

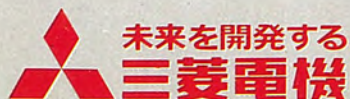
MITSUBISHI DENKI GIHO

三菱電機技報



Vol.54 No.8

船用電機品と荷役機械特集



8
1980

船用電機品と荷役機械特集

目次

特集論文

船用交流発電機の溶接フランジ軸.....	1
井上彰夫・大杉重夫・小西和成・朝長真二	
サイリスタインバータ式軸発電システムとその応用.....	6
坪井英二・井上隆治	
船用機関部自動化システム.....	11
畑野征弘・山崎 寛	
船用荷役システム.....	16
井村 豊・嶋田惣一・峯友清博	
最近のコンテナクレーン用電機品.....	20
深田浩一・上向康将・橘 幹夫	
クレーン用高圧誘導電動機のサイリスタ制御.....	24
梶田武良・山本 博	
ごみクレーンの自動運転システム.....	28
滝沢義知	

普通論文

ガス絶縁変圧器の適用と現状.....	35
水野宏和・伊奈照夫・古川一弥・田中久雄	
省エネルギーのための電子式電力管理用機器.....	38
西岡隆文・水原博久	
家庭用VTRを用いるPCM録音再生アダプタ.....	42
千葉和弘・成木利正・石田慎宣・国井郷志	
高解像度中間調超高速ファクシミリ《MELFAS850》.....	46
大西 勝・瀬政孝義・永田良浩・阿部正昭・西川秀一	
3相誘導電動機の簡易電子制御装置《ファインストップファミリー》.....	50
八木 修・中川 隆・奥村良之	
壁掛形《クリーンヒーターエアコン》—冷暖房機—.....	54
長尾吉彦・牛越 諒・浅野 忠・野沢栄治・林 悦二	
特許と新案.....	33
エレベーターの故障自動通報装置	
加熱器	
冷凍装置	
当社の登録実用新案一覧.....	32, 61

スポットライト

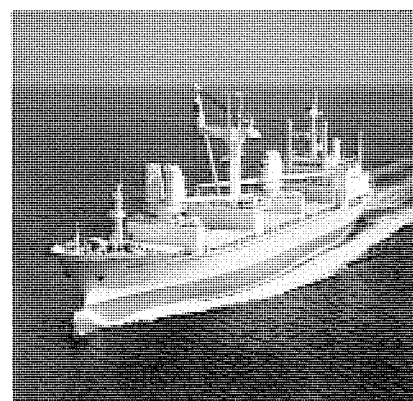
石油ガス化ファンヒーター.....	59
タービン発電機内部計測に光ファイバを応用.....	60
通産大臣賞を受賞した「ヒューズ付負荷開閉器Kシリーズ」.....	(表3)

表紙

多目的貨物船“AGBOVILLE”

世界の荷動き及び積荷形態の変化、並びに港湾労働事情の変遷に対応できる新しい世代の多目的形貨物船が増えている。

写真は、三菱重工業㈱横浜造船所で建造されたSITRAM社(フランス)の多目的貨物船である。本船の荷役設備は、サイリスタレオナード方式25t(12.5t×2)ツインクレーン2基及びポールチェンジ方式10tベレークレーン3基を中心に構成され、極めてフレキシブルで、かつ優れた操作性を備えている。



アブストラクト

船用交流発電機の溶接フランジ軸

井上彰夫・大杉重夫・小西和成・朝長真二

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P1～5

船用交流発電機の軸として従来のフランジ一体形の鍛造軸に代わり納期の短縮を目的として、丸棒に銅板を溶接して組立てた溶接フランジ軸の採用を検討した。実機を模擬した大形試験片を用いて回転曲げ、振り疲労試験を含む各種強度試験を行った。その結果溶接フランジ軸が鍛造軸と同等の強度を有することを確認し、日本海事協会の承認を得ることができた。溶接フランジ軸は船用発電機軸だけでなく他の回転機軸にも適用することが期待される。

最近のコンテナクレーン用電機品

深田浩一・上向康将・橘 幹夫

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P20～23

最近では、コンテナクレーン用電機品に対する顧客のニーズは多様化してきており、以前にもましてより高性能、高速度、コンパクトな電機品が必要になった。このようなニーズを踏まえた最近の製作例について紹介し、併せて当社のコンテナクレーン電機品に対する考え方について述べる。

サイリスタインバータ式軸発電システムとその応用

坪井英二・井上隆治

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P6～10

船舶の推進プラントの省エネルギーのために主軸駆動発電機の装備が重要課題となっている。サイリスタインバータ式軸発電システムは、固定ピッチプロペラを装備した船にも軸発電システムの採用を可能にした。

本稿ではこのシステムの概要、出力特性を述べ、併せてモデルプラントによる特性試験結果及び応用例について紹介する。

クレーン用高圧誘導電動機のサイリスタ制御

梶田武良・山本 博

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P24～27

クレーン用誘導電動機速度制御装置として、数年前からサイリスタを利用した1次電圧制御が実用化され、その高い制御性と装置が小形化できる点から、広く採用されている。高圧電動機を使用する大容量クレーンでは依然としてリアクトル制御が採用されてきたがこのたび高圧のサイリスタ制御を完成し、すべての容量でのサイリスタ化を完成した。ここでは高圧サイリスタ制御の内容を紹介するとともに低圧を含めた各サイリスタ制御シリーズの特徴を述べる。

船用機関部自動化システム

畑野征弘・山崎 寛

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P11～15

最近の石油問題の流れの中で、海運界でも「主機換装」など省エネルギー施策が活発である。そのため機関部の自動化機器についても従来より一段と高い信頼性と制御性能が必要となってきた。

ここでは当社における最近の機関部自動化システムの中から、主なものの概要を紹介し、更に光ファイバによる高度の情報伝送システムの開発について付言している。

ごみクレーンの自動運転システム

滝沢義知

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P28～31

最近のごみ焼却場は、廃棄物の増大と公害防止、余熱利用の面からますます複雑、大規模化が進み、省力化、自動化の要求が高まっている。そうしたごみ焼却場の中にあつて、ごみクレーンは人間の操作がもっとも多く残されている分野であり、オペレータの労働環境の向上が強く望まれていた。こうしたニーズに答えるため開発、実用化されたごみクレーン自動運転システムについて紹介する。

船用荷役システム

井村 豊・嶋田惣一・峯友清博

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P16～19

最近の海上輸送の発展にともなつて船用荷役システムも次第に高度化している。特に省力、高能率を同時に要求されるため制御装置は複雑になりつつある。反面、船用としての制約条件も多く、その両面を満足することは技術的にもかなり難しいものがある。

本稿では、技術革新の進む中で、忘れがちな船用としての特殊性について考察し、次に最近の荷役システムについて紹介する。

ガス絶縁変圧器の適用と現状

水野宏和・伊奈照夫・古川一弥・田中久雄

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P35～37

不燃性油入変圧器に代わる防災形変圧器として実用化が進められていたSF₆ガス絶縁変圧器については、不燃性や保守の簡便さなどといった優れた特長が一般に認識されるようになり、ガス絶縁開閉装置と一体化されてその適用範囲が大きく広がりつつある。当社では、著しい発展をとげたGISの技術を取り入れて信頼性の高いSF₆ガス絶縁変圧器を製作している。本文では、最近のガス絶縁変圧器の特長や構造を述べ、GIS直結形SF₆ガス絶縁変圧器の適用例を紹介する。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 20~23 (1980)

Electrical Equipment for Advanced Container Cranes

by Koichi Fukada, Yasumasa Uemukai & Mikio Tachibana

In recent years, the demand for high performance, high-speed equipment of compact dimensions has been particularly strong in the electrical-equipment field, and is reflected in the users' desires for multifunction electrical equipment for container cranes. This article introduces the latest products developed by Mitsubishi Electric to meet this need, and also describes some considerations for further improvements of electrical equipment for container cranes.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 1~5 (1980)

A Welded-Flange Shaft for Marine AC Generators

by Akio Inoue, Shigeo Osugi, Kazunari Konishi & Shinji Tomonaga

To speed-up delivery, Mitsubishi Electric has developed welded-flange shafts by welding a rolled-steel bar to a rolled-steel disc, to replace the conventional forged shafts with flanges used in marine AC generators. Using test pieces of identical dimensions, various strength tests, including rotary-bending and torsion-fatigue tests, were conducted. The results confirmed that welded-flange shafts are as strong as forged shafts, and approval was granted by Nippon Kaiji Kyokai. Welded-flange shafts are expected to be applied to other rotary machinery, in addition to marine AC generators.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 24~27 (1980)

A Thyristor Control System for Crane High-Voltage Induction Motors

by Takeshi Kajita and Hiroshi Yamamoto

Widely employed during the last few years for crane induction motors are primary-voltage speed-control systems that use thyristors to achieve a high level of performance and compactness. Now, a thyristor control system to replace speed-control systems using saturable reactors has been developed by Mitsubishi Electric for crane high-voltage large-capacity motors. The new system establishes the use of thyristors over the full range of motor capacities. The article reports on this system, and describes features of various other thyristor control systems, including one for low-voltage applications.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 6~10 (1980)

A Thyristor-Inverter-Type, Shaft-Driven Generator System and Its Applications

by Eiji Tsuboi & Takaharu Inoue

The advance of equipment for shaft-driven generators has been strongly urged to increase energy savings in propulsion plants for shipboard machinery. Thyristor-inverter-type, shaft-driven generator systems enable the use of shaft-driven generator systems in ships equipped with fixed-pitch propellers. This article provides a general description of such a system, its output performance, and the results of characteristics tests performed in model plants, and also offers details of how the system has been applied.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 28~31 (1980)

Automatic Control Systems for Rubbish-Handling Cranes

by Yoshichika Takizawa

To cope with complications stemming from the increased scale of modern incineration plants, manpower reduction and increased automatic operation are particularly important, especially for increased waste-material throughput, pollution controls, and utilization of the energy recovered from the remaining heat. Mitsubishi Electric found, for example, that the operators of rubbish-handling cranes are required to perform numerous manual tasks. Now, however, an automatic control system for rubbish-handling cranes has been developed and put into practical use by Mitsubishi Electric, and is introduced in the article.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 11~15 (1980)

The Latest Automatic Control Systems for Shipboard Machinery

by Masahiro Hatano & Hiroshi Yamasaki

Energy-saving measures, including engine changes, are in demand in the marine-transport field, reflecting the recent oil-supply situation. The need for high reliability and upgrading of control performance is particularly great in automatic control equipment for shipboard use. This article offers a general description of the main systems of the latest automatic control equipment for shipboard use produced by Mitsubishi Electric, and also discusses the development of sophisticated data-transmission systems incorporating optical fibers.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 35~37 (1980)

The Present Situation of Gas-Insulated Transformers

by Hirokazu Mizuno, Teruo Ina, Kazuya Furukawa & Hisao Tanaka

SF₆-gas-insulated transformers embodying the advantageous features of nonflammability and easy maintenance are winning wide acceptance as replacements for askarel-filled transformers to protect against fires. These transformers enable a broadening of application by integration with GIS switchgear. Mitsubishi Electric is a pioneer developer of highly reliable SF₆-gas-insulated transformers, and the article describes the features and construction of our latest models and reports on their integration with GISs.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 16~19 (1980)

Marine Cargo-Handling Systems

by Yutaka Imura, Soichi Shimada & Kiyohiro Minetomo

With the recent significant developments in sea-transportation systems, requirements for more sophisticated marine cargo-handling systems have become rigorous. In particular, to realize energy savings along with high efficiency requires that the control equipment be more complicated, and presents tremendous difficulties in satisfying the many technical restrictions for ships. This article examines technology for coping with the special needs of technologically advanced ships, and also introduces the latest cargo-handling systems.

アブストラクト

省エネルギーのための電子式電力管理用機器

西岡隆文・水原博久

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P38～41

電力監視のための「電力管理用機器」は、省エネルギーを推進する機器として、電子化される傾向にある。電力管理には、デマンドの管理、力率の管理、電力量の管理があり、電力管理用機器の利用により、電力の合理的利用により電力料金の低減化などの効果が期待できる。本文は、これらの電子式電力管理用機器の紹介を行うとともに、その必要性、特長などについて説明する。

3相誘導電動機の簡易電子制御装置《ファインストップファミリー》

八木 修・中川 隆・奥村良之

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P50～53

機械装置の動力源としての電動機に要求される種々の機能のうち、2段速度運転・クッションスタート・クッションブレーキの各機能を、3相誘導電動機で実現することを目的として開発したのが《ファインストップファミリー》である。ここではこれらファミリー（ファインストップ・ファインスタート・ファインブレーキ）の原理・動作及び用途例について紹介する。

家庭用VTRを用いるPCM録音再生アダプタ

千葉和弘・成木利正・石田禎宣・国井郷志

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P42～45

PCM録音機は、従来のアナログ式録音機の問題点として挙げられていたワウフラッターやヒスノイズ・歪などがほとんどない特長を有していることから、高忠実度を要求する一部の放送局やレコードスタジオで使用が始まっている。このたび日本電子機械工業会の標準方式に準拠したPCM録音機を開発した。これは家庭用VTRに接続する形のデジタル オーディオ プロセッサである。

ここでは本機の特長、構成、動作、性能などについて述べる。

壁掛形《クリーンヒーターエアコン》—冷暖房機—

長尾吉彦・牛越 諒・浅野 忠・野沢栄治・林 悦二

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P54～58

従来の床置形《クリーンヒーターエアコン》に比較し、省スペース化、据付けの自由度、工事の簡単化をねらった壁掛形《クリーンヒーターエアコン》を開発した。室内の省スペース化の要因は熱源をすべて屋外へ移し、冷暖房共用の室内ユニットを採用して、室内へパイピングにより熱搬送するシステム構成にある。

室内外分離化は、居住空間の有効利用だけでなくシステムの多様化に発展性を有するもので、新方式の冷暖房機につき暖房システムを主体におき報告する。

高解像度中間調超高速ファクシミリ《MELFAS850》

大西 勝・瀬政孝義・永田良浩・阿部正昭・西川秀一

三菱電機技報 Vol.54・No.8・P46～49

《MELFAS850》は、従来のデジタルファクシミリでは不可能であった中間調の画像を再現できる、高解像度デジタルファクシミリで、当社独自の多値ディザ方式と予測分割符号化方式の技術を用いた業界初の製品であり、印鑑証明などの行政業務、新聞紙面やデザイン図案の校正業務にも利用できる性能を有している。

本文では、このファクシミリの仕様、構成及び多値ディザ方式の概要を説明している。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 50~53 (1980)

A Simplified Electronic Controller for "Fine-Stop" Three-Phase Induction Motors

by Osamu Yatsuki, Takashi Nakagawa & Yoshiyuki Okumura

Our "Fine" product line (Fine Stop, Fine Start, and Fine Brake) has been developed to meet demands for two-speed drive, cushioned-start and cushioned-brake induction motors that require multifunctions when utilized as a power source in mechanical equipment. The article describes the principle and operational performance achieved in this line and gives details about their use.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 38~41 (1980)

Electronic Power-Management Equipment for Energy Saving

by Takafumi Nishioka & Hirohisa Mizuhara

Power-management equipment tends to be of an electronic nature to effect energy savings. Power management includes demand control, power-factor control and watt-hour control. The utilization of power-management equipment will enable the rational use of power and a reduction in power costs. The article introduces Mitsubishi Electric's electronic equipment for power management, and discusses the necessity for and features of the equipment.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 54~58 (1980)

A Wall-Mounted Clean Heater/Air-Conditioner

by Yoshihiko Nagao, Makato Ushikoshi, Tadashi Asano, Eigi Nozawa & Etsugi Hayashi

Mitsubishi Electric has developed a wall-mounted, Clean Heater/air conditioner, placing emphasis on greater space-saving, freer application, and simpler installation in comparison to our previous floor-type, Clean Heater/air conditioners. Space-saving is realized by a system that places all the heat-source equipment outdoors, transfers the heated (or cooled) air via piping and utilizes the indoor unit for circulation. The article reports on this new system, in particular on its heating system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 42~45 (1980)

A PCM Recording and Reproducing Adaptor for Home-Use VCRs

by Kazuhiro Chiba, Toshimasa Naruki, Yoshinobu Ishida & Satoshi Kunii

Since they virtually eliminate the wow and flutter, tape hiss, and distortion that present problems in analog tape recorders, PCM tape recorders are beginning to be used in some network and record studios requiring high fidelity. Developed in conformity to the standards of the Electronic Industries Association of Japan, these digital audio processors are also suitable for connection to home-use VCRs. The article describes the features, construction, operation and performance of Mitsubishi PCM tape recorders.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 54, No. 8, pp. 46~49 (1980)

The MELFAS 850, a High-Speed Facsimile with a Half-Tone Reproduction Capability

by Masaru Onishi, Takayoshi Semasa, Yoshihiro Nagata, Masaaki Abe & Shuichi Nishikawa

The MELFAS 850 is a high-resolution digital facsimile that reproduces a half-tone picture of a quality impossible to achieve with conventional digital facsimiles. Technology developed by Mitsubishi Electric, including a multilevel dither system and a classified PEL-pattern coding system, makes this facsimile suitable for use in administrative matters, such as certification of seal impressions, and for transmitting proofs of newspaper pages and designs. The article provides a general description of the specifications, construction, and multilevel dither system of this facsimile.

船用交流発電機の溶接フランジ軸

井上 彰夫*・大杉 重夫*・小西 和成**・朝長 真二**

1. ま え が き

船用交流発電機は用途別に主発電機と非常用発電機とに大別される。主発電機は蒸気タービン又はディーゼルエンジン駆動であり、非常用発電機はすべてディーゼルエンジン駆動である。図 1. に代表的な船用ディーゼル発電機の構造を示す。

船用発電機は船体振動など一般の陸上機にはない厳しい使用条件に耐えなければならない。特に軸は発電機を構成する部品中最も重要なものであり、高い信頼性が要求される。一般にタービン発電機の場合、ギヤカップリングが多く、ディーゼル発電機の場合、軸と一体形のフランジによるリジッドカップリングが多い。

軸の強度設計上の留意点は疲労強度であり、特にディーゼル発電機の場合はねじ(振)り振動による疲労強度が重要である。

実機による測定結果では、定格トルクの数倍もの変動軸トルクが計測されたこともある。

このような大きな変動軸トルクが発生した原因はエンジンの発生する脈動トルクと発電機—エンジンよりなる軸系の固有振動数が近く、共振状態になっていたためである。最近では電子計算機による数値解析も進み、この現象を定量的に求めることが可能になっている⁽¹⁾。

このように発電機軸の設計にはその作用応力を明確にするとともに、軸の疲労強度を十分には(把)握しておくことが重要である。

一方、フランジ結合の発電機軸は通常一体形の鍛造軸が用いられている。もし軸材をロール材とし、厚鋼板製のフランジを溶接することが可能であれば、納期の短縮が期待できる。溶接フランジ軸の実用化については上述のようにその疲労強度が問題であり、従来の鍛造軸に比べ、そんな色のないものであることが望ましい。

以上の観点から筆者らは実体形の溶接フランジ軸と鍛造軸の回転曲げ及び振り疲労試験を行い、溶接フランジ軸が実用上何ら問題ないことを確認し日本海事協会の承認を得た。ここでは溶接フランジ軸の製作の概要を紹介するとともに、その疲労強度について報告する。

2. 溶接フランジ軸の製作方法

溶接フランジ軸はロール品の軸材端部に中空円板状のフランジ材をはめ込み溶接した構造となっている。軸材は KSFR 45(日本海事協会の規格材料で JIS の S 25 C ⑩ 相当材料)で、フランジ材は鋼板 SM 41 A である。図 2. に溶接フランジ軸の加工フローチャートを示す。

軸材、フランジ材とも素材状態での超音波探傷検査及び開先面加工後の染色探傷検査に合格したものを使用する。溶接は被覆アーク溶

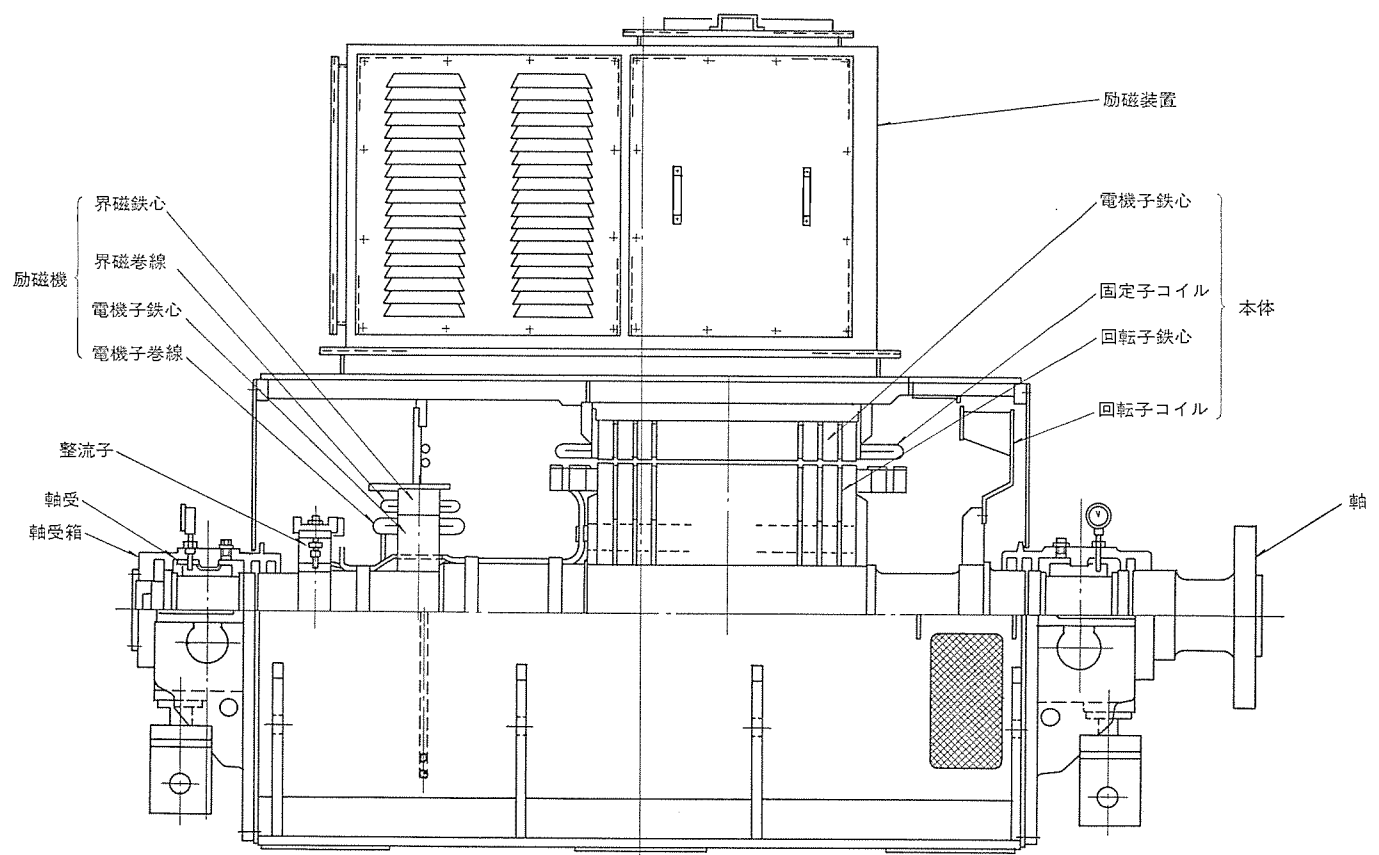


図 1. 船用交流発電機組立図

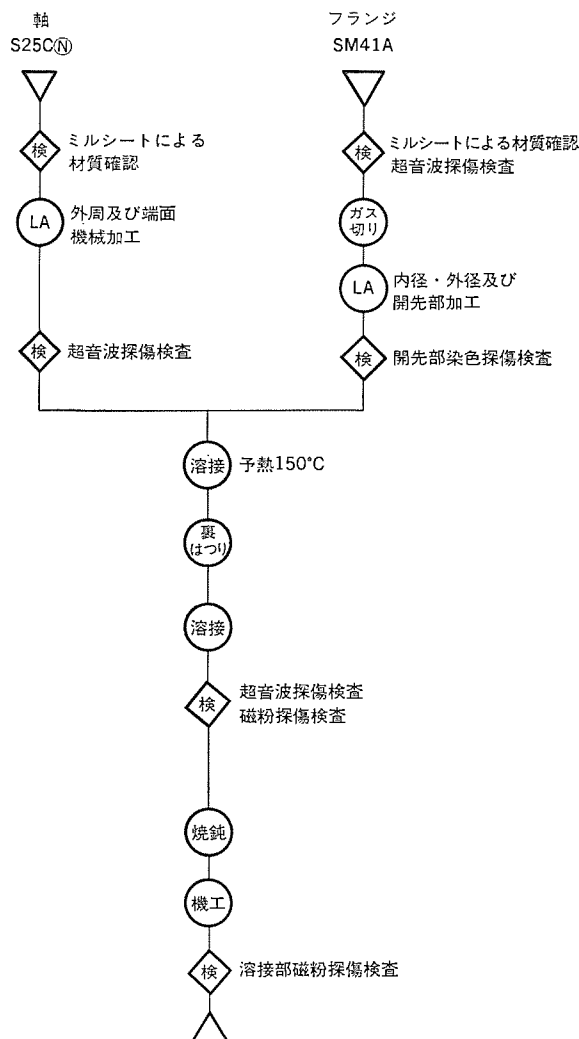


図 2. 溶接 フランジ 軸加工 フローチャート

接（2層）後、炭酸ガス半自動溶接を行い、裏はつり後同様の溶接を行う。溶接後 $635^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$ で焼鈍し最終の仕上げ加工を行う。溶接部は最終機工前に超音波探傷と磁粉探傷を、更に機工後再び磁粉探傷検査を行って溶接部の健全性を確認する。

