

東京オリンピック記念特集



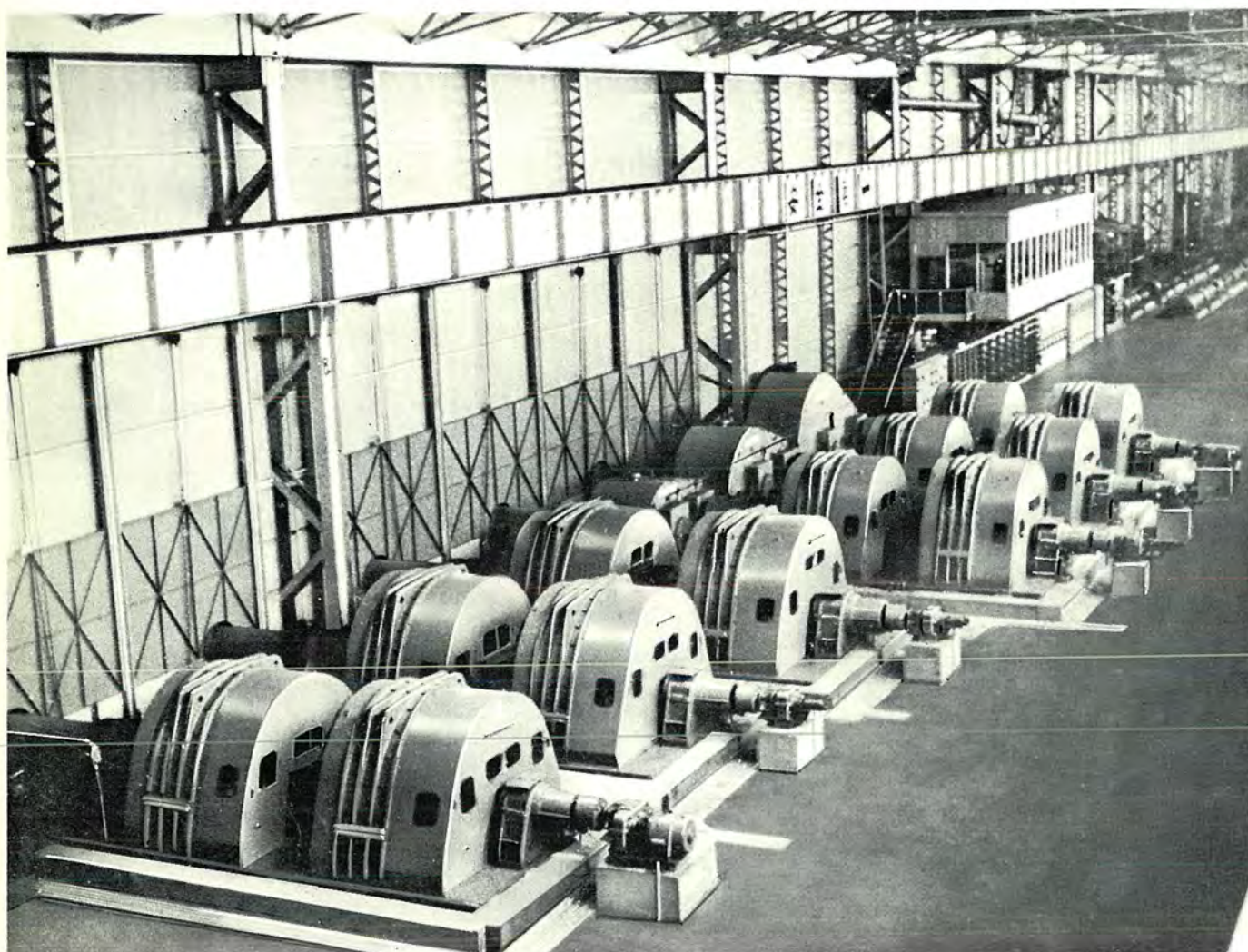
MITSUBISHI DENKI GIHO

三菱電機技報

Vol. 38 September 1964

9

高速熱間仕上圧延用直流電動機



1,420 mm 連続式熱間仕上圧延機用電動機

八幡製鉄・堺製鉄所に設置された熱間連続圧延ミルは、わが国最大の規模をもち、最高の能率を誇る設備で、粗圧延から仕上圧延までその電気品のすべてを当社が製作し、現在好調な運転が続けられている。

電気品の内容は、粗圧延用交流電動機群・仕上圧延用直流電動機群合計 56,850 kW および水銀整流器電源設備・制御装置・補助電動機・付帯設備その他である。

写真は、その仕上圧延用直流電動機群の全景で、伝統を誇る三菱直流機の技術の成果を示すものである。

主要圧延電動機の定格は表記のとおりで、新しい加速圧延方式、自動板厚制御装置を導入しており、将来の電子計算機制御が期待されている。

仕上圧延用直流電動機は、加速圧延のために低い GD^2 と高い過負荷耐量をもつもので、成層フレーム構造であり、その電源は、各スタンドごとの各個水銀整流器方式である。整流器容量は、

No. 1, 6 スタンドに対して 2 組 -4,960 kW

No. 2~5 スタンドに対して 4 組 -5,700 kW

である。

主電動機のほかに、ホットランテーブル用 3.3 kW 直流電動機 350 台および補機用直流電動機 130 台（容量合計 6,600 kW）を製作した。

熱間連続圧延用主電動機の仕様

用 途	台数	電動機定格 (kW)	電圧 (V)	回転速度 (rpm)	備 考
バーチカルスケール ブレーカ	1	750	AC 3,300	514	同期電動機
粗圧延スタンド No. 1*	1	3,700	" 11,000	450	"
" No. 2	1	3,700	" 11,000	450	"
" No. 3	1	3,700	" 11,000	450	"
" No. 4	1	5,200	" 11,000	450	"
" No. 5	1	5,200	" 11,000	450	"
" No. 6	1	5,200	" 11,000	450	"
仕上圧延スタンド No. 1	1	2×2,250	DC 2×600	150/390	2 タンデム 電機子
" No. 2	1	2×2,600	" 2×600	150/365	"
" No. 3	1	2×2,600	" 2×600	150/365	"
" No. 4	1	2×2,600	" 2×600	110/275	"
" No. 5	1	2×2,600	" 2×600	150/365	"
" No. 6	1	2×2,250	" 2×600	175/430	"

* 注 粗圧延スタンド No. 1 は将来設置

P 216 躍進する三菱電機の文中“10の営業所”を“17の営業所”と訂正いたします。

P 217 研究所および製作所の主要生産品目のうち下記の製作所を追加する。

静岡製作所	家庭用電気冷蔵庫, ルームクーラ(ユニテヤ・ウィンデヤ), 各種冷凍機応用品。
-------	---

MITSUBISHI DENKI GIHO 三菱電機技報

昭和39年／第38巻／第9号
東京オリンピック記念特集



三菱電機株式会社

東京オリンピック記念特集

目 次

巻 頭 言	4
-------------	---

第 I 編 三菱電機の誇る技術と製品	7
--------------------------	---

1. 発電・送電・配電関係
2. 工業・電力応用関係
3. ビルディング 用電機品関係
4. 船舶関係
5. 電気鉄道関係
6. 自動車用電装品関係
7. 無線通信関係
8. 電子応用関係
9. 電子管および半導体関係
10. 計測関係
11. 照明関係
12. 家庭用電気品関係
13. 原子力関係
14. 研究および材料

第 II 編 世界に雄飛する三菱電機の輸出品	121
------------------------------	-----

1. 発電・送電・配電関係
2. 電気機関車
3. 工業・電力応用関係
4. 船用電機品
5. 電子機器
6. エレベータ・エスカレータ
7. 家庭用電気品
8. 海外投資および技術提携会社紹介
9. 海外駐在員紹介

第 III 編 オリンピックを迎えて活躍する三菱電機の新製品	177
--------------------------------------	-----

1. 宇宙通信実験所設備
2. 太平洋海底 ケーブル 用時分割多重電信端局装置
3. 東海道新幹線用電機品
4. スポーツ と医学用 テレメータ
5. 競技場用 ITV と マイクロテレビ
6. 空気 イオン 発生器
7. 東京 オリンピック 関連の照明施設
8. 三菱電機 ショールーム の紹介
9. 家庭の電化

三菱電機の本社・営業所・製作所の所在地および主要生産品目	216
------------------------------------	-----

- 表 紙
2. 高速熱間仕上圧延用直流電動機
 3. インド 国鉄納め電気機関車
 4. 東海道新幹線電車, 宇宙通信送受信 アンテナ, 駒沢陸上競技場の照明, 葉山 マリーナ の照明

Mitsubishi Denki Giho Special Issue in Commemoration of the Tōkyō Olympic Games

CONTENTS

Preface.....	4
Chapter I Technique and Products in which Mitsubishi Take Pride	7
1. Electric Power Generation, Transmission and Distribution	
2. Industrial Electric Power Applications	
3. Electric Equipment for Buildings	
4. Marine Equipment	
5. Electric Railway	
6. Electric Apparatus of Motor Cars	
7. Radio Communications	
8. Electron Applications	
9. Electron Tubes and Semi Conductor Materials	
10. Instrumentation	
11. Illuminating	
12. Electric Home Appliances	
13. Nuclear Power	
14. Research and Materials	
Chapter II Mitsubishi Electrical Products Playing an Active Part in the Export Markets	121
1. Electric Power Generation, Transmission and Distribution	
2. Electric Locomotives	
3. Industrial Electric Power Applications	
4. Marine Electric Equipment	
5. Electronics Apparatus	
6. Elevators and Escalators	
7. Electric Home Appliances	
8. Investment Oversea and Introduction of Companies in Technical Cooperation	
9. Introduction of Representatives Oversea	
Chapter III New Mitsubishi Products Displaying Activity on Occasion of the Olympic Games.....	177
1. Space Communication Laboratory Equipment	
2. Time-Division Multiplex Telegraph Terminal for Transpacific Cable	
3. Electric Apparatus for Use on the New Tōkaidō Trunk Line	
4. Radio Telemetering of Physical Activities	
5. ITV and Micro TV used in Athletic Grounds	
6. Air Ionizer	
7. Lighting Installations in Connection with Tōkyō Olympic Games	
8. Introduction to Mitsubishi Show Rooms	
9. Electrification of Home Appliances	
Locations of the Head Office, Sales Branches and Works and also Main Products of the Mitsubishi Electric Corporation.....	216

巻 頭 言

史上初めて、アジア 地域で開催される オリンピック 第 18 回東京大会が、いよいよその幕を切って落そうとしております。

こと新しく申すまでもなく、オリンピック は、国境や人種の差を越え、友愛と誠実に結ばれた世界の若人が一堂に会して、その技を競い、優秀な記録の数々は、広く世界の人々が共に、喜びと賞賛を分かちあう世紀の大式典であります。

この好個の機会を記念して、「三菱電機技報」オリンピック 記念特集の発刊を企画し、創業以来の三菱電機の誇る技術と製品、また海外に雄飛する輸出品、さらには オリンピック を迎えて活躍する新製品の数々をご紹介します、江湖のご理解とご批判を仰がんと念願するものであります。

この機に当社の成長の跡をいささか回顧しますと、本年は、大正 10 年会社創立より数えて 43 周年に当たります。さらにその以前の三菱合資会社造船部電機部門で、船舶や炭坑の電機用品を製作していた発祥の時より数えれば、4 分の 3 世紀の長さに及んでおり、三菱電機は、わが国の電機の歴史とその歩みを共にしてきたといえましょう。

会社創立当時の資本金 1,500 万円は、過去 13 回の増資を経て、現在 432 億円と約 3,000 倍に膨張をとげ、株主の数も今や、26 万名の多きに達しています。

また従業員数も約 5 万名となり、会社創立時の約 1,500 名に対し 33 倍となり、毎年新規採用の数も 4,500 名と、設立時の全従業員数の 3 倍を数えるに至っております。

創立直後は、本社と神戸、長崎、名古屋の 3 製作所にすぎなかった事業所も現在では、全国各地に製作所 18、営業所 17、研究所 2 に本社を含め計 18 事業所の多数に及び、さらに近く稼動に入る製作所として、昇降機専門工場が愛知県稲沢に、配電用機器専門工場が兵庫県三田にそれぞれ誕生をむかえています。

この他海外には、アメリカ・ウェスチングハウス 社駐在員をは

じめ、インド、香港、メキシコ、シカゴ、ブラジル、バンコック、ロスアンゼルス 等々と各地に駐在員を常駐させ、逐年増強中であります。

売上高も、創業当時年間 360 万円余に対し、昭和 38 年度売上 1,600 億円余と 44,500 倍と目覚ましい発展を遂げております。

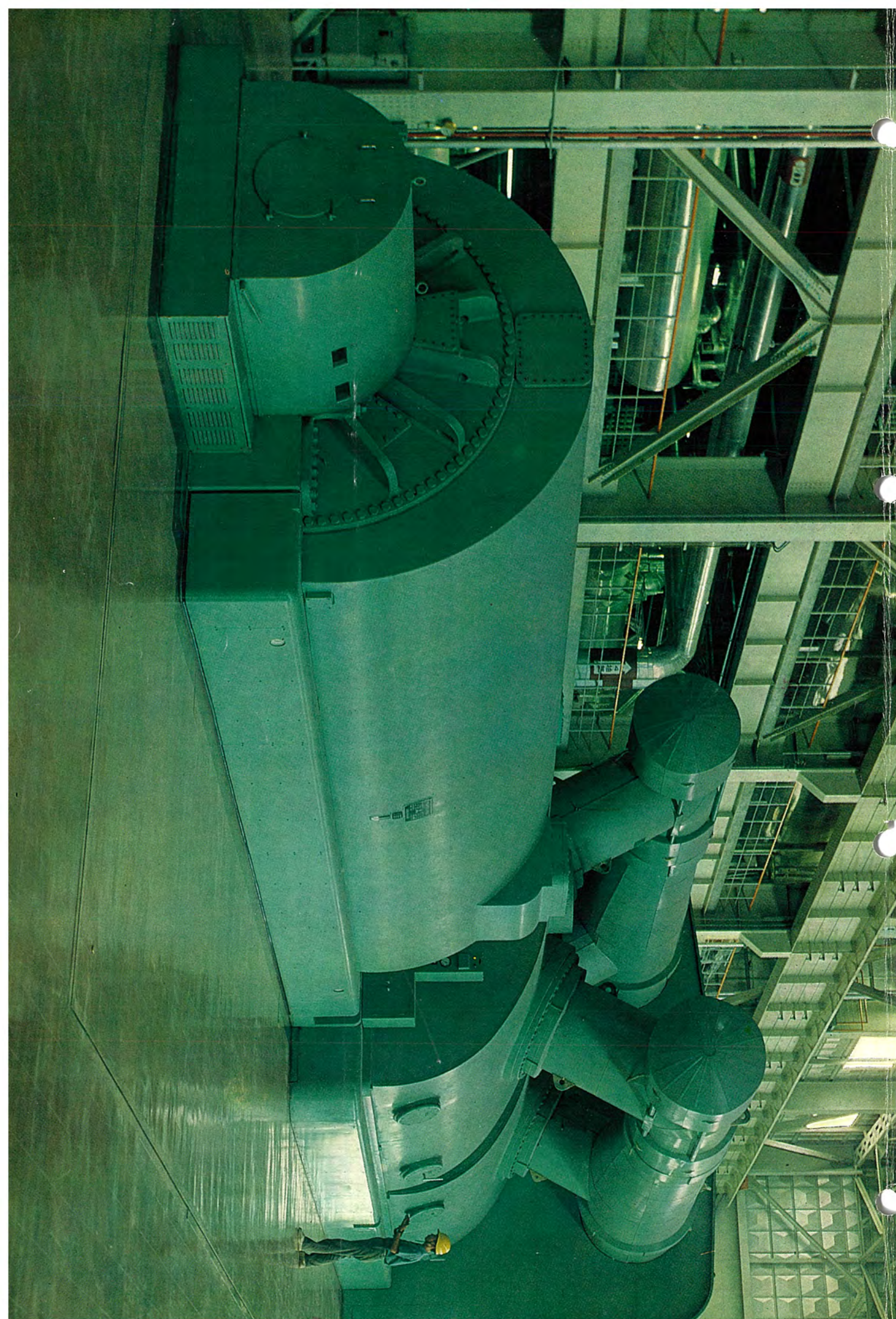
成長産業の先駆者として発展した電機工業は、やがて電子工業へと新しい産業分野を切り開き、技術的にも幾多の記録的業績を積み重ね、その幅と奥行を広め、今や産業経済の頭脳と心臓となる重要産業になりました。その一翼を荷なう三菱電機の社会的使命も真に重かつ大であると自覚いたす所でありたいであります。

近時、世界における日本の地位が、とみに向上いたしました。わが国成長企業の一つとして、三菱電機が果たすべき社会的責任の幾多の課題がありますが、そのうち大きなものの一つとして技術革新への貢献、すなわち新しい技術の研究開発があります。

新しい技術の開発、新製品の生誕は、企業に永遠の若さと生命をもたらすエネルギー源であります。それ故に当社では、創業以来、技術研究に重点的な努力を傾注してきております。

当社では、企業経営の指針として、10 年前から長期計画をたて、向う 5 か年間の進路を明確に定め、経営に当る方策をとっていますが、研究開発の面では、とくに 10 年という長期の計画をもって、技術の発展をはかっています。「品質奉仕の三菱電機」の標語を掲げ、技術を生命とする覚悟のほどを示している所でありたいであります。

今後共、各位のあたたかいご愛顧とご支援を得て、学ぶべく与えられるものは、大いに摂取しつつ、伝統ある技術にさらに研さんを重ねて、社会奉仕の責任を果たしていきたいと念願して巻頭の言といたします。



関西電力姫路第二発電所納め

396 MVA 内部冷却タービン発電機（3 号機）の全景

本機は、三菱重工業製 325 MW タービンに直結されており、国内最大容量記録品である。

■ 特 長

（１） 固定子分割構造で、据付時最大重量は、255 t と軽くしている。

（２） 電圧が現在最高の 24 kV であり、コロナ防止のために、コイルエンドにアルミハフを巻き込んである。

（３） 軸材やコイル押えリング材質は、従来よりさらに一段上の現在最高級のものを使用している。

（４） 絶縁材料には、エポキシ系・メラミン系を多用している。

など新機軸を多く折り込んでおり、技術の粋といえるが、今後のさらに上回る大容量機の設計・製作・運転に対する貴重な経験を与えているという点でも、意義深い発電機である。

■ 定 格

皮 相 出 力	396 MVA	周 波 数	60 c/s
力 率	85%	ガ ス 圧	4 kg/cm ²
電 圧	24 kV	回 転 数	3,600 rpm
短 絡 比	0.582	励 磁 電 圧	500 V

第 I 編 三菱電機の誇る技術と製品

Chapter I Technique and Products in which Mitsubishi Take Pride

The year 1964 is a proud and memorable year for Japan, for this is the year in which the Tōkyō Olympiad is to be open. Japan lost the great world war which was fought with might and main of nation from October 12, 1941 to August 15, 1945, and resulted in a heavy defeat unprecedented in her history. With the majority of her land turned into a wilderness of cinders and ashes, she sustained such a fatal blow that her restoration was thought impossible. Nevertheless, undefatigable spirit and strenuous effort of people has mastered the hardship and predicament, bringing about a rapid rehabilitation and prosperity in a relatively short time to the wonder of the world and developing economy and industry above the prewar stage. This has elevated the country again to the level of world powers and is going to open the Olympic Games to Tōkyō, the first attempt in Asia.

Mitsubishi was no exception to suffer from the defeat. But all the employees has got together with dauntless and frantic efforts to restore the enterprise and developed it to a great all-round electrical manufacturer known to the home and overseas market, expanding the export year after year.

Under the circumstances the Mitsubishi Denki Gihō has planned to issue a special number in commemoration of the Tōkyō Olympic Games so as to make public to internal and external customers the present status of the Company's progress and activity which covers over 43 years since the foundation.

Chapter 1 deals with the Company's manufacturing technique and main products of which the Company is proud. When the history of the Company's development is looked back in brief, it will be described as follows. The Mitsubishi Electric Corporation was established on the 15th of January, 1921 by taking over the electric machine division of Kōbe plant of the Mitsubishi Shipbuilding Co., the predecessor of the present Mitsubishi Heavy Industry Co., with a capital of ¥15,000,000 the site being only that of Kōbe plant, and about 1,800 employees. The present scope (as of the end of March 1964) covers the capital of 43,200 million yen, 18 factories, 2 laboratories and 44,000 employees.

At the time of foundation, the products were generators, transformers and motors, those coming under the classification of heavy machines. At present, however, there are four divisions: heavy machines, apparatus, electronics and merchandize (home appliances), thus almost every electric product being turned out.

In 1923, the Company entered into a cooperation with Westinghouse in America and begun to take in their manufacturing technique. This helped rapid progress and improvement of the quality of products, increasing the variety of articles.

As for turbine generators, the predecessor—the Mitsubishi Shipbuilding Co.—supplied in 1917 12.5 MVA 1,800 rpm machines to the Ōsaka Electric Light Co. In 1927 the Company built 25 MVA 1,500 rpm units to the Yawata Steel Mill, bringing the light and giving confidence to the home production of large turbine generators. The year 1963 saw a successful delivery of a 396 MVA 3,600 rpm machine to Himeji Power Station No.2 of the Kansai Electric Power Co. This is a record of home produced unit to manifest the Company's real ability in the sphere of manufacturing.

Under the category of transformers, a number of record products have been built for a long time. In 1955 a 139.5 kVA special three phase transformer with primary voltage of 287 kV, the unique product of the Company, was delivered to the Electric Power Development Co., Sakuma Power Station. In 1963 a 345 MVA special three phase transformer with primary voltage 275 kV was built for the Tōkyō Electric Power Co., Naka Tōkyō Substation. Also a 400 MVA transformer with primary voltage 348 kV is now under construction for Munmorah Power Station in Australia.

Regarding motors, one rated 19,000 kW 418 rpm of induction type was a prewar record product. This was supplied in 1941 to the Naval Aviation Arsenal of that time for use in the wind tunnel. In 1960 to the Aviation Technical Research Institute was supplied a 22,500 kW 710 rpm motor which is a combination of a 18,000 kW motor and a 4,500 kW DC motor in direct coupling to be used for wind tunnel tests. This is a record of home built machines. As for DC motors four units of 3,700 kW double armature type were built in 1936 for use with blooming and rolling mills in the Yawata Steel Mill and other plants. Two 5,200 kW single armature motors for twin drive were built in 1940 for the Fuji Steel Mill.

In 1937 a continuous strip mill, the first installation in this country, was set up in the Yawata Steel Mill and a motor for cold rolls was built for it. After that many motors were manufactured and supplied for various representative installations in this country.

As electric railway equipment, traction motors, controls and small electric locomotives have been constructed since the foundation of the Company. In 1928 large 100 ton electric locomotives were supplied to the Ministry of Railways (the predecessor of the National Railways). After the war many DC and AC locomotives were built and delivered for the electrification of the Japanese National Railways. Since 1925 Mitsubishi has been manufacturing electric apparatus in quantities for multiple control cars for delivery to the Japanese National Railways and other private railways.

On the threshold of the opening of the New Tokaidō Trunk Line on occasion of the Tōkyō Olympiad, numerous electric apparatus have been built by the Company as stated in a separate chapter.

In reference to elevators, electric equipment has been produced since 1928, but complete sets of variable DC voltage type high speed elevators were brought to being with home built machines in 1935. Nowadays newly a half of home built elevators are supplied by Mitsubishi and also a good many sets are being exported.

It was in 1937 when radio communication equipment and electronic products were added to the regular production. About home appliances electric fans have been produced in quantities since the establishment. Electric refrigerators were first introduced to the market in 1932, while the manufacture of sewing machines dates back to 1934, thus the Company being a forerunner in the line.

Micro TV receivers and Trinescope type small color TV receivers are produced, in which the Company take pride in the circles.

今年 1964 年は、東京オリンピックが開催され、わが国にとってまことに誇らしく記念すべき年である。わが国は 1941 年 12 月 8 日から 1945 年 8 月 15 日までの国力をかけた大戦に、建国以来いまだかつてないという敗戦にあい、国土の大部分は焦土と化し、ふたたび起つたあつたと思われぬ打撃をこうむった。しかし国民の不屈の精神と勤勉努力によって、比較的短い年月で世界驚異の中に急速な復興発展をなし、経済および産業は戦前をしのぐようになり、多数国家の中で大国視され、アジアで初めての東京オリンピックが開催されることは、まことに慶賀にたえない。

わが三菱電機株式会社も敗戦による打撃を受けたのであるが、従業員の不屈の精神と勤勉努力によってよく復興発展し、電気機器の大総合メカとして内外に広く知られ、輸出も大いに伸展しつつある。このときにあたり「三菱電機技報」では東京オリンピックを記念して創業以来 43 年に及ぶ当社の発展と活躍の現勢を広く内外に知ってもらうために、特集号を発行することになったが、この第 1 編は過去から現在にいたるまでの、当社の誇るべき技術と製品のおもなものを紹介するものである。

当社発展の歴史を簡単に回顧すれば、三菱電機株式会社は、1921 年 1 月 15 日三菱造船株式会社（現三菱重工業株式会社の前身）神戸造船所の電気機械部門を継承して創立され、当時の資本金は 1,500 万円、工場は神戸製作所のみで、従業員は 1,500 人余であった。現在（1964 年 3 月末）は、資本金 4,320,000 万円、18 製作所、2 研究所を有し、従業員は 44,000 人余である。

創立当時は、現在の重電に属する発電機・変圧器・電動機などがおもな製品であったが、現在は重電・機器・電子・商品（家電）の 4 事業部を設けて、大体あらゆる製品を製造している。1923 年に米国 ウェスチングハウス 社と提携して、技術導入を始めてから急速に発展し、製品は質の向上とともに種類も多くなった。

タービン発電機は、1917 年三菱造船株式会社時代すでに、大阪電灯へ 12.5 MVA、1,800 rpm のものを納入していたが、1927 年には八幡製鉄向けとして 25 MVA、1,500 rpm 発電機を製作して、わが国大形タービン発電機の国産化に光明と自信を与えた。1963 年には別項のとおり関西電力姫路第二発電所へ 396 MVA、3,600 rpm 発電機を納入し、これは現在国産記録品として、当社のこの分野における実力を実証するものである。

変圧器は早くから多くの記録品を製作しているが、1955 年には電源開発佐久間発電所向けとして、当社独特の 139.5 kVA、一次電圧 287 kV の特別三相変圧器を製作し、1963 年には別項のとおり東京電力中東京変電所向けとして、345 MVA、一次電圧 275 kV の特別三相変圧器を製作し、また オーストラリア・マンモラ 発電所向けとして、400 MVA、一次電圧 348 kV の変圧器を製作中である。

電動機は 1941 年に海軍航空廠へ風洞試験用として納入した 19,000 kW、418 rpm の誘導電動機が、戦前のわが国の記録品であったが、1960 年には別項のとおり航空技術研究所風洞試験用として 18,000 kW 誘導電動機と 4,500 kW 直流電動機を直結した 22,500 kW、710 rpm 電動機を製作し、これは現在の国産記録品である。直流電動機は 1936 年ごろ製鉄分塊圧延用として、2 重電機子形 3,700 kW のものを八幡製鉄その他へ 4 台納入し、1940 年には単電機子形 5,200 kW のものを富士製鉄その他向けとして 2 台製作した。1956 年には別項のとおり ツインドライブ用 2 重電機子形 2×4,500 kW 1 組を富士製鉄向けとして製作した。また 1937 年にはわが国最初の連続式ストリップミルが八幡製鉄に設置されるにあたり、その冷間圧延用電動機を製作したが、その後わが国の代表的設備用として、多くの電動機を製作した。

電気鉄道関係は、創業当時から電車で電動機や制御器のほか小形電気機関車なども製作していた。1928 年には鉄道省（現国鉄の前身）へ 100 t の大形電気機関車を納入し、戦後は国鉄電化用として、直流式あるいは交流式機関車を多数製作納入した。1925 年ごろから総括制御電車で電機品の製作を始め、国鉄および各私鉄へ多数納入したが、東京オリンピックの開催をひかえて開通する東海道新幹線用の電機品も製作していることは別項のとおりである。エレベータ関係では、1928 年ごろから電機品を製造していたが、1935 年に直流可変電圧式高速度エレベータ式を国産化して以来、今日では国産エレベータの半数近くを製作し、海外へも多く輸出している。無線通信機その他電子機器部門の製造を始めたのは 1937 年ごろからである。家庭電器部門では、扇風機などは創業当時から多数製作していた。電気冷蔵庫の製造を始めたのは 1932 年ごろで、製氷ミシンの製造は 1934 年ごろで、いずれも同業製造者の中では比較的早い。別項のマイクロテレビやトリネスコウ式小形カラーテレビは、この分野における最近の当社の誇るべき製品である。

1. 発電・送電・配電関係

Electric Power Generation, Transmission and Distribution

1.1 396 MVA, 3,600 rpm 内部冷却タービン発電機

396 MVA 3,600 rpm Inner Cooled Turbine Generators



図 1.1 396 MVA 3,600 rpm 内部冷却タービン発電機

Fig. 1.1 Inner cooled turbine generator.

大容量タービン発電機において、当社の採用している冷却方式は内部冷却方式であり、固定子コイル・回転子コイルともに導体内部に冷却水を循環させ、発生熱を主絶縁を介せず奪い去る方式である。この方式の発電機は 160 MVA 以上多数の製作例があるが、最大容量のものは 1964 年関西電力姫路第二発電所 3 号機用として納入した 396 MVA、3,600 rpm 機である。

この機械は三菱重工製 325 MW タービンと直結されているが、その定格は 396 MVA, 85% PF, 24 kV, 9,526 A, 3,600 rpm, ガス圧 4 kg/cm², 励磁電圧 500 V, 励磁機 1,500 kW である。

当社においてはこれまで 208 MVA 機、320 MVA 機と段階を経て記録品を製作してきたが、これらは、いずれも同一の回転子径を採用していた。本機にいたって、回転子径は一段上のものを採用しており、この径は近い将来 600 MVA までに使用できるもので、本機が記録品であるという点以外に、単機容量の増大化に対する十分な資料を与えている点においても意義深い。

この機械では、船積、輸送などの考慮から、固定子に対して分割構造を採用している。分割単位としては、コア・コイルからなる内部フレームが最大重量物で、その外側の外部フレームはさらに軸方向に 4 分割している。当社の方法での大きな特長は、内部フレームのそう入にクレードルを使用する方法であり、クレードル上に内部フレームを乗せ、クレードルと外部フレームをつないで、滑り込ませるやり方で、クレーン使用に比べ、はるかに安全な方法である。

固定子コイル主絶縁は、ポリエステル樹脂含浸のダイアラスチック絶縁であるが、改良を重ねて、現在のものは、エポキシに似た分子構造を持つポリエステルを使用しており、電気的機械的性能においても、進歩している。

また、24 kV という現在絶縁での最高電圧を採用しているので、コロナ防止のために、コイルエンドにおいて、従来のコロナ防止塗料の代わりに、主絶縁内部にアルミハクを段階的に巻き込み、表面電位傾度の均等化をはかっている。アルミハクの巻込位置の決定にはトラックマッピングによる検討と、モデルによる測定を行なった。この方法はコロナ防止塗料に比べ、はるかに確実である。

コイルエンドの支持において、ポリエステル含浸のガラスリングの使用や、スキマの充填にモルディングミックスチの使用は、すでに内部冷却発電機の 1 号機から採用しているが、本機では、その範囲を広

げ、これらの新方法の利点を十分利用している。

回転子軸は、径の一段上のものを採用したのでその材質も一段上として、降伏強さ 67 kg/mm² のものを使用している。この材質が現在の製鋼技術での最高級のものである。

コイル押えリングも重要材料の一つであるが、リング内のウズ電流損減少と、コア端部の磁束集中による過熱防止のため、オーステナイト系非磁性鋼を使用している。この材料は、降伏強さ 90 kg/mm² に及ぶ高張力鋼であるが、この目的を達するために冷間加工を施している。

そのほか、内部冷却の一般構造として、固定子コイル導体は中央にベントチューブを置きその両側に導体を並べている配置、回転子コイル導体は、二つのコの字索線を組み合わせて、中央部にガスマシを作っている配置、クサビに非磁性鋼クサビを使用し、胴体中央部では、ガスの出口のためにベリリウム銅を使用し、これをタンパ回路に利用している方式、高圧多段トラフの配置など多くの特長がある。

工場試験においては、固定子コイル出口のガス温度上昇が、鉄損試験において 1.6°C、銅損試験において 33.2°C であり、そのほか特別に構造部分に埋め込んだ多数のサーモカップルは皆非常に低い値を示し、満足な成績を立証した。

この機械は、回転子 50 t、最大重量部 255 t であり、全重量は 476 t である。今後の大容量機は、建設なった当社神戸製作所の新鋭工場で誕生するが、発電所条件により分割形の要望にもこたえるのみならず、新鋭工場の巨大な設備容量を生かして、400 MW、500 MW という今後の要求に対しても十分一体形で製作することが可能である。

1.2 大容量短絡発電機

Large Capacity Shortcircuit Test AC Generator

短絡発電機は、短時間の間に膨大な電流を流し、機械的な衝撃も大きく、すべてが過渡現象となり、製作のむずかしいものであるが、1963 年超高压電力研究所に納入した 4 極円筒回転子形の短絡発電機は、世界でも屈指の大容量記録品で、幾多の特長をもっている。

試験結果による短絡容量は、三相短絡 3 サイクル後 3,430 MVA を示している。なお、定格電圧は 15 kV で、回転数 1,500 rpm、駆動用誘導電動機は 4,000 kW、励磁機は 500 kW、375 V である。

固定子重量は 270 t、回転子重量は 130 t で、とくに回転子は寸法、重量で高速回転回転子として古今みぞうのものである。

この機械の特長は以下のようである。

(1) 組立構造式回転子

回転子軸の荒仕上重量は 130 t で、インゴット 270 t にも達するが、現在までの製鋼能力では、一体タン造不可能で組立構造としている。この組立構造では、ディスク 21 枚をボディエンドではさみ、1 本のセントボルトと 4 本のポールボルトで締め付け、その両側にシャフトエンドを取り付けた構造で、さらにその外側にはスリッパリング軸を継いでいる。



図 1.2 3,430 MVA 15 kV 短絡発電機
Fig. 1.2 Short-circuit test AC generator.

ディスク組立式では、この両面の加工精度、平行度がとくに肝要であった。積み重ねたディスクが単一物と同じと考えられるようには、 350 kg/cm^2 以上の面圧を必要とするが、これを与える5本のボルトのネジ底の引張応力だけでなく、ネジに特別の考慮を払う必要がある。すなわち、引張時のボルトの伸びとナットの縮みのため、ネジピッチが不同となり、荷重がナットの座付近に集中するのを防止するため、ナットのネジ山をテーパして加工している。これが組立構造の最も重要点であるが、この成功のためには、多くの実験と慎重な検討を払い、達成されている。

(2) リアクタンス 減少法

空け磁束密度を高くとり、固定子ミジ数を減らし、ミジの形は浅く広くしている。コイルエンドは円スイ形の銅板製ダンパコーンで包み、エンド部の漏れ磁束を減らしている。またエンド部の構造材料には、できるだけ非磁性金属または絶縁材料を使用するなど意を用いている。

(3) 強力 ダンパ の採用

短絡発電機のように、ごく短い時間での現象を問題にしなければならない機械では、回転子表面やダンパ回路などを流れる次過渡効果を見逃すことができないが、この問題の検討を行ない、時定数を長くするためには、界磁コイルを温度上昇の点で許しうる最低の大きさにとどめ、その上部に強力なダンパ巻線を設けることが最善であるとの結論に達した。このため、回転子クサビに電気伝導度のよい特殊な銅クロム合金を用いてダンパ回路の一部として使用するとともに、鉄心端部でもコイル押えリング下にダンパリングを設けて完全な制動回路を構成した。また磁極部分にもダンパ専用のミジを設けて全円周にわたってダンパ棒を均一に配列する構造としている。

この結果として、短絡時の励磁電流の変化は短絡前に比べ最高2倍強程度にすぎず、励磁機容量としても500 kW程度で十分ということが立証された。

(4) 固定子コイルエンドの支持

本機では三相短絡の瞬間に最大300,000 Aにも及ぶ膨大な電流が流れるが、この電流による電磁力はコイル1本あたり30tをこえる巨大なもので、この電磁力が繰り返しかかってもコイルエンドに変形を起こさないように、普通の機械とは全然違った支持方法を採用している。すなわち、エンドは円筒形に近いゆるやかな円スイ面を形成するようにし、その内側と外側に円スイ形のコイルささえを設けて、その間にコイルをはさみ、両者の間を多数のボルトで強固に固定している。

この機械は据付以来種々の試験を行なったが、初期過渡リアクタンスは3.3%、過渡リアクタンス4.45%、同期リアクタンス33.9%、短絡初期過渡時定数0.04 sec、短絡過渡時定数0.825 secを示した。

その後長期間の運転に入っているが、この大容量短絡発電機が無数の過酷な短絡条件にさらされながら、特別の支障もなくその責務を果たしていること、巨大な4極回転子が、今後の原子力発電用のタービン発電機に対する貴重な資料を提供していることにおいてカツ(刮)目に値する機械である。

1.3 105,000 kVA 立テ軸水車発電機

105,000 kVA Vertical Shaft Water wheel Generator

当社は、1958年から1960年にかけて、電源開発株式会社田子倉発電所へ105,000 kVA カサ形水車発電機4台を納入した。同発電所は福島、新潟、群馬の3県にまたがる、わが国最大の水力電源地帯を形成する只見川水系に属し、わが国最大の発電所設備容量を誇っている。

発電機仕様

形 式	カサ形回転界磁全閉内冷形(空気冷却器付)		
出 力	105,000 kVA		
電 圧	13,200 V		
力 率	90%	周波数	50 c/s
極 数	36 極	回転数	167 rpm
ハズミ車効果	13,600 t-m ²		
無拘束速度	318 rpm		
短 絡 比	1.1		

主励磁機仕様

形 式	立テ軸開放形 他励 補償巻線付
500 kW 440 V 16 極	

副励磁機仕様

形 式	立テ軸 開放 分巻
20 kW 110 V 10 極	

この発電機は立テ軸水車発電機の構造として上部案内軸受を省略し、発電機回転子下側に推力軸受および下部案内軸受を備えた、いわゆるカサ形水車発電機としては、わが国最大容量を誇っている。普通形水車発電機に比べ、その特長は、製品重量の軽減できること、つり上げ寸法の減少による建屋寸法の低減、クレーン容量の節減、組立作業時間の縮小の可能な点で、田子倉発電所の経済的設計に大いに役だった。

この発電機は、風道外径11.5 m 高さ3.5 m の巨大なもので、当社の技術の粋を尽くして製作され好成績に運転している。



図 1.3 105,000 kVA 167 rpm 水車発電機
Fig. 1.3 Water wheel generator.

固定子鉄心には、鉄損のきわめて少ない国産最高級のケイ素鋼板を使用し、固定子コイルは1ターンコイルローベル転位方式で、導体のウズ流損を減少させている。対地絶縁物としては、マイカテープを主体とした完全B種絶縁で、含浸材として当社の誇るポリエステル系の絶縁物であるダイラシック絶縁を使用し、絶縁耐力、コロナ特性、tan δ 特性、絶縁抵抗特性などにきわめて優秀な成績を示した。

1.4 62,000/54,000 kVA 横軸水車発電機

62,000/54,000 kVA Horizontal Shaft Water Wheel Generator

1955年、中華民国共和国、台湾の東部、大甲溪の水利資源開発の一環として、龍澗発電所に当社製 62,000 kVA 横軸水車発電機が納入された。この発電機はフランスネルピック社製横軸ペルトン水車に直結されるもので、横軸ペルトン水車としては、東洋で記録的大容量を誇っている。

発電機仕様

形 式	横軸回転界磁全閉内冷形（空気冷却器付）		
出 力	62,000 kVA/54,000 kVA		
電 圧	13,200 V		
力 率	90%	周 波 数	60 c/s
極 数	14 極	回 転 数	514 rpm
ハズミ車効果	360 t-m ²		
無拘束速度	960 rpm		
短 絡 比	1.0 極		

主励磁機仕様

形 式	横軸 開放形補極付 他励差動分巻
	190 kW 220 V 10 極

この発電機は横軸高速大容量機にもかかわらず、発電所が奥地にあるため輸送制限重量がわずか 15 トンに過ぎないため、構造上、種々の制約をうけた。主軸は、3 分割構造でボルト締めにして一体としている。そしてその両端フランジ部にペルトン水車ランナをリーマボルトで直結し、発電機の2個の軸受で発電機回転子および水車ランナの重量と、水車ノズルからの噴射水がランナにぶつかって生ずる推力と合成した推力をうける構造である。したがって、中央部に主発電機があり、そのすぐ両外側に水車があり、さらに、その一方の外側に励磁機を置く構造となる。励磁機の回転子は、歯車式タワミ継手および補助軸を介し、水車ランナを貫いて発電機主軸フランジ面に直結される。空気冷却器4個を発電機下部のピット中に設けて熱風を冷却している。軸受は自動調心形構造で、給油は油環方式により冷却効果を大きくするために、下部軸受表面に適当な通水穴を有する厚銅板を張り、表面にホワイトメタルを盛っている。回転子を取り出すのを容易にするため、固定子コイ



図 1.4 62,000/54,000 kVA 514 rpm 水車発電機
Fig. 1.4 Water wheel generator.

ルを取りはずすことなく固定子コイルを上下に2分割できる構造である。

1.5 55,000 kVA デリヤ水車発電機

55,000 kVA Deriaz Water Wheel Generator

1964年関西電力株式会社天ヶ瀬発電所に、当社製 55,000 kVA カサ形水車発電機が2台納入された。この発電機は、わが国最大容量を誇るデリヤ水車に直結されるものである。同発電所は建設省が「淀川水系改修基本計画」の一環として、洪水調節を主体とした多目的ダムである天ヶ瀬ダムから取水するものである。宇治の観光地に近く観光面を考慮した発電所として建設された。

発電機仕様

形 式	カサ形回転界磁全閉内冷形（空気冷却器付）
出 力	55,000 kVA
電 圧	13,200 V
力 率	85%
周 波 数	60 c/s
回 転 数	180 rpm
極 数	40 極
ハズミ車効果	4,200 t-m ²
無拘束速度	380 rpm
短 絡 比	1.1

主励磁機仕様

形 式	立テ軸 開放 保護形分巻補極付 （安定調整界磁付） 320 kW 330 V
-----	---

この発電機は、立テ軸カサ形水車発電機の特長をもち、励磁機の下部から下は、コンクリート風洞に埋没する構造である。

デリヤ水車の特長であるランナ中心線と軸中心線のなす角が、本発電所の場合 60° の角度があり、ランナ先端ギヤウが小さいため、万一運転中にスラストのホワイトメタルが焼損した場合にランナが下降して、デイスチャージリングに接触し損傷することが考えられる。この発電機の場合、荷重時におけるブラケット軸受関係のタワミおよび軸の延びなどをあらかじめ計算し、工場において等価的に実測し、万一ホワイトメタル焼損を起こしても接触事故を起こさぬようにホワイトメタルの厚みを決めている。



図 1.5 55,000 kVA 180 rpm デリヤ水車発電機
Fig. 1.5 Deriaz water wheel generator.

スラスト軸受は、発電機本体を分解することなく点検できる構造となっている。

1.6 交流発電機高圧固定子コイルの製造技術

Manufacturing Technique of AC Generator High Voltage Stator Coils

当社が革新的な新高圧固定子コイル絶縁としてダイアラスティック絶縁（以下 DL 絶縁とよぶ）を開発、実用化し、昭和 29 年業界注視のうちに レジコイル 第 1 号機を完成して以来、約 200 台の大容量高圧発電機が DL 絶縁により製作された。従来、発電機事故の大半を占めていた固定子コイル事故が、以後皆無になったことはそのすぐれた絶縁性能を立証するものである。

レジコイルは今日一般化し、各社ともほとんどの大容量発電機に採用しているが、マイカ片絶縁への完全な レジコ含浸はきわめて困難とされている。しかし当社では製造技術、材料の研究改良によりこれを克服し、耐コロナ性のすぐれたマイカ片を主絶縁としてしかも実質的にはボイドのない均質でタフな性を有する DL 絶縁を完成した。

コイル絶縁の性能は経年劣化特性により評価されなければならないが、当社はこの目的のために等価度の高い独特の絶縁機能試験装置を開発した。この装置により現技術の DL 絶縁は、30 年間の発電機操業後もマイカパレーションなどの機械的劣化、耐電圧、 $\tan \delta$ などの電気特性の劣化もほとんど生じないことが確認された。

コイルの製造工程はコイル 1 本ごとに、あらゆる製造要因を記録するなど厳重に管理されている。完成コイルは全数の耐電圧試験を行なうほか、抜き取りにより $\tan \delta$ 試験、絶縁破壊試験を行ない、SQC 手法によって母集団を計量的に管理し、品質水準を確認している。端コロナ防止法も高圧固定子コイル製造技術ではきわめて重要である。半導体塗料による電位傾度低減法が一般に採用されているが、高圧機に対しては信頼性に乏しい。当社は 20 kV 以上の高圧機でも、きわめて安定した端コロナ防止が可能なコロフォイル方式を開発、実用化した。コロフォイル方式はコンデンサラッピングと同じ原理に基づくもので、コイルエンド絶縁層内に金属ハツを順次位置させ、表面電位傾度の均一化をはかる画期的な方式で

ある。DL 絶縁技術の完成、最新の大形製造設備にこのコロフォイル技術を加えて、将来予想されるいかなる大容量高圧発電機にも対処できる高圧固定子コイル製造技術が確立された。

1.7 電力用変圧器

Power Transformers

当社は、電力用変圧器について、大容量高変圧器には外鉄形を中容量器以下には内鉄形を採用して、きわめて優秀な運転実績を有しているが、この外鉄形構造を採用している点は、わが国の他の変圧器メーカーがすべて内鉄形を採用しているのに比べて、非常に対照的である。外鉄形と内鉄形は、鉄心形状による変圧器の 2 分類であるが、当社の大容量器は、単に鉄心に外鉄形を使用しているということのみが特長なのではなく、外鉄形鉄心、交互配置サージラーフ巻線、フォームフィットタンクなど、特長ある構造をとり入れて、互の利点を十分に発揮させるように考慮した総合設計の良さを、特長として挙げるべきであろう。たとえば、巻線配置として交互配置を採用していることは、短絡機械力の点より見て、同心配置と異なり、コイルを円形とする必要がなく、したがってスペースファクタのよい矩形コイルの採用を可能ならしめている。また同時にこのク形コイルにカッパルされる鉄心も当然矩形断面とすることがので、鉄心構造はきわめて簡単で、また後述のフォームフィットタンクの採用と相まって、鉄心締付は十分に均一に行なうことができる。また、コイル内の冷却油が全路にわたって垂直に形成されているために、油流が阻害されず、フォームフィット構造の採用と相まって、油流はコイル内に集中的に流入するので、巻線の冷却は効果的に行なわれる。フォームフィット構造は、文字通り、外鉄形の中身が大地電位の鉄心に囲まれていることを利用してタンクを中身にピッタリと沿わせた構造で、寸法、重量、油量の節減に役立つとともに、そのタンク形状が元来わが国の鉄道輸送限界に適した形となっている点と相まって、大容量変圧器を車両形設計として輸送する場合に、威力を発揮する。このような総合設計の良さと、すぐれた工作技術、設備によって、当社は、数々の記録的製品を生みだしているが、その中の代表的なものについて、2, 3 紹介してみたい。

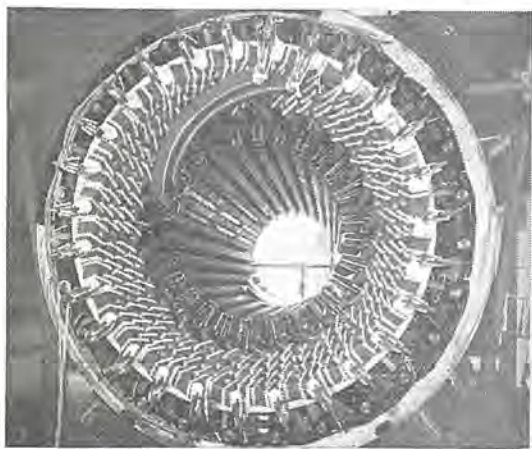


図 1.6 組立て中のダイアラスティック絶縁高圧固定子コイル
Fig. 1.6 High voltage stator coil with dialastic insulation on assembly.

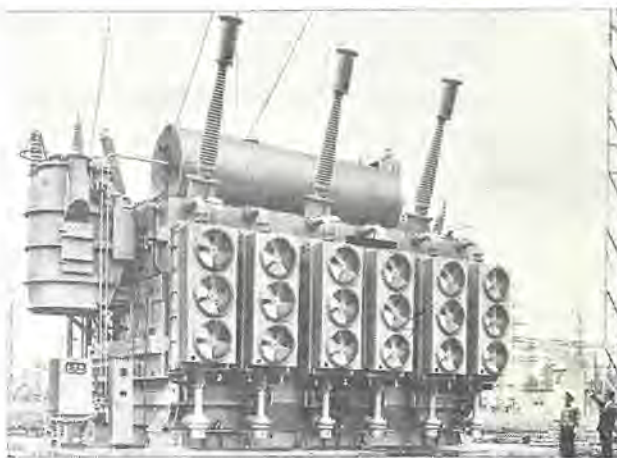


図 1.7 東京電力北東京変電所納め 345 MVA 変圧器
Fig. 1.7 345 MVA special construction three phase transformer.

(1) 関西電力姫路第二発電所納め 370 MVA 変圧器

この変圧器は、同発電所の 2, 3 号 ユニット 325 MW 用の昇圧変圧器で、容量的に当社の記録品であるが、車両形として、非常にコンパクトな設計となっており、シュナール形貨車によって組立輸送することができた。この発電所は、海岸の汚損地区に建設されているので、変圧器は充電部を露出しないよう、高圧側はエレファント構造、低圧側は離相母線、別置負荷時電圧調整器間とのつなぎはバスダクトでそれぞれ処理している。定格事項は次の通りである。

三相 60 c/s 370,000 kVA 連続定格 送油風冷式 外鉄形
24 kV/275-262.5-250 kV $\pm$ 25 kV (別置負荷電圧調整器による)

(2) 東京電力北東京変電所納め 345 MVA 変圧器

この変圧器は、変電所用 3 巻線変圧器として当社の記録品であるとともに、負荷時 タッチ 切換変圧器としてわが国の記録製品である。従来、負荷時 タッチ 切換器は、大容量器については別置形とする場合が多かったが、タッチ 切換器の信頼度が向上するにつれて、直接取付とすることが全国的な傾向となりつつあり、この意味で、この変圧器は、今後の標準的な設計となるものと思われる。また当社が大容量器にしばしば採用している特別三相構造として組立輸送を行なっている。定格事項は次の通りである。

特別三相 50 c/s 300,000/300,000/90,000 kVA 連続定格 送油風冷式 外鉄形 負荷時 タッチ 切換器つき 275-268.75-262.5 kV $\pm$ 7.5%/147 kV/63 kV

以上で、当社電力用変圧器の現状を大略説明したが、今後の変圧器に課せられた課題についても、研究努力を怠っていない。今後の変圧器に課せられた課題としては、次の各項をあげることができると思う。

(a) 変圧器の小形軽量化

(b) 変圧器の高電圧大容量化

(c) 変圧器仕様の複雑化

(a) は (b) とともに関連して、自由経済時代における絶対必要な命題であるとともに、大容量高電圧器の製作能力増大のためにもきわめて重要なことである。これについては、絶縁の合理化が必要であるが、当社では充填絶縁方式の開発につとめ、すでに所内設備として数年の運転経験を得た。今後これが全面的に採用されれば変圧器重量の 10~20% の軽減が期待される。(b) 項の高電圧大容量化も、電力需要の増大に伴う世界的な傾向で、わが国でも近く 500 kV 級送電が実現されるすう勢に対処して当社ではす

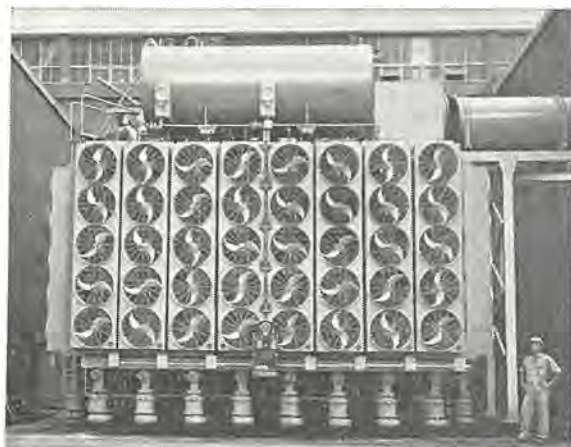


図 1.8 関西電力姫路第二発電所納め 370 MVA 変圧器

Fig. 1.8 370 MVA special construction three phase transformer.

で 400 kV 単巻変圧器の試験を終了し、さらに 550 kV 級の開発を行なっている。また製作試験設備についても、要求された仕様を満足するように充実に図っている。(c) の仕様の複雑化は、最近の変圧器にも顕著にみられる傾向で、とくに負荷時 タッチ 切換器の普及が目立っている。これについては、西独 MR 社との技術提携により、高い信頼度を有する タッチ 切換器の製作に努力を払っている。

1.8 オーストラリア向け 400 MVA 特別三相変圧器

400 MVA Special Three Phase Transformer
Exported to Australia

オーストラリア・マンモラ発電所向けとして、次の仕様の変圧器 2 台を受注製作中であるが、これは当社特別三相変圧器の最大容量記録品である。

特別三相、送油水冷式、外鉄形

50 c/s, 400 MVA

一次 17.5 kV, 三角結線

二次 34.8 kV $\begin{matrix} +6.5\% \\ -10\% \end{matrix}$ 星形結線

負荷時 タッチ 切換器付

詳細については第 II 編を参照願いたい。

1.9 CSP 柱上変圧器

CSP Pole Transformers

配電設備中に占める柱上変圧器の比重は大きく、柱上変圧器の有効適切な運用は配電技術上非常に重要である。わが国のように小容量柱上変圧器を多数設置する配電方式では、変圧器の負荷管理を簡単に行なうことがとくに望ましい。

CSP 変圧器は、過負荷保護装置および異常電圧に対する保護装置を自蔵した配電用変圧器であって、それは変圧器の故障を減ずるばかりでなく、変圧器を有効安全に利用することができる。

変圧器は、周囲温度が低い場合や短時間負荷の場合は、定格容量より大きな負荷をかけうる特性を有している。過負荷保護装置はこの変圧器過負荷耐量特性によく合致して動作するように、パイメタルを熱動要素として油温と負荷電流の二つの要素により動作する構造の、低圧側回路 シュ断器を使用している。負荷の大きさが



図 1.9 单相 37 $\frac{1}{2}$ kVA
12 kVA/240-480 V CSP
柱上変圧器

Fig. 1.9 Single phase 37 $\frac{1}{2}$ kVA
12 kV/240-480V, CSP pole
transformer.

変圧器の最大安全負荷を越えると表示灯が点灯して、許容過負荷限度に近づくことを知らせる。さらに負荷が大きくなり変圧器の許容過負荷限度を越えるとシタ断器が動作して、負荷を切り離す2段動作構造となっている。さらに必要によっては負荷をシタ断せず、一時的に過負荷許容限度を越えて運転できる非常運転装置を備えている。

異常電圧に対する保護装置として高圧ラッシング直下に巻線の絶縁と協調のとれた避雷器を設けている。また万一変圧器内部に故障が起こった場合に、変圧器を回路から切り離し電源への波及を除去する保護リンクを内蔵している。保護リンクは変圧器の過負荷または二次側短絡故障により動作しないよう、低圧側回路シタ断器と十分協調をもたせている。また最小溶断電流をかなり大きく取っていること、避雷器より負荷側に取り付けていることによって、雷害時などに不必要に保護リンクが切れることをふせいでいる。

この柱上変圧器は、1939年ごろから開発を進めてきたが、わが国ではまだ需要が少なく、主として輸出品を対象に生産を行っている。しかし国内においても逐次その特性と経済性が認められつつあるので、今後の需要の増加が期待される。現在 CSP 変圧器は一次電圧 14 kV 以下二次電圧 600 V 以下で、容量は単相 5~100 kVA、三相 7.5~150 kVA の定格範囲のものを製作している。(詳細は「三菱電機技報」35, No. 11, (昭 36) 参照)

1.10 低圧配電線用自動電圧調整器—CSR 形ポールレグ

Pole Mounting Voltage Regulator for Low Voltage
Distribution Lines—Type CSR “POLEREG”

近年配電線の電圧改善問題が大きく採り上げられ、種々の角度から推進されているが、ポールレグはこの目的の有効な方策として使用されている低圧配電線用自動電圧調整器である。

低圧配電線用電圧調整器の条件としては、有効な電圧調整を行なうことはもちろんであるが、さらに保守が簡単で信頼度が高く、価格の安いことが要求される。

ポールレグの電圧調整本体には、単相誘導電圧調整器(以下 IVR と略す)を使用して無段階連続電圧調整方式とし、また自動制御装置にはトランジスタ回路を採用して無接点方式として、高い信頼度と寿命を保証している。さらに各部の構造に新しいアイデアを採り入れて量産性にとくに考慮を払っているので、高級な調整本体、制御回路を採用しているにもかかわらず製作コストの低減を計ることができた。

定格の種類は調整容量 0.5 kVA および 1.5 kVA の2種類とし



図 1.10 単相 15kVA $\pm 10\%$
調整ポールレグ

Fig. 1.10 Single phase 15kVA 10%
regulation “POLEREG”.

それぞれの電圧調整範囲によって通過容量 5 kVA 電圧調整範囲 $\pm 10\%$ 、同じく 30 kVA、 $\pm 5\%$ 、15 kVA、 $\pm 10\%$ および 7.5/15 kVA、 $\pm 10/20\%$ 切換形など各種を標準として製作している。定格電圧および適用回路は単相2線式 105 V、単相3線式 210 V、単 3/単 2 式共用 210/105 V 用の各種がある。

ポールレグの構造は、特殊な単相 IVR、駆動モータおよび制御電源用変圧器からなる本体と、制御回路部分を鋼板製の円筒状ケースに収納し、絶縁油を封入しているが、その外観および装柱方法は図 1.10 に示すように柱上変圧器と同様である。

ポールレグの IVR は、量産性を高めるため普通の IVR と異なって短絡巻線を省略し、またインピーダンスを低減するためにコア形状に特殊な方式を採用している。IVR の駆動は、ウォームギヤを介して小形の分割巻線付コンデンサモータで行なう方式である。調整速度は 10% 調整に約 45 秒であるが、実系統の電圧変動に対して十分な速度であると同時に、フリッカに追従する恐れがない。また回路の短絡電流に対する保護としては特殊な保護装置を備えている。

制御回路はトランジスタスイッチング回路を採用し、制御回路素子はプリント配線を行ない、耐震性と絶縁耐力を高めるために、エポキシ樹脂でモールドしたものを油温の低いタンク底部に収納している。

ポールレグは 1961 年に開発して以来、各電力会社において過電圧地域または配電線末端の電圧低下地域の電圧改修用として、年々需要が増加しているが、加えて、事務機械、電気炉、照明用などの定電圧電源用として一般需要も次第に増加している。

1.11 250-GW-1500 形ウォッチケース油シタ断器

Type 250-GW-1500 Watch-case Oil Circuit Breakers

1960 年、関西電力の超高圧系統に、定格電流 2,000 A 定格シタ断容量 15,000 MVA の定格電圧 300 kV のシタ断器が必要とされ、当社は従来から製作していたウォッチケース形油シタ断器のシリーズに、この新定格をつけ加えた。この定格は今日に至るまで、わが国における最大容量であり、その後引き続いて製作されたものを加え、32 台のシタ断器が運転されており、さらに本年中に数台が加わる予定である。そのおもな定格値は次のごとくである。

形式記号	250-GW-1500
定格電圧	300 kV
定格電流	2,000 A
定格シタ断容量	15,000 MVA
定格投入電流	78.8 kA
定格短時間電流	28.9 kA
定格シタ断時間	3 c/s
標準動作責務	0-0.35 秒-CO-1 分-CO
絶縁階級	200 号
重量	62,800 kg
油量	32,100 l

このシタ断器は、1958 年に電源開発田子倉発電所に納入された 300 kV、1,200 A、12,000 MVA のシタ断器と、油タンク以外は同一設計であり、「三菱電機技報」33, p.1378 (昭 34) 参照) とくに消弧室は通電部の形状を変化しないで、油の対流による冷却効果を利用して 2,000 A の定格に適應することができた。消弧室は



図 1.11 250-GW-1500 形 ウォッチケース 油 シュ断器
Fig. 1.11 Type 250-GW-1500 watch-case oil circuit breaker.

1 個 4 シュ断点、一相 8 シュ断点で強力な他力ピストンをもっている。

油 シュ断器の特長として、高い再起電圧上昇率において十分な安全率をもっており、定格 シュ断容量を 2 kc の固有周波数の再起電圧で保証できるうえ、いわゆる キロメートル 故障などにも十分な シュ断性能を示し、位相はずれ条件でも完全な動作が可能である。

また他力ピストンにより、無負荷線路充電電流は、定格電圧の 130 % まで無再点シュ断が可能であり、一方このピストンの存在にもかかわらず、励磁電流 シュ断における異常電圧は低い、この特性のため進展事故を発生する可能性はないが、消弧室の構造はこの事故が発生しても十分危険なく処理できる。

タンク形油 シュ断器の利点として、外部絶縁が対地間のみにあるため重汚損に対して比較的容易に過絶縁を行ない、しかも汚損により極間の絶縁や各 シュ断点間の電圧分布をおびやかす恐れはまったく存しない。また変流器がブッシング変流器として シュ断器内に収められているため、全体の価格は他の シュ断器に比べて低くなり、汚損される部分が少ない。関西電力姫路第二火力発電所にはこのような汚損地用として、ガイ管に下ヒダの付いたブッシングを用いたこの形の シュ断器を納入している。

1.12 Y 形空気シュ断器

Type Y Air Blast Circuit Breaker

Y 形空気 シュ断器は、当社独自の研究によって開発された内部断路形ユニット式空気 シュ断器で、1956 年には、その原形が、関西電力株式会社小曾根変電所における 70 kV、1,500 MVA II 号相当の現場 シュ断試験に成功した。その後、当時のわが国の技術水準からみれば、高度の機械工作、鑄造技術、気密技術などが要求される内部断路形空気 シュ断器を量産するために、生産方式、品質管理方式などについての広範な研究、改善が行なわれた結果、製品化されるにいたった信頼度の高い屋外用空気 シュ断器である。

現在、2 系列の消弧室ユニットが製作されており、第 1 の系列のユニットを直列につなぐことによって、84 kV 2,500 MVA、168 kV、5,000 MVA、300 kV 10,000 MVA (定格電流はいずれも

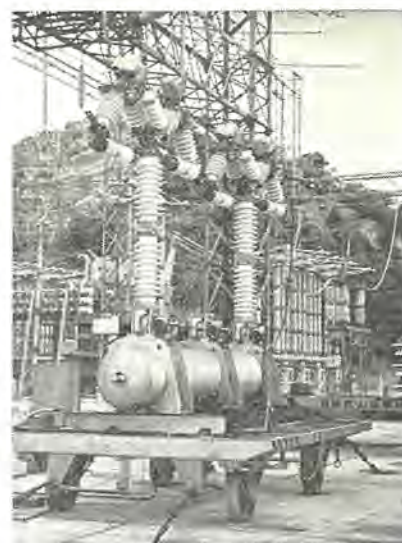


図 1.12 超電研武山試験所において シュ断試験中の 168 kV 5,000 MVA 1,200 A Y 形空気 シュ断器

Fig. 1.12 Type "Y" air blast circuit breaker, rated 168 kV 5,000 MVA 1,200 A, tested at Takeyama testing station of High power laboratory.

1,200 A) の空気 シュ断器シリーズが、第 2 系列のユニットを直列につなげば、84 kV 3,500 MVA、168 kV、7,500 MVA、300 kV、15,000 MVA (定格電流はいずれも 2,500 A 以下) の空気 シュ断器のシリーズが形成される。これらの消弧室の構造、動作原理はまったく同一であり、主要部の弁機構は共用されている。さらに、操作機構、吹付弁などの機構部は全機種に共用されている。

このため、工場では 84 kV 2,500 MVA 1,200 A から 300 kV 15,000 MVA 2,500 A に及ぶ、きわめて多くの定格の シュ断器に対して、2 種の消弧室と 1 種の操作機構、弁類を製作すればよく、部品の信頼度、生産性が著しく向上される。さらに、実際の使用にあたっては系統容量の増大に対しては、消弧室を第 1 系列から第 2 系列に交換するだけで、きわめて経済的に、定格電流、シュ断容量を増加させることができるばかりでなく、構造、動作原理が変わらないため、保守点検なども、まったく同一要領で行なえるという利点を有している。

高圧空気中で開離する内部断路器においては、空気吹き付けが行なわれるため、シュ断点に並列に約 1 kΩ の直線抵抗の使用が可能となり、多重切 シュ断器のシュ断特性保証に際して、最も重要な各 シュ断点に対する電圧分布の均等化が、キロメートル 故障や、局所電力 シュ断のような過酷な条件のもとにおいても、再起電圧波形の全域にわたって良好で、すぐれたシュ断特性を発揮する。とくに第 1 系列の消弧室を付けた シュ断器に対しては、超高压電力研究所武山試験所において、72 kV、3,000 MVA、84 kV 3,200 MVA、168 kV 6,400 MVA に達する過酷な シュ断試験を実施し、すべて 3 サイクルシュ断に成功した。

並列低抵抗の採用によって、開閉異常電圧の低いこともこの シュ断器の特長の一つで、最も高い異常電圧を発生するといわれる変圧器の突入励磁電流 シュ断においても、異常電圧倍数は約 1.5 倍程度であり、経済的な回路の絶縁設計を可能ならしめている。

1.13 SF₆ シュ断器

SF₆ Gas Circuit Breaker

六フッ化硫黄 (SF_6) という重い特殊なガスが、電気的絶縁性にすぐれた特性を示すことは古くから知られていたが、十数年前この気体が アーク に対して顕著な消イオン作用をもちシヤ断器の消弧媒体として使用するならば、きわめて有利な性質を備えていることが認められ、広範囲にわたる基礎的並びに実用化の研究が開始された。すでにアメリカではウエスチングハウス社が 69 kV~230 kV の SF_6 シヤ断器を数百台出荷し、500 kV, 35,000 MVA シヤ断器の据え付けも間近い段階であり、ヨーロッパにおいても同社の技術提携会社はいまでもなく、それ以外の会社も真剣に SF_6 シヤ断器の開発と取り組んでいる状態にある。

当社ではすでに、 SF_6 ガス自身の特性、消弧性能などについての基礎的な研究はもちろん、240 kV, 15,000 MVA, 2,000 A, SF_6 シヤ断器を試作して実際のシヤ断器についても徹底的な検討が加えられ、超高压電力研究所武山試験所においてはそのシヤ断性能および実用性能の優秀性が実証された。図 1.13 に同試験所において試験中の 240 kV, SF_6 シヤ断器を示す。

現在、これらの資料をもとにした当社独自の設計による常時充気式のガイシ形 SF_6 シヤ断器シリーズが開発途上にあるが、このシヤ断器は、電圧に応じてシヤ断点数を増加することにより、下記のような定格を得ることができる。

定格電圧 (kV)	84	168	300	500
定格電流 (A)	1,200/2,000/4,000	2,000/4,000	2,000/4,000	2,000/4,000
定格シヤ断容量 (MVA)	5,000	10,000	25,000	35,000
シヤ断時間 (c/s)	3	3	3	3
シヤ断点数	1	2	4	6

SF_6 シヤ断器の特長としては、直接大気にアークやガスが排出されることがなく、完全密閉構造であるから操作時の騒音がほとんどなく、外部に対しての危険性がないこと、シヤ断性能がすぐれ 1 シヤ断点あたりの分担電圧を従来のシヤ断器よりも高くとることができ、高い再起電圧上昇率に対してきわめて強く近距離故障などのきびしい責務に対しても、抵抗シヤ断のような複雑な設計を必要としないこと、励磁電流シヤ断に対しても異常電圧が発生しないので、異常電圧抑制用の非直線抵抗などが不要となること、ガスの伝熱特性がすぐれており、定格電流の大きいシヤ断器の設計が容易であり、また接触部が酸化することがないので温度上昇を高くとることも可能であること、シヤ断部が断路部を兼ねるような設計が容易であり、別の断路部を必要としないこと、以上の

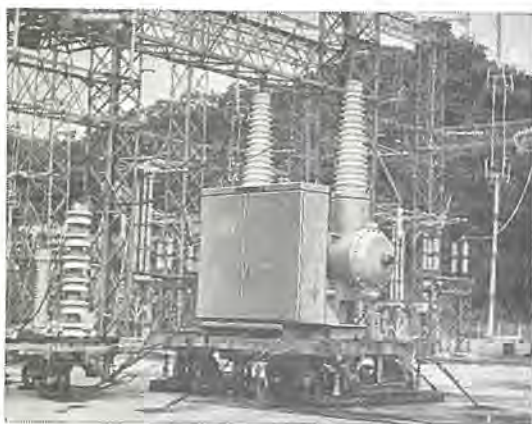


図 1.13 超高压電力研究所、武山試験所でシヤ断試験中の 240 kV, 15,000 MVA, SF_6 シヤ断器
Fig. 1.13 240kV, 15,000 MVA, SF_6 circuit breaker under test by Testing authorities at Takeyama, Japan.

ような利点によって構造的に簡単となり、寸法的にもかなり小さいシヤ断器とすることが可能であることなどがあげられる。とくに今回開発された常時充気式の SF_6 シヤ断器は、従来の非充気式に比べてシヤ断性能が著しくすぐれていることはもちろん、小電流シヤ断に対しても異常電圧の発生はなく、ガスタンクや消弧室の配置が非常に合理的に設計できる。

当社ではこの新しく開発されたユニットにつき、短絡電流シヤ断試験をはじめ温度上昇、耐電圧、連続開閉など種々の試験を終え、高電圧大容量シヤ断器として従来のシヤ断器に見られないすぐれた特長をもっていることが確認されており、将来きわめて有望な発展が期待されている。

1.14 20-C-250L 形 空気シヤ断器

Type 20-C-250L Air Blast Circuit Breaker

C 形空気シヤ断器は、アークに圧縮空気を直角に吹き付けて、消弧する横吹付形空気シヤ断器で、抵抗シヤ断方式などを用いずにきわめて簡潔な構造で、良好なシヤ断特性を発揮するため、1953 年以後、約 500 台に及ぶシヤ断器が納入され、運転が続いている。

横吹付形空気シヤ断器は、主接触部が 1 個所にすぎないため、大電流定格のものは、単に主接触部に並列に接触部を追加するだけでよく、簡単に信頼度の高い大容量シヤ断器を製作することが容易である。図 1.14 は、1959 年、電源開発株式会社南川変電所の主変圧器三次回路の同期調相機開閉用として納入された定格電流 6,000 A の 20-C-250L 形空気シヤ断器を示す。その主要定格は下記のとおりである。

定格電圧	16.8 kV
定格電流	6,000 A
定格シヤ断容量	2,500 MVA
定格シヤ断時間	5 サイクル
定格投入電流	235 kA
定格短時間電流	94 kA
空気消費量	960 l (CO 1 回分)
重量	1,940 kg

温度上昇試験の結果によると、定格電流 6,000 A を通電した場合、冷却用ファンを運転して、主接触部の温度上昇 24°C、また

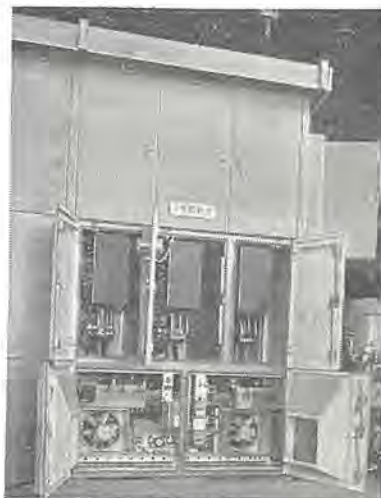


図 1.14 16.8 kV 2,500 MVA 6,000 A 20-C-250L 形 空気シヤ断器
Fig. 1.14 Type "20-C-250L" air blast circuit breaker rated.

冷却用ファンを停止、キューピクル内の乾燥用電熱器を入れた状態においても、主接触部の温度上昇は 37°C 程度であり 7,000 A の定格電流に対しても、十分使用できることが示されている。

同変電所には、14 kV、40 MVA 空心リアクトル開閉用として、定格電流 3,000 A の同形シャ断器が使用されているが、最近、増加しつつある大容量リアクトル回路の開閉に関する特性を検討するため、現地における開閉試験、および社内における固有再起電圧周波数 44 kc/s、振幅率 1.95 に及ぶ過酷な条件でのシャ断試験が、このシャ断器について実施され、いずれも良好な結果を納めた。

1.15 DH および DHM 形磁気 シャ断器

Types DH & DHM Magnetic Air Circuit Breakers

磁気シャ断器がわが国で使用されてから、すでに相当の期間を経過したが、当社では 1953 年 KDH 形シャ断器の生産を開始した。さらに 1959 年には ヒンタ・フローアウト 式消弧室を備えた新しい DHM 形シャ断器の生産にも着手したため、今まで製作可能とされた高電圧、大容量のものまで生産可能となり、以来今日までにおよそ 5,000 台の磁気シャ断器を製作納入した。現在生産中のシャ断器は DH 形では 3.6 kV、200 MVA から 7.2 kV、500 MVA まで、DHM 形では 3.6 kV 75 MVA から 12 kV、750 MVA までである。



図 1.15 10-DHM-50 形磁気シャ断器

Fig. 1.15 Type 10-DHM-50, breaker with barrier removed — front view.

磁気シャ断器は特殊耐熱磁器製の消弧板を積み重ねた消弧室内にアークを磁気駆動して押し込め、冷却消弧する気中シャ断器であって、油を使用せず、消弧板の劣化も少ないため、保守・点検が容易であり、また水平引き出し構造となっているため、メタルクラッド配電盤に入れて使用するのに適している、したがって、最近の電力需要の急増に伴い、3 kV から 10 kV の系統にメタルクラッド配電盤が広く使用され、火災発生の危険のないことが重視される傾向にあるため、今後ますます普及されるものと思われる。

1.16 AHF-30 形直流高速度シャ断器

Type AHF-30 Direct Current High Speed Air Circuit Breaker

AHF-30 形直流高速度シャ断器は、最近飛躍的に増強されつつある都市近郊電気鉄道において、キ電線およびシリコン整流器の保護に使用される正方向性高速度シャ断器であり、昭和 35 年に製作開始以来国鉄および私鉄向けにすでに約 300 台を納入した。

本器の定格は、DC 1,500 V、3,000 A、定格シャ断容量 50,000 A、空気投入方式 (JEC-152) である。このシャ断器は通常、図 1.16 に示すように引出し形シャ断器本体固定フレーム制御盤の三者から構成され、シャ断器本体はコパートメント内に据え付けられた固定フレームにそう入して使用される。固定フレームからの引



図 1.16 AHF-30 形直流高速度シャ断器

Fig. 1.16 Type AHF-30 direct current high speed air circuit breaker with its mounting frame and control panel.

出し操作は、手動操作が標準であるが電動操作方式も製作する。

このシャ断器には、新たに電磁保持衝撃開放形の機構を採用した。すなわち引はずしバネにより付勢された接極子は、常時保持電磁石接極子面に吸着保持され、その背面は衝撃間ゲキを隔てて可動接触子腕の下部に対向配置されている。このためシャ断動作の過程で、接極子面を離れた接極子はまず衝撃間ゲキを移動したのち、はじめて可動接触子腕に衝突し可動接触子を開離させる構造である。このように衝突により可動接触子にある初速をもって開離させることは、アークのコウ(膠)着時間を短縮するのに有効であり、可動部分の重量を極力軽く構成したこと、大容量消弧室を接用したこととあいまって、このシャ断器は限流特性にすぐれ、つねに安定したシャ断特性を示している。このほか、このシャ断器の投入操作はきわめて安定しており、接触子の閉合の際の衝撃も、衝撃間ゲキを隔てた保持電磁石機構にまったく関係しない構造であるから、故障回路を再投入する場合にも正確な動作目盛で動作する。また主回路と制御回路との混触防止には、とくに留意して設計され、低圧制御回路は主回路電位から十分保護された構造になっているなどの特長がある。(詳細は「三菱電機技報」34, No. 11 (昭 35) 参照)

1.17 DB 形 気中シャ断器

Type DB Low Voltage Air Circuit Breakers

絶縁盤上に、消弧室、接触子、機構、付属装置など各要素を、平面的に配列して構成した従来の気中シャ断器の概念を破って、高性能化させた各要素を鋼板製フレームを基礎構造体にして、立体的に協調よくコンパクトに配置、ほぼ立方体とした新しい形式のDB形気中シャ断器を発表してから、今日まできわめて多数製作している。現在は、各種の要求にも応じられるよう機種を系列化して、量産態勢を整えている。鋼板製フレームを採用した構造上の特長から、引出し構造で閉鎖形配電盤あるいは単独金属箱(積み重ね可能)に内蔵するのに適している。接続位置ではもちろん、試験、断路の各位置でもトビラを開けておくことができる3段引出し式を標準としており、一次ジャンクションは断路器ともなる。(NK認定取得) 小さな床占有面積で据え付けることができ安全で保守点検に便利である。

火力発電所、生産工場、ビルディング、船舶などにおける交流 600

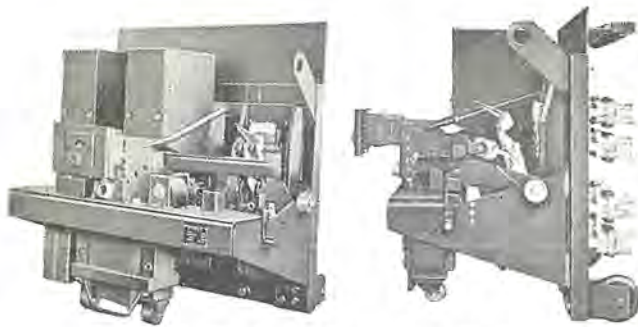


図 1.17 DB-75 形 気 中 シ ャ 断 器

Fig. 1.17 Type DB-75 low voltage air circuit breaker.

V 以下の低圧給電源設備は次第に大容量になってきており、連続給電の要求は強い。DB 系形気中 シャ 断器はいずれも、10 MVA 低圧大電流短絡試験用変圧器を含む当社短絡試験設備で、25 kA ~150 kA に及ぶ短絡試験や短時間電流試験を金属箱収納の状態を含み、厳密に実施し、十分な裕度をもって各定格値を保証するものであり、適確な直列過電流引はずし装置の作動とあいまって、短絡故障電流を確実に検出し シャ 断する。アーク時間が短く（約 0.5 サイクル）安定しており、短時間大電流に対する耐熱、耐電磁力性能にすぐれている。

故障発生回路のみを、それに最も近く位置している シャ 断器によって切り離し、ほかの健全な回路は給電を続行させる選択 シャ 断を、DB 形気中 シャ 断器は継電器にたよらず、内装の直接作動の選択性直列過電流引はずし装置により、適確に遂行することができる。本装置は安定した引はずし電流——時間特性と復帰時間特性を、短絡電流範囲において保つ短限時要素と過負荷電流範囲をうけつ長限時要素をもつ、負荷 シャ 断器として使用する当社製 ノーヒューズブレーカともよく協調を考えてある。必要により瞬時要素を付属することもできる。

自動 シャ 断警報 スイッチ、過負荷警報 スイッチ、ロックアウト 装置投入操作用 リレー はか警報、操作、制御に関するあらゆる付属装置を、外形寸法を増すことなく装備することができる。

DB 系列の気中 シャ 断器には 750 V 以下の般用直流回路に使用する DBS 形、大容量発電機の界磁回路にそう入する DBF 形などもあり、般用低圧交流回路に使用する DB 形と消弧室を除く基本的な構造、機構、付属装置を共通としている。（詳細は「三菱電機技報」38, No. 4, 昭 39, 35, No. 7, (昭 36) 33, No. 5, (昭 34) 参照）

1.18 三菱ノーヒューズシャ断器

Mitsubishi No-fuse Breakers

三菱 ノーヒューズシャ 断器は、1934 年にわが国ではじめて発売された ノーヒューズシャ 断器である。以来 30 年の長期にわたる豊富な経験とたゆまぬ研究により数多くの優れた製品を開発し、常に業界第 1 位の生産量で、50% 以上の市場占有率を維持している。

三菱 ノーヒューズシャ 断器は、BH 形および NF 形 50 A フレームの小容量のものから、NF 形 1,000 フレームの大容量のものまで豊富な種類があるため、用途に応じた最適な シャ 断器が選定できる。

三菱 ノーヒューズシャ 断器は、材料から完成品まで一貫した研究と精密な調整試験によって内外諸規格⁽¹⁾を上回る品質をもっている。

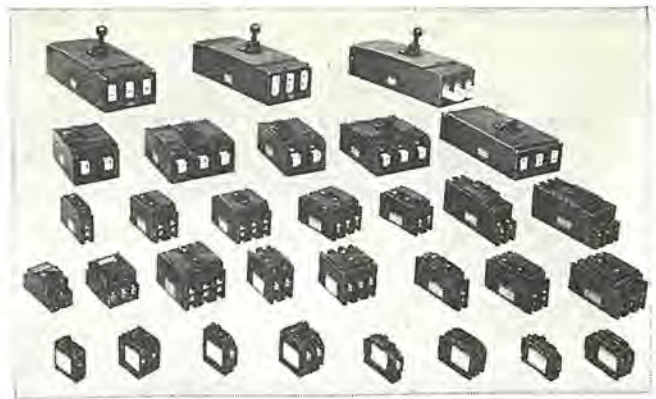


図 1.18 現在製作している ノーヒューズシャ 断器群

Fig. 1.18 A group of no-fuse breakers, now in production.

とくに短絡試験は大きな電源容量を持つ短絡試験設備によって過酷な試験を行なっているため、定格 シャ 断容量は余裕をもって保証できる。

また、NF 形 225 A フレーム以上の大容量 シャ 断器では、三菱独自の機構により電磁引はずし電流が需要家で調整できるため、同一系統に接続される電磁開閉器や気中 シャ 断器と容易に望ましい保護協調ができる。

なお、三菱 ノーヒューズシャ 断器は、補助スイッチ・信号（警報）スイッチ・電圧引はずし・不足電圧引はずし・電動操作装置など各種の付属装置を取付けることができるため、単に電線保護を行なう配線用 シャ 断器としてのみではなく、制御器具としても広い使用範囲をもっている。

注 (1) JIS C 8370 配線用 シャ 断器

日本海事協会鋼船規則第 6 付属規定 埋込 シャ 断器
NEMA ABI 1964 Molded Case Circuit Breakers.

1.19 断路器および電力ヒューズ

Disconnecting Switches And Power Fuses

創業以来、各種屋内外用断路器および電力ヒューズを製作しており、性能の優秀性を誇っている。

屋外用遠方操作断路器としては、水平 2 点切り形式を主製品としているが、垂直 1 点切および水平 1 点切りをも製作している。これらの断路器には、すぐれた利点と実績をほこる リパルスルー形接触子を使用しており、定格電圧は 7.2kV 日から 300 kV の超高圧まで、定格電流は 2,000 A のものまで製作している。屋内用断路器は一般回路用の標準断路器のほかに特殊用途の各種断路器も製作し、屋外用同様軽快な操作と確実な接触を永年保証している。

断路器に簡単な アークシュートを付けて、600 A 以下の負荷電流や、30 A 以下の励磁電流充電電流の開閉ができるようにした負荷断路器も、1954 年から製作をはじめており、電力ヒューズと組み合わせ簡易保護装置として、23 kV 以下の各種定格、形式品を納入している。寿命回数 500 回までは、無点検で負荷電流を開閉できるので、ひんぱんな開閉をしない回路の断路器兼スイッチとして好評を得ている。

電力ヒューズは、性能の優秀性では定評のある ホウ酸ヒューズを主製品として、定格電圧は 115 kV まで、定格電流は 800 A、シャ

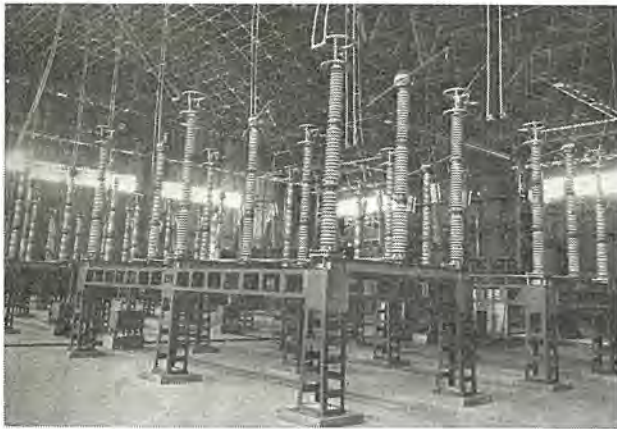


図 1.19 関西電力姫路第二発電所 H 形断路器
300 kV 2,000 A 空気操作式

Fig. 1.19 Type H disconnecting switches 300 kV
2,000 A, pneumatic operation.

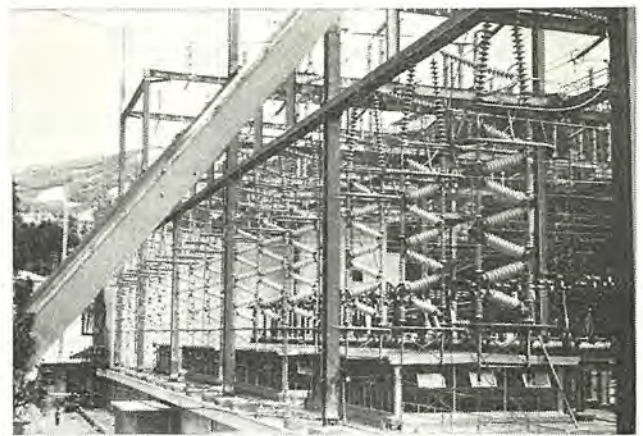


図 1.21 電源開発佐久間発電所 SV-W 形 260 kV
オートバルブ 避雷器

Fig. 1.21 Type SV-W 260 kV AUTOVALVE lightning
arresters at Sakuma power station.



図 1.20 LCB-BA-400C 形
電力ヒューズ 付負荷断路器
屋外用, 箱入 電動操作式
6,900 V 400 A 300 MVA

Fig. 1.20 Type LCB-BA-400C
fused load interrupters
switches, outdoor use,
enclosed type, motor
operation, 6,900 V, 400 A,
300 MVA.

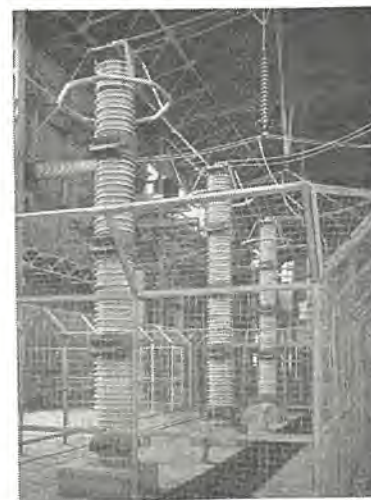


図 1.22 関西電力姫路第二発電所 SSV 形
266 kV オートバルブ 避雷器

Fig. 1.22 Type SSV AUTOVALVE lightning
arresters at Himeji power station No. 2.



図 1.23 LV-GL
形オートバルブ 避雷器

Fig. 1.23 Type
LV-GL AUTO-
VALVE lightning
arrester.

断容量は三相对称値 1,000 MVA まで、各種用途に応じたヒューズを製作しているが、大、小電流とも確実にシャ断する。異常電圧を発生しない、中身取換式で経済的であるなどの特長を誇っている。

1960 年から、小形でシャ断容量の大きい限流形電力ヒューズも、キュービクル内取付用として製作しており、異常電圧の防止には、ホウ酸の直列使用、ヒューズエレメントの形状研究などによりとくに留意している。

また 600 V 以下の低圧回路保護用 ヒューズも、連動性のすぐれた限流形ヒューズも製作しており、シャ断容量 10,000 A を保証している。

1.20 避雷器

Lightning Arresters

1930 年 オートバルブ 避雷器の製作を開始して以来、わが社避雷器は幾多の改良変遷を終えて、配電線路から超高圧系統および直流回路の絶縁協調に貢献してきた。

図 1.21 は 1955 年佐久間発電所に納入されたわが国最初のジグザグ 懸垂形超高圧避雷器、図 1.22 は最近の自立形超高圧避雷器である。後者はとくには開閉 サージ 処理能力、防爆構造、耐汚損性などすぐれた特長を有している。

一方 1947 年に開発された EV 形 デイオン 避雷器は、わが国
第 I 編 三菱電機が誇る技術と製品

唯一の放出形避雷器として配電系統の雷 サージ 保護に顕著な効果をあげ、以来 LV 形 オートバルブ 避雷器とともにわが社は配電用避雷器の過半数を独占してきた。LV 形避雷器は、1959 年に永久磁石消弧方式を採用するなど、LV、LV-E、LV-G、LV-GA 形と改良を重ね、現在は図 1.23 に示す LV-GL 形避雷器が作られている。15 年前のものに比べ、重量は 40% に軽減し保護特性は約 15%、放電耐量は数倍良好となった。

諸外国への輸出も多く、1955 年以降の納入実績は第 II 編に示している。

1.21 配電盤

Switchboards

配電盤は、電気機器や電力回路の監視と制御および事故が発生したときにこれらを迅速、適切に保護するための器具類を集中装備したもので、計器、表示器、操作スイッチなどは監視、制御に便利のように配置してあること、保護継電器は動作が確実で、予想される事故を確実に処置するような継電器方式であること、制御



図 1.24 縮小形配電盤
Fig. 1.24 Miniature board.

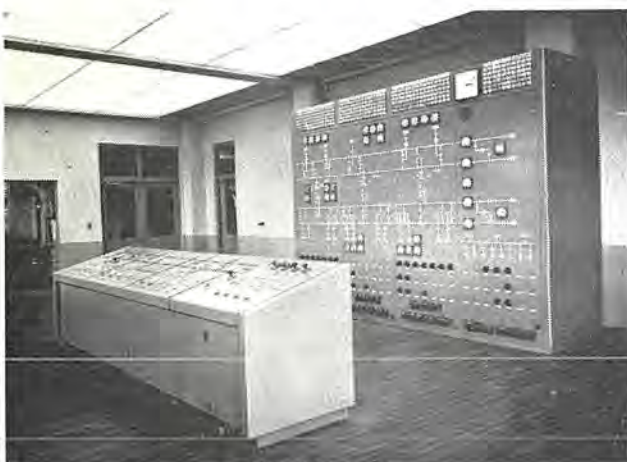


図 1.25 照光式配電盤
Fig. 1.25 Graphic panel.

回路は、たとえ誤操作が行なわれたとしても機器や回路に実害を与えないように構成されていることなどが必要条件である。

当社は、このような発電所用配電盤を多数製作している。その形態は多種にわたり、簡単なものは片面直立盤に計器、継電器、操作スイッチを取り付けて監視、制御、保護機能すべてを1面にまとめたもの、継電器のみを背面盤に分離して取り付けした両面自立盤形式のもの、操作スイッチも分離して制御機面に取り付けたベンチボード形式のもの、さらに制御機そのものを配電盤から分離した分離機形制御盤付のもの、機形制御盤に簡単な計器盤を取り付けたものなど枚挙にいとまがないくらいである。図 1.24 は縮小形ベンチボードの一例である。また複雑な電力回路の監視、制御には照光式模擬母線を使用し、回路の電気量は関連のある母線上に指示させるようなグラフィックパネルを製作している。図 1.25 はその一例で、投入、または開路しようとするシヤ断器の選択ボタンを押せば、そのシヤ断器の模擬灯と、シヤ断の投入または開路によって加圧または無電圧となる系統の模擬母線が点滅し、シヤ断器の投入または開路操作によって起こる状態変化範囲が確認できるようになっている。シヤ断器が自動シヤ断されたときも同様の点滅表示を行なうようになっている。

1.22 メタルクラッド開閉装置 Metal-clad Switchgear

近代の変電設備の中では、単独据置形のものや、キューピクル形の

ものよりメタルクラッド開閉装置の占める割合が多くなってきた。これらのものは建屋の据付面積の縮小、標準設計による計画の迅速化、事故時の安全性、早急な事故復旧、保守点検時の安全性、ロット生産による納期の短縮など多くの利点を持っている。さらに標準化された製品の量産による価格の低下により、多くの分野にメタクラの進出をもたらした。次に通称メタルクラッドと称するものには各種シリーズがあるが、おもなるものとして JEM-1114-G 項によるメタルクラッド開閉装置と、最近開発完了した H 形メタルクラッド開閉装置があり、これらにつき次に述べる。

1.22.1 メタルクラッド開閉装置 (Metal-clad switchgear)

前述の条件に適し最も広く用いられているメタルクラッド開閉装置は、収納するシヤ断器も多種あり、水平引出し形である磁気シヤ断器と垂直引出し形である油入シヤ断器の2形式のものを使用している。シヤ断容量は、最小のものは 75 MVA (3.6 kV) から最大のものとしては 750 MVA (13.8 kV) まであり、その間、各電圧階級において数種のもの製作されており、母線容量も 4,000 A まで実績がある。規格としては JEM はもちろん、NEMA SG-5 にも準拠しているの、輸出にも適し、最近東南アジア南アメリカなどの各国向けの輸出が伸びている。

最近の製品の特徴としては 10,000 unit 以上の製作経験により、設計、性能が安定しており、絶縁材料としては、母線には耐炎性、耐トラッキング性に富んだ Redarta を使用し、母線の支持にはガラス繊維入りポリエステル製の支持板で支持している。

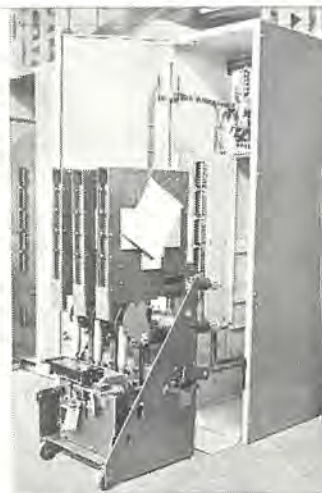


図 1.26 メタルクラッド開閉装置
Fig. 1.26 Metal-clad switchgear.

1.22.2 EH 形メタルクラッド開閉装置 (Type EH Metal-clad Switchgear)

6/3 kV の系統において、施設容量増加によりシヤ断容量は増大し、しかも負荷としては比較的小容量のものが多数存在し、開閉ひん度の高い電源設備に最適なものとして、EH 形メタルクラッド開閉装置が開発され、短期間に約 200 面の受注を得た。これは上記のような回路に、開閉装置の縮小化のため2段階の引出し形とし、安全および保守点検の容易化、低コストを目的に開発されたもので、銅板製キューピクル内に電力可溶器と高圧電磁接触器を組み合わせ装備するほか、変流器、計器用変圧器、また盤面に電流計などの計器のほか、信号器、押しボタンスイッチなどを取り付けて各ユニットを構成している。EH 形は、永年のメタルクラッド形開閉装置の製作で得た豊かな経験に基づいて2段階のざん新な形式にまとめあげたものであり、従来の高圧コンタクトに見られなかった主回

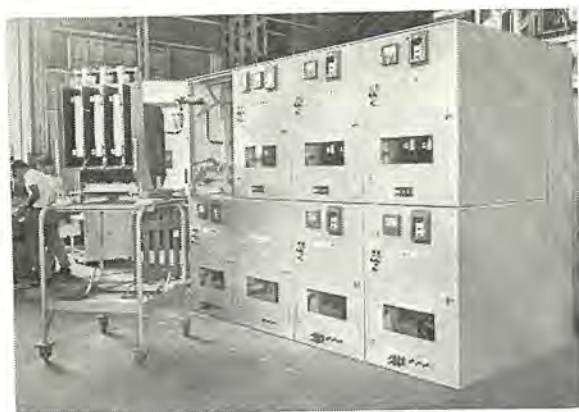


図 1.27 EH 形 メタルクラッド 開閉装置
Fig. 1.27 Type EH metal-clad switchgear.

路ならびに制御回路とも自動連結式である構造は、多くの顧客から好評を博している。

1.23 自家用受変電設備用特高 (60, 70 kV) キュービクル

Extra High Tension (60, 70 kV) Cubicles for Use in
Factories and Building

大工場や超大形 ビルディングにおいては、60, 70 kV 級の受変電設備を必要とする場合が多く、これらの設備としては既設設備ではほとんど全部が鉄構による開放設置の形式を採用している。膨大な敷地面積を必要とし、絶えず襲雷、風水害などの天災、誤操作などの人災、鳥獣による不測の災害などの危険にさらされ、また塩分、薬品、ジアンイ、爆発性ガスなどによる汚損や侵食を長年月にわたって受けるために、各機器の絶縁階級を2次機能的要求のみにより必要以上に高くしたり、高価な洗浄装置を設置したりせねばならない。

また開放設置であるために各機器の割分ひんぱんな保守点検は、絶対必要条件として保守要項に入れられねばならず、このため機器に必要程度まで接近することも非常に危険を伴う。

ビル用として設置される場合は、その設置場所の関係上当然地下変電室となるが、このような場所で開放設置形式を採用することは建屋利用率の低下をきたし不経済である。

キュービクル形式はこれらの諸欠点に対し一挙に解決を与えるものであり、その最大の特長とするところは設置容積が非常にわずかなことである。

各収納機器は、キュービクル内収納用として最も都合のよい形態を取り、ガシと空気のみを絶縁材料とし、各機器を合理的な平面あるいは立体配置とすることにより、デッドスペースの減少を計っているため、据え付けに要する空間はわずかとなり、かつ絶縁の劣化は皆無であるため非常に高い信頼度を得られる。

特高充電部は完全に接地金属壁で閉鎖されているため、これらの部分は保守点検をほとんど必要とせず、とくに監視を要する部分はキュービクル内へ立ち入ることなくのぞき窓越しに監視できる。さらに各機器の低圧制御部や操作機構部分は特高充電部と接地金属板（場合によっては金網を用いることがある）で仕切っているため、必要があれば受電中でもなんの危険もなしに保守点検を行なうことができる。

これらの諸点は JEM-1114「単位閉鎖配電盤の形」に定められている条件 1~3 に相当し、そのいずれも満足する C 形相当品として製作している。これはすでに相当数の納入実績を持つ 30 kV 以下の キュービクル と同等の性能を有するものである。

キュービクル 内に収納される機器は多種多様にわたっているが、その内のおもなものの概略の形式は次のとおりである。

シヤ断器は従来の油入鉄槽形に代わり、性能優秀で油を用いず保守点検に便利な空気シヤ断器を採用している。

断路器は使用条件や取付方法などに応じて直線 1 点切、水平 2 点切、垂直 1 点切などを用いているがいずれも プッシングを用いないものである。

プッシングは現在油入 コンデンサ形を使用しているが、開発中の乾式 コンデンサ形が完成すれば単独使用、断路器用、各種変圧器及び変成器等広い分野にわたって応用されることとなるだろう。

これらが実現すれば収納機器の縮小に伴い キュービクル もさらに縮小化されるので据付条件もなおいっそう有利となる。

以上のような特長を有するので、最近新たに計画される 60, 70 kV 級の受変電設備には、この キュービクル 方式を採用する傾向が強くなってきた。

ビル用の場合は キュービクル 方式を採用することはあまり問題にならないが、ある程度の敷地面積を保有する大工場などにおいては、設備当初に必要な経費が開放設置方式に比べ幾分割高となるため キュービクル 方式の採用に踏み切れない場合も多いようであるが、長年月にわたる使用を考えると、各機器の耐久性の向上と運転保守の簡便かつ安全に伴う保守要員を含めた設備維持費の節減量を考慮に入れば、かえって有利な投資と考えられる。なおこの場合特高側のみを キュービクル 方式とすることに終わらず、変圧器二次側から各々電線に至るまでの思想統一は必要である。キ



図 1.28 ビル用 60 kV 屋内 キュービクル 主変圧器の
キュービクル 組込み状態

Fig. 1.28 Cubicle for building use.

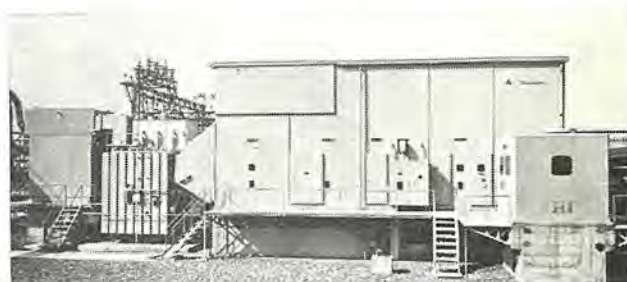


図 1.29 工場用 70 kV 屋外防爆形 キュービクル 全景
Fig. 1.29 Cubicle for explosion proof, out door use.

ユーピカル方式とすることにより外面の美観も著しく改善されることも見のがせない。

1.24 火力発電所ボイラ・タービン中央制御盤

Central Control-Boards for Boilers and Turbines of Thermal Power Plants

当社における火力発電所用中央制御盤の製作経験は、わが国の火力発電所における中央制御方式を採用し始めたところから始まり今日まで多種多量のものを製作してきた。

発電所のユニット容量の増大に伴い、ボイラ、タービンの形式が変化し、それに伴い中央制御盤における監視制御方式も種々変化し今日に至っている。数年前まではアメリカ系のものが多量に製作されていたが、最近ではヨーロッパ系の技術導入により、特異なものが製作されている。

中央制御盤は各種の制御装置、監視装置、保護装置によって構成され、集中監視による合理的な制御が可能となり、大幅な運転員の削減をも可能とした。

最近ではデータ処理装置の導入により部分的にデータの記録、計算処理を自動的に行なうものもある。さらに進んでデータにより、計算を行ない、プラントの最適制御をも行なうこともでき、一部の発電所で採用されつつある。

中央制御盤の形態も種々あり、だいたい次のようなものが代表的なものである。

- (a) 直立盤のみのもの
- (b) 直立盤と机盤が分離されたもの
- (c) 直立盤と机盤が一体となったもの

机盤を有する場合は机盤で制御監視、直立盤で記録監視を行なう。



図 1.30 関西電力姫路第二発電所 ボイラ・タービン中央制御室
Fig. 1.30 Central control board.



図 1.31 九州電力大村火力発電所机形制御盤
Fig. 1.31 Desk type control board.

1.25 電力用保護継電器

Protective Relays for Electric Power Systems

当社電力用保護継電器の近時 10 年における発展にはめざましいものがある。すなわち発電所用継電器、母線保護用継電器、表示線保護継電器、送電線保護用継電器および搬送保護継電装置など全分野にわたり、標準器種だけでも 200 器種をこえているが、新形継電要素の導入と新設計により、いずれもその性能は面目を一一新している。近時保護継電器に要求される仕様はますます高度、複雑なものとなる傾向にあるが、当社では継電器試験を主目的とした大容量の模擬送電線を設備し、新規開発継電器に対する厳密詳細な性能限界確認試験、過渡応動特性試験、多重故障応動試験および模擬送電線による出荷試験などは、当社継電器の性能および信頼性の向上に大きく役だっている。なお最近におけるトランジスタ継電器の発達は、従来形電磁継電器で導出し得なかった高度の特性を持つようになり、すでに実用段階に入っている。以下現時点の代表的製品の 2~2 について概説する。

(1) HUB-2 形第 2 高調波抑制付比率差動継電器

HUB-2 形継電器は第 2 高調波抑制式の変圧器保護用高速度比率差動継電器で、その優秀な性能を買われて超高压大容量変圧器用をはじめとして続々使用されている。

これは第 2 高調波成分が励磁突入電流に安定して多く含まれ、内部故障電流中には少ないことに着目し、第 2 高調波抑制をかけることによって励磁突入電流では誤動作せず、内部故障には確実に応動特性をもたせた当社独特の継電器である。

この継電器は東北電力郡山変電所 (154 kV, 66 MVA) および東京電力京浜変電所 (275 kV, 220 MVA) の 2 回にわたる現地投入試験において、継電器最小動作値の 30~60 倍の波高値をもつ励磁突入電流でも誤動作せず優秀な成績をおさめた。(詳細は「三菱電機技報」35, No. 11, (昭 36) 参照)

(2) 母線保護継電器

最近の発電所母線は大形化しているもので、20 端子前後は十分保護可能で、さらに分割保護可能な継電方式でなければならない。

これに対し当社では LC-4B 形空心変成器方式または LBB 形位相比較比率差動方式のいずれかを使用している。

前者は空心変成器を各端子に設置し、その二次側を直列に接続して、代数和出力を LC-4B 形母線継電器に導入するようにしたものである。空心変成器を用いているので、外部故障時の大電流



図 1.32 HUB-2-M 形
比率差動継電器
Fig. 1.32 Type HUB-2-M
high-speed ratio-differential
relay for transformer
protection.



図 1.33 KKS-2-M 形
距離継電器
Fig. 1.33 Type KKS-2-M
square distance relay.

でも変成器飽和はみられず、また変成器二次側を開放しても異常がないので、簡単に分割保護ができるという特長をもっている。(詳細は「三菱電機技報」33, No. 5, (昭34)参照)

後者は母線内部故障のときには全端子が同位相となり、外部故障のときには、必ず流入端と流出端において逆位相関係になるという最も基本的な原理を利用しこの原理と比率差動方式とを組み合わせ両方式の長所を合わせもった方式といえる。両方式とも当社独特の方式であり現在までに多くの納入実績を有している

(3) KKS-2 形 Ψ 特性距離継電器, KKS-5 形故障点標定式距離継電器

KKS-2 形 Ψ 特性距離継電器は、送電線短絡故障保護用として R-X 座標上に故障範囲を最小限に包含する Ψ 特性をもたせたトランススタ形継電器で、従来形電磁継電器で達成することのできなかったものを、独特の回路方式によって完成したもので、すでに 200 台近くの納入実績を有している。

KKS-5 形故障点標定式距離継電器は上記継電器と組み合わせて送電線保護区間を任意の区間に分割して故障点位置の高速標定を可能とするもので、国鉄新幹線用(5 分割式)に受注し、さる 4 月末末大高 S/S での現地試験においては両者とも 100% 正確な応動を行ないその実用性能を確認することができた。この故障点標定方式は、従来のパルス式故障点標定装置とは大きく原理を異にし、静止形リアクタンス距離継電器の原理によっているため、きわめて安価な装置で目的を達することができるものである。

(4) 異周波打返し式搬送保護継電方式

一般に背後電源がないか、または不定の場合、その系統保護は非常に困難視されてきた。これに対し、この方式はこのような系統でも標準的に適用しうるものであって、すでに、実系統数個所に応用し、好調のうちに運転している。本装置の特長は背後電源の有無、大きさに制約されないこと、系統の端子数、回線数に制約されないことで、本邦に多い多端子系統、多回線併架系統の保護にもきわめて効果的である。

この方式は、異周波方式および帰還方式を併用することにより、非電源端対策を採ったものである。すなわち、無判定端は相手端搬送波の送出停止により、相手端が内部と判定しているものと判断し、自端の送出を停止するとともに、トリップ回路を形成する方式で、各端子の装置をまったく対称的に構成することができる利点を有している。

図 1.34 は本方式を採用した抵抗接地系 3 端子平行 2 回線の 1 端子分(2 回線分)の搬送保護装置を示したものである。

(5) 新形方向距離継電器の研究

従来送電線保護用短絡方向距離継電器は、三相に対して各線間に 3 個を必要とした。1959 年 ウェスチングハウス社は Mho 特性のもので、三相に対して 2 要素で保護する KD 形距離継電器を製品化している。当社は三相に対して 1 要素で保護する距離継電器



図 1.34 抵抗接地系 3 端子用、方向比較式搬送保護継電装置
Fig. 1.34 Directional comparison carrier relaying system.

について研究を行ない Mho 特性のものについては誘導円板形電磁要素を用いた比例限時特性のもの、6 極誘導シリンド要素を用いた高速度形のもの、ならびに 6 極誘導シリンド要素を用いたリアクタンス特性のもの 3 種について研究開発し、ほぼ原理的に満足すべきものであることを確認した。(詳細は ICER 1963 論文集参照)

1.26 国鉄(北九州)変電所集中制御装置

Centralized Remote Control Equipment for Use in Electric Railway Substations of J. N. R North Kyūshū Line

国鉄では九州幹線電化の第 1 期工事として、鹿児島本線の門司久留米間 Ψ 長約 115 km の交流電化を実施したが、AC 20 kV Ψ 電線用として、この区間に門司変電所(20 kV/22 kV)、折尾、古賀、二日市各変電所(60 kV/22 kV)、小倉、東郷、箱崎各 Ψ 電区分所、八幡、海老津、雑餉隈、田代各補助 Ψ 電区分所の計 11 か所が新設された。これらは既設関門トンネル直流電化区間変電所(下関、門司)も含めて、すべて新設の門司港制御所から集中制御されることになり、当社では上記の受変電設備とともに遠方制御装置一式を納入した。

中央制御所と各被制御所との関係は、全被制御所を 2 群に分け、おのおのに集中制御装置が 1 組設けられて、1 群の集中制御装置が休止、点検中でも、変電所が休止中であっても、他の 1 群の集中制御装置によって制御される変電所群の運転によって列車の運行に支障ないよう考慮されている。

集中制御方式は国鉄変電所集中制御用に当社で製作した一連の集中制御装置(国鉄山陽本線-姫路 c/c 系、上越南線-高崎 c/c 系、東海道本線-大阪 c/c 系、信越本線-長野 c/c 系)と同じく鉄研 B 形方式を採用している。本装置は次のような特長を有している。

- (1) 連絡線は 4 心で済み、制御・状態表示項目の選択容量が大きくとれるので集中制御に適している。
- (2) 制御盤における機器状態表示灯は常時減灯式とし多数表示灯の監視を容易にしている。
- (3) シャ断器と断路器(たとえば Ψ 電回路の)は組として扱い、制御所における操作器具を少くし保守の便を計っている。
- (4) 電力量遠隔計測も遠方制御装置を利用して行ない、その表示をデジタルとして読みとりの便をはかっている。
- (5) 制御・表示項目とも優先群と普通群に、かつ被制御所には優先順位がつけられ、適切な制御・表示が行なわれる。
- (6) この装置の制御区間は AC 20 kV 複々線 Ψ 電系統を含



図 1.35 集中制御盤
Fig. 1.35 Centralized remote control equipment

むため、被制御所相互間の連動条件が、複雑であるが、これら条件を装置に織り込んだ、自動キ電延長、自動配電延長などの目的制御を行なう。

(7) さし込み形小形継電器を使用し、その取り換えを容易にしている。

(8) 制御所の集中制御盤は使用する器具を小形にし、広い制御範囲をコンパクトに収める縮小形机盤としている。図 1.35 参照。

(9) 制御盤と継電器盤間および継電器盤相互間の渡り線はすべて同種類のカラーによるさし込み接続とし、現地据付および試験あるいは盤の移設が非常に簡易化された。

(10) 制御盤には装置の動作を記録するプリンタが付属されている。(詳細は「三菱電機技報」35, No. 3, (昭 36) 参照)

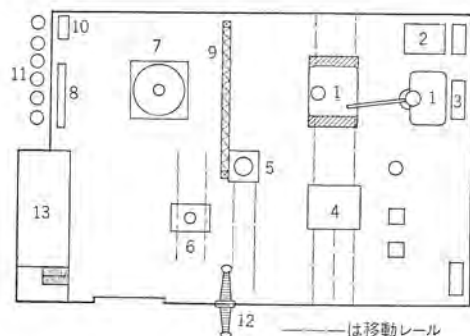
1.27 超 高 圧 実 験 室

Extra-High Voltage Laboratory

急増する電力需要に応ずるため、近い将来送電々圧の超々高圧化が予想される。また海外からは、330~440 kV 級送電機器の引合受注も多くなった。それに対処して、変圧器、シ断器、避雷器などの開発研究を合理的に行ない、また超高压における各種の現象を追求し、絶縁研究の促進に役だてるために建設された。その後今日まで各種試験に利用され、研究活動の一端をにない、有益な成果をあげている。ここにその設備の内容のあらましを紹介する。

(1) 建 屋

建屋は伊丹製作所の大形変圧器組立工場に隣接して建てられている。内部は大略、図 1.36 のごとく機器が配置されていて、主要機器は後述のごとき試験用変圧器、衝撃電圧発生装置、注水装置などがある。



1. 試験用変圧器 2. 電圧調整器 3. リアクトル 4. 衝撃電圧発生装置
5. 2 m 球ギャップ 6. 結合コンデンサ 7. 油タンク 8. 注水装置
9. 汚損防止幕 10. 純水装置 11. 貯水タンク 12. 壁プッシング
13. 観測室 (3 階建)

図 1.36 超 高 圧 実 験 室 機 器 配 置 図

Fig. 1.36 Arrangement in EHV laboratory

有効高さ 26 m, 面積 1,044 m² でさらに将来の増設をも考慮して、試験用変圧器、衝撃電圧発生装置とも相互移動可能であるため AC 1,500 kV, インパルス 5,000 kV に対して有効な距離を有している。特長として全暗室可能であり、かつコロナシールド方式を採用しているため、有益なコロナ試験も実施可能である。内部電圧印加線は、400 kV 級の機器を対象として、750 kV では完全なコロナレスとなるようなアルミ円筒シールドを採用している。屋外および組立工場の機器に電圧を印加する場合、一面に壁プッシングを取り付けて、AC 800 kV, インパルス 2,000 kV を引き出せる構造としている。図 1.37 にその外観を示す。測定室は3階建とし



図 1.37 超 高 圧 実 験 室 外 観

Fig. 1.37 General view of extra-high voltage laboratory.



図 1.38 試 験 用 変 圧 器

Fig. 1.38 Testing transformers.

て、1 階に受電機器を配置し、2 階で制御、測定を行ない、3 階およびラットームで観測を主とするようになっている。

(2) 主要機器

(a) 試験用変圧器

3 台 カスケード 接続で、1,500 kV 発生させる計画で、第 1 期では 2 台までの 1,000 kV 発生可能である。総合容量としては 10 MVA であるが、2 台 カスケードで 30 A 以上で汚損試験が短絡試験用発電機を使って可能である。また 1 台では専用の電圧調整器を用いて 50 A 以上の汚損電流が得られるように、とくに低インピーダンスで製作してあるのが特長である。定格は次のとおりである、

電圧 (各段とも) 一次 6.6~13.2 kV (直並列切換), 二次 500 kV, 三次 531 V, カスケードタツ 13.2 kV. 周波数 50, 60, 180 c/s
容量 2 台 10,000 kVA, 連続励磁, 30 分定格, H 形

試験用変圧器は完全遠隔制御方式を採用して図 1.38 のように、常時は 5,000 kVA 電圧調整器によりスムーズに波形のヒズミもなく、電圧が制御できるほか、必要に応じて、各種試験用発電機に接続され上記周波数を任意に選べるような配電方式をとっている。

(b) 衝撃電圧発生装置



図 1.39 衝撃電圧発生装置
Fig. 1.39 Outline of impulse generator.



図 1.40 注水装置
Fig. 1.40 Water spray set for wet test.

定格は次のとおりである。

充電々圧	100 kV × 40 = 4,000 kV (将来 5,000 kV)
エネルギー	300 kW _s (将来 375 kW _s)
充電方式	多段直列式 マルクス 回路
直立 コイル	階段移動式 (SU 形)
全自動制御遠隔操作方式	

この装置の外観は図 1.39 に示されている。段数の切り換え、直並列接続、作業の安全に対して種々細かい考慮を払い、運用が非常に簡便に行なえる構造である。さらに組立工場には、上記発生器の他に大形変圧器のインパルス試験専用としてできるだけ標準波形で試験を行なうため、エネルギーの大きい発生器を設置すべく建設中である。その定格は次のとおりである。

充電々圧	500 kV × 8 = 4,000 kV (将来 5,000 kV)
エネルギー	500 kW _s (将来 625 kW _s)
充電方式	多段直列式 マルクス 回路
完全遠隔操作方式	

(c) 注水装置

注水、汚損試験や活線洗浄時の研究に使われるもので、高さ10mの被試験物にも十分注水可能であるほか、将来左右、上部に増設可能である。また水質も自由に変化できるように純水装置とガイソタンク6基とを設置してある。装置の仕様は次のとおりである。外観は図 1.40 参照のこと。

最大注水量	水平、垂直成分共 15 m ³ /分
最大水压	10 kg/cm ²

(d) 試験用油 タンク

ブッシングの試験や、モデルコイルの絶縁研究が十分できるように、直径 5m、深さ 6m の油 タンクを地下に設置している。このタンクは真空脱気処理を行なえるようにできているほか、各所にバルブを設けて、油中 コロナノイズの測定にも便利になっている。

(e) 測定器

2m 直径球 キャップ、結合 コンデンサ、コンデンサ分圧器、高速度 ヲウ管、シンクロスコープ、メモリスコープ、磁気記録装置および再生装置、電磁 オシロ、シエリングブリッジ、超絶縁計、油中および気中コロナ試験器など新鋭測定器を設置し、あらゆる現象の追求と計量化に活動している。

1.28 大電力試験設備

High Power Laboratory

当社では、シヤ断器などの試験のための大電力試験設備として、1951 年、当時としては国内最大容量の定格容量 50 MVA の短絡発電機を設置、電力界に貢献してきたが、今回新たに短絡発電機を増設し、その出力を増強することになった。ここに、その概要を紹介する。

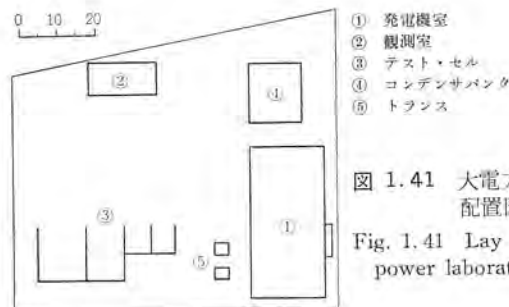


図 1.41 大電力試験設備配置図

Fig. 1.41 Lay out of high power laboratory.

(1) 短絡発電機

発電機は、定格電圧 18 kV、定格容量 180 MVA、回転数毎分 1,800 回転の 4 極 ターボ 形で、直接誘導電動機により駆動される。巻線は 2 巻線となっていて並列に使用し、Y, Δ 結線が可能である。出力は三相端子短絡、3 サイクル 後対称分で、4,000 MVA を越える。とくにトランス 端子出力が大きくなるように考慮してある。励磁は電動励磁機を用い、過励磁は行なわない。

(2) 駆動用電動機

三相巻線形誘導電動機を使用し、中間軸を介して発電機に直結されている。定格電圧 6.6 kV、定格容量 4,000 kW、毎分 1,800 回転で、起動抵抗は液体抵抗、金属抵抗を併用し、常時は二次抵抗短絡であるが、発電機短絡直前に金属抵抗をそう入し、短絡時の過負荷を抑制する。

(3) 保護シヤ断器

20-C-250L 形の横吹付方式空気シヤ断器を、各巻線に 1 台ずつ、計 2 台使用している。定格電圧 24 kV、定格電流 3,000 A、定格容量 2,500 MVA、定格気圧 10 atm_s で十分なシヤ断容量をもっている。

(4) 投入開閉器

新設計の常時充気形で、小形にもかかわらず優秀な性能をもっている。各相に 1 ユニット 計三相分で、単極操作可能である。定格は電圧 18 kV、投入電流 170 kA である。

(5) 限流リアクタ

一相あたり、11 個のリアクタをもち、リアクタンスは、最低 0.5%、最大 256% の 2 進法を採用している。リアクタンスの設定は、すべて遠方操作のディスプレイを用いて、観測室から迅速容易に行なえる。

(6) 変圧器

送電系統の超高压化に備えて、500 kV 系統のシヤ断器の試験が可能のように最高電圧を選定してある。

外鉄形内部充テツ絶縁方式のタツ付変圧器で、定格容量 60 MVA、一次電圧 18 kV、二次電圧 22/44/75/150/225/360 kV である。低リアクタンス、大電流強度絶縁耐力などに、注意が払われている。

(7) コンデンサバンク

試験条件により、十分な長さの送電線に相当する充電電流試験

が可能なパンクをもち、等価試験にも流用可能である。

(8) 等価試験、キロメートル 故障試験設備

上記の主要設備のほかに、最近の試験設備で欠くことのできない等価試験およびキロメートル 故障試験設備を有しており、等価試験設備は 500 kV 級、40,000 MVA 以上の試験が楽にできる。キロメートル 故障試験設備は、試験条件によって、等価長を数 km まで調節可能である。

(9) 制御関係

発電機の電圧、供試器の制御は観測室から行ない、工業テレビにより発電機運転状況、供試器などを監視できる。また観測室にはミミックバス盤があり、試験回路の設定はすべて遠方操作により、この盤上で行ない、出力電圧、電流を表示させる。

シーケンス・コントローラは、パイロット 発電機を短絡発電機に直結し、発電機に同期した 60 c/s により同期電動機をまわし、5° おきのパルスが発生させ、トランジスタ・カウンタでカウントする方式で 5°~10 sec の時間設定は、ダイヤルで行なう。

1.29 模 擬 送 電 線 設 備

Artificial Transmission Line

保護継電装置—とくに搬送継電器・表示線継電器・母線保護継電器—などの開発研究、製品試験には実際に設備される電力系統の平常時、故障時の電圧電流を導入して行なうのが最良の方法である。模擬送電線はこの目的のために昭和 35 年 9 月完成し、現在まで幾多の研究開発と製品試験を行ない出荷しているが、これらの製品は現在まで 100% 正動作の優秀な実績を示している。以下この設備の概要を記す。

模擬送電線は電圧電流を実系統の 1/100 とした電力系統の模型であり、発電所、変電所、送電線路、負荷から構成されている。PT、CT の二次側電圧電流は実系統の二次と同一とするため、たとえば 275 kV 送電線 CT 比 1,000/5 A の点では一次電圧 2,750 V、



図 1.42 模 擬 送 電 線 設 備

Fig. 1.42 Artificial transmission line.

PT 2,750/110 V、CT 10/5 A を用い高圧側 インピーダンス を実系統のものと同じとせれば、対象とした実系統の現象そのものが現われる。この系統構成により、継電装置を接続し、単純故障・多重故障・脱調・断線など想定されるあらゆる故障が発生させて、その継電装置の動作状況を検討し、もし不具合の点があれば徹底的に究明改良できるものである。

現在は発電機として、水力模擬 50 kVA、旧型火力模擬 200 kVA、新型火力模擬 50 kVA の 3 台 (計 300 kVA 実系統換算 300 万 kVA)、変圧器として発電機と同容量のもの 3 台、送電線として超高圧 2 回線送電線の線路定数をもったもの 10 km 単位 24 個すなわち 240 km 分、および負荷 100 kW 分がある。各機器の特性は実系統のものに一致させるため、特別の設計を行ない、ほぼ満足すべきものとなっている。

また本模擬送電線は保護継電装置の開発試験のみでなく、系統安定度、異常現象の解明、各種系統制御装置の開発試験にも用いることができる。

図 1.40 は 240 km の線路 unit 系統切換盤 PT、CT の二次端子を集めた計測盤であり、図にあるような多くのスイッチ操作により各種の系統構成を即座に行なえるよう考慮してある。(詳細は「三菱電機技報」35, No. 5 (昭 36) 参照)

2. 工 業 電 力 応 用 関 係

Industrial Electric Power Applications

2.1 1,144 mm×2,288 mm 分塊圧延機用 9,000 kW イルグナ式電気設備

Electrical Equipment for Universal Slabbing Mill

1960 年、当社が富士製鉄広畑製鉄所に納入したユニバーサル・スラブ用電気設備は、水平ロール駆動用直流電動機総容量が 9,000 kW、立テロール用として 3,000 kW、その他補助直流電動機 61 台を合わせて、直流電動機の合計出力約 16,300 kW に及ぶ世界有数の規模をもっている。その内容は容量の大きいだけでなく、数々の新技術を駆使したもので、とくにカードプログラム制御方式を導入し、当時としては最も近代的な圧延作業ができるようになっている。

回転電機のおもな仕様

水平ロール駆動用 2 台 2×2,250 kW 40/80 rpm
2 重電機子形直流電動機 Twin drive.
立テロール駆動用 1 台 2×1,500 kW 60/150 rpm

26 (1214)

2 重電機子形直流電動機 Single drive.

イルグナ変流機 直流発電機 4 台 2,500 kW
直流発電機 2 台 1,750 kW
フライホイール 187,000 kW-S
誘導電動機 7,500 kW 514 rpm

ハイドロリックシャポンク用 3 台 520 kW 同期電動機

このほか圧延補機用直流電動機、可変電圧電源 MG セット、調整励磁機 セットが多数あり、主要機に対する通風冷却装置、軸受給油装置および各種配電盤・制御盤・操作盤などを製作した。

図 2.1 は、電気室全景で中央がイルグナ変流機、奥に主駆動電動機群が見える。

制御方式は、負荷バランス・負荷電流制限・連動運転その他の条件を満足するものであり、しかも逆転時間が短くなるように、磁気増幅器と調整励磁機とを組み合わせ使用している。

カードプログラム制御は、次のものを対象としている。

(1) 水平ロール、立テロールおよびテーブルの可逆運転とその



図 2.1 電気室
Fig. 2.1 Motor room.

運転速度

- (2) 立テロール圧延パス時の圧下量補償
- (3) 水平ロールの圧下の位置設定
- (4) 立テロール開閉の位置設定
- (5) マニプレータの位置設定

詳細は「三菱電機」35, No. 4 (昭 36) に紹介している。

ユニバーサルミルは、可逆式熱間圧延機の代表的なもので、当社の製鉄用電気設備の歴史もこの可逆ミル用の電動機の製作によって始められ、多くの記録品を作り出してきた。とくにこの逆転式圧延用電気品は、非常にきびしい負荷を受け持つもので、製鉄所のなかの最も重要な設備であるが、三菱直流機の実価は、この種の製鉄用直流電動機に十分発揮されており、その高い信頼度、耐久力によって、わが国の製鋼業の躍進の基盤をつくってきたものである。なお現在では直流電動機の電源として、電動発電機方式または水銀整流器方式が使用されているが、将来は全面的なシリコン制御整流器 (SCR) の採用が期待されている。

2.2 大形型鋼圧延機用 5,200 kW イルグナ式電気設備

Electrical Equipment for Wide Flange Beam Mill

1963 年、当社は広畑製鉄所の大形型鋼圧延プラント用の分塊ミルおよび補助ライン用の電気品を納入した。主圧延用直流電動機は、単機容量 5,200 kW・総重量約 240 トンの超大形直流機で、1941 年製の当時の記録品であるが、今回は絶縁更新その他いっさいの若返り対策を実施したもので、約 20 年間広畑製鉄所の圧延源として無事故の記録を誇り、三菱直流機の声価を高めた逸品である。電気設備のおもな仕様は次のとおりである。

(1) 分塊ミル用

主圧延直流電動機	1 台	5,200 W	40/100 rpm
イルグナ変流機	2 台	3,000 kW	直流発電機
	1 式	172,000 kW・S	フライホイール
	1 台	3,700 kW	誘導電動機
スラッシュ用直流電動機	2 台	550 kW	300 rpm
圧延補助用直流電動機	22 台	総容量約	1,700 kW
同上用電源電動発電機・調整励磁機	セット一式		

(2) 圧延補助ライン

各種テーブル駆動用直流電動機 (600 番系列) 合計 167 台・総容量約 3,300 kW のかなり広範囲にわたるラインを構成するもの

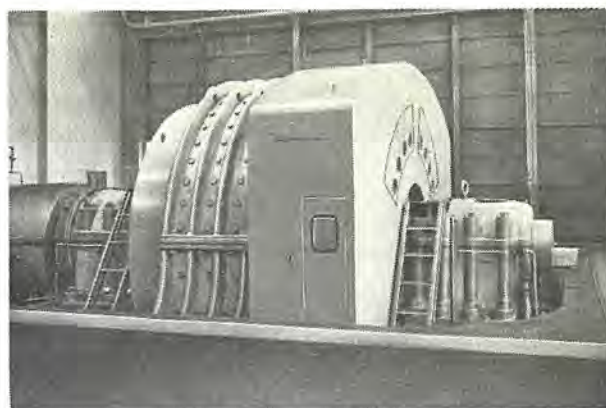


図 2.2 7,000 HP 分塊ミル用直流電動機
Fig. 2.2 7,000 HP DC motor for blooming mill.

であり、可変電圧方式により最終製品の品質を高めるように各テーブル区分ごとにスピードマッチを行なっている。

以上のミルおよびテーブルの制御には、磁気増幅器および回転機式調整励磁機を組み合わせて、迅速な加速・減速と確実な電流制限を行なっている。これらの方式はすべて標準化され、信頼度が高く、製鉄用電力応力における当社の多年の経験と不断の研究の結果とから生まれたものである。

なお、ダウンドラフト式通風設備・軸受給油設備などの付帯設備も、いっさい新製しており、主要機は既納品を流用しているが、電気設備としては、まったく新しい姿になって以前より高い生産性を示している。

2.3 1,420 mm 連続式熱間圧延機用電気設備

Electrical Equipment for Continuous Hot Strip Mill

1963 年、八幡製鉄堺製鉄所に連続式熱間圧延機用電機品一式を納入した。

粗圧延機は同期電動機 (5 スタンド 合計 23,000 kW, 将来 6 スタンド)、また仕上圧延機は直流電動機 (6 スタンド 合計 29,800 kW) で駆動し、電源は水銀整流器を使用している。直流電動機約 490 台、直流補助発電機約 90 台、交流電動機約 90 台を有する本邦最大級の新鋭設備である。機械メカはアメリカ UE 社である。

本設備の特長は、従来のホットストリップミルが各スタンドとも無負荷で起動し、所定の速度になってから材料を入れる方式であった

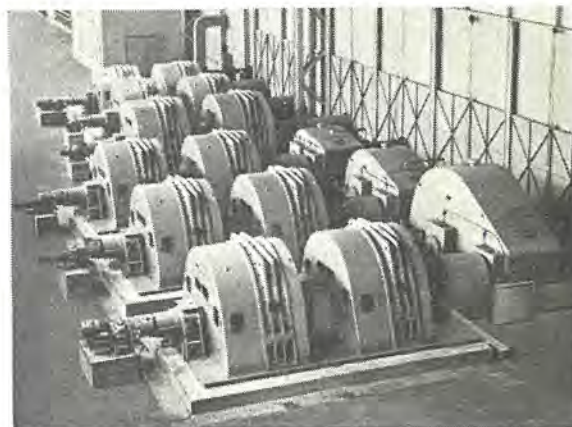


図 2.3 1,420 mm 連続式熱間仕上圧延機用電動機
Fig. 2.3 Finishing stand motor for continuous hot strip mill.

にの対し、圧延速度を上げるため中間速度で材料を入れた後、高速までいっせいに加速する方式を採用している点である。すなわち最高圧延速度は 950 m/min であるが、ダウンコイルに最初に巻き取りうる ストリップ速度が 450 m/min 程度であるため、ストリップがダウンコイルに数回巻き取られるまでは低速で運転し、その後、仕上圧延機、ホットランテーブル、ダウンコイルをいっせいに加速し、所定の速度で高速圧延を行なう。

したがって加速中の各 スタンド の速度協調が重要で、主電動機の特性は各 スタンド ごとに、十分協調がとれるように計画されている。

ストリップが通過したスタンドは、順次発電制動により減速し、次の圧延にそなえる。

速度制御は電圧制御と電動機界磁制御を併用して行なっている。この設備には自動厚み制御 (AGC) 装置が使用されているが、この装置のみは輸入品である。

仕上圧延直流電動機の静止レオナード装置については次項を参照されたい。

2.4 連続式熱間仕上圧延機用静止レオナード装置

Static Leonard System for 1,420 mm Hot Strip Mill

製鉄圧延機のなかで、最大の電気設備容量を有するホットストリップミルの仕上げスタンドは、現在ではそのすべてが水銀整流器による静止レオナード方式によって製作されている。当社では、1958年に日新製鋼会社に静止レオナードによるホットストリップミルの1号機を納入して以来、八幡製鉄戸畑製鉄所に第2ホットストリップミルを納め、1963年八幡製鉄堺製鉄所に本邦最大級の容量を有する第3ホットストリップミルを納入し、ホットストリップミルの静止レオナード制御は、当社自慢の製品のひとつになったといえる。とくに、八幡製鉄に納入した第3ホットストリップミルは、設備容量の大きさからも、3,000 t/m という圧延速度の速さからも、また制御の高度性からもわが国における記録品であるといえるものである。

(1) 八幡製鉄第3ホットストリップミル 静止レオナードの概要

このホットストリップミルの仕上圧延機は、6基のスタンドからなり、いずれもイグナイトロンによる静止レオナード装置によって制御されているが、各スタンドの定格は表2.1に示すとおりである。

イグナイトロン整流器は水冷密封式のGU41形単極イグナイトロンが用いられ、24タンクで1セットを構成しているが、熱化によって完全に脱気された信頼性の高い整流器である。図2.4はこのイグナイトロンセットの外形であるが、制御回路を含めてキューピクルに収納されたキューピクル形である。またイグナイトロンは水冷式であるため、温度制御が容易であるとともに、循環水系を使用しており、しかも冷却水として純水を使用しているため、電食などの問題は

表 2.1 八幡製鉄第3ホットストリップミル用機器定格一覧

スタンド 番 号	直流電動機 (kW)	イグナイトロン整流機		
		容 量 (kW)	電 圧 (V)	電 流 (A)
F 1	5,200	5,700	1,210	4,700
F 2	5,200	5,700	1,210	4,700
F 3	5,200	5,700	1,210	4,700
F 4	5,200	5,700	1,210	4,700
F 5	5,200	5,700	1,210	4,700
F 6	4,500	4,960	1,210	4,100



図 2.4 八幡製鉄第3ホットストリップミル用イグナイトロン整流器キューピクル

Fig. 2.4 Ignitron rectifiers cubicle for Yawata hot strip mill No. 3.

皆無である上、保守にもならぬ手を要しない。

制御に関しては、このホットストリップミルは速度制御のほかに、自動板厚制御 (AGC) も行なっており、また将来はコンピュータコントロールも行なうよう計画されている。そのため、制御系には高度の制御性能が要求せられた。今回、このホットストリップミルの制御系に用いられた各機器は、上記の要求を十分満足するようとくに考慮されている。制御増幅器としては、演算増幅器形のトランジスタ増幅器を使用しているが、この増幅器は、ドリフトが小さく精度が高い上、増幅のみならず、加算、減算、微分、積分などを自由に、かつ容易に行なうことができ、制御系の特性を任意に選ぶことができるものであるため、速応形のイグナイトロン位相制御回路とあいまって、応答時間 0.2 秒前後という、きわめて速応性に富んだ高度の制御を行なうことができた。各スタンド間のルーラ制御信号、自動板厚制御からの信号は増幅器において加算され、板厚エラーミル前後のきわめて良好な特性を示している。

当社では、静止レオナード系の解析に、まったく新しい見地から Sampling-holding の理論を用いた解析法を確立し、静止レオナード制御系の特性を完全に掌握するとともに、非整数階積分の理論を応用して最適制御系を見出すことができるようになった。また実際の制御回路については、つねに周波数特性試験を実施し、表面に現われた制御特性のみならず、潜在的な特性をも十分に調べている。今回、このような良好な結果を得たのも、上記の確立された理論計算によるところが大である。

2.5 線材ミル用電気設備

Electrical Equipment for Wire and Rod Mills

1960年富士製鉄釜石製鉄所に最新式の線材ミル用電機品一式を納入した。圧延機は、ドイツ、シュレマン社および三菱重工業の設計製作によるものであり、4本通し、2重式ロール、全60スタンドからなる連続式最新鋭の圧延設備である。

この圧延機は各圧延スタンドを直線的に並べ、スタンド間隔はできるだけ狭くし、線材を高速、短時間で圧延できるように配置している。均熱炉から取り出された素材は、4本通しに共通の粗圧延 (6スタンド) 第1中間圧延 (6スタンド) を経て、各2本通しの二つ

の系列からなる第2中間圧延(2×4スタンド)に至る。第1仕上圧延(4×4スタンド)、第2仕上圧延(4×6スタンド)では、さらに各1本通しの4系統に分かれ、横ロール、立チロールにより交互に圧延される。

直径5~25mmの普通鋼または特殊鋼線材が主要成品であり、仕上がり径の大小により、最終スタンド付近での圧延が適宜パイパスされる。径の細い線材は、4台のエデンボン・リールにより交互に巻き取られるが、径の太い線材は、4台のガレット・リールに巻き取られるか、ロータリ・シャにより適当な長さに切断され、テーブルローラを経て、長大なクーリング・ベッドに送り込まれる。

この線材ミルは、仕上圧延を除くほかのスタンド間では、ルーラをもたず、仕上圧延ではスタンド間にわずかのルーラを設け、相隣るスタンド間の引張りをなくすようにしている。

圧延速度は最高28m/secの高速で、直線的な連続圧延を行なうから、スタンド間の速度の協調やルーラ制御などによる、電動機に要求される静的・動的速度特性は、きわめてきびしいものとなっている。

全スタンドに対して、電動機回転速度の精度は定常偏差±0.2%、動的応答特性1% 0.25秒回復である。

圧延機は、最初の4スタンドを除きすべてのスタンドごとに専用の圧延電動機を備え、イグナイトロン整流器により各個に給電されたユニット方式で駆動されている。圧延電動機の全容量は21,050kWで、電動機自身の固有の速度変動率を低く設計すると同時に、GD²を小さくして過渡特性の向上を図っている。



図 2.5 富士製鉄釜石製鉄所線材ミル用電気品
Fig. 2.5 Electrical equipment for wire rod mill at Kamaishi Works, Fuji Iron and Steel Co.

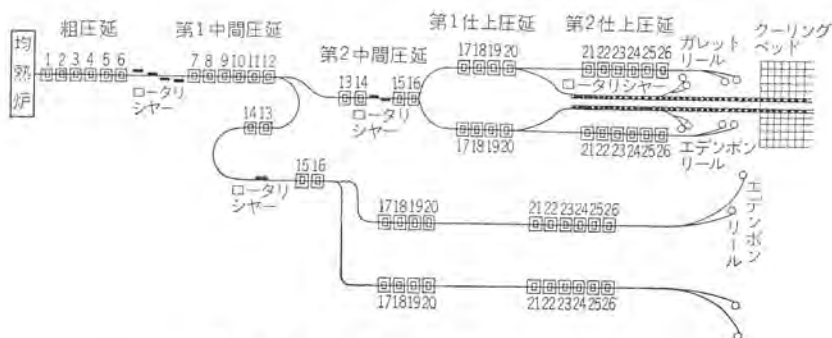


図 2.6 連続式線材圧延機配置図
Fig. 2.6 Layout of continuous wire rod mill.

スタンドの速度制御系は制御用演算増幅器および電圧リセット形磁気増幅器による、格子位相制御回路を用いた応答速度の速い制御系である。

仕上圧延ルーラでは、各スタンドの間にルーラを作って、無張力で圧延する必要があるため、ルーラ制御系を有している。

ルーラの大きさを回転ミラー形のルーラ検出器によって検出し、そのルーラの出側にあるスタンド電動機の変速を変化させて、そのルーラの大きさを適正值に保つようにルーラ制御を行なっている。

ロータリ・シャ、ピンチロール、リールなどの補機類もまた、多数の直流電動機によって駆動される。

ロータリ・シャによって切断された棒鋼をクーリング・ベッドに送るローラ・テーブルは、多くの誘導電動機によって駆動され、電源には周波数変換機を備えている。

2.6 1,420 mm, 6 スタンド連続式冷間圧延機用電気設備

Electrical Equipment for 6 Stand Tandem Cold Reduction Mill

1962年八幡製鉄、戸畑製鉄所に6スタンド連続式冷間圧延機用電機一式を納入した。主要圧延機はアメリカ、メスタ社の製作によるもので、最高圧延速度2,200m/minという最新鋭の設備である。全スタンドとも4重式で、上下ワークロールを別々に駆動する双子形駆動方式となっており、上下ロールを駆動する2セットの電動機はロール→鋼板→ロールにより、機械的に関係づけられるだけであるから、電氣的に電動機の負荷を平衡させるようにしてある。連続式冷間圧延機においては、全スタンドを一様な関係速度で加減速すること、オフゲージを少なくするため、加減速時間をできるだけ短くすることが必要である。

この圧延機では1,2スタンドは減速機、4,5,6スタンドには増速機が設けられているので、1,2,3スタンドは単電機子双子形、4,5スタンドは2重電機子双子形、6スタンドは3重電機子双子形、巻取機は2重電機子双子形、電動機で駆動している。圧延機直流電動機、巻取電動機の定格を表2.2に示す。表に示されているように、発電機は2,000kWおよび2,400kWの2種類とし、各発電機を特性を一致させて速度の協調を容易ならしめている。この圧延機は最高圧延速度2,200m/minという高速であり、自動板厚制御装置を備えているので、各発電機の界磁を400c/sの三相磁気増幅器によって直接励磁し、制御系の応答速度が急速になるようにしてある。巻取電動機は定電流制御と定逆起電力制御とを併

用して、電動機の出力が一定になるように制御し、鋼板の張力が一定になるように制御している。

この設備の自動板厚制御装置は1スタンドの圧下制御による粗調整と、4~5間スタンドおよび5~6間スタンドの張力制による密調整からなっており、この装置の使用により製品の板厚公差は溶接点を含めて大幅に減少し、製品の歩どまりが著しく向上している。また本設備には生産管理に必要な各種のデータを採集、整理するデータ処理装置を備えている。

表 2.2 圧延機直流電動機および巻取電動機定格

スタン ド番号	減速比 増速比	電 動 機				電源 (kW)
		出力 (kW)	電圧 (V)	回転数 (rpm)	駆動方式	
1	45 : 33	2-1,100	750	125 / 375	単電機子双子形	2,400
2	46 : 32	2-1,900	750	212 / 520	"	2-2,000
3	39 : 39	2-1,900	750	212 / 520	"	2-2,000
4	37 : 41	2- 2×1,100	2×375	255 / 637	2 重電機子双子形	2-2,400
5	31 : 47	2- 2×1,100	2×375	255 / 637	"	2-2,400
6	51 : 95	2- 3× 950	2×375	300 / 635	3 重電機子双子形	3-2,000
巻取り	1:1,768	2- 2× 450	2×375	200 / 1,000	2 重電機子双子形	2,000



図 2.8 ロール 圧下自動制御用 プロダック 操作盤
Fig. 2.8 "PRODAC" control desk for automatic screw down control.



図 2.7 6 スタンド 連続式冷間圧延機用電動機
Fig. 2.7 DC motors driving 6-stand tandem cold reduction steel strip mill.

2.7 圧延機ロール圧下自動制御装置—プロダック

"PRODAC" Applied to Rollingmill Screwdown Automatic Control

PRODAC 方式による ハステロイシート 圧延機の主 ロール 自動圧下制御装置は、1963 年神戸製作所で完成し、三菱金属鉱業桶川工場に納入したが、好調に動作しており、製品の品質の均一化、労働条件の改善、生産性の向上に大いに貢献している。

図 2.8 は操作盤で、図 2.9 は プロダック・キュービクルである。

圧延機は 3 重 ロール で、正方向圧延は下 ロール と中 ロール で行ない、逆方向圧延は上 ロール と中 ロール で行なうもので、ロール駆動電動機は 1,100 kW 誘導電動機、ロール 圧下には 26 kW の ウーレオード 制御直流電動機を用いている。

プロダック 装置は、23 パスの ロール 位置を操作盤上の設定器により、あらかじめ セット しておき、圧延の進行とともに順次読み出して、ロール 位置を各 パス ごとに自動設定するものである。

この装置の制御方式は次の 4 とおりである。

- (1) ロール 位置のみの自動設定
- (2) ロール 位置の自動設定、テイルチングテーブル 上げ、下げの自動起動および圧延後の テーブル 自動停止
- (3) ロール 位置の自動設定、テイルチングテーブル 上げ、下げの自動起動、テーブル の自動起動および圧延後の自動停止
- (4) 任意 パス から任意 パス までの連続全自動圧延制御
この装置のおもな特長をあげれば
 - (a) 特殊材料圧延機の特長制御方式であるが、精度および信頼度の高い デジタル 制御を用い、トランジスタ NOR カード を用いているので装置は小形軽量である。



図 2.9 ロール 圧下自動制御用 プロダック キュービクル
Fig. 2.9 "PRODAC" cubicle for automatic screw down control.

- (b) ロール 位置のリセットは、10 進式押し ボタン で行なう。
- (c) ロール 位置の読み出しは、特殊圧延に相応して、飛び越し、後もどり パス の ロール 位置を読み出すことができ、一つの押し ボタン の繰返し操作により、ロール 位置を順次読み出すことができる。
- (4) パス 選定押し ボタン と、停止 パス 選定スイッチを用いて、その間の パス の全自動圧延を行なうことができる。
など、数々の特長を有している。
(詳細は「三菱電機技報」38, No. 10 (昭 39) 参照)

2.8 セクショナルドライブ抄紙機用電気設備

Electrical Equipment for Sectional Drive Paper Machine

1957~1961 年の間に東北 パルプ石巻工場に 3 組を納入した セクショナルドライブ 用電機品は、当社のこの種製品の代表的なものである。

1 号機および 2 号機は新聞抄紙機、3 号機は中質紙抄紙機である。2 号機の諸元を表 2.3 に示す。

各 セクション は、差動歯車式速度調整装置により速度およびフローを精密に制御される。電動機は専用の昇圧機を介して、イグナイ トロン 整流機による共通母線方式で給電される。各 セクション は起動抵抗器を介して共通母線に接続されているので、独立に起動、停止することができる。

表 2.3 東北パルプ石巻工場 2 号抄紙機用電動機
(新聞紙, 紙幅 5,200 mm, 抄速 650 m/min)

セクション	台数	容量 (kW)	回転数 (rpm)	備考
フォワードロール	1	260	1,000	
サクショントーチ	1	190	#	ヘルバ
ワイヤリターン	1	3.7	1,750	#
No. 1 プレス	1	150	1,000	
サクションピックアップ	1	60	#	ヘルバ
リンガロール	1	110	#	#
トランスファロール	1	110	#	#
No. 2 プレス	1	150	#	
No. 1 ドライヤ	1	220	#	
No. 2 ドライヤ	1	220	#	
No. 3 ドライヤ	1	220	#	
カレンダー	1	220	#	
リール	1	60	#	PG速度制御

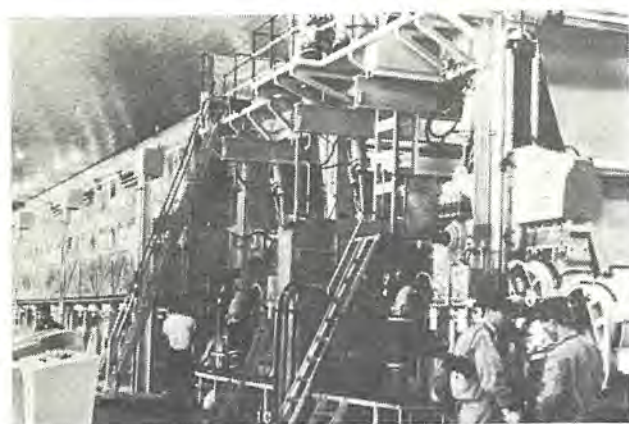


図 2.10 東北パルプ石巻工場 セクショナルドライバ抄紙機
Fig. 2.10 Sectional drive paper machine.

速度制御は 400 c/s 磁気増幅器により, 昇圧器の電圧を制御して行なっている. 各セクションには, DM 形精密速度測定装置により ドローを測定記録することができる.

2.9 ソ連向けラインシャフト式抄紙機用電気設備

Electrical Equipment of Line Shaft Drive Paper Machine for Soviet Union

1963 年三菱重工製 ベロイト 式 ラインシャフト 駆動抄紙機用電気設備 2 組をソ連向けに製作した. これは新聞用紙製造用で, 紙幅 6,720 mm, 抄速最大 1,000 m/min, 1,100 kW 直流電動機 2 台によるワードレオナード制御で, 世界最大級に属する. (詳細は第Ⅱ編の記事を参照願いたい)

2.10 22,500 kW, 遷音速風洞主送風機電動機設備

Transonic Wind Tunnel Drive Equipment

航空宇宙技術研究所へ, 遷音速風洞主送風機駆動用として 22,500 kW 電動機設備を 1959 年に納入した. この電動機設備は三菱重工業株式会社で製作した 22,500 kW 軸流圧縮機を駆動するものであり, 容量の大きいこと, 速度制御範囲の広いこと, および速度制御の精度の高い点において記録的なものである.

(1) 構成

主送風機駆動用電動機は, 軸馬力 22,500 kW で, 18,000 kW

第Ⅰ編 三菱電機が誇る技術と製品



図 2.11 遷音速風洞主送風機用 22,500 kW 電動機
Fig. 2.11 Transonic wind tunnel drive equipment.

の誘導電動機と, 4,500 kW 直流電動機をタンデムにつないでいる.

誘導電動機は 11 kV 所内電源から直接に, また直流電動機は広範囲の速度制御を満足するために, 負荷時電圧調整器と水銀整流器から給電され, 誘導電動機は液体抵抗器により, 直流電動機は水銀整流器の電圧制御と格子制御によって制御され, 両者の組み合わせにより, 後述のように広範囲, 高精度の制御を行なっている. このような特殊な組み合わせとしたのは, 使用上から要求される広い範囲の速度制御を高い精度で行なうためである.

(2) 速度制御の範囲

要求される使用範囲は, 710 rpm から 70 rpm までという広範囲である.

(3) 速度制御の精度

速度制御の精度は, 指定された外乱に対し, 下表のような計画となっている.

	設定速度	設定精度	速度変動範囲
精密制御	710~70 rpm を 20 rpm おきに設定する	710 rpm の ±0.01 % 以内	710 rpm の ±0.03 % 以内
連続制御	710~70 rpm 間連続	各設定回転数の ±0.1 % 以内	710 rpm の ±0.1 % 以内

(4) 精密速度検出装置

上記のような高精度の制御を行なうために, 速度検出装置はさらに高精度が必要であるから, スリット円板と光電式パルス発生装置による検出方式と, 水晶発振器を使った標準周波数発生装置を使用し検出の精度は 710 rpm に対して, 0.01 % 以上である.

(5) 主機概要

18,000 kW 三相誘導電動機

定格	容量	18,000 kW
	回転数	710 rpm
	電圧, 周波数	11,000 V, 50 c/s
	形式	閉鎖他力通風形
	定格	2 時間

4,500 kW 直流電動機

定格	容量	4,500 kW
	回転数	710 rpm
	電圧	1,500 V
	形式	閉鎖他力通風形, 2 電機子形, 他励式
	最大回転力	250 %, 1 分間

定 格 連 続	
5,000 kW 密封形 イグナイトロ ン 整流器	
定 格 容 量	5,000 kW
電 圧	1,500 V
電 流	3,340 A
タ ン ク 数	24
形 式	GU31 形, 水冷式, 密封形

2.11 高落差模型水車性能試験用 750 kW 2,500 rpm 電気動力計

DC Dynamometer for High Head Model Water Turbine Testing

1961 年, 三菱重工神戸造船所に納入した動力計は, 高落差の水車ならびにポンプの一般性能およびキャビテーション試験を行なうことを目的として製作されたものである。図 2.12 に示すとおり立形形であって, ヒョウ(秤)量装置, 増速装置, などの組み合わせで構成されているが, 模型の性能試験という特殊性質上, 測定精度が 1/1,000 以上であること, 測定回転範囲が 300~5,300 rpm に及ぶこと, きわめて大きなスラスト荷重(約 8 ton)の下での計測であること, 容量も比較的大きいことなど, 従来の設計方法では実現困難とされる点が多かった。

とくに困難とされた点は, 精度の点で, 8 ton 余の揺動部自重と約 8 ton のスラスト荷重をいかに支持し, 誤差トルクを 1/1,000 以下に収めるかにあった。今まで, この種の支持にはコロがり軸受, 油圧を用いた静圧軸受などが使用されてきたが, 前者は精度の点で, 後者は保守の点で採用できず, 結局揺動部重量ならびにスラスト全荷重を薄い板バネで支持する独創的な方法を用い, 揺動部の機械的な反抗トルクを極力除去し, 合わせてデジタル方式の高精度のハカリの採用によって完全に解決した。このほか, 測定回転数の拡張に対しては, 動力計に直結した遊星式増速歯車の採用により, 巨大なスラスト荷重は, 歯車内部に設けられたキングスベリ軸受と伸び補正装置の採用により, また, 直流機としての問題点である整流に対しては 2 重重ね巻きその他直流機の豊富な経験を生かした設計によって, 所期の目的を上まわる高精度の動力計となり反抗トルクの値は, 0.1~0.15 kg-m できわめて安定した値



図 2.12 750 kW 直流動力計
Fig. 2.12 DC dynamometer.

が得られた。

この動力計は自動計測装置を備え, 計測指令によって所定の計測が自動的に行なわれ, かつ記録される画期的なものである。動力計のおもな要目を示すと次のとおりである。

定格 750/690 kW (入力/出力) 440 V 1,570 A
300/2,500 rpm (電圧制御 300~900 界磁制御 900~1,800 rpm (750 kW)~2,500 rpm (無負荷) 1 時間定格。

2.12 高速大容量直流電動機

High Speed Large Capacity DC Motor

1959 年に, 当社内の設備用として下記定格の直流電動機を製作した。

定格 1,500 kW 600 V 2,690 A 1,800 rpm

B 種絶縁 連続定格 単電機子 開放他力通風形 1 台
かかる高速大容量直流電動機は記録品であり, その製作には高度の設計工作技術を必要とする。

直流機の限界出力は, 出力と回転速度の積, すなわち kW (電圧×電流)×rpm 値で表わされ, その値は 3×10^6 といわれている。本機の kW·rpm 値は, $600 \text{ V} \times 2,690 \text{ A} \times 1,800 \text{ rpm} = 2.9 \times 10^6$ となり, 限界出力に, きわめて近い電動機といえる。

本機のおもな特長は, 次のとおりである。

(1) 電機子は市販ケイ素鋼板を使用し, 丸抜き一体鉄心を採用して機械強度の安全と工費の低減をはかった。

(2) コイルは電気的機械的にすぐれている低圧ダイレジン絶縁を施した。

(3) 整流子はフルフローティング形として, 整流子の熱変形による整流への悪影響を防いでいる。

(4) 整流対策として, ブラシの周方向スタガ, スタガしたブラシの形式および材質を十分吟味した。

冷却は, 他力通風と自己通風を巧みに併用することにより, 各部の温度上昇の調和をはかった。

試験の結果は整流, 振動, 温度上昇とも, いずれも満足すべきものであり, 高速大容量機に対する貴重なデータが得られた。

(詳細は「三菱電機技報」34, No. 2 (昭 35) 参照)

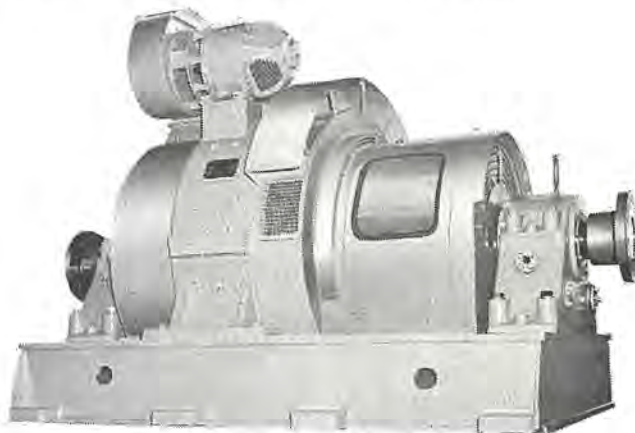


図 2.13 直流電動機 (1,500 kW 600 V 1,800 rpm)
Fig. 2.13 DC motor.

2.13 KM 形 圧延補機用直流電動機 DC Motors for Steel Mill Auxiliaries



図 2.14 KM-606 形 圧延補機用直流電動機

Fig. 2.14 DC motor for mill auxiliaries.

KM 形直流電動機は、日本電機工業会標準規格 JEM 1109 に準拠して製作された、いわゆる 600 番形の三菱標準直流電動機で、負荷の変動が激しく過酷な用途に適するように、電氣的機械的に堅固に計画されているので、圧延補機用のみならず他の分野にも広くご使用いただいている用途の広い標準直流電動機である。

JEM 1109 は、アメリカの鉄鋼技術協会規格 AISE STANDARD を基として制定(1956)されたもので、世界各国でも採用されており国際性をもったワッ 番といえる。

当社は、つとに圧延補機電動機の統一化に着目し、他社にさきかけてこの系列の開発に着手し、1952 年に生産を開始して以来製作台数はすでに 1,500 台を越え、信頼度が高く十分な実績をもっている。

この電動機のおもな特長は次のとおりである。

(1) 互換性が強く打ち出されている。すなわち定格 (3.7 kW 1,025 rpm ~ 370 kW 340 rpm) に対する適用ワッ 番 (601 ~ 624 までは 14 種類) が規定されており、また寸法的には両軸端出しで、中心線に対し前後左右は対称である。

(2) 電機子の CD^2 を低減して制御特性の向上をはかっている。

(3) 過負荷耐量が大い (定格の 250% にも及ぶ)

(4) 構造が堅固であり、また二つ割 フレーム としてあるので内部の点検が容易に行なえる。

(5) 軸受はカートリッジ 形としているので、機械を分解するときも密封のままの状態に軸に残り、ジョイントの侵入の恐れがない。

(6) F 種絶縁を採用し、温度上昇は B 種並みに抑えているので、信頼度がより向上し、かつ酷使により耐えるものとなった。

2.14 一般工業用標準直流電動機

"Super Line D" Industrial DC Motors

スーパーライン D 形直流電動機 (SD 形) は、一般工業用直流電動機として他社にさきがけ開発を完了し、1960 年従来の形とまったくその容ぼうが特色ある五角形の ブラケット を採用した新形直流電動機を発表以来、すでに数千台以上の製作実績をもつ優秀な標準機である。本機は、昨年電機工業会規格として制定された JEM 1170 一般工業用直流電動機規格を満足することはもちろん、各種のすぐれた性能を有する電動機で、当社としては、戦後ずっと製作してきた直流機の系列を新たにしまった新規の製品である。その一般的特長は

(1) 新標準定格を NEMA 規格に準じ、日本でも JEM 1170 として制定し、この定格に基づき各 メーカー が標準品を作るように

第 I 編 三菱電機が誇る技術と製品

図 2.15 SD 形 直流電動機防滴保護 他力通風形 (送風機付)

Fig. 2.15 Type (SD-CF) super line D DC motor, drip proof, forced ventilated, with blower mounted.



なったことは、需要者側、製造者側いずれの側にも有利となった。

(2) 国際性を考え、外形寸法は IEC 規格に準拠したものとし、ワッ 番呼称は IEC と同一とした。

次に性能上の特長は

(3) 回転部の GD^2 低減による過渡特性の改善。

(4) 完全 B 種絶縁採用による小形軽量化。

(5) 十分な過負荷耐量と機械的強度。

構造上の特長は

(6) 保守点検に便利な五角形 ブラケット。

(7) 界磁 コイル の鉄心へのジカ 巻

(8) 定圧力式 ブラシ 保持器

(9) モールド 形 ブラシ ロッカーリング。

次に標準定格としては

出力 0.37 ~ 110 kW までの 20 種

回転数 300 ~ 3,500 rpm までの 9 段階

界磁調整による標準速度範囲の最高は 1 : 4

標準電圧 220 V または 110 V

温度上昇 開放防滴形 60°C B 種絶縁

標準ワッ 番としては

112L から 315M まで 17 ワッ 番を保有している。

なお本機は徹底した標準化と原低をはかり、需要家各位へ低価格短納期で製品を供給できる工場態勢もすでに完了し、現在量産中の標準形直流機である。

(詳細は「三菱電機技報」36, No. 11, (昭 37) 参照)

2.15 工作機用直流機

DC Machines for Machine Tool

最近各種工作機の自動化、高能率化、高精度化に伴って、直流電動機が主軸駆動用、送り用、ナライ 装置用として使用され、大きな成果をあげている。この傾向は、従来比較的得がたかった直流電源が整流器の著しい進歩によって容易に得られるようになり、さらに、制御素子付整流器の発達によって静止レオード 装置が製作されるに至って、ますます盛んとなりつつある。現在一流工作機と称されるもののほとんどに、直流機が採用されていると言っても過言ではなくなってきた。このような状況の下において、当社では業界にさきがけ、電氣的機械的にすぐれ、NEMA 規格に準拠した標準形電動機である SD 形直流電動機 (2.14 章参照) を発表するとともに、工作機のスタイルにマッチした特殊形、ビルトイン 形などの専用機を製作しつつある。これらの電動機は、直流機としての特性をフルに発揮するために、レオード 制御方式を採



図 2.16 工作機用 18kW 直流電動機
Fig. 2.16 DC motor for machine tool.



図 2.17 工作機用電動発電機
Fig. 2.17 MG set for machine tool.

用するものが多く、電源として工場床面積を有効に利用できるような考慮したコンパクトな MG セット、静止レオナードセットなども製作している。

直流機が工作機に採用される理由は

(a) きわめて広い速度範囲が簡単な操作によって得られ、ベルト、プーリ、歯車、クラッチなどが省略できるため機構が著しく簡略化され、操作が容易となること。

(b) 起動停止逆転が容易で経済的に行なえること。

(c) 遠隔操作が可能なこと。

(d) 希望する特性が比較的容易に行なえること。

などがそのおもなものである。この例として当社で製作中の電機品を 2, 3 紹介する。

(1) 平削盤用電機品

現在、110~15 kW 程度の直流機が、テーブル駆動用の標準品として製作されている。この種の電動機は起動、停止、逆転の繰返し動作が連続的に行なわれるため、電機子はとくに低慣性とし、機械的電氣的過負荷に耐え、MG セットによる電源部と組み合わせて効率のよい運転が行なえるよう計画されている。またこの MG は、磁気増幅機、制御素子付整流器などと組み合わせて応答性のすぐれたものとし、テーブルの起動、停止はきわめてすみやかで、能率的な作業が行なわれる。

(2) 中グリ盤用電機品

現在製作中のこの種の電機品は、きわめて広範囲の速度範囲が要求され、主軸および送り駆動用の電動機はレオナード制御によって 1:50 前後が普通である。したがって、電氣的、機械的に十分吟味され使用範囲全域につき振動騒音の少ない設計とするとともに、負荷変動を極力抑え、全域にわたり設定値の 5% 程度としている。

(3) 研削盤用電機品

センタレスグライнда、ロールグライндаなどの電動機は、振動が機械の性能を左右するため、一般に高速低振動のものが要求される。振動は使用範囲全域に対して V5(5/1,000 mm) 以下が普通で、V3(3/1,000 mm) 以下のものも製作している。また、研削液に対する保護として、特殊処理が施されている。

(4) ナライ装置用電機品

自動化、能率化の目的から、低慣性の直流電動機がナライ装置駆動用として、制御素子付整流器とともに使用される。この種の電動機は、きわめて低速度から定格速度まで、指令どおり回転することが要求され、サーボモータとしての十分な特性が与えられている。

以上現在製作中の直流機について概要説明したが、貿易の自由化に伴い、価格面でも西欧諸国製品と十分競争しうる態勢を完了、近い将来、直流機が全面的に工作機に採用されようよう努力を重ねている。

2.16 同期電動機

Large Synchronous Motor

三菱同期電動機は現在まで約 650 台、総出力 550,000 kW にも達し、幾多の記録的製品を製作してきた。最近 10 年間だけで 5,000 kW 以上の大形同期電動機を 17 台製作し、そのほとんどが製鉄工業の熱間および冷間圧延設備の MG、圧延機駆動用に使用されている。その中でも、とくに注目すべき記録品として、八幡製鉄(戸畑)納め No. 4 冷間圧延設備 MG 駆動用 11,500 kW, 11,000 V 14 P 60 c/s 514 rpm 機と、八幡製鉄(堺)納め熱間圧延設備粗圧延機駆動用 5,200 kW, 11,000 V 16 P 60 c/s 450 rpm 3 台をあげることができる。

これらの電動機は、いずれも一連の大きな圧延設備の主要構成機械の一つとして、とくに高い信頼度が要求されるので、豊富な経験のもとに万全の設計と最良の材料を使用して製作されている。

そのおもな特長は

(1) 圧延負荷が衝撃荷重の繰返しとなって電動機に印加されるので、トルク伝達部および基礎関係には十分な強度と剛性を持たせてある。

(2) 瞬時過負荷が熱延用では 300%、冷延用では 200% にもなるが、これに十分耐えるような脱出トルクを与えている。

(3) 制動巻線(起動巻線)は、起動時加速や負荷角動揺時、過熱折損することのないよう、300°C の温度でも機械的強度が変わらない耐熱性特殊合金を使用した堅固で強力なものを使用している。

(4) 高圧固定子コイルには、サーマステック絶縁(当社商品名ではダイレジン絶縁)を採用しているので、瞬時過負荷時の熱的、機械的ストレスに耐え、寿命も著しく長くなっている。低圧の界磁コイルも機械的に強力なアルキッド系サーモセット合成樹脂で処理してある。

(5) 冷却は開放管他力通風形を採用し、発熱源として考えられる固定子鉄心は、高級なケイ素鋼板を使用し、鉄心の軸方向に、適当数の導風形状を有する通風用ダクトを配置し、界磁フィラ端部には冷却用フィンを形成させ、機内温度上昇が均一になるように留意してある。

(6) 瞬時過負荷時は強制励磁を行ない、自動力率制御を行な



図 2.18 八幡製鉄(堺) 熱間連続圧延設備粗圧延機
駆動用同期電動機

Fig. 2.18 5,200 kW synchronous motor for roughing
stand of continuous hot strip mill.

っている。

(7) 熱間圧延機用 5,200 kW 同期電動機には、非常停止用としてダイナミック制動を行なうようにしてある。

上記粗圧延機駆動用 5,200 kW 3 台は、連続熱間圧延設備の No. 4～No. 6 スタンド用であるが、No. 2～No. 3 スタンド用として 3,700 kW 同期電動機 2 台も同時に納入しており、世界でも屈指の大容量最新式熱間連続圧延設備となっている。

また 11,500 kW 冷延用同期電動機と同時に、9,200 kW 2 台も同時に納入し、わが国の代表的な連続冷間圧延設備となっている。

そのほか、化学工業向け圧縮機駆動用として出力 2,000～4,000 kW のもの、セメント工業向けの重負荷起動用に電磁クラッチ同期電動機など、幾多の記録的製品を製作納入し、好調に運転中である。

2.17 大容量高速度三相誘導電動機

Large Capacity, High Speed Three Phase Induction Motor

当社は、2 極誘導電動機としては記録的な 5,800 kW 機を 1961 年に製作した。本機は現在好調に運転を続けている。このほか 8,800 kW 4 極電動機を完成し、現在 2 極 6,000 kW、4 極 11,000 kW 機を製作中である。

表 2.4 に当社が製作した 5,000 kW 以上の 2 極、4 極誘導電動機を示す。

大形高速度電動機の回転部分は、遠心力により非常に高い応力を受けるので、高抗張力の材料を必要とし、かつ回転子コイル、リード、スリップリングなどが、遠心力で変形・損傷を起こすことのないよう、構造にはとくに注意を払わねばならない。さらに振動冷却などの面で低速機にはない種々の問題を含んでいる。

表 2.4 の各電動機的设计計算の一部に電子計算機 (IBM7090)



図 2.19 三相誘導電動機
5,800 kW 11,000 V 60 c/s 2 P 3,600 rpm
Fig. 2.19 Three phase induction motor.



図 2.20 三相誘導電動機
6,600 kW 11,000 V 60 c/s 4 P 1,800 rpm
Fig. 2.20 Three phase induction motor.

表 2.4 大形高速度誘導電動機

出力 (kW)	電圧 (V)	周波数 (c/s)	極数	同期回転数 (rpm)	回転子形式	製作年
5,800	11,000	60	2	3,600	巻線形	1961年
6,000	6,300	"	"	"	"	製作中
6,600	11,000	"	4	1,800	"	1964年
8,800	6,600	"	"	"	"	"
9,500	6,000	50	"	1,500	"	製作中
11,000	"	"	"	"	"	"

【注】 製作中のものは 1964 年中に完成予定

を用い、これらの複雑な問題をすべて満足に解決している。

表 2.4 の電動機は全部速度制御は行わず、電動式スリップリング短絡装置・ブラシ引上げ装置を備え、運転中のブラシの摩耗を防止している。保護方式は全閉内冷形を採用し、完全な防シと騒音の低下をはかっている。

2.18 U ライン三相誘導電動機

U-Line Three Phase Induction Motor

当社では、200～1,500 kW 程度の電動機の新しいシリーズとして、U ライン 系列の電動機を開発した。U ライン 系列では、開放防滴形のみでなく、開放屋外形、全閉外扇形、全閉内冷形、サイレンサ付など種々な形式の電動機が製作できる。

U ライン 電動機の特長は次のとおりである。

(1) 点検・保守が容易である。

カバー類を取りはずすと、コイル部、鉄心部が完全に露出し、従来の形式のものでは点検できなかったすみずみまで点検でき、保守が容易である。

(2) 分解が容易である。

上記のように、細部まで分解できるので、限られたスペースでの分解組立が可能である。

(3) 騒音を低下できる。

U ライン 電動機では、カバー類が簡単に取りはずされ、その上形状が簡単であるので、カバーの内面に消音材をはり、騒音を低下させることが容易である。

(4) 振動が少ない。

U ライン 電動機は、ベダスタル形であり、ブラケット形と異なりフレームの振動が直接軸受に伝わることなく振動が少ない。ベダスタル単独をライナで調整できて空ゲキの調整も簡単である。



図 2.21 U ライン
電動機外観
Fig. 2.21 U-line
three phase induction motor.

2.19 スーパライン A モーター
Super Line A Motors

スーパーライン A モートルは、1956 年電機工業会から発表された新 NEMA 寸法を基礎とした新 JEM 寸法に基づく新系列三相誘導電動機で、同年 8 月以降漸次整備を行ない、防滴保護形および全閉外扇形を基本形式とし、横軸（当社名 SB-A および SF-A）、立軸（SB-V および SF-V）およびフランジ形（SB-F および SF-F）、ワッ 番は 910 フレーム から 2653 フレーム、極数 2, 4, 6, 8, 10 および 12、出力 0.2~125 kW の カゴ形および巻線形を含む、広範囲にわたる機種を生産している。

この新形モートルは、従来のモートルと比較し著しく小形軽量化されているにもかかわらず、JIS C 4201（低圧三相誘導電動機規格）および JIS C 4202（高圧三相誘導電動機規格）の特性ならびに温度上昇に、十分な余裕をもって合格しており、とくにこの新形モートルは、固定子ミジ形状、カシメの形状の改善を図り、新しいケイ素鋼板ならびに従来の 2 重銅巻あるいは 2 重紙巻銅線に代わり PVF 線、最近では PEW 線などの合成樹脂焼付電線を採用することにより、従来のモートルに比較し、10~25% の重量軽減が図られている。

また当社で特許をもつ「スピード・トルク直視装置」を活用し、固定子と回転子のミジ数組み合わせを適正に選定し、起動時トルク異常現象を除去すると同時に、振動、騒音などの減少が図られ、ダイカスト回転子については各種の特殊処理を施し、その欠陥が完全に取り除かれている。

構造についても、フレームは完全な全閉構造の鋳鉄製で各部の強度には十分な考慮が配られ、過酷な使用に耐えることができる。またブラケットは、円周の 1/4 部分に相当する底部だけに通風口をもつ鋳鉄製で、防滴構造であるばかりではなく、通風口には 12 mm 以下の間隔で当社独特のガードワイヤを設け、通風効果を阻害することなく完全保護形構造となっている。フレームが全閉構造となっているので、壁取付、天井取付などの際も、ブラケットを 90 度あるいは 180 度回転させることにより、簡単に床取付の場合と同じ保護方式とすることができる。

一方全閉外扇形ならびに全閉形は、いずれもフレーム、ブラケットとも完全な全閉構造の鋳鉄製であり、一般にもっとも弱点とされている軸貫通部には、当社独自の合成ゴム製の「フリッジ」が軸に押し込まれ、軸を伝わって侵入する水滴その他の異物を、遠心力作用によってはね飛ばし、密封効果は一段と強化されている。

軸受には「シールドボールベアリング」を採用し、従来の開放形ボールベアリングに比べ、保守の手間が省け好評を博している。

その他、当社独特な形状の「ラードスプリング」の採用、また通風構造についても、防滴保護形には回転子バー、エンドリングとともに、一体に鋳造されたアルミファンによる軸流方式を、また全閉外扇形には、フレーム、ブラケットの表面に多数の放熱ヒレを設け有効な冷却方式を採用するなど数多くの特長をもつ。

またスーパーライン A モートルは、材料の進歩に伴い、その採用についての確実な実験の裏付け、独自の開発になるダイカスト回転子の欠

陥検出器、巻線絶縁強度のプロセスチェックにサービステストを使用するなど、完全な品質管理の施行により、絶えず品質の向上が図りながら、1956 年以来今日まで国内はもちろん広く海外へも進出し、需要家の好評を博している。

図 2.22 は当社の誇る新形スーパーライン A モートルの一部を示す。

2.20 はん(汎)用 E 種絶縁誘導電動機

"E" Class Insulation Induction Motor

最近わが国においても、IEC 寸法に準拠した E 種電動機を将来のはん用電動機と考えており、日本電機工業会においても、E 種電動機の規格制定を急ぐなど、にわかに脚光を浴びてきている。事実ヨーロッパでは、すでに E 種電動機を A 種電動機に代わるはん用電動機として量産している現状である。E 種電動機は電動機のワッ 番が A 種の場合より 2~3 段下がっている。一般に電動機の絶縁階級を上げ、電動機を小形化する場合、ワッ 番を 1 段下げることが普通であることと比べると、E 種電動機がいかに小形化されているかわかる。電動機がこのように小形化されたにもかかわらず、電動機の電気的特性がすぐれ、また温度上昇にも十分な余裕を持たせるには、新しい絶縁材料を使用することと同時に、設計ならびに工作技術に改善がなされなければならない。

IEC 寸法の採用により、新しい鉄心系列の整備が必要となるが、鉄心は電動機の中で最も重要な部分であるので、とくに注意を払った。すなわちミジの形状、外径と空ゲキ径の関係などをコンピュータを用い十分に検討を加え、磁気材料と導電材料との配分を適正にした。とくに回転子鉄心には新しく全閉コウ(溝)を採用し、電動機の特性を向上させた。全閉コウを用いると、磁気抵抗の変化に基づくパーミアンス高調波が少なくなり、同時に半閉コウの場合に問題となる旋盤加工による漂遊負荷損の増大(旋盤切削により生じた Al の削りクズが鉄心積層板間に詰まるため異常損失を発生する)がなくなる。実地試験の結果でも励磁電流、鉄損、漂遊負荷損が少なくなり、温度上昇も低いことが実証された。ただし全閉コウでは、鉄のブリッジ寸法や磁束密度の偏いにかんによっては、二次漏れリアクタンスが非常に大きくなり、トルクが著しく減少することがあるので、その点も十分留意した。

E 種電動機においては、同一ワッ 番に対する出力が増加するので、同一フレーム内に発生する熱量は必然的に増加する。このため E 種電動機は、従来の A 種電動機以上に冷却効果に考慮を払わなければならない。一般に、電動機の保護形式には大別して、開放防滴形と全閉外扇形とがあるが、開放防滴形の E 種電動機に対しては現在の標準品である SB-A モートル以上に通風効果を良くし、外観もより近代的なスタイルにした。また全閉外扇形に対しては、ブラケット、フレームの形状を合理化すると同時に、冷却フィン数をできるだけ増加し冷却面積の増大を図った。もちろんファンの形状、ファンガイドなども改良し、風量の増加、冷却風路の改良も図った。

E 種電動機に用いる絶縁材料は、主としてポリエステル樹脂系のものであり、電線としてはポリエステル電線、スロットセルとかセパレータにはマイラー・コンビネーションを用いている。これらは、いずれも耐熱性がすぐれ、絶縁材料の厚みが A 種の場合と同じであるにもかかわらず、温度上昇限度を 15°C も高くできる。このことは電動機を小形化する上に非常に重要な点である。一般に絶縁階級を上



図 2.22 SB-A 形 スーパーライン A モートル

Fig. 2.22 Type SB-A super line A motors.

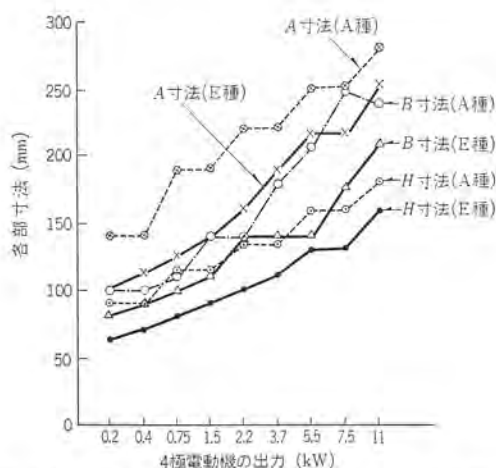
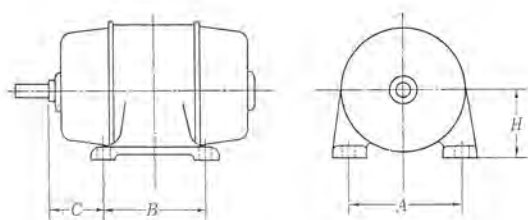


図 2.23 E 種絶縁電動機と A 種絶縁電動機の主要寸法
Fig. 2.23 Fundamental dimensions of "E" insulation E motor and "A" insulation A motor.



図 2.24 同定格の E 種絶縁電動機 (左) と A 種絶縁電動機 (右)

Fig. 2.24 Insulation E motor (left) and insulation A motor (right) for the same output rating.

げれば、それだけ電動機は小形になると考えられがちであるが、絶縁材料の厚さが増加すれば、スロット内に入りうる電線はそれだけ細くなり、絶縁階級を上げたがために温度上昇が高くなる。H 種絶縁を例にとると、当社では電線に 2 重 ガラス 電線を、セパレータなどにはマイカシートを用いる。そのためスロット内の有効断面積が減少し、電動機の温度上昇限度が上ったにもかかわらず温度的にはそれほど楽にならない。ところが E 種絶縁では、この種の懸念がまったくなく、電動機を小形化するのにきわめて合理的な絶縁材料であるといえる。

以上当社の E 種電動機の概要について述べたが、E 種電動機は小形化のため、設計上非常に切りつめられるので、従来の A 種電動機の場合以上に、各社の技術水準の差異が如実に現われる。幸い当社の E 種電動機は、長年の豊富な経験と最新の技術水準に基づいて製作されているので、新時代の要求に十分 マッチ した製品であると確信している。

2.21 三菱レクチフロードライブ

Recti-flow Drive

三菱 レクチフロードライブ は、誘導電動機と直流電動機および最近急速の発展をみた シリコン 整流器を組み合わせた、すぐれた運転特性をもつ可変速電動機で、12~1,500 kW 容量範囲ですでに 40 台近くの納入実績をもち、各界の好評を得ている。

三菱レクチフロードライブには、誘導電動機と直流電動機を直結し、誘導電動機を速度制御するとき発生する スペリ に比例した二次 スペリ 電力損を、直流電動機でもって機械的出力として回収する クレーマ 方式の直結形 レクチフロードライブ (単に レクチフロードライブ とともいう) と、直流電動機と誘導電動機とは別置し、直流電動機で誘導発電機を駆動し、誘導電動機の スペリ 電力損を電源に返還して回収する セルピウス 方式の変形 レクチフロードライブ の 2 方式がある。

直結形、変形いずれの レクチフロードライブ においても、

(1) 直流電動機の界磁電流を制御することにより、小さな制御電力で広範囲にしかも連続無段階的に速度制御できる。

(2) 分巻特性をもち、自動調速装置なしでもすぐれた速度特性をもっている。自動調速装置を設ければ、さらに精密な速度制御を容易に行なうことができる。

(3) 全速度制御域にわたって、高効率の運転を行なうことができる。

などの特長をもち、さらに直結形 レクチフロー では本質的には定出力特性を有し、

(4) 誘導電動機と直流機で起動 トルク を発生し、小さな起動電流で大きな起動 トルク を発生しうる。

また変形 レクチフロードライブ は、本質的には定トルク の特性で、

(5) 直流機の回転数は、誘導電動機の回転数に無関係に、最適回転数を選択でき、直流機を小形化できる。

(6) 直流電動機と誘導電動機は、負荷を駆動する誘導電動機の設置場所とは無関係の条件の良い所に設置できる。

などの特長をもっている。

直結形 レクチフロー は小容量の一般用可変速電動機として、あるいは運転 トルク に対し非常に大きな起動 トルク が要求される用途 (たとえば、セメントキルン) に好適のものであり、変形 レクチフロー は、大容量、または低速度の可変速電動機として、あるいは電動機設置場所の周囲条件が悪かったり (たとえば化学工場)、寸法的制限のある場合の用途に対し好適のものである。

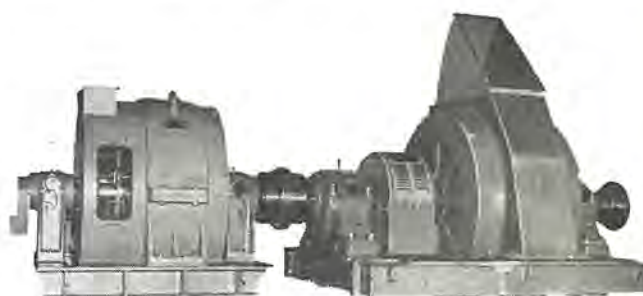


図 2.25 1,500 kW ドレッジ主ポンプ駆動用レクチフロードライブ
Fig. 2.25 1,500 kW recti-flow drive for pump dredger.

2.22 モグラモートル

Maulwurf Pump Motor

当社が徳山曹達株式会社へ納入した、アンモニア 合成装置高圧 ガス 循環 用三相誘導電動機は、その仕様構造などがきわめて

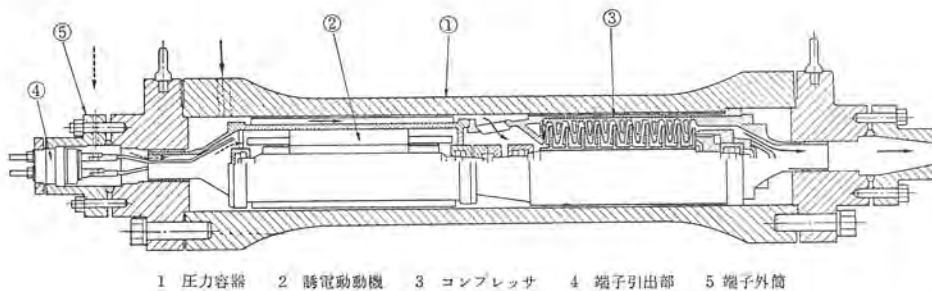


図 2.26 高压ガス循環ブロウの組立断面図

Fig. 2.26 Cross section of high pressure gas circulating block.



図 2.27 電動機の外観

Fig. 2.27 Exterior view of motor.

特殊であって、これまでわが国においては製作例がないものである。この電動機は出力 180 kW、電圧 440 V、周波数 60 c/s の 2 極機で、三菱重工業株式会社神戸造船所で製作されたブロウ (200 ~ 300 kg/cm² に加圧された N₂, H₂ に少量のアンモニアの混合ガスを 15 ~ 25 kg/cm² 程度昇圧させる多段ブロウ) と直結され、きわめて堅固な耐圧容器に組み込まれて、6 か月間の連続運転をするもので、運転中、休止中を問わず常に外界とシャ断されているで、モグラモートル(ポンプ)と呼ばれている。この方式によれば、これまでのレシプロ式のコンプレッサと比較して次のような多くの利点を有している。

- (1) 吐出ガスに脈動がない。それで関連諸機械に衝撃を加えることがない。
- (2) 回転部やシユウ動部で高压ガスをシールする必要がないので、ガス漏れの恐れがない。
- (3) 高压ガスに混入する潤滑油量がきわめて少ないので、触媒の寿命を著しく長くする。
- (4) 基礎の据付が簡単で屋外の適当な場所に設置できるので、基礎、建屋がほとんど省略でき、配管も簡単である。

次にこの電動機の構造としては、図 2.26 および図 2.27 に示すように耐圧容器に組み込まれるため外径に比べて軸長が長くなっている。フレームは鉄板溶接製で、その外周には多数の冷却ヒレが設けられており、図 2.26 の実線の矢印で示すように送り込まれる混合ガスが、フレーム外表面を流れる際に電動機に発生する損失熱を放出する構造になっている。回転子は高压ガスの中での高速回転であるので、風損を減少せしめるため深ミジカゴ形のミジは閉コウ(溝)として表面をなめらかに仕上げ、エンドリング、バーなどの突出部にはステンレス製のカバーを固くはめ込んで、風損軽減とガスによる腐食から保護している。軸受は外部からの点検がまったく不可能であり、しかも長期間の連続運転を行なう過酷なもので、潤滑がきわめて困難で、普通の電動機のように適宜グリスを補給することができないので、組み込むときにグリスを充テッしておき、運転中には、一定間隔ごとに一定量の潤滑油を送り込む構造となっている。

以上簡単にモグラモートルについて述べたが、今後この種の高压ガス循環ブロウは合成化学工業などに広い用途を持つもので、当社がわが国で最初のものを製作したことは、きわめて意義が深い。

2.23 キャンドモータポンプ

Canned Motor Pump

最近の原子力工業の発達、火力発電所の高压ボイラの出現、化学工業の発展に伴い、キャンドモータポンプが脚光を浴びるに至った。

キャンドモータポンプは、高温高压の流体、危険性流体を無漏エィで循環させるのに用いられ、図 2.28 のようにモータとポンプを共通軸にして、一つのケーシングに納めたものである。ケーシング内のモータ部、ポンプ部とも運転に先だって系統と同一の流体が入れてあるので、モータ・ポンプ間に流体の交流はあっても、共通ケーシングから外へは漏れない。したがって普通のメカニカルシールと異なり、回転部のシールがなく信頼性が非常に高い。なおモータのコイルや鉄心が直接流体に接触しないように、ステータ、ロータにはステンレス鋼の薄いキャンをかぶせて保護している。

上記のようにキャンドモータポンプは特殊な構造であるので、耐圧構造、冷却、軸受材料、潤滑法など設計、製作上多くの問題がある。

当社はこれらの問題を解決し、国産最大の下記定格のキャンドモータポンプをはじめ多数のキャンドモータポンプを製作している。

定格入力	350 kVA
電圧	440 V
周波数	60 c/s
同期速度	1,800 rpm
絶縁階級	H 種
定格	連続
ポンプ揚程	70 m
流量	1,200 m ³ /h
流体温度	300°C
流体圧力	140 kg/cm ²



図 2.28 350 kVA キャンドモータポンプ

Fig. 2.28 Canned motor pump.

2.24 大形水中モートル

Large Water Submersible Pump Motor

水中 モートルポンプ の需要が増加するに従い、工業用水としての地下取水、河川取水および上下水道設備などに、大形水中 モートル (100 kW 以上 2~24 極) が要求せられるようになってきた。

大形水中 モートル としては、最も水中絶縁性能が安定で、しかもいずれの用途にも適する湿式を使用するのが望ましい。大形水中 モートル は、地下取水用を除いては外形寸法に特別な制限がなく通常一般 モートル に近い形状となるが、水中での回転によって生ずる円筒摩擦損失をできるだけ減少させるため、一般 モートル に比べ細長い形状となる。固定子 コイル は 400 V 級のものでは、耐水性はもちろんのこと、環境キ裂性および耐熱性の良好な架橋ポリエチレン 電線が使用され、高速機においては単層巻が、低速機では 2 層分布巻線方式が採用される。機械損を減少させるため全閉 コウを採用し、トンネルロット として巻線する方式よりも多少の機械損の増加は認めても、普通の巻 ワク を使用して半閉 コウに巻線する方法が多く使用される。外部 ケーブル との接続はネオレン系の ゴム を使用し、加熱加硫する方式が使用される。

軸受は、固体潤滑剤を主材とした合成樹脂軸受が使用される。

とくにスラスト 軸受は、相当の ポンプスラスト 荷重に耐えるためミッチェル 式構造を採用する。ラジアル 軸受も スラスト 軸受同様自動調心形のものを採用する。軸受は モートル 内部の水で潤滑、冷却が行なわれるので、水の特性を考慮した適切な スキマ の選定と構造の決定とが行なわれる。回転子は通常全閉 コウ とし、表面を平滑に仕上げて回転による摩擦損失の減少を図る。軸はステンレス 鋼が使用され、回転子全体として完全な ダイナミックバランス がとられる。内部に封入した水の温度上昇による膨張、収縮を調整するための適切な調整装置が設けられる。内部封水の外部への流通を妨げるため、各 ハメアイ 部分は厳密に加工され、パッキン を併用して締め付けられる。とくに軸 シール としては、特殊材料使用のメカニカルシール と ダスト 防止用の オイルシール を併用する。

使用材料として、主要部分にはステンレス 鋼および黄銅系材料を使用し、鉄心および鋳物部品のように耐食性材料を使用できないものは、特殊塗料の焼付を行ない防シヨウの完べきを期している。

大形水中 モートル においては、回転子の周速が相当増大するので回転子表面の円筒摩擦損失がきわめて大きく、出力の 10% 以上にも達する。したがって、効率は同一出力の一般 モートル に比

べ 5~10% 低下する。水中 モートル は水中で運転されるため、過負荷に対しては熱的に相当の余裕があるが、拘束時のように、瞬時の大きな発熱に対しては、コイル の熱容量が小さいこと、コイル の耐熱性が一般 モートル に対し低いため拘束時の保護にも十分の留意が必要である。とくに大形水中 モートル ではこの傾向が著しいので、さらに厳重な保護装置が必要である。

2.25 防爆形誘導電動機

Explosion Proof Induction Motor

わが国の防爆規格は、炭坑用の「坑気防爆型電気機器 JES-93 (1944)」を原案とし、1950 年に制定された「電気機器の防爆構造 JIS C 0901」さらに「JIS C 0901」があり、また メタンガス 以外を対象とする一般工場用としては、1955 年に労働省産業安全研究所の技術指針「工場電気設備防爆指針」を骨子として、1962 年に JIS C 0903「電気機器の一般用防爆構造通則」があり「JIS C 0901」「JIS C 0903」ともに、さらに改定計画が続行中である。本邦の防爆規格は大部分が ドイツ の防爆規格 VDE 0170, 0171 を根拠とし、IEC, UL 規格を加味した国際的にも高度のものと言われている。

当社の防爆形電動機は、もちろん JIS C 0901, 0903 および前出の防爆指針に準拠して製作され、かつて坑気防爆に始まり最近の化学工場向けに至る古い歴史とともに歩んできた。したがって、わが国内の市場占有率は 30% 以上と推定される。とくに耐圧防爆形電動機は小形、大形の別なく、当社に設置されている本邦最大級の爆発試験設備により試験され、またこの装置により防爆上の基礎実験もたゆみなく続行され、多くの成果をあげている。このほか、外国規格に準拠した輸出向け防爆形電動機も製作の経験を有している。また従来耐圧防爆構造では困難とされていた爆発等級 3 級 ガス、たとえば水素 ガス、2 硫化炭素、アセチレン などの内、水素 ガス に対する耐圧防爆形電動機も製作可能である。この電動機は回転部分の防爆 スキ がとくに小さいため、スキ の接触に至る最悪事態を未然に防ぐ軸接触検出装置を備え、安全性にさらに一歩前進したもので、とくに内圧防爆形では取扱上、コスト の面から不利な中容量以下に広く採用されるもので注目されている。

安全増防爆形電動機は日本、ドイツ、IEC などに採用され イギリス、



図 2.29 190 kW 4 P 大形水中モートル

Fig. 2.29 190kW 4 P large water submersible pump motor.



図 2.30 水素ガス耐圧・防爆 XF 形誘導電動機、軸接触保護装置付 25kW 6P 220V 60c/s
Fig. 2.30 Flameproof for hydrogen gas, type XF induction motor with shaft contact protecting device.



図 2.31 MSB-X 形安全増防爆形誘導電動機
400 kW, 3,300 V 60 c/s 10 P 720 rpm
Fig. 2.31 Increased safety type MSB-X induction motor.



図 2.32 MSE-GPX 形内圧防爆形誘導電動機
6,600 kW 11,000 V 60 c/s 4 P 1,800 rpm

Fig. 2.32 Pressurized type MSE-GPX induction motor.

アメリカには存在しない機種であるが、技術上にもコスト的にも耐圧防爆形と非防爆形の中間のものとして、ちょうがられ増加の傾向にある。当社の標準形安全増防爆形電動機は、温度上昇限度の規定が 10°C 低いにもかかわらず耐圧防爆形と同一の JEM 1110 により、とくにカゴ形の拘束時温度上昇に考慮を払い、新しい温度保護装置などを考案している。

以上量産機である耐圧防爆、安全増防爆形電動機は、いずれも防食上の必要ある場合に対しあらかじめ考慮された構造とし、防食処理のみで完全防食形の防爆形電動機とすることができる。大容量の安全増防爆形電動機は、一般に高電圧の巻線形であり本体は閉鎖通風形が許容され、スリッパ部分のみ防圧防爆構造となり記録的製品も少なくない。内圧防爆形は量産品とはいえないが、とくに超大容量として 11,000 V クラスの巻線形に 6,600 kW 4 P という記録品を有する。このほかにも多数の製作例がある。現在輸出向け標準防爆形電動機として取付寸法と絶縁の問題があるが、当社は世界に広く採用されている IEC 寸法を採用し、絶縁をヨーロッパ式の E 種とし小形化するとともに、端子箱は保守上から逆に大形化するなど過去の経験をすべて盛り込んだ新製品の生産を用意している。プラント用大容量防爆形電動機の輸出も期待される。

2.26 防爆電気機器爆発試験設備

Explosion Test Equipment for Explosion-proof Electric Apparatus

炭坑および化学工場などにおける防爆電気機器の使用は、自動化が進むにつれて増加している。しかも、その安全性の信頼度は高くなければならない。爆発災害を防止するには、信頼度の高い防爆機器を使用する以外に道はない。当社においても数十年来優秀な防爆電気機器の製造を続けてきたが、技術の向上と信頼度が高く、価格の安い製品を世に送り、労働災害を防止するために、この設備を活用するものである。

(1) 建物

鉄筋ブロック構造とし、建坪 85 m^2 、密閉形試験室、開放形試験室、観測室、高圧ガス容器室の各室に分かれている。

(2) 密閉形爆発試験設備

大形密閉形爆発試験容器は、内容積 $1,100\text{ l}$ 、内径 $1,000\text{ mm}$ 、高さ $1,540\text{ mm}$ 、最高常用圧力 15 kg/cm^2

小形密閉形爆発試験容器は、内容積 240 l 、内径 600 mm 、高さ $1,016\text{ mm}$ 、最高常用圧力 15 kg/cm^2 。

高圧ガス混合容器は、内容積 240 l 、内径 400 mm 、高さ $1,700\text{ mm}$ 、最高常用圧力 15 kg/cm^2 。

その他付属装置は、真空ポンプ、コンプレッサ、2 トンホイスト、点火装



図 2.33 防爆実験室全景

Fig. 2.33 View of explosionproof room.

置、爆発圧測定装置。

(3) 開放形爆発試験設備

内容積 $30,000\text{ l}$ 、角形容器、前面および上面開放（試験の際ビニール膜で密閉する）

ガス循環ブロー、10 トンチェーンブロック および台車を備え、その他は密閉形と共用して使用する。

(4) 設備の特長

この防爆実験室には密閉式と開放式の両設備を備えている。当社はこれまで、安全性の高い防爆電気機器の製作とこの種機器の試験研究にも力をそそいできたが、この試験設備により、より安全度・信頼度の高い防爆機器の開発および構造試験のみでなく、防爆機器製作の基礎となるガス爆発現象の解析、爆発時における強度計算などの研究も行なうものである。

試験設備は、密閉形爆発試験装置に重点を置いている。密閉形大容器は内容積 $1,100\text{ l}$ で、この形式のものとしては、わが国では例のない最大のもので、水素ガス、メタンなどの爆発性ガスの混合および爆発試験を、観測室の操作バルブ、スイッチによって連続的に、しかも短時間に実施できる。

密閉形爆発試験装置は開放形に比べ、空気とガスの混合比を容易に測定できると同時に、初圧を任意に変えることができるので、引火試験、強度試験を同時に行なうことができる。また開放形におけるような大音響を発生することがなく、非常に静かに、安全に試験を続けることができる。

開放形爆発試験装置においては、内側寸法が $2.5 \times 3.5 \times 3\text{ m}$ であるからこの寸法以下の製品であれば前記密閉形と同一要領で観測室において試験を続けられる。またこの試験は試験そのものに相当の危険が伴うために配管、配線の随所に保護装置、警報器、ランプを取り付けて、2 重 3 重の保護を行なっている。

（詳細は「三菱電機技報」36, No. 6 (昭 37) 参照）

2.27 防食形誘導電動機

Corrosion Proof Induction Motor

当社の標準完全防食形電動機は長い伝統を有し、日進月進の化学工業に対応して、今なお進展を続けている。当社は防食の基盤を高いところにおき、たとえば一小部品といえど完全防食部品として製作されるし、固定子コイルは最も特長というべく、不飽和ポリエステル系のダイアレンの厚い保護層によりコイルの内外を固め、防食と電気的特性を大幅に向上させている。その他エポキシ塗料を厚く塗装し、端子箱の構造にも特別の考慮が払われている。構



図 2.34 防食屋外形ダイアレジ処理 CF-WD 形 50 kW, 4 P, 400 V, 50 c/s 誘導電動機

Fig. 2.34 Corrosion proof, out door use, Diaresin treated type CF-WD induction motor.

造部分ではできるだけ鋳鉄を採用し、取付 bolt 類は防食 パテ で埋め込むことなどにより、文字どおりの完全防食形であるが、なお腐食をまぬがれ得ない強度の腐食状況が存在することもある。

かかる場合の防食については、構造物そのものに大幅の耐食性を持たせねばならない。また完全防食を用うるまでもない場合は、防食第 2 種と称し、準防食として外部防食塗装のみで対処するシリーズもある。すなわち完全防食の防食第 1 種シリーズと、準防食の防食第 2 種シリーズが準備されている。量産品とはいえない大容量機の完全防食形も多数の製作例があり、業界に優位を誇っている。

2.28 モーターローラ

Motor Roller

三菱 モーターローラ は、製鉄、製鋼およびその他金属工業において、材料輸送の ローテーブル に使用され、それらの生産合理化の一助として大いに活躍している。

モーターローラ には、その用途から次のような機能を要求される。すなわち

- (1) 単独運転の特長を生かすため、据付、取はずしが簡単にできること。
- (2) 材料輸送中の衝撃に十分耐えうる機械的強度を有すること。
- (3) 高温、高熱材を運搬し、かつ周囲状況が悪いので耐熱、防じん形であること。
- (4) 起動、停止がひんばんであるから、大きな起動 トルク を必要とし、かつ起動電流が小であること。
- (5) 輸送材料および ローラ などの大きな慣性体を、ひんばんに正逆回転を行なうので、起動および逆転のときに電動機内部に発生する大きな熱損失に十分耐えうる熱容量をもった電動機であること。

三菱モーターローラは 1937 年製作開始以来、長年にわたる製作実績と使用経験を生かし、工場ごとに、テーブル ごとに異なる仕様に対し



図 2.35 1.5 kW 8 極 2 段減速式 モーターローラ 寸法 350 φ×1,500 L

Fig. 2.35 Motor rollers of double stage gear reduction.

性能的にかつ経済的に最適のものを製作納入し好評を博している。

種類も電動機では 0.4 kW から 11 kW まで、絶縁種別も A 種から H 種まで ローラの形状では通常の円筒形のほかに 鼓形、ミジ付あるいはツパ付 ローラ など、幾多の要求に応じたものを製作し市場占有率も 60% 以上と驚くべき高率を確保している。

2.29 モータープーリ

Motor Pulley

土建業、一般工業、船舶など各種産業分野で活躍する三菱 モータープーリは、長年の電動機および歯車の製作経験をもとにして、1958 年、1 kW の量産開始以来製作機種を拡大し 0.1 kW から最大 7.5 kW まで標準機種とし、その豊富さにおいてはわが国随一との自信を持つに至っている。

以下に、三菱 モータープーリ の特長を記し参考に供したい。

(1) 特殊歯車配列

減速方式は構造を簡単にするため、最終段に内歯歯車を使用した単純歯車減速方式を採用し、3 段または 4 段減速を標準としているが、その歯車配列を プーリ 内で占める歯車の位置関係を考慮し、3 段減速の場合 2 列、4 段減速の場合 3 列と減速段数よりも 1 段分少ない段数と同じ列数となるよう配置し、全体の大きさを小形化、軸受支持の強化をはかっている。

(2) 合理的な給電方式

給電用外部 キャブタイケーブル 引出し側固定軸に、内部口出線が十分たわむ余裕を持つスペースを設け、外部 キャブタイケーブル の損傷による取り換えのとき、スペース 内にたわませた内部口出線の長さだけ内外部電線の接続部を外側へ引き出し、機体を分解することなく作業ができる構造としている。

(3) ブレーキ付 モータープーリ

惰走防止、定量運搬、急傾斜 コンベア の逆走防止などを目的として、円板形電磁 ブレーキ を装着した モータープーリ も製作しているが、コンベア の取付方法は標準のものと同要領であり、ブレーキ が必要な場合本体から容易に分離することができる構造である。

以上のように、用途に最も適するよう設計製作された特長および性能を認められ、市場占有率も漸次高くなり 30% 以上となった。



図 2.36 BN-1B 形 モータープーリ 1 kW 4 P 200/220 V 50/60 c/s

Fig. 2.36 Motor pulley.

2.30 電気ホイスト

Electric Hoist

電気ホイストを当社で製作し始めてからすでに 30 年、その伝統的方針としての安全第一、小形軽量、取付・操作簡便の 3 原則を受け継ぎながら、時代の進化とともに開発・改良を行ない、現在

では小は 100 kg から大は 20 t に至るまで、あらゆる荷役条件と周囲環境に適するいろいろの機種が豊富にそろっていることは業界随一である。とくに現在量産している「B 形」シリーズは、従来の ホイスト で不満に感じていたいろいろの事項を改良した、いわば理想に近い ホイスト として需要家に対し自信を持って推奨できるものである。上記により需要も着実な伸びを示し、現在では国内需要の約 30% に達しており、輸出も 30 万トンを含め、だんだん増加しつつある。とくに長年の技術と経験の積み重ねと、試験研究の結果完成した国内最大容量の 20 t ホイスト や、完全な工場防爆形 ホイスト などは、当社の独占的存在といえよう。

現在量産中の B 形 ホイスト について、次にそのおもな特長の項目のみ列記する。仕様・機種など詳細については別途当社 カタログ (L-30024-P) をご参照願いたい。

- (1) 押しボタン操作方式で運転容易
- (2) 片側 2 輪駆動方式採用により曲線レールでもスムーズに走行できる。構造簡単で取付工事や保守が簡便。ヘッド が低く、フック が高くまで巻き上げられる。
- (3) モノレール 電動走行形に新方式の走行 ブレーキ 採用
- (4) 電動機に E 種絶縁採用
- (5) 高性能・長寿命の電磁ブレーキ 採用
- (6) 小形・軽量・高効率で耐久度大
- (7) 保安・点検容易



図 2.37 HB-ZOB-HR 形電気ホイスト
Fig. 2.37 Electric hoist.

2.31 電動工具 Electric Power Tool

1961 年に 13 mm 携帯用電気ドリルを発売以来、三菱電動工具は三十数年の輝かしい歴史を築いてきた。昭和初期、電動工具は電気ドリルと電気グラインダに代表されていたが、第 2 次大戦後、あらゆる職種の作業の合理化に役だつ、広範な機能をもった多種多様な電動工具が開花した。三菱電動工具も、木材加工に、石材加工に、家庭大工に、電動工具の新分野を開拓、機種数 70 余を現在数えている。

電動工具とは、電動機により直結駆動される工作用の小形機械で、軽量小形で強力、しかも手荒な取り扱いに耐える堅固な構造でなければならないと定義される。軽量化、モータの強力化は電動工具の指針であるが、当社電動工具改良の軽量化の過程を見ると表 2.5 のとおりである。

三菱電動工具の特長

- (1) 強力な電動機。長い伝統と深い経験、絶えざる研究によ

表 2.5 電気ドリル重量変遷

	1942 年	1952 年	1960 年	1964 年
6.5 mm 電気ドリル	2.5 kg	2.3 kg	2.1 kg	1.6 kg
13 mm 電気ドリル	6.8 kg	6.2 kg	5.8 kg	5.2 kg

表 2.6 三菱電動工具の種類

分類	種別	能力 (mm)	分類	種別	能力 (mm)
電気ドリル	携帯用(金工)	5, 6.5, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 45	電気サンダ	ジスタサンダ	150, 180
	携帯用(木工)	32, 36		ベルトサンダ	100×610, (100×915, 150×915)
	コーナドリル	6.5		ラインサンダ	100×218
				オービタルサンダ	100×218
電動機	携帯用	125, 150, 180, 255	特殊	携帯用	125, 180
	卓上用	150, 205, 255, 305, 355		卓上用	205, 305
	床上用	305, 355, 510		カンナ	80 幅, 130 幅
	集じん装置付	305, 355		ミゾ切機	21 幅
グラインダ	ツールポストグラインダ	65	電動機	丸ノコ	152, 255
	アングルプレートグラインダ	205		ジグソー	木材 40
	ジスタグラインダ	100, 125, 150, 180		ルータ	チャック径 6
	アングルグラインダ	125		タッパ	鉄 8
家庭工具	ハンドグラインダ	32	その他	ドライバ	6, 8
	電気ドリルキット	3点3種, 6点7種, 7点8種, 8点9種		シヤ	1.2, 2.3
	アタッチメント	丸ノコ, 木工レース		ニブラ	1.2
				ブロワ	風量 24 (m³/min)

って製作された電動機はその特殊絶縁処理によって、強力長寿命で、過酷な使用に耐える。

- (2) 精密な歯車。厳選した特殊合金鋼を使用した歯車は、高精度の加工によって、静かで長寿命である。

- (3) 軽量で強い容器。要所を鉄鋼で強化したアルミ 鋳物の容器に収納され、軽量で強固である。

- (4) 長寿命のスイッチ。10 万回の開閉試験に耐えるスイッチ、5 万回の曲げ試験に合格した耐振形 キャプタイヤケーブル は過酷な使用に耐える。



図 2.38 CD-6S-1 形
電気コーナドリル
Fig. 2.38 Electric corner drill.



図 2.39 ER-6S-1 形
電気ルータ
Fig. 2.39 Electric router.



図 2.40 PA-180A-1 形電気ジスタグラインダ
Fig. 2.40 Electric disc grinder.

(5) さん新な意匠。人間工学的な設計意匠は、使いやすい形体美を作っている。

2.32 SCR インバータによる交流電動機速度制御

Speed Control of AC Motor by Solid State Inverter

電源の周波数を変えて交流電動機速度調整を行なう方式は従来から発電機による周波数変換機、あるいはサイクロンやイグナイtronを用いた静止形変換装置によって試みられたが、種々の制約のために一般的なものはなっていない。

最近、半導体電力制御素子としてのSCRの発展に伴って、信頼度の高い静止形変換器であるSCRインバータが実用期を迎えるに至り、このような可変周波数電源による交流電動機速度制御が非常に注目されるようになった。

SCRは小形軽量である上に、放電管の消イオン時間に相当するターンオフ時間がきわめて短く、通電時の順方向電圧降下も小さい非常にすぐれた電力変換素子で、インバータに応用するのに非常に適したものである。

このようなSCRインバータによる電動機制御の分野には、大別して次の二つのものが考えられる。第1は高周波インバータによる高速回転電動機で、ほぼ一定の高速回転源を要する場合用いられ、増速歯車の除去、電動機の小形化に利益をもたらすものである。第2のものは、ここで述べようとしている可変周波数インバータによる広範囲の速度制御を目的とするもので、整流機のように整流子やブラシをもたないため堅ろうで信頼度の高い交流電動機を用いて簡単に精度よく速度調整を行ないうる利点がある。

転流補助回路付インバータは、このような交流電動機を騒動するために、当社が新しく開発した信頼度の高い改良形並列インバータで、とくに可変周波数インバータとして多くの特長を発揮する。この回路方式の特長は図2.41に示すように転流リアクトルに二次巻線を設け、これに主SCRが転流すべきときに、これを助けるような逆電圧を印加する転流補助回路を設けたことである。この転流補助回路は転流補助コンデンサを負荷とした別のインバータを構成し、主インバータと同期して動作して転流補助電圧を発生する。

このような転流補助回路付インバータによる交流電動機の可変周波数制御装置は、下記のようなすぐれた特長をもっている。

(1) ほとんど0から数百サイクルまでの広い周波数範囲をもつ。実際には電動機の許容最高回転速度と、許容温度上昇とによって、それぞれ最高周波数と最低周波数が決まることが多い。

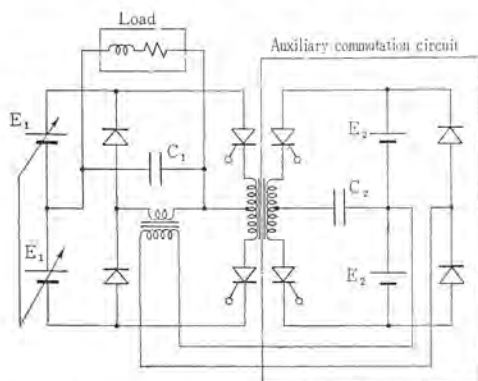


図 2.41 転流補助回路付インバータ基本回路

Fig. 2.41 Improved inverter with auxiliary commutation circuit.

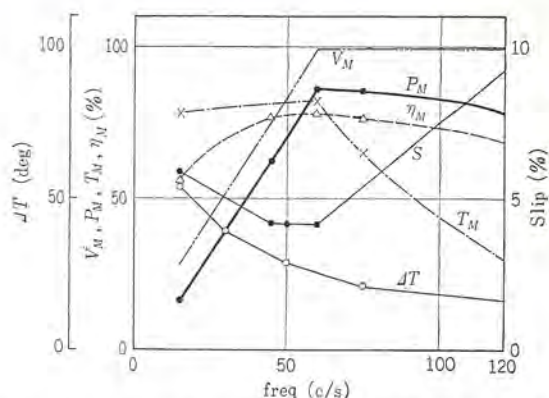


図 2.42 可変周波数インバータ駆動時の2.2kW標準カゴ形IMの周波数特性

Fig. 2.42 Frequency characteristics of 2.2kW standard type squirrel cage induction motor driven by variable frequency inverter.

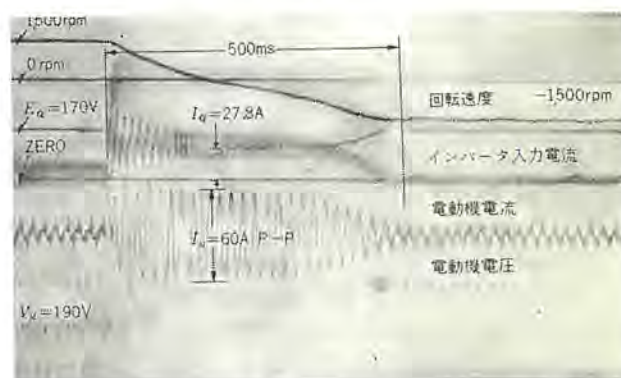


図 2.43 50 c/s におけるインバータ相回転逆転時の過渡現象

Fig. 2.43 Transient response of reversing the phase rotation of SCR inverter at 50 cycles.

(2) 磁束密度が一定になるよう、周波数に比例して電圧も変化する可変周波数可変電圧インバータにできる。

(3) 周波数・電圧の変化によらず一定の転流限界出力電流が得られる。

(4) 転流失敗に対して自己復帰能力をもつ。かりに過負荷や誤動作により主回路が転流失敗しても、適当な条件であれば転流補助回路が働いて、自己復帰する能力をもっている。

このようにすぐれた特性をもつため、大きな起動電流をもち、力率やインピーダンスの変化の激しい電動機負荷を接続しても十分安定に動作することができる。

図2.42は定格出力4.5kVAのインバータを用いて、2.2kWの標準カゴ形電動機を15~120 c/sの可変周波数で運転したときの静特性を示し、図2.43は50 c/sにおいて、インバータの相回転をSCRへのゲート信号によって逆転したときの電動機の過渡応答を示したものである。このように直接逆転のような過酷な条件に対してもインバータは安全に動作しており、その優秀な性能が証されている。

(詳細は「三菱電機技報」38, No. 6 (昭39)を参照)

2.33 誘導電動機のリアクトル制御

Reactor Control of Induction Motors

当社は1955年以来、可飽和リアクトルを使用した誘導電動機の

速度、トルク および変位の制御装置を製作し、多くの技術的成果をあげてきたが、それらのおおのの制御装置について以下簡単に述べる。

(1) リアクトルによる速度制御

(a) リアクトル 制御 クレーン

巻上用電動機に使用する移相式 リアクトル 制御では、制動機を開放したまま速度を連続的に0として、宙づりの状態で荷を保持することができるので、その位置から微速用誘導器によってわずかに上げ、または下げることのできる インチング なしの理想的な位置合わせが可能である。

水平引込 クレーン の、引込用電動機に使用する ブリッジ 式 リアクトル 制御では、プラス または マイナストルク の広い範囲にわたって、速度を一定の低速に保つことができる。これは、ホッパ に材料を入れる作業を行なう アンローダ などに適している。

2 電動機式 バケットクレーン の支持用電動機の二次回路に、可飽和リアクトル を入れ、沈みつかみ時支持 ローラの タルミ とりのため、巻き上げ トルク を調整する方法にも用いている。また数台の巻き上げ用電動機を同期化して巻き上げ、下げすることは他の方法では困難であるが、リアクトル 制御では比較的簡単に行なうことができる。一口にいうと、直流のワードレオナード方式に匹敵する特性を、交流機にもたせることができるのが、リアクトル 制御の大きな特長である。可飽和リアクトル は製作中のものを含み 250~15 W、440 V または 220V 用を製作しており、電動機台数にして 100 台近くに及んでいる。

(b) ローラウェイ のリアクトル 制御

三相平衡 ブリッジ 方式で、プログラム された基準値に従って、加減速を行なうのが特長である。ゆるやかな加速および減速によって、停留所付近の搬送のユレの問題は大きく改善された。

(2) リアクトルによるトルク 制御

巻取機用電動機には トルクモータ が多く使用されているが、張力一定の特性を得るには完全な特性ではない。巻線形電動機に可飽和リアクトル を接続し、その励磁を速度に応じて変え、トルク 対速度の関係を巻き取りの理想特性に合わせるものである。使用 リアクトル は、三相で 3.7 kW 用程度のものが多く、十数台製作している。

(3) リアクトル 制御による定位置停止制御

インゴットバギー の走行用電動機に、まず リアクトル による速度制御を行ない、基準値として指示された位置と現位置の差を与え、その差がなくなるように自動制御したもので、常に指示された定位置で停止する。全速 180 m/min の速度で停止距離誤差 ± 50 mm

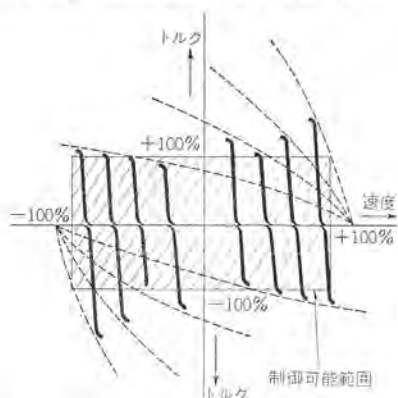


図 2.44 リアクトル 制御の速度-トルク 特性
Fig. 2.44 Speed-torque characteristics.

の精度を満足している。

半導体の進歩に伴い、それらの長所により可飽和リアクトルの短所を補って、さらに改良されたリアクトル 制御が今後ますます活用されるであろう。

2.34 工作機のトランジスタ式プログラムコントロール

Transistorized Program Control of Machine Tools

近年の電気制御装置の進歩は、工作機械の自動化を大幅に発展させ、その粋として数値制御方式が出現したが、これと同時にすぐれた自動化方式として、プログラミングの非常に簡単な シーケンスプログラム 方式が一般化してきている。

この方式は自動運転の各ステップを、視覚的な プログラムボード に、人間が各ステップ動作に応じて、プラグ または スイッチ で選択することにより自動シーケンスを組み、その各ステップの終了点をリミットスイッチで行なう方式で、プログラミングが非常に簡単で、なんらの熟練度を必要とせず、すぐれた性能を発揮する制御方式である。このような制御方式は、工作機の使用ひん度から考えて、無接点式であることが望ましく、また無接点式であることにより、有接点では得られないすぐれた特性を発揮することが可能である。

当社のプログラムコントロール 制御方式は、従来多方面に使用されている トランジスタサイパック を使用した無接点方式で、その主要構成はステップ用 シフトレジスタ と、その駆動回路および出力論理回路からなり、プログラムボードはプラグ・コネクタを使用したプラグイン方式で、使用されているプラグ・コネクタは、とくに考慮をはらわれて設計されており、経済的で、しかも接触不良の心配のない構造となっている。

プログラムボード は、2 枚の板によってはさまれた構造からなっているが、コネクタの接片は自由に取りはずしができ、しかもプラグ側の接片に スプリングアクション をもたせているために、万一故障しても心配がなく、また組立が非常に簡単にできる特長をもっている。

当所では 1062 年開発以後、すでに正面旋盤用 6 台、両頭 チャッキング 旋盤用 1 台、フライス 盤用 4 台を製作し内 1 台は寿工業生産フライス 盤用として、ソ連に輸出されている。

次に当社のプログラム 制御装置のおもな特長をあげると



図 2.45 KM 形 フライス 盤用 プログラム 制御装置
Fig. 2.45 Program control box for milling machine.

(1) 出力コンタクトを除いて全無接点式であり、しかもプログラムボードの性能がすぐれているので、信頼度が非常に高く、長寿命である。

(2) プログラミングの方式に制限がなく、しかも簡単である。

(3) シーケンスプログラム回路にいろいろな付属回路を簡単に付け加えることができ、いろいろな制御が可能となる。

(4) 保守がほとんどいらない。

(5) 制御回路の設計が簡単になる。

制御装置の一例として図 2.45 に牧野 フライス 納め フライス 盤用プログラムコントロール装置が示されている。

次に装置の使用条件を示すと

電圧変動 $\pm 15\%$

温度 $-10 \sim +50^\circ\text{C}$

最小リミットスイッチドット間隔 100 ms

2.35 高炉装入および焼結設備の制御

Automatic Control for Blast Furnace and Sintering Plant

近年高炉の大形化に伴い、電気および関連機械設備の簡単化、設備費の低減、炉況に対する速応性などから、ベルトコンベヤ式装入設備が従来のスクラップ方式にとって代わりつつある。

当社は 1963 年、住友金属小倉製鉄所、第 1 高炉 (1,100 t/day) にベルトコンベヤ方式による原料自動装入装置用電機品を一式納入し、現在好調に運転中である。

本設備には種々の新しい装置を採用している。まず継電器として、トランジスタ式無接点継電器、トランジスタサイパックを用い、旋回シェルト回転角度制御には、パルス発信器とトランジスタ回路の組み合わせにより行ない、また、ベルトコンベヤ装入方式で一番問題となるコンベヤ上の原料検出装置には、ガンマ線を用いた方式を採用するなど完全無接点化を計った。タイムスケジュールは、電源周波数をカウツトして、基準パルスを発生するカウンタ回路とピンボードにより行ない、運転スケジュールの変更を容易にした。

ベルトコンベヤ装入方式の採用により、原料切出しから装入まで一貫した制御が可能となる。さらに制御装置としてコンピューティングロガを用いれば、必要とする銑鉄の組成、ならびに各原料の組成を指令として与えることにより、自動的に原料配合比、1 回あたりの装入量などを算出して自動秤量器を設定し、最適タイムスケジュールを選択し、原料の切出しから装入まで完全自動運転を行なうとともに、各サイクルのデータ作表まで人手を介さずに行なうことができる。

しかし、従来のスクラップ方式より一足飛びにコンピューティングロガを採用することは、ユーザー側においても抵抗が大きいと思われるので、その前段階として継電器としてトランジスタ式 NOR カード、記憶装置として磁気コア、および小形磁気ドラムなどを用いた制御装置を計画している。本装置は制御機能のみならず、データロギングの機能をも持っている。運転スケジュールのプログラムはセン(穿)孔テープにより投入するので、多種のプログラムテープを準備しておけばスケジュールの切換えは容易に行なえ、将来コンピュータとの接続が容易に可能である。

焼結設備については八幡製鉄戸畑 (3,500 t/day) を始め、すでに 7 セットの実績があり、いずれも DL 式である。

当社焼結機制御の特長は焼結機上の層厚の変動により、まず原料



図 2.46 無接点継電器盤

Fig. 2.46 Static switching control panel.

料タンクからの払出し量を制御し、一定時間後パレット速度を制御するところにある。このようにすることにより全系統の運転がスムーズに行なえる。また必要個所にはマイナーレープの自動制御系を取り入れている。

最近では焼結鉱に代わりパレット鉱が登場し、パレット設備用電機品が問題となっているが、当社は焼結設備での経験を生かし、すでに基本計画を完了している。

(詳細は「三菱電機技報」38, No. 3, (昭 39) 参照)

2.36 交流電磁開閉器

AC Magnetic Switch

交流 600 V 以下に使用する電磁開閉器は制御装置の重要な要素として高性能が要求され、また著しく需要も拡大し、これらの器具は信頼性が高く、長寿命であり、小形軽量で取り扱い容易にして低価格なことが望まれる。三菱 EM 形電磁開閉器は上記の要求を満たすため開発した新形シリーズである。

EM 形電磁開閉器は負荷を「入」「切」し運転制御する M 形



図 2.47 EM(O) 形電磁開閉器シリーズ

Fig. 2.47 Type EM(O) magnetic switches.

表 2.7 EM 形電磁開閉器の種類と定格

形名	定格電圧 (V)	定格容量 (kW)		補助接点 (最大)	操作電磁コイル (AC)	重量 (kg)	
		200-220V	400-550V			箱入 (EM形)	開放 (EMO形)
EM(O)-4	AC 600	1.5	1.5	1a	200V 50 c/s	0.67	0.52
EM(O)-7	"	1.5	1.5	1a1b 2a	200-220V 60 c/s	1.0	0.6
EM(O)-15B	"	3.7	5.5	2a2b	400V 50 c/s	1.5	0.9
EM(O)-35C	"	7.5	11	2a2b	400-440V 60 c/s	2.4	1.5
EM(O)-65	"	15	22	2a2b	100V 50 c/s	6.4	4.4
EM(O)-75	"	19	22	2a2b	100-110V 60 c/s	6.5	4.5
EM(O)-105	"	22	45	2a2b	その他	11	6.8
EM(O)-125	"	30	45	2a2b		15	7.2
EM(O)-155	"	37	75	2a2b		17	8.8

電磁接触器と、電動機の過負荷保護を行なう TR 形熱動過電流継電器を組み合わせ、閉鎖形の箱入りにしたものと制御盤、配電盤用ユニットとして開放形 (EMO) がある。EM 形電磁開閉器の構造の概略、性能および特長は次のごとくである。

(1) 性能は電動機のシカ入れ起動器として、JIS 規格による A 級 1 号 1 種以上の高性能で、電気的寿命は 100 万回以上である。

(2) M 形電磁接触器の構造は簡単な水平動作機構をとり、コンパクトにまとめ小形軽量である。

(3) 簡単な動作機構は動作が安定であり、接触部は 2 点切で、電気的には銀合金接点の使用、接点 オドリ の減少、容量の大きいものは デイオングリッド 付消弧室を用い、シャ断容量をあげ 100 万回以上の長寿命をもつ。機械的には鉄心の摩耗や機構部分が安定しており 500~1,000 万回の寿命である。

(4) 種々の使用条件でのひんぱん過酷な使用に耐え、補助接点も 2a, 2b と多く付き、広範囲な使用ができる。

(5) 熱動過電流継電器は電動機の熱特性を考慮した特性で、電動機の焼損を完全に保護し、動作電流は可調整、周囲温度補正付、リレー接点は a, b 付、加熱子は 3 素子も可能、手動または自動用も可能な設計となっている。

(6) 端子部分は堅ろうで配線はしやすく、コイル、接触子部分の取り換えも簡単にできる。

以上すぐれた特性と性能をもつ EM 形電磁開閉器は表 2.7 に示すごとく、EM-4 形から EM-155 形まで 9 種類の箱入りおよび開放形の電磁開閉器があり、さらに可逆形や箱の保護構造により、防じん形、防食形など広い組み合わせ使用ができる。

以上に述べた電磁開閉器は、シカ入れ起動用その他電動機運転制御および多接点制御回路用としても広い範囲に多数使用され、そして小形で信頼度の高い起動器や制御装置の製作が容易になった。そして新形電磁開閉器を他の器具と組み合わせたものとして、たとえば電磁 スターデルタ 起動器は、EMO 形電磁開閉器と NF 形ノーヒューズシャ断器を組み合わせた コンピネーションラインスター さらに起動補償器などの起動器も標準系列化を完成した。

(詳細は「三菱電機技報」38, No. 7 (昭 39) を参照)

2.37 高圧コンピネーションスタータ

—三菱アンプガード

High Voltage Magnetic Starter—

“Mitsubishi Amp-guard”

三菱 アンプガード は、従来の高圧気中式電磁接触器と電力ヒューズを組み合わせた、高圧 コンピネーションスタータ を小形コンパクト化し、さらに運転保守の際の危険防止装置を標準として備えたもので、キューピクル 配電盤としては他に類を見ない画期的なものである。

図 2.48 に完成品の外観を示すが、本年 4 月の受注開始と同時に多数を受注して製作中である。

三菱 アンプガード は、定格 3,300 V 200 A 開閉容量 A 級最大適用容量 750 kW で、JEM-1097 交流配電箱の規格に準拠するが、絶縁階級 3 号 B、定格短時間電流 4,000 A 1 秒間の性能を有し、さらに母線付構造のものも含むため、規格上では交流配電箱と閉鎖配電盤のミックスされたものとなっている。この三菱 アンプガード のすぐれた点をあげれば次のとおりである。



図 2.48 三菱 アンプガード 高圧電磁 シカ入れ起動器

Fig. 2.48 “Mitsubishi Ampgard” high voltage magnetic starter.

非常に小形軽量であり(標準ユニット外形寸法は幅 3,600×高 900×奥行 800) 2 段積にして集合式設置ができるので、据付面積が従来品に比べて、大幅に縮小された。内蔵の主要器具は組み合わせ構造としたので、器具間の ケーブル による配線が不要となり、短絡強度が増加したことおよび、主要器具は引出し形としたため、保守点検がきわめて容易になり、また引出し時に導電部の露出がないように、シャッタでシャベリする構造で、この点では メタルクラッドに近い保護構造となっている。盤面には電力 ヒューズ 操作ハンドルを設けて操作を容易にし、かつ誤操作防止の インターロック を、この ハンドル のみで可能にしている点では、従来の配電盤には見られない試みである。この インターロック は、運転中は電力ヒューズを断にできない(ドアも開放できない)、ドア開放中は電力ヒューズを投入できない 2 種の メカニズム を有する装置である。

短絡保護用の電力 ヒューズ は、当社としては最初の限流形を採用しているが、この電力 ヒューズ は開閉ひん度の激しい電動機回路でも、ヒューズエレメント の材料疲労による破断事故を防止し、シャ断性能を良くするための特殊形状のエレメントに消弧剤を充てん密閉したもので、シャ断時にガスやアークの放出がまったくなく、極間電圧も 2E 程度でシャ断時間はきわめて短時間である。

三菱 アンプガード は上述のように機能的にすぐれているばかりでなく、コスト の面でも従来の コンピネーションスタータ よりはるかに低コスト であるので、今後ますます伸びてゆくものと期待される。とくに他社がこの形式のものに着手していない現在、各方面で大いに歓迎されるものと思う。

2.38 NC 形コントロールセンタ

Type NC Control Center

1954 年、国内他社にさがけて開発して以来約 10 年、この間幾多の改良と歴史を持って製作された NC 形 コントロールセンタ は、累計約 7,500 面に達した。最近においては電力、石油関係はもちろん、あらゆる産業において急速にその需要が増大し、かつ国外への輸出も相当量に達したので、生産の合理化を計り月産 200 面の生産能力を持つとともに、短納期で納入することが可能となった。

NC 形 コントロールセンタ は、600 V 以下の誘導電動機 (400 V-



図 2.49 NC-23BD 形 コントロールセンタ
Fig. 2.49 Type NC-23BD control center.

250 kW 以下、200 V-125 kW 以下) の制御と、動力および電灯回路の分岐を主目的とし、定評ある NF 形 ノーヒューズ型 断器を EMO 形電磁開閉器の組み合わせを主体とし、コンパクトな引出し構造のユニットとしてキュービクルに収納したものであり、次のような特長を持っている。

- (1) 幅 510 mm、奥行 520 mm 高さ 2,300 mm の標準キャビネットの前後両面にユニットを収容できる。
- (2) ユニットは縦寸法 240 mm と 360 mm の整数倍の 2 系列を製作しているので、器具を収容するスペースが最も有効に利用できかつこれら 2 系列のユニットを 1 面のキャビネットに自由に組み合わせて収容することができる。
- (3) ユニットの中央上部 トッテ (取手) の近くに設けたレバーを右に押すことによって、ラッチ機構をはずす構造とし、かつ制御回路用として 1P コネクタを採用したので、安全にしかも早くユニットを脱着することができる。

2.39 多板式電磁クラッチ

Electromagnetic Multiple-Disc Clutches

現在機械の自動化、高速化、あるいは遠隔集中操作化に、電磁クラッチは重要な役割を果たしているが、数年前までは国産品はなく、輸入品がわずかに使用されるにすぎなかった。

当社ではいち早くこの点に注目し、業界のトップをきって 1958 年に湿式多板式電磁クラッチを市場に送り出し、非常な反響を呼んだのである。

その後、2, 3 の改良を加え、現在に至っているのが JKA 形電磁クラッチである。(図 2.50 参照)

しかし日進月歩の工業技術はさらに高性能で、小形安価のものを要求し当社もこれに呼応し、HK 形電磁クラッチ、HB 形電磁ブレーキ、あるいは乾式電磁クラッチを生み出し非常に好評を博している。(図 2.51 参照)

現在では、これらすべてが標準化されており、動摩擦トルク 0.6 kg-m から 160 kg-m まで各機種合わせて 50 種類以上のものが生産されている。

これら電磁クラッチは主として機械のギヤボックスに組み込まれる関係で、極力小形のもの、あるいは特殊な形状のものが要求され



図 2.50 JKA 形電磁クラッチ
Fig. 2.50 Type JKA electromagnetic clutch.



図 2.51 HK 形電磁クラッチ (右) と HB 形電磁ブレーキ (左)
Fig. 2.51 Type HK electromagnetic clutch and type HB electromagnetic brake.

るが、当社では軸方向寸法が小さい HK 形クラッチと、外径寸法が小さい JKA 形クラッチの二つのシリーズを生産し、ユーザの便宜を計っている。

とくに HK 形電磁クラッチは、コイル回転形である特殊な電磁クラッチを除けば、国産品では最も小形であり、輸入品とも十分対抗できる製品である。

このように小形化が要求される反面、高速化する機械に対応して、高速結仕事量に耐える品質とすべきであるが、当社製品は摩擦板に特殊な表面処理を施し、また軸心給油も容易に行なえる構造になっているのでこれを十分満足することができる。たとえば HK-5 形クラッチでは、軸心給油で最大 1,200 kg-m/min の連結仕事量に耐えることができる。

湿式クラッチは油の介在する状態で使用されるので、アイドルトルクとして空転、あるいは残留トルクが生ずるが、摩擦板に前述した特殊処理や、独特な波打ちが付けてあるので、これらはきわめて小さく、たとえば空転トルクは動摩擦トルクの 1% 以下で実用上ほとんど問題にならない。

構造的にはコイル静止形を採用しているので保守が容易であり、また機械への組み込みについても簡便なように考慮されている。乾式クラッチは、手軽に使用できる点で大きなメリットがあるが、さらにトルク立ち上り特性や落下特性が良い点から、特殊な用途でちょうど好まれている。とくに多板式では驚くほど小形に製作されておりもちろん市場に出ているうちでも最小寸法である。

これら電磁クラッチは工作機械、たとえば旋盤、フライス盤の主軸駆動用、送り装置用として、あるいはコンベアなどの設備機械用として、三菱重工、豊田工機、昌運工作所などの大手メーカを初め、ほとんどの機械メーカに納入されており、その数はすでに 2 万台以上に達し、業界では確固たる地盤を築いている。

2.40 パウダクラッチ

Powder Clutch

パウダクラッチは駆動側と被駆動側とが直接接せず、パウダ (磁性鉄粉) を介して連結させるものである。構造的には、駆動体と被駆動体とを同心円筒上にわずかの空気を隔てて配置し、そのギャップに透磁率の高いパウダを充填しておき、それに磁界をかけるよう周辺に励磁コイルを配置したものである。作動原理は、このパウダに磁束を通すとパウダが鎖のようにつながり、その連結力によりトルクを伝達するものである。当社はこの特許権を持つイギリスの Smiths 社および西ドイツ AEG 社と 1962 年に技術提携を行ない、1963 年末から生産販売を開始している。すでに欧米各国ではその優秀性が認められ、工業用、自動車用にと広く利用されているので、今後わが国においても工業面でかなりの需要が見込める



図 2.52 ZKA 形パウダクラッチ
Fig. 2.52 Powder clutch.



図 2.53 ZKB 形パウダクラッチ
Fig. 2.53 Powder clutch.

ものと思われる。このおもな特長および効用としては、

(1) 励磁電流と伝達トルクとが、ほぼ比例的関係にあるのでトルクの制御要素に使用して便利である。

(2) 伝達トルクは、スリップ変化に無関係な定トルク特性を有しているため、連結装置に使用すればきわめて円滑な動作が得られる。

(3) 残留トルクは非常に小さく、切れが良好であり、当然空転時の発熱もない。

(4) 完全連結時にはスリップはなく、高能率の運転ができる。

(5) 構造が簡単で、しかも乾式であるから保守にほとんど手間がかからない。

応用面としては、一般連結用クラッチ、とくに負荷の慣性モーメントの大きなものの緩衝起動用として効果を発揮する。またトルクの制御性を利用した定張力制御用、定トルク特性を応用したトルクリミッタ、あるいは即応性を利用したサーボ用クラッチなどがあげられる。標準品としてはコイル回転形クラッチ (ZKA-A₁ 形) 5機種 (伝達トルク 2, 6, 10, 20, 45 kg-m)、コイル静止形クラッチ (ZKB-A₁ 形) 9機種 (伝達トルク 0.06, 0.3, 0.6, 1.2, 2.5, 5.0, 10, 20, 40 kg-m) の開発を完了し、現在生産中であり、すでに国内メーカー約 30 社で使用好評を得ている。その他自動車のオートクラッチ、およびファンクラッチ用としても本クラッチを使用している。これらに関しては「自動車用電装品」の項を参照願いたい。

2.41 制御器具

Control Apparatus

一般産業機械、工作機械およびその制御盤に使用される制御器具は、自動制御および遠方操作の発達に伴い安定した長寿命、操作方式の単純化および小形化を要求されている。なお最近の傾向は機械および制御盤について意匠的要求が強く、これらに使用する制御器具の意匠も重要視される。

制御器具の機種は非常に多く、ここでは当社で使用している代表的な MR 形電磁継電器、OU 形操作スイッチ、YK 形切換スイッチ、LC 形リミットスイッチおよび半導体応用器具の一端について記述する。

MR 形電磁継電器の定格は AC 250 V, 5 A, AC 600 V 3 A, 通電容量 10 A で、操作電磁コイルは各種類がある。この特長は接点部分がジャンアイや配線クズなどによる接触不良を防ぐ防じん構造になっている。また寿命においては電氣的 100 万回、機械的、1,000 万回以上耐える信頼性の高い寿命を有し、小形軽量ゆえに取付面積が少なく、a 接触と b 接触方式を同一部品で変えることができるなどである。

MR 形電磁継電器の種類としては、接点構成により MR-4 (4 極で a, b 接触の組合せ)、MR-44 (4a, 4b 接触)、MR-5 (5 極で a, b 接触の組合せ)、MR-55 (5a, 5b 接触)、MR-



図 2.54 MR 形電磁継電器の標準系列
Fig. 2.54 Standard series of type MR control relays.



図 2.55 OU 形操作スイッチの標準系列
Fig. 2.55 Standard series of type OU control switches.

10 (10 極で 10 a から 5a, 5b までの接触組み合わせ) の 5 種類ある。なお直流操作作用として MRD 形など多くの種類があり、電磁継電器のシリーズとして好評を得ている。

OU 形操作スイッチの定格は AC 250 V 5 A, AC 600 V 3 A, ランプ AC 18 V, トランス 一次電圧各種、二次電圧 15 V である。この特長は、ヘッド部分とコンタクトブロック部分に大別され、ヘッド部分は統一された近代的意匠を採り入れ、用途に応じ選択できるような多くの種類を有し、共通のコンタクトブロックで (1a, 1b から 4a, 4b の接触方式) を組み合わせることができる。かつ性能においては電氣的 50 万、機械的 500 万以上の耐久性がある。

種類としては押しボタン式、切換式、選択押しボタン式、これらのランプおよびトランス付、防食形、ガリ操作式、自動復帰式、残留接触式 (テンピン式) およびこれらの箱入りなどがある。

YK 形切換スイッチの定格は主回路用スイッチ AC 220 V, 5.5 kW, 550 V, 7.5 kW, 制御回路用スイッチ AC 250 V 2 A, 600 V 1 A である。

この特長は、トッテを回転させることにより各ノッチごとに補助スイッチ (1b 接触) が開閉し、電磁開閉器を操作し、切換スイッチの主回路スイッチでは無通電切換を行なうことができる。また各ノッチの位置でトッテを押しまたは引くことにより、それぞれ別の補助スイッチ (1a, b) 開閉するから、非常停止、インチャング操作など各種の操作ができる。なお多段多ノッチであるから複雑な切換回路ができた補助スイッチなしのジカ入れスイッチもできる。

LC 形リミットスイッチの定格は AC 250 V 3 A, 600 V 1 A である。この特長は、現在当社で作っている PLS 形リミットスイッチ (ローラアーム形) と同一機能の小形、軽量化したもので、アルミ合金



図 2.56 半導体応用製品
Fig. 2.56 Semi conductor applications.

ダイキャストのケースに当社製小形スナップスイッチを内蔵し、完全オイルタイト構造、高感度、正確な動作、セレクト機構付など数多くの利点を有し、工作機械などには最も適している。

半導体応用品としては、近接スイッチをはじめ小形直流電動機、速度制御、モーションディテクタ、無接点スイッチ、および各種リレー、タイマ、検出装置などを製作している。一般に出力リレーには、当社で製作している RP 形 プラグインリレーを併用しているが、要求によっては、RP の代わりに三菱トランジスタリレー、無接点スイッチを組み合わせ完全無接点化もできる。これらは可動部分がなく、消耗性部分がないので長寿命であり、感度よく、ひんぱんな繰返し操作、低電圧、電流および腐食性環境による導通不良を避けたいところ、振動や電源の変動および温度変化による動作不安定を避けたいところなど、有接点スイッチでは解決が困難なところに最適である。(詳細は「三菱電機技報」38, No. 7 (昭 39) を参照)

2.42 無接点継電器

Static Relay

静止形無接点継電器には、高信頼、長寿命の特色があるため工業方面などで従来使用されていた有接点継電器に代わり利用されつつある。当社の無接点継電器の標準としては、磁気増幅器形とトランジスタ形の2種類がある。

(1) 磁気増幅器形 (サイパック)

RAMEY の速応性磁気増幅器を基本の回路として、AND、NOT、MEMORY の論理要素が構成される。その他時限回路があり、これら論理要素を適宜組み合わせ、各種の制御回路を無接点化することが可能になる。現在までの応用として、焼結炉の総括制御、パルプのダイジェスタ制御、電車の制御、溶鉱炉のマッドガン制御、石油精製のパルプ切換制御などがあり、振動の多い場所、ふんい気の悪いところ、温度の高いところなどにも使用されている。

(2) トランジスタ形 (トランジスタサイパック)

トランジスタのベース電流が大きい場合には、コレクタ、エミッタ間の



図 2.57 磁気増幅器形無接点継電器

Fig. 2.57 "Cypak"

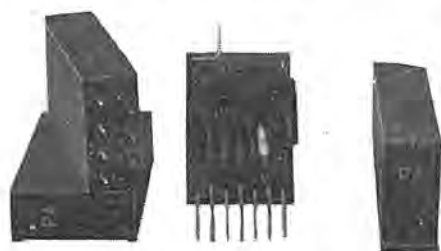


図 2.58 トランジスタ形無接点継電器

Fig. 2.58 "Transistor cypak"

電圧が小さく飽和の状態になり、ベース電流がなくなれば、その電圧は大きく不飽和の状態に変化する現象を利用して NOR のスイッチング回路を組み、これを適当に組み合わせ制御回路を構成する。動作速度は速く、そのため外部サージに対する誤動作防止回路が設けられている。

現在までの応用として、トランスファーマシン、エレベータ、工作機械、ロープウェー、回転機の起動停止確認装置などが用いられており、トランジスタの普及とともに、その応用範囲も広がりつつある。

2.43 100 kA アルミ精練用直流発電機設備

DC Generating Equipment for DC 100 kA Al Electrochemical

1963 年、三菱化成工業直江津工場へ納入したもので、天然ガスを利用したガスエンジンで直流駆動される 3,200 kW 直流発電機 18 台からなる 100 kA のアルミ分解電源である。アルミニウム電解作業の特殊条件をおこみ、その作業に適合するよう十分検討して製作されている。とくに信頼度の点に重点をおき、操業上発生する過負荷、長期間にわたる連続運転に対し電氣的、機械的に耐えうるようになっている。

励磁方式は共通励磁方式を採用している。すなわち 1 台の励磁機により全発電機の励磁電流を供給しているので、並列運転されている全発電機の出力電圧または出力電流を一斉に増減するとき、換言すれば、直流母線の電圧電流を調整するときは励磁機の出力を増減することにより行なっている。とくに制御装置としては、発電機総合出力の自動調整として磁気増幅器形自動調整器を使用して、自動定電流制御 (100 kA) または自動定電圧制御 (550 V) をなし非常に高精度に保っている。また 18 台の並列運転ゆえ発電機の初期投入、並列投入、解列シャ断などに特殊な制御をし、保護装置としては直流側に逆性高速度シャ断器、また直流過電流用気中シャ断器を設置しているが、いずれも故障時の大電流をシャ断できようよう特殊シャ断器で万全を期している。

直流発電機の仕様は

容 量	3,200 kW × 18 台
電 圧	550 V
電 流	5,820 A
回転数	333 rpm
定格その他	連続定格、他励、B 種絶縁



図 2.59 アルミ電解用直流発電機

(3,200 kW, 550 V, 5,820 A, 333 rpm)

Fig. 2.59 DC generator for AC electrochemical use.

2.44 徳山曹達納め 3×120 kA シリコン整流装置

The three 120 kA Silicon Rectifiers for Tokuyama Soda Co.

ソーダ電解工業は、最大の直流電流消費者として、シリコン整流器の応用上重要な地位を占めている。当社はこの用途に、わが国で最も多くの整流装置を納入しているが、その代表をなすのが徳山曹達に設置された3組の120 kA シリコン整流装置であり、いずれもその時期の最新の技術を総合して作られ、シリコン整流器発展の歴史を物語っている。

(1) 9,840 kW, 82 V, 120 kA 整流装置

1958 年末、同社が従来その例を見ない 120 kA の大電流設備を計画されたとき、これはようやく発展期を迎えた半導体整流器の真価を問うものとして注目された。このとき一般がゲルマニウム整流器を推す中で、当社のみが将来の発展を予想してシリコン整流器をもってこの計画に応じたのである。

この装置はすでに本誌に紹介されているが、1959 年 3 月の受注で、11 月営業運転の短期日で製作されたにもかかわらず、種々の技術的問題点を解決して当初から優秀な運転結果を得た。装置は 8 面の 15 kA 風冷式シリコン整流器を、4 台の 3,120 kVA 変圧器に組み合わせて 12 相変換装置を形成している。電源側には 4,100 kVA URS 負荷時電圧調整器と可飽和リアクトルを設け、両者を連動した完全自動定電流調整を行なっている。SF 形シリコン整流器は、 2 m^2 の面積に 15 kA の要素を收容し、放熱片と導体のみから構成される独特のトレイ構造とともに、そのすぐれた特性からその後数十台の整流器が同形式で製作された。変圧器はとくに注目された設計で、フォームフィットと送油風冷構造で、著しい床面積の減少をみた。2 組の 2 重星形二次端子はタック上に 2 列に配列され、整流器への接続は最短直線に、かつ中性点側も並行引出しされて大電流磁界を消殺し、良い電流平衡と電気的特性を得た。特記さるべきは、変圧器と整流器を立体的に配置したこと、建設費の節約のほか大電流整流装置の発展の基礎となった。

(2) 18,000 kW, 150 A, 120 kA 整流装置

1961 年夏に計画され、1962 年 2 月に完成した 2 台目の 120 kA 設備も、その基本的構成は前者とほぼ同一である。しかしその間の製作経験から多くの進歩が加えられた。容量は 2 倍近く増大しているが、整流器は逆に小形化し、全装置は $30 \times 9 \text{ m}^2$ の面積に收容されている。立体配置はここでも特長を発揮した。変電所の 1 階には $4 \times 5,340 \text{ kVA}$ 変圧器、5,830 kVA 負荷時電圧調整器、相間リアクトルなどが換気装置とともにムダなく置かれ、2 階の整

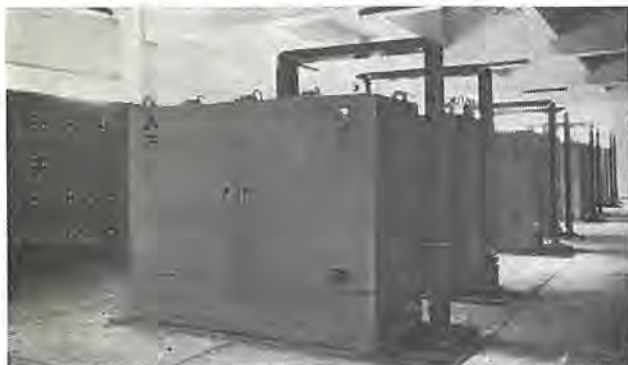


図 2.60 徳山曹達 18,000 kW, 150 V, 120 kA シリコン整流器
Fig. 2.60 18,000 kW 150 V, 120 kA silicon rectifier installed at the Tokuyama Soda Co.; electrolysis plant No. 4.

流器室は複雑な導体もなく、シリコン整流器は十分のスペースに置かれている。負荷時電圧調整器の URA2 形 タッチ 切換器は、ひんぱんな自動運転に対し気中切換形の特長を高く評価されている。全装置の総合効率は 97.1% を得た。1 号器とともに各 960 個使用されている SR200F 形素子は、1 個の故障のみで、好調な運転は今後も同社の生産に貢献するであろう。この形式のシリコン整流器はトレイ形の完成した形を示し、その後新しく磁界消去ユニット形の大電流整流器が、風水冷ともに一単位 60 kA をこえる容量まで標準系列として作成されたのである。

(3) 24,000 kW, 200 V, 120 kA レクチフォーマ

1964 年に完成したこの装置は、新しい整流器・変圧器一体構造のレクチフォーマの技術を結集してシリコン整流器第 2 の発展段階を示している。ここでは 30 kA 整流器部 2 組を、15 MVA 変圧器の両側面に組み合わせた 12 MW 変換単位 2 台で、120 kA の 24 相整流装置を形成し、その所要面積はわずかに $15 \times 10 \text{ m}^2$ で MR 形 8,930 kVA 電圧調整器も含め $3 \times 7.5 \text{ m}$ の幅に電解工場に隣接して設置された。この装置は世界最大の一体構造でありながら、組立輸送が可能でレクチフォーマ方式の特長をみることができる。また前 2 者ともに計算機と組み合わせ、塩素流量を制御する新しい運転方式が導入されて、コンピュータへの適合が図られており、この整流装置の完成は今後のソーダ電解設備に大きな影響を与えるものと考えられている。

2.45 一体構造の整流装置—レクチフォーマ

The Rectifier Transformer Integral Construction—"Rectifomrer"

シリコン整流器は、各種の直流電源にひろく使用されているが、そのすぐれた特性を総合するとき、旧来の変換機器では不可能であった新しい変電所形式を可能とした。レクチフォーマはその名が示すように整流器 (Rectifier) と変圧器 (Transformer) を一体化したもので、機器間の接続導体が不要となり、本質的に屋外設置に適した構造は変電所建屋の省略を可能とした。これは過渡的に発表された諸形式と異なり、電気化学用から電鉄用などに広い適用範囲を有し、今後の一体化構造の方向を示すものと考えられている。

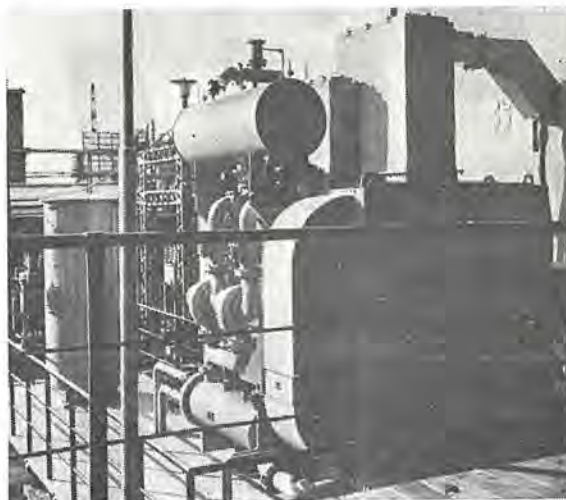


図 2.61 屋外変電所におけるレクチフォーマ
Fig. 2.61 Rectifier transformer operating at an outdoor substation.

(1) 一体化構造と レクチフォーム

シリコン整流器のもつ多くの特長の一部を利用した一体化形式が、いくつか試みられている。風冷式整流器を変圧器に近接する形は一体の範囲をはずれ、屋外形や大容量装置の製作が実際上困難である。水冷式整流器と変圧器の組み合わせは、複雑な冷却系統に加えて高電圧への適用に制限を受ける。従来形式の延長から離れて統一された冷却系統をもつとき、本格的な一体構造が得られる。これは設計上高度の技術を要求されるが、必然的形態としてまた世界各国の傾向とも合致する。ここでまず考えられたのは、素子を装着する取付台兼放熱片を、変圧器タンク側壁に設けた開孔に油密絶縁して取り付ける形である。これは基本的形態として、ほかでいくつか製作されたが、実際上多くの問題点を有していることが判明している。以上の考慮から当社のレクチフォームでは、変圧器タンクに特別な窓を設けず最も小形かつ有利な形状に設計し、その側壁に強固な導体兼素子取付台を配して変圧器に接続し取付台内部には共通の絶縁油を通して冷却している。この方式により一体構造の特長はすべていかされるとともに、両者の寸法に厳重な制限はなく機構的にも安定する。また最も小形に製作でき高電圧用途への適用も可能である。

(2) レクチフォームの構成

レクチフォームの変圧器とシリコン整流器は、側壁フランジで共通ベース上に一体として組み立てられ、タンク側面の変圧器二次端子は整流器キューピクル内で直接整流回路の各相に接続される。送油冷却系統はタンクのはかの側面に取り付けられ、整流器も共通に多くの場合直立的に流通冷却する。大電流用途の変圧器は外鉄フォームフィット形で、その構造は小形化とともに整流器との組み合わせにきわめて有利である。整流器部分は、一単位 70 kA に至る大電流が輸送限界内で製作可能な領域にある。素子取付台は軽合金形材の溶接構造で、油密性とともに素子の着脱は油とまったく無関係に行なわれる。とくに電気化学用に必要な電圧調整リアクトルを整流器部分に収容して複雑な交流導体を皆無とすることは、レクチフォームではじめて実現され、また仕様により負荷時電圧調整器なども取り付けて、ムダのない完全な変電設備を構成することができる。その直流出力がただちに負荷に接続できることも、他形式と区別されるべき点である。

(3) 大容量装置への適用

レクチフォームは、大電流の電気化学用に最もその特長を発揮する。1963年にはわが国最初の実用器として 2,200 kW 装置がソーダ電解工場に設置された。この装置は電圧調整装置、冷却装置も含む完全な一体構造で、屋外形、組立輸送などこの形式としての条件をすべて備えた形で完成されているところに意義がある。

引き続いて 1964 年には、9,900 kW、60 kA、11,700 kW、90 kA など多くの大容量設備が製作された。なかでも徳山曹達初め 200 V、120 kA 装置は世界最大の一体構造であり、一単位 60 kA の大容量器が組立輸送されたことは、レクチフォームにより一体構造方式の真価が発揮されたことを示している。レクチフォームはまた電鉄変電所にも多くの利益を与える。屋外変電所では雨水による絶縁事故から整流器は開放され、市街地においては設置面積の大幅な減少は建設費に大きな節約をもたらすからである。

戦前にはもっぱら高周誘導加熱炉用電源として、1,000 c/s の単極形（ホモポーラ形）高周波発電機が製作され、その総台数は 72 台、総出力は 23,000 kVA に達していた。戦後は高周波表面焼入、ロー付、真空炉、タン（鍛）造加熱などに、広く誘導加熱が利用されるようになった。当社はこれに対し 1953 年から新形多極形（ヘテロポーラ形）高周波発電機の開発を開始し、戦後から今日までの総台数 75 台、総出力 15,000 kVA に至り、そのほとんどは 3,000 c/s 以上の比較的高い周波数を持ち、国内における 3,000 c/s 級以上の高周波発電機の最大実績を有している。その間の記録品として 150 kVA、250 kVA 10 kc モノブロック形発電機、300 kVA 3 kc モノブロック形発電機、25 kVA 20 kc モノブロック形発電機、250 kVA 10 kc 立形モノブロック発電機などがある。また数台を並行運転して数 1,000 kW の大きな高周波集中電源として使用することも、国内メカとしては当社のみが実績を持っている。

当社の多極形高周波発電機はすべて、モノブロック形で駆動電動機にはカゴ形誘導電動機を用いている。特長としては、回転子にはなんらの巻線も持たず、軸に継手がない。軸受は共通軸の両端に各 1 個ずつしかなく、固定子ワックは共通であって取付足には防振ゴムが付属している、などがあげられる。

当社の標準として 3,000 c/s 級以下は多極形るときローレンツシュミット形とし、3,000 c/s を超過するものはギューイ形としている。継手直結の大容量機は単極形で製作される。

高周波発電機はその空ゲキが非常に狭く、回転子直径の 1/1,000 程度しかなく、しかもその周速は 100~150 m/s に達するので、その加工精度は非常に高級でなければならない。また周波数が高くなるに従い極間隔が小さくなり（たとえば 20,000 c/s では約 2 mm）、鉄心表面形状はただちに性能に影響を及ぼし、その設計や鉄心抜作業には細心の注意を要する。

軸受は空ゲキが狭く精密な同心度を要求されるため、コロガリ軸受が用いられる。これは高速大容量であるので、この選定には相当の知識と経験が必要である。



図 2.62 700 kVA 1,000 c/s 高周波発電機
Fig. 2.62 High frequency generator.



図 2.63 4 x 300 kVA 3,000 c/s 高周波発電機
Fig. 2.63 High frequency generators.

2.46 誘導加熱用大容量高周波発電機

Large High Frequency Generators for Induction Heating

並行運転を行なうためには普通、発電機回転速度、端子電圧、位相をそろえてから並列に投入している。高周波発電機は幸いにリアクタンスが大きく、並列投入時の横流を制限することが簡単にできるので、強制並列を行なうのが普通であり、また実用的である。当社では発電機および負荷の並行運転を数多く行ない、豊富な経験を得ることができた。並行運転を行なうものには集中制御盤を設けて、使用に便利ようにしている。

最近据付面積の減少のため立形発電機が流行してきたが、当社ではすでに1961年に、250kVA 10kc機の立形化を行ない、現在横形、立形両者の製作を行なっている。（詳細は「三菱電機」35, No. 8 (昭36) ほか参照）

2.47 誘導焼入および加熱装置

Induction Hardening and Heating Apparatus

(1) 焼入装置

誘導加熱の原理を応用した焼入装置は、これまでのフレーム焼入や電気炉焼入に比べて

- (a) 焼入時間が短く、また均一な品質が得られる。
- (b) 焼入深度は容易に調整できる。
- (c) 局部加熱ができる上、焼入ヒズミが少ない。

(d) 焼入経費が安く、工場の量産ラインに入れることができる。などの特長があるため、自動車や機械、メカその他で大いに使用されている。焼入装置の電源は、1~20kcの電動発電機か、50~450kcの真空管式高周波発生装置を用いるが、その周波数と容量は被焼入物の形状、寸法および処理量に対して選択される。当社は、これまでに約150台の焼入装置の製作実績を持ち、また熱処理センタでの焼入の実験と研究により豊富な焼入技術を持っている。焼入装置としては、ピン用焼入装置、小物部品焼入装置、カムシャフト焼入装置、リアクスルシャフト焼入装置、ギヤ焼入装置、車輪とギヤおよび軸用万能形立形焼入装置、および連結ロー付装置を標準化している。これらの焼入装置の中で連続焼入を行なうものは、あらかじめ設定されたプログラムどおりにシーケンス動作をすることができる。また1発焼入をするものも、タイマで焼入時間を正確にコントロールできる。焼入装置に使用してある部品は、信頼度の掌握されてあるものを使用している。コンデンサはポリエチレンコンデンサが使用してあるため、小形軽量で水冷不要である。電動発電機は立形と横形を標準とし、真空管式高周波発生装置とともに高信頼度を誇っている。

図2.64は車輪とギヤおよび軸用万能焼入装置外観図を示す。

(2) 加熱装置

誘導加熱装置は、これまでの重油炉に比べて、

- (a) 急速加熱ができ、また加熱効率が高い。
- (b) 均一な加熱ができる。
- (c) スケールの発生が少なく、脱炭も少ない。

(d) 製品の均一な品質を得ることができるうえ、装置の起動停止が容易である。

- (e) 作業環境が清潔である。

などの利点があるため、金属の圧造用、押出し用、その他金属の熱加工用に使用される。加熱される部品は、ピレット、バー、ペアリングレース、および自動車用部品などである。電源としては、商用周波電源か、電動発電機が用いられる。加熱コイルは水冷式のソレノ

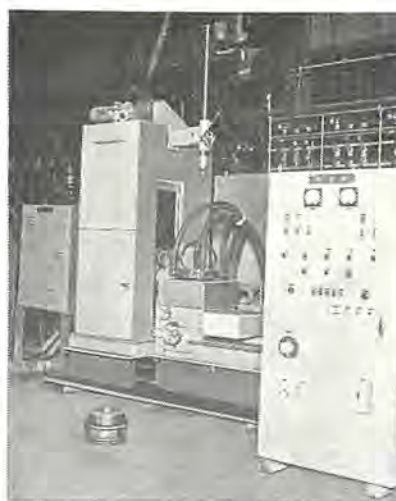


図 2.64 万能立形焼入装置

Fig. 2.64 Universal vertical type hardening apparatus.



図 2.65 鋼片加熱装置

Fig. 2.65 Steel billet heating apparatus.

イド形か、U形コイルが一般に用いられる。

加熱コイル内の材料の送り機構としては、ワーキングベーム式とラッシャ式を標準としている。加熱コイル内で材料の脱炭と酸化を防ぎたいときは、プロパンやブタンの変成ガス、または窒素ガスふんい気中で加熱を行なう。アルミ用切材加熱装置は、商用周波数電源を用いて三相コイルとしてあるから、ピレット軸方向に任意の温度コウ配が得られる。図2.65は鋼の切材加熱装置を示す。この装置の電源は、1kc, 1,200kWで3.5t/hの処理能力を有し、日本で最大規模のものである。

(3) 熱処理センタ

焼入と加熱の研究と実験を行なうための試験設備を有し、10kc, 150kW電動発電機式電源1台、3kc, 300kVA電動発電機式電源1台、100kc, 100kW真空管式高周波発生装置1台、試験用万能焼入機1台、万能焼入機1台、その他試験設備を設備している。当社は、常にこの設備で焼入と加熱の実験と研究を行なっているため、熱処理の豊富な経験と技術を客先にいつでも提供できる。

2.48 アーク炉および誘導炉

Arc Furnace and Induction Furnace

(1) アーク炉



図 2.66 操業中の 30t アーク 炉
Fig. 2.66 30t arc furnace.

アーク 炉の電極制御には、従来磁気増幅器併用 ロートロール 式電極自動制御装置が使用されてきたが、数年来の試作研究の結果、SCR を使用した高性能の電極制御装置を完成し、これを用いた 30t アーク 炉を 1964 年臨港製鉄に納入した。

この電極制御装置は、電極駆動装置として保守の容易な低慣性形誘導電動機を使用し、これの一次側に SCR を並列に接続した電圧調整要素を設け、誘導電動機の電機子電圧を調整してその速度を制御するものであり、アーク 電圧とアーク 電流の偏差によって SCR を制御することにより、応答速度の速い アーク 電力の制御を行なうことができる。

この装置の特長のおもなものを列挙する。

(a) 誘導電動機を用いているため、保守が容易であるとともにフラッシュオーバーの危険性がない。

(b) 電極速度が速く (6m/min)、シャ 断器をトリップ させることがない。またスクラップ 崩壊時の短絡にも、手動によって電極を逃がしてやる必要はなく、完全に全自動で操業できる。

(c) SCR と低慣性電動機を使用しているため、応答速度がきわめて速く (停止より定格速度まで 0.1 秒)、アーク 炉の変動に速応して均等な電力を注入できるので、操業時間の短縮がはかれる。

(d) 電気室の スペース が小さくて済む。(据付床面積 3 電極分

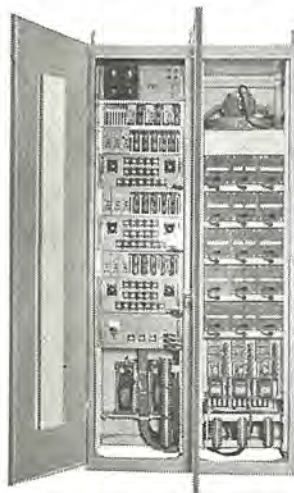


図 2.67 アーク 炉用 SCR 電極制御装置
Fig. 2.67 SCR electrode control panel for arc furnace.

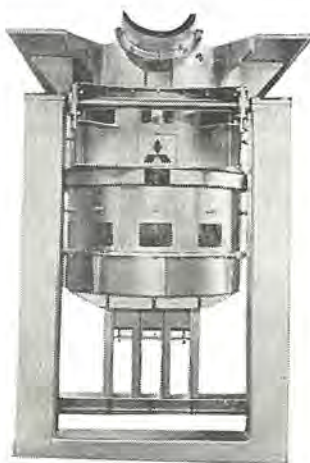


図 2.68 1,500 kg 高周波誘導炉
Fig. 2.68 1,500 kg high frequency induction furnace.

で 0.7 m^3)

(e) 制御部分は、ソリッドステート の完全静止機器であるため、ほとんど保守の必要がない。

(2) 誘導炉

従来の高周波誘導炉の炉体は、誘導による加熱を防ぐため、アスベスト 板、黄銅、アルミなどを主構成材料とし、絶縁物を介してこれらを締結しているので、強度的に弱く多年の使用に耐え得ないものであった。完全な磁気 シュハイ を施こせば、無鉄心低周波炉のような鋼板を主構成材料とする堅固な構造を採りうることは明らかであり、一部では試みられてきたが、種々の試験研究の結果、これの実用化をはばんでいた多くの問題を解決し、1,500 kg, 600 kW 炉を製作、1964 年三菱重工業三原製作所に納入した。

その特長を列記する。

(a) 鋼板製の堅固な構造であるので、炉体の寿命が永久的であり、また ヒズミ がないので、炉室 ライニング 寿命に好影響を与える。

(b) 炉体各部に温度上昇がまったくなく、安全で作業環境がよい。

(c) 損失が少なく、効率がよい。

(d) 炉体はコンパクトで、据付面積が狭い。

2.49 抵抗 溶 接 機

Resistance Welder

(1) 三相低周波点溶接機

軽合金や低合金鋼、耐熱鋼などの溶接には、三相低周波点溶接機がすぐれた特色を発揮することが認められており、当社も数多くの三相溶接機を製作してきている。これらはすべてアメリカ 空軍溶接規格に準拠したもので、航空機用軽合金、その他大電流を必要とする溶接に広く使用されている。図 2.60 は三菱重工業、名古屋航空機製作所に納入され、航空機用軽合金の溶接に使用されているものである。仕様は、MIL-W-7973 における サイズ 2 に相当するもので、最大短絡電流 70,000 A、最大加圧力 2,000 kg である。また本機は、従来の三相機と比べて次の特長を有しており、軽合金の溶接において非常に安定した溶接性能を有している。

(a) 3 段加圧制御ができる。

(b) 圧力の調整が精密にでき、圧力の レスポンス が良好である。

(c) 上下電極部分の剛性が大きい。

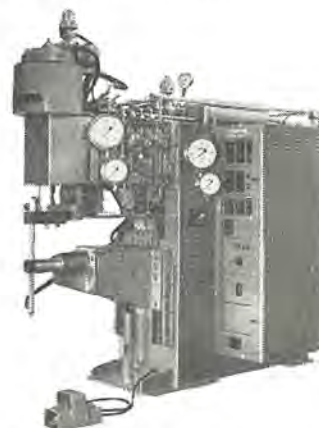


図 2.69 100 kVA 三相 スポット 溶接機
Fig. 2.69 Three phase spot welder.

(d) Cool, Heat, Forge delay の通電時間単位を細かくするために 180 c/s 制御を行なう。

(e) 再加圧の動作点が安定している。

(f) 電源電圧変動に対する電流補償を十分に行なう。

(2) 専用溶接機

最近鉄道車両は、東海道新幹線に見るように軽量化、大形化がますます要求されてきたので、当社では、これらの要求に沿う軽合金車体または大形車体溶接作業の完全かつ迅速化を満たすべく、三相低周波点溶接機を昇降装置、伏仰装置とともに2重式台車にとう載し、溶接点が3次元的に移動して自動溶接のできる鉄道車両車体溶接機用機動式三相低周波点溶接機を完成し、昨年日本車両廠工場へ納入した。

本機は、鉄道車両車体溶接用としては最大級の高性能自動抵抗溶接機で、25 m アルミ合金車体なら10時間で1両分を、また20 m 鋼車体なら6時間で1両分を溶接する能力を有する。このほか川崎製鉄西宮工場へ納入した AP ライン用溶接機は、ステンレス鋼帯の終端と始端、またはリ-ダストリップの重ね継ぎを目的とする点溶接機である。本機の特長は、溶接変圧器を上下に各1個配置して、溶接材への分流をなくして溶接点の過熱を防ぎ、また板厚の異なるものでも良好な溶接ができるようにしている。溶接板厚は0.2~3.5 mm で、幅 1,270 mm、溶接点数 24 点の場合、溶接所要時間は 20~40 秒以内である。

(3) 可搬点溶接機および タイマ

可搬点溶接機は、三菱電機で製作する抵抗溶接機の中で最も多く製作され、自動車産業をはじめ各方面で使用され好評を得ている。わが国で始めて方向性ケイ素鋼板を溶接変圧器に採用し、溶接機の小形軽量、高能率化を計り、タイマに磁気増幅器を用いて溶接電流を安定にし、溶接強度の変動を少なくするなど、常に業界をリードし新製品を発表してきたが、64年初めから生産を開始した新しい可搬点溶接機は、イグナイトロンを除き、すべて半導体化されたタイマと三菱 M コアを使用し、エポキシレジンで処理された溶接変圧器を用いたもので、三菱重工、本田技研、関東自動車をはじめ多数納入した。とくに半導体タイマは SCR、シリコン、ユニジャクシオントランジスタを用いた画期的なタイマで次のごとき特長がある。

(a) サイラトロン、真空管のごとき消耗品がなくなり、信頼度が向上した。

(b) タイマがプリント配線化され小形軽量化されるので、合理的なラライン構造とともに据付、保守が容易になった。

(c) タイマ制御電圧が変動してもタイマは正確に動作する。

(d) SCRによってイグナイトロンを制御し、溶接電流を安定化する回路が付属している。

2.50 アーク溶接機

Arc Welder

(1) MA 形交流アーク溶接機

可動鉄心普及品で、小形、軽量化をはかり、H 種絶縁を採用、可動鉄心 シュウ動機構部分は振動、騒音を少なくするよう、とくに考慮を払った設計で、JIS AW-200, 300, 400, 500 規格品ならびに上記各容量の高力率形を製作しており、三菱重工横浜、広島各造船、来島ドックに MA-500 を大量納入したのをはじめ、その他の容量のものも各所に多数納入している。

(2) TD 形直流アーク溶接機

電力用シリコン整流器を使用し、可変リアクタを改良したトランスラクタ方式と組み合わせ、さらにアークドライブ回路を持つ高性能な JIS DW-200 規格品による直流アーク溶接機であり、当社のシリコン整流器を使用しているため、激しい負荷変動に対し特性劣化がなく、電力損失が少なく、高性能かつ長寿命であり、三相全波整流方式およびトランスラクタ方式のため、きわめて安定したアークが得られる。さらにアークドライブ回路を備えているので、溶接棒と母材が短絡した場合、一時的に大電流を溶接棒に流してフリーzingを防ぐので、薄板の場合でも安定な溶接ができる。

一次開閉器として電磁接触器を使用しているため、手溶接用直流溶接機のほか、TIG 溶接の電源として、また後述の SA-100 形半自動溶接装置の電源としても使用できる。

(3) 交流アーク溶接機用電撃防止装置(トラップスタ式)

交流アーク溶接機の感電防止装置としての電撃防止装置で、JIS 規格品であり、500 A までの交流アーク溶接機に使用でき、制御回路にトラップスタを使用して無接点化し、長寿命、高信頼度がある。また溶接の作業性を考えて、切り換えなしに操作できる自動半自動共用形になっており、制御回路の特性がアーク溶接機の特長とマッチし、電源電圧の変動に対しても誤動作しない。

(4) “三菱アーク” SA-100 形半自動溶接装置

従来の半自動溶接装置は、溶着金属として溶接部に供給される溶接ワイヤが外部のリールから送給ローラによって、フレキシブルコンジットチューブを通して溶接ガンに送り込まれる方式(ラッシュタイプ)が採用されていた。

この方式は、ワイヤの坐屈とフレキシブルコンジットチューブ内の摩擦力から、コンジットチューブの長さに限度あるために、細径ワイヤの円滑な送給が困難なこと、溶接作業範囲が限定されることなどの短所を持っている。

これらの欠点に留意して SA-100 形半自動溶接装置は、ワイヤ送給方式をラッシュタイプとしてワイヤ送給用モータ、ワイヤリールを SP 形溶接ガン(定格電流 200 A、使用率 100%、ワイヤ送給速度 0~20 m/mm)にコンパクトに内蔵し、0.8, 1.2φ mm の細径アルミニウム、軟鋼、ステンレス、ワイヤの円滑な送給ができる。したがって溶接作業範囲が拡大されており、細径ワイヤ(0.8 mm φ)と前述の TD-200 形直流溶接機との組み合わせによって、最近研究された



図 2.70 準同期式半導体タイマ
Fig. 2.70 Resistance welder control timer.



図 2.71 “三菱 アーク” SA-100 形半自動溶接装置
Fig. 2.71 “Mitsubishi arc” type SA-100 semi-automatic arc welding equipment.

短絡移行 アーク 溶接法を採用することにより、MIG (Metal Inert Gas) 溶接による薄板溶接 (0.8 mm 板厚) が可能である。また CC 形制御装置 (1 ϕ 100 V 50/60 c/s 最低動作電流 30 A) に アークスポットタイマ (溶接時限 0.15~3 sec) を取り付けることにより、車両、造船、建築などの骨組と外板その他の溶接に、MIG スポット溶接も合わせて行なうことができる。

発売以来、不二 リッシ およびその系列会社に大量納入したのをはじめ、三菱重工下関造船、石川島播磨重工、名古屋造船など、リッシ、建築、造船会社などに多数納入している。

2.51 三菱ダイアックス放電加工機

“Mitsubishi DIAX” Electric Discharge Machine

三菱 ダイアックス 放電加工機は、10 年前に研究所で研究開発されて、従来は三菱重工工業株式会社と当社との共同で生産販売され好評を得ていた。その後、当社内で放電加工機全体を製作すべく計画され、さらに改良を加えることになった。現在、中形標準機の全自動油圧制御方式放電加工機 DM-201 形および小形標準機 DM-51 形を量産し販売している。

油圧制御式放電加工機 DM-201 形は、従来の DM-102B 形に相応する機種で、高周波重畳回路のほかに油圧 サーボ 制御式の採用、および全面的な新設計により幾多の特長をもった高性能放電加工機である。特長の一端を記述すれば次のこととなる。加工安定領域が広くなり加工条件の選択範囲が自由である。サーボ の応答がきわめて早く ムダ 時間が少なく能率的である。堅固な構造で主軸の剛性が大きくて高精度を維持できる。重い電極 (30 kg 以上)、面積の大きな電極による加工にも安定である。最大加工速度が向上し、約 2.7~3 g/min (20 ϕ ×7 ϕ 銅電極使用) と高能率である。最良仕上面の粗度は約 2 μ H max である。操作がきわめて簡単、かつ安全装置を完備している。加工液の 口 過は独特の静電 フィルタを採用している。多種類の電極材料が使用できる。電解加工機と併用して、精密 タン 造形の加工ができるなどである。操作上とくに便利になった点として、機械操作用押し ボタンパネルは機械ヘッドの前面にあって、操作がきわめて便利である。加工液の切換、調整は 1 本の ハンドル 操作で簡単である。加工電源の切換は、直



図 2.72 ダイアックス DM-201 形放電加工機
Fig. 2.72 “DIAX” type DM-201 electric discharge machine.

流放電電圧、直流放電電流、コンデンサ、極性、並列 コンデンサ など 切換調整でき、加工条件の選択が自由な範囲である。

DM-201 形のおもな仕様は、被加工体の大きさ、幅 250 mm×長さ 500 mm×高さ 200 mm、スピンドル 油圧 サーボ 行程…150 mm、ヘッド 上下行程…250 mm、テーブル 右左行程…300 mm、サドル 前後行程…150 mm、加工電源方式…高周波重畳 L.R.C 回路、電源入力…三相交流 220 V、最大約 6.8 kVA、最大加工速度 2.7~3 kg/min、最良仕上面約 2 μ H max である。

DM-51 形のおもな仕様は、被加工体の大きさ、幅 150 mm×長さ 350 mm×高さ 160 mm、ヘッド 上下行程 (サーボ および手動送り)…200 mm、テーブル 右左行程…160 mm、サドル 前後行程…80 mm、加工電源方式…高周波重畳 RC 回路、電源入力…三相交流 220 V、最大約 3 kVA、最大加工速度…0.7~0.9 g/min、最良仕上面…約 2 μ H max である。DM-51 形は従来の DM-50B 形と仕様は同じであるが、さらに改良を加え、いっそう良い機械になった。

DM-201 形油圧 サーボ 機は、国内での販売はいまでもなく、輸出にも振り向けられるようにとの考えに基づいて製作されたもので、放電加工機はむろんのこと、また、電解加工機との併用により全形加工分野に大いに活躍するものと今後の発展が期待される。(詳細は「三菱電機技報」33, No. 8, (昭 34), 38, No. 1, (昭 39) 参照)

2.52 三菱電解加工機

“Mitsubishi Dia Sinker” Electro-Chemical Machine

当社においては、1961 年末から電解加工機の製作を始め、1962 年および 1963 年の国際見本市に出品し好評を博し、現在製造販売中である。電解加工について簡単に説明すると、被加工物を陽極、工具を陰極として狭い間 隙 で対向させて、工具あるいは被加工物内部から相当早い速度で電解液を噴出させながら、高い電流密度で電流を流し電気分解を行なうものであるから、原理上電極の消耗がなく、特殊な形状の被加工物も比較的簡単に、しかも良い仕上面粗度に加工できる。そのためタン 造形、絞り形、モール D 形ならびにそれに類した部品の加工、切新などに適している。また加工性の著しく悪い被加工物、あるいは形状の特殊性からくる生産性の悪い加工物なども、導電性の材質でさえあれば、これ

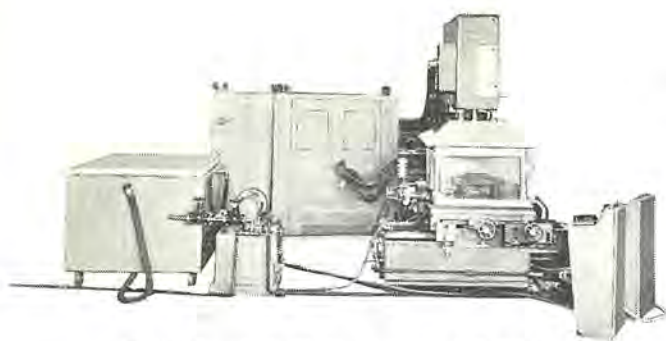


図 2.73 三菱電解加工機 MC-50V
Fig. 2.73 "Mitsubishi Dia Sinker" type MC-50.