3. 溶接フランジ軸の疲労強度

3.1 供試材及び試験片

この試験に供した素材の化学成分を表 1. に、機械的性質を表 2. に示す。溶接フランジ軸を模擬した実体形試験片は実機と同じ製作方法（図 2.）により溶接、機械加工し、非破壊検査により溶接部の健全性を確認したものを使用した。図 3. に両振り振り疲労試験片及び、回転曲げ疲労試験片を示す。

なお、実体形鍛造軸試験片については、SF 45 丸鍛鋼より、図 3. と同一寸法に機械加工を行い疲労試験に供した。

上記の実体形溶接フランジ軸と実体形鍛造軸より採取した小形平滑両振り疲労試験片及び小形平滑回転曲げ疲労試験片の寸法形状を図 4. に示す。

3.2 両振り振り疲労試験

3.2.1 試験方法

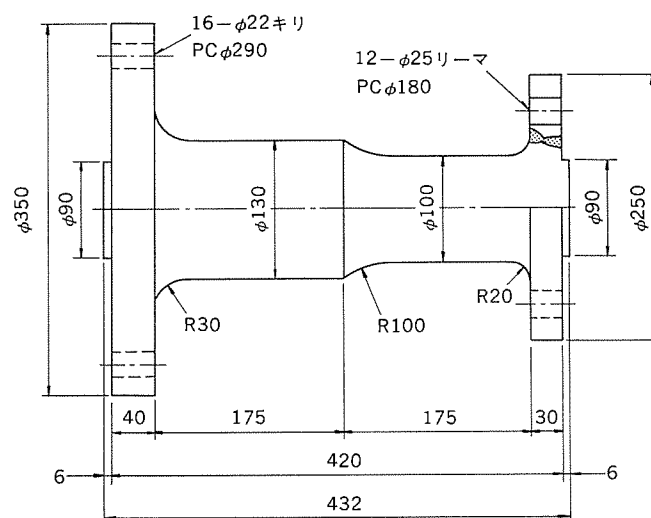
実体形両振り振り疲労試験は、図 5. に示す油圧サーボ疲労試験機（MTS 社製、容量 50 t）を用いて、大形の振りジグ（負荷容量 5 t・m）

表 1. 化学成分（重量%）

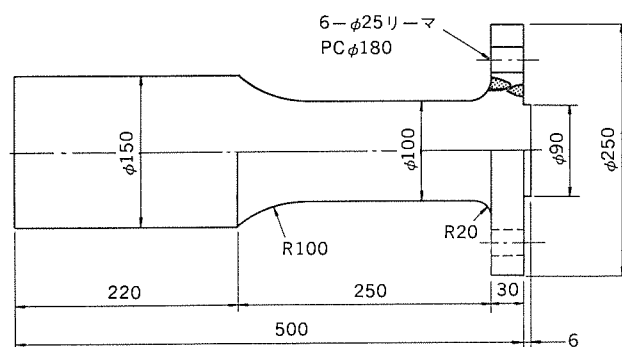
材 料		成 分	C	Si	Mn	P	S
溶 接	軸 材	S 25 C	0.28	0.30	0.56	0.019	0.028
	フランジ材	SM 41 AP	0.15	0.26	1.10	0.015	0.004
鍛造軸	軸 材	SF 45	0.25	0.29	0.78	0.019	0.018

表 2. 機械的性質

材 料		項 目	降伏強さ $\sigma_y(\text{kg/mm}^2)$	引張り強さ $\sigma_B(\text{kg/mm}^2)$	伸 び $\delta(\%)$	絞 り $\varphi(\%)$
溶 接	軸 材	S 25 C	26.0	47.7	40.2	62.3
	フランジ材	SM 41 AP	32.0	48.3	39.7	72.1
軸	溶 接 部		30.7	47.1	17.0	67.5
鍛造軸	軸 材	SF 45	33.6	53.6	38.0	64.0



(a) 両振り疲労試験片



(b) 回転曲げ疲労試験片

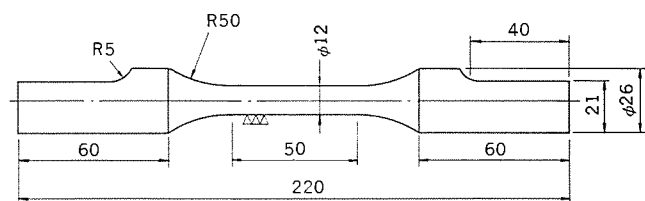
図 3. 実体形溶接フランジ軸疲労試験片

を使って行った。振り疲労試験は両振り（応力比 $R=-1$ ），繰返し速度 2 Hz で行い，繰返し数 $N=2\times 10^6$ 回まで行った。破断繰返し数（ N_f ）は，き裂発生が軸の全周に染色探傷法によって認められたときの回数とした。試験結果は軸の直径 100 mm 部における公称応力で整理した。

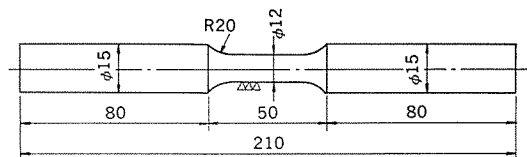
小形平滑振り疲労試験はシェンク曲げ振り疲労試験機（容量 $50\text{ kg}\cdot\text{m}$ ，繰返し数 $1,740\text{ rpm}$ ）を用いて行い，破断繰返し数（ N_f ）は，き裂発生による伝達トルクの低下が設定トルクの 20% となった時の繰返し数とした。

3. 2. 2 試験結果

溶接フランジ軸と鍛造軸の両振り振り疲労試験結果を図 6. に示す。繰返し数 $N=2\times 10^6$ 回の両振り振り疲れ限度（ τ_w ）は，溶接フランジ軸で $\tau_w=\pm 11.5\text{ kg/mm}^2$ ，鍛造軸で $\tau_w=\pm 12.5\text{ kg/mm}^2$ （推定値）であり，両振り振り疲れ限度は溶接フランジ軸のほうが約 8% 低い。実体形フランジ軸の振り破断面の代表例を図 7. に示す。き裂は直径 100 mm 部の切上がり部より発生し，溶接フランジ軸では軸材部でき裂が発生している。次に小形平滑試験片の溶接フランジ軸軸材（S 25



(a) 振り疲労試験片



(b) 回軸曲げ疲労試験片

図 4. 小形平滑疲労試験片

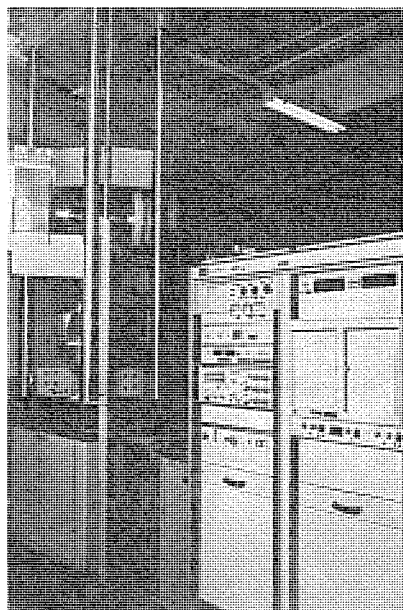


図 5. 大形両振り振り疲労試験装置

C)，フランジ材（SM 41 AP），溶接部及び鍛造軸軸材（SF 45）の両振り振り疲労試験結果を図 8. に示す。繰返し数 $N=1\times 10^7$ 回の両振り振り疲れ限度（ τ_w ）は，溶接フランジ軸軸材で $\tau_w=\pm 14.7\text{ kg/mm}^2$ ，フランジ材で $\pm 15.4\text{ kg/mm}^2$ ，溶接部で $\tau_w=\pm 14.9\text{ kg/mm}^2$ ，鍛造軸軸材で $\tau_w=\pm 15.7\text{ kg/mm}^2$ であった。溶接フランジ軸軸材は鍛造軸材に比べ約 6% 低い疲れ限度を示す。

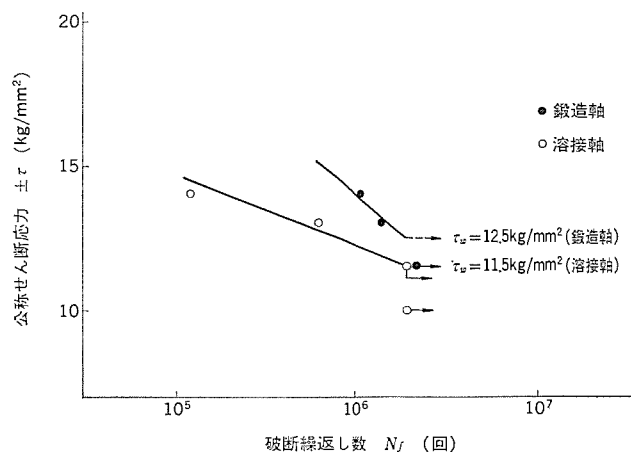


図 6. 実体形フランジ軸の $\tau-N_f$ 線図

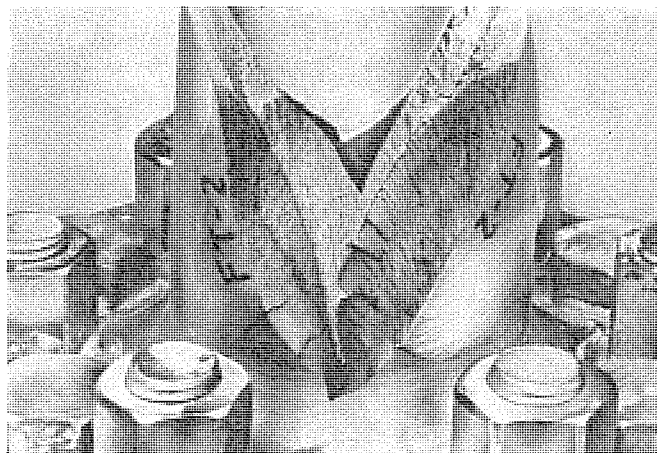


図 7. 実体形フランジ軸両振り振り疲労破断面

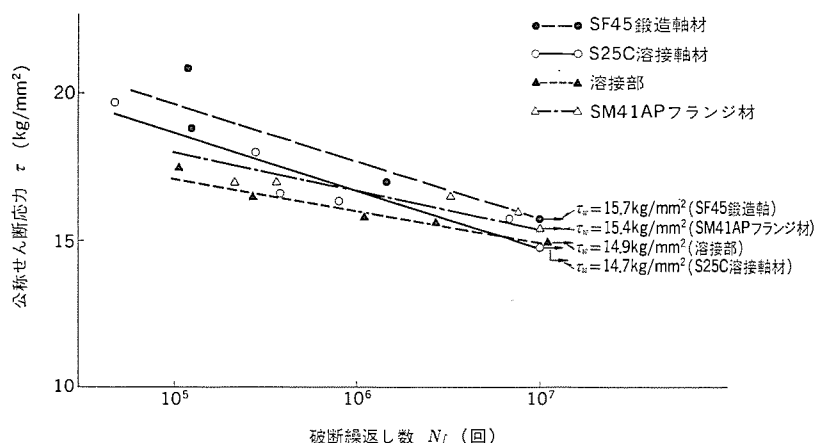


図 8. 小形平滑試験片の $\tau-N_f$ 線図

3.3 回転曲げ疲労試験

3.3.1 試験方法

実体形回転曲げ疲労試験は図 9. に示す大形回転曲げ疲労試験機（当社製、容量 3 t・m、繰返し速度 20 Hz）を用い、繰返し数 1×10^7 回まで行った。破断繰返し数 (N_f) は、き裂発生が軸の全周に染色探傷法によって認められたときの回数とした。試験結果は軸の直径 100 mm 部における公称応力で整理した。

小形平滑回転曲げ疲労試験は小野式回転曲げ疲労試験機（(株)島津製作所製、容量 8 kg・m、繰返し速度 50 Hz）を用いて行い、破断

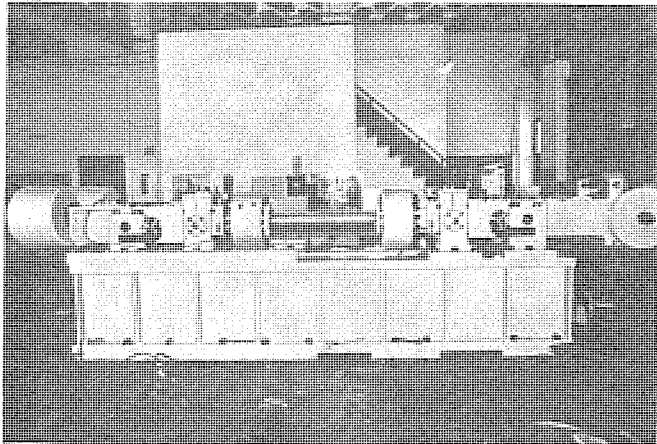


図 9. 大形回転曲げ疲労試験装置

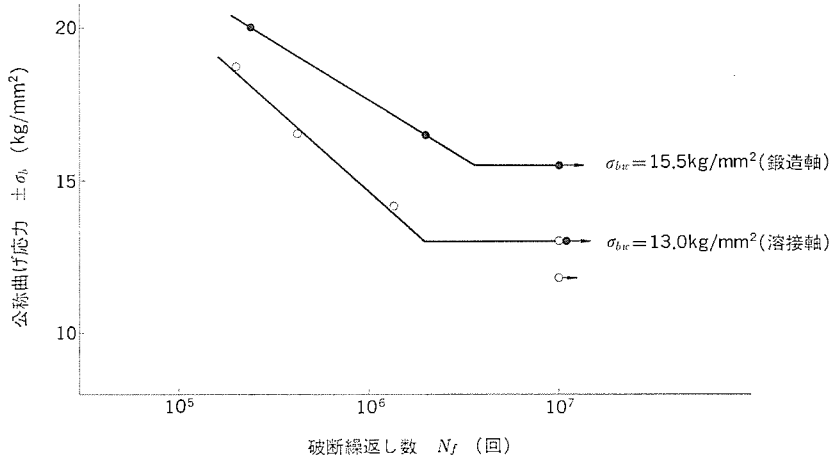


図 10. 実体形フランジ軸の σ_b - N_f 線図

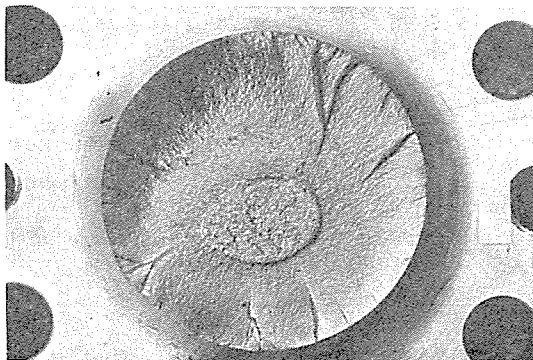


図 11. 実体形フランジ軸回転曲げ疲労破断面

繰返し数 (N_f) は試験片が破断したときの繰返し数とした。

3.3.2 試験結果

溶接フランジ軸と鍛造軸の回転曲げ疲労試験結果を図 10. に示す。繰返し数 $N=1 \times 10^7$ 回の回転曲げ疲れ限度 (σ_{bw}) は、溶接フランジ軸で $\sigma_{bw} = \pm 13.0 \text{ kg/mm}^2$ 、鍛造軸で $\sigma_{bw} = \pm 15.5 \text{ kg/mm}^2$ であり、溶接フランジ軸のほうが約 16% 低い。実体形フランジ軸の回転曲げ疲労断面の代表例を図 11. に示す。き裂は直径 100 mm 部の切上がり部より発生し、溶接フランジ軸では振り疲労の場合と同様に軸材部でき裂が発生している。

次に、小形平滑試験片の溶接フランジ軸軸材、フランジ材、溶接部及び鍛造軸軸材の回転曲げ疲労試験結果を図 12. に示す。繰返し数 $N=1 \times 10^7$ 回の回転曲げ疲れ限度 (σ_{bm}) は溶接フランジ軸軸材で $\sigma_{bm} = \pm 23.0 \text{ kg/mm}^2$ 、フランジ材で $\sigma_{bm} = \pm 24.8 \text{ kg/mm}^2$ 、溶接部で $\sigma_{bm} = 23.0 \text{ kg/mm}^2$ 、鍛造軸軸材で $\sigma_{bm} = \pm 25.9 \text{ kg/mm}^2$ である。溶接フランジ軸軸材が鍛造軸軸材に比べ 11% 低い疲れ限度を示す。

3.4 検討

小形平滑試験片の疲れ限度、実体形フランジ軸の応力集中係数 (α)、切欠き係数 (β)、及び寸法効果係数 (ξ) について検討を加えた。

3.4.1 小形平滑試験片の疲れ限度

この試験より得られた小形平滑試験片の両振り振り及び回転曲げ疲れ限度をまとめて表 3. に示す。

表より分かるように、軸材と溶接部の疲れ限度は一致しており、溶接による疲れ限度の低下は両振り振り、回転曲げとも認められない。また、表 3. には疲れ限度の引張り強さに対する比を示した。

これより、疲れ限度は引張り強さに比例しており、その比は各材料ともほぼ一定で、その平均値は両振り振りの場合 0.31、回転曲げの場合 0.49 であった。

3.4.2 実体形フランジ軸の応力集中係数と切欠き係数

実体形フランジ軸を段付き丸棒と仮定し、参考文献 (2)、(3) により計算した応力集中係数 (α) と切欠き係数 (β) を表 4. に示す。

応力集中係数の実測値は実体形フランジ軸の段付き部にストレインゲージを張り、振り及び曲げの静荷重を負荷して測定した最大応力と、公称応力の比と

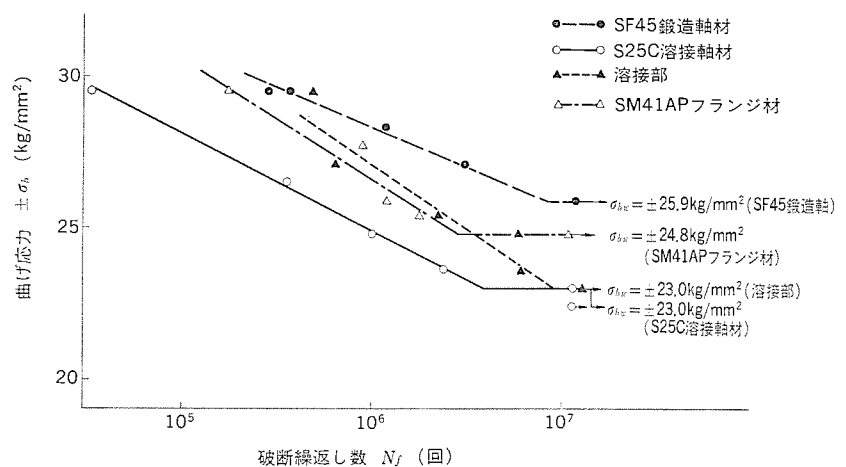


図 12. 小形平滑試験片の σ_b - N_f 線図

表 3. 小形平滑試験片の疲れ限度

材 料	引 張 り 強 さ σ_B (kg/mm ²)	両振り振り		回 転 曲 げ	
		疲れ限度 τ_{10} (kg/mm ²)	$\frac{\tau_{10}}{\sigma_B}$	疲れ限度 σ_{blw} (kg/mm ²)	$\frac{\sigma_{blw}}{\sigma_B}$
溶接軸	軸 材 (S 25 C)	47.7	0.310	23.0	0.482
	フ ラ ン ジ 材 (SM 41 A)	48.3	0.319	24.8	0.513
	溶 接 部	47.1	0.316	23.0	0.495
鍛造軸	軸 材 (SF 45)	53.6	0.293	25.9	0.483
		平均値	0.310	平均値	0.493

表 4. 実体形フランジ軸の応力集中係数 (α) と切欠き係数 (β)

実体形フランジ軸		応力集中係数 (α)		切欠き係数 (β)	
		実 測 値	Petersonの 方法計算値	Petersonの 方法計算値	機械学会の 方法計算値
両振り振り	溶 接 軸	1.19	1.25	1.24	1.18
	鍛 造 軸				1.19
回 転 曲 げ	溶 接 軸	1.57	1.47	1.46	1.43
	鍛 造 軸				1.45

して測定した。

表 4. から分かるように、 α の実測値は計算値とほぼ等しく、妥当な値と考えられる。また両振り振りと回転曲げの両者とも α と β はほぼ等しくなっている。

3. 4. 3 実体形フランジ軸の寸法効果係数 (ξ)

一般に、寸法効果係数 (ξ) は次式によって定義される。

$$\xi = \frac{\text{大形平滑試験片の疲れ限度}}{\text{小形平滑試験片の疲れ限度}}$$

一方、切欠き係数 (β) は

$$\beta = \frac{\text{大形平滑試験片の疲れ限度}}{\text{実体形フランジ軸の疲れ限度}}$$

上記の式より

$$\xi = \frac{\text{実体形フランジ軸の疲れ限度}}{\text{小形平滑試験片の疲れ限度}} \times \text{切欠き係数}$$

この試験の場合、 α と β はほぼ一致しているので、 β として α の実測値を用いて上式より求めた ξ を表 5. に示す。表は実体形フランジ軸の ξ は約 0.9 であることを示している。

なお、表 5. には機械学会設計資料集⁽²⁾で提案されている ξ の計算値を示す。この試験により求めた ξ はこの計算値にほぼ等しい値となっている。

表 5. 実体形フランジ軸の寸法効果係数 (ξ)

実 体 形 フ ラ ン ジ 軸		寸 法 効 果 係 数 (ξ)	
		本試験結果による 計算値	機械学会の方法に よる計算値
両振り振り	溶 接 軸	0.931	0.902
	鍛 造 軸	0.947	
回 転 曲 げ	溶 接 軸	0.887	0.909
	鍛 造 軸	0.940	
平 均 値		0.926	

4. む す び

船用の交流発電機軸に使用される溶接形フランジ軸の疲労強度を把握するため、直径 100 mm の溶接フランジ軸と従来の鍛造軸について両振り振りと回転曲げ疲労試験を行った。また直径 12 mm の小形平滑試験片を用いて、溶接フランジ軸の軸材、フランジ材、溶接部及び鍛造軸の軸材について両振り振り及び回転曲げ疲労試験を行った。

その結果、以下のことが明らかとなった。

(1) 直径 100 mm の溶接フランジ軸と鍛造軸及び直径 12 mm の小形平滑試験片の疲れ限度が求まった。結果を本文中の図 6., 図 8., 図 10. 及び図 12. に示す。

(2) 溶接フランジ軸の疲労き裂発生箇所は、応力集中度が最大の位置であり、その位置の材質は軸材であった。

(3) 直径 100 mm の溶接フランジ軸と鍛造軸では、直径 12 mm の小形平滑試験片に比べて、両振り振りの場合、溶接フランジ軸で 22%、鍛造軸で 20%、回転曲げの場合、溶接フランジ軸で 43%、鍛造軸で 40% だけ低い疲れ限度となっている。この低下率は、応力集中係数 (振りで 1.19、曲げで 1.57) と寸法効果係数 (0.9) による疲れ限度の低下率とほぼ一致している。

(4) 直径 100 mm の溶接フランジ軸の疲れ限度は、鍛造軸に比べ、両振り振りで 8%、回転曲げで 16% 低い。この現象は主に材質の差異に起因するものであり、溶接によるものではない。

この試験結果と一連の強度試験より、フランジ軸の疲れ限度が明らかになるとともに、溶接フランジ軸の採用に関し、強度上問題のないことが分かった。

終わりに、この試験の実施に当たり、種々アドバイスをいただいた日本海事協会の方々に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 阿野, 小西: 三菱電機技報, 52, No. 2 (昭 53)
- (2) 日本機械学会: 金属材料の疲れ強さの設計資料
- (3) R. E. Peterson: STRESS CONCENTRATION FACTOR (1974) John Wiley & Sons, INC.