らの問題は電解加工によって解決される。現在当社では電流容量 2,000 A および 5,000 A の MC-20V, MC-50V 形を製作し、国内への販売はもちろん、ソ連へも輸出の実績をもっている。

図 2.73 は MC-50V 形電解加工機の全景である。両機種とも電解液中に高圧気体を噴入する方式を採用し、加工面に生じやすい条コンを除去し、加工精度を向上させている。また良好な精度を得るため定電流制御と油圧サーボ系による定電圧制御を行ない、剛性の高い機械本体により安定かつ均一な加工が可能である。

機械の主要部はステンレス鋼、樹脂類、合成ゴムなどを使用して十分な耐食性をもたせ、電解液ポンプは液圧、液量とも加工に要求される必要量を十分満足させる特殊ポンプを使用している。加工タンクは内部がよく透視できる構造であり、排気装置は加工時に発生する水素ガスをタンク外に排出し安全に作業ができる。

また MC-50V では、相当重量ある加工物を対象にしているので、加工タンクを大きく移動させて、上部穴から加工物をタンク内へ装入できるよう考慮されている。電解液タンクは、電解液中に溶出したスラッジを沈殿させる方式と、遠心分離機で積極的に分離させる方式と 2 種製作しており、いずれも電解液の消耗を極力避けるとともに、長時間連続運転を可能にしている。

電源の主要部は、主変圧器、シリコン整流器から構成される直流電源で、可飽和リアクトル、シリコン制御整流素子およびトランジスタレレーによる定電流、定電圧制御を行なっている。

機械の仕様は次のとおりである。MC-20V 形では最大加工面積 100 m²、MC-50V 形では 250 m²、加工量はおのおの 35 g, 85 g、仕上精度は片側クリアランス 0.1~0.3 mm、バラツキ ± 0.05 mm、仕上面粗度は条件により 3~10 μ H max である。被加工物材質は銅、ステンレス鋼、工具鋼、磁石鋼などであり、電極材料は銅、銅合金、銅などが使用される。電解液としては食塩水および特殊溶液を使用する。食塩水は、液の老化現象が起こらないので長期の使用が可能である。当社の特長とする電解液中に混入する気体の種類は、空気、窒素、炭酸ガスなどが適当である。電源部入力三相 200/220 V, 50/60 c/s で、MC-20 形では 42 kVA で加工電圧 DC 20 V 以下、最大加工電流 2,000 A であり、MC50V 形では入力 150 kVA、加工電圧 DC 20 V 以下、最大加工電流 5,000 A である。

2.53 磁気選別機 Magnetic Separator

(1) HM-10 形磁気選別機

耐火材、研磨材の原料であるカーボナダムやアラシダムなどに混入している鉄分を除いて品質向上を計り、またチタン鉄やモナズ



図 2.74 HM-10 形
磁気選別機
Fig. 2.74 Magnetic separator.



図 2.76 ML 形 マグネチック
プレート (3 段式)
Fig. 2.76 Magnetic plate.

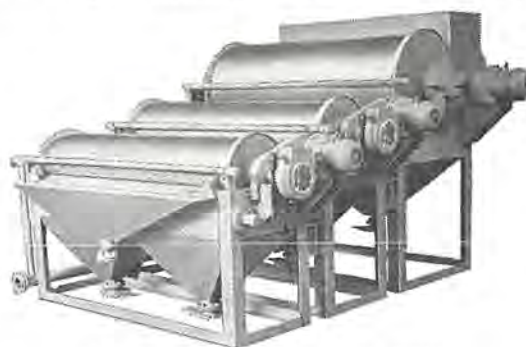


図 2.75 DA-8520-3B 形磁気選別機
Fig. 2.75 Magnetic separator.

石などの弱磁性物の選別に使用する電磁石式の高磁力選別機である。磁性の強弱程度が広範囲にわたっても、十分におのおの磁性別に選別できるように、第 1 段 ロールは強磁性物用に磁束密度は 3,000 ガウス、第 2 段 ロールは 15,000 ガウス、第 3 段 ロールは 20,000 ガウスまで各段ごとに任意に調整できるので、あらゆる原料の除鉄や選別に使用できる磁気選別機で、すでに 10 台を各社に納入している。

(2) DA-8520-3B 形磁気選別機

OP 磁石を使用した磁気選別機は、磁鉄鉱や砂鉄などの選別用に海外を含めて数百台を各社に納入している。本機は最近開発した代表機種であって、1 段ドラムは磁束密度は、電磁石なみの 1,500 ガウス以上とし、相当過酷な条件で使用しても磁性物はすべて吸着させる強さを持っている。2, 3 段ドラムは磁性物を繰り返し精選して品位を上げるので、200~800 ガウスまで任意に調整できる独特の装置を設けているので、選別性能はきわめて良好である。

(3) ML 形 マグネチックプレート

製紙化学、および窯業などの各種原料の製造、または輸送中に混入する微細な鉄分や鉄片を除去して、品質向上を計り、また鉄片によるクラッシュの破損を防ぐに広く使用される。本器は構造が簡単で故障する部分がなく、既設のシュートやダクトの一部を改造することによって、容易に取り付けて使用することができる。除鉄を完全にするために、多段式にして磁性物の吸引チャンスを多くすると効果的である。本器の強力形は石炭中に混入している不発鉄雷管を完全に除去できて、北海道内の数社で使用し、大好評を得ている。雷管使用の炭鉱でぜひ使用していただきたい除鉄器である。現在までに各社に 70 台を納入している。

2.54 送 風 機

Fan

(1) ポイラ 送風機

近年火力プラントの大形化に伴いポイラ用送風機の容量も大きくなってきた。関西電力姫路第二発電所3号ポイラ用押込送風機として、FA4081 両吸込翼形送風機を製作納入した。

おもな仕様は次のとおりである。

駆動方式	横軸直結 両吸込形				
風量制御	ベーンコントロール				
設置場所	屋 外				
風 量	10,000 m ³ /min				
風 圧	<table> <tr> <td>吸込側</td><td>0 mm Aq</td></tr> <tr> <td>吐出側</td><td>820 mm Aq</td></tr> </table>	吸込側	0 mm Aq	吐出側	820 mm Aq
吸込側	0 mm Aq				
吐出側	820 mm Aq				
回 転 数	1,175 rpm				
電 動 機	1,700 kW				

翼形送風機は押込送風機などの新鮮空気を取り扱かう送風機用として高効率、低騒音を目的に開発されたもので、近年の火力プラントの押込送風機は、ほとんど翼形送風機が使用されている。

羽根は後方傾斜の流線形翼形断面をなしており、その形状は気流の衝突や乱れが最も小さくなるとともに、小形で大きな風量、風圧を出せるように考慮されている。

20枚の羽根は主板および側板に溶接されており、主板は鋳鋼製ボスにリベットされている。羽根主板および側板は低合金高張力鋼板を使用している。

風量制御はベーンコントロールで行なわれる。軸受はリング給油の自動調心球面座を有する水冷軸受が使用されている。冷却水は軸受の中を通り直接軸受メタルを冷却する構造をしていて非常に冷却効果がよい。

カップリングは油潤滑歯車式カップリングを使用して自動調心軸受とともに据付および保守を容易にしている。

(2) 焼結炉用主排風機

住友金属工業、和歌山工場第2焼結設備用主排風機として、FB7120 両吸込プレート送風機を製作納入した。

おもな仕様は次のとおりである。

駆動方式	横軸直結 両吸込形				
風量制御	入口ダンパーコントロール				
設置場所	屋 内				
風 量	9,000 m ³ /min				
風 圧	<table> <tr> <td>吸込側</td><td>-1,200 mm Aq</td></tr> <tr> <td>吐出側</td><td>0 mm Aq</td></tr> </table>	吸込側	-1,200 mm Aq	吐出側	0 mm Aq
吸込側	-1,200 mm Aq				
吐出側	0 mm Aq				
回 転 数	900 rpm				



図 2.77 押込送風機の車輪

Fig. 2.77 Wheel of forced draft fan.



図 2.78 焼結炉の車輪

Fig. 2.78 Wheel of sintering blower.

電 動 機 2,900 kW

AC 3,300 V 60 c/s 8 P 同期電動機

FB形プレート形送風機はガス中のジヤイに対する耐摩耗性が大きい、強度が大きい、また安定な特性を有することを特長として製作されている送風機であり、焼結用主排風機には最も適した形式である。扇車は8枚の高張力鋼板製の羽根を有し、突起を付けた炭素鋼製ボスに溶接している。側板はなく羽根は主板のみで連絡されている。羽根はテーパに削っており、側板がないのとあいまって慣性モーメント (GD^2) が小さい。ターボファンに比較して半以下になり、電動機の起動が容易である。

遠心力に対して非常に強く大きな周速に耐える。羽根にはおうとつ(凹凸)のついた鋼板製ハネライナをビョウ(鋲)およびボルトで締め付け、取り換え可能な構造にしている。

軸受はリング給油自動調心球面座を有するスリーブ軸受で、水冷式と油ポンプによる油浴を併用している。軸受潤滑装置は電動機軸受と送風機軸受を同時に潤滑するよう考慮され、送風機とは別置のパッケージ形をなしている。油ポンプは油中没入形遠心式ポンプを使用し、歯車ポンプに比べて高速回転小形になり、呼び水が必要としない。

3. ビルディング用電機品関係

Electric Equipment for Buildings

3.1 エレベータ

Elevator

戦後の日本経済は、1950年ごろまでは混乱期にあったが、その後ビルディングの再建と設備の近代化が進められたので、エレベータ

の製作設置は他産業部門に比べて立ち上がりがあった。とくに当社は、長年のエレベータ製作の経験を有していたのと、幸いに生産設備はそのまま残存していたので、他社にさがけて需要を多く満たすことができた。次いで日本経済の発展に伴って徐々に設置台数は増していった。1960年ころからビルの建設の激増と、ビ

ル内設備の近代化が要望されて、新しい技術の開発とともに生産も記録を大幅に更新された。1962年は経済抑制政策により一般産業部門には停滯現象が現われたが、百貨店の増設改造の積極策、事務所ビル、住宅アパートの建設は止まることなく、当社エレベータの需要は着実に伸びた。このころから輸出向けエレベータの需要も交流エレベータから直流エレベータへ進んで、高速度ギヤレスエレベータへと受注の数量、種類が増し、品質および価格に対する当社の長年の努力が結実してきた。

他社にさがかけて需要を開拓し、技術を開発し、新製品として好評を得ているおもなものを述べる。

(1) 全自動群管理方式エレベータの出現

1957年春、名鉄ビルにわが国最初のこの新方式による製品を納入して以来、自動群管理エレベータは、その機能の優秀性が広く認められ年々着実な伸びを見せて、国内においては東鉄管理局、関西電力ビル、新大ビル、新住友ビル、大阪神ビル、松下電器(大阪)、名銀ビル、栄町ビル(名古屋)など、また海外ではクインエリザベス病院、マンドリンホテル(香港)、マレーシア連邦国会議事堂など、当社の自動群管理方式エレベータは国内はもちろん、遠く海外でも好評を博している。

(2) 高速度エレベータ

従来、わが国では建築の高さの制限もあって、エレベータの速度は150 m/minを最高速度としていた。昨今その制限も撤廃されたので、超高層ビル向け高速度ギヤレスエレベータとしてアメリカウエスチングハウス社が多年研究の末New YorkのPan American Buildingに納入した新方式DMR制御方式に、当社の経験を加味して“三菱シンクログライド方式”エレベータを開発し、国内向けにさがかけて1963年にマンドリンホテル(香港)に6台納入し好評の運転を開始した。引き続いてマレーシア国会議事堂が完成し、AIAビル、キングスシアター(香港)、パバリヤビル(コロンビア)にも高性能な運転を見る日も近いと思われる。

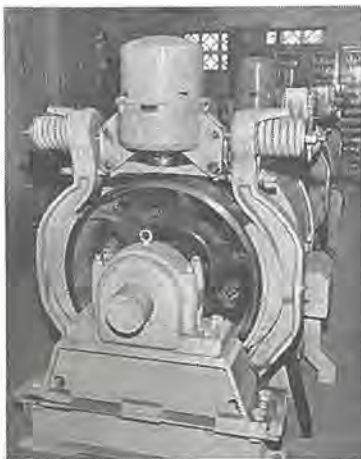


図 3.1 香港マンドリンホテル、エレベータ機械室内景
(三菱エレベータが13台設備されそのうち6台が高速度エレベータである)
Fig. 3.1 Interior view of elevator machine room for Mandarin Hotel in Hong-Kong. (Mitsubishi elevator 13 sets were installed in the hotel, and 6 sets of them are “Synchro glide” high speed lifts.)

(3) 標準形エレベータ“三菱エレベット”

一般用交流乗用エレベータの普及を念頭とし、アパート用標準エレベータを完成し住宅公団、その他中小ビル向けとして好評を得た。さらに経済的なエレベータの普及を推進するため、一般用標準エレベータ“三菱エレベット”18種類、1961年発売を開始した。このよ

うな企画はわが国においては画期的なことであったが、江湖の賛同を得て年々需要が増大し、当社エレベータ部門の重要機種となった。とくに一般エレベータとともに品質、価格の面で需要家各位の信頼を得ており、なおいっそう需要が増大するものと思う。

(4) 特殊エレベータ

長行程用屋外設置の中速エレベータとして、他社にさがかけ1号機を名古屋テレビ塔に設置した。この企画は各地に普及して、テレビ塔は数多く建設され始めたが、当社はさらにわが国最大の東京タワーにエレベータを設置し好評を得ている。

大形荷物エレベータとしては、容量55トンエレベータ(わが国最大)を輸出船に納入設置し、近くは戸畑、若松両市を連絡する大形人貨用エレベータを6台設置し好評を得ている。

最近、自動車の激増に伴い、ビル内の駐車容易にするためパーキングエレベータ設置の要望が増大している。このような用途の油圧エレベータも開発され、静粛さと円滑な運転で好成績をおさめることができ、最近設置台数も増加してきている。そのほか、立体駐車場建設の機運に歩調を合わせて、ガレージエレベータとか、図書館などの書類運搬用セレクトラパチカルコンベア、特殊エレベータなどを数多く製作納入している。

3.2 エスカレータ

Escalator

(1) 最初の近代的エスカレータ

当社は戦前、百貨店、地下鉄、国鉄向けなどに約13台のエスカレータを製作したが、それらは戦時中ほとんど撤去された。1952年の初め、ウエスチングハウス社の新形エスカレータに関する技術を導入して、当社の過去の研究、実績を加味し、面目を一新して日本橋の白木屋百貨店に戦後第1号機を納入した。このエスカレータは、わが国で初めての多くの新技術が採用され画期的のものであった。このエスカレータのおもな特長は次のとおりである。

(a) ステップの踏面が始めてアルミダイカスト製の細かいクリート(クシ状のサツ(棧))となった。そのため床面とステップとの乗り移りが安全になり、洋ガラの先端などのように細かいものでもミジに入り込みにくく、以前からの難題を一挙に解決できた。

(b) エスカレータ独特の立形コンパクトな専用駆動機械が開発された。これは据付面積とトラスに掛かる荷重を大きく軽減せしめることができた。



図 3.2 阪急百貨店 1200 DTT 形 エスカレータ
Fig. 3.2 Escalators for Hankyu department store.

(c) トラスの中に駆動機械を納めた。このため据付構造は単純なものになり、設置場所の制約が少なくなった結果、比較的小規模な建物、狭い地下鉄などの設置場所でも据え付けが容易になった。

(d) 欄干形状を一新し外観を良くし、かつ安全度を増した。ニュアルと呼ばれる乗り降り口の欄干、終端部は半円形となって新感覚のものとなった。ゴム手すりもニュアルで、半円形となって奥深く入り込んでいるので、入口が手や衣服に容易に触れることなく、安全性を増大した。

(e) 運転が円滑になり乗りごちがよくなった。ステップに付属する車輪のローライタについては問題が多かったので、乗りごちよく、しかも耐油性があり長寿命を保持できる材料を求めて検討した結果、合成ゴム製ローを採用することとした。この当社の試みは、その後国内業界のあまねく採用するところとなっている。

(f) 意匠デザインを一新した。内側板をステンレスヘアライン仕上げとし、またアルミ合金を極力採用して、明るく近代的感觉にあふれたものとした。

(g) エスカレータの幅を業界にさきがけて800形、1200形の2種類に統一した。それ以後国内のエスカレータはこの2種となった。

(2) 強化ガラス張り照明付 エスカレータ

デパート内の交通の主役がエレベータからエスカレータに移ってきた結果、エスカレータは一挙にデパートのサービス戦略として欠くべからざるものになった。そのため従来ほとんど好奇的な意味で設備され、店内の片隅に置かれたものが、デパート売場の中心位置を占め、昇降専用エスカレータが設けられ、複列交差状の配置が採られるようになった。このようにエスカレータの役割が重くなるに従って、輸送設備としてだけでなく、店内のデザインとして重要なポイントを占めるようになり、欄干のデザインに再検討が加えられた。1953年日本橋三越百貨店に納入した全面強化ガラス製欄干は、乳白色アクリル樹脂の拡散効果を利用した、ムラのない照明効果が欄干内側を明るくし好評であった。

(3) 欄干透明形 エスカレータ

百貨店の中央において、複列交互配置されるエスカレータは、店内の見通しを悪くし、かつ大きな障壁を形成してしまう結果、店内の商品配置と建物内全体の調和を乱すので、強くこの対策が要望される機運になってきていた。一方建物は従来の閉鎖的のものから開放的となり、不透明な壁に代わってガラスが用いられ、すべてに軽快なデザインが好まれる風調になってきていたので、当社では強化ガラスを使用し欄干を透明にすることによって、軽快なデザインの要請に応ずることができ、1955年4月その第1号を大阪の十合百貨店に納入した。今日好評のヌードエスカレータは、かかる要請にこたえて誕生したものである。最近海外においても、この形式の評判が高く、各メカが競って生産に乗り出している。最近当社が輸出を行なっているエスカレータの約50%は、透明欄干エスカレータで占められている。

(4) D形 シリズエスカレータの展開

戦後始めて近代的エスカレータを開発し、内外を通じて好評の透明欄干付エスカレータを世に送った当社では、エスカレータの安全性をさらに向上すること、ステップの境界線を見やすくして乗りやすくすること、運転を円滑にすること、意匠デザインをすること、手すりゴムを改善することなどの要請にこたえてD形エスカレータを1959年完成し、今日まで好評を持続している。その概要をご紹介します。

介する。

(a) クリートライザーの採用

乗客のはきものがはさま込まれる危険を除くため、従来の平面なステンレス板ライザーの代わりにクリートライザーを採用したので、ちょうどクシ板とステップとの関係のように安全なものになった。

(b) デマーケーション・ゴムの採用

上述のようにライザーとステップレッドを相互にかみ合わせても、どちらかがプラスチックであれば、傷つくことも少ないし音の発生もない。またエスカレータに乗る人は所かまわず踏み込むが、ステップが階段状になるとき踏み直す必要がある。すなわち、ステップの境界線を見やすくすると、乗りやすく踏み直しも避けられる。これらの二つの要請に対して、ステップの後縁を約25mm幅のプラスチック製とし、その色も黄色にしたので、前述の要請を満たして一石二鳥の効果があった。

(c) ステップのターミナルガイドレールの装架方式

当社では、世界に類例のないスロケット軸に、すべてのガイドレールを装架する方式を採用したので、運転が円滑であり、据付保守に人手がかからず簡単になった。

(d) 意匠デザインの向上

顧客にたいして最適意匠のエスカレータの選択が便利のように、意匠種別による整理を行なった。まず欄干を全透明にする(DS形)、上部のみ欄干照明をつける(DTT形)、上下部照明をつけ中部は欄干透明とする(DTS形)、欄干全部照明をつける(DI形)、そのほか欄干内側全面にステンレスを張った(DP形)のような実用的な形式など5種類の基本的デザインを設定した。一方、欄干関係のデッキボード、ストリップ金物などにアルミ合金押出機を使用し、またいっさいの止めネジの頭をかくして、乗客の安全に意を用いるなど、外観意匠の向上をねらった。

(e) ハイストロン製ゴム手すりの完成

従来エスカレータのゴム手すりは一般に3~5年の寿命としたものであった。これは天然ゴムの化学的老化性および耐薬品性不足による保守の困難さに起因していた。これらの要因に対して、最近満足すべき効果をもたらしうる合成ゴム、“ハイストロン”製のゴム手すりを完成し、これらの不具合をなくすることに成功した。

3.3 冷房用機器

Refrigerating machines for Air Conditioning

当社の空気調和器用機器は、圧縮機形式から見て、いわゆる高速多気筒形の系列とターボ形の2系列がある。

高速多気筒形圧縮機として、開放形のMA、MB、MCの3形式と半密閉形のMX形がある。前者は冷媒としてR-12、R-22のいずれも使用可能で、各形式それぞれ同一気筒径、衝程の4、6、8気筒をV形、W形、ダブルV形に配置してある。小形軽量で容量制御装置を備えている。

MX形圧縮機は前記開放形同様4、6、8気筒の3機種があり、冷媒R-22使用の半密閉形機である。これらの半密閉形圧縮機を使用したPF形パッケージ形空気調和装置と、CR形チリッユニットがある。20~40冷凍トンのユニットは圧縮機、凝縮器および蒸発器が各1個の、冷凍サイクルとして1組のユニットであるが、60~80冷凍トンのユニットは2組の冷凍サイクルを持っていて、おのおの独立して働かすことができる。したがって冷房負荷の小さ



図 3.3 PF 形 パッケージ 冷房 装置
Fig. 3.3 Packaged air conditioner 20~40 tons, refrigerant R-22.

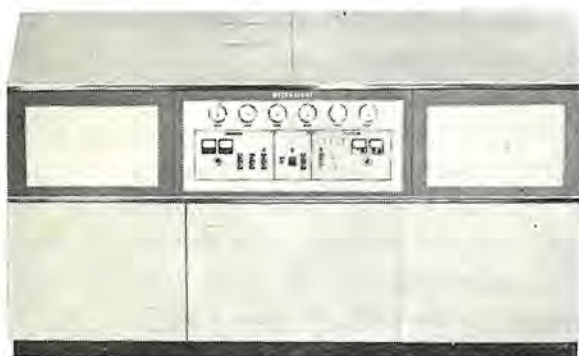


図 3.4 CT 形 チリッグユニット
Fig. 3.4 Turbo chilling unit 60~240 tons.

い中間期の運転、あるいは1組故障しても他の1組が運転できる。さらにまた圧縮機を2台順次起動するので起動電流が小さい特長がある。(図3.3)

チリッグユニットとしては、上記高速多気筒圧縮機を使ったCR形と、ターボ圧縮機を使ったCT形がある。一体にまとめた凝縮器、蒸発器の上に冷媒 R-11 または R-113 の単段密閉ターボ冷凍機を取り付け全体をコンパクトにまとめている。60~100 冷凍トンユニットは圧縮機その他が各1組であるが、120~200 冷凍トンユニットは冷凍サイクルとして2組を持っているので、大形のCR形同様の特長を持っている。

3.4 ビル用ルームクーラ

Air-Conditioner for Building Use

わが国で最初に自蔵形空気調和装置を製作した当社では、毎年研究を重ねすぐれた新製品を市場に送っている。とくに運転時の騒音の低いこと、および暖房器、温湿度調節器、加湿器などの取り付けが便利で、簡易に年中空気調和機として使用できることでは定評があり、冷却性能のすぐれていることとあいまって好評を博しており、数多くのルームクーラメーカーがある中で20%に近いマーケットシェアを有している。

ビルディング用としては、窓掛形(空冷)6機種(0.6~1.1kW)、壁掛形(空冷)1機種(1.5kW)、床置形(水冷)8機種(2~15kW)、(空冷リモート形)5機種(2~3.75kW)、(ヒートポンプ空気

式)1機種(3.75kW)、(ヒートポンプ水式)2機種の合計23機種を生産し、いかなるビルの空気調和にも対応できる体制を有している。(詳細は第III編9章を参照願いたい)

3.5 電気式空気清浄装置—クリネア

Electrostatic Air Filter—"Cleanaire"

戦後の急速な産業の発展は、まさに目をみはらしめるものがあるが、このはなやかさの陰に、衛生的に著しく立ち遅れた生活環境の存在を見のがすわけにはゆかない。とくに人口の集中化による地域の拡大、人口密度の上昇、交通機関の激増および各種産業の発達などにより、主要都市の大気汚染度は急激に増大し、今後の経済成長によってさらに著しくなることが予想される。そのために1960年5月にはついに“ばい煙の排出の規制などに関する法律”が成立公布されたが、これは発生源の規則に主眼を置いたものである。しかしながら生活環境の快適化のためには、さらに汚染された空気清浄化も並行して進められなければならない。

三菱クリネアは、環境衛生上もっとも有害な 1μ 前後の肉眼で見えないような微小ダストを、汚染度法(dust spot test)により90%という高い集じん率で除去することのできる換気空気浄化用の電気式空気清浄装置であり、1954年3月八幡製鉄にその第1号機を納入して以来今日まで、小は数十 m^3/min から大は数千 m^3/min に及ぶ各種容量のものを、ほとんどあらゆる分野にわたって提供し続けてきた。

当社は電気式空気清浄装置のわが国におけるパイオニアとして、そのけいもう普及にたゆまざる地道な努力を傾け、この業界の今日の隆盛に大きな寄与をしてきたものであるが、その誇りと実績に裏付けられたクリネアも時代のすう勢に応じて幾多の改良や原価低減が加えられ、現在も依然として業界主力の座を堅持しているのである。

最近の主要製品であるCC-B形、CH-BB形の各クリネアを図3.5および図3.6に示す。CC-B形は処理風量約 $300\text{m}^3/\text{min}$ までの比較的小容量コンパクトなキャビネット形、CH-BB形は数百ないし数千 m^3/min の処理風量を有する大形の洗浄管走行形、またこのほかにCG-D形があり、これは機械式エアフィルタ(マルチパネル形)に数倍する集じん効率を有するにもかかわらず、これと価格的に大差のない固定洗浄管形クリネアの安価版であり、処理風量も数百ないし数千 m^3/min の範囲にわたっている。

最近近郊の発展とオフィス街の集中化に伴い、大都市の交通機関ターミナルからの乗降者は増加の一途をたどっており、地上交通量の緩和対策として、ターミナル駅舎と近接ビルを結ぶ地下街の建設が盛んに行なわれるようになったが、大阪梅田地下街はその規模からいって代表的なものであり、ここに設置された8



図 3.5 CC-B22 形 クリネア
Fig. 3.5 "Cleanaire"



図 3.6 CH-BB412 形
クリネト
Fig. 3.6 “Cleanaire”

表 3.1 大阪梅田地下街における クリネト の容量と設置場所

クリネト 形 式	台 数	集じん率 %	定格風量 m ³ /min	設 置 場 所	用 途
CH-B552	1	90	1,960	第1設備室	ABブロック店舗給気
CH-B531	1	90	1,136	“	ABブロック通路給気
CH-B530	1	90	930	第1ファン室	Cブロック店舗給気
CH-B320	1	90	372	“	Cブロック通路給気
CH-B522	1	90	1,031	第2設備室	EFブロック店舗給気
CH-B330	1	90	558	“	EFブロック通路給気
CH-B522	1	90	1,031	第2ファン室	Dブロック店舗給気
CH-B311	1	90	310	“	Dブロック通路給気

なお各クリネトの空気流入側にはプレフィルタとしてマルチパネル形空気ろ過器が設置されている。

台の大形 クリネト は地下街の換気浄化に重要な役割を演じている。
表 3.1 にその クリネト の容量と設置場所をそれぞれ示す。

3.6 非常電源用発電装置

Generating Apparatus for Emergency Power Supply

ビルディングには照明などのように、営業上欠かせない電気設備もあるが、また保安上から、一時といえども電源の消失を許されない設備も多く、そのため非常用電源の確保には、法令も設けられているくらいである。

非常用電源としては、特殊なものを除いてはディーゼル発電機であるが、その容量はビルの電気設備に応じて数十kVAから大は数千kVAのものまでである。当社の製作実績も今年にはいって6月までにすでに約100台に達している。これら非常用発電機には、とくに次のような特色を持たせてある。

- (1) 小形でかつ機械的に強い。
- (2) 絶縁は耐湿性がすぐれている。
- (3) 瞬時電圧変動が小さい。
- (4) 保守点検が容易である。

(1) は良質の材料を使用し発電機本体の小形化はむろんであるが、エンジンとの結合にも種々工夫をこらし、極力据付スペースの縮小を計っている。これをさらに進め、発電機、エンジン、制御盤その他全発電設備を一体にまとめた、いわば小発電所ともいべきものを、当社ではDUシリーズと称しており、7.5kVA～140kVAまで8機種にわたって製作している。

従来回転機励磁方式では、突入負荷による発電機瞬時電圧降下がしばしば問題になったが、近年整流器の信頼性向上とあいまって、大多数自励式が採用されるため、この問題はかなり改善された。図3.7はその代表的なものの一つで、新宿ステーションビル納めの自励交流発電機である。ペダスタル軸受オイルリング給油方式を採

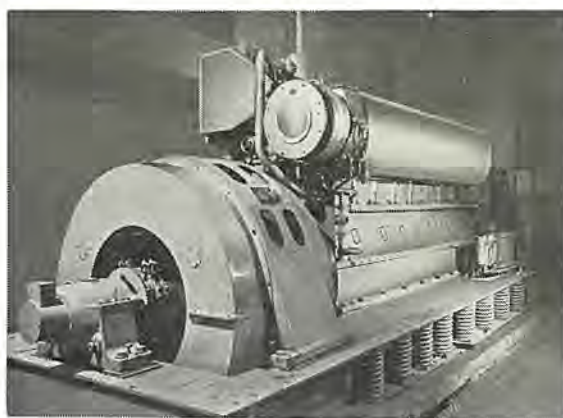


図 3.7 新宿ステーションビル 自励交流発電機
937.5kVA, 3,300 V, 0-8 PF, 50 c/s, 8 P, 750 rpm
Fig. 3.7 Self-excited AC generator for Shinjuku
Station Building.



(左から静止励磁機盤、発電機盤、自動起動盤)

図 3.8 閉鎖形配電盤
Fig. 3.8 Enclosed type switchboards.

用、絶縁はA種であるが含浸ワニス（エポキシ変性のアルキッドワニス）であるため、耐熱性、耐湿性とも非常に良い。

制御装置はビルディングの特殊性を考え保守点検の容易さ、耐湿に十分考慮を払っている。

構造は大別すると開放形と閉鎖形となる。いずれも鋼板製パネルを用いたデットフロントとしているので、外観上また安全性において十分満足される。開放形は保守点検は便利でかつ安価となるが、ジャンプの多い所ではほこりの付着などにより絶縁低下の原因となるので注意を要する。閉鎖形はこの点安全であり、さらに前面をトビラにし、後面を着脱式として保守点検の際にも便利ようにしてある。取付器具は、発電機の故障電流を安全かつ確実にシャ断できるシャ断器を設けるが、電圧600V以下では取り扱い容易なノーヒューズシャ断器を、3kV以上にはシャ断容量の大きな油入式シャ断器を標準としている。しかし要求によっては空気シャ断器、磁気シャ断器なども使用できる。このほか高精度の計器や各種スイッチなどの必要器具を取り付けるほか、エンジンの自動制御用継電器類、操作スイッチなども取り付ける。

自励式交流発電機ときには、上記のほかリアクトル、変流器、整流器などの励磁装置を組み込むこともあるが、励磁装置のみを単独の盤にまとめて発電機の近くに設置することもできる。いずれにしても、全体の機器配置を考慮して決めなければならない。（詳細は「三菱電機技報」38, No. 4, (昭39) 参照）

4. 船 舶 関 係

Marine Equipment

4.1 潜水艦推進用主電機品

Submarine Electrical Propulsion Equipment

防衛庁海上自衛隊に就役中の、1954年度中形潜水艦「はやしお」、「わかしお」の推進用主電動機 SM-2、同主制御装置 SC-2、および1960年度同形艦「なつしお」、「ふゆしお」の潜水艦発電機 SG-2、同主蓄電池制御盤を製作納入した。

(1) 主電動機 SM-2

図4.1は634 kW 左 舷 用主電動機の外観を示す。特筆すべ

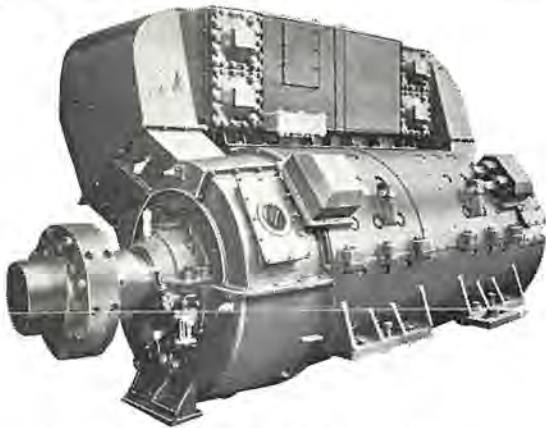


図 4.1 潜水艦用 SM-2 推進電動機

Fig. 4.1 Propulsion motor for submarine.

き諸点をあげると、構造は従来のものと異なり、全閉他力通風冷却器付となり、図4.1に見られるように、主電動機上部に空気冷却器、電動送風機を共通台ワックに組み立てて、とう載している。電機子鉄心は低速時の騒音音を避けるためスロットをスキウしている。冷却器入口には集じん用の空気ろ過器を設け、主極巻線、ベアリング部、および排気カバーには電気式測温抵抗体感熱部が組み込まれて計器盤の計器で各部の温度が読めるようになっている。重量も全装備で12,400 kgと、出力あたり重量では従来のものに比べて著しく小さくなっている。

工場における特性試験はもちろん、傾斜運転、無音潜航時運転などの特殊試験にも良好な結果を得た。

(2) 主制御盤 SC-2



図 4.2 潜水艦推進用主制御盤 SC-2

Fig. 4.2 Propulsion control for submarine.

図4.2は主制御盤の外観を示す。発電機、主蓄電池、主電動機間の相互接続操作、発電機の電圧調整、主電動機の発停、反転、速度制御に必要なシタ断器、接触器その他の開閉器類および界磁調整器、起動抵抗器などを内蔵し、さらに主電動機、発電機、主蓄電池の作動を監視するに必要な諸計器類を装備している。

制御方式は主蓄電池制御盤を遠隔操作するスイッチおよび後部動力配電盤との電気インタロック以外、すべて操作レバーにつながる制御軸により直接機械的に操作する。

操作レバーについては正しい操作順序をしなければ、その時の必要機器が動作しない（操作レバーは動かない）ような、機械的インタロック、とくに電動機レバーにはその段階でいったん休止してロックを解く付加操作をしなければ、次の段階にレバーを進められない装置（セルフロック）をも持っている。また電気的なインタロックを併用して主電動機の界磁確立、電動機レバー（断）位置で主蓄電池シタ断器の投入条件を構成している。

艦外受電断路器は操作レバーによらず直接手動操作で盤裏面にその接続端子を設けている。

(3) 発電機 SG-2

定格は450 kW 240/340 V 1,875/1,320 A 800 rpm 全閉自己通風冷却器付である。675 PS ディーゼル 機関に直結駆動される。構造はGD²の関係から、シャフトを鋳鋼製の中空軸とし、球面ローラベアリングを使用した片軸受構造を採用した。冷却方式は、整流子側に設けた自己ファンにより排気し、機械上部の空気ろ過器および空気冷却器を通して機関側から吸気する。またファンには機関ターニング用の歯車を設けてある。

(4) 主蓄電池制御盤

前部主蓄電池制御盤、後部主蓄電池制御盤兼前部動力配電盤および後部動力配電盤で構成され、艦内の一般動力用電源を制御するものである。

主蓄電池制御盤には電磁遠隔操作のDC 480 V 2,000 A 連続、DC 480 V 50,000 A シタ断のACB、225 AのAQB形埋込シタ断器、PF形およびFCO形のヒューズを取り付けている。動力配電盤には電圧計、電流計と600 A AQB形埋込シタ断器PF形およびFCO形ヒューズを、とくに後部動力配電盤に装備した連絡用ACBと主制御盤SC-2に取り付けている電池レバーとの間には、電気的インタロックを設けて相互の誤操作防止をしている。

艦の π 装上の要求にそうため、とくに器具の性能、配置および端子構造に苦心を払った。

4.2 タンカ主機タービンの遠隔操縦装置

Remote Control Equipment for Tanker

本装置は、推進用主タービン操縦弁を機関室および操タ室のいずれからリモートコントロールできる装置で、操縦ダイヤル操作により前進、後進速度制御を行なうことができる。

この方式のものは、東京タンカー 根岸丸向け 91,000 DWT、22,000 PSタービンおよびMosvold社向け S.S Mosking S.S Mosqueen 号の3船分を製作した。

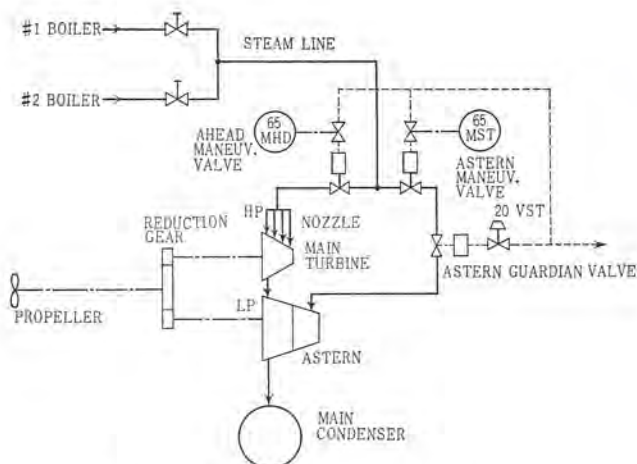


図 4.3 操縦弁スケルトンダイヤグラム
Fig. 4.3 Steering valve skelton diagram.

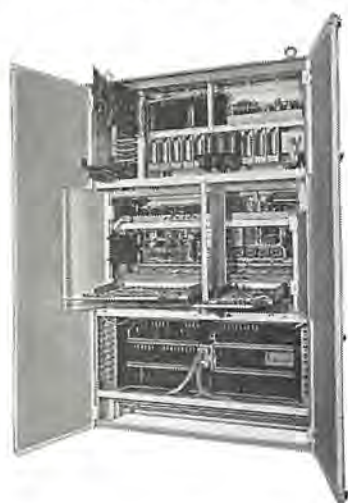


図 4.4 タービンリモコン装置、リレーパネル 内部構造
Fig. 4.4 Relay panel interior construction of turbine remote control device.

操縦装置には電気油圧方式を採用し、前進後進用操縦弁、後進中間弁、その他保安装置から構成されている。速度制御はノズル弁の組み合わせと操縦弁の開度調整により行なわれ、コントロールダイヤル操作によりガバナモータを駆動し、操作油シリンダを制御することにより行なわれる。

操縦弁スケルトンダイヤグラムを図 4.3 に示す。

リモートコントロールは、航海時と出入港時および非常操作時に区分して所定のプログラムを選定したのち、操縦ダイヤルを所定の速度位置にセットすれば、プログラムに従って推進機の増減速を行なうことができる。同時にエンジンレグラフの指令もできるようになっており、ワンモーションコントロールを行なうことができる。ノズル弁、ドレン弁の制御は一部手動となっているが、さらに新しい方式のものはノズル弁制御にし、操作はさらに簡単に行なえるように計画している。

操作が簡単に行なえることと同時に、安全性、信頼性も高める必要があるが、操縦弁については実船装備実績のあるものを選び、制御回路には無接点リレー、トランジスタ、サイバックなどを用いており、従来の可動接点方式に比べて信頼性の点では非常にすぐれた制御回路となっている。図 4.4 はリレー盤を示す。

なおタービン主機のリモートコントロールのほか、ボイラの遠隔操作、バーナー燃焼などの操作も一括し、さらに船内発電機の監視と



図 4.5 ブリッジコントロールスタンド
Fig. 4.5 Bridge control stand.

制御補機関係の制御、およびそれらのアラーム装置など一括コントロールデスクに収納し集中制御できるようになっている。

東京タンカー根岸丸納入の分は、エンジンギア盤とブリッジコントロールスタンドから操作できるようになっており、図 4.5 はブリッジコントロールスタンドを示したものである。本船はすでに 1964 年 7 月に就航しており、好調に就業中である。

4.3 HDK 形差動歯車ウインチ

Type HDK Differential Gear Winch

当社は、船舶用電機品の製作には長い経験を有し、船舶の発達進歩に即応して古い経験と新しい技術をもとに研究してきた。とくに各種電動ウインチは 1926 年以来、3,500 台以上に及ぶ製作経験を有し、内外多数の船舶にとう載されている。交流ウインチの研究は、1936 年以来、ポールチェンジ方式の強固なカゴ形三相誘導電動機により、直接駆動される交流ウインチの製作に先鞭をつけている。HSK 形ポールチェンジウインチは、その良好な運転成績が広く認められ、製作台数はすでに 400 台を突破し船舶交流化に貢献している。しかし当社では、性能、価格ともに国際水準を抜くウインチとして、まったく新しい構想にもとづく三菱 HDK 形差動歯車ウインチの製作に成功した。HDK 形差動歯車ウインチは従来の HSK 形ポールチェンジウインチに代わって広く採用されるものと信じている。

おもな特長は次のとおりである。

(1) 非常に過酷な荷役に対しても安全である。

電動機の慣性モーメントが、従来のポールチェンジウインチの 1/2 以下に減少したので、起動停止の発生損失が小さくなり、過酷な使用条件に対しきわめて安全性が高くなっている。

(2) 慣性モーメントの減少により、起動電流の継続時間が著しく短縮され電源に対する影響が小さくなった。

(3) 起動停止時間が短く荷役効率が一段と向上している。

(4) 重量が従来のものより約 10% 軽減され、制御装置も大幅に簡単になり制御回路用も含めて接点の数が約 1/2 となった。電磁制御方式の特長を十分に発揮しつつ、保守点検が著しく楽なものとなっている。

(5) 速度段数は高速中速(定格ノッチ)低速の 3 段であり、定格速度の約 1/4 の微速が安定に得られる。

(6) 定格ノッチでのロー速度を毎分 40 米とスピードアップさせている。さらに高速ノッチでは定格速度のほぼ 1.8 倍の速度が得られるから、荷役能率が一段と向上する。

(7) 制動巻下げ特性は、きわめて安定しておる。制動巻下げ時(ウインチが荷から回される場合)は回生制動となり、十分な制動



図 4.6 HDK 形差動歯車 ウィンチ

Fig. 4.6 Type HDK differential gear winch.

回転力を発生し、安全な巻下げ特性が得られる。

(8) 各種の安全装置があり乱暴に操作しても、安全円滑な運転ができ、ふなれの人を取り扱っても危険がない。

(9) リモートコントロール、ワンマンコントロール がたやすく行なえる。

(10) 乱暴な運転にも耐えて、能率よく運転できるので、運転保守に対する要求事項がきわめて少なくなっている。

(11) ウィンチ 電動機、ファン 電動機とも全閉形で、完全な水密構造となっているから、外気の影響をうけることがなく取り扱い

表 4.1 HDK 形差動歯車 ウィンチ 仕様一覧

ウィンチ 定格		3 T 40 m/min	5 T 40 m/min
機 核	主巻胴直径(mm)	400	450
	ロープ直径(mm)	20	24
		巻取長さ(m)	180
電 源		440 V 60 c/s	440 V 60 c/s
		高速用 低速用	高速用 低速用
動 機	出力(kW)	17/17	32/31
	回転数(rpm)	4.8	4.8
	全閉強制冷却	1,675/820	1,675/820
	全閉外扇 B	1,150	1,150
機 形	直流円板形	直流円板形	直流円板形
	直流円板形	直流円板形	直流円板形
制 御 装 置	電 磁 式 極 数 変 換	電 磁 式 極 数 変 換	電 磁 式 極 数 変 換
	440 V 60 c/s	440 V 60 c/s	440 V 60 c/s
接 触 器	水 防 ス タ ン ド 形	水 防 ス タ ン ド 形	水 防 ス タ ン ド 形
	防 滴 壁 掛 形	防 滴 壁 掛 形	防 滴 壁 掛 形

(注) いずれもロープ2層目において定格速度を発揮する

が簡便である。

(12) 歯車には特殊な考慮を払って精密歯切りを行なっている。また ウィンチ 本体は大部が鋳鉄製で腐食に強く、しかも重量が軽く保守が容易に行なえる。

(13) 主幹制御器は完全防水形となっており、きわめて簡単で強固である。また電磁接触器盤は別置きとし、前面接続方式を採用しているから点検、保守が容易である。

5. 電 気 鉄 道 関 係

Electric Railway

5.1 交 流 電 気 機 関 車

AC Electric Locomotives

1955年、仙山線の試験線完成によって第一歩を踏み出したわが国の交流電化は、その後設備費および運転費の経済的な優位性と、交流車両のすぐれた性能が高く評価されて急速に進展し、将来は電化線区の過半がこの方式によると予想されている。

当社は1955年に仙山線用として、イグナイトロン 整流器をとり載したわが国最初の整流器式交流電気機関車 ED 451 形を納入したが、その優秀性が認められて、1957年には最初の本線用機関車 ED 70 形 19 両を一括受注製作し、わが国の交流機関車の方式を決定づける大きな役割を果たした。その後も、たゆまぬ研究を続け、わが国最初の シリコン 整流器式や1台車1電動機2軸駆動方式、また最近の磁気増幅器を用いた無電弧 タップ 切換・ノッチレス 電圧制御方式の実現など、国鉄向け各種形式の機関車や、インド 国鉄向け機関車の設計製作に、常にがん新な アイデア と卓越した技術をもって業界をリードしている。製作両数も国内各メカにさがけて1964年4月に通算100両目を完成、製作中のものを含めると1964年6月現在で159両に達している。

当社が設計製作を担当した主要な国鉄向け機関車をあげれば、次のとおりである。

1. ED 451 形 (現 ED 911 形, 1955 年・仙山線用)

前述のとおり、仙山線における交流電化の実用試験の供試機関車として製作したもので、整流装置としては単極密閉形液冷式イグナイトロン 整流器を使用している。連続定格出力1,000 kW、重量59.9 t。(「三菱電機」30, No. 4 (昭31) 参照)

2. ED 70 形 (1957 年・北陸本線用)

仙山線における試験の結果、整流器式交流機関車のすぐれた性

能が実証され、本線用として19両を一括受注した。これは、60 c/s 用機関車としては世界最初のものである。設計は ED 451 形を基本としているが、出力が50%増の1,500 kW となった。最高運転速度90 km/h、重量62 t。(「三菱電機」32, No. 3 (昭33) 参照)

3. ED 713 形 (1959 年・東北本線用)

出力はさらに増大して1,900 kW となったので、大容量に適した高圧タップ切換方式を採用し、また軸重補償回路、イグナイトロン 格子制御による パーニア 制御、空転検知装置など種々の粘着増大方法を講じた。重量64 t (現在67.2 tに変更)、最高運転速度95 km/h。(「三菱電機」33, No.11 (昭34) 参照)

4. EF 30 形 (1960 年・関門 スイ 道用)

山陽本線と鹿児島本線の連絡用として製作した交直両用機関車である。新構想の1台車1電動機2軸駆動方式を採用して1軸空転を完全に防止し、また機関車用としてはじめてシリコン 整流器を採用した。スイ 道内の塩害防止のため、車体外板にステンレス鋼を使用している。一時間定格出力1,800 kW、最高運転速度85 km/h、重量96 t。(「三菱電機」34, No.10 (昭35) 参照)



図 5.1 EF 30 形 交 直 流 電 気 機 関 車
Fig. 5.1 Type EF 30 AC-DC dual service electric locomotive.

5. EF 70 形 (1961 年・北陸本線用)

わが国最大の出力を有する シリコン 整流器式交流機関車、高性能の ローラ 形高圧 タップ 切換器を採用、主電動機は ツリカゲ 式となった。一時間定格出力 2,360 kW, 最高運転速度 95 km/h, 重量 96 t. (「三菱電機技報」36, No. 6 (昭 37) 参照)

6. ED 74 形 (1962 年・北陸本線用)

シリコン 整流器式機関車、65 t の軽量ながら 10 % コウ 配上りで 1,200 t の貨物列車を引き出し可能とするため、台車に特殊な引張棒と リック による軸重移動防止機構を設けるとともに、EF 70 形の タップ 切換器に改良を加え、ノッチ 数を 2 倍に増して粘着性能の向上を図った。一時間定格出力 1,900 kW, 最高運転速度 100 km/h, 重量 65 t.

7. ED 75 形 (1963 年・東北本線用)

東北本線など 50 c/s 線区向けに製作した シリコン 整流器式機関車である。今後の ED 形交流機関車の標準形となるもので、とくに粘着性能の向上に主眼をおいた設計となっており、ED 74 形と同じく軸重移動防止形台車を採用したほか、電気的にも次のような特長を有している。

(1) 磁気増幅器を併用する新しい ノッチレス 制御方式を開発し、引張力の急変を起こさない電圧連続制御を実現した。

(2) 低圧 タップ 切換式としたため、当社機関車に一貫して採用している外鉄 フォームフィット 形主変圧器の特長とあいまって、実効 リアクタンス をきわめて小さくすることができ、良好な電圧変動率特性によって再粘着特性が向上した。

(3) 電気的な軸重移動補償回路を設けた。

なお磁気増幅器を制御することにより、最大負荷電流を通電中でも無電弧で タップ 切換が可能となったほか、制御回路の無接点化を進めて保守の軽減と信頼度の向上を図った。1 時間定格出力 1,900 kW, 最大運転速度 100 km/h, 重量 67.2 t. (「三菱電機技報」38, No. 5 (昭 39) 参照)



図 5.2 ED 75 形交流電気機関車

Fig. 5.2 Type ED 75 AC electric locomotive.

5.2 ディーゼル電気機関車

Diesel Electric Locomotives

非電化区間および異電気方式間の通し運転、トンネル・コウ 配の多い重荷重運転、高速性能を要する幹線乗入れなど、ディーゼル 電気機関車の万能さは枚挙にいとまがないほどである。とくに熱機関としての最高の熱効率を持つディーゼル 機関と、機関車として最も合理的な電気式動力伝達方式とを兼ね備えたこの機関車の設計

第 I 編 三菱電機が誇る技術と製品



図 5.3 DF 50 形ディーゼル電気機関車

Fig. 5.3 Type DF 50, diesel electric locomotive for JNR.

・製作についても、当社は常にその先駆をなし業界をリードしてきた。1953 年初めには、DD 50 形ディーゼル 電気機関車 3 両を幹線用として日本国有鉄道に納入、国産第 1 号ディーゼル 電気機関車として脚光を浴びた。また 1957 年には、日本国有鉄道の亜幹線用客貨兼用標準機関車として DF 50 形第 1 号を納入して、ディーゼル 電気機関車の重要性を認識させた。その後、現在までに DD 50 形ディーゼル 電気機関車 6 両、DF 50 形ディーゼル 電気機関車 55 両を日本国有鉄道に納入、ほかに輸出向けとしてペルー 国鉄に、DD 60 形 2 両、合計 63 両を 10 年間に納入して、それぞれ好評を得ている。

主発電機・補助発電機・差動式励磁機は、ディーゼルエンジンの出力特性を十二分に発揮させるように設計された独自の機器で、広範囲にわたり電圧と電流の積が一定となる性能を備えている。ディーゼル 機関車特有の振動には、とくに留意された設計・製造技術で解決されている。

主電動機は電機子 コイル の巻線を重巻として、整流の安定化をはかり、高速性を出させるために定格回転数と最大回転数との比を 6.3 と高くし、かつ弱界磁も 30 % と大きな界磁率に設計されている。

制御装置は主回路・制御回路・補助回路を一括して、コンパクトな制御箱に納め、運転操作・点検・保守の簡便化を図り、かつエンジン室からの防音も、独特のアイデア から生まれた防音カバーでおおわれている。また気圧抵抗器により、主電動機の界磁率を速度負荷に応じて、自動的に調整する方式は特筆すべき制御方式である。

このようにディーゼル 電気機関車は、蒸気機関車に比べ高効率・取扱簡単かつパイ 煙の害がないという点から、今後とも動力近代化の一環として輸出においても、脚光を浴びるものと思う。

(詳細は「三菱電機」27, No. 7 (昭 28), 31, No. 8 (昭 32) 参照)

5.3 東海道新幹線車両用電機品

Electric Equipment for Tōkaidō New Trunk Line

本項の内容については第 III 編の記事を参照願いたい。

5.4 三菱 WN ドライブ電車電動機

Mitsubishi WN Drive Traction Motor

三菱 WN ドライブはすでに知られているごとく、タワミ 継手に

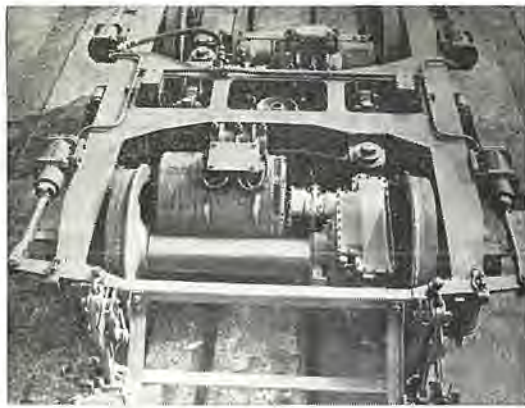


図 5.4 WN ドライヴ 電車電動機と台車

Fig. 5.4 WN drive traction motor and truck.

ギヤカップリングを使用した台車装架式電車電動機の平行駆動方式で、永年使用されてきたツリカケ式に代わって 1953 年 はじめて帝都高速度交通営団に採用されて以来、最も信頼性のある方式として電鉄界の名声を博し、当社の製作実績はすでに 5,500 台以上に達している。その適用も各方面にわたり、過去 10 年間にわが国私鉄で製作した新造車の約半数近くに装備されるとともに、本年開通した国鉄新幹線「夢の超特急」にも、全面的に WN ドライヴが採用され高速運転にその威力を発揮している。また電車のみならず、電気機関車の分野にもその応用分野をひろげ、インドに多数進出しているほか、1 台車 1 電動機方式という特殊な方式にまで応用されている。過去 10 年間の三菱 WN ドライヴの進歩の過程をトピックで拾ってみよう。

(1) 1953 年 帝都高速度交通営団 (丸の内線) および京阪電鉄に、はじめて WN ドライヴ 75 kW, 300 V 主電動機を製作納入した。

(2) 1954 年 1,500 V 用低端子電圧 (375 V) 高性能 75 kW 主電動機をし界にさきがけて近鉄 (大阪線) に納入し、近年一般化した 2 両 ユニット 8 台主電動機制御方式の先駆者となった。また 110 kW 用 WN ドライヴを開発し、奈良電鉄および京成電鉄に納入、大容量 WN ドライヴの基礎をきづいた。

(3) 1956/57 年 永年の懸案であった狭軌用の WN ドライヴを開発し、富士急行へ 55 kW 電動機を長野電鉄、近鉄 (南大阪線) 小田急電鉄などへ 75 kW 電動機をあいっいで多数納入した。

(4) 1958 年 近鉄 ビスタカー 用に、125 kW, 340 V の大容量高性能主電動機を納入した。

(5) 1959 年 小田急電鉄の経済的通勤車 (HE 車) 用として、狭軌用としては画期的な 120 kW 主電動機を納入した。

(6) 1960 年 インド 国鉄向け交流機関車用に WN ドライヴ 525 kW 主電動機を製作した。WN ドライヴ が機関車に進出したのは世界最初で、現在も引き続き多数納入している。

また日本国鉄 EF 30 形交流直両用電気機関車用に WN ドライヴを応用して、ユニークな構造のわが国初の 1 台 1 車電動機動力伝達方式を開発し、600 kW 主電動機を製作した。

(7) 1961 年 帝都高速度交通営団 (日比谷線) に F 種 エボキシ体固化絶縁を採用した 75 kW 主電動機を製作納入し、主電動機絶縁方式に革命をもたらした。

(8) 1962 年 国鉄新幹線「夢の超特急」試作車に、WN ドライヴ 連続 170 kW 脈流電動機が採用され、256 km/h の高速世界記録樹立にその威力を示した。

また高端子電圧 (675 V) 高性能 135 kW 主電動機を開発し、



図 5.5 小田急回生車用 MB-3095-AC 形主電動機
Fig. 5.5 Type MB-3095-A C traction motor for OER (Odakyū) car provided with regenerative brake.



図 5.6 インド 国鉄向け MB-3080-A 形主電動機
Fig. 5.6 Type MB-3080-A traction motor for Indian Railways. (meter gage, mixed traffic, one motor per one bogie.)

西日本鉄道 (広軌) および秩父鉄道 (狭軌) に納入した。

(9) 1963 年 新幹線量産車用 WN ドライヴ 185 kW 脈流電動機の設計を担当し、量産を開始した。

(10) 1964 年 小田急電鉄回生制動付大形通勤車用に新しいアイデアの 130 kW 主電動機を納入した。

形名 MB-3095-AC

形式 界磁 4 分割：力行時並列直巻、制動時直列分巻、補償巻線、補極付

1 時間定格 130 kW, 500 V, 290 A, 1,500 rpm (75 % F)

これは 6 個電動機 1 ユニット制御に適するもので、界磁回路を 4 回路に分割し、力行時は並列直巻として直巻特性を有効に利用し、回生制動時は直列に接続し分巻発電機として十分に回生下限速度をとり、補償巻線を設けて界磁制御を広範囲に行なわんとするのである。

(11) さらに インド 国鉄 (南部線) 向け交流機関車には、1 ユニットの狭軌ながら、1 台車 1 電動機方式で 600 kW 主電動機に WN ドライヴを用いてある。これは日本国鉄向け EF 30 形機関車と同方式ではあるが、さらにきびしい仕様、重量ならびにスペースの制限の中で、十分に満足すべき性能のものとなっている。

形名 MB-3080-A

形式 脈流直巻、界磁純抵抗永久分路、補極付

連続定格 600 kW 1,000 V 650 A 755 rpm

5.5 電車用超多段式プログラム制御装置

Multi-notch Program Control Equipment of Electric Car

電車の制御装置は、自動制御と無接点化により高性能化してきたが、なかんずく、プログラムコントロール装置はその代表的なもので、すでに 200 組の納入実績を有している。この方式は与えられたプログラムに沿って制御を行なう追値制御であって、乗りごちの改善、粘着力の最大利用のほか使用電力量の節減、変電所に与えるピーク電流の低下にも効果がある。

1. 要 目 (帝都交通向け)

編 成 CM₁-CM₂ または CM₁-M₂-M₁-CM₂ 固定編成

定 員 150 人 (自重 34 t)

最高速度 100 km/h

加減速度 $\alpha=4$ km/h/s または 4.5 km/h/s



図 5.7 主制御器箱
Fig. 5.7 Master control box.

$\beta = \pm 4 \text{ km/h/s}$ (常用) 4.5 km/h/s (非常)

制御装置 三菱 ABFM-108-15 MDH 形 (応荷重超多段式
プログラムコントロール方式)

制御電圧 DC 100 V, AC 200 V, 120 c/s

2. 特 長

(1) 連続制御である。

プログラムコントロールでは、主電動機電流の検出や限流値制御は無接点で、かつ連続式である。

(2) パーニア式である。

(3) 特殊直並列ツタリ方式である。

(4) モディ ステッパ制御である。

(5) 多段界磁制御である。すなわち、ノッチオフ時のショックがない。

(6) 超多段無接点制御を行なうため信頼度の高い磁気増幅器を活用してある。

(7) 限流値パターンは電流基準で定トルク制御である。

(8) ATC 制御も可能である。

地上信号に連動した ATC により自動的にブレーキ指令を与えてパターンによる制御が可能である。

(9) オフスポンニングである。

(10) スリップ、スキッド防止が完全である。

このように加減速度のプログラムコントロールと超多段制御のほか、いろいろアイデアを盛り込み高性能にするとともに、無接点化により点検保守を容易にした電車制御装置はまず完べきの域に達したものだといえよう。

5.6 自動列車運転装置

Automatic Train Control Equipment

(1) 東海道新幹線 ATC 装置

新幹線電車は、いまだかつて例を見ない高速運転を行なうので、その運転は全面的に ATC によるようになっている。すなわち、追突防止のためのブレーキのみならず、駅停止のための減速制御も ATC によって行なうので、ATC が故障した場合には営業運転がまったく不能となってしまう。したがって ATC の設計に際しては、故障時安全側になるため fail safe 対策はもちろんのこと、系の信頼度をできるだけ高くして、多数の列車が運転されても、故障件数が実際上無視できる程度にするための配慮がなされている。

ATC の出力としては、大別してブレーキ指令と速度指令の 2 種類が指令されるので、1 チャンネルの基本要素としては、速度照査部およびその付属部と論理回路部に分けることができる。この ATC 装置は高信頼度を得るため同期による事故検出を行なうよう 3 チャンネルが置かれてはいるが、回路を簡単にするため完全なチャンネルは 2 組とし、残りの 1 チャンネルは同期検出のための作用しか持たせてない。

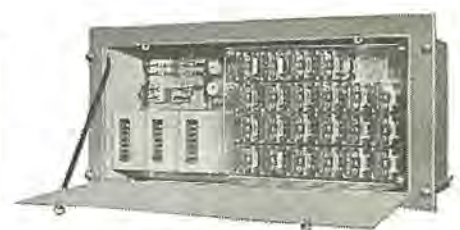


図 5.9 論理回路部
Fig. 5.9 Logic circuit box.

図 5.8 ATC 装置
Fig. 5.8 ATC equipment.

TS-1 形制御装置には照査部 A 2 台、照査部 B 1 台がそれぞれ独立の系統として 3 系統並列に動作し、信頼度に対しては 2 重系、安全性に対しては 3 重系となるよう設計されている。照査部 A は、速度発電機から得られた速度に対応した周波数を、いったん直流電圧に変換し、この電圧を二つの比較回路を持った特殊な可逆計数形のアナログ・デジタル変換回路を経て、速度をデジタル化する回路である。

照査部 B は、照査部 A を使用した 2 系統のいずれかからブレーキ指令が出たとき、これが正しいかどうかをチェックする回路である。

論理部は論理演算を行なう論理回路部品から構成されており、速度記憶継電回路、常用ブレーキ継電回路、非常ブレーキ継電回路、同期指令回路、故障検出回路などからなっている。継電のためには、高信頼性でしかも小形なワイヤスプリングリレーを主体とし、とくに高信頼性および接点容量を必要とするものには、同様な構造で容量強化した RL 674 形多接点リレーを使用している。図 5.6 は論理部の外観を示す。

(2) 地下鉄用 ATO 装置

この自動運転装置 (ATO 装置) は、運転手の行なう操作をすべて自動化しようとするもので、地下鉄を対象としている。すなわち地下鉄では駅間距離が短く、停車ひん度が大であり、路線は曲線、コウ配区間が相当多くて運転操作は非常にむずかしい。一方、有利な条件としては踏切がまったくないので、運転の自動化の対象としては最も適しているものの一つである。この装置では起動、ノッチオフ・速度制限、コウ配抑速、自由走行中の力行、惰行、ブレーキの合理的選択、さらに最も運転技術上困難とされている定位置停止などの制御が自動化されている。

信号装置で重要な要素のものは連続誘導式を使用し、地点選別上精度を要するものはアイデントラによる point check を行なった。すなわち速度制限、停止制御用パターン発生指示などは連続誘導式とし距離検出器補正用としてアイデントラを使用した。

指令装置は全トランジスタ化された静止器で、走行中は常時速度検出器で列車速度を検出するとともに、地上信号の種類によって、惰行、力行、ブレーキ、おのおののパターンを発生し、比較器の動作によって適正な速度により車を制御するようになっている。次に定位置停止作用を行なう場合は地上信号によって駅より一定距離前方から距離検出器が動作し始め速度パターンを発生するようになっているが、これは電子式カウンタ、D-A 変換器を使用した全静止式のものである。



図 5.10 指令装置
Fig. 5.10 Command equipments.

図 5.10 は指令装置外観を示す。装置は大別して速度検出器、距離検出器、パターン発生器、比較器から構成されている。これらは主として NOR 回路およびトランジスタ演算増幅器で組み立てられ、3 パネルに分割収容されている。

論理継電装置では指令装置、受信装置から得られた情報により力行、惰行、ブレーキおよび減速度の選択を行ない車両制御装置のほうへ指示する役目をする。これは無接点リレー“サイバック”から構成された信頼度の高いものである。

5.7 鉄道信号用電源永久磁石発電機

Permanent Magnet Type Motor Generator for
Railway Signal Use

国鉄における商用周波数による交流電化は、仙山線の試験以来長足の進歩発展をとげ、すでに北陸・常盤・鹿児島各本線で実施され、その営業区間は毎年毎年増加の一途をたどっている。交流電化区間の信号電源としては、動力車の整流装置などから発生する倍周波の影響を避けるため、運転用電源の 5/3 倍の周波数すなわち 50 c/s の場合は 83.3 c/s、60 c/s の場合は 100 c/s が使用されている。この電源装置としては、種々の方式が考えられるが、1962 年から信頼性・保守の容易さという点から、当社の永久磁石形電動交流発電機が独占機種として採用されている。そのおもな特長は、発電機界磁に永久磁石を使用したこと、および駆動用誘導電動機と永久磁石発電機を共通ツク・共通軸のいわゆるモノブロック構造としたことである。従来信号電源として使用されていた他社製品一駆動には、誘導電動機または直流複巻電動機、発電機には誘導子形または突極形発電機を継手により直結—と比較すれば次のような特長を有する。

- (1) 励磁装置が不要である。
- (2) 界磁コイルが不要である。
- (3) スリップリングが不要である。
- (4) 整流子が不要である。
- (5) 出力電圧の瞬時停電がない。
- (6) モノブロック構造を採用しているので据付が簡単であり、直結誤差による軸の破損がない。
- (7) 以上を総合して信頼性がきわめて大であり保守が容易である。

標準定格は、出力、1.5、3、5、10、15 kVA、電圧 110 V、二相、周波数 83.3 c/s および 100 c/s、力率軌道相 70 %・局部相 40 %、回転数 1,000 rpm および 1,200 rpm 駆動用電動機は单相あるいは三相カゴ形誘導電動機。



図 5.11 10 kVA
電動交流発電機
Fig. 5.11 Permanent
magnet type motor
generator.

図 5.11 は 10 kVA 電動交流発電機である。

製作実績は 1964 年 4 月現在 186 台であり、今後ますます発展するものと思われる。(詳細は「三菱電機技報」38 No. 5 (昭 39) 参照)

5.8 サーフェジ形モノレールカー

Type SAFEGE Monorail Car

1. モノレールカーの完成

地上、地下の交通機関に代わる新しい都市交通機関として、地方鉄道法に基づく本格的懸垂式(サーフェジ式)モノレールカーが 1964 年 2 月に完成した。これは名古屋東山公園内に建設したもので、フランスサーフェジ社と技術提携した日本エアウェイ開発会社を中心とした三菱グループによってわが国で始めて誕生したサーフェジ式モノレールで、軌道ケタおよび車体関係は三菱重工業 KK が担当し、電機品いっさいを当社が担当製作したものである。このサーフェジ式モノレールは地上、地下の車両に比べて多くの特長を備えているが、そのおもなものは次のとおりである。

- (1) ゴムタイヤを備えた台車に車体をつり下げた構造で、軌道内を走るため振動や騒音が少なく乗りごこちは最高である。
- (2) 軌道面が露出していないから雨雪による影響がなく、車輪スリップなど運行障害がない。
- (3) 曲線半径が小さく、路線建設の利用面積が少なく済み、建設費も安価である。
- (4) 粘着性能がすぐれているため、コウ配登坂力が大きく 120 % と称されている。
- (5) また高加減速が得られるから表定速度が高くできる。
- (6) 自動列車停止装置を備えているから安全性が高い。

2. モノレールカー主要諸元

乗客定員 120 人



図 5.12 サーフェジ形懸垂式モノレールカー 全景
Fig. 5.12 Full view of "type SAFEGE monorail car".

車体寸法	全長 17 m, 全幅 3,145 m, 全高 3,315 m
車体重量	23 t
電気方式	DC 600 V
定格出力	1 時間定格 300 kW
最高速度	80 km/h
主電動機	75 kW, 300 V, 280 A, 1,300 rpm 4 個
制御方式	並列 ツナギ 抵抗短絡発電 ブレーキ付自動進段式
空気 ブレーキ 方式	SMED ブレーキ 装置 (電空併用)
自動列車停止装置	地上 パターン 式
保安装置	折りたたみ式非常脱出 ハシゴ

3. 主電動機と制御方式

主電動機は直流直巻補極付自己通風式で、各台車に2個ずつ直接歯車箱に取り付けられている。主電動機の ツナギ は1台車の2電動機を直列に接続したものを永久並列 ツナギ とし、1群の電動機が故障したときは、開放 スイッチ により主回路から開放し、他の1群によって運転できるようになっている。主電動機の力行と発電 ブレーキ はすべて間接自動制御で、限流継電器と短絡継電器によってパイロットモータを制御し、それにより自動的に ノッチ 進段が行なわれる。

主幹制御器には「断」位置のほか ノッチ 位置があり「1」ノッチでは全界磁による全抵抗直列の1ステップ運転を、「2」ノッチでは全抵抗開放による全界磁運転を、「3」ノッチでは弱界磁最終 ステップ までの制御ができる。力行 ステップ は直列14、弱界磁3で電気 ブレーキ 時の ステップ は15となっており、ブレーキ 弁操作角度によりブレーキ 力を調整し、電気 ブレーキ 失効のときは自動的に空気ブレーキ が作用するようになっている。

列車自動停止装置は車上に受信回路、指令回路および論理回路からなる装置を備え、地上には非常 ブレーキパターン と警報パターンの2種を発生させておき、車速度がパターン 速度を越えると各ブレーキ が作用して停止する。いったん非常 ブレーキ が作用すると、確認 スイッチ を押さないとゆるまないようになっている。

また ATS が故障した場合も、非常 ブレーキ が働くようフェイルセーフ の考慮がとられている。

5.9 ロープウェイ用電機品

Reactor Control for Rope Way

最近 ロープウェイ は、観光地または山岳地で重要な交通機関の役割を果たしつつある。レジャーブーム、パカンス 旅行と観光客は年々増加の傾向にあり、そのため ロープウェイ の大形化、高速化、自動化が



図 5.13 リアクトル 制御 ロープウェイ

Fig. 5.13 Ropeway.

計られるとともに、乗りごこちの改善、安全性の向上が一段と強く要求されるようになってきた。一方、トランジスタ、シリコン 制御整流素子 (SCR) などの半導体の技術の発達はめざましく、当社ではわが国で始めてこの エレクトロニクス の技術をロープウェイの制御装置にも取り入れてその真価を発揮させている。そして ロープウェイ の駆動電動機である誘導電動機は速度制御としては、理想的な特性を得ることができるようになった。

ロープウェイ の電動機にかかる負荷の変動範囲は大体+100%から-100%負荷まで考えられ、しかも ロープウェイ の搬器が鉄塔を通過する前後では、負荷は大きく変動するためその速度制御はむずかしい。

前記各条件を満たすため当社では、誘導電動機は速度制御方式として最もすぐれた リアクトル 制御方式をロープウェイにも採用し、好結果を得ている。容量は55 kW から350 kW まで納入実績があり、その製作台数も約20台に及んでいる。リアクトル 制御 ロープウェイ の電機品は下記の点を特長としている。

- (1) 自動、手動運転のいずれも可能で操作は簡単である。
- (2) 乗りごこちがよい。
- (3) リレー 回路は トランジスタサイバック による無接点制御。
- (4) 自動制御回路は トランジスタ と SCR を使用しているので速応性に富んでいる。
- (5) 各種の速度チェック を行なっているので安全運転ができる。
- (6) 機械 ブレーキ のほかに、コンデンサブレーキ を併用して非常の場合の制動距離を短くしている。
- (7) 交流電動機を使用しているため、直流電動機使用の場合より安価で保守も容易である。

6. 自動車用電装品関係

Electric Apparatus of Motor Cars

6.1 自動車用点火装置の半導体化

Transistorized Igniter

自動車用点火装置で問題になるのは、点火 コイル を動作させるポイント である。ポイント の接触抵抗の増加による点火 パルス の低下、電流 シャ 断能力の運転時間とともに低下すること、およびポイント の突起、転位などいずれも点火 パルス を低くし、機関の出力低下の原因になる。また機関設計の最近のう勢は多気筒高速化であり、ますますポイント に加わる電氣的負担を重くする。これらのことがらについては、現在まで種々の方法で改良されてきたが、十分でない。

トランジスタ を通して蓄電池から点火 コイル へ通電し、ベース 電流を断続することで点火 パルス が得られる。この方式を大別すると次の2種類となる。

トランジスタ を通して蓄電池から点火 コイル へ通電し、ベース 電流を断続することで点火 パルス が得られる。この方式を大別すると次の2種類となる。

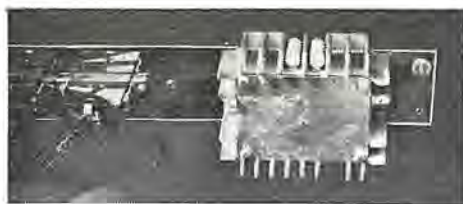


図 6.1 トランジスタ式点火装置
Fig. 6.1 Transistorized igniter.

- (1) 接点式トランジスタ イグナイタ
- (2) 無接点式トランジスタ イグナイタ

このうち接点式は、トランジスタのベース電流のみをポイントに通し、コレクタに点火1次コイルを接続したものである。ここでトランジスタを点火用に使用するとき最も注意する必要があるのは、コレクタ負荷が誘導性であり、コレクタ電流が断ると高いパルス電圧がコレクタに加わる。理論上このパルス電圧は高いほど、小さな入力電力で済み、点火作用の安定性をもたせられる。この目的で二つのトランジスタを直列に接続し、負荷側のトランジスタのベース回路にダイオードをそう入することで、点火コイルのパルス電圧を高く選定できる。この方法ではトランジスタは耐圧的にも、スイッチング損失上も非常に楽であり、長寿命の点火装置が得られるのである。

図 6.1 は当社で開発したトランジスタ点火装置で、トランジスタの冷却をよくするためケースにはフィンが取り付けられている。この方式ではポイントの電気的負担を著しく減じ、ポイント損傷による機関出力の低下を防止するのであるが、なおその動作は機械的であり、ポイント系の機械的損傷を防ぎえない。

第2の方法はまったくポイントを使用しないものであり、点火系については、まったく整備が不要になるものである。これは機関の点火位置を検出するために小形の磁石発電機をもちい、この出力電圧を整形して、スイッチングトランジスタのベース回路へ加え、点火コイルにパルス電圧を発生させるものである。

以上の方式中接点式はすでに実用化の段階に達しており、また無接点式についてもほぼその段階にあるが、いずれにしても価格に難点があり、今後この点で大いに努力する必要がある。

(詳細は「三菱電機技報」38, No. 5 (昭39) 参照)

6.2 自動車用 AC ダイナモ

Alternator with Silicon Diodes for Automobile Use

自動車用の充電発電機として AC ダイナモは、従来の DC ダイナモに比べ半導体整流器(シリコンダイオード)のめざましい進歩とあいまって、低速における充電性能および高速の電気的機械的強度の向上、耐久性の向上、保守の容易化、重量軽減など数々の特長を有しており、1962年から1963年にかけて国内における大形冷房バス、乗用車などの分野において DC ダイナモにとって代わった。実用面でその優秀性が認められた現在ではトラック、軽自動車などにも、あいついで採用されようとしている。

一方、国外に目を転じて AC ダイナモの動勢をみるに、ヨーロッパ方面では1, 2の乗用車や一部の大型バス、トラックを除けばまだほとんどの車が DC ダイナモを装着しているようであるが、AC化の気運はしだいに熱しつつある。アメリカの乗用車についてみると、General Motors, Chrysler, Stude Baker などが、1962年中に

(1963年の新車)ほとんど100% AC 化されており、残る Ford, American Motors なども、1964年中には100% AC 化される見込みである。すなわち1963年の時点で、アメリカの乗用車のほぼ65%が AC 化されたことになる。

当社においては、他社にさがけてこれら AC ダイナモの研究に着手し、本格的な量産体制にはいった現在においても、その性能品質は各方面に高く評価されており、質、量ともに他社をリードしている。もちろんわれわれの AC ダイナモは、わが国の代表的な乗用車に装着されて、輸出も盛んに行なわれ海外に広く紹介されつつある。

また貿易の自由化を迎えるわが国自動車業の合理化競争はし烈であり、その主要部品たる電装品のメカであるわれわれも、ここ2, 3年来きびしい試練を受けている。われわれは品質の向上、原価低減に鋭意努力中であり、1963年以来アメリカの Prestolite 社と技術提携を行なって、設計、製作面に先方の長所を採り入れている。

われわれが現在製作している AC ダイナモの種類、用途およびおもな納入先は次のとおりである。24V系では三菱重工向けとして5kW, 4kW, 3kW, 2kW, 1.5kW (以上大形冷房バス用)、1kW (一般バス用、テスト中)があり、12V系では500W, 400W, 300W, 250W および真空ポンプ付の500W, 400W, 300Wがある。12V系のものは三菱重工、日産自動車、プリンス自動車、東洋工業などの一般乗用車(コルトラボネテ、セドリック、ブルーバード、グロリア、スカイライン、ファミリア、キャロル)およびトラックなどに大量に装着されている。

当社においては、1963年度下半期に AC ダイナモの生産台数が DC ダイナモのそれを追い抜き、1964年度上半期には二十数万台を生産の予定である。

主導的地位にある当社の AC ダイナモのうち、とくに小形のもの(12Vの300W, 250W)はわが国の自動車の特殊性にもよるが、まだ海外にも例を見ないものであり、これを高品質、低価格で大量生産している当社の技術は、内外に誇るべきものがある。(詳細は「三菱電機技報」38, No. 5 (昭39) 参照)

6.3 自動車用自動変速機-ダイヤモンド

Automatic Transmission for Automobile-Diamatic

ダイヤモンドは、わが社がイギリスの S. Smith, ドイツの AEG 両社の基本特許を使用して、開発・発表したパウダークラッチ系の自動変速機および自動クラッチを総称するペットネームである。このダイヤモンドには SAT (Semi Automatic Transmission) と称する自動クラッチ、SCAT (Single Coupling Automatic T) および DCAT (Double Coupling Automatic T) と称する2種の全自動変速機があり、いずれの方式にも共通した特長をあげると次のようになる。

- (a) 発進や変速の際の、クラッチのつながりがなめらかである。
- (b) 流体系の自動変速機に比べて燃費が良い。
- (c) 加速がすぐれている。
- (d) アイドル時にクリープ(車のはい出し)がない。

どの方式によるかは、自動車メカから出される諸条件により決定されるものであるが、以下各方式について概略を説明する。

- (1) SAT 方式



図 6.2 ダイナマチック SCAT 構成部品
Fig. 6.2 Main components of DIAMATIC SCAT.

従来の摩擦クラッチをパウダ・クラッチに置き換え、簡単な制御部品を付け加えて、クラッチ操作だけを自動化したオートクラッチである。発進はたとえば、ダイヤモ立ち上がり発生電圧を修正するなどの方法でエンジン出力に見合った励磁電流を通电して、なめらかな発進特性を得ている。変速は従来どおり運転者が行なうが、変速ノブを握ると自動的にクラッチが切れ、簡単にギヤの入れ換えができる。SAT は 64 年 4 月からスバルデラックス車に装着され好評を博している。（詳細は「三菱電機技報」38, No. 5 (昭 39) 参照）

(2) SCAT 方式

1 個のパウダ・クラッチと、アクチュエータと称するギヤの切換機構が主体となり、ほかにこれを電氣的に制御するコントロールボックス、その他の装置を付け加えた全自動変速機である。発進の制御はイグニッションパルスを取り出し、これをトランジスタで制御して行なう。この方式は車重増加が少ないので、1,300 cc 以下の中小形車に適した方式として、すでに試作段階を終わり、目下耐久運転を続行中である。

(3) DCAT 方式

パウダ・クラッチ 2 個と、特殊 3 段ギヤボックスを組み合わせ、ほかにこれを制御する電気および機械部品から構成される。2 組のクラッチの切り換えで 1 速と 3 速が得られ、ギヤシフトソレノイドによって 2 速ギヤが出力軸にかみ合わされ、2 速が得られる。他方式と異なり変速中互いのクラッチを半励磁することによってパワーシフト（変速中も動力の伝達を行なう）が可能で、なめらかな変速が行なわれる。この方式は主として 1,400 ~ 2,000 cc 級の中形車向けの全自動変速機である。

6.4 自動車ファンクラッチ

Fan Clutch for Automobile

内燃機関において、燃料のもつ全エネルギーのうち、有効な仕事

に変換されるのはその半分以下で、残余は排気ガスや放射、放熱損失として失われる。したがって機関の出力増大のためには、熱効率を改善するとか、あるいは補機駆動や摩擦損失などの機械的損失を最小にとどめることなどが必要である。

ファンクラッチはこの前者を目的としたもので、自動車用機関には、熱効率の点から機関を適温に保つための冷却用ファンがあるが、ややもすると過冷却の現象を起こしやすい。このことから機関の適温範囲の下限にはファンの駆動を断ち、上限になると駆動させるようにしたもので、これによって生ずる利益は、

- (1) 熱効率の向上による燃料消費率の向上
- (2) ファン消費馬力の節約
- (3) 有効出力向上により加速性がよくなる
- (4) 過冷却防止により機関の寿命が延びる
- (5) 機関のウォームアップ時間が短くて済む。

などであり、次のような動作を行なう。従来の冷却ファンは、ラジエータ内の水温に関係なく機関からベルトにより直結駆動され、その回転数は機関のそれにより決められる。一方ラジエータに入る水の温度が低いときにはサーモスタットの働きによって、水が循環しないようになっているのであるから、このサーモスタットと連動して働くクラッチを、ファンとプーリとの間に入れて駆動を断続させれば、機関低温時にはファンは回転せず、またラジエータに入る水の温度が高くなると、サーモスタットの動作によってラジエータに水が流れ始めるので、これと同時にファンクラッチを直結し冷却ファンを回転させる。当社の開発したファンクラッチは 1962 年、イギリスのスミス社、ドイツの A. E. G. 社と技術提携をしたパウダクラッチを応用したもので、パウダクラッチの持つ連結時のなめらかさや、音がしないこと、励磁電流の大きさによって伝達トルクを自由に変えられることなどの諸長所を有し、パウダの寿命は半永久的で、かつ乾式であるために構造も簡単であるが、ただ摩擦式クラッチに比べ重量がやや大きくなるのは否めない。現在製品化されているもののうち、代表的なものに Z-5031 形（図 6.3）があるが、おもな仕様は、伝達トルク 4.0 kg-m、電源電圧 DC 24 V 消費電力 100 W 以下、重量約 13 kg である。



図 6.3 Z-5031 形 ファンクラッチ
Fig. 6.3 Fan clutch.

7. 無線通信関係

Radio Communications

7.1 精密電波追尾技術

Technique of Precision Electric Wave Tracking

最近の宇宙科学技術の進歩は、まさに驚嘆に値するものがあるが、これに伴って、空間にある対象（ロケット、衛星など）の正確な位置あるいは角度を測定することが欠くべからざるものとなってきた。

当社では 1957 年ごろから、機上用の射撃照準装置として、小形の追尾レーダを開発してきた。これらの技術を基として、1960 年から本邦初の本格的な追尾レーダ、GTR-1 形（図 7.1）を独自の技術で開発し、さらに表 7.1 に示すように、次々と新しい形の追尾レーダ、追尾装置へと発展した。そして他社にさががけてこの部門に注目し、開発を進めてきたことが、今日国内において、他の追随を許さぬ地歩を固めたばかりでなく、ユーゴスラビアへ

表 7.1 当社で製作した追尾レーダ、追尾装置の主要性能諸元

形 名	GTR-1	GTR-2	GTR-3	GTR-4	GTR-5
完 成 時 期	1961	1962	1962	1963	1963
納 入 先	東京大学生産技術研究所 ユーゴスラビア航空宇宙局	防 衛 庁	郵 政 省 電 波 研 究 所	国際電電茨城宇宙通信実験所	東京大学生産技術研究所
使 用 目 的	ロケット追尾用	ロケット追尾および指令用	人工衛星追尾 基礎実験研究用	通信衛星追尾用	ロケット追尾用 ロケットテレメータ受信用 通信衛星追尾用 ロケット用 300 Mc 帯 衛星用 4079.73±0.2 Mc
周 波 数	1,673 Mc または 1687 Mc	送信 9,287.5 Mc 受信 9,212.5 Mc	4195±5 Mc	4079.73±0.2 Mc	
反 射 鏡 直 径	4 m	1.5 m	1.8 m	6 m	18 m
駆 動 方 式	AZ-EL 油圧サーボバルブ 油圧モータ	AZ-EL サイラトロン 直流サーボモータ	駆動部なし	AZ-EL 油圧サーボバルブ 油圧モータ	AZ-EL 油圧サーボバルブ 油圧モータ
最 大 角 速 度	AZ 60°/sec EL 30°/sec	AZ 85°/sec EL 85°/sec		AZ 8°/sec EL 1°/sec	AZ 3°/sec EL 1°/sec
角 度 精 度	0.05°	5 mil		1 分	1 mil
角度誤差検出方式	コニカルスキャンニング方式	コニカルスキャンニング方式	サイマルテニアス ローピング方式	サイマルテニアス ローピング方式	サイマルテニアス ローピング方式
最 大 追 尾 距 離	1,500 km	100 km	距離追尾なし	距離追尾なし	距離追尾なし
距 離 追 尾 精 度	40 m	250 m			
そ の 他	アナログデータ記録	アナログデータ記録		デジタルデータ記録	デジタルデータ記録



図 7.1 GTR-1 形追尾レーダ 空中線

Fig. 7.1 GTR-1 tracking radar antenna.

の GTR-1 形追尾レーダの輸出という形で現われたように、国際的な競争にも進出することを可能にしたのである。

追尾レーダ、あるいは追尾装置には次のような要求があり、しかも今後これらの要求はさらにきびしいものになると考えられる。

- (1) 超遠距離目標の追尾（通信衛星は 15,000 km 以上）
 - (2) 高精度追尾
 - (3) 近距離高角速度目標の追尾（とくにロケットの場合）
- このうち(1)項に対する対策としては次のようなものがある。
- (a) 空中線の大形化（GTR-5 は反射鏡直径 18 m）
 - (b) 受信機の高感度化
 - ・パラメトリック増幅器の採用（GTR-1, GTR-4）
 - ・位同期復調方式の採用（GTR-3, GTR-4, GTR-5）

また(2)項に対しては

- (a) サイマルテニアスローピング方式の採用（GTR-3 以降）
- (b) 高精度駆動系の開発
- (c) 機械部分の加工組立技術の高精度化
- (d) 角度および距離検出系の高精度化
- (e) 追尾情報のデジタル化（GTR-4, GTR-5）

などの配慮が必要であり、GTR-4 では角度精度 1 分、また GTR-1 の距離追尾精度は最大距離の約 4 万分の 1 を実現している。

(3)項のためには

- (a) 追尾サーボ系の速応化
- (b) 駆動系の高角速度化

が必要で、これらは(1)、(2)とまったく相反する方向にある。この点がロケット追尾の最も困難な点で、GTR-1 においてはこれを見事に克服した。今後はさらに要求性能の向上という点から、近距離高速用の追尾装置と、遠距離高精度低速用のものとを、別々に持つという方向に進むことも考えられる。

7.2 宇宙通信用機器

Space Communication Equipment

1963 年 11 月 23 日、アメリカモハービ局から送られたテレビ電波は大太平洋を越え、国際電電茨城宇宙通信実験所でみごとに捕えられて、宇宙通信の時代は日本でも開幕した。当社ではこの国際電電茨城宇宙通信実験所に、次のような装置を納入して宇宙通信に協力した。

- (1) 追尾装置（GTR-4 形）
- (2) 指令制御装置
- (3) 送受信空中線

詳細は第Ⅲ編に述べる。

7.3 TZ-3 形パラメトロン式 MUX/ARQ 装置

Parametric MUX/ARQ Equipment Model TZ-3

内容詳細は第Ⅱ編を参照されたい。

7.4 気象用レーダ

Weather Radar

当社における気象用レーダの製作は、1955 年本邦で最初の 5.7 cm 波の気象用レーダを東京管区気象台に設置したのを始めとして、全国各地に据え付けられ、日常の気象観測に大きく寄与し、また気象現象解析のための有用な資料を提供してきた。

今回富士山頂（標高 3,776 m）に設置する気象用レーダは、最新の技術と当社の総力を結集して、幾多の困難な環境条件を克服し建設中であるが、これが完成の暁には、現在レーダ基地として世界最高地であるアメリカミゾーラ・ポイントシックス（約 2,600 m）をしのごう高所基地であるばかりでなく、マイクロレー無線回線によるレ

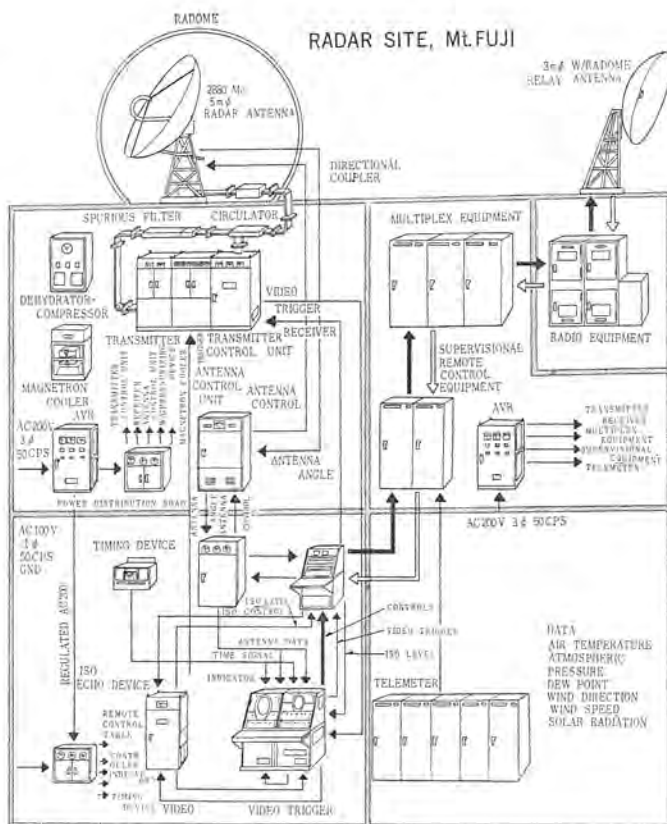


図 7.2 気象用レーダー装置構成図

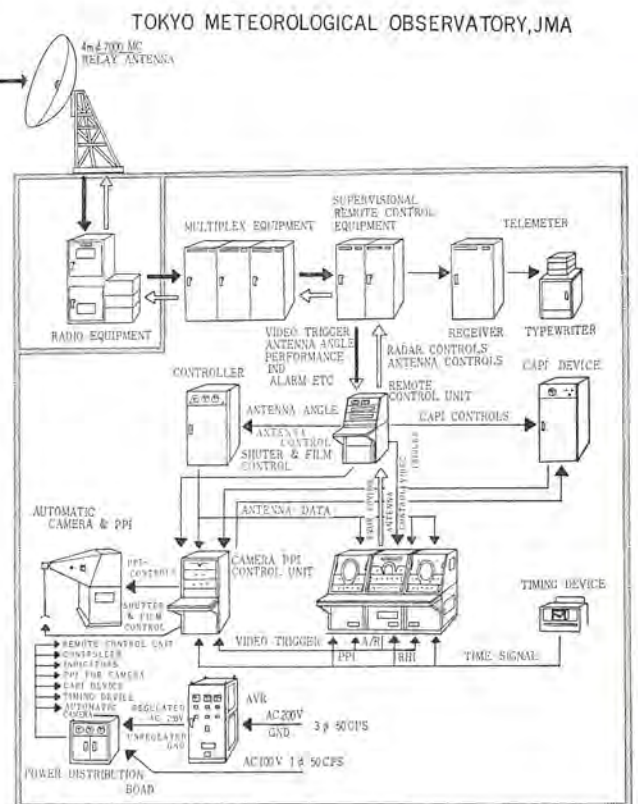


Fig. 7.2 Weather radar composition.

レーダーの遠隔操作は、本邦でははじめての試みであり、世人の注目を集めている。

このレーダーは周波数約 2,800 Mc、送信出力 2 Mw、アンテナ直径 5 m (レードーム付) の大形レーダーで、その観測範囲は本州はもちろん九州の大半まで拡がり、南方洋上から本土に向け北上する台風を、少なくとも 24 時間前にはその位置を追跡でき、進路予報に重要な役割を果たすことになる。さらに山頂レーダーの映像は、山頂で観測するほか、7,000 Mc 帯のマイクロ波通信機により約 100 km の距離にある気象庁観測室に伝送し、同時観測ができる。山頂レーダーの主要部は、この回線を利用してすべて気象庁から遠隔操作し、山頂機器の遠方監視のほか、気温、気圧、風速、風向、露点などの気象データもテレメータ装置で気象庁に伝送するので、実際の観測はほとんど東京でやることができる。また、このマイクロ波回線は山頂、気象庁間の業務連絡以外に、山頂を中心とした数系統の既設 VHF 回線とも自動接続するよう構成され、写真伝送ができる。

当社では 38 年、39 年度 2 カ年度予算で、山頂局舎、および電源設備を含めた全装置の工事を一括受注した。富士山頂における建設可能期間は 6 月下旬から 9 月中旬のわずか 2 ～ 3 カ月間であり、限られた期限内にすべての建設を終わらせることが、この工事のすべての条件である。したがって材料、機器の運搬にはブルドーザー、強力のはか大形ヘリコプタを使用し、昨年の山頂局舎の建設に引き続き今年も 6 月上旬から工事を再開し、現在急ピッチで最終調整を進めている。

このレーダー装置、およびレーダリレー装置の概略仕様は次のとおりである。

1. レーダー装置

(1) 送受信機

周波数 2,750 ～ 2,900 Mc (可変)

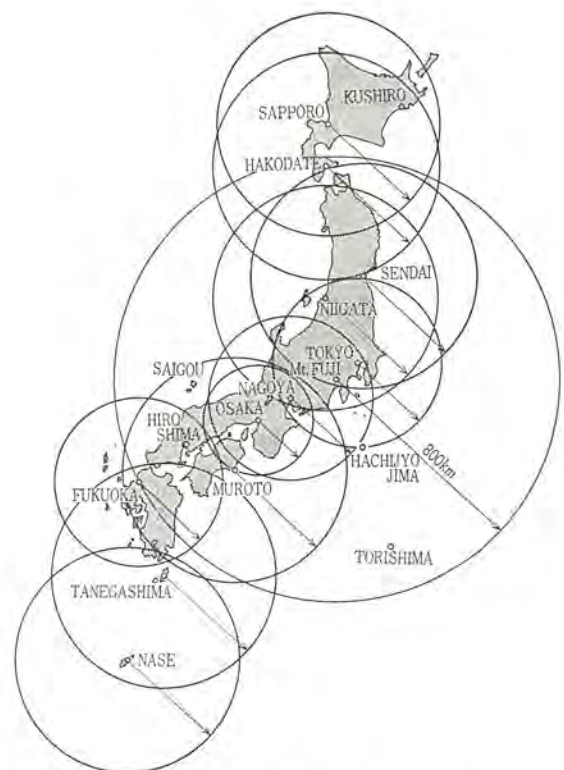


図 7.3 観測可能地域図

Fig. 7.3 Zones of observation.

送信出力	2 MW (nominal)
パルス幅	1 μ s, 3.5 μ s 以上切換
繰返周波数	310 pps, 160 pps 切換
雑音指数	3 dB パラメトリック増幅器付

(2) アンテナ

直 径	5 m 円形 パラボラ (直径 9 m の レードーム 内に収容)
ビーム幅	1.6 度
水平走査	自動: 5 rpm 手動: 360 度, 停止精度 ± 0.5 度
垂直走査	セクタ: $-2 \sim +18$ 度 (RHI) 手動: $5 \sim +25$ 度, 停止精度 ± 0.3 度 ステップ: $-1.5 \sim +25$ 度の範囲 19 段階に区切って CAPI (定高度表示) 走査

(3) 指示機

PPI, 極座標 RHI, A スコープ, 写真専用 PPI

距離範囲 50, 100, 200, 400, 800 km 5 段階切換

写真用 PPI には 35 mm 自動撮影装置, ポラロイドカメラ を装着し, CAPI 表示, 等 エコー 表示のほか富士 レーダ, 東京管区気象台 レーダ の映像を切り換えて撮影

2. レーダリレー装置

(1) マイクロ波無線機

周波数	6,570~6,870 Mc
出力	富士山側 5 W 東京側 1 W
伝送容量	富士山側 レーダビデオ 1 CH 電話(換算) 77 CH 東京側 電話(換算) 65 CH
変調方式	リパ 周波数変調 (ビデオ FM, 電話 SS-FM, 打合せ AM-FM)
アンテナ	富士山側 3 m 直径 (レードーム 付) 東京側 4 m 直径

(2) 端 局

方 式	周波数分割多重
変調方式	SSB 方式
総合伝送帯域	富士山→東京 50 c/s~2,232 kc 東京→富士山 300 c/s~340 kc

(3) 遠方監視制御装置

方 式	FS 並列直列方式
伝送周波数	765 c/s から 170 c/s 間隔

7.5 大 形 ア ン テ ナ

Large Type Antenna

当社では, 各種の レーダ の分野で大形の アンテナ を用いた機器を開発した. ここに代表的なものとして, ロケット 追尾とテレメータ信号の高感度受信を目的として作ったトラッキングテレメータアンテナについて述べ, 末尾にそのほかの各種 レーダ 用 アンテナ についても述べることにする.

(1) GTR 5 形トラッキングテレメータアンテナ

この装置は東京大学生産技術研究所からの注文により, 当社で設計と製作を行なったもので, 鹿児島県大隅半島内の浦の東宇宙空間観測所に設置されている. 直径 18 メートルの パラボラ 反射鏡とその駆動, 制御装置からなる本装置は, 追尾用受信装置, テレメータ受信装置, データ記録装置といっしょになって, 東大で開発されているラムダ形, ミュー 形などの大形観測 ロケット の追尾と, この



図 7.4 トラッキング テレメータ アンテナ
Fig. 7.4 Tracking telemeter antenna.

ロケット からの テレメータ 信号の受信を行なうことができ, かつ, 人工衛星を利用した宇宙通信も行なうことができる. しかし ロケット の発射直後の追尾には大きい角速度が必要であり, 初期の段階では, やはり当社が東大に納入した GTR-1 形 4 メートルトラッキングレーダ の助けをかりねばならず, 途中からの ロケット の捕足はこのレーダ に追従して行なわれる.

この種の機械は, ただ回転するのみではなく, 反射鏡の電波軸の回転角を 3 分以下の角度精度でもって精密に制御しなければならず, 航空機にとう載する小形のトラッキングレーダ から上記の GTR-1 形 レーダ までを, 独自で開発してきた当社の高度の エレクトロニクス の技術と, 記録的大形機器を次々と作りあげてきた重電機器製作の技術とがみごとに結びあって, なしとげられたものであり, 当社の神戸, 伊丹, 鎌倉の各製作所と中央研究所, 本社施設部の密接な協力によるたまものである.

このアンテナ 装置の特長のうちおもなものをあげると, 3mm の鏡面精度を要求されている反射鏡を, 全 アルミ の サンドイッチ 構造で作りあげ, 重量は 13 トン と軽量で, かつ 75 m/sec の風にも耐えられるようにしたこと, 駆動軸まわりの風圧トルク を少なくするために反射鏡に リング 状の風圧平衡翼を有すること, ロケット 追尾と テレメータ 受信のための 4 個の 1 次 フック 射器と反射板, ハイブリッド 回路からなる 1 次 フック 射系と, 人工衛星追尾用のカセ グレイン フック 射系と容易に電動駆動で切り換えうる構造になっていること, $\pm 400^\circ$ の方位角回転角度範囲の間, 電力, 電気信号伝達用の ケーブル を送り出し, 巻き込むための特殊な ケーブル 巻取装置を有すること, 旋回軸受に歯車付の 4 点接触軸受を用いているので旋回主軸を有しないこと.

アンテナ 回転的・光学的監視のための ITV 装置を有すること, サイマルテニアスローピング 角度誤差検出方式を採用していること, ラインコントロール 方式の油圧 サーボ 駆動を行ない, 動力源に 175 HP ディーゼルエンジン を用いていること, 角度の検出にデジタル方式を採用したことなどがある.

動作の モード としては (1) 自動追尾 (2) 手動制御 (3) その他の追尾装置の信号に追従の 3 者があり, プログラム に指令装置を設ければ, プログラム 制御も可能である.

(2) その他の レーダ 用 アンテナ

レーダ の分野では, アンテナ は用途によってそれぞれ特徴をもったアンテナ が必要となり, 開発を行なった.

(a) コニカルスキャンングアンテナ

これは、各種の追尾 レーダ の必要により設計したものである、航空機とう載用、観測 ロケット 追尾用、試験 ミサイル 追尾用などを開発した。

(b) 逆採用 アンテナ

各種の ECM 装置用として開発した。

(c) 3D レーダ 用 アンテナ

3次元 レーダ 用空中線として、とくに開発中のものである。

(d) Cosec² θ 形 ビームアンテナ

対空 レーダ 用、および空港管制用として Cosec² θ の特性をもった アンテナ を各種開発した。

7.6 広帯域伝送マイクロ波アンテナ

Microwave Antennas for Broad-band Transmission Systems

日本電信電話公社の広帯域伝送 マイクロ 波 アンテナ としては、公社の実用化研究の結果をもとに、1953年に当社が東名阪中継線用として36台を製作納入した4 Gc 帯用 パスレングスレンズアンテナ が最初である。その後、軽量安価にして高性能のパラボラアンテナの研究を、公社電気通信研究所と当社とが協力して行ない、当時としては、誇りうる性能のものを完成し、さらに、多雨多雪のわが国に好適の アンテナ として、円偏波 アンテナ の実用化を世界にさがけて成功した。

その後、引き続き公社のご指導のもと絶えず性能向上の努力を続けた結果、性能の点でも、製作数の点でも常に業界での優位を維持してきた。現在、当社で製作している日本電信電話公社の広帯域伝送用 マイクロ 波 アンテナ の主要なものを表 7.2 に示す。パラボラアンテナ の性能向上の対象はまず広角度放射特性および入力電圧定在波の改善に向けられ、1次放射系の改善、導波管および支持索の張り方を工夫することによってこれを実現したものが表 7.2 の(1)および(2)のものであって、現在までにパラボラアンテナ を多量製作してきたイギリス、ドイツのものよりも性能的にすぐれている。次いで1959年の国際無線諮問委員会 CCIR において、広帯域無線中継方式に互いに直交した二つの偏波を同時に用いることを、標準方式とすることが勧告されて以後、偏波共用パラボラアンテナの実用化に力を注いだ。これの実現に成功した最初のもの

表 7.2 日本電信電話公社納入の主要な広帯域伝送用 マイクロ 波 アンテナ

形 式	開口面積 (m ²)	偏 波	周波数帯 (Mc)	入力電圧定在波比	電力増倍率	利 得 (dB)
(1) パラボラアンテナ	8.55 (3.3φ)	単一直線偏波	3,600 ~ 4,200	1.035**	—	40.2*(3,950 Mc)
(2) パラボラアンテナ	8.55 (3.3φ)	単一円偏波	3,600 ~ 4,200	1.037**	1.13**	40.5*(3,950 Mc)
(3) レードーム付パラボラアンテナ	8.55 (3.3φ)	単一円偏波	3,600 ~ 4,200	1.035**	1.15**	39.4*(3,950 Mc)
(4) パラボラアンテナ	12.57 (4φ)	水平垂直偏波共用	3,600 ~ 4,200	1.050**	—	41.7*(3,950 Mc)
(5) パラボラアンテナ	12.57 (4φ)	左右両旋円偏波共用	3,600 ~ 4,200	1.047**	1.13**	41.7*(3,950 Mc)
(6) パラボラアンテナ	12.57 (4φ)	左右両旋円偏波共用	5,925 ~ 6,175	1.022**	1.07**	45.8*(6,175 Mc)
			6,175 ~ 6,425	1.022**	1.07**	45.4*(6,175 Mc)
(7) レードーム付パラボラアンテナ	12.57 (4φ)	左右両旋円偏波共用	5,925 ~ 6,175	1.022**	1.07**	45.4*(6,175 Mc)
(8) パラボラアンテナ	8.55 (3.3φ)	水平垂直偏波共用	10,700 ~ 11,700	1.040**	—	49.2*(11,200 Mc)
(9) レードーム付パラボラアンテナ	8.55 (3.3φ)	水平垂直偏波共用	10,700 ~ 11,700	1.045**	—	48.8*(11,200 Mc)
(10) ホーンリフレクタアンテナ	9.1	水平垂直偏波共用	3,600 ~ 4,200	1.007 (H) 1.018 (V)	—	41.22 (H) 41.48 (V) (3,900 Mc)
			5,925 ~ 6,425	1.009 (H) 1.011 (V)	—	45.01 (H) 44.90 (V) (6,100 Mc)
			—	—	—	39.8 (705 Mc) 42.0 (750 Mc)
(11) 大口径パラボラアンテナ	400 (25×16)	水平偏波	698~738	1.45	—	50.2V
		垂直偏波	749~896	1.45	—	51.0H
		水平垂直偏波共用	2,115 ~ 2,300	1.31	—	(2,115 Mc)

* 最近製作したアンテナ全数について平均した値
** 最近製作した各アンテナの測定値中の最悪値をアンテナ全数について平均した値

が、表 7.2 (6)の Gc 帯左右両旋共用円偏波 パラボラアンテナ である。広帯域偏波共用パラボラアンテナとして世界最初のものであるばかりでなく、性能的にも内外に例をいまだ見ないすぐれたもので、単一周波数帯偏波共用 アンテナ としては、ホーンリフレクタアンテナにまさるとも劣らないものである。引き続き偏波共用パラボラアンテナとして、表の(4)、(5)および(8)があいだいで完成し、公社に納入された。また、深雪地用として反射鏡開口にレードームを装着したものの(3)、(7)、(9)を、各周波数帯で製作している。

パラボラアンテナ の改良と平行に、多周波数帯共用偏波共用アンテナとして、4 Gc、6 Gc 帯共用のホーンリフレクタアンテナ (10)の開発を公社のご指導のもとに続け、幾多の工作上的難問題を逐次解決するとともに、この アンテナ の最大の欠点である E 面内 サイドローブ の抑制法をも解決し、公社電気通信研究所向けの試作機および福岡一宮回線向け商用試験用のものに引き続き、第二東名阪 マイクロ 波中継線用のものの製作工事が完了した。

このホーンリフレクタアンテナ は アメリカ、ドイツのものに比べて入力電圧定在波特性、利得能率および広角度放射特性がすぐれており、またわが国の輸送能力をにらみ合わせて、分解輸送して現地で組み立てる構造となっている。

(11)の大口径 アンテナ は公社の鹿児島—奄美大島間見通し外通



図 7.5 6 Gc 帯左右両旋共用円偏波 パラボラアンテナ
Fig. 7.5 Parabolic antenna with dual circular polarization for 6 Gc band.

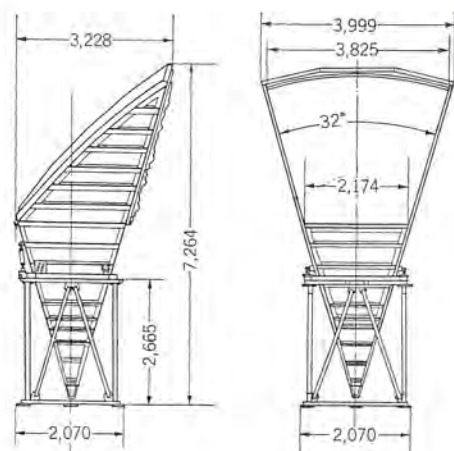


図 7.6 ホーン リフレクタ アンテナ
Fig. 7.6 Horn-reflector antenna.



図 7.7 大口径アンテナの反射鏡
Fig. 7.7 Reflector of huge antenna.

信用として、公社と当社とが協力して完成したものであって、反射鏡は幅 25 m、高さ 16 m のバックネット形である。巨大なことが特長であるばかりでなく、世界にまだその例を見ない多周波数帯共用、偏波共用のパラボラアンテナであり、また、軽量にして最大風速 75 m/sec に耐えうるという、内外に誇りうる多くの特長を持つアンテナである。

7.7 特殊アンテナ

Special Antennas

航空機用、列車用などのアンテナには、移動無線系としての電気的問題ばかりでなく、機械的、空気力学的、あるいは意匠的な特殊問題がある。これらに対して新しい着想により研究開発を行ない、種々の特殊アンテナの実用化に成功した。以下は最近の代表的なものである。

(1) 航空機用 VHF 帯小形広帯域 ブレードアンテナ

航空機の VHF 通信 (118~144 Mc) 用として、胴体の上面あるいは下面に取り付けて用いられる、垂直偏波水平面内無指向性アンテナである。このアンテナは誘電体板に印刷した銅ハクを放射素子とし、それを薄い Blade (葉、刃) 状外形のガラス繊維強化ポリエステル樹脂外カク (殻) に収納し、スキ間に発泡樹脂を詰めただけのものであって、小形軽量、小抗力、堅ろうなど、航空機用として最も望ましい長所をもっている。放射素子は、高さ 8 分の 1 波長でも共振するインピーダンス特性を有し、かつ放射素子そのものが広帯域整合回路を兼ねるように構成してあるので、アンテナの高さが使用電波の波長 2.1~2.5 m に対して、わずか 300 mm にすぎないにもかかわらず、所要周波数帯域において、50 Ω 同軸給電線に対する入力電圧定在波比は、規格値 2 より十分に小さい。

(2) 列車用 400 Mc 帯指向性埋込み形アンテナ

国鉄東海道新幹線の列車無線電話用として、列車の屋根に埋め込まれた垂直偏波指向性アンテナである。このアンテナは長さ約 1.6 m、横幅約 1.2 m、高さ約 80 mm のきわめて浅い箱形構造で、その上面はガラス繊維強化ポリエステル樹脂板で、列車の屋根と同形におおってある。放射素子は箱の底面に配列した 25 個の頂部装荷ユニポールで、このアレーにより放射パターンを合成しているので、ビームの水平面内電力半値幅が広くて 60° 以上もあるにもか



図 7.8 航空機用 VHF 帯小形広帯域 ブレードアンテナ
Fig. 7.8 Small-sized broadband blade antenna for VHF communications for aircraft.



図 7.9 列車用 400 Mc 帯指向性埋込み形アンテナ
(カバーを取りはずしたところ)
Fig. 7.9 Flush-mounted directional antenna for 400 Mc-band radiotelephones for trains—its cover is removed.



図 7.10 列車用架線電圧検知・VHF 帯無線共用アンテナ
Fig. 7.10 Blade antenna for common use in trolley wire voltage detectors and VHF radiotelephone equipments for trains.

かわらず、利得は半波長ダイポールに対して 4 dB 以上あり、前方後方比も良く、しかもビームを前後 2 方向に切り換えうる。

(3) 列車用架線電圧検知・VHF 帯無線共用アンテナ

国鉄東海道新幹線の列車用アンテナで、パンタグラフを上げない状態で、60 c/s 架線電圧を検知する静電誘導アンテナと、150 Mc 帯の構内無線電話用のアンテナと、列車防護のための 169.01 Mc 警報無線用のアンテナとを一体に構成したものである。このアンテナは垂直板状導体および水平棒状導体を素子とし、60 c/s・VHF 分波回路を自蔵し、スピード感にあふれたガラス繊維強化ポリエステル樹脂カバーでおおっており、静電系と無線周波系とが互いに独立に働くようになっている。なお VHF アンテナとしては 144~170 Mc の広帯域にわたって使用しうる。

(4) その他のアンテナ

以上のほか、国産ジェット機の UHF 通信用 テールキャップアンテナ、国産中形輸送機 YS-11 の VHF 通信用 テールキャップアンテナ、同機の VHF オムニレンジおよびローカライズ用空洞アンテナなどは、広帯域性のすぐれた埋込み形アンテナであり、また現在の東海道本線の 400 Mc 帯無線電話用環状スロットアンテナは、列車用としての特長条件に最適の無指向性アンテナであって、これらは、いずれもわが国最初の実用化に成功したものである。

7.8 レードーム

Radome

レードームはレーダをおおうドームであり、風、雨、直射日光などの影響からアンテナを保護し、外周条件に左右されずにいつも一定の精度、性能を発揮できるように使用される。

当社では、わが国においてレーダ製作の再開が許されるや、ただちにレードームの開発に着手した。以来十数年を経た今日、わが国で実用に供されている国産レードームはほとんど当社の製作にかかるもので、数例をあげると、単層薄壁誘電体レードームには、電電公社東名阪 4,000 Mc 超多重無線中継用 パスレングス・レンズアンテナの前面板、ホーン・リフレクター・アンテナの前面板、航空自衛隊レーダ基地用大形硬質レードーム、軟質レードームには、国際電電会社の宇宙通信用アンテナ用レードーム、薄肉サンドイッチ構造レードームには防衛庁 5,300 Mc 地上設置探索レーダ用レードーム室、ジェット戦闘機 F86-F の機首レードーム、防衛庁警備艦 MK-16 用レードームなどがある。

また世界最初の製品としては、電電公社横手山 4,000 Mc 超多重無線中継用偏波パラボラアンテナの金網入り誘電体レードームがある。この型のレードームは宇宙開発用として最近注目を浴びており、たとえばアメリカボーイング社などでも研究されている。

さらに気象庁では 1963 年、1964 年にわたって、富士山頂観測所にレーダステーションを設置することになったが、これに用いるレードームとしては、富士山頂のきびしい気象条件、組立、運搬の困難さという特殊性を十分考慮して設計された。以下このレードームについて概略を紹介する。

世界最高所レーダ、アメリカモンタナ州ミズーラの約 2,400 m をしのぐ、海拔 3,776 m の富士山頂剣が峰に設置されるレーダは到達距離約 800 km のわが国最大の規模の気象観測用レーダで、台風の早期予報、および天気図の信頼性を高めるのに活躍することが期待される。しかしわが国最高峰の富士山頂は同時にわが国最悪の気象状態にある。年間を通じての強風、11 月から翌年 5 月までの激しい霧水の発生により、レーダ装置を設置してもたちまち氷のかたまりとなり、損傷が激しく、とてもレードームなしでは設置は考えられない。またレードームとしては、上記の風雪以外に強烈な紫外線、オゾンなどによる材料の劣化、落雷などについて十分考慮されなくてはならない。さらに運搬、組立作業についての極度の制限から、従来の硬質レードーム、軟質レードームに代わるものとして、わが国最初のメタリック・スペースフレーム・レードームが開発された。これは金属製のフレームでドームの骨を組み、そのフレームの間に強化プラスチック板をはめ込んだものである。

富士山頂用の直径 5 m のアンテナを収容する場合には、直径 9 m で、1 辺約 1.8 m の三角形よりなる多面体のドームが選ばれた。

レードームの設計は皮となるパネル部分と、骨となるフレーム部分に分けられる。パネル部分の設計には風荷重に耐える強度と、山頂における紫外線などによる材料の劣化が最も問題となる。ここでは硬質レードームの技術が生かされて、厚さ 1.5 mm のガラス繊維強化プラスチック板が製作された。フレーム部分の設計においては、その太さは、電気性能、機械的強度のまったく矛盾する二つの見地から制限される。さらに組立作業が簡単でその作業がすべてレードーム内側からできるようにしなければならない。こうして設計されたフレームは超ジュラルミン製で、図 7.11 のような断面

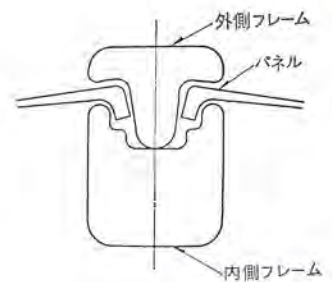


図 7.11 フレーム断面図
Fig. 7.11 Cross section of frame.



図 7.12 富士山頂観測所レードーム
Fig. 7.12 Radome at mount Fuji observatory.

をもっている。

フレームは高張力ボルトを使用して、ドーム状に組み上げられる。組立に際しては外側フレームのみで一応ドームを構成し、山ろくからヘリコプタで一気に山頂に運ばれ、その後パネルおよび内フレームを取り付けることにした。

この富士山頂レードームのおもな仕様は次のとおりである。

構 造	金属スペース・フレーム
大 き さ	直径 9 m 高さ 6.8 m
重 量	1,800 kg
設計条件	風速 100 m/sec (瞬間最大) 周囲温度 +20~ -50°C
電気性能	電力透過率 90% ビームシフト 1/100度 サイドローの上昇 1 dB 以下

このようにして当社では、設計は鎌倉製作所、工作はゴム・プラスチックの分野に古い歴史と新しい技術をもつ相模製作所が担当し、さらに中央研究所の協力を得て種々のレードームを製作してきた。近年宇宙通信の著しい発展とともに、大形精密アンテナ用として、電気的にも機械的にも優秀な巨大なレードームが要求されている。このためには新しい材料の開発、設計技術のよりいっそうの向上がなされねばならない。当社でもこの方面の研究開発に鋭意努力している。

7.9 導波管回路部品

Waveguide Components

導波管回路部品については、多年にわたり研究、改良を重ね、その原理、構造の点で内外に例のないもの、あるいは、特性的に格段にすぐれたものが多数製作されている。

(1) 導波管形 1/4 波長板

誘電体板装荷のものについては、 $\lambda/4$ 偏波率特性を広帯域化する

るための最適寸法決定法を考案した結果、きわめて高性能のものが実現できることになり、この方法で製作したものが日本電信電話公社の4 Gc 帯広帯域円偏波 パラボラアンテナに多数使用されている。

2種類の金属ヒレを導波管に装荷し、おのおののヒレのもつ周波数特性を差動的に相殺することによって、平タンな円偏波率特性をもたせたり、あるいは、特定の2周波数で円偏波率を1にしたりすることのできる差動形金属ヒレ $1/4$ 波長板は、内外に例を見ないもので、世界の注目をひいた国際電信電話株式会社の宇宙通信用送受共用 カセレンアンテナの4, 6 Gc 共用円偏波発生器として使用されている。

また、金属ヒレと容量性棒とを組み合わせ導波管に装荷し、おのおののもつ周波数特性を和動的に相殺することによって平タンな円偏波率特性をもたせる和動形容量性棒装荷金属ヒレ $1/4$ 波長板も、小形にして高性能というすぐれた特長をもっている。

複数の容量性棒を導波管に装荷する、集中装荷形移相器については、その移相量および周波数特性を任意に与える方法を考案した結果、次に述べる6 Gc 帯円形導波管ハイブリッド回路と組み合わせ、きわめて高性能の左右両旋円偏波発生器が実現できることになり、日本電信電話公社の世界にその性能を誇りうる6 Gc 帯広帯域左右両旋共用円偏波 パラボラアンテナの一次放射器として、多数製作している。(図 7.13 参照)

(2) 導波管 ハイブリッド 回路

マジック T あるいは円形導波管ハイブリッド回路については、広帯域にわたってインピーダンス特性および結合減衰量特性のとくにすぐれたものを多数製作している。一例として6 Gc 帯円形導波管ハイブリッド回路の特性をあげると、5,925~6,175 Mc あるいは6,175~6,425 Mc の帯域にわたって、入力電圧定在波比 1.02 以下、方形導波管間結合減衰量 38 dB 以上という画期的なものが得られている。

ハイブリッド回路と可変移相器とを組み合わせた図 7.14 の複状態励振回路はわが国およびアメリカの学会に発表して注目を浴びたものである。図 7.14 において、左方の開口①あるいは②から



図 7.13 移相器およびフィードホーンを接続した6 Gc 帯円形導波管ハイブリッド回路
Fig. 7.13 6 Gc-band circular waveguide hybrid junction with phase shifter and feed horn.

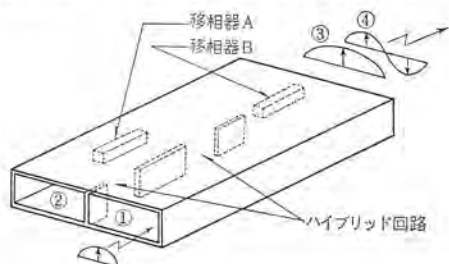


図 7.14 複状態励振回路
Fig. 7.14 Waveguide alignment for dual mode excitation.

波を入射して、右方開口に現われる $TE_{10}^{(3)}$ 状態③と $TE_{10}^{(4)}$ 状態④との間の振幅比は移相器 A によって、また、位相差は移相器 B によって連続的にしかも独立に変化させることができ、アンテナアレーのビーム変位にこれを用いれば従来の欠点が除かれて、きわめて高性能のビーム走査アンテナが実現できる。

(3) その他

曲り導波管、導波管気密窓およびネリ導波管などについても、とくに特性のすぐれたものを種々製作している。一例をあげると、6 Gc 帯角曲り導波管では、5,925~6,175 Mc あるいは6,175~6,425 Mc の帯域にわたって、入力電圧定在波比 1.008 以下という驚異的特性のものが日本電信電話公社に多数納入されている。

7.10 フェライト応用回路

Microwave Ferrite Devices

種々の単向管、サーキュレータ、移相器およびスイッチなどのマイクロ波フェライト応用回路を開発、製作しているが、ここでは、わが社独特の技術による開発品としてフェライト形無限移相器、方向性電力分配回路を、動作原理の解明により性能を著しく改善した例として、フェライト分割形導波管サーキュレータおよび共振形電界変位単向管について述べる。

(1) フェライト形無限移相器

フェライト形無限移相器は図 7.15 に示すような構成を有しており、#1 のフェライト移相器が0から π ラジアン、#2の移相器が π から 2π ラジアンに移相を受け持ち、両端にあるフェライト・スイッチにより、#1、#2 両移相器に交互に電波を通すように切り換えることによって、全体の移相量を0から無限大まで、同一方向に連続的に変化させようとしたものである。

この無限移相器は、従来の機械的な回転形無限移相器に比べ移相速度が著しく速く、フェライトを用いた回転磁界形無限移相器に比べ所要印加磁界が小さく、小形になしうるなどの長所がある。

この無限移相器は制御部と組み合わせることによって、数台の空

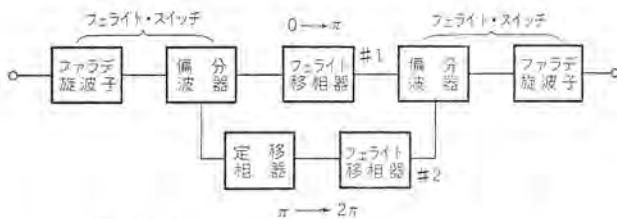


図 7.15 透過形フェライト無限移相器の構造
Fig. 7.15 Structure of the transmission type infinitely variable ferrite phase shifter.



図 7.16 5 Gc 反射形フェライト無限移相器
Fig. 7.16 Reflection type infinitely variable ferrite phase shifter.

中線系の放射 ビーム を連続的に掃引したり、スペース・ディバシティ方式において、各空中線からの受信電力の位相を自動的に合わせて出力合成値が最大になるような最適値制御を行なったりすることによって使用できる。図 7.16 に 5 Gc 反射形導波管無限移相器を示す。このおもな性能は、入力定在波比:1.07 以下、そう入損失:2.3dB 以下、切換時の不連続:5 度以内、位相変化の速度:1,800 度/秒である。

(2) 方向性電力分配回路

この回路は、非対称構造を有する フェライト 装荷分岐回路の特殊な性質を利用した新しい回路で、3 端子対の場合を例にとると、次のような動作をする。端子対①からの入射波は無反射で端子対②へ全部透過されるが、端子対②からの入射波は無反射ではあるが、端子対①と③とに等分される。この回路の応用として、サーキュレータ および マジック T と組み合わせて 送受共用回路を構成しうる。この送受共用回路は、従来の TR 管または フェライト・スイッチを使用したものが パルス 波の送受信しかできなかったのに比べ、連続波の送受信も可能であることが大きな特長である。

6 Gc 帯での性能例は、 ± 10 Mc で送信機、受信機間の シャ断量は 60 dB 以上、空中線、受信機間のそう入損失は 0.4 dB 以下である。

(3) フェライト 分割形導波管 サーキュレータ

これは性能を悪くする原因を除去し、所要周波数帯域に応じて最適調整のできる導波管形 Y サーキュレータである。接合部の動作状態を検討した結果、性能悪化の一原因が フェライト 棒自身が一種の共振器として動作することにあることを知り、これを避けるため フェライト を分割したこと、任意の周波数範囲で最適になるような ピス そう入による調整法を用いたことが特長である。

一例として、4 Gc 帯では帯域幅 10% で、減結合量 35 dB 以上、そう入損失 0.4 dB 以下、VSWR 1.04 以下という性能である。

(4) 共振形電界変位単向管

この構造は普通の電界変位形単向管と同じである。ただ逆方向伝搬の際の減衰機構を究明した結果、抵抗膜が相当短い場合に、かえって大きな減衰が得られることを知り、フェライト 長の約 6 割程度の長さの抵抗膜を用いている。これは逆方向伝搬の際には、二つの姿態が伝搬しており、特定の条件のときこの 2 姿態が フェライト の出力端で等振幅、逆位相になると考えることで説明できる。10 Gc 帯での性能は、長さ 40 mm、周波数帯域 10% で、逆方向減衰 20 dB 以上、順方向損失 0.3 dB で、小形、低損失である。

以上のほか特記すべきものとして、切換時間 $0.3 \mu s$ 以下の 24 Gc 高速 スイッチ、そう入損失 0.2 dB 以下の 400 Mc 帯 サーキュレータ などがあり、さらに順方向損失 0.25 dB 以下、逆方向減衰量 25 dB 以上の 6 Gc 帯単向管はすでに約 1,000 台以上製作されている。

7.11 半導体応用回路

Diode Applications in Microwave

半導体応用回路としては、パラメトリック増幅器の利得の安定性、位相特性の改善の研究に大きな成果をあげた。前者については、“Improvement of the Stability of Parametric Amplifier” と題して、研究成果を 1962 年 オランダ で開催された URSI 主催の

第 4 回 マイクロ 波管国際会議に発表して、各国の注目を受け、後者については、国際電信電話会社納め人工衛星自動追尾装置に組み込まれた 3 チャンネル 並列運転 パラメトリック 増幅器となって実を結んだ。

(1) パラメトリック 増幅器の利得の安定化

パラメトリック 増幅器では、ポンプ 電力による利得の変動は原理的にかなり大きいので、安定化のためにいわゆる APC (自動電力制御装置) をポンプ 源に採り入れることが多い。しかし従来の方式では制御される電力は ダイオード へ入射する電力であって、ダイオード の実際の消費電力でないため、温度、ポンプ 周波数などの変化で、ポンプ 回路の特性が変動したときには、APC は完全に動作していても、反射電力の増減によって利得は変動する。さらに完全な安定化を期すためには、ダイオード に消費される実効 ポンプ 電力を一定に保つように制御しなければならない。

実効 ポンプ 電力は透過電力と考えても実際上さしつかえないであろうから、入射電力と反射電力の差が一定となるように制御してもよい。実用的には通常温度補償形電力形の ダミーサーミスタ を温度保障とともに反射電力検出のために共用すれば、システムは簡潔となる。この新 APC システム を適用した L 帯パラメトリック 増幅器は非常に安定で、温度 $-20^{\circ} \sim +50^{\circ} C$ 、ポンプ 周波数 ± 15 Mc の変動に対して、利得 15 dB のときの変動は 1.5 dB に抑えられた。

(2) 人工衛星自動追尾装置用 3 チャンネルパラメトリック 増幅器

パラメトリック 増幅器数台を並列運転したときの相互位相変動を極少に押える方式について検討した結果、基本的には増幅帯域幅を広くするとともに、同一動作状態におくことが必要で、とくにポンプ 周波数の変化による位相変動を相殺するため、ポンプ は 1 個の発振器から分岐給電する必要のあることが明らかとなった。これを実験的に確かめるため、信号周波数 4 Gc、アィドラ 周波数 13.5 Gc、利得 15 dB、帯域幅 47 Mc の増幅器 2 台の、種々の原因による相対位相変化を測定し、信号周波数では 3 dB 減の帯域内で、また ポンプ 周波数については 9 Mc の範囲内で、また連続運転したときは、ポンプ 源がかなり不安定であったにもかかわらず 1 時間につき、それぞれ $\pm 2^{\circ}$ 以内の変動しかないことを確かめた。この研究に基づいた雑音指数 2 dB の パラメトリック 増幅器 3 台が、国際電信電話会社の人工衛星追尾装置に組み込まれ、38 年 7 月の人工衛星完全自動追尾の成功以来、そのすぐれた性能を発揮し続けている。

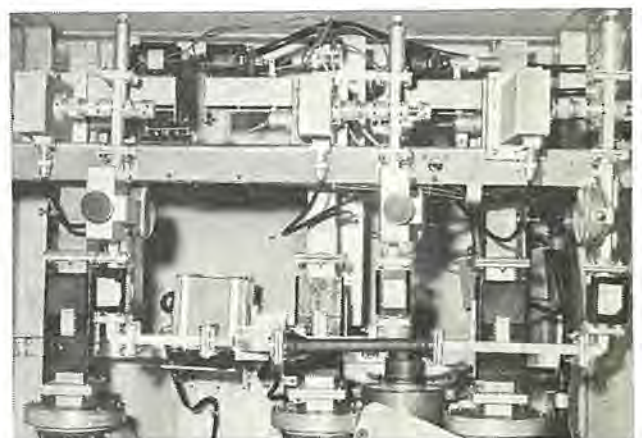


図 7.17 人工衛星自動追尾用 4.08 Gc パラメトリック増幅器 (3 台 1 組)

Fig. 7.17 4.08 Gc parametric amplifier system in parallel operation for three units for automatic satellite tracking system.

なお以上のほかに、広帯域化の研究では、ダイオード2個を特殊構成にして 2.8 Gc, 18 dB で 225 Mc と帯域幅を拡大し、冷却の研究では液体窒素冷却の 1.3 Gc 増幅器で温度雑音温度 35°K (雑音温度 0.5 dB) まで低減し得た。これらの研究成果は、東大生研およびユーゴスラビア向けロケット追尾レーダ用、またオーストラリア向けをはじめとする気象レーダ用などの数多くの各種パラメトリック増幅器となって実を結び、当社製レーダの価値を一段と高めている。

またエリキダイオード増幅器の研究も行っており、1.3 Gc で利得 20 dB, 帯域幅 225 Mc 雑音指数 3.4 dB を得ている。これは小形広帯域、安価にして、しかも雑音指数がかなり低いのが特長である。

7.12 産業用テレビジョン

Industrial Television

このテレビジョンはいわゆる ITV と呼ばれ、無人の発電所を遠方から監視したり、また人が近寄っては危険な場所を安全地帯から見たいとき、すなわちボイラなどのように温度の高い場所の内部の監視、X線像の監視、あるいは水中などで人が直接見ることができない場所の監視などに用いて非常に便利なもので、工業、商業、医用、教育、研究、さらには家庭での利用などきわめて多くの用途を持ち、とくに近代形式工場の集中管理などに用いられて、その威力を発揮している。

この装置は送受信装置を、上記用途に適するように、また取り扱いが容易なように一般には極力簡易化した構造に設計製作されているが、上記のように用途が非常に多方面のためにそれぞれ最適性能の装置が必要で、また ITV カメラを環境から保護する付属装置を備えることによってはじめてその能力が十分発揮される。

次に今までに開発し、標準製品となっている三菱産業用テレビジョンについて略記する。

(1) IT-1 形

当社 ITV の内一番古くから実績をもつもので、ランダムインタレースタイプであり、画像伝送に最小限必要な装置のみを備え、余分なものはいっさい省いた簡易形。真空管式であるので温度条件には強く、耐熱、防じんケースとともに、おもに火力発電所の炉内監視、

表 7.3 三菱産業用テレビジョン

形 名	主使用部品	性 能	主 用 途
IT-1	真空管	簡易、堅ろう、耐熱性	発電所 製鉄所 用
IT-5	"	高感度、高解像、低雑音	X線 研究 用
IT-501	"	IT-5 形の性能向上に加えて画像処理機能を持つ。	X線 用
メルビジョン IT-T1	トランジスタ	小形、堅ろう、簡易形	工場管理 家庭用 銀行用、研究 用、教育用
メルビジョン IT-T2	"	小形、高解像度	

8. 電子応用関係

Electronic Applications

8.1 デジタル電子計算機

Electronic Digital Computers

当社においては MELCOM-1101 システム および MELCOM-1530 システム の、二つの種類の デジタル 電子計算機を制作してい



図 7.19 14 形 モニタ
Fig. 7.19 Type 14 monitor.

図 7.18 メルビジョン IT-T2 と回転台

Fig. 7.18 Melvision IT-T2 and rotary stand.

製鉄所の広延工程監視などに用いられる。

(2) IT-5 形

インタレースタイプであり、リアンツに低雑音回路を用いているので、映像増幅に大なる利得が取れ、またバンドも広がっている。したがって低照度物体や解像度の要求されるものの撮像に適し、おもに X 線 イメージャー と組み合わせて X 線用に用いられるほか、顕微鏡と組み合わせたり、特殊なものでは ロケット 追尾 レーダ に取り付け ロケット 飛跡監視に用いたりする。

(3) IT-501 形

X 線 テレビ として開発した機器で、IT-5 形を性能的、機構的に発展させたものであり、その大略は次のとおりである。

- (a) 性能面 低雑音特性の向上、画質切換、ガンマ補正など、映像処理機能を増した。
- (b) 機構面 X 線像モニタ、被写体監視モニタ、被写体操作コントローラ (医用の場合は透視台コントローラ) を制御卓に集め、1 個所にて集中的に種々条件下の X 線像を観察できるようにした。

(4) メルビジョン IT-T1

性能的には IT-1 に相当する、ランダムインタレースタイプであり、トランジスタ化したことにより小形となり、主回路をすべてカメラ側に組み込んだため、機器構成も簡易化され、取り扱いも一段と容易になった。また低価格でもある。環境条件のあまりきびしくない工場の管理、小形堅ろうであるから、カメラケースと組み合わせて船用 ITV に、さらに低価格の点で家庭用にも用いられる。

(5) メルビジョン IT-T2

全トランジスタ式インタレースタイプであり、低雑音リアンツを用いている。IT-T1 に比べて少し大きくなるが、さらに良好な画像が得られる。取り扱いの簡単なこととあいまって、銀行文書照合用、教育用、研究用とされる。特殊なものとして、赤外線ビジュンを用いたレーザ研究用などがある。

る。MELCOM-1101 システム は主として科学技術計算に使用できる全トランジスタ化された小形の電子計算機であるが、これに“FLORA”と称する高速演算装置を付加することにより、乗除算などの諸演算が高速化され中形並みの演算速度が得られ、また“DDA” (デジタル微分解析器) を付加することができる。DDA と



図 8.1 MELCOM-1101 FD 電子計算機
Fig. 8.1 MELCOM-1101 FD Electronic computer.



図 8.2 MELCOM-1530 電子計算機
Fig. 8.2 MELCOM-1530 Electronic computer.

は微分方程式をシミュレーション法により解く装置で、100個の積分器をもって、ほぼ同じ数の演算増幅器をもつアナログ計算機と同様の機能を有し、アナログ計算機と同様に簡単にプログラムでき、かつ高精度の演算が可能である。

このDDAをMELCOM 1101に付加したものは、MELCOM 1101 Dシステムと称し、微積分演算に類するものはDDAで実行し、複雑なその他の演算、判断、データ処理は1101本体で処理し、かつ相互の情報の交換を行ないながら計算が行なわれる。この種の計算はシミュレーション、自動制御などにきわめて有効であり、またこのような計算システムを採用している計算機を製作しているのはわが国においては当社のみで非常に特長のあるものであり、現在まですでに約20台受注した。

MELCOM-1530 データ・プロセッシング・システムは、一昨年アメリカにおいて宇宙開発、プロセスコンピュータの分野で著名なメーカであるT.R.W.社(本年2月B.R.C.社に社名変更)と技術提携を行なっており、同社と共同で開発した中形はん用の電子計算機である。

この計算機の最も特長とするところは、ストアード・ロジックと称する画期的な回路方式を採用したことである。ストアード・ロジックとは一種のマイクロ・プログラミングともいえる。これは従来の論理回路のうち基本になる回路のみ作り、これら基本論理回路のいくつかの組み合わせで各種の演算機能をもたせている。したがって論理回路に使用されている論理素子の数は、従来のものに比べ大幅に少なくなっており、また基本論理回路の組み合わせの情報は、記憶装置の中にくわえられているので、記憶装置の記憶内容を変えることにより論理回路そのものを改変したことになり、従来の固定論理回路方式では実現できなかった、種々の意味での融通性が得られる。

論理回路の節約は装置をコンパクトに作りうることで、信頼度を増

加させることなどの利益があり、これは製品原価の低減をもたらすことができる。融通性により得られる利益は三つある。一つは事務用、科学用、プロセス制御用、あるいは特殊用途に電子計算機は使用されるが、そのどの分野にも、最もそれに適合した論理回路に改変することができることであり、真の意味でのはん用性が実現できたことともいえる。

次に他の電子計算機との互換性という見地から見ると、1530システムにつながる他種計算機と、論理回路の改変を加えた状態での互換性を実現できることである。またきわめて多くの便利な命令をつくり得るので、プログラム作成上便利であり、コンパイル、アSEMBLの時間も短くてすむ。

以上ストアード・ロジックの特長について述べたが、このほかに幾多の特長をもつ。高速度入出力装置が付加できることもその一つで、カードリーダ1,650枚/分、カートセン(穿孔)孔300枚/分、ラインプリンタ750行/分などがあげられる。また演算と入出力を同時に行なえること、入力と出力を同時に行なえることなどの並列動作のほかにサイクル・スチールと称する特殊の割込機能を持ち、とくに実時間用計算機としてのすぐれた機能を発揮できる。

このシステムはカードベース、紙テープベースにはもちろんのこと、数多い端末機器からの情報をT.C.U.(テレ・コントロール・ユニット)を介して計算機内に直接入れることもでき、Z億ビットの大容量ディスクメモリも付加でき、また2台、3台のセットを並列運転できるなど、大きなシステムへの拡大が容易である。

また当社では、MELCOM-1530システムを使用者のマネジメントシステムへ適用するための必要な、システム技術者、プログラム技術者、ソフトウェア教育者、メンテナンス技術者などを多量にもっており、導入の円滑に対して万全の準備が整っている。

8.2 アナログ電子計算機

Electronic Analog Computers

アナログ電子計算機は、非線形問題が線形問題と同じ手法で取り扱え、実時間動作(real time simulation)が可能である。各演算器の出力がブロック線図法と1対1の対応がつき、物理的な意味をもっている。またデジタル電子計算機の直列演算方式に対し、アナログ電子計算機は並列演算方式であるから演算速度が早く、また後者が前者に比べてプログラミングが容易であるといえる。応用分野も大学や研究所のみならず化学プロセス、土木建築、原子力、電力、機械、人間工学、医学、経済など広範囲となり、各種シミュレータとしても使用されるにいたっている。



図 8.3 MELCOM-EA 7150 形 アナログ 電子計算機
Fig. 8.3 MELCOM-EA 7150 analog electronic computer.