サイリスタインバータ式軸発電システムとその応用

坪井 英二*・井上 隆治*

1. ま え が き

80年代の船舶においては省エネルギーと省力化が大きなテーマである。船主経済から見て運航費コストは燃料費の割合が増すばかりであり、燃費の節約を第一に目ざしている。

船舶における省エネルギー対策としては主機関及び発電機関の低燃費化である。主機については既存船舶ではタービン主機をディーゼル主機に換装するいわゆる「主機換装」によって25～30%の燃費改善を図るとか、操だ(舵)に伴うロスエネルギーを最小にするような操船を行うとか、あるいは新しい船底塗料により船体抵抗を減少させるなどの対策がとられている。

一方、発電システムについてはディーゼル主機の排熱を回収してターボ発電機を駆動する排ガスターボ発電システムがあり、主機軸により発電機を直接駆動する主軸駆動発電システム(以下軸発電システムという)及びこれらのハイブリッドシステムがある。省エネルギーという観点から見ると、排ガスターボ発電機が排気エネルギーの再利用ということで最も有利であり、次いで軸発電システムということになる。

軸発電システムとしては以前から可変ピッチプロペラ軸発電システムが採用されているが、固定ピッチプロペラ軸発電システムは船速に応じて出力周波数に変化するので限られた範囲でしか使用できなかった。

パワーエレクトロニクス の進歩はそれらの問題を解決し、主軸の回転数変動に対しても良質の電力を供給できるようになった。当社ではサイリスタインバータ式軸発電システム⁽¹⁾を昭和52年に三菱重工業(株)と共同で開発しており、本稿ではこの方式を中心に軸発電システムについて説明する。

2. 軸発電システムの概要

軸発電システムは、発電エネルギーとして主機関の推進エネルギーの一部を利用するもので、主機関燃料のC重油と発電機燃料のA重油との価格差による経済性に根拠を置いている。すなわち、発電用燃料をA重油からC重油に置き換え、更にディーゼルエンジン1台を省略しうる場合もあって、初期投資及び保守費用が低減される。なお軸発電システムを採用した場合上記のほかに次のメリットがある。

(1) 補助発電機はスタンバイ発電機としてのみ使用されるため運転時間を短くすることができる。したがって高速形エンジンの採用が可能となり、すべ(掘)付スペース及び投資額を低減できる。

(2) 航海中の機関部オペレーションが簡単になる。

軸発電システムには可変ピッチプロペラ形(以下CPP形という)と固定ピッチプロペラ形(以下FPP形という)がある。CPP形は主軸の回転数は船速変動に対してもほぼ一定に保たれるため、通常の同期発電機の出力をそのまま船内電源として使用できる。

したがって発電装置だけを考えた場合、安価に構成でき、実績も多い。しかし、その回転数変動が静水域でも±2%程度あり、海象、操舵などの外乱があるので、他のディーゼル発電機との並列運転は一般的には切換並列以外は実用し難い。

一方、FPP形は船速に応じて主軸の回転数が変動する。このため同期発電機を主軸に直結しただけでは、通常航行中の海象が安定しているとき以外はそのまま船内電源として使用できない。

主軸の変動による可変周波数、可変電圧の交流発電機の出力をサイリスタインバータによって定周波数、定電圧の交流に変換する方式とすれば、主軸の回転数変動に対しても安定な電源を供給できる。この方式は固定ピッチプロペラを装備した船の軸発電システムの適用範囲を拡大するものと期待される。

3. サイリスタインバータ式軸発電システムの構成と動作原理

3.1 システム構成

軸発電システム(以下サイリスタインバータ式と限定する)を適用した船内電源系統の例を図1に示す。

このシステムは軸発電装置、補助ディーゼル発電機及び非常発電機から構成される。

3.2 動作原理

軸発電機の出力電圧は、界磁電流が一定の場合にその回転数に比例する。サイリスタインバータ式軸発電システムでは軸発電機の発生電力をサイリスタコンバータ(TH1)により周波数に無関係な直流に変換し、平滑リアクトルにより脈動をおさえて、他励サイリスタインバータ(TH2)で母線周波数と同じ周波数の交流電力に変換して負荷に電力を供給する。

他励サイリスタインバータはその制御遅れ角(α)を $90^\circ \sim 180^\circ$ に制御することにより直流電力を交流電力に変換することができる。図2。

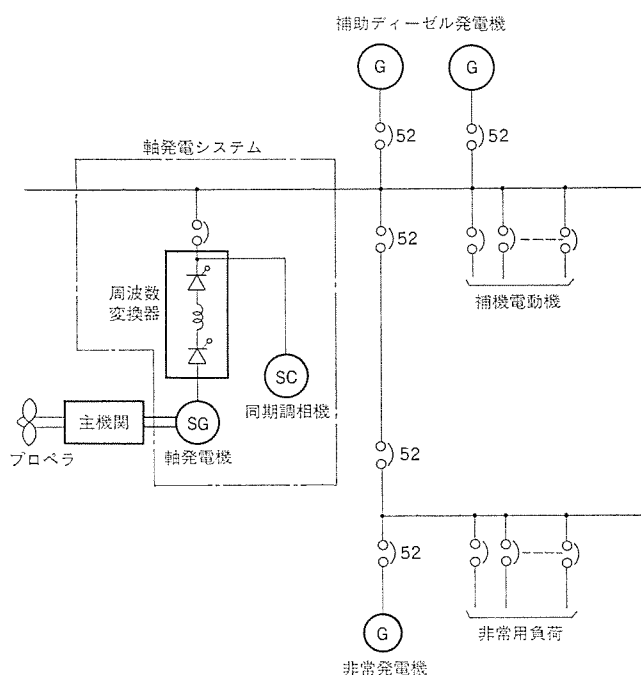


図1. システム系統図

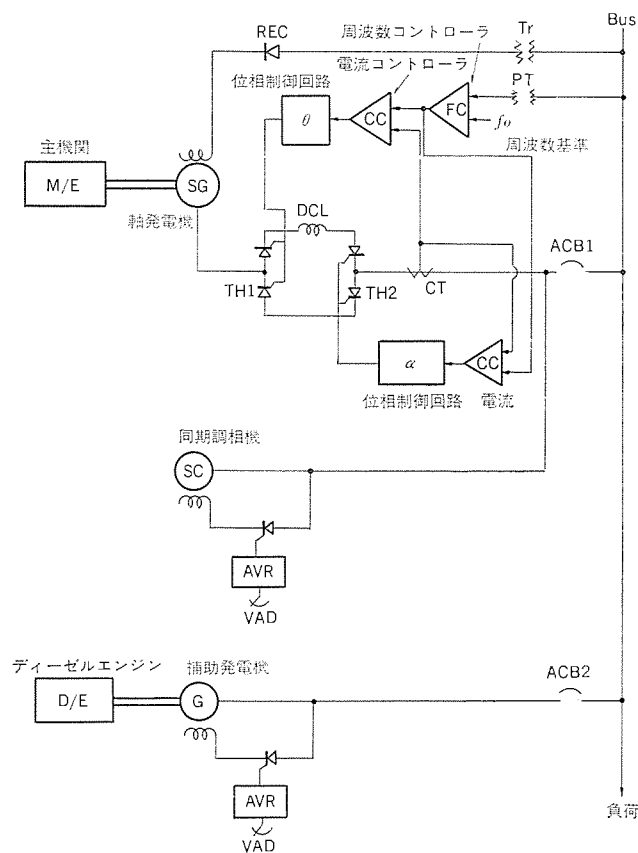


図 2. システムブロック図

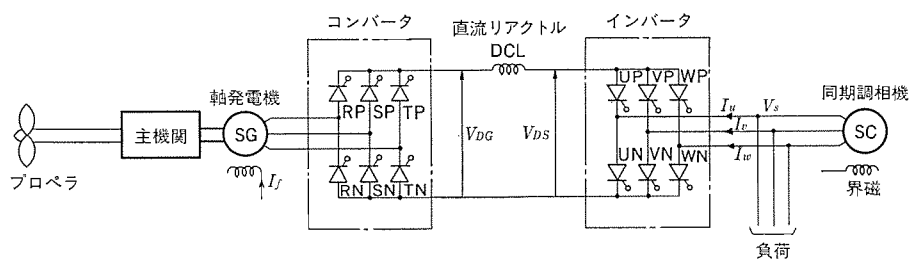


図 3. 基本回路

にシステムブロック図を、図3. にシステムの基本回路を示す。

図 3. においてコンバータ出力側の直流電圧 V_{DG} とインバータ入力側の直流電圧 V_{DS} はそれぞれ軸発電機の電圧 V_G 及び同期調相機の電圧 V_S を整流したのになり、直流回路にはこれらの電圧差によって次の電流が流れる。

$$\text{電流} = \frac{V_{DG} - V_{DS}}{\text{回路インピーダンス}}$$

調相機の発生するトルクはこの電流と界磁電流とによって生ずる。したがって調相機の回転、すなわち母線の周波数は調相機のトルクを調整して行うことができる。図 4. においてインバータの制御遅れ角 α_1 つまりインバータ電圧 V_{DS1} 、軸発電機回転数 n_1 の場合について考える。

軸発電機回転数が n_1 より低下すると軸発電機の発生電圧は低下するので、コンバータ (TH 1) の位相制御遅れ角 (θ) が一定であれば $V_{DG} < V_{DS1}$ となり、軸発電機回路に電流は流れない。すなわち母線側に電力を送り出すことはできない。

しかし、コンバータ (TH 1) の位相制御によりコンバータの出力電圧をインバータ電圧より高くすれば回路に電流が流れ負荷に電力を供給す

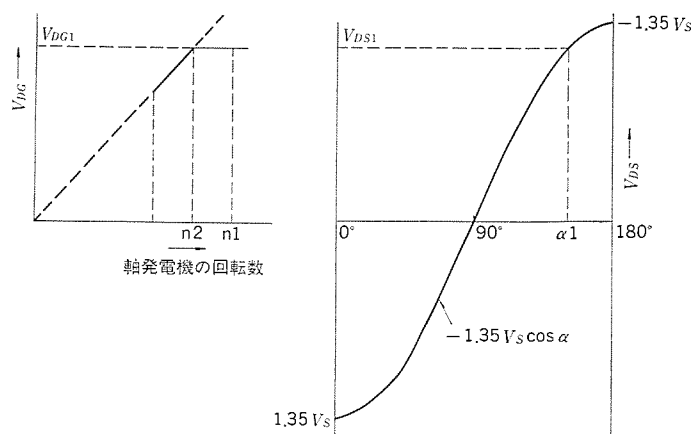


図 4. 軸発電システムの原理図

ることができる。このようにして軸発電機回路の電流はコンバータとインバータ電圧との差によって流れ、負荷に電力を供給することができる。

回転数が更に低下し n_2 以下になると、もはやコンバータ電圧の制御だけでは電流を流すことができないので、インバータ電圧を制御して回路に電流を流す。

したがってインバータ (TH 2) の位相制御遅れ角 (α) を回路インピーダンスで制限される最大値 ($140^\circ \sim 160^\circ$) に制御し、一方、コンバータ (TH 1) は位相制御によりコンバータ電圧をインバータ電圧より常に高く制御すれば、インバータは最大力率、すなわち無効電力最小で運転することができる。

軸発電機の回転数が n_2 以上の領域ではインバータの位相制御遅れ角 (α) を一定値に保ち定力率運転を行うが、 n_2 以下ではインバータの位相制御を行うので回転数低下とともに力率は低下する。

インバータの有効電力及び無効電力は位相制御遅れ角 (α) で表される。

$$\text{有効電力 } P_W = \sqrt{3} V_S I_{INV} \cos \alpha \leq 0 \quad (1)$$

$$\text{無効電力 } P_Q = \sqrt{3} V_S I_{INV} \sin \alpha \geq 0 \quad (2)$$

ただし $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$

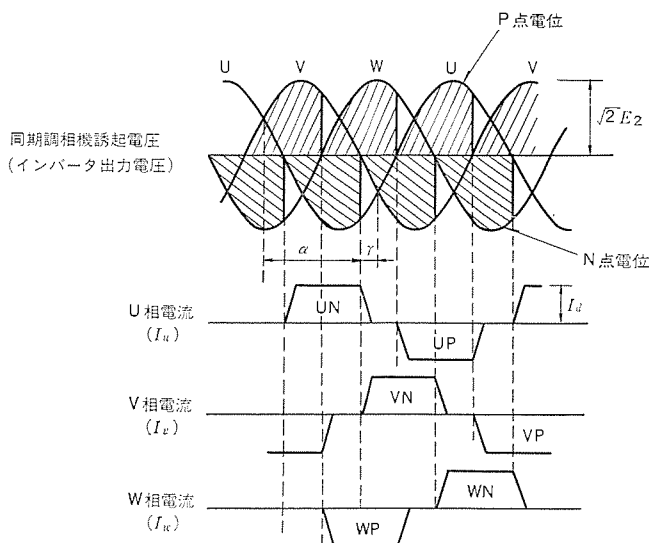


図 5. インバータ出力電圧及び電流の位相関係

したがって有効電力はインバータから母線に送り出すことができるが、無効電力は母線側、すなわち同期調相機から供給してもらう必要がある。

他励インバータは同期調相機の誘起電圧に同期して開閉するスイッチで、同期調相機及び負荷の各相に順次電流を流していくスイッチの役目を果たしている。同期調相機の誘起電圧（インバータ出力電圧）と電流の関係を図5.に示す。

3.3 同期調相機

前節で述べたように他励インバータの場合、インバータの負荷側に転流源を必要とし、かつインバータ及び負荷に対する無効電力の供給を必要とするために同期調相機が使用される。

同期調相機としては、専用の同期調相機を設ける方法と、補助発電機をクラッチによりエンジンから切り離して使用する方法とがある。また、同期調相機は次の機能を併せ持っている。

- (1) インバータは同期調相機の誘起電圧に同期して転流するので、インバータの出力周波数は同期調相機の回転数でまざる。
- (2) インバータから発生する高調波成分を吸収する。
- (3) インバータの出力電圧は同期調相機の電圧に等しく、同期調相機のAVRによって制御される。
- (4) 負荷側での短絡事故の際に短絡電流の供給源となる。

4. 軸発電システムの出力特性と運転

4.1 出力特性

軸発電システムは推進動力の一部を発電エネルギーとして使用するため、その使用領域は主軸回転数低下による軸発電機出力の低下及び船内所要電力を考慮して決定され、通常、定格の60～110%の範囲を使用領域としている。主軸回転数変動に対する出力特性を図6.に示す。回転数変動が80～110%の場合は定出力特性、回転数が80%以下に低下した場合は回転数低下に比例した出力特性としている。イ

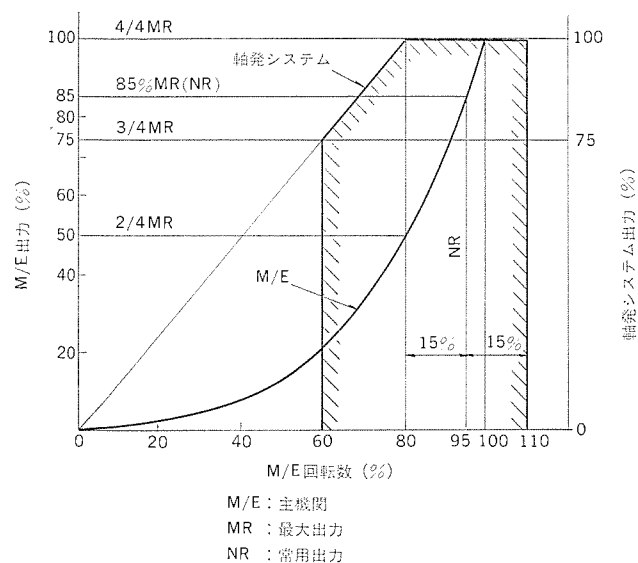


図6. 軸発電システムの出力特性

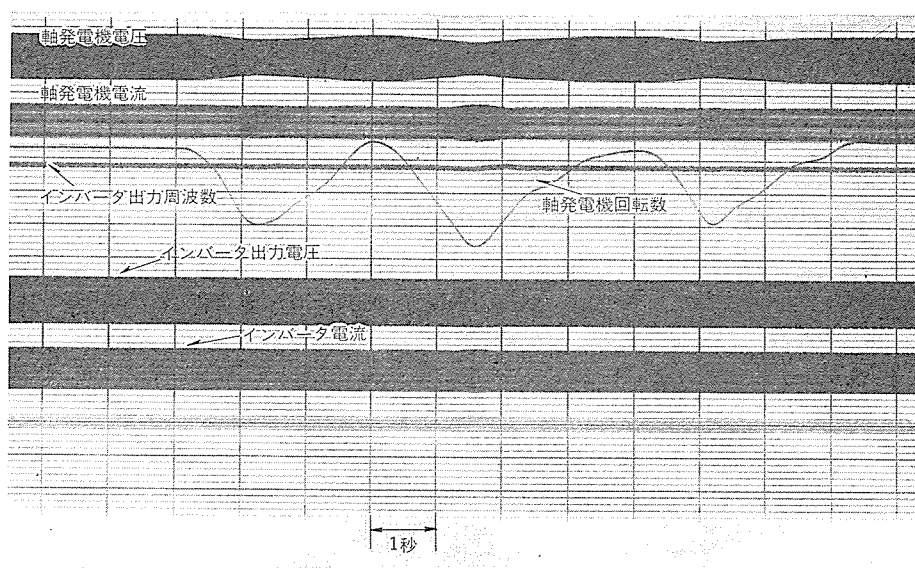


図7. 軸発電機回転数変動時の特性

ンバータの出力は理論的にはゼロrpm付近まで取り出せるが、実用性を考えて使用範囲は60%までとしている。図7.にテストプラントによる回転数変動時の出力周波数、出力電圧などの特性を示す。

4.2 システムの運転

4.2.1 システムの始動・運転

主軸回転数が60%以上になると、軸発電システムの運転が可能になる。この場合船内負荷はすべて補助発電機によって供給されている。軸発電システムの始動は同期調相機を補助発電機と兼用する場合と、専用とする場合とでは次のように異なる。

(1) 同期調相機と補助発電機を兼用する場合

補助発電機が運転中であるのでインバータの出力側スイッチ断器を投入することによって直ちに運転を開始し、補助発電機と軸発電システムは並列運転に入る。軸発電機だけで電力をまかなえるときは直ちに補助発電機の負荷をインバータに移行し、補助発電機をディーゼルエンジンからクラッチによって切り離し、同期調相機として運転する。軸発電機だけでは電力をまかなえないときは並列運転を続行し、補助発電機はミニマムフロー（ディーゼルエンジンの良好な燃焼状態を保てる最小負荷）を確保しながら軸発電機が最大の負荷を負うように運転する。

(2) 専用の同期調相機を設ける場合

同期調相機はインバータの出力に直接接続されており、まず、同期調相機を軸発電機によりサイリスタコンバータ及びインバータを通して始動させる。同期調相機の停止時はその誘起電圧はゼロであるのでインバータは転流できない。

そこで同期調相機の回転子位置を検出しながら電機子各相に電流を順次流していく電流断続転流によって始動する。始動完了後は通常の発電機と同様に同期投入によって並列運転に入る。軸発電機の出力が十分大きいときは補助発電機を並列解除し、軸発電機の出力が不足するときは(1)と同様な負荷分担制御を行う。

また、軸発電システムの負荷短絡時の選択スイッチ断特性及び誘導電動機始動時の特性についてもモデルプラントによりテストを行い、いずれの場合も安定な特性を示すことを確認している。図8.はテストプラントによるスイッチ断時の特性を示す。

4.2.2 主機急逆転操作時の軸発電システムの運転

主機急逆転時は主軸の回転数が急速に低下するため軸発電システムの出力も同様に低下する。この場合でもできるだけ補助発電機への

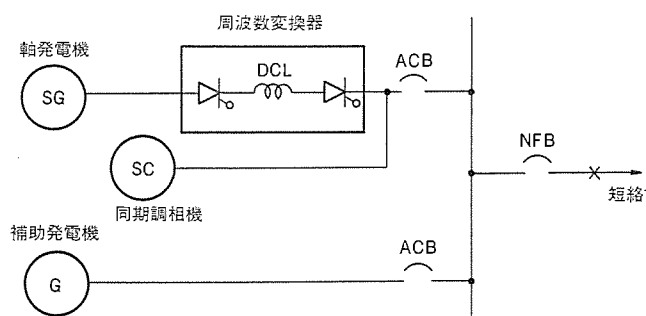


図 8. 並列運転時の選択しゃ断テスト

同期調相機を補助発電機と兼用する場合は、同期調相機は運転しているので、主機急逆転のテレグラフ信号でディーゼルエンジンを自動始動させ、定格速度に達したところでクラッチを投入すればよい。軸発電システムから補助発電機への切換えに要する時間は通常8～10秒程度である。

- (1) 主軸回転数が 60 % 以下に低下しても、補助発電機への切換えが終了しない場合はブラックアウト切換えを行って船内に給電する。
- (2) 補助発電機への切換えが終了するまで主機の回転数を 60 % に保ち、切換え終了後、急速に主機の回転数を低下させる。
- 主機急逆転時は軸発電システムの急激な出力低下を伴うのでいずれの場合も優先し、断が併用され、ブラックアウトの危険をできるだけ避けるような制御が行われる。

サイリスタインバータ式軸発電システムはサイリスタが転流するときに出力電圧にひずみが生ずるため出力電圧には高調波成分が含まれる。したがってこの高調波電圧によって高調波電流も流れ、船内の機器に影響を与えることが考えられる。

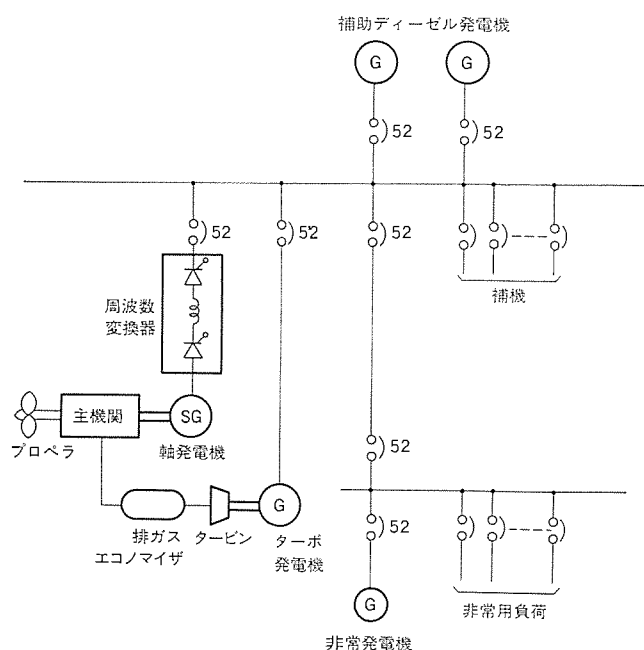
サイリスタ電力変換器では転流が極めて急速に行われ、負荷電流が

0 から 100 % まで数 μs の間に立上がる。このような ステップ 関数状の電流を周波数分析すると周波数に反比例する 振幅をもつ連続 スペクトルとなり、サイリスタの転流のたびに広い帯域を持つ雑音パルスが発生する。

システムが船内通信機器に与える影響についてテストを行った。その結果によると、方向探知器及び ITV 以外の機器については支障なく動作することが確認された。方向探知器は軸発電システム運転時に中波バンドにハムが入り、ITV については画面にしま模様が見れたがこれは電源からの進入ノイズによるものであり、各機器の電源にノイズフィルタを設けることで対処できることが分かった。

5.1 排ガスターボ発電システムとのハイブリッドシステム

一般に 18,000~20,000 PS 未満の エンジン では排 ガスターボ 発電機だけで船内電力をまかなうことは無理となるので、排 ガスターボ 発電機と軸発電機の ハイブリッドシステムが考えられる。図 9. はこのシステムの系統図を示す。



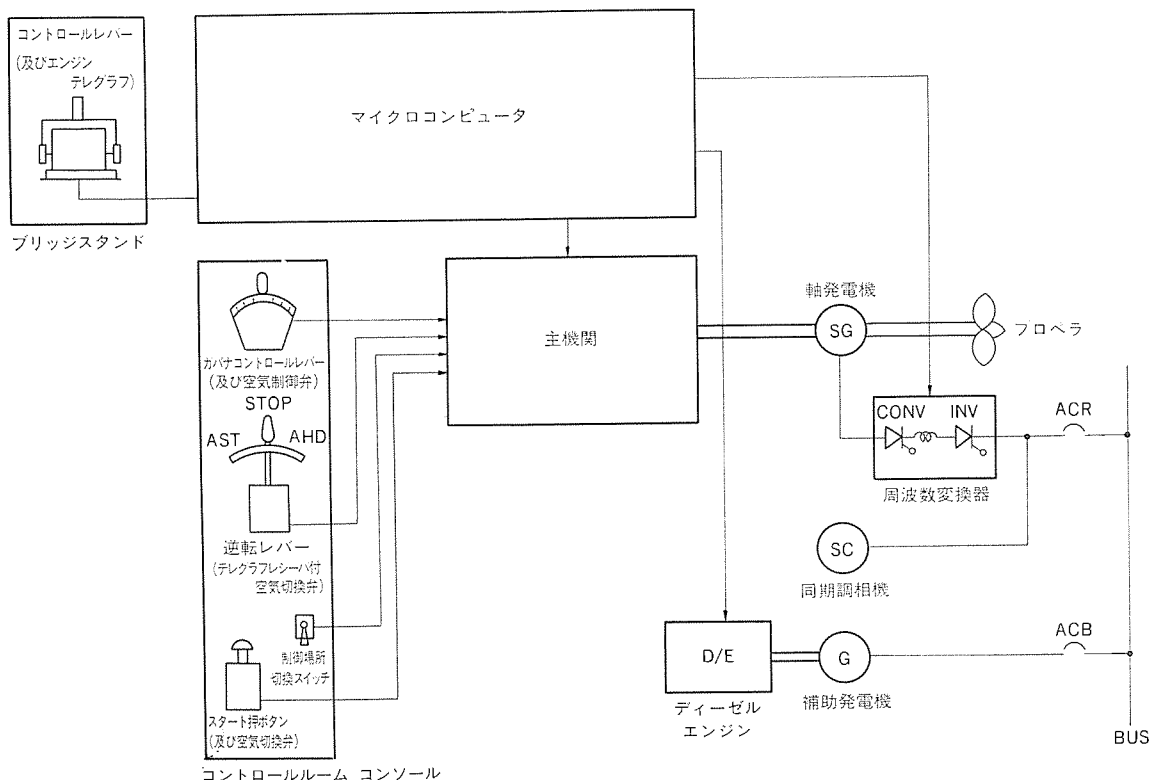


図 10. 主機関及び軸発電機の マイクロコンピュータ による一体化制御

れる。この場合排ガスターボ発電機が常用されるからインバータ運転に必要な無効電力をターボ発電機から供給するようにすればシステムが簡単になり、また省エネルギー効果も大きくなる。

更に排ガスターボ発電機の出力に余裕があるときは、この軸発電システムはコンバータ、インバータが双方向であるため、軸発電機を電動機として運転し、主機の燃費改善を図ることも可能である。

5.2 軸発電システムと主機制御の一体化

最近のマイクロコンピュータの進歩はめざましいものがあり、主機のリモートコントロール、モニタシステムなど、既に多くの実績を積んでいる。図10. はマイクロコンピュータによって主機関及び軸発電機を主機系として一体化して制御する場合のシステムブロック図である。従来の主機リモートコントロールシステムに加え、更に次のような機能を有し、システムオペレーションを簡略化している。

- (1) 主機の回転数、出力に応じて軸発電システムの出力を決定し、出力制御を細かく行う。
- (2) 主機急逆転操作時は、テレグラフ及びリモートコントロールレバーとの連動により、補助発電機の自動始動及び軸発電機との切換特性に合わせた主機の回転数制御などを行う。
- (3) 軸発電システムの制御を主機の制御と一体化しているので機関部のオペレーションは簡略化され、主機の操縦レバーとの連動によるワンモーション制御が行える。
- (4) 軸発電機の出力に応じて、補助発電機の台数制御も同時に行われる。
- (5) 制御装置がコンパクトにまとまるので信頼性が高い。

6. 軸発電システムの経済性

軸発電システムを採用する目的は、A重油に代るC重油を使用して、燃費節減を図ることにあるが、省エネルギー対策を考える場合、採用によって得られる利益と初期投資との関連が常に問題となる。

燃料費の変動は今なお流動的であるがA重油とC重油の価格差は更に大きくなってきており、8万トン形タンカ、主機出力15,800PS, 103rpmの場合、800kW

1台のサイリスタインバータ式軸発電システムを装備しても2.62年で償却できると報告されている⁽²⁾。

重油価格は昭和55年4月現在で、トンあたりA重油で61,900～73,000円、C重油で40,800～52,400円と上昇しているので償却年数は更に短くなっている。

このように石油高価格化の進行する今日、軸発電システムのメリットは更に大きくなると言える。

7. む す び

サイリスタインバータ式軸発電システムは、船舶におけるパワーエレクトロニクスの応用の実績を生かして開発され信頼性も高い。また、各種の軸発電方式の中で最も安定した電力を供給することができ、最近では経済性も十分満足されるようになった。

今後、船舶の省エネルギーをめざして、新しい船形の開発、低燃費機関の開発及び燃料の重質化が進められるであろうが、なお軸発電システムの装備が80年代の船舶における省エネルギーに極めて大きな役割を果たすものと信ずる。

最後に、軸発電システムの研究に多大なご協力をいただいた三菱重工業(株)の関係各位に深謝する。

参 考 文 献

- (1) 西山ほか：固定ピッチプロペラ式主軸駆動交流発電機システム、船用機関学会誌 13-6 (昭53-3)
- (2) 橋口：主軸駆動発電装置、船用機関学会誌、15-2 (昭55-2)

1. ま え が き

最近の石油問題の流れの中で、海運界でも船舶の推進主機を低燃費機種と置き換えるいわゆる「主機換装」など省エネルギー施策が活発である。そのため機関部の自動化機器についても本来の目的である省力化に加えて省エネルギーのための要求が増し、一段と高い信頼性と制御性能が必要となってきた。こうした背景が、自動化機器の主構成要素として従来のワイヤードロジック方式に代わって登場したマイクロコンピュータの役割を著しく向上させている。

一方、当社がマイクロコンピュータを次期の船舶自動化の有力なツールとして着目し、船用積付計算機に導入したのは昭和49年であった。じらい5年余の間、データロガー、主機リモコン装置などで実績を重ねるに従って、その優れたコストパフォーマンスと高い信頼性が認識され、用途も拡大している。

ここでは、当社における最近の機関部自動化システムの中から、主なものの概要を説明し、併せて光ファイバによる高度の情報伝送システムの開発について紹介する。

2. 船用マイクロコンピュータシステム

当社が他社に先駆けて開発実用化した船用マイクロコンピュータシステムは、MUS-10の多数の実績の上に立って、より一層の性能向上を図ったMUS-11システムへとモデルチェンジした。

これは、耐ノイズ性、耐振・耐衝撃性などの耐環境性能並びに低価格化を意図して新たに開発したもので、しかも豊富な周辺装置を備えている。

具体的には、ラージボードの採用による高集積化、ユニットの強度向上及び電磁シールドなどによっている。また、メモリはMUS-10のワイヤメモリに代えて、EPROM(紫外線消去形プログラマブルメモリ)、RAM(ランダムアクセスリード/ライトメモリ)、NVRAM(不揮発性RAM)による全IC化により信頼性の向上を図っている。

3. データロガー

3.1 概 要

データロガー、モニタは長らく機関部の運転情報収集用として運転者の補助的役割を果たしてきた。しかし、夜間無人運転などの普及に伴い、省力化手段を越えて、プラントの運転管理用としての要求が高まった。

そこで在来形式より、高速データ処理、計算能力、マンマシンシステムの拡大などの性能を飛躍的に向上させるためマイクロコンピュータ(以下マイコンと略す)を導入し、着実にその成果をあげている。

3.2 特 長

8ビットマイクロプロセッサの登場とともにデータロガーへの応用が開始されたが、マイコン方式のものは従来のワイヤードロジック方式と比べて下記の特長を持っている。

(1) スタードプログラムによる柔軟で豊富な機能

- (2) 豊富な周辺装置の接続
- (3) 他機種との共通なハードウェア
- (4) 高度な演算機能
- (5) ホストコンピュータとの連結

3.3 システム構成の推移

当初は従来と同等機能のものから製作したが、徐々にマイコンの特長を生かす方向に進展しつつある。

表示装置としてCRTの採用が一般化し、従来のアラームランプと数字表示器に取って代わりつつある。このCRTによる一括表示は、ユーザーの抵抗もあったが現在では信頼性とともによりその有用性が広く認識されてきた。見方によってはCRTを使うためにマイコンの必然性が出てきたともいえる。また、演算機能の面では軸馬力計算など、マイコン特有の機能付加が見られる。

ハードウェア面については、船舶運用の面からデータロガーそのもののか(稼働率向上が要求される。そこでマイコンの故障によるシステムダウンへの配慮からバックアップCPU(中央処理装置)方式が出現しつつある。また、主機換装工事などに見られる入出力信号の増大に対し、従来と同等以上の応答性を確保するためのマルチCPU方式の計画もある。同じく、船内での機装工事の簡略化をめざして多重伝送装置の採用も目立った傾向である。

3.3.1 バックアップCPU方式

図1はCPUを2重に装備し、常用CPUのシステムダウンを最短時間にとどめて稼働率の向上を図ったものである。これは過去のデータロガー、モニタとは異なり船舶の運転管理上不可欠の装置として定着し、万一のシステムダウンがあってもこれを最短時間に抑えるためである。

この方式ではCPUダウンの場合、手動で予備ユニットに切り換えることができる。CPU、メモリ、電源などシステムダウンにつながる主要部は予備ユニットとして設置しており、簡素な切換ユニットにより常

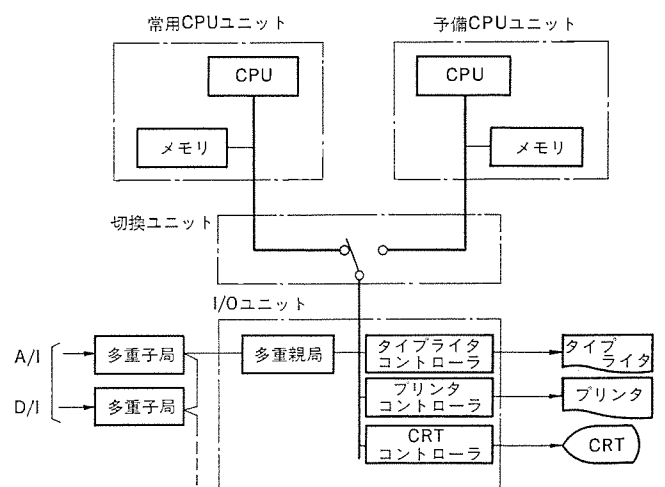


図1. バックアップCPU方式

用ユニットとバスラインで切替える。

また、切替方式はシステムの経済性と、簡素化による信頼性の向上を重視して、あえて手動切替方式とし、自己診断機能などによる自動切替は実施していない。また、この方式では予備のCPUユニットも警報設定値の変更などに対しては応答する方式としており、切替後も常用CPUと全く同じ機能を発揮する。

3.3.2 マルチCPU方式

最近の主機換装工事や多目的特殊船などの例では多数の入出力点数と複数のCRTを備えるなど、システム規模が大きくなっている。

図2.及び図3.はこの傾向に対応するシステムであり、複数のCPUを備えて各CPUの負荷を低減し、かつ今まで以上の応答性、ソフトウェアの柔軟性をめざしている。ここでは、十分な実績を積んだ8ビットCPUをシステム規模に応じて2～5台使用する。

この方式はデータ処理用CPUと、表示用CPUからなり、データリンクにより最低限のデータを互いにやりとりする。そして、個々のCPUの実行処理時間の短縮を図るとともに、CPUダウンに伴う危険分散をも考慮している。また、このデータリンク装置は当社ミニコン《MELCOM 350-70》への接続も可能であり、将来のミニコンとマイコンによるハイアラキ（階層）システムにも適用できる。

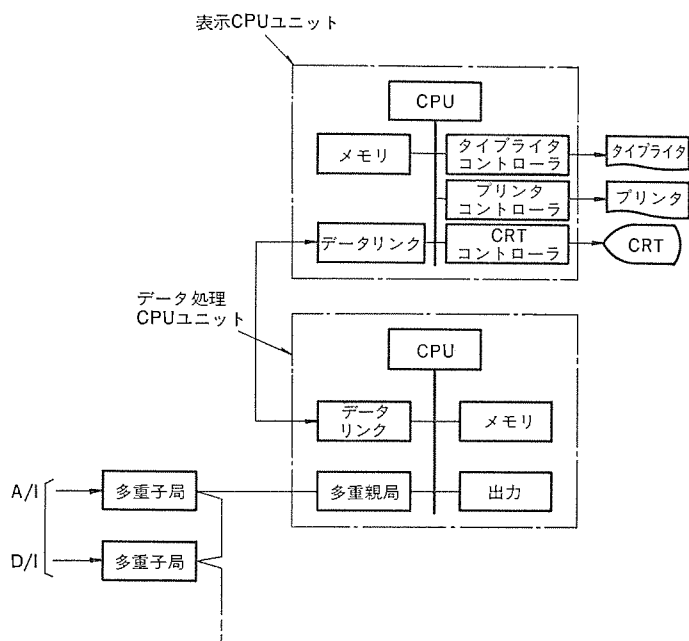


図2. CPU 2台を用いたデータロガー

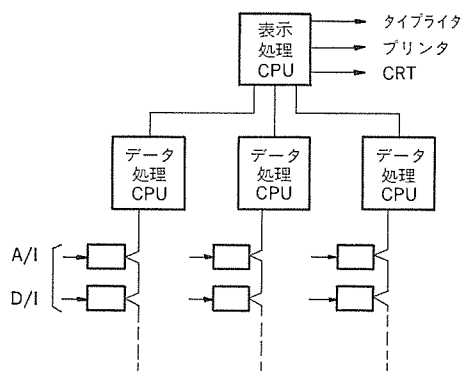


図3. CPU 4台を用いたデータロガー

3.3.3 周辺装置

表示装置としてはモノクロCRT（キャラクタのみ）が一般化し、多数の表示灯を並べたコンソールとデータ表示用のデジタル表示器による構成は珍しいものになりつつある。

CRTを用いることで情報の集中化、編集機能による合理化が実現され、今では機関部には欠かせないものとなっている。この傾向は更に強まり、最近ではカラーCRT、グラフィックCRTを採用してより一層の情報量の増加が図られつつある。

次にCRTの普及に伴って、CRTに表示中の画面をそっくり用紙上に記録するハードコピー装置が実用化され、当社でもファクシミリ応用の静電破壊式のハードコピー装置を製作している。このハードコピー装置は、普通紙が使用できて高速の複写が可能になれば従来のタイプライタに取って代わるものと思われる。

記録装置としてのタイプライタ、小型プリンタは、定時記録用、警報記録用としての用途は変わっていない。しかし、装置としては種々の改良を行っている。すなわちタイプライタでは機構部を極力減らし電子化されたものが増加し、その印字速度、信頼性において従来の比ではなくなってきている。また20けた（桁）程度の小形プリンタも、ドラムプリンタからワイヤードットインパクト方式になりつつあり、多様な印字フォーマットが使える。

次に周辺装置の新しい傾向を2～3紹介する。CRTを船橋に延長し制御室を無人化する試みや、CRTを可搬式として居住区若しくは機関室に設けられたレセプタクルに接続し、任意の場所で機関の監視が可能となるシステムも計画している。

このためには、CRTの延長設置、タイプライタ及びプリンタの延長設置が必要であり、当社でも約100mの延長を可能としている。また多桁のキャラクタ表示装置としてはプラズマ表示装置が適用可能である。経済性、表示文字数などの点で、現在は特殊用途に限られているが、薄形化が可能で、文字のちらつきもないので将来、多用されられると考えられる。

3.3.4 多重伝送装置

各種情報の伝送を多重化し情報量の増大と高速化を可能とした多重伝送技術は、各種の方式がここ10数年前から実用化された。しかし、船舶への普及は他産業よりも遅れていたのが実状である。

最近の主機換装工事に伴い伝送ケーブル工事の簡略化、資材の節約などの点で次第に脚光を浴びており、今後新造船への適用増加が期待される。

3.3.5 機能

機能面では、CRTの表示方式としてトレンドグラフ、セミグラフィックなどが可能となり、適用され始めている。しかし、現状ではマイコンの演算機能を生かした応用はまだ遅れている。これは主に、機械の特性は（把握）故障予知及び故障分析などのためのソフトウェアの蓄積が不足していたためであり、また、実用的なセンサがなかったからである。今後は機械側からの積極的なマイコンの利用が求められて、省エネルギー、省力化に貢献するようになるであろう。

4. ディーゼル主機リモートコントロール装置

4.1 概要

この装置は、ブリッジ又はエンジンコントロールルームより、ディーゼル主機をリモートコントロールするものである。リモートコントロールの方式としては従来から、電気油圧式、電気空気式及び電気電気式があるが、ここでは電気空気法式について述べる。

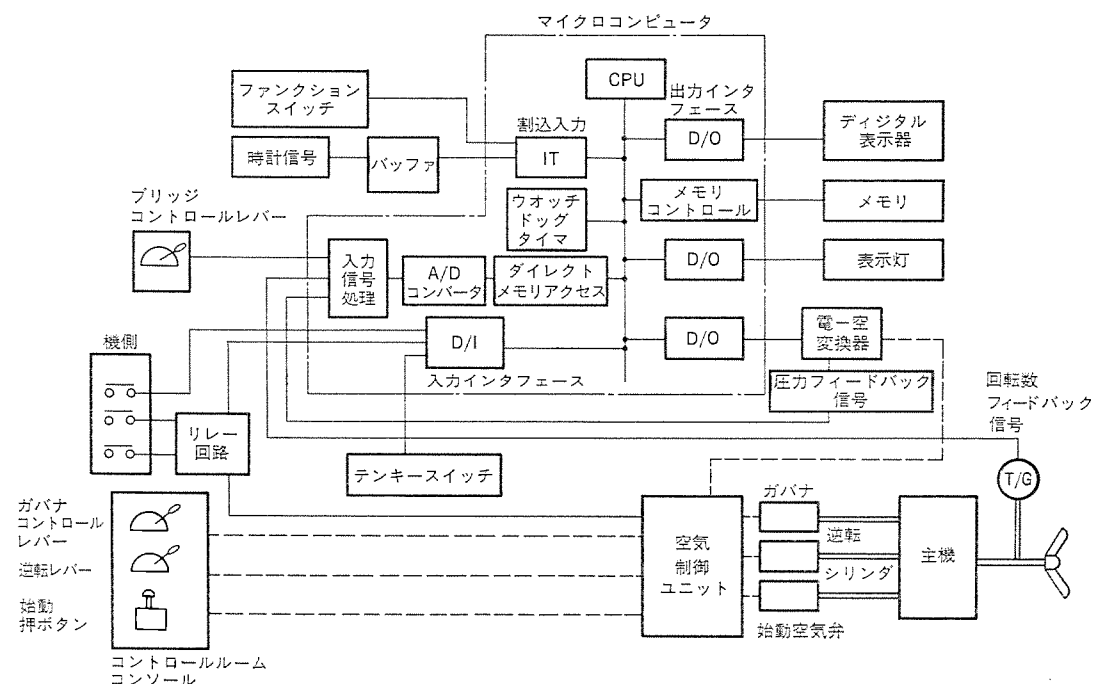


図 4. ディーゼル主機リモートコントロール装置系統図

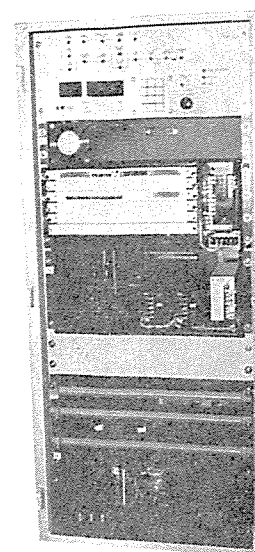


図 5. ディーゼル主機リモートコントロールパネル

主機付きのガバナ、その他の空気アクチュエータを、エンジンコントロールルームからは直接空気信号により、ブリッジからは電気信号を空気信号に変換して遠隔制御する。

ブリッジからは、コントロールレバーの操作により、主機の始動・停止、前進・後進及び速度制御がワンタッチで行える。

コントロールルームには、空気式の制御レバーが装備され、それぞれ独立に操作することによって、遠隔手動制御が行える。

危急の場合には、機側において手動ハンドルにより、主機の運転が可能なシステムとなっている。

4.2 特長

この装置と従来のワイヤードロジック方式のものと比較すると、次の特長があげられる。

- (1) 各種設定値はテンキースイッチにより自由に変更が可能であり、従来の可変抵抗による設定に比較して、デジタルな数値設定ができるため、調整が非常に簡単である。
- (2) セルフチェックシステムにより、各種アナログ及びデジタル信号は監視されているので異常発生の場合、故障原因が表示される。このためトラブルシューティングが容易である。
- (3) 構成部品の点数が従来の約半分となり、信頼性を向上させている。

4.3 制御システム

制御系統図を図 4. に示す。このシステムはマイクロコンピュータ MUS-11 を心臓部に使用し、記憶、演算、入出力機器をプログラム制御している。

ブリッジに装備されたコントロールレバーからの設定信号、電空変換器よりの圧力フィードバック信号及びプロペラの回転数信号などは、アナログ入力信号処理回路を経由し、また各種の接点信号は接点入力用のインタフェース回路を介してメモリに記録される。

これらの情報は、あらかじめ決められたプログラムの順序に従って、CPU で処理され、出力信号インタフェース回路により、ガバナ制御用の電空変換器、前後進を決めるテレグラフシリンダ及び始動空気用のシリン

ダを駆動する。

更にマンマシンインタフェースとして、ミミックボードをリモートコントロールパネル内に装備している。これにデジタル表示器、テンキースイッチ及びシーケンス表示灯を設け、操作員に必要な情報を集中的に表示する。

図 5. にリモートコントロールパネルの外観を示す。

5. スタンバイシーケンサ

5.1 概要

この装置は、機関部の省力化を目的としたものでプラント状態の移行に応じて必要な主機、発電機、補機モータなどの機器を遠隔制御する。

通常、操作パネルより与えられる移行指令により、あらかじめ定められたシーケンスに従って各機器を制御する。一方、各制御対象機器には、それぞれ、単独に制御装置を備えており、この装置とは独立して制御できるようになっている。

5.2 特長

この装置には次の特長がある。

- (1) ハードウェアとして使用されているのはマイクロコンピュータを内蔵したプログラマブルシーケンサである。プログラミングは、プログラミングパネルを用いてリレーシンボルにより簡単にメモリへの書込み、読出しが行える。このため調整時のプログラム変更に柔軟に対応できる。
- (2) 入出力制御ユニットには各入出力の動作状態を示す LED (発光ダイオード) が全点装備され、シーケンスチェックが容易に行える。

5.3 制御システム

制御系統図を図 6. に示す。この装置は、論理回路をもつ制御部、外部との入出力インタフェース部、シーケンスの進行状態を示すミミックボード及びプラント状態の移行指令を与える操作部とから構成する。

入力信号として、外部のリミットスイッチ・圧力スイッチ、各種のリレー接点及び操作ボタンの信号がシーケンサに読込まれる。

これらの入力信号は、シーケンサによって、AND、OR などの演算処理が行われ、出力信号が各制御対象機器、すなわち、配電盤、集合始動器盤又は主機操縦盤などへ送られる。

操作部にはプラント状態の移行指令を与える押しボタンが装備されている。操作員がこれらの押しボタンを押すことにより、主機、発電機、補機モータなどが定められたシーケンスに従って自動的に発停され、プラントは自動的に次のモードへ移行する。

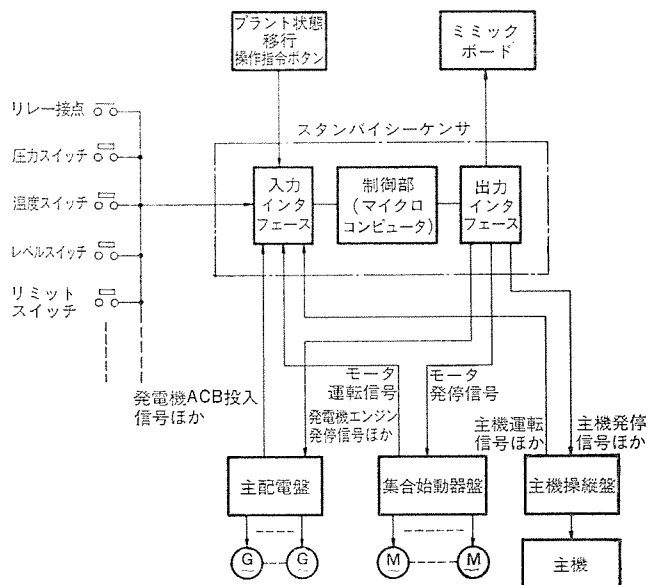


図 6. スタンバイシーケンス 制御系統図

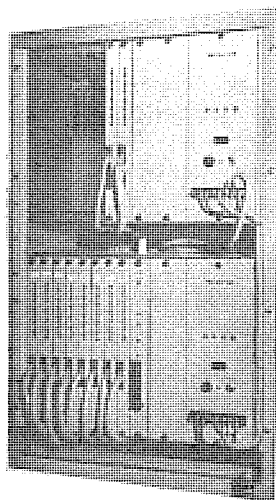


図 7. スタンバイシーケンス

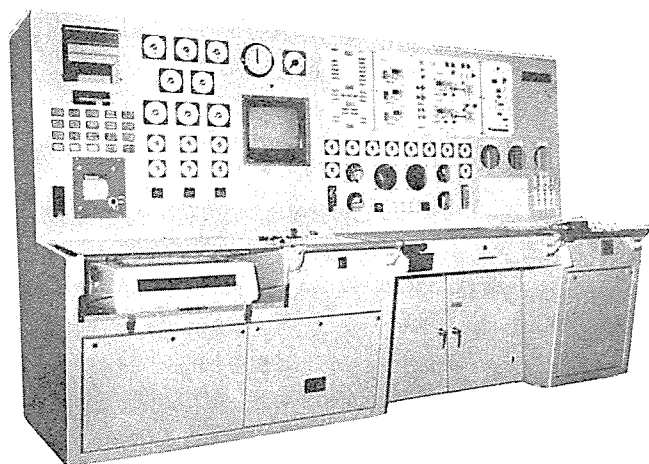


図 8. グラフィックパネル 付制御盤

このプラントの移行状態は、シーケンス進行表示灯及び各機器の運転状態を示す状態表示灯によって集中的にグラフィック表示され、操作員は正確、迅速にプラントの状態を判断できる。

更にこの装置がシステムダウンした場合には、警報が発せられ、シーケンスはフェイルセーフの方向に動作する。

この場合には、操作員がシーケンスを各制御系統から切り離すことにより各機器は独立に運転可能な状態となり、プラントの継続運転が行える。

シーケンスを図 7. に、グラフィックパネル付制御盤を図 8. に示す。

6. 光ファイバの応用

6.1 概要

船舶に限らず動力機器と組合せて使用する電子機器は、電磁ノイズによる誤動作の危険にさらされている。特にマイコンシステムでは誤動作がシステムダウンにつながるが多いため、ノイズ対策には細かな配慮をしている。

これに対して近年、急激に実用化が進んでいる光ファイバはそれらの持ち合わせている耐ノイズ性の高さという点で、非常に優れたものである。また、光ファイバはそれが扱うエネルギーレベルが低いという点において、本質的に安全性を有しており、タンカなど防爆性を要求されるものにも最適と考えられる。

6.2 試作システム

当社では光ファイバの実用化に備えて、光ファイバによる高速船内信号伝送制御システムの試作を完了したので、ここに紹介する。

図 9. に示すように、このシステムはミニコン《MELCOM 350-70》とマイコン MUS-11 の組合せによるハイアークシステムを想定しており、それに機側からの信号をマイコンまで伝送する高速光多重伝送システムで構成する。

ミニコンとマイコンの間は、光モデムを使用し、2心の光ファイバによって高速データ通信が可能となっている。これは将来のミニコンによる集中制御システムにおいて、中央のミニコンと、分散配置されたマイコンとのデータ通信用に使用されるもので、光ファイバによる高速・高信頼の特長が生かされている。