以下ここに紹介する MELCOM-EA-7150 形 アナログ 電子計算機は、当社の長年にわたる製作および使用経験に基づいて新しく設計製作されたもので、精度、信頼度および演算の自動化という3点に重点がおかれている。その外観図を図8.3に示す。現在すでに製作実績としては製作中のものを含めて二十数台に及んでいる。

構成は線形演算要素、プログラミング要素、および演算制御要素を主体とする基本構成ラックと、非線形ラックとにわかれ、線形演算要素は演算増幅器100台、ポテンシオメータ120台（サーボセットポテンシオメータを含む）まで実装可能である。パッチペイ 端子数（プログラミングボード）は2,600点と大容量であり、演算制御機構には、機能の拡張、操作量の軽減を意図した画期的な自動演算装置 CAPS (Compiled Automatic Programming System) を採用している。デジタル 入力装置の付加によって デジタル 電子計算機との連動動作を行なういわゆる ハイブリッドコンピュータシステム を形成することができ、国産品としては性能規模ともに最高級品である。

なお実際の ハイブリッドコンピュータシステム としては、科学技術庁の国立防災科学 センター 納入品として、当社 デジタル 電子計算機 MELCOM-1101 と結合する洪水 シミュレータ を現在製作中である。おもな構成要素は表8.1に示す。

表 8.1 MELCOM-EA 7150 形 アナログ 電子計算機構成一覧

	演 算 要 素 名	要 数 数	備 考 用
基 本 架 構 形 製 造	1. 演算増幅器	100	加算積分器 20 加算係数器 20 微分演算器 20 符号変換器 40
	2. ポテンシオメータ	120	マニュアルセットおよびサーボセットを含む。サーボセット用にはサーボ増幅器が実装
	3. 自動係数値切換器	2	CAPS と併用
	4. パッチペイ	1 式	2,600 点
	5. 補助演算要素	1 式	パッチペイに内蔵
	リミット要素	10	このほか計算リレー、可変および固定の演算インピーダンス フリーダイオードを含む
	不飽和要素	10	
	電圧比較要素	10	
	6. 演算制御装置	1 式	CAPS を含む
	7. 演算要素呼出装置	1 式	
非 線 形 架 構	8. デジタル電圧計	1 式	
	9. 連 結 盤	1 式	
	10. 電 源	1 式	
	11. サーボ乗算器	4	UX ₁ , UY, UZ の 3 出力 400c/s サーボ
	12. 関数乗除算器	6	時分割式
	13. 関数発生器 A	3	時分割式 X 軸可変 13 折線
	14. 関数発生器 C	4	時分割式 X 軸可変 5 折線
	15. むだ時間発生器	4	最大 20 秒まで設定可能
	16. 電 源	1 式	

この MELCOM-EA-7150 形 アナログ 電子計算機の特長は次のとおりである。

(1) 高精度高信頼性

線形演算要素（演算増幅器およびポテンシオメータ）精度は $\pm 0.03 \sim \pm 0.05\%$ 、非線形演算要素精度は $\pm 0.1 \sim \pm 0.3\%$ 、総合精度（サークルテスト）は $\pm 0 \sim -0.2\%$ 、演算増幅器のドリフトは平均 $20 \mu\text{V}/8\text{h}$ である。

(2) 特長ある チェック および演算制御の自動化の採用

チェックシステムの自動化として、自動 バランスチェック、スタティック および ダイナミックフロblemチェック、メンテナンスチェックなどのシステムを確立し、入出力のデジタル化として、キーボードによる全演算要素の呼び出し、自動出力点走査、デジタル電圧計およびプリンタの付加、ポテンシオメータのサーボセット（自動設定）を行なっている。また自動プログラム演算としては自動繰返し演算、自動ホールド、自動パラメータ変更、自動スケール変更、最大-最小値自動表示、分割演算、アナログメモリ機構（ホールドモード積分器およびサーボセット

ポテンシオメータのアナログメモリ機能）などが可能である。

(3) 大容量の パッチペイ

2,600 点と大容量で演算制御のプログラムも可能である

(4) 使いやすい完全自動 プログラミング 装置 CAPS (Compiled Automatic Programming System)

演算のフローチャートさえ作成できれば高度の論理演算の知識を必要とせず簡明で自由かつ任意の自動プログラミングが可能で、アナログ電子計算機で初期値問題の解法ばかりでなく境界値問題、固有値問題、極値問題などの解法を可能にし、一段とその使用範囲を拡張した。

プログラミングにあたっては、(a) 繰返し演算の有無、(b) 分割演算数の指定、(c) 分割時における各ステップのモード指定、(d) ステップを進める条件の設定だけを行なえばよい。

(5) 多種多様のすぐれた非線形要素

400 c/s サーボ乗算器、時分割式乗除算器、X 軸可変で座標設定方式の時分割式関数発生器など、当社独得のものを実装しており、かつ増設が容易である。

(6) 各種の フールプルーフシステムの採用

8.3 工業用データ処理装置

Data Processing System for Industrial Use

当社の工業用データ処理装置は、1961年にその第1号機を新三菱重工業（現三菱重工業）神戸造船所に納入以来、すでに納入済みおよび製作中のものを含めて約40台に及んでいる。

この種機器はそれ自身が安定で、高信頼性を有することはもちろんきわめて重要なことであるが、導入される分野に対応した適応性もまた重要であり、このためのシステム・エンジニアリングにも、とくに力を注ぐとともに、一方プラント自動化の中核を占める機器である点をも考慮して、アフターサービス面でも十分な態勢を整備している。

その導入分野については火力発電所をはじめ、水力発電所、変電所などの電力用はもちろん、鉄鋼関係、船舶関係をはじめ、化学方面とか交通関係、各種試験設備用など多方面にわたっている。

ここではとくに代表的な MELDAP-6000 シリーズと MELDAP-1300 シリーズについて紹介する。

(1) MELDAP-6000

MELDAP-6000 シリーズは、当社の代表的なコンピュータログとして、すぐれた運転実績と多数の納入経歴を誇るもので、一例をあげれば、昨年東北電力新潟火力1号プラントに納入されたシステムでは、連続運転で実働率99.3%以上を誇っている。（詳細は「三菱電機技報」38, No. 2 (昭39) 参照）

MELDAP-6000 システム（図8.4）は、コアメモリを主記憶装置としたプロセス用小形計算機を中心に構成されており、アナログ入力最大1,000点、ON-OFF 入力最大1,000点、割込信号最大20点を接続することができ、記憶容量はコアで最大8,000語である。一方出力関係についてはタイプライタ最高4台（内1台は入出力用）、テーパパンチ、リーダ各1台、デジタル表示器最大2組、ON-OFF 出力最大400点、デジタル出力2点（D/A を付加してアナログ出力とすることも可能）まで可能である。このシステムはストアードプログラム方式であるから多彩な動作様式が可能であるが、そのおもなるものをあげれば



図 8.4 工業用データ処理装置, MELDAP-6000

Fig. 8.4 Industrial data processing system, MELDAP-6000.

(a) 走査監視

走査はプログラムにより、まったく任意に可能であり、順序のみでなく走査周期も測定対象に応じて緩急の度合いを変えることもできる。また監視についても一定の限界値を用いるほかに、他の条件の変化に応じて、限界値を自動的に変化させるような監視方法も可能である。さらに異常発生時には表示、記録などのほか各種の関連動作が可能である。

(b) 運転記録

定時刻、オンデマンドなどの記録のほか、各種性能計算、運転指針の算出記録、異常時の諸記録などが可能である。

(c) 表示

各種データ、計算結果などの呼出し表示、異常時の関連データの自動表示などが可能である。

(d) 各種出力

ON-OFF 出力またはアナログ出力により、複雑な条件によるシーケンス制御とか、各種性能値などのアナログ記録、制御などが可能である。

この機能を活用して各種電力用をはじめ、あらゆる分野に広範に適用されつつある。このうち新たな制御の試みとして、水力発電所における出力のプログラム制御および起動停止への適用とか、自家発と買電の併列運転特有の問題として、買電または自家発シヤ断時の自動負荷選択シヤ断への活用などをあげることができ、各種プラントにおける自動化の中核的役割を果しつつあり、今後ともその適用分野と方法は限りなく拡大されるであろう。

(2) MELDAP-1300

MELDAP-1300 シリーズの代表的な製品としては船用データロガがある。船用データロガについては国鉄青函連絡船用をはじめ、国内はもちろんのこと外国船にもすでに採用されつつあり、そのすぐれた実績はひろく斯界で認められるところである。青函連絡船用としては入力最大 400 点のものを、また船用標準品としては入力 100 点のものを多数製作しており、走査監視、表示記録の機能も洗練された形にまとめられて高性能を誇っている。今後とも国内のみならず海外への発展を期待しているものの一つである。

これらのほか、とくに高速のデータ収集システムとか、広義のシーケンスコントロールに含まれる各種製品を続々と生産しつつあり、これらについても国内のみならず海外への輸出にもつとめ、着々とその成果があがりつつある。

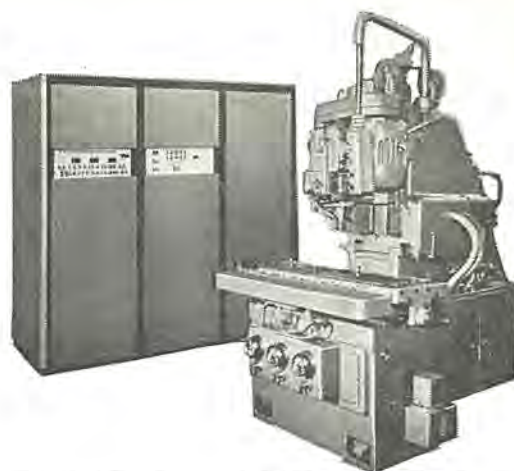


図 8.5 三菱三次元連続切削数値制御装置 (MELDAS-2413)

Fig. 8.5 Mitsubishi numerical contouring control system.

8.4 三菱工作機械数値制御装置

Mitsubishi Numerical Control System for Machine Tool

機械加工の自動化の方法として、デジタル技術が採り入れられてきた。デジタル技術は電子計算機の専用技術と考えられていたが、今日では産業の各方面に適用され、数値制御も工作機械に応用されたものである。三菱工作機械数値制御装置は数多くの実績を有し、すぐれた総合技術により各種工作機械の自動化に適用されている。

(1) MELDAS-2413 連続切削数値制御装置

この装置は三次元の連続切削用数値制御装置で、ヨーリング加工用であり、パンチテラにより切削加工を自動制御するものである。とくにこの装置の特長として、

(a) 計算機構を内蔵しているので三次曲線の直線補間を外部計算機によらずにできる。

(b) 工具の摩耗による径の補正をする。

(c) 工具の自動交換をターレットヘッドにより行なう。

(d) ユーリング加工と位置決め加工のできる複合機である。

(e) 位置決め制御は高速度送りにより作業能率を向上させる。など多くの特長を有している。

(2) MELDAS-2522 自動位置決め数値制御装置

この装置は二次元専用の位置決め数値制御装置で、各種工作機械に適用できる標準製品である。パンチテラによって位置決めの入力指令を与え、完全自動制御により位置決めの全工程を制御することができる。この装置の特長としては、

(a) パンチテラによって入力指令を与えるが、手動のダイヤルによっても制御ができる。

(b) トラジスタカードシステムにより、高い信頼性と保守の容易性を有する。

(c) 計算トランスにより D-A 変換を行ない、制御系として安定したアナログサーボ方式を採用している。

(d) フィードバックの位置検出器として高精度のレゾルバを用いているなど多くの特長を有している。

(3) MELDAS-2830 三次元ナライ制御装置

この装置は各種フライス盤、ラノミラー、中グリ盤など、主としてユーリング加工のナライ制御を行なうものである。モデルによる三次元加工を、完全自動制御により高精度の加工をすることができる。この装置の特長として、

(a) モデルのナライ検出器として無接点の連続式三次元ナライ検出ヘッドを用いている。

(b) 制御方式としてSCRによる直流モータ方式を採用し、高い信頼性を有している。

(c) 制御の最適化のために誤差信号の時間的变化速度を検出し、制御系の応答を最適制御している。

(d) 自動ナライの各種モードを制御することができるなど多くの特長を有している。

8.5 超音波非破壊検査機器

Ultrasonic Nondestructive Testing Equipment

超音波非破壊検査機器は、高い超音波を利用して非破壊検査を行なうもので、各種工業製品の品質向上、鉄道運輸関係の保守検査などに広く使用されている。超音波検査機器のおもな対象物は、

(a) 金属内部の欠陥検出、(b) 金属組織の検査、(c) 音速測定、(d) 材料疲労による金属組織の変化、(e) 溶接箇所や異種金属の接合検査など10mmから数mまで各種金属・非金属材料の広い範囲にわたって利用できる。機器はそれぞれの検査目的に適するよう各種のものがあが、大別すると次のようになる。

(1) パルス式超音波探傷機

パルス幅約3~30 μ sの繰返し超音波(1~10Mc)を金属体に伝えてその反射波、または透過波の状態をブラウン管で観測して金属体材質の良否、欠陥の有無を検出するもの。

おもな納入先 鉄鋼、軽合金、機械関係メーカ、
鉄道、船舶関係。

納入台数 国内向け 約400台。



図 8.6 FD-6形
超音波探傷機
Fig. 8.6 Ultrasonic
flaw detector.

(2) 超音波探傷機付属装置

前記超音波探傷機に組み合わせて自動探傷を行なったり、金属



図 8.7 FD-202 形超音波
探傷機用自動警報装置
Fig. 8.7 Automatic alarm
equipment.

材料の組織、音速測定を行なう装置でそれぞれ自動警報装置、超音波減衰測定装置、感度調整装置などがある。

おもな納入先 前記と同様。

納入台数 国内向け 約50台。

(3) クラックメータ

連続発振している超音波の周波数を、ある一定の範囲にFM変調させて金属体中に伝え、厚さと共振した状態をメータに指示させて金属体中の欠陥の有無を検出するもの、おもに鉄道レールの破端、クラックの発見に使用できる。

おもな納入先 国内向け、国鉄、私鉄各保線区。

納入台数 約350台、内輸出 約15台。

8.6 太平洋海底ケーブル用時分割多重電信端末装置

Time-Division Multiplex Telegraph Terminal for Transpacific Cables

太平洋海底ケーブル用に使用するもので、5単位電信符号のほか特殊なバイパス回路によって、テレックス監視信号も伝送できる。回路はパラメロンにより構成され、素子数の低減と組立配線の簡素化のために、時分割論理方式を採用している。大陸間テレックスの自動化の足掛かりとなるものである。(詳細は第Ⅲ編の記事参照)

8.7 医学用テレメータ

Miniaturized Telemeter Set for Medical use

内容詳細は、第Ⅲ編「スポーツと医学用テレメータ」を参照されたい。

9. 電子管および半導体材料関係

Electron Tubes and Semi Conductor Materials

9.1 多陽極計数放電管—ポリアトロン

Polyatron

工業計測の進歩とともに各種の測定量をデジタル表示することが非常に多くなった。この放電管は、デジタル表示回路を非常に簡単に構成しうるといふ画期的な長所を持つ放電管で、東北大学の八田教授により発明されたものである。新技術開発事業団がこの発明に注目し、この放電管の量産開発化を1963年12月に当社に依頼された。

この放電管はポリアトロンという商品名で呼ばれ、現在使用されているダブルパルス計数放電管(デカトロン)の極性を逆にした、冷陰



図 9.1 多陽極計数管
Fig. 9.1 Polyatron.

極ガス入り放電管である。表示放電管(ニコシー管)の前段にポリアトロンを直列に接続するのみで、10進1けたのデジタル表示回路を構成することが可能である。この回路でポリアトロンにダブルパルスを加えると、その数を表示放電管が指示し、これらを n 個

接続すればルケタのデジタル表示が可能である。ポリatronの計数速度は現在のところ10kcまでである。なお特別な要求の場合には、たとえば6進法とか12進法にすることも可能である。

今後各方面にデジタル表示が要求され普及する傾向にあるが、ポリatronを使用した簡単な計数方法の出現は、この傾向に拍車をかけることと予想される。

9.2 UHF 大電力進行波管

UHF High Power Traveling Wave Tube

このUHF大電力進行波管は、今後のUHF帯の放送、通信方面の利用度の増大に対して広帯域、高利得で大電力を供給する目的で開発されたものである。したがって周波数帯は500~900Mcに及び小信号利得30dB、中心周波数における出力は連続5kWに達するものである。

この周波数帯においては、従来から板極管が用いられているが、1段の利得が低く数段の増幅が必要であり、かつそのために調整に困難さがある。またクライストロンを使用する場合、この帯域を網らするためには少なくとも3管値は必要である。

進行波管を使用する場合、以上のような困難さが除かれるのみならず、取り扱いが非常に容易であるという利点がある。遅波回路としては、ラセンを用いているため周波数特性は非常によく、加速電圧8.85kVで動作させた場合の特性を(図9.2)に示している。また電子銃と回路は別々に組み立てられ、陰極の取り換えが可能である。

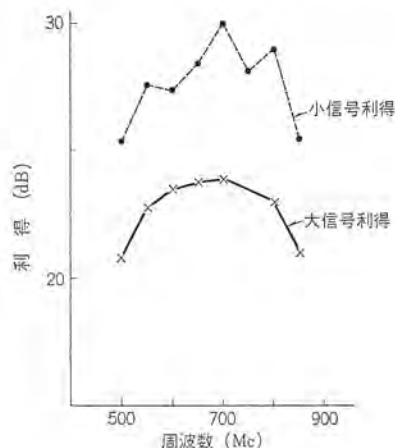


図 9.2 UHF 大電力進行波管周波数特性
Fig. 9.2 Frequency characteristic of UHF large power traveling wave tube.

9.3 Gc 帯 進行波管

Traveling Wave Tube for Gc Frequencies

TW-302は3Gc帯、パルス出力2kWのパルス進行波管で、大電力パルスクライストロンの入力増幅器に使用されている。構造は、2マイクロパービンスのビース形集束電子銃とヘリックス形遅波回路からなり、電子ビームの集束は磁束密度1,500ガウスのソレノイドによって行なう。高周波入出力回路は上記の集束磁界装置に組み込まれた導波管結合形になっている。小信号利得40dB以上、能率28%、3,500Mcでのパルス出力は2kW、周波数帯域幅は1,000



図 9.3 進行波管 TW-302
Fig. 9.3 Traveling wave tube TW-302 S-band 2kW (peak)



図 9.4 進行波管 TW-601
Fig. 9.4 Traveling wave tube TW-601 6Gc 10W(CW)

Mc以上で、ヘリックス形ではわが国最高の特性を有している。

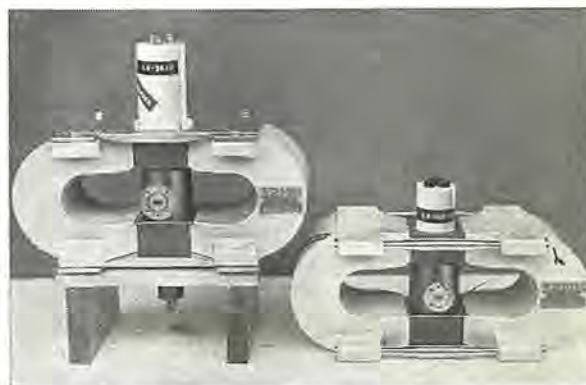
TW-601は6Gc帯、連続出力10Wのパッケージ形進行波管で、超多重マイクロ波回路用である。バリュウムフェライト永久磁石と、導波管入出力回路からなる周期磁界装置(PPM: Periodic Permanent Magnet)に装着されている。飽和出力15Wのときのヘリックスにとられる電流は、0.3mA以下、電子ビーム透過率は99%以上を示し、長寿命化のために電子銃その他の部分に細心の注意が払ってある。周波数帯域幅1,000Mc内での小信号利得は33dB以上である。

9.4 多間ゲキ ミリ波クライストロン—ラダートロン

Multi-Gap Klystron for Millimeter Wave—"Laddertron"

ラダートロンは直進形の空洞多間ゲキクライストロンで、連続波のミリ波発振管としては、比較的低電圧で高能率、高出力の点で注目すべき存在である。電子同調範囲は広く、機械的周波数可変範囲も2Gc以上である。ラダートロンは、方形空洞内に2枚の導体板を対向させ、その間に平板状電子ビームを通すようにしてある。この対向導体板には細ゲキ群が設けてあり、これらが多間ゲキを形成している。この細ゲキ群があたかもハシゴ(ladder)のようであるので通称ラダートロンと呼んでいる。電子ビームは2個のU字状永久磁石でパッケージ化されている。

ラダートロンには上記対向板に一樣な細ゲキをあけたOモード形と、長短2種類の細ゲキをあけたπモード形がある。図9.5(a)、(b)はOモードラダートロンを示し、(a)は35Gc(波長8.6mm)帯ラダートロンLV-3510、(b)は50Gc(波長6mm)帯ラダートロンLV-5010で、発振出力はそれぞれ10Wおよび3Wである。



(a) LV-3510 35 Gc, 10 W
(b) LV-5010 50 Gc, 3 W

図 9.5 多間ゲキ ミリ波 クライストロン—ラダートロン
Fig. 9.5 Multi-gap klystron for millimeter wave —"Laddertron".

動作電圧はともに約2kVで、能率は35Gc用で約5%の高能率を有している。50Gc用は出力、能率ともに、さらに向上をめざして改良を行なっている。

ラダーatron は、ラズマ 診断、または物性研究用の高出力ミリ波発振源として、あるいは宇宙開発のためのCWレーダへの利用も可能である。

9.5 イグナイトロン

Ignitron

1933年、アメリカ Westinghouse 社の Slepian 博士による点弧子 (Ignitor) の発明は、水銀陰極点の瞬時発生のためのすぐれた制御方法として、当時の世界的視聴を集めた。W 社ではこれを実用化して浸漬点弧子形・単陽極水銀 リュウ (溜) 陰極・放電管を完成、イグナイトロン と命名し商品化した。

イグナイトロン は、

(1) 水銀陰極点の大きい電子放射機能により、大電流の通電が容易である。

(2) 点弧子の点弧制御により、通電 サイクル や通電位相を任意に正確に制御できる。

(3) 水銀蒸気のすぐれた特長を利用して、小形で耐電圧の高いものが製作できる。

などの特長を持ち、大電流・高電圧・同期開閉器としてはこれにまさるものはない。

当社では早くから W 社と技術提携を計り、イグナイトロンの国産化を進めてきたが、第2次大戦前にはすでに ガラス 製密封形 イグナイトロン や鉄製 ボウ付 イグナイトロン を完成し、抵抗溶接機の制御用として、戦時中の航空機生産に貢献した。戦後の イグナイトロン は、荒廃した日本の食糧自給や輸送力増強をめざして、肥料増産のための化学用 イグナイトロン、鉄道電化のための電鉄用 イグナイトロン など、大形器が多数生産された。1950年には金属製密封形イグナイトロンの量産態勢が確立され、朝鮮事変を契機として、溶接機用 イグナイトロンの需要が増加していった。その後は国民生活の安定につれて、洗たく機や冷蔵庫を主とする家庭電化製品の生産が活発化し、日本経済の驚異的伸展期を迎え、自動車産業の興隆とともに溶接機用 イグナイトロンの需要急増期を迎えた。

当社では1958年から図9.6に示す温度上昇保護および冷却水制御の可能なサーモスタット付・ステンレス製・イグナイトロンを開発、量

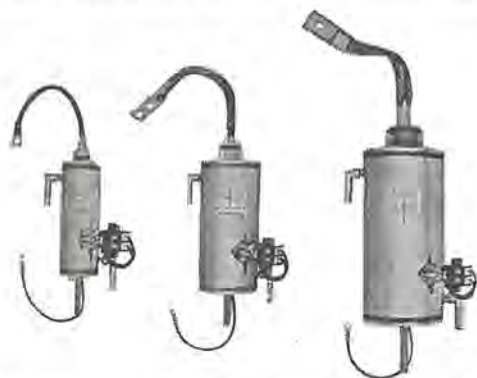


図 9.6 溶接機用イグナイトロン
Fig. 9.6 Ignitrons for welding service.

産に移すなど、わが国最大の生産実績を誇る メーカーとして、今日まで独自の歩みを続けてきた。現在では5550, 5551 A, 5552 A, 5553 B などの標準溶接機用を主として、年間約7,500本を生産し、国内需要の約80%を占用し、業界の優位にある。

イグナイトロン は溶接機用のほかに高電圧用や大電流用の各種の品種も生産し、その用途も溶接機用のみならず、電磁接触器に代わるものとして、一般電気機械の同期大電流開閉器としてすぐれた機能を発揮するから、イグナイトロンの過去の発展と各時代の産業への貢献を顧みれば、今後も各種工業の量産化や自動化の進展につれて、ますます需要増加が期待される。

9.6 電力用シリコン整流素子

Silicon Power Rectifying Cells

数十A以上の電流容量を持った電力用シリコン整流素子が量産され工業全般に使用され始めたのは、今からわずか7~8年以前のことであるが、その間現在までの進歩発展はめざましいものがある。当社では1957年ごろから中央研究所において200Aクラスの素子の開発に着手したが、1960年には半導体専門工場の完成を見、中央研究所の技術とアメリカウェチングハウス社の技術導入により、電流容量200Aクラス、定格セム頭逆耐電圧50~1,000VのSR200F形を量産に移すことができた。その2~3年後にはSR200Fは、容量の点ですでに過去のものとなり、1962年にはSR200Fの改良形で、電流容量240A、定格セム頭逆耐電圧100~1,200VのSR200H形を完成し量産に移した。しかし電力用シリコン整流素子の信頼性向上への努力と、大容量化への傾向は止まるところを知らず、当社も1963年には、遂に電流容量300A、定格セム頭電圧1,200V、サーシ耐圧1,500V以上の素子SR300A形を完成し量産化に成功した。

SR300Aの外観を図9.7に、特性を表9.1に示す。

SR300Aの特長は下記のとおりである。

(1) 高逆耐電圧を得るためPIN接合としシリコン単結晶はP形を使用している。

(2) 電流容量を大きくするため、最大級の直径のシリコン単

表 9.1 SR 300 A 形 シリコン 整流素子の特性

通 続 定 格 電 流	300 A 単相半波平均値
定 格 セ ム 頭 逆 耐 電 圧	1,200 V
過 渡 セ ム 頭 逆 耐 電 圧	1,500 V
過 電 流 耐 量 (非 機 返 し)	5,000 A 1 c/s
動 作 接 合 部 温 度	-45~150°C
熱 抵 抗	0.15° c/w



図 9.7 SR 300 A 形 シリコン 整流素子
Fig. 9.7 Type SR 300 A silicon power rectifying cell.

結晶を使用している。

(3) 熱抵抗を小さくするため、素子の構造形状にはとくに注意し、特別な高温ハンダを使用している。

(4) 高逆耐電圧を得るため、とくに入念な表面処理と、管理された連続ドライボックスラインの中で組み立てが行なわれている。

(5) セラミックメタルを使用し、絶縁距離を長くとり、溶接構造により完全な封止が行なわれている。

9.7 シリコン制御整流素子—トリニスタ

Silicon Controlled Rectifiers—"Trinistor"

高い変換効率と、はやいスイッチング作用で、ますますその用途を開拓しつつある SCR に新しい品種として加わったのが、三菱大容量トリニスタ CR-350 形および CR-250 形と三菱高速スイッチング用トリニスタ CR-20 形である。

前2者は、とくに本格的な大電力変換装置用として独自の製作技術によって開発したもので、それぞれの許容電流 (180 度通電、平均値) は 350 A、250 A でいずれも過電流耐量 (1 サイクル) が 5,000 A 以上、 V_{BO} ならびに P.I.V が 600 V である。

後者は高速スイッチング用として特別に設計した 20 A 級 (180 度通電平均値) トリニスタである。これは接合部温度 120°C、順電圧上昇率 $dv/dt=150 \text{ V}/\mu\text{s}$ のもとで、ターンオフ時間ならびに V_{BO} がそれぞれ 6 μs 以下、400 V を保持するばかりでなく、ターンオン時間および逆電流回復時間がともに短いためスイッチング損失が小さい。これらの特性は高周波インバータ用として最適である。すでに 20~30 kc の超音波洗浄器 (出力 300 W) の発振素子などに応用され、その偉力を遺憾なく発揮している。



図 9.8 大容量シリコン制御整流素子—トリニスタ
CR-350形(左)、CR-250形(右)
Fig. 9.8 High power silicon controlled rectifiers—"Trinistors"

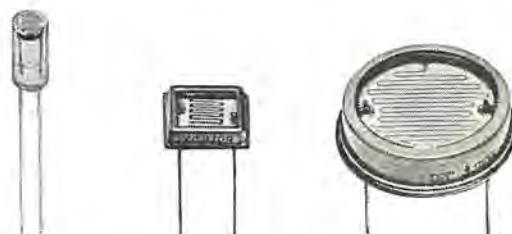
9.8 光導電セル

Photoconductive Cell

1962 年度に量産態勢を整えて生産を開始した、硫化カドミウム (CdS) 光導電セルは現在、テレビ用、自動点滅器用、カメラ用として、続々、開発を行なっているが、とくにカメラ用は、E.E.カメラの発達によりエレクトリック・アイの機構として、単に露出計を内蔵しただけのものから次第に進歩し、自動絞り、シャッタの露光時間の自動調節は常識となり、最近では自動焦点調節を行なうものや、また、逆光線・夜景の撮影など応用範囲が広がり、E.E.機構も複雑微妙さを加えている。したがってこの E.E.機構に使用さ

表 9.2 光導電セル

項 目	形 名	PZE-3101G	PZC-3109	PZC-7105
受 光 面 積 (mm ϕ)		4.8	* 5 $\times$ 7	29
最 適 使 用 電 圧 (V)		5	5	100
最 大 許 容 電 圧 (V)		100	100	300
連 続 最 大 許 容 電 流 (mA)		0.5	1	40
瞬 間 最 大 許 容 電 流 (mA)		2.5	5	200
**連続最大消費電力 (mW)		10	25	500
**瞬間最大消費電力 (mW)		50	100	2,500
		100lx $\geq$ 0lx	10lx $\geq$ 0lx	10lx $\geq$ 0lx
応 動 お よ び 遅 延 時 間 (ms)		5	800	800
暗 抵 抗 (30sec 後) (M Ω)		10 5	5	5
有 効 波 長 域 (Å)		6,900~7,400	5,000~7,000	5,000~7,500
最 大 許 容 温 度 (°C)		40	60	60
最 大 許 容 電 源 周 波 数 (kc)		10	10	10
10lx での 抵 抗 値 (k Ω)		10 4	20	10
100lx での 抵 抗 値 (k Ω)		25	5	1.5
応 用 例		計 測 器	露 出 計	自動点滅器
**周囲温度 25°C のとき			*角 形	



(a) PZE-3101G (b) PZC-3109 (c) PZC-7105

図 9.9 光導電セル

Fig. 9.9 Photoconductive cell.

れる光導電セルも、特性に繊細な要求がかせられ、その上各社苦心の E.E. 機構は光導電セルの常識を破り、多電極形光導電セルや、複合形光導電セルの誕生の基因ともなっている。当社もこれに対処すべく PZC-31 シリーズと名をうって、PZC-3101 から PZC-3109 まで開発を進めている。カメラ用以外の新しい用途は、計測器用として、直流電圧増幅のチョップの無接点化にフォトチョップが使われるようになり、ここにセレン化カドミウム (CdSe) が多量に使われ始めた。セレン化カドミウム光導電セルは、応動速度が速いため計測器用として期待されていた。試作当初においては特性が不安定で、解決すべき問題が多く残されていたが、中央研究所の多大な尽力により他社では製造不可能といわれた応動速度のきわめて速い PZE-3101 G が、今年になってから量産されている。

今年に入ってから生産開始したもののうち、PZE-3101 G 以外に、外観的に新しいタイプの光導電セルとしては PZC-7105 および PZC-3109 があり、その特性は表 9.2 に示す。PZC-7105 は自動点滅器用として、在来の PZC-7103 より、いっそう大きくしたものである。点滅器用光導電セルは電流量を大きくして増幅せず、そのままリレーを作動させるところに特長がある。微小電流で働くリレーは、高価である上に故障も起こしやすい欠点があるので、思いきり大きな光導電セルを開発して、電流量を大きくし、割合安定したリレーに、直接使用できるように配慮された CdS セルである。

また、PZC-3109 の性能は PZC-3107 と同等のカメラ用セルで、外形が四角になっているのが特長で、これはカメラの中のフィルムと受光角度を同一になるように工夫した光導電セルである。

9.9 特殊半導体製品

Special Semiconductor Products

(1) PNPN スイッチングダイオード

スイッチング素子としての低電圧 PNPN ダイオードと光スイッチダイオードを、独自の着想と製法によって開発した。

低電圧 PNPN 形 スイッチングダイオードは、二つのすぐれた特長を持っている。一つは、スイッチオン電圧が数 V 程度で、通常の PNPN 形の最少 20 V に比べてはるかに低いことであり、他は 30 nsec 程度の非常に速いスイッチング速度をもっていることである。この素子は、OFF 時の高抵抗($\sim 10^7 \Omega$)、ON 時の低抵抗($\sim 10 \Omega$)並びに上記の特長において、他のスイッチング素子をりょうがしている。

また通常のトランジスタの低電圧部分に容易に組み込むことができ、フリップ・フロップ、ロッキング発振器、閾値検出器などを簡単な回路で実現できる。

一方、光スイッチダイオードと呼ばれるものは、PNPN 形の I-V 特性をもっていて、 $1 \mu s$ くらいの光パルスにより OFF $\rightarrow$ ON を行なわせるものである。(数百 V $-1 \mu A$) の OFF 状態から(数 mA $-1 V$) の ON 状態へ移行する速さは $1 \mu s$ 以下である。これは他の光電素子の 1,000 倍以上の速さであり、光パルスによる電気系の制御が、簡単に実現できる。

これらの素子は、新しく考案された製作技術によって始めて製作可能になった。

(2) 合金拡散形 シリコン 可変容量ダイオード

半導体ダイオードの接合容量が、逆方向電圧により変化することを利用した可変容量素子は、電圧制御可能な可変容量素子として非常に多く利用されるようになってきた。半導体ダイオードの接合容量の電圧に対する変化率 $|d \log C / d \log V|$ は、通常の合金形や拡散形のものでは $1/2$ ならびに $1/3$ である。合金拡散法により超階段接合を形成したものでは、ある電圧範囲で、変化率は 6 程度も達するものが得られ、同じ容量変化を得るための制御電圧は、従来のものの数分の 1 以下という高感度を得ることができる。試作されている合金拡散形ダイオードの特性は、最大容量変化率 1 $\sim$ 3、変化率最大の点における容量 2 $\sim$ 20 pF、シャ断周波数はバイアス電圧 10 V で最大 2 Gc である。シリコンを用いているため温度変化に対しても非常に安定であり、ガラス封じされた超小形となっている。このダイオードは、FM 変調、AGC、AFC、周波数通倍、パラメトリック増幅などの用途に適し、今後の電子機器の発展に伴い広範囲の応用が期待される。

(3) 半導体放射線検出器

半導体放射線検出器は、分解能が高く、エネルギーの直線性が優秀で、小形であるなどの特長があるので最近、注目を浴びている。当社では、すでに比抵抗約 5,000 $\Omega\cdot cm$ のシリコンを使った気密封じの P-N 接合形高分解能検出器を完成した。この素子の有感部分の直径は 5 ϕ 、10 ϕ の 2 種類である。

一方、飛程の長い高エネルギーの粒子を検出するため、大きい有感体積をもったリチウムイオンドリフト形の素子を試作した。この素子には有感面積 4.0 $\times$ 5.0 mm² で、Cs¹³⁷ の 625 keV と 655 keV の電子線を分離し、分解能は 625 keV の電子線に対して 28 keV であった。

(4) GaAs パラクタダイオード

マイクロ波パラメトリック増幅器に GaAs パラクタダイオードが、すでに盛んに使用されつつある。GaAs の特性は Ge、Si と比較して、すぐれているので、これを使用したダイオードは高温で動作可能、高出力、低雑音などの特長をもっている。パラクタダイオードの構造



図 9.10 GaAs 拡散形 パラクタダイオード
Fig. 9.10 GaAs varactor diodes.

には点接触形、拡散形およびエピタキシャル形がある。当社では、n 形 GaAs に亜鉛を拡散した拡散形パラクタダイオードを製作し、シャ断周波数 120 Gc を有する素子が得られている。さらに、外装を改良することによってシャ断周波数 300 Gc 以上のものをうる見込がついている。図 9.10 は現在作られている IN 23 形外装を使用した GaAs パラクタダイオードを示す。

9.10 モレクトロン論理回路素子

Molelectron Logic Circuit Elements

三菱モレクトロン論理回路素子は、各種論理演算装置の超小形化、高信頼度、低原価を実現するため、薄膜回路および固体回路を中核とするマイクロエレクトロニクス技術を駆使して製作された新製品である。超小形回路には高密度組立方式、薄膜回路方式および固体回路方式の 3 方式があり、これらはおのおのその長所を有し相補的に共存すると考えられ、したがって三菱モレクトロンもその用途に応じてこれら 3 方式を併用している。

現在製作中のブロックは NOR NAND Flip-Flop 回路を主体とし、高密度組立回路、薄膜回路は、電源電圧 12 V および 6 V の従来と同一の標準的回路で、固体回路は電源電圧 3 V の TTL (Transistor Transistor Logic) 方式によるものである。

図 9.11 は固体回路、図 9.12 は薄膜回路のパターンを示す。

表 9.3 は代表的 Flip-Flop 回路、NOR 回路の特性例で、ケースは固体回路が MO-2 (TO-5 形 8 本リード) を使用し、高密度組立また薄膜回路は、当社で開発された MO-5 が使われている。

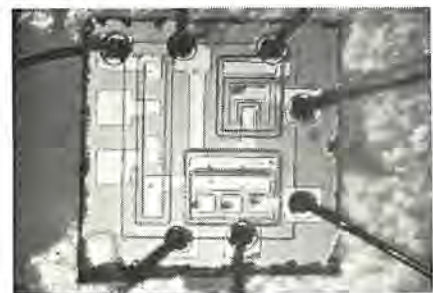


図 9.11 固体回路パターン
Fig. 9.11 Pattern of solid integrated circuit.

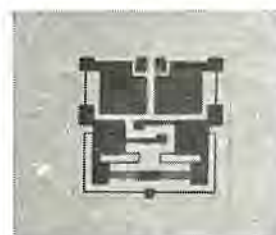
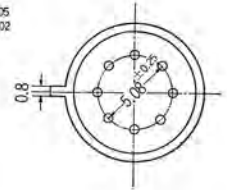
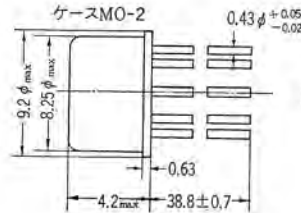
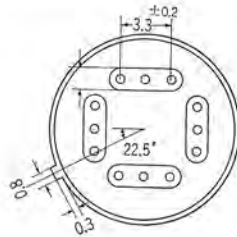
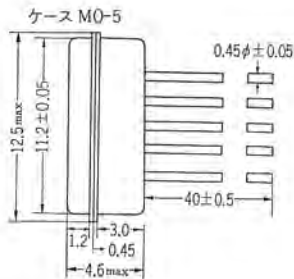


図 9.12 薄膜回路パターン
Fig. 9.12 Pattern of thin film integrated circuit.

表 9.3 モレク ト ロ ン

形 名	2FF01B	2NA01B	2NA02B	5FF31E	5NR31E	5FF01C	5NR03C
回 路 名	フリップ・フロップ	3入力NAND	双2入力NAND	フリップ・フロップ	双3入力NOR	フリップ・フロップ	双3入力NOR
方 式	固 体 回 路	固 体 回 路	固 体 回 路	高密度組立または薄膜回路	高密度組立または薄膜回路	高密度組立または薄膜回路	高密度組立または薄膜回路
電源電圧(V)	3	3	3	12, -2	12, -2	6	6
負 荷(個)	4	4	4	3	4	3	5
ton (ns)	—	—	—	200max	150max	100max	50max
toff (ns)	—	—	—	2,000max	1,000max	200max	200max
tpd (ns)	100max	50max	30max	—	100max	—	30max
動作温度(°C)	-55~100	-55~100	-55~100	-20~85	-20~85	-20~85	-20~85
ケ ー ス	MO-2	MO-2	MO-2	MO-5	MO-5	MO-5	MO-5



10. 1 計 測 関 係 Measuring

10. 1 電気指示計器

Electric Measuring Instruments

電気指示計器についての課題は、「正確さと読みとりやすい」

表 10.1 三菱指示電気計器一覧

KSシリーズ

種 類	形 名	140mm 角計器	100mm 角計器	80mm 角計器	180mm 角計器
直 流 計 器	直 流 電 流 計 直 流 電 圧 計	KSM-20 KSM-20	KSM-5 KSM-5	KSM-6 KSM-6	
交 流 計 器	交 流 電 流 計	KSS-20	KSS-5	KSS-6	
	交 流 電 圧 計	KSR-20	KSR-5	KSR-6	
	三相指示電力計	KSS-20	KSS-5	KSS-6	
	三相指示効電力計	KSR-20	KSR-5	KSR-6	
	三相指示無効電力計	KSD-20			
	三相指示無効電力率計	KSD-20			
	三相指示無効電力率率計	KSD-20			
	三相指示無効電力率率率計	KSD-20			
	三相指示無効電力率率率率計	KSD-20			
	三相指示無効電力率率率率率計	KSD-20			
	同期検波数定器	KSD-20	KSM-5	KSM-6	
	同期検波数定器	KS-2			KSS-1

Kシリーズ

種 類	形 名	120mm 角計器	110mm 角計器	220mm 角計器	80mm 角計器
直 流 計 器	直 流 電 流 計 直 流 電 圧 計	KX-24 KX-24	KX-11 KX-11	KX-26 KX-26	KX-6 KX-6
交 流 計 器	交 流 電 流 計	KA-24	KA-11	KA-26	KA-6
	交 流 電 圧 計	KC-24	KC-11	KC-26	KA-6
	三相指示電力計	KA-24	KA-11	KA-26	
	三相指示効電力計	KC-24	AC-11	KC-26	
	三相指示無効電力計	KF-24	KF-11	KF-26	
	三相指示無効電力率計	KF-24	KF-11	KF-26	
	三相指示無効電力率率計	KF-24	KF-11	KF-26	
	三相指示無効電力率率率計	KI-24	KI-11	KI-26	
	三相指示無効電力率率率率計	KI-24	KI-11	KI-26	
	三相指示無効電力率率率率率計	KI-24	KI-11	KI-26	
	同期検波数定器	KX-24	KX-11	KX-26	KX-6
	同期検波数定器	KI-24	KI-11	KI-26	

種 類	形 名	100mm 角計器	80mm 角計器
直 流 計 器	直 流 電 流 計 直 流 電 圧 計	YM-10 YM-10	YM-8 YM-8
交 流 計 器	交 流 電 流 計	YS-10	YS-8
	交 流 電 圧 計	YR-10	YR-8
	周 波 数 計	XR-10 YM-10	YR-8 YM-8

ことである。

当社で製作している機種の詳細は表 10.1 のとおりであるが、共通して、

- (1) 消費損失が少ない。
- (2) 精度が高い。
- (3) 機械的良度が高い—耐久性、耐振性、衝撃性
- (4) 制御パネに金メッキを施している—耐食性、耐久性
- (5) 外部磁界の影響が少ない。
- (6) 交流計器の直列抵抗はすべて自蔵である。

など数々の特質を備えており、あらゆる配電盤類に装着され海外にも輸出されている。また、別項で述べた TBS 計器の開発により、さらに性能を向上し、幅広い需要にこたえることができるものと確信している。

なお、読みとり容易なことおよび盤面の美観に関連して、デザインの研究にもとくに力を入れているところである。



図 10.1 KA-11 形 交流
電圧計
Fig. 10.1 Type KA-11 AC
ammeter.

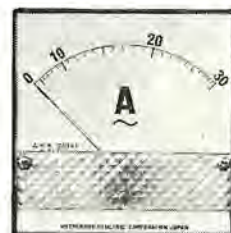


図 10.2 YS-10 形 交流
電流計
Fig. 10.2 Type YS-10 AC
ammeter.

10.2 TBS 方式広角度計器

TBS System Wide Angle Meter

従来の電気計器の寿命を支配する最大の要因は、軸受部分の劣化であった。すなわち輸送および使用中に加わる振動衝撃によるピボット先端の摩耗、変形、または軸受石部のゴミの介入などにより、摩擦誤差が増大することは不可避的なものとされ、これが使用上大きな制限を与えていた。今度開発した TBS 計器はこれらのトラブルを完全に解消した、まったく新規の構造を有する計器である。TBS 方式 (Taut Band Suspension) とは、従来のピボット軸受石を廃して、可動部を張力のかかった 2 本の金属バンドで支持する方式であり、さらにこのバンドのねじれを利用することにより、従来のウズ巻パネの機能も果しているものである。この方式では機械的な摩擦部分を有しないため、下記の大きな特長を生ずる。

(1) 摩擦誤差がない。

摩擦誤差がまったくないので、計器の精度が大幅に向上する。

(2) 耐振動衝撃性の向上

機械的摩擦部分がないために振動衝撃による劣化はほとんどない。バンドは一端を板パネを介して固定しているためバンド切断の懸念もない。

(3) 長寿命

強制寿命試験で 100 万回振らせても誤差変化は認められず、ゼロ位の変化もなかった。

(4) 高感度

摩擦がないために、計器を振らすのに必要な電力は非常に小さく、高感度の計器を得る。配電盤用広角度直流計器で $13\mu\text{W}$ に過ぎず、従来の計器に比べ感度は数十倍に上り、真空管電圧計の分野にまで利用できる。



図 10.3 TBS 式広角度計器
Fig. 10.3 TBS system wide angle meter.

10.3 誘導子形車両用速度計

Inductor Type Speed Meter for Railway Use

誘導子形車両用速度計は、駆動装置のギヤを直接誘導子として利用する誘導子形発電機を使用した速度計である。その最も特長とするところは、発電機が機械的に完全に無接触であり、摩擦損傷のおそれがなく、耐久度が高いこと、および飽和トランスを使用した周波数—直流電圧変換器により、発電機の出力電圧を周波数に比例した直流電圧に変換して、指示器を振らせる回路方式を採用しているから精度がよいことである。また発電機の周波数が高く、低速度における針ブレがないことも特長の一つである。

この速度計装置は、1958 年に開発以来すでに約 500 両分を、国鉄ならびに各私鉄に納入しているが、最近の特筆すべき製品として国鉄新幹線電車用速度計がある。

図 10.4 新幹線電車用速度計発電機

Fig. 10.4 Speed meter generator for the New JNR Tōkaidō Line.



図 10.5 新幹線電車用速度計指示器

Fig. 10.5 Speed meter indicator for the New JNR Tōkaidō Line.



新幹線電車用速度計は、各私鉄に納入したものと同じく発電機は歯車箱に取り付ける形式であるが、ギヤの側面に検出コイルを配置した側面配列式に対し、ギヤの円周上に検出コイルを配置した円周配列式である。この発電機は別回路の速度計指示器を 2 台、ならびに ATC 装置 3 チャンネルの速度検出器として使用するため、回路上独立した 2 出力になっている。また形状的に歯車箱内のオイルガイドの効果を兼ねる必要と、コイルの耐油性を向上させる目的で、磁気回路を含めコイルは、エポキシ樹脂で所定の形状にモールドされている。速度を表示する指示器は、従来の指針指示に代わり、寒暖計式の棒状指示をするような新構造で、直視的速度監視が非常に容易である。またこの指示器の表面には、地上信号の種類を表示する表示灯と速度照査器動作の表示をする速度帯表示灯があり、ATC 装置の地上ならびに車上装置と連動して点灯するようになっている。目盛範囲は 0-260 km/h 総合精度は $\pm 2.5\%$ 以内である。(詳細は「三菱電機技報」36, No. 12 (昭 37) 参照)

10.4 積算電力計

Watt-hour Meters

当社は 1925 年積算電力計の製作に着手し、第二次世界大戦時代の混乱期を乗り越え、戦後いち早く各種計器の開発に着手した。

積算電力計は、初期においては、特性を向上することに開発、改良の重点がおかれていたが、最近では技術の進歩により容易に良好な特性が得られるようになったので、現在では、いかにしてその特性が長期間変化しない、すなわち経年変化の少ない計器を作るかということに重点がおかれている。

当社ではこの問題に関し、経年変化の主たる要因である軸受を根本的に改良することに成功した。すなわち、従来のピボット軸受に代え、軸受に 2 個のリング状の磁石を使用し、この磁石の反

図 10.6 積算電力計
Fig. 10.6 Watt-hour meter.



発力で回転子を空中に浮かせ、水平方向の推力はガイドピンとグラファイトで受ける方式のマグネスラスト軸受を完成し、量産に移している。このマグネスラスト軸受付計器は、精度が高く、しかも寿命の長い最高の計器として各方面から注目されている。40年の長い歴史と常に新しい技術を導入し、年間100万台になんなんとする積算電力計を生産している当社は中南米、東南アジアなど世界各地へも相当数の輸出を続けており、その技術レベルは高く評価されており、またインド、チリーに対しては、技術援助も行なっている現状である。

10.5 MZ 形印字式記録積算計器

Type MZ Printing Type Recording Integrator

発電所とか大口需用家などにおいて、電力需給の合理化、自動制御、集中監視などのため、積算電力量（または積算無効電力量）の自動記録をすることが行なわれ、これによって、

- (1) 電力使用状況の監視が大変楽になる。
- (2) 人件費が削減できる。
- (3) 負荷状況をいっそう正確にはあくで、電力需給の合理化がはかれる。
- (4) 深夜電力、特殊電力、最大需用電力などの計量が容易に実施できるなどの多くの効果をもたらす。

この目的に使用するものとして、あらゆる用途に適した MZ 形記録積算計器を各種豊富に製作している。これは発信装置付積算電力計（または発信装置付積算無効電力計）と印字式記録計を組み合わせた装置で60分ごと、30分ごと、または15分ごとに積算数値を折りたたみ式記録紙に自動的に印字記録しておき、あとで、この記録紙によって、負荷状況を知るもので、累算数値を5ヶタで印字する MZ-3D、MZ-3H 形、特別に小形に設計された MZ-6 形、2回路分を1枚の記録紙に印字記録する MZ-20 形、4回路分を1枚の記録紙に印字記録する MZ-40 形、積算量の累算値とともに一定時間ごとの積算量を記録する MZ-11 形などがある。また時計装置に高精度な水晶時計を使用した方式や、1台の親時計によって印字時刻を制御する親時計方式など、特色のある製品も数多く製作している。共通したおもな特長は、

- (a) 記録紙が折りたたみ式で管理がしやすい。
- (b) 記録数字車の読み取り装置によって、現在数値を計器の表面から直視することができるので、保守、および負荷の監視に有効である。
- (c) 記録数字車の数字合わせが容易なため、保守が簡単などがあげられる。



図 10.7 MZ 形印字式記録積算計器
Fig. 10.7 Type MZ print recording integrating meter.

10.6 水晶時計付計器

Measuring Instrument Crystal Clock

記録積算計器などの時計装置には、従来 センマイ 自動電気巻式 テンツ 時計が使用されていたため、その動作原理上時刻精度に限りがある。さらに付属装置を制御するためのトルクを時計装置から取らなければならないので、トルクの変動によって、いっそう時刻精度（日差、日較差など）が低下して累積誤差がふえる欠点があり、時刻が使用料金に関係する計器などの場合には非常に不合理であったが、これを解決するため新しい方式に基づいた水晶時計を製作している。

これは時間の基準として水晶振動子の固有振動を利用し、周波数変換部、電源部などはすべてトランジスタ回路で小形化、さらに駆動源には特別小形に設計された ステップモータ を使用したものであるため、高性能、保守が簡単、コンパクト などの長所があるが、おもな特長は、

- (1) 水晶振動子を利用したので高性能である上、周波数微調整装置を使ってあるため、さらに精度が向上し、常温において日差1秒以内である。
- (2) 小電力でトルクの大きい小形 ステップモータ を駆動源にしてあるので、トルク変動による誤差が少なく動作が確実であるとともに、低温度（テンツ 時計では潤滑油が硬化するので障害がある）でも使用できる。

また全体が従来の積算計器に収納できるよう小形化されている。

- (3) 駆動源の ステップモータ の回転数が少ない（125 rpm）ので回転部の摩耗が少なく長寿命。
- (4) 周波数変換部、電源部などを、すべてトランジスタ回路で製作しているため、消費電力が少なく停電補償のための蓄電池も保守不用の全密閉形 ニッケル カドミウム アルカリ 蓄電池を使用しているため、電池が小形にもかかわらず、停電補償時間が長く、長寿命である。

この方式の水晶時計装置は、印字式記録積算計器ばかりでなく、従来の テンツ 時計に比較して、一段と高い時刻精度を要求されるタイムスイッチ とか、特殊な時間帯別電力計量装置などの新製品にも使用されつつある。

（詳細は「三菱電機技報」37, No.2 (昭38) 参照）



図 10.8 MZ-11C 形記録積算計器
Fig. 10.8 Type MZ-11C recording integrating meter.

10.7 工業計測器

Process Instruments

工業計測器 A シリーズ は、プロセスオートメーションのための基本計測器の体系であり、これに、中形自動平衡形6点式記録計、中形自動平衡形1点記録計、小形自動平衡形記録計、自動平衡形指示



図 10.9 AR-300 形小形自動
平衡記録計
Fig. 10.9 Auto balance type
recorder.



図 10.10 AP-100 形圧力
発信器
Fig. 10.10 Pressure trans-
mitter.



図 10.11 AP-600 形
差圧発信器
Fig. 10.11 Differential
pressure transmitter.

計、調節計、起電力電流変換器、圧力発信器、差圧発信器、空電変換器、電空変換器などが含まれる。

この A シリーズは、全電子回転方式で、次のごとき特長をもっている。

(1) 全トランジスタ化し、また可動部分を極力減らし、装置の長寿命と信頼度の向上を図っている。半導体使用の場合問題になる温度に対しては、十分に温度補償を行なって特性の変化を抑え、また素子の選択に十分な考慮をして広い温度範囲で使用できるように設計されている。

(2) 系全体のレベルを $4 \sim 20 \text{ mA DC}$ に統一してある。伝送線その他を通じて入る誘導雑音の影響を少なくし、信号の位相のズレをなくするために直流伝送方式を採用し、また伝送線や負荷側の抵抗変化の影響がないように電流方式を採用した。さらに信号伝送の S/N 比を高め、伝送による損失を少なくし、受信側の設計を容易にし、半導体素子の特性の限界から $4 \sim 20 \text{ mA}$ のレベルとした。

(3) 機器相互間の互換性、他の方式の計測器系との互換性を考慮して設計してある。系内の統一信号は $4 \sim 20 \text{ mA DC}$ とし、これらの機器の入力、出力特性を規定し、相互接続がいつも可能になっている。また各種信号変換器を用意し、空気圧式計器から入力を取り、あるいは空気圧式操作端を動作させることができる。またデータログやデジタル計算機、テレメータ装置との結合も容易にできるように配慮してある。

機器本体のみならず、機器を構成する要素、部品も標準化し、互換性をもたせてある。

(4) 記録計、指示計、起電力電流変換器は $4 \sim 20 \text{ mA DC}$ の統一信号以外に 10 mV または 2.5 mVDC の全振入力にも使用できるので、熱電対、光電池のような低レベルの入力信号でも、そのまま加えることができる。

(5) 検出変換要素には主として力平衡型変換器を、受信部には自動平衡方式を採用しているので、測定精度、指示、記録の精度が高い。

(6) 調節計、変換器などの入力回路と出力回路は絶縁されて

いるので、アースのとり方、機器の相互接続が任意にできる。

(7) 全機種を小形、かつコンパクトにまとめるよう工夫されている。とくに小形記録計、指示計、調節計などは同じ体裁の統一したケースに納められ、その前面から見た大きさは 140 mm 角でありパネル占有面積が小さくできる。またこの大きさは一般に電子機器で使われている標準パネルに 3 個並べて配置できるのでこの種の電子機器との組み合わせに便利である。(詳細は「三菱電機技報」38. No. 2 (昭 39) 参照)

10.8 トランジスタ化タービン監視計器

Transistorized Turbine Supervisory Instruments

タービン監視計器はタービンの運転状況を知るための最も基本的な量、すなわち速度、弁位置、軸偏心、車室膨張、軸位置、車室軸伸差、軸振動を監視する計器として、正確にしかも早く検出し、記録、警報しなければならない。したがって検出器や検出器からの情報を判断する制御部は、堅固で信頼度の高いものが必要であるが、さらにこの計器がデジタル制御計算機やデータログとともにタービンの自動運転に使用される場合には、計器の高信頼度はいっそう強く要求されることになる。今般すべてを半導体化して信頼度を増すとともに、種々の改良を行なったが、新形監視計器の従来と変わったおもな点は次のとおりである。

(1) 制御箱を小形化し、引出形にしたこと。これにより盤面占有面積が小さくなり、内部の調整、点検が容易になった。

(2) 測定回路はすべてトランジスタ化、ソリッド化して精度と信頼度を増した。

(3) 警報回路は制御箱に内蔵され、トランジスタやシリコン制御整流素子を使用した。

(4) 打点式記録計を用い、相互に関連のある振動、偏心、伸差、膨張を一つの記録計上に記録しうるようにした。そのために振動計では各検出点ごとに増幅器をもつこととし、制御箱には最大 8 個まで増幅器を収納でき、各検出点に対し、常に警報が出せるようになっている。

(5) 警報は記録とはまったく無関係になっている。

(6) 計算やデータログと組み合わせできるように適当なアナログ出力 ($\text{DC } 40 \text{ mV}$) が出せる。また指示計用の出力 ($\text{DC } 5 \text{ mA}$) も出せる。

(7) 偏心計と振動計出力にはゼロバイスを付けて、故障時と区別しうるようにした。

(8) 制御箱前面には回路点検用の押しボタンがあり、また遠方からも点検が可能となるよう考慮した。

(9) 偏心記録計は低速ターニング速度でも振動しない一定の量として出力がとれる。

以上新形タービン監視計器の特長をいくつかあげたが、要約すると、最終的にはタービンの自動運転をも保障しうるだけの信頼

図 10.12 タービン監視
計器制御箱
Fig. 10.12 Control box
turbine supervisory
meter.



度を目ざしたものであり、精度、信頼度の両面において、十分客先の要求を満たしうるものとする。

10.9 X線厚み計

X-ray Thickness Gauge

鋼板、合金板など金属板の圧延過程で厚さを連続測定し、また場合によっては、厚さの自動制御用の信号を出す目的に使用される。

MD 101 形および MD 121 形の X 線厚み計は、0.1 mm から数 mm の厚さの鋼板またはこれと等価の厚さの金属板のために使用される。MD 121 形はとくに高速圧延用に開発され、毎分 1,300 m の圧延板移動にも速い応答が可能と考えられており、全トランジスタ化の装置である。

厚み測定の精度は、測定厚さの 1% 以上であり、とくに高精度の測定を要するときは、検出部が一定温度に保てるように作られている。

方式は MD 101, MD 121 の両者とも、2 チャンネル 検出部をもった差動増幅方式であるが、MD 101 形は サーボ 増幅器を使用して、



図 10.13 MD-101 形 X 線厚み計
Fig. 10.13 X-ray thickness gauge.

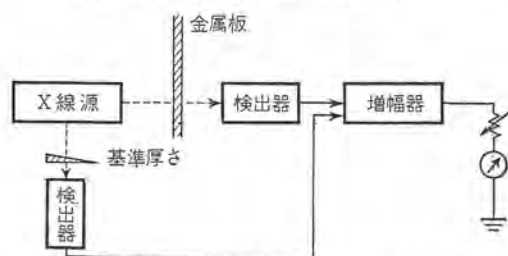


図 10.14 MD-121 形 X 線厚み計の原理方式
Fig. 10.14 Principle of type MD-121 X-ray thickness gauge.

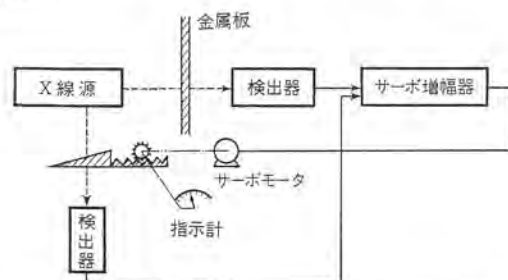


図 10.15 MD-101 形 X 線厚み計の原理方式
Fig. 10.15 Principle of type MD-101 X-ray thickness

クサビを動かし、X 線の強度を変化させて厚みの指示を行なっている。

検出部には、MD 101 形のほうは サイドウィンド 形光電子増幅管を使用し、MD 121 形のほうは ヘッドオン 形のものを使用した。これらは使用上の便宜から考えられたものである。

10.10 MK-430 形トルク計

Type MK-430 Torque Meter

一般に、トルク測定に際し動的なトルクと静的なトルクとが考えられ、また動的なトルク測定には伝達トルクを測定するものと、原動機などの出力を測定するものとが考えられる。

MK-430 形トルク計は、それ自体はトルクを吸収することなく、原動機から負荷への伝達トルクを測定するのに便利であり、また静的なトルクも測定することができる。この磁気誘導形トルク計は、トルクに比例した動力伝達軸のねじれ角を検出し、インダクタンスの変化からトルクを測定しようとするものである。本体は回転子と固定子とからなっており、回転子は動力伝達ねじれ軸のまわりに 3 個の磁性体のリングが非磁性体リングを介して取り付けられている。3 個の磁性体リングは、おのおのの向き合った部分において円周上に多数の歯を持っており、各リングは互いの歯がわずかのスキマを隔って対向するように取り付けられている。固定子は回転子の磁性体リングのすぐ外側にわずかのスキマをもって保たれ、円周方向に巻かれたコイルを磁性体材料の円環が囲んでいる。

今コイルに電流が流されると、磁束は磁性体円環を通り回転子とのスキマを通り、回転子の磁性体リングを通り、対向するリングの歯間のスキマを通り、ふたたび固定子にもどり磁気回路を閉じる。以上のようなコイルとその磁気回路は 2 組あり、動力伝達軸にトルクがかかりねじられると、磁性体リングの歯間のスキマが変わり磁気回路の抵抗が変化するから、これら 2 個のコイルを用いてブリッジを組めばトルクに比例した不平衡電圧が発生する。

この電圧を交流増幅、同期整流し、測定トルク量が直流電圧計に指示されるようになっている。

以上のように、このトルク計はスリップリングなどの接触部分がないので、故障がなく保守が簡単、高精度、安定、高速回転が可能であり、防爆の必要のある場所でも使用できる。

また検出器からの出力が大きいので、増幅が簡単であり、取り扱いも容易である。

トルクメータの測定範囲は 0—0.2 kg-m から 0—50 kg-m まで、回転数の最高約 10,000rpm、精度は $\pm 2.5\%$ である。

(詳細は「三菱電機技報」38. No. 2 (昭 38) 参照)



図 10.16 MK-430-S 形トルクメータ
Fig. 10.16 Type MK-430-S torque meter.



図 10.17 LE 150 形 パルス 波
高値電圧計
Fig. 10.17 Type LE 150
pulse peak valve voltmeter.

10.11 LE-150 形パルス波高値電圧計

Type LE-150 Pulse Peak Value Voltmeter

単一パルスの波高電圧測定、とくに短い単発パルスの波高値測定は、電気関係をはじめ、機械関係、放射線関係など広い分野での実験や計測において、しばしば測定する必要がある測定対象でありながら、これまで簡単な測定器がなかった。ここに示すパルス波高値電圧計は、直流電圧測定と同じ簡便さで、パルスの波高値測定ができるもので、その主要部は、パルスの波高値記憶回路(波高値保持回路)と、直流電圧計とにより構成されている。波高値保持回路は、2極管と低リークのコンデンサを組み合わせたもので、入力パルスによりコンデンサ両端に、波高値が記憶される。短いパルス入力に対しても、コンデンサ両端電圧が十分波高値に近づきうるよう、前段にインピーダンス低降アンプを入れたり、コンデンサ容量を小さくするなど考慮してある。この電圧を測定指示する真空管電圧計は、とくに高入力インピーダンスとなるよう設計されているので、コンデンサ両端電圧は長くその値を保ち続ける。

測定可能な最小パルス幅は $1\mu s$ で、単発パルス入力に対し指示値の保持特性は $-5\%/20$ 秒の程度である。

本器を直流電圧計として、また交流(高周波)電圧計(ピーク値指示)として使用できることはむしろである。

(詳細は「三菱電機技報」36. No. 12 (昭37) 参照)

10.12 三菱真空計

Mitsubishi Vacuum Gauge

三菱真空計は、1961年に工場生産に移されて以来、各機種ともかなりの伸びを見せている。真空蒸着や真空焼鈍などの真空工業に必要な真空計は、今後の需要増加が期待される。当社で製作している6種の真空計はいずれも工業用としても、また研究機関で利用するものとしても使用できるものである。

真空計は、測定する真空度にもよるが、測定原理により分けると、

(a) 圧力を直接測定するもの…水銀マノメータ、マクレオード真空計。

(b) 気体熱伝導度の圧力による変化を利用するもの…ピラニ真空計、サーミスタ真空計。

(c) 気体の電離電流の圧力による変化を見るもの…冷陰極電離真空計、熱陰極電離真空計。

があげられる。(a)に属するマクレオード真空計は、絶対真空計として他の真空計の校正の標準に用いる。正確であるが取り扱いに不便で工業用ではない。(b)、(c)に属する真空計は電子回路



図 10.18 熱陰極電離真空計 IG-305A 形
Fig. 10.18 Ionization vacuum gauge.



図 10.19 広帯域真空計 TI-LB 4 形
Fig. 10.19 Wide range vacuum gauge.

で構成されていて、取り扱いが便利であるため一般用途にひろく用いられている。当社の製品もこの方式を用いている。以下に製品の概要を述べる。

(1) サーミスタ真空計 TG-P 2 形, TG-R 2 形

サーミスタ素子の持つ負の温度係数を利用したもので、 2 mm Hg $\sim 10^{-3}\text{ mm Hg}$ を測定できる。(2) 項の PG 形と同様に P 2 形は携帯用、R 2 形は架台用である。

(2) 冷陰極電離真空計 PG-P 2 形, PG-R 2 形

フィリップスゲージとも呼ばれるもので、磁石とル-ウ状の陽極により高真空までも放電を持続させることができる。 $10^{-3}\sim 10^{-6}\text{ mm Hg}$ の範囲で測定できる。精度はあまり良くないが、簡単な構造のため堅牢であり現場用として有用である。

(3) 熱陰極電離真空計 IG-305 A 形

真空計のうち代表的なもので、マクレオード真空計の副標準として使用できる。測定範囲は $10^{-3}\sim 10^{-7}\text{ mmHg}$ であり、精度も良い。指示は直線で、レンジを切り換えて読み取る。

(4) 対数直読式電離真空計 IG-LB 3 形

IG-305 A 形と同原理で、測定範囲も同じであるが、対数変換し指示計の1レンジに真空度が示される。したがって広い範囲の真空度測定や工業用として適当である。

(5) 超高真空電離真空計 IG-BA 3 形

いわゆるパードアルパート式の真空計で超高真空の標準的な真空計である。測定範囲は $10^{-4}\sim 10^{-11}\text{ mmHg}$ である。

(6) 広帯域真空計 TI-LB 4 形

サーミスタ真空計と対数直読式電離真空計を組み合わせ、全自動的に切り換えて測定するもので、測定範囲は $2\sim 10^{-7}\text{ mmHg}$ という広範囲である。保護回路が完全であるので、初期調整以外は調整不要である。工業用として開発された。

10.13 真空漏エィ検出器 MS-803 S 形, MS-805 形

Vacuum Leak Detector

ヘリウムガスを検知ガスとし、質量分析計を用いて微小漏れ検出する方法は、かなり古くから実用されて各方面に利用されている。当社ではすでに7~8年前からMS-803形、MS-803 S形を開発し市場に提供してきた。

MS-803 S形はコンパクトな使いやすい普及器として多数市販され、国内における市場占有率は20~30%に及んでいるものと考え

えられる。この形のものは安定に検出できる漏エィ量の限界は 10^{-9} atm. cc/sec であるが、最近トランジスタ、ダイオードなど小形電子機器では 10^{-10} atm. cc/sec の漏れを安定に検出できる機器が必要となってきた。

このような要求に応ずるために新たに MS-805 形を開発した。MS-805 形の特長は、2 次電子増倍管を用いて検出感度を高めること、ならびに分析計の分解能をあげて残留イオンによるノイズを減らすことの 2 点である。

検出感度は 10^{-10} atm. cc/sec が最大の指示となっており、この種漏エィ検出器として最高級のものである。



図 10.20 真空漏エィ検出器 MS-803 S 形
Fig. 10.20 Vacuum leak detector.

10.14 超高精度弱磁場測定器

High Accuracy Magnetometer for Weak Field

弱磁場中で整列したアルカリ金属蒸気の磁気共鳴を透過光（円偏波 D_1 線）で観測する、いわゆるオプティカル・ポンピング技術を研究中で、実際の応用として原子発振器形および周波数自動制御形磁力計を開発実用化した。

原子発振器形磁力計は、空間の磁場の強さに比例した周波数で磁場に遅れなく発振するもので、0.05~10 G 程度の弱磁場の高精度測定が可能である。同志社大、アラスカ探検隊に準備したものはセシウムを使ったもので測定範囲は 0.3~1.1 G くらいであり、とくに 0.57 G 付近が 1γ ($=10^{-5}$ G) 以上の精度で長時間連続測定、記録できるようにしてある。この装置での実測中に、装置から 50 m ほど離れたところを通った小形トラックの影響は、 4γ の磁場の变化として明確に記録された。この形の磁力計は全体が小形、軽量で、所要電力も小さくでき、地上測定用のほか、飛行機、ロケットなどへのとう載に適している。たとえば今年 10 月打ち上げる予定の東大、生産研のロケットに積み、高空での磁気測定に使われる。近い将来、精度 0.1~0.01 γ の高精度なものが実現の予定



図 10.21 木製の台の上におかれた磁力計ヘッド（アラスカ探検隊用）
Fig. 10.21 Magnetometer head.

で、地球磁場、月やその他天体の磁場測定器、軍用磁気探知器として威力を見せるものと思われる。

周波数自動制御形のシステムは、装置が前者より大形になるが、原子の分光学的な研究手段としても有力なものである。これを磁気共鳴観測装置として使い、種々な条件の下でルビジウム、セシウムについて原子の超微細構造のゼーマン分岐を観測、記録し学術的に重要なデータが多く得られた。

10.15 赤外線ガス分析計 JA-211 形、JA-222 形

Infrared Gas Analyzer

赤外線ガス分析計は、ガスの赤外吸収を利用して濃度を連続的に時間遅れなく測定する計器で、化学工業の製造工程において成分濃度を連続測定して科学条件を設定する、いわゆるプロセス制御はもとより、汽罐の燃焼管理、駐車場やトンネル内などの有害ガスの検知、その他一般のガス濃度測定に使用できる。最近プロセス計装化が進むにつれて、計器に課せられる条件もきびしくなり、構造堅ろうで高精度はもとより長期間安定使用でき、保守が簡単でできるだけ安価な計器が要求されるに至っている。



図 10.22 赤外線ガス分析計
Fig. 10.22 Infrared gas analyzer.

ガス分析計にはいろいろの方式のものがあるが、あるものは特定成分に対する選択性に欠けるか、または特定ガスのみしか測定できないという欠点、またあるものは、連続分析が困難である、あるいは保守がめんどうである、というような欠点を有している。これに対し、赤外線ガス分析計はガスの赤外吸収を利用しているため選択性にすぐれ、また測定対象ガスの種類も多い。

次に赤外線ガス分析計の原理を述べる。分子の振動、回路に起因する光の吸収スペクトルは、赤外領域に最も多く集中しており、 H_2 、 O_2 、 Ne などの単体ガスを除いて、 CO_2 、 CO 、 C_2H_2 などのほとんど全部のガスは、赤外波長 1~10 の範囲にそれぞれの分子に固有の赤外吸収スペクトルを示す。赤外吸収のない N_2 などのガスを満たした標準セルと、赤外吸収ガスを含んだ試料ガスを流通させる試料セルとの両光路の赤外線の強さの差を、測定しようとするガスの吸収波長だけに感度をもった赤外検知器で、試料ガスの濃度変化を測定するものである。

赤外線分析計の特長としては、次のようなものがある。

- (1) 連続的に、ほとんど時間遅れなく分析ができる。
- (2) 測定ガスに対する選択性が高いので、多成分中の 1~2 成分の測定に適している。
- (3) 単体ガス以外、非常に多くの種類のガスが測定可能である。
- (4) 測定濃度範囲が広範囲である。

当社製赤外線ガス分析計の性能は、赤外検知器が左右するといっても過言ではなく、IA-200 シリーズに使用されている赤外検知器は、当社が多年研究し開発した高感度、高信頼度の検知器で、これによって希薄濃度の分析とともに、この高い感度を半永久的に持続することができるようになった。

濃度に対する指示値の直線性は、特殊な光学クサビ（実用新案）を使用しているので、きわめて良好である。また指示値が上下限の

設定値（可変）をはずれると、分析計内の警報ランプが点灯し、警報信号を発信させることも可能である。

代表的なガスの測定濃度範囲は0~100 ppm から0~100 %で、この範囲は試料セルの長さ、検出器内ガス濃度などを変えることにより変化させることができる。代表的なガスによる測定例を示すと次のとおりである。

CO₂ 0~480 ppm で、全目盛の±1 %以内

CO 0~500 ppm で、全目盛の±2 %

C₃H₈Cl 0~3 % で、全目盛の±1 %

10.16 質量分析計 MS 520 形, MS 223 形

Mass Spectrometers

新しい質量分析計として、かねてから開発中であった3台の装置を完成し、このほど原子核研究所、東京大学理学部地球物理教室および京都大学理学部地質鉱物学教室に納入した。

この3台の装置は、いずれも新しく開発された高性能装置であり、MS 520 形は、立体収束方式を用いた高分解能はん用機として、MS 223 形は、最近学会で注目を浴びている地質年代測定用専用機として威力を発揮しつつある。

(1) MS 520 形立体収束分析計

MS 520 形質量分析計は、偏向磁場に曲率半径(γ)の $^{-1/2}$ 乗に比例するような扇形磁場を用いた。この偏向磁場は、均一偏向磁場と異なって、 γ 方向に二次の収束性、Z 方向に一次の収束性をもち、かつ質量分散が同一曲率半径の均一偏向磁場のほぼ2倍となるので、質量分析計としては分解能、明るさの点で非常に有利である。

この装置の電磁石は、イオン半径20 cm、扇形中心角169°42'、磁極間ギャップ2.5 cm、最大磁場の強さ5,000 Gで質量数1~400の分析が可能である。

イオン源は、気体用には電子衝撃形イオン源、固体用には表面電離形イオン源を備えており、固体用イオン源のため vacuum lock を取り付けて、分析管内真空を破らずにイオン源取付可能である。

イオンコレクタには電子増倍管も備えており、普通の市販装置より10⁵ 倍の感度がある。排気系は油拡散ポンプ、油回転ポンプを用い補助的にイオンポンプを備えている。配管にはメタルガスケットおよびバイトンを用い、200°C にバークアウト可能で1×10⁻⁷ mmHg の真空度が得られた。

得られた分解能350以上、感度20 mV/μHg、ダイレクトコレクタでイオン流に直して2×10⁻¹³ A/μHg、電子増倍管を用いて2×10⁻¹⁸



図 10.23 MS-520 形
質量分析計
Fig. 10.23 Mass spectrometer.



図 10.24 MS-223 形 質量分析計
Fig. 10.24 Mass spectrometer.

A/μHg である。また、変化の速い試料を分析するために直視装置を備えている。

(2) MS-223 形地質年代測定用質量分析計

今回完成した2台の質量分析計 MS-223 形は、いずれも地質構造の年代測定に用いられるもので、年代測定専用機器としては国内初の装置である。放射能アイソトープの存在比を知ることにより岩石、鉱物の年代を測定する方法は、つい10年ほど前に実用化されたばかりであるが、古生物学的な化石年代測定法に比べると、地質年代の絶対測定が可能なこと、また、地球の全歴史を通じて、ほとんどいかなる地質条件に対しても適用できるという点で、画期的なものといえる。

地質年代測定用の質量分析計では、扱う試料が一般に極微量なので、装置はとくに高感度であり、また、低バックグラウンドであることが要求される。さらに、岩石、鉱物から試料であるアイソトープを抽出する操作が必要である。MS-223 では、高感度を実現するために2次電子増倍管、振動容量形電位計をイオン電流検出用として併用し、これにより2×10⁻¹⁸ Aまで測定できる。分析管などのバークアウト排気も行なえるようになっており、10⁻¹⁰ mmHg 台の超高真空が実現でき、アルゴンガス10⁻⁸ ccを1%の精度で分析できるものである。

10.17 固体質量分析法

Mass Spectrometry of Solid Samples

固体試料の化学分析—おもに極微量不純物元素の分析—を目的として、真空スパーク形イオン源を備えた Mattauch-Herzog 形2重収束質量分析器の研究開発が最近各国で盛んとなり、装置としては一つの地位を占めようとしている。当社でもこの装置として MS-115 形を開発した。この装置は検出感度が高く、元素による感度差が少なく、また試料処理が簡単であるなどの特長をもっているが、定量分析法はまだ確立されていないのが世界の現状である。イオンの検出に写真乾板を使用する限り、定量分析のためにはフोटメトリを必要とするが、当社では理論的考察にもとづいて三つの検量線作成法を提案した。とくに、低濃度範囲では標準試料1個を用いて検量線が作成できること、場合によっては標準試料として純物質を用いることなどを理論的に示し、実験的にも確かめつつある。ASTM 主催によって、世界各国の研究所が

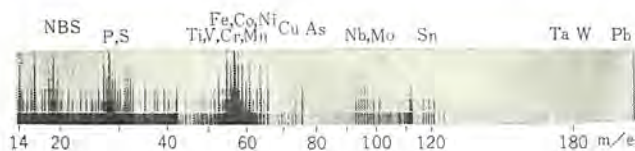


図 10.25 鉄試料の質量スペクトル
Fig. 10.25 Mass spectra of iron sample. (NBS No. 461 low alloy steel offered from ASTM for cooperative analysis)

行なった共通試料の共同分析にも参加し、当社提案のこれらの方法を用いて良好な結果を得ることができた。さらに、元素の相対感度についても理論的表現を与え、それにもとづいて物理化学的性質との相関を研究している。これらの研究を通じて、スパーク質量分析法の体系化が進められている。図 10.25 は上記共同分析に用いられた鉄試料の質量スペクトルの例である。

10.18 オメガトロン質量分析計

Omegatron Vacuum Analyser

オメガトロンは、微量のガスの分析に適した小形で高感度の質量分析計で、真空装置の内部のガスの成分分析を主目的として開発された。近年、研究や工業目的に真空が利用される機会が多いが、作られた真空が目的にかなったものであるかどうかを判断すべき計測器の開発が遅れていた。すなわち、判断はもっぱら装置内の圧力を指示する真空計にたよって行なわれていたが、目的に対する影響の度合いは内部に存在するガスの種類によって大きく異なってくる。このため内部気体の成分分析が重要な問題となり、適当な計測器の開発が望まれていたが、極微量の気体を対象とするため分析計自身がガス源になって良い真空が得られな



図 10.26 オメガトロン分析管球
Fig. 10.26 Omegatron tube.

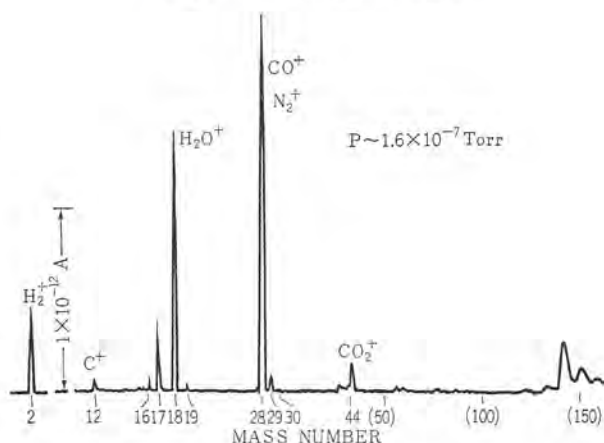


図 10.27 スペクトル例
Fig. 10.27 Typical mass spectrum of high vacuum system by the omegatron.

ったり、感度や安定性が不足したりしやすく実用化が遅れていた。

この10年ほどの間に、この種のいわゆる真空分析計に関する研究が活発になり、いくつかの形が開発されたがオメガトロンもその一つであり、わが国で最初に実用化された。測定原理は磁界と高周波電界によるイオンのサイクロトロン共鳴を応用したものであって高周波の周波数走査によって質量分析が行なわれ、スペクトルが得られる。測定圧力範囲は $5 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-10}$ Torr、質量範囲は M/e 1~500、分解能は約 30 であって、質量数 1~30 のガスは隣り同志完全に分解できる。真空系に接続される分析管球は硬質ガラス製の小形のもので、3~5 キロガウス の磁界の間で動作させる。管球、磁石のほかに管球用電源、発振器、出力イオン電流増幅器、記録計などが1組になっている。オメガトロンはわが国で最初の真空分析計であるので需要も多く、現在すでに大学、官庁、メーカの研究施設において約 10 組の装置が動作している。

10.19 放射線計測器

Instruments Used in Connection with Radiation

第二次世界大戦以来、急速に発展し、一般によく知られるようになった放射線計測は、単に学問としての分野のみにとどまらず、近代工業のオートメーション化、あるいはエネルギー革命の一端になうまでに重要なものとなってきた。

当社の放射線計測器もこの科学的工業的重要性の認識から種々の計測器を開発し発展させてきた。

放射線には、普通 α 線、 β 線、 γ 線、中性子線があるが、検出器のほうも放射線の種類、エネルギーなどの違いから各種ある。 α 線用検出器にはシンチレーション検出器および半導体検出器がある。 β 線用には GM 計数管のほかにアントラセンシンチレータを用いたシンチレーション検出器および半導体検出器がある。 γ 線用としてはシンチレーション検出器、GM 検出器のほかにモニタ用として電離箱がある。中性子用としては BF₃ 計数管各種があり、エネルギー分析用、モニタ用に使用されている。

検出器からの電気信号の出力は、デジタル量またはアナログ量として取り出され、増幅され、波高分析器などにかけられたり、計数され記録される。デジタル増幅器としては、通常波高分析ま



図 10.28 ND-6302 形
中性子線 エリアモニタ
Fig. 10.28 Type ND-6302
neutron area monitor.



図 10.29 γ 線 エリアモニタ
Fig. 10.29 γ ray area
monitor.

たは エネルギースペクトル 分析を行なう必要上から、増幅の直線性のとくに厳密なものが使用される。この目的のために前置増幅器のほかに、A1形の比例増幅器、ノンオーバーロード形の比例増幅器がある。波高分析器はシングルチャンネル形、200チャンネル、400チャンネルなどがあり、また特殊仕様でサープラスカウントのほかに2チャンネルをもち、チャンネル幅の変化の大きい波高分析器がある。

計数器としては10進スケーラ各種のほか、特殊なものであるが2チャンネルスケーラがあり、また時間分析可能なものも開発中である。計数率をアナログ信号に変換する計数率計、または対数的に変換する対数率計は、とくにシングルチャンネルスペクトロメータ、モニタなどの記録計への入力信号を与える。

γ線用の電離箱からの出力はアナログ信号であるが、とくにモニタ用としては対数出力が便利であるので対数変換および増幅を行っており、出力は線量率で指示される。このほか、コインシデンス回路などの回路も必要に応じて製作するが、とくに、電源関係では直流高圧安定電源が各種ある。

これらの単体機器は、種々な総合機器に利用される。一般にガイガー・ミュラー・カウンタ(GMカウンタ)と呼ばれるものから、シングルチャンネル波高分析器、中性子波高分析器、速中性子カウンタ、ガンマ線エリモニタ、γ線水モニタ、β線水モニタ、中性子回折装置、ベータ線スペクトロメータなど種々の学問研究、原子炉用の機器のほかに、工業応用の道も考えられている。

工業応用としては、放射線応用の各種厚み計、密度計、液面計など圧延鋼板、合金板、メッキ板、樹脂板などの製造工程のラオセス制御への応用が行なわれ、または考案されつつある。

10.20 マルチ・チャンネル波高分析器

Multi-Channel Pulse Height Analyzer

パルス波高分析器(以下PHAと略称)は、その名の示すとおり、入力パルスの波高 x の分布密度関数

$$\phi(X) = \text{Prob}\{X \leq x \leq X + \Delta X\}$$

を測定する装置である。このような装置はγ線スペクトロメータで代表されるような、放射線エネルギーのスペクトル分析のための有力な武器である。

PHAには種々の形式があるが、われわれの開発したPHAは磁心メモリとA-D変換器とを組み合わせたもので、多重チャンネルPHAの代表的な形式のものである。この形式のPHAは原理的には次のような形で波高分析を行なう。すなわち磁心メモリは各記憶セル(ワード)がそれぞれ一つの計数器としての機能をもつようにされている。各セルつまり各計数器は、チャンネル番号によって指定される。一方、A-D変換器は、入力パルスが到着するたびに、その波高をデジタル数、つまりチャンネル番号に変換する。こ



図 10.30 256チャンネル波高分析器

Fig. 10.30 Channel pulse height analyzer.

の番号がメモリ中に構成された計数器の一つを指定し、同時にその計数値に1を加える。このようにして、各チャンネルごとにそのチャンネルに属する波高をもった入力パルス数を計数できる。ところで、チャンネル X の計数値を $N(X)$ とすると、

$$\text{Prob}\{X \leq x \leq X + \Delta X\} \approx N(X) / N_{\text{TOTAL}}, (N_{\text{TOTAL}} \rightarrow \text{大})$$

であるから、求める分布 $\phi(X)$ が得られる。

このような装置は、原理的にはすでに確立されたものであるが、それを実現する上で次のような事項が問題であった。すなわち

- (1) 信頼性：故障あるいは誤動作に対する保証。
- (2) 精度：エネルギー分解能、直線性、時間分解能などに対する保証。
- (3) 使いやすさ：操作の容易性

われわれの開発した装置は、これらの点について十分な注意が払われている。たとえば信頼性については、能動素子をすべて半導体化することによって、素子の劣化の問題をほとんど皆無にした。また、各回路は、消費電力を減少させることよりも、電源電圧、あるいは周囲温度などに対する動作余裕を大きくするという方針で設計された。その結果、室温 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}\text{C}$ の範囲で十分安定に動作することが確かめられた。

精度については、たとえば測定の性質上、入力パルスの平均周期が大幅に変化しても、利得のドリフトが無視できることを要求される。われわれの場合は、A-D変換器内の増幅器系統を直流結合とすることによって、ゼロ点および利得の安定化をはかった結果数10 kpps程度までの入力に対して、ドリフトを1チャンネル程度以下になし得た。また、入力波形に対する制限をゆるくし、立ち上がり時間あるいはパルス幅の広い範囲にわたって、直線性を確保し、かつ利得がこれらに無関係であるようにした。

操作の容易性に対しては、動作の切り換えその他の操作は、すべて一つの操作が一つの押しボタンスイッチあるいは一つのつまみでできるようにした。

この装置における経験をもとに、さらに2種のPHAを試作中である。一つは安価、小形をねらった200チャンネルの装置(ND-1660)であり、他は分析結果に対する算術演算(spectrum resolving, integration)を組み込みとした400チャンネルの装置(ND-1665)である。

11. 照明関係

Illuminating

11.1 デラックスケイ光ランプおよびケイ光体

De-Luxe Fluorescent Lamps and Phosphor

ケイ光ランプが1938年にアメリカのインマンにより発明されて

から、そのすぐれた効率のため、新しい実用光源として急速に発展した。この発展はランプの製作技術の進歩もさることながら、ケイ光体の急速なる開発進歩も大きく寄与している。

しかしその普及が進むにつれて、物の見え方が天然光の場合に

比べて異なる点が指摘され、種々の場合に不満足感を与える欠陥が大きな問題となった。この欠陥を改善すべく登場したのが、デラックスケイ光ランプである。このランプが発売され普及した今日では、上記の欠陥は大きく改良され、多くの場合に光源として使用して支障の少ない現況までに到達した。このランプがどの点ですぐれた特性をもって市場に受け入れられているかについて述べる。

(1) 物の見え方 (演色性について)

物体色の赤とか青とかの色はその物の特有の色光を反射し、他の色光を吸収する結果、われわれの目にその色として感知される。

そこで光源側にその色光を含んでないならば、その物は灰色に見えるわけである。また演色性という言葉は、光源について言われるもので、物を照らした場合にこの光源が基準である照明で照らした場合に比べて、色合いにどの程度の差異を示すかという目安である。

平たくいえば、太陽光のようにあらゆる色光を一様に含んでいるものが、光源として理想である。しかしケイ光体で、全可視域にわたって均一なエネルギーを出すものは、現在では得られていない。ためにどうしても色光分布的に欠陥が生じ、物の見え方について問題が出てくることになる。

(2) ケイ光体の分光エネルギー分布

2.3の代表的なケイ光体の分光エネルギー分布と刺激スペクトルとを図11.1に示す。これらのケイ光体は、その量子効率および安定性において、はなはだ実用性のあるものの例であって、最も多くの場合にケイ光ランプに用いられている。Aはヒ酸マグネシウムケイ光体、Bはハロリン酸カルシウムケイ光体、Cはケイ酸亜鉛ケイ光体である。Bのハロリン酸カルシウムケイ光体は1946年に発明された白色ケイ光体で、とくにすぐれた効率と安定性をもつもので、市場で見かけるケイ光ランプの大半がこのケイ光体を用いられている。図からもわかるように、このケイ光体は明赤部、深赤部、緑部、青部に欠陥をもち、このためにこの分布からはずれるか、もしくは含有量の少ない波長域にある物体色を照らしたとき、その物体色がさえない色に見えてしまう結果となる。この不足をAとCとで補ったものがデラックスケイ光ランプで、黒体分光エネルギーと比較しても、それほどそん色のないものが完成した。

(3) 赤色ケイ光体として用いられるヒ酸マグネシウムケイ光体

図11.1のAがヒ酸マグネシウムケイ光体で、6,558Åに発光ピークを有する深赤色ケイ光体で昭和23年当社にて発明された。このケイ光体は量子効率は0.85の高い値をもち、かつ数少ない赤ケイ光体では、比較的安価に生産しうる利点を兼ね備えた貴

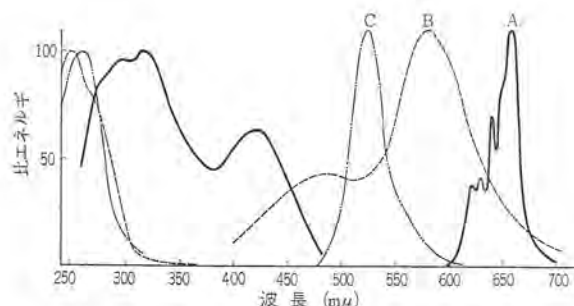
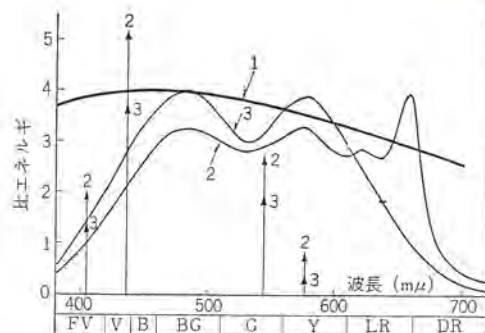
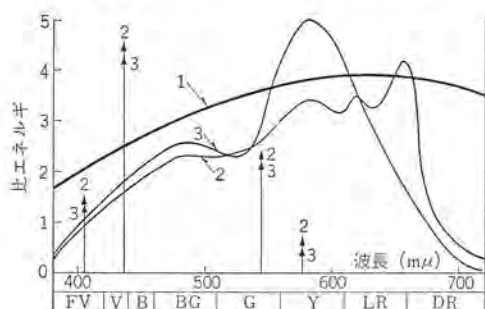


図 11.1 ケイ光体の刺激スペクトルと発光分光分布
Fig. 11.1 Spectral excitation energy distribution curve and spectral emission energies distribution curve of phosphors.



1. 6500°K 黒体 2. デラックスケイ光ランプ 3. 標準ケイ光ランプ

図 11.2 昼光色ケイ光ランプ
Fig. 11.2 Day light fluorescent lamp.



1. 4500°K 黒体 2. デラックスケイ光ランプ 3. 標準ケイ光ランプ

図 11.3 白光色ケイ光ランプ
Fig. 11.3 White color fluorescent lamp.

重なるケイ光体である。またもう一つの特長として刺激スペクトル域が広いことで、これは2,537Å, 3650Å, 4,047Å, 4,458Å, の放射線を有効に赤色可視光に変えることが可能で、紫外線の利用効率をはなはだ高い結果を与えている。

(4) デラックスケイ光ランプの沿革と種類と需要

デラックスケイ光ランプは、1952年アメリカにおいて発売されたのが最初で、翌年には当社でヒ酸マグネシウムケイ光体を使用して開発、発売された。市販当初は4,500°Kの冷白色（現在は白色）のみであったが、逐次6,500°K昼光色、3,500°K温白色、3,000°K温白色が完成した。昼光色および白色ケイ光ランプの特性曲線を図11.2, 11.3に示す、その後も明るさの向上につとめ、実用上各所で重用されている。この種のランプの生産量は年間数百万本に及び、そしてその占める割合も半数以上であり、各ワット別のデータを見ても均等な売れ行きを示し、工場に、事務所に、家庭に大きく進出しているのが現況である。

(5) 各デラックスケイ光ランプと標準ケイ光ランプの演色性

演色性の比較として、黒体を基準とったハリソンの8分割法により、各色光差を検討して、その光源の評価を行なう方法の結果を表11.1に示す。評価点は標準形ケイ光ランプよりデラックスケイ光ランプのほうがよりよく自然光に近いことを示している。

表 11.1 ハリソン8分割法によるデラックス形ランプと標準形ランプの評価点

		評価点			評価点
昼光色	6,500°K 黒体	100	35-温白色	3,500°K 黒体	100
	デラックス形	83.9		デラックス形	77.4
	標準形	70.4		標準形	47.7
白色	4,500°K 黒体	100	30-温白色	3,000°K 黒体	100
	デラックス形	84.4		デラックス形	69.3
	標準形	58.4		標準形	43.6

11.2 三菱高出力タリウム水銀ランプ

Mitsubishi High-Output Thallium Mercury Lamp

水銀蒸気放電による発光の発見は、すでに19世紀の前半になされていたが、水銀ランプが実用の段階に入ったのは、20世紀の初めであり、その頃は、おもに医療用、鑑識用に使われていた。20世紀の半ば近くから水銀ランプの製作技術が急速に進歩し、高圧水銀蒸気放電の理論の発展とともに、水銀ランプは長足の進歩を遂げ、一般の照明に使用されるまでになった。以後、高圧水銀ランプはますます発達した。その発達の間、初めは発光効率の向上に力が注がれ、次にケイ光体を使うことによって演色性もやや改善されたが、水銀ランプ特有の色を好ましい色に改善できないまま、一応水銀ランプとしては、ほぼ完成した状態にあり、その特性を十分生かして、広く光源、光化学反応用・治療用・鑑識用に利用されているが、効率、演色性ともによりよい光源の出現が望まれていた。

三菱高出力タリウム水銀ランプは、その期待にこたえうるランプの一つで、他社にさきがけて実用化に成功し、その発光効率は水銀ランプの1.5~1.7倍にもなり、したがって非常に経済的な光源であると同時に演色性も比較的良好である上に外観および電気的特性は水銀ランプとほとんど同じであるので取り扱いが簡単である。したがって、この高出力タリウム水銀ランプは照明一般に使用できる。とくに、その緑色に輝く光源の特徴を十分生かすためには、屋外照明がよく、樹木、芝ふなどの緑のはえる公園、広場（噴水）、ゴルフ場、駐車場、道路、スポーツ照明およびスキー場の照明に使うと、すばらしい照明効果が得られる。以下に三菱高出力タリウム水銀ランプの原理および特徴を簡単に述べる。

高出力タリウム水銀ランプの発光管内には、適量の水銀・高純度のヨウ化タリウム(TII)と、ランプ始動を容易にするためのアルゴンガス(Ar)が若干封入されている。安定器を通してランプに適当な電圧を印加すると容易に始動し、アルゴン放電から瞬時に水銀アーク放電に移る。放電の熱により、水銀およびヨウ化タリウムは蒸発して、その蒸気圧を増す。発光管が設計温度に達し、ランプが安定すると、発光管内のヨウ化タリウムの蒸気圧は数10mmHgに達し、水銀アーク内に至ったヨウ化タリウムは熱解離して、高温のタリウムとヨウ素になる。ここで、励起したタリウムは発光し、おもに、波長5,350.46Åの緑色のスペクトルを出す、管壁付

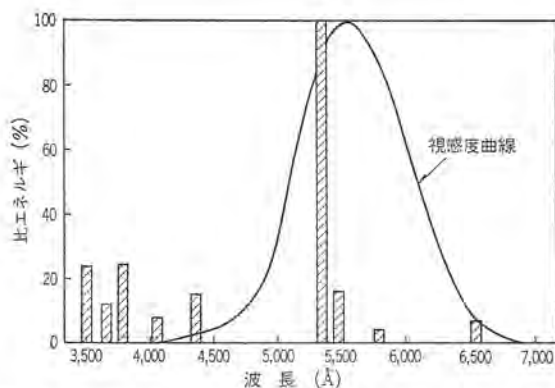


図 11.4 高出力タリウムランプの分光エネルギー分布 (H-400-L)
Fig. 11.4 Relative spectral light distribution of Mitsubishi high output thallium mercury lamp and the eye sensitivity curve.

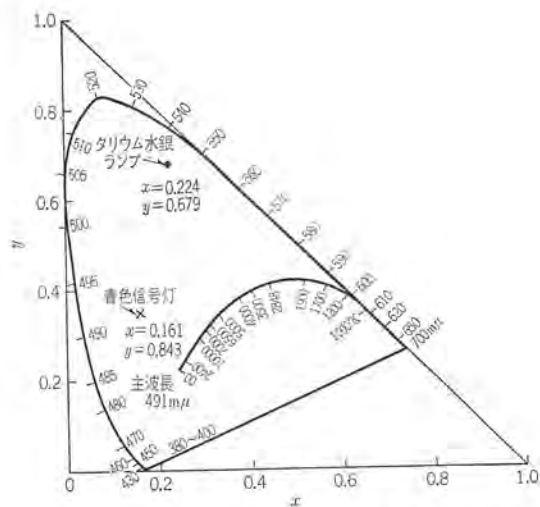


図 11.5 高出力タリウム水銀ランプの色度点
Fig. 11.5 Chromaticity point of Mitsubishi high output thallium mercury lamp.

近および管壁上の温度で、タリウムとヨウ素は再結合してヨウ化タリウムになる。ランプ点灯中このサイクルが繰り返えされる。緑色のタリウム線は励起レベルが低い(3.27 eV)のと、5,350.46Åの波長の光は視感度がよい(0.91)ので、放電の発光効率を著しく高めるのである。

図 11.4 に、高出力タリウム水銀ランプの分光エネルギー分布を、図 11.5 にその色度点を、CIE 色度図上に示す。これからわかるように、高出力タリウム水銀ランプの緑色の光色の中には赤・ダイダイ・紫などの光色も含み、演色性の向上に役だっている。また、その色度は青色信号灯の色度とは異なり、普通の状態では見違える心配はないので、道路照明にも十分使える光源である。

目下量産体制も整い、各方面からの増大しつつある需要にこたえている。とくに道路照明においては、ナトリウムランプ、水銀ランプと比較して、高出力タリウム水銀ランプの経済性は高く評価され、将来の発展性が期待されている。

(詳細は三菱電機技報 37. No. 10 (昭 38) 参照)

11.3 水銀灯の色補正

Color Correct of Mercury Discharge Lamps

最近照明用高圧水銀灯の発展は目ざましいものがあり、道路、広場、庭園などはもちろん体育館などの屋内照明にまで進出している。水銀灯はよく知られているように数本の強い可視線スペクトルからなる緑がかった青白色の光色をもっている。また同時に放射される紫外線をケイ光体により赤色光に変換し、その光色を改善したケイ光水銀灯もある。

しかし水銀灯による照明は、対象が演色性を問題にしない場合にはさしつかえないが、たとえば商店街などの街路照明あるいは室内照明にはあまり適当ではない。そのおもな原因は緑色の線スペクトルがあまりにも強く、また赤色部の放射が少なく演色性に難点を有するためである。

これを改善する方法として、ケイ光水銀灯に緑色光に対しフィルタ作用を有する膜を併用し、すぐれた演色性をもつ水銀灯 (SD 形) を開発した。このフィルタはコバルトイオンの酸素配位数を規定した酸素酸塩の粉末層で、5,000~5,700 Å の範囲の波長に対し

選択的な吸収を示し、他の波長域の光に対してはよく透過する当社独自のものである。これにより水銀放電の5460 Å線の一部を吸収し、線スペクトルの欠けている波長域はケイ光体の発光で補い、高度の演色性を有する水銀灯が得られた。この水銀灯の光色の色温度は約4,600°K、色度点はほぼ $x=0.36$ $y=0.38$ にあり、屋内に点灯しても不自然さを感じさせない。またこの発明に対し1961年度照明学会関西支部から技術賞が贈られた。

(詳細は三菱電機 34, No. 6 (昭35) 参照)

11.4 EL ランプ

EL Lamp

EL ランプは、電場発光 (Electroluminescence-EL) 現象を利用した新しい光源で、図11.6のような構造をしており、厚さ1 mm 前後の薄い平面光源であることが大きな特長である。EL ランプにはホーロ形と樹脂形とがあるが、現在当社が市販しているのはホーロ形であり、従来の両者の形の長所を兼ねて明るくて寿命の長いことを特長としている。EL ランプ既存の光源に比べて、明るさがかなり暗いので、一般照明用にはまだ使えないが、消費電力の少ないこと、ソフトな感じの光であること、平面であることなどを利用して、比較的暗い場所での種々の表示板や、特殊照明用として用いられている。表11.2, 11.3にEL ランプの諸特性を示す。電源周波数を上げることにより、明るさは大体比例的に増大するので、高い周波数電源を利用できる場合には、かなり明るい場所でも表示用に用いることができる。ただ周波数が高くなると劣化は早くなる。発光色は表に示すように種々あるが、

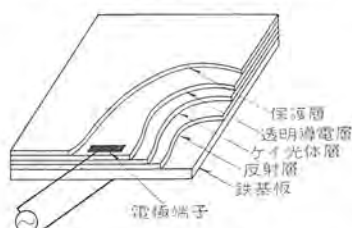


図 11.6 セラミック形 EL 板の構造
Fig. 11.6 Structure of ceramic type EL panel.



図 11.7 EL ランプの応用例
Fig. 11.7 Applications of EL lamp, meter dial, sign board, numerical indicator, switch plate, night light.

表 11.2 グリーン EL 板の諸特性

定格電圧 (V)	周波数 (c/s)	輝度 (rlx)	電流 ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	電力 (mW/cm^2)	耐圧 (V)	半減寿命 (h)
100	60	15	33	1.8	200 以上	5,000 以上
"	400	55	160	5.6	"	3,000 以上
200	60	35	33	2.5	400 以上	5,000 以上
"	400	140	170	9.7	"	3,000 以上

表 11.3 各色 EL 板の輝度と寿命

発光色	輝度 (rlx)		半減寿命 (h)
	100 V 60 c/s	200 V 60 c/s	
バイオレット	2.0	5.5	500
ブルー	5.0	14.0	1,500
オレンジ	2.5	5.8	5,000 以上
ピンク	3.0	7.0	4,000
ホワイト	6.0	14.0	4,000
レッド	5.0	13.0	5,000 以上

グリーンが最も明るい。写真は EL ランプの応用例として表示板、メータ目盛板、スイッチプレート、数字表示板、常夜灯などを示す。
(詳細は三菱電機技報 37, No. 10 (昭38) 参照)



図 11.8 SU-11形サンセットタイマ
Fig. 11.8 Sun-set Timer.

11.5 SU 形サンセットタイマ

Sun-set Timer

サンセットタイマは、硫化カドミウム光導電セルによって日没・日の出時に広告灯などを点滅させるとともに、日没・日の出時刻に基づいて、たえず正しい時刻を算出し、あらかじめ設定した希望時刻にも点滅できるようにしたものであり、天体現象を利用した新原理による世界に例のない製品である。

従来のタイムスイッチは精巧なものでも、設定時刻を季節ごとに変えたり、時計の累積誤差を修正する必要があるが、また、停電に対処するためには高価な補償装置がいるなどの欠点があり、とくに、ネオン・広告灯・商店街の街路灯・陳列所の照明などは、広告効果の少ない深夜には消灯し、夜明け前の人通りが始まるころには再点灯の上、日の出とともに消灯することが望ましい。しかし、これは自動点滅器と電気時計を組み合わせただけでは解決できない。

このサンセットタイマは、今までのタイムスイッチでは満たされなかったすべての要求を満足させるものであり、さらに、取付場所の経度による時刻のずれを修正する装置も設けてある。

原理は日の出・日没時刻の中央の時刻が、四季を通じてほぼ一定の時刻（日本の標準時である神戸地区ではこの時刻は12時）であるという天体現象を利用している。すなわち、一定位置に停止している回転子を日の出とともに、同期電動機により夜間の回転速度の $\frac{1}{2}$ で回し、日没とともに夜間の速度に変換する装置を考えると、この装置では日の出と日没の中央の時刻がちょうど12

時であることから、日の出前の静止位置が12時となって、夜間の速度で回転した時計装置と同じことになり、日没後は年間を通じて正しい時刻を示すことになる。この装置はつねに日の出前に一定位置へ停止させなければならないが、一定位置へ停止した時から日の出までの回転停止時間は、停電による遅れを自動的に回復する停電補正と累積誤差防止の効果をもつので、これらのために特別の補償装置を設ける必要がない。したがって、次のようなすぐれた多くの特長をもっている。

- (1) 明るさによる点滅のほか、夜間の希望の時刻にも点滅させる。
- (2) 時刻の累積誤差がまったくないので、修正の人手がいらない。
- (3) 停電による時刻の遅れも自動的に復帰する。
- (4) ゼンマイなどの勢力蓄積機構や、テンプなどの時計機構がないので構造が簡単であり、分解掃除など保守の必要がほとんどない。
- (5) 機構が簡単のため安く、しかも維持費が少なくて済む。

11.6 三菱電機スカイリングの照明

Illumination of Mitsubishi Denki Sky Ring

三菱電機 スカイリング は1963年1月、東京・銀座四丁目の一角に完成した三愛 ドリームセンタ の4階から9階までの各階および屋上の広告塔を含めて、当社が社会と企業の間を結ぶ場として公開したもので都市美に、観光に、広告の効果を十分果している。

この建物は地下3階、地上9階の円筒形の形状で直径15m、中心の円筒形コアの直径7m、地下16m、地上31m、広告塔を含めて、地上48mのきわめて限られた容積の内に建物のすべてが盛り込まれているので、高さと床面積との比では、目下建築界の話題となっている超高層建築としても、いくつかの設計、施工の資料を提供するものと思われる。この建物の特異性は外壁のほとんどすべてがガラス張りであり、室内の明るさは天下の銀座にふさわしく、また、三愛 ドリームセンタ の売場として画期的な高照度として2,000~3,000 lx の平均照度を目標とした。その結果、各階とも照明方式は光り天井となり、この建物全体が広告塔としての効果からも、円環形の光のリングを重ねた「光の塔」となった。光源もケイ光ランプ高出力形110 W、標準形40 W など合計5,322灯でその光色も三愛 ドリームセンタ の婦人洋品・雑貨およびスカイリングのショールームの家庭電器品などの陳列にふさわしい照明とするため、赤系統の色の多いデラックス温白色（色温度3500°K）が採用されている。

広告塔は、この建物の屋上に直径15m、高さ17mの大きさで消費電力も約500 kVA というわが国有数の規模のものである。広告塔の構造は金属板を上下8段に分けて、1枚の長方形を8分割し三角形の形状の部分折り曲げて反射面を形成し、光源としては白、青、黄、赤の各色のネオン管を内部に配置し、表面の金属板はすべてシルエット効果を表わし、同時に金属板表面に青色反射形電球を配置している。これらのネオンの管径15mm、全長9,721m、各種電球の数は4,068個である。これらの点滅は従来の自動点滅器によるプログラム方式とランダム点滅制御装置による不規則点滅の組み合わせからなる従来なかった新方式によるものである。

また、社名の両側のネオンの色の組み合わせは世界共通の気象



図 11.9 三菱電機スカイリングの夜景
Fig. 11.9 Night view of Mitsubishi sky ring.

旗に準じ、明日の天気予報を知らせるようになっている。
（詳細は「三菱電機技報」37. No. 10（昭38）参照）

11.7 事務所ビルの照明

Illumination of Office Building

最近の事務所ビルの照明は、ますます高照度の設備となる傾向がある。しかし高層、超高層では一般に低天井の室が多く、高照度では光源の数が多くなるので、照明方法がよくないとまぶしさ、明るさのムラ、正反射などの明視照明の定義に反するような悪条件によって、机上の作業のしにくくなる恐れがある。

一般の事務室のごとく大規模で高照度の場合、以上の不具合を避ける方法としては、照明方式を光り天井として数多くの光源からの光を照明拡散材料の面で均等に拡散させ柔らかな一様な輝度として机上面を照明する方法、光源を埋め込んだ照明器具——下面開放形か乳白色プラスチックカバー付のもの——下面開放形では効率本位の照明ができるが同時に埋込形のため机の前に位置した作業員の視線は直接光源からの光をシヤ光するためにまぶしさを感じない。さらにプラスチックカバーの場合は、照明器具そのものが光



図 11.10 三菱銀行日本橋支店
光天井方式 平均照度 600~700 lx
Fig. 11.10 Luminous ceiling of Mitsubishi bank
Nihonbashi Branch.

り天井方式をいくつかに分割して設置したものと考えられる。

また、高出力ケイ光灯を天井面に数多く配列した照明方式では、ケイ光灯の配列の長手方向と机上面を直角に配置することによって、ケイ光灯からの直接のまぶしさを防ぐことができる。

以上のほか、事務所に共通した関連部分の各部の照明としては玄関ホール、エレベータホールのごとく、昼間外部から事務所ビルに入ったとき玄関ホールが暗いと、陰気な感じを与える恐れがあるので、最近では終日点灯を必要とすることが多くなった。その照明方式も直接照明、間接照明などの組み合わせ、意匠的に変化をもたせて来客に好感を与えるなどの装飾的效果を十分に考慮している。

11.8 スケート場の照明

Illumination of Skate Link

最近のレジャーブームを反映して各種のスポーツ、娯楽施設が増加しているが、都会地においては都民のレクリエーションの場としてスケート場が設けられ、四季、昼夜を問わずスポーツを楽しむことができるようになった。

これらの照明施設の光源としてはケイ光水銀灯、ケイ光灯がその主力となっている。

図 11.11 は西武品川スケートリンク（東京）で建物のかまぼこ形屋根の鉄骨造りでリンクの広さは29m×120mの長方形、正面にステージを持ち、種々の催しも行なわれる。照明施設としては明るくはなやかなムードにするため、リンク上9.5mの高さにケイ灯、水銀灯、電球を組み合わせた星状六脚形のシャンデリア風灯具（中央に150W赤色電球1灯、周辺に400W反射形水銀灯6灯、40Wケイ光灯18灯を放射状に配し黄色豆電球42灯でつちどりした豪華な構造）を60台取り付け平均照度は330～400lxとなっている。

ラサ国際スケートリンク（大阪）の照明は室内リンクとしては東洋一の規模を誇るもので一周250mのスピードリンクがある。照明施設としてはケイ光水銀灯1kW46灯、70kW46灯、400W42灯電球300W24灯計158灯によるカクテル照明で、平均照度300lxとなっている。光源は中央部の高天井部分に1kWランプを配し、外側の低天井に至る間に700W、400Wランプとランプ入力を変え、リンク上の照度の変化を極力少ないものとしている。均斉度がよいのでスピード競技をする場合、安全でしかも快適な競技が



図 11.11 西武品川スケートリンク（東京）

Fig. 11.11 Skate link.

できる。

東武会館スケートリンク（東京）では、低温でも光度減衰の少ない高出力ケイ光灯110W×240灯を天井の高さ6.5mに天井の稜線に沿ってX形に配置し、その中心にそれぞれ電球100W×60灯をアクセントライトとして配している。床面積1,540m²でリンク上で平均照度370～400lxの高照度でむらのない照明でスケートを楽しむことができる。

11.9 名神高速道路の照明

Illumination of Meishin Expressway

わが国最初の本格的な高速道路、名神高速道路は1963年7月に尼崎、栗東間約71km、さらに1964年4月には栗東・関ヶ原間約69km計140kmが完成した。今回の開通で、名神高速道路はその全長の約70%が完成したわけで、インターチェンジ、料金所、サービスエリア、バスストップ、トンネルなどに幾多のすぐれた照明施設が施された。当社では尼崎インターチェンジその他にケイ光水銀灯、ケイ光灯を多数納入した。

名神高速道路の本線の上下線は中央分離帯により完全に分離されているので、夜間の自動車の運行は前照灯のみで十分であるが、インターチェンジ、サービスエリア、バスストップなどでは本線のわきに減速および加速車線があり、とくにインターチェンジではその連結路が曲がり道で坂となる場合が多いので、変速車線と同様に照明を施さなければならない。



図 11.12 名神高速道路尼崎インターチェンジケイ光水銀灯
平均水平照度26.6lx

Fig. 11.12 Fluorescent mercury lamps in Meishin Expressway.



図 11.13 名神高速道路京都インターチェンジ入口料金所

Fig. 11.13 Toll gate in Meishin Expressway.

尼崎 インターチェンジ でも、市街道路との接続点から本線との接続部変速車線の先端までの間に照明を施した。

使用された照明器具の配光性能などは、日本道路公団の仕様に十分合致したもので照明器具の構造は ケース を アルミ 合金鋳物製、プリズムガラスカバー を硬質 ガラス 製とし、ガラスカバー は ネオラレンゴムパッキン を介して ケース に取り付けられた密閉構造となっている。反射鏡は高純度の アルミニウム 板を成形加工し、内面を電解研磨鏡面仕上されている。

12. 家庭用電気品関係

Electric Home Appliances

12.1 家庭用電気品一般

General Home Electric Appliances

家庭電化の一翼をになう三菱電機では、1918年に扇風機を製作して以来、戦前、戦後を通じ各種の家庭用電気品を製作し、数多く世に送り、家事の合理化、生活科学、環境衛生などに役立ち、家庭の教養を高め、一家だんらんには娯楽と潤いを与えてきた。

環境衛生の面では、大は ルームクーラー、電気掃除機、エアタレ から電気カミソリ、電気歯 ブラシ などの小形電動機応用品として、また、殺菌灯、健康灯などの放電灯応用品もある。

生活科学では電気冷蔵庫のほか、トースター、ポット、魚焼器等など電熱の家庭での利用面を拡張し、住宅用照明器具も本格的なものを完成した。

家庭の合理化の面では主婦の労力軽減と時間節約の見地から、操作の便利な各種の ミシン、脱水機付洗たく機、タイムスイッチ、ポンプ など完成発売した。

ここでは、当社の最近の誇るべき代表製品である トリネスコウ式 カラーテレビ と マイクロテレビ のみを紹介するが、その他の製品は第Ⅲ編を参照願いたい。

12.2 三菱マイクロテレビ 6P-126

Type 6P-126 Mitsubishi Micro TV Set

三菱 マイクロテレビ 6P-125 形が、世界にさがけて開発、量産化されてから1年半、国内市場はもとより アメリカ、ヨーロッパ その他世界の各地に輸出されてきたが、このたびさらに UHF テレビ受信可能な新製品 6P-126 形が開発され量産に移された。

本機は、すでに発売中の 6P-125 形を基調として設計されたものである。ポータブルテレビ として、6P-126 形の第1の特長は小形で軽量なことである。すなわち、70×54×26 mm の小形 ディスクターレット 形 チューナ や高効率小形 フライバックトランス の使用、トランジスタによる電源 フィルタ 回路の採用などにより、本機は6形として世界最小かつ AC 動作時でも 3.4 kg、着脱可能な電源 トランス をはずせば、DC 動作時は、わずか 2.6 kg の軽さである。第2の特長は、ポータブルテレビ として、種々の環境条件一屋内はもちろん、屋外や、走行中の車中など一の下でも、安定な動作をするよう キード AGC 回路、ノイズリミッタ 付同期回路、平衡形 AFC 回路が採用されている。

これらの基本設計に加えて 6P-126 形は、さらに次のような特

光源は経済性と低輝度の点から銀白色 ケイ 光水銀灯が採用され、本道では以上の照明器具に HF-400×(400 W)×90 灯が標準 ポール 間隔 35 m、光源の高さ 8 m で平均水平照度 26.6 lx、均斉度 2.96 となっている。また、緑地帯には柱頭形の照明器具に銀白色 ケイ 光水銀灯 HF-250×(250 W)×11 灯が使用されている。

なお、京都南 インターチェンジ その他の入口料金所では防水形 ケイ 光灯 FL-40 W が数多く使用されている。

(詳細は「三菱電機技報」37. No. 10 (昭 38) 参照)

長を持っている。

(1) 本機のためにとくに専用 UHF コンバータ (UH-126 形) が開発され、本機に容易に接続できるので UHF テレビ 放送の受信が可能となった。

(2) CRT は、新開発の 6 形 90 度偏向、細 ネック 管 (ネック 径 20mm) 150 JB 4 を採用した。6P-125 形で使用する 150 AB 4 より、フォーカス その他特性が全般的にさらに改善された。

(3) CRT の ネック 径が細くなったので、偏向ヨーク も小形となり、また部品配置や、PCB の接続方法がさらに改善されたため、セットの生産性が向上するとともにアフターサービス もいっそう便利となった。

(4) 映像回路に耐圧の高い NPN メサ 形 トランジスタを使用し、また新しい ドリフト 合金形 パワー トランジスタ を垂直出力回路に採用



図 12.1 三菱マイクロテレビ 6P-126 形
UHF コンバータ 付

Fig. 12.1 Mitsubishi micro TV with UHF converter.

表 12.1 6P-126 形 マイクロシックス 定格

受信チャネル		方式	
VHE	日本、アメリカ、CCIR、オーストラリア、イタリアほか各方式	電源	AC 100 V 50/60 c/s
UHF	470~890 Mc	消費電力	DC 12 W
アンテナ入力		AC	16 W
VHF	75 Ω 不平衡形 (アンテナコネクタ使用により 300 Ω 平衡形) ロッドアンテナ内蔵	DC	9.5 W (0.8 A)
UHF	300 Ω 平衡形	トランジスタ	25 石 (UHF 付 27 石)
映像搬送波中間周波数	26.25 Mc	ダイオード	20 石 (UHF 付 21 石)
音声搬送波中間周波数	22.25 Mc	サーミスタ	1 石
映像帯域幅	3 Mc	バリスタ	2 石
音声中間周波数	45 Mc	真空管 (高圧整流)	1 本
最大感度 VHF	15~25 μV	ブラウン管	150 JB 4
UHF	10 μV	6 形 90 度偏向ネック 径 20 φ	
音声最大出力	350 mW	スピーカ P. 7702 形 77 cm 円形	
AGC	キーード AGC 方式	キャビネット寸法	
AFC	平衡ノコギリ波方式	幅 150 mm×高さ 110 mm×奥行 178 mm (AC 電源付 208 mm)	
ノイズリミッタ	ダイオードリミッタ	重量	2.6 kg
			3.9 kg (AC 電源付)

するなど、機器の信頼度の向上に努めた。

以上のごとき技術的配慮により 6P-126 形は、性能がいっそう安定向上し、その美しい外観とともに、国内はもとより広く海外市場からも好評を博している。

次に 6P-126 形とともに、今回新しく トランジスタ式 UHF コンバータが開発されたが、その代表例として アメリカ向け UH-126 A 形について概略する。本機は、RF 増幅なしで 470~890 Mc の UHF 信号を直接 ダイオードミキサにより チャンネル A5 または A6 のいずれかに変換する コンバータ方式である。本機の開発にあたり、とくに留意した点は、変換周波数ならびに局発用 トランジスタの選定、雑音指数、局発不要 フック射などである。

局発用 トランジスタには、UHF 帯の高域でも十分な発振出力が得られる シリコンプレナトランジスタ SE 3002 をベース接地で使用し、短縮 $\lambda/2$ 同軸共振器と組み合わせて所要の 390~810 Mc を安定に発振させている。また VHF に変換後、NF 約 4 dB の VHF 増幅器を 1 段付加し コンバータとしての総合雑音指数を改善し、不要 フック射とともに FCC 規格を満足する性能を得ることができた。

12.3 三菱カラーテレビ “6 CT 333 形”

Type 6 CT 333 Mitsubishi Color TV Set

6 CT 333 形 カラーテレビ 受像機は、三菱電機が初めて実用化に成功した、まったく新しい方式による カラーテレビ 受像機である。



図 12.2 三菱トリネスコウ方式カラーテレビ 受像機 6CT 333 形

Fig. 12.2 Typ 6 CT 333 color TV receiver.

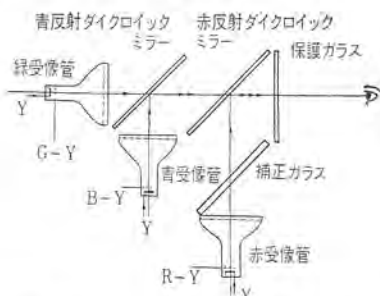


図 12.3 光学系構成図
Fig. 12.3 Optical system constitution.

従来、市販されている カラーテレビ 受像機は、受像管としては例外なく シェドウマスク 式 3 電子銃 3 色受像管を使用しているが、この シェドウマスク 式受像管はこれまでに工業化されたただ一つのものであり、いろいろ良いところを持っている半面、映像が暗く、

表 12.2 明るさの比較

受 像 機 形 式	明 る さ (ft·l)	備 考
トリネスコウ式 6 CT 333 形	350	測定器： Photo Research Corp. 製 Brightness Spot Meter カラーバー白を測定
16形シェドウマスクカラー受像機 (400 LB 22)	45	
21形シェドウマスクカラー受像機 (21 CYP 22)	26	
白黒 16 形受像機	500	

妨害磁界の影響を受けやすく調整がめんどろであり、工程が複雑なため価格も高いなどの欠点を持っている。

当社では シェドウマスク 方式受像管の欠点が カラーテレビ の魅力を大きくそこなっている点を重視し、シェドウマスク 式受像管を使用しない新しい方式の開発研究を行ない、トリネスコウ方式と呼ぶ新受像方式を実用化した。この方式は赤、青、緑の 3 色光面をもつ普通の受像管を 3 本使用し、この映像を ダイクロイックミラーにより光学的に重畳させて、カラー映像を得るもので、このため シェドウマスク 式の欠点は完全にとり除かれ、次のような特長をもっている。

(1) 映像がきわめて明るく、コントラスト がよい。

光学的には ダイクロイックミラー を使用しており、透過率 85 % 以上、反射率 95 % 以上であるため、光路の損失が少なく、映像は表 12.2 の データ のようにきわめて明るい。

(2) 磁界の影響をほとんど受けない。

シェドウマスク 方式では色純度、コンバーゼンスなどの調整が セットを移動させるたびに必要であるが、この方式では、基本的に色純度はまったく狂うことはなく、また、コンバーゼンスのような複雑な色の 3 色方はしないので、調整は大変簡単である。この据付調整が簡単で、移動しても再調整の必要がほとんどないということは、セット 販売上最も大きな長所である。

(3) 価格が安い

受像管は、普通の白黒管と 3 色光体以外はまったく同じなので受像機全体の価格も安くすることができる。

映像がきわめて明るく、かつ、磁界の影響がほとんどないということから、この受像機は家庭用だけでなく、放送局の スタジオモニター、エアモニター、フィールドモニターとして使用するのに最適であり、工業用 カラーテレビ としての用途にも適している。この用途に使用するため、ビデオ入力、RF 入力いずれでも、スイッチ の切り換えで選択できる形も用意されている。

定 格

(1) 受像方式	3 受像管光学的重ね合わせ
(2) 消費電力	250 w
(3) 重 量	29 kg
(4) 大きさ	330(w) × 502(H) × 470(D)
(5) 映像搬送波中間周波数	26.75 Mc
(6) クロマ 中間周波数	23.17 Mc
(7) 音声搬送波中間周波数	23.17 Mc
(8) クロマ 同期安定方式	位相検波 リアクトン管式
(9) AGC 方式	遅延形 キード AGC
(10) AFC 方式	パルス 幅 AFC
(11) クロマ 復調軸	X, Z 軸
(12) 真空管	25 球 (CRT 除く) シリコン 整流器 × 2 ダイオード × 2

確実に落下し、炉心内にそう入されるから スクラム に対する信頼性が高く、また 原子炉に要求される フェイル・セイフ を満足する形式である。

初期には、制御棒荷重を フリクション で保持する フリクション 式磁気 ジャック 形を開発した。図 13.3 は同形式の試験状態である。その後 1963 年度、原子力平和利用補助金の交付を受けて開発している ラッチ 式磁気 ジャック 形制御棒駆動装置は、制御棒荷重を駆動軸にきざまれた多数の グループ に ラッチ をかませて駆動するように改良し、大形発電用原子炉に適するよう駆動重量を増大したと同時に ショーケッス を合理化して コイル 数を減じたものである。同装置開発品は近く完成し、実際に使用される高温高压の状態で試験され、その機能を十分実証する予定である。

この装置はさらに、船が転覆した際、制御棒が炉心から抜け出す危険性を防止するため、スクラムロック 機構および水圧 スクラム 系を付属させることにより、船用原子炉にも適用でき、近く建造を予定されている原子力船にも採用されることを期待している。

13.3 原子炉付属機器

Nuclear Reactor Accessories

ここに述べる原子炉付属機器は、原子炉の運転に必要な、いわゆる サービスマシン といわれるもので、今までに製作したおもなも



図 13.4 垂直ハンドリングキャスク
Fig. 13.4 Vertical handling cask.

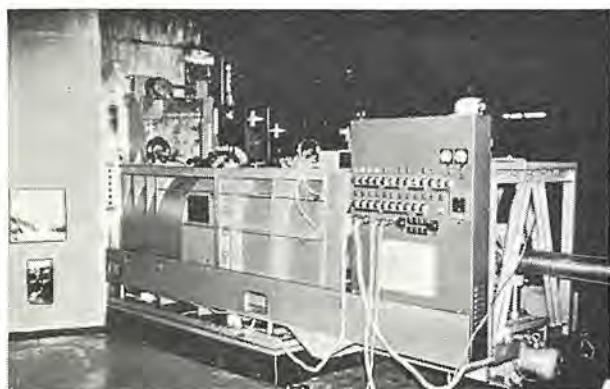


図 13.5 水平ハンドリングキャスク
Fig. 13.5 Horizontal handling cask.

のには、日本原子力研究所の第2号研究炉 (JRR-2) 用の垂直 ハンドリングキャスク、水平 ハンドリングキャスク および水中燃料取扱機などがある。

(1) 垂直 ハンドリングキャスク

JRR-2 原子炉の垂直実験孔および コントロールロッド の取扱いを行なうもので、1,000 キュリー の放射性物質を取り扱うことができるものである。図 13.4 に原子炉上で動作中の本機主体の外観を示す。

(2) 水平 ハンドリングキャスク

JRR-2 原子炉の水平実験孔の取扱いを行なうもので、垂直 ハンドリングキャスク と同様、1,000 キュリー の放射性物質を取り扱うことができるものである。図 13.5 に動作中の本機主体の外観を示す。

(3) 水中燃料取扱機

炉内から取り出した使用済燃料を冷却水 タンク 内で遠隔操作するのに適合した種々の形式のものが開発され、現在、日本原子力研究所において使用されている。

13.4 マニプレータ

Manipulator

放射性物質を取り扱う マニプレータ は、原子力工業の発達にともなって逐次開発された。当社で最初に完成したものは アメリカ のアルゴンヌ 4 形に相当する機械式 マスタ・スレイブ・マニプレータ MA-M20 形で、1957 年 4 月の国際見本市に出品した。その後 アルゴンヌ 8 形に相当する機械式 マニプレータ MA-P 40 形を 1958 年 4 月に完成、また電気式双動 サーボ 機構を用いた電気式 マスタ・スレイブ・マニプレータ MA-E 形を 1960 年 4 月に完成、それぞれ国際見本市に出品した。これらの マニプレータ は、わが国における放射性物質の研究施設の拡大につれて、大学や国立の研究機関をはじめ化学、薬学の工場にも広く用いられ、現在までに 20 台以上製作納入した。MA-P 40 形 1 台は イタリア の大学へも輸出されており、電気式パワー・マニプレータ は インド 原子力研究所へ輸出契約ができた。最近 ジュニア・ケーブル に使用する小形 マスタ・スレイブ・マニプレータ MA-SO 形を開発し、京大原子炉に納入した。また日本原子力研究所納めの大線量線源を取り扱うため水深 6 m で操作する水中 マニプレータ を完成した。以上各種の マニプレータ の開発を行ない多くの実績を

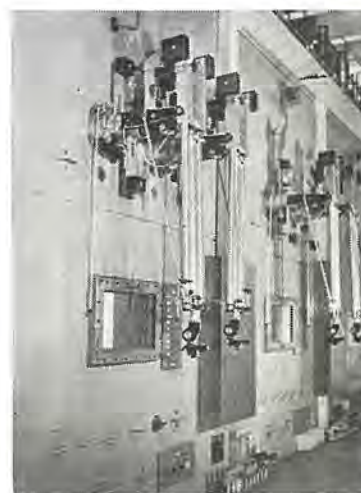


図 13.6 MA-P 20 形 マスタ・スレイブ・マニプレータ
Fig. 13.6 Master-slave manipulator.

もっている。

13.5 高温高压テストループ

High Temperature High Pressure Test Loops

高温高压 テストループは、とくに新しい形式の原子炉や、より高性能の動力用原子炉の研究開発に必要なもので、このループおよび実験器具の製作には、すぐれた実績があり、そのおもなものを次に示す。

(1) 熱ループ (三菱原子工業納め)

目的

軽水形原子炉々心の熱伝達および流れ特性の研究と合わせて、原子炉用高温高压機器の漏れ防止に関する研究および炉外試験などがおもな目的である。

構造と特長

ループは、PWR 形原子炉に模擬して設計されており、設計圧力 180 kg/cm^2 ・温度 346°C で、機器、配管、弁などの接水部の材料は AISI 347 ステンレス 鋼を使用している。熱伝達試験部には電気ヒータを使用した模擬燃料棒がそう入され、実際の原子炉と同様の熱流束が得られるようになっている。ループには、熱伝達試験回路以外に、バイパス 試験回路および循環水清浄系があり、またループの安定な運転と試験のための計測制御系が装備されている。

(2) 腐食ループ (三菱原子力工業納め)

目的

高温高压水中での構造材料の動的腐食試験および水化学関係の試験を行なう。

構造と特長

表 13.1 標準試験条件

流体状態	圧力 (kg/cm^2) (a)	温度 ($^\circ\text{C}$)	流速 (m/sec)	備 考
加 圧 水	100	300	7	
飽 和 水	"	310	7	
気水混合体	"	"	17	気水比最大 50%
飽 和 蒸 気	"	"	20	
過 熱 蒸 気	"	420	20	過熱度 110°C

発熱面試験最高熱流束 $7 \times 10^5 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ (約 80 W/cm^2)
テストチューブ数 4

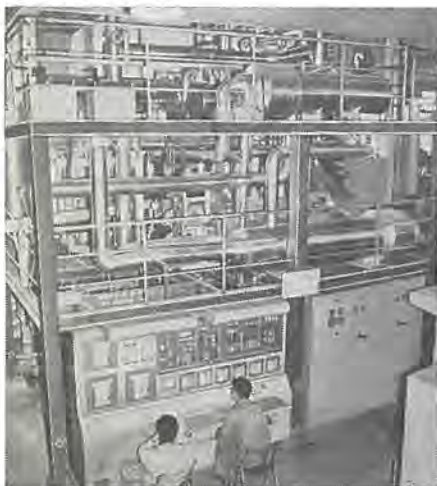


図 13.7 動水腐食試験装置外観

Fig. 13.7 Appearance of high temperature high pressure dynamic corrosion test loop.

熱ループと同様に、PWR 形原子炉の運転条件を考慮して設計されており、並列に 4 本装備された腐食試験器内を 9.2 m/sec の流速で圧力 140 kg/cm^2 ・温度 316°C の高温高压水が通過するようになっている。熱ループと同様、循環水清浄系および制御系が装備されている。

(3) 動水腐食試験装置 (科技厅金材技研納め)

目的

高温高压の加圧水、飽和水・気水混合体・飽和蒸気・過熱蒸気の流動する中に置かれた金属材料の腐食試験を行なう。

特 長

PWR および BWR 形動力炉および将来の核過熱式原子炉を対象としたもので、前記の五つの流体の状態を一つの装置で実現でき、かつそのおのおのに対して発熱面の腐食試験も行ないうる高性能な試験装置である。装置の標準試験条件を表 13.1 に、外観を図 13.7 に示す。

13.6 高温プラズマ実験装置

High Temperature Plasma Experiment Apparatus

(1) 大阪大学工学部納め カスラ 磁場による プラズマ 閉じ込め装置

最近の超高温 プラズマ 研究で最大の問題となっているのは、プラズマの安定性であるが、カスラ 磁場は プラズマ を安定に閉じ込めることができる磁場として、大きな期待がかけられている。この装置はわが国における唯一のカスラ 装置であって、1961 年大阪大学工学部に納入されて以来、注目すべき多くの成果を産んできたが、1964 年 春 実験上の要請に基づき放電管の全面的改造が行なわれた。

改造放電管は図 13.8 のように、中央部 (カスラチェンバ) をふくらませた分解可能の硬質 ガラス 管であって、その全長は約 $1,000 \text{ mm}$ 、その直径は細い部分で 162 mm 、最も太い部分 (カスラチェンバ 中央) で 380 mm 、またその左端には長さ 200 mm の円スライ状 プラズマガン が接続されている。カスラ 磁場は放電管を取り巻く二つのコイル [内径 250 mm] のおのおの、互いに逆向きの電流 (35 kA) を流すことにより発生される。

プラズマガン から 10^7 cm/sec 台の高速度で打ち出された プラズマ塊は、カスラチェンバ 入口の 0.4 Wb/m^2 の磁界を通過した後、同出口の 0.9 Wb/m^2 の磁界により反発され、カスラチェンバ 内に閉じ込め

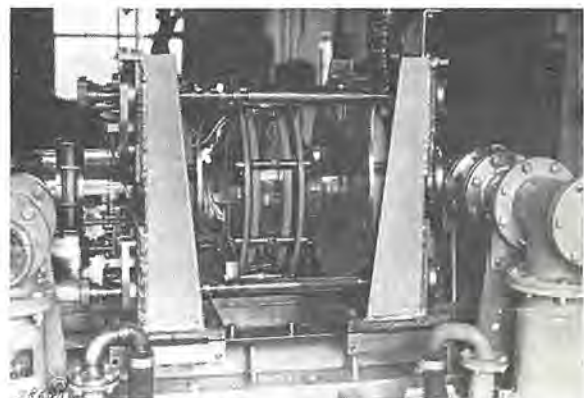


図 13.8 大阪大学納めカスラ 磁場による プラズマ 閉じ込め装置

Fig. 13.8 Plasma sealing device with cusp magnetic field for Osaka University.

られる。改造放電管の フクラミ のある カスプチェンバ は、改造前の細い カスプチェンバ に比べて、ラインカスプと呼ばれる部分からの プラズマの逃散が少ない。

(2) プラズマ 研究所納め完全電離定常 プラズマ 発生装置

この装置の マグネチックチャンネル は、1963年に当社によって製作され、放電管の全長4m、コイルの全重量約十数トン、発生磁場 $0.3 \text{ Wb/m}^2 \pm 3\%$ 等々、アメリカカリフォルニア大学の同種の装置 P-4 を多くの面でしのぐ諸元を有するものであったが、その後、このチャンネルに接続される プラズマ 加熱部一式もまた当社に発注された。

プラズマ 加熱部は、2分割された マグネチックチャンネル の中間に入れられ、前段の マグネチックチャンネル で作られた高純度高電離度の プラズマ を、高周波加熱（イオンサイクロ 共鳴加熱）するのに用いられる予定である。この加熱部の放電管は全長1,620mm、直径320mmのステンレス 鋼製の高周波加熱部、全長1,855mm、直径160mmの ガラス 製の断熱圧縮部とからなり、総数14台、発生磁場 0.3 Wb/m^2 のコイルの中に入れられる。この加熱部は、マグネチックチャンネル に匹敵する規模を持っているばかりでなく、コイル 磁界の空間的脈動が著しく少なく、管軸上でわずかに $\pm 0.1\%$ 以下にとどまり、また放電管の到達真空度を上げるために イオンゲッターポンプを用いており、放電管内に加熱用高周波高電圧 コイル を持ち込むために、各部の構造に各種の工夫をこらしていることなどの新しい特色を持っている。この装置は1964年秋 プラズマ 研に搬入され、マグネチックチャンネル と合わせ全長約8mに及ぶ世界でも屈指の規模の プラズマ 実験装置となる。

13.7 中性子実験装置

Various Instruments for Neutron Experiments Using Research Reactor

研究用原子炉を用いた中性子物理や物性の実験研究は、わが国の研究用原子炉の完成とともに急速に発展してきた。

1956年日本原子力研究所に研究用原子炉 JRR-1が完成、続いて10,000kWの出力をもつ JRR-2 と JRR-3が完成した。また京都大学原子炉実験所では、1,000kWの KUR-1が完成した。これらの研究用原子炉に用いられる各種の中性子実験装置として、当社はそのほとんどすべてを製作納入してきている。いずれもわが国最初の装置である。この分野における成果は高く評価され、その実績を認められて アメリカ 原子力委員会に2台の中性子回折装置を輸出契約した。

JRR-1 に据え付けた日本原子力研究納め パイルオシレータ NX-1101形は、原子炉材料の吸収断面積の測定に用いられ 10^{-3} cm^2 の測定が可能であり、小形原子炉を用いた装置としては、性能は記録品である。

日本原子力研究所納めの中性子 モノクロメータ NX-1201 形は、データ 処理装置を備えた自動測定装置で、 $1 \text{ \AA}$ 以下の高調波を高速回転 ロータ で取り除く方式で、10秒の分解角度を持った高性能のモノクロメータである。

物性研究に用いる中性子回折装置は、日本原子力研究所納めと東京大学物性研究所、および電気通信研究所納めの NX-1301形、NX-1302形、NX-1303形3台を製作し、いずれも JRR-2 原子炉で運転している。これらの装置は大形の精度の高いゴニオメータを用いて、すべての実験をプログラムしたテーパにより、長時間、連



図 13.9 JRR-2 原子炉に据え付けられた3台の中性子回折装置

Fig. 13.9 Three neutron diffractometers installed in JRR-2.

続自動で測定できるようになっている。この点は完成当時、外国にもまだ類例をみなかった新しい方式である。アメリカ Ames 研究所へも2台納入予定である。

最近京都大学納めの中性子回折装置 NX-1307 形と、2台の中性子 チョップ NX-1703 形と NX 1704 形が、KUR に据え付けられた。

このように各種の中性子実験装置について、国内では独占的に製作納入の実績をもち、製品の改良進歩についても、つねに他にさきんじて実施しており、製品の優秀さは広く国外にも認められている。

13.8 タンデム方式バン・デ・グラーフ形加速器

Tandem Van de Graaff Type Accelerator

この装置の特長は、従来のバン・デ・グラーフ形加速器に比べて、2倍以上の加速 エネルギ を取り出しうることである。そのためには接地側に負イオン源を置き、高電圧電極の電圧 (V_0 volt) まで負イオンを加速し、ここで負イオンを正イオンに転換した後、正イオンを加速する。もし正イオンの電荷数が n であれば $(1+n)V_0$ volt まで加速できる。この方式の加速器は欧米でも製作されているが、この装置のように横形はアメリカ HVE 社を除いて始めてのものである。アメリカ以外で縦形を採用している原因は、絶縁支柱の高さが高くなるだけで、その製作はそれほど困難でない。



図 13.10 タンデム方式バン・デ・グラーフ形加速器

Fig. 13.10 Tandem van de graaff type accelerator.

からである。一方、横形は機械的強度の確保がたいせつであるからトラス形を採用し、そのため約2年間各種の材料につき接着の研究を実施し好成績を収めたので、ガイシとステンレスとを接着して絶縁支柱を製作した。

負イオン源は、わが国でテスト・ベンチでの研究を最初に開始し、この装置では2mmφのビームで15μAの負イオンを得ている。

高圧容器は3,000mmφ×13,600mm×16mm(厚)で、高張力鋼を用いたもので、16kg/cm²Gまで絶縁ガスを充填できる。

絶縁ベルトは幅500mm、長さ11,200mm、厚3の布とゴムを特殊加工してエンドレスにしたものである。

分析電磁石、振分電磁石は重量約5トンであるが、とくに磁極面の仕上精度に注意して製作し、その性能はNMR、Floating Wire Methodを用いて詳細に調べ、数日間の連続運転で 1×10^{-4} の安定度を得ている。

この装置の構造は全長27mの大形装置であり、その性能は $V_0 = 5$ MV, 10 MeV, 2 μAの陽子ビームを得るように設計してある。

1962年京都大学理学部核理学教室から受注して製作したもので、わが国原子核実験に威力を発揮するであろう。

13.9 30 MeV ベータトロン

Betatron

医療用として開発されたこのベータトロンは、1964年3月初めに実動しはじめ、加速エネルギー20 MeVで約20γ/min-mのX線出力を得ている。加速できる最高エネルギーは約30 MeVである。

磁界コウ配を示す n 値は0.73で、本体の Q は約70である。磁界のバラツキはきわめて小さく、最高磁界で±1%以下、低磁界では補正なしで30 Gaussで±1 Gauss以内になっている。



図 13.11 35 MeV ベータトロン
Fig. 13.11 Betatron 35 MeV.

13.10 Co 60 照射装置

Irradiation Unit

Co 60を線源とした照射装置は、高分子重合などの放射線化学、物性研究、品種改良、殺菌消毒、遺伝などの研究用として広く用いられており、ガン治療など医学にも多く用いられている。1960年、放射線化学研究用の照射装置NX-5101形を製作したのをはじめとし、以後各種の装置を製作納入した。これらの照射装置は、鉛の容器に格納したCo 60線源を厚いコンクリート壁をもった照射ケーブの中で露出し、各種の物質にγ線を照射するものである。この装置を取り扱う実験者から、人体に重大な影響を及ぼすγ線を

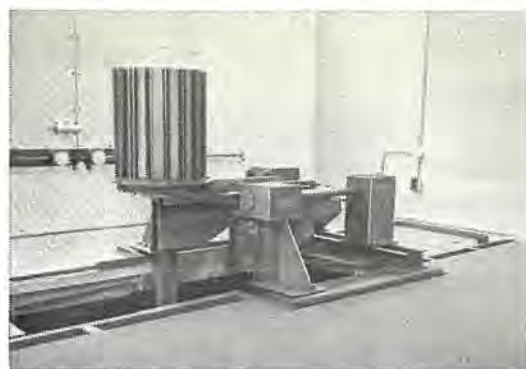


図 13.12 30万キュリー Co 60 照射装置
Fig. 13.12 300,000 curies Co 60 irradiation unit.

防ぐため、装置は遠隔操作され安全確実に取り扱えるものになっている。このような研究用照射装置で取り扱うCo 60の量は、一般に最大1万キュリー程度である。最近、日本原子力研究所に納入した照射装置NX-5105形は、30万キュリーの大線量のCo 60を用いるもので、主として放射線化学の工業化を目ざしている。線源は水深約6mのラールの底に貯蔵し、水中マニピュレータにより各種形状に組み立てられるようになっている。このラールに接続した長さ約40mのカナルの直上に照射ケーブが3室あり、組み立てた線源を水中で移動させて、任意の照射ケーブ中に露出して照射が行なえるようになっている。この装置は遠隔操作され、取り扱いの容易さと安全性を十分配慮した。このような大線源を扱ったものはわが国では初めてのものであり、融通性、規模の面からも世界で屈指のものである。

13.11 ベータ線スペクトロメータ

β-ray Spectro Meter

NX-4021形ベータ線スペクトログラフは高分解能機として日本原子力研究所に納入され、分解能0.01%を実現した。続いて完成されたNX-4022形ベータ線スペクトロメータ(オレンジ形)は、高立体角高感度の分析計として開発されて、大阪大学理学部に納入され、利用立体角10%、分解能1%の画期的性能を得た。

さらには兵庫農科大学向けとしてレンズ形ベータ線スペクトロメータNX-4023形が開発された。本機は利用立体角、分解能ともにすぐれた特長をもっている。利用立体角5%、分解能0.15%の高

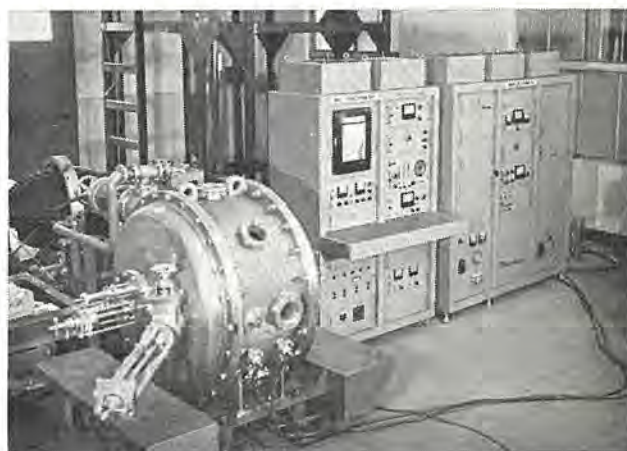


図 13.13 NX-4022 形 オレンジ形ベータ線スペクトロメータ
Fig. 13.13 Orange type beta-ray spectrometer.

性能のものである。スペクトル の自動走査、計数印字装置を備えている点、新しい形の ベータ 線 スペクトロメータ として特長がある。

なお現在、原子核研究所、東京工業大学を中心に大形空心 $\sqrt{2}$ π ベータ 線 スペクトロメータ が計画されており、わが国最初であり、

かつ世界でも例の少ない最高級の装置を完成すべく、当社においても基本検討に着手している。

(「三菱電機技報」36, No. 8 (昭37), 37, No.7 (昭38) 参照)

14. 研究 お よ び 材 料 関 係

Research and Materials

14.1 研究用 MHD 発電装置

Facilities for MHD Generation Experiment

プラズマジェット を熱源とする実験用 MHD 発電機を試作し、実験を進めている。そして最適負荷条件で 15 kW の発電に成功するとともに、分光器による温度、温度分布、電子密度の測定、超高速流しカメラによる流速の測定、記録圧力計による質量流れの測定、電磁 オシロ による電気的特性の精密な測定を行ない、理論的な検討を加えている。

この装置はプラズマジェット 発生装置、混合室、シード 材添加装置、発電 ダクト、拡散筒、マグネット および制御装置から構成されている。

熱源としてのプラズマジェット 発生器は、従来の小容量のものを大容量化したもので、既設の短絡発電機 (2,000 kVA) と組み合わせることによって、アーク 入力 1~2 MW の大電力 プラズマジェット を安定に発生させる。

混合室では、上記の高温気流に低温流体および添加装置から出たシード 材 (酢酸 カリのアルコール 溶液) が混合されて、発電に適当な作業流体が作成される。たとえば、発電出力 15 kW の場合、発電 ダクト 入口の温度、流速、質量流としては、それぞれ 3,700 °K, 630 m/sec, 0.18 kg/sec という値が測定されている。

発電 ダクト は断面積 3.6×10 cm、長さ 1 m の寸法を有する定断面楔形 ダクト で、絶縁壁には、この装置が短時間運転用であること、かなり大きい熱的衝撃が加わることなどを考慮して、多孔質のアルミナ 磁器が使用されている。また電極としては グラファイト を使用している。

マグネット はポールフェイス $20\text{cm} \times 1\text{m}$ 、間 隔 長 7.5cm の大きさを有するもので、 2.4 Wb/m^2 の磁束密度を発生する。

以上の装置を用いて、とくに MHD 発電機の電極近傍の現象



図 14.1 MHD 発電実験設備

Fig. 14.1 Facilities for MHD generation experiment.

を究明し、実験結果を理論的に説明することに成功している。

14.2 レーザ

Lasers

レーザー 出力光は コヒーレント な波で単色性・平行性・指向性が鋭い。この特長を利用すれば分光学・光化学・物性論などの研究や宇宙通信・超多重通信・周波数あるいは長さの標準・機械加工溶接・医療など広範囲の分野へのレーザー の応用に大きな期待が持たれている。

当社でも各種のレーザー 装置の開発研究を行なっている。He-Ne ガスレーザー の赤外光 (1.15μ) および可視光 ($6,328\text{ \AA}$) の発振を得ている。レーザー 管は内径 5mm・全長 800 mm 程度、両端はブリュスター 窓付で、管内には He および Ne ガスをそれぞれ 1 および 0.1 mmHg 封入したもので、寿命はきわめて長い。共振器は 2 枚の球面反射鏡 ($R=1,000\text{ mm}$) を共焦点系配置にしたもので、RF 電源によってポンピングを行なう。レーザー 出力は赤外光で数 mW、可視光で数 100 μ W、ビーム の広がり角は 10^{-3} ラジアン (数分) 程度である。直流放電形レーザー 管の開発および他のガスによるレーザー 発振の研究も進められている。

固体レーザー 素子としてルビー結晶、 $\text{CaWO}_4(\text{Nd}^{3+})$ 、 $\text{CaF}_2(\text{Nd}^{3+}\text{Dy}^{3+}, \text{U}^{3+}, \text{Sm}^{2+})$ 、ガラス (Nd^{3+}) などを用い、円筒反射鏡およびタ円反射筒にそれぞれポンピング用のラセン状および直線状ツェンツァンを配置したヘッドにより、発振実験を行なっている。前者のヘッドによる平行平面形共振器ルビー および後者のヘッドによる $\text{CaWO}_4(\text{Nd}^{3+})$ の threshold は、それぞれ約 900 j, 20 j (77°K) で、 $\text{CaWO}_4(\text{Nd}^{3+})$ の出力は入力 200 j に対して約数 100 μ W である。とくに遷移金属元素を含んだ結晶を素子とする固体の連続発振レーザー 装置を作り、発振の実験を進めている。この実験に用いる素子は、光学的に良質な結晶が必要であり、その

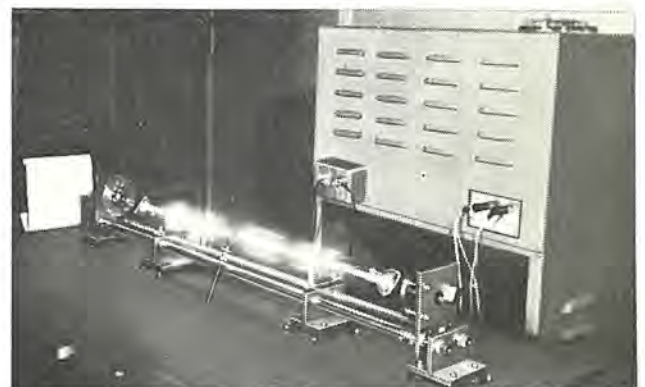


図 14.2 He-Ne ガスレーザー

Fig. 14.2 Gaseous laser.

試作研究も行なわれている。

インジェクションレーザ 素子として GaAs (8,400 Å), Ga(A₅₅ P₁₋₅) (7,480 Å) を開発した。GaAs 標準素子の大きさは 0.1×0.5×0.1 mm³, 77°K での threshold は約 5,000 A/cm² (ポンピング 電流の パルス 幅 0.5~10 μs, 繰返し周波数 10c/s~1 kc), 出力は threshold の数倍の入力に対して数 W である。良質の素子の threshold 2,000 A/cm² 以下のものも得られている。Ga (A₈ P₁₋₈) のそれは 13,000 A/cm² 程度であるが、素子の改良により threshold を 低くし発振波長を短くすることができる。良質な素子を用いた連続 レーザ 発振を得よう試作研究が進められている。

ルビー を素子とする大出力 レーザ 装置、ジャイアントパルスレーザ 装置の開発研究が行なわれ、レーザ の変復調の基礎実験も進められている。

14.3 ヘリウム液化装置

Helium Cryostat

1961 年、国産 1 号機として低温工学の分野から注目を浴びた ヘリウム 液化装置は UL-80 形標準機として長崎製作所において商品化され、広く各方面の需要にこたえつつある。この装置は 2 段の往復単動 エンジン による等 エントロピ 膨張と 1 段の Joule-Thomson 膨張に冷凍の基礎をおくもので、液化機本体、高速多気筒 ヘリウム 圧縮機、ガスホルダ、ヘリウムガス 供給系および ガス 純化 タンク などから構成され写真に示すとおり、きわめてコンパクトにまとめられており、起動 2 時間以内で液化速度 8 l/h の性能をもっている。この装置の特長としては

- (1) 起動時間が短く運転保守作業が簡単である。
- (2) 予冷の併用、エンジン、JT 弁の調整などにより動作範囲が広く調節できる。
- (3) 液化 タンク を 2~300°K のクライオスタット としても使用できる。
- (4) 水素、ネオン など ヘリウム 以外の低沸点ガス も液化しうる ことなどがあげられる。すでに東京大学原子核研究所、日本電子株式会社などに納入され需要は順調な伸びを示している。前者は水素液化を主目的に改製されたもので UL-80 H 形と呼ばれる。

現在さらに等価液化速度 20 l/h に達する大形機を日本原子力研究所から受注製作中であり UL-200 形として原子炉用極低温照射装置に組み込まれることになっているが、本機は規模においても



図 14.3 UL-80 形ヘリウム 液化装置本体
Fig. 14.3 Helium cryostat.

国際的記録品となるものである。このような大形 ヘリウム 液化装置の開発は低温の工業への応用の進展とき (撰) を一にしておき、標準機の普及によって進められる低温物性低温電子工学、宇宙開発、プラズマ 物理、超高真空技術、低温電気工学など多方面の研究が、将来低温工業へ発展を約束するものとして注目を集めている。

14.4 溶接現象の研究

Study on Welding Phenomena

溶接技術は、現在の生産工業においては不可欠なものであるが、この技術の向上のためには被溶接物の性質、溶接法、溶接装置、生産性などあらゆる角度から検討を加えなければならない。

研究結果の一つとして、各種心線材料および溶接条件における MIG 溶接の心線溶融金属の移行現象を高速度写真で撮影して、ビード 形状、電源特性などとの関係を明らかにした。図 14.4 (a) は典型的な スプレイ 移行である。(43 S, 0.8 mmφ, 90 A, 23.5 V) (b) は爆発形移行 (56 S, 0.8 mmφ, 82 A, 21 V) で、材質による差がよくわかる。

その他焼結合金など特殊金属の接合、各種溶接法 (真空 アーク 溶接、抵抗溶接、ろう 接、特殊接合法など) などについても研究を行なっている。

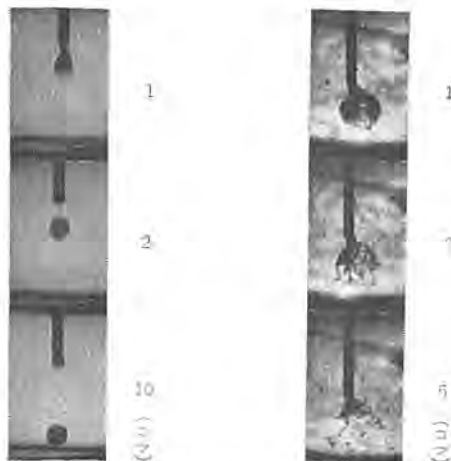


図 14.4 溶接現象の高速度写真
Fig. 14.4 High speed cine films of metal welding.

14.5 真空シャ断器

Vacuum Interrupter

真空 シャ断器は真空中で電気回路の開閉を行なうもので、小形軽量、無保守、火災の危険がないなどの多くの長所を有している。現在各種の実用器に近い封じ切り シャ断器を試作して実用性能を検証し、次の特性を確認している。

6 kV の回路で 6 kA、および 12 kV で 5 kA の故障電流を シャ断できる。また 3.3 kV, 5 kA の回路を 2 分間隔で 100 回以上 シャ断しても、なんら異常は認められない。さらに 3.3 kV, 300 A の回路を毎時 3,600 回の開閉ひん度で 50 万回以上 シャ断することが可能であり、そのあとでも 3.3 kV, 5 kA の動作責務を遂行できる。



図 14.5 6VS-030
6-M形真空シヤ断器

Fig. 14.5 Vacuum
interrupter.

シヤ断器の真空度は大電流シヤ断後も、50万回負荷開閉中においても $10^{-6} \sim 10^{-7}$ mmHg を保ち、シヤ断性能に影響を及ぼすことはない。

図 14.5 のシヤ断器は、定格電圧 6 kV、定格電流 300 A、最大シヤ断電流 6 kA のものである。

上記のシヤ断器は、コンデンサバンクの開閉、負荷断路器および 3 ~ 6 kV 級の電磁開閉器などに使用される。

現在、大電流化をめざし、電極材料の開発とあいまって接点およびシヤ断器の形状の改良などに重点をおいて研究が進められている。

14.6 殺菌灯応用

Application of Sanitary Lamp

三菱電気冷蔵庫の全機種に取り付けられている小形殺菌灯（サニタリーランプ）の殺菌効果については、食品貯蔵試験や大腸菌その他の菌を用いた生菌試験によって確認されたが、昔から最も一般的殺菌法として知られている日光消毒、すなわち太陽光線による殺菌力について比較検討を試みた。

太陽光線から放射された各波長の紫外線は地球上に到達するまでに空気中に存在する水分、オゾン、ジニアイ などにより $2,930 \text{ \AA}$ 以下の短波長の紫外線は吸収され、とくに最も殺菌効果のあるといわれている $2,537 \text{ \AA}$ の光は、オゾンの吸収波長と一致するため、太陽光中この波長の効果は望むことができない。

試験方法として大腸菌を使用して、冬季太陽光照射を行なった。この結果 $2,537 \text{ \AA}$ の殺菌効果に換算すると、約 $0.6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ に相当することがわかり、冷蔵庫の上段、中段における殺菌線効果は冬季太陽光線の数十倍であることがわかった。

14.7 熱電素子応用

Application Thermo-elements

ペルチェ効果を利用した電子冷凍の応用品として、すでに冷蔵庫を試作したが、ここに試作したホステス・カートは電子冷凍を応用した小形冷蔵庫と、ヒータを利用したホットトレイを備えた配膳車で、台所で作られた料理・デザートおよび飲物を冷たいままの状態、あるいは温かいままの状態で運ぶことができるし、その上デ



(a) 無照射



(b) 殺菌灯 1 時間照射



(c) 冬期太陽光 1 時間照射

図 14.6 殺菌灯の効果比較写真

Fig. 14.6 Sterilization effect of a sanitary lamp and sunlight on E-coli shown by a culture method using nutrient agar plate.



図 14.7 試作ホステスカート
Fig. 14.7 Hostes cart made
for trial.

コラ 張りの側板がヴァインゲテールとなるので応用も広い。

すなわち、ホテル、レストラン、病院や一般家庭の応接間のように、台所と食卓が離れているような所で使用するとき極めて便利である。製品の概略仕様は、電源・単相 100 V・50/60 c/s、250 W、庫内温度・ $+5^{\circ}\text{C}$ 、トレイ温度・ $+80^{\circ}\text{C}$ である。

サーモエレメントの発熱側はシロコファン 1 台を使用して冷却している。電源および送風機はホットトレイの下部に配置して、全体を小形化している。

14.8 超短波による調理

Cooking by UHF Wave

電波 (2,450 Mc) により調理する電子レンジの研究と試作を行った。電子レンジのオープン内に食品を入れ、極超短波を照射すると食品自体が発熱して迅速に料理ができる。



図 14.8 電子レンジ
Fig. 14.8 Electronic
range.

電波の透過力により調理品の表面も内部も同時に加熱されて電力にむだがない。

電子レンジは容器（金属以外）のまま迅速に料理でき、容器は加熱されない。

食品が一様に加熱されムラ焼けがなく、短時間の調理が可能で栄養価が失われず、押しボタンやタイマなどで操作するので取り扱いが容易で安全性も十分考慮されている。

試作機の所要調理時間としては、ホットドッグが約 60 秒、ステーキが約 2~3 分、さらに料理の再加熱や冷凍食品の解凍にも非常に便利である。

レンジの仕様は、電源が AC 200 V (単相 3 線式) 50~60 c/s, 3 kW, 高周波出力が約 800 W, 周波数は $2,450 \pm 50$ Mc, 外形寸法は $550 \times 455 \times 1,550$ mm (高さ) で オープン 寸法が $425 \times 325 \times 280$ mm (高さ) 重量は 165 kg である。

14.9 耐熱性気密絶縁端子—ヒシレックス

The Air-proof and Heat-resistant Insulating Terminal—"Hishilex"

ヒシレックスとは、マイカ粉末と低融点ガラス粉末の混合物を原料とし、この原料を加熱状態で加圧成形して造る絶縁材料である。

この端子は、ヒシレックスが持つすぐれた耐熱絶縁性、耐食性、金属との良好な密着性などを生かした新しいタイプの端子でその製造技術を確認した。現在原子力実験用の 340°C (140 kg/cm^2) の高温高圧水の容器に取り付けられ使用されている。

この種の端子に要求される最も重要なことは、耐食強度である。 300°C 以上の高温水による浸食は想像以上に強烈で、テフロンは完全耐食であるが、ダイフロンは完全に崩壊し、ステアタイト磁器も、かなり浸食される。ホーケイ酸ガラスなどは、浸食が激しく使用不可能である。ヒシレックスはステアタイト磁器よりはるかに強い耐食強度を保持する。この浸食性を始め気密性、耐圧強度、および成形性の難易など、構造上の問題などを含め総合的に判断すると、ヒシレックス以外に使用可能な材料は見あたらない。

製品構造については図 14.9 に示すように、心線径、外箱の大きさなどに製作上の制限はなく、心線も 10 本程度までは自由である。そのほか機械加工ができ、心線、外箱への溶接も可能であるから、取付容器の構造に応じた設計をすればよい。また金具材料には、鉄、ステンレス いずれでもよく、心線は棒のほかパイプ、ステンレス被覆銅棒、銅被覆鉄線も使用できる。

またこの端子は耐フロン性も十分あるので、冷凍機用などのフロンタンク用にも使用でき、ゴムのように経年変化による老化現象がまったくないため、寿命は半永久的である。



図 14.9 耐熱性気密絶縁端子—ヒシレックス
Fig. 14.9 Air-proof and heat-resistant insulating terminals—"Hishilex"

14.10 正温度係数サーミスタ

P.T.C. Thermistor

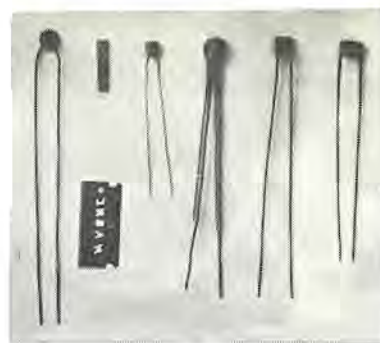


図 14.10 各種 P.T.C. サーミスタ
Fig. 14.10 Various P.T.C. thermistors.

誘電材料あるいは圧電材料として知られているチタン酸バリウム (BaTiO_3) に Ba または Ti とイオン半径が近く、それより原子価の大きい元素を添加すると、チタン酸バリウムの結晶変態 (約 120°C) に対応して、異状の急激な比抵抗増加を示す。常温の比抵抗 $10 \sim 10^4 \Omega\text{cm}$ を示すもののキュリー点 (Curie Point) から増加する比抵抗の最大値は約 1,000 倍にも達する。

この特性を利用したサーミスタは正の抵抗—温度特性をもつので、従来の負の抵抗—温度特性をもつサーミスタに比べ非常に有用性が大きい。当社においても早くからこの研究を進め、広い分野から要求される種々の特性のサーミスタの開発を行なったが、とくにモータの過負荷保護装置としてこのサーミスタは最適である。このサーミスタは、きわめて小形であり電動機固定子巻線に直接張り付けることができるので、巻線過熱による絶縁劣化を起こさず、周囲温度の影響も受けない。また結晶変態に伴う異状抵抗の生ずる温度は、 (Ba^{2+}) を (Pb^{2+}) (Sr^{2+}) のような大価イオンで置換するか、 (Ti^{4+}) を他の 4 価イオンで置換した固溶体を作ることにより、 $50 \sim 170^\circ\text{C}$ の広い範囲に変えることもできる。その他電源回路の電流制限器、トランジスタの温度補償回路にも実用されている。

14.11 磁器と金属の封着

Ceramic-to-Metal Sealing

電子管分野におけるセラミックシール外周器の開発は、近時急速の



図 14.11 セラミックシール 高圧イグナイトロン
Fig. 14.11 Ceramic sealed high voltage ignitron.

進歩をし、その応用面は受信管、送信管、クライストロン、マグネトロン、放電管などの比較的小形のものから、大容量の高圧イグナイトロンにまで使用されるようになった。

セラミックはガラスに比べ、高周波絶縁性、耐熱性、機械的強度などすぐれた特性をもっているが、外囲器として用いる場合、セラミックと金属を強固な真空気密封着を行なうことが必要である。当社では約10年ほど前からこの研究を進め、最近非常に信頼度の高い独自の方法を開発し、すべてのセラミックシールに应用している。この方法の大略は、従来のモリブデン、マンガ金属粉末焼結法に特殊のガラスを添加し、低温度でかつ短時間でメタライズが可能であり、とくに従来要求度が多いにもかかわらず、困難とされていた高アルミナ磁器(Al_2O_3 95%以上)のメタライズも容易となった。この結果どんな大形高アルミナ磁器でも、今までのようにメタライズ加熱時に生じたセラミックの変形もなく、完全気密でしかも強固な封着ができる。当社ではこの方法により、画期的大容量高圧イグナイトロン外囲の試作を完成し予想以上の好成績で運転中である。

14.12 特殊ガラス

Special Glass

(1) 殺菌灯用ガラス

国内で当社の電気冷蔵庫だけに殺菌灯がついているが、庫内を殺菌し、飲食物の腐敗を防ぐのに大いに役立ち、非常に始評を博している。この殺菌作用は、ランプから照射される2,537 Åの紫外線によるものであるため、ランプ用ガラスは十分に短波長の紫外線を透過するものでなければならない。一般のガラスは、その透過限界が3,000 Åくらいで、短波長の紫外線は透過しない。当社では、十数年来、このガラスの研究を行ない特殊の成分を見出し、

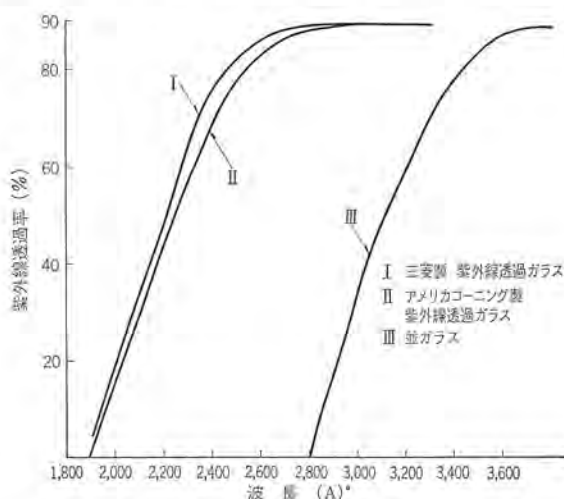


図 14.12 各種ガラスの紫外線透過率(ガラス厚み0.5mm)
Fig. 14.12 Ultraviolet ray transmitting factor of various pieces of glass.

表 14.1 シュランクガラスと石英ガラスの特性比較

	化学組成(%)	膨張係数	軟化温度(°C)	比重	紫外線透過率(%) (2537Å・0.5mm)
シュランク・ガラス	SiO ₂ 97 B ₂ O ₃ 2.8 Na ₂ O 0.2	8×10^{-7}	1300	2.2	85
石英ガラス	SiO ₂ 99.5	5.4×10^{-7}	1500	2.1	90

これによって2,537 Åの紫外線を80%以上も透過し、しかも劣化も少ない優秀なガラスを得ることに成功した。

(2) シュランク・ガラス

当社では、他社にさがかけてこのガラスの研究を開始し、わが国では、はじめてその試作に成功し画期的なものとして非常な注目を浴びた。このガラスは熔融・成型ともに容易なホウ酸ガラスに種々な処理を加えて、SiO₂含量を多くしたものであるが、特性が石英ガラスとほぼ同じで、しかも価格が非常に安く量産にも適するという利点がある。当社では、これを水銀灯に使用するだけでなく、さらにこのガラスを使用した赤外線ランプの開発へも進み、わが国でははじめて暖房器に取り付け、インスタント・ヒータとして業界に新風を巻き起こした。

さらに、このガラスの中間製品であるホーラス・ガラスについては、当社から電気試験所に試料を提供し、同所から“曇らないガラス”という画期的な製品の開発が可能であることが発表され、現在大いに期待されている。

14.13 電子スピン共鳴吸収測定法による固体の研究

Study of Chemistry of Solids by means of Electron Spin Resonance Technique

電子スピン共鳴吸収測定法(ESR)は、物質中に不対電子が存在する場合に、その微量濃度を検出できるばかりでなく、不対電子の周囲の分子の構造、電子状態を知ることができる物性研究の非常に有力な手段の一つである。ESRは、不対電子が存在する場合(すなわち遷移元素、ラジカル、格子欠陥など)に限られるが、光、熱、化学反応などにおける励起の変化ではほとんどの場合不対電子が関与しているから、これらの反応機構の研究にもESRが適用できる。われわれは、ケイ光体の製造法と発光特性の関係、ケイ光体の活性体の原子価状態、発光機構、劣化機構の研究、紫外線、ガンマ線などによる放射線照射効果を含む管球材料の基礎的な研究にESRを応用している。最近の応用成果として、活性

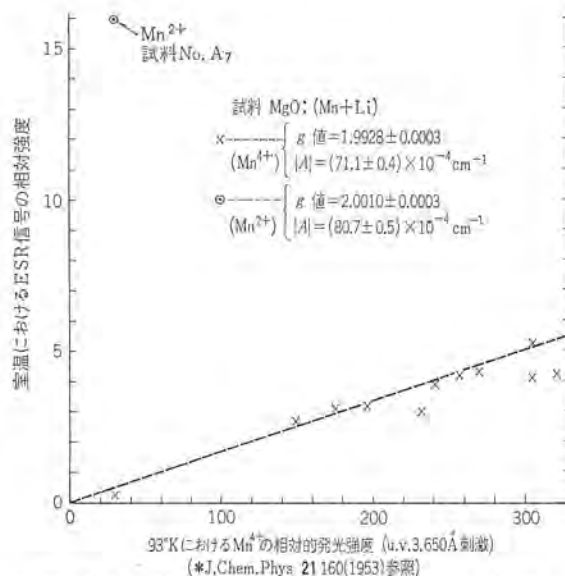


図 14.13 MgO中のMn²⁺のESR強度とMn²⁺発光強度の相関関係
Fig. 14.13 Correlation between ESR strength of Mn²⁺ in MgO and illuminating strength of Mn²⁺.

体の発光寄与性が、4価のマンガとされている水銀灯用ケイ光体（マグネシウムフルオロジマーマネートやアセネートの）母体成分の一つである $\text{MgO}:(\text{Mn}+\text{Li})$ を採り上げ、その中の4価のマンガ (Mn^{4+}) ESR をはじめて測定確認することに成功し、その ESR 強度と Mn^{4+} の発光強度は比例すること、過剰の Li 存在下では焼成時ふんい気を還元性にしない限り マンガ は4価としてはいるというを確認した。

14.14 リボン状結晶およびエピタキシャル半導体薄膜

Ribbon-shaped Crystals and Epitaxial Semi-Conductor Thin-Film

数年来、新しい半導体材料として、リボン状結晶およびエピタキシャル半導体薄膜の製作法を研究してきたが、製作技術の向上とともに、これらを利用した半導体製品の開発を進めている。

(1) リボン状結晶

Ge ゴンドライトは、非常に平坦な(111)面をもったリボン状の結晶であるため、半導体材料として利用する場合、切断・研磨の必要がなく、材料歩留まりの向上・加工工程の短縮など非常に有利な条件を備えている。しかし成長機構に起因する独特な構造をもち、製作上にもいろいろ困難な問題をかかえている。われわれは引上装置および温度制御装置を開発し、結晶特性の改善に努めているが、製作技術の向上により幅 $\pm 0.2\text{ mm}$ 、厚み $\pm 25\text{ }\mu\text{m}$ の精度で、数十 m に及ぶ結晶の引き上げが可能となった。結晶断面の不純物の偏在は避けられないが、長さ方向に対する不純物の偏析は少ない。また成長条件を適当に制御すると、端部にギザギザがほとんどなく、エッチピットのない結晶を引き上げることができ、合金面が非常に平坦となる利点を有している。

(2) エピタキシャル半導体薄膜

半導体製作技術の一つとして、エピタキシャルグロース法による Ge, Si, GaAs ウエハー製作の開発研究を進めた。Si については種結晶表面処理技術の進歩により、種結晶とはほぼ同程度の完全結晶が成長しており、その比抵抗は最高 $80\text{ }\Omega\text{cm}$ 、n 型では燐添加 $0.007\sim 5.5\text{ }\Omega\text{cm}$ 、p 型ではボロ添加 $0.002\sim 10\text{ }\Omega\text{cm}$ のものができている。現在この技術を駆使してトランジスタ、パキキャップの性能向上、モレクトロン固体回路の製作を進めている。GaAs については沃化物不均衡化反応を利用して、封管内での結晶成長機構の解明を進め、成長の最適条件が選定できた。本法で成長させたエピタキシャル GaAs を利用したレーザダイオードの試作を進める一方、開管法による気相合成 $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_{1-x}$ のエピタキシャル成長実験を始めている。

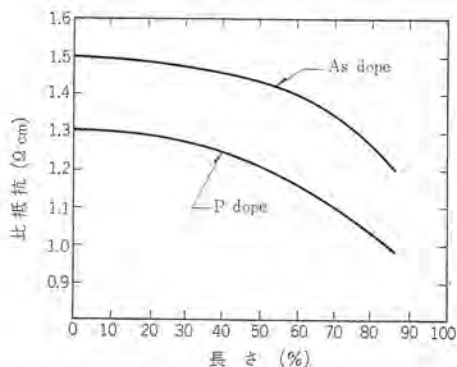


図 14.14 リボン状結晶の長さ方向の比抵抗変化
Fig. 14.14 Variations in resistivities along the length of Ge ribbon-like crystals.

14.15 高性能ベリリウム銅合金

Improvement on Cu-Be Alloy

ベリリウム銅合金は、すぐれた特長をもつ代表的な時効硬化合金として知られ、高級バネ材料などに広く用いられているが、時効処理の段階で、析出がしばしば粒界に優先的に生ずる傾向があり、繰返し応力に対する耐久性を低下させるおそれのある原因の一つになると考えられている。この傾向すなわち粒界反応感受性は、図 14.15 に示したように、溶態化処理温度を高めることによってかなり低下させるが、これに伴って結晶粒度が著しく粗大化するので、バネ材料としては致命的な欠点となる。

当社では粒界反応を抑制し、かつ結晶粒度を微細化する方法についての一連の研究の結果、特殊元素の添加によって耐久性の大きいベリリウム銅合金を開発した。図には開発した合金と従来の合金の粒界反応発生量、結晶粒度および時効後の硬度を溶態化処理温度の影響として比較したが、新しい方法で作られた合金では比較的低い温度の溶態化処理によっても粒界反応発生量は少ない。たとえば最近高寿命用として要求される微細晶 ($15\text{ }\mu\text{m}$ 以下) を得るために、溶態化温度を 760° 程度に制限するとすれば、従来の一般合金では粒界反応が三十数%以上発生するのに対して、改良した合金ではほとんど抑制されており、時効後の機械的性質および耐久性が顕著に改善される。またこの合金は過時効に際しても変化が少なく、さらに溶態化後の焼入速度に対する粒界反応感受性が、従来合金よりも鈍感であるため連続焼入などの工業的処理に適している。なお、この改良ベリリウム銅合金はすでに量産化されている。

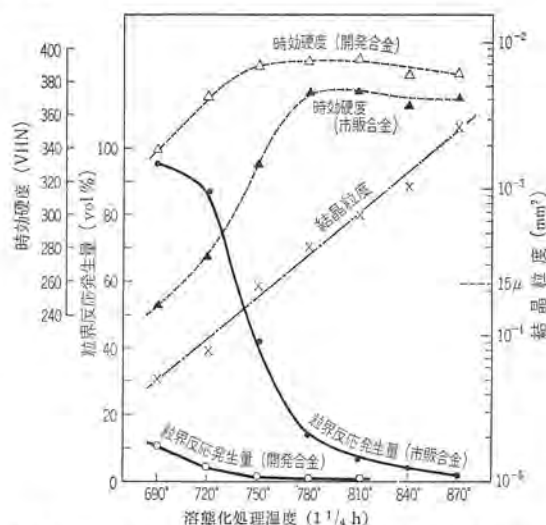


図 14.15 溶態化処理温度の影響として表わした市販合金と開発合金の性質（粒界反応発生量、結晶粒度および時効硬度）
Fig. 14.15 Amount of grain boundary precipitate, grain size and hardness of commercial and improved Cu-Be alloys (Aging; 315° , 3 h)

14.16 マトリックスブレン

Matrix Plane

電子計算機記憶装置は、フェライトコアメモリがその主流をなしており、高速化、大容量化、小形化が3大命題になっている。

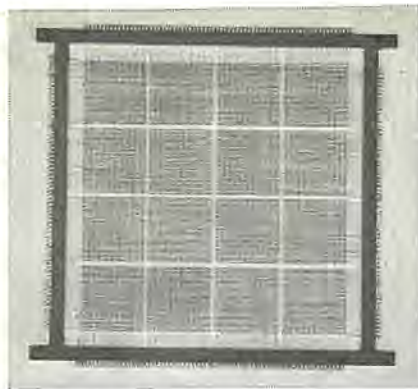


図 14.16 16,384 語メモリープレーン
Fig. 14.16 16,384 words memory plane.

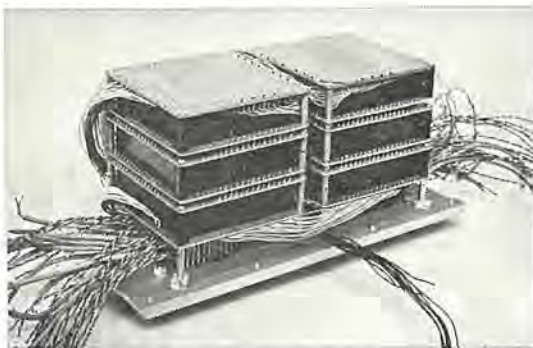


図 14.17 8,192 語 10 ビットマイクロスタック
Fig. 14.17 8,192 words 10 bits micro stack.

高速化には駆動方式、コア寸法、コア材料特性が関与し、パルススイッチング法による 30 ミルコアでは、1 μ s (マイクロ秒) のサイクルタイムも可能であるが、一般には電流一致方式の 5 μ s が中容量の標準になっている。この大容量化を阻害するものは、メモリアの半選択雑音であり、標準編組法では、4,096 語が S/N 面から安全を見越した上限になっている。

図 14.16 はメモリアとして、50 ミル寸法を用い、スイッチングタイムが 0.65 μ s という電流一致駆動方式のメモリープレーンで、特殊な分割セツ巻線法をほどこして 16,384 語を形成している。1 語は 38 ビットで、サイクルタイムとして 2.5 μ s を実現した日本最初の大容量、高速メモリである。次に小形化の効果は単なる占有体積の面ばかりでなく、電線短縮による信号伝播速度の向上があり、高速化に寄与する。

図 14.17 は、プレーン間の接続線、および巻ワクを省いてパッケージ密度を大きく増加させたマイクロスタックで、容量は 8,192 語 10 ビットである。各ブロックは、4,096 語 7 ビット（または 6 ビット）からなり、パッケージ密度は 150 ビット/cm² を示している。さしこみ式端子板を採用した中容量中速の小形メモリの代表製品である。

14.17 ラジオアンテナ用フェライト M-H 材

Ferrite for Radio Antenna M-H Material

ラジオ、とくにトランジスタ・ラジオ用アンテナコアには、一般にフェライトコアが使われている。これは空心のルーパアンテナや金属棒などのアンテナに比べ非常に小形となりしかも弱電界に対しても十分な感度を得られるからである。したがってアンテナ用としてのコアに期待されるものは、いかに多くの利得が得られるかという

ことである。このためにはその使用状態において $\mu \cdot Q$ 積の大きい（損失係数 $\tan \delta / \mu_0$ の小さい）ことが望まれる、そして種々の周波数帯用として $\mu \cdot Q$ 積の大きな材料が開発、実用化されてきた。しかしラジオに対する技術的要求が次第に高度のものとなり、その一つの現われとして、アンテナコア磁気特性の温度変化の小さいことも必要とされるようになってきた。当社では中短波用として在来品に比べ $\mu \cdot Q$ 積が倍（ $\tan \delta / \mu_0$ が $1/2$ ）で、しかも温度係数が $1/3$ 以下というすぐれた材料を開発し実用に供している。これは Mg-Ni-Zn 系フェライトに CoO, V₂O₅ などの微量成分を加え、かつ特殊な熱処理を行なうことによって、始めて可能となったものである。この材料の標準特性は次のとおりである。

$$\begin{aligned} B_{20} &= 2,500 \text{ G} & B_r &= 1,200 \text{ G} \\ H_c &= 1.8 \text{ Oe} & \mu_0 &= 80 \\ \Delta \mu_0 / \mu_0^{\circ\text{C}} &= 10 \times 10^{-6} & \rho &= 1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm} \\ \tan \delta / \mu_0 : \\ 1 \text{ Mc} &= 3.8 \times 10^{-5} \\ 5 \text{ Mc} &= 5.8 \times \text{ } \\ 10 \text{ Mc} &= 8.3 \times \text{ } \\ 15 \text{ Mc} &= 12 \times \text{ } \\ 20 \text{ Mc} &= 17 \times \text{ } \end{aligned}$$

14.18 ダイクローム

Dichrom

ダイクロームは偏光板の商品名で、現在はダイクローム・メガネのように応用製品にも「偏光」の代名詞として用いられている。当社でダイクロームが生れたのは 1937 年である。当時大船製作所の前身の芝浦工場で、東京工業大学の加藤与五郎・武井武・星野愷 3 博士のご指導により、ヘラパタイトを偏光素子としセルローズ・アセテートを基体とする多結晶形偏光板が試作された。当時この種の偏光板はアメリカの Polaroid 社で試作されていたが、当社は 3 博士の指導で独自の製法を開発したものである。

初期には、スキーや捕鯨船用のメガネ、写真用フィルタ、航空機の風シヤ板など用途開発に力が注がれたが、そのような導入期が数年続いた。ヘラパタイトはカッ色に着色しているため、特性的な制限をうけていたが、1940 年から 1943 年にかけて、中間色の偏光膜が作成されるようになった。この技術は、ポリビニル・アルコールを基体とし、ヨウ素を素子とする新規偏光膜の製法に関するもので、日米で同時に開発された。ヘラパタイトのときのように自由に切断はできないが、偏光性および色調においては理論値に近いものが作られ、ガラスの間にはり合わされて、1943 年以降航空眼鏡として大量に使用された。

1945 年代の初期は、日本唯一の偏光板生産者としてその技術を保存させておいたが、1951 年に至り、立体映画用メガネの大量使用がアメリカで始まった。翌年、日本においても具体的になり、当社を初め数社が夜を日について製造販売した。しかし、この期間は約 1 年余で終わったが、当社はこれを機に月産能力約 200 万個の設備と、大量生産方式の技術を獲得した。その後 1954 年から 1961 年までは、日本における需要（偏光メガネ、写真用フィルタ、顕微鏡用、定量ひずみ検査器など）の約 60%，とくに高精度のものは一手に引き受けて製造販売した。

1962 年から 1963 年にかけて、偏光メガネの需要が急激に増大

してきた。この原因は消費余力の問題もさることながら、国内のサングラス 実績年間 1,000 万個を有するメガネ業界に、新風を送りこむセウ兵としての実質的効果が確認されたためである。当社は、この機に従来のガラスはり合わせレンズの重量軽減と自由切断可能・光学的平滑面を特長にした、多年の懸案である、ダイクロム・シートを業界に送りこんだ。これにより偏光レンズの市場は年間約 100 万個と推測されるに至った。まだ海外に出すまでに至っていないが、さらに改良や新機能の研究余地を残しているため、今後の発展が期待されるであろう。

14.19 絶縁ワニス

Insulating Varnish

絶縁ワニス は一般に表面塗装用の塗料と同様に、樹脂を油と反応させて溶剤に溶かしたものが多く、高度の電気的性質が要求され、むしろ一般塗料よりは絶縁材料の分類に入れられている。電気機器の故障の 75 % は絶縁不良にあると言われており、これらの防止には性能のすぐれた寿命の永い絶縁材料でなければならない。当社の絶縁ワニスは B 種から F 種へ、さらに H 種へとますます高度のものができるようになり、機器の寿命に小形軽量化に大きな役割を果しつつある。

(1) 油性ワニス (V-101, 301, 401)

天然樹脂および乾性油で作られるが、現在では天然樹脂を加工したものが使用され品質も向上したが、次第に合成樹脂に変わりつつある。しかし高度の特性を要しない低電圧の機器には、価格が安価なので使用されている。

(2) 合成樹脂ワニス (V-102, 103, 104)

100 % 油溶性石炭酸樹脂、変性石炭酸樹脂を変性油と反応、あるいは不飽和有機酸、イソシアネートなどで変性することにより、乾燥性、機械的強度を改良したものが使われている。これらはサーモセッティングワニスと称され内部乾燥性が良く、耐熱性がすぐれているので、コイルワニスのほとんどが油性ワニスからこれに切り換えられてきた。さらにアルキッド樹脂で変性すれば柔軟性に富み、耐熱、耐薬品性の良いワニスを得られる。また従来の無水フタル酸、アルキッド樹脂をイソフタル酸に変えることにより、耐熱性は一段と向上し、F 種にも適用可能である。これらのワニスは最も使用量が多く、このラックのワニス が市場でも大半を占めている。

(a) 不飽和ポリエステル樹脂ワニス

無溶剤ワニスともいわれ硬化の際スチレンモノマーは、架橋剤として働きほとんど 100 % 硬化するのでボイド発生の恐れがなく、肉付けが少ないので、1 回の含浸で十分な特性が得られる。しかしこのワニスは熱により重合が進みやすく、貯蔵には冷凍設備が必要になる。

(b) エポキシ樹脂ワニス

エポキシ樹脂は塗料はもちろん、注型品、接着剤、成形材料など電気機械、化学工業へ応用され、その特性は広く認識されている。各種硬化剤を使用し、あるいは変性し溶剤形、無溶剤形ともに耐熱性、密着性、耐薬品性のすぐれたワニス が作られている。

表 14.2 合成樹脂ワニスの一般特性

特 性	V 103 合成樹脂ワニス	V 102 従来の耐熱性ワニス	V 104 改良耐熱ワニス
濃 度 (%)	60.7	60.6	50.2
粘 度 ポイズ 25°C	6.1	6.0	1.7
比 重 25°C	0.924	0.956	0.930
内 部 乾 燥	OK	OK	OK
加 熱 軟 化 性	OK	OK	OK
乾 燥 時 間 (min)	90	120	40
色 (ガードナ)	7~8	8	8
熱 タ ン 性 (h) 155°C 3φ	20	60	300

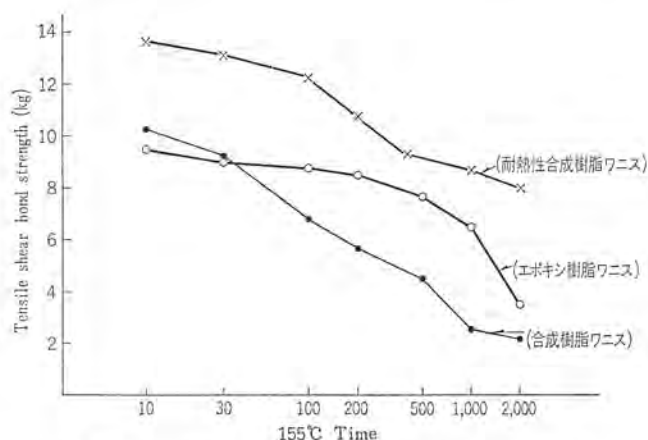


図 14.18 合成樹脂ワニスとエポキシ樹脂ワニスの Bond strength と温度の関係

Fig. 14.18 Relation between bond strength and temperatures of synthetic resin varnish.

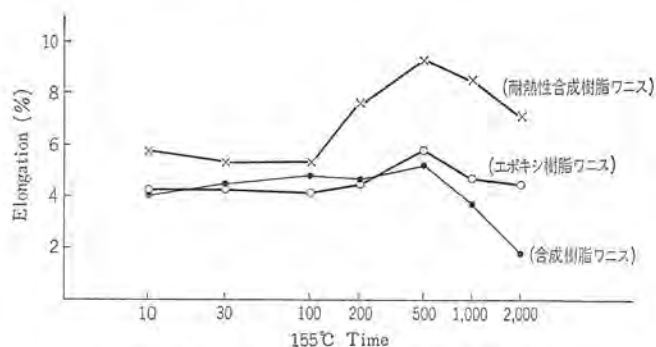


図 14.19 老化時間と伸長率の関係

Fig. 14.19 Relation between aging time and elongation of synthetic resin varnish.

(c) ポリウレタン樹脂ワニス

ポリウレタン樹脂は、通常 NCO 基をもつ ジイソシアネートにフェノール類をブロックした CT ステアブル、AP ステアブルなどと OH 基をもつ ポリグリコール、ポリエステル、エポキシ樹脂などと反応させ、三次元構造をとるレジンで、とくに耐薬品性、耐湿性、耐候性がすぐれている。

当社の長年の技術に、ウエスタンハウス社の技術が加わり、電気機器への使用の実績、その性能の優秀性は既に広く認められている。



ミラノ国際見本市に展示された
三菱 DS 形全透明エスカレータ

わが国 エスカレータ のすぐれていることは以前から定評あるところでありとくに欄干を透明にしたいわゆる ノードエスカレータ は、ユニークなスタイルと、近代的 セツス にあふれた優美さによって、内外ともに注目の的になっている。39 年 4 月開催された イタリア のミラノ 市における博覧会場の正面入口に展示された当社製 DS 形全透明形 エスカレータ はとくに大きな話題を提供した。欧州最初のことでもあり、現地の新聞、テレビ、ラジオ も大きくこれを取りあげておりはなはだ好評であった。

第II編 世界に雄飛する三菱電機の輸出品

Chapter II Mitsubishi Electrical Products Playing an Active Part in the Export Markets

The Tokyo Olympic Games, the first attempt in Asia, have gone through every preparation and are about to be held in the coming fall under the eye of the world. This is a golden opportunity to display our national power. It is now a common topic among the people how many times the Japanese flag will be hoisted in the main stand.

Electrical industry of Japan is now on the threshold of new development in the age of free trade, so to speak the second opening of the country. She is going to enjoy an advantage to be derived from the international division of labor so as to bring new prosperity. Modern economy is making a great and rapid stride as compared with the past. The old concept of domestic economy is now being displaced with the international mutual prosperity.

Japan is a prominent leading country in orient and closely watched by the backward nations. She shall hold herself responsible about the economic development of Asia.

Under the circumstances, Mitsubishi is on the right track of progress in the overseas markets with its expansion of business to a worldwide scale. Their representatives are resided in Chicago, Mexico, São Paulo, Delhi and Hongkong, all striving to open new markets, to plan joint enterprises with or technological assistance to local manufacture.

The export results to all the global markets are accounted for in this issue, the salient points being as follows.

Possible assistance to the development of India is to be mentioned first. Sixty eight electric locomotives, more than one hundred large transformers and a number of generators have been expected there. Many kinds of machines are still under negotiation. Technical concert with one of influential financial cliques Birla has borne fruit of a joint enterprise. A new concern has been built in the suburb of Calcutta by the name of the Universal Electric Co. to produce Mitsubishi type watt-hour meters. The production is going well and the meters are now introduced to the market.

The outstanding is the advancement to Mexico. A good number of apparatus such as generators, transformers and oil circuit breakers have come in successive demands by the Electric Power Bureau and by private power distribution companies, resulting in the supply of scores of transformers. Home appliances of other than domestic production are under restriction in this country. This has brought about import of their components so as to be built into completed sets under a joint enterprise with the local maker. One reason of the popularity of Mitsubishi products over the European and American goods is that the Japanese is physically so alike that special sentiment is entertained toward us by the Mexican in addition to good quality of Mitsubishi products backed by the sincerity of the Company.

In Central America, business with El Salvador is watching of mention. The recent achievements is an export of 30kW power plant equipment. This will no doubt be accompanied by other supplies in a large scale.

In the Southern Hemisphere, the Electric Power Bureau in New South Wales of Australia has placed an order for two 400,000 kVA ultra high voltage transformers, epochal products in this country. On completion, they will be installed in Munmorah substation in the north of Sidney.

Another conspicuous matter is export of elevators to Hongkong district. Thirty elevators were supplied to the Mandarin Hotel. They have such a high speed as 210 meters a min. This means that they are the first super-high speed elevators part in use to a lofty building in orient. This fully manifests the high technical level of Mitsubishi products. Total number of elevators exported Hongkong exceeds four hundred, thus building a foothold of the Company's export firmly.

Steel mill apparatus to Usi Minas in Brazil and paper machines to Soviet Russia have supplied a good topic to newspapers. Mitsubishi marine electric equipment is now in use in the seven seas. A greater half of hydraulic electric power stations in Taiwan and R.K.O. is equipped with the company's apparatus. In the electronic field, Mitsubishi micro TV sets are in great demand all over the world. Export of electric fans, sewing machines, refrigerators and other home appliances is increasing year after year.

Electronic apparatus make another talking point of the recent advancement. They are exported to Indonesia, Australia, America, Greece, Mexico, Taiwan, Thailand and Ryukyu.

The above are just a salient points of the export. Mitsubishi has been striving for the promotion of our export in accordance with the national policy. To diffuse the trade mark of Mitsubishi all over the global surface is so to speak history the Japanese flag in the competition of international export.

アジアで初めての東京オリンピックも準備万端完了して、いよいよ来月世界注視の中にはなばなく開催されようとしている。

わが国力を世界に示す絶好の機会であり、何本の日の丸が昇るか、期待も大きい。

わが電気業界も、わが国の第二の開国ともいふべき開放経済へ本格的移行に直面せんとするときにあたり、国際分業の利益を広く受けることにより、今後の飛躍的發展が約束されている。

近代経済はそれに先だつ数千年の遅々たる経済的進歩に比べ、きわめて強大かつ急テンポな前進力を示している。しかも近代文明は、世界諸国相互間を接近させ、戦前に考えられた国内観念より、今日の世界観念がむしろ狭きを思わせるようになった。

わが国はアジア地域におけるただ一つの先進国として、今や後進諸国の注目のまとであり、国際経済社会における多大の期待と責任をになっている。

かかる情勢下において、わが三菱電機は幸いにして経営規模も世界的なスケールに達し、海外への進出は、とみに活況を呈している。

現在では、シカゴ、メキシコ、サンパウロ、デリー、ホンコンなどに駐在員を常置し、世界市場開拓にあたるとともに、現地メーカーとの合併事業、あるいは技術援助など、その活動は多彩をきわめている。

全世界への輸出実績は本編に集録したが、その中のおもなものを2、3ひろって見れば、まずインドの開発に対する積極的な援助をあげねばならない。すなわち電気機関車68両、大形変圧器100余台のほか、発電機など多数が輸出され、いまなお活発な引き合いが続いている。一方ビル財閥との技術協力的ないし合併事業として、カルカッタ郊外に作ったユニバーサルエレクトリック会社は、三菱形の積算電力計の製造を事業とし、今日では生産も軌道に乗り、インド市場に売り出されている。

最近とくに目だつのは、メキシコへの進出である。当地の電力庁や配電会社への発電機、変圧器、油断器などの商談は後を断たず、すでに数十台の変圧器が納入されている。家庭用電気品は、この国では完成品の輸入が極限されているため、部品として輸出され、現地メーカーと組んで組み立てられているのが現状である。三菱電機製品が欧米品をりょうがして、その技術が高く評価されるゆえんのもの、メキシコ人の膚の色が日本人のそれに似ているし、背丈もほぼ同じというところから近親感があり、三菱電機の誠実と品質が認められているからであろう。

同じ中米地区では、エルサルバドルの引き合いが目だってきた。近くは3万kWの発電プラントの輸出に成功し、これを契機として今後の飛躍に大きな期待がかけられている。

南半球ではオーストラリアのニューサウスウェールズ州電気局から、わが国内でも記録的な40万kVAの超々高圧変圧器2台を受注した。完成の晩には、シドニー北方のマムラ発電所に設置され、異彩を放つであろう。

さらにここで特筆すべきは、ホンコン地区へのエレベータの進出である。マダリンホテルに納入した13台のエレベータは、毎分210メートルという東洋では最初の高層ビル用超高速エレベータであり、三菱電機の技術が遺憾なく発揮されている。ホンコン地区だけでも400台を突破し、いまや当地での三菱電機の地位は不動のものとなった。

ブラジル、ウジミナスの製鉄プラント、ソ連の抄紙機などは、新聞紙上を賑わしたところであり、船用電気品にいたっては、七つの海に至らざるはない有様である。台湾および韓国の水力発電所はその大半を占め、三菱マイクロテレビは世界の各地から引張りだこであり、扇風機、モシン、冷蔵庫をはじめとして、家庭用電気品の輸出も年々倍加の好況である。

さらに最近著しい進出を示しているのは、電子機器関係で、インドネシア、オーストラリア、アメリカ、ギリシア、メキシコなど始め、台湾、韓国、タイ、沖縄などがおもな輸出国である。

以上は輸出品のほんの一部をご紹介したにとどまるが、わが国是に従い、世界平等の平和のために、三菱電機は献身の努力を払い、優勝の国旗ならぬ三菱のマークが世界の隅々まで愛され親しまれるよう、まい進せんとするものである。

1. 発電・送電・配電関係

Electric Power Generation, Transmission and Distribution

1.1 火力発電

Thermal Power Station

戦後当社が製作した輸出向け火力プラントは事業用あるいは自家用としてアジア、南アメリカ、中部アメリカなどの諸国に多数納入しているが、各プラントの容量は表1.1に示すように最大36.6MWであり、小ないしは中容量機に属するものであるが、その総容量

は納入済みのタービン発電機計28台、約167MW、210MVA、現在製作手配中のもの計4台、約96MW、120MVAに達する。

本項では戦後製作した輸出向け火力プラント中代表的なものについて、その概要を紹介する。

1.1.1 タービン発電機 (Turbine Generators)

(1) インド New Delhi "C" Station 向け 36.6 MW 火力プラント

表 1.1 輸出向けタービン発電機

納入先	台数	容量		力率 (%)	電圧 (V)	周波数 (c/s)	回転数 (rpm)	タービン製作会社	製作年	備考
		kVA	kW							
台湾製糖公司	2	1,875	1,500	80	2,200	60	3,600	三菱造船	1949	
"	2	"	"	"	"	"	"	"	1950	
パキスタン政府	1	3,750	3,000	"	11,000	50	3,000	"	1951	
台湾糖業公司	2	1,875	1,500	"	2,200	60	3,600	新三菱	1956	
フィリッピン (ジュロノセメント)	1	5,000	4,000	"	3,300	"	"	"	1959	
台湾糖業公司 (屏東)	1	3,750	3,000	"	2,200	"	"	"	1959	
" (北港)	1	2,500	2,000	"	3,300	"	"	"	1959	
" (総爺)	1	1,500	1,200	"	"	"	"	"	1959	
" (三崙店)	1	2,500	2,000	"	2,200	"	"	"	1960	
" (南板)	1	1,500	1,200	"	3,300	"	"	"	1960	
" (竜岩)	1	"	"	"	"	"	"	"	1960	
エジプト (EDFU)	2	4,720	3,300	70	"	50	3,000	"	1960	
東パキスタン (P.I.D.C.)	3	15,000	12,000	80	11,000	"	"	"	1960	
インド (パロダレーヨシ)	2	6,250	5,000	"	3,300	"	"	"	1960	
ブラジル (カンボス)	2	18,750	15,000	"	13,800	60	3,600	三菱造船	1961	
フィリッピン (アトラス社 トレード鉱山)	2	9,375	7,500	"	6,900	"	"	新三菱	1963	水素冷却 水素圧力 15PSIG
インド (ニューデリー)	1	43,125	36,600	84.9	11,000	50	3,000	"	1963	
フィリッピン (ユニバーサルセメント)	1	7,500	6,000	80	3,300	60	3,600	"	製作中	
エルサルバドル CEL (アカフトラ p/s)	1	35,294	30,000	85	13,800	"	"	"	"	
マラヤ (プライ)	2	37,500	"	80	11,000	50	3,000	三菱造船	"	
パキスタン (ムルタン)	1	3,750	3,000	80	3,300	50	3,000	新三菱	1949	ユングストロームタービン形
タイ (バンコック)	1	8,750	7,000	"	3,700	"	"	"	1950	"

本プラントは三菱重工業との共同により世界有力メカとの国際入札の結果 1960 年 12 月に受注契約を行ない、1963 年 10 月に営業運転を開始したもので、当社の輸出火力プラントとしては最大容量のものであり、ボイラは三菱神戸 CE 形水管式微粉炭燃焼式 18 万 lb/h 2 台、タービンは衝動式単気筒 36.6 MW 復水タービン (入口温度 900°F) である。

電気設備としては発電機、変圧器、変電所関係機器、高低圧開閉装置、中央制御盤、補機用電動機をはじめ、その他直流電源設備、運転指令装置などの所内電気設備用電気品一式を包含するいわゆるホールプラントであり、とくに輸出プラントで発電機に水素冷却方式を採用したのは本プラントが始めてのものである (図 1.1 参照)。

(2) ブラジル カンボス 向け 2×15 MW 火力プラント

1961 年に三菱造船と共同で、Empresa Fluminense De Energia Eletrica S.A (会社名) Campos Thermal Electric Power Station 向けとして 1,500 kW 発電プラント 2 組を納入した。

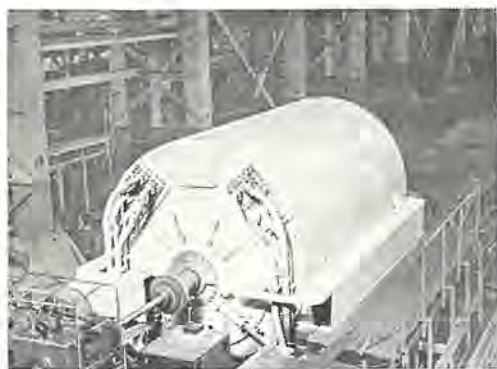


図 1.1 インド New Delhi "C" Station 向け水素冷却式タービン発電機 43,125 kVA, 3,000 rpm
Fig. 1.1 Hydrogen-cooled turbo-generator for New Delhi "C" Station, India.

ボイラは 77 t/h 重油専焼 CE 水管式複胴形ボイラで、タービンは衝動式単気筒 15,000 kW 復水タービン (入口温度 450°C) である。電気設備としては発電機、変電所関係機器、高低圧開閉装置、中央制御盤およびその他所内電気設備用電気品一式を納入している。

本プラントの設計は、納入機器、現地調達機器の設計をはじめ外部配線計画まで、すべて三菱造船と当社で設計したもので、三菱グループ Consultant として製作納入したプラントである。

納入機器の準拠規格は、ブラジル側にこれらの法規がなく、すべて JMM, JIS. の日本規格を使用している。

(3) フィリッピン アトラス社 トレード鉱山向け 2×7,500 kW 火力プラント

本プラントは 1964 年新三菱重工と共同でフィリッピン の Atras Consolidated Mining & Development CO., INC のトレード鉱山向け自家発電設備として納入したもので、トレード鉱山のあるセブ島での最大の発電所として今後の活躍が期待されている。

ボイラは三菱神戸 CE 水管形ボイラで 41 t/h, 48 kg/cm²・g の石炭 (スカーダキ) と重油の混焼であり、タービンは三菱ウェスチングハウス単気筒形タービン 7,500 kW (最大 9,375 kW), 入口蒸気圧力 42 kg/cm²・g 温度 440°C である。

電気設備としては発電機をはじめとして発電機盤、6 kV および 440 V 用配電盤などを納入している。

(4) その他の火力プラント

(a) 納入済みの火力プラント (表 1.1 参照)

台湾には台湾製糖および台湾糖業用自家発として 3,000 kW 以下のタービン発電機ほか配電盤など 12 組を納入しており、容量的には小容量のものばかりであるが、数量的には最も多く納入している。

パキスタン向けとしてはパキスタン政府向け、3,000 kW 1 台および東パキスタン (P. I. D. C.) 向け 12,000 kW 3 台あるが、後者は日本プラント協会の協同作業により各メカが分割製作したもので、当社は発電機 3 台のみを製作した。

フィリッピン (ジュロノセメント) 向け 4,000 kW 1 台はフィリッピンへの賠償物資として納入したもので、ホールプラントとして電気品一式を製作した。

エジプト (EDFU) 向け 3,300 kW 2 台は Sugar plant の電源として設置されたものであり、このプラントは砂糖きびの収穫期のみ季節的に運転される特殊プラントで、このプラントでは補機のスタート用電源が得られないために、この電源としてディーゼル発電機を設置しており、またボイラは燃料として砂糖きびの絞りカスを使用している。

前述の各プラント向けの発電機は、いずれも横軸円筒回転界磁形の空気冷却式タービン発電機を使用しており、励磁機は発電機直結の回転励磁機を使用している。(図 1.2 および図 1.3 参照)

ユングストロームタービン発電機は、国内においてはほとんど使用されていない現状であるが、フィリッピン、東南アジアではなお使用されており、当社納入実績としてはパキスタン (ムルタン) 向けとして 3,000 kW 1 台 (図 1.4 参照)、タイ (バンコック) 向けとして 7,000 kW 1 台およびその他を輸出している。

(b) 製作中の火力プラント (表 1.1 参照)

製作中の火力プラントとしてはフィリッピン (ユニバーサルセメント) 向け 6,000 kW 1 台、エルサルバドル (アカフトラ) 向け 30,000 kW 1 台およびマラヤ (プライ) 向け 30,000 kW 2 台がある。

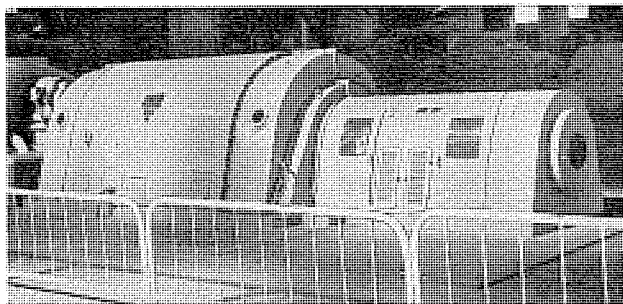


図 1.2 東パキスタン (PIDC) 向けタービン発電機
15,000 kVA, 3,000 rpm

Fig. 1.2 Turbo-generator for East Pakistan (PIDC)
15,000 kVA, 3,000 rpm.

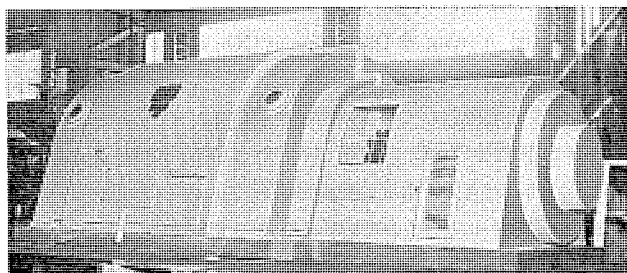


図 1.3 フィリッピン (ジュラノセメント) 向けタービン発電機
5,000 kVA, 3,600 rpm

Fig. 1.3 Turbo-generator for the Philippines
(Durano Cement) 5,000 kVA, 3,600 rpm.



図 1.4 パキスタン (ムルタン) 向け ユングストロームタービン
発電機 3,750 kVA, 3,000 rpm

Fig. 1.4 Mitsubishi Ljung-Strom turbo-generator for
the Multan Elec. Sup. Co., Pakistan 3,750 kVA,
3,000 rpm.

エルサルバドル 向けは中米地区にはじめて進出する ラント であり発電機、変圧器など電気品一式を製作中のもので、とくに本 ラントでは冷却水が得がたいため、発電機の冷却水量を節減するために発電機入口空気温度自動調整装置を設置している。

前述したごとく輸出向け火力ラントは、容量的にもまた製作台数から見ても国内向けに比較すればあまりあるが、最近ではユニット容量も漸次増大しつつあり、また引合い件数も増加しているため輸出ラントも今後大いに増大できるものと期待している。

1.1.2 ディーゼル発電機 (Diesel Engine Generators)

近年各国とも電力需要の伸びは著しく、供給がこれに追いつかないのが現状であるが、そのため電源容量の増強には非常に力を入れている。東南アジアを始め、南アメリカ、アフリカ諸国もこの例外ではない。表 1.2 にも見られるとおりこれらの国では地理的、経済的な観点からこの目的にはディーゼル発電機が用いられることが多く、当社でも従来からの非常用電源としてのみならず、常用

表 1.2 事業用原動機別発電設備 (1961 年)
(電気学会雑誌 4, 1964 から)

国 名	発 電 設 備 (10 ³ kW)			
	汽 力	水 力	ディーゼル	計
ECAFE 地域 22 カ国計	14,974.7	16,660.6	1,243.1	32,878.4
アフガニスタン	5.0	48.0	6.0	59.0
ブルネイ	—	—	3.2	3.2
ビルマ	57.7	84.5	48.7	190.9
カンボジア	3.2	—	23.5	26.7
セイロン	12.0	55.5	26.7	94.2
台 湾	380.5	538.0	4.9	923.4
マラヤ連邦	246.0	30.2	39.1	315.3
香 港	365.0	—	0.2	365.2
インド	2,464.1	2,389.7	329.5	5,183.3
インドネシア	24.6	168.2	118.0	310.8
イラン	84.0	77.0	189.0	350.0
日 本	10,146.0	12,575.0	34.0	22,755.0
韓 国	222.5	143.0	1.3	367.3
ラオス	—	—	4.6	4.6
ネパール	—	3.4	3.0	6.4
北ボルネオ	—	—	9.8	9.8
パキスタン	340.0	253.4	94.3	687.7
フィリッピン	288.1	290.3	74.2	652.6
サラワク	—	—	18.4	18.4
シンガポール	152.0	—	36.0	188.0
タイ	135.0	—	129.5	264.5
南ベトナム	49.0	3.9	49.2	102.1

表 1.3 輸出されたディーゼル発電機 (各国代表的なもの)

	出 力 (kVA)	台数	電 圧 (V)	周波数 (c/s)	回転数 (rpm)	用 途	納入 年
ラオス政府	1,250	3	6,600	50	500	常用	1963
エジプト (EDFU)	625	2	380/220	50	500	工用及非常用	1956
インド (パロダレーオン)	625	1	3,300	50	500	P/S 補機起動用	1961
フィリッピン (ラップ鉱山)	1,000	2	2,400	60	300	常用	1956
インドネシア	1,000	4	3,300	50	273	"	1964
台湾 (国賓大飯店)	250	1	3,300	60	1,200	非常用	1964
チリ (コピア鉱山)	187.5	8	440	60	1,200	"	1959
ブラジル (ウジミナス)	1,562.5	4	3,450	60	514	非常用	1963

電源としても多数製作し、諸外国に輸出している。表 1.3 はその内各国の代表的なものを示しているが現在もなお各方面からの引き合いは活発である。

これらのなかで特筆されるのは、ラオス政府向けディーゼル発電ラントであろう。首都ビエンチャン市民注目のもとに設置された 1,250 kVA 3 台のこの発電ラントは、日本の経済援助の一つとして当社と三菱重工が共同で建設にあたったもので、ラオス最大最新の発電所である。これにはビエンチャン市民ばかりでなく、政府も多大の関心を示し、しゅん工式はラマ首相みずからの主催で行なわれた。これにより日本技術の優秀性がいっそう深く同国民に印象づけられたことと思う。

図 1.5 はその現地据付状態、図 1.6 は発電機の全景を示す。他に同じ常用電源としてはフィリッピン ラップ鉱山向けの自家発電設備、およびインドネシア向けソーダ工場用自家発電設備がある。図 1.7 はインドネシア向け 1,000 kVA の工場写真で、これは旭ガラスを経由して納められたものである。この内ラオス向けは、後の制御器関係のところでも記載されているとおり、変圧器を介さず直接長距離送電線に接続され、またフィリッピン、ラップ鉱山向け発電機も、それにつながる配電線はかなり長距離にわたるため、いずれも雷撃の恐れを十分考慮に入れコイルは層間絶縁を補強するなどその絶縁設計はとくに留意されている。

エジプト (EDFU) 向け 625 kVA 2 台は砂糖ラントとして納められたもので、工事中は常用電源として使用され、その後は非常用として活用される。この発電機は場所が周囲温度が高い上に、負荷突入による電圧降下を小さくするよう押えられており、この点設計に際して注意が払われている。同所にはこのほかに、90 kVA の発電機も 1 台納められている。

ブラジル・ウジミナス製鉄所は、いうまでもなく日本 (八幡製鉄) と

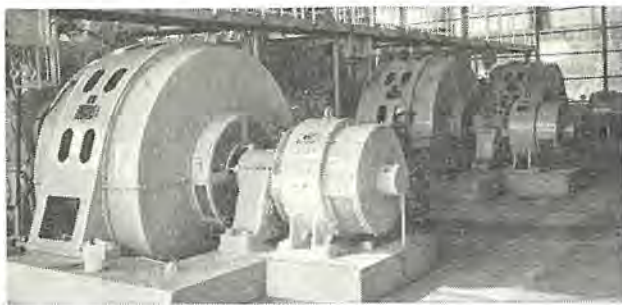


図 1.5 ラオス 政府向け 3×1,250 kVA 交流発電機
現地据付状態

Fig. 1.5 Three 1,250 kVA AC generator for
the Laotian government.



図 1.6 発電所 全 景

Fig. 1.6 Full view of power station

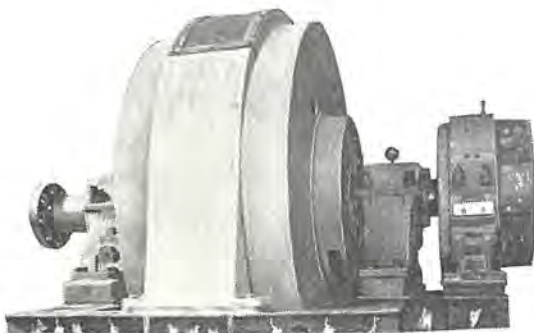


図 1.7 インドネシア 向け 1,000 kVA 交流発電機
(4 台中の 1 台)

Fig. 1.7 A 1,000 kVA AC generator exported to
Indonesia (one of four units).

ブラジルが共同で設立した製鉄会社で、当社からの発電機 1,562.5 kVA 4 台が納入され、それぞれ高炉、転炉および第 2 水道用の非常電源として使用されるものである。この容量はディーゼル発電機としてはかなり大きいほうであるが、各発電機にはそれぞれ 420 kW の誘導電動機負荷があり、かつ、この電動機起動時の電圧低下が 30% 以内に収まるよう指定があったため、エジプト向け同様かなりすぐれた過渡特性を持つよう設計してある。

インド（パオデーオン）向け 625 kVA 発電機は、火力発電所の補機起動用に使われるものであるが、主機である 5,000 kVA タービン発電機 2 台も当社で製作納入したもので、いずれも好調に運転を続け、好評を得ている。同じ火力発電所補機起動用としてはフィリピン（デュラセメント）向け 500 kVA などもある。

台湾（国賓大飯店）向け 250 kVA はビルディングの非常用電気設備として使用されるもので、発電機を含めこの電気設備はすべて三菱グループで計画された。

日本では辺地を除きディーゼル発電機が常用として使用されることは少ないが、外国では非常用としてむしろのこと、国土の広い



図 1.8 ラオス 政府向け 3×1,250 kVA D/G 用配電盤
(現地据付状態を示す)

Fig. 1.8 Switchboard for 3×1,250 kVA diesel
generators supplied to the Laotian government.

割合に送電網が十分でないせいもあってか、このように常用として用いられることも多く、かつその容量も比較的大きい。この方面で多数の実績を有する当社は、国外においてもさらにその評価を高めており、今後の技術輸出がますます期待される。

先に述べたように多数のディーゼル発電機設備を国外へ輸出しているが、それに伴う配電盤の一例としてラオス政府向けの 3×1,000 kW 用配電盤について紹介する。

設備概要と適用規格

今回のディーゼル発電機（以下 D-G）は常用電力用として使用されるもので、3 台の 6.6 kV 1,250 kVA (1,000 kW) 三相 D-G と既設発電所の三相 6.6 kV 1,000 kW を共通母線で並列運転を行なうものである。制御設備は 6.6 kV 1,000 kW の容量を有する送電設備 2 回線、動力用変圧器（6.6 kV/380 V、三相）、電灯用変圧器（6.6 kV/220-110 V、三相）およびその配電設備からなっている。このための配電盤は高压用 13 面、低压用 2 面のほかにバッテリー充放電盤 1 面合計 16 面で、高さ 2,300 mm、奥行 2,100 mm、全幅 12,400 mm の鋼板製垂直自立形、ネットフロントタイプである。

設置条件としては、周囲温度 40℃、湿度 80%、規格は日本国内規格（JIS, JEC, JEM）によったため、輸送の点を除けば、国内に設置する場合と大差はないが現地状況と、ラオス政府の要求とを加味し、国内向けとは若干の相違点がある。

特 色

今回のものは、発電機電圧、受電および送電電圧がすべて 6.6 kV で変圧器を介することなく発電機と線路が直接接続されている。このため故障時の電流を制限するものとしては、発電機 インピーダンスと、線路 インピーダンスのみであり、必然的に発電容量に比べ大きなシャ断容量を持つシャ断器が要求され、また直接接続により線路に発生したサージ電圧（雷撃などによる）は、そのまま所内に進入する。このため各発電機および送受電の各回線にはシャ断容量 100 MVA を有する油シャ断器を設け、また送受電用各回線にアレスタを設けるなど、とくに考慮している。これに対し低压動力および電灯用は変圧器一次（変圧器は別置）に電力ヒューズと負荷断路器、二次低压側はノーヒューズシャ断器を通して分岐して、回路の簡素化を行なっている。

配電盤は、当社標準形式を使用したがつとくに内部点検を容易にするため、器具配置や、点検ピッチなど詳細にわたって検討し、種々改良し、害虫（へび類）の進入を防ぐために全面閉鎖形とする

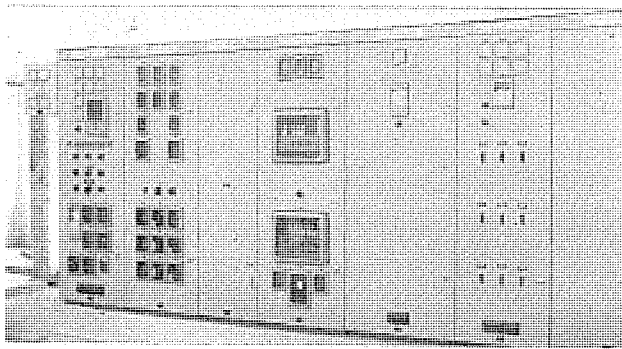


図 1.9 ブラジル ウジナス 向け 1,250 kW 用配電盤
(現地据付状態を示す)

Fig. 1.9 Switchboard for 1,250 kW generator
supplied to Usi Minas.

など、安全性をとくに強調している。

周囲条件として湿度 80% はとくに考慮する必要はないと思われたが、海上輸送の点、据付完成までの期間および完成後の保守の状況ならびに現地設備などを考慮して盤内に スペースヒータ を設けた。

保護方式

過電流、低電圧、逆電力でシャ断器をトリップするほかに、過電圧、エンジン側の冷却水温度上昇および断水、潤滑油圧力低下により警報を出すようにしている。また母線に検漏器を設け警報を出し、さらにエンジン過速度ではとくにエンジンを停止するように考慮してある。

故障内容は、おのおの 2 重表示 ターゲット 式の表示器を用いて、未経験者でも容易に取り扱できるようにした。

そ の 他

上記の配電盤について述べたがそのほか、予備品として コントラクト、ヒューズ類、補助継電器、スイッチ類を接点、パネ、コイルなど分離することなく、完成部品として供給するなど、とくに考慮している。

以上のように、規格や周囲の条件など表面上は、日本国内で使用するものとなんら変わることはないが、2 次仕様的な細部にわたってはかなりの特色を出し、とくに安全性と保守について考慮して製作した。また製作中には、発電所員の運転実習を行ない、据付時には、現地で運転教育を行なうなど、すべてに支障を来たさないよう努力したため、好評のうちに発電所の完成を見ることができた。

図 1.8 は現地据付状態の写真を示し、図 1.9 は ブラジル (ウジナス 1,250 kW) 向けの現地写真である。

1.2 水 力 発 電

Water Power Generation

水車発電機の輸出は表 1.4 のとおりで総計約 70 万 kVA、全製作量に比べて、さして多くないが最近その比率が増大しつつある。

製作機種は横形、カサ形と種々であるが、いずれも当社技術の粋を集めたもので、運転実績もきわめて良好であり、関係各国から好評を博している。わが国の水車発電機製作技術が世界的に認められていることは周知の事実で、当社の得ている好評もまた当然のことではあるが、国際市場における各国の競争は激化の一途をたどり、市場価格は著しく過酷になっている。われわれは実績によって得た製品への信頼感を維持しつつ、なおかつ競争に打ち勝たねばならない宿命を帯びて日夜努力を重ねている。図 1.10 はベトナム ダニム 発電所向け 45,000 kVA 横軸機の工場試験時における外観、また、図 1.11 は台湾電力 天輪発電所において好調に運転中の 28,500 kVA の立軸機である。以下、最近製作した発電所について概説する。

1.2.1 韓国電力 蟾津江発電所 (Korea Electric Company Sumjinkang P/S)

韓国への水力プラント輸出の第 1 号として蟾津江発電所用の設備一式を完成した。同発電所にはすでに当社製の発電機が運転中であるが、ここ 20 年あまりの技術進歩は各機器、制御装置に大幅の改新をもたらしている。発電機は既設の基礎に準拠せざるを得なかったが、絶縁方式の進歩もあって寸法は小さくなり、また軸受の自蔵式潤滑方法は保守の便を改善している。配電盤関係は 1 号機も含めて新設とし、最新の運転制御方式を採用入れて面目を一新した。発電所は発電機母線式で 2 台の発電機に対し、1 バックの変圧器とし、単相 4 台 (1 台は予備) を新設し、また主回路はすべてキューピクルに納めた。

1.2.2 台湾電力 谷関発電所 (Taiwan Power Company Ku-kuan P/S)

谷関発電所は台湾最大の大甲系開発計画における重要発電所で、第 1 期工事としての 50,000 kVA 2 台はすでに好調に運転している。

第 1 期工事としての 50,000 kVA 2 台の水車、発電機、運転制御装置、配電盤および変圧器は現在当社において鋭意製作中である。発電機は普通形で、推力軸受は回転子の上部に位置し、オイルリフトを備えて起動時油膜の確保をはかっている。また固定子コイ

表 1.4 水 車 発 電 機 製 作 記 録 (輸 出)

納 入 先	発 電 所 名	台数×出力 (kVA)	電 圧 (kV)	回 転 数 (rpm)	周 波 数 (c/s)	水車形式	発電機形式	制御方式	自動電圧調整器	製作年月
インド ダモダバレ	テ ラ イ ヤ	2×2,500	11.0	250	50	V.F.	普 通 形	1 人制御	界磁抵抗器形	1951-7
台 湾 電 力	竜 洞	1×62,000/54,000	11.0	514	60	H.P.	横 軸	"	"	1955-7
台 湾 電 力	天 輪	1×28,500/25,000	11.0	400	60	V.F.	普 通 形	"	"	1955-8
台 湾 電 力	谷 関	2×57,500/50,000	13.8	300	60	V.F.	普 通 形	"	"	1959-2
台湾石門委員会	石 門	2×57,500/50,000	13.8	200	60	V.F.	カ サ 形	"	磁気増幅器形	1962-6
ベ ト ナ ム	ダ ニ ム	4×45,000	13.2	500	50	H.P.	横 軸	"	"	1962-8
メ キ シ コ	サンバルトロ	1×21,000/24,150	13.8	600	50	V.F.	普 通 形	"	界磁抵抗器形	1963-2
韓 国	蟾 洋 江	1×16,000	11.0	514	60	V.F.	普 通 形	"	"	1963-2
台 湾 電 力	谷 関	2×57,500/50,000	13.8	300	60	V.F.	普 通 形	"	"	製作中

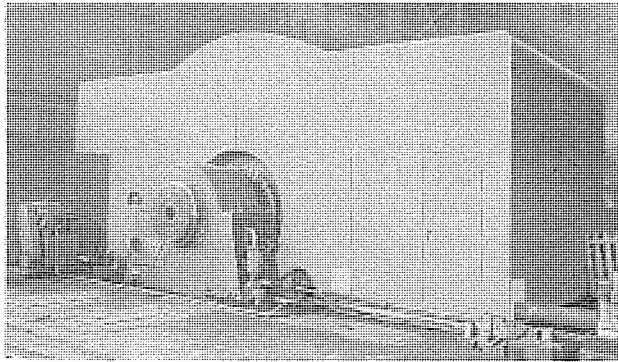


図 1.10 ベトナム・ダニム発電所 45,000 kVA
横軸水車発電機

Fig. 1.10 Viet Nam, Da-Nhim Water Power Station 45,000 kVA horizontal type water wheel generator.



図 1.11 台湾電力 天輪発電所 28,500 kVA 水車発電機

Fig. 1.11 The Taiwan Power Company, Tien Len Water Power Station 28,500 kVA water wheel generator.

ルは 1 ターンコイルで、ミジ内でローベル転位を行ないダイヤラシック絶縁方式である。運転制御関係では同期調相機運転が可能であること、また下流の天輪発電所から、負荷制御、電圧制御、総合電力および無効電力監視などの遠方制御監視の可能な点が特色である。

1.2.3 ベトナム ダニム発電所 (Viet Nam Da-Nhim Water Power Station)

当社はさきに台湾電力、竜澗発電所に東洋最大級の 62,000/54,000 kVA の横軸水車発電機を納入したが、ダニム発電所の 45,000 kVA 水車発電機もそれに次ぐ横軸、高速、大容量機である。発電機主軸の一端にはペルトランナがオーバハングし、他端には励磁機が直結している。軸受台は鋼板溶接製であり、また軸受は下半部に厚銅板を用いた水冷式で、強制油循環も併用して運転の安全性を高める配慮を施している。固定子コイルは 1 ターンでローベル転位を行ない、波巻接続である。また固定子は回転子を入れたままコイル接続部をはずして、上下に 2 分割できる構造で、分解組立の便、スペースの節約に大きく貢献している。無拘束速度は 920 rpm。工場では 5 分間の無拘束速度試験も実施した。この発電所は水車、発電機、配電盤および送配電器具、変圧器を国内同業各社で分担製作しており、当社は磁気増幅器形自動電圧調整器の製作のほか、水車、発電機の自動制御のとりまとめを行ない、自動制御盤、自動同期盤を製作した。

1.2.4 メキシコ サンバルトロ発電所 (Mexico San Bartolo P/S)

中部アメリカ輸出の最初のもので、当社としては今後の中南米輸出の足がかりともなり、また技術の成果を広く世界に問う意味において、きわめて有意義な輸出プラントである。納入機器は発電機、励磁機、自動電圧調整器および水車用の自動制御機器で、全般的にみて運転保守の便、信頼性の確保に十分意を用いて設計、製作を行っており、現地での好評が待たれている。発電機仕様の特徴は定格電圧の範囲が $\pm 15\%$ と常用規格に比べて大きく、そのため機械の大きさからみた等価容量がかなり大きい。軸受は油自蔵式であるが 600 rpm の高速機であるためオイルタンク内の油カクハンによる油ホウ(泡)発生を防止するため、特殊のビスコシティポンプを内蔵し、高速運転における軸受性能の向上と運転の信頼をはかっている。またブレーキは特殊なパッキンを用いて、空気式ブレーキ、油圧式ジャッキを兼用している。自動電圧調整器は保守調整の容易な界磁抵抗器形で、多くの実績と好評を得ているものである。

1.2.5 その他 (The Others)

台湾、石門委員会の石門発電所に納入した 57,500/50,000 kVA 水車発電機は、輸出品としては最初のカサ形機であるが、カサ形機製作に関する日本のパイオニアたる当社が精根を傾けて製作したもので、現地試験も無事に終了し、関係各方面からの絶賛を浴びている。インドテライタ発電所の水車発電機はすでに十余年の運転実績を有しているが、クレームもなく、きわめて順調である。台湾電力、天輪発電所の 28,500 kVA 機は、起動時の推力軸受油膜確保のため、特殊の回転子自動持上装置を備えているが、これもまた好評な運転実績を誇っている。

1.3 同期調相機

Synchronous Condenser

電力開発計画の一環として、送電系統の確立および安定度向上のため、数台の同期調相機が輸出されているが、その 1, 2 を紹介する。

1.3.1 インドデリー変電所向け 20,000 kVA 同期調相機 (20,000 kVA Synchronous Condenser for Delhi Substation (India))

独立後、間もないインドへ、大電力開発計画の一環として東パナジャ・ナガル電力区のデリー変電所に 20,000 kVA が 1952 年に納入された。(図 1.12 参照)

この同期調相機は、ナガルとデリー間を結ぶ送電線の受電端に接続され、この系統電圧の確立および安定度の向上に活動している。定格事項として、

(1) 同期調相機

横軸・突極・閉鎖風道循環形 (空気冷却器付)

11 kV 20,000 kVA (進相) 50 c/s 8 極

10,000 kVA (遅相) 750 rpm

(2) 直結主励磁機 他励差動分巻

220 V 95 kW 750 rpm

(3) 直結副励磁機 複巻

110 V 3 kW 750 rpm

(4) 起動用誘導電動機

3,300 V 1,500 HP

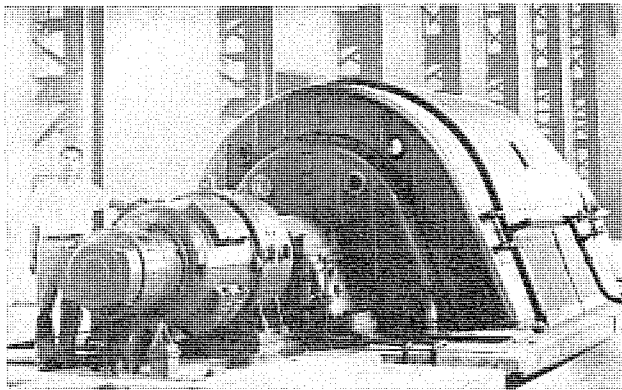


図 1.12 インド・デリー 変電所向け 20,000 kVA 同期調相機

Fig. 1.12 20,000kVA synchronous condenser for Delhi substation (India).

起動方式として直結起動用電動機を使用し、起動時、軸受摩擦抵抗を減少させるために、軸受に オイルソフト を用いている。軸受冷却方式としては油強制循環形である。

1.3.2 ビルマ タジ変電所向け 5,000 kVA 同期調相機 (5,000 kVA Synchronous Condenser for Thazi Substation (Burma))

新生 ビルマ の電力開発計画の一環として マンダレー 市南方 100 マイルの地点にある タジ 変電所に、5,000 kVA 同期調相機が 1963 年に納入された。

この変電所は、ビルマ最大の バル・チャン 発電所と マンダレー 市とを結ぶ、同国北方送電幹線に接続され、この系統の安定度向上に活動している。定格事項として

(1) 同期調相機

横軸・突極・閉鎖風道換気形

11 kV 5,000 kVA (進相) 50 c/s 8 極

4,000 kVA (遅相) 750 rpm

(2) 直結励磁機 他励差分巻

220 V 45 kW 750 rpm

(3) 直結副励磁機 複巻

110 V 3 kW 750 rpm

起動方式として、磁極頭部に設けた制動巻線で誘導電動機として起動する自己起動方式を採用している。

起動時 オイルソフト を使用し、軸受摩擦抵抗を減らしている。軸受は油強制循環形で冷却は風冷の熱交換器で冷却を行なっている。

1.4 変 圧 器

Power Transformers

生活水準の向上とともに電力需要の増加は世界的な傾向でありこれに伴って、各国の電力会社は、発電設備の増強、送電網の整備に、膨大な設備投資を行ないつつある。この設備の大きな部分を占める変圧器は、したがって国内はもとより世界的に見て需要がかなり活発であるが、一方変圧器 メーカー も、総合 メーカー 専門メーカー とりまぜて、有力なものだけでも優に数十社に及び、その競争は非常に激しい。この中で、三菱電機の変圧器は、その独特の技術で世界の変圧器市場に確固たる地位を築き輸出は活況を示し

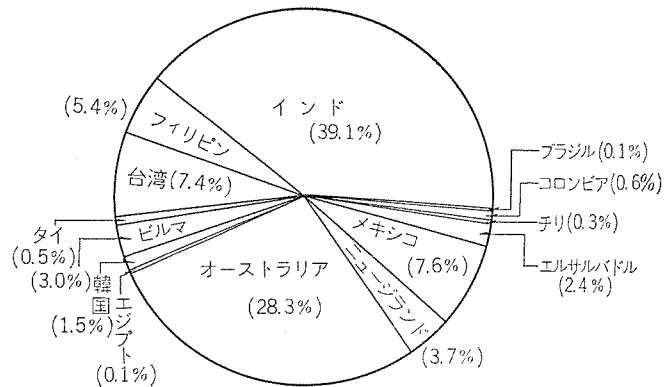


図 1.13 三菱変圧器の各国への輸出状況 (のべ kVA 比)

Fig. 1.13 Export of Mitsubishi power transformers to various countries.

ているので、その概要をご紹介してみたいと思う。

当社の変圧器は、技術的に見て大容量器には外鉄形を、中小容量器には内鉄形を採用している点が、他社がほとんどすべて内鉄形メーカーであるのに対比して、きわめて特長のあるところである。外鉄形、内鉄形の相違については、ここで触れないが、それぞれの形式の利点を十分に活かして経済的な設計を行なうことが当社独自の技術であり、これによって国内においてはもちろん、海外においても、ゆるぎない地歩を固めている。とくに開放経済に突入した今日、輸出の振興はわれわれの義務であることを十分認識して努力を傾注した結果、輸出量は戦後のものだけをとってみても、延べ約 300 台 650 万 kVA (柱上変圧器を除く) の多きに達している。当社のおもな納入先は、インド、フィリピン、台湾、タイ、ビルマなどの東南アジア地域、オーストラリア、ニュージーランドなどの大洋州、メキシコ、エルサルバドル、チリ、ブラジル、コロンビアなどの中南米諸国などである。これらの国々に、どれくらいの量が輸出されているかを示すのが図 1.13 のグラフである。これらは、いずれも今後電力需要の非常な増大が予想される国々であり、有望な市場と考えられる。これらの国々の中、おもな輸出先について、当社変圧器の輸出状況をおもな製品の仕様なども含めてご紹介する。

1.4.1 オーストラリア (Australia)

オーストラリアは、人口約 1,000 万、面積 7,700 万平方 km、わが国の $\frac{1}{10}$ の人口と約 20 倍の面積を有する広大な国であるが、その土地の大部分は サバク 地帯で全人口の約 90% は ブリスベン 市と アデレード 市を結ぶ線から東南の オーストラリア 全面積のわずか 10% の地域に集中している。したがって、電力の需要もこの地域が中心となっており、ここには電力会社として ニュースウェールズ 州電気局 (ECNSW) ヴィクトリア 州電気局と有名な Snowy Mountain の総合開発を行なっている スノウ・マウンテン・オーストラリア がある。当社ではこの中の ECNSW に、これまでに 145 MVA 単巻変圧器 7 台を納入し、さらに現在 400 MVA 発電機用変圧器を受注、製作中である。オーストラリアは英連邦の一員であり、英国メーカーの強固な地盤であるが、このような環境で 145 MVA 単巻変圧器 7 台を受注したことは当時は非常に画期的なことであったわけで、またこの変圧器がきわめて優秀な成績で試験を終了したことが次の 400 MVA 変圧器の受注に大きな力となったことは疑いない。400 MVA 変圧器は当社としての記録品となるべき製品である。これらについて、概略をご紹介してみたい。

(1) シドニー・ウエスト 変電所向け 145 MVA 単巻変圧器

この変圧器は、シドニー 周辺の 330 KV 送電網の一環である シド

ニューウェスト 変電所に納入されたもので、330 kV 系と 132 kV 系を連系する単巻変圧器であり、単相器 7 台で 435 MVA という大容量 パック 2 パック と予備器 1 台を形成している。定格事項は次のとおりである。

単相	50 c/s	145 MVA	送油風冷式	外鉄形	7 台
一次	330 kV/ $\sqrt{3}$	145 MVA			
二次	138.6 kV/ $\sqrt{3} \pm 10\%$	125 MVA			
三次	16 kV	25 MVA			

この変圧器は、オーストラリア 向け輸出第 1 号器であったことのほかに、国内では経験できない 330 kV (BIL 1,300 kV) 用変圧器として当社の超高压技術に大きな実績を与えたこと、また当社が最近技術提携を行なった西独の負荷時 タップ 切換器の専門 メーカー Maschinenfabrik Reinhausen 社 (MR 社) のタップ 切換器を最初に当社変圧器に適用したものとして、きわめて印象の深い製品である。巻線は当社外鉄形の特長である サージブルーフ 構造を採用、単巻変圧器として有利ないわゆる ツヰミ 形 コイルを用いて巻線の占積率を向上し、フォーク 結線を使用して負荷時 タップ 切換器を直接 138.6 kV 回路の線路側に直接取り付けするなど、ざん新な設計技術を十分に駆使した製品である。写真は工場試験において 575 kV で誘導試験中の本変圧器を示す。

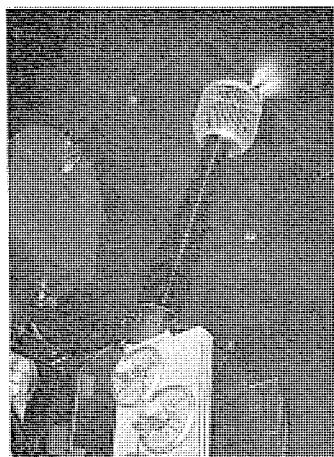


図 1.14 工場で誘導試験中の 145 MVA 単巻変圧器

Fig. 1.14 145 MVA auto-transformer under induced voltage test at 575 kV.

(2) マンモラ 発電所向け 400 MVA 発電機用変圧器

この変圧器は、シドニー 市の北約 120 km にある マンモラ 発電所に納入される昇圧用変圧器である。この発電所は、炭坑地帯の中にある、いわゆる山元発電所で、最終的に 350 MVA 4 台計 1,400 MW となる計画の ECNSW としては最大の火力発電所である。変圧器は 400 MVA で、輸送条件のきびしいこの地方では、輸送に困難が予想されたが、当社独特の特別三相方式による組立輸送が客先から高く評価され、採用されることとなった。シドニーウェスト 変電所向けのものと同じく、MR 社の負荷時 タップ 切換器を備えている。定格事項は次のとおりである。

特別三相	50 c/s	400 MVA	送油水冷式	外鉄形	2 台
一次	17.5 kV	三角結線			
二次	348 kV $^{+6.5\%}_{-10\%}$	星形結線			

1.4.2 インド (India)

インド は、当社変圧器の最大の輸出先であり、製作中のものを含め延べ約 90 台、250 万 kVA にのぼる変圧器を輸出している。インド は、第 1 次から第 3 次の 5 か年計画によって、電源の開発につとめ、第 3 次の終了する 1966 年には、保有発電設備は 1,300 万 kW に達すると考えられており、したがって、変圧器の需要も非

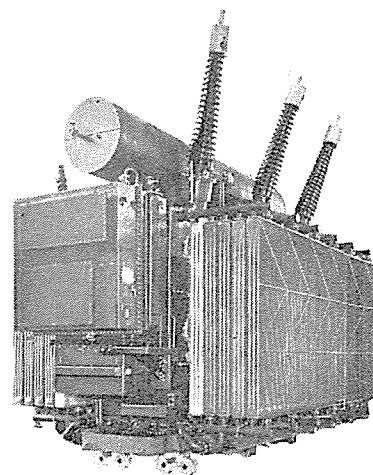


図 1.15 82.5 MVA 特別三相変圧器

Fig. 1.15 82.5 MVA special three phase transformer.

常に活発である。電圧的に見ても 220 kV 送電網が広範囲に建設されつつあり、超高压大容量器を当社からも多数納入している。各州に独立した電気局が存在しているが、当社からは パンジャブ 州、マドラス 州、グジャラット 州、他多くの州や独立した Authority に変圧器を納入しており、とくに パンジャブ 州は、1960 年に建設された首都 デリー と バクラダム を結ぶ 220 kV 超高压送電線に連なる デリー、パノパット、ダルコット、カンゴール 各変電所向けの変圧器を当社が全数受注し、インド進出の大きな足がかりとなった点、印象が深い。その中で代表的な製品として パンガロール 変電所に納入した 82.5 MVA 変圧器についてご紹介する。

(1) パンガロール 変電所向け 67.5 MVA 変圧器

この変圧器は、当社が インド に納入した超高压変圧器の中の一つで、やはり輸送制限の関係上特別三相方式を採用している。高压側に取り付けられた負荷時 タップ 切換器は当社の URT 形負荷タップ 切換器で、リアクトル式として最大級の容量を有するものである。定格事項は次のとおりである。

特別三相	50 c/s	82,500 kVA	送油風冷式	外鉄形	2 台
一次	220/110 kV	67.5 MVA			
二次	66 kV	67.5 MVA			
三次	11 kV	30 MVA			

1.4.3 メキシコ (Mexico)

メキシコ へ当社が変圧器を輸出するようになったのは、このわずか 4~5 年のことであるが、当社の技術は高く評価され、輸出高は最近急激に上昇しており、また中南米への進出の大きな足がかりとなっている。この国の電力庁 CFE (Comision Federal de Electricidad) は、過去に多くの電力会社を統合してできた組織で、そのため、周波数、電圧、接地方式の点で非常に種類の多い系統をかかえており、したがって変圧器の仕様もきわめて多種多様にわたっている。負荷の集中度の低いめか、さして大容量器の需要はないが、台数的には多数の需要があり、また超大規模の水力開発計画などもあって、対日感情のよいこととあいまって、今後安定した需要を示すものと考えられる。現在までに延べ 20 台約 50 万 kVA を輸出しているが、その中で ナバ 変電所に納入した 40 MVA 単巻変圧器の概要を述べる。

(1) ナバ 変電所向け 40 MVA 単巻変圧器

この変圧器は、当社がメキシコに納入した超高压変圧器の第 1 号器で、220 kV と 138 kV を連系する単巻変圧器である。定格事

項は次のとおりである。

三相 60 c/s 30,000/40,000 kVA 油入自冷/風冷式 外鉄形 1 台	
一次 235.75—230—224.25 kV	40 MVA
二次 148.35—144.9—141.45—138—134.55 kV	40 MVA
三次 14.145—13.8—13.455 kV	10 MVA

1.4.4 その他 (The Others)

その他のおもな輸出先としては、台湾と フィリッピン をあげることができる。台湾は地理的にもわが国と近い関係もあって、従来から変圧器の輸出は着実なペースで行なわれている。フィリッピンについては、最近 National Power Corporation の Angat 発電所へ、122,000 kVA 2 台 22,000 kVA 1 台の大口輸出契約がまとまり、鋭意製作中であり、今後の輸出増加が期待されている。このほか中部 アメリカ のエルサルバドルは、人口 200 万程度の国で、変圧器需要としてはさして大きくないが、最近の新設変圧器に対する当社の市場占有率が 100% に近い点で、特異な輸出先としてあげておきたい。

以上、当社変圧器の輸出の概況について述べた。変圧器の需要

は世界的に見てかなり活発であり、将来性としても期待のできる機種と考えられるが、メーカーの数も多く、競争は激甚である。今後とも技術の研さんにつとめて、海外市場に築いた三菱変圧器の地位を保持し、さらに発展させてゆきたいと考えている。

1.5 シ ャ 断 器

Power Circuit Breaker

戦後 シャ 断器の輸出は 1950 年ごろから始まり、タンク 形油 シャ 断器を主として、その後漸次輸出台数も増加し、最近 1, 2 年の間に輸出は急増している。現在までのところ、電圧階級 161 kV 以下に限られているが、最近 230 kV 級 タンク 形油 シャ 断器の受注にも成功している。

機種別に見ると、屋外用 161~115 kV 油 シャ 断器約 70 台 (生産中のものを含めると 120 台) 69 kV~23 kV 油 シャ 断器 70 台、10 kV 油 シャ 断器約 30 台、屋内用 11 kV 油 シャ 断器約 120 台、

表 1.5 油 シ ャ 断 器 輸 出 (国 別) 経 歴

台 湾				B-28B Fukumchand Jute Mills			
140-GM-500	Taiwan Power Co.	4 台	1953 年	140-GM-500	Luzy Ferza	Nueva Toluca s/s	2 製作中
"	Taiwan Power Co. Shen-Ao p/s	2	1961	100-GM-500	Luzy Ferza	Hermosillo s/s	2 1962
140-G-250H	Taiwan Power Co. Hsin-Tsu s/s	1	1951	"	CFE	San Nicolas s/s	3 1963
60-G-150	Taiwan Power Co. 烏来 p/s	2	1954	"	"	"	4 1963
60-G-100	U.S.A. F. Taiwan, Shu Lin Kou s/s	1	1964	"	"	Hermosillo s/s	1 製作中
30-G-50	Taiwan Power Co. Hsin-Tsu s/s	1	1951	"	Luzy Ferza	Nueva Toluca s/s	6 " "
"	Taiwan Power Co. " Taipei s/s	10	1951	"	"	Morales s/s	1 " "
"	" " Taipei s/s	4	1952	"	"	Jamaica s/s	1 " "
20-G-50	Taiwan Fertilizer Co.	1	1950	"	"	Magdalena s/s	2 " "
10-G-150	Taiwan Power Co.	7	1956	"	"	Pautitlan s/s	1 " "
10-G-100	Taiwan Fertilizer Co.	1	1964	"	"	Patera s/s	1 " "
10-G-50	Taiwan Power Co. Hsin-Tsu s/s	1	1951	"	"	Aragón s/s	1 " "
"	" " Taipei s/s	1	1952	100-GM-150	CFE	El Salto p/s	4 1963
"	" " Taipei s/s	5	1959	"	"	Cd Mante s/s	3 " "
"	" " Taipei s/s	6	1959	"	"	Cd Valles s/s	1 " "
O-111A	Taiwan Power Co. Li-Wu p/s	1	1953	"	"	Tampico Tamps s/s	1 " "
B-22C	嘉新セメント	1	1956	"	IEMSA	Systema Camargo-Mexico	2 1964
"	Ambassador Hotel Taipei	1	製作中	"	CFE	Chihuahua s/s	1 " "
B-20C	Taiwan Power Co.	4	1953	60-G-100	"	El Salto s/s	1 製作中
"	"	4	1954	30-G-100	"	Huetamo s/s	1 1963
"	台湾紙業公司	4	1956	"	"	Monclova s/s	1 製作中
"	建台セメント	1	1956	"	"	Sabinas s/s	1 " "
"	Taiwan Power Co.	35	1957	"	"	San Nicolas s/s	1 " "
"	"	12	1957	"	"	Systema Nova-Monterey	1 " "
"	Ambassador Hotel, Taipei	7	製作中	"	"	Universidad s/s	3 " "
韓 国				"	"	Nuevolaredo s/s	3 " "
140-GM-500	Korea Electric Co.	1	1955	"	"	Minatitlan s/s	2 " "
"	"	4	1963	"	"	Coatracocalco s/s	2 " "
140-M-250	"	8	1954	"	"	Acayucan s/s	1 " "
60-G-100	"	1	1962	"	"	Jalitipam s/s	1 " "
"	Sunchon s/s	1	"	"	"	Doxaca s/s	1 " "
"	Kunsan s/s	1	"	ブラジル			
"	Sowgoo s/s	1	1963	50-G-150	Campos p/s	"	5 1962
"	Sumjinkay p/s	2	1963	B-28B	日本ウジミナス	"	2 1961
20-G-50	Namchun s/s	1	1962	B-20C	"	"	2 1960
イ ン ド				"	"	"	12 " "
140-GM-500	Orissa State Hirakud p/s	1	1959	"	"	"	3 1961
"	"	1	1963	"	"	"	1 " "
60-G-100	Akola Power District Project, Khamgaon s/s	1	1951	ニュージーランド			
30-G-100	Dehli Electric Supply Undertaking	1	1962	100-GM-500	NZED	Otahuhu s/s	2 製作中
"	"	6	"	"	"	Henderson s/s	2 " "
30-G-50	Damodar Valley Corp. Tilaiya p/s	4	1950	タ イ			
"	" Kodarma p/s	2	"	B-28B	バンコク中央発電所	"	1 1950
"	Akola Power District Project, Nandura s/s	1	1950				
"	" Sheoganon s/s	1	"				
"	" Chandni s/s	4	"				
"	" Khawgaon s/s	1	"				
"	Indo Asahi Glass Co.	1	1957				
"	Fukumchand Jute Mills.	1	製作中				
10-G-18	Damodar Valley Corp. Kodarma p/s	4	1950				
B-20C	" Tilaiya p/s	7	1950				
"	Baroda Rayon Corp.	2	1960				
"	"	12	"				

空気シヤ断器約 30 台、磁気シヤ断器約 240 台である。

とくに、当社の輸出シヤ断器の代表機種は 115 kV 級ならびに

161kV 級の GM 形油シヤ断器で、すぐれたシヤ断性能、信頼性ある運転実績によって海外に好評を博し、今後も引き続き大量の輸

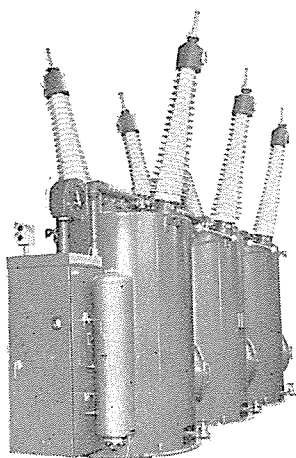


図 1.16 140-GM-500 形 油シヤ断器
(161 kV, 1,200 A 5,000 MVA)
Fig. 1.16 Type 140-GM-500 oil
circuit breaker.

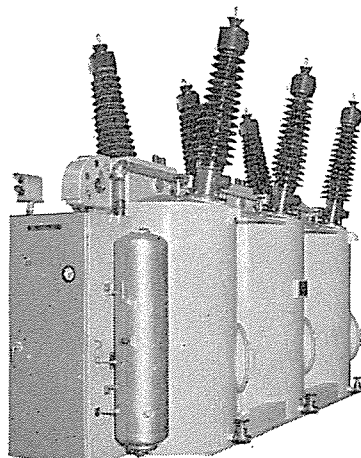


図 1.17 100-GM-500 形 油シヤ断器
(115 kV 1,200 A 5,000 MVA)
Fig. 1.17 Type 100-GM-500 oil
circuit breaker.

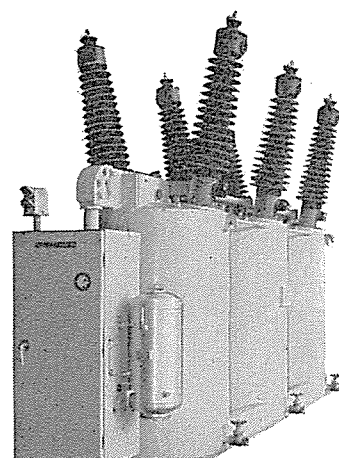


図 1.18 100-GM-150 形 油シヤ断器
(115 kV 800 A 1,500 MVA)
Fig. 1.18 Type 100-GM-150 oil
circuit breaker.

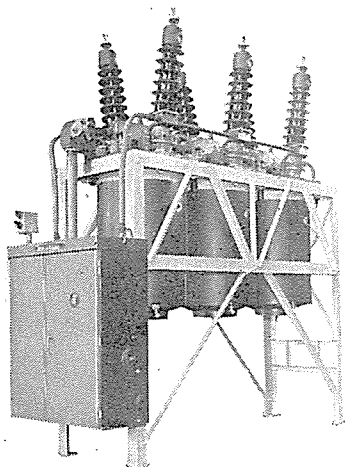


図 1.19 (a) 60-G-150A 形 油シヤ断器
(69 kV 1,200 A 1,500 MVA)
(60-G-100A 形も同一外形)
Fig. 1.19 (a) Type 60-G-150A oil
circuit breaker.

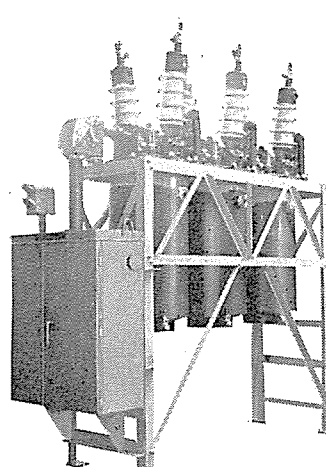


図 1.19(b) 30-G-100A 形 油シヤ断器
(34.5 kV 1,200 A 1,000 MVA)
(30-G-50A 形も同一外形)
Fig. 1.19 (b) Type 30-G-100A oil
circuit breaker.

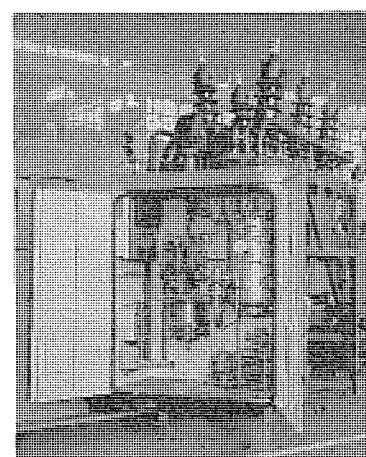


図 1.20 30-G-100F 形 油シヤ断器
(34.5 kV 1,600 A 1,000 MVA)
Fig. 1.20 Type 30-G-100F
oil circuit breaker.

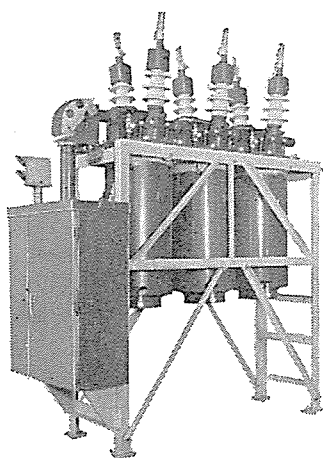


図 1.21 20-G-50A 形(10-G-50A 形)
油シヤ断器 (14.4 kV 600A 500 MVA
23 kV・600A・500 MVA)
Fig. 1.21 Type 20-G-50A (10-G-50A)
oil breaker.

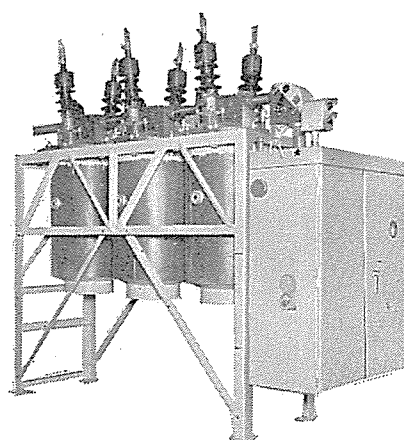


図 1.22 10-G-100A 形 油シヤ断器
(14.4 kV 1,200 A 1,000 MVA)
Fig. 1.22 Type 10-G-100A
oil circuit breaker.

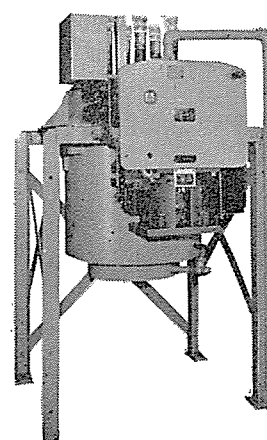


図 1.23 B-28B 形油シヤ断器
(13.8 kV 1,200 A 500 MVA)
Fig. 1.23 Type B-28B oil circuit breaker.

出が期待される。

なお、最近受注に成功した Y 形空気シヤ断器は、当社独自の純国産技術で開発された特長のある高圧シヤ断器で、国産技術の海外進出の試金石として今後注目すべきであろう。

以下、機種別、国別に、輸出経歴表を示す。



図 1.24 B-20C 形油シヤ断器
13.8 kV 1,200 A 150 MVA

Fig. 1.24 Type B-20C
oil circuit breaker.

表 1.6 空気シヤ断器輸出（国別）経歴

台湾				
140-Y-750	Taiwan Power Co., Kukan p/s	2 台	1964	
10-C-150	" Taipei s/s	13	1956	
"	" Kao-Shuing s/s	10	1956	
"	" Lung-Chien p/s	1	1958	
韓国				
10-C-100	Korea Electric Co., Sumjinkang p/s	1	1963	
"	"	4	1963	
コロンビア				
140-Y-500	Electrica de Bogoda, Girardot s/s	1	1964	
30-AHW-100	"	1	1964	

1.6 避雷器

Lighting Arresters

避雷器のおもな輸出先は、台湾、フィリピン、インド、韓国、タイなどであるが、プラント輸出と同時に含まれる場合が多く、避雷器自

表 1.7 磁気シヤ断器輸出（国別）経歴

台湾				
3-DH-5	嘉新セメント	2 台	1960 年	
3-DHM-7.5	アジアセメント	2	1961	
"	台湾肥料	8	1963	
3-DH-20A	中国石油公司	12	1963	
3-DHM-25	台湾肥料	15	1963	
"	アメリカ軍基地	3	1964	
6-DH-15	台湾電力公司	10	1959	
6-DH-25	台湾電力公司, 中山 s/s	17	1954	
10-DH-50	"	1	1953	
韓国				
3-DH-20A	韓国電力 スミジャンカン p/s	4	1951	
6-DH-25	韓国電力	10	1963	
10-DHM-50	韓国電力 スミジャンカン p/s	1	1963	
ブラジル				
3-DHM-7.5	カンボス p/s	23	1962	
10-DH-50	"	4	1961	
フィリピン				
3-DH-20A	ドラノセメント	17	1959	
"	ユニバーサルセメント	22	1964	
3-DHM-25	"	2	1964	
6-DH-50	アトラス鉱業	5	1963	
10-DHM-50	"	2	1964	
10-DHM-75	アトラス鉱業	2	1963	
インド				
3-DH-20	DESU	30	1962	
10-DH-50	DESU	2	1962	
10-DHM-100	DESU	10	1962	
エジプト				
6-DH-15	"	9	1960	
"	エドフ	2	1964	
オーストラリア				
6-DH-50	Email	3	1961	
"	"	6	1962	
コロンビア				
3-DHM-25	ボゴダ水道局	6	1964	
10-DHM-50	"	1	1964	
"	ボゴダ電力所	5	1964	

体の構造、性能などは国内使用のものと大差がない、1950 年以降の輸出品は次に表示するとおりである。

表 1.8 輸 出 避 雷 器 一 覧 (その 1)

国名	注文元	使用場所	形名	定格電圧 (kV)	相数	納入年月	国名	注文元	使用場所	形名	定格電圧 (kV)	相数	納入年月
中華民國	台湾肥料		SV-A	14	9	1950-3	中華民國	台湾電力	竜岡 p/s	SV-A ₃	14	3	'57-5
	"		LV	3.6	30	"-"		嘉新セメント		SV-A ₃	73	3	"-3
	コーレンス商会		LV	7.2	66	"-"		"		SV-A ₃	37	3	"-"
	台湾電力	清和 s/s	SV-A	8.4	9	'51-8		台湾電力		SV-A ₃	37	3	"-11
	"	"	"	4.2	90	"-"		"	谷関 s/s	SV-W ₂	16.8	6	'59-12
	"	天冷 p/s	LV	3.6	1,820	'52-3		"	石門 p/s	"	15	9	'62-2
	"	高压 中性点用	"	113	2	"-4		"	台北 s/s	"	73	3	'61-1
	"	"	"	"	2	"-11		"		LV-G	4.2	150	'62-1
	セントラルトラスト	飛行場基地	LV	3.6	3	'53-7		"		"	8.4	30	"-"
	台湾電力	立霧 p/s	SV-W	73	3	"-11		T S S		SV-W ₂	37	3	'63-2
	"	"	"	37	3	"-"		台湾肥料		SV-W ₂	12	3	1964-1
	セントラルトラスト	台湾電力	SV-A	42	3	"-10	フィリピン	アトラスコンソリーデット		SV-A ₃	28	9	1956-1
	"	"	"	4.2	3	"-"		ラップ鉱山		LV	3	15	"-9
	ウォーターワークス		SV-A ₃	42	3	"-"		N. P. C.	ビンガ s/s	SV-W	25	6	'57-7
	台湾電力		LV	4.2	1,000	'54-2		"	"	LV	3	6	"-"
	"		"	4.2	5,000	"-7		"	ベケット s/s	SV-W	25	3	"-"
	台湾アルカリ	過電圧保護装置	LV	DC 600	32	'55-8		アトラス鉱業	トレド鉱山	LV	4.2	3	'59-2
	台湾電力		SV-A	4.2	18	"-5		アトラス商会	トレド鉱山	SV-W ₂	14	6	"-6
	"		LV	9	90	'56-8		"	"	"	28	6	'60-8
	連台セメント		SV-W	37	3	"-9		"	"	SV-G	4.2	6	"-7
	"		LV	4.5	3	"-8		N. P. C.	バリントワク s/s	SSV	195	4	'62-6
	遠東パイプ		SV-W	37	3	"-9		"	"	SV-W ₂	97	4	"-3
	"		LV	4.5	3	"-8		"	"	"	30	4	"-"
	台湾紙業		SV-W	37	3	"-12		アトラス鉱業	トレド鉱山	SV-G	8.4	6	'63-4
	台湾肥料		SV-A ₃	14	3	"-"		N. P. C.	アンガット p/s	SV-W ₂ A	97	7	('64-11)
								"	"	"	"	3	(" -)

表 1.8 輸 出 避 雷 器 一 覧 (その2)

国 名	注 文 元	使用場所	形 名	定格電圧 (kV)	相 数	納 入 年 月	国 名	注 文 元	使用場所	形 名	定格電圧 (kV)	相 数	納入年月	
イ ン ド	ダモダバレー商 会	チライヤ p/s	SV-A	12	17	1951- 5	タ イ	タ イ 政 府 バンコック電力 局		SV-A	3	3	1951- 4	
	"	"	"	37	10	" - "		"		LV	8.6	48	'53- 1	
	ナガブール電力 局	ア コ ラ s/s	SV-A	70	3	" - "		DAM KUANG CO.		EV	3.6	50	" - 2	
	"	"	"	37	12	" - "		M A E	バン コ ッ ク	LV-G	9	2,000	'62- 4	
	"	"	LV	32	26	" - "		"	"	"	9	1,560	'63- 9	
	"	カマゴシ s/s	SV-A	70	3	" -11		"	"	LV-GA	9	2,100	'64- 1	
	E E S 社	ア コ ラ s/s	SV-A	37	4	'55-1		"	"	"	9	200	'63-12	
	"	"	"	70	1	" - "		"	"	"	9	200	'63-12	
	"	テライヤ p/s		33 下部および上部	7 個	" -3		中 共 華 北 新 国 公 司		SV-A	4.2	6	1950- 8	
	イ ン ド 国 鉄		LV	22 ギャップ	11両分	'59- 7		"		"	8.4	12	" - "	
	"		LV	960 V	11両分	" -10		"		LV	2.4	9	" - "	
	D E S U	ヒラックド p/s	SV-A ₃	8.4 14	4	" - 6		"		SV-A	4.2	150	'51-10	
	"	ニューデリー p/s	SV-W ₂	37	15	'62- 8		"		LV	3.3	750	" - "	
	"	"	"	12	3	'62- 7		"		"	3.3	120	" - 8	
	D E S U	ヒラックド p/s	SV-G	8.4	1	'62- 9		ツォンセン洋行		"	6.6	12	" - "	
	"	"	SV-W ₂	14	3	" - "		"		"	3.3	18	" - "	
	イ ン ド 国 鉄 フクムチャッド 製麻	"	LV	960	31	'64- 2		ビ ル マ	E S B	バルシャン p/s	LV	14	9	1958-10
	"		SV-W ₂	30	3	" - 6		"	"	"	9	3	" - "	
	"		LV-G	10	2	" - "		ブラジル	ブ ラ ジ ル	SV-W ₂	15	6	1961-12	
						"	"	"	84	6	" - "			
韓 国	朝 鮮 政 府		SV-A	169	3	1952- 6	メ キ シ コ	C F E		SSV	195	3	(1964- 1)	
	韓国 J.P.A.	ヤンゴール p/s	SV-A ₃	60	3	'55- 9								
	韓国 政府	京 成 電 気	SV-W ₂	28	24	'51- 5		ベ ト ナ ム	ベ ト ナ ム 政 府	ダ ニ ム p/s	SV-W ₂	16.8	12	1962- 5
	"	"	"	84	24	" - "								
	韓 国 電 力	ジョンジョー s/s	SV-W ₂	84	4	'63- 2		ラ オ ス	ラオス王国計画 国	ビエンチャン p/s	SV-G	8.4	9	1962-10
	"	"	LV-G	4.2	27	" - "								
	"	蟻 津 江 p/s	SV-W ₂	16.8	9	" -10								
	"	"	記録器および 測定器		17個	" - 7		パキスタン	コロニテクスタ イルミル社	SV-A	4.2	12	1950- 5	
	"	"	SV-W ₂	84	51	" - "								

表 1.9 屋外用遠方操作式断路器輸出一覧 (昭30年~昭39年)

国別 (主要納入先)	形 名	定格電圧 (kV)	定 格 電 流 (A)	操作方式	台 数	国別 (主要納入先)	形 名	定格電圧 (kV)	定 格 電 流 (A)	操作方式	台 数
イ (ニューデリー)	H	34.5	1,600 800	電 動	22	韓国(センシンコウ)	H	161	1,200, 600	手 動	3
								69	1,500, 1,200	"	11
フ イ リ ビ ン (マニラ)	V	230	1,200	手 動	10	台 湾 (台湾電力)	V	161	1,600	電 動	4
		115	1,200 600	"	12			69	1,200, 600	手 動	52
		69	1,200	"	12			34.5	600	"	36
		23	600	"	4		VLB	69	600	手 動	4
	H	15	1,500	"	4			34.5, 23	600	"	9
コロンビア(ボゴダ)	H	115	1,200	手 動	3		H	69	800	手 動	3
ブラジル(カンボス)	H	115	1,500 1,200	空 気	14						
		69	600	電 動	8						

1.7 断 路 器

Disconnecting Switches

断路器もプラントに含めて輸出される場合が多く、屋外用遠方操作式断路器のみの最近9か年間の輸出実績を表1.9に示す。

1.8 メタルクラッド開閉装置

Metal-clad Switchgear

発電所、変電所、各種工場の近代化に伴い、外観上近代的建築

にマッチし、しかも据付面積を縮小し、保守点検に安全な開閉装置が必要になってきた。これらの要求にマッチしたものとして、規格としては世界的に広く知られている、NEMA, SG-5 に準拠しているメタルクラッド開閉装置を10,000面以上製作しており、最も洗練されたデザインと信頼性のある製品として内外の好評を博している。

最近の製品の特長とするところは、母線には耐炎性(None Frangible)耐トラッキング(None Trucking)に富んだレタルタ(Retardant Micarta)を使用し、母線の支持にはガラス繊維入ポリエステル製支持板で支持している。シヤ断器は水平引出形である磁気シヤ断器と垂直引出形のOCBの2形式のものを使用している。電圧は3.45 kV から 13.8 kV, シヤ断容量は 750 MVA, 母線容量は 4,000 A までのものを製作している。



図 1.25 屋内形 メタルクラッド 開閉装置
Fig. 1.25 Indoor type metal-clad switchgear.

メタルクラッドには従来の屋内形、屋外形はもちろんであるが、雨天などの際保守に便利な Shelterfor-M 形屋外用も製作している。また NEMA, SG-5 は規定された Metal-clad Switchgear とは若干異なるが、電力ヒューズと負荷断路器を一体として引出形にした FL 形 メタルクラッド 開閉装置 (Type FL Metal-enclosed Switchgear) および電力ヒューズと高圧コンタクトを同様に引出形にし、2 段積にした EH 形 メタルクラッド 開閉装置 (Type EH Metal-enclosed Switchgear) も数多く製作している。

600 V 以下の回路には DB 形気中シタ 断器を引出形にし、それぞれの形により 4 段から 2 段積にした Power Center (Low voltage Metal-enclosed Switchgear) も製作している。これらのものは現在までに ブラジル、コロンビア、エジプト、台湾、インド、メキシコ、フィリピン、ソ連などの諸国に数多く輸出され好成績を収めている。

1.9 配電用変圧器

Distribution Transformers

高圧配電電圧を家庭、工場などで使用する低電圧へおとす三菱配電用変圧器には、SFI 形、SEI 形、RA 形、RAT 形、HC 形

がある。またこれらに各種保護装置を付属したものとして CSP 変圧器がある。

三菱配電用変圧器は耐熱性を大幅に改善した当社特許の HI-L 絶縁紙を全面的に採用しているので、過負荷耐量が増加した変圧器の寿命が長い。

SFI 形および SEI 形変圧器…方向性 ケイ素鋼帯を使用した巻鉄心形変圧器で、内鉄形 (SFI 形) と外鉄形 (SEI 形) がある。鉄心は 1 個所の接合部を有し、この部分においてコアの各層が階段状をなし、互いに重合した構造で、接着剤は使用していない。この形はおもに 100 kVA 以下の小形単相変圧器に採用され無負荷損失の少ない変圧器となっている。

RA 形変圧器…ク形状のコアを積み重ねた鉄心形式で、高圧 ブッシング、低圧 ブッシング のいずれか、または両方を変圧器側面から引き出す構造のものである。この形は主として三相 50 kVA 以下に採用しているが、要求によりそれ以上の単相および三相変圧器にも適用している。

RAT 形変圧器…ク形状のコアを積み重ねた鉄心形式で、高圧 ブッシング、低圧 ブッシング を変圧器 カバー 上部に引き出す床置構造の変圧器である。主として 75~1,000 kVA の単相、三相変圧器に採用している。

HC 形変圧器…方向性 ケイ素鋼帯の特性を有効に利用するため、鉄心の接合部を特殊構造の鉄心形式とした変圧器である。この形は三相 1,000 kVA 以下、単相 100~1,000 kVA に採用され無負荷損失の少ない変圧器となっている。

CSP 変圧器…上記各形の変圧器に過負荷 シタ 断器や避雷器などの保護装置を自蔵したもので、主として 100 kVA 以下の柱上変圧器を製作している。

三菱配電用変圧器は世界の多くの国々に輸出している。おもな輸出先は、タイ、台湾、シンガポール、ビルマなどの東南アジア諸国、メキシコ、コスタリカ、ベネズエラなどの中南米諸国である。これらの国々には一部は自国で変圧器を製作しているところもあるが、多くは輸入にたよっている。変圧器の特性は国によりまたメカにより大幅に異なるため、国際入札の際は特性のよいものは高く購入するという特性の価格評価を行なう場合がしばしばである。したがって一般に輸出向けは国内品に比べ特性がかなり高くなっている。



図 1.26 パナマ 向け
SFI 形単相
5 kVA 変圧器
Fig. 1.26 Type SFI
single phase 5 kVA
transformer.



図 1.27 三菱巻鉄心
“M コア”
Fig. 1.27 Mitsubishi
wound core “M-core”.



図 1.28 フィリピン 向け
RAT 形単相 500 kVA
60 c/s 13.2/2.4 kV 変
器
Fig. 1.28 Type RAT single
phase 500 kVA 60 cycle
13.2/2.4 kV transformer.



図 1.29 タイ 国向け
SFI 形単相 37.5 kVA
CSP 変圧器
Fig. 1.29 Type SFI
single phase 37.5 kVA
CSP transformer.

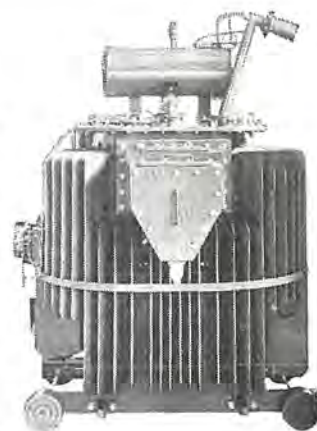


図 1.30 シンガポール 向け RA 形
三相 300 kVA 変圧器
Fig. 1.30 Type RA three
phase 300 kVA transformer.

(1) 台湾

従来台湾へ多量の配電用変圧器を納めているが、さらに最近では台湾国内のメーカーとの技術提携による技術の輸出、または部品の輸出を行なっている。

(2) タイ国

タイ国への輸出は1960年までは、少しずつ延びていたが、首都バンコクの配電電圧の昇圧工事がはじまり、1961年から急激に需要が多くなった。この昇圧工事はアメリカの海外援助資金によるもので、CSP変圧器がほとんどである。CSP変圧器は従来アメリカ品がほとんど使用され、アメリカの海外援助資金による買い付けの場合には製作実績の多少を入札時の条件にすることがあり、しばしば苦しい経験をしてきた。しかしこの不利な条件を克服し大量受注に成功したわけである。現在までに3,000台強、総容量110 MVA強の変圧器を納入している。

タイで最も注目すべき点は、一般向きの需要が根強いことである。タイの一般向け変圧器は国内向けの製品とほぼ同等に取り扱って生産できるほどになっている。

(3) シンガポール

シンガポールの配電系統は地下ケーブル方式になっており、配電用変圧器も比較的大容量の三相器を設置している。この結果変圧器の構造はわが国のものと非常に異なっている。構造は、BS規格に適合するもので、ボルト、ナット類もすべてBSネジによっている。一次二次端子引出部はケーブル終端箱付の形式で、コンバータ、外部操作のタッパ切替装置などを備えている。特性面も高性能のものを要求されているので、方向性ケイ素鋼帯を使用したHC形を採用している。この種中容量変圧器を最近合計38台、総容量で約17 MVA受注した。

シンガポールでは現在まですべて地下配電方式を採用していたが、現在一部で架空配電線の設置を検討している。このため試験的に採用するCSP変圧器46台の一括受注にも成功しており、今後この方面での進展が期待されている。

(4) 中南米諸国

メキシコ、コスタリカ、パナマなどの中米諸国への輸出は最近とくに活発になっている。これらの国々はほとんどが米国規格に近い仕様を採用している。メキシコには大きな電力会社もあり、国内のメーカーもかなりの変圧器を製作しているが、その他の中米諸国は一般に配電電圧の異なる小さな配電会社が多数あり、米国、カナダなどのコンサルタント会社との結合が強い。したがって大電力会社やコンサルタント会社を通しての輸出の延びが期待され、将来性のある市場である。これら輸出向け変圧器は海上運賃の低減の面からも小形軽量化がとくに必要である。

表1.10は過去における配電用変圧器の輸出状況を示したものである。

表 1.10 三菱配電用変圧器輸出実績

年 度	1958	1959	1960	1961	1962	1963	(5月まで) 1964
タ イ	台 数	1	321	303	1,326	338	2,540
	総容量 kVA	300	12,000	9,400	46,000	8,440	104,000
台 湾	台 数	1,488	36	317	324	3	2
	総容量 kVA	20,300	4,490	2,960	7,550	150	87.5
シンガポール その他 東南アジア諸国	台 数	10	3	0	0	24	95
	総容量 kVA	120	300	0	0	3,060	15,300
中 南 米 諸 国	台 数	62	9	85	27	72	197
	総容量 kVA	515	2,820	2,280	388	3,690	4,280

2. 電 気 機 関 車

Electric Locomotives

2.1 インド国鉄向け交流電気機関車

AC Electric Locomotives for the Indian Railways

インド国鉄は、現在インド電化5カ年計画の第3次の3年目にあたっている。とくにインド国鉄が、単相交流電化に決定した1957年(第2次電化計画の2年目)には、すでにヨーロッパ連合に対して、100両のイグナイトロン式交流電気機関車が発注済みであり、三菱電機としてさらに受注することは相当困難視されていたが、日本国有鉄道向け交流電気機関車によって体得した高度の交流機関



図 2.1 インド国鉄向け10両客貨両用交流電気機関車
Fig. 2.1 10 Nos M.T. type AC electric locomotives for the Indian Railways.

車製作技術と、日本国鉄の多大なご援助により、1958年に10両のイグナイトロン式交流電気機関車を受注し、1960年初めからインド国鉄東部および東南部鉄道に納入、現在まで約3カ年有余、なんらの問題点もなく好調に運転実働している。この交流機関車の比類のない性能と運転状況は、インド国鉄の認めることとなり、ふ



図 2.2 船積み中のインド国鉄向け28両客貨両用交流電気機関車
Fig. 2.2 28 Nos M.T. type AC electric locomotives for the Indian Railways.