多重伝送装置は、アナログ/ディジタルを同一回線とし、光ファイバ 2

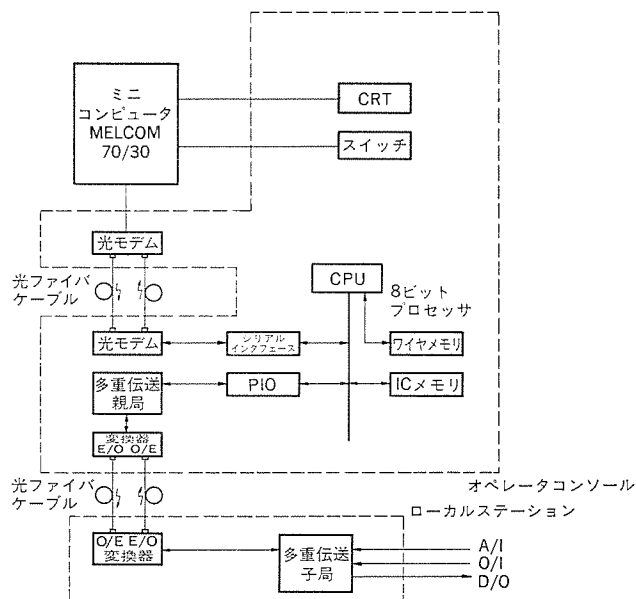


図 9. 光ファイバ 応用試作 システム

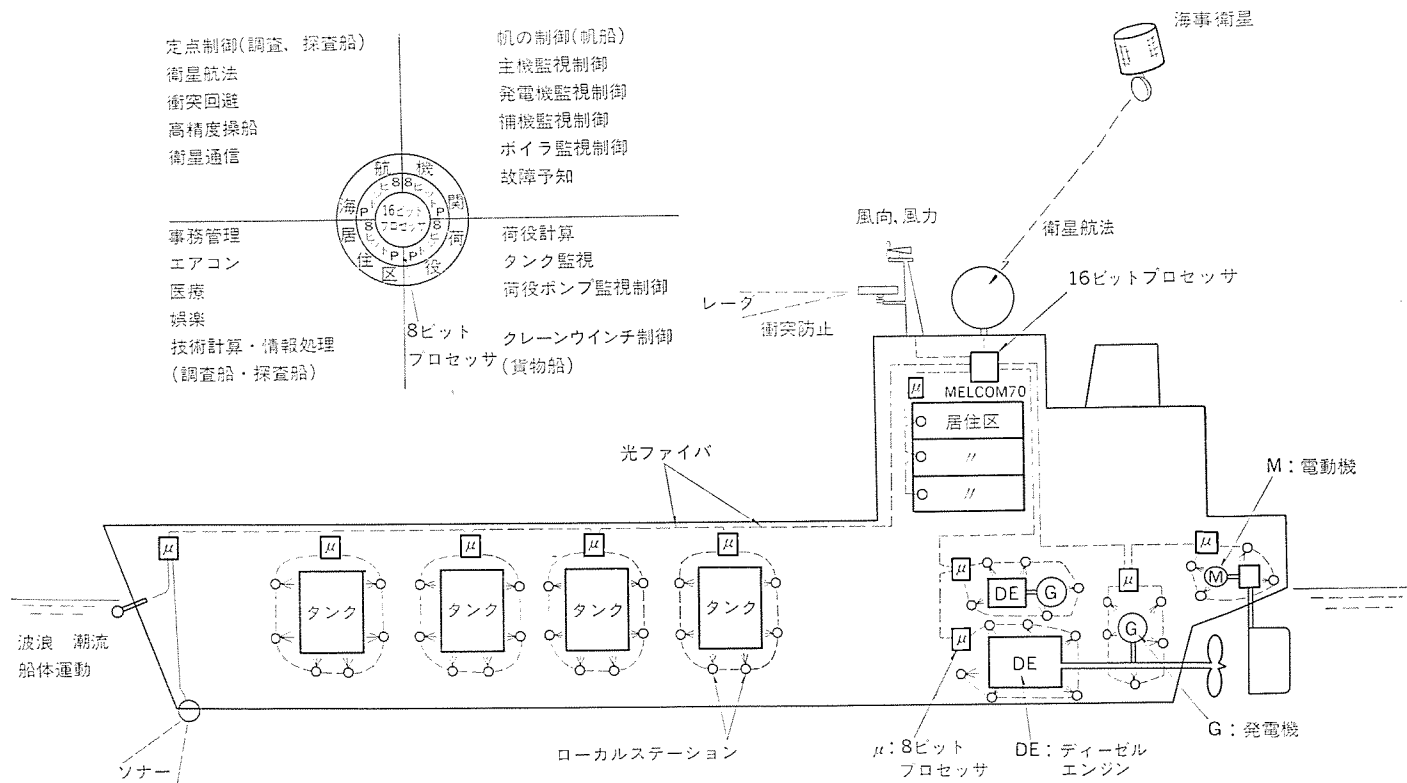


図 10. コンピュータと光ファイバによる集中制御システム

表 1. 光ファイバ高速多重伝送装置

項 目	仕 様
伝 送 方 式	1 対 N 双方向に時分割サイクリック多重伝送
検 定 方 式	パリティチェック、返転連送照合
伝 送 速 度	48 K ボー
応 答 速 度	ON/OFF: 4.5 ms アナログ: 72 ms
伝 送 距 離	2 km 最大
光 フ ァ イ バ	石英ステップインデックス、損失 5 dB/km
発 光 素 子	LED
受 光 素 子	PIN-PD
伝送符号誤り率	10 ⁻⁹ 以下
CPU とのやりとり	コモンメモリによる
子局の入力信号	ON/OFF: 無電圧接点 アナログ: 各種インタフェース可能

表 2. 光ファイバコンピュータリンク装置

項 目	仕 様
伝 送 方 式	1 対 1 (MELCOM 70~MUS-11 又は MUS-11~MUS-11)
伝 送 速 度	9,600 BPS (MELCOM 70~MUS-11)
伝 送 距 離	2 km 最大
動 作 モード	全 2 重
光 フ ァ イ バ	石英ステップインデックス、損失 5 dB/km
発 光 素 子	LED
受 光 素 子	PIN-PD
伝送符号誤り率	10 ⁻⁹ 以下
MUS-11 とのインタフェース	RS-232 C
MELCOM 70 "	C. C. I. T. T. V 28/V 24 C. C. I. T. T. V 11/X 21

心によって信号伝送する。このため、従来のものに比べて 10 倍の高速化が実現し、約 1 km の伝送にも成功した。表 1. に多重伝送装置の要目を、表 2. に光ファイバコンピュータリンクの要目を示す。

光ファイバの耐環境性については試作品を使つての試験では良好な特性を示しており、船内での使用に十分に耐え得るものと思われる。しかし、光ファイバの接続作業、長期間の特性変動などについては、実船での試験とう(搭)載による確認が必要と考えられる。

6.3 将来の展望

光ファイバの応用は、現時点では電線に代わる信号伝送路のみが想定されるが、耐ノイズ性、防爆性の面から考えても光ファイバと直接接続可能な光センサの出現が待たれる。将来は光センサ、光ファイバ、それにマイクロコンピュータの組合せにより防爆性、耐ノイズ性について本質的に安全なシステムが構成可能となる。図 10. は将来の船舶におけるコンピュータと、光ファイバとの組合せによる総合監視制御システムの概念を示す。

7. む す び

最近のおもな機関部自動化システムの中心は監視、制御機器ともマイクロコンピュータ応用製品で占められている。

これから更に乗組員の減少、乗船期間の短縮などの環境が変化し、機関部自動化の方向は、故障予知診断を含むコンディションモニタリング及びシーケンサなどによる省エネルギー指向の運航管理及び省力化を目指すものが主流になるであろう。そしてマイクロコンピュータは更にその特質を生かして応用範囲が広がっていくものと考えられる。

今後も船舶という環境条件を十分考慮しつつ、時代のニーズにマッチしたマイクロコンピュータ応用製品を提供できるように努力を重ねていきたい。

参 考 文 献

- (1) 山地, 原口, 萱島, 福嶋, 井村: マイクロプロセッサ応用システム MUS-10 三菱船用万能計算表示装置, 三菱電機技報, 50, No. 3 (昭 51)

1. ま え が き

海上輸送の急速な発展に伴い船用荷役システムも大容量化、高速化及び自動化の傾向が一層強くなってきている。

当社では、これらの要求に対し、長い歴史をもつ船用荷役システム技術に「サイリスタ制御」、「マイクロコンピュータ」などの最新技術を導入し対応を図っている。

特に最近では省力、高効率を同時に満足する自動化システムの要求が強く、制御装置は次第に複雑になりつつある。しかし、船用としての制約が数多くあるためシステム設計には多大の苦勞を要している。本稿では、まず技術革新が進む中で、ともすれば忘れがちな船用としての特殊性について考察し、その後に最近の荷役システムを紹介する。

2. 船用としての特殊性

船用荷役システムは一般陸上用荷役システムと異なり、次のような特異点を持っている。

- (1) ほとんど海上を移動している（停泊時間は非常に短い）。
 - (2) 全世界を回る（特に不定期船の場合）。
 - (3) できるだけ多くの貨物を運ぶため、寸法制限、重量制限が厳しい。
 - (4) エンジンや波浪からの振動、衝撃が常に加わる。また波浪などにより動揺し、傾斜する。
 - (5) 荷役装置を操作するのは、電気的知識のない不特定多数の港湾労働者である場合が多い。
 - (6) 船は完全に独立した1つのプラントであるため、電源容量に余裕がなく、電源容量に対する荷役装置の容量比が大きいの。
- これらの特異点を実際にどのような問題になり、また要求となるかを次に述べる。

2.1 電機品に対する基本的要求

(1) 耐環境性

電機品の製作に関して、次の環境条件に十分耐えることが要求される。

(a) 塩分、油霧

海上のため空気中には塩分が含まれ、機関部では油霧のふんい気にさらされる。

(b) 振動・衝撃及び動揺・傾斜

これらは通常、航海中の現象であるが、荷役装置や貨物の種類によっては、荷役中に過大な衝撃を受ける場合がある。また荷役装置にとっては荷役中の傾斜は重要な仕様条件となる。

(c) 広範囲の周囲温度と高湿度

熱帯から寒帯まで全世界の海域に就航するので周囲温度の変化が激しい。また常に高湿度にさらされる。

(d) 暴露甲板上に設置される電機品は、波浪を直接受けるため、防水、防食及び耐衝撃性が特に要求される。

(2) 小形軽量化

貨物の積載空間をできるだけ広く、また積載重量をできるだけ大きくするため、荷役装置の小形軽量化が必要である。保守点検を容易にすることや耐環境性を満足することなどにより簡単には小形軽量化を実現することは難しく、むだのないシステムを採用して部品点数を最少に抑えることが大切である。

(3) 単純な操作性

船用荷役装置を操作するのは一般の陸上設備のように特定の運転員ではなく、ほとんどの場合各港の港湾労働者が行う。このため単純な操作性を要求され、たとえどのような操作を行っても安全かつ確実に動作することが必要である。

(4) 高信頼性

船が接岸したら迅速に貨物の積卸しを行う必要がある。陸上荷役設備のない港において船の荷役装置が故障すれば、貨物の積卸しが全くできなくなり船会社にばく大な損害を与える。

(5) 保守点検

(a) ほとんどの時間が海上であり、専門家のサービスを受けられないので、乗組員の手で保守点検が行われる。しかし乗組員は定期的に交代するためだけでも容易に保守点検を行えることが必要である。

(b) 荷役装置は停泊中に使用するの、保守点検は航海中にしか行えない。このため動揺、振動がある所での作業になり、安全性を強く要求される。

2.2 電源に対する問題点

荷役装置の大容量化によって、その所要電力が増加して船内電源容量に対する比率が大きくなってきた。更にサイリスタ及びその制御技術の急速な発達により、サイリスタを用いた荷役システムが多く採用され、電源に対する多くの問題が現れるようになった。

(1) 船内電源に対する荷役装置の所要電力比が大きいのことによる問題として次の2点があげられる。

(a) 荷役装置の始動、停止による電源（電圧、周波数）変動が大きいの。

(b) 荷役装置の回生運転による逆電力が主発電機に大きな影響を与える。

電源電圧の変動は次式(1)で与えられる。

$$\Delta V = \frac{X_d'}{X_d' + X_l} \times 100 (\%) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで ΔV : 発電機瞬時電圧降下

X_d' : 発電機の過渡リアクタンス

X_l : 負荷リアクタンス

式(1)より電源電圧変動を抑えるためには、発電機の過渡リアクタンス X_d' を小さくすることが考えられるが、発電機自身の体格が大きくなったり、短絡時の過渡電流が増えるので実用的ではない。したがって大容量電動機を用いる場合には始動方法を工夫することなどにより、発電機側への突入電流を制限するほうが好ましい。

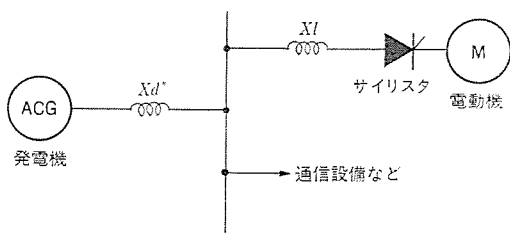


図 1. 船内電源とサイリスタ 負荷

回生運転によって生ずる逆電力に対する対策としては、荷役中の発電機に対するベースロードの大小によって逆電力吸収用抵抗器の要否や適切な抵抗容量を決定しなければならない。

(2) サイリスタ制御の場合には、電源に与える影響が一層複雑になり、特に注意すべき点として次の3点があげられる。

(a) 低力率

定格速度での力率は通常約 70 % であるが、低速運転時は極めて低くなる。すなわち、発電機から見ると無効電力を多量に負担していることになり発電機の容量決定には十分注意しなければならない。

(b) 電源波形のひずみ

サイリスタの転流時に生ずる線間短絡が電源電圧を瞬間的に落ち込ませ、波形をひずませる。電源電圧の落ち込みの程度は式(1)によって表すことができるが、この場合の X_d' はサイリスタ負荷容量を基準とした発電機側の次過渡リアクタンス X_d' に置き換えられる。図 1. に電源システムのモデルを示す。

波形ひずみは同一母線につながった他機へ悪影響を及ぼすだけでなく、発電機の励磁回路によっては動作を不安定にさせる場合がある。

波形ひずみの低減策として：

(i) 負荷リアクタンスを大きくする

(ii) 発電機の次過渡リアクタンスを小さくする

などが考えられるが、負荷リアクタンスを大きくすれば転流重なり角が大きくなる。これらの対策はいずれも発電機の体格を大きくするので、経済的にもスペース的にも良策とはいえない。したがって波形ひずみが問題となる負荷（特に通信設備など）の入力にフィルタをそう（挿）入する方法が最も実用的といえる。

(c) 高調波電流

サイリスタ転流時の波形ひずみは発電機側に高調波電流を流し、発電機や他の負荷に下記の現象が現れる。

(i) 発電機のダンパ巻線の過熱

(ii) 近接する敏感回路への誘導障害

(iii) 電波雑音

(iv) その他、直流機の整流悪化、誘導電動機のトルク減少、高力率形けい光灯のコンデンサ過熱など。

これらの障害対策として：

(i) 発電機のダンパ巻線の強化

(ii) 敏感回路との距離を離す

(iii) 障害機器にノイズフィルタを入れる

(iv) 障害機器とのしゃへい

などが考えられる。

荷役装置のか(稼)働後に現れた障害に対し、これらの対策を施すことは非常に困難なものばかりなので、計画段階での十分な検

表 1. サイリスタ制御容量の船内電源に対する比率
(カッタ、ドレジャの例)

船内電源	1,470 kVA×5 台=7,350 kVA	
同時運転のサイリスタレオナード装置の入力 kVA	ドレジャポンプ	975 kVA×2 台=1,950 kVA
	カッタ	1,220 kVA×2 台=2,440 kVA
	サイドウインチ	380 kVA×1 台= 380 kVA
	トロリーウインチ	114 kVA×1 台= 114 kVA
負 荷 合 計	4,884 kVA	
比 率	4,884/7,350=66 %	

討が必要である。当社では、船用サイリスタ制御装置としての納入実績は既に合計出力 15,000 kW を越え、また同時運転を行うサイリスタ制御容量は、その電源容量に対し約 70 % までの経験をもち、前述の諸問題に十分対処し好成績をあげている。その実例として、カッタ、ドレジャのサイリスタ負荷容量を表 1. に示す。

3. 最近の荷役システムの紹介

3.1 等容量式バケットクレーン

(1) 概 要

セパレートウインチ式等容量バケットクレーンは、ボックスウインチ式に比べて構造が簡単で、大容量にも対応できるため、グラブドレジャには多く使われてきた。駆動方式はエンジン式、油圧式、電動式の3つに分類できるが、自動化傾向が強まり電動式が多く採用されている。しかし非自航船の場合、船内電源容量が小さいため、クレーン用電源設備が別に必要となる。このため経済的、スペース的理由によりエンジン直結形直流発電機によるワードレオナード方式がその主流を占めている（自航船では推進エンジンを共用することが可能である）。図 2. にワードレオナード方式による構成を示す。

(2) システム説明

グラブドレジャ用と陸上用とのバケットクレーンの相違点をあげれば、次の4点が考えられる。

- (i) バケット自重が巻上定格荷重の約 80 % を占める
- (ii) 空中と水中によって荷重が変わる
- (iii) 海底の軟度が定まっていない
- (iv) 海底のしゅんせつ状態が目で確認できない

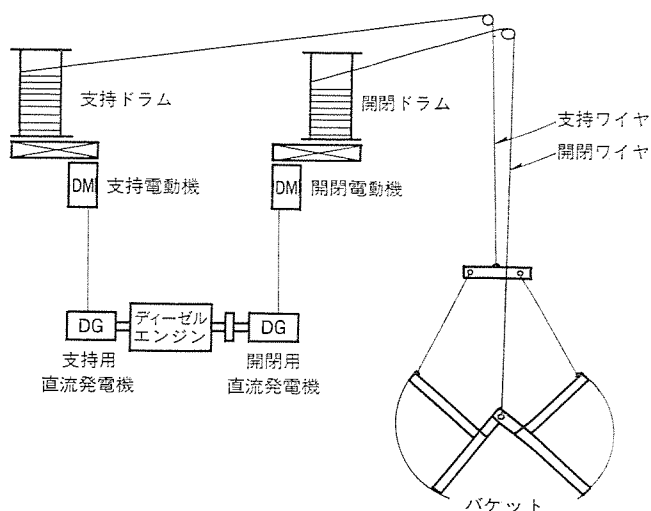


図 2. エンジン駆動ワードレオナード方式による等容量式バケットクレーン

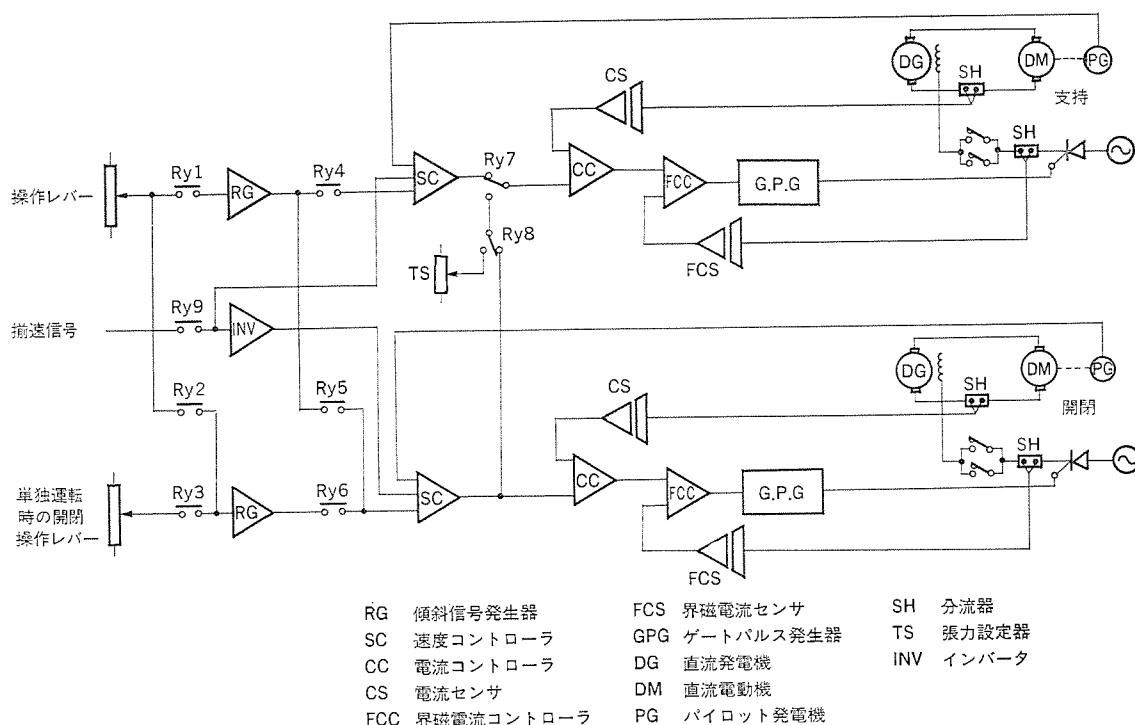


図 3. 等容量式 バケットクレーン 制御 ブロック 図

表 2. 等容量式 バケットクレーン の基本動作

バケット動作	回 転 方 向	
	開 閉 電 動 機	支 持 電 動 機
上 げ	巻 込 み	巻 込 み
下 げ	巻 出 し	巻 出 し
開 き	巻 出 し	巻 込 み
閉 じ	巻 込 み	巻 出 し

基本的には表 2. に示す 4 つのモードを 1 本の操作レバーの前後操作によってくり返すことにより作業を進める。

(a) 開き下げ運転

図 3. のブロック図において、操作レバーを巻下方向にとると、リレー Ry1, Ry4, Ry5, Ry9 が励磁され、支持及び開閉電動機は等しい速度指令で巻出方向に運転される。同時に両ドラムの回転変位検出器よりのせん(揃)速信号が加算され、常に両ドラムは等速度で運転されるため、バケットは全開状態を保つ。設定された深度に到達すると自動的に開き下げ運転は停止する。

(b) つかみ運転

バケットが設定深度に到達した後、操作レバーを巻上方向にとると、リレー Ry2, Ry6, Ry7, Ry8 が励磁され、開閉電動機は巻込方向に運転され、つかみ動作を行う。この時、支持電動機はロープのたるみ取りのためロープ張力設定器 TS で設定された張力一定制御を行う。

(c) 閉じ上げ運転

つかみ動作によりバケットが全閉すると、自動的にリレー Ry8 が無励磁になり、両電動機は負荷分担しながら閉じ上げ動作を行う。このときの負荷分担比はバケットを全閉状態に保つため開閉電動機が全負荷の 55~60% を受けもつ。

(d) 開き運転

バージの上にバケットを移動し、操作レバーを巻下方向にとるとリレー Ry2, Ry6 のみ励磁され開閉電動機が巻出方向に運転される。

(e) 特殊運転

特殊モードとして岩などをつかんだまま上下運転を行うモードや開き上げモードなどがスイッチにより選択でき、各モードを組合せることによって、あらゆる作業を可能にしている。

3.2 コンビネーションクレーンシステム

(1) 概要

船倉をはさんで向かい合った 2 基のジブクレーンをワンマンコントロールにより同時制御して共つ(吊)り荷

役を行うシステムを「三菱 コンビネーションクレーンシステム」と称し、三菱重工業(株)下関造船所との共同開発により製品化した。このシステムは、従来の船用クレーンの特性、機能を十分に生かした重量物荷役システムであり、またコンテナ荷役や 1 点吊りの困難な長尺物の荷役に対し省力化・高速化を実現させるものである。図 4. において 2 主クレーンは操作者がコントロールレバーにより操作し、従クレーンは主クレーンの動作に従って、次の条件を満足するように自動制御される。

(i) 両クレーンのフックを結ぶ直線 M1-S1, M2-S2 を常に両クレーンの旋回中心点を結ぶ直線 C と平行にする。

(ii) 両クレーンのフック間距離 M1-S1, M2-S2 を常に一定にする。

すなわち直接操作される主クレーンの動作に上記 (i), (ii) の条件を満足するように、コンピュータより従クレーンに動作指令が与えられる。このシステムに用いる電動機制御方式は、高精度のスポッティングを可能にするために、巻上げ・ふ仰・旋回の 3 動作はすべてサイリス

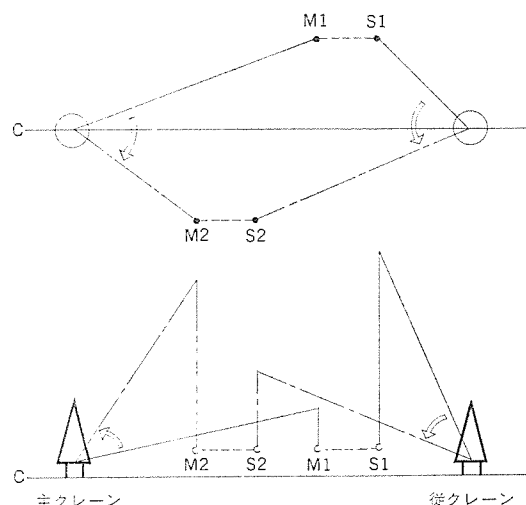


図 4. コンビネーションクレーンシステム

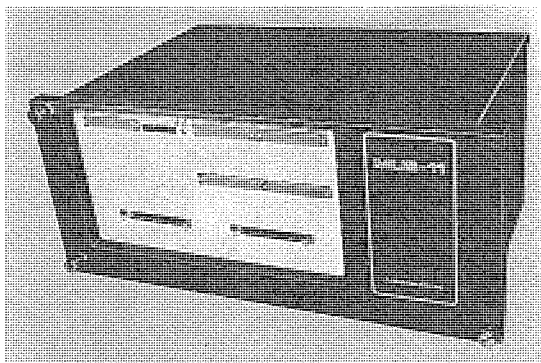


図 5. 船用 マイクロコンピュータ “MUS-11”

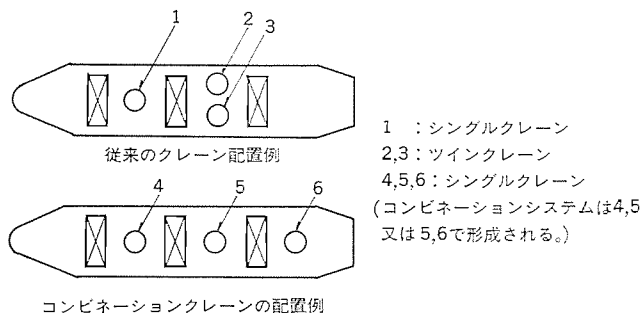


図 6. 船上の クレーン 配置例

タレオナード 制御方式とし、また従 クレーンの 追従指令を与える コンピュータにはエンジンモニターや主機リモコンなどに多くの実績をもつ当社製船用マイクロコンピュータ “MUS-11” (図 5. 参照) を採用している。

(2) 特 長

三菱 コンビネーションクレーンシステムの主な特長を述べると、

(a) 従来の ツインクレーン と比較して：

- (i) 共通旋回台が不要であり、軽量・小形になる。また積荷スペースが広がる
- (ii) 船橋からの見通しが改善される
- (iii) コンテナなどの位置決めが容易になる

図 6. に ツインクレーン と コンビネーションクレーン との配置例を示す。

(b) 従 クレーン が コンビネーション 荷役可能範囲内にあれば、主クレーンの操作によって定められた従 クレーン との相対位置に自動停止するので、安全に コンビネーションカップル ができる。