たたび同形式 28 両の イグナイトロン 交流電気機関車を、1961 年末に受注、1963 年 3 月末から納入、すでに全両完納済みである。

納入した機関車の外形はそれぞれ図 2.1、2.2 に示す。

この交流電気機関車の設計上の一般的特長は、周囲温度 45°C、湿度 100% の気象条件で、なお試験規格が IEC 基準値 -20°C の過酷なものであったことである。加えて機関車重量制限が ±1% で、設計・製作の面で重量軽減と温度上昇の低減という相反する問題をかかえて、苦心させられた機関車であった。とくにヨーロッパ連合の 100 両交流機関車に、運転・取扱操作を合わせるように指定されたことは、われわれが過去にわたって、つちかってきた機器の特性が発揮されずに、経験少ない新設計の機器に取り組まざるをえなくさせられた。しかしこれらの悪条件にもかかわらず、

前述のとおり好成績をおさめ、ヨーロッパ 諸国にもその名を知らしめたことは、三菱電機の技術のみならず、日本の工業技術が高く発揚したものと信ずる。

納入した交流機関車の性能、仕様は表 2.1 に示す。

28 両 イグナイトロン 交流電気機関車は大略 10 両の交流電気機関車と同一であるが、カルカッタ 地区の電車 ケン引の ラッシュアル 運転にも併用できるように設計されており、総括運転装置、電車用電源装置、軸重補償装置など多彩な機器をトウ 載し、目下 カルカッタ 地区周辺の交通難にも一役買って、インド 大衆にも親しまれる交流電気機関車として活躍中である。

納入した交流機関車の納入地区は図 2.3 に示す。

なお前記 10 両・28 両の イグナイトロン 交流電気機関車に続き、新たに シリコン 整流器式交流電気機関車として、南部鉄道向けメータゲージの 18 両および東南部鉄道向け貨物用の 12 両を受注、目下製作中で近く納入の予定である。

われわれはこの インド 国鉄向け交流電気機関車の輸出を通じて、われわれの技術が国際的にもその優秀性が認められたことを自認するとともに、今後の大いなる進出が約束されたものと確信している。

(詳細は「三菱電機」35 No. 3 (昭 36)、37 No. 6 (昭 38) 参照)

2.2 ペルー国鉄向けディーゼル電気機関車

Diesel Electric Locomotive for the Peruvian Government Railways

この機関車は南 アメリカ ペルー の Ferocaril Cozco Santa Ana

表 2.1 インド 国鉄向け単相 50 c/s・25 kV 交流電気機関車要目

機関車種別	10両 イグナイトロン式 交流機関車		28両 交流機関車 26両 イグナイトロン式 2両 シリコン式		10両 シリコン式 交流機関車	12両 シリコン式 交流機関車
	単相 50 c/s 25 kV		水冷イグナイトロン整流器式		風冷シリコン整流器式	
電 気 方 式	B ₀ -B ₀		B-B		B-B	
軸 配 置	76		76.2		52	
運転整備重量 (t)	76		76.2		52	
用 途	客 貨 両 用		客 貨 両 用		貨 物 用	
	非 重 連	非 重 連 郊外列車連結式	重 連 可 能	非 重 連	4 重 連 可 能	
使用線区	東部鉄道および東南部鉄道		南 部 鉄 道		東 南 部 鉄 道	
車 体 寸 法 (m/m)	13,700 (長) × 3,500 (高) × 3,105 (幅)		11,750 × 3,019 × 2,555		15,600 × 3,500 × 3,055	
固 定 軸 距 (m/m)	2,600		2,206		2,400	
車 輪 径 (m/m)	1,090		865		1,140	
機 関 車 性 能	2,100		1,200		2,400	
	14.5		12.5		22.6	
	52		34.5		38	
	112.6		80		80	
	外鉄形送油風冷式 3,000 kVA		同左形式 1,800 kVA		内鉄形送油風冷式 3,705 kVA	
主 ト ラ ン ス	イグナイトロン密封水冷式		シリコン風冷式			
	725 V 3,120 A		同 左		1,000 V 1,360 A	
整 流 器	脈流直巻補極付		同 左		同左に補償巻線付	
	弱界磁 50%		永久分路 3% 弱界磁 45%		永久分路 5% 弱界磁 40%	
主 電 動 機	6 極		8 極			
弱 界 磁	525 kW 725 V 780 A		600 kW 1,000 V 650 A		1,200 kW 1,250 V 1,020 A	
極 数	4		2		2	
連 続 定 格	1 段歯車減速 WN ドライブ		2 段歯車減速 WN ドライブ・1 台車 1 電動機		2 段歯車減速本巻ゴム 平行駆動・1 台車 1 電動機	
台 数 / 両	主変圧器一次側タップ制御		主変圧器二次側 タップ制御		主変圧器一次側 タップ制御	
駆 動 装 置	真空ブレーキ 単車空気ブレーキ		電磁直通空気 ブレーキ、単車 空気ブレーキ		真空ブレーキ 単車空気ブレーキ	



図 2.3 インド 国鉄の単相 50 c/s, 25 kV 交流電化図

Fig. 2.3 Map of single phase 50 c/s 25 kV AC electrification of the Indian Railways.

で使用される目的で 1962 年 8 月に 2 両納入されたもので、客車、貨車および入換用として、単機または 2 両重連で運転されるものである。

使用線区における出力は気温 18°C 高度 3,670 m として 520PS であるが、将来高度 2,000 m 以下だけで運転されることを考慮し



図 2.4 ペルー 国鉄向け DD260 形電気式ディーゼル機関車

Fig. 2.4 Type DD 260 diesel electric locomotive for the Peruvian Government Railways.

表 2.2 主要要目

運転整備重量	55 t
機関車形式	B-B 箱形両運転
軌間	914 mm
車体長さ	11,800 mm
車体幅	2,932 mm
車体高さ	3,780 mm
車輪径	1,000 mm
連続定格引張力	10,850 kg(高度3,670 mm時) 12,200 kg(高度2,000 mm以下時)
連続定格速度	8.8 km/h(高度3,670 mm時) 9.2 km/h(高度2,000 mm以下時)
最大引張力	13,750 kg ($\mu=25\%$)
最大運転速度	50 km/h (車輪径 960 mm)
ディーゼル機関出力	520 PS 950 rpm (高度 3,670 mm 時) 610 PS 950 rpm (高度 2,000 mm 以下時)
主発電機連続定格	315 kW 277 V 1,140 A 950 rpm (高度 3,670 mm 時) 370 kW 300 V 1,236 A 950 rpm (高度 2,000 mm 以下時)
主電動機連続定格	67 kW 277 V 285 A 270 rpm (高度 3,670 mm 時) 79 kW 300 V 309 A 280 rpm (高度 2,000 mm 以下時)
補助発電機連続定格	35 kW 110 V 318 A 500/950 rpm
動力伝達方式	ツリ掛式1段減速 歯車比 83/15=5.53
制御方式	電磁空気式重連総括制御
ブレーキ方式	直通ブレーキ付空気ブレーキおよび手ブレーキ

てディーゼル機関車の調速機調整を変え、610 PS まで出力の増大が

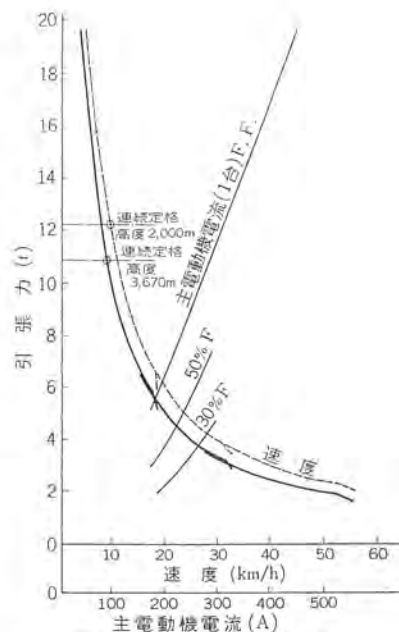


図 2.5 速度—引張力曲線

Fig. 2.5 Locomotive performance curves.

できるように主発電機、主電動機などの容量が定められている。

主電動機は最高回転数の比が大きく、大幅な弱界磁制御の可能なものとし、主発電機の最大電圧と定格電圧の比の増大とあいまって、連続定格速度 8.8 km/h から最大運転速度 50 km/h まで機関の全力を発揮できる構造となっている。また軌間 914 mm は将来標準軌間 1,435 mm に変更されることを考慮して、台車などこれが可能な構造にしている。

この機関車の主要要目、速度—引張力曲線を表 2.2、図 2.5 に示す。

納入後いまだ 2 年に過ぎないがこの間なんらのクレームもなく、フルに運転されており海外雄飛の一翼をにっている点は喜ばしい限りである。

3. 工業・電力応用関係

Industrial Electric Power Applications

3.1 製鉄

Steel Manufacture

3.1.1 ブラジル・ミナス製鉄所向け 120 インチプレートミル用電気設備 (Electrical Equipment for 120 inch Plate Mill, Minas Steel Plant Brazil)

日本とブラジルの経済協力の一環として、両国の共同出資により設立されたウジミナス製鉄所は、その建設に、わが国の主要鉄鋼・電機・機械メーカが参画し、大規模な純国産技術の輸出として、世界の注目を集めた。

当社は、プレートミル用電機設備、補助設備および自家発電所用の電機設備のいっさいを製作し、1963 年秋に、現地における据付、調整の指導を終わり、好調な営業運転が続けられている。

電気品の主力は、プレートミル用電機設備で、完全にコン包された巨大な回転電機品、多数の補助電気品は、現地に出張したすぐれた当社技術員の指導によって無事故のうちに組立、据付、配線、調整され、当社の現地指導技術の優秀なことを示した。

電機品のおもな仕様

(a) 2 重逆転式幅出し圧延機 (2Hi Rev. Broadside Mill, 46" × 120")

主圧延用直流電動機 1 台 4,500 HP, 750 V, 30/70 rpm
イルダナ変流機

直流発電機 2 台 2,000 kW, 750 V, 514 rpm

誘導電動機 1 台 4,000 HP, 11 kV, 60 c/s, 14 極

フライホイール 1 台 120,000 HP·sec

(b) 4 重逆転式仕上圧延機 (4Hi Rev. Finishing Mill, 36" & 54" × 120")

主圧延用直流電動機 2 台 3,500 HP, 750 V, 35/90 rpm
Twin drive

立チロール用直流電動機 1 台 600 HP, 750 V, 200/600 rpm
イルダナ変流機

直流発電機 3 台 2,000 kW, 750 V, 514 rpm

直流発電機 1 台 500 kW, 750 V, 514 rpm



図 3.1 ウジミナス製鉄所全景

Fig. 3.1 Full view of the Usi Minas Steel Mill.



図 3.2 仕上圧延用 2-3,500 HP 直流電動機

Fig. 3.2 2-3,500 HP twin drive DC motor for finishing mill.

誘導電動機 1 台 7,000 HP, 11 kV, 60 c/s, 14 極
フライホイール 1 台 120,000 HP·sec

以上のほかに、ロール圧下、テーブル、レバラーなどの補助機械用として、圧延補機用直流電動機（JEM 1109, 600 番系列）などが、総計 150 台、総出力約 8,000 HP に達しており、さらに、可変電圧直流電源、制御用オートロール式調整励磁機などが、合計 120 台総容量約 9,000 kW、それにポンプ用などの補助交流電動機を加えると実に数千トンの重量の電機品を出荷した訳で、どんなプラントでも、どんな遠地にでも建設できる当社の実力の一端を示している。

なお定電圧直流電源として、1,500 kW, 1,000 kW 各 1 台のシリコン整流器があり、この分野でのわが国輸出の第 1 号である。

高圧配電盤、各種制御盤、操作盤、通風設備（エアフィルタのみフランスから調達）などすべての電機設備に至るまで、当社の誇るミル用電気技術の成果が示されており、十分な信頼度と高い生産性とは、ブラジル経済の発展に大きく寄与している。図 3.1 は、ウジミナス製鉄所の全景であり、図 3.2 は、仕上圧延用 3,500 HP Twin drive 主電動機を示す。

3.1.2 台湾アルミ公司向けアルミニウムコールドストリップミル電機品 (Electrical Equipment of Aluminum Cold Strip Mill for Taiwan Aluminum)

昭和 32 年に台湾アルミ公司にアルミニウムコールドストリップミルを納入した。アンコイラには機械ブレーキがかけられミルは 240 HP, 300 V, 600/1,200 rpm の直流電動機で、リールは 50 HP, 300 V, 400/1,200 rpm の直流電動機で駆動される。ミル電動機は電圧制御され、リール電動機はオートロール増幅発電機で電動機の界磁を制御して

コイルの巻き太りを補償して巻取張力を設定張力に保つようにしている。

このミルは厚み 3 mm, 幅 914.4 mm, 重量 250 kg の材料を圧延速度 60 ないし 120 mpm の速度で圧延し 0.5 mm の製品を製造する設備である。

3.2 製紙

Paper Making

3.2.1 ソ連向け新聞抄紙機用電機品 (Electrical Equipment of Newspaper Machine for U. S. S. R)

ソ連機械輸入公団向けに新聞抄紙機用電機品を 2 基納入した。抄紙機は三菱重工の設計製作によるもので三菱重工の誇るベロイト方式のラインシャフト式抄紙機である。

抄紙機は紙幅 6,720 mm, 設計抄速 1,000 m/min 運転抄速 760 m/min で世界最大級の抄紙機でありシベリア開発の一翼をになうプラント輸出として三菱が世界に誇りうるものである。

電気品もこの種の駆動設備としては最大級のものである。抄紙機は 1,100 kW 電動機 2 台でラインシャフトを駆動され、各セクションは差動歯車の出力軸にエアクラッチを介して結合されている。各セクションのドローは差動歯車機構の無段変速装置により調整される。この無段変速装置は精密にその変速比を保つので、いったん整定されたドローを安定に保持することができる。ラインシャフト式抄紙機の駆動方式については本誌 35, No. 4 (昭 36)「最近の抄紙機駆動方式」を参照されたい。

ラインシャフト電動機は 1,200 kW 直流発電機 2 台で給電されて、ラインシャフト軸端に取り付けられたパイロット発電機により 0.1% の精度で速度を制御されている。

このほかにワイヤパート、プレスパート、ブレーカスタックおよび各ペーパーロールは、計 18 台のヘルパー電動機により駆動されて、各ヘルパーパートは専属の発電機により電流制御または速度制御されている。制御装置には現地の気候、輸送中の諸条件を考慮して 400 c/s 磁気増幅器により制御されている。

電機品の製作にあたってはゴスト規格（ソ連規格）を採り入れ、ソ連安全規格により製作した。なお輸送は長途の貨車輸送であり -50°C のシベリア寒冷地帯を通過するため、構造材料や絶縁材料の耐寒性に考慮を払い、製作に際しては各種材料および部品の低温タックによる耐寒テストを行なった。

3.2.2 ソ連向け食品用板紙抄紙機電機品

(Electrical Equipment of Food Board Paper Machine for U. S. S. R.)

日産 400 トンの クラフトパルプを食品用板紙に加工するために必要な、すべての機械類の製作が全 ソ連機械輸入公団から三菱グループに発注された。

機械類は三菱重工業が製作し、そのうち抄紙機はワイヤ幅 6,960 mm、抄紙速度 600 m/min で、ストックインレットを 2 個、カレンダー 2 セット、最終カレンダーの前にコータを備え、抄紙機の全長約 170 m という世界でも有数の設備である。

電機品は三菱電機にて製作した。電機品には紙料調整関係の交流電動機および交流制御盤、抄紙機およびワインダ用直流制御盤、操作盤等一式が含まれる。客先のつごうにより 6 kV の高圧盤のみはソ連にて製作される。

現地の事情からラインシャフト駆動は MG 方式を採用した。ヘルパとしては、ワイヤパート、プレスパート、ブレーカスタック、サイズプレス、No. 1 カレンダー、カレンダードライヤ、コータ、コータドライヤ、No. 2 カレンダーの九つのレオナードセットにより総数 22 台の直流電動機が駆動される。

制御用の増幅器には、極度の低温や、長距離の輸送に十分耐え、また寿命も永久的で保守が容易などの条件から、400 c/s の磁気増幅器を使用している。

速度制御の要求精度および組み合わせ試験の結果は下記のとおりである。

ラインシャフト

- 条件 ・ AC 電源電圧変動 $\pm 10\%$
- ・ AC 電源周波数変動 $\pm 2\%$
- ・ 負荷変動 $\pm 25\%$

上記三つの条件が同時に起こった場合に

- 要求精度 ・ $\pm 0.3\%$ at 600 m/min
- ・ $\pm 0.5\%$ at 400 m/min

- 試験結果 ・ $\pm 0.2\%$ 以下 at 600 m/min
- ・ $\pm 0.25\%$ 以下 at 400 m/min

カレンダードライヤ および コータドライヤ

- 条件 ・ AC 電源電圧変動 10%
- ・ AC 電源周波数変動 2%
- ・ 負荷変動 25%

上記三つの条件が同時に起こった場合に

- 要求精度 ・ 0.3% at 600 m/min
- ・ 0.3% at 200 m/min

- 試験結果 ・ 0.1% 以下 at 600 m/min
- ・ 0.03% 以下 at 200 m/min

いずれも要求精度を十分に満足する良好な結果を示している。

この機械の設置される場所はモスクワの北東約 1,000 km にあるシクティブカル (Syktyvkar) という町である。ウラジオストックに陸揚げされた機材は、シベリヤ鉄道によってウラル山脈の西側まで約 5,000 km の距離を列車輸送され、更にシクティブカルまで自動車輸送しなければならない。この輸送期間中には最低 -40°C の低温が予想されるため、すべての部品に -50°C の低温試験を行ないこれに耐えるものを使用した。また塗装と荷造りにも十分の注意を払った。

3.2.3 BKP プラント電機品 (Electric Equipment for BKP Plant)

3.2.2 項のフードボード抄紙機用電機品に関連して、1963 年に BKP (Bleached Kraft pulp) プラント用電機品一式をソ連に納

入した。機械は三菱重工業株式会社が製作納入し、当社が電機品の大部分とボイラ用送風機を製作した。

これらの設備はフードボード用設備と同じく、ソ連のカミー (KOMI) 共和国のシクティブカル (Syktyvkar) に設置されることになっている。

(1) 誘導電動機および制御装置

370 kW 12 極から 25 W 4 極までの誘導電動機 700 台あまりを製作した。これらの電動機の全容量は 26,000 kW に達しており、制御装置としてパワーセンタ 5 面、両面形コントロールセンタ 389 面、机形操作盤 16 面および 769 台の現場操作盤などを製作した。

図 3.3、3.4 はコントロールセンタおよび机形操作盤の外観を示す。

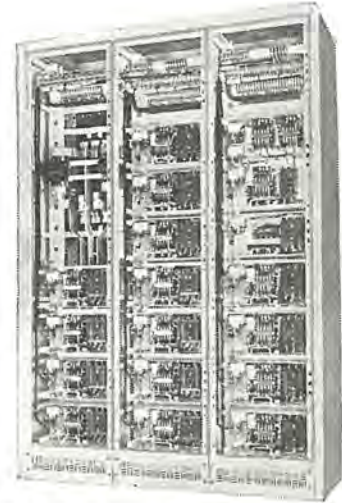


図 3.3 NC 形 コントロールセンタ
Fig. 3.3 Type NC control center.

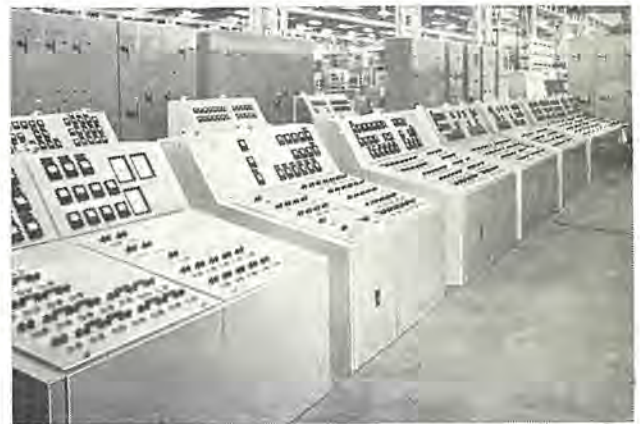


図 3.4 BKP プラント用コントロールセンタ机形操作盤
Fig. 3.4 Control desk E control center for BKP plant.

(2) NC 形 コントロールセンタの概要

一般に電動機を制御する場合にはノーヒューズシャ断器と電流開閉器を組み合わせ、ノーヒューズシャ断器は回路の短絡保護を行ない、電磁開閉器は電動機の起動停止を行なうとともに過負荷保護を行なう。この場合電動機の起動電流以内の電流については、電磁開閉器の熱動過電流継電器によって電動機および回路の保護をし、それをこえる電流については、電磁開閉器の熱動過電流継電器が動作する前にノーヒューズシャ断器が動作するような選定をする。NC 形コントロールセンタはこれらのノーヒューズシャ断器と電磁開閉器など

の組み合わせを基本とした自立閉鎖盤である。

コントロールセンタはノーヒューズシタ断器と電磁開閉器を組み合わせた電動機起動装置だけでなく、総括制御ないし自動制御用各種リレー類もユニット化して収容することができ、非常に融通性のあるものである。

コントロールセンタによる集中制御には次のような利点がある。

- (a) 電動機起動装置の集中制御は貴重な床面積と壁面積を節約し、かつ集中制御であるため管理と据付配線が容易となる。
- (b) コンパクトな構造とデッドフロントのため電氣的、機械的に安全である。
- (c) 標準寸法の採用により完全な互換性を持っており、かつ計画も非常に容易である。
- (d) 保守点検が容易であり故障が少ない。ユニットは引出し構造となっているから、万一故障を生じてもユニットの取り換えが簡単迅速にでき、かつ他のユニットに影響を与えない。
- (e) コントロールセンタには、通常 NFB と電磁開閉器を組み合わせた電動機起動装置が収容されており、回路および負荷の保護が確実にできる。

BKPプラントで使用したコントロールセンタは、NC23BD(高さ2,300mm、ケーブル下引込、両面形) L 系列(ユニット基準寸法360mm)である。この形式のものは最も一般的なものであって、電動機起動装置の集中制御としては貴重な床面積と壁面積の節約のために有用であり、また集中制御であるため管理が容易である。構造的にはこのように標準品を使用している。

電気回路方式は NF-600 AF(シタ断容量 40,000 A) を主シタ断器とし、各分岐回路のシタ断器は NF-100 AF-B を使用し短絡事故時のシタ断責務は主シタ断器の NF-600AF に持たせている。操作電源はコントロールセンタグループごとに操作電源トランスを持つ共通操作電源トランス方式である。

各ユニット(電動機起動装置)の制御は、机形操作盤と機械近傍に据え付けられる現場操作箱により行なわれ、整備点検時の危険防止のために、現場操作箱で操作場所を選定できるようになっている。本プラントでは電動機が過負荷または短絡事故で運転停止となると危険の伴うものが多いので、なんらかの事故によりノーヒューズシタ断器のトリップまたは電磁開閉器のトリップ時には、グラフィックパネルの赤色信号灯をフリッカさせ、かつ操作機のベルを鳴らして警報を発するようにしている。

コントロールセンタは電気室に設置され、机形操作盤は現場に現場操作箱は現場機械の近傍に設置されている。現場操作箱は本プラントの生産物の性質から、防食仕様となっている。

ソ連向けコントロールセンタは輸送距離が長く、かつ輸送時極寒にさらされるので、耐寒仕様と耐振動仕様をもって製作されている。盤内配線用として使用されるビニール被覆電線は、低温中でのゼイ(脆)化温度の低いものを使用しなくてはならない。ポリト、ビス類についても長時間の振動、衝撃を考慮したものでなければならない。塗装についても、ごく低温にさらされた場合の密着性、耐衝撃性が問題となるが、耐寒塗料としてはフタル酸樹脂塗料がすぐれている。ソ連では銅が貴重品である。したがって電線、ケーブル類にはアルミ線がもっぱら使用されているから、電機品のケーブルおよび電線の接続用端子はアルミ線の接続が可能なものでなければならない。

BKPプラント用コントロールセンタは、次のようなグループに分けられている。

- Dept. 2 Cooking
- Dept. 3 Washing
- Dept. 4 Screening
- Dept. 5 Bleaching
- Dept. 6 Screening after Bleaching
- Dept. 8 Evaporating
- Dept. 9 Chemical Soda Recovery Boiler Precipitator
- Dept. 10 Recausticising
- Dept. 25 Technological Process Equipment.

(3) ボイラ用送風機

ボイラ用各種送風機を製作納入した。BKPプラントで生じた廃液を燃料として使用するため、燃焼ガス中に亜硫酸ガスやボウショウ(芒硝)などの腐食性成分を多量に含有する。これらの成分が扇車などに着付しないように考慮が払われており、使用材料には耐食性を考えてステンレス鋼が使用されている。

(4) 押込用送風機

押込送風機は高い運転効率を誇る FA 形翼形送風機を使用し低騒音で運転されるように考慮された。軸受は自動調心形スリーブ軸受を、カップリングには、歯車式カップリングを使用して据付を容易にし、また、長期間過酷な使用に耐えるよう考慮して製作した。

風量制御はベーンコントロールにて行なっている。

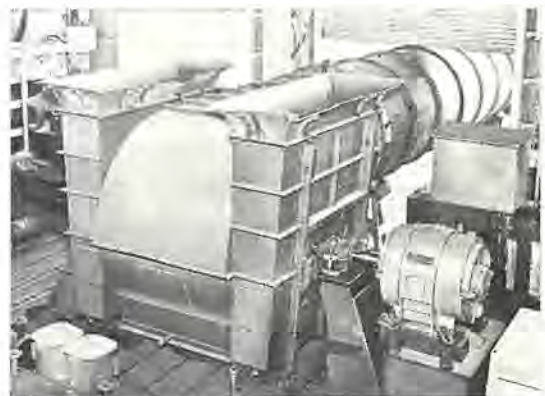


図 3.5 押込用送風機 (BKP プラント)

Fig. 3.5 Forced draft fan for BKP plant.

(5) 誘引用送風機

ラジアルチップ形の ID 形両吸込ターボベーン形送風機を使用し、風量制御はボイラ負荷が減少した場合の所要動力を小さくするためにベーンコントロールが用いられている。耐食性を重視し回転部分にはステンレス鋼が使用された。また、ボウショウが扇車に付着するのを防ぐためにボウショウ掃除装置を取り付けた。ボウショウ掃除装置は高圧水蒸気を使用し、ケーシング外から吹き付け、羽根の外周から掃除するとともに、吸込箱内からベーンコントロールの羽根および駆動機構部分の付着物を吹き飛ばし、ベーンコントロールが固着することを防ぐよう考えられている。

軸受は水冷式自動調心軸受を使用している。この軸受の冷却水ジャケットは軸受裏面に設けられているので、非常に冷却効果が良い。カップリングには油潤滑歯車式カップリングを使用し、据付を容易にしている。

(6) ガスファン

TV 形板羽根ターボファンで小形高速送風機である。軸受には玉軸受、カップリングには歯車式カップリングを使用している。

3.3 誘導電動機

Induction Motors

3.3.1 ソ連向け製紙工業用誘導電動機

Induction Motor for Paper Making for U.S.S.R.

昨年初めから本年前半にかけて、ソ連機械輸入公団向けに製紙工業用誘導電動機を3プラント分、総計93台を製作納入した。これらの電動機に直結駆動される抄紙機など機械類は三菱重工業三原製作所および広島造船所の設計製作によるものである。電動機

表 3.1 ソ連機械輸入公団向け納入誘導電動機 (NSP)

番号	出力 (kW)	形 式	ワタ番	電圧 (V)	周波数 (c/s)	極数	回転数 (rpm)	絶縁	回転子形式	用 途	台数
1	220	開放防滴 MKB	5076	6,000	50	6	1,000	B	カゴ	M-G	2
2	300	全閉外扇 MKT	5614	"	"	8	750	B	"	ルーツ	2
3	260	"	5014	"	"	6	1,000	B	"	"	2
4	220	"	"	"	"	8	750	B	"	ファイバーマスター	1
5	220	"	5013	"	"	6	1,000	B	"	ルーツ	8
6	186	"	5011	500	"	10	600	A	"	ファイバーマスター	8
7	150	SF-A	4568	"	"	8	750	A	"	ハイロバルバー	2
8	110	"	"	"	"	10	600	A	"	"	2
9	150	"	4560	"	"	6	1,000	A	"	ルーツ	4
10	110	"	"	"	"	8	750	A	"	"	2

表 3.2 ソ連機械輸入公団向け納入誘導電動機 (FBM)

番号	出力 (kW)	形 式	ワタ番	電圧 (V)	周波数 (c/s)	極数	回転数 (rpm)	絶縁	回転子形式	用 途	台数
1	370	全閉外扇 MKT	6413	6,000	50	8	750	B	カゴ	ファイバーマスター	1
2	300	"	5614	"	"	8	"	B	"	"	1
3	260	"	"	"	"	8	"	B	"	ポンプ	1
4	220	"	5013	"	"	6	1,000	B	"	ルーツ	5
5	190	"	"	"	"	6	"	B	"	"	3
6	150	SF-A	4560	380	"	6	"	A	"	"	2
7	110	"	"	"	"	8	750	A	"	ファイバーマスター	2
8	150	"	4060	"	"	4	1,500	A	"	ポンプ	1
9	110	"	4053	"	"	6	1,000	A	"	ハイロバルバー	3
10	90	"	"	"	"	8	750	A	"	"	3

表 3.3 ソ連機械輸入公団向け納入誘導電動機 (BKB)

番号	出力 (kW)	形 式	ワタ番	電圧 (V)	周波数 (c/s)	極数	回転数 (rpm)	絶縁	回転子形式	用 途	台数
1	370	開放防滴 MKB	6440	6,000	50	12	500	B	カゴ	I. D. F.	2
2	370	"	5084	"	"	4	1,500	B	"	ポンプ	4
3	260	"	5076	"	"	4	"	B	"	"	6
4	250	"	"	"	"	4	"	B	"	"	2
5	190	"	"	"	"	10	600	B	"	空機圧縮機	2
6	220	"	5068	"	"	6	1,000	B	"	F. D. F.	2
7	190	"	"	"	"	8	750	B	"	ポンプ	3
8	190	"	4576	"	"	6	1,000	B	"	"	5
9	190	"	"	"	"	4	1,500	B	"	Knot Refiner	2
10	190	"	"	"	"	6	1,000	B	"	ポンプ	4
11	150	SB	4053	380	"	6	"	A	"	"	1
12	190	全閉外扇 MKT	5012	6,000	"	4	1,500	B	"	"	2
13	150	SF-A	4560	380	"	6	1,000	A	"	"	3

の設計にあたっては輸送中に -50°C のシベリア寒冷地帯を通過するので構造および絶縁材料に対して耐寒性を考慮した。また長距離の輸送なので敷重なコン包を施しその安全を計っている。

表 3.1, 3.2 および表 3.3 にそれぞれソ連 (NSP), (F. B. M.) および (B. K. B.) 向けの各誘導電動機の仕様を表示した。(図 3.6 3.7 および 図 3.8 参照)



図 3.6 開放防滴 220kW MKB 5068 6,000 V 50 c/s 6 P 1,000 rpm
Fig. 3.6 MKB 220 kW open dripproof motor.



図 3.7 全閉外扇 300kW MKT 5614 6,000 V 50 c/s 8P 750 rpm
Fig. 3.7 MKT 300 kW totally enclosed fan cooled motor.



図 3.8 全閉外扇 150kW SF-A 4560 380 V 50 c/s 6P 1,000 rpm.
Fig. 3.8 SF-A 150 kW totally enclosed fan cooled motor.

3.3.2 ゴア向け三相誘導電動機 (Three phase Induction Motor for Goa)

鉱石運搬用として、昭和 32 年 8 月に表 3.4 に示す容量のものを納入した。

連続定格で速度制御を広い範囲で行なうのでモータの構造を強制通風形として小形化している。空気対空気の冷却器をモータ本体の上に設け、強制通風のファンで内気、外気を循環させているので、モータ本体の回転数に関係なく冷却は非常によい。

またスリッパリング部の点検を容易にするために、ブラケットの上半部に有機ガラスの窓を設けている。(図 3.9 参照)

表 3.4 ゴア向け鉱石運搬用三相誘導電動機 (住友機械経由)

番号	出力 (kW)	形 式	ワタ番	電圧 (V)	周波数 (c/s)	極数	回転数 (rpm)	絶縁	回転子形式	用 途	台数
1	200	全閉冷却器付強制通風形 MST	10-32-16	400	50	10	600	B	巻線形	リクレーマー	1
2	100	"	10-25-15	"	"	"	"	"	"	クレーン	3

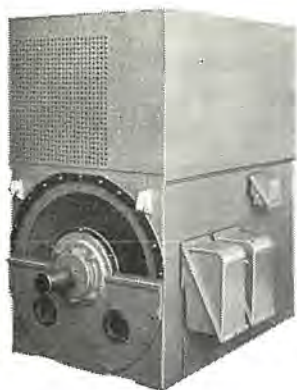


図 3.9 ブラジル向け 200 kW
10 極巻線形全閉冷却器付
強制通風形 400 V 50 c/s

Fig. 3.9 200 kW wound
rotor type totally enclosed
fanned ventilation type
motor exported to Goa.

3.3.3 インド (Durgapur) 向け火力発電所補機電動機 (Auxiliary Motor of Thermal Power Station for India (Durgapur))

Durgapur 地方開発計画の一環として建設されている西ベンガル州公営 66,000 kW 火力発電所に、下記の補機電動機を 1964 年に納入した。

これらの電動機は、いずれも B 種絶縁であるが、熱帯地方の特殊条件を考慮して温度上昇限度を 55°C に押え、耐湿性にすぐれた絶縁処理を施している。

なお、スイッチギヤ関係はジームス社が担当したため、ジームス社と技術的折衝を重ねつつ上記電動機を完成した点も一つの特色である。

表 3.5 インド (Durgapur) 向け火力発電所補機電動機

出力 (kW)	電圧 (V)	周波数 (c/s)	極数	同期 回転数 (rpm)	形 式	台数	用 途
280	6,000	50	4	1,500	MKT-W	2	強圧通風機
360	6,000	50	10	600	"	2	誘引通風機
450	6,000	50	6	1,000	MKT	4	石炭ミル

3.3.4 インド政府向け誘導同期電動機 (Induction Motor for India)

昭和26年7月、当社神戸製作所で製作した 20,000 kVA 同期調相機とともに、その起動用として 1,500 HP 三相誘導同期電動機をインド政府へ納入した。

仕 様

容 量	1,500 HP
形 式	MSB-DP 片軸受
ワッ 番 号	8-53-21

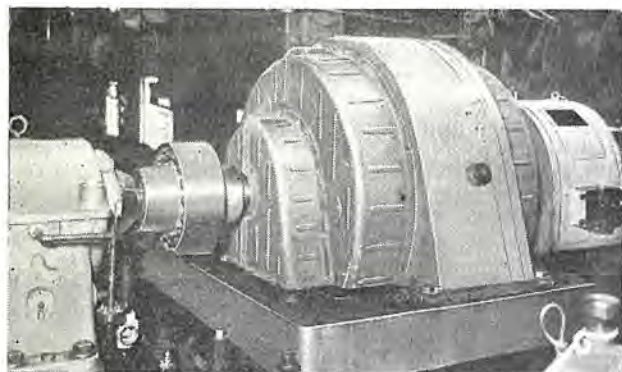


図 3.10 インド向け 1,500 HP 三相誘導同期電動機
(3,300 V 50 c/s 740 rpm 閉鎖管通風形)

Fig. 3.10 1,500 HP induction synchronous motor
for India.

電 源 3,300 V 50 c/s
励磁電圧 50 V
回 転 数 8 極 740 rpm
規 格 AIEE

3.3.5 ブラジル ウジミナス向けプレートミル用電動機 (Plate Mill Motor for Brazil Usi Minas)

昭和 36 年 ウジミナス 向け プレートミル 用として、イルグナー用 7,000 HP 1 台、4,000 HP 1 台、ディスクリングポンプ用 1,500 HP 2 台を含む 16 台の三相誘導電動機を納入した。(図 3.11 および 図 3.12 参照)

仕 様

イルグナー用 7,000 HP 1 台
11,000 V 60 c/s 14 P 508 rpm
防滴保護他力通風形 MSB-P 14-105-34
イルグナー用 4,000 HP 1 台
11,000 V 60 c/s 14 P 505 rpm
防滴保護他力通風形 MSB-P 14-84-34
ディスクリングポンプ用 1,500 HP 2 台
3,300 V 60 c/s 2 P 3,560 rpm
防滴保護形 MSB 2-36-24
ほか 12 台

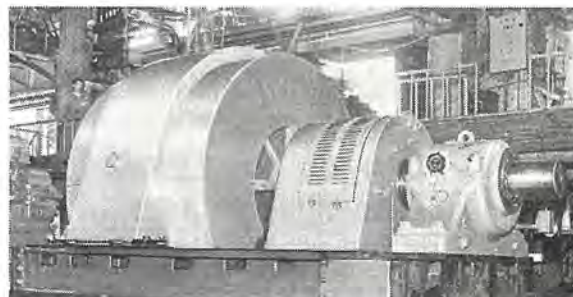


図 3.11 イルグナー用 4,000 HP 三相誘導電動機
11,000 V 60 c/s 14 P 505 rpm
防滴保護他力通風形 MSB-P 14-84-34 フレーム

Fig. 3.11 4,000 HP induction motor for use with
Ilgner system.

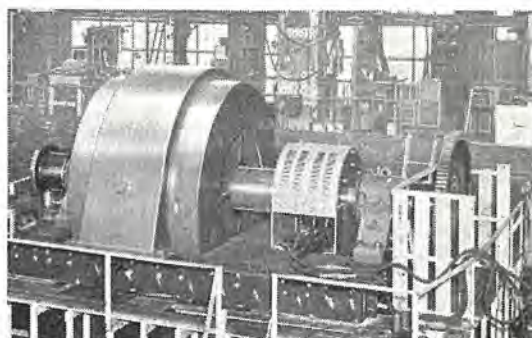


図 3.12 イルグナー用 7,000 HP 三相誘導電動機
11,000 V 60 c/s 14 P 508 rpm
防滴保護他力通風形 MSB-P 14-105-34 フレーム

Fig. 3.12 7,000 HP induction motor for use with
Ilgner system.

3.3.6 東パキスタン、ダウッド レイヨン向けターボ 冷凍機 用三相誘導電動機 (Three Phase Induction Motor for Turbo Refrigerator of East Pakistan Dawood Rayon)

形 式 MSB-H形 (巻線形回転子、消音器付) 4838 F

表 3.6 仕 様

番号	輸 出 先	出 力 (kW)	形 式	ワッ ク番	電 圧 (V)	周波数 (c/s)	極 数	回転数 (rpm)	絶 縁	回転子 形 式	用 途	台数
1	パキスタン政府	140	閉鎖通風形 MS	3242	400	50	6	1,000	A	巻線形	循環水ポンプ	1
2	パキスタン マシナエレクトリック サプライ社	160	閉鎖通風形 MS	3256	"	"	8	700	"	"	"	1
3	エジプト政府	200	冷却管付全閉 外扇形 MKT	4802	380/660	"	2	1,500	"	カゴ形	3,300 kW T/G 補機 給水ポンプ	2
4	"	110	全閉外扇形 MKFC	3254	"	"	6	1,000	"	"	3,300 kW T/G 補機 誘引通風機	3
5	エジプト政府 Sugar plant	130	閉鎖通風形 MKEV	867	"	"	"	"	"	"	ポンプ	2
6	"	110	全閉外扇形 MST-W	5002	"	"	12	500	"	巻線形	ゲージ、レベル	1
7	"	300	全閉外扇形 MST	6403	"	"	"	"	"	"	Secondary, Revolving Knives	1
8	"	110	閉鎖通風形 SB	4053	"	"	6	1,000	"	カゴ形	Injection Water Pump	2

仕 様 420 kW 6,000 V 50 c/s 2 P B(DR) 絶縁

構造は角形 フレーム の上部に サイレンサ を載せた国内向け同用途の モータ とほとんど変わらないが、固定子コアと軸受測温用温度計を装備している。

3.3.7 その他 (Others)

前項までは、輸出実績の代表的な誘導電動機について紹介したが、このほかに パキスタン および エジプト にも多数輸出されている。表 3.6 に一括してその仕様の概要を示した。

3.4 同期電動機

Synchronous Motors

同期電動機の輸出は プラント 輸出の一環として行なわれる場合が多い。

セメントプラントのセメントボールミル駆動用として神戸製鋼を通じて台湾の嘉新セメント、アジアセメントにそれぞれ2台ずつ電磁クラッチ付同期電動機を製作納入した。ボールミルに使用される電動機には、起動トルク 175%、引込トルク 110% のような過酷な起動条件が課せられ、適用される同期電動機は重負荷起動用として特殊な形式のものが使用される。重負荷起動用同期電動機として低速機では電磁クラッチ形、固定子回転形、相巻線形起動巻線付などの諸形式が使用され、当社は電磁クラッチ形が重負荷起動用同期電動機の標準として国内に多数納入してきた。

電磁クラッチ形は他の形式に比較して多くの利点を有し、嘉新セメント、アジアセメントから電磁クラッチ形の指定があり、製作経験の豊富な当社が受注したものである。おもな仕様は下記のとおりである。

納 入 先	台湾 アジアセメント、嘉新 セメント	
用 途	セメントボールミル 駆動用	
出 力	750 kW	電 圧 3,300 V
相 数	3	周 波 数 60 c/s
回 転 数	200 rpm	極 数 36
力 率	0.8	製 作 台 数 4 台
形 式	開放自己通風両軸受形、電磁クラッチ付重負荷起動用	

製鉄用 プラント としてはブラジル、ウジミナス製鉄所にプレートミルの粗圧延、仕上圧延補助レオナード用 MG 駆動用として 800 HP 製鉄用同期電動機6台を納入している。

300% の脱出 トルク を持たせていること、制動（起動）巻線に耐熱性特殊銅合金を使用していること、最新の合成樹脂系サーモセットワニスを使用した完全 B 種とし、しかも温度上昇を 50°C 以下に押え、125% 過負荷2時間にも十分耐えるような製鉄用として信頼度の高い設計となっている。おもな仕様は

納 入 先	ブラジル ウジミナス 製鉄所	
用 途	プレートミル 補助ライン 用	
出 力	800 HP	電 圧 3,300 V
回 転 数	1,200 rpm	周 波 数 60 c/s
極 数	6	相 数 3



図 3.13 台湾 アジアセメント 向け 750 kW (ボールミル 駆動用) 電磁クラッチ 同期電動機

Fig. 3.13 750 kW synchronous motor with magnetic clutch for ball mill.

表 3.7 ヲ連向け製紙 プラント 用同期電動機

	出力 (kW)	電圧 (V)	周波数 (c/s)	極数	回転数 (rpm)	力率	台数	用 途	納入 年度
ニュース プリント紙	1,300	6,000	50	6	1,000	0.9	6	MG	37
	670	"	"	"	"	"	2	MG	37
フードボード	1,200	6,000	50	6	1,000	0.8	2	MG	39
	500	"	"	6	1,000	"	1	MG	"
	300	"	"	4	1,500	"	2	MG	"
	220	"	"	4	1,500	"	1	MG	"
	450	"	"	8	750	"	6	リフィナー	"
	450	"	"	10	600	"	8	リフィナー	"
	340	"	"	3	428	"	3	ジョルダン	"
	450	"	"	12	500	"	1	ファンポンプ	"



図 3.14 ソ連向け フードボードプラントデスクリファイナー 駆動用
450 kW 同期電動機

Fig. 3.14 450 kW synchronous motor for double disk refiner.

力 率 0.8 進み 製作台数 6 台
形 式 開放管他力通風形, 固定子移動装置付

製紙プラントとしてはソ連にニュースプリント紙プラント用およびフードボードプラント用として表 3.7 のごとき同期電動機を納入した。

ソ連向けのものは、いずれも全電圧起動であるため、極力起動 kVA を減少せしめるように特殊設計が行なわれている。また 4 極 1,500 rpm 機は機械的に堅固なソリッドポールタイラを採用した。フードボードプラントのファンポンプ用 450 kW 機は、同期電動機としては珍しく防食の点から全閉外扇形を採用した。

またいずれの電動機もソ連の地理的条件を考慮して、耐寒性 (-40°C) に十分考慮を払った材料および構造を採用している。

3.5 標準モーター

Standard Motor

貿易の自由化に伴い、外国製モーターが国内でも見られるようになり、わが国の輸出も年を追うに従い盛んとなってきたが、標準モーターの輸出はまだ海外市場開拓の段階にある。

たとえば、38 年 1 年間の標準モーターの輸出状況は、全国合計で単相モーター 13,090 台、三相モーター 7,310 台ときわめて少なく、同年国内電機メーカで販売された標準モーターの合計のわずか 1.8% (単相)、0.5% (三相) に過ぎない。

こうした現況の標準モーターの輸出において当社の占める割合は、38 年 1 年間で単相モーター約 6,380 台、三相モーターで 1,110 台で、それぞれ輸出された標準モーター全国合計の約 49% (単相)、15% (三相) と比較的大きな部分を占めており、その輸出先は主としてパナマ、香港および沖縄など東南アジアである。

このように標準モーター単体での輸出は、国内電機メーカの生産性向上による在庫過剰、供給過剰を解決する道として今後の課題となっているが、これら標準モーターのほか、輸出ボール盤、その他輸出プラントに付属し海外への進出も行なわれており、今後この方面での海外市場開拓に大いに期待が持たれる。

3.6 クラッチモーター

Clutch motors

クラッチモーターは、おもに工業用ミシンの動力源として縫製工業を中心に伸びてきた。当社クラッチモーターの 30 年余の生産実績は国内縫製工業の発展と密接に関連し、各種縫製機械の発達とその近代化に寄与してきたことを如実に物語っている。

そしてこれらの実績と経験の上に、さらに新しい改良研究を重ね、常によりすぐれたクラッチモーターを提供している。

また海外においても縫製工業の発達は目ざましく、ミシンとともに相当数輸出され、とくに香港には長い輸出実績をもっている。

他方縫製工業以外の一般産業機械の分野でも、クラッチモーターのすぐれた特性が認識され新しい用途が開かれつつある。

当社の CA、CB 形シリーズの新形クラッチモーターは最近の縫製工業の高度化、多様化に十分こたえることのできるもので、工業用ミシンの動力源として理想的である。とくに鋼板フレームによる軸流形の通風方式の採用とあいまって大幅に小形化、軽量化され、ベルト張力を調整できるスライドベースやランプ用低電圧口出線を設けるなど、デザイン、機能および性能の面で著しく改善されている。さらにクラッチ摩擦部分には、定評のある独自のアスベスト系ゴムロール材を全シリーズに採用している。おもな機種として、CA 形シリーズ (単相) として 200 W 2 P、4 P; 250 W 2 P、4 P; CB 形シリーズ (三相) として 200 W 2 P、4 P; 250 W 2 P; 400 W 2 P; SN 形シリーズとして単相 100 W 2 P、400 W 2 P; 三相 400 W 4 P がある。



図 3.15 CB-252 形 スーパーライン C クラッチモーター
三相 250 W 2 極 (新製品)

Fig. 3.15 Type CB-252 250W Super-Line-C clutch motor.

3.7 特殊電動機

Special Motors

3.7.1 Indian Supply Mission 向け電動機 (Motors for Indian Supply Mission)

インドの New Delhi に設置される 36.6 MW Steam power plant の補機電動機として、特殊な構造のものを含めて、1962 年に 54 台製作した。電源は、112 kW 以上は 3φ、3,000 V 50 c/s、112 kW ~ 0.37 kW は 3φ、400 V 50 c/s、0.37 kW 以下は、1φ 230 V 50 c/s で、電動機の特性は、NEMA 規格によっている。据付場所がインドのため、一般の国内規格より 10°C 高い 50°C の周囲温度になったが、A 種絶縁、B 種絶縁ともに十分余裕のある設計内容を考えている。とくに全閉形の B 種絶縁に関しては、温度上昇値を規格限度より 10°C 低い値に押え、十分な電動機的安全性を考慮に入れ、またグリスも耐熱性のよいシリコングリスを使用している。3,000 V 級屋外形構造のものについては、電動機の呼吸作用による電動機コイルの吸湿を防止するために、単相のスペースヒータを内蔵し、またアース端子は、Indian Electricity Act に基づいた構造のものを、端子箱内部およびフレームの脚部の 2 箇所に取り付けている。

代表的なものの仕様をあげると

75 kW 3,000 V 1,500 rpm 全閉外扇立形、B 種絶縁
 スラスト 0.65 t Caisson Pump 2 台
 75 kW 400 V 1,500 rpm 開放保護立形、A 種絶縁
 スラスト 3 t 油溶潤滑 Condensate Pump 2 台
 112 kW 3,000 V 3,000 rpm 開放保護横形 A 種絶縁
 Five water pump 1 台

などであり、合計 56 台である。

3.7.2 USSR News Print Paper M/C 向け電動機, USSR Food Board M/C 向け電動機および USSR BKP Plant (Bleached Sulphate Pulp Mill) 向け電動機 (Motors for USSR News Print Paper M/C, USSR Food Board M/C and USSR BKP Plant)

USSR 機械輸入公団から、三菱重工業(新三菱重工および三菱造船)と共同受注した、プラントの補機電動機であり、News print paper M/C 向けには、1962 年 8 月から 12 月にかけて、270 台製作し、Food Board M/C 向けおよび BKP plant 向けには、1963 年月中旬から年末にかけて、合計 730 台製作納入を完了した。現地で使用されるケーブルサイズにより決まった USSR 指定の特殊な端子に合致し、さらに スタッド 構造にするために、標準の端子箱に比較して、端子箱は相当大形なものになっている。軸受は、スベリ軸受は使用せず、開放形の ローラーベアリング か、ボールベアリング かのどちらかを採用している。設置される場所が、寒冷地であること、出荷船積み後、現地で相当長期間保管されるという条件により、グリスの種類、潤滑 オイル および加工部の重要箇所を使用する防シヨウ油の種類には十分な注意を払い、さらに コン包に際しては目張り、防湿剤などにより、万全の処置を行なっている。

電動機は全数 ジカ 入れ起動のものであり、特性は日本規格になっている。なお、電動機は新 JEM 寸法によった標準寸法のものに統一している。

News print paper M/C 向け電動機は、電圧 500 V 50 c/s であり、ソリカムスク 地区に設置されるものである。

代表的なものの仕様をあげると

125 kW 500 V 1,500 rpm 開放保護横形 A 種絶縁
 Line shaft Ex. Set 2 台
 125 kW 500 V 1,500 rpm 全閉外扇横形 A 種絶縁
 Stock pump 2 台
 110 kW 500 V 1,500 rpm 全閉外扇横形 A 種絶縁
 Shower pump 2 台
 96 kW 500 V 1,500 rpm 全閉外扇横形 A 種絶縁
 Water pump 4 台

などであり、合計 270 台である。

Food Board M/C 向け電動機は、電圧 380 V、周波数 50 c/s であり、能力は 400 t/日の パルプ から紙 カッウ などを製作する機械であり、ドラリヤンカ 地区に設置されるものである。

代表的なものの仕様をあげると

110 kW 380 V 3,000 rpm 開放保護横形 A 種絶縁
 Cooling Fan 1 台
 110 kW 380 V 1,500 rpm 開放保護横形 A 種絶縁
 Supply Fan 1 台
 110 kW 380 V 1,500 rpm 全閉外扇横形 A 種絶縁
 Shower pump 1 台
 95 kW 380 V 1,000 rpm 全閉外扇横形 A 種絶縁
 Stock pump 3 台

などであり、合計 201 台である。

BKP Plant 向け電動機 Food Board と同様、電圧は 380 V、周波数は 50 c/s であり、能力 1,000 t/日の Food Board の前工程にあり亜硫酸漂白 パルプ を作る機械である。したがって、Food Board M/C よりは、使用ふんい気は好ましくないために、塗装方法、材料および名板材質などに防食の考慮を払っている。なお設置される場所は、Food Board と同様、ドラリヤンカ 地区である。

代表的なものの仕様をあげると

150 kW 380 V 1,500 rpm 開放保護横形 A 種絶縁
 Pulp pump 2 台
 130 kW 380 V 3,000 rpm 全閉外扇横形 A 種絶縁
 White water pump 2 台
 125 kW 380 V 1,500 rpm 開放保護横形 A 種絶縁
 Pulp pump 1 台
 110 kW 380 V 3,000 rpm 開放保護横形 A 種絶縁
 White water pump 4
 110 kW 380 V 1,000 rpm 開放保護横形 A 種絶縁
 Black Liq. pump および Pulp pump 12 台
 110 kW 380 V 1,500 rpm 開放保護横形 A 種絶縁
 Black Liq. pump および Pulp pump 6 台
 95 kW 380 V 1,000 rpm 全閉外扇形 A 種絶縁
 Pulp pump 2 台

などであり、合計 529 台である。

3.7.3 三菱重工長崎造船所経由インド Jayanti Shipping Co. 向け 32,250 トン Diesel Bulk Carrier 用電動機 (Motor for 32,250 t Diesel Bulk Carrier for Jayanti Shipping Co., India)

船用三相誘導電動機標準仕様 (JEM-R) 寸法に基づき、1963 年に 8 船合計 192 台を製作した。規格は Loyd's Resister of Shipping によっており、周囲温度は標準より 5°C 高い 45°C であり、絶縁は A 種絶縁を採用しているが、長期間にわたる熱帯地域の航海に対しても十分なように、耐湿、耐油、耐塩性を有したすべての処置を施している。端子箱構造は、防水構造の船用電線普通金物を付し、端子は船用締付形 SN 端子を採用し、また電動機の内部への出入口には、ネズミの侵入を防ぐ、防ッ 構造を施している。この種船用電動機は、据付面積の関係から中容量以上のものになると、立形構造のものが、必然的に多くなってくる。

代表的なものの仕様をあげると

60/18 kW 440 V 1,800/1,200 rpm 開放保護立形 A 種絶縁
 Main Ballast & Bilge pump 16 台
 60 kW 440 V 1,800 rpm 開放保護立形 A 種絶縁
 Main Ballast & Bilge pump 16 台
 55 kW 440 V 1,800 rpm 開放保護立形 A 種絶縁
 Cooling sea water pump 16 台
 40 kW 440 V 600 rpm 開放保護横形 A 種絶縁
 Starting air compressor 16 台

などであり、合計 192 台である。

3.7.4 USA, Esso 社向け 6,500 トン Steam-turbine Bulk Oil Carrier 用電動機 (Motor for 6,500 t Steam-turbine Bulk Oil Carrier for USA Esso)

USA, Esso 社から三菱重工神戸造船所が 1963 年に受注した 6,500 トン タンカー の補機電動機である。この電動機の特長性は、機械構造部分の フレーム、ブラケット を、ASTM 395 (60-45-15) の性

能を満足する材質の限定をうけたため、鋳物の伸びのよいダクタイル鋳鉄を使用していることである。この鋳鉄は、普通電動機のフレーム、ブラケットに使用しているネズミ鋳鉄と異なり、球状黒鉛鋳鉄に属しているため、在来の電動機の本形構造では製作できず、型を特殊に変更して製作した点が変わっている。さらに電動機の内気圧と外気圧を均一にするためと、外部からの浸水を防止するために、特殊な breather plugs を付けたことと、ベルト駆動のものおよび直結のもので、容量の大きなものについて、軸受を複列アンギュラ形ボールベアリングにしたことも特異点である。

規格は American Bureau of Shipping を満足するものであり、周囲温度 50°C、B種絶縁の電動機である。

代表的なものの仕様をあげると

37 kW	440 V	1,800 rpm	全閉外扇立形	B種絶縁
Main condenser pump 2 台				
37 kW	440 V	1,800 rpm	全閉外扇立形	B種絶縁
Bilge & General service pump 1 台				
33 kW	440 V	1,200 rpm	全閉外扇立形	B種絶縁
Lubricating oil pump 2 台				

などであり、合計 42 台である。

3.7.5 ブラジル ウジミナス製鉄向け電動機 (Motor for Usiminas Steel Manufacture Co., Brazil)

ブラジル 合衆共和国に建設される株式会社 ミナス、ジェライス 製鉄所の交流補機用電動機は日本ウジミナス 株式会社指定の一般仕様書、電気品仕様基準、鋼材加工標準仕様書、塗装彩色基準、一般包装仕様書などにしたがって製作された。その仕様の内とくに一般はん用電動機と異なっているところは使用材料において「ネズミ 鋳鉄品は JIS G 5501-1956 による 4 種 (FC 25) を使用すること。また防 しょう 要領では「すべての仕上加工面には防 しょう 処理をすること」。ボルト、ナット 類は「アメリカ規格 ASA B-18.2-1941 に従って製作したものを用いること」そのほか塗装については輸出品処理の上にさらに高温に対する処置として「下塗りは鉛丹 (光明丹) よりなる防 しょう 塗料を施し、仕上げは 2 回塗りのこと」の指定であった。電気特性では国内規格 JIS, JEM によればよいが、とくに過負荷耐量として定格容量の 200% 1 分間の規定がある。提出図書類にも紙質、メカ指定などの細い指示があったが、すべての材料、加工、コン包にいたるまで十分検討吟味を加えて製作した。製作台数約 80 台を 1960 年に納入したがおもな電動機の仕様は次のとおりである。

ファン 用	全閉外扇形	MKFC 形	50 HP	4 P
ポンプ 用	"	"	20 HP	8 P
コンプレッサ 用	全閉外扇形	SF-A 形	10 HP	4 P
440 V 60 c/s B 種絶縁				

3.8 電解加工機

Electrolytic Processing Machine

電解加工機は電気分解現象を金属の加工に応用して、セン (穿) 孔、型掘りなどの型製作、および部品の成形加工を行なうものである。当社では現在、MC 50 V 形 (最大電流 5,000 A) および MC 20 V 形 (最大電流 2,000 A) の 2 種の電解加工機を製造、販売している。MC 20 V 形電解加工機は 38 年 4 月、東京で開かれた国際見本市にはじめて出品されて好評を得たが、それから半

年前、37 年 10 月の大阪工作機械見本市に MC 20 V の前身である MC 10 V 形 (最大電流 1,000 A) 電解加工機が出品されて、国内はもとより欧米諸外国から非常に注目を浴びた。このような状勢のもとで、38 年 7 月、MC 20 V 形電解加工機がソ連機械輸出公団の手で、ソ連国内の某研究機関へ輸出された。

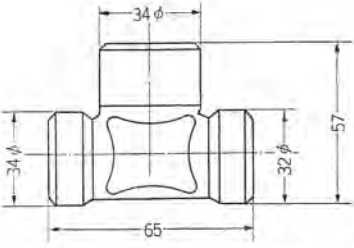
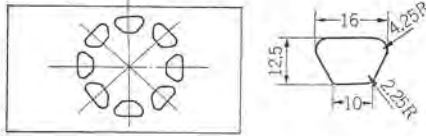
MC 20 V 形電解加工機の最も特長とするところは、高圧ガスを電解液に噴入して加工する方式を採用したことで、これまで電解加工の欠陥とされた加工物の仕上面に生ずる放射線状の条コンを取り除くことに成功し、仕上面が非常にきれいになった。また、高圧ガスの噴入により、従来加工困難とされていた形状の加工が多数可能になってきた。本機の加工量は加工物が鉄の場合、35 g/min となっており、従来の放電加工機に比べて、数十倍の加工速度を持ち、条件により仕上面アラサは 3~10 $\mu\text{H max}$ となっている。クリアランスは片側 0.1~0.3 mm、バラツキ $\pm 0.05\text{ mm}$ と放電加工の精加工に比べてかなり劣るが、とくに精密な加工を要するものについては、放電加工機を併用することにより、電解加工の高速度加工と、放電加工の高精度加工の両者を生かすことができる。

電解加工の安定性を左右する電極の送り込みは、当社製の高性能油圧サーボバルブを使用した、油圧サーボ方式により常に極間距離を適正に保つので、ほかの送り込み方式では得られない良好な送り込みが可能である。電極から被加工物に吹きつけられる高圧の電解液によって、機械本体は大きな反力を受け、場合によっては電極に振動を生じスパークを引き起こす。この可能性をなくするため機械本体は十分な剛性が与えられている。

また、電解液の飛散を防ぐため、本機は独特の防水構造を持った加工タンクを設け、その中で加工を行なう。加工タンクの前面には透明窓のついた前開きトビラが付いている。また加工タンク内には加工物の取り付け、心出しなどの作業に十分な明るさを持つ防水装置付のケイ光灯を設置してある。この照明は前面トビラの透明窓とともに、加工状態を監視するのに便利である。電極の上下運動は加工中のサーボ送りのほかに、非加工時の早送りもできる。上下ストロークは 200 mm で、さらに加工深さ調整、心合わせなどを便利に行なうために、10 mm の微動手送り装置が付いている。また、サーボ送りの状態は、いつもインジケータで見ることができるので、加工状態の良否がただちに判別される。また、電極送り込み寸法読み取りに便利なスケールもついており、あらかじめ設定された加工深さで、自動的に加工を停止し、早帰りで電極を上昇させることもできる。加工物は加工タンク内のテーブルに取り付けられたまま左右に 280 mm、前後に 200 mm 移動できるので分割加工に便利である。加工操作に必要な押しボタン、塩水およびガス調節弁、指示計類はすべて機械前方の操作盤に集められており、機械の操作性をさらに高めている。

電解加工により発生する水素ガスは、十分な能力を持つ排気ファンで引き出すので、爆発の危険性は全然ない。電解加工に必要な直流電源は主変圧器とシリコン整流器から構成されるが、加工電流を調整し、安定な動作と加工精度をあげるため、主変圧器の一次側にそう入した可飽和リアクトル、シリコン制御整流素子 (SCR)、三菱トランジスタリレーによって加工電流を一定とする制御を行ない、電極の両端から加工電圧を検出し、油圧サーボ系で電極の自動送りを行ない、加工電圧一定の制御もしている。これらの加工電圧、加工電流はツマミを回すだけで簡単に設定でき、可変抵抗器以外はすべて無接点化されているので長寿命で保守の心配がない。

表 3.8 タン造型と抜型の加工時間の比較

(a) タン造型			(b) 抜型		
					
一般ナライ加工	放電加工	電解加工	一般機械加工	放電加工	電解加工+放電加工
1. 雄型製作 8h 2. 雌型製作 4h 3. ナライブライスによる型掘り加工 上型 10h 下型 10h 4. 手仕上げによる仕上げ加工 上型 2h 下型 2h 計 36h 備考 焼入れによる焼入ヒズミは避けられない	1. 雄型電極製作 (上型, 下型各 3 個で計 6 個人用) 8h×6=48h 2. 放電加工 (上, 下) 10h×2=20h 計 68h 備考 焼入後加工のため焼入ヒズミはない	1. 雄型電極製作 1 個 8h 2. 電解加工 (上, 下) 0.5h×2=1h 3. 手仕上げによる仕上げ加工 (上, 下) 0.2h×2=0.4h 計 9.4h 左と同じ	1. 形削り盤による素材荒削加工 3.0h 2. 切断加工 0.3h 3. 鋼刃のナライ研磨加工 24.0h 4. 焼戻手仕上げ加工 3.0h 計 30.3h 備考 鋼型であるため型の寿命は一つものより短い	1. ボール盤による孔明加工 0.4h 2. 堅形削盤による荒削加工 5.0h 3. 電極製作加工 (雄型に電極をはりつけるための時間) 3.0h 4. 放電加工 8.0h 計 16.4h	1. 電解加工用電極製作 時間 0.5h 2. 電解加工 1.5h 3. 放電加工用電極製作 (前と同じ) 3.0h 4. 放電加工 8.0h 計 12.0h

電解加工機の工具は原理的にはまったく摩耗損消がないことが特長であるが、加工液の汚損、工具の形状などにより工具、被加工物間の アーク 短絡現象が生じ工具をそこなうこともある。この電源はこのような点を考慮しあらゆる事故に対する各種保護装置を装備しだれでも容易に使えらる構造になっている。MC 20 V 形電解加工機の総入力力は三相、AC 200/220 V、50/60 c/s、42 kVA で最大出力は DC 20 V、2,000 A である。加工液の浄化法にはタンク内での自然沈降を利用する方法と遠心分離機による方法の 2 種が開発されており、客先の要望により、いずれの型も注文に応じうる。三菱電解加工機の経済性の良さは「第 1 に加工速度が早いこと、第 2 に材質 (鋼、ステンレス鋼、工具鋼、磁石鋼) と硬度に関係なく加工できること、第 3 に電極の消耗がないこと、第 4 に電極材料は黄銅、鉄、銅などを使用するが、その材質にはあまり制約されないこと」などである。今タン造型と抜型について、その加工時間を比較すると表 3.8 のようになる。

複雑な形状の加工で クリアランス を均一に保つには、加工液の噴出口の形状に十分注意することのほかに、電極の分割、絶縁当て板の使用などを適宜に行なうことが必要で、電極の設計技術および分割加工などの加工技術の向上が望ましい。

3.9 工作機械用電機品

Electric Apparatus for Machine Tools

最近の工作機では、高効率高精度のものが要求されリアクトル制御による AC 駆動方式、あるいはワードレオード方式による DC 駆動方式が採用される場合が多く、これらは工作機メカ経由で諸外国にも輸出されており、そのおもなものは次のとおりである。

(1) MIB 複合工作機用電機品

三菱重工業に納入している MIB 複合工作機は業界にさがけて、完全な直流化を実施した工作機で、1961 年以来 100 台余を製作、国内、のほかイギリス、フランス、カナダ、ノルウェー、インドなど諸外国にも輸出された。この機械の主軸は 6~3,400 rpm の間が無段で得られるよう計画されている。すなわち、ワードレオード制御による 18 kW 85~3,400 rpm の直流電動機 (電圧制御範囲 85~1,500 rpm、界磁制御 1,500~3,400 rpm) と 1 段の歯車によってこの速度範囲が与えられる。送りは機械 1 台に対し 3~4 台のレ



図 3.16 三菱電解加工機 MC-20 V

Fig. 3.16 Mitsubishi Dia sinker type MC-20 V.

オード制御による直流電動機によって駆動され 0.64~1,600 mm/min の無段の切削送りおよび 2,200 mm/min の早送りが 1 段の歯車併用で行ないうるよう計画されている。この電動機の定格は 5 kW、45~2,400/3,200 rpm で切削送りの 45~2,400 rpm は電圧制御、早送りの 3,200 rpm は界磁制御で行なわれる。主軸および送り用電動機は 200 rpm 以上の速度では速度変動が 5% 以下となるよう特殊設計が施されている。

このような広範囲の運転範囲を持つ電動機は、振動に対し十分吟味された設計としてあるほか、電氣的、機械的強度が大きく GD^2 を減じて制御性のすぐれた設計を採用している。これら電動機の電源は、主軸用 1 台、送り用 2 台、定電圧電源 1 台、および駆動用 IM 1 台からなる共通軸、共通 2 つのコンパクトな M-G セットより供給される。

電動機はすべて、作業者の近傍に置かれたペンダント形操作盤によって遠隔操作され、これにより、(1) 送りの選択、(2) 送り速度のリセットおよび運転中の変速、(3) 主軸速度のリセットおよび変速、(4) 送りおよび主軸の回転方向の変換、(5) 各部のクラッチおよび解放、(6) 早送りおよび遅送りのクラッチの切り換えを行なうことができる。また、これらの制御器具類は、長年月の使用に耐える特殊設計品でコンパクトにまとめた器具類が使用されている。

この機械にはまた電気式 ナライ 装置が付属される場合もありイギリス向け複合工作機では接点式検出ヘッドにより、コラム、サドル、ヘッ



(a) スピンドル



(b) 送り装置

図 3.17 駆動用 DCM
Fig. 3.17 MIB machine.

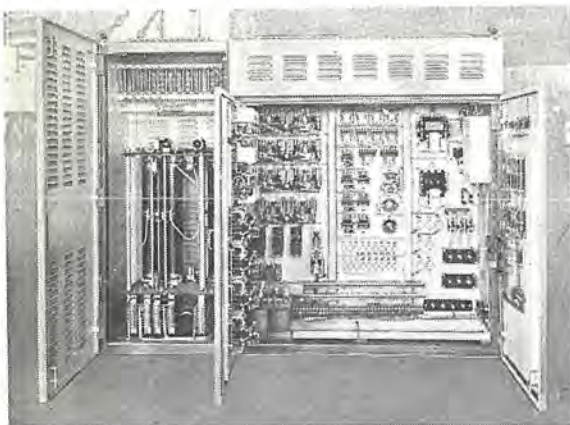


図 3.18 主制御盤
Fig. 3.18 Main control panel.

ドストックの3方向の送りのうち選択された方向についてナライを行なうことができる。

選択された2次元ナライの送り速度制御は、直流電動機のワードレオナード方式でこの発電機の界磁電流をSCRおよびトランジスタを使用した増幅器で自動制御するものである。

SCR装置は単相センタタップ方式で界磁電流を正逆励磁している。SCR点弧回路は

- (a) ユニジャンクショントランジスタによる位相制御方式
- (b) SCRによる電源の短絡防止インタロック付

である。ナライ以外の早送りの場合は、発電機の電機子からとっているフィードバックを切り放す方式である。

ナライ切削のような位置制御の精度は、これを駆動する電動機の制御方式とくに増幅器によって、ほとんど決定されるものでここに半導体増幅器を使用した意味は大きいものがある。

2次元ナライのピックフィードは、歯車形円板と無接点リミットスイッチを組み合わせて、送り量を円板の歯部分でパルスとし、パルスカウンタによって検出している。このパルスカウンタはトランジスタを使った10進式で、応答限界は200c/sである。

(2) プラノミラー

寿工業から注文を受けエジプト向けとして、プラノミラー電機品一式を製作した。一式のうち、とくにテーブル送りは速度20~970 mm/minの無段階変速で、そのため11kW巻線形誘導電動機の

リアクトル制御を行なった。

リアクトル制御は誘導電動機の一次側に可飽和リアクトルを直列に接続して速度制御し、電動機の回転数をパイロット発電機で検出して自動制御するものであるが、この場合には電動機の変速範囲を5:1程度とし、その出力をJKA形電磁クラッチによる変速ギヤ切換と併用して20~970 mm/minの幅を出している。可飽和リアクトルの直流制御電流はSCRおよびトランジスタを使用した増幅器によって連続制御している。

テーブルの早送りは4,000 mm/min一定であるから、可飽和リアクトルを短絡して電動機の全負荷速度で行なう。テーブルの操作はペンダント操作盤にある速度設定用抵抗器と電磁クラッチ切換用スイッチで遠隔操作によってできる。

(3) ステアリングナックルトランスファマシン



(右側は一般用 左側はリアクトル制御用)
図 3.19 プラノミラー用制御盤
Fig. 3.19 Control panel for Plano-miller.

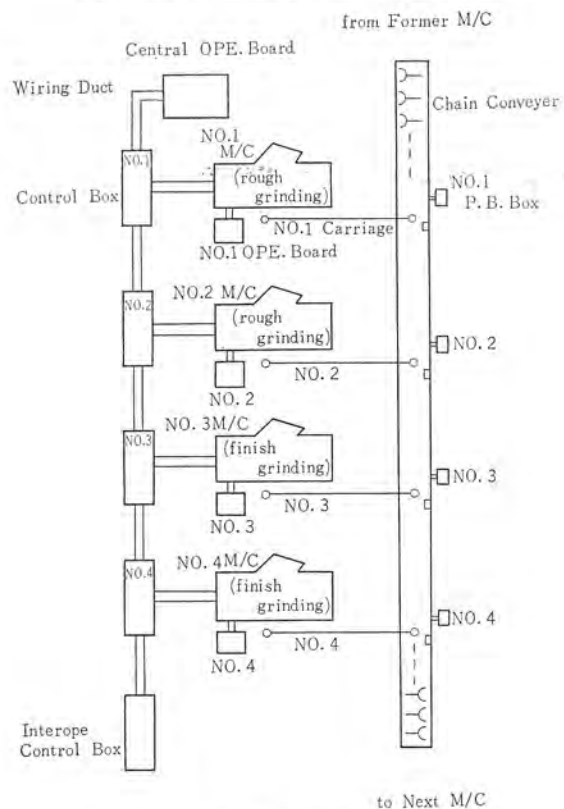


図 3.20 ステアリングナックルトランスファマシン 概略図
Fig. 3.20 Stairingnuckle transfer-machine.

日平産業注文 3 連 ゴーリキ 自動車工場向けとして製作したもので、4 台の円筒研削盤とワーク搬送用のチェーンコンベア装置からなる自動車 ステアリングナックル 研削用 トランスファマシン である。

機械はいわゆる インデペンデントシステム で、各 ステーション と コンベアの間は キャリッジ 上の アンローディングアーム によって加工済みワークをまた ローディングアーム によって未加工ワークを搬送している。各ステーションの研削盤はもちろん全自動機であり、No.1 機、No.2 機は粗研削、No.3、No.4 機は精研削を行なう。通常は No.1 および No.3、No.2 および No.4 がそれぞれペアになって、コンベア上のワークは交互にいずれかのペアで加工され加工能率がよくなっている。

加工ワークの検測方式は、粗研削は切り込みに連動するワイパリオームからの電圧信号、精研削はそのほか定寸ゲージによる方式もできいずれかを選択する。加工完了後の主軸モータ停止は、無接点リミットスイッチとトランジスタサイバックを用いた回路によって位置を検出し定位置停止をしてワークのローディング、アンローディングを完全なものにしている。

運転方式は連動、各個、単独などがあって、電気制御装置によって運転の容易なものにしている。概略構成は図のとおりである。

(4) プレーナ

北村鉄工注文のインド向け プレーナ はミリングヘッド 付のもので、22kW のテーブル駆動用直流電動機はワードレオード方式で発電機磁界制御を磁気増幅器で行ない、急速かつ円滑な加減速を行なっている。

3.10 整流器

Rectifier

3.10.1 インド・フクムチャンド製麻向け 9,900 kW シリコン整流装置 (9,900 kW Silicon Rectifier for Hukumchand Jute Mills, India)

インドでは工業化計画の推進に多数のプラント設備を必要としているが、そのなかには金属、電気化学など直流電流を要する工業も多くシリコン整流器への需要も高まっている。フクムチャンド製麻に納入された 9,900 kW シリコン整流装置もこの目的の一環として使用されるもので、マデヤプラデッシュ州 アムライ に新設された同社の 1,500 t カ性ソーダプラントにインド最大の直流電流を供給している。またこれに付帯して全プラントに対する特高受電および動力電源設備、配線材料も当社から一括納入された。なおソーダ電解プラント設備は別に日立造船株式会社から供給され、この工場の全設備がわが国の技術によって製作された。

(1) 整流装置の構成

受電設備は 2×7.5 MVA の屋外変電所で、電力局から供給される AC 33 kV を 11 kV にしてプラント内に送り、これはまた隣接する オリエンタペーパー 社の自家発電設備とケーブルでむすばれている。この設備には 7.5 MVA CR 形変圧器のほか、30-G-50 A、B-28B 形 OCB、PCT および受電盤一式が含まれている。

シリコン整流装置は 11 kV 母線より分岐し、3.84 MVA CR-URA 形負荷時電圧調整器と電圧調整リアクトルを通り、2 台の 6/8.5 MVA SUB 形整流器用変圧器に入る。各変圧器には 2 面の SE 形液冷式シリコン整流器が接続されて 150 V、66 kA の直流電力を出すことができる。プラントの運転条件により直流電圧は 150-



図 3.21 SE 形 液冷式 シリコン 整流器

Fig. 3.21 Type SE water-cooled high-current silicon rectifier.

75/90-45 V の 2 段階に使用できるように計画されており、各電圧電流範囲で負荷時電圧調整器と電圧調整リアクトルを連動して制御する自動定電流調整装置が設けられている。

このほか 11 kV からプラント内の動力設備に AC 440 V を供給する 1.5 MVA 動力電源設備が含まれている。

(2) 機器の概要

激烈な国際競争に打勝って本設備を受注する際問題になったのは、インドの高温多湿地域に安定した整流装置を経済的に製作することであった。ここで当社が以前より研究を進め、国内でも唯一の大容量装置の製作実績をもつ液冷式シリコン整流器がその優秀性を認められた。SE-1 W 20 C 形シリコン整流器は素子を取付ける主導体の内部を純水が循環冷却する方式で悪い周囲条件に対しきわめて安定しており、ポンプなど付属装置も含めて 1.8×1 m² の小形から 16.5 kA の直流を整流する。整流回路は 3 組の磁界消去ユニットとしてキュービクル内に配列され、ほかに例を見ない簡潔かつ保守を要しない構造である。循環液冷式はすでに長い運転実績を有しているが、さらに外部冷却水との熱交換器は 2 分割され切換弁により運転中の保守も可能である。また 480 個の SR200 形素子は国内における数万個の優秀な運転実績をインドでも発揮するものと期待されている。

整流器用変圧器は大電流設備に最適の外鉄形フォームフィットの送油風冷式で、独特の 2 重星形結線の端子配列は後述の立体配置に組み合わせて床面積の大きな節約と配線工事の簡易化を得た。

(3) 変電設備のレイアウト

特高受電設備は建屋に隣接した 12×22 m² の敷地に配列されている。整流装置は受電二次側機器、動力電源とともに 12×20 m² の建屋に収容されているが立体配置は種々の利点をもたらした。変圧機等高压機器はすべて 1 階におかれ、変圧器上に位置する 2 階には 4 面の整流器が一列に並んで両者間には直線的に短い導体で接続されている。直流出力も下面から引き出されているので直流導体はそのまま電解槽の高さで集められ、また 2 階の整流器室には一切の導体がない美しい構成とともに十分な余白を残している。

電解用シリコン整流装置はその後も各国から引き合いが寄せられているが、その国際競争力によって今後世界各地に進出するものとして輸出に一段と努力が払われている状況である。

4. 船用電機品

Marine Electric Equipment



図 4.1 インド向け 35,000 トン バルクキャリアー パーラジャヤンティ 号
Fig. 4.1 Bulk carrier Bharta Jayanti exported to India.



図 4.2 米国向け 89,000 トン オイルタンカー ネスチャンピオン 号
Fig. 4.2 Oil tanker Naess Champion exported to America.

船用電機品は会社創立以来の輝かしい製作実績を有し、船舶の発達進歩に即応して長い経験と新しい技術をもとに研究開発を行ない常に業界のトップを進み今日に至っている。

近時海運界は諸種の経済情勢による競争激化と油そう船建造更改期を迎えてわが国の船舶建造量は数年来世界一を記録しているが、この建造量の約 80% が輸出船であり電機品はほとんどすべて国産品が使用されている。

最近の当社の輸出船用電機品の中で主要のものを拾ってみると自動交流発電機は容量 1,100 kVA をはじめとして連船舶輸入公団漁工船向け 650 kVA, 48 台を含め約 290 台、極数変換式交流カゴ形カーゴウインチはフィリピン NDC 向け 54 台、3 隻分、インドジャヤンティ社向け 112 台、8 隻分をはじめ 250 台の多きに達し、主推進タービン 20,000 PS のブリッジコントロールをもつ自動化船として、ノルウェー・モスボルド社向け モスキング、モスクウィン 号の 2 隻がある。一方、新造船では乗組員の削減による運航採算性の向上のための合理化、自動化の必要性が大きくクローズアップし、また船形の大型化と専用船の建造による特殊品の要求などで船用電機品も技術的転機に立っている。当社はこのような情勢に即応して造船所とタイアップして新機種の開発、実用化に努力し着々と成果をあげている。自動化関係では推進主機関操縦装置、デュータログ、各種計測器とこれらの制御盤、電源装置関係ではブラシレス交流発電機、400 c/s 高周波発電機、強制、自動同期投入装置、自動負荷分担装置、シリコン制御整流素子（トリニスタ）使用の AVR、同じくトリニスタ制御に

よる自動交流発電機およびディーゼル船の合理化のための排ガスターボ発電装置、発電機制御の完全自動化、係船荷役関係では差動歯車式カゴ形交流ウインチ、自動ムアリングウインチ、トウイングウインチ、大容量トルールウインチ、およびカーゴオイル自動荷役装置、特殊船関係では 6,000 kW 電動ポンプ式しゅんせつ船、1,500 kW レクチフロー制御のポンプ式しゅんせつ船、2,250 kW 電磁継手、1,500 kW レオナード制御のカッターモートルなど数多くの新製品、記録品の納入や研究があげられる。

今後船舶の合理化、自動化は世界的に強力に推進される傾向にあり運航、推進装置への計算機制御の導入、原子力船用機器の開発など幾多の新しい課題の実現とともにこれらの機器も広く輸出船にも採用されるものと期待される。

4.1 船用交流発電機

Marine AC Generator

わが国の造船業界は、その船舶建造量において、また、その性能において断然他を圧しており、輸出船の受注量も、ここ数年来増加の一途をたどっている。一方、輸送力増強の目的から、船舶大型化の傾向も、きわめて顕著であって、タンカーに例をとってみても、5~6 年前ではスーパータンカーと呼ばれて、その偉容を誇示していたかにみえた 4 万トン級のものが、その後、6~7 万トン級の、いわゆるマンモス・タンカーまたは 8~9 万トン級のモンスター・タンカーに第一線の地位を奪われ、さらに現在では 10~15 万トン級の超大型タンカーがあい次いで進水するまでに至っている。船舶大型化の傾向は、とりもなおさず、船内電気設備容量の増大を意味するものであり、とくに船内の冷暖房・空調設備が常識と考えられるようになっている現在では、その電源としての発電機容量も当然のことながら増加してきている。

当社が船用交流発電機の製作を開始したのは、きわめて古くすでに三十数年の実績を有しているが、前述したような輸出船の増加および発電機単機容量の増加に伴って、ここ数年間は毎年合計容量にして約 3~5 万 kVA におよぶ交流発電機を世に送り出しており（図 4.3）、その優秀な性能が、七つの海の隅々にいたるまで、十二分に発揮されていることは、喜びにたえない。

ここ数年間の船用交流発電機に関して、特記すべきはその励磁方式の移り変わりであろう。小形軽量の乾式整流器、とくにシリコン整流器の、異常なまでにすみやかな進歩発達は、交流発電機にはひっすと考えられていた直流励磁機をほとんど取り除いてしまい、大部分の発電機が自動式（Self-excited system）として発注され、製作され、そして続々と運転に入るまでになっている。

自動方式がこれほどまでに急速にかつ広く普及した理由は

- (a) 瞬時電圧変動が非常に小さい。
- (b) 負荷急変時の電圧回復がきわめて早い。
- (c) 回転励磁機がなく静止部分だけであるから、点検や手入れが不要となり保守が容易である。
- (d) 発電機の据付面積が小さくて済む。

などの、船内電源としては、最も理想的な特長が認められたこと

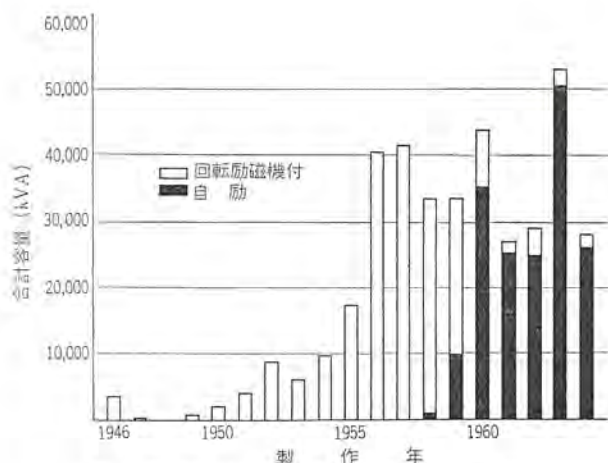


図 4.3 船用交流発電機製作一覧

Fig. 4.3 Production results of marine AC generators.

によるのであろう。この自励方式が現われた数年前においては、ただ国内船についてのみ本方式を適用していた各造船所も、その後はこの安定した性能を確認し、一昨年から輸出船に対しても積極的に採用されるようになった。図 4.3 にも見られるとおり、最近では全体の約 95% 以上が、自励方式で製作されている。

さらに昨春ごろから、この小形乾式整流器を発電機軸上に取り付け、スリップリングおよびブラシを完全に除いた、いわゆるブラシレス交流発電機がクローズアップされてきており、当社でもすでに 150 kVA、600 rpm 機を 4 台、937.5 kVA、1,200 rpm 機 2 台を納入した。この励磁方式の特長は

(a) スリップリングおよびブラシなどのシュウ動部分がまったくなくなったので運転の信頼性が増大し、またこれから発生する炭素粉による絶縁劣化の心配もない。

(b) 保守がきわめて容易である。

などであるが船舶の自動化に対する乗員削減の一条件である。“保守・点検の容易さ”という面で、このブラシレス交流発電機の需要は、今後急速に伸びるものと期待される。図 4.4 はこの方式の説明図である。

なお、この保守・点検の容易さという目的に対して発電機を空気冷却器付き全閉内冷形とするやり方が漸次、一般的になってきつつあるように思われるが、この構造によれば機内が清浄に保たれて、絶縁物の寿命が延び、保守・点検が容易になるのみならず騒音が大幅に減少し、また、機関室内空気の余分な温度上昇を避けることもできるため、運転操作員の労働環境の改善という見地からいっても理想的なものであろう。今後の需要の伸びが大いに期待される。

昭和 29 年から 32 年にかけてのタンカーブーム当時、六十数台に及ぶ 750 kVA および 875 kVA、4 極、1,800 rpm 機（いずれも回転励磁機付）を製作した。これらはいずれも、保護防滴形であり、また軸方向長さを短くするために、発電機の前動機側軸受を省略した、いわゆる片軸受方式を採用した。これらの発電機は、10 年近くを経た今日まで、事故らしい事故を起こすことなく、好調な運転を続けている。以下、昭和 35 年以降に製作した輸出船用発電機のうち、特色のあるものを選んで簡単に説明を加えてみたい。

(1) Anglo American Shipping 社向け 4×1,250 kVA、2 極

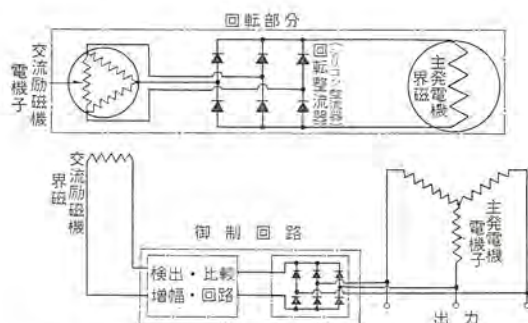


図 4.4 ブラシレス交流発電機接続図

Fig. 4.4 Connection diagram of brushless AC generator.

3,600 rpm 機および Hemisphere Transportation 社向け 4×1,100 kVA、2 極、3,600 rpm 機

前者は昭和 34 年に、また後者は 38 年に三菱重工業・長崎造船所に納入したものであるがいずれも小形・軽量化をねらって 2 極、3,600 rpm を採用した。

図 4.5 は 1,100 kVA 機の外観を、図 4.6 はその回転子を示す。図からわかるように本機は空気冷却器を備えた全閉内冷形であり、回転子は円筒形である。構造的にも、空気冷却器を発電機固定子ワック上部に取り付け、また片軸受方式を採用するなどして極力小形化するように考慮し、船内スペースを最大限に利用しようとした。とくに後者の 1,100 kVA 機は自励式としてよりいっそうの小形化をはかっている。本機は全閉形であるため、その騒音はきわめて低く運転中の発電機付近での会話が阻害されないほどであった。なお空気冷却器が発電機上部に設けられている関係上、冷却管からの漏水は直接機内に入って絶縁物を劣化させるから、特殊二重冷却管を使用して機内への漏水を完全に防いでいる。

単機容量の増大とともに今後ともこの 2 極円筒形回転子を有する全閉内冷形発電機が多数発注されるようになるのではあるまいか。当社は、多年、自家発用 2 極タービン発電機を手がけてきており、その豊富な実績と経験を基にして、いつでも優秀な 2 極機を



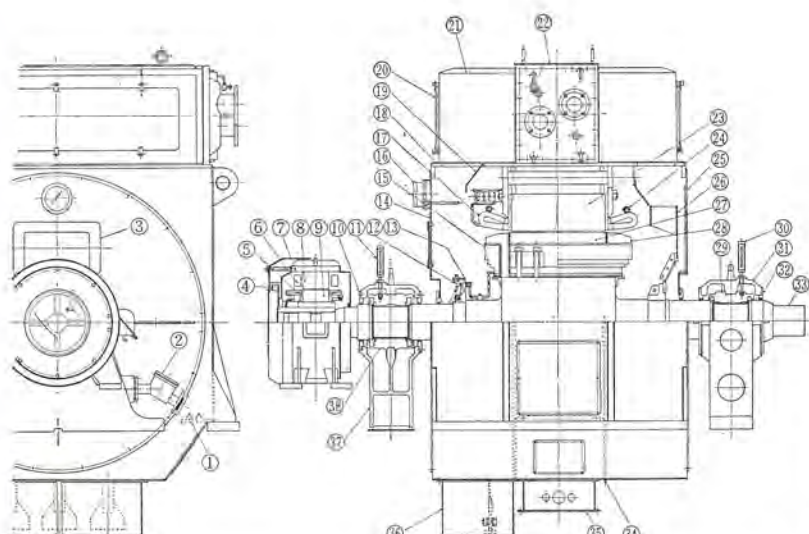
図 4.5 Hemisphere Shipping 社向け自励タービン発電機（全閉空気冷却器付）
1,100 kVA 450 V 2 P 3,600 rpm

Fig. 4.5 1,100 kVA self-excited turbine generator supplied to the Hemisphere Shipping Co.



図 4.6 自励タービン発電機円筒形回転子
1,100 kVA 2 P 3,600 rpm

Fig. 4.6 Cylindrical rotor for 1,100 kVA self-excited turbine generator.



- ① スペースヒータ ② 視油器 ③ 点検窓 ④ 交流励磁機ファン ⑤ 交流励磁機電機子(回転子)コイル
 ⑥ 交流励磁機界磁(固定子)コイル ⑦ 交流励磁機ヨーク ⑧ 交流励磁機界磁鉄心 ⑨ 交流励磁機電機子鉄心
 ⑩ 軸受ベドスタル油止め ⑪ 軸受温度計 ⑫ シリコン整流器 ⑬ シリコン整流器取付円板
 ⑭ カバー ⑮ 発電機界磁(回転子)コイル ⑯ 冷却空気温度計 ⑰ 発電機電機子(固定子)コイル
 ⑱ 固定子枠 ⑲ 防マツ(沫)カバー ⑳ フタ(冷却器故障時に開路通風に切り換えるもの) ㉑ 風扇
 ㉒ 空気冷却器 ㉓ 電機子鉄心 ㉔ プレースリング ㉕ カバー ㉖ ファン ㉗ 界磁鉄心 ㉘ 界磁コイル
 ㉙ ササエ ㉚ 軸受メタル ㉛ 軸受温度計 ㉜ 軸受ベドスタル ㉝ 軸受ベドスタル油止め ㉞ 軸
 レンパイプ ㉟ 補助端子箱(サーチャイコイル、スペースヒータ回路用) ㊱ 主端子リードカバー ㊲ 軸受ベドスタル ㊳ 軸受メタル

図 4.7 Esso Standard 社向け 937.5 kVA, 450 V, 60 c/s, 6 P 1,200 rpm ブラシレス 自励交流発電機組立断面図

Fig. 4.7 937.5 kVA brushless AC generator for the Esso Standard Co.

製作できるよう体制を整えている。

(2) ESSO Standard 社向け 2×937.5 kVA, 6 極, 1,200 rpm ブラシレス 自励交流発電機

本機は昭和 39 年 5 月に、三菱重工業、神戸造船所建造の 66,000 トンタンカー 向けとして納入したものであるが、“保守・点検をすることなく、6 か月間の連続運転が可能なること”という条件の下に発注されたものであるから信頼性をよりいっそう増大させるために、材料の選択、絶縁物の処理、各部の構造などについては細部にわたり神経をつかって製作した。

図 4.7 に本機の組立断面図を示す。本機も、全閉内冷形・空気冷却器付(二重管使用)であって、発電機軸端に全閉形交流励磁機の電機子をオーパハングさせ、シリコン整流器を発電機軸上にはめてある回転円板に取り付けてある。これらの心臓部ともいえる部分については、もちろん電氣的・機械的に十分な検討を加えたが、空気冷却器回りについても細心の注意を払ってある。

たとえば、通風路に特殊な工夫をこらし、冷却器自身また冷却水システムの不時の事故に際しても、ただちに保護・防滴形の開路通風に切り換えられるような構造になっている。さらに冷却管本体からの漏水も鋭敏に検出して警報を発するような漏水警報器を取り付けてある。これらの考慮は使用者側にとって大いに便利なことと思われる。

(3) イギリス 向け納入機

イギリス 向けとしては、Orpheus Tanker 社、Ulysses Tanker 社、などに 8 台の 875 kVA, 4 極, 1,800 rpm 機(自動式)を納入した。

本機は保護防滴形であるが、騒音を極力減らすために、吸気側には吸音材をはりつけた通風カサを設け、また排気はトランクによって機関室外に導くよう トランク 取付用 フランジを設けてある。

この通風方式は当社の大容量高速機の標準形式としてしばしば採用されているものであるが、騒音の低下についてもかなりの効果が認められている。図 4.8 は本機の外観であるが、これにつ



図 4.8 Orpheus Tanker 社向け自励タービン発電機 875 kVA 60 c/s 4 P 1,800 rpm

Fig. 4.8 875 kVA self-excited turbine generator for the Orpheus Tanker Co.

いても軸方向長さを切り詰めるために片軸受方式が採用されている。

(4) インド 向け納入機

Jayanti Shipping 社の パラ 積み貨物船用として、438 kVA 12 極, 600 rpm 機(自動)を 24 台、また 450 kVA, 14 極, 514 rpm 機(自動)を 9 台納入した。前者では船内の発電機上部空間を最も有効

に利用する目的で、発電機固定子 ヲク 上部に励磁用 CT を置いたが、船内配線も比較的簡単になるので、好評を博している。

(5) ソ連向け納入機

ソ連向け輸出船の建造量が増加しつつあるおりから、当社の製作する ソ連向け交流発電機も増加の一途をたどっている。

表 4.1 は、昭和 36 年以降の ソ連向け発電機の製作一覧表である。

400 kVA 機では、リアクトルを介しての強制並列方式を採用した点が、また 350 kVA, 4 極機は、主 ディーゼル 機関の排気ガスを有効に利用して運転される タービンによって駆動され、かつ同一出力の 10 極、ディーゼル 発電機と常時並行運転される方式を採用した点が、とくに注目を引くことであろう。また 650 kVA 機は、三菱重工業・横浜造船所で建造される 8 隻の漁工船用発電機であるが、この漁工船そのものが膨大な冷凍・冷房設備、調理・加工設備を有する、いわば浮かぶ工場とでもいえるものであるから、1 船あたりの発電機台数は 6 台にも及び、非常用としての 100 kVA 機を含めるとその合計容量は 4,000 kVA に達する。

(6) その他の国内向けの納入機

以上のほか、表 4.2 に示すような、多数の発電機を、各国に輸出した。いずれも、それぞれの分野で好調に運転されている。

表 4.1 ソ連向け納入交流発電機一覧

造船所	容量 (kVA)	電圧 (V)	力率	回転数 (rpm)	極数	周波数 (c/s)	励磁 方式	台数	製作 年度	船 種
三菱重工・広島	400	400	0.8	600	10	50	自励	6	昭36	タンカー
〃	95	〃	〃	1,000	6	〃	〃	2	〃	〃
〃	350	〃	〃	600	10	〃	〃	11	昭38	〃
〃	350	〃	〃	1,500	4	〃	〃	4	〃	〃
〃	95	〃	〃	1,000	6	〃	〃	5	〃	〃
〃	180	〃	〃	600	10	〃	〃	6	昭39	LPGタンカー
〃 横浜	650	〃	〃	600	10	〃	〃	48	〃	漁工船
〃	100	〃	〃	1,000	6	〃	〃	8	〃	〃

表 4.2 その他の国向けの納入機一覧

造船所	容量 (kVA)	電圧 (V)	力率	回転数 (rpm)	極数	周波数 (c/s)	励磁方式	台数	製作年度	船種	船籍
三菱重工, 浦賀ドック他	344	450	0.8	514	14	60	自励	39	昭 35	タンカー	フィリッピン
三菱重工, 長崎	937	"	"	1,800	4	"	"	4	昭 39	"	ノルウェイ
"	350	"	"	720	10	"	"	2	"	"	"
" 横浜	650	"	"	1,800	4	"	Ex 付	6	昭 38	"	ギリシャ
" 長崎	1,000	"	"	1,200	6	"	自励	2	"	"	"
呉造船	1,000	"	"	"	"	"	"	6	"	"	"
"	150	"	"	600	12	"	ブラシナシ	4	"	"	"
三菱重工, 横浜	850	"	"	1,800	4	"	自励	8	昭 39	"	パナマ
三菱重工, 広島他	400	"	"	600	10	50	"	9	昭 35	巡礼船	インドネシア
"	100	"	"	750	8	"	"	3	"	"	"



図 4.9 リアクトル変流器
Fig. 4.9 Reactor and current transformer.



図 4.10 リアクトル変流器
Fig. 4.10 Reactor and saturable current transformer.



図 4.11 シリコン整流器とサージ吸収装置
Fig. 4.11 Silicon rectifier and surge absorber.

4.2 交流発電機用励磁装置

Magnetization for AC Generators

1958 年以来船用交流発電機は急速に、回転励磁機付から自励式に移行した。これは金属整流器の発達とその信頼性にささえられ一方自励発電機の船内電源設備用としてすぐれた特長が買われたもので現在では建造船舶のほとんどすべてが自励式を採用するまでに至っている。

当社は業界にさがかけて、1957年に自励交流発電機を実用化した。励磁回路は斯界では最もシンプルで信頼性の高い方式で最少限の三つのコンポーネント、すなわちリアクトル、変流器、シリコン整流器から構成されたものを SE-11 形と呼び最も多く使用され発電機の出力電圧の特性も、原動機の変速率を含めあらゆる船級規格を満足するものである。さらに、高性能の SE-21, 22, 31 形やブラシレス方式も製作している。

(1) 励磁方式

船種および需要者の要求に応じて 5 種の標準形式より選定され

表 4.3 標準形式

形式	整定電圧変動率 (%)	自動電圧調整器	周波数補償	(注)
SE-11	±2.5	なし	なし	固定セット式
SE-21	±2.0	あり	なし	飽和リアクトル式 AVR 使用
SE-22	±1.5	あり	あり	シリコン制御整流素子式 AVR 使用
SE-31	±1.0	あり	あり	シリコン制御整流素子による直接励磁方式
SE-41	±1.5	あり	あり	ブラシレス方式シリコン制御整流素子方式 AVR 使用

(注) (1) 整定電圧変動率は原動機の変速率を 3.5% と仮定し定格力率における値。

(2) SE-41 形は交流励磁機付の他励ブラシレス方式

図 4.12 自動電圧調整器

Fig. 4.12 Automatic voltage regulator.



る。(表 4.3 参照)

(2) 輸出船用発電機の励磁装置

ここ数年来製作実績中の過半数は、輸出船用でありこの中の代表的なものをあげれば次のとおりである。

(a) Anglo American Shipping 社向け 1,250 kVA 機

本機は回転励磁機付で、当社が永年船用交流発電機用として絶対の信頼を博しているシルバースタット形自動電圧調整器を使用し、定格力率での整定電圧変動率 ±1.5% 以内の特性をもっている。

(b) Hemisphere Transportation 社向け 1,100 kVA 機

自励式としては大容量のもので、励磁方式は SE-22 形でシリコンコントラジスタとシリコン制御整流素子(トリニスタ)を用いた無接点方式の AVR を使用し、船用としては、高信頼度と精度の高い定電圧電源設備を提供している。

(c) Esso Standard 社向け 937.5 kVA 機

当社は、船用発電機に 1963 年からブラシレス方式を採用しはじめたが、本機はその代表的機種で、AVR 部分にはシリコンコントラジスタとトリニスタを用い小形高性能化を図っている。

(d) インド Jayanti Shipping 社向け 438 kVA 機

SE-11 形の代表的なもので、励磁用変流器は発電機本体上部にとう載されており、機関室内スペースの合理化にも役だっている。

(e) ソ連向けタンカ用発電機

強制同期投入、自動同期投入装置や排ガス利用ターボ発電機とディーゼル発電機の並列運転など新しい発電機制御方式を採用した

ことは特筆すべきもので、詳しくは 4.3 節「発電機制御と電源装置の合理化」を参照されたい。

4.3 発電機制御と電源装置の合理化

Control of Generator and Rationalization of Electric Source

近時船舶運航経済性の向上のため、単なる運転装置の自動化のみにとどまらず、推進主機関の排熱を利用して蒸気を発生させ、これによって駆動されるターボ発電装置を設置して航海中の船舶の燃料消費量を低減する方式や、推進主軸を駆動源としたシャフトペネレータの設置によりディーゼル発電機を削減して船内補機の保守整備費を低減する方式などの採用によりとみに合理化が進歩しているが、いずれの場合も異種異容量の原動機によって駆動される交流発電機の並列運転と、これら発電機の運用操作性がこれらの新しい電源装置の信頼性を左右する。当社では早くからこれらの情勢に対応した研究開発を進め、強制同期投入方式の解析と実機製作に続いて、トランジスタ式自動同期装置・自動負荷分担装置を完成するかたわら、ターボ・ディーゼル発電機の並列運転の理論的解析により安定判別法を確立し、どのような方式の計画にも参画し必要な機器の製作に应付することができる。

(1) 強制同期投入装置

この方式は並列投入すべき発電機の回転数を大略定格値付近に合わせるだけで電圧および位相差には無関係に母線に強制投入し、原動機ダンパおよび発電機の制動巻線による制動トルクと発電機の同期化トルクによって急速に同期に引込ませるもので、計画にあたっては、発電機自体の制動トルクの解析と原動機特性との関係を電子計算機により計算し完ぺきを期している。ソ連船舶輸入公団向けタンカ用 400 kVA 3 台に採用した方式は、限流リアクトルを介して強制投入し一定時間後リアクトルを短絡する方法をとっている。この間に同期引込が行なわれない場合は自動的に母線から切り離し、さらに一定時間後再投入を行なうもの。実船における試験結果では投入時のスリッパ $-2 \sim +4\%$ の範囲内においては投入位相のいかににかかわらず、きわめて円滑に投入できた。本方式採用船は 2 隻就航操業している。



図 4.13 強制同期投入装置を組み込んだ主配電盤
(400 kVA 400 V 50 c/s 3 台用)

Fig. 4.13 Main switchboard for main generator.



図 4.14 自動同期装置
Fig. 4.14 Automatic synchronizing equipment.

(2) 自動同期投入装置

この装置は自動セン(揃)速装置と自動同期投入装置から構成されている。自動セン速装置により被並列投入発電機の周波数を母線側の周波数に接近させ、周波数差が並列投入条件を満足する範囲内になると、自動同期投入装置がシャ断器付勢信号を出すようになっている。

この装置の特長は、トランジスタリレー制御方式を採用していることで機械的接点部分がなく十分な耐振性を有し、ディーゼルタービンいずれのガバナにもマッチした特性が得られ、さらに内部故障のセルフチェック回路をもち、船用として十分信頼して使用できる。

概略仕様

(a) 自動セン(揃)速装置

ガバナ駆動時間の設定範囲

周波数差 $\Delta f = 2 \text{ c/s}$ のとき 4~1 秒可調整

ガバナ最小停止時間

0.3~2.5 秒可調整

(b) 自動同期投入装置

シャ断器投入時間(投入指令前進時間)の設定範囲

0~0.3 秒可調整

投入可能周波数差(動作限界周波数差)の設定時間

0.05~0.3 c/s 可調整

(この装置はインド、ソ連、ノルウェー向けなどの輸出船に 1963 年来ずでに約 30 台を製作納入して好評を得ている)。

(3) 自動負荷分担装置

本装置は複数発電機の並列運転時に、各発電機の定格出力に比例(同容量機または異容量機いずれでもよい)させて出力負荷を分担させるもので、各発電機の有効出力を検出し船内負荷を各発電機定格に応じて分担させるように、駆動電動機ガバナを制御している。このとき負荷の大小に応じてガバナの増減速動作を行なわせるが、この方式では電源周波数が規定値内にあるように常に制御しながら、有効電力の分担を行なわせている。また並列運転から単独運転に移行させるときにも、周波数検出によりガバナを制御しており、船内電源の AFC 制御も行なっている。

概略仕様

(a) 有効電力分担性能……最大発電機定格の 10% 以下

(b) 周波数制御性能……定格周波数の $\pm 1\%$ 以下

さらにこの装置は、タービン・ディーゼルいずれのガバナにも安定に動作するように安定回路を設けており、構成部品はトランジスタリレーを用い小形軽量で高信頼度のものである。

(4) 発電設備の完全自動化

発電機エンジンの自動起動装置は従来から、しばしば使用されてきたが、これと自動セン速同期装置、自動負荷分担装置を組み合わせることにより、単一のスイッチで発電機の起動・運転・並列投入・負荷配分・並列解除・停止の各操作を自由に行なうことができる。

(5) 排ガス利用ターボ発電装置

推進用ディーゼル主機関から排出される排気ガスエネルギーは供給エネルギーの 35% にも達しており、この排ガスの熱をエコノマイザを通して回収、蒸気に変えて、ターボ発電装置を運転し航海中は発電単価の低いターボ発電機を常時全負荷で運転し、残余の電力をディーゼル発電機に分担させれば、発電に必要な経費を大幅に節減し、かつ保守点検整備の簡易化を図ることができる。当社では 1962 年から三菱重工業との協同研究によりターボおよびディーゼル発電

表 4.4 輸出船電源装置用自動化機器製作経歴 (39 年 6 月 20 日現在)

納入先	船主・名	機器名	台数	発電機仕様	製作年月	備考	納入先	船主・名	機器名	台数	発電機仕様	製作年月	備考
三菱広島造船所	ソ連 V145	強制同期並入装置	1 式	400 kVA 10P×3 ディーゼル	36年 8 月		三菱日本重工横浜造船所	ソ連 S865	XE-TB型自動同期装置	1 式	650 kVA 10P×6 ディーゼル	製作中	
"	ソ連 V146	"	"	400 kVA 10P×3 ディーゼル	36年12月		"	S866	"	"	同 上	"	
"	ソ連 V161	"	"	375 kVA 10P×3 ディーゼル	38年 2 月		"	S867	"	"	同 上	"	
"	ソ連 V162	"	"	375 kVA 10P×3 ディーゼル	38年 8 月		"	S868	"	"	同 上	"	
"	ソ連 V163	XE-TB形自動同期装置	"	350 kVA 4P×1 排ガスターボ 375 kVA 10P×2 ディーゼル	38年10月	ターボディーゼル並列運転	"	S869	"	"	同 上	"	
"	ソ連 V164	"	"	同 上	39年 4 月	"	"	S870	"	"	同 上	"	
"	ソ連 V165	"	"	同 上	製作中	"	三菱日本重工横浜造船所	S871	"	"	650 kVA 10P×6 ディーゼル	"	
"	ソ連 V166	"	"	同 上	"	"	"	S872	"	"	同 上	"	
"	ソ連 V169	"	"	180 kVA 10P×3 ディーゼル	"	"	"	ソ連造船 S865	"	6 式	650 kVA 10P×6 ディーゼル	"	
"	ソ連 V170	"	"	同 上	"	"	"	S866	"	"	同 上	"	
"	インド V171	"	"	450 kVA 14P×3 ディーゼル	"	"	"	S867	"	"	同 上	"	
三菱長崎造船所	インド S1583	"	"	400 kVA 12P×4 ディーゼル	38年 4 月		"	S868	"	"	同 上	"	
"	モスボルト社 S1585	"	"	937.5 kVA 4P×2 ターボ	38年11月		"	S869	"	"	同 上	"	
"	モスボルト社 S1586	"	"	同 上	39年 5 月		"	S870	"	"	同 上	"	
"	輸出タンカー S1598	"	"	500 kVA 12P×3 ディーゼル	製作中		"	S871	"	"	同 上	"	
"	輸出タンカー S1599	"	"	同 上	"		"	S872	"	"	同 上	"	
"	輸出タンカー S1601	"	"	562.5 kVA 4P×1 ターボ 625 kVA 12P×2 ディーゼル	"	ターボディーゼル並列運転	"	青函連絡船 S875	"	3 式	700 kVA 10P×3 ディーゼル	"	ディーゼル自動起動
"	輸出タンカー S1602	"	"	同 上	"	"	"	"	XE-T-B形自動同期装置	1 式	同 上	"	"
"	19次NYK S1610	"	"	700 kVA 4P×1 排ガスターボ 700 kVA 12P×1 ディーゼル	39年 6 月	ターボディーゼル並列運転 ディーゼル自動起動	三菱重工広島造船所	ソ連 V-172	"	"	450 kVA 14P×3 ディーゼル	"	
"	"	"	"	"	"	"	"	ソ連 V-173	"	"	同 上	"	
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2 式	同 上	"	"



図 4.15 発電機および推進主機関総括制御盤 (日本国有鉄道青函連絡船向け)

Fig. 4.15 Central control panel for generator and main propelling engine.

機の並列運転について、系の安定性を解析研究しターボ発電機側の定出力制御を行なっても十分安定な運転ができることを確認した結果、ソ連向けタンカ 4 船分に 350 kVA ターボ発電機 1 台、350 kVA ディーゼル発電機 2 台の並列運転を採用した。

なおこの装置には自動同期装置も併置しており、運転操作はほとんど自動的に行なわれる。

排ガスターボ発電システムは、航海中の発電経費を大幅に節減できるので、今後ともシャフトゼネレータなどに比べ多く使用される方式である。

表 4.4 は輸出船電源装置用自動化機器製作経歴を示す。

4.4 船用三相誘導電動機

Marine Three Phase Induction Motors

三菱船用三相誘導電動機は、甲板上に据え付けられる各種ウイン

第 II 編 世界に雄飛する三菱電機の輸出品

チあるいは船内に据え付けられるポンプ、ファン、プロフ、コンプレッサなど広範な用途に適合するように製作されている。

適用規格

Lloyd Register of Shipping (Lloyd)

American Bureau of Shipping (A. B. S.)

Japanese Marine Co-operation (N. K.)

三菱船用三相誘導電動機は 1955 年以降多数の輸出船に納入したが、それらのおもな船舶に対しては表 4.5~4.8 に示すとおりパナマ向け 12 隻、アメリカ、ギリシャ、イギリス向け各 1 隻分納めている。これらのモータはすべて機関室補機用で、形式は閉鎖防滴形、回転子構造はカゴ形を採用している。図 4.16 は横形、図 4.17 立形の外観を示す。

4.5 船用配電盤

Marine Switchboard

配電盤は電気機器、電力回路などを常時監視してこれらを確実に制御し、かつ異常状態においては迅速適切にこれらを保護するために必要な器具類を集中装備するもので、この設備のいかんは電気機器、電力回路の運用にきわめて重要な影響を与える。とくに船舶においては、運航に必要な重要機器の給電の連続性を支配するので船内では最も重要な機器である。

従来船内電源用発電機とともに各種の直流、交流配電盤を多数製作納入してきたが、最近船内電源容量の増大と自動化の採用により、配電盤も著しく大形化し、かつ形態も新しくなっている。当社では発電機、励磁装置とともに遮断器、開閉器、計器類のすべての配電盤用器具を一貫して製作するので、配電系統保

表 4.5 パナマ 国向け船用三相誘導電動機

造船所	船番	船主	船名	電動機台数(台)	規格
三菱長崎	1471	Calibbean Oil and Transport Inc.	Imperial ST. Lawrence	170 HP 以下 69	AB
"	1476	Panama Transport Co., Ltd.	Esso Cuba	170 HP " 69	"
"	1477	"	Esso Uruguay	170 HP " 69	"
"	1478	"	Esso Reru	170 HP " 69	"
"	1482	Compania De Navegacion S. A.	Wabasha	170 HP " 69	"
"	1493	Texaco Inc	Santiago	140 HP " 42	"
"	1494	"	Idaho	140 HP " 42	"
三菱横浜	826	Luxor Shipping Co., S. A.	Olympic Runner	160 HP " 24	LR
"	827	Mont Errey S. A.	Olympic Rider	160 HP " 24	"
"	863	Redbank Shipping Co., Panama S. A.	Olympic Games	160 kW " 54	AB
"	864	Concepcion Financiera Panama S. A.		160 kW " 54	"
"	873	Madden Marine Panama S. A.		160 kW " 54	"



図 4.16 横形交流船用電動機
Fig. 4.16 Horizontal type AC marine motor.

表 4.6 アメリカ Hemisphere Transpostation

三菱長崎造船所 Ship No. 1524						
Driven Auxiliary	No. Per Ship	AC Motor 440 V 60 c/s				Rule
		kW	Pole	rpm	V or H	
Main Circulating Pump	2	90	12	585	V	AB
Main Forced Draft Fan	2	145/18	4/8	1,755/887	H	"
Steering Gear	2	68	8	875	H	"

表 4.7 ギリシャ Audrameda Shipping

三菱長崎造船所 Ship No. 1564						
Driven Auxiliary	No. Per Ship	AC Motor 440 V 60 c/s				Rule
		kW	Pole	rpm	V or H	
Main Condenser Circulating Pump	2	150/95	12/14	590/504	V	LR
Main Forced Draft Fan	2	140/18	4/8	1,755/890	H	"
Steering Gear	2	75	14	500	H	"

表 4.8 イギリス Orpheus Tanker

三菱長崎造船所 Ship No. 1593						
Driven Auxiliary	No. Per Ship	AC Motor		440 V 60 c/s		Rule
		kW	Pole	rpm	V or H	
Main Condenser Circulating Pump	2	130/82	12/14	590/504	V	LR
Main Forced Draft Fan	2	130/17	4/8	1,760/890	H	"
Steering Gear	2	45	6	1165	H	"



図 4.17 立形交流船用電動機
Fig. 4.17 Vertical type AC marine motor.

護、発電機制御などを含めきわめて合理的に設計製作し、高度の性能、信頼度を保有する配電盤を提供することができる。

(1) 盤の形式

発電機盤の形式は監視計器、操作器具類を盤面に装備するS形と、盤面には監視操作器具（非常用器具を除く）を置かず別置の制御機から監視操作を行なうC形に類別し、それぞれ主要構造は標準化されている。給電盤はほとんど発電機盤と列盤として製作し、埋込形シヤ断器を主として使用し必要により気中シヤ断器、

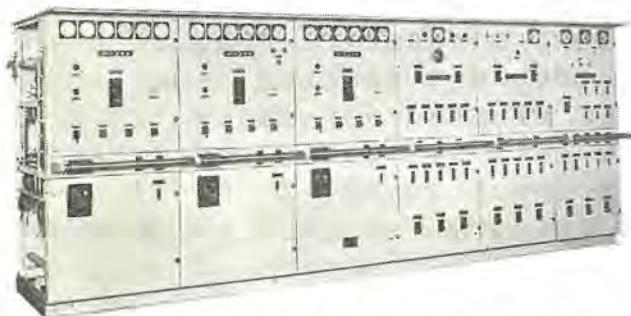


図 4.18 船用主配電盤 (S 形) 250 kVA 445 V×3 台用
Fig. 4.18 Type S main marine switchboard.

限流 ヒューズを併用する。盤はすべてデッドフロントのキューピクルタイプで、前面はヒンジドア形式としている。S形、C形の代表的なものを図 4.18、4.19 に示す。

(2) 主要器具

(a) 気中シヤ断器

長限時、短限時、瞬時直列過電流引はずしによる選択シヤ断装置および各種付属装置をすべて内装し、3 段抽出形構造としてコンパクトにまとめた高性能のDB形気中シヤ断器を使用している。

(b) 埋込形シヤ断器

当社の豊富な経験と技術の集成により、完ぺきに標準化された信頼度の高いNF形ブレーカをラグライン形式として使用し、保守も容易で給電の連続性を確保できる。

(c) 計器類

船用としてとくに製作されたものを監視しやすく配置される。計器用変成器や切換スイッチも同様に考慮されている。

(d) 表示灯、照明灯類

輸出船に限らず、海外での予備品の補充や互換性を考慮して灯具、管球の選定を行なっている。

(3) 制御盤

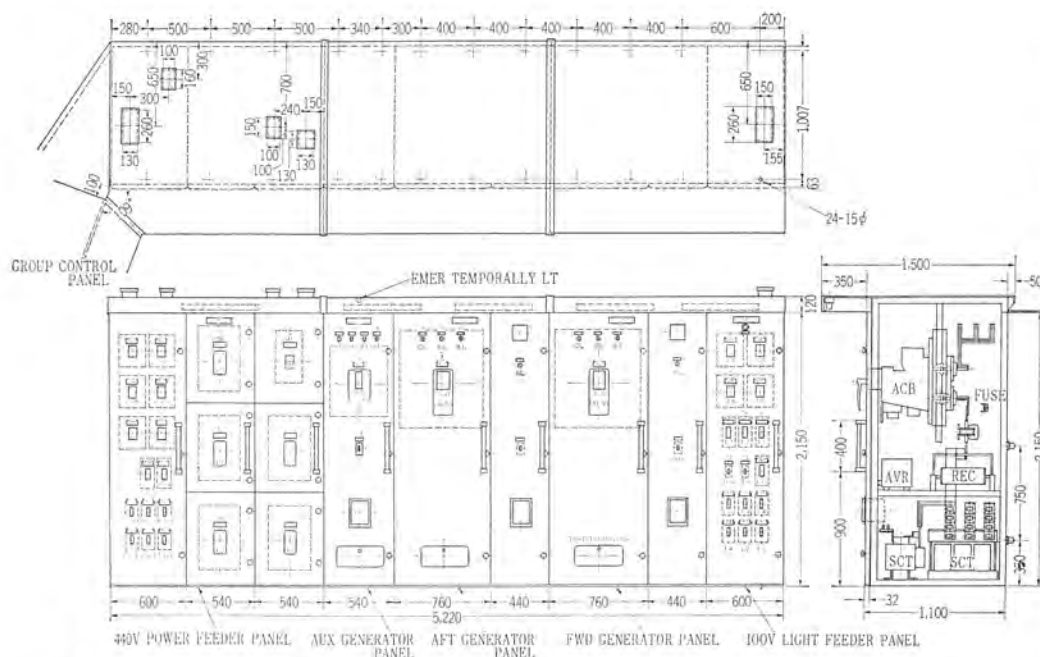


図 4.19 船用主配電盤 (C 形) 960 kVA 450 V×2 台用

Fig. 4.19 Main marine switchboard.

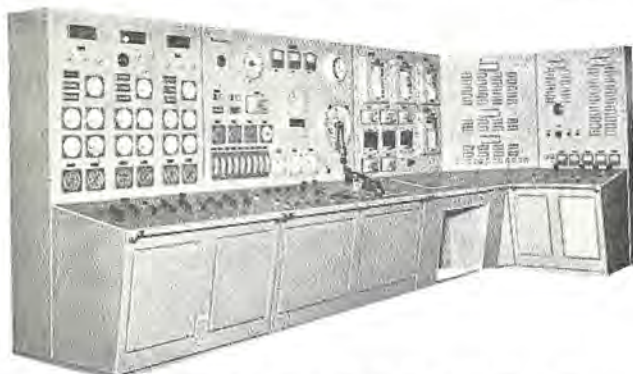


図 4.20 ディーゼル貨物船用機関室制御盤
(発電機 300 kVA×3 用監視盤は左端)

Fig. 4.20 Centralizing control panel for diesel cargo ship.

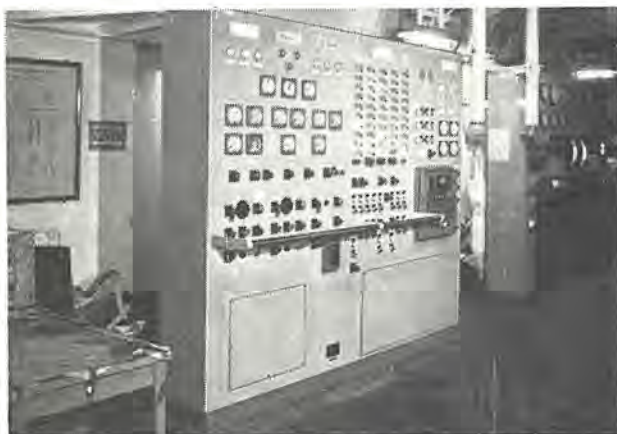


図 4.21 発電機および補機監視盤 962 kVA×2 台用

Fig. 4.21 Supervisory panel for generator and auxiliary machines.

船舶自動化の一環として発電、配電設備も集中監視遠隔制御方式の採用が増加し、配電盤はスイッチヤ部分と制御盤とに分離されることが多い。制御盤は推進用主機関制御盤と列盤になる場合や独立設置などにより形態も異なっているが、一般に机形が多く、専用の制御室に設置される。駆動原動機のスタート、同期投入、負荷分担などの操作もすべてこの盤から行なうよう計画される。

図 4.20 は 1 万トン形ディーゼル貨物船の機関室制御盤を、図 4.21 は 9 万トン形タンカーの発電機制御盤を示す。

4.6 機関室補機用制御装置

Control Equipment for Engine Room Auxiliaries

機関室補機は直流機がほとんど影をひそめて 1955 年頃より急激に交流化され、ほとんど誘導電動機が使用されている。

したがって制御装置も在米の直流船に比べ簡易化し、しかも漸次集中化されている。当社ではここ数年来の輸出船の増加でこれら機関室用制御器の需要も大幅に伸びており、早くより単独起動器、グルーパコントロールともに改良を加え、船用として絶対の信頼を有する各種形式の制御器を提供している。

(1) 単独起動器類

シカ入れ起動の D 形シリーズ、減圧起動の C 形シリーズがそろっており、いずれも各船級規格を満足し防滴・耐振構造のものである。

最近、用途に応じて組み合わせができるようなユニット形起動器 EKC、EDS 形を製作し機関室合理化に寄与している。

(2) グルーパコントロール

自動化の傾向とともに機関室補機も集中監視制御化されることが多く、これらの用途に適用する A～C、W 形のグルーパコントロールを多数製作納入し、とくに輸出船での採用が目立っている。

起動器ユニットが抽出形になったものが A 形式、固定式のものが B 形式でいずれも床置形で、埋込形遮断器には外操ハンドルを備え、運転中の開トビラ防止や開路用鎖錠ができるようになっている。

C 形式は固定ユニットをもつ壁掛形で保守点検はすべて前面より実施できる。一般にシカ入れ起動の小容量機用に適している。

W 形式は B 形式の両面構造となったもので、母線、外部ケーブル端子は、上、下部分におき奥行寸法を短縮し、据付面積を大幅に節減したものである。

グルーパコントロール用の機側操作押しボタンスイッチには停止ロック機構を備え、パネル面からの不用意な操作による危険を防止できるようにしている。

(3) 制御盤

機関室補機制御盤として集中操作器具と警報装置を備えたもので、電動機の発停押しボタンスイッチ運転表示灯をつけるとともに、補機の停止温度・圧力・タンクレベルなどの異常警報用アナンシェータシステムを備えている。

アナンシェータはプリントカード化されたトランジスタレーにより小形軽量化し信頼度の高いものを製作納入している。カードはすべて抽出式になっており、万一故障してもただちにさし換えてできるよう



(a) 外観 (b) 内部
図 4.22 PX-309 形用起動器
Fig. 4.22 Type D starter.

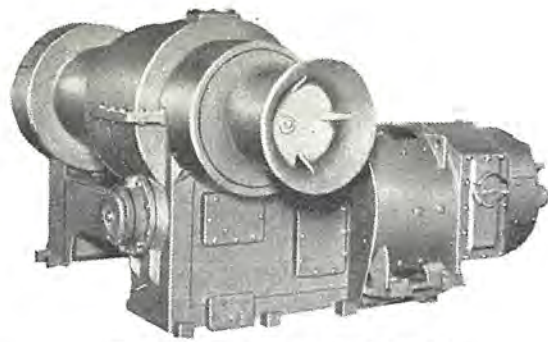
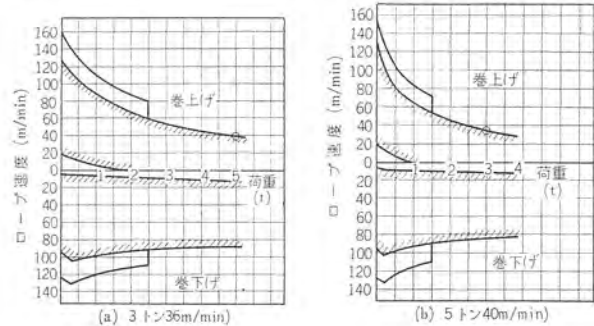


図 4.26 5 トン レオナード 電動揚貨機
Fig. 4.26 Ward Leonard Motor operated 5 ton cargo hoist.



(a) 3 トン 36 m/min. (b) 5 トン 40 m/min.

図 4.27 レオナード 揚貨機 曲線図
Fig. 4.27 Characteristic curve of Ward Motor operated cargo hoist.

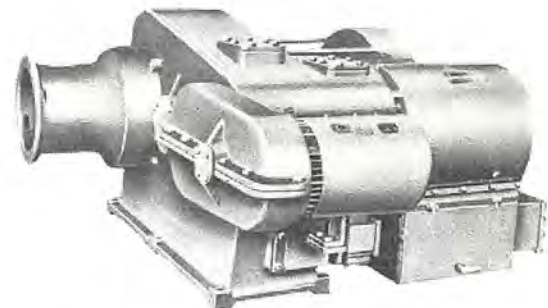


図 4.28 HDK 形差動歯車 ウインチ
Fig. 4.28 Type HDK differential gear winch.

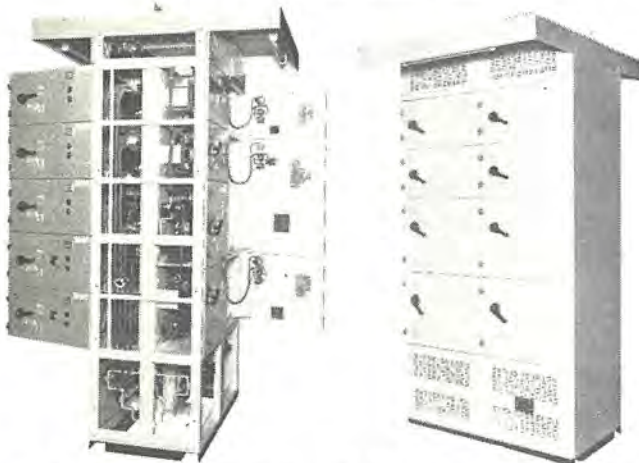


図 4.24 ノルウェー・モスボルド 社
タンカ 向け両面形 グループコン
トロール
Fig. 4.24 Two face group
control for tanker delivered
to a tanker owned by Mos-
vold Co. Norway.

図 4.25 ノルウェー・モスボルド 社
タンカ 向け両面形 グループコン
トロール
Fig. 4.25 Two face group
control for tanker delivered
to a tanker owned by Mos-
vold Co. Norway.

考慮されている。

図 4.23 は三菱重工 (株) 神戸造船所向け オスウェゴートランスポート 社タンカ 向け グループコントロール で配電盤と隣接して全長 22 m におよぶ大形のもので一部に監視盤を備えている。

図 4.24, 4.25 は ノルウェー・モスボルド 社 タンカ に納入した両面形 グループコントロール を示す。

4.7 甲板補機

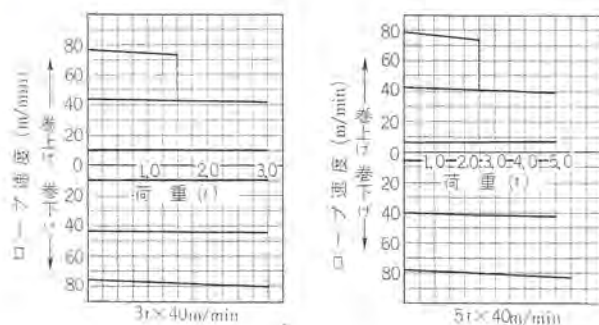
Desk Auxiliaries

船用電動 カーゴウインチ については 1926 年以來すでに 3,600 台以

上におよぶ製作実績をもっている。その他に揚錨機 (Windlass) 係船機 (Mooring winch), キャラタン など多数納入している。これらは直流方式から交流方式に変わってきており最近とはくに大容量または特殊性能の要求がない限り輸出船でも全て交流方式を採用している。

(1) カーゴウインチ

(a) 直流 カーゴウインチ についてはすでに定評のある HWB 形, HSB 形 ウインチ を製作してきたが, 船舶交流化とともに 1955 年より レオナード 方式 HWL 形に移行し, さらに 1958 年より カゴ形 ポールチェンジウインチ を製作し交流 ウインチ のみでもすでに 430 台の製作実績をもっている。図 4.26 は HWL 形 5 トンレオナードウインチ, 図 4.27 は レオナードウインチ の速度特性を示したものである。電動ウインチ の中では最もすぐれた運転特性と高い信頼度が得られる。図 4.28 は HDK 形 ポールチェンジウインチ である。図 4.29 はこのウインチ の速度特性を示したものである。HDK ポールチェンジウインチ は高速 モータ と低速 モータ およびウインチドラム の三つを差動歯車にてつないであり両 モータ がお互いに無関係に発停でき, またロー速度は両 モータ の和となるから各 モータ は起動加速が楽に



(a) 3 HDK 40 形 (b) 5 HDK 40 形

図 4.29 差動歯車ウインチの荷役特性

Fig. 4.29 Loading characteristic of differential gear winch.

なり従来のタンデム構造のポールチェンジウインチに比較して非常にすぐれた特性と高い信頼度が得られ好評を博している。

(b) 荷役作業の能率向上のために最近ではデッキクレーンも製作している。これは巻上、水平引込、旋回動作を行なう電動機を一体にまとめユニバーサルハンドルで制御ができる駆動電動機にはカゴ形ポールチェンジウインチを使用している。このほかに3tマントロー式橋形クレーンも製作中である。要目は次のとおり。

巻上用	50 kW	巻線形誘導電動機	全閉防水形
横行用	22/10 kW	カゴ形	"
走行用	11 kW	カゴ形	"

(2) オートマチックテンションウインチ

自動ムアリングウインチは船の係船中、係船ローラの張力の変動を自動的に調整して一定範囲に保つものである。特長としては

(a) トルクモータ方式のため作動がスムーズである。

(b) トルクモータによるローラ張力検出のため構造が簡単で小形である。

(c) トルクモータの他に作業用の高速電動機も備えてあるので高い作業性をもっている。

テンション検出には安価な巻線形小形トルクモータを用いローラ張力が常に連続制御できるとともに構造が簡単で小形である。作業用にはカゴ形の高速用電動機を装備しており係船作業を能率的に行なえる。

(3) ウインドラス、ムアリングウインチ、キャスタン

直流方式、交流方式とも数多くの製作実績がある。船舶の交流合理化に沿って殆んどカゴ形誘導電動機を使用し3段ポールチェンジ方式を採用している。大容量機では38 ton×9 m/min 140 kW/100 kW/43.5 kW 4/8/16 P ポールチェンジ方式のものがある。この他に係船荷役作業の合理化促進のためトルクモータを使用したホーサリールウインチ、トッピングウインチ、ガイウインチ等も数多く製作している。

(4) トロールウインチ

トロール船の大形化に伴い電動トロールウインチが再び脚光をあびている。

(a) 日魯漁業向けには200 kW トロールウインチを3船分納入した。これは船内交流電源を直接シリコン整流器で整流したのち100 kW×2の直流電動機を直接駆動しており制動巻下げ特性も得られるようになっている。

(b) 日本水産向け3,500 t トロール船用には20 t×18 m/min トロールウインチ3船分納入した。これはワードレオード方式で要目は下記の通り

駆動電動機	370 kW	カゴ形誘導電動機
-------	--------	----------

直流発電機 330 kW 400 V-750 A

直流電動機 300 kW 400 V-750 A

界磁制御には磁気増幅器を使用しており、すぐれた速度制御特性とともに信頼度の高いものとなっている。

(5) 特殊船用電機品

日本サルベージ社早潮丸向けにトウイングウインチを納入した。このほかにもしゅんせつ船用としてラダーウインチ、スパッドウインチ、ウィングウインチなど多数製作実績がある。

(6) 輸出船向甲板補機

貨物船はタンカーに比べ建造隻数が少ないが、当社では交流カゴ形カーゴウインチのみでもすでに250台を輸出船に納入し、ウインドラスではニアルコス社向け120 PSのレオード制御、レックス社向け224 PS巻線形3段速度方式、フィリピンNDC向け67 kWカゴ形ポールチェンジ方式など、またムアリングウインチでもカゴ形ポールチェンジ方式のものを多数納入して好調に稼働している。

4.8 船舶自動化

Automatization of Ships

船舶の合理化、自動化は船体、操船、通信、主機関、補機、荷役、保安装置などの各部門について各種の新しい装置を製作している。

(1) 発電設備の自動化

発電機エンジンの自動起動回路、発電機自動セン速装置、自動同期投入装置、自動負荷分担装置、AFC装置の採用により船内電源設備についてはフルオートメーションを実施している。

日本国有鉄道向け連絡船4船分、ソ連向け輸出船Fish Factory Ship 8船分などに採用した。

(2) 推進用主機のリモートコントロール

モスボルド社向けオイルタンカー向け20,000 PSタービン用をはじめとして合計3船分のタービン遠隔操縦装置を製作した。この装置はエンジンテレグラフおよび操縦ダイヤルに連動して前進後進用主操縦弁の開閉調節を電気油圧サーボにより操作している。

“NORMAL” “MANUEVERING” 状態とも停止からウォームアップ、外洋航行に至るまでのすべての運転範囲を所定のプログラムにより、速度調整を行なうことができるもので、機関室、制御室、および船橋から自由に操作できる。

ディーゼルエンジンの遠隔操縦装置もほぼ上記と同じで、電気油圧方式で所定のプログラムにより速度調整できるようになっている。

制御装置はすべて無接点リレーを使用し、機器の信頼度の向上を計っている。

このほかに日本国有鉄道向け青函連絡船用主機エンジン制御装置4船分の製作納入例がある。

(3) 荷役関係

タンカーのカーゴオイル自動荷役装置は、荷油用のバルブの開閉制御をピンボードの設定により自動的に行なうものである。

制御盤のパイプライン模擬ボードと順序設定ピンボードをコネクターで接続して、所定のプログラムを設定すれば、押しボタンスイッチを押すだけで、ローディング、アンローディング操作のすべてが、自動的に行なわれる。

作業完了とともに全機器が停止する。

この間カーゴオイルポンプおよびストリッピングポンプは、おのおのポンプ

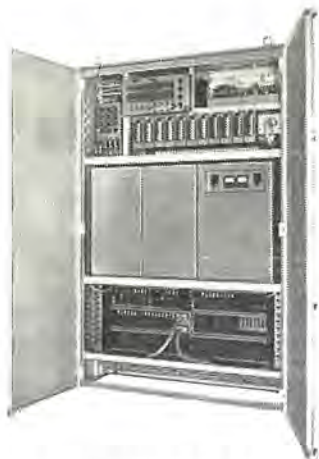


図 4.30 モスボルド社 タンカ MOSKING 号向け タービンリモートコントロールパネル（上段は エンジンテレグラフ 制御部分中段は リモートコントロール用 リレーパネル 下段は アナウシエータ用 カードフレーム）

Fig. 4.30 Turbine remote control panel supplied to Mosvold Mosking.

吸込圧力および タンクレベル 信号によって自動調整され、ポンプが空転したり、過速度になるのを防止し、ポンプ能力を最大限に利用して荷役能率を向上できる。

この装置は 115,000t タンカー について セミフリーフローシステムで製作中のものであるが、フリーフローシステム および コンベンショナルシステムについても適用できる。

（4）アナウシエータ装置

機関室の監視、警報装置は従来の接点 リレー方式をすべてトランジスタを用いた無接点 リレーに置換し信頼性の高いものとした。

すべて プリントカードシステムで各種 カードの組み合わせによりすべての要求を満足できるようになっている。既に 4 隻の輸出船向け



図 4.31 タービンリモートコントロール用 リレーパネルの開放状態

Fig. 4.31 Relay panel for turbine remote control opened.

に納入し好評を得ている。

（5）計測器

電子式、自動平衡指示計（A シリーズの フロセス 計測器）には全トランジスタ化を計り信頼度の高いものを製作している。信号レベルは 4~20 mA DC に統一してあり船用としても十分使用に耐えるようになっている。

また検出交換要素も圧力発振器、差圧発振器、起電力電流変換器、電流電圧変換器、空電変換器、電空変換器と各種変換器を製作している。

（6）データーログ

当社では船用標準 データーログ の仕様を統一しており、すでに 18 次 OSK さんちやご丸向けに 74 点（MELDAP-1361）、国鉄青函連絡船向けに 339 点（MELDAP-1392）、Esso Standard 社向けに 79 点（MELDAP-1362）など合計 6 台を製作納入し、いずれも好調に稼動している。

5. 電子機器

Electronics apparatus

5.1 多重通信装置

Multiple Communication Equipment

インドネシア PTT（郵政省）に 400 Mc 帯 SS-PM 方式多重電信電話中継装置を納入している。この装置は ジャバ島の Bandung にある国際電報局と送信所および受信所を接続し、電信の中継を主用途とするもので、昭和 35 年秋から商談が始まり、翌年 10 月に装置の船積みが終わった。

当時、無線多重通信装置は多重端局装置の トランジスタ化が終わり、無線送受信機の トランジスタ化開発が盛んになる初期であったが、当社は 400 Mc 帯多重無線送受信機の受信部の全 トランジスタ化、および送信部の大幅なセミトランジスタ化開発を完了したばかりであった。インドネシア という言葉から“暑い”ところという感じが抜けないうちに、商談のはじまった頭初は、環境条件についてかなり心配をしたが、「日本で使えるものであれば絶対に心配がない」という確信を得て、はじめての通信機輸出に踏み切ったものであった。

客先担当官の来日もあって、かなり詳細な技術的打ち合わせも行なうことができて助かったが、無線設備が発達していないだけ

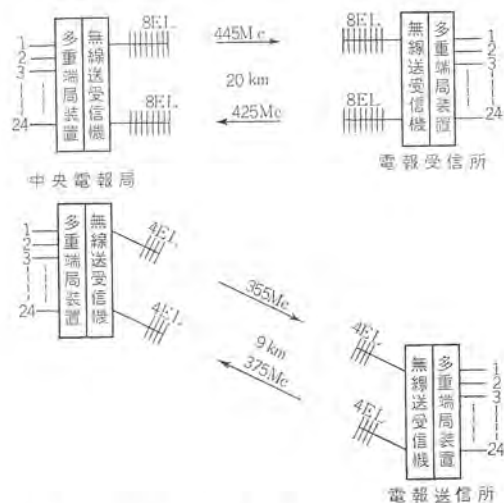


図 5.1 多重通信回線系統図

Fig. 5.1 Block diagram of multiplex communication circuit.

に、わが国のような細部の制約がなく逆にとまどう点もあり、また諸外国から輸入された既設装置の一部不評判をきくにつけても、十分安定な装置に仕上げなければならないという責任を感じ

表 5.1 おもな納入装置

機 器 名 称	数 量
ME-5 形無線送受信機	4 台
MX-3J 形多重端局装置	4 台
8 素子八本アンテナ	4 台
4 素子八本アンテナ	4 台
同軸ケーブル (RG-17/U)	約 450 m
測定器、付属品、予備品	4 式



図 5.2 受信所の設備

Fig. 5.2 Equipment installed in a receiving station.

た。

おもな納入装置は表 5.1 のとおりで、これらは図 5.1 のような構成で使用されている。すなわち電報局から送信所および受信所から電報局の電信中継と業務連絡用電話に使用されており、多重方式は SSB-PM (単側帯波振幅変調一位相変調) で、通話路容量 24, 実装 24 である。

図 5.2 は受信所に設備された装置で、向って右が無線送受信機、左が多重端局装置である。現地の保守者は国外で技術養成をうけた新進技術者もかなりいて、機器の動作にもよく習熟しているといっているせいか特別な クレーム もなく、安定に動作している模様である。

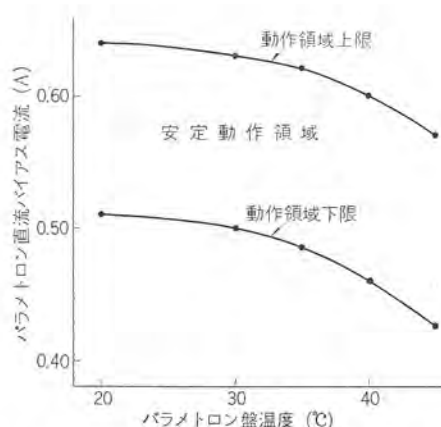


図 5.3 パラメトロン 盤温度対 I_{dc} マージン特性

Fig. 5.3 Temperature vs I_{dc} margin characteristics in the parametron panel.

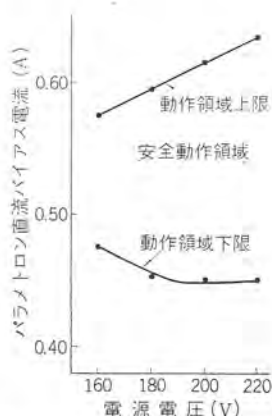


図 5.4 電源電圧対 I_{dc} マージン特性

Fig. 5.4 Source voltage vs I_{dc} margin characteristics.