(c) 水平引込み誤差を自動修正し、常に共通 ビーム は水平である。

(d) 特殊な形状物の荷役を可能にするため、主クレーン と従クレーン との フック 高低差及び フック 間距離は任意に設定できる。

(e) 両クレーンの旋回中心線を結ぶ直線と平行に移動させた荷物を、必要に応じて主クレーンの旋回レバーを操作することによって吊荷旋回することができる。

(f) 主クレーンの動作に従クレーンが最大速度以上で追従しなければならない場合は、主クレーンの速度を制限して従クレーンが最大速度以下で十分追従できるよう制御する。

(g) 主クレーン と従クレーン 間の信号伝送には多重伝送方式を採用して信号線の数を最少とし、配線作業及び保守点検を容易にしている。

(h) マイクロコンピュータ “MUS-11” には、自己診断プログラムによ

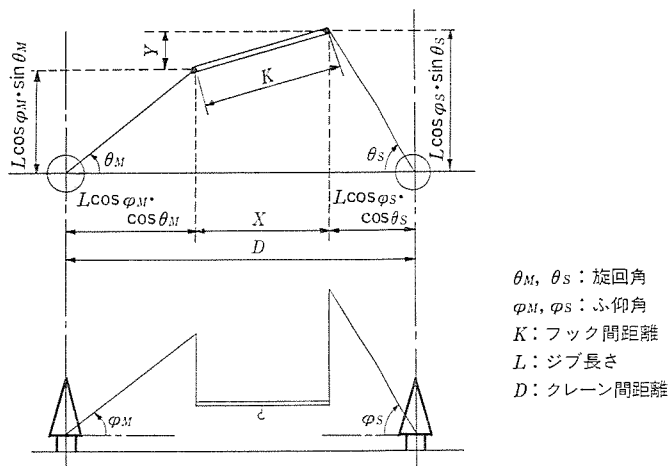


図 7. コンビネーションクレーンの演算パラメータ

る入出力部の異常監視機能を設けており異常箇所の発見は非常に簡単である。また多重伝送系のノイズによるメモリの読取りミスを防ぐため、2 連送照合方式を採用するなどマイクロコンピュータとその周辺機器に対する安全性は十分検証されている。

(3) 動作原理

図 7. においてフック間距離を K とすると、

$$K = \sqrt{X^2 + Y^2} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{ただし } X = D - L(\cos \phi_M \cdot \cos \theta_M + \cos \phi_S \cdot \cos \theta_S) \dots \dots \dots (3)$$

$$Y = \pm L(\cos \phi_S \cdot \sin \theta_S - \cos \phi_M \cdot \sin \theta_M) \dots \dots \dots (4)$$

したがって前述の条件 (i), (ii) を満足するためには、

$$Y = 0 \dots \dots \dots (5)$$

$$X = K \dots \dots \dots (6)$$

が成立すればよい。式 (5), 式 (6) を用いて従クレーンの動作の方向と速度を制御する。また従クレーンの追従遅れを改善するために主クレーンの操作レバーからの指令信号をマイクロコンピュータに入力して、従クレーンの動作方向及び速度を概算し、その概算値を遅れ補正信号として従クレーン速度指令信号に加算する。

吊荷旋回動作を行う場合は、式 (3), 式 (6) だけを用いて制御する。主クレーンを固定して従クレーンを旋回させる場合と、従クレーンを固定して主クレーンを旋回させる場合とがあり、両者とも主クレーンの旋回レバー操作によって一方を旋回させると同時に、マイクロコンピュータにより式 (6) を満足するようふ仰指令信号が動作側のクレーンに与えられる。

4. む す び

今後の船用荷役システムも、更に省力化、高能率化が図られ、優れた制御性が要求されるであろう。このためには、ここで紹介したようなサイリスタ及びマイクロコンピュータなどの新しい技術の応用が必然的に増加するものと思われる。しかしながら、これらの技術を安易にとり入れるのではなく船用としての特殊性を十分考慮して、諸条件をすべて満足するように検討した上で信頼性の高い製品を送り出したいと考える。

最後にコンビネーションクレーンシステムの開発に当たり種々ご指導、ご協力いただいた三菱重工業(株)下関造船所の関係各位に深く感謝の意を表する。

最近のコンテナクレーン用電機品

深田 浩一*・上向 康将*・橘 幹夫*

1. ま え が き

最近の貨物輸送の合理化に伴い、コンテナ荷役はますます増加する傾向にあり、世界的にコンテナ船専用バースと岸壁設置形コンテナクレーンの普及をもたらしめている。また、とう(搭)載される電機品にも、一層高性能、高速度で、かつ信頼性の高いものが要求されるようにな

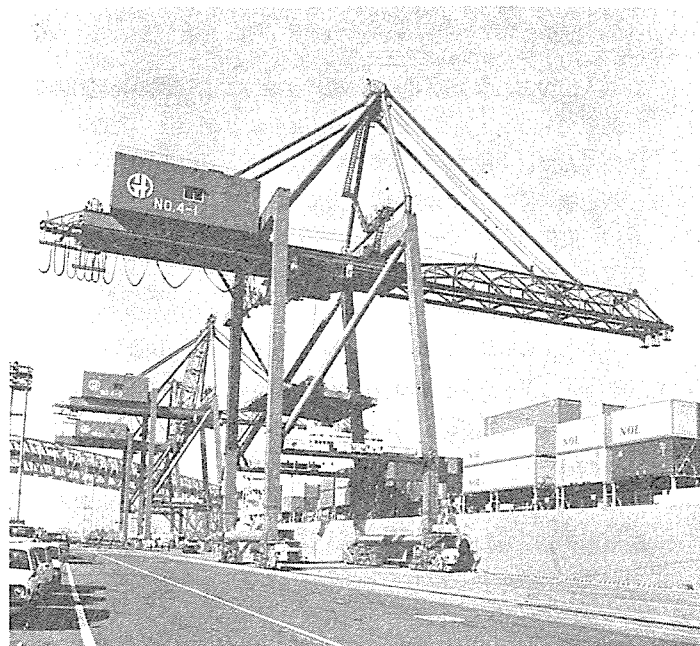


図 1. コンテナクレーン

ってきている。一方、海外向けのコンテナクレーン用電機品では、過酷な環境条件に耐えるものが要求されるケースも多々ある。更に、種々の海外規格に対応することも必要であり、多様化する顧客の仕様に柔軟に対応できることが求められる。

本稿では、コンテナクレーン用電機品の最近の当社納入例について紹介する。なお、図 1. はコンテナクレーンの 1 例を示す。

2. コンテナクレーン用電機品の概要

昭和 42 年に横浜本牧ふ(埠)頭にコンテナクレーン用電機品を納入して以来、当社はこれまで 36 基分の電機品を納入している。最近納入した電機品の概略仕様は、表 1. の通りであるが、ここ数年の傾向は下記のとおりである。

(1) サイリスタレオナード化

海外向けで、電力事情のよくない地域のものでは、依然としてワードレオナード方式が主流であるが、国内案件においては、最近ではほとんどの場合サイリスタレオナード方式が採用されており、その効率の良さ・制御性・メンテナンス性の優位点が認識されてきた。サイリスタレオナード又はワードレオナードのいずれを採用するかは、主として受電電源の容量によるところが大である。バックパワーさえ十分に備わっていれば、サイリスタレオナード方式を採用するほうが得策であると言える。

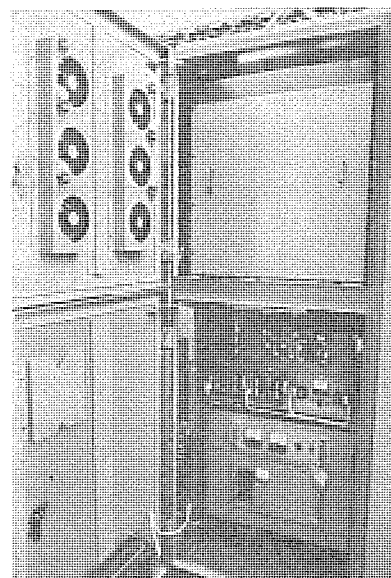
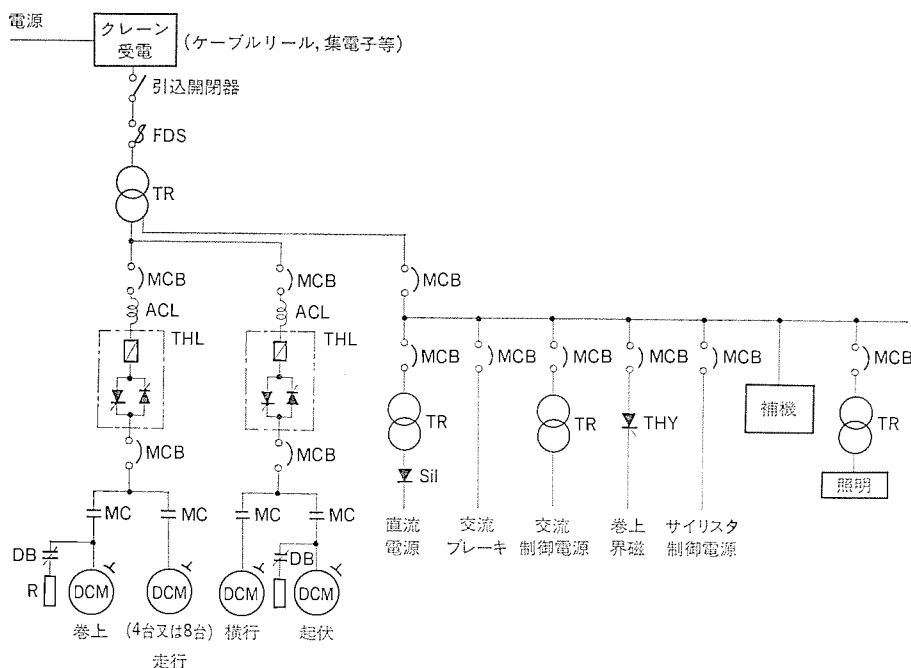
図 2. はサイリスタレオナード方式、図 3. はワードレオナード方式の代表的な主回路単線図の例である。

(2) 電機品の小形化

サイリスタレオナード方式の普及によって、電機品全体の占めるスペースは

表 1. コンテナクレーン 電機品の仕様例

納 入 年 度	1976	1977 1976	1977 1978	1978	1979	1979 1980	1980
定 格 荷 重 (t)	30.5	30.5	30.5	30.5	36	30.5	35
速 度	巻 上 (m/min)	50/120	46/95	30/60	46/95	40/80	40/90
	横 行 (m/min)	150	150	120	150	152	125
	走 行 (m/min)	45	50	90	40	40	45
	起 伏 (min/サイクル)	8	10		10	7	48
モ ー タ 容 量 (kW)	巻 上	370	330	220	330	200×2	290
	横 行	80	45×2	30×2	45×2	40×2	55
	走 行	25×4	15×6	25×4	機械メーカー手配	27×6	25×4
	起 伏	75	100		100	80	75
制 御 方 式	ワードレオナード	ワードレオナード	ワードレオナード	ワードレオナード	サイリスタレオナード	サイリスタレオナード	サイリスタレオナード
電 源	3,300 V 60 Hz	3,300 V 50 Hz	3,300 V 50 Hz	3,300 V 50 Hz	11,000 V 50 Hz	6,600 V 60 Hz	3,300 V 60 Hz



を払ったものを製作した。また高温でだけでなく、空気中に含まれる砂じんへの対策も必要である。このため制御盤では密閉構造を厳重にしつつ、一方放熱もよくするという相容れぬ条件を満たす設計が必要である。この対策として、制御盤キュービクルは密閉構造として、これに放熱フィンを設け、フィンに外気を吹きつけて盤内の熱を外部に放散する方式を採用した。図4.はその1実施例である。

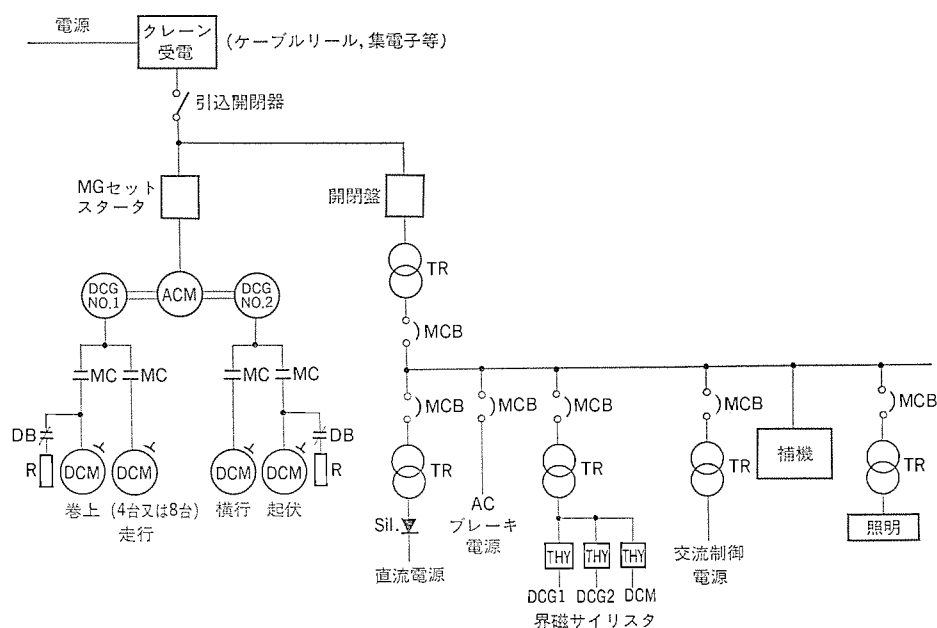


図 3. ワードレオナード方式単線図

ワードレオナード方式に比べて格段に少なくなったが、これを更にコンパクト化して、電気室建屋の縮小、クレーン全体の軽量化へ向けて努力がなされている。

直流動機においては、H種絶縁の採用や通風・冷却の改善によって、同一出力では従来のB種絶縁機に比べ、低いわく(枠)番のものが使えるようになった。また制御装置も、小形リレーの採用・実装密度の向上・保護機能の電子化などにより、すえ(据)付面積の減少を図っている。

(3) 熱帯地域向け高温対策品

中近東地区向けの電機品では、周囲温度最高 52℃ を要求されるものがあり、特に半導体を使用した機器の放熱について、細心の考慮

3. 電機品の特長

3.1 出力一定制御

荷役効率向上のため、コンテナクレーンの巻上げにおいては、軽荷重では高速、重荷重では低速、の特性が要求される。この特性は、巻上用直流電動機の基底速度までは電機子電圧制御、基底速度から最高速度までの範囲では界磁制御を行

荷役の最高速度は荷重に応じて決定されるので、基底速度で荷重を検出し、この値に応じた界磁弱め量を決定して、図 5. の出力一定特性を得る。図 6. は出力一定制御のブロック図である。その特長は下記のとおりである。

- (1) 最大の加速トルクが得られる
加速時は基底界磁で、電機子過負荷定格電流まで流せるので、最大の加速トルクが得られる。
- (2) 制動トルクの最大利用
弱め界磁からの減速は、電機子過負荷定格電流で回生され、次に基

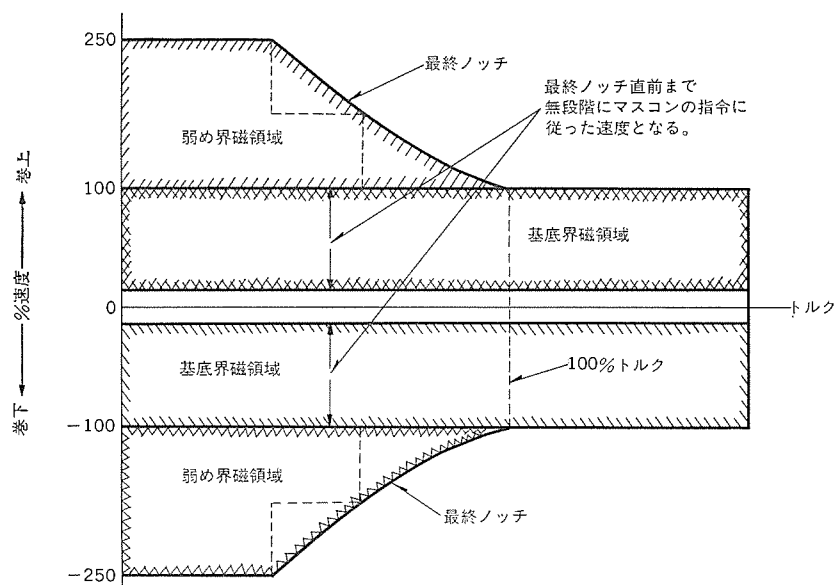


図 5. 定出力特性

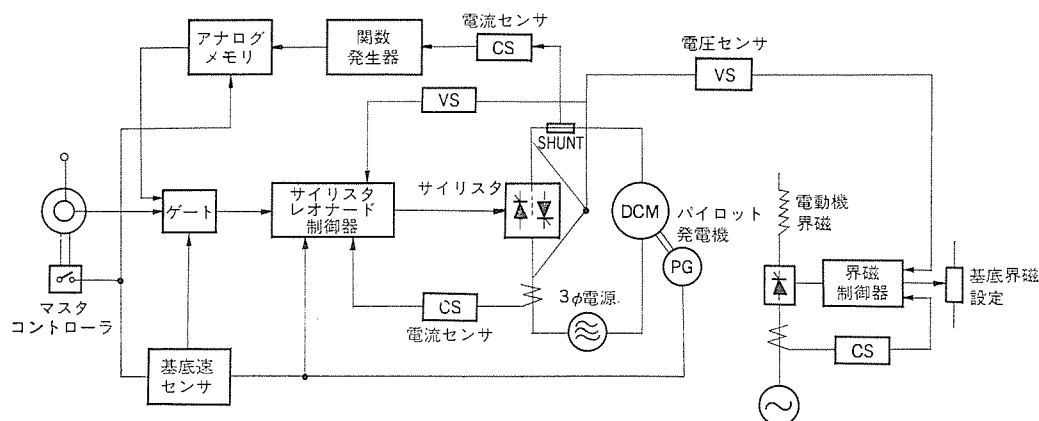


図 6. 定出力制御ブロック図

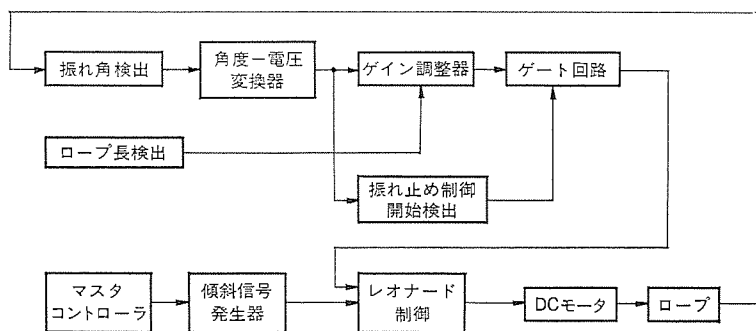


図 7. 揺れ止め制御のブロック図

底界磁に強めた後、電機子電圧が低下して低電圧で停止するので制動トルクを最大に利用できる。

(3) 弱め界磁最高速の無段階設定

巻上荷重は電動機電機子電流から検出し、これをアナログメモリに記憶する。これに応じて弱め界磁量を決定するので無段階に最高速度が得られ、図 5. の特性のとおりとなる。

3.2 揺れ止め制御

(1) 概要

クレーンが荷をロープでつ(吊)る関係上、横行停止時などに荷振れを生ずる。従来は運転者の熟練に頼って荷振れを抑えていたが、今日では運転者の技術や熟練度に影響されずに荷振れ止め運転ができるように自動揺れ止め装置を設置する傾向にある。

(2) 制御方式

荷振れを小さくすることは、ロープの揺れ角を小さくすることであり、ロープの揺れ角を検出し、この信号を横行駆動モータ制御装置にフィードバックする。ロープがトロリーの運転方向と同じ方向に振れたときはモータ速度を増加させ、反対方向に振れたときはモータ速度を減少させるようにして、ロープの揺れ動作をなくすようにしている。図 7. は揺れ止め制御のブロック図である。構成が簡単で、機械には揺れ角検出器(揺れ角を電気信号に変換)とロープ長検出だけを取付ければよく、機械諸元に柔軟に対応できる利点がある。

揺れの角度は、ロープ揺れ角をシンクロ発信機で検出し、これを角度・電圧変換器でアナログ信号に変換する。ゲイン調整器はロープ長に応じてゲイン切換えを行い、ロープ長が短いときはゲインを小さくする。次段のゲートは揺れ止めの制御の入・切を行うもので、現状の横行速度とマスタコントローラの

指令値により決定される。揺れ止め制御入にて揺れ角信号は横行レオナード装置へフィードバックされ、揺れ角 0 制御が行われる。

(3) 実施制

上記方式による揺れ止め装置は国内 4 基、海外 14 基のコンテナクレーンに採用されており、好調に運転している。

図 8. のオシログラムは、その 1 例で、定格荷重 30.5 t を吊り、横行最高速度 2.5 m/s から 0 ノッチにもどし、10 秒後には、揺れ 0.1 m 以下を実現している。

3.3 主幹制御アナログカード

先に述べたように、コンテナクレーン電機品には、小形化という使命が課せられている。このためアナログ主幹制御部について検討を加え、従来、はん用のアナログカードを組合せて、出力一定制御・揺れ止め制御・1 ノッチ補正などのアナログ信号処理回路を構成していたのに代えて、新たにコンテナクレーン専用のアナログジャンボカードを開発した。図 9. はその外観を示し、寸法は 280×430 mm である。このカード 4 枚で従来のはん用カード 155×180 mm 26 枚による主幹回路を構成できるので、約 1/6 の枚数に減少する。またこのジャンボカードでは調整要素(ポテンショメータ・切換スイッチなど)を最適配置することによ

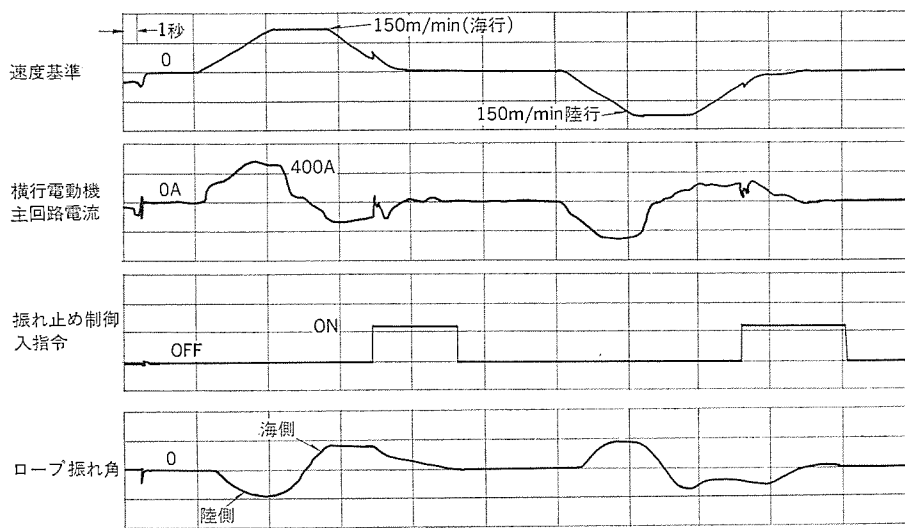


図 8. 揺れ止め制御 オシログラム

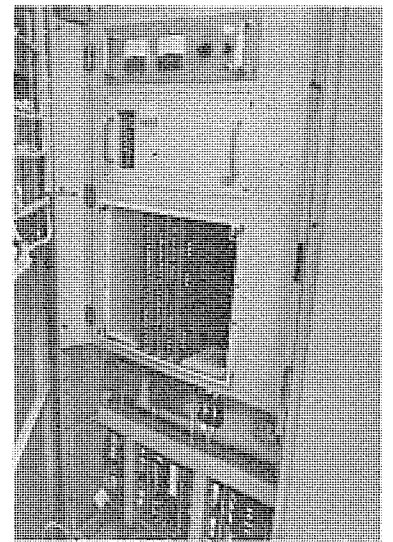


図 10. カード 実装状態

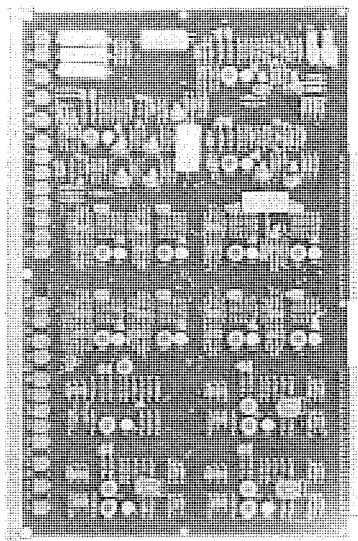


図 9. ジャンボカード

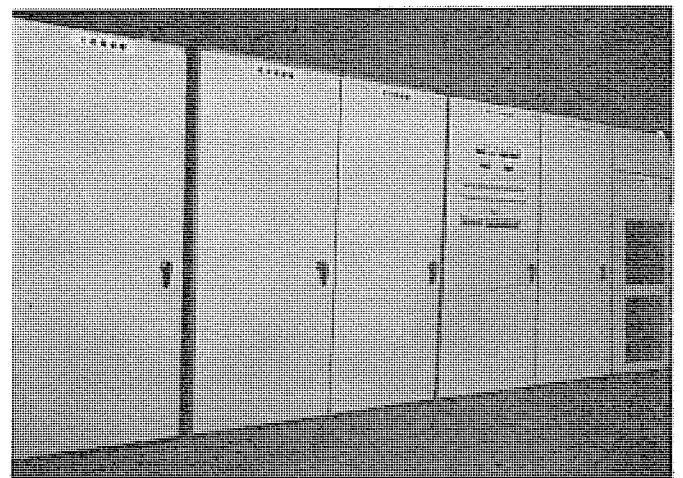


図 11. 制 御 盤

り、調整・保守を極めて容易にすることができ。更に、従来直流電動機の過電流、過電圧、界磁喪失、電機子低電圧などの保護機能にはトランジスタリレーを使用していたが、これらを IC 化してすべて専用ジャンボカードに収納し、コンテナクレーン 1 基分の直流電動機の保護を 2 枚のカードで賄えるようになった。