5.2 ARQ 端局装置

ARQ Terminal Equipment

開放経済を迎えて、ますます発展する経済活動の陰には、国際電気通信網の活躍を見のがすことはできない。

当社の TZ-3 形 ARQ 端局は、国際電信電話株式会社 (KDD 社) へすでに 50 台、国外ではインドネシア、タイ、韓国、琉球および メキシコ へ多数納入され、短波国際通信回線の中核として、印刷電信符号の無誤字伝送に活躍している。

この装置は周知のごとく パラメトロン 式であって、外国他社のトランジスタ式に対し、ユニークな存在となっている。

その特長は

- (1) 温度特性がすぐれており、エアコンの必要がない
- (2) 電源電圧変動に対する マージン が大であり、パラメトロン 直流バイアス 電源を除き、安定化の必要がない
- (3) パラメトロン 素子が非活性素子であることと、端子接続に無 ハンダ 巻付工法を採っていることなどの理由により障害事故がきわめて少ない
- (4) 前記特長のため、据付調整が簡単である

などである。

これらの特性は本誌 38, No. 1「昭和 38 年度回顧特集号」に示されているところの

- (a) 出力コンバータ温度特性改善
- (b) 水銀接点 リレー の採用 (輸出用は早くから実施)
- (c) その他部品の選定

とあいまって、この装置を信頼度の高いものにしている。

したがって長期船積輸送の後、熱帯地方で据付使用されるには、うってつけのものである。

図 5.3 に温度特性、図 5.4 に電源電圧変動に対する マージン 特性の一例を示す。

国外に対する輸出は 1960 年 タイ へ 3 台、インドネシア へ 1 台、納入されたのを皮切りに、前記各国へ対し続々輸出されており、引き合いも活発である。

表 5.1 はこれまでの輸出実績を示す。

図 5.5 は インドネシア パンドン における P.N.T., Muxroom に据

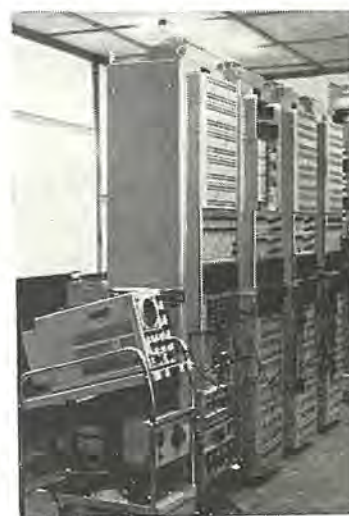


図 5.5 パンドン P.N.T. に据え付けられた TZ-3 形 ARQ 装置と TC-1 形 エクステンサ

Fig. 5.5 TZ-3 ARQ and TC-1 extensor installed in P.N. Postel, Bandung, Indonesia.

え付けられた TZ-3 形 ARQ および TC-1-10 形 エクステンサ である。本機は 1962 年 8 月下旬から 9 月上旬にかけてジャカルタで行なわれた第 4 回 アジア オリンピック 大会 (4th Asian Games) 期間中東京-ジャカルタ 間の臨時 テレタイフ 回線に使用され、報道通信の陰の力となって大いにその威力を発揮したものである。

大会終了後も、ただちに西 イリアン・コタバル (旧 ホーランドシア) との電信回線開設に使用されるなど大いに活躍している。

メキシコへはこれまでの東南アジア 圏のワツを越えて、中南米地区へ初輸出されたものである。皇太子、同妃殿下の親善旅行と前後して、メキシコ-日本間の直通無線電信回線開設のために当社製電子機器が輸出されたということを契機として、今後中南米地区に、よりいっそうの輸出伸張を期待するものである。

これら ARQ 端局装置は KDD 社へ納入された 50 台とともにオリンピック大会の晩には各国特派員を通じ競技記録が間違いなく迅速に全世界へ伝えられるのである。

かように当社の ARQ 端局装置が外国諸メーカにご(伍)して世界市場において活躍しているのは、ひとえに KDD 社と当社との緊密なる技術協力および運用実績に基づく、たゆまぬ改善などの成果であり、また KDD 社が国際電気通信界において指導的地位にあることが大いに力となっていることによるものである。

表 5.2 TZ-3 形 ARQ および TC-1 形 エクステンサ 輸出実績

国 名	TZ-3 形 ARQ (単位: チャンネル)	TC-1 形エクステンサ (単位: チャンネル)	備 考
インドネシア	44	102	
タイ	22	55	
韓国	8	12	
琉球	4	4	
メキシコ	4	—	39年3台12チャンネル分納入予定
中国(台湾)	10	—	TZ-2 形電子管式

5.3 交流計算盤

AC Computer

パキスタン政府、燃料水資源省、電力局では、西パキスタン、ラホール市に交流計算盤を設置する研究所を建設した。パキスタンではインダス河の水利用の一環として大規模な電力開発計画があり、送電網の建設計画とともに商談が生じてきた。

西パキスタンへ輸出したこの装置は、主として西パキスタン全体の電力系統の諸特性の解析、たとえば送電損失を減少させるための施設および運転法の検討、経済的な送電線および変電所の建設地点の決定などに用いられるものである。この装置の輸出にあたって、まず設計技師 2 名が現地へ飛び、仕様の確認、計算機室の建屋の建設地点、構造などを決定した。また機器の製作中に、パキスタンから 2 名のオペレータを迎え、約 3 カ月間、当社の中央研究所に設置されている同種の交流計算盤によって、問題の解析の方法、保守の方法などのトレーニングを行ない、受入側の技術レベルの向上を計った。

装置の据付調整には 2 名の技術者が現地へ出向し、現地の技術者を指導して行ない、現在運転計算を続行している。

交流計算盤は相似形計算機的一种であるが、現在わが国において盛んに用いられ、また当社においても盛んに製作されているアナログ形電子計算機が問題を解く場合、実物の特性→数学的モデルという間接相似の方法と異なり、実物の特性→縮小モデルという直接相似形計算機である。すなわち交流計算盤は複雑な大送

電系統の電気特性を模擬する縮小モデルであるが、これは電気的特性が相似であれば、実際の系統の設備と形状まで相似である必要がないことはもちろんである。

その縮小モデルの一例を紹介すると、発電所としては回転機の使用をさせて、静止装置により電圧、位相角を変える発電機単位と発電機リアクトル単位に置き換え、昇圧変圧器は単巻変圧器とインピーダンスを示す線路単位を使い、送電線路は線路単位・キャパシタ単位を用い、降圧変圧器も単巻変圧器と線路単位・負荷を負荷単位・負荷調整単位あるいはキャパシタ単位と組み込んで、抵抗・リアクタンス・サセプタンスなどの電気的定数が実際の系統を表現する。発電機単位は静止形であるので、安定度の問題のような、時間とともに電圧や位相角の変化の現象の研究には、過渡安定度計算機、プログラマ、打点式記録計などと組み合わせて行なわなければならない。また交流計算盤では各単位数を節約するため三相送電回路を単相表示することが原則で、不平衡故障時も対称座標法を利用して、単相回路を組み合わせて表示することができる。すなわち正相回路のほかに逆相およびゼロ相回路を適当に接続して単相表示を行なう。

交流計算盤の基準量、とくに基準周波数の値は、装置の規模、価格を定める重要なポイントであるが、装置の安定性、堅固さ、使いやすさ、保守の点などから装置は大形化するが、500 c/s に選んであり、その他の基準量については、電圧、電流、有効電力、インピーダンスは 100 V, 1 A, 100 VA, 100 Ω をそれぞれ 100% に



図 5.6 現地で据付調整当時の交流計算盤(空調されている)

Fig. 5.6 AC computer panel installed in an air conditioned room.

表 5.3 パキスタン 交流計算盤のユニット構成要素数

要 素	数 量
500 c/s 電 源 装 置	一 式
発 電 機 単 位	12 機
発電機リアクトル単位	12 機
線 路 単 位	100 台
キャパシタ単位	110 台 ^{※1}
π 回 路 単 位	50 台
負 荷 単 位	60 台 ^{※2}
単巻変圧器単位	20 台
相互結合単位	10 台
ブ ラ ッ ク ボ ー ド	4 台
計 測 機	2 台
過渡現象解析装置 ^{※3}	一 式
記 録 機	1 台
過渡安定度計算機	12 機
I ² R 総 合 装 置	1 式 ^{※4}
移相変圧器単位	1 台
負荷調整コンソール	1 台
対 称 分 合 成 装 置	1 台

※1 内 4 台は AVR 付 ※2 内 20 台は AVR 付

※3 同期スイッチ、サーキットブレーカモデル、アレスタユニット、コロナムユニット、シンタロスコープなど ※4 π 回路 50 単位分

選定している。

三菱形の交流計算盤のもう一つの大きな応用分野は、過渡現象解析装置として利用することができる点で、付属の電子管式同期スイッチ、シムクロスコープと組み合わせて、短絡故障の模擬を、サーキットブレーカモデル、コロナユニットなどと組み合わせてシム断器のシム断特性、送電線のコロナ損失の模擬計算などを行なえることである。

図 5.6 は、現地における交流計算盤の一部の据付写真である。交流計算盤の各単位は完全に色彩調整された鉄製 キャビネット の可動引出箱に入れられており、容易に点検することができる。各回路および引出箱の配列が各種の単位に相互誘導や キャパシティ を持たないように、また過渡現象解析装置の応用を考慮して特殊な配線方式を採用している。交流計算盤は表 5.3 のような各ユニットから構成されており、次のような特長を持っている。

- (1) 計測機における計測結果を A-D 変換し、デジタル表示を行ない、計測作業を容易かつ確実にしている。
- (2) サーキットブレーカモデルなどの過渡現象解析装置の大部分を半導体化している。
- (3) 過渡安定度計算機その他を付加して、安定度計算の手数を省き、自動的に計算できるようにしている。
- (4) 線路単位に I^2R 素子を組み込み、送電線損失などの総合損失を自動記録できるようにしている。
- (5) 付属装置の一つとして高速度繰返し形 アナログ 電子計算機があるので、電力系統における自動制御の問題も合わせて解くことができる。
- (6) 発電機単位 18 台分まで増設することができる。

5.4 メルビジョン

Melvision

三菱産業用 テレビジョン “メルビジョン” は、オーストラリア、アメリカ、香港などへ見本的に輸出されており、また現在は巡航見本市船 サクラ丸に展示して、ヨーロッパ方面を巡回しているが、実用的な、しかも特殊な用途として、メルビジョンカメラ IT-T1 形を用いた マリンテレビジョン 装置一式を去る 2 月にギリシア、ノミコス社のオイルタンカ “キングカドマス 号” (53,300 トン、浦賀重工建造) に納入した。

大形オイルタンカでは、構造の合理性のため機関およびブリッジともに船尾のほうに配置した、いわゆるアフターブリッジ形が多いが、この形では船尾にあるブリッジから船首方向の海面を見わたしたとき、自船のヘキサにさえぎられて見えない死角が大きく、とくに出入港時や、運河航行時などハシケなどの小舟が死角に入ると危険で操船が困難である。

これを解決するために、マリンテレビジョン装置が用いられ、カメラを船首に設けたマストの上に、またモニターをブリッジに設置して、出入港時の目の延長として使用している。

構成

マリンテレビジョンのおもな構成は次のごとくである。

- | | |
|-------------------------|-----|
| (1) カメラ部 | |
| カメラ (メルビジョン IT-T1) | 1 台 |
| 全天候 カメラケース | 1 台 |
| 遠隔操作形伏仰回転台 | 1 台 |
| カメラケース 用電源 (兼 ケーブル 接続箱) | 1 台 |
| (2) モニタ部 | |



図 5.7 キングカドマス 号 (53,000 トン)

Fig. 5.7 Marine television camera and marine television monitor set on a tanker.

14 形 ピクチャモニタ	1 台
カメラコントロールユニット	1 台
モニターコンソール	1 台

(3) 接続 ケーブル 類

信号伝送用同軸 ケーブル (75 Ω RG 12/U)	1 本
制御 ケーブル (32 心内 9 心 シールド)	1 本

特長とおもな仕様

(1) カメラ部

カメラ部分は船首に露出するので、とくに環境条件に対する考慮が払われている。

(a) 温度範囲

使用される周囲温度は、赤道直下あるいはアラビア海などの高温から、北ヨーロッパ方面の低温度まで予想されるので、+50°C から -20°C まで動作する必要がある。このためカメラケースには電子冷却装置とヒータを備えており、フードを設けて太陽の直射を防ぎ、前面ガラス窓には導電ガラスを用いた 2 重ガラスを採用し、これに電流を流して低温時の露結、凍結を防止している。

(b) 耐水性、耐波浪性

甲板上機器が耐水性、耐波浪性を要求されるのは当然であるが、とくにテレビジョンのカメラの場合は単に密閉構造とするのみではなく、前面ガラスをできるだけ清浄に保つ必要がある。このためにガラス前面にはカバーを備え、カ



図 5.8 船首マスト上に取り付けたカメラ部

Fig. 5.8 Television camera mounted on a mast.

メラの電源と連動でカバーが開閉する構造とし、カメラを使用していないときにガラス面がよごれるのを防いでいる。またガラス面にはワイパを備え、モニター側コントローラから遠隔操作で水滴をぬぐえるようになっている。

(c) 耐風圧

風速としては毎秒 60 m とし、さらに船の速さ毎秒約 10 m (約 20 ノット) が加わるものとして設計した。

(d) レンズ

レンズには E.E. 付ズームレンズを使用し、さらにカメラが太陽に向いた場合でも、撮像管の光電面を焼損することがないように、カメラが太陽に向う寸前に自動的にシャッターが閉じるようになっている。

レンズの明るさ	F=1:1.4
焦点距離	25~100 mm
ズーム比	4

(e) 伏仰回転台

左右回転角度	±160°
上下伏仰角度	0~45°
回転、伏仰速度	3°/秒

(f) カメラ

全トランジスタ式	IT-T1 形
撮像管	ピジコン 7038
映像出力	約 1.4 V P-P
消費電力	約 20 VA

(g) 重量

カメラケース、回転台、レンズおよびカメラを含む 113 kg

(2) モニタ部

モニター部はモニターコンソールに 14 形ピクチャモニターとカメラコントロールユニットを納めたもので、とくに耐振の点に考慮を払っている。

(a) ピクチャモニター

ブラウン管	14 形 14WP4
消費電力	約 160 VA
重量	約 35 kg

(b) カメラコントロールユニット

カメラ部分の操作制御は、すべてこの部分から遠隔操作する。またカメラの伏仰角、回転角を示すメータを備えており、カメラの視野が水面のみで他に船首などの比較物が写っていないときでも、カメラの方向がわかるようになっている。

操作項目



図 5.9 ブリッジに置かれたモニター部
Fig. 5.9 Monitor at the bridge.

・全電源開閉	・ウインドワイパ 開閉
・カメラ 電源開閉	・撮像管焦点
・左右回転	・ " ターゲット 電圧
・上下伏仰	・ " ビーム 電流
・レンズズーム	・レンズ E.E. セット
・レンズフォーカス	

重量 約 15 kg

本品は輸出用の中でもとくに船舶という点もあり、アフターサービスが完全を期しがたいので、振動試験、温度試験、注水試験などのランニングテストに時間をかけて事故の皆無をはかり、さらに電気部品は 100% の予備品を納入するなどの考慮を払った。

5.5 運転指令装置

Operation Instructing Device

最近の新鋭火力発電所は主機の性能が向上し、補機もきわめて合理化され、全体の運転が自動化されているため、各機器設置場所にはほとんど運転員は配置されず、主として中央制御室で集中監視制御され、これに少数の運転保守員の巡回によって運転が行なわれている。したがって中央制御室から各巡回員に対する指令、巡回員からの報告、あるいは巡回員相互の連絡を迅速、確実に行なうことが発電所の運転上きわめて重要となってくる。高い騒音の中で、定位置がなく絶えず移動している巡回員に指令を伝達し、さらに相互通話を行なうための通信設備がこの運転指令装置である。

当社は昭和 30 年、関西電力姫路第 1 火力発電所 1 号機以来、発電機数にして 50 基に及ぶ装置を製作納入してきた。その間、絶えず改良に努め、発電所の規模、運転方式、騒音の程度、周囲条件に応じ、いくつかの標準方式を確立することができた。これら国内プラントでの実績の上に立って、インド・ニューデリーの火力プラント用を製作、納入し、昭和 34 年 4 月現地調整を完了、現在好調に運転を続けている。図 5.10 はその本体の外観図である。

このプラントの Owner は Delhi Electric Supply Undertaking (DESU) であり、Purchaser は Indian Supply Mission であるが、機器の仕様はすべて Engineer のアメリカ Kuljian Corporation から提示されたもので、その設計承認を得た後に製作したもので

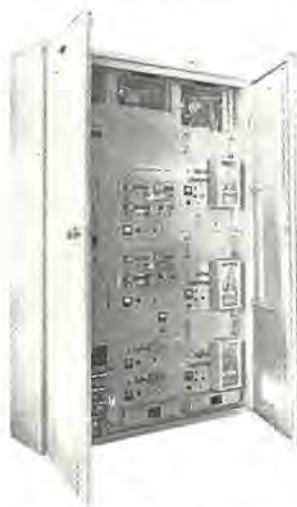


図 5.10 運転指令装置
Fig. 5.10 Paging amplifier.

ある。当社は運転指令装置を開発するにあたり、アメリカの Consultant Engineer Gilbert 社の仕様準拠して行なっているため、性能的にはなんら変更を加えることなく当社標準のまま承認を得ることができたが、このプラントは黄じん（塵）のはなはだしいインド大陸内にあるため、とくに防じん対策に留意して製作した。装置本体をキューピクル構造としたなどその一例である。

その他、とくにインド向けとして考慮したことは、保守員が素足の場合の保安のため、インド電気規格 IER の規定により、ハンドセットステーションその他すべての機器に対し、AWG #2 の 2 端子接地を行なったことで、これは国内向けの場合にはむしろ奇異に感ずることである。次に、予備品については通常の保証予備のほか、納入予備、据付予備と国内プラントの場合の数倍を添付し、機器障害に対する処置の円滑を期した。

運転指令装置はその回線の構成に多くのケーブル配線を行なう必要があり、据付工事が非常にたいへんである。現地人を使用している工事の苦心はなみたいていではなかったと思われる。

納入した装置の機器構成は次のとおりである。

拡声回線増幅器架	1 架
現用増幅器	250 W×2
予備増幅器	250 W×1
電話回線増幅器架	1 架
前置増幅器	現用、予備各 1
電話回線増幅器	現用、予備各 1
故障検出器	1
制御装置架	1 架
ハンドセットステーション	
屋内壁掛形	27 台
屋外壁掛形	6 台
卓上形	4 台
スピーカ	
530 mmφ トランペット 形	28 台
380 mmφ トランペット 形	4 台
コーン 形	2 台
試験接続箱	
ハンドセット 系統	4 台
スピーカ 系統	4 台
付属品、予備品	一式

装置の仕様は当社標準方式のうち、予備方式として前置増幅器、拡声回線増幅器および電話回線増幅器の各盤を単位とする盤予備、任意選択の手動切換方式を採用し、故障検出は 20 kc パイロット信号による常時高圧印加、自動検出方式を用いた。

なお、ハンドセットステーションは、すべて騒音不感マイクを使用し、回線方式は拡声回線、電話回線とも集中増幅方式とした。

5.6 気象用レーダ

Weather Radar

最近気象用レーダは国内だけでなく、海外からの引き合いも次第に活発になり、昨年フィリピンに気象用レーダを設置したのに引き続き、今年はオーストラリアおよび南アフリカ共和国へそれぞれ一式を納入した。

これらはいずれも激しい国際競争の末、勝ちえたものであるが、



図 5.11 マニラ港にあるフィリピン気象庁屋上に据え付けられた気象レーダ

Fig. 5.11 Weather radar on the roof of the Philippine Meteorological Observatory at Manila Harbor.

当社の技術が広く海外にまで認められ高く評価されたことを示すものであり、今後これらの地域を拠点としてさらに輸出の増大が期待されている。

(1) フィリピン向け気象用レーダ

36年6月名古屋気象台に設置した 5,300 Mc 帯の RC-4 形気象用レーダの製作経験をもとに、安定性のある RC-4B 形気象用レーダを完成し、初の輸出レーダとして 38年8月フィリピン気象庁（マニラに設置）に納入した。

このレーダは、もちろん本格的気象用レーダであり、輸出用としてとくに高温多湿地方での使用に耐え、かつ保守の容易な信頼性のある方式に改良されている。

このレーダの観測範囲にある北部ルソン地方は、6～10月の間マリアナ・カロリン両群島付近で発生する台風の進路にあり、また熱帯地特有の高地性豪雨に見舞われる地域であり、災害の防止に大きく貢献している。またこれと同形の気象用レーダ一式は本年6月南アフリカ（ヨハネスブルグ空港に設置）へ船積みされた。

このレーダのおもな性能は次のとおりである。

周波数	5,300 Mc±50 Mc
送信セン頭出力	300 kW (nominal)
パルス幅	1 μs
繰返し周波数	220 PPS
観測範囲	最大 400 km
アンテナ直径	3 m パラボラ
水平走査	自動: 10 rpm 手動: 任意の方向へ ±0.5 度の精度で停止可能
垂直走査	セクタ: 0～18 度の範囲 1 サイクル 6 秒 (RHI 表示) 手動: -5～60 度の範囲 ±0.5 度の精度で停止可能

(2) オーストラリア向け気象用レーダ

昨年暮、オーストラリア気象庁に納入された気象用レーダは、本年春据え付けが行なわれ現在順調に運用されている。オーストラリアは、南半球におけるレーダ気象学の中心であり、これを機会に当社の技術が改めて広く海外に紹介されるものとして期待されている。

このレーダは 10 cm 波の大電力気象用レーダで、当社では初めての製品であり、数々の新しい試みが織り込まれている。このレ



図 5.12 メルボルン 大学屋上に据え付けられた気象用レーダアンテナから市街を望む

Fig. 5.12 Weather radar antenna on the roof of the University of Melbourne.

レーダのアンテナ、送受信機などレーダの主要部はメルボルン大学に設置され、映像は大学側の指示機、およびこれより約7kmの距離にある気象庁分室の指示機により同時に観測できる。また、このビデオ伝送ケーブルを利用して気象庁分室からレーダ電源の接続、アンテナ、送受信機などの遠隔操作を行ない、かつレーダの主要部の動作監視を行なっているため大学側が無人でもレーダの操作はできるようになっている。このリモートコントロール方式は、現在建設中の気象庁向け富士山頂気象用レーダの基礎を作った。

そのほかこのレーダは、降雨の探知能力を増すために受信機に雑音特性のよいパラメトリック増幅器をもち、また雨雲の垂直断面を解析するための直角座標表示のRHI指示機、レーダの映像から雨量を算出するなどエコー装置を備えている。

なお、このレーダのおもな性能は次のとおりである。

周波数	2,800 Mc
送信 セン 頭出力	600 kW
パルス 幅	0.5 μ s, 2 μ s 切換
繰返し周波数	310 PPS
雑音指数	3 dB (パラメトリック 増幅器付)
アンテナ 直径	3 m パラボラ
水平走査	自動: 10 rpm セクタ: 任意の方向を中心に 10~60 度の範囲往復走査 手動: 任意の方向へ ± 0.5 度の精度で停止可能
垂直走査	自動: 0~18 度, 0~60 度の2種, 最大セクタ角度は0度から60度まで連続可変 手動: -5~90 度の範囲 ± 0.5 度の精度で停止可能
観測範囲	距離最大 200 マイル 高度最大 60,000 フィート

5.7 超音波非破壊検査機器

Ultrasonic Non-destructive Testing Device

近時、非破壊で物の内部を検査することによって、製品の向上、原価低減、運搬輸送機関の保安などを図ることが強く望まれるよ

うになった。非破壊検査の歴史はかなり古い、第2次大戦後急速に発達し、種々な非破壊検査法が行なわれるようになった。その内検査費用が安いことや作業者に悪影響がないことなどから超音波非破壊検査装置が広く使用されるに至った。

超音波検査の特長として

- (a) 指向性が鋭く欠陥検出が容易である。
- (b) 材質の制限がなくほとんどの物が検査できる。
- (c) 深い位置にある欠陥も容易に検出できる。
- (d) 人体その他に障害がない。
- (f) 消耗品がほとんどない。
- (g) 設備が簡単で結果が直読できる。

などがあげられる。

当社では古くからこれに着目し、レーダ、その他無線通信機の技術を利用して1947年に超音波探傷機を商品化した。そして各造船メーカーの要望を得て金属探傷に最も適当な周波数の選択を行ない、金属用超音波探傷機の基礎を作った。超音波探傷機の出現によって、それまで勘にたよっていた検査が計器による検査法に代わり、各メーカーの検査部門の拡充に寄与した。その後鉄鋼、軽合金、機械などの各メーカーや鉄道運輸関係に多数納入し、これら納入先の協力を得て種々改良を加えたものを製作している。また超音波探傷の普及発達とともに単に定性的な検査にとどまっていたものが、次第に定量的となり、欠陥の大きさ、位置、形状、および加重による欠陥の成長などの検出が求められるに至った。これらの要望に適合するよう自動探傷方式、材料の減衰測定、音速測定、断面層のブラウン管観測、写真記録などが行なえる高級形超音波探傷機も合わせて製作している。

一方国鉄技術研究所の指導のもとに鉄道線路の破端、キ裂を簡単に検出するための超音波探傷機を開発し、1957年クラックメータなる名称で発売した。これは鉄道線路の保守検査用として現用線路の列車通過間 1 時間、レールの疲労キズの検出を目的としたもので、小形携帯用に使われている。当初は真空管式であったが、その後全トランジスタ化し小形軽量化を図った。

これら三菱超音波非破壊検査機器は

1960 年 3 月	非破壊検査国際会議展示会
1960 年 10 月	アジア 鉄道首脳者会議展示会
1961 年 10 月	アジア エレクトロニクス 会議
1962 年 4 月	米国 シアトル 市 21 世紀博覧会

などに展示実演され、海外に広く紹介されている。

三菱超音波非破壊検査機器の中で、海外に輸出されたおもなる機種およびその概略仕様は次のとおりである。

(1) FD-5C 形超音波探傷機

パルス幅 0.5μ s ~ 30μ s の連続可変パルスを周波数 $0.5 \text{ Mc} \sim 10 \text{ Mc}$ 間 5 段階切換で超音波を金属体中に伝え、その状態をブラウン管で観測するパルス式探傷機で電源 AC 100 V、約 100 VA である。おもに使われる所は鉄鋼、軽合金などの素材検査、出荷、受入検査、機械、鉄道、造船関係の受入、保守検査などである。

パルス式超音波探傷機は微細な欠陥を検出でき、ブラウン管で直視できる利点があるため金属探傷に広く利用されたが、FD 形の探傷機はさらに 120 mm 口径ブラウン管で小形化を図ったので持ち運びや、狭い所でも使用可能である点で使用者の好評を得て、アメリカに数台輸出された。

1960 年 4 月	FD-5B 形探傷機	2 台
	アメリカ、ウエスチングハウス 社	



図 5.13 FD-5C 形超音波探傷機
Fig. 5.13 FD-5C ultrasonic flaw detector.



図 5.14 CM-2 形トランジスタ化クラックメータ
Fig. 5.14 CM-2 Transistorized crackmeter.

1961 年 7 月 FD-5B 形探傷機 1 台
ブラジル、ウジナス 製鉄所

この輸出にあたって英文取扱説明書を急ぎ作成し、海外であるため保守方法の説明や、保守点検・修理調整のトラブルシューティングを外用地用に作成した。これが国内向けに非常に役にたった。

(2) CM-2 形 トランジスタ化 クラックメータ

クラックメータは FM 変調された連続波を レール 内に伝え、レールの厚さと送り込まれた超音波が共振したときその状態をメータで指示させ、欠陥の有無を共振の強さで検査するものである。

このような目的の探傷機のため、おもに国鉄、私鉄の保線関係に使われ、現用線 レールの安全確保のために活躍している。クラックメータは使用時重量約 2.2 kg という軽量探傷機であるため海外にも好評を得て各国に輸出されている。そのおもな輸出先は次のとおりである。

1958 年 2 月	メキシコ	1 台
1958 年 7 月	スイス	1 台
1959 年 9 月	フィリピン、マニラ 鉄道	4 台
1962 年 7 月	コロンビア	1 台
1962 年 12 月	ルーマニア	1 台
1963 年 10 月	ビルマ 国鉄	5 台
1963 年 12 月	南 アフリカ	1 台

その後も南 アフリカ、インドネシア、インドの諸国からも引き合いを受けている。

5.8 金属検出装置 Metal Detectors

輸出先国名 フィリピン

第 II 編 世界に雄飛する三菱電機の輸出品

据付場所 フィリピン・セメント 株式会社
(神戸製鋼所経由)

概略仕様

(1) 電源入力 単相交流 440 V $\pm$ 10% 60 c/s
最大 約 700 VA

(2) 検出 コイル

コンベヤベルト 通過間口 幅 1,140 mm
(36 インチベルト 通過可能)

コンベヤベルト 通過間口 高さ 400 mm

有効検出幅 約 750 mm

(3) 検出感度 鉄球 50 mm およびこれと同等の感度を有する鉄・非鉄金属
ただし、検出感度は調節可能

納入年月 1962 年 10 月

最近の工業では生産工程が自動化されているものが著しく多い。材料あるいは原料の取り扱いが高度に機械化され、一方品質管理もとくに重要視されるようになった。

金属検出装置はこれらの工業において、非金属の原料、あるいは製品中に混入した金属を検出し、機械設備の保護、また製品の品質管理には欠くことのできない装置である。

過去数年間当社は金属検出装置をダム建設用骨材製造設備のクラッシュ・ミルの保護を目的とするものをはじめ、多くの諸工業に納入してその効果を大いに発揮している。

1962 年、神戸製鋼所がセメント製造用プラントをフィリピンのフィリピン・セメント株式会社に納入されるにあたり、当社はこの設備のクラッシュ・ミルの保護を目的とした金属検出装置を製作納入した。

この装置はとくに、高温、多湿のフィリピンにおいて、またセメント工場特有の微細なごみに対しても十分その性能を発揮できるように、かつ保守点検がきわめて容易にできるような機器構造となっている。

この装置は検出装置本体、検出コイル、警報表示器の三つに大別することができる。検出装置本体はコンベヤ運転室に設置され、検出コイルはセメント原料を砕石するコンベヤベルトの一部に設置された。また、警報表示器は係員が常駐される場所に設置されている。

検出装置本体は完全防じん構造となっていて、自動換気装置を備えており、内部にはとくに温度が異常に上昇した場合、警報を



図 5.15 金属検出装置本体外観
Fig. 5.15 Metal detector main set.

発する構造となっている。また夜間でもその取り扱いが容易なように、前面トビラにケイ光灯を備えているほか内部にも2灯のケイ光灯が配置されていて、トビラを開くと自動的に内部照明がされるようになっている。内部の電気回路は1個所で集中的に切換スイッチとメータにより動作状態が監視できるために、万一故障が生じても見えが早く、長期の使用にあって保守が容易になっている。

検出コイルは電磁界平衡方式を採用していて、金属以外の誘電体は全然検知しないのはもちろんであるが、検出コイルの配列は当社独自の方式を採用していて、ドリフトがきわめて少ないため、スイッチ投入後初期調整を行えば、以後はほとんど無調整で連続使用することができる。また検出コイルの磁界平衡調整方式も当社独自の方式であり、機械的な位置調整を必要とせず、すべて本体で電氣的に調整可能となっている。

金属を検出したときはコンベヤベルトを自動停止させる回路のリレーが動作すると同時に、警報ラザと警報赤ランプの二つにより警報される。混入した金属の除去は人手により行なわれるが、この操作は警報ラザのみ停止させ警報赤ランプは点灯した状態で行な

われる。

警報赤ランプが点灯している状態では、コンベヤベルトの駆動電源回路が開放されていてインターロックされているから、混入金属を除去しているさいちゅうに、コンベヤベルトが動きだす危険がないようになっている。

このように多くの特長を備えた構造となっていて操作、保守は高級技術者の手をわずらわすことはなく、内部回路もきわめて平易なものとしてある。しかしこの装置の設置目的上、最も重要視される信頼度については綿密な計画のもとに製作されている。検出感度は使用目的からあまり高感度にすれば不必要に小さい金属まで検出することになり、たびたびコンベヤベルトを停止させるから、かえって非能率的なものとなる。したがってこの装置は同種類のものとしては、けっして高感度ではないが、一定以上の大きさの金属は100%検出されるようになっている。また平衡が若干くずれても、ほとんど検出感度差はなく検出感度が相違するほど平衡がくずれた場合は、自動的に警報ベルが働き、コンベヤベルトが停止するようになっていて誤動作は皆無といつてよい。

6. エレベータ、エスカレータ

Elevators and Escalators

6.1 エレベータ

Elevators

6.1.1 香港地区 (Elevators exported to Hongkong)

人口400万をかかえ国際的自由貿易港である香港は、エレベータ業界において有望な市場と目されていたが、当社が多くの欧米有力メカにご(伍)して激しい国際競争に耐えるためには、据付、保守の問題はもとより、製品の品質と価格の面において、なみなみならぬ苦労があった。しかしこれらの問題を次々と打開した現在、当社エレベータに対する初期の不信ムードは消え、その地位は確固たるものに成長してきており、さらにこれを足場に大きく海外に飛躍するためにも、香港市場の重要性はいっそう高く評価されるに至っている。以下、香港における当社エレベータの今日までの経過について、とくにその地位を確固たるものとした香港マナリントンホテルの成果を中心に概説する。

(1) 今日までの歴史

激しい国際的商業競争に明け暮れる香港では、エレベータに関しても実績のないものは信用がなく、市場は競争に耐え抜いた欧米メカにガッチリと握られていた。したがって日本製品は安くても買われぬ一点張りで、当社のはいり込む余地はまったくなかった。その堅い網の目を破って、5年前はじめて交流2段エレベータ5台をアルハンブラビルに納入し、さらに高級エレベータとして図6.1に示すアンバサダーホテルに直流ギヤレスエレベータを輸出し、ほかに直流ギヤードエレベータを断続的に輸出したまま、正当な評価も得られずに、“高級品は欧米”という不当な評価にしん吟した時期が続いた。しかし昨年据付完了したクインエリザベス病院への当社エレベータ18台の受注成功は事態を一変せしめた。この病院は政庁が建設する東南アジア屈指の大病院であり、そのスケールの点からも、政庁関係のビルである点からも、その成果に向けられた業界の関心は非常に強いものがあつた。それらの納入後の好調な運転実績は、高級エレベータにおいても、当社の実力が初めて正当に評価さ

れ、これに数カ月遅れて完成を見たマナリントンホテル向け高速エレベータが納入されるに及んで、ついに当社エレベータの地位は完全に確立したと見られるに至った。

香港での既存メカが当社製品を、日本国内での最高速150m/minまではよいが、それ以上の高速エレベータを問題視する宣伝を行ない、それを最後のよりどころとして、防戦態勢をとっていたが、みごと欧米製品の品質にまさるとも劣らぬ成績を示して、香港市場における一流品にごすままでに至った次第である。

このような契機から、受注は受注を呼び、折からの高層ビルやアパートの建設ブームにも乗って好調な輸出を継続するに至っている。そのおもな向け先をながめて見ると、キングシアタービル、ドラゴンシールドビル、グレートジョージストリート、デスボックスロードなど高級ギヤレスエレベータを含む数十台の受注が決定しており、受注残は小さなものを入れると数百台に達しており、今後もますます期待が持てる市場である。



図 6.1 アンバサダーホテル

Fig. 6.1 Ambassador Hotel.



図 6.2 香港 マンダリン ホテル
Fig. 6.2 General view for Mandarin Hotel in Hong Kong.

(2) 香港 マンダリンホテル の成果

マンダリンホテルは香港において、ちょうど東京の丸の内に相当する中央官庁街セントラル地区に位置し、地上25階、貸室500を有する超一流の大ホテルであって、香港政庁に隣りして最重要位置を占めている。当社はこの超高速のご要求に対して新しく開発された“三菱シンクログライド方式”によって、国内の標準最高速150 m/min の記録を大幅に破る210 m/min の高速エレベータを準備した。エレベータの内訳を見ると、上記シンクログライド方式によるもの6台、高級ギヤレス3台、ほかにギヤード、ダムウエータなどであり、現在好調のうちに営業運転を開始している。図6.2は当社高速エレベータの納められたマンダリンホテルの全景を示すものである。このマンダリンホテルに納入された当社エレベータの持つ意義については、次の四つに要約できると思う。

その第1は既存欧米メーカにごして香港のセントラル地区へ優秀な高速高性能エレベータについて肩を並べるに至ったことで、これによって香港地区における当社エレベータの伸びにも一段と拍車がかかることになり、加えて国内における技術的信頼が高まったのはもとより、遠く南アメリカのコロンビアへ進出の契機ともなった。

その第2に毎分210 mの高速エレベータを実際に運転を開始したことである。国内において従来試験的なものはあったが、一般乗用としてのこの種高速エレベータは皆無であり、当社が国内の同業他社にさきがけ開発した成果は大きい。

第3は、この高速エレベータのために三菱シンクログライド速度制御方式を開発したことである。国内で営業運転の実績を持たないこのユニークな速度制御方式が遠く海外で順調に実動していることは、当社の長い経験と研究成果によるものである。

第4は、建物のムードを考慮し、かつ建築デザインの意向にもそった格調高い意匠である。従来の平調な変化に乏しい基調は、もう曲角にきた感がある。当社としても、このすう勢に歩調を合わせ、さらに技術的研究を進めている。

(3) 三菱シンクログライド方式高速エレベータ

従来、わが国では建築物の高さに31 mの制限があったため、観光用のような特殊用途を除いて、経済的に見て150 m/minの定格速度で十分であった。しかしマンダリンホテルのような20階30階

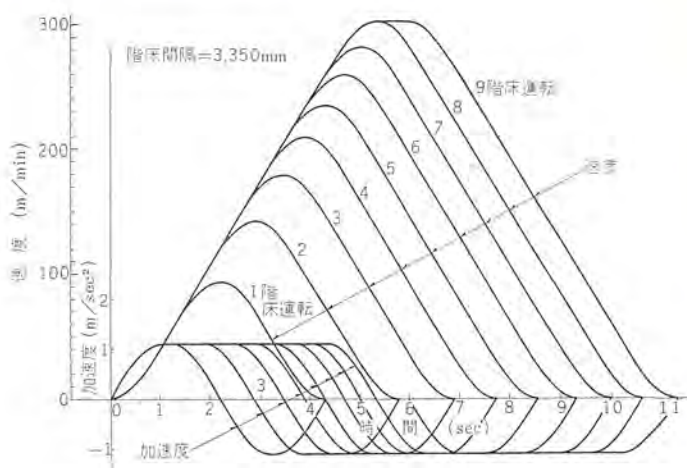


図 6.3 理想速度曲線
Fig. 6.3 Ideal performance curves.

建の超高層ビルになると、そのビルの経済価値をよりいっそう高めるためにも、さらに高速のエレベータが必要になる。マンダリンホテルに限らず、今後建築物の高さ制限のゆるやかな海外に進出するためにも、また建築基準法の改正されたわが国においても、近い将来、ますます高速エレベータの必要性は増大すると思う。

しかし、ここで注意しなければならないのは、定格速度の高いエレベータが高い輸送力を有するとは限らないこと、すなわちエレベータの輸送力は定格速度より、むしろ実効速度に大きく左右されることである。さらに乗客の乗りごこちと走行時間は、相反関係にあって、乗りごこちを良くしようとすると、走行時間が延び、走行時間を短くしようとすると乗りごこちが悪くなりやすい。したがって、実効速度を上げ乗客に不快感を与えずに早く目的階に到着するにはあらかじめ理想速度曲線を定め、これにできるだけ近い運転を行なって、その運行距離に応じた最適トップスピードまで加速し、ただちに減速する動作を行なうことが必要になる。すなわち、ここでいう高速エレベータは、同時に中間走行距離における部分速運転においてそれに対応する最高速度を自動的に選択し、理想速度曲線にそった運転のできる高性能エレベータでなければならないのである。図6.3は理想速度曲線を示す。

以上の基本的要求にそって、当社従来のロートロール速度制御方式に代って、ウエスチングハウス社がニューヨークの世界一の事務所ビルであるパンアメリカンビルに納めた、世界最高速(510 m/min)のDMR方式を参考に研究を進め、われわれの多年の経験を加えた“三菱シンクログライド方式”を開発した。この方式によって、その名に示めされるとおり、起動から停止の瞬間まで、ほとんど理想速度曲線に同期して(シンクロ)、乗りごこちよい(グライド)画期的な性能を得ることができた。そのおもな特長を次に述べてみる。

(a) 精度および増幅率が高く、過渡応答のよい、さん新なDMR速度調整器を採用している。これは、従来のロートロールに代わる一種のサーボ機構で、図6.4に示すように、ダイナミックピークに似た構造の基準速度入力部と、ウエスチングハウス社の実速度を測定する速度変換部と、誤差信号を増幅して発電機界磁を調整する増幅部とをコンパクトにまとめたものである。

(b) 加減速装置は従来の多段ステップ状入力装置の代わりに、完全にステッレスな円滑な速度基準発生装置を採用している。

加速基準装置はシリコン制御素子を利用した一種の演算増幅器であって、可変抵抗を変化して希望の加速度を選べるようになっている。減速基準発生装置は、前半はセレクタ内の可変リアクトル、

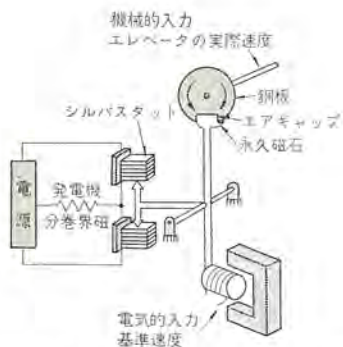


図 6.4 DMR 形速度調整器原理図

Fig. 6.4 Schematic of type DMR velocity transducer.

後半は昇降路に設けた可変出力 トランス を用い、両者の切り換えおよび着床検出には応答の早い CdS セル を感光素子とした光電装置を使用し、着床精度を高めている。このように大幅に静止器具や半導体素子を使って、信頼度高く、保守に人手もかからず、半永久的の寿命を持つよう構成されている。

(c) 以上のシンクログライド方式のため開発された新装置に加えて、当社特許のハカリ(秤)起動方式を採用している。したがって起動から完全に停止するまで、負荷の大小、電源電圧の変動にかかわらず、常に理想曲線にそって、ステッパレスに円滑に運転でき、着床精度も $\pm 5\text{mm}$ に向上した。

この三菱シンクログライド方式と、当社独特の完全な群管理機能を有するオートセレクトパターン方式およびトビラの開閉動作において、熟練した勤勉な運転手に代わるトラフィックセンシチブル方式を組み合わせたこのエレベータは輸送能力と、サービスの質において非常に高い効率を示している。その結果、ビル の経済価値を最高に保持するとともに、なんのよどみもなく流れるようなその動きは乗客にもそう快な感じを与えている。

三菱シンクログライド 高速エレベータは、香港 マンダリンホテル に続いて、マレーシア AIA ビル、香港 キングシアタ、遠くは南アメリカ コロンビアのババリヤ社などの受注を見、すでに国外における当社高速エレベータの地歩は、確固たるものに成長してきつつある。

(4) マンダリンホテルの意匠

超高層建築の一流 ホテルマンダリン にとって、エレベータの性能はもちろんのこと、その意匠についても、従来の変化に乏しい基調を排して、建物のムードにマッチした格調の高いものとするべく種々と考慮が払われた。ことに1号機から6号機のシンクログライド方式オートセレクトパタンのカゴ室については意を用い、豪華な客室ムードを出すべく努力されている。

カゴ室はチーク材を用い、レザー張り付け仕上げとなっておりアルミゴールドメッキの手すりには乗場意匠に組み合う東洋風の模様を取り入れ、香港の習慣に従ってカゴ室には灰皿も設けた。カゴ天井いっぱいに広がる円形の効果的な間接照明、かべ正面かべ全面に設けられた曇りガラス、全面ステルスハヤライン仕上げの袖かべ、チーク材の一枚戸のようなトビラ、ゴールドメッキの出発管理盤やカゴ操作盤、そしてそれに用いた押しボタンの一つ一つにまで細かい考慮が行きわたり、ヨーロッパ風に偏することなく、東洋風な落ち着きと調和を示している。図 6.5 はこのエレベータの乗り場を示している。以上のように、当社の香港地区進出当時の風は意外に冷かったものの、昨今に見られるように現地との協力作業も軌道に乗り、一流メカとしてこれからの香港市場での当社エレベータの活躍は大いに期待されることになろう。



図 6.5 マンダリンホテルの乗場およびカゴ室

Fig. 6.5 Elevator hall of Mandarin Hotel.

6.1.2 フィリピン向けエレベータ (Elevators Exported to Philippine)

フィリピンへのエレベータの輸出は、マニラ市近辺にギラレス、ギヤードエレベータを中心にして30数台の実績を持つに至っている。従来需要傾向がDCエレベータに集中しているが、昨今、この国においてもAC標準形エレベータの経済性が見直されており、DCエレベータに加えて、Eシリーズエレベータも増大してゆくように思われる。代表的な納入先は下記のとおりである。

A. J. Luz & Associates	DC-GD	2 台
S. G. V. Building	DC-GL	3 台
Consolidated Mines Incorporated Bldg.		
	DC-GD	2 台
Paddila Bldg.	DC-GD	2 台
Republic Bank	DC-GD	1 台
L & S Bldg.	DC-GD	2 台
Amalgamated Bldg.	DC-GD	2 台
Tesoro Department Store	DC-GD	1 台

6.1.3 マレーシア連邦向けエレベータ (Elevators Exported to Malaysia)

東南アジアへのエレベータの輸出はマレーシア連邦を中心に徐々に増えている。とくにマレーシア連邦へは、すでに約20台を納入あるいは製作中である。その中でもとくに注目すべきものはマレーシア国会議事堂(The New Houses of Parliament)に納入したギラレス高速度エレベータを含む5台である。この建物は、新興国マレーシア連邦の新発足を象徴し、その主都クアラルンプールに建設された代表する建物であり、これに納入した当社エレベータは好調裏に高性能運転を続けている。

これを境に当社エレベータはマレーシア連邦における最高級エレベータとして注目され、東南アジアにおける当社エレベータの評価を、ますます高めている。

次にマレーシア国会議事堂に納入したエレベータの仕様概略を記す。

号機	用途	制御・操作方式	容量・定員・速度	停止箇所
1・2	乗用	GL 2C-ASP-A	kg 名 m/min	18
3	"	AC-2 1B	1,000 12 180	3
4・5	人貨用	AC-2 1B	680 7 30	4
			950 10 30	

6.1.4 台湾向けエレベータ (Elevators Exported to Taiwan)

輸出向けエレベータ、すなわちEシリーズエレベータは当初香港をその主舞台として計画したが、香港向けに好成績を収めるやいなや台湾向けにも設置され始めた。中小規模向けの一般事務所ビルは

いうに及ばず、中小ホテル、アパートなどとその適用範囲が広く、また安価でもあるので2年の短期間のうちに29台という多数のEシリーズエレベータを輸出できたものと思う。

その納入実績の中からホテル台湾についてその仕様の概略を記す。

用途	制御・操作方式	容量	定員	速度	停止箇所
乗用	AC-2 2BC(AS)	600 kg	9 名	60m/min	8

最近Eシリーズエレベータのみならず、直流ギヤレス、直流ギヤードクラスの引合、受注も逐次増大する傾向にあり、ますます当社エレベータの真価を発揮できるものと期待している。

6.1.5 韓国向けエレベータ (Elevators Exported for South Korea)

新興韓国では徐々ではあるが需要も増してきており、納入先は銀行、電力会社、病院、一般商社ビルと広い範囲にわたっていて、約2年間に10台の納入実績をあげ、好評裏に運転している。ここでとくに昨年韓国産業銀行向けに納入したEシリーズエレベータについて仕様の概要を述べる。

号機	用途	制御・操作方式	容量・定員・速度	停止箇所
1	乗用	AC-2 2BC(AS)	kg 名 m/min 500 7 60	4
2	"	"	600 9 60	7
3	"	"	400 6 60	7

6.1.6 ハワイ向けエレベータ (Elevators Exported to Hawaii)

常夏の国ハワイホノルルのホテルカイマナに、今回客用直流ギヤードエレベータ2台、人貨用直流ギヤードエレベータ1台を納入、6月に据付を完了して現在好調な営業運転に入っている。エレベータ法規は全面的にアメリカ法規(A, S, A, code)を適用されたが、エレベータそのものよりもエレベータ据付には建築との相互関係が複雑であり、かつ重要で、長年国内において慣習のように行なわれた基礎的方法もまったく役に立たない場合もあった。このように当社のエレベータは、建築慣習と据付慣習との相互のあり方についても貴重なものを体験したわけであるが、今後ますますこの経験を生かしたいと思う。

(1) 仕様内容

乗用エレベータは容量1,150 kg (16名)、速度105 m/min、停止箇所10 stops、2C-2BCの全自動運転方式であり、人貨共用エレベータは容量1,600 kg (23名)、速度105 m/min、停止箇所11 stops、



図 6.6 ホテルカイマナ
Fig. 6.6 Hotel Kaimana.

2BC 全自動単独運転方式を採用した。

特筆すべきことはなんといっても意匠部分であって、カゴ室内部および乗場回りでは近代的センスと東洋風なふんい気とを調和させることに留意されている。

(2) カゴ室

天井の照明は軽快な感じの全面照明形を採用して、内壁には当社が誇る最高の塗装仕上技術である金ナシ地塗装を施して、東洋の色調を出すことに苦心が払われている。

(3) カゴおよび乗場ドアならびにジャム

ドアはカゴ、乗場いずれもステンレス製で、その正面見つけの中央部に家紋、その周囲には鼓形模様を腐食加工したもので、それぞれのふんい気によくマッチしており、東洋風な落ち付きをみせままとまっている。ジャムについてもドアと同様、全階ステンレス製ヘアーラインを施しているの、上述の乗場ドアと同様総体として豪華に見うけられ、至極好評を博している。

6.2 エスカレーター

Escalators



図 6.7 台南合作大楼
Fig. 6.7 Edifice in Taiwan.

6.2.1 台湾 (Escalators Exported to Taiwan)

台南合作大楼1200DI形1台、800DP形3台、1958年納入、従来あまり活発とはいえない東南アジア地区におけるエスカレータの需要は徐々に増している。台湾においても最近の経済的發展に伴い、百貨店の新增設が行なわれ、高雄、大新百貨店の4台をはじめ、台中、総合大楼へ2台の1200形エスカレータを納入した。機種としては軽快な意匠のDS形、全透明形、欄干付エスカレータ、また豪華なデザインのDI形欄干照明付エスカレータもある。そのほかに、ここにあげる合作大楼では、内側パネルにカラーテンパードグラスを使用した800DPを3台納入し、1階の1200DI形(照明入り)とともに人気の的となっている。エスカレータの欄干のデザインによる種類として、まず鋼板製欄干をもつDP形ではステンレスヘアーライン仕上げのものが標準であったが、これに対して、最近新しい建築材料として伸びてきた着色強化ガラス(カラーテンパ)を使用したものである。

強化ガラス面は硬度が高いので塗装のスリ傷などの心配がなく、意匠的にもさん新な近代的感觉が得られ、納入後も好評である。ガラス製作上の困難さは、欄干照明付のDI形および欄干透明エスカレータで積み重ねた技術により、旭ガラス株式会社においてほとんど解決された。

6.2.2 イタリア (Escalators Exported to Italy)

FIAM社ミラノ国際見本市会場800DS1台

デザインの本場イタリアの最大エレベータメーカーの一つであるFIAM

社が当社 DS 形全透明 エスカレータ のさん新優美さに目をつけて、
 このヨーロッパ 地区での独占販売権を得たいとして来たのは 62
 年であった。1963 年 4 月開催 ミラノフェア の入口正面会場に設置し
 て、テレビ その他で紹介され、ヨーロッパ 初めての透明 エスカレータ と
 して非常に好評を得た。戦後、ウエスチングハウス 社との技術提携復
 活により、いち早く L 形 エスカレータ を生産して、国内市場を確保

していた当社は、独創的な透明欄干形 エスカレータ 一連の開発によ
 り、本家の技術 レベル、品質をしのぐ段階に達し、その成果がヨー
 ロッパ への今回の足がかりとなったものである。しかしながら、
 日本国内という限られた市場にあった エスカレータ を、国際的な製
 品に脱皮する好機に恵まれたわけで、あらゆる面での今後の発展
 が期待されよう。

7. 家庭用電気品

Electric Home Appliances

家庭用電気品の輸出は、戦前ではわずかに ミシン、扇風機に限ら
 れていたが、戦後南方諸国の独立と、高度の文化生活が普及し、
 輸出品種も多様にわたり、その量もうなぎ上りに上昇している。

一般的う勢として、国内の需用量とほとんど比例的に輸出量
 も増加している。とくに急増しているものは、ミシン、扇風機はも
 ちろんであるがラジオ、テレビ、ステレオ、冷蔵庫、洗たく機、ケイ 光灯
 など、ここ 2、3 年の間に数十倍に伸び、最近では世界で最も軽
 く小形であり、携帯にも便利な マイクロシックス・テレビ のときは、
 世界中からひっぱりだこの盛況である。

家庭用ではないが、いわゆる標準品として取り扱われている配
 電用変圧器、はん用電動機、積算電力計の輸出も年々増加するば
 かりである。

これらのうち、輸出量、輸出額、輸出先のとくに多いもののみ
 をとりあげ、1960 年から 1962 年に至る 3 か年間の輸出状況を表
 示してみれば次のとおりである。もちろん 1963 年以降はさらに
 輸出量が倍加しているが、正確な集計ができていないため表示で
 きないのは遺憾である。

(1) ラジオ

表 7.1 輸 出 量

輸 出 先	1960 年	1961 年	1962 年
沖 縄	383 台	2,072 台	285 台
香 港	3,750	5,854	4,740
タ イ	400	519	3,073
マ ラ ヤ	150	880	315
シンガポール	400	100	683
イ ラ ク	126	1,490	250
シ リ ア	240	100	372
西 ド イ ツ	2,566	4,270	4,450
カ ナ ダ	2,691	586	6,450
ア メ リ カ	46,880	64,331	4,902
南 ア 米 国	114	—	6,126
ベ ル ー	100	800	4,996
バ ー レ ン	40	582	190
ス イ ス	—	2,521	7,090
メ キ シ コ	—	504	270
ジブラルタル	—	625	1,550
ブラジル	—	—	46,383
そ の 他	1,392	2,897	5,640

上表中その他の項に含まる輸出先国名は、台湾、サルバドル、ラオ
 ス、ガテマラ、ベネズエラ、チリー、韓国、アイスランド、インド、ソ 連、ドミニ
 カ、ケニア、モロッコ、カメルーン、アンゴラ、フィリピン、ベトナム、ラバウル、
 フィジー、サウジアラビア、オランダ、インドネシア、スエーデン、フランス、ホンジュ
 ラス、シエラレオネ、カメルーン、ヨルダン、パナマ、エチオピア、中央 アフリカ、
 カンボジア、パプア、カタール、ギリシャ、リビア、シマラレオン、トルコ、などで
 ほとんど世界の隅々まで及んでいる。

(2) テレビ

172 (1360)

テレビ では、上述したように マイクロシックス の需用が多く、各国
 からの要求に応じきれない状況である。昨年以来の発売で歴史は
 浅いが、その進出は目ざましいものがある。普通の テレビ は、沖
 縄、タイ、ペルー、イラク 方面に多く輸出されている。

1960 年から 1962 年までの 3 か年の集計では、海外進出の頭初
 で特記するほどの数量ではないが、昨年から本年にかけ、その数
 は逆放物線の カーブ を描いて上昇している。ご参考までに過去 3
 か年間の輸出台数を表 7.2 に示した。

表 7.2 輸 出 量

輸 出 先	1960 年	1961 年	1962 年
沖 縄	60 台	1,798 台	660 台
タ イ	130	85	108
ペ ル ー	23	28	115
イ ラ ク	—	300	—
そ の 他	—	315	70

その他の中には、韓国、フィリピン、香港、ナイジェリア、カナダ など
 が含まれる。

(3) 扇風機

扇風機は戦前から輸出の花形であったが、南方諸国の輸出量は
 近年いよいよ他種を圧している。その品質と意匠は国内における
 好評そのまが世界に認められ、今後ますます活況を呈するで
 あらう。輸出先も全世界に及んでいる。1960 年から 1962 年まで
 の 3 か年間の輸出状況は表 7.3 に示すとおりである。

表 7.3 輸 出 量

輸 出 先	1960 年	1961 年	1962 年
沖 縄	8,848 台	3,561 台	2,560 台
マ ラ ヤ	1,333	2,191	4,804
シンガポール	2,217	400	4,749
タ イ	3,942	5,091	9,991
イ ラ ン	8,293	28,506	3,300
サウジアラビア	350	2,108	414
ベネズエラ	246	168	154
香 港	9,578	18,673	23,783
カンボジア	28	1,412	562
イ ラ ク	13,687	46,492	1,140
インドネシア	78	307	120
バ ー レ ン	—	9,557	470
そ の 他	2,275	5,042	6,198

その他の中には、ラオス、セイロン、インド、オランダ、サルバドル、ホンジュ
 ラス、ドミニカ、西 アフリカ、ニューギニア、ラバウル、ドーバー、ニューギニア
 ド、台湾、フィリピン、ベトナム、シリア、クウェイト、アメリカ、ペルー、イ
 ギリス、スーダン、オマーン、ヨルダン、メキシコ、ナイジェリア、オーストラリア、マ
 カオ、パプア、カタール、レバノン の諸国が含まれ、先進国の アメリカ、イ
 ギリス、オランダ などを含んでいるのは心強い。

(4) ミシン

ミシンの輸出は戦前から扇風機と双へきをなし、戦後いよいよその真価を発揮し抜群の好成績である。輸出先も扇風機、ラジオと同じく全世界に及んでいる。1960年から1962年に至る3か年の輸出統計は表7.4に示すとおりである。

表 7.4 輸 出 量

輸 出 先	1960 年	1961 年	1962 年
香 港	6,249 台	3,671 台	12,774 台
沖 縄	172	262	1,967
韓 国	346	83	2,790
フィリピン	2,917	5,460	—
ベトナム	2,500	3,012	6,426
カンボジア	350	400	7,178
シンガポール	20	65	1,710
パキスタン	300	41	375
アルゼンチン	15	500	—
タイ	692	451	3,348
イ ラ ク	300	353	7,208
トルコ	2,000	2,000	2,000
西ドイツ	—	177	1,416
アメリカ	—	35	1,898
ナイジェリア	—	718	500
台 湾	—	42	926
そ の 他	1,073	949	4,758

上表のその他の中には、チリー、西アフリカ、ボリネオ、ベルギー、イギリス、アフリカ、クウェイト、フランス、チリー、マラサ、北ボリネオ、ヨルダン、レバノン、パレン、ウルグアイ、ラムウル、ラオス、アイルランド、カナダ、ガーナ、シリア、オランダ、ギリシャ、スペイン、ブラジル、シエラレオンなどが含まれ、ここでも先進国であるイギリス、フランス、カナダ、オランダ、ギリシャ、スペイン、ブラジルなどの諸国に販路が及んでいることは、三菱ミシンの誇りとするところである。

(5) 電気冷蔵庫

電気冷蔵庫の輸出の歴史は新しく、ここ数年前からで、最近ようやくその需要が増加している。

表 7.5 輸 出 量

輸 出 先	1960 年	1961 年	1962 年
沖 縄	318 台	626 台	470 台
香 港	503	602	1,376
タ イ	50	225	366
台 湾	—	205	950
サルバドル	2	1,114	—
パレン	—	630	35
マラサ	—	72	150
シンガポール	—	24	196
レバノン	—	1,043	—
ナイジェリア	—	1,861	—
そ の 他	27	244	515

その他には、ラオス、カンボジア、パキスタン、シリア、韓国、インドネシアなどが含まれている。

(6) 電気洗たく機

洗濯機も最近ようやく主として南方へ進出を見せ、その輸出台数も増加の一途をたどり見通しは明るい。

表 7.6 輸 出 量

輸 出 先	1960 年	1961 年	1962 年
沖 縄	30 台	314 台	324 台
香 港	420	408	1,200
タ イ	10	20	9
パレン	—	30	85
韓 国	—	—	392
そ の 他	—	18	12

その他の中には、ナイジェリア、オーストラリア、ケニアが含まれる。

(7) 積算電力計

積算電力計は、南方では沖縄およびタイ国に多数輸出され、南アメリカでは、サルバドルおよびチリーが最大の顧客である。韓国および台湾からの需要も多い。

表 7.7 輸 出 量

輸 出 先	1960 年	1961 年	1962 年
沖 縄	2,000 台	470 台	862 台
タ イ	700	354	1,050
サルバドル	1,050	550	2,108
チ リ ー	20,000	13,500	77,600
韓 国	—	—	7,680
台 湾	—	17	800
キエーパ	3,000	—	—
そ の 他	—	147	4,175

その他の中には、パキスタン、ガチマラ、インド、パレン、メキシコなどが含まれる。

(8) 配電用変圧器

変圧器は主として台湾およびタイが主要顧客で、ことにタイ国には年々数十台が輸出されている。このほかコスタリカ、ラオス、パキスタン、サルバドルなどへ輸出されているが、その詳細については、本編 1.9 の記事を参照されたい。

(8) はん用電動機

はん用電動機は、タイ、香港、台湾方面へ多数輸出されている。近時、沖縄、韓国、ベトナムなどの需要も多くなっている。

表 7.8 輸 出 量

輸 出 先	1960 年	1961 年	1962 年
台 湾	520 台	27 台	2 台
香 港	1,282	—	1,068
タ イ	4,654	340	3,295
ベトナム	50	—	120
沖 縄	32	—	685
韓 国	—	43	595
トルコ	—	14	—

(9) その他

前項までに、家庭用電気品および標準品のおもな輸出品をご紹介したが、このほかに下記のごとき多種多様の電気品が広範囲に輸出されている。1960年以降1962年の3か年間における輸出台数を品種別に表示すれば下記のとおりである。

表 7.9 輸 出 額 (単位千円)

品 名	1960 年	1961 年	1962 年
ウインディア (ユニテヤ)	3,894	8,478	63,360
ケイ光灯	8,766	13,791	22,265
ミキサー	461	2,098	7,950
ショークース	—	7,307	9,322
トースタ	207	1,387	2,310
アイロン	634	1,040	6,229
電気シタリン	883	910	1,524
電気がま	732	4,181	5,620
ミシンモートル	—	9,852	31,963
クリーナ	152	788	1,529
タイムスイッチ	1,240	4,336	4,440
救命具	1,393	1,346	4,739
電気大工道具	14,549	19,664	31,432
扇 機	—	5,260	12,583
そ の 他	194,141	242,391	28,277

その他の中には、アイスクリーム・ストツカ、電気ポット、ストーブ、温水器、ブレーサ、ホットプレート、ロースタ、電気カミソリ、家庭用ポンプ、テープレコーダ、ホイスト、水銀灯、マグネト、乾電池、ステレオなどが含まれている。

8. 海外投資および技術提携会社紹介

Investment Oversea and Introduction of Companies in Technical Cooperation

戦前から、わが三菱電機はアメリカ ウェスチングハウス 社と技術提携をなし、多くの貴重な技術を導入してわが国電気界の発展に貢献したことは周知のとおりであるが、さらに戦後はヨーロッパ 方面の有力会社とも提携し、あらゆる方面の発展に寄与しているが、本編ではこれら技術の導入はさておき、すでに世界の大電機 メーカーと比肩してならぬところなき地歩を確立したわが三菱電機の技術を、主として南方諸国に輸出している現況を、ここにご紹介してみることにした。

8.1 海外投資

Investment Oversea

(1) Universal Electrics Ltd. (India)

資本金 Rs. 4,325,000 (326,970,000 円) で、その中当社投資額は Rs. 810,000 であり、従業員約 350 名、電力用積算電力計を生産している。1963 年 5 月操業を開始し、12 月末で約 70,000 Pcs. の生産であったが、1964 年にはいい月平均 12,000 Pcs. に上昇している。生産初期においては、全部品を当社より供給していたが、現在では当社派遣技術員 6 名の好指導のもとに 98% の部品が自作可能となり、かなりの好価格で順調に販売されている。1961 年 9 月契約が成立し、その契約期間は 10 年間となっている。

(2) China Electric Mfg. Corp. (Taiwan)

資本金は N.T. \$ 25,000,000 (225,000,000 円) で、このうち当社の投資額は N.T. \$ 9,000,000 で、当社から副社長を派遣し、従業員 450 名、ケイ 光灯および安定器を生産している。1961 年 10 月契約し、その期間は 5 年間である。1963 年 3 月操業を開始し、12 月までに 30 万本の ケイ 光灯と 100,000 Pcs. の安定器を生産し、1964 年に入り月平均 ケイ 光灯は 40,000 本、安定器は 8,000 Pcs. となっている。日本の JIS に相当する ㊥ 規格も取得し、官需の応札資格も得、順調に販売され、今後島外への輸出も計画されている。

なお近く 45,000,000 円の増資が計画中である。

8.2 技術提携会社

Companies in Technical Cooperation

(1) Industria Electrica de Mexico S.A. (略称 IEM)

資本金 P. 130,000,000 (3,784,000,000 円) の メキシコ 最大の総合電機 メーカーで大形変圧器、モータ、配電盤、各種家庭電気品を主生産とし 2,500 名の従業員を擁している。家庭電気品中でも電気洗たく機は同国各地で行なった試作品の展示会で非常に好評を博し、かなりの好価格で販売が予想される。会社に Sub-License を許し、中部 アメリカ 五カ国に進出の予定であり、提携機種増加も計画中である。

(2) Shihlin Electric & Engineering Corp. (Taiwan)

小形変圧器、アレスタ、カットアウト、安全 ブレーカなどを製造している資本金 N.T. \$ 12,000,000 (108,000,000 円) の会社で、従業員 350 名が働いている。

巻鉄心変圧器は 1963 年 10 月から操業を開始し、主要部品は当社から供給し現在までに 600 台の受注を見たが、1964 年 9 月から鉄心の現地製造を行なっている。アレスタおよびカットアウトは 1964 年 7 月および 4 月からそれぞれ操業に入り、主要部品は当分当社から供給する。販売先は主として台湾電力公司である。なおこのほかに中形変圧器について本契約に準拠した技術提携を行なうことになっている。

(3) Sociedad de Industrias Electricas Nacionales

(略称 SINDELEN Chile)

資本金は邦貨換算約 48 億円の積算電力計製造会社で従業員は 150 名。1963 年 7 月契約し 10 年間の期間である。1965 年 4 月から操業を開始することになっている。

9. 海外駐在員紹介

Introduction of Representatives Oversea

アメリカ・ピッツバーグ、インド・ニューデリー、ホンコン、メキシコ、アメリカ・シカゴ、およびブラジル・サンパウロにそれぞれ駐在員を派遣し、これら

諸国の受注に最先端として活躍し、今日の三菱電機世界進出に貢献している。各駐在員の OFFICE を表 9.1 に紹介する。

表 9.1 駐在員所在地

LOCATION	OFFICE ADDRESS	LOCATION	OFFICE ADDRESS
Pittsburgh (U.S.A.)	Mitsubishi Resident Representative c/o Engineerig Dept., Associated Companies Div., Westinghouse Electric International Co. East Pittsburgh Pa., 15112, U. S. A.	Hongkong	Resident Representative of Mitsubishi Electric Corporation c/o Mitsubishi Shoji Kaisha, Ltd., Hongkong Branch Room 1213, Central Bldg., No. 23, Queen's Road, Central, Hongkong.
Chicago (U.S.A.)	Resident Representative of Mitsubishi Electric Corporation c/o Mitsubishi International Corporation Chicago Branch Prudential Plaza, Suite 3505 130 East Randolph Drive Chicago-1, Illinois 60601, U. S. A.	Mexico	Resident Representative of Mitsubishi Electric Corporation, Paseo de la Reforma 122, Desp. E, 12 Piso, Mexico 6, D. F. Mexico.
New Delhi (India)	Resident Representative of Mitsubishi Electric Corporation c/o Mitsubishi Shoji Kaisha, Ltd., New Delhi Branch United Commercial Bank Bldg., New Delhi-1, India.	São Paulo (Brazil)	Resident Representative of Mitsubishi Electric Corporation c/o Mitsubishi Shoji do Brazil-Importadora e Exportadora Ltda. Rua 15 de Novembro 1840, 6° Andar, Conjuntos 504 e 605, São Paulo, Brasil.



三菱電機スカイリング

大東京の中心——銀座4丁目角に建てられた三愛ドリームセンターの4階から上の全部をしめるこの施設は、限りない発展の願いをこめた、空に伸びゆく輪《三菱電機スカイリング》です。

9階の展望室を玄関に、8階のティールームを経て、7・6階では明日に向って日夜開発をつづける三菱電機的一端を、さらに下がつて5・4階では発電機からアイロンに至るまで皆さまに愛され、より豊かな今日を形成しつづける当社のあらましを楽しくご理解いただけるよう構成されています。

三菱電機スカイリングは、皆さまに広く利用していただくことによって、社会と企業の間につくられている明るいサークルの象徴として、その光のかがやきをもっと増して行くでしょう。

第 III 編 オリンピックを迎えて活躍する三菱電機の新製品

Chapter III New Mitsubishi Products Displaying Activity on occasion of the Olympic Games

The long awaited Tōkyō Olympic Games are about to open in coming October. Young men come from all over the world to join the festival of sports on the largest scale in the history. The coming Tōkyō Olympiad is called the Olympic Games with scientific technique behind them. To win brilliant success in this festival of century nationwide efforts have been made here in the preparations for several years. Mitsubishi has participated in them with the cooperation of all the divisions.

The chapter III of this issue describes all items not included in chapters I and II, touching upon the technical progress and activity of the Company.

There have been plans of telecasting the scenes of sports festival of century to the world by simultaneous relaying. On completion of a space communication laboratory, reception of TV images sent out from Mohabe station in America was made successful by the use of a communication satellite. Another success was reported in relaying similar telecast from France. This has put spurs on the matelialization of the plan. Eventually it has been decided to shot up a satellite, Syncom No.3, in August so as to be fully prepared for telecasting the scene of the opening ceremony and the games to America, Canada and Europe.

Mitsubishi has been participating the space communication project of the International Telegraph and Telephone Research Laboratory since 1962, completing the installation of the tracking device and the control apparatus in June, 1963 and making success in tracking the Telstar No.2, the first attempt in this country. This was a forerunner of the success in the relaying of TV signals mentioned above. In addition to the foregoing facilities the company has supplied a sending and receiving antenna and an emergency power source.

To aid the utilization of submarine cables in the Pacific Ocean, time division multiplex communication terminals were also brought to completion. This equipment is capable of transmitting telex supervisory signals through a special bypass circuit as well as five unit telegraphic code signals. This will pave the way to the automatization of intercontinent telex.

The construction of the New Tōkaidō Trunk Line of the Japanese National Railways is in the full swing with an aim of beginning the commercial operation between Tōkyō and Ōsaka by the opening of the Tōkyō Olympiad in October. This new trunk line operation involves a number of novel attempts. Many kinds of electric apparatus have been supplied by Mitsubishi to embody the project. As a dream express train, there are unique techniques taken in it unlike the conventional express vehicle. The world is watching the outcome with keen interest.

In 1960 radio telemeter devices to observe and record the information on living bodies were for the first time manufactured for medical purposes. They make a great help in the study of basie physiology, clinical medicine and labor medicine. Particularly the Companies medical telemeters put in practice for the training of athletes have borne great fruit. They are auticipated to make a contribution to establish a good number of records in the coming Olympic Games.

In the Tōkyō International Grand Athletic meeting held last year, a rehearsal of the coming grand meeting, a variety of new apparatus were employed. The Organizing Committee of the Tōkyō Olympiad has planned to make a quick report on the records of games through TV networks by combining TV cameras and small TV receivers for the convenient of press corps of home and abroad. Taking a part in this seheme, Mitsubishi has brought to completion of the TV networks at the main stadium and the swimming contest pool. The devices are now decided to be used as approved means for quick reporting of the records and transmitting various kinds of information. This new application of industrial TV is an unprecedented event in the world.

In conjunction with the latest air contamination in large cities and problems of air conditioning, air ions, particularly negative ions, has come to draw attention with hygenic effects. With these points in mind, the company has been studying negative ion generators. Based on researches of air ionization due to corona discharge, the company has developed "Mitsubishi ionizers" which are pulse discharge type air ion generators. They are expected to have a great efficacy in air conditioning in office buildings so as to decrease headache and discomfort caused by air pollution and to quicken the recovery from fatigue, to adjust blood pressure and to refresh one's mind when applied at home.

In the National All-round athletic ground, the Komazawa Sports Center, the Yenoshima Yacht Habor, the Press Center and

all other facilities including boarding houses of athletes and press men, Mitsubishi has supplied a great number of fluorescent lights, mercury lights and other electric equipment.

Furthermore, Mitsubishi has provided display facilities at Tōkyō Ginza Showroom, Mitsubishi Sky-Ring and many other show rooms to introduce the company's products to foreign visitors to this country including athletic representatives, all parties concerned to the Olympiad and the attendants.

Home electric appliances are also described in this chapter as manifestation of the company's technical developments. Home electrification is discoursed in four major classifications: enviromental sanitation, science for living, culture and amusement, and rationalization of household. Those electric appliances studied, developed and diffused in connection with domestic activities are mostly built according to the company's unique idea which will create happy home circles with restful, pleasant and comfortable atmosphere. They are sure to win the favor of every user.

待望の東京オリンピック大会は、いよいよ本年10月を期して、世界の若人を一堂に会して、史上最大のスポーツの祭典がはなばなしく開催されることとなった。

今回の東京オリンピック大会は科学技術のオリンピックとさえいわれ、この世紀の祭典を十分効果的に成功させるため、この数年間、それらの諸準備には国をあげて努力が払われたが三菱電機でもその相当部門をあげて協力した。

本号第Ⅲ編では第Ⅰ編・第Ⅱ編に含まれていない他の分野をまとめたもので当社の技術的發展および活躍の状況を解説したものである。

この世紀のスポーツの祭典を目のあたり、全世界に同時中継して報道する計画は幾回か計画されたが、時あたかも宇宙通信実験所の完成とともにに行なわれたアメリカのモハービ局、次いでフランスからの通信衛星によるテレビ受信の成功はますますその実現に拍車をかけ、アメリカが本年8月中に打上げた静止衛星シンコム3号を使用して開会式および競技の模様をアメリカ、カナダおよびヨーロッパ各国にテレビ中継できる体制ができた。

三菱電機では36年より国際電気研究所などの宇宙通信計画に参加し、38年6月に追尾装置と指令制御装置の据付完了、同7月7日にわが国初のテルスター2号衛星の追尾に成功、さらに上述のごとく、テレビ中継実験が開始され、成功を修めた次第である。当社は以上のほかに、送受信空中線、非常用電源設備などを納入した。

太平洋海底ケーブルを国際電信に利用するため時分割多重通信端局を完成した。この装置は、5単位電信符号信号のほか、特殊なバイパス回路によってテレックス監視信号をも伝送することができる。この装置は大陸間テレックスの自動化の足掛りとなるものである。

国有鉄道・東海道新幹線は本年10月の東京オリンピックを目標に東京・大阪間の営業開始の予定で、その完成が急がれている。この新幹線には幾多の新しい試みがなされているが、この完成には当社よりも多数の各種電機品が納入され、「夢の超特急」として従来の特急車とは異なった新機軸の技術が織り込まれ、世界各国よりもその完成の成果が注目されている。

また、35年、生体情報を観測記録する無線テレメータ装置を医学用テレメータとしてわが国で初めて製作し、基礎生理学、臨床医学、労働医学などの各分野の研究に提供してきた。とくにスポーツ選手のトレーニングに実用された当社の医学用テレメータの効果は大きく、今回のオリンピック大会でも数多くの新記録の樹立に貢献するものと期待されている。

今回の大会の予行演習ともいえる昨年の東京国際スポーツ大会では各種の新鋭機構が数多く用いられた。オリンピック東京大会組織委員会では内外の報道関係者への便宜のため、テレビカメラと小形受像機を組み合わせたテレビ網により競技の記録を速報することを計画していたが当社もこの計画に参加し、国立競技場、水泳競技場で以上のテレビ網を完成した。主として記録の速報、各種の通達などに公式なものとして取り上げることとなったが、このような工業用テレビの利用法は外国でも新しい試みとして注目されている。

最近の大都市の大気汚染やビル内の空気調和問題に関連して、環境衛生の面から空気イオン、とくに負イオンの医療効果および保健効果も認識されるにいたった。当社ではこれらの状況に注目し、負イオン発生器の研究を進めていたがコロナ放電現象による空気のイオン化に関する研究を基礎としてパルス放電式空気イオン発生器“三菱イオナイザー”を開発・完成した。この使用により、ビル内での空調、空気の汚れによる頭痛、不快感を減少し、家庭での疲労の回復を早め、血圧を調整し爽快な気分をもたらすなどその効果は大いに期待されている。

国立屋内総合競技場、駒沢スポーツセンタ、江の島ヨットハーバ、ラレスセンタその他の競技場、選手宿舎報道関係などの諸施設に当社より多数のケイ光灯、水銀灯照明器具その他の電気品が納入、取り付けられオリンピック大会に役かうこととなった。

また、国内はもちろん各国から来日の選手、関係者、観覧者に対する当社製品の展示には東京・三菱電機スカイリングを初め、各地の展示場として当社ショールームを紹介している。

なお、家庭用電気品も当社の技術の紹介の意味で家庭の電化として、各種電気品を環境衛生、生活科学、教養と娯楽および家事の合理化の4節に大別して解説した。これらは家庭における電気品の開発・研究および普及について述べたものであるが家庭に困らんといいを与え、楽しいふんい気と快適な居心地をそなえるための電化には当社独特のアイデアと構想を有する電気品も少なくない。大方のご愛用をお願いする次第である。

1. 宇宙通信実験所設備

Space Communication Laboratory Equipment



図 1.1 国際電々茨城宇宙通信実験所全景
Fig. 1.1 A bird's eye view of Ibaraki space communication center of KDD.

1.1 ま え が き

Introduction

わが国の宇宙通信は昭和38年11月23日、アメリカのモハービ局からのテレビ信号受信により、その幕を開けたが、これに先き立ち、早くから国際電々研究所などで宇宙通信の将来性を認められ、この実験のための地上設備が計画されてきていた。当社でも昭和36年よりこの計画に参加し、昭和38年6月にまず追尾装置および指令制御装置を据付完了、7月7日にはわが国初のテルスター2号の追尾に成功した。引き続いて送受信空中線の据付が10月に終わり、上記のテレビ中継実験が開始された。

当社より納入した宇宙通信実験所の設備には追尾装置、指令制御装置、送受信空中線の他に非常電源設備などがあるが、ここでは前三者について述べることにする。

追尾装置、指令制御装置、および送受信空中線の諸装置はすべて通信衛星よりの電波の到来方向に送受信空中線を正確に向けるためのものである。衛星よりの電波を効率よく受信し、また空中線よりの送信電波を効率よく衛星に伝えて、正常な宇宙通信を行なうためには、3分以内という高い角度精度で、空中線を衛星に向けることが必要である。

追尾装置は衛星を自動追尾してその方向を測定し、これを基にして、指令制御装置を介して、送受信空中線をその測定された角度に向ける。

以下各装置についてさらに詳細に述べる。

1.2 追 尾 装 置

Tracking Device

追尾装置は通信衛星の発射する4,080 Mcのビーコン電波を受信しながら、これを自動追尾し、衛星の方向を精密に測定するものである。測定された角度情報はデジタル信号で指令制御装置に伝

送され、これにより送受信空中線を制御する。

この装置では角度の精密測定と受信機の高感度化とに重点を置き、角度精度1分、最小受信感度-140 dBmを実現することができた。これは衛星の送信出力を20 mWとすると、30,000 km以上の距離にある衛星まで追尾する能力を持つことになる。

この装置の性能諸元については第I編の「精密電波追尾技術」の表7.1に示したので、ここでは省略し、以下この装置の内容の概略について述べる。

この装置の総合的な系統図を図1.2に示す。

衛星よりのビーコン信号は、直径6mの反射鏡とサイマルテニアスローベング方式で角度誤差を検出するための4個の一次フック射器を備えた空中線(図1.3)で捕える。この信号は一次フック射器の後部で和信号とAz, Elの二つの差信号に分解され、一次フック射器の支持棒にそって取り付けられた導波管を通して、反射鏡の背部にある高周波部に入る。この部分でパラメトリック増幅器で各チャンネルとも増幅し、パラズドミキサで中間周波信号(30 Mc)に変換して、さらに中間周波増幅器で増幅する。中間周波増幅器の出力は同軸ケーブルによって、ドーム下の追尾受信機室内にある受信装置に送られる。受信装置ではこれらの信号をさらに第2中間周波に変換して増幅し、しかる後、位相同期復調して、AzおよびElの角度誤差電圧(直流)として制御増幅装置に送る。またこの

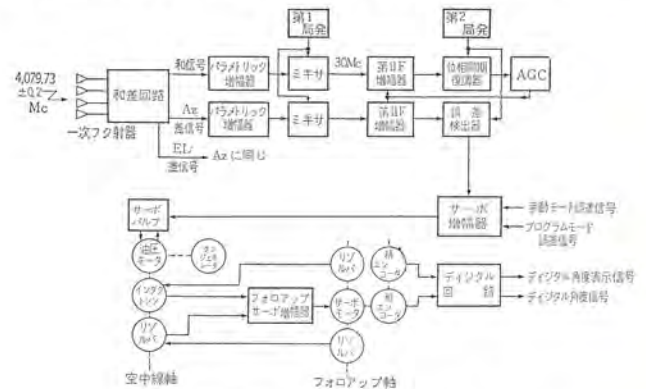


図 1.2 追尾装置系統図

Fig. 1.2 Block diagram of tracking system.



図 1.3 追尾装置空中線

Fig. 1.3 Tracking antenna.

部分では受信信号の強さに応じて自動利得調整電圧を発生し、これを高周波部の中間周波増幅器に帰還させて、一定誤差角度に対する角度誤差電圧の値が受信電界強度の強弱にかかわらず一定になるようにし、追尾サーボの特性を一定に保っている。

制御増幅装置では受信装置からの角度誤差信号とともに、空中線制御の各モードに応じて、手動角度誤差信号、プログラム制御角度誤差信号をそれぞれ増幅し、これを油圧サーボバルブに供給している。またこの部分は、追尾サーボ系の応答特性を改善するための各種の補償回路を有する。

油圧サーボバルブは空中線を駆動する油圧モータのラインの流量を入力電流に応じて制御するものであり、油圧源は Az, El ともに 15 HP の誘導電動機でポンプを回転して、Az 70 kg/cm², El 50 kg/cm² の圧力の油を供給している。空中線の Az, El の各軸はそれぞれ油圧モータによって駆動され、角速度をタコジェネレータによって検出して、制御増幅装置に帰還する。

空中線の各軸の角度の検出は、マルチボールシンフロリッパ（インダクション）によって、きわめて精密に行なわれる。このインダクションは 1 回転で一般のリッパ 180 回転分の信号を発生するもので、これをフォロアアップ装置で 180 X のリッパで受けることにより、電氣的に 180 倍のギヤアップを行ない、フォロアアップ軸に空中線軸を精密に再現することができる。フォロアアップ軸には角度の AD 変換器として精組二つのエンコーダを取り付けてあり、これによって空中線の各軸の角度信号をデジタル信号として取り出し、角度表示に用いると同時に指令制御装置にこれを伝送して衛星の角度をしらせる。

以上述べた追尾装置全体の操作表示はすべて追尾受信機室の受信装置と制御増幅装置とで行なうことができる。また追尾ドームから約 150 m 離れた管制室からの遠隔制御も可能である。

1.3 送受信空中線

Transmitting and Receiving Antenna

テレビ信号のような広帯域信号の通信を、10,000 km 以上も離れた衛星とのあいだに行なうには、従来地上通信で用いられていたものより、はるかに高い利得の大口徑空中線が必要であり、雑音や伝ぱん(播)条件から使用周波数が高くなるために鏡面精度に対する要求が厳しいものとなる。さらに指向特性がきわめて鋭い



図 1.4 送受信空中線
Fig. 1.4 Communication antenna.

から、空中線制御における角度精度が高くなければならないし、また受信信号がきわめて微弱であるから、空中線や給電系の雑音温度を極力低くする必要がある。これらの厳しい諸条件を満たし、宇宙通信の主役を演じている送受信空中線について、以下述べるものである。空中線の外観を図 1.4 に示す。

1.3.1 概略性能 (Outline of Performance)

この空中線の概略の性能諸元は、次のようである。

(1) 空中線

方式	送受共用 カセグレン方式
主反射鏡	直径 20 m パラボラ
副反射鏡	直径 2 m ハイパラボラ
利得	送信 58 dB, 受信 55 dB
ビーム幅	送信 約 0.2°, 受信 約 0.3°

(2) 給電係

周波数	送信 6,390 Mc, 受信 4,170 Mc
帯域幅	送信, 受信共 25 Mc 以上
減結合量	120 dB 以上

(3) 空中線駆動部

方式	油圧 モータラインコントロール方式
最大角速度	Az 3°/sec, El 1°/sec

(4) 角度検出部

指示精度	0.005°
------	--------

(5) 総合

総合角度精度	3 分
--------	-----

1.3.2 機器の説明 (Explanation of Apparatus)

この装置では空中線の部分と油圧発生装置を除いた部分は追尾装置の受信系を除いたものとほとんど同じであるからその部分は省略する。

(1) 反射鏡

反射鏡は直径 20 m, 焦点距離 7.62 m のパラボラで、鉄の骨組の表面にハネカムパネルを張っている。このハネカムパネルは、3 mm という鏡面精度を保つような特殊なアルミニウムでできており、同時に反射鏡の重量を軽減して、駆動軸まわりの慣性率を小さくしている。この主反射鏡の焦点の少し手前に直径 2 m の副反射鏡があって、主反射鏡の中心部にある一次フック射器からの電波は副反射鏡でまず反射せられ、次いで主反射鏡で反射して空間に放射される。この方式をカセグレン方式といい、一次フック射器が主反射鏡の焦点にある一般の空中線に比べて給電用導波管を短くすることができるため、空中線の雑音温度が低くなるのである。

(2) 給電系

系統図を図 1.5 に示す。まず送信機よりの出力は El 軸の部分にあるロータリジョイントを経て、偏分波器にはいり、1/4 波長板で

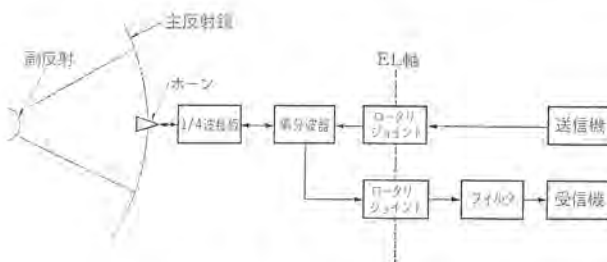


図 1.5 給電系系統図
Fig. 1.5 Block diagram of feeder circuit.

右旋円偏波となって ホーン より放射される。送信電力の一部は偏分波器の部分で受信側に漏れるが、偏分波器 フィルタ の減衰量がそれぞれ約 40 dB および 80 dB 以上あり、合計 120 dB 以上の減衰が与えられるので問題はない。

一方、受信信号は、ホーン に左旋円偏波として入射し、1/4 波長板で直線偏波になり、偏分波器、ロータリージョイント および フィルタ を経て受信機に送られる。

(3) 油圧発生装置

油圧発生装置は空中線を駆動する油圧源で、電動機 (Az 37kW, El 30 kW) により ポンプ を回転し、高圧 (Az 65 kg/cm², El 55 kg/cm²) の油を サーボバルブ を通して、油圧 モータ に送っている。

この空中線の駆動には、ラインコントロール 方式を採用しているが、これはこの方式としては最大級に属するもので、一般には大形油圧駆動には ソースコントロール 方式が用いられるのであるが、応答特性および追尾装置との操作の類似性などのために、この方式を用いた。

1.4 指令制御装置 Directions Control Device

指令制御装置は前述の追尾装置と送受信空中線とを集中制御するものである。衛星の予測軌道 データ によって刻々の衛星の位置を計算し、追尾装置と送受信空中線をその方向に指向させる。また、追尾装置が衛星の ビーコン 信号を捕捉し、自動追尾を始めると、自動的に送受信空中線を追尾装置に追従させる動作に切り換えるなど多様の制御を行なうことができる。

この装置の中心は、演算素子に パラメロン を用いた独自の デジタル 計算機で、上記の角度制御のほか、送信電力の制御および各種 データ の記録などを統合的にこなしている。

この装置では、時々刻々、衛星軌道にしたがって、絶対的な実時間で空中線を精度よく制御するために

- (1) 強制制込みおよびプログラムによる時分割制御、あるいはサンプリング 制御
 - (2) 角度信号、時刻信号の デジタル 伝送方式
 - (3) 軌道情報よりの速度命令信号
 - (4) 外部制御 スイッチ による アダプチュ 制御
- などを採用している。

1.4.1 機器の構成および性能 (Composition and Performance of Apparatus)

指令制御装置の構成とその概略の性能は、次のとおりである。

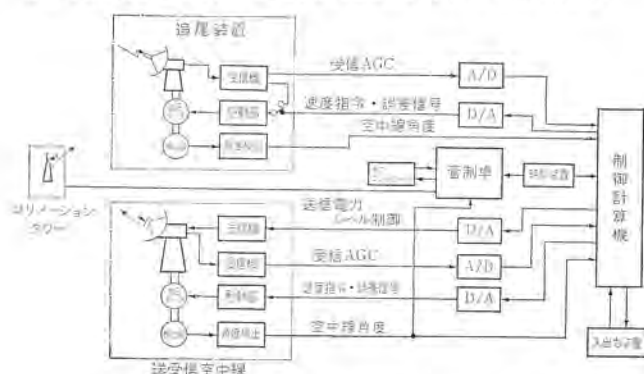


図 1.6 指令制御装置系統図
Fig. 1.6 Block diagram of computer control system.

なおこの装置の系統図を図 1.6 に示す。

(1) 制御計算機

これは パラメロン で構成されたはん用の電子計算機であるが、とくに多数の項目について、実時間の計算に適するように、多数の入出力チャンネル (入力 16, 出力 16) と、強制制込み信号を含む 34 個の外部制御 スイッチ をもっている。

この計算機が実時間で行なうおもな作業は

- (a) 与えられた データ の読取りおよび内そう計算
- (b) 標準時刻信号による時間関係の制御
- (c) 指令値、空中線角度の比較、誤差計算
- (d) 条件設定による制御 モード の変更
- (e) 必要に応じ、時間、角度の オフセット
- (f) 送信機出力を距離にしたがって制御すること
- (g) 各種 データ の記録

などのほか、オフライン の作業として衛星予測軌道の計算、予測テーラの作成、各種記録 データ の整理、計算などがある。

語の構成	数値語 固定小数点 符号+10 進 7 ケタ
命令語	8 進 7 ケタ
命令	1 $\frac{1}{2}$ アドレス 方式 54 種類
演算制御方式	ビット 並列 ケタ 直列方式
	外部 2 進化 10 進符号
	内部 3 あまり符号
演算素子	パラメロン 3,600 個
演算速度	クロック 25 kc
	加減算 0.64 msec
	乗除算 32 msec
記憶装置	2 周波 コア 512 語
入出力選択回路	磁気変調形 コアマトリックス
	入力 16 チャンネル, 出力 16 チャンネル
外部スイッチ	強制制込み信号を含め 34 個
入出力装置	電動 タイプライタ 2 台
	磁気 テーラ 装置 2 台

(2) AD/DA 変換装置

これは制御計算機の デジタル 情報と、他の追尾装置、送受信装置のアナログ 情報とのなかだちを行なう装置で、AD 変換部は AGC 電圧の デジタル 化に、DA 変換部は角度の速度信号、誤差信号のアナログ 変換に使用される。

AD 変換部 (2 チャンネル)

入力信号	DC 0~9.9 V
出力符号	2 進化 10 進符号 2 ケタ
伝達方式	並列
変換方式	連続比較式

DA 変換部 (8 チャンネル)

入力符号	2 進化 10 進符号 2 ケタ+2 ビット
出力信号	DC -10V ~+10 V
伝達方式	並列
変換方式	定電圧 Ladder 方式

(3) 標準時刻装置

衛星を追跡するには、正確な時刻信号がぜひ必要である。このために、この装置では JJY (日本標準周波数および時刻信号) を受信し、これに正確に校正された水晶発振器を基準にして時刻盤、デジタル 時刻を駆動している。また制御計算機に必要な各種の実時間制御用の パルス をつくっている。



図 1.7 指令制御装置

Fig. 1.7 Computer control system.

水晶発振器 周波数 100 kc 安定度 $1 \times 10^{-7}/\text{day}$

時刻表示 時刻盤およびデジタル時刻

パルス信号 0.1, 1, 5, 10, 20, 30, 60 sec

(4) 管制卓

この装置は宇宙通信地上設備全系の集中制御、および表示を行なうものである。その機能は下記のように分類される。

- (a) 制御計算機の制御、および動作表示
- (b) 空中線角度の制御、および動作表示
- (c) 標準時刻の表示
- (d) 追尾装置の制御
- (e) 送受信系の制御、および動作表示

1.4.2 全系の動作 (Operation of All System)

指令制御装置では空中線角度の制御に、各空中線について、それぞれ8個のモードの選択ができる。これを大別すると、次の4種の制御形態となる。

- (1) 手動 管制卓よりの設定角度に空中線を追従させる
- (2) テーラ 指令テーラの情報により空中線を制御する
- (3) 追尾 追尾装置が衛星を捕捉すると、追尾装置は自動追尾にはいり、送受信空中線は追尾空中線に追従する。
- (4) 操索 上記(2)、(3)で動作しているときに、角度および時刻のオフセットを加える。

次にたとえばテーラ制御の場合の信号の流れを考えてみると、次のようになる。

まず、時刻装置よりの読取りパルスが管制卓を経由して制御計

算機にはいる。制御計算機はこの信号を検知して、指令テーラを1ブロック読み取り、この読み取った情報と、1回前の情報とから、速度の計算および0.1 secごとの内そう計算を行なう。このようにして準備された指令値は、強制割込みパルス(0.1 sec)ごとに、そのときそのときの空中線角度と比較され、両者の差が誤差となってDA変換器に送られる。

DA変換された誤差信号は各空中線の制御増幅装置にはいり、空中線を駆動する。また、これと平行して、速度指令信号がテーラ読み取りごとにDA変換されて制御増幅装置に送られ、定常速度偏差を減少させている。

以上のような制御機能と同時に各種のデータ記録を合わせて行なうことができる。

1.5 むすび

Conclusion

以上述べた各装置はすでに数多くの業績を残している。昨年7月のテルスター2号追尾成功にはじまり、同11月のアメリカからのテレビ受信成功、今年に入ってから日米間テレビ信号送受信実験、また対欧テレビ信号送信に成功して、ついにテレビ信号の地球一周を実現させた。今年10月のオリンピックを全世界にテレビの実況中継で送るという夢はすでに技術的な点では夢ではなくなった。しかし、現在の通信衛星の軌道が10月の宇宙通信には不適當で、この夢の実現が危ぶまれているのは残念である。

このような大規模なシステムを完成させるには、システム、マイクロ波、受信機、計算機、自動制御、機械、油圧、工作技術、土木建築、材料などの広範囲の関連技術の密接な協力態勢が必要であり、鎌倉伊丹のみならず、中央研究所、鎌倉、神戸、相模の各製作所および本社施設部の協力がこのシステムの今日の輝かしい業績を生みだしたわけである。この点でこのシステムは各分野で今までつちかわれてきた技術および新しく開発された技術を総合的にまとめあげたもので、今後さらに規模の大きなシステムをつくる際に、いっそうこのような態勢が重要な意義を持つことになる。最後にこのシステムの仕様を決定し、技術計画と数ある問題点の解決に、適切など指導をたまわった国際電々株式会社の各位、および設計製作に、直接、間接に努力された各位に心から敬意を表するとともに、これらの設計製作の経験を活かし、実用通信として宇宙通信に対処した、さらに性能のすぐれた、より取り扱いやすいシステムの開発に努力する所存である。

2. 太平洋海底ケーブル用時分割多重電信端局装置

Time-Division Multiplex Telegraph Terminal For Transpacific Cables

2.1 まえがき

Introduction

本年5月、東京・グワム・ウェキ・ミッドウェイ・オアフを結ぶ日米間の最初の同軸海底ケーブルである太平洋ケーブル(Transpacific Cable)の布設が完了した。海底ケーブルによる通信の歴史は古く、1851年英人ジョン・ブレッドが英仏海峡に始めて電信ケーブルを布設したのを最初に、わが国でも日米間に1906年にすでに布設したが、その後電離層伝パン(播)を利用する短波無線技術の発展によって

その大勢は短波通信に移行していた。しかるに無線通信でも磁気嵐による通信の途絶やフェーディングによる品質の低下、さらに需要の増大に伴う周波数の不足を生じ新しい技術の導入が必要となっていた。かかるところへ陸上通信ケーブル技術の発展と海底ケーブル用中継器の開発に基づいて布設された大西洋ケーブル(TAT-1)が通信品質の良さで大成功を収めて以来主要なものだけでも表2.1に示すごとく続々布設または計画され、世界は再び海底ケーブルによって結ばれようとしている。今回のTPCはSD方式といわれるもので、108~1,052 kcの帯域に128の通話路(200~

表 2.1 著名な海底同軸ケーブル

名 称	完成または完成予定
TAT-1 (大西洋ケーブル)	1956
第1ハワイケーブル	1957
TAT-2	1959
CANTAT (カナダ大西洋ケーブル)	1961
TAT-3	1963
COMPAC (英連邦太平洋ケーブル)	1964
第2ハワイケーブル	1964
TAT-4	1967

3,050 c/s) が得られるがこの装置はこの1通路路を利用し、その中に数十の電信回線を得るもので、高品質ではあるが高価なケーブルを最大限に利用するためとくに新設計されたものである。

短波による国際通信においては、前述したごとくフェーディングや雑音のために伝送途上で電信符号の組み合わせが変化し電文に誤字を発生するので自動誤字訂正機能を有する ARQ 端局が広く使用されているが、海底ケーブルでは外界の影響を受けることがなく誤字発生の危険がきわめて少ないので、ARQ のごとき誤まり検出符号の使用と再送の必要がなく、従来はそのまま伝送することのできなかったテレックス監視信号の伝送が可能となった。このためこれまであったテレックス交換機と ARQ 装置との間の特殊な装置やオペレータが不要となり、伝送装置を介して直接交換機相互の接続が可能となって大陸間テレックスの自動化の足掛りが得られた。この傾向の一例として⁽¹⁾、スイスの対外テレックス回線中、対米は30回線であるが、内21はすでに大西洋ケーブルで運用されている。

この装置は時分割多重端局で、1通路路を120 c/s の間隔に周波数分割して得られる22のVFT (Voice Frequency Telegraph) チャネル、6チャネルのおおのに2または3の50ボー電信回線をのせんとするもので、さらに低速度のサブチャネルに再分割する機能もある。回路は5単位電信符号を送信する部分と、テレックス関係のパルスを整形伝送する部分とに大別されるが、TZ-3 形 ARQ で豊富な実績を有し卓越した信頼性を示しているパラメロンを演算素子として使用している。かかる装導の仕様に関してはまだ国際的な基準がないが、主として昭和37年のCCITTに提出された英国案⁽²⁾によって製作した。装置は図2.1、2.2に示すごとく、引出し式の箱体に分散してパラメロンを収容し、上部に励振



図 2.1 TPC/MUX 装置 (正面)

Fig. 2.1 Front view of TPC/MUX terminal.



図 2.2 TPC/MUX 装置 (側面)

Fig. 2.2 Side view of TPC/MUX terminal.

表 2.2 6 単位符号

5 単位符号 (CCITT No.2)					6 単位符号					
1	2	3	4	5	A	1	2	3	4	5
ただし					Z	A	A	A	A	A
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
連続 A 極性					Z	Z	Z	Z	Z	Z
連続 Z 極性					Z	Z	A	A	Z	Z
位相用符号										

表 2.3 符号伝送順序の入れ換え

	CH-A	CH-B	CH-C
第1サブチャネル	1 2 3 4 5 6	1 3 2 4 5 6	1 2 4 3 5 6
第2サブチャネル	1 2 3 5 4 6	1 2 3 4 6 5	1 4 3 2 5 6
第3サブチャネル	1 2 5 4 3 6	1 2 3 6 5 4	1 5 3 4 2 6
第4サブチャネル	1 2 6 4 5 3	1 6 3 4 5 2	1 6 5 4 3 2

用電源を備えている。

2.2 方 式

System

2.2.1 テレプリンタ信号の伝送 (Transmitter of Teleprinter Signal)

電信信号は50ボーの5単位電信符号 (CCITT No. 2) を用いるが、このほかに2種類の休止状態と位相同期用符号とを送信するために35種類の符号が必要で表2.2のごとき6単位符号に変換して伝送する。5単位信号の速度として411³/₇ opmまで許容できるように1文字長は145⁵/₆ msで、これが2チャネル (CH-AとCH-B) または3チャネル (CH-A、CH-BとCH-C) に時分割多重され、エレメントインターリーブ方式で多重されるので、前者の場合は82³/₇ ボー、後者の場合は123³/₇ ボーとなる。

標準速度チャネル (50B) を低速度 (1/2 または 1/4) のサブチャネルに再分割することも可能で、この装置1架で最高30電信回線を得ることができるが、時分割多重方式で再分割を折り込んで多数の通信路を設けた場合、受信側の分配位相同期がくずれるとチャネルクロスが生じ、異なった加入者線に信号が接続されて通信の秘密保持が守られなくなる可能性がある。そこで各サブチャネルについて表2.3のごとき6単位符号素子の伝送順序を違えてあり、万一チャネルクロスが生じて受信端にあらわれる電文はまったく無意味なものとなる。素子順序の入換は第1素子を除いて行なっているので、表2.2にみられる伝送符号形態の特色がそこかわれることはない。

2.2.2 同期の維持 (Maintenance of Synchronism)

時分割多重端局では対向する送受信部の動作が同期していなければならないが、それには伝送符号の各素子に関する位相の同期と、各文字およびそれらの所属チャネルに関する位相の同期とをとる必要があり、前者をAFC、後者をIPCと称する。

AFCは受信信号の極性変換点と内部刻時回路の動作位相との進退を比較し、それを積分した結果により刻時回路を修正する方法をとっているが、その修正速度は、上限として雑音などによる不正な極性変換点のための誤修正によって容易に同期がくずれてしまうことがないこと、下限として対向端局間の基準発振周波数の差やドリフトに十分追従できるだけでなく、同期がくずれた場合にすみやかに回復できるだけの応答速度があることがあげられる。

雑音だけが受信されたとして、それがAFC回路を一方へばかり修正させるような関係位置にのみ発生し、1/2素子長以上の

表 2.4 国際テレックスの信号条件

信 号	Type A			Type B		
	完全自動	半自動	手動	完全自動	半自動	手動
Free lin	A 極性の連続			A 極性の連続		
Call	A 極性から Z 極性への反転			A 極性から Z 極性への反転		
Call-Confirmation	Z 極性の連続			25 ms の Z 極性パルス		
Proceed-to-Select	40 ms の A 極性パルス	電信符号		25 ms の Z 極性パルス		
Selection	電信符号			ダイヤルパルスまたは電信符号		
Call-Connected	150 ms の A 極性と 2 sec 以上の Z 極性場合によってはさらに電信符号	電信符号		2 sec 以上の Z 極性	電信符号	
Busy	電信符号と Clearing		電信符号	i) 200 ms の Z 極性と 1,500 ms の A 極性パルス ii) 200 ms の Z 極性と電信符号と 1,500 ms の A 極性パルス	電信符号	
Out-of-Order, number unobtainable	電信符号と Clearing		電信符号	i) Z 極性の連続 ii) 200 ms の Z 極性と 1,500 ms の A 極性パルス iii) 200 ms の Z 極性と電信符号と 1,500 ms の A 極性パルス	電信符号	
Clearing clear-Confirmation	Z 極性から A 極性への反転			Z 極性から A 極性への反転		

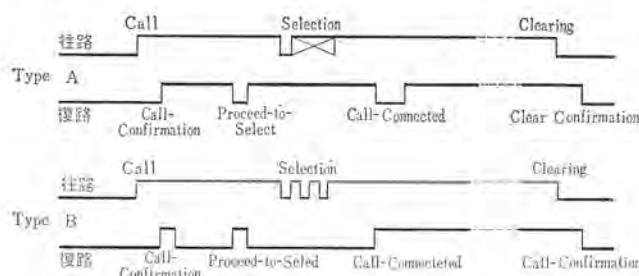


図 2.3 完全自動方式テレックスの一例
Fig. 2.3 Example of fully-automatic telex.

修正を行なった場合に位相はずれとなる。雑音がこのように偏って発生する確率を正規分布で近似すれば、その値が 50% となるに要する時間 T は、

$$T = t_d \cdot \left(\frac{1}{0.675} \times \frac{t_e}{2} \times \frac{n}{t_p} \right)^2 \quad (2.1)$$

t_d : 雑音による平均の極性変換点の間隔
 t_e : 信号の 1 素子長
 t_p : 修正ステップ (0.3 ms)
 n : 積分数 (16 回)

で与えられるが⁽⁸⁾、この装置では位相比較は 1 素子長に 1 回しか行なわないから、 T は 2 チャンネル多重の場合 50 分、3 チャンネル多重で 15 分となる。すなわち回線が断絶し雑音ばかりが受信されても、50 分以内であれば位相はずれが起らないことの方が多いといえる。

追従速度は極性変換点のひん度に依存するが、最も条件の悪い場合でも後述の位相同期用符号のために 4 文字間に 2 変換点は発生するので、32 文字間に 1 ステップの速度となり、これは 6×10^{-6} に相当するが基準発振器の周波数精度は $\pm 1 \times 10^{-6}$ 以内となっているので十分な速度である。同期の回復に要する時間、すなわち半素子長の修正時間は、24 チャンネル多重の場合は 21 ステップ、すなわち最もおそくて 1 分 40 秒である。

IPC のための位相同期用符号の伝送とともに B サブ第 4 チャンネルを使用し、受信側ではこの信号を見出すことにより文字単位の同期をとるだけでなく、相対的に全チャンネルに関する同期が自動的に確立されるようになっている。一括して取り扱う 6VFTG チャンネルの信号相互間は、符号素子にいたるまで同一位相でそろって送

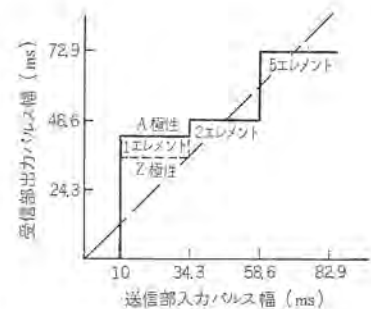


図 2.4 パルス信号の伝送
Fig. 2.4 Relation between input and output pulse signals.

り出しするので、この位相同期チャンネルは 6VFTG チャンネル中のどこかの B サブ第 4 チャンネルだけでよい。しかるに伝送線路の周波数特性のために受信部入力においては多少の位相差が生ずるので、

上述の AFC をも 1VFTG チャンネルだけで済ませられるよう、受信サンプリングパルスを各 VFTG チャンネルに応じて偏移させ、等価的に位相差がなくなるようにしている。

所定のチャンネルに連続 3 回以上位相符号が受信されない場合に位相はずれと判定し、その後受信部シフトレジスタに位相符号と同一の組み合わせが通過した時に B サブ第 4 チャンネルの受信位相に修正する。その組み合わせが正しい位相符号であったことを確かめるために続いて B チャンネルに受信される 3 文字の符号が表 2.1 の中にあるかどうかを調べてから IPC が終了するようになり、場合によっては再度受信位相の修正を繰り返すが、理想的な場合位相がはずれてから検出するまでに 1.8 秒、それから IPC の終了まで 0.9 秒となり、この点は英国仕様よりかなり高速になっている。

2.2.3 テレックス監視信号の伝送 (Transmission of Telex Monitor Signals)

テレックス方式には発生の歴史など理由により二通りの形式すなわち type A と type B とがあり、それぞれに対して対向する交換機が自動式であるか手動式であるかによって、全自動式、半自動式、手動式の区別がある。それぞれの信号形式は CCITT (勧告 UI) で表 2.4 のごとく定められており、一例を図 2.3 に示すが、type A と type B の主要なる差異は、接続が完了するまで復路を A 極性のままにしておくか否かにある。

これら一連の交換信号には 5 単位電信符号以外に種々の形態のパルスがあり、また CALL 信号のごとく両側の交換機の同時捕捉を避ける意味でできるだけすみやかに伝送する必要があるなど、通常の多重電信端局では処理できない部分がある。このためによくパルス信号用のバイパス回路を設けている。主回路を使用すべきか、バイパス回路を使用すべきかの判定には、A 極性から Z 極性に変化して約 150 ms 経過した点と、Z 極性から A 極性に変化して 450 ms 持続した点とを用いており、前者でバイパス回路から主回路へ（通常は往復路独立に、ダイヤルパルス選択の場合は復路が検知した時に）、後者で再びバイパス回路へ（往復路独立に）切り換えている。

5 単位符号以外のパルスを 6 単位符号側の同期式伝送路にのせるために、6 単位符号の 1 素子長 ($24 \frac{11}{36}$ ms) 単位に入力パルスを量子化するのが送信部バイパス回路の機能であり、10 ms 以上

続く Z 極性信号のみに注目し、以後図 2.4 のごとく変換する。受信側でそのまま出力として与えると、図 2.4 の破線の下側に相当するパルスは送信入力におけるよりも短縮され、とくに 1 素子として伝送されるものは後続の機械的な装置には応動されなくなる可能性があるため、Z 極性パルスは少なくとも 35 ms 以上、A 極性パルスは 45 ms 以上になるよう、短い場合には信号の引き延しを行なう。ダイヤルパルスに重点を置き、この引き延しは A 極性パルスに対して優先しており、CCITT (勧告 U2) で定める範囲のダイヤルパルスが一對この装置を通過することによって受ける変形は図 2.5 に示す程度である。

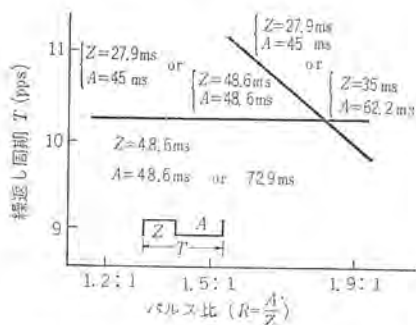


図 2.5 ダイヤルパルスの変化
Fig. 2.5 Transformation of dial pulse.

2.3 回路 Circuit

2.3.1 回路素子 (Circuit Element)

通信装置として要求される信頼性に重きを置いて、入出力信号の増幅変換以外はすべてパラメロンを使用しており、7,750 素子 (実装 9,300 素子) より成っている。パラメロンの優秀性は TZ-3 形 ARQ で実証されており、国際電信電話株式会社における使用実績の一例として、9 台の装置による延 37,300 時間の稼働結果より、パラメロンの不良発生率は 1,000 時間当り 0.005% である。

クロック周波数 (パラメロン励振変調周波数) は 20.736 kc となっているが、使用の PM-5H 形パラメロンでは、FAN-OUT の点からの論理回路の設計の容易さや、動作マージンに及ぼす配線長の影響からくる箱体設計の容易さを考慮すれば、ほぼ限界に近い周波数である。

パラメロンの多数決論理動作は発振開始時の前段からの結合たね電流によるが、それを妨害する雑音として、素子自身の内部的なものに、コアのヒステリシス特性のために非励振時の着磁状態によって発生する雑音パルス、磁歪振動による影響、前回の発振の残留による影響などがあり、これらは結合余裕度としてあらわれる。また外部的なものとして子パラメロンと孫パラメロンによる影響が問題となる。前者はその発振の残留が妨害となるもので、クロック周波数、発振回路の Q や励振波形などに依存する。後者はその発振中の電圧が子パラメロンの巻線を介して飛越結合されるものである。たね電圧が以上の雑音に打勝って正しい位相を与えるための余裕度 M を許容し得るたね電圧の低下として換算すると

$$M = 1 - k \frac{de_s}{e_s} - \left(\frac{1}{\alpha_M} + m\mu + n\alpha_A \right) \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

k: 入力回路数 e_s : たね電圧

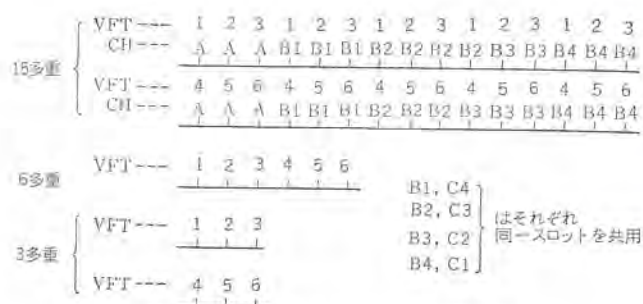


図 2.6 タイムスロットの割当
Fig. 2.6 Allocation of time slots for time-sharing operation.

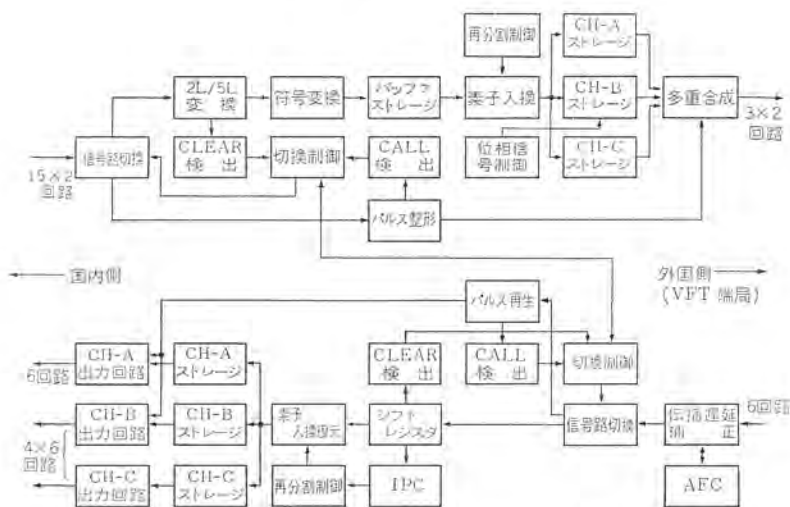


図 2.7 装置のブロック線図
Fig. 2.7 Block diagram of TPC/MUX.

de_s : e_s のパラツキ α_M : 結合余裕度

μ : 励振波形、発振回路の Q で定まる値

m: 子の数 n: 孫の数 α_A : 結合減衰量

となり⁽⁴⁾、 $M=25\%$ 、 $n=0.6m^2$ とみて m を求めると、1 入力の場合 5.3、3 入力の場合 2.7 となるが、実験の結果も合わせ考えて m の最大許容数を 1 入力で 6、3 入力で 3 と設計した。

2.3.2 回路方式 (Circuit System)

6VFTG チャンネルの信号に対して、大部分は同様な処理を行なうので、使用素子数の低減をはかるためにパラメロン回路に時分割方式を採用している。多重度は部分によって異なり、図 2.6 のごとくタイムスロットの割当てによる、3、6 および 15 多重の回路により全体を構成している。

簡単なブロック線図を図 2.7 に示すが、送信部入力回路は各 VFTG チャンネルについて 5 回路あり、CH-A に 1 回路、CH-B と CH-C に 4 回路となり、CH-B と CH-C は再分割することにより 4 回路を適当に割振って使用する。パイパス回路は CH-A と CH-B に付属する。調歩式 5 単位入力端からパッパフストレージの間は 6VFTG チャンネル分 30 回路が 15 時分割回路 (標本周波数 1.3824 kc) 2 組で構成され、それ以後多重出力端までは 3 時分割 (6.912 kc) が 2 組となっている。受信部では 6VFTG チャンネルまとめて 6 時分割 (3.456 kc) で取り扱い、パイパス回路は主回路にならって送信部が 3 時分割、受信部が 6 時分割となっている。

この装置の場合、記憶回路にもパラメロンを使用しているので時分割により素子ないし空間の低減が期待できるのは主としてゲートの類であるが、反面記憶回路中の任意点に対して信号の出入

が可能であり、またおのおのが演算能力をも有するので、タイミング調整用の遅延回路が不要であり、記憶回路の一部をゲートに兼用することもでき、この面からの素子数の低減も期待できる。低減率は約 20% である。また比率としてゲート類が減少し、単入力素子の集合である記憶回路が増すので、回路の複雑な結線が多分に簡素化され、配線や検査工程が短縮される利点もあり、この装置の程度の多重度で1素子当りの入力線数は約 30% の減少をみており、素子数の低減を合わせると配線数の減少は 45% にも及ぶ。

2.4 動作結果

Operation Result

AC 電源変動 $\pm 10\%$ 、周囲温度 $5\sim 40^{\circ}\text{C}$ の条件での動作の確認のほか、パラメトロン装置の良さを判定する目安としてしばしば用いられる励振用直流バイアス電流 (I_{bc}) に対する動作マージンを求めた I_{bc} 電流を変化させることにより、コアの励振インピーダンス、

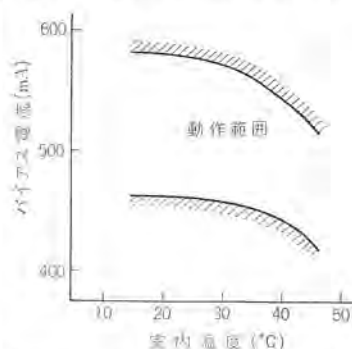


図 2.8 室内温度に対する バイアス 電流の許容値

Fig. 2.8 Room temperature vs bias current for parametron.

2.5 む す び

Conclusion

この装置は電話における TASI と同様に ケーブル における通信密度の増大を目的としているが、太平洋 ケーブル も布設されたばかりで米国側の端局の準備のこともあり、ケーブル 通信路の需要が本格化する将来に活躍を期待されるものである。そのため本文も概要の説明に留ったが、パラメトロン 使用という点を除いても、希少な存在の装置といえよう。

終わりに、この装置の設計に際して多大のご示唆とご助力をいただいた国際電信電話株式会社の富岡課長、中込調査役、熊谷調査役、寺村氏をはじめ関係各位に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) F. de Lorient; Bull. SEV 54 (1963)
- (2) CCITT Study Group VIII, Contribution No.7 (1962)
- (3) 熊谷ほか:「通信学会誌」43, 7 (昭 35)
- (4) 国際電々:「研究資料」203 (昭 35)

3. 東 海 道 新 幹 線 用 電 機 品

Electric apparatus for use on the New Tokaidō Trunk Line

3.1 ま え が き

Introduction

東海道新幹線は世界の注目のもとに 1964 年 10 月 1 日を期して、いよいよ営業運転開始の運びとなった。この新幹線建設にあたっては長年つちかわれてきた電鉄技術に加えて、一段と飛躍した高度の技術を要し、国鉄技術陣が中心となり関連 メーカー の技術員を動員して、日本の電鉄技術の一大成果として完成されたものである。

当社もその卓越した技術と、これまでの電鉄用電機品の製作経験をフルに生かし、車両および変電所のみならず駅舎の照明設備にいたるまで数多くの電機品を納入して、電鉄ならびに電子関係の高度の技術をいかに発揮することができた。

車両に関しては国際入札が行なわれ、日本の東海道幹線電車製作連合体 (車両および部品 メーカー 12 社の連合) が落札し、国内の他の多くの会社の協力を得て完成したが、その各部門の設計は国鉄を中心として関連 メーカー 間の共同設計方式ですすめられ、仙山線の電化以来交流車両電機品の設計製作に実績の多い当社は

主変圧器、主電動機をはじめ数多くの主要電機品の基本設計を担当する光栄に浴することができた。ここに新幹線電車の概要紹介のため、表 3.1 この電車の主要諸元を示す。

新幹線全般にわたり、車両および地上の設備に関して当社が製作納入した電機品は概要次のごときものであるが、そのうち代表的な電機品に対して若干の説明を加えたい。

車両用機器

主変圧器、主電動機および駆動装置、主平滑 リアクトル、タッパ 切換器、ATC 装置、空気調和装置、電動空気圧縮機、その他各種制御部品

車両および地上用機器

列車無線装置、車両照明および駅舎照明設備

変電所用機器

配電盤、負荷時 タッパ 切換変圧器、各種 シャ 断器

3.2 主 変 圧 器

Main Transformer

交流電車の心臓ともいうべき主変圧器は国鉄交流電化以来 ED

表 3.1 新幹線電車主要諸元

1. 電気方式	単相交流 60 c/s, 25 kV
電車方式	シリコン整流器式、全電動車式、電気的に2両/ユニット
運転方式	ATC 装置および CTC 装置による運転
2. 電車性能 (1 編成 12 両に対して)	
主電動機個数	48
連続定格出力	8,880 kW
連続定格速度	167 km/h
最高運転速度	200 km/h
最高許容速度	250 km/h
3. 主要寸法	
軌 間	1,435 mm
車体長さ (連結面間)	25,000 mm (前頭車は 25,150 mm)
車体高さ (レール面から屋根上面まで)	3,975 mm
車体外部の最大幅	3,380 mm
床面高さ (レール面上)	1,300 mm
パンタグラフ折たたみ高さ (レール面上)	4,490 mm
心臓間距離	17,500 mm
固定軸距	2,500 mm
車 輪 径	910 mm
4. 主要電機品	
○集電装置	パン上昇式パンタグラフ
○主変圧器	外鉄フォームフィット送油風冷式、不燃性油、 連続定格 1,650/1,500/150 kVA, 25,000/2 261/232 V 二次 663 A, 三次 646 A
○整流装置	ブリッジ結線、強制風冷式シリコン整流器 連続定格 1,627 kW
○主電動機	脈流直巻補極付 自己通風式 連続定格 185 kW, 415 V, 2,200 rpm 動力伝達 WN ドライブ, 1 段減速ギヤ比 29/63
○主平滑リアクトル	オープンコア形、自冷式、F 種絶縁 インダクタンス 6.5 mH (490 A にて) 連続定格 345 A
○制御装置	力行: 低圧タップ切換...25 ステップ ブレーキ: 発電ブレーキ...17 ステップ 電動カム軸式、無接点制御
○ブレーキ装置	50 km/h 以上発電ブレーキ常用 全速度域 空気ブレーキ油圧併用ディスクブレーキ ATC 制御および手動制御
○補助回転機	単相コンデンサ電動機および直流回転機
空気調和装置	冷暖房方式: ヒートポンプユニット分散式 換気方式: 集中換気ダクト自動開閉式
客室照明装置	60 c/s 交流ケイ光灯
列車無線装置	業務用および公衆電話用

45, ED70, EF30, EF70, ED74, 421 系, 471 系などの交流電気車に積載されて、種々の新機軸を生み、最も多くの製作実績を有して好評を得ている当社の原設計で製作された。今回は超高速の電車用のため、軽量小形で安全性の高いことの要求が従来のものより一段と強く要望され、さらに主変圧器につながる他の電機品軽量化のための性能も要求された。したがってその設計上、構造上に種々の新機軸が採用された。すなわち、耐熱絶縁紙の使用、総アルミ製の軽量高能率の油冷却器の採用、エポキシ系樹脂を用いたコンデンサ形高圧ブッシングの使用などにより軽量化をはかるほか、二次側コイルを固定コイルとタツコイルに分割して、両者を差動的または和動的に接続することにより少ないタツコ数で電圧ステップを多くとれるようにし、また三次コイルの電圧変動をできるだけ小さくして、これに接続する各種の補機の経済化をはかることができた。なお電車の火災予防の見地から絶縁油には不燃性油を用いている。

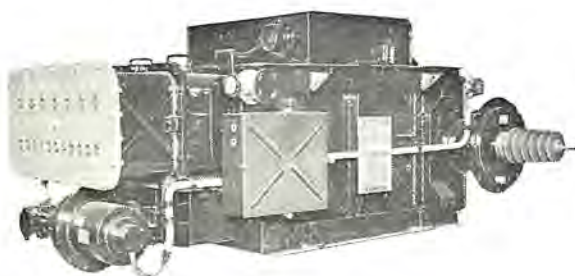


図 3.1 TM200 形主変圧器
Fig. 3.1 Type TM200 transformer.

3.3 主電動機

Traction Motor

主電動機の容量は IBM-7090 などの電子計算機を用いて東京一大阪間の線路につき走行計算を繰り返し、185 kW が必要であることが認められた。設計にあたっては先に製作された試作車用の種々の主電動機的设计の中から当社が設計担当した MT912 形主電動機のヨーク部分を一部積層した 50% 脈流率に耐えうる電動機的设计が最もすぐれていることが認められて当社が設計を担当する光栄に浴することができた。

この主電動機は固定子コイルがエポキシ樹脂で鉄心と固着され、回転子にはガラスバインド線を使用しており、また電動機を台車からはずさないで軸受の洗浄、グリースの交換ができる構造になっている。

なお主電動機と関係の深い可トウ歯車継手および主平滑リアクトルの設計も当社が担当した。



図 3.2 MT200 形主電動機
Fig. 3.2 Type 200 traction motor.

図 3.3 IC200 形主平滑リアクトル
Fig. 3.3 Type IC200 smoothing reactor.



3.4 ATC 装置

ATC Device

新幹線電車はいまだかつて例をみない高速運転を行なうので、その運転は全面的に ATC 装置にたよるようになっている。すなわち追突防止のためのブレーキのみならず、駅停止のための減速制御も ATC 装置によって行なうため、その設計に際しては故障時安全側になるための fail safe 対策はもちろんのこと系の信頼度をできるだけ高くしている。この ATC 装置は地上設備と車上装置からなり、車上装置は次の各部から構成される。すな



図 3.4 TS-1 形 ATC 制御装置
Fig. 3.4 Type TS-1 ATC apparatus.



図 3.5 SM-2 形 速 度 計
Fig. 3.5 Type SM-2 speedmeter.

わち信号受電器、信号受信器、速度発電器、速度照査部、論理部、速度計および地点検知装置で、このうち信号部分は信号メーカーが担当した。ATC 装置の採用は新幹線電車の大きな特長の一つであるが、また電子技術の車両面への応用品としても注目に値するものである。

3.5 変電所用負荷時タップ切換変圧器

Substation Transformer with On-Load Tap Changer

東海道新幹線は 25 kV 単相交流系統によって電力されるが、この電力は地上変電所に設置される スコット 結線変圧器によって供給される。当社は新幹線地上変電所 25 箇所の中、新大阪-岐阜羽島間の 9 変電所に スコット 結線変圧器を 9 台納入した。

この変圧器は当社で製作した スコット 結線変圧器としては、前回製作した北九州電化用 6,000 kVA 5 台に続いて 2 回目の製品であるが、今回は 30,000 kVA という大容量のものであり、また数々の特長を有している。なお定格事項は次のごとくである。

3/2 相 60 c/s 30,000 kVA 油入自冷式 連続定格
負荷時 タップ 切換器付き
一次 72.8 kV $\pm$ 7 kV 1.4 kV ステップ 11 点 上結線 70 号
二次 30 kV 下結線 30 号
300% 負荷 2 分以上
油劣化防止方式 袋式 コンサバータ による

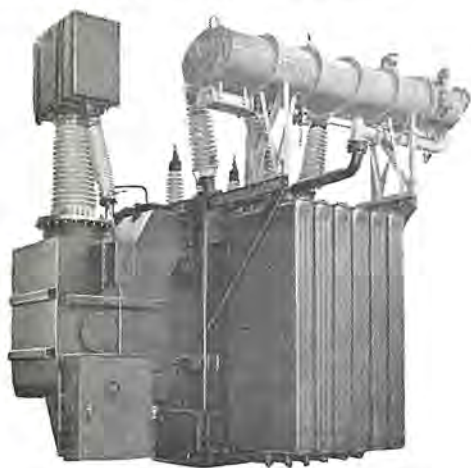


図 3.6 30,000 kVA スコット 結線変圧器
Fig. 3.6 30,000 kVA scott connected transformer.

3.6 変電所用 シャ 断器

Substation Circuit Breaker

変電所用 シャ 断器として受電回路用に三相屋外用空気 シャ 断器を、キ 電回路用に単相屋外用空気 シャ 断器を、さらに区分所の多ひ



図 3.7 30-AHL-10 形空気 シャ 断器
Fig. 3.7 Type 30-AHL-10 air blast circuit breaker.

んど度切換開閉器として単相屋内用空気 シャ 断器を多数納入した。これらの シャ 断器の定格は次のごとくである。

受電用 シャ 断器

形 名	70-Y-150 形
定格電圧	80 kV
定格電流	600 A
定格 シャ 断容量	1,500 MVA
定格 シャ 断時間	5 c/s
定格操作圧力	15 kg/cm ² ·g

キ 電用 シャ 断器

形 名	30-AHW-60 形
定格電圧	36 kV
定格電流	1,200 A
定格 シャ 断容量	400 MVA, 600 MVA
定格再起電圧	II 号 20 kc
定格 シャ 断時間	5 c/s
定格操作圧力	15 kg/cm ² ·g
標準動作責務	O-(0.35 sec)-CO-(1 min)-CO

区分所用 シャ 断器

形 名	30-AHL-10 形
定格電圧	36 kV
定格電流	600 A
定格 シャ 断容量	108 MVA
定格 シャ 断時間	5 c/s
定格再起電圧	I 号 1.4 kc
定格操作圧力	7 kg/cm ² ·g
標準動作責務	O-(0.35 sec)-CO-(1 min)-CO

3.7 む す び

Conclusion

当社は東海道新幹線に関して、前述のごとき地上用ならびに車両用主要電機品を大量納入して、この新幹線の完成に大いに貢献することができた。たまたま営業運転開始が、オリンピック 開催期にあたり外人の往来もはげしいおりで、その成果はただちに日本の電鉄技術を直接海外に示すことになるといえよう。営業運転のあかつきには東京-大阪間の大きな輸送動脈になるとともに必ずや期待以上の好成績をおさめ、ますます日本の技術を海外に宣揚する絶好の機会になるであろうことを確信している次第である。

4. スポーツと医学用テレメータ

Radio Telemetering of Physical Activities



図 4.1 スポーツトレーニングに使用中の医学用テレメータ
Fig. 4.1 Radio telemetering of physical activities.

4.1 ま え が き

Introduction

空間的、機械的、動作的な拘束条件を課することなく、移動生体中で起こっている現象をモニタするためには、無線テレメータが唯一の武器といえる。日本ME学会 (Japan Society of Medical Electronics and Biological Engineering) でも生体用のテレメータは重要な技術項目の一つとして定期的に専門研究会が開かれていた。

当社は生体情報を観測記録する無線テレメータ装置を医学用テレメータとして昭和35年、わが国で初めて製品化し、基礎生理学臨床医学、労働医学など各分野に供用してきた。

これらの分野においては、無線テレメータ装置は研究、診断の有力な道具として重用されているが、ある場合にはあえて無線テレメータによらず、単に観測用のケーブルを延長すればことたりることもあることは否めない。

しかしスポーツ医学や、スポーツトレーニングにおいては無線テレメータは唯一無二の手段として認められ、オリンピック候補選手のトレーニング管理にも実用された。

以下医学用テレメータのスポーツへの応用に主眼を置いて、セットの内容、使用面などにつき概説する。

4.2 スポーツとテレメータ

Sports and Telemeters

スポーツのトレーニング方法論によれば、トレーニングは一つの目標に向って人間の能力をできるだけ伸ばす方法である。一つの目標があるかぎりオールマイティの体を作るのではなく、一定のメカニズムにおいて高い性能を発揮する体を作らなければならないことになる。

筋力に注目すれば、目的に役立つ筋群の筋力を増すようなトレーニングをしないで、筋力の増大を全身的に行なえば、肉体美を作るだけになって、スポーツトレーニングとはいえない。

したがってトレーニングは「がむしゃら」ではだめであり、一定

の「法則」を考えながら「科学的」に行なわなければならないことになる。この「法則」が人間の動作のメカニズムであり、キネゾロジーである。

このように本当に高度のトレーニング効果をだすためには、運動のキネゾロジーにより動作のメカニズムをすっかり明るみに出し、むだ骨折りにならないトレーニングの方法を産むことが必要なのである。

スポーツの科学的、生理学的な解析には、古来いろいろな方法があり実用されている。それらのどの方法も、スポーツの負荷前後には比較的容易に確実に適用されているが、スポーツの最中に、選手に何らの有形的、動作的な制約や拘束をせずに選手の身体的な情報 (たとえばマラソン選手が全力疾走中の呼吸数、心拍数や足の筋力など) をつかむことは容易ではなく、むしろ不可能な場合が多かった。わずかに映画などによる外形的な分析、無理に負担になる記録機類をせおわせる方法、走行ではトレッドミル (Tread mill) を一定スピードで動かし、相対的に選手を測定器の前にとめて諸データを記録する方法などがあるにすぎない。

しかしトレッドミルの場合を考えても、これは走者の疲労などによる人体の微妙なサーボコントロールのためのスピード変化には無関係に定速度走行を強制するので、心理的影響も含めて自然の走行状態と完全に同一とはいえない。

人体の複雑な調節作用が静的一断面のみの観測では不可能であり、実際に活動中の生理学的データがどう変わっていくかという、刻々の微分的な変化を知ってこそ解明できるものであることを考えれば、スポーツとテレメータの結びつきが理解いただけると思う。

トレーニング中における選手のコンディションの客観的評価や、筋電図などを使つての正しいフォームの指導など、スポーツの分野においてもテレメータは絶対的な手法である。

4.3 医学用テレメータ

Medical Telemeter

このテレメータで使用している FM-FM 方式や、セットの諸元に

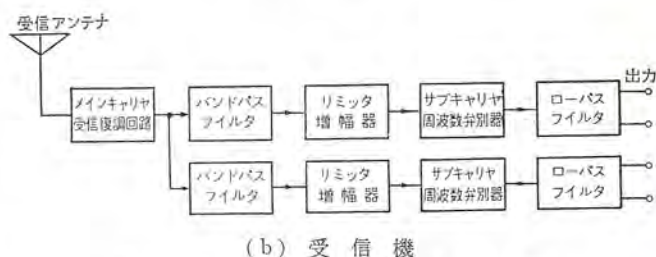
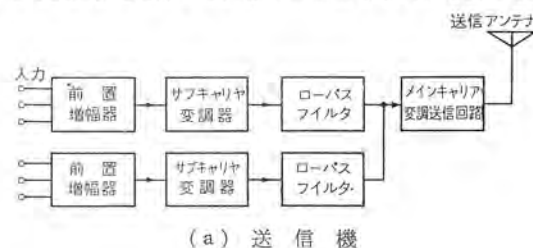


図 4.2 医学用テレメータブロック線図

Fig. 4.2 Block diagram of telemeter set.

については、本誌 Vol. 36, No. 12 (昭和 37) に詳しく述べたので、ここでは図 4.2 に従って、テレメータとしての主要ブロックの問題点に簡単にふれるにとどめる。

4.3.1 送信機 (Transmitter)

送信機はスポーツ選手の体に取り付けて運動中携行するので、とくに小形軽量でなければならない。スポーツの記録上に影響するような容積、重量は許されない。一般的な小形回路あるいは超小形回路の設計手法が取り入れられている。現在のところ実用上の小形化に対するネックは入力接セン(陸)、ゲインの調整用ポリューム、電池などで、前二者は取扱上必要なある程度の大きさがあるので、将来ともあまり小形になることは期待できない。

電池については使用時間ともからむが、回路をいくら小形にしても、大半のスペース、重量を電池が占めがちで、現在最も問題になっている。

(1) 前置増幅器

前置増幅器はダーリントン回路のエミッタよりベースへ交流正帰還をかけ、交流入力抵抗を高める方法を用い、なお交流障害などの同相雑音を十分抑制するための特性のそろった低雑音のシリコントランジスタで差動増幅器を形成した。

生体電圧を扱う増幅器としては、ハイゲインであるうえ超低周波、できれば直流まで扱いうことが要求され、この増幅器の場合ゲイン約 60 dB、フラットな周波数範囲は 0.1 c/s までのびている。

(2) サブキャリア変調器

サブキャリア変調器は前置増幅器の出力の信号によって周波数変調される発振器である。

サブキャリアでの広帯域改善利得を大きくとり、出力信号の S/N を良好にするため、IRIG 規準に準拠してサブキャリアは信号の最大変化に対し中心周波数の $\pm 7.5\%$ の広い周波数偏移をとっている。

したがってサブキャリア変調器としては、広帯域にわたり直線性が良く、変調感度が高く、周波数安定度が良好なもので、さらに振幅変調成分ができるだけ少ないものが要求される。そのうえこの種の携行用テレメータにおいてはとくに電力消費が少なく、小形軽量ということが条件となる。

このテレメータ送信機の場合、C. R. とトランジスタで構成できる電圧制御形の無安定マルチバイブレータを基本とし、温度ドリフトなどを考慮して工夫した回路を用いている。

(3) メインキャリア変調送信回路

現在の電波法施行規則では無届無免許で使える『発射する電波が著しく微弱な無線局』は 100 m の距離において電界強度毎メートル、 $15\mu\text{V}$ 以下と定められているので、送信回路は必然的に小形の簡単なものになっている。

この種用途に対し電波法規上の特例が認められ、出力増大が許されれば回路や電源電池の若干の負担増加はあるにしても、使用可能距離の延長、総合 S/N の向上など多大の恩恵があるので、是非実現が望まれる。

4.3.2 受信機 (Receiver)

メインキャリア受信復調回路でメインキャリアより復調された複合信号は、バンドパスフィルタによって個々のサブキャリアに分けられ、リミッタ増幅器を通して振幅変調分が取り除かれ、周波数弁別器に入る。周波数弁別器では個々のサブキャリアの中心周波数からの周波数偏移に比例した電圧信号となる。

ローパスフィルタではサブキャリアの成分、伝送帯域外の雑音成分が

取り除かれ記録器への出力となる。この方式では複合信号を磁気テープに録音し、ずい時再生できる。

バンドパスフィルタは必要なサブキャリアを雑音や他のサブキャリアと分離するためのものである。

リミッタ増幅器は入力振幅変調分、すなわち送信機のサブキャリア変調器によって生じたものや、バンドパスフィルタの振幅特性やテープ再生時の出力レベルの変動などによって生じた振幅のパラッキを除去するものであるが、入力信号の振幅や、サブキャリアの広い周波数帯域内で常に一定の遅延特性をもつようにしなければならないので、クリップ形のリミッタを使っている。

サブキャリア復調器はパルス平均形周波数弁別器を使っており、サブキャリアの振幅がゼロレベルを通るたびに 1 個のパルスを発生させ、これをローパスフィルタに通して平均化して入力パルスの繰返し周波数、すなわちサブキャリアの周波数に比例したアナログ出力を得ている。

この回路は、回路の安定性、調整の簡単さ、CR 部品のみで弁別回路を構成できるなどの特長をもち、また整形回路とリミッタが兼用される。

ローパスフィルタとしてはサブキャリア成分が信号成分に対して無視できるような減衰量をもたせている。

4.3.3 付加装置 (Additional Apparatus)

以上の送受信機のほかに、テレメータリングシステムとして、生体電圧を導出する電極や、生体現象、物理現象を電気量に変換するトランスジューサ、受信機の出力信号を描記する記録機など、コンピュータの入出力装置に相当するものが非常に重要である。

電極やトランスジューサの問題については次章で述べるが、医学用テレメータで心拍数を測定する場合のために、「ハートレートメータ」として、心搏数をかぞえ、アナログおよびデジタルに表示する専用カウンタ (図 4.3) を開発した。



図 4.3 ハートレートメータ
HR-1 形

Fig. 4.3 Heart rate
meter HR-1.