図 10. は制御にカードを実装した状態を示す。

3.4 小形制御盤

制御盤据付面積を縮小し、保守点検を容易にするために、盤構造につき下記の改善を実施した。

(1) 小形リレーの採用

主幹シーケンス処理用リレーには、ミニチュアリレーを採用して実装密度を向上し、通常のコンタクト形リレーはパワー増幅用だけとした。

(2) ジャンボカードの採用

前述のとおり、カード枚数が約 1/6 になり、占有スペースが大幅に縮

小できた。

(3) フロントサービス

盤内の保守点検は、前面からだけで可能とし、裏面点検スペースが不要となった。これにより電気室壁面に密着して制御盤を設置することができる。

図 11. は、制御盤の外観の 1 例である。

4. む す び

以上、当社のコンテナクレーン用電機品に対する考え方と実際例について記述した。今後更にコンテナリゼーションが発達して、一層高度のシステムが要求され、クレーン単体にとどまらずコンテナカード全体の自動化、総合監視制御などに広がっていくことが予想される。以上を踏まえて、今後ともユーザー各位の新しいニーズに十分こたえ得るよう努力していく所存である。

クレーン用高圧誘導電動機のサイリスタ制御

梶田 武良*・山本 博**

1. ま え が き

クレーン用3相誘導電動機は速度制御の方法は、古くから押上機ブレーキや、うず電流ブレーキなどのロードブレーキによるもの、可飽和リアクトルを利用した1次電圧制御によるものなど種々考案されてきた。しかし、パワーエレクトロニクスの進歩はこの分野にも大きな影響を与え、可飽和リアクトルに代えて、サイリスタを利用した制御が採用されるようになった。

当社では数年前からクレーン用3相誘導電動機のサイリスタ制御の各方式を標準化し、これに対処してきた。これらは小形軽量で良好な制御性が得られるため、クレーン用低圧電動機は速度制御の基本的な方式として広く採用されるに至っている。しかしながら、3,000V級の高圧電動機を使用する大形クレーンには、設備の重要性もあり実績の豊富なリアクトル制御が専ら採用されてきた。しかし、クレーン電機品に対する軽量化、すべ(据)付スペースの縮小の要求は一層厳しく、これらの点で不利なリアクトル制御に代わる高圧のサイリスタ制御が要望されている。

これらを背景に、当社ではこのたびクレーン用高圧3相誘導電動機のサイリスタ制御を標準化し、低圧から高圧に至るすべての容量でのサイリスタ制御シリーズを完成した。本稿では高圧サイリスタ制御の概要を紹介するとともに、各サイリスタ制御シリーズの特徴について述べる。

2. 低圧サイリスタ制御の方式と特徴

高圧サイリスタ制御の紹介に先立ち、各サイリスタ制御シリーズの位置付けとその特徴について述べる。表1は低圧サイリスタ制御の各方式の比較を示す。これらはクレーン用としての使用条件に適合するよう製品化されたもので、以下の特徴を持っている。

- (1) クレーンの電機品据付スペースは一般に少ないため、制御盤奥行寸法を400mmと小さくし、かつ前面保守可能な構造として、メンテナンススペースの縮小をはかっている。
- (2) 通常、クレーンの環境条件は悪く、じんあいが多いためサイリスタの冷却空気を直接外気から取込まないで、盤内循環させる方式としている。
- (3) クレーンでは特に振動などによるプリントカード類の接触不良が問

表 1. 低圧サイリスタ制御の方式比較

制御方式	単線図	適用容量	使用素子	可逆切換	制御原理
DS		22~350kW	サイリスタ	巻下制御のみ (巻上は2次抵抗制御)	直流発電制動 (DCダイナミック)
CR-T		2.2~37kW	トライアック	可逆接触器による	1次電圧制御
CR-C		37~110kW	サイリスタ	可逆接触器による	1次電圧制御
CR-B		2.2~350kW	サイリスタ	サイリスタによる	1次電圧制御

題となる。このためプリントカードはせん(栓)形コネクタによる接続をさけ、端子台で締付接続として接続部の信頼性向上を図っている。

(4) 制御回路の信頼性を高め、かつ万一の故障時にも容易に復旧できるように、プリントカードは機能を集合化して極力数を少なくし、1~2枚で構成している。

(5) 調整、点検を容易にするためプリントカードは平面的に取付け、主要ポイントは発光ダイオードによる動作確認を可能としている。

2.1 DS 制御

誘導電動機の1次巻線に直流電流を流すことにより、制動トルクを発生させることができる。DS制御はこの原理を応用した制御方式で、サイリスタによりこの直流励磁電流を加減し、制動トルクを変化させ速度を制御する方式である。これはうず電流ブレーキなどのロードブレーキを用いる必要がなく、比較的手軽に速度の自動制御が可能のため、クレーンの巻下制御に採用されている。

2.2 CR-T, CR-C 制御

この方式は、誘導電動機の1次各相にトライアック又は逆並列接続されたサイリスタをそう(挿)入したものである。速度制御はトライアック又はサイリスタの点弧位相を制御し、電動機に印加される電圧を加減して、発生トルクを制御することにより行う。この方式では駆動、制動トルクの切換えは可逆接触器により行われる。このため速度制御の応答性は、この接触器の切換時間に左右される。したがって大容量機や直流操作の接触器を使用する場合など、切換時間の長くなる用途にはふさわしくなく、専ら中小容量の電動機に適用される。しかし、この方式は安価かつ極めて小形軽量なため、他の方式に代わり中小容量クレーンの制御方式として主流の座を占めつつある。

2.3 CR-B 制御

この方式は原理的に前記CR-T, CR-C制御と同じであるが、CR-T, CR-C制御で駆動、制動トルクの切換えを可逆接触器で行うところを、正相及び逆相に接続されたサイリスタブロック群を選択して行う方式である。この方式では正逆の切換時間が短いため、サイリスタレオナード方式に匹敵する制御性が得られる。また、数100kWの大容量機にも適用可能なため、交流クレーンの高級制御方式として広く採用されている。

3. 高圧サイリスタ制御の概要

高圧サイリスタ制御は、2章で述べた低圧サイリスタ制御の実用化の経験に基づき、これを高圧電動機の制御に適用した方式であり、前述の種々の特徴をふまえて製品化されている。以下に高圧サイリスタ制御の概要と特長を述べる。

3.1 原 理

高圧サイリスタ制御の動作原理は3相誘導電動機の1次電圧制御と呼ばれるもので、低圧のCR-B制御と同じである。すなわち、3相誘導電動機の1次各相に逆並列に接続されたサイリスタブロックを挿入し、これらを可逆に接続したものである。速度制御は、前述したように、サイリスタで電動機印加電圧を加減し、発生トルクを制御する方

法による。指速発電機により電動機速度を検出し、これと速度指令を比較してこの差に比例した電圧が電動機に印加される。駆動、制動トルク の選択はこの差の正負により正相又は逆相のサイリスタブロック群を選択することで行う。

3.2 誘導電動機のサイリスタ制御の特長

高圧サイリスタ制御を含めて、一般に誘導電動機のサイリスタによる1次電圧制御(サイリスタ制御)は、他の方式、例えばサイリスタレオナード、インバータ制御などと比べて次の特長がある。

(1) 回路構成が簡単

サイリスタ制御は他の方式に比べてサイリスタ素子数が少なく済むので、回路構成が簡単になり、経済的かつ信頼性の高い装置とすることができる。

(2) 電源変動に対し安定

サイリスタ制御ではサイリスタは自然転流するため、電源電圧の低下などによる転流失敗の不具合が生じない。また誘導電動機は本質的に受動負荷であるため、逆起電力の発生する直流機や同期機に比べ、電源電圧が変動しても異常電流の流れる危険が少なく動作が安定している。

(3) 応答が速い

サイリスタ制御では、電動機主回路にはサイリスタのみが接続され、平滑用リアクトルなどの自動制御系の遅れ要素となるものがない。このため他の方式に比べ電動機印加電圧の応答が速い。また誘導電動機の巻線の時定数も小さいため、トルク応答が速く、最大数10ms程度にまでトルク応答をあげることができる。

3.3 高圧サイリスタ制御とリアクトル制御の比較

表2.に高圧サイリスタ制御と、従来実施されてきたリアクトル制御との比較を示す。この表から明らかなように高圧サイリスタ制御はリアクトル制御と原理上同一の制御であるが、可飽和リアクトルをサイリスタに置き換えたことで一層制御性が向上していることがわかる。またリアクトル制御では可飽和リアクトルの残留電圧により、電動機の最大出力が低下するため出力容量に約10%の余裕をもたせる必要があるのに対し、高圧サイリスタ制御ではこの必要がなく、より経済的な電動機選定が可能になる。

電機品の小形軽量化の面では、リアクトル制御に比べて据付スペースで55%、重量で33%と画期的な成果をおさめることができた。

表 2. 高圧サイリスタ制御とリアクトル制御の比較

項 目	高圧サイリスタ制御	リアクトル制御
高圧主回路の開閉方式	サイリスタによる無接触開閉	可飽和リアクトルによる無接触開閉
速度制御の方法	指速発電機により速度を検出して速度の自動制御を行う	同 左
速度変動率	3%以下	約3%
全負荷時の最小設定可能速度	5%	10%
制御系の制御遅れ時定数 (電動機GD ² によ る遅れを除く)	0.1秒以下	約0.3秒
電動機出力低減の必要性	サイリスタによる電圧降下は無視できるため電動機出力が低下することがなく電動機容量に余裕を見る必要はない	可飽和リアクトルの残留電圧により電動機出力が約10%低下するためこの分電動機容量に余裕を見る必要がある
制御装置据付スペース (200A定格の場合)	約9m ² (55%)	約16m ² (100%)
制 御 装 置 重 量 (200A定格の場合)	約5t (33%)	約15t (100%)

4. 制御装置の構成

4.1 仕 様

表 3. に高圧サイリスタ制御の機器構成及び寸法を示す。これらの装置は以下の仕様条件で作られている。

- (1) 電源電圧 3,000/3,300 V (−15〜+10%)
- (2) 絶縁階級 3号B
- (3) 過負荷耐量 100% 連続 200% 10秒
- (4) 使用環境 屋内設置 (−10〜50℃)
- (5) サイリスタ冷却方式 送油風冷式

4.2 回路構成

図 1. に高圧サイリスタ制御装置の回路構成を示す。図 2. 及び図 3. はサイリスタバルブの外観である。

(1) サイリスタ直列数

この装置では200A級、400A級いずれもサイリスタ直列数を7個として、各素子の耐圧を1,600Vとした。素子の直列数を多くし、1個当たりの耐圧を低くした場合は、比較的容易に直列数を増して、必要耐圧に余裕を与えることができる反面、素子数が多くなり装置が大形になる欠点がある。一方、1個当たりの素子耐圧を高くすることは、電流量に比べて必要以上に大形の素子を選定することになり、得策でない。この装置では素子のはん用性を考え、1個当た

表 3. 高圧サイリスタ制御装置の構成及び寸法

定格電流 適用電動機	サイリスタ盤 使用サイリスタ 寸法H×W×D (mm)	自動制御盤 2次制御盤 寸法H×W×D (mm)	限流リアクトル 寸法H×W×D (mm)	2次抵抗器 寸法H×W×D (mm)
200A 2×400kW 又は 750kW	CR-BH-200 FT 300-32×7S 1,670×1,395× 1,065	自動制御盤 1,600×800×400 2次制御盤 1,900×2,800× 600	10mH 1,000×1,300× 1,000	12F形6台 1,900×800×800 ×6台
400A 2×750kW	CR-BH-400 FT 500-32×7S 1,710×1,495× 1,125	自動制御盤 1,600×800×400 2次制御盤 1,900×4,800× 600	7mH 1,200×1,400× 1,100	12F形12台 1,900×800×800 ×12台

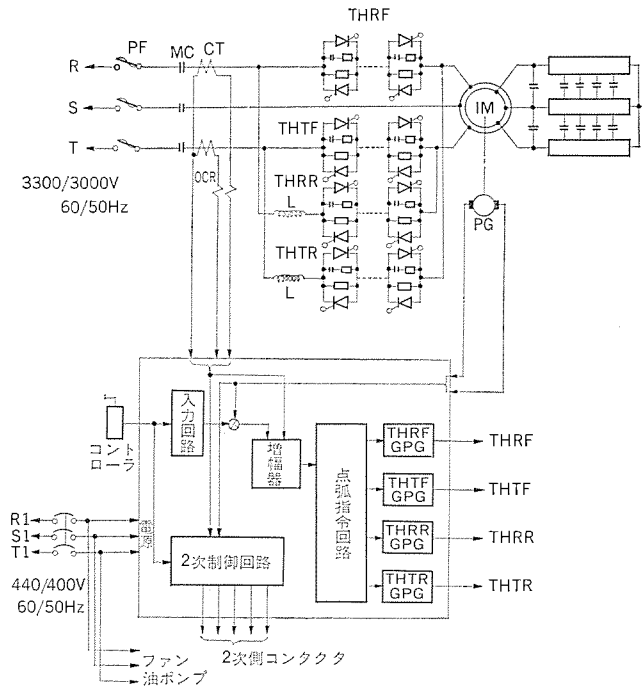


図 1. 高圧サイリスタ制御の回路構成

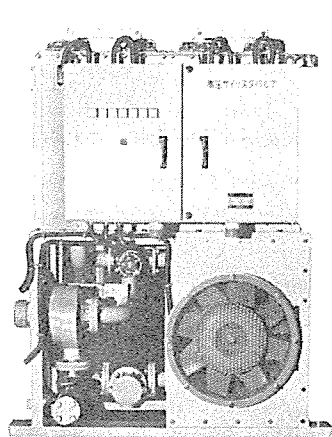


図 2. サイリスタバルブの外観 (a)

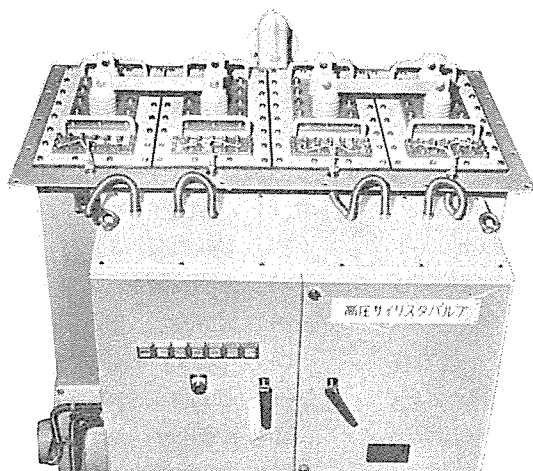


図 3. サイリスタバルブの外観 (b)

り耐圧を 1,600 V とした。

(2) 限流リアクトル

3,000 V 級の高压回路のサイリスタ保護用速断ヒューズは一般に選定困難なため、サイリスタの短絡保護用として限流リアクトルを使用することとした。通常この限流リアクトルは、電源とサイリスタブロックの間に接続されることが多い。しかし、この場合限流リアクトルは電動機と直列に接続されることになり、これによる電圧降下のために、電動機に印加される電圧が低下し、リアクトル制御の場合と同様電動機が定格出力を出すことができなくなる。

そこでこの装置では、逆相側（巻下側）のサイリスタブロックとだけ直列に限流リアクトルを接続し、正相側（巻上側）サイリスタブロックには接続しないこととした。クレーンの巻上装置では巻上時はもちろん、巻下時も巻上トルクが必要で正相側サイリスタが点弧する。逆相側サイリスタは加減速のとき一時的に点弧するだけであるため、逆相側に挿入された限流リアクトルにより巻下トルクが低下しても、電動機の容量不足という不具合は生じない。

この限流リアクトルは後述するように、正逆のサイリスタブロックを通しての短絡保護だけを行い、他の要因による過電流に対しては別の方法で保護を行うこととしている。

4.3 サイリスタバルブの構成

(1) 冷却方式

クレーンの環境条件は一般に悪く、じんあいに対する対策が要求される。特に鉄鋼クレーンでは、グラファイトなどの導電性粉じんが多い。低圧サイリスタ制御ではサイリスタ冷却の方法として風冷方式を採用している。高圧サイリスタ制御では低圧に比べより一層厳重な絶縁が要求されるため、粉じんの完全な除去が困難な風冷方式は採用せず、サイリスタブロックを密閉できる油冷方式を採用した。この方式は送油風冷方式と呼ばれるもので、各サイリスタブロックを油タンクに収納し、冷却油を循環させ、これをファンで冷却する。また、この冷却油は絶縁油としても機能するため、絶縁寸法を縮小できサイリスタバルブを小形化できた。

(2) サイリスタブロックの構成

各相のサイリスタブロックは、逆並列サイリスタ、CR アブゾーバ、分圧抵抗、ゲート回路からなりこれらが一体形のスタックとして構成されている。図 2. に示すように各サイリスタブロックは各単独にタンクに収納されており、故障時には別々に交換、修理ができるよう配慮した。

(3) サイリスタゲート回路

サイリスタゲートと制御回路間の絶縁方法には種々あるが、ここでは多

くの直列サイリスタを同時点弧させる必要性、クレーンの環境条件としてノイズが多いことなどを考慮し、CT による電磁結合形の点弧方式を採用した。サイリスタを同時に点弧させるために点弧時に急しゅんな立上がりをもつ大電力のパルス信号を、通常のゲート信号に重畳して与えることとし、いわゆるハイゲートドライブ方式とした。

5. 保 護

保護の機能は、サイリスタ等の回路の保護、装置の故障チェック、クレーンの機能、動作の保護に分けて考えられる。これらはいずれも特定の保護装置ですべての保護機能を果たすことができないため各保護装置に分担させるべき任務を明確にし、これ

らに協調をとることが重要である。

5.1 回路保護

(1) 過電圧保護

過電圧の原因としては外雷サージと開閉サージがある。

(a) 雷サージ

この装置は屋内設置を基準とし、落雷の影響のない所に設置されるものとしている。したがって屋外設置のクレーンで外雷の影響が予想される場合には別に避雷器の設置などの対策が必要である。

(b) 開閉サージ

開閉サージ電圧は、通常回路電圧の 2 倍が印加されると言われる。この装置ではこれに耐え得るよう、サイリスタの素子耐圧を選定した。直列素子間の電圧分担は、分圧抵抗と CR アブゾーバにより、それぞれ定常時、過渡時の電圧分担を行っている。また、この CR アブゾーバはサイリスタ消弧時のサージ抑制の働きも兼ねている。

(2) 過電流保護

装置全体の過電流保護は電力ヒューズによって行う。しかし、電力ヒューズだけではサイリスタ等を完全に保護することができない。したがって想定される事故に対し次の 3 段階の保護機能で対処している。

(a) 過負荷

主として電動機の過負荷によって起こる、定格の 2 倍以下の過電流に対しては、過電流継電器 (OCR) により保護を行う。これと協調をとるため、サイリスタバルブの過負荷耐量を 200 % としている。

(b) 異常電流

電動機の拘束や内部事故の場合には定格の 10~20 倍の電流が流れる。定格の 2 倍以上の過電流が流れた場合には電流制限回路によりサイリスタの点弧角を制御して、過電流を抑制する。異常電流が定格の 10 倍以上になったときは更にゲートシャ断回路が働き、ゲート信号をブロックするとともに主接触器を落下させ回路をシャ断する。

(c) 短絡電流

正逆のサイリスタブロック間で誤点弧などにより短絡が発生した場合、電流値は電源インピーダンスにより決まり、極めて大きな値になる。この場合には限流リアクトルにより、この短絡電流をサイリスタの許容サージ電流値内に抑制してサイリスタの保護を行う。またこの時はゲートシャ断回路も働いて、ゲート信号をブロックするとともに主接触器が落下し、回路のシャ断が行われる。

5.2 故障チェック

通常のメンテナンスや故障時の復旧に役立てるため、サイリスタバルブの中

表 4. 故障 チェック 項目

チェック項目	内 容
制 御 電 源 故 障	電源電圧チェック 自動制御回路電源チェック ゲートパルス電源チェック
冷 却 フ ァ ン 故 障	ファンモータ過負荷
油 ポ ン プ 故 障	ポンプモータ過負荷
油 流 異 常	送油量減少
油 温 異 常	冷却油温度上昇
ゲ ー ト し ゃ 断	ゲートシャ断回路動作 (リセット押ボタンスイッチで復旧)

心に各種の故障 チェック 機能を設けた。表 4. にその内容を示す。

5.3 クレーン機能に対する保護

制御装置の故障は場合によってクレーンの逸走などの危険な状態をまねく。このため装置の故障に対しては何らかのチェック、バックアップが必要である。一般にはこの方法として制御系を2重化して、信頼性を高める方法がとられる。しかし、これは制御装置の心臓部を2系統設けることになり不経済であるほか、電源故障などの共通故障に対し弱いという欠点を持ち実用的でない。したがって、この制御ではクレーンの動作に着目し、これが指令と異なる動きをしたとき緊急停止させる方法を採用した。

(1) 過速保護

指速発電機の電圧を チェック し、逸走の防止をはかる。

(2) 逆転検出

電動機の回転方向を チェック し、指令と異なった場合停止させる。

(3) 上記以外に、必要に応じ各 ノッチ 速度の チェック や、指速発電機の断線 チェック も行っている。

6. 制 御 特 性

6.1 速度-トルク特性

図 4. に高圧サイリスタ制御の速度-トルク 特性を示す。図で巻上1～3ノッチでは駆動トルクの制御が行われ、巻下1～4ノッチでは逆相制御(ブラッキング)トルクの制御が行われる。また巻上4ノッチでは速度の自動制御を行わず、サイリスタを全点弧させて2次抵抗を順次短絡して全速まで加速させている。2次短絡段数は、多いほど加速時のピーク電流を抑制することができ、サイリスタバルブの過電流耐量を小さくできる。この装置ではピーク電流を200%以下にするため、標準的に短絡段数を5段とした。

各ノッチ速度とその時の2次抵抗値(2次抵抗タツ)の選定は適切に行う必要がある。2次抵抗値を必要以上に小さくしたときは、次の不具合が生ずる。

指令速度を保つために、サイリスタ点弧角がしぼられ、電動機印加電圧が低下する。この時負荷に見合う電動機トルクを発生するために、負荷電流が増加し電圧低下が補償される。この結果電動機の過熱や、サイリスタバルブの容量不足という問題が起こる。

この制御では、2次抵抗短絡を速度を検出して行うほか各ノッチの指令速度にも標準を設けて、2次抵抗値が電動機速度に見合った値となるよう配慮している。

6.2 加減速切換特性

(1) 切換時間

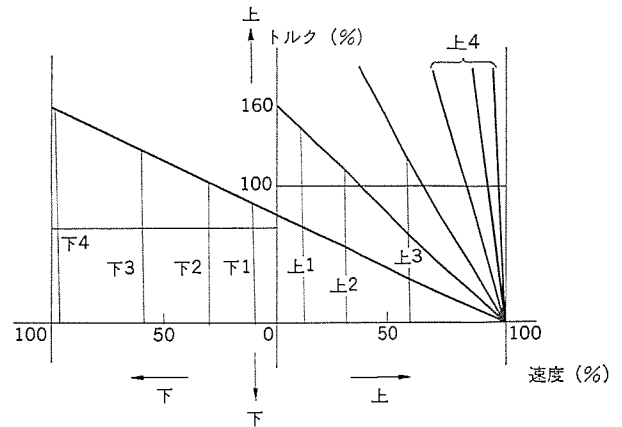


図 4. 速度-トルク 特性

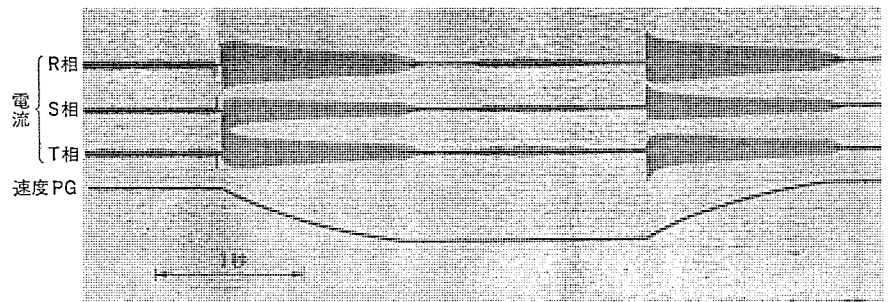


図 5. 加減速特性例

高圧サイリスタ制御では加減速の切換えは、正逆のサイリスタブロック群を選択して行う。サイリスタに流れる電流はゲート信号をブロックした後、最大半サイクル後には0となるため最短10msで切換可能である。しかし、ブラッキングを行う場合、2次抵抗が挿入されないまま切換わると、過電流が流れるため、2次短絡接触器の落下を確認した後逆相側サイリスタを点弧させる必要がある。したがって、この場合には接触器落下時間分(平均50ms)切換えが遅れることとなる。

(2) 励磁突入電流の抑制

図 5. は加減速特性のオシログラムの例である。図より明らかなように、正逆相の切換時には、電動機の励磁突入電流が流れる。これは電動機に印加される電圧の位相が変化して、電動機の磁束が飽和するため起こる現象で、場合によっては過電流によりOCRのトリップ、パワーヒューズの溶断に至ることもある。このため、この制御では、正逆サイリスタブロックの切換時にサイリスタ点弧位相を抑制して最初の3～4サイクルは電動機への電圧印加を緩和する方法を採用した。この結果励磁突入電流を定格の2倍以下に軽減できた。

7. む す び

以上、クレーン用高圧誘導電動機のサイリスタ制御について述べた。既に広く採用されるようになった低圧のサイリスタ制御の各シリーズに高圧サイリスタ制御が加わったことで、クレーン用誘導電動機のすべての容量でサイリスタ化が完成した。これによりサイリスタ制御は、ますます交流クレーンの速度制御方式として中心的な役割を果たすようになるものと確信している。今後一層これらを使いやすいものにして、需要家各位の期待に答えるよう努力する所存である。