4.4 スポーツトレーニングへの使用

Use for Sports and Training

スポーツトレーニングの使用例としては、トレーニングの重要な手がかりとして、ランナのコンディションの制定、およびトレーニング管理上の有用な資料を得て、心臓状態のトレーニング水準を正しく評価するために使われている。

送信機はランナ腰背部にバンドで装着し、受信機はトレーニング実施中のランナの状態がよく見える正面スタンドやグラウンド中央などにおかれる。

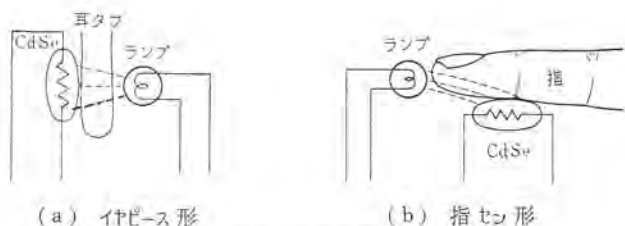


図 4.4 透過光形脈波検出法原理図

Fig. 4.4 Principle of plethysmograph.

たとえば心拍数の監視では、胸部に電極をはり付けて心電図を導出し送信機に入れるが、脈はく数トランスジューサを用いて脈波を電気信号に変換し送信機に導く。

脈はく数トランスジューサは、光電容積脈波検出法によるものである。この方式は図 4.4 に示すように心臓のはく動ごとに押し出される血液の圧力によって血管が拡張するための血管容積の変化により、組織の透過光量あるいは反射光量の変化を、光源用のランプとモレシ化ドミウムセルで検出するものである。

生体の末梢部を流れている血液量は常に一定でなく、呼吸運動や物理的、精神的な影響によって変化するので、とくに運動中にそれらの影響を除くためにトランスジューサの保持法などに注意が払われている。

心電図は心臓の活動電圧により体表面に現われる電位変動を記録するものであるが、表 4.1 に示すように、一般に生体の発生する電圧は、非常に微弱である。

表 4.1 生体電圧の周波数と大きさ

	周波数 (c/s)	大 き さ
脳 波	1~60	数 μV ~300 μV
心 電 図	0.5~200	数 100 μV ~数 mV
筋 電 図	50~1,000	数 μV ~100 mV
細胞内活動電位	DC~1,000	数 mV~数 10 mV
電流性皮膚反射	DC~200	数 100 μV ~数 mV

したがって電極材料、構造、体表面への電極の接着法などにより不安定になりやすい。

たとえば接触抵抗をできるだけ低くかつ安定にし、また皮膚と電極の間に極が生じないようにしないと運動によって電極が動揺した場合、目的とする心電図が雑音電圧にうずもれてしまう。

接触抵抗の変化にともなう入力電圧の変動は、入力インピーダンスを大きくすればそれだけさけることができるし、またこのテレメータを臨床用など他の用途に使う場合、心電図の波形ヒズミなどの点から入力インピーダンスが高いことが必要条件となるので、500 k Ω $\times$ 2 以上にされているが、電極のはり付けには周到な注意とある程度経験をつむことが必要である。

まず目的に適合した場所を使用上の要求より選定しなければならないが、データとして心電図の波形を期待する場合と、単に心拍数をかぞえるために筋電図などの雑音との相対比を大きくすることにのみ努力すればよい場合とでははり付ける場所が異なる。

前者の場合には目的により身体上の種々の点が選らばれるので一率に論ずることができない。後者の場合、すなわち心拍数のみに着目する場合には胸骨柄中央と胸骨剣状突起間が比較的筋電図混入の少ない場所として、また胸骨柄中央と心尖部間が筋電図などの混入は多いが信号が大きいのでよい S/N を得られやすい場所としてよく用いられる。

電極は経験的に最適な材料、構造、寸法が選ばれているが、ア

ルコール綿などで十分に清浄にし脱脂した皮膚面に、できるだけ柔軟なバンソウコウで、過激な運動に対してもはずれないようにはりつける必要がある。

スポーツに適用する場合、発汗によりバンソウコウがはがれることを防ぐために、電極と皮膚間に媒体としてぬる導電性ゼリーに、ノボカインやキシロカインを少量混合し、汗線をとめることも行なわれている。

またとくに過激な運動では、洋銀製の小円板電極をコロジウムではり付け、はがれる心配をへらせている。

このようにして実際のオリンピック候補選手または強化選手についてテレメータによる測定を行なった結果が報告されているが、参考までにマラソン選手についての興味ある結論を引用すると次のようになる。

まず各選手とも安静時には遅脈であるが、スタート時では160前後の心拍数でスタートしていること。これは各ランナーがスタート前かなり強いウォームアップをし、酸素利用効率を十分高い状態にしてスタートしていることになり、循環機能面からみて合理的なウォームアップのとり入れ方と考えられる。

次に全力疾走中の心搏数の上昇は、主として走行距離よりむしろ運動強度の質的条件である走スピードに依存していることがわかった。とくに最大心拍数とその発現時間との関係に注目すると、走スピードと最大心拍数に達する時間の間では相関がきわめて高く、このことは走スピードの発揮と、そのスピード保持の持久性などの機能を判定するための有力な手がかりをあたえることになる。

またオリンピックランナーとトレーニング度の浅いランナーとの比較では、両者とも運動の継続とともに心拍数は最高心搏数のレベルで持続されるが、後者は走スピードが急減し、心臓機能のトレーニング度の高いものほど走スピードと最高心搏数の併行的持続の長いのがみとめられている。

次に運動後の心拍数回復については短距離ランナーより長距離ランナーの方が早く、また運動後のジョグなど休息状態が心搏数回復経過の最も大きな条件となり、トレーニングの運動負荷とこれに伴う休息のとり方、とくに休息期に重要な意味をもつインターバルトレーニングの処法上留意すべきことが報告されている。

このように心臓機能のトレーニングをトレーニングの主内容とするマラソントレーニングにおいては、この種の測定がトレーニング管理上欠くことのできない条件となった。

4.5 む す び

Conclusion

医用電子工学のなかでも生体テレメタリングは比較的早く開拓整備されつつあるフィールドの一つであるが、とくにスポーツ用はその先端を切った感がある。

装置としては、電池や機構部品の小形化がすすめば、回路もそれに対応してモレクトロニクスなど固体回路化が最もふさわしい分野と考え、その実験的段階は終わっている。

使用面では、セットを使ったトレーニング法の体系確立が望まれる。実際使用時には、微小な生体電圧を安定確実に導出する電極の改良や、まだ実用的なもののない非観血連続血圧測定用などの新しいトランスジューサの開発が問題として残っている。

昭和40年8月には、医用電子工学のオリンピックといわれる第6回国際医用電子・生体工学会議が東京で開催されることになっ

ている。スポーツとテレメータの結びつきはますます注目をあび、この方面の関心が高まるものと思われる。

参 考 文 献

- (1) 吉田・谷・松山・山内：無線 テレメータ、「三菱電機技報」36, No. 12

- (2) 日本体育協会・東京オリンピック選手強化対策本部・スポーツ科学研究委員会：「心搏数によるトレーニング管理に関する報告」
(3) 日本体育協会・東京オリンピック選手強化対策本部・スポーツ科学研究委員会：「水泳中の筋電図研究報告」
(4) 岡：スポーツと医学 エレクトロニクス、「診療」16, No. 1

5. 競 技 場 用 ITV と マ イ ク ロ テ レ ビ

ITV and micro TV used in Athletic Grounds

5.1 ま え が き

Introduction

東京オリンピック大会は科学技術のオリンピックとさえいわれている。その予行演習ともいわれた東京国際スポーツ大会においては各種の新鋭機器が数多く用いられ、中でも電子機器の活躍は目ざましいものがあった。

オリンピック組織委員会（以下 OOC と略す）では内外の報道関係者への便宜を計るためにテレビカメラと小形テレビ受像機とを組み合わせたテレビ網により競技の記録その他を速報することを計画していたが、当社がこの計画に参加し、国立競技場および水泳競技場において実施することになった。

この計画では主として記録の速報、その他報道関係者への各種通達などに公式なものとして取り上げられることになった。

競技場内において報道用として ITV を利用することは、すでに昨年の 10 月東京で行なわれた東京国際スポーツ大会において試験的に使用されたが、その結果、報道関係者、とくに外国の報道関係者の間で好評を博している。

このような ITV の利用法は、わが国はもとより外国においても新しい試みであり、内外から注目を浴びている。以下その概要について紹介する。

5.2 競技場用（報道用）ITV に要求される事項

Requirments for ITV for use in the Athletic Ground

従来陸上競技その他の競技において、記録結果は審判員から記録係に送られ記録係が清書したうえで、タイラ印刷した後場内の記者席・放送席・場内アナウンス席に配布するという順序で伝達されていたが、この方法では競技終了後約 10 分を経過しないと競技結果が通知できず、競技の進行に対し記録報道が非常に遅れるということが問題になっていた。記者および放送席などでは一刻も早く情報を入手したいのが当然で、何といても記録の伝達のスピードが最も要求される場所である。

この点を改善するために考えられたのがこの ITV による記録の速報で、テレビカメラとしてはトランジスタ ITV カメラを用い、記者席に小形テレビ受像機を置き有線により記録結果を送る方法を採用した。

記録係で清書した記録表のコピーをタイラする前に一部受取り、ただちに ITV カメラで撮像し記者席、放送席、場内アナウンス席、

その他に配置した多数のマイクロテレビで受像すれば、印刷物の配布に比べて、5～10 分早く記録を送ることができる。またこれらの記録の他に、次に行なわれるレースの走者名、コース No. を流すことができれば競技の模様をいっそう適確に報道するのに大いに役立つものと考えられる。

このようなテレビの使い方では送られる映像のほとんどが文字であるため、画質としてはとくに解像度のよい画面が要求されるが放送機器のように大規模な装置では経済的にも、場所的にも不向きであり、また取り扱いに専門技術者を必要とする点からも適当でない。

一般の ITV では上記の理由から画質の点で不十分であるが、マルチジョン IT-T2 形カメラでは走査方式もインターレース走査方式を採用しており、映像回路も放送機器に近く設計してあるためこのような用途に適しており、試験結果もほぼ満足な結果が得られている。

また報道用テレビでは、記録伝達が少しでも早いことが要求されるほか、記録の速報の間にテレビのチャンネルを切り換えることによりテレビ放送を受像することができれば、他競技場の様子やマラソンなどのレースの模様を見ることができ大きなメリットとなる。このほかに、OOC からの要求では、記録の速報の他に報道関係者への各種の通達にも使用したいとの希望があり、記録の速報および通達事項のある時には、テレビ放送を見ている受像機にも強制割込みができることが好ましい。しかしこの両方の要求を満足させることは、受像機の台数が非常に多いので、費用その他の点からもむづかしく、方式の決定上大きな問題となってくる。

方式については上記のような問題点を考慮した上で、来る東京オリンピック大会ではビデオ伝送方式を採用することにした。

また受像機は、記者席などの机上に置いて仕事の邪魔にならず、せつかくのテレビの利用価値が半減してしまうので小形で机の端に置けるぐらいでなくては困るが、その反面あまり画面が小さすぎて文字が細かくては記録が読みにくくなって逆効果となる。その点では三菱電機のマイクロシックスが適当であり、東京国際スポーツ大会でもマイクロシックスで大きさも十分であることが確かめられている。

5.3 方 式

Systems

前述のように、競技場における ITV ではその要求が一般の ITV に比べてやや性能のよいことが要求される上に受像機の台

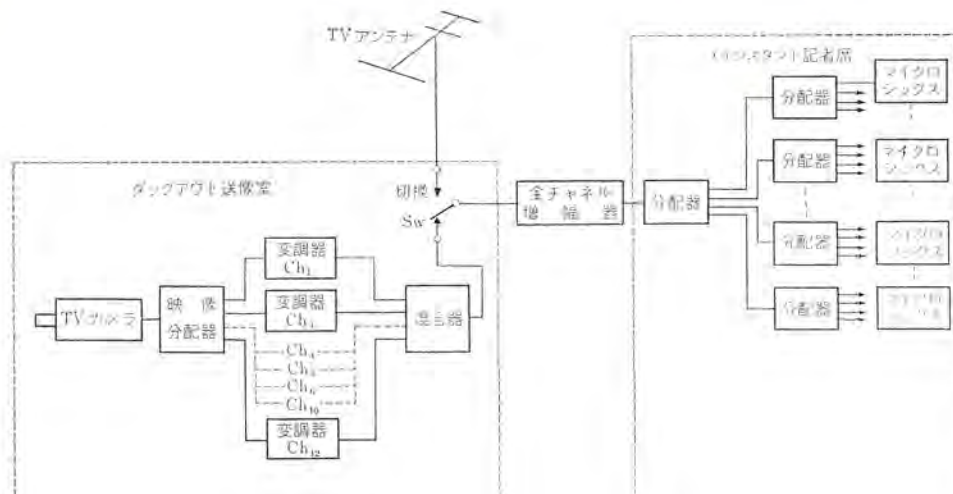


図 5.1 TV 放送波帯を用い、有線で信号を各受像機に分配する法

Fig. 5.1 Method to distribute signals to each TV receiving set through wires operating on TV broadcast wave band.

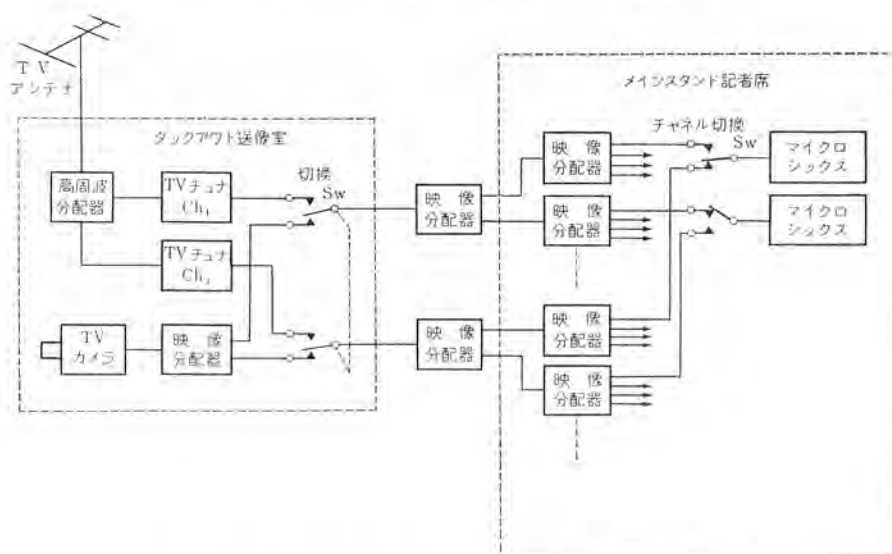


図 5.2 ビデオ信号を用い有線で伝送する法

Fig. 5.2 Method to transmit video signals through wires.

数が多いのが普通であり、運用方法も特殊になってくるため方式の決定も、費用、画質、その他の要求事項の兼ね合いで決定しなくてはならない。

もし記録速報その他のための強制割込を行なわなければ、ただ単にその地域のテレビの空チャンネルを利用すればよいのであるが、記録速報の他にテレビ放送を自由に見ることができ、しかも必要に応じて強制割込ができるようにするためには、次のような方法が考えられる。

- (1) TV放送波帯を用い、有線で信号を各受像機に分配する法
- (2) ビデオ信号を用い、有線で伝送する法

まず(1)のTV放送波帯を用いる方式は図5.1にその系統図を示すように、その地域たとえば東京で使用している全チャンネルの変調器にITVカメラの信号を加え、全チャンネルに情報を送り出しておき、必要のないときにはTVアンテナ側にスイッチを倒しておけば、どの放送も自由に見られ、どのチャンネルを見ている受像機にも強制的に情報を流すことができる。

この場合には受像機の改造をまったく必要としないので好都合である。しかし競技場内におけるTV放送の電界強度が強過ぎる場合には放送波の障害を受ける恐れがあり、国立競技場では予

備実験を行なった結果、予想どおり電界強度が強過ぎて使用不能であることがわかった。

この場合のようにTV放送を自由に見、必要に応じて強制割込を可能にするためには、空チャンネルが利用できず、その地域で使用中のチャンネルを用いなくてはならないために使用困難な場合が多い。

(2)のビデオ信号を用いる方法は図5.2に示すようになる。

情報のないときには、スイッチをTV放送側に倒しておき受像機側でチャンネルを切り換えるようにすればよい。ただしこの

場合、TV放送は1Ch.と3Ch.の2局しか選択することができない。もちろん全チャンネルのビデオ信号を送ることもできるが、各チャンネルごとに受像機まで配線を必要とするために、受像機の台数が多い場合は経済的な面から限度がある。

ビデオ伝送を行なえば画質がよく、記録用紙などのように細かい文字を見るのには適しているが、受像機を改造してビデオ信号を受像できるようにしてやる必要があり、映像分配器も高価となるので適当な妥協が必要である。

今回の東京オリンピックでは同軸ケーブルによるビデオ伝送方式を採用し、TV放送は1Ch.と3Ch.の二局のみ選択可能にした。

この他にUHF帯による無線伝送方式も考えられるが競技場内では定在波がたち、場所による差が生じ、また電波法などの問題もあるので適当でない。

5.4 競技場用ITVにおける問題点

Problems on ITV for use in the Athletic Ground

特殊な装置は不要であるが、使用する場所が特殊なために次のような点に気をくばる必要がある。

テレビカメラは台数も少なく、ほとんどの場合が屋内で使用するので大して問題ないが、受像機を設置する記者席は屋外のことも多く雨天の際の対策を考えておく必要がある。また夜間にテレビセットをそのまま放置しておくことは夜露その他の点で問題があり、東京オリンピックでは非常に台数が多く、全部撤収することもできないので、各記者に一任し各自保管するより他ない。

また、屋外で使用する周囲が明る過ぎるために映像がはっきり見えない恐れがあるので適当なフードを準備する必要がある。



(a) ダッグアウト内のテレビカメラ



(c) メインスタンド記者席のマイクロシックス



(b) メインスタンド記者席のマイクロシックス



(d) メインスタンド記者席のマイクロシックス

図 5.3 国際スポーツ大会における記録速報の模様

Fig. 5.3 Record rapid transmitter in the international athletic meeting.

5.5 おもな使用機器

Principal Working Apparatus

	陸上競技場	水泳競技場
テレビカメラ (IT-T2 形 メルビジョン)	2 台	2 台
プロセスアンラ	1 台	1 台
同期信号発生器	1 台	1 台
マイクロシックス	372 台	109 台
映像分配器	40 台	12 台

TV チューナ

2 台

2 台

5.6 む す び

Conclusion

以上、来る東京オリンピック大会で使用する記録速報用 ITV について簡単に紹介したが、ITV の用途はまったく多岐多様であり、このほかにも、これに似た例で競馬場におけるファンへのサービスを目的とした競馬場用 ITV も完成しており、今後このような利用面の拡張が期待される。

6. 空気イオン発生器

Air Ionizers

空気イオンは古くより地球物理学の立場から気象電気学の分野で研究されていた。すなわち地表と大気間には電位差が存在して空地電流が流れていることから、大気の電導性の原因となる微少な帯電粒子が空気イオンと呼ばれた。正に帯電した微粒子が正イオン、負に帯電した微粒子が負イオンである。空気イオンはその電荷量と質量の比から定まる移動能度 (Mobility) によって大イオン、間イオン、中イオン、小イオンなどに分類される。

大気中で空気イオンが生成する原因は (1) は放射線や紫外線による空気のイオン化 (2) 熱電子や光電子の発生 (3) 放電による空気のイオン化などで、気体分子から電子が遊離して他の気

体分子あるいは水蒸気、じんあいなどに付着して大小の負イオンとなり、電子を失った分子が他の気体分子やじんあいなどに付着して大小の正イオンとなる。

空気イオンの大気中における寿命は分子イオンが数分の1秒、小イオンが約10秒、大イオンが約300秒といわれる。室内では空気の汚染度、人数、室内構造、気調様式などにより左右される。空気イオンは発生してやがて消滅するが、これは正、負両イオンが互に吸引して再結合し、中性気体分子にかえるか、境界面、とくに導体面に接する部分で中和され、消滅するためである。

自然界における空気イオン量については、電気試験所その他の

表 6.1 負イオンの作用と効果

負イオンの作用	有効とされる疾患
鎮痛作用	神経痛、神経衰弱、頭痛、風、頭痛、百日咳、肺炎、皮膚病、血圧低下、食欲不振、下痢、疲労回復
鎮静作用	神経痛、神経衰弱、頭痛、風、頭痛、百日咳、肺炎、皮膚病、血圧低下、食欲不振、下痢、疲労回復
鎮咳作用	神経痛、神経衰弱、頭痛、風、頭痛、百日咳、肺炎、皮膚病、血圧低下、食欲不振、下痢、疲労回復
鎮痒作用	神経痛、神経衰弱、頭痛、風、頭痛、百日咳、肺炎、皮膚病、血圧低下、食欲不振、下痢、疲労回復
血圧降下作用	神経痛、神経衰弱、頭痛、風、頭痛、百日咳、肺炎、皮膚病、血圧低下、食欲不振、下痢、疲労回復
制汗作用	神経痛、神経衰弱、頭痛、風、頭痛、百日咳、肺炎、皮膚病、血圧低下、食欲不振、下痢、疲労回復
食欲増進作用	神経痛、神経衰弱、頭痛、風、頭痛、百日咳、肺炎、皮膚病、血圧低下、食欲不振、下痢、疲労回復
下痢	神経痛、神経衰弱、頭痛、風、頭痛、百日咳、肺炎、皮膚病、血圧低下、食欲不振、下痢、疲労回復
疲労回復	神経痛、神経衰弱、頭痛、風、頭痛、百日咳、肺炎、皮膚病、血圧低下、食欲不振、下痢、疲労回復

実測結果によれば山地や郊外のように空気の清浄な地域では大気中に正イオンが300~1,000個/cc、負イオンが200~800個/cc程度存在するのに対して大気の汚染した市街地やビル内では正イオン、負イオンとも数十個/cc程度まで減少していることが実測され空気イオンの数で大気の汚染度が表されるといわれている。ビル内で冷房により不快感を感じるのも負イオンの不足が一因であるといわれる。このように空気イオンの不足な場所では人工空気イオン発生源によって負イオンを補給することが必要になる。

空気イオンの人体に対する作用については戦前より外国はもちろん、わが国でも北大医学部などで研究され、内外とも医療効果の臨床例が多く発表されている(表6.1参照)。概して負イオン、とくに小イオンは鎮静的で、催眠、鎮痛、鎮咳、鎮痒、制汗、食欲亢進、血圧降下、疲労防止と回復などの作用があるのに反し、正イオンは概して刺激的で、不眠、頭重、不快感、血圧亢進、温感などの作用があるといわれる。戦後米国、ソ連などの活発な研究結果による軍事的応用のほか、わが国でも大都市の大気汚染、建築物の気調の問題に関連して空気イオンがわれわれの保健上必要であることが認識されるに至った。すなわち現状では空気イオンの医療効果についてまだ解明すべき点が多いけれども、少なくとも空気の清浄な地域の自然の状態に近い空気イオン量がわれわれの日常生活で保健上から必要であるとされている。

当社でも早くより空気イオンの効果に着目していたが、コロナ放電による負イオン発生器の研究を進めて、パルス放電式空気イオン発生器を開発した。コロナ放電によってイオンを発生させると、派生的にオゾンや酸化窒素が生成するので、これが従来の直流放電式イオン発生器の大きな欠点とされていた。しかしパルス放電によってイオンを発生させると直流に比べてイオンの発生効率が非常に高く、かつ上記のガスの生成が非常に少なく無害であるという大きな特長を有する。

図6.1に空気イオン発生原理を示す。針電極に負極性の高電圧を印加して針先でコロナ放電をさせるとその近傍に正、負イオンが形成される。正イオンは針電極に吸引されて直に消滅する。

一方負イオンは平板電極に吸引されるが行路長が長いので図6.

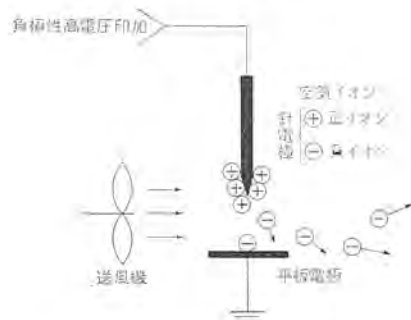


図 6.1 コロナ放電方式空気イオン発生器
Fig. 6.1 Air ionizer by corona discharge.

1のように送風機で風を送ってやれば一部空間に放出させることができる。しかし直流では常時電圧がかかっているので発生した負イオンはほとんど平板電極に吸引されてしまい、わずかしかな負イオンを所要の空間に送り出すことができない。一方パルスではパルス中を負イオンが針先から平板電極に達するまでに要する時間に比べて十分短くなるように設定してやれば印加電界に基づき、平板電極に吸引される力がなくなるので、負イオンを容易に空間へ放出させることができる。また針電極に加っている電圧の実効時間が短いので放電電流が非常に少なくなり、したがってオゾンや酸化窒素の生成を非常に少なくして無害とすることができる。

すなわちパルス方式は直流方式よりもイオンをたくさん発生させることができるだけでなく、かえって放電電流を非常に少なくすることができる。またオゾンの生成量はヨウ度カリ法で測定した結果パルス方式は直流方式の1/50以下であった。空間に放出できるイオン数は、本質的にイオン自身の空間電界によって反発、制限され、風速、風量によって決まるが、パルス方式では、印加するパルス電圧の繰り返し周波数を変化させることによって、イオン発生数を容易に制御できることも特長である。

このようにして従来の製品よりすぐれた特長をもつ空気イオン発生器“三菱イオナイザー”が発表され、同時に空気イオン発生器を装備した空気清浄器“三菱アイオニックエアークリーナ”を完成した。

三菱イオナイザーVG-5A形はビルなどで気調、空気の汚れなどによる頭痛、不快感を軽減し、また家庭用としても和室、洋室のいずれにもマッチするしょうしやなデザインで、筋肉の疲労回復を早め、血圧を調整し、そう快な気分にする。負イオン発生数は 1×10^{10} 個/secで、イオン発生数を切り換える二段押しボタンスイッチとその指示メータ付で、寸法は高さ129×幅388×奥行186(mm)、重量2.2kgである。消費電力はわずか14Wで、家庭、オフィス、レストラン、ホテル、美容院など広く使用できる製品である。

三菱アイオニックエアークリーナ、KS-03B形およびKS-06B形は排気ガス、煤煙、じんあいなどの多い場所で窓をしめたまま空気を



図 6.2 VG-5A 形三菱イオナイザー
Fig. 6.2 Type VG-5A Mitsubishi ionizer.



図 6.3 KS-03B 形三菱アイオニックエアークリーナ
Fig. 6.3 Type KS-03B Mitsubishi ionic air cleaner.

清浄にする機能に加えて パルス 放電式空気 イオン 発生器を装備し、空気の ビタミン・空気イオンを豊富に供給するので室内を大自然の状態に近いそう快さに保つことができる。すなわち高性能フィルタ 2 種と、水洗いできる ビニールスポンジフィルタの組み合わせで、煙草の煙はもちろん、目に見えない細菌までとり除き、さらに活性炭 フィルタ でいやな臭や有毒 ガス を除き、強力殺菌灯により空気中の細菌も殺してしまううえに空気 イオン を豊富に供給する。

7. 東京オリンピック関連の照明施設

Lighting Installations in connection with Tōkyō Olympic Games

7.1 ま え が き

Introduction

10 月の東京オリンピック大会を目前にひかえて開催地東京を中心にこの大会に関連した数多い施設は続々と完成している。

これらのスポーツを競う場としての二つの大きな中心は開会式、閉会式、各種陸上競技、蹴球などの行なわれる国立競技場を含む明治公園と称される一帯で国立総合屋内競技場と駒沢運動公園内駒沢スポーツセンタとして駒沢陸上競技場・屋内球技場・体育館などがある。その他、東京都立体育館・屋内プール、江の島ヨットハーバを始め、各地に数多く所在している。

競技場のほか、選手、競技関係者、観覧者を各会場に運ぶ交通関係、宿舎関係もあり、競技の状況、結果を連絡する報道関係のNHK放送センタ・赤坂プレスセンタなどもある。

ここではすでに完成した施設の内の幾つかについて説明する。

7.2 駒沢陸上競技場

Komazawa Athletic Sports Stadium

駒沢陸上競技場は会期中、蹴球の会場となる。蹴球は世界のスポーツ界中、最も競技人口の多いスポーツであるから試合の模様とともにその施設もくわしく内外に報道されるわけである。

この競技場のスタンドの稜線はほぼ円形となっている。試合観覧のためのスタンド中、正面と反対側はとくに広くとってある。メインスタンドにはアルミ製の車両状の室が 8 個あるがこれらの室は報道、審判、場内放送、警備関係者などの専用のもので室内はケイ光灯照明が施こされている。また、これらの室の上部には貝



図 7.1 駒沢陸上競技場

Fig. 7.1 Komazawa athletic sports stadium.

KS-03B 形は消費電力 40 W、適用床面積 10~20 m² (6~12 人)、集じん効率 99% 以上、外形寸法高さ 745×幅 440×奥行 280 (mm)、重量 25 kg である。

KS-06B 形は消費電力 130 W、適用床面積 20~40 m²、(12~24 人) 集じん効率 99% 以上、外形寸法高さ 912×幅 565×奥行 355 (mm)、重量 47 kg である。



図 7.2 駒沢競技場 (外部より見たところ)

Fig. 7.2 Komazawa athletic sports stadium.

殻形の屋根が 6 個あり、それぞれに円形 ケイ光ランプ 40 W および 30 W を 1 組としたリングルーバ器具が 46 セット取り付けられている。屋根の下では秋・冬期の夕刻では照明が必要となる。この競技場はとくに夜間の使用がないので競技場としては照明設備はない。

なお、屋内照明としてケイ光灯 40 W×2 灯用埋込器具 260 台、10 W ラケット器具 100 台その他が多数施設されている。

7.3 国立総合屋内競技場

National All-Round Indoor Stadium

水泳、飛び込み、水球、近代 5 種競技の会場であるが世界的にも珍しい「高張力鋼ワイローによるつり屋根構造」で長径 130 m、短径 120 m の円形で 2 本の支柱とワイローでささえた構造である。

屋内の照明でケイ光灯、水銀灯などで当社よりは下面アクリカハ一半埋込形 40 W×2 灯用が 150 台その他多数納入され施設されている。

7.4 江の島ヨットハーバー

Enoshima Yacht Harbor.

ヨットレースのための施設であるがヨット停泊のための防波堤とクラフハウスより成る。競技そのものはこの江の島の沖合 2 km のところで行われるがこのヨットハーバーは選手との船の休息地となる。クラフハウスも休息を主体としての設計である。写真は同クラフハウスの全景と玄関ホールの照明である。



図 7.3 江の島 ヨットハーバ 全景
Fig. 7.3 Enoshima yacht harbor.



図 7.4 江の島 ヨットハーバ の クラブハウス 玄関 ホール
Fig. 7.4 Entrance hall in the club house of Enoshima yacht harbor.

7.5 赤坂プレスセンタと NHK 放送センタ

Akasaka Press Center and NHK Broadcast Center

報道関係として赤坂 プレスセンタ と NHK 放送 センタ などがある。赤坂 プレスセンタ には ケイ 光灯 40 W×2 灯用器具約 300 台、



図 7.5 赤坂 プレスセンタ (ケイ 光灯 40 W×2 灯用
じか 付照明器具)
Fig. 7.5 Akasaka press center.



図 7.6 葉山 マリーナ の ヨットハーバ の水銀灯照明
Fig. 7.6 Hayama marina yacht harbor.

ブラケット 器具 10 W 約 140 台などまた NHK 放送 センタ には ケイ 光灯 40 W 埋込形器具 1,220 台、ケイ 光水銀灯 200 W ブラケット 器具 20 台などがある。

その他、葉山 マリーナ、東京三原橋駐車場などがある。

8. 三菱電機 ショールーム の 紹 介

Introduction to Mitsubishi Show Rooms

8.1 ま え が き

Introduction

消費者が、製品をよく理解し、そのうえこれを製作した企業体や、その社風などを知ることは、大切なことであり、また利益の多いことである。企業体にとっても、消費者から真の姿で理解されることは肝要なことであるから、企業と消費者を結ぶ交流の場として、ショールーム が企画されることは周知のことである。

当社はいずれも、技術水準の高い製品を提供しているだけに、消費者にとっては真価がわかりにくく、また企業体への理解もしにくいと考えられるので、立地の状況に合わせた、特長のある多くの ショールーム を、全国にわたって提供している。

ここに概況をご紹介します。

8.2 東京および周辺

Tōkyō and Its Environment

(1) 三菱電機 スカイリング

1963 年の正月、東京の センター、銀座の四つ角にスカイリングが開設された時、その暫新さに眼を見張り、市民の誰もが オリンピック



図 8.1 電子計算機を使って人生相談(三菱電機 スカイリング)
Fig. 8.1 Mitsubishi Sky Ring life problem consultation room by the use of electronic computers.

1964 を控え、はやくも新時代に入ったことを自らの目で見、からだで確めたのであった。

地上 50 m, 円筒形, 総 ガラス 張り, 空にそびえる カーテンウォールのこの建物は ピサ の斜塔に似て見える。ピサ はわずかに高いが, スカイリング はまっすぐに天に延びている。

この塔の中には, 近代科学の産物が, 当社のすぐれた技術を示す, 数多くの珍しい製品に満ち, 外観よりも内容こそまことに啓蒙的であり, よく見れば見るほど啓発される。地上 50 m の塔上に, 全天候形 メルビジョン (産業用 テレビ) がある。カメラは四方, 上下を自在に眺望させるうにズームアップができ, すべては 6 階で, 画面を楽しみながら操作できるのである。真夏の炎暑に終日さらし, 厳冬の屋上で風にさらされ, しかも精緻な操作ができる テレビカメラとその装置は, 今日までなかったし, これからどこにできるであろうか, 科学や技術の知識に深い人ほど, 目を見はるのである。

ガラスのお城——スカイリング 上部の円筒形 サイン は, 電気設備 500 kW の超特級, 昼間の美しさで時代の先駆をなすばかりでなく, 夜間は一連のプログラムに従って 5 彩の点滅を繰りひろげるが, 闇に浮ぶプログラムに先駆する最初の色彩は, 誰にも予想を許さぬ色で全点火する。これは ランダム 信号制御装置を用いた電子頭脳に託し, 演奏中の音楽の, その瞬間の音階, 強弱の組み合わせを信号源にして, 色を選択させる, 世にも不思議な サイン で, 美観に加えてこの ランダム 性は, いくらでも楽しめるものである。サイン 下部の回転する ペルト には, 気象旗の世界共通の色で“明日のお天気”が予報される。エトランゼ はこの色に異境の友を見付けて心を安めるであろう。これら初めての試みが, やがて知れ渡ればいっそうの楽しさが感じられるであろう。

スカイリング の外観もさることながら, 内部はさらにいっそう興味深い。近代科学の生んだ製品, 蓄積された技術の産物が科学時代の行く先きを展望させてくれる。ほかに家庭用電気品の解説展示, 販売, ご相談に応じている。

したがって全国からの人々が, ここを訪れ, 日曜祭日には 1 万人に及ぶ超盛況となる。また外人の来訪が多く居住者から短期のヴィゼター まで世界中の国々から来られる。そして欲しい物がここで見付かり, 持ち帰った故国の電気事情や規格におかまえないに買いたい気持ち一杯になる。最近北米向きのものが用意され, お求めに応じているが, その他の国々へのものは, 時間を頂いている。

下記に スカイリング をご案内しますが, 年中無休でお迎えする。今日の銀座は世界の銀座となり, スカイリング は銀座の表徴として世界の人々から親しまれている。

スカイリング	9 階	スカイロビー (展望室)
"	8 "	テイルーム “スカイロビー”
"	7 "	フレッシュアウンジ
"	6 "	東海道新幹線模型電車の ATO, 懸垂形モノレール運転, 全天候形産業テレビ “メルビジョン” の遠隔操作実演, 電子計算機で人生相談実演, モレクトロン, 太陽電池, 偏光板応用展示ほか
"	5 "	家庭電化品, 照明器具, 電子機器, 音響機器, その他の展示, 販売, 相談, インフォメーション
"	4 "	

(2) 三菱電機 銀座 ショールーム

ここはしばしば改装され, 常に時代にさがかけている。季節にふさわしい電気機器, 新製品の陳列に加えて, 販売, 修理をし,



図 8.2 銀座 ショールーム のギャラリー (銀座展の光景)
Fig. 8.2 Gallery of Ginza show room.

消費者の相談に応じて親まれている。

階上に ギャラリー を設け, 次々に新しい展示を催して消費者に提供し, またいろいろな個展にも用いられている。昨秋 ドイツ 大統領の訪日を記念して, ドイツ 大使館と共催して ドイツ 展を, スカイリング 全館と連繋して, ここに催されるなぞ, 視野の広がり, そして銀座にふさわしい催しが毎日見られる。

場所から多数の来訪があり, そのたびごとに当社の製品に対する認識, 理解を深めゆき, ここに親しみをもってもらえる。直売では, 町の販売店には置いていないようなもの, 部品などがとくに需用されるのは修理 サービス とともに消費者へのよき奉仕といえよう。

(3) 東京タワー 三菱 ショールーム

高さ 332.66 m 世界最高の テレビ 塔, 東京 タワー ができたのは 1958 年 12 月であった。観光客は当社製の エレベーター で, 案内嬢の説明を聞きながら, 見物を楽しみながら, 地上 130 m の展望台まで, ゆっくりゆっくり上る。

予想のごとく, 観光客は全国から集り, 外国の人々からも喜ばれている。来訪者は年間 420 万人, そのうち外人は 5 万 5,000 人に達する。その帰途には, 必ず付属の近代科学館を訪れるが, 当社は ショールーム を設けて, もう一つのお土産, 家庭電気品についての商品知識を提供し, 合わせて重工業の展望を供覧している。

観光ルートに加わって, しかも消費者へのサービスに努めているのがこの ショールーム で, 団体客, 修学旅行者も加わって, シーズン中は所内を埋める盛況である。



図 8.3 東京タワー 三菱 ショールーム
Fig. 8.3 Mitsubishi show room of Tokyo Tower.

(4) Mitsubishi Exhibition Center. (三菱 ショールーム)

東京の表玄関の東京駅前、お堀に面して三菱商事ビルがあり、その1階に、この Exhibition Center がある。

これは三菱 20 社、おのおのが世界の トップレベルにある産業の華々しい概観を示すもので、三菱のことなら何でもわかるだけでなく、繁栄する日本産業の大観が得られる特長がある。

したがって、日本を訪れる公式 ミッション を始め、グループ、研修生短期の ヴィジター まで、まずここを訪れるのが恒例となり、関係の官庁でも、この ショールーム を紹介し、案内されるのである。

三菱電機は1品として、ここに家庭電化品を主に、工業機器、発電関係機器まで展示している。新しい開発に用いられる、低落差の チューブラーピン、発電機の模型と解説も人目をひいている。

この ショールーム は従来、主として外国向きに周知されてきたが、近年国内にも知られ、産業の紹介、科学知識の普及にも一役買ってきた。日本に來訪される賓客はもちろん、ヴィジター に到るまで年間 4,000 人に及ぶ外人と、7 万人を越す邦人が来観される。外国の新聞、雑誌は随時ここを紹介し、先年 パーニュース は“原子力から乾ぶどうまで”のタイトルで欧州各国のテレビで紹介した。この様にして各国に知れ渡り、貿易振興外貨獲得の役をも努めることとなった。また小学生から大学生にまで利用され、次代を荷なう人々の養成にもお役に立つこととなり、今や内外に向って企業の PR に、他では見られない光彩を放っている。

(5) 三菱電機商品研究所の電化教室

東京駅から電車で 50 分、東海道線大船駅から徒歩 7 分のところに、湘南の景勝地を控えて、当社の商品研究所がある。

この商品研究所は、基礎研究を行なう中央研究所や、当社事業部の研究所ならびに各製作所の研究部門と密接に連絡を保って応用研究を行ない、常に消費者に接触して、消費者の要望に答える製品の改良と新製品の開発が行なわれている。

このために電化教室が設けられていて、広く各層の消費者に接して時代の要求を察知し、合わせて当社製品の真価が理解され、役立てられるような PR も行なわれているのである。

電化教室にはまず ショールーム があり、当社家電製品の構造や機能を示す展示が整備されている。その照明実験室では色彩や照度その他照明のポイントを実際に見せてくれる。モデル室は実物のリビングキッチンとなり、とくに主婦室・子供室・キッチン・食卓・ロビーは新時代にふさわしい発想で作られ、使用されている。またホールが付属していて、60 人~140 人の教室となり、実習室となる。そ



図 8.4 商品研究所電化教室内モデルルーム

Fig. 8.4 Model room in an electrification lecture room in merchandize research institute.

の講習には技術講習会があり、初級、中級、上級の3段階がおのおの 30~40 名、1 週間ずつ、起居をともしに行なわれる。受講者はだいたい、販売店の従業員で、期間中は都心を離れて専念できるので、いっそう成果があがっている。

また季節に応じて冷暖房、空気調整その他の専門講習が催され、主に販売店従業員が指導されている。

毎月数回は、電気機器を使った料理講習がある。50 名を限度として料理をマスターし、合わせて機器の理解を深め、応用の道がひかれる。これは販売店主催のものが多く、その他一般の見学や講習もあり、鎌倉・江の島リクリエーションの途上、しばし静かなふんい気の中で、生活の科学に親しむ機会が与えられ、好評を博している。

8.3 各地のショールーム

Show Room in Various Cities

各地の立地に最もふさわしいショールームは、当社単独のもののほか、三菱系数社が協力したほうが、いっそう有効なことがある。これは当社の特長であり、東京の Exhibition Center はその代表的なものであるが、札幌、名古屋にも実現され、活躍している。所在をあげれば下記のごとくである。

三菱電機 ショールーム

北海道三菱 ショールーム 札幌市北二条西 4-1、北海道ビル内
旭川陳列所 旭川市一条通 9 丁目



図 8.5 北海道三菱ショールーム

Fig. 8.5 Hokkaidō Mitsubishi show room.



図 8.6 名古屋三菱ホームコーナー

Fig. 8.6 Mitsubishi home corner in Nagoya.



図 8.7 高松陳列所
Fig. 8.7 Takamatsu show room.



図 8.8 福岡陳列所
Fig. 8.8 Fukuoka show room.

仙台陳列所	仙台市東二番丁 70, 電力ビル内
富山陳列所	富山市総曲輪 35-1
三菱ホームコーナー	名古屋市名古屋駅前大名古屋ビル内
大阪陳列所	大阪市北区曾根崎中町 1-51
国際貿易センター	大阪市北区玉江町 2-2
三菱電機 ショールーム	大阪国際貿易センター内
広島陳列所	広島市平田屋町 58
高松陳列所	高松市丸亀町 14
福岡陳列所	福岡市天神町 55 福岡ビル内
九州電力サービスセンター内	福岡市天神町 2-12, 天神ビル内
三菱電機 コーナー	

8.4 む す び

Conclusion

当社の製品は徹底した“品質奉仕”の精神の下で製作されており、消費者に対して常に“今日もあなたと共に”繁栄しようとする努力が、力強く払われている。ショールームの運営も、もちろんこのあり方を反映して、決してハデではないが、多くの消費者になんらかの貢献をするよう、各地その時期に照して、電気教室を開き、料理講習を行ない、展示、解説、あるいは教養や趣味の向上に資するなど、不断に注意ある運営が行なわれているのである。

9. 家庭の電化

Electrification of home appliances

休養や団らんの場合であり、同時に勉強・家事などの働く場でもある家庭では楽しいふん囲気と快適な居心地が必要である。

これらに役立つ家庭の電化については三菱電機では大正の初めに扇風機を製作・販売して以来、各種の家庭用電気品を製作し、世の変せんとともに家事の合理化、生活科学の促進に家庭内における電気品の開発、研究およびその普及に努力してきた。

この章では家庭の電化を大別して環境衛生、生活科学、娯楽と教養および家事の合理化の4節にした。

環境衛生では夏季における扇風機、ルーム・クーラはもちろん、冬季の暖房器、さらに四季を通じて必要な電気掃除機、換気扇、殺菌灯、ケイ光健康灯など家庭の衛生に関連ある電気品をとり上げた。また、美容上電気カミソリ、エアータオル、ヘアードライヤー、マッサージをはじめわが国で初めて完成した電気ハブラシを世に送った。

生活科学では電気冷蔵庫、トースタ、ポット、電気がま、魚焼器、ジュースなどの食生活の面と家庭に快適な明るさをもたらすケイ光灯、水銀灯などの照明器具をあつかった。

また、教養と娯楽の面ではすでにカラーテレビ時代を迎えたテレビ界に小形でしかも今までにない鮮明なカラー映像を結ぶトリネスクラウ方式のカラーテレビおよび世界で最も小形のマイクロテレビをいち早く完成した。

なお、家事の合理化では主婦の労力軽減と時間短縮のため、操作の簡単な各種ミシン、縫機、アイロン、脱水機付洗たく機、自動で電気回路の入切自由のタイムスイッチ、または家庭用ポンプ、工作に

便利な電気大工などを製作し、広く一般家庭の電化を促進し、家庭生活をより合理的に豊富なものとするに協力した。

9.1 環境衛生

Environmental Hygienics

9.1.1 扇風機 (Electric Fans)

三菱扇風機は大正7年、三菱電機の前身である三菱造船神戸造船所ではじめて製作され、わが国では最も古い歴史を有している。

こうした輝やかな歴史を受けつぐ三菱扇風機は、業界のパイオニアとしての自覚のもとに鋭意生産にまい進し、今日まで一貫して機種改良に努力してきたが、とくに昭和12年に3枚無騒音羽根の採用、昭和22年に若葉色の採用、昭和24年に流線形扇風機発表、昭和25年には赤外線焼付方式に成功、昭和26年にプラスチック羽根の採用、昭和29年に新形強力モートルに改良、昭和30年に速度調整装置の改良、昭和31年にデミング賞受賞などは、常に業界をリードしていることを示しているものである。

この三菱扇風機は次のごとく数多くの特長を有しており、市場の要求を常に満足させている。

(1) 騒音、振動の解消

一般の扇風機に比べて非常に起動回転がなめらかで、振動、騒音を解消した。

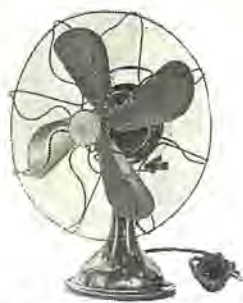


図 9.1 大正7年製 (1917年) 初号扇

Fig. 9.1 The first model of electric fan in 1917.

図 9.2 卓上扇 30 cm 細目扇
デラックス F2 形 (D30-F2)
Fig. 9.2 D30-F2 30cm narrow slit
de-luxe fan.



図 9.3 お座敷扇 30 cm エースファン
W2 形 (R30-W2)

Fig. 9.3 R30-W2 30 cm ace fan.

(2) 風量が豊かな

風量が多くてしかも音がしないという、羽根の半径と丸の直径の比が 2:3 の、プラスチック製広幅 3 枚羽根(エトラ羽根)の採用。

(3) 羽根にヒビ割れが起きない

一般にプラスチック羽根は中心に取付用の金属ボスがそう入されるため、収縮率の相異によりある程度の期間を経過すると、ヒビ割れを生ずる原因となる。

これを防止するために三菱扇風機では、羽根の中心部と金属の間に特殊プラスチックの成型を施した、クレージング防止装置(実用新案)が採用されている。

(4) 自動給油装置(実用新案)

普通の扇風機の 8 倍もの油を保有し、それが毛細管現象で循環する画期的な構造であり、半永久的に注油が不用である。

(5) リモートアップ

ボタン一つで 3 割もスムーズに背伸びする。

(6) ピアノスイッチ

美しいキズスタイルスイッチで、4 段切り換えまた大形なので押しやすい。

(7) コード巻き込み装置(実用新案)

どこにおいても必要な長さだけに外に出て、余分のコードはこの装置に巻き込んでおくので、いつもすつきりと使用できる。

(8) 3 段リモート首振り角度調整

ツマミの操作により角度を $0^{\circ} \sim 60^{\circ} \sim 120^{\circ}$ と 3 段に分けられ涼風の広がりにムダがない。

(9) タイムスイッチ

寝る前にセットしておくと、眠りについたころひとりで涼風が止まり、寝冷えや風邪をひく心配がない。

(10) リモート首振り

首振り ←→ ストップがスタンド前面のスイッチで、ワンタッチで自由自在に操作でき、いままでの装置から画期的な新設計で手間がはぶけ安全である。

(11) リモコンスイッチ

扇風機が離れたところにおいてあっても、入、切、強、弱が思いのままに操作できる。

(12) ロータリーベース

扇風機を好みの方向にスタンドを軽く押すだけで、思いのままである。

(13) ユニバーサル首振り

ガードを好きな方向に押すと、その位置でまた首振りを行ない動かしたり運んだりが大変な大形扇には、うつてつけである。

9.1.2 換気扇 (Ventilating Fan)

今日都市の人口密度が大きくなるにつれて、換気の悪い事務所や狭いアパート住宅が激増し、ガスや炭火による中毒事故がひん発しているが、換気装置は暖房装置のように直接身をもって効果が確認できにくいため、認識の程度はあまり深くなかった。

しかし、通気、換気などを十分考慮しないと、日本の気候特有の高温多湿にさらに拍車をかけることになる。

これらを解決するために、換気扇の利用が最近増加している。換気扇利用の主要な目的をあげれば、下記のごとくである。

(1) 酸素の供給

室内在住者および室内の燃焼器具に必要な酸素を供給する。

(2) 汚染した空気の入換え

室内在住者、ガス器具などの発する水蒸気を室外に排出し、室内で発生する有毒ガスの濃度を許容値以下に保持する。

(3) 室内の温度を低下させる

人体、発熱器具などから発する熱量は驚くほど多量で、室が密閉していると室温の上昇がはなはだしく、換気により冷たい空気を導入する必要がある。

三菱換気扇は次のごとく数多くの特長を有している。

(1) 風量が多く、騒音のない高性能羽根

一般の使用には、換気量が豊富で騒音のない高効率のプラスチック羽根を、高温室用 (55°C 以上) には、金属羽根を用意している。

(2) 効率のよいコンデンサモータ

高性能の三菱コンデンサモータを使用しており、消費電力がわずかで長時間の連続運転に耐え、また全閉形であるのでじんあいや湿気にも心配がなく軸受には精密なボールベアリングを用いているので、長時間注油の心配がない。

(3) 軽量で堅固

モータはアルミダイカスト製、羽根はプラスチック製、取付ワは摩き山形鋼、取付足は鋼板しぼり製、油受はポリプロピレンで振動、衝撃には十分の強度を有し、シャッタは耐食アルミ合金板製で、軽量、



図 9.4 換気扇 EL-25HB (標準形)
Fig. 9.4 EL-25HB standard
ventilating fan.

堅固に設計されている。

(4) 取り付けが簡単

他の換気扇に比べて取付ツクを用いるので、非常に簡単に確実にドライバーを用いずに取り付けができる。

(5) 優美なデザインと丈夫な塗装

流線形の優美なモータのデザイン、塗装は耐酸性、高級塗料の焼付塗装であるので、長年の使用にも耐える。

(6) 清掃が簡単

シャッターにアルマイト仕上を採用しているので、絶対にさびず、よごれを簡単に除去できる。

また羽根に付着した油が周囲に飛ばないように、羽根のまわりをツマミ一つで簡単に取り付け、取りはずしのできる油受けでおおっている。

羽根、モータ、油受けはツマミネジ一つで分解できる。

9.1.3 ルームクーラー (Room Air Conditioner)

家庭電気品の普及とともに、ルームクーラーの需要増は著しいものがあり、生産体制の強化とともに飛躍的な伸びを示している。

1.1kW以下の小形クーラーは本年度RO形・RW形のニューモデルを開発し、品質の向上とともに大幅なコストダウンを実現させた。

1.5kW以上の大形ルームクーラーでは、5.5kW水式ヒートポンプを開発し、合計24機種のルームクーラーを市場に送っている。(表9.1)

とくに運転騒音の低いこと、多彩な標準部品、デザインの優雅なことでは定評があり、すぐれた性能とともに市場で好評を博している。また電気冷房機のJIS規格(JIS C 9612)制定に伴い他社に先がけて、規格に適合する製品を市場へ送り、業界をリードしている。(39・6・15現在当社のみがJIS規格適合の冷房機を生産している)

以下新製品についてその概要を説明する。

(1) RW-06形 ルームクーラー (450W 家庭用)

ファンクーラーと冷房機を組み合わせた当社の独創的新製品(特許420962)である。

表 9.1 ルームクーラー機種一覧

形 名	電 源 φ V 50/60 c/s	定格出力 kW	冷房能力 kcal/h	形 式
RW-06	1 100	0.45	1,600	水冷
RD-08	1 100	0.6	1,800	空冷 窓掛形
RE-08	1 100	0.6	1,800	空冷 オザシキクーラー
RD-10R	1 100	0.75	2,240	空冷 窓掛形
RD-10S	1 200	0.75	2,240	" "
RD-10	3 200	0.75	2,240	" "
RD-15S	1 200	1.1	2,800	空冷 窓掛形
RD-15	3 200	1.1	2,800	" "
LU-20	3 200	1.5	4,500	空冷 壁掛形
RU-25スイ	3 200	2.0	6,000	水冷 床置形
RU-25フウ	3 200	2.0	6,000	空冷 床置きモート形
TU-25スイ	3 200	2.0	6,000	水冷 床置形
TU-25フウ	3 200	2.0	6,000	空冷 床置きモート形
CSF-25	3 200	2.0	6,000	空冷 床置きセラレート形
EU-50スイ	3 200	3.75	14,000	水冷 床置形
EU-50フウ	3 200	3.75	13,000	空冷 床置きモート形
CSF-50	3 200	3.75	12,000	空冷 床置きセラレート形
HU-50	3 200	3.75	13,000	空気式ヒートポンプ
WEU-50	3 200	3.75	13,000	水式ヒートポンプ
EU-80	3 200	5.5	22,400	水冷 床置形
WEU-80	3 200	5.5	22,000	水式ヒートポンプ
DU-100	3 200	7.5	28,000	水冷 床置形
DU-150	3 200	5.5×2	42,000	水冷 床置形
DU-200	3 200	7.5×2	60,000	水冷 床置形



図 9.5 RW 形 ルームクーラー 外観

Fig. 9.5 Type RW room air-conditioner (water cooled).



図 9.6 RD 形 ルームクーラー (据付例)

Fig. 9.6 Type RD room air-conditioner (installed).

凝縮器へ通す冷却水を用いて空気を予備冷却するものであって、出力は450Wであるが、冷房能力としては600Wと同等、さらに水温が低い場合には750Wと同等というように高性能のものである。また、価格も6~8畳用としては、94,000円と初めて10万円の壁を破った画期的な製品である。図9.5にその外観を示す。

(2) RD 形 ルームクーラー

窓掛形ルームクーラーであって、表9.1に示す6機種がある。電源関係では今般新しく、単相200V用機器を加えた。これは、従来輸出専用機種であったが、国内においても住宅への、大電力供給が単相3線式になりつつあることに対応すべく製作されたものである。RD形ルームクーラーは、ラックスなルームクーラーとしてとくに日本人の感覚に合わせ低騒音に重点をおいて設計した。

送風機には大口径翼車を6極900rpmという特殊な電動機と組み合わせ、圧縮機の防振、遮音に特殊設計を施してアメリカ製ルームクーラーの1/3~1/4の騒音レベルの、ルームクーラーを完成した。その他、フィルタには殺菌フィルタを用い、室内の温度を一定に保つ自動温度調節器や、暖房用電熱器の取り付けを可能とし、好評を得ている。図9.6に、その外観を示す。

(3) WEU-80 形 水式 ヒートポンプ

夏は冷房、冬はそのまま暖房のできるヒートポンプ式には、空気式と水式の3.75kWの2機種があったが、このほど5.5kW水式ヒートポンプを開発した。

市水または井戸水を用いて使用できるもので、冷房能力21,500kcal/h、暖房能力22,000kcal/hを有している。また補助電熱ヒータを取付可能となっており、朝方の室温上昇を速めることもできる。

9.1.4 暖房器 (Domestic Heaters)

(1) 三菱電気 ストーブ

電気 ストーブ は、300 W から 2 kW まで一連の格調高いデザインからなる数種の製品がある。一連の製品はデザイン的にキュービックタイプとラインタイプと大別され、さらに熱源的には石英管式ヒータを使用するものと赤外線 ランプ式 ヒータを使用するものとに分類される。

とくに赤外線 ランプ式 ヒータを使用するものはわが社独自のもので、タングステン線をガラス管内に懸け、アルゴンガスを封入して密閉した形式の熱源で、瞬間的に高温となり普通の電気ストーブに比べ速熱性、医療効果、照明効果が得られる製品である。

1. キュービックタイプ

a. 特 長

(a) 押しボタン式スイッチが本体に付いているから操作がきわめて簡単である。

(b) わが社独自の機構で簡単にガードが取はずしできるから反射板を掃除するときに便利である。

(c) 安定性に富む脚が本体をささえているから転倒の心配はまったくない。

(d) 持ち運びに便利なデザインである。

b. 仕 様

表 9.2 RN-605 形石英管式電気 ストーブ

機 種	定 格	発 熱 体
RN-605	100 V 600 W	石 英 管 式 300 W×2 本
RN-1205	" 1,200 W	" 600 W×2 本
RN-2005	" 2,000 W	" 666 W×3 本
RH-601	" 600 W	赤外線ランプ式 600 W×1 本
RH-1201	" 1,200 W	" 600 W×2 本

2. ラインタイプ

a. 特 長

(a) 反射面は 90° 角度が変えられ、お好みの方向に熱を向けることができる。

(b) 壁に掛けることもできるので台所、洗面所などにも利用できる。

(c) コードの中間に中間スイッチが付いているから大変便利である。

(d) ガードは簡単に取はずしできる機構で反射板を掃除するときに便利である。

表 9.3 RN-606 形石英管式電気 ストーブ

機 種	定 格	発 熱 体
RH-301	100 V 300 W	赤外線ランプ式 300 W×1 本
RN-606	" 600 W	石 英 管 式 600 W×1 本

(2) 赤外線式電気 アンカ (K-625 形)

採暖面に窓穴を設けた本体の中央に医療効果のある赤外線を放射する。100 V、60 W の赤外線 ランプを熱源として配置、暖房と医療効果を兼ねた就寝用暖房器である。

表面温度を好みに応じて 70°C から 50°C まで無段階に調節するツマミに直結された、可変式自動温度調節器および温度ヒューズ式温度過昇防止装置を直列に結線して二重に安全を計っている。

鋼板で構成される外かくは感触を和らげるためポリウレタンフォームおよび別珍布で包まれている。

(3) 赤外線式 ホームコタツ (NH-361SF, NH-362, NH-362F, NH-461S, NH-461, NH-461F 形)

木製卓状やぐらの上面中央に発熱体を下向きに取り付けて外部をふとんで覆い下半身を暖める一般家庭用暖房器である。発熱体



図 9.7 RN-605 形石英管式電気 ストーブ

Fig. 9.7 Type RN-605 quartz tube type electric stove.



図 9.8 赤外線式電気 アンカ

Fig. 9.8 Anka (foot warmer provided with infrared-ray lamp).



図 9.9 赤外線式 ホームコタツ

Fig. 9.9 Home Kotatsu (Body warmer provided with infrared-ray lamp).



図 9.10 赤外線式堀 コタツ

Fig. 9.10 Hori Kotatsu (Body warmer provided with infrared-ray lamp).

に卵形赤外線 ランプを使用し、これをやぐらに対角線に取り付けたので四方まんべんなく赤外線が行きわたるようになっている。可変式自動温度調節器に直結したツマミによりやぐら内の温度を適当に調節することができる。自動温度調節器が動作しても常に一定の温度を保ち、快適な暖かさが得られるよう赤外線 ランプはタングステンを使用している。医療効果のある赤外線 ランプを使用しているので医療器具としても安全ですぐれた効果がある。使用対象によってやぐら寸法は大形、小形の 2 種があり定格容量は 300 W と 400 W がある。

(4) 赤外線式堀 コタツ (C-606 形)

木製堀用やぐらの下方中央部に設置し、外部をふとんで覆い下半身を暖める一般家庭用暖房器である。発熱部は洋ナシ形赤外線 ランプ (200 W) と陶磁器製絶縁管を介して鋼板で形成されたスペースヒータ (400 W) のおのおの 1 個ずつより成りその外かくは耐熱塗装を施したエキスパンデッドメタルで保護されている。

やぐら内の温度は自動温度調節器によって一定温度が保持されリモートスイッチで高 (赤外線 ランプ 200 W + スペースヒータ 400 W)、中 (スペースヒータ 400 W)、低 (赤外線 ランプ 200 W) および切の 4 段切換ができ、好みの温度が得られるようになっている。医療効果のある赤外線 ランプを使用しているので医療器具として安全ですぐれた効果がある。

9.1.5 電気掃除機 (Electric Cleaners)

三菱電気掃除機は 30 年の歴史をもち年々躍進をとげて、いろいろの用途に応じた多種多様の機種を生産し、現在までに 100 万台を越える製品を世に送り出した。とくに戦後は著しい発展により多くの人々に愛用されている。

以下三菱電気掃除機の現状を紹介する。

1. 家庭用電気掃除機

(1) 分 類

a. 形式 シリンダ形 横に長い形で前方に開閉フタを有する形

表 9.4 仕 様 お よ び 特 長

形 名	形 式	入力 W	風 量 m ³ /min	真空度 mm水柱	製品重量 kg	ア タ ャ ャ メ ン ト	特 長
TC-280	シリンダ	350	1.8	980	5.9	ちり払いブラシ、すきまノズル、洋服ブラシ、曲りパイプ	ホース内蔵リモートスイッチ、コードリール、ダストインジケータ、伸縮自在パイプ、網入ビニールホース、TC式床ブラシ、大形車輪、三重消音
TC-241	シリンダ	350	1.8	980	4.3	ちり払いブラシ、すきまノズル、平口ノズル、曲りパイプ	ダストインジケータ、網入ビニールホース、TC式床ブラシ、大形車輪、三重消音
TC-501	シリンダ	500	2.3	1,100	8.0	リモートスイッチ、ちり払いブラシ、すきまノズル、平口ノズル、曲りパイプ、万能きり吹き	リモートスイッチ、押しボタン式、開閉機構、大容量集じん袋、万能きり吹き付
TC-350	ポット	350	1.8	980	4.7	アタッチメントケース、ちり払いブラシ、すきまノズル、洋服ブラシ、曲りパイプ	大容量集じん袋、ダストメータ、ペタルスイッチ、吸引力の低下が少ない
TC-403	ポット	500	2.3	1,100	8.5	ちり払いブラシ、すきまノズル、平口ノズル、曲りパイプ	大容量集じん袋、網入ビニールホース、ペタルスイッチ、大形車輪

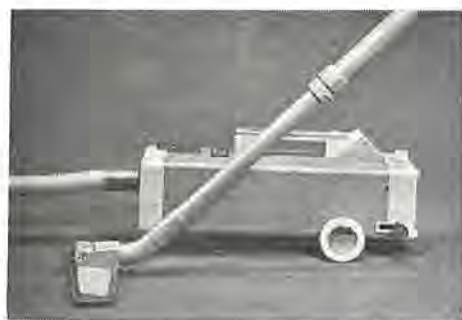


図 9.11 TC-280 形電気掃除機

Fig. 9.11 TC-280 electric vacuum cleaner.

式.

ポット 形 上下の分割によりちりを取り出す形式.

b. 容量 (消費電力) 350 W クラス

500 W クラス

(2) 各種三菱電気掃除機の仕様と特長

a. 特 長

三菱電気掃除機の特長は強い吸引力、使いやすさに徹してつくられたアタッチメントと最も騒音が少ないことである。

(a) 効率のよいモータとファン、大形集じん袋、太いホース、独特のアタッチメントノズル、空気抵抗の少ない三重消音装置など、実際の使用にそくした合理的設計により強い吸い込みが得られ、たとえば、100 円硬貨 100 枚を 11 秒間で吸い取ることができる。

(b) 使いやすいアイデアの数々

わが国で最初に掃除機本体から離れたホースの支持部分で運転、停止のできるリモートスイッチを採用している。

ちりのたまりぐあいが一目でわかるダストインジケータ。

伸縮自在の延長パイプ。

太くて丈夫な網入りビニールホース。

ツマミひとつでたたみとじゅうたんに使いわけできる TC 式 ブラシ。

大形車輪で移動性よく安定している。

独特の三重消音構造の内蔵によって騒音の少ないことは他に類をみない。

9.1.6 電気カミソリ (Electric Safety Razors)

電気カミソリは、ここ数年著しい発達と普及をしているものである。その理由は品質の向上によって便利さと相まって認識されてきたことが要因である。三菱電気カミソリは、着々とシェアーをひろげておりますが品質のよさと、独得のアイデアをもちこんだ製品によってつくってきたものであり、今後もしよい大きく伸びていくことを確信しているものである。

1. 三菱電気カミソリの種類 (分類)

(1) 外刃の構造 あみ目刃、スリット刃、櫛刃

(2) 内刃の運動 回転刃、往復刃

(3) 電 源 交流、直流

電池 { 乾電池
蓄電池
整流電流 (一次電源は交流)

2. 三菱電気カミソリの特長および仕様

(1) 乾電池カミソリ

a. 特 長

(a) いままでのように乾電池を 2 個使う必要がなく、単一乾電池 1 個 (¥40) で 1.5 か月間いつでもどこでも手軽にひげそりが出来る最新形である。

(b) 断然スマートなタイラで小形軽量、携帯に便利である。

(c) 精密加工をほどこした特殊な刃を用いておりますからシャープな切れ味をお楽しみいただける。

(d) 強力なモータで効率がよく、電池が長持ちする。

(e) 静かな音でそう快な使い心地である。

b. 三菱乾電池カミソリの種類と特長

SM-5 形と、SM-6 形との 2 種類があり仕様、特長は表 9.5 のとおりである。

表 9.5 仕 様 お よ び 特 長

方 式	形 名	SM-5 形	SM-6 形
電 源		単一乾電池 1 個	単一乾電池 1 個
刃 の 形 状		スリット回転刃	丸形アミ目回転刃
スイッチ作動方式		左右ロータリ方式	上下スライド方式
付 属 品		携帯用ビニールケース 筆ハケ、鏡 (袋付)	
とくに適するひげの状態		濃 い ヒゲ 長 い ヒゲ	万 人 向

(2) 充電式カミソリ (クールカット)

a. 特 長

(a) ひと晩充電するだけで、たっぷり 10 日間ご使用になれる。コードの付けはずしや乾電池を入れかえたりする必要もない。

(b) 革命的発明といわれる、寿命の長い「DEAC」蓄電池を用いたわが国最初の充電式で安心してご使用いただける。

(c) 外刃・回転刃とも材質を吟味してあるので、切れ味はシャープである。

(d) 電気料金は、毎日 5 分間ご使用になっても一年間わずか 10 円程度である。

(e) 携帯に便利である。

(f) 内面にカミミが内蔵された使い易い刃キャップつき。

(g) ひと目で充電中かどうかわかるパイロットランプつき。

b. 三菱充電式カミソリの種類と特長

SM-100 形 (クールカット)、SM-110 形 (クールカット H)、SM-120 (クールカット D) の 3 種類があり仕様、特長は表 9.6 のとおりである。

(3) 整流電源方式カミソリ

a. SM-200 形カミソリ

特 長

表 9.6 仕様および特長

形名 方式	SM-100 形 (クールカット)	SM-110 形 (クールカット-H)	SM-120 形 (クールカット-D)
電 圧	90~120 V	90~120 V	90~120 V
周 波 数	50/60 c/s	50/60 c/s	50/60 c/s
消費電力	1.3/1.8 W	1.3/1.8 W	1.3/1.8 W
標準充電時間	15 時 間	15 時 間	15 時 間
刃 の 形 状	丸形アミ目回転刃	ダブルスリット回転刃	丸形アミ目回転刃 モミアゲ刃付
スイッチの方式	ロータリスイッチ	ロータリスイッチ	ロータリスイッチ
付 属 品	充電用ビニルコード (1 m) 携帯用ビニルケース 掃除用筆はけ カガミ (キャップ用) シェービングパウダー 刃用潤滑油 ラッピングクリーム		携帯用ビニルコード (1 m) 携帯用ビニルケース モミアゲ刃(ケース付) 掃除用筆はけ カガミ(キャップに内蔵) シェービングパウダー 刃用潤滑油 ラッピングクリーム
とくに適する ヒゲの状態	方 人 向	濃いヒゲ 長いヒゲ	モミアゲ、ご婦人や幼 児のウツ毛のお手入れ (その他 SM100 と同 じ)



図 9.12 電気カミソリ SM-100 形(クールカット)

Fig. 9.12 Electric razor SM-100.

(a) 効率のよいシリコンダイオード変圧器方式を採用、モートルに無理がかからず、したがって故障がなく、いつも安定した性能を発揮する。

(b) 外刃や回転刃に特殊鋼を使用し、特別な研磨を施こしてあるので、切れ味は シャーウ である。しかも外刃が球状仕上で、きわめてソフトなタッチである。

(c) 完全な雑音防止装置が施してあるので、テレビやラジオを楽しみながらヒゲがそれる。

(d) 持ちやすくそりやすいツートンカラーのスマートなデザインである。

(e) 電気代は毎日使っても1年間わずか1円程度である。

b. SM-500 形 カミソリ

特 長

(a) 2 個の刃が同時に回転する三菱独得の2連式、しかも強力なモートルを使用、濃いヒゲでもスムーズに能率よくそれる。

(b) 効率のよい独得のシリコンダイオード変圧器方式を採用、モートルに無理がかからずしたがって故障がなく、いつも安定した性能を発揮する。

(c) 外刃や回転刃に特殊鋼を使用し、特別な研磨を施してあるので切れ味が シャーウ である。また、外刃と内刃は回転中に自動研磨されるので、切れ味が変わらない。

(d) 完全な雑音防止装置が施してありますので、テレビやラジオを楽しみながらヒゲがそれる。

(e) 別売りの自動車用バッテリーコードを使用すれば、自動車バ

第Ⅲ編 オリンピックを迎えて活躍する三菱電機の新製品

ッテリー電源からも手軽に使用できる新タイプである。

(f) 電気代は毎日使って1年間でわずか1円である。

9.1.7 エアータオル (Air Towel)

エアータオルは、手を洗ったあと温風で手を乾かすもので、タオルやペーパーを使用しないため衛生的・経済的である。現在はまだどこでも見かける製品ではないが、公衆の使用するところに適しているの、今後この方面からの普及が期待できる。

ET-1201 形 エアータオル

ET-1201 形 エアータオルは、スタンド式と壁掛式とに使い分けられるようになっていて、スイッチを踏んで使用する。ヒータと電動機を入れた本体から温風が出るのでここを出して、軽くもむようにして乾かす。殺菌灯をつけて殺菌効果をもたせてある。

(1) 仕様

電 源	単相交流 100 V 50/60 c/s
電 動 機	直巻整流子電動機
ヒ ー タ	コイル、ボビン式
消費電力	電動機 110 W ヒータ 1,000 W
風 量	1.0 m ³ /min
乾燥時間	40~45 秒
ス イ ッ チ	足踏スイッチ
製品重量	スタンド式 17.5 kg 壁掛式 4.1 kg

(a) 特 長

- 殺菌灯つき
- 安全で使いやすい足踏み式スイッチ
- 静かな運転
- 安全用温度ヒューズ付き
- 取付が簡単



図 9.13 ET-1201 形 エアータオル

Fig. 9.13 ET-1201 air towel.

9.1.8 ヘアードライヤ (Hair Driers)

ヘアードライヤは、小形で手に持って使用するハンドタイプの HD-403 形、本格的なセットなどに使用するボンネットタイプの HD-301 形がある。

ハンドタイプヘアードライヤ (HD-403 形)

(1) 特 長

a. 強力で寿命の長い三菱モートルを使用、豊かな風量で能率よくご使用いただける。

b. 冷風・熱風の切り換えはきわめて簡単、しかも冷風の風量がとくに大きいので、いつも合理的風量と温度が得られ、1 台で



図 9.14 HD-301 形
ヘアードライヤー
Fig. 9.14 HD-301 hair
drier.

表 9.7 HD-403 形 仕 様

電 圧	100 V
周 波 数	50/60 サイクル
消 費 電 力	300 W (冷風 20 W 熱風 300 W)
風 温	冷風…室温 熱風…室温+40°C
回 転 数	冷風…13,500 回/分 熱風…12,000回/分
ス イ ッ チ	3 段切換押しボタン式 (切—冷—熱ダイヤル付)
コ ー ド	2 m
重 量	740 g (本体)
付 属 品	スタンド

2 台の働きをする。

c. 小形軽量でハンドルが握りやすく、軽快で使い易いデザインが自慢である。

d. 使用している手でも、簡単にスイッチ操作ができ同時に切↔冷↔熱がダイヤル表示されるから大変便利である。

e. オイルスペアリングを採用しているから長期間給油の必要もない。

(2) 仕 様 (表 9.7 参照)

2. ポンネットタイプヘアードライヤー (HD-301 形)

(1) 特 長

a. 髪をすっぽり包みムラなく乾燥するポンネット、すばやくソフトにセットできる。

b. マニキュアセットつきで髪をセットしながら自由につめのお手入れが楽しめる。

c. 髪の長さやぬれ具合に応じて風温調節が自由自在便利な 4 段切換スイッチつきである。

d. ご使用中でも両手が自由になるので読書・編み物・お化粧などが楽にできる。

e. 安全装置つきで、過熱の心配もない。



図 9.15 HD-403 形 ヘアードライヤー
Fig. 9.15 HD-403 hair drier.

表 9.8 HD-301 形 仕 様

大 き さ	縦 261 mm 横 241 mm 高さ 165 mm
電 源	100 V 50~60 サイクル
消 費 電 力	COOL (冷風)…50 W WARM (暖風)…170 W HOT (熱風)…280 W
回 転 数	モーター回転数約 3,000~2,600 回/分
ス イ ッ チ	4 段切換 (OFF—COOL—WARM—HOT)
風 温	冷風…室温 暖風…室温+約 20°C 熱風…室温+約 40°C
コ ー ド	2 m
送 風 ホ ー ス	1.1 m
重 量	3.5 kg
付 属 品	マニキュアセット ポンネット 送風ホース 整髪用クシ 鏡

f. シックなハンドバッグケース式、コンパクトなケース中にすべての付属品が納められ手軽に持ち運びでき、ご旅行にも最適である。

(2) 仕 様 (表 9.8 参照)

9.1.9 マッサージャー (MV-2 形) (Massager)

(1) 特 長

a. 小形軽量で持ちやすく、簡単にお好みのところがマッサージできる。

b. 強→弱→切の切り換えはスライドスイッチで容易。

c. 消費電力は最大 11 W で経済的である。

d. アタッチメントを取り換えるだけで肩、腰、腕、脚はもちろん頭、ほおなどのマッサージまで広くご利用いただける。

(2) 仕 様

電 源 100 V 単相交流 50/60 c/s

消費電力 11 W (入力 24 VA)

コ ー ド 2 m

付属品 (アタッチメント) マッサージ用、ラーリング用、ブラッシング用、ワイピング用



図 9.16 マッサージャー MV-2 形
Fig. 9.16 MV-2 massager.

9.1.10 電気歯ブラシ (TB-1 形) (Electric Tooth Brush)

わが国最初の電気歯ブラシで、手でみがく 10 倍以上の効果で歯ソウハロウの予防にもなる。これから歯みがきを覚える子供が、よろこんで習慣をつけるのにはとくに効果的である。

(1) 特 長

a. スイッチを押すだけで簡単に短時間で最も効果的な歯みがきが行なえる。とくにお子様には毎日楽しみながら使っていただける。

b. ハブラシは 30° の幅で上下に自動回転し、すみずみまで理想的にみがける。また、歯肉のマッサージにも効果がある。

c. 音が静かで使い心地がよくご使後がととてもそう快である。

d. 強力なモーターで効果がよく、電池が長持ちする。

e. ブラシは 5 本付属し、おのおの色で区別してあるからブラシだけ取り換えて一家で楽しく使え大変重宝である。

f. 乾電池 (単一) 1 個 (40 円) で 120 分以上ご使用になれる。

(2) 仕 様

使用乾電池 単一 (UM-1M) 1 本

付 属 品 歯みがき用ブラシ 5 本 清潔な透明ケースつき



図 9.17 電 気 歯 ブラシ TB-1 形
Fig. 9.17 TB-1 electric tooth brush.

9.1.11 殺菌灯 (Germicide Lamp)

われわれの生活環境は、無数の バクテリア・細菌類でおおわれているといっても過言でない。昨今、環境衛生の問題が重視されていろいろの殺菌・消毒が行なわれているが、それぞれ一長一短があって理想的な殺菌法とはいえない。このうち紫外線による殺菌は日光消毒という形で古くから知られているが、これを簡単に効率よく殺菌できるようにしたのが殺菌灯であり、空気殺菌・食品などの防腐保存などには紫外線による殺菌が好適である。殺菌ランプは強力な殺菌作用をもつ $2,537 \text{ \AA}$ の紫外線を効率よく多量に発するので、短時間に効率よく殺菌消毒が可能である。

三菱殺菌灯は 10 W・15 W 殺菌 ランプ を使用した壁付け用、つり下げ用およびじかけ用器具があり、住宅の台所・病院全般・食品工場・冷蔵庫あるいは学校・事務所・食堂・劇場など多数の人が出入りする場所の空気殺菌、水・食品などの殺菌・防腐保存、理髪・医療器具の消毒、皮膚病の治療など簡単に広く利用できるようにつくられている。また、サンタリランプと称する小形 2 W の殺菌 ランプ は当社電気冷蔵庫全機種につけられて、庫内食品の長期防腐保存を完全にしている。



図 9.18 つり下げ形殺菌灯 (15 W 1 灯)
Fig. 9.18 Suspension type germicide lamp.

9.1.12 ケイ光健康ランプ (Fluorescent Health Lamp)

太陽光はわれわれの健康を保持する上にも重要な役割をもっている。近年、ビル・工場あるいは地下室などに勤務する人人は、太陽光に浴する機会が少なくなってきたり、また冬期北国の人人もこの恩恵を受けることがはなはだ少なく、保健上の問題点である。太陽光の一部である $2,800 \sim 3,100 \text{ \AA}$ の紫外線は健康線またはドルノ線とよばれ、皮膚に紅ハツ(赤い日焼け)を生じ、体内にビタミン D_2 を生成するので、クル病の治療および予防に非常に効果がある。またカルシウムやリンなどの代謝をよくして丈夫な骨格や歯をつくり、健全な発育を促し虚弱体質の改良・健康の増進・寒気に対する抵抗力を増加させるなどの大きな働きがある。

三菱ケイ光健康ランプは、特殊ケイ光体と特殊紫外線透過ガラスを用いた健康線を豊富に出すケイ光ランプで 20 W と 40 W の 2 種がある。このランプは普通のケイ光灯器具にそのまま使用できるので、屋内・雨天・夜間を問わず理想的な日光浴ができる。

(1) おもな用途

- ビル・地下室・工場など、あるいは冬期北国など日光に浴することの少ないところの保健。
- 病院・保養所における療養。



図 9.19 ケイ光健康ランプ
Fig. 9.19 Fluorescent health lamp.

- 家庭・学校・保育所・屋内競技場などにおける保健。
- 食品(冬期の牛乳、家畜飼料など)にビタミン D_2 を付与。
- 家畜の発育助長、体重の増加、繁殖率の向上。
- 家キ(禽)の産卵率向上、卵の重量増加、卵殻の強化。

9.2 生活科学

Science in Living

9.2.1 電気冷蔵庫 (Electric Refrigerators)

家庭用電気冷蔵庫の最後の形は、電源を接続し、食品を出し入れすること以外、全然手のかからないものとなるであろう。現在における、最も理想に近い形として、MR-174FS 形が存在する。

2 トビラ 2 温度式で、上室は冷凍室(有効内容積 32 l)、下室は冷蔵庫(有効内容積 127 l)とし、冷凍、冷蔵食品を、おのおのに適した温度に貯蔵できる。しかも圧縮機 1 台で、周囲温度により温度調節ダイヤルの操作を要せず、周囲温度 $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ の間、冷凍室 -20°C 、冷蔵庫 5°C の近辺に、温度を保持する性能をもっている。

冷蔵室はいわゆる フロストフリー 式で、霜のつかない冷蔵庫である。冷却器は、内箱と外箱の間に設置して、小形ファンにより、冷蔵室空気を冷却器面に通過循環させるようにした、コールドインジェクタ方式で、温度調節器による圧縮機の運転停止 1 サイクルごとに、霜取作用を行なわせる。アルミ製ロールボンド冷却器とあいまって、熱交換効率のよい機構である。さらに霜取りした水は機械室に導き、冷媒の凝縮熱を利用して自動蒸発させる。冷蔵室には、そのほか、安全冷蔵を目的とした殺菌灯(わが国唯一の冷蔵庫用特殊タイプ)、バターを使い易いかたさにするバターコンディショナー、野菜類の乾燥を防ぐ大形野菜入れなど、使用者をはかった特長を数多く備えている。

冷凍室は室全体が冷却器からなり、冷凍食品時代にふさわしい容積を確保してある。

39 年度新製品としては、上記最高級 MR-174FS 形をはじめ、



図 9.20 MR-174FS 形冷蔵庫
Fig. 9.20 Electric refrigerator.

業務用大形（有効内容積 235 l）から家庭用小形（有効内容積 63 l）に至るまで、全部で9機種に、おのおの特長をそなえて発表した。とくに家庭用としての中心機種（有効内容積 97 l）には、タイマによる自動霜取、霜取りした水の蒸発装置を備えたものも発表した。

9.2.2 トースター (Toasters)

(1) AT-3 形自動トースター (100 V 600 W)

調節つまみで焼色（焼時間）を好みに合わせ、パン昇降用つまみを押し下げれば、パンは焙焼位置まで下がりスイッチも入る。

設定時間後、パンは焼けて自動的に飛び出しスイッチも切れる構造で、自動装置はバイメタルの加熱冷却方式（HC方式）とした構造になっている。HC方式とは、自動装置をバイメタルの加熱冷却の2段モーションで動作させることによって、パンを連続して焼く場合、焼色が変わってくる欠点を除いたものである。

(2) AT-4 形自動トースター (100 V 600 W)

パンの焼き上がり後、パンを自動的に飛び出させる自動装置は AT-3 形と同じく HC 方式を採用しているが、性能の向上、安定をはかるため、マグネットによるトリップを併用した。

また、最近種々のパンが出まわり大きいパンでも、小さいパンでも、同じように焼けることが望まれているが、調整範囲を大きくして、要望にこたえるようにした。

さらに、国内でははじめて、操作面を正面に集めて、正面操作式とし、片手でも持ち運べるよう、持ち運びの便を考えてキャリヤをつけた。



図 9.21 自動トースター AT-4 形
Fig. 9.21 Automatic toaster AT-4.

9.2.3 AP 形自動電気ポット (Type AP Automatic Electric Pot)

AP-3 形 (100 V 500 W 1,100 cc)

AP-4 形 (100 V 450 W 800 cc)

AP-13 形 (100 V 500 W 1,100 cc)

いずれもバイメタル式の自動温度調節器を備えた電気ポットで、通電状態が一目でわかるようにパイロットランプ付きである。自動温度調節器の働きにより、温度は約 55°C から沸騰の間で調整できる。発熱体は EP 形と同じく、効率のよい円板状の浸水形発熱体を使用している。湯沸かしのほか牛乳温めや酒のかん、また、コーヒー沸かしセットを使って、コーヒー、紅茶沸かしなど用途の広いものである。AP-3, 4 形は、銀色と金色の2種類がある。



図 9.22 AP-4 形自動電気ポット
Fig. 9.22 Automatic electric pot AP-4.

9.2.4 電気こんろ (Electric Heater)

H-13 形 (100 V 600 W 3 段切換スイッチ付き)

ちゅう房用電熱器では、最も利用範囲のひろいものが電気こんろで、煮物、焼物、湯沸かしなど、何にでも応用できる。本製品は、その上スイッチ付きであるから、スイッチ一つで、断・300 W・



図 9.23 電気コンロ H-13 形
Fig. 9.23 Electric stove H-13.

600 W と手軽るに切り換えができるので必要に応じて、料理に合った熱量が得られる。

9.2.5 電気ホットプレート (Electric Hot Plate)

HL-2 形 100 V 600 W, 3 段切り換スイッチ付・温度保安器付・ホットケーキワッ付

厚い鉄板製の焼板が使用されているので熱容量が大きく能率的にムラのない調理ができる。表面は料理が焦げついたり、さびたりしないように特殊な処理が施してあり、また周囲には油みぞがあるので油の多くでる料理でもおいしく作ることができる。付属のホットケーキワッを使用すればホットケーキなどをきれいに簡単に焼き上げることができる。スイッチは切、300 W, 600 W に切り換えができるので料理の種類や調理方法にあわせて火加減ができる。焼板が調理のできる温度になると温度表示器の針が白から赤へ動いて知らせ、通電中はパイロットランプが点灯する様になっている。調理中あるいは万一スイッチを切り忘れても食卓を焦がしたり、火災の原因にならないように温度保安器が取り付けられているので安心してテーブルクッキングが楽しめる。本体後側の止ネジをはずせば焼板がとれるので内部の手入れがかんたんにできる。



図 9.24 電気ホットプレート HL-2 形
Fig. 9.24 Electric hot plate.

9.2.6 自動保温電気がま (Keeping Warm Automatic Rice Cooker)

NA-107A 形 1.0 l だき, 100 V 450 W 保温 35 W 中フタ付

NA-155AP 形 1.5 l だき, 100 V 550 W 保温 45 W 中フタ付 フタ掛付

NA-201A 形 2.0 l だき, 100 V 600 W 保温 50 W 中フタ付 フタ掛付

NA-301A 形 3.0 l だき, 100 V 950 W 保温 70 W 中フタ付 フタ掛付

熱を通さないポリプロピレン製の独特の中フタによって内がま上部をすっかり包む温かい空気層ができるので炊飯中やムラシ中にフタから熱が逃げにくく、また合理的な形状の中フタによってかま内の蒸気やしずくが均一にちらされるので理想的な高温の直熱式との名コンビでふっくらとひと粒ひと粒しんからおいしく早く炊きあがり、ムラシ効果も満点である。保温装置は炊飯後自動的に切り換わり保温ヒータと中フタの保温効果でいつまでもおいしく食べごろの温かさ (70°C) に保ちつづける。もちろん夏でもご飯の腐敗する心配はなく長く保温しておいても中フタの形状による効果でご飯がパリパリしたり、ピシピシになったりして変質する心配がない。保温中は専用の小電力の保温ヒータに通電しているだけです。同時に他の器具も使え、保温スイッチはお好きな時間に保温したり、やめたりできる。使いやすい直熱式で外がまに水を計って入



図 9.25 自動電気がま NA-3018A 形
Fig. 9.25 Automatic rice cooker NA-3018A.

れる手数がなく、フタ掛けもつけてあるので、食卓が広く使える。

9.2.7 電気魚焼器 (Electric Fish Broilers)

(1) TF-4 形 100 V 600 W, 上火下火両用式 フタ式

発熱体をフタの内側に取り付け、魚の上から熱を加える構造で脂の多い魚でもぜんぜん煙をたてずに上手に焼くことができる。発熱体から直接放射する熱はもちろん反対側へでも熱も反射板で全部はねかえって焼皿全面に放射するので熱のムダがなく短時間で焼上り、焼網を裏返したり焼網をとったりして焼物と発熱体との距離が3段に調節できるので、焼物の厚さや大きさに合わせて簡単に火加減ができる。本体後面の反転ネジをゆるめて、発熱体の取り付けられたフタを反転させ焼皿を上へのせれば下火のホットプレートになる。フタ内面のウチネジを取ると発熱体と反射板が簡単にはずせるのでお手入れが十分に行なえる。

(2) TF-10 形 100 V 800 W, 上火下火両用式 引出式 コードスイッチ付

800 W の大きい熱量で魚を3尾丸ごと焼くことができるので大人数の家庭でも十分にあう。専用の下火用の焼板が付けてあり、フタが簡単に取りはずしできるので卓上でお料理を作りながら食事ができる。引出用ハンドルは焼皿の引出はもちろん焼板の持ち運びにも使用でき、ハンドル掛けにかけられる。焼皿はホーロー引きでいつも清潔に保てる。



図 9.26 電気魚焼器 TF-10 形
Fig. 9.26 Electric fish grille.
TF-10.

9.2.8 ジューサー (Juicers)

ジューサーは、昭和37年ごろの青汁ブームと、美容・保健への関心の高まりとによって、大きな話題と、ブームをよび、それ以後急速に発展し、多くの愛用をいただいている。三菱電機では、性能、使いやすさとも抜群の自動式ジューサーを開発し、好評を得ている。

以下三菱ジューサーの現状を紹介する。

1. 三菱ジューサーの種類

(1) JE-102 形自動式ジューサー

(2) JE-300 形フルオートジューサー

2. 三菱ジューサーの仕様(表9.9参照)

3. 三菱ジューサーの特長

(1) JE-102 形、300 形共通の特長



図 9.27 フルオートジューサー
JE-300 形
Fig. 9.27 Full auto-juicer
JE-300.

表 9.9 仕様

	JE-102 形	JE-300 形
電 流	単相交流 100 V	50/60 c/s
電 動 機	コンデンサ誘導電動機	直巻巻流子電動機
回 転 数	29,00/3,500 回/分	9,000 回/分(無負荷時)
消 費 電 力	120 W	200 W
定 格 時 間	30 分	連 続
製 品 重 量	6.5 kg	3.3 kg
付 属 品	フィルタ 2 個 フ 1 個 ネジ回し 1 個	おろし用遠心カゴ かす受箱(ふた付) ネジ回し

- a. 投入口へ材料を入れるだけで、ジュースがしぼれる自動式
- b. ジュースの分離率がよく、ジュースにカスの混入が少ない。
- c. ステンレスのカッターは、自動式とあいまって切れ味をいっそう良くしている。

- d. 容器が透明で中の様子が外から見えて都合がよい。

(2) JE-102 形自動式ジューサーのみの特長

- a. 自動ばかりでなく手動でも使えるピストン式投入口つき。
- b. フィルタはポリカーボネート製のため煮沸消毒ができ衛生的である。

- c. スイッチとブレーキが連続していて、瞬間的に回転を止められるので、次の操作にすぐ移ることができる。

(3) JE-300 形フルオートジューサーのみの特長

- a. ジュースを自動的にしぼるとともに、カスをカス受箱内へ放出する完全自動式。
- b. カスがジューサーの中に残らないので、連続して多量のジュースをしぼることができる。

- c. おろし用遠心カゴにより、おろしをジューサーの外へ自動的に放出するため、連続的に多量のおろしを作ることができる。

- d. フタが投入口に向かって傾斜しているので材料の投入が容易で能率的である。

9.2.9 照明器具 (Luminaires)

ケイ光灯が一般住宅に広く取り入れられてから、十数年になる。この間の変化を見ると、前半期は電球を取り代えてケイ光灯にする考えで、当社製品もそれに応じた形態、機構を持っていた。住宅照明にケイ光灯が非常に適していることが認識されてからは、ケイ光灯がすまいの照明の主流をなすようになり、製品も次第にケイ光灯本来の姿のものになってきた。

一方、住生活の変せんは、住宅プラン、様式を変えつつあるが、その大きな点に、各室用途の明確化および独立性、住環境改善用設備の重視、家事作業能率への考慮などがある。これらに対し、経済的制約による建築面積の縮小は、いきおい諸設備の定置化、建築化をうながしつつある。

上記の観点から、すまいの照明の合理化を目指して、当社では在来家庭用ケイ光灯とは別に、住宅用ケイ光灯として、数年前から各種ケイ光灯器具を生産し、今日では多種の製品をそろえて



図 9.28 FCP-W-231 形 円形 20 W 防湿形器具
Fig. 9.28 Type FCP-W-231 round 20 W moisture proof lighting fixture.



図 9.29 FZ-501 形 ケイ光 ランプ
15 W 用 コンセント 付器具
Fig. 9.29 Type FZ-501 15 W
fluorescent lamp with outlet.



図 9.30 FCX-312 形 円形 30 W
×2 灯用 パイプ 吊り 器具
Fig. 9.30 Type FCX-312 round
30 W pipe pendant two lamp fixture.



図 9.31 HC-157 形 100 W
水銀 ランプ ガーデンライト
Fig. 9.31 Type HC-157 100 W
mercury lamp garden lamp.

あり、LL シリーズ (Living Lighting Series) と銘打って好評を博している。

このうち、特異な存在であり他に例を見ない製品を以下紹介する。

KL-2112 形 (20 W 2 灯用) は天井か付けの ランプ 露出器具で、3 段切換スイッチにより常夜灯としての豆球がつく、そのシンプル な形とともに、子供室や台所用として考えたものである。FV-2121-R 形 (20 W 1 灯用) は、すぐ点灯するラピッドスタート回路の便利さを住宅用に始めて応用した器具で、玄関、廊下、便所など、たびたび点滅する場所に適している。FCP-W231 (図 9.28) は、浴室用に円形 ケイ光 ランプ を巧みに使った防湿形器具で、外部はさびないように全部 プラスチック でできている。FZ-501 (図 9.29) は台所流し上のつりだなの下面に取り付け、ランプ が直接目に入らぬように設計され、また器具端部にコンセント を夢備し調理などに利用できる。FCX-302 (図 9.30)、FCX-312 はパイプ 吊りの豪華で新感覚を盛り込んだ居室用器具で、前者は和室用、後者は洋室向きにしたものである。

住宅内部の照明の完備とともに、屋外照明も通行、表示、防犯、美観などの目的で必要となり、次第に関心が深まりつつある。住宅における屋外照明の方法として、外壁に光源を設けるものと、建物から独立して照明するものがある。このうち最近急に普及したものは、小形水銀灯を使用した、いわゆるガーデンライト (図 9.31) である。とくにその青っぽい光に映える緑の草木の美しさが好まれ、庭園や門の照明に使われている。

住宅照明はよりよき住まいの要素として、ますます大きな役割を持つと思われ、当社でも時代に即した住宅用照明製品を今後も引き続き開発、生産販売する方針である。

9.3 教養と娯楽

(Culture and Amusement)

9.3.1 6CT333 形カラーテレビ受像機 (世界ではじめてのトリネスコープ方式) (Type 6CT333 Mitsubishi Colour TV Set)

210 (1398)

オリンピック はすでに人工衛星 シンコム 3 号の打上げも決定されて、世界へ生でしかも カラー で中継されることになっていることから、この東京 オリンピック が日本の カラーテレビ 時代の開幕をつげる ファンファール となることが期待される。

当社ではこの世紀の オリンピック をできるだけ多くの人々に カラー で見ていただくための方策として、高性能でしかも安価な カラーテレビ 受像機の開発を進め、従来のような シェドウマスク 式受像管を使用しない、世界ではじめてのトリネスコープ方式小形 カラー 受像機を完成 6CT333 形として発売した。

1. 特長

(1) 映像がきわめて明るい。

シェドウマスク 受像管を使用せず、3 本の原色受像管を、独特のダイクロックミラー で重ね合わせる方式を実用化したため カラー 映像は従来のものの約 10 倍も明るい。このすばらしい明るさにより オリンピック の健康的な躍動美を余すところなく再生することができる。

(2) 磁界の妨害を受けず調整が簡単である。

シェドウマスク 方式ではトリネスコープ方式 セット を移動するたびに面倒な調整が必要であったが、この受像機ではほとんど再調整を必要としない。明るいことと、この調整が簡単であるということから、オリンピック 中継の野外モニター として使用するのに好適である。



図 9.32 トリネスコープ方式 6CT333 形 カラーテレビ 受像機
Fig. 9.32 Type 6CT333 color TV receiver.

(3) 価格が安い。

「世紀のオリンピックをカラーで見よう」という合言葉を実現させるために開発されたトリネスコウ方式で高価なシャドウマスク受像管を使用していないため、はじめて10万円を割ることに成功した。これにより多くの人々にオリンピックをすばらしいカラーで見ただけにとともにカラー受像機普及促進に大きな役割を果たすことを期待することができる。

2. 定 格

受像方式	3 受像管光学的重ね合わせ
消費電力	250 W
重 量	29 kg
大 き さ	330 (W)×502 (H)×470 (D)
映像搬送波中間周波数	26.75 Mc
クロマ 中間周波数	23.17 Mc
音声搬送波中間周波数	22.25 Mc
クロマ 同期安定方式	位相検波 リアクトランス 管式
AGC 方式	遅延形 キード AGC
AFC 方式	パルス 幅 AFC
クロマ 復調軸	X, Z 軸
真 空 管	25 球 (CRT 除く)
	シリコン 整流器×2
	ダイオード×2

9.3.2 オリンピック東京大会で活躍する三菱マイクロテレビ (Micro TV sets in active operation at the Tokyo Olympic Games)

オリンピック東京大会で活躍する三菱マイクロテレビ、世界の注目を浴びて市販されてから間もなく2年を迎えようとしている三菱マイクロテレビ 6P-125 形は、小形で軽量であるため、従来の据置形テレビとは異なった新しいテレビの用途を開拓し、理想的なポータブルテレビとして、また2台目テレビとして、ますます広く一般家庭で愛用され家庭の生活文化、娯楽、教育の面で活躍しつつあるが、さらに今秋のオリンピック東京大会においては、三菱マイクロテレビ 6P-125 形が報道関係者への記録速報装置として、重要な使命を果たすことになっている。従来の国際競技では、競技の公式記録は印刷してから、記者団に配布していたが、ゲームが終わってから記録の配布までに5~10分程度のタイムラグがあった。昨年10月東京で開かれた国際スポーツ大会においては、この非効率を改善し、公式記録を一刻も早く記者団に速報せんと目的で、約60台のマイクロテレビを使った記録速報装置が企画試験され、大会関係者、記者団から好評を博した。この実験に基づき来るべきオリンピック東京大会では、国立競技場372台、水泳競技場104台、合計476台の三菱マイクロテレビを使った大規模な記録速報が計画され準備が進められている。今回の記録速報装置は、常時は記者団がおのおの手許の切換スイッチにより、NHKテレビの総合または教育放送のいずれかを選択受信することができる一方、記録発表の時は、随時NHKのプログラムを中断して、いずれのチャンネルにも記録を割り込ますことができるという点が特長で、NHKテレビの音声もイヤホンを用いて聞くことができる。

映像信号の伝送方法については高周波信号によるか、映像周波信号によるか種々検討し、予備実験を行なった結果外来テレビ電波の電界強度がきわめて高いため、高周波信号による伝送は、記録伝送時に種々の混信障害が著しいことがわかりNHKのプログラム、競技記録とも映像周波数に変換してから同軸ケーブルにより、伝送分配することとした。図9.33は国立競技場の信号分配系統

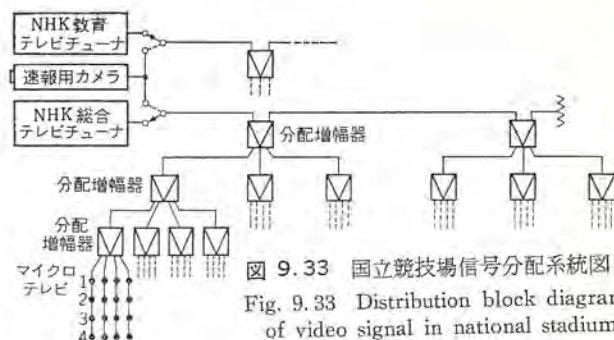


図 9.33 国立競技場信号分配系統図
Fig. 9.33 Distribution block diagram of video signal in national stadium.

図を示す。

途中のケーブル損、分配損を分配増幅器により補償し、約100m離れた最末端のテレビでも1V p-pの信号入力を得られるように設計されている。国立競技場では、屋外の明るい場所で、使用され、しかも小さい記録文字の伝送が主体となるため、マイクロテレビの輝度ならびにフォーカスについては、とくに注意を払った。また同じく国立競技場には、当社の20kW電源車を配車し、記録速報装置の全系統の電力を一括供給するなど、目に見えない技術的実行面的な困難が多々あるが、三菱マイクロテレビが、無事重責を果たすことができるよう努力したいと思っている。

9.3.3 三菱ステレオ DSS-533 形 (Type DSS-533 Stereo)

三菱ステレオは、先にわが国で初めてFMステレオの回路を自蔵したDSS-525形ステレオを発売して気をはいたが、引き続きさらに音量が豊富でかつ低音高音別々の強調回路を有するDSS-533形ステレオを発売した。

DSS-533形ステレオは上述のごとくFMステレオ回路(セン頭復調器形)を内蔵している。また良好なFMステレオの受信には高感度のFM受信器を不可欠とすることを考慮し、中間周波増幅段3段を備えて卓絶した性能を誇っている。

出力段はラッシュリ回路でヒズミが少く、12Wの大出力である。音質回路は低音高音別々に強調減少できるので、大口径25cmのダブルコンスピーカとあいまって豊かな低音と鮮明な高音が得られる。その他エコー付加装置、ステレオコントロールがついており、もちろん中波・短波放送も受信可能である。

プレーヤーは三菱独自の設計になる完全自動プレーヤーである。操作レバーを引くだけでレコードの盤径探知、演奏開始が自動的にこなわれ、演奏が終わればアームは元の位置に帰る。繰返し演奏およびレコード途中からの自動演奏も可能である。モータは高性能4極シンクロモータ、カートリッジは温度湿度の影響を受けないセラミックカートリッジで、もちろんダイヤ針つきである。

キャビネットは堅ろう美麗なポリウレタン塗装で、西欧風の落ち着いた



図 9.34 三菱ステレオ DSS-533 形
Fig. 9.34 Mitsubishi stereo DSS-533.

た意匠である。トビラはオートマチック・ドアで指で少し持上げればあとは自動的に開く。

9.3.4 三菱テープレコーダー T-140 形 (Type T-140 Tape Recorder)

主として語学学習に重点をおいた交流電源使用の小形テープレコーダーであるが、小形機には珍らしく5号リールの使用が可能である。また携帯の便を考慮して美しい金属のハンドルを備え、3号リールをつけたままでつなができる。キャビネットは紅白のツートーンで意匠は華麗軽快である。

回路は全トランジスタ式(6石)で約1Wの出力が得られ、高能率のタ円スピーカ(10cm×7cm)とあいまって、豊かな音量である。テープ速度は9.5, 4.8cm/secの2スピード、総合周波数特性は200~7,000c/s, S/N, ハム音についても十二分の考慮を払っている。

図 9.35 三菱テープレコーダー T-140 形

Fig. 9.35 Mitsubishi tape recorder.



9.3.5 三菱トランジスタラジオ 3X-345 形 (Type 3X-345 Transistor Radio)

三菱トランジスタラジオは、すばらしいデザインとすぐれた品質が高く評価されて、国内はもとより広く海外に多量に輸出され好評を博しているが、以下東京オリンピックを記念して発売した、三菱トランジスタラジオ、3X-345 形について紹介する。

競技場などで他に迷惑をかけることなく実況を見ながら放送解説が聴けるイヤホンラジオで、キャビネットもオリンピックにちなんで5輪のカラーに合わせて5種類発売した。本機はスーパーヘテロダイン方式を採用した最高級イヤホンラジオである。

1. 特 長

- (1) イヤホン式であるから一人で静かに放送が楽しめる。
- (2) 3石1ダイオードであるが、大形フェライトコアアンテナとメサ形トランジスタの採用により6石に匹敵する感度がある。
- (3) 能率および音質のよいイヤホンを開発し採用した。
- (4) 消費電流がわずか2.7mAなので、1日2時間の使用で3ヶ月以上、電池を交換する必要がない。
- (5) ワイシャツのポケットやハンドバッグの中に容易に入る超小形であるから、携帯に便利である。

2. 定 格

回 路 3石スーパーヘテロダイン

図 9.36 三菱トランジスタラジオ 3X-345 形外観

Fig. 9.36 Mitsubishi transistor radio 3X-345.



図 9.37 三菱トランジスタラジオ 3X-345 形シヤシ

Fig. 9.37 Mitsubishi transistor radio 3X-345 chassis.



受信周波数	535~1,605 kc
中間周波数	455 kc
ア ン テ ナ	フェライトコアアンテナ 内蔵
出 力	無歪出力 2.5 V 以上 (イヤホン 端子電圧) 最大出力 3.5 V 以上 (")
電 源	単5形乾電池 (UM-5) 2 個
イ ャ ホ ン	高性能 クリスタルイヤホン 1 個付
外形寸法	横幅 48 mm, 高さ 65 mm, 奥行 22 mm
重 量	90 g (電池込み)

9.4 家事の合理化

Rationalization of House Work

9.4.1 ミシン (Sewing Machine)

ミシンは昭和7年頃から研究製作に着手し、現在製作機種は25機種に及んでいる。とくに家庭用ミシンでは美しい模様縫い、あるいは種々のししゅう(刺繍)縫いなどが簡単に行なえるジグザグミシンの開発研究に早くから着手して、国内および海外で好評を博しているが、そのうち代表的な機種はフルオート・ジグザグミシンおよび2本糸の縫成が行なえるフル・ジグザグミシンである。

1. MAZ4 形フルオートマチック・ジグザグミシン

ミシン中にビルトインした積層模様カムにより、針のジグザグ振幅量、および針位置を適宜組み合わせ自動制御を行ない、24種類の模様を自動縫いすることができ、模様は選択ダイヤルの操作で、簡単に選択することができる。なおボタンホーラ機構を設けてあるので、ボタン穴は美しく簡単にカガリこともできる。主要部分の特色は次のとおりである。

(1) 模様の選択および模様カム

ミシン中にビルトインした積層模様カムと接触して制御される各追従レバーは、選択ダイヤルにより同時、もしくは別個に昇降して、積層模様カムとの組み合わせを適宜変換して、縫い模様を構成する方式で、積層模様カムは1:40から1:360まで、無段に減速できる無段変速装置で駆動するようにしてあるので、選択した一つの模様でも、減速比率を調節することにより多様に変形することができる。

なお、減速比率の変換はミシンの運転中でもツマミの操作で自在に行なえ、変速装置は負荷運転時にもスベリのない独自の構造としてある。

(2) 手動操作装置

手動でジグザグ縫いを行なう場合の操作は、ラッシュボタンの押圧操作で自在に行なえ、ジグザグ量の範囲のダイヤルで規制する新方式にしてあるので操作は至便であり、意匠効果もすぐれている。

(3) ボタンホーラ装置

ボタンホーラは指示記号に従ってレバーを操作するのみで、ミシン中の各機構をボタン穴カガリ縫いに適するように自動調節するので、操作も至便で、仕上りも美しく縫成できる。

(4) その他

糸立棒・糸巻装置などのミシンの補助機構も特別仕様とし、縫成がきわめて合理的に行なえるように設計してある。

2. FZ1 形フル・ジグザグミシン

針のジグザグ振幅量と、針位置を手動操作で自在に調節して、数多くの模様縫いと、ししゅう縫いが行なえるようにしてあるほ



図 9.38 MAZ 4 形 家庭用フルジグザグミシン

Fig. 9.38 Type MAZ-4 full zig-zag sewing machine.



図 9.39 FZ 1 形 家庭用フルジグザグミシン

Fig. 9.39 Type FZ-1 full zig-zag sewing machine.

かに、2 本針による縫成も可能にして、模様縫いがいっそう美しく行なえるようにしてある。

おもなる特長は次のごとくである。

(a) 2 本針での縫成

ホピンケースを装置するカマは、固定形前面カマ式としてあるので、ジグザグの伝達機構もきわめて簡素化され、また2本針による縫成ができるので、きわめて美しい模様を得られる。

(b) ジグザグ調節装置

ジグザグ幅を調節する調節装置は、限定装置がオート・リパスする当社独自の方式としてあるので、操作は至便で、とくに各種模様縫い、またはししゅう縫いを行なうときには、調節が急速に行なえる特長がある。

(c) その他

布送り装置、糸巻装置などにも特別の設計を行ない、縫成がいっそう合理的に行なえるように留意してある。

9.4.2 三菱編機 (Mitsubishi Knitting Machines)

堅固、小形、軽量、優美にして操作の簡便をもって一貫して大量生産してきた編機は 39 年度新製品 MH-350 形においてさらに キャリジ の両側に選針機構を組み込み操作を簡便にし、その上多色糸口を付けて2色の糸が交互に迅速に編成できる2大特長を付加した。これは国内はもちろん世界に類のない画期的な編機であり、おもな特長について説明する。表 9.10 は当社の量産機種を示す。

1. 仕様

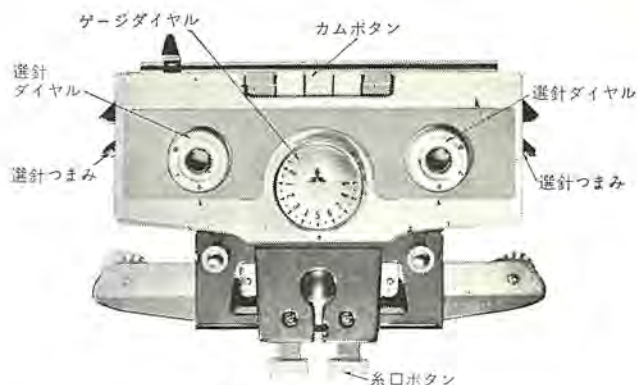
他の生産機種と同様に JIS 規格に基づき針数は 200 針、針ピッチは 4.5 mm、ケース外形寸法は 80×60×1,050 mm、重量は 8 kg の小形軽量であってすべての編み性能をもっている。図 9.40 は編成時の外観を示す。

2. 特長

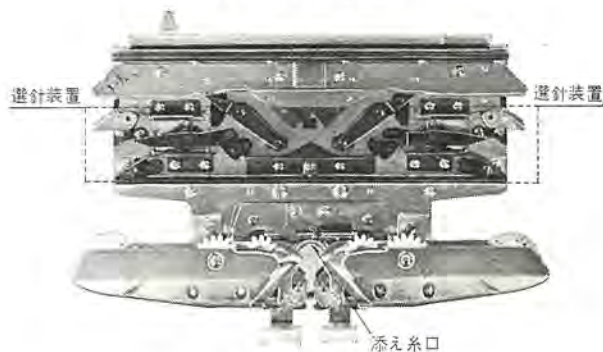


図 9.40 MH-350 形 編 機

Fig. 9.40 MH-350 knitting machine.



(a) キャリジの上面



(b) キャリジの裏面

図 9.41 キャリジ

Fig. 9.41 Carriage.

表 9.10 量 産 機 種 の 概 要

機 種	概 要
MH-20 形	小形軽量で携帯に便利な高性能の普及形、操作が軽快で編上りがきれいである。キャリジに編上りを知らせるオートシグナルが付ききわめて多種類の選針ができる選針器が付属し、カラーニッタ(多色糸口)がつけられる。(重量 7.5 kg)
MH-16E 形	シグナル機としても他の編機と同等の高性能であるが、一操作での完全ダブル機として使用する。取り付けの安定と操作の簡便はセミプロ用としても十分な機能を発揮する。(重量ダブル機 16.5 kg)
MR-200 形	最も安定した高性能ゴム編用アタッチメントで個装しており当社のいずれの形にも取り付けられてすべてのゴム編が簡便にできる。(重量 12.5 kg)
MH-350 形	本文参照

(1) 編出しがきわめて簡単である。編出し板、抜き糸などを使用しなくてもよい。

(2) 多種類の選針が左右方向ともに編成と同時にできる。図 9.41 は キャリジ の上面と裏面を示し従来別個に付属された選針器によってあらかじめ選針してから キャリジ を操作して編成する2 操作式が一般であったが、この編機は小形な特殊カマをキャリジの左右におのおの独立して内蔵させたものである。したがって選針ダイヤルの目盛を合わせるだけで変化に富んだ各種の地模様、配色模様が迅速に平易にできる。その上選針つまみの操作で部分的な模様編も可能である。

(3) 2 色の配色模様が迅速に編める。糸口ボタンを押すと特殊レバーによって連結された糸口が編込み位置に移動し他の糸口は遊び位置に戻り糸口交換ができ、この繰返し操作はきわめて迅速軽快である。

(4) 添え糸編みが容易である。別に添え糸口を備え、違った2本の糸を一緒に均一に編込むことができる。

(5) 操作がきわめて簡便で軽快である。カマの操作はプッシュボタン式であり、太毛糸からレース糸までゲージダイヤルを合わせる

だけで編め、糸のゆるみ取りが十分できる。オートテンションによって初心者でも片手で軽快に使用でききれいな編目ができる。

(6) 堅固にして優美である。針板、カムなど可動部分はすべてステンレス鋼板または炭素鋼の焼入部品で組み立てられ十分な耐摩耗性を有し、ケースはビニール鋼板を使用し傷が付きがたく汚れも簡単に拭き取れ堅固にしてユニークなデザインとともに実用的である。

9.4.3 CW-370A 形脱水機付洗たく機 (Model CW730A (Whirl-Type) Washing Machine with Spin Drier)

本機は洗濯作業の合理化をねらい、洗たくと同時に脱水ができるように作られた併置形の脱水洗たく機であります。洗たく機側は、「自動反転水流と一方水流」の2段に切り換えられるように、してあり繊維や布の種類などにより水流のつかい分けができるようになっている。

脱水機側は、不平衡荷重に対してきわめて安定した運転ができるように防振構造に工夫をこらすとともに危険防止のためにツタの開閉に連動して自動的に作動する。ブレーキと安全スイッチを設けてある。

なお漏電などの不慮の災害防止のために電気部品は2重に絶縁して取り付けられている。

仕 様

外形寸法	610 (幅)×420 (奥行)×800 (高さ)
モータ出力	洗たく機 80 W 脱水機 20 W
洗たく容量	1.5 kg (乾燥布重量)
脱水容量	1.5 kg (*)
総重量	38 kg
脱水カゴ寸法	167 (直径)×370 (深さ)
タイムスイッチ	15 分 (ゼンマイ式) 洗たく機、脱水機兼用
排水方式	2 本ホース式
脱水率	67 % (5 分)



図 9.42 CW-730A 形脱水機付洗たく機

Fig. 9.42 Washing machine with centrifugal wringer.

9.4.4 アイロン (Electric Irons)

(1) 自動アイロン

A-46 形 (100 V 450 W)

近代的感觉にマッチした自動アイロンで自動温度調節器の調整ツマミがハンドルの前方に取り付けられているので非常に使いやすい自動アイロンである。

A-60 形 (100 V 600 W)

A-46 形の姉妹品で、大家族用および半職業用に適した製品である。自動温度調節器の調整ツマミはハンドルの前方に取り付けられ、しかも、ハンドル後部にはコードの保持装置が付けてあるので使いやすい自動アイロンである。

(2) スチームアイロン

AS-21 形 (100 V 600 W)



図 9.43 自動アイロン A-60 形
Fig. 9.43 Automatic iron AS-60.



図 9.44 スチームアイロン AS-21 形
Fig. 9.44 Steam iron AS-21.



図 9.45 裁縫アイロン A-10 形
Fig. 9.45 Sewing iron.

独特の機構から押しボタンの操作ひとつで霧吹き(スプレー)・蒸気(スチーム)・自動(ドライ)アイロンと1台で3台分の働きをする製品である。そのほか、安全で便利な機構“滴下式”を採用し、優秀な自動温度調節器で最適な温度を保ち、発熱体はベースに铸込まれているので熱の伝わりは早く寿命も長くなっているなどの特長をもったスチームアイロンである。

(3) 裁縫アイロン

A-10 形 (100 V 120 W 温調付き)

手芸や和洋裁に最適な自動式で、山椒は小粒でもピリッとからいともいうような製品である。コテ先両端はへうにも使えて用途が広く、贈物にも好適な製品である。

9.4.5 タイムスイッチ (Time Switches)

一般商工業において、電気器具(街路灯、広告灯、各種電気機器など)の利用度が増し、これらを自動制御することが多くなった。また、電力会社と大口需要家間においては、電力を合理的に使用する目的で、時間帯別の電力取引を行なうために、電力計量用計器の時間帯別自動切換を行なうことが多くなった。これらにより



図 9.46 タイムスイッチ TS-35E 形
Fig. 9.46 Time switch TS-35E.



図 9.47 タイムスイッチ S-7A 形
Fig. 9.47 Time switch S-7A.

- (1) 人件費が削減できる。
- (2) 無駄な電力使用をなくする。
- (3) 合理的な電力取引ができる。

などの多くの効果をもたらしている。

これらの目的に使用するものとして、多種の TS 形 タイムスイッチを製作しているが、代表的なものとして、一般商工業に TS-7A 形 タイムスイッチ、電力取引用に TS-35E 形 タイムスイッチがある。

これらの タイムスイッチ は、小形同期電動機で、ゼンマイをいつも一定量に巻込んでおり、このゼンマイエネルギーを調速器で調速しながら放出し、24 時間目盛板を回し、切換スイッチを自動的に切り換える自動電気巻ゼンマイ時計式(テンラ式)であり、おもな特長は、

(1) 自動電気巻ゼンマイ式時計であるので、周波数の変化の影響を受けない。

(2) 停電時にも 24 時間は動作する。

(3) 50 c/s, 60 c/s いずれにも使用できる。

(4) 開閉器の最小切換時間間隔が小さい。

(5) タイムスイッチを動作させるための所要電力が僅少。

などがあげられる。

なお、この他特殊用途品として、防じん低温補償装置付とした TS-21A 形 タイムスイッチ、2 回路制御用とした TS-23A 形 タイムスイッチがある。

9.4.6 家庭ポンプ (Domestic Pumps)

突然襲ってきた寒波でポンプが凍ってモートルを焼いたり、砂をかみこんでモートルを焼いたということを耳にしますが、三菱独得のオートカット付ポンプは、モートルを完全に保護して、モートル焼損の事故がなく、好評を博しています。

浅井戸用ポンプでは不安がある。深井戸用ポンプではもったいないという 8 m 前後の井戸、または井戸から長い横引をしてポンプを据え付けたい時、三菱家庭ポンプは特許の吸入口拡大で、ポンプの内部抵抗を減少させていますので、横引きの利く浅井戸用ポンプと喜ばれています。

吸込み高さに関係なく、定量の空気を圧力タンクに補給する自動空気補給装置が、卓越したポンプ性能に加わって、“ポンプは三菱”という市場の声を確固にしています。

9.4.7 電気大工三菱ドリルキット (Mitsubishi Electric Drill Kit)

ボチの犬小屋、庭の板垣、居間の飾り棚、枋やの積木作り、日曜大工の楽しみに、電気大工三菱ドリルキットは欠くことのできない道具である。簡単なセットの組み換えで、玄人はだしの製品が仕上がる。切る、掘る、および削るの基本作業は 3 点セット DK-63A 形で、摩きや曲線切りまでしたいときは、7 種の作業ができる DK-67A 形で、もっと高度の性能を望まれる方には、9 種の作業が可能な DK-69A 形でテーブルやイスの脚、野球のバットや



図 9.48 WP 形 三菱家庭ポンプ
Fig. 9.48 Type WP Mitsubishi home pump.



図 9.49 MP 形 マイクロポンプ
Fig. 9.49 Type MP micro pump



図 9.50 CP 形三菱家庭ポンプ
Fig. 9.50 Type CP mitsubishi home pump.



図 9.51 DK-69A 形 電気ドリルキット
Fig. 9.51 Type DK-69A electric drill kit.

コゲシ人形も作られる方には、DKL 形の木工レースがある。

三菱ドリルキットは、電動工具の粋を集めた工具で、強力なモートルをベースに、種々のアタッチメントを組み合わせ、コンパクトにまとめている。

躍進する 三菱電機

わが国で、もっとも歴史が古くもっとも規模の大きい総合電機メーカーの一つ、それが三菱電機です。三菱電機は幅の広い奥行の深い伝統ある技術を背景に常に愛される製品を皆さまにお届けすることを念願として電機一すじに歩んでまいりました。

全国にまたがる18の製作所、10の営業所と2つの研究所などに働く5万人の従業員が、会社創業以来“品質奉仕”を旗じるしとして一丸となり発電機や変圧器からテレビや洗たく機まで、あらゆる電気機械器具を製作しております。

三菱電機は日本の産業を近代化し、国民生活をより豊かにするために技術の向上と生産に力強く活動しております。

本社・営業所・製作所 所在地

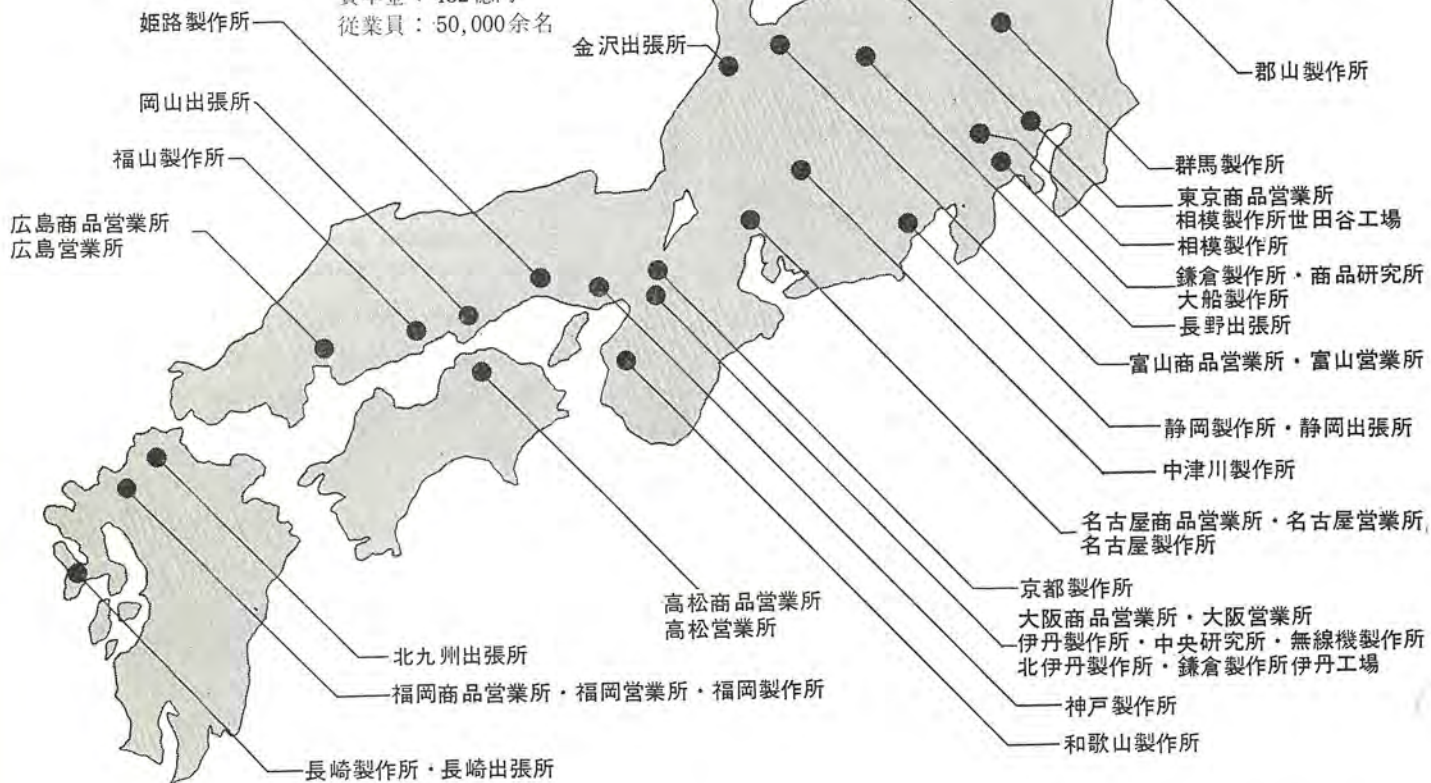


本社〈三菱電機ビル〉

創 立：大正10年1月15日

資本金：432億円

従業員：50,000余名



研究所および製作所の主要生産品目

中央研究所	電力機器、電子機器、電子管、半導体、原子力関係機器ならびに各種材料などに関する研究および開発
商品研究所	電動・電熱・配電・音響・照明・気調などの標準電機品および家庭電気品ならびにその材料の研究開発、新製品の調査・研究・改良試作など
神戸製作所	水車・タービン・ユ式タービン・短絡発電機、同期調相機・高周波発電機、永久磁石発電機、直流発電機および電動機、回転変流機、電気動力計、各種配電盤および制御装置、サイパック、工業計測器
伊丹製作所	送配電用変圧器、特殊変圧器、誘導電圧調整器、計器用変成器、電力用コンデンサ、イグナイトロン整流器、シリコン整流器、各種シャ断器、避雷器、キューピクル、断路器、電力ヒューズ、アーク炉、低周波炉、高周波炉、抵抗溶接機、電気機関車、電車で主電動機、電車で制御装置、原子力関係機器
長崎製作所	タービン発電機、誘導電動機、同期電動機、ASモータ、総括制御装置、高速多気筒冷凍機、通風機、ヘリウム液化装置、船用交流および直流電動機、その他船用電機品
名古屋製作所	小形交流発電機、小形直流機、交流整流子機、誘導周波数変換機、配電用変圧器、制御器具および制御装置、ボールレグ、電磁クラッチ、電解加工機、放電加工機
福岡製作所	減速電動機、コンベア原動機、小形巻上機、防爆電動機、防食形電動機、モータブーリ、モーターローラ、各種電動工具、電気ホイス、家庭ポンプ
福山製作所	単相・三相積算電力計、積算無効電力計、需用電力計、記念積算電力計、各種指示電気計器および記録計、計器用変成器、積算時間計、ミシンモートル、自動点滅器
姫路製作所	自動車用その他の内燃機関用電装品、自動車用および工業用パウダークラッチ、電気機械用絶縁物
相模製作所	リン青銅、洋白、ヘリウム銅板、線・棒・帯ニッケルクロム、銅ニッケル、マンガン、純ニッケル板・線・棒、電熱温度計用材料、高ニッケル銅合金板・線・棒、磁性合金、ガラス封着合金、各種脱酸用合金、真空管用金属材料、高級パネ材料、耐熱材料
中津川製作所	卓上扇風機、スタンドファン、天井扇、サイクルファン、ファンクーラ、リビングマスター、空気清浄機、イオナイザー、換気扇、その他各種扇風機
和歌山製作所	家庭用・職業用・工業用各種ミシン、小形冷凍機および応用品
大船製作所	ケイ光ランプ、水銀ランプ、殺菌ランプ、ケイ光健康ランプ、EL板、照明器具、ダイクロム、フェリコア、OP磁石、磁気選別機
郡山製作所	電気あんか、電気こたつ、電気足温器、電気火鉢、ステレオ・ラジオキャビネット、ミシンテーブル、その他木製品
群馬製作所	電気掃除機、電気アイロン、電気温水器、エアータオル、電気カミソリ、ヘアードライヤー、マッサージャー、電気歯ブラシ、ジューサー、ミキサー、トースター、電気がま、電気魚焼器、電気こんろ、石油ストーブ、電気ストーブ、電気毛布、その他家庭用電気厨房器具ならびに暖房器具
無線機製作所	テレビ受信機、ラジオ受信機、ステレオ、ステレオプレーヤ、オートラジオ、スピーカ、ポータブル電着、FMチューナ、電子報知機
北伊丹製作所	ゲルマニウムトランジスタ、シリコン電力用整流素子、シリコントランジスタ、シリコン電力用制御整流素子、ゲルマニウム小形ダイオード、モレクtron
鎌倉製作所	デジタル電子計算機、アナログ電子計算機、交流計算盤、各種シミュレータ、データ処理装置、工作機械用数値制御装置、航空機・ロケット用電子機器、各種テレメータ、超音波探傷機、自動誤字訂正装置、ロジックトレナ、その他エレクトロニクス応用機器
京都製作所	受信管、送信管、ブラウン管、イグナイトロン、サイラトロン整流管、多陽極計数放電管、表示管、光電体、サーミスタ
相模製作所 世田谷工場	多種救命具、ゴム気密製品、工業用ゴム製品、各種防振ゴム
鎌倉製作所 伊丹工場	中短波・短波・超短波・極超短波各種無線機、各種レーダ、運転指令装置、工業用テレメータ、キャリヤ、産業用テレビジョン、その他各種エレクトロニクス応用製品

次号予定

三菱電機技報 Vol. 38 No. 10

論文

- 正弦波発電機
- 三菱金属鉱業(株)桶川工場納めハステロイシート
3 段ロール圧延機用プロダック装置
- 接触部の温度上昇と短時間電流容量
- AT 形ポールレグ
- ZKA 形, ZKB 形パウダクラッチおよび ZKB 形パウダブレーキ
- 宇宙通信用大形アンテナの油圧サーボ機構
- G-20 計算機直結データ処理装置
- MELCOM-1530 ソフトウェア (I)-SIA-
- 発電効率計
- スイッチ動作におけるトラップスタの最大許容電力
- 400 Mc 帯全固体化多重無線装置
- 負イオン発生器とその応用
- レーザの実験 (II)

技術解説

- 変圧器用鉄心材料 (その 1)

三菱電機技報編集委員会

委員長	小倉弘毅
副委員長	小倉村平
常任委員	明石精二
〃	安藤寛二
〃	大河合武彦
〃	小堀富次雄
〃	高井得一郎
〃	中野光雄
〃	馬場文夫
〃	宮内圭次
〃	安松靖彦
〃	山田栄一
委員	大森淳夫
〃	樫本俊弥
〃	片岡高示
〃	神崎遼
〃	島津大介
〃	堀真幸
	(以上 50 音順)

昭和 39 年 9 月 22 日印刷 昭和 39 年 9 月 25 日発行
「禁無断転載」 定価 1 部 金 100 円 (送料別)

編集兼発行人

東京都千代田区丸の内 2 丁目 12 番地 小倉弘毅

印刷所

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 大日本印刷株式会社

印刷者

東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 高橋武夫

発行所

三菱電機株式会社内「三菱電機技報社」

東京都千代田区丸の内 2 丁目 12 番地 (三菱電機ビル内)
(電) 東京 (212) 大代表 6111

発売元

東京都千代田区神田錦町 3 の 1 株式会社オーム社書店
電話 (291) 0912 郵便東京 39018

本社 営業所 研究所 製作所 工場 所在地

本 社	東京都千代田区丸の内 2 丁目 12 番地 (三菱電機ビル内) (電) 東京 (212) 大代表 6111
大 阪 営 業 所	大阪市北区堂島北町 8 の 1 (電) 大阪 (312) 大代表 1231
名古屋営業所	名古屋市中村区広井町 3 の 88・大名古屋ビル (電) 名古屋 (56) 大代表 5311
福岡営業所	福岡市天神町 58・天神ビル (電) 福岡 (75) 代表 6231
札幌営業所	札幌市北二条西 4 の 1・北海道ビル (電) 札幌 (26) 大代表 9111
仙台営業所	仙台市大町 4 の 175・新仙台ビル (電) 仙台 (22) 代表 6101
富山営業所	富山市総曲輪 490 の 3・明治生命館 (電) 富山 (3) 代表 3151
広島営業所	広島市八丁堀 63・昭和ビル (電) 広島 (21) 代表 4411
高松営業所	高松市鶴屋町 45 番地 (電) 高松 (2) 大代表 0001
東京商品営業所	東京都千代田区丸の内 2 の 12・三菱電機ビル (電) 東京 (212) 大代表 6111
大阪商品営業所	大阪市北区堂島北町 8 の 1・(電) 大阪 (312) 大代表 1231
名古屋商品営業所	名古屋市中村区広井町 3 の 88・大名古屋ビル (電) 名古屋 (56) 大代表 5311
福岡商品営業所	福岡市天神町 58・天神ビル (電) 福岡 (75) 代表 6231
札幌商品営業所	札幌市北二条西 4 の 1・北海道ビル (電) 札幌 (6) 大代表 9111
仙台商品営業所	仙台市大町 4 の 175・新仙台ビル (電) 仙台 (22) 代表 6101
富山商品営業所	富山市総曲輪 490 の 3・明治生命館 (電) 富山 (3) 代表 3151
広島商品営業所	広島市八丁堀 63・昭和ビル (電) 広島 (21) 代表 4411
高松商品営業所	高松市寿町 1 の 4・第 1 生命ビル (電) 高松 (2) 代表 5021
北九州出張所	北九州市小倉区京町 10 の 281・五十鈴ビル (電) 小倉 (52) 代表 8234
静岡出張所	静岡市七間町 9 の 10・池田ビル (電) 静岡 (53) 代表 9186
岡山市出張所	岡山市上石井 174・岡山会館 (電) 岡山 (4) 0331~2
長崎出張所	長崎市大黒町 3 番 1 号長崎交通産業ビル (電) 長崎 (2) 0293
金沢出張所	金沢市幸町 13 番 28 号 (電) 金沢 (31) 6213~4
長野出張所	松本市本町 3 の 123 (電) 松本 (3) 代表 6101
新潟出張所	新潟市万代町 69 番地 (電) 新潟 (4) 0643
中央研究所	尼崎市南清水字中野 80 番地 (電) 大阪 (481) 大代表 8021
商品研究所	鎌倉市大船 782 番地 (電) 大船 (6) 代表 3131
神戸製作所	神戸市兵庫区和田崎町 3 丁目 (電) 兵庫 (67) 代表 5041
伊丹製作所	尼崎市南清水字中野 80 番地 (電) 大阪 (481) 8021 伊丹局代表 2481
長崎製作所	長崎市平戸小戸町 122 番地 (電) 長崎 (3) 代表 3101
名古屋製作所	名古屋市中区矢田町 18 丁目 1 番地 (電) 名古屋 (73) 代表 1531
福岡製作所	福岡市今宿青木 690 番地 (電) 福岡 (代表) 0431
福山製作所	福山市神野上町 6 丁目 709 番地 (電) 福山 (2) 代表 2800
姫路製作所	姫路市千代田町 840 番地 (電) 姫路 (23) 大代表 1251
相模製作所	相模原市小山字久保 224 の 224 (電) 相模原 (0427) 一(7)一代表 3231・3241
静岡製作所	静岡市小島 110 番地 (電) 静岡 (85) 大代表 1111
中津川製作所	中津川市駒場 928 番地 2 (電) 中津川 2121~8
和歌山製作所	和歌山市岡町 91 番地 (電) 和歌山 (3) 代表 1275
鎌倉製作所	鎌倉市大船 810 番地 (電) 鎌倉 (6) 代表 2121
郡山製作所	郡山市字境橋町 1 番地 (電) 郡山 (2) 1220~1223
群馬製作所	群馬県新田郡尾島町大字岩松 800 番地 (電) 尾島 270 番太田代表 4311 番
無線機製作所	尼崎市南清水字中野 80 番地 (電) 大阪 (481) 大代表 8021
京都製作所	京都府乙訓郡長岡町大字馬場小字図所 1 (電) 京都 (92) 代表 1141
北伊丹製作所	伊丹市大鹿字主ヶ池 1 番地 (電) 伊丹 大代表 5131
鎌倉製作所	鎌倉市上町屋 325 番地 (電) 鎌倉 (6) 大代表 6171
鎌倉製作所	尼崎市南清水字中野 80 番地 (電) 大阪 (481) 8021
伊丹工場	名古屋市中区矢田町 18 丁目 1 番地 (電) 名古屋 (73) 代表 1531
鎌倉製作所	
名古屋工場	

インド国鉄納め交流電気機関車



交流電気機関車は鉄道輸送の近代化の寵児であり、世界各国ともその交流電化を研究しているが、インド国鉄においても1957年に交流電化が決定され、以来約6年、その進歩も目ざましく躍進を続けている。

図1は1961年に三菱電機がインド国鉄に納入した10両イグナイトロン式交流電気機関車が、アサンソール機関庫に待機中のものである。

図2は本年3月に三菱電機がインド国鉄に納入した28両イグナイトロン式交流電気機関車のカルカッタ地区でのプッシュプル営業運転中のもので、この交流電気機関車は1960年末からインド国鉄の東鉄道および東南鉄道用として納入された、10両イグナイトロン式交流電気機関車とほとんど同一仕様のもので、はじめはカルカッタ地区の交通難緩和のため、8両編成の被牽引車の中間に置いてプッシュプル運転に使用され、そのあと電動客車の量産をまって、既10両イグナイトロン電気機関車と同じく主幹線用に使用されるものである。

この車の特異点は次のとおりである。

(1) プッシュプル運転を考慮して先頭の制御付随車から遠隔制御される自動電車加速制御装置が装備されている。

(2) 電磁直通空気ブレーキ装置を備え、連結電車に空気源を供給できるようにコンプレッサ3台が装備されている。

(3) 電気式軸重移動補償装置を装備し、重荷重運転時の起動には高粘着性能を発揮するようになっている。

(4) 連結される付随車8両分の電灯、蓄電池充電、冷却天井扇回路用電源装置を装備している。

このほか、インド国鉄南鉄道納めとして、1メガワージシリコン整流器式交流電気機関車18両を同じく三菱電機がチャンピオンとなり製作中で、近々出荷の予定である。

このようにして納入された機関車は、インド国鉄の交流電化の輝かしい頁を飾るとともに、三菱電機の交流電化にたいする技術的真価を高めたものと信じる。

(注 上記納入交流電気機関車の仕様要目については本誌本文参照)。



図1



図2

図1 アサンソール機関庫における10両イグナイトロン電気機関車

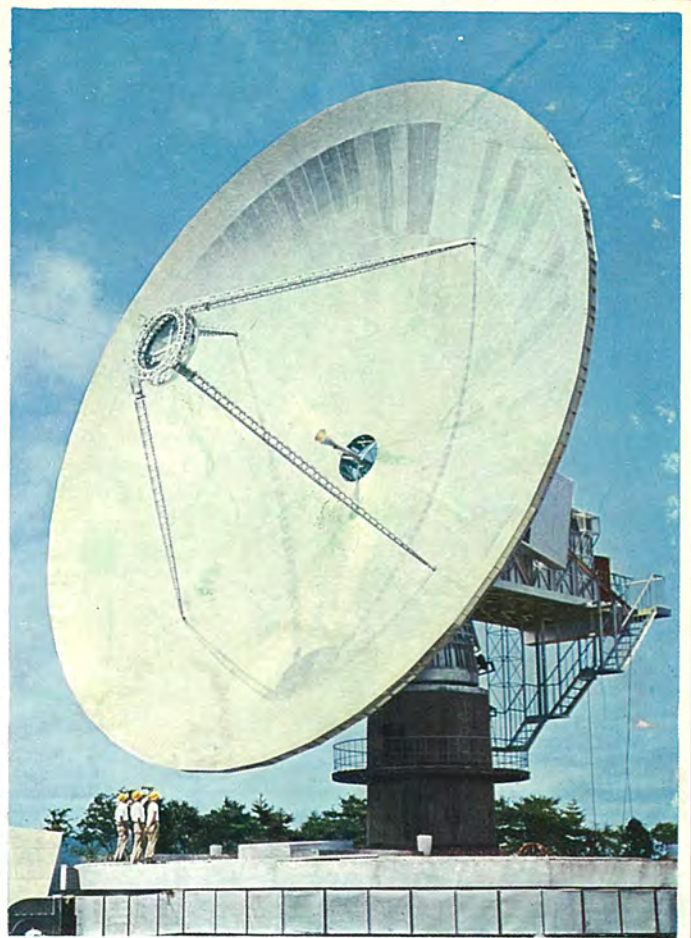
図2 28両イグナイトロン電気機関車のカルカッタ地区でのプッシュプル運転中



社会と企業を結ぶPR施設
三菱電機スカイリング



夢の超特急東海道新幹線電車



国際電々茨城宇宙通信実験所の宇宙通信送受信アンテナ



駒沢陸上競技場の照明



葉山マリーナの照明

今日もあなたと共に