参 考 文 献

- (1) 原田・滝沢・梶田：交流クレーンのサイリスタ制御方式，三菱電機技報，50，No. 4 (昭51)

1. ま え が き

ごみ焼却場において、ごみクレーンの運転は、作業ひん度が高いうえに作業環境も悪く、ごみ焼却場内で最も省力化、自動化が要求されている分野である。しかしながら、ごみクレーンの作業内容の複雑さと、クレーンの無人運転の安全性に対する不安から、その実用化はかなり遅れているのが現状である。

当社は、鉄鋼業界を中心として、早くからクレーンの無人化、省力化を手がけ、クレーンの自動運転に必要なシステムコンポーネントの開発、クレーン制御のソフトウェアの蓄積を進めてきた。そうした中で、昭和53年、某清掃局よりごみクレーンの自動運転システムを受注して以来、計画中のものまで含めると数台のごみクレーン自動運転システムを手がけてきたので、その内容について紹介する。

2. ごみクレーンの概要とシステム構成上の留意点

ごみ焼却場におけるごみクレーンは、図1.に示すように、貯留ピット内のごみを、焼却炉のホッパへ投入することを主作業としている。そのほか、ごみの搬入時間前に、ごみ収集車からのピットへのごみ搬入を容易にするため搬入ゲート付近のごみを移動しておく作業、ごみの搬入が開始されて、搬入ゲート付近に山積みされるごみを移動する作業、またごみ質を均一化する目的で、ピット内の新しいごみと古いごみを混合する作業などがある。

ごみのクレーンは、1日24時間連続してこれらの作業を行う。使用ひん度が激しいうえに、オペレータは焼却炉のホッパ内のごみレベル、投入ゲート付近のごみの山積み状態、ごみ質の混合状態などに常に気を配って、それに対応した作業を行わなければならない、オペレータにとって労働条件は非常に過酷なものとなる。

このような条件下にあるごみクレーンの自動運転の計画に当たっては、自動化する作業内容とシステム操業計画とについて、十分に考慮しなければならない。以下にこれまでのシステム操業方式の実例をあげて紹介する。

(1) 夜間のホッパへの投入作業を自動化した例

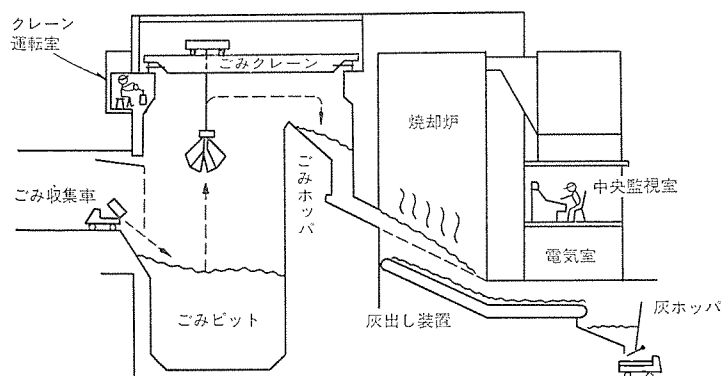


図1. 清掃工場のごみクレーン

投入作業は、定形的な作業である。夜間はごみ搬入が終わり、積替え作業によってごみ質を均一化しているの、夜間のごみ投入作業を自動化することは容易である。手動運転の場合、ホッパのごみレベルを監視しながら、10～20分に1回、ごみ投入を行わなければならない。これに対して、自動運転とすれば、ホッパ内のごみレベルを検出し、クレーンが自動始動して投入作業を行うため、夜間は無人運転に近い省力化が可能である。

(2) ごみピットを分割し自動化した例

ごみピットに中央仕切りを設け、1日おきにごみ搬入ピットとごみ投入ピットとを切替えて使用する。ごみ搬入ピットでは、ごみ収集車によって搬入されたごみの移動、積替えを手動又は半自動で行い、翌日の投入作業に備える。投入ピットでは、前日に均一化されたごみのホッパへの投入作業を全自動で行う。

このシステムでは、複雑な作業が要求されるごみの搬入時間帯にはオペレータの介入を必要とするが、投入作業は終日自動運転で行うことができる。このためオペレータの労働条件は大幅に改善される。

(3) ピットに余裕を持たせ、すべての作業を自動化した例

ごみピットに余裕を持たせて、ごみの移動先スペース、投入ごみスペースを意識的に区分し、移動作業、積替え作業、及び投入作業を自動運転で行う。このシステムでは、作業内容の自動切換え、作業順番の設定などにおいて、ソフトウェアは複雑になるが、省力化の効果は最も大きい。

このシステムの内容については、5章自動運転において詳細に説明する。

3. システム構成

図2.に某ごみ焼却場におけるごみクレーンのシステム構成を示す。

ごみクレーンは2台設置されており、環境の悪いクレーン上には電動機、ブレーキ、検出器などの必要最小限の装置を装備している。

中央制御室に設置されている自動運転操作盤からは、いずれか1台のクレーンの自動運転と、他の1台のクレーンの手動運転が可能となっている。クレーン操作室からは、2台のクレーンの手動運転を行うことができる。

マイクロプロセッサ (CLP-N 30 B) を、中央制御室に設置し、クレーンの位置検出、作業順番の設定、作業シーケンスの実行、運転状態の監視、エラーメッセージの出力などの各機能をもっている。

4. クレーン制御

自動運転は、各種検出装置、マイクロプロセッサ、速度制御装置などのシステムコンポーネントの充実と、クレーン制御技術の蓄積の上になつて可能となる。本章では、ごみクレーンの自動化に使用しているシステムコンポーネント及びクレーン制御技術について述べる。

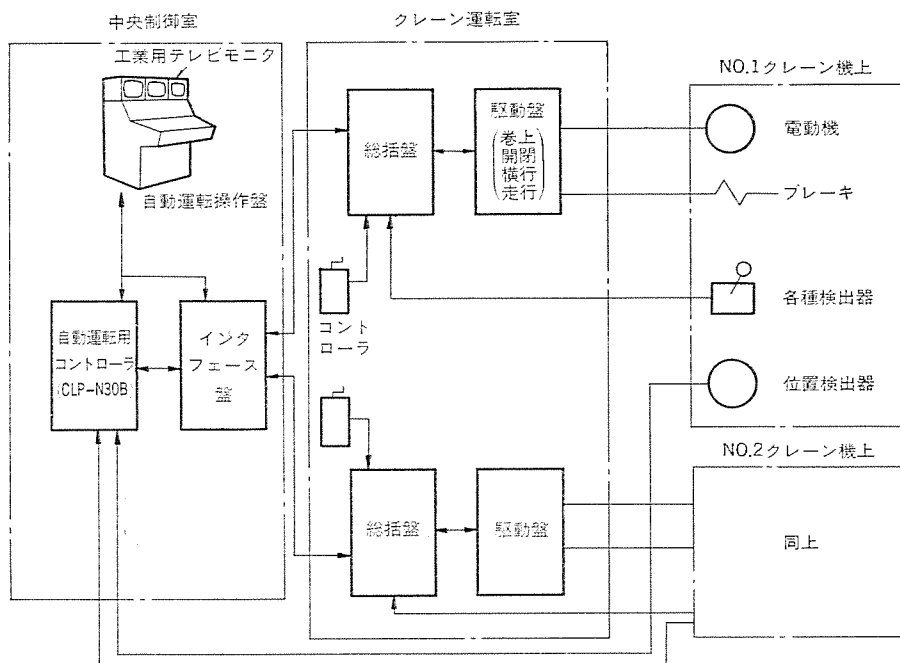


図 2. システム構成図

4.1 位置検出

巻上げは、ドラム回転軸に、横行、走行はレールに沿って回転する検出専用車輪(タッチローラ)にシンクロレゾルバを結合して、その回転角により位置を検出する。三菱クレーン用位置検出装置 ADDREXER を用いて、5 mm ピッチで 300 m まで絶対位置検出を行っている。

三菱クレーン用位置検出装置 ADDREXER の特長を、以下に記述する。

- (1) シンクロレゾルバの位相角検出方式のため、パルス発信器方式に比べてカウントミスのない絶対位置の検出が可能である。
- (2) 横行、走行はスリップの少ない専用タッチローラを使用している。万一スリップしたとしても、補正位置(通常ホップ位置)でスリップ量の補正を行うため、累積誤差が発生しない。

- (3) 巻上げは 10 mm ピッチ、横行、走行は 5 mm ピッチで検出しているため、きめ細かい制御が可能である。

図 3. に ADDREXER のブロック図を示す。

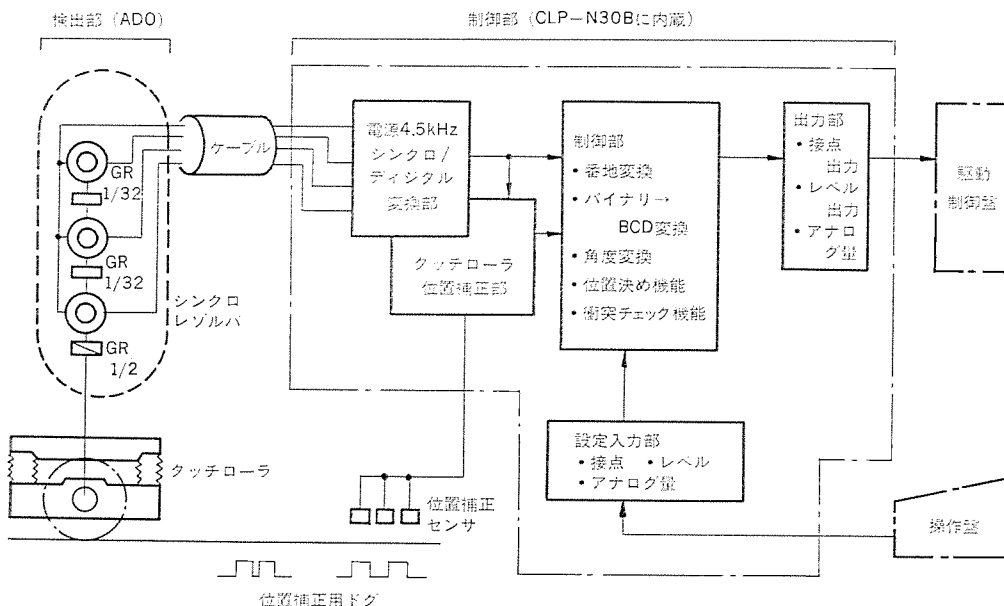


図 3. 位置検出装置 (ADDREXER) ブロック図

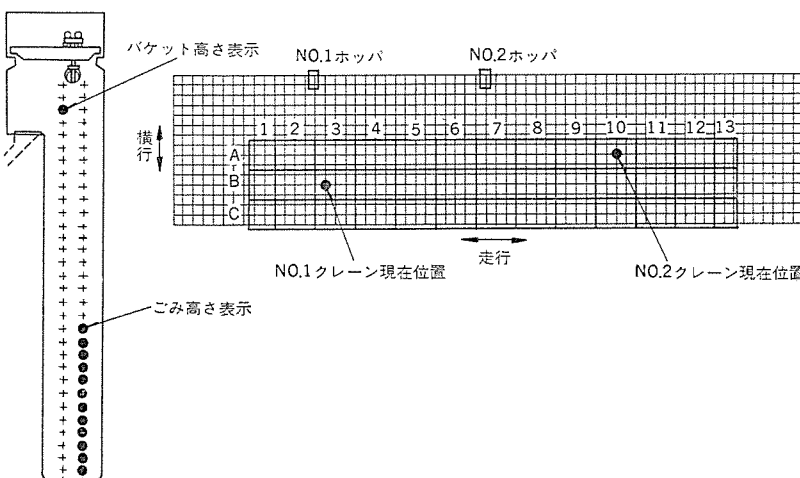


図 4. クレーン位置表示

位置表示の 1 例に示す。

4.3 衝突防止

両クレーンの走行位置データにより、常に安全距離を保って運転できるよう CLP-N30B により管理している。安全距離は、両クレーンの走行方向と、速度によって変化させるようにし、安全でしかも接近しての作業も可能な方法をとっている。

両クレーンの走行方向と、走行速度は ADDREXER の位置データの変化を、一定時間ごとに演算することによって得ている。

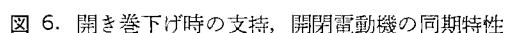
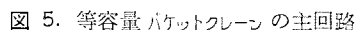
4.4 振れ止め制御

クレーンの始動において、等加速度で始動した場合、ローラの最大振れ角 θ は、加速度 α で決まり、 $\theta = \alpha / G$ (G は重力の加速度) の振れが発生する。ごみクレーンの揚程は他のクレーンに比較して大きいので、ごみを移動する作業などでバ

運転パターンは、加速度、減速度が等しい対称な台形パターンに限定し、ロープ長さより決まる振れ周期と移動距離から最適な最高速度及び加速度を求めている。

バケットが着床するたびに、荷重計の重量信号と巻上位置検出装置の出力とから、ごみ高さを検出し、各番地ごとに CLP-N 30 B に記憶して運転を行っている。

(1) 自動運転開始前に、つかみ範囲内各番地へバケットを着床させ、ごみ高さを記憶するごみ高さ検出運転モードを設けている。この運転モードは、隣接する番地から順にバケット着床を繰返すので、ごみの最大傾斜角に応じた高さだけ巻上げればよく、比較的短時間にすべての番地のごみ高さを記憶することができる。また、この運転モードを実行中にホップから投入要求があった場合は、投入作業を優先して行うようにしている。



バケットの開閉制御には、油圧式と等容量2電動機式とがある。油圧式の場合、バケットの開閉動作は、油圧シリンダによって行われるので、巻上電動機としては通常速度制御だけで十分である。一方、支持用と開閉用に別個の同一容量の電動機を使用する等容量2電動機式は、2つの電動機間に機械的な連けいなしで運転され、しかも両電動機にかかる負荷が異なるため、ロープのたるみや、開き巻下げ時にバケットが閉じる傾向になるなどの問題点を持っている。これに対し、ダイナミック自動制御（DS 制御）を使用した特長のある方式を採用し、好結果を得ている。図 5. にこの方式による等容量バケットクレーンの主回路を示す。

クレーンの位置決め制御、振れ止め制御などの重要な機能は、駆動制御により左右される。横行、走行には、巻線形誘導電動機の1次電圧をトライアックにより制御するCR-T制御装置(図7.)を採用し、加減速度及び中間速度を自由に選択して運転することができる。

半自動運転は、移動作業、積替え作業及び投入作業がランダムに発生するごみの搬入時間帯に主として使用され、つかみ位置、降ろし位置をその都度セットして1サイクル自動運転を行うモードである。

全自動運転は、3種類の作業モードを持ち、各作業ごとに数種類の作業パターンをCLP-N30Bに記憶し、その作業順序に従って運転されるモードである。

全自動運転には、投入、移動、積替えの各作業モードがあり、それぞれの作業は次のとおりである。

ホッパからの投入要求信号により自動始動し、選択された投入順序パターンに従って投入作業を行う。投入順序パターンは、ごみ高さの高い番地から順番に作業を行うものと、CLP-N 30 B に記憶された標準的な作業順序とがある。

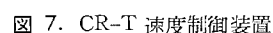




図 8. 自動運転操作盤

選択された順序パターンは、操作盤上のパネルディスプレイに表示され、作業中の番地又は、次の作業番地が点滅し、作業の進み具合が一目でわかるようになっている。順序パターンには、ピット内のすべての番地が設定されているが、ごみ質の状態などにより、投入できない範囲はテンキーで入力し、順序パターンから除外することができる。

(2) 自動移動

搬入とびら(扉)の開閉回数(ごみ収集車のダンブ回数)が設定値以上になると自動始動し、標準作業順序パターンにより、該当する搬入扉付近のごみを、ピット端へ移動する作業を行う。自動移動運転の順序パターンは搬入扉付近のごみの山積み状態を想定してあらかじめ設定したもので、最初のつかみ番地は最もごみ高さが高くなると思われる番地から開始する。

(3) 自動積替え

数種類の積替えパターンをあらかじめ設定しておき、いずれかのパターンを使い、ピット内のごみの積替え、ごみ質の均一化を図る作業である。

以上の3種類の作業モードにより、ピット内の作業はすべて全自動で行うことが可能である。図 8. に自動運転操作盤の1例を示す。

図 9. の全自動運転時の概略動作フローに示すように、作業モードの切換えは自動的に行われ、作業モードの優先度は投入作業、移動作業、積替え作業の順としている。また、移動作業あるいは積替え作業実行中にホッパから投入要求が出力されると実行中の作業を中断し、投入作業に運転モードを切換える。このときバケットがつかみ動作開始前であれば、図 9. のシーケンス①より投入作業を開始し、バケットがつかみ動作開始後であれば、シーケンス④より作業を行う。

次に自動運転時のクレーンの主な動作について述べる。

5.3 つかみ動作

バケットを高速で巻下げ、CLP-N 30 B が記憶しているごみ高さ近くで低速とし、荷重計からの着床検出信号で巻下げを断行する。

バケットには、傾斜が一定量以上になったとき作動するバケット転倒検出装置が設けられており、バケットが転倒した場合、手動介入するか、又はその番地の作業を中止して次の作業番地へ移ることができる。ごみのつかみ量は荷重計によりチェックされ、過不足が発生した場合、つかみ直しを行うとともに手動介入を可能としている。

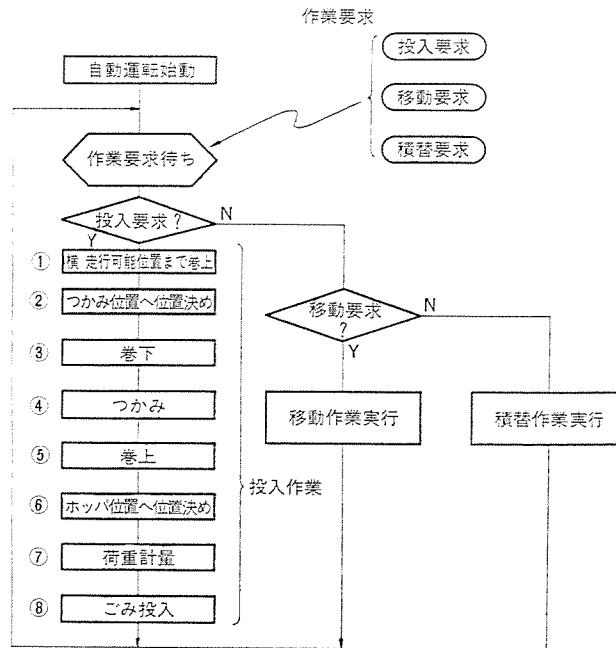


図 9. 全自動運転時の概略動作フロー

と現在位置のあいだのごみ高さをチェックし、最も高いごみ高さを越えることができる高さまでとする。

5.5 ホッパへの投入動作

ホッパ上に位置決めが完了すると、荷重計に計量指令を出し、ごみ重量を印字し、印字完了信号によりホッパへの投入作業を開始する。

ホッパへごみを投入するとき、一気にごみを落させずに、横行又は走行をインチングしながら、バケットを数回に分けて開くことによりホッパがアーチングを起こさないよう考慮している。

5.6 搬入扉とクレーンの動作

ごみ収集車がダンブしたとき、バケットの上にごみがかかることを防ぐため、搬入扉が開いている該当扉付近の作業を中止するとともに、既に作業を開始している場合には、バケットがつかみ前であれば直ちに巻上げを行い、他の作業番地へ移動する。移動作業の場合は搬入扉付近の作業が続くため、該当扉は閉じておきその扉からのごみの搬入を中止する。

5.7 運転監視と異常時の処置

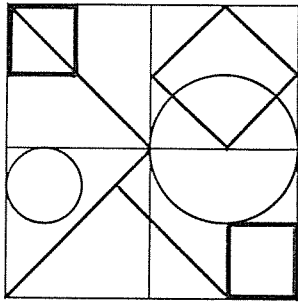
運転領域チェックと速度チェックは、手動運転時も有効となるようリレーシーケンスによりチェックを行っている。また CLP-N 30 B では各動作における運転時間監視、ADDRESSER 位置データとリミットスイッチ動作点の相互チェック、シーケンスステップとリミットスイッチ動作状況の合理性チェックを行っている。

これらのチェックにより異常を検出した場合は、直ちに運転を中断し、操作盤上のパネルディスプレイに異常の内容及びクレーンの動作状態を表示し、復旧を容易にしている。

6. む す び

本稿で紹介したごみクレーンの自動運転システムは、オペレータの労働条件の改善を主目的とし、この点では効果をあげている。今後のごみ焼却場は、余熱利用、公害防止を含めて大規模な総合プラントとして、ますます省力化、自動化への道を進むことが予想される。ごみクレーンについても、焼却炉の自動燃焼制御と協調したトータルシステムとしてとらえ、より優れたシステムの開発に努力したい。

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1204384	三相負荷時 タップ 切換変圧器	鶴田 敬二	1204422	パネルヒータ	牛 越 諒・高相泰幸
1204385	マグネトロン の雑音防止装置	江崎 光信	1204423	パネルヒータ	牛 越 諒・高相泰幸
1204386	タップ 接続装置	小林 忠雄	1204424	パネルヒータ	牛 越 諒・高相泰幸
1204387	回転電機	荒田 耕一・池田 悌二	1204425	空気調和機の窓取付装置	鈴木太八郎
1204388	配線用 ダクト	渡辺 潔・池田 弘	1204426	放射線分布均等化装置	原田 義明
1204389	液面検知用電極	高橋恒夫・長沢 英治	1204427	カード 引抜き工具	広原 俊夫
1204390	液面検知用電極	高橋恒夫・長沢 英治	1204428	開閉器の電弧駆動装置	西迫 静隆
1204391	漏電し ャ断器の漏電表示装置	新田 裕稔	1204429	内燃機関点火用配電器	大田喜一郎
1204392	ダイオード 移相器	八原 俊彦	1204430	搬送装置	沢 永 寧・早泉紀夫
1204393	リードリレー	長尾良章・森 欽 哉	1204431	キャンド 型電動機	山本作衛
1204394	チャンネル 指示装置	赤羽正光・才原勝也	1204432	かしめ治具	藤原 昭光
1204395	テレビチューナ の自動局部発振周波数制御装置	吉岡 隆司	1204433	タイマー	林 正之・土肥利昭
1204396	点火時期調整装置	橋 本 実	1204434	電動送風機用 ケーシング	入沢 淳三・林 悦二
1204397	内燃機関点火用断続装置	斉 藤 実	1204435	けい光灯具のソケット取付装置	岩 沢 清
1204398	し ャ断器	竹内孝治・福本源吾	1204436	ランプ脱落防止装置付ソケットホルダ	{ 本 莊 黎明・日山 数久 村井正近
1204399	クラッチモータ	横山 昌弘	1204437	バンド 鉄心の形成装置	松 本 金 昭
1204400	防振用支持具	猪 熊 章	1204438	冷却装置付電気機器	大久保 均
1204401	真空掃除機	長 嶺 元・福田 興司	1204439	し ャ断器	竹内義治・岡村 捷久
1204402	印字装置	林 正之	1204440	回転電機	峰須賀利吉
1204403	印字装置	林 正之・土肥利昭	1204441	シュー 形 プレーキ	松 谷 英 治
1204404	電動機鉄心	藤田 寿昭	1204442	シュー 形 プレーキ	松 谷 英 治
1204405	リレー 回路	{ 加 藤 悟・田 山 勇 野口善弘	1204443	亜鉛 メッキ 鋼板の合金化装置	中 村 謙 三
1204406	リレー 回路	{ 加 藤 悟・田 山 勇 野口善弘	1204444	電気掃除機	{ 福田興司・高橋 豊 近藤政喜
1204407	コンベヤ 設備における切換ダンパ装置	水溜 和哉	1204445	電気掃除機の集塵装置	福田興司・高橋 豊
1204408	ガスバーナ	厚井 裕司	1204446	シャッタ 自動開閉装置	久保田正勝
1204409	カートリッジ の操作装置	高木勝則・渡辺 公司	1204447	タイマ 装置	中 村 隆
1204410	位相検波器の出力直流電圧設定回路	岡 野 晃・森谷 洋一	1204448	窓用換気扇	山尾 恭右
1204411	テーブル の速度制御装置	杉 本 弘	1204449	電動式締付工具	秋吉俊男・渋谷 博司
1204412	極低温冷凍機の ガス 圧縮装置	尾原 昭徳	1204450	エレベータ かご室の照明装置	林 龍 三
1204413	し ャ断装置	山本 清美	1204451	電気 マッサージャー	川 合 輝 一
1204414	駐車場設備における待ち時間表示装置	原田 浩治	1204452	旋盤の安全 カバー	金 本 定・福西千明
1204415	給湯用熱交換器を有する冷暖房装置	岩崎 善彦・河原隆夫	1204453	エレベータ かご室の照明装置	林 龍 三
1204416	端子接続装置	岩 沢 清	1204454	エレベータ かご室の照明装置	林 龍 三
1204417	吊り上げ電磁石	栄 信 重	1204455	電気 アイロン	渡 辺 進
1204418	バルブアクチュエーター のリミットスイッチ 機構	佐藤 正昭	1204456	エレベータ かご室の照明装置	{ 安 生 満・林 龍 三 大竹茂光
1204419	減衰器のカード 抵抗器の固定装置	井 上 敏	1204457	リードリレー	桜 田 武
1204420	移相器の内部誘電体の固定装置	井 上 敏	1204458	冷凍装置	江 本 浩 徳
1204421	開閉器の操作装置	{ 岩崎 行夫・長井 成吉 真鍋勝之・本間 久智	1204459	空気調和機	平 山 建 一
			1204460	インパクト 工具	{ 秋吉俊男・大藪 寛史 田中泰義
			1204461	ダンパー 制御装置	根 岸 宣 匡
			1204462	発熱体	鳥 山 建 夫
			1204463	調整用 ドライバー	松 本 信 男・大塩 一 治
			1204464	ブラシレス 発電機用整流素子	飯 田 隆 彦
			1204465	放射線源着脱装置	三 富 至 道



特許と新案

エレベータの故障自動通報装置 (特許 第840602号)

発明者 三矢周夫・寺山佳佑

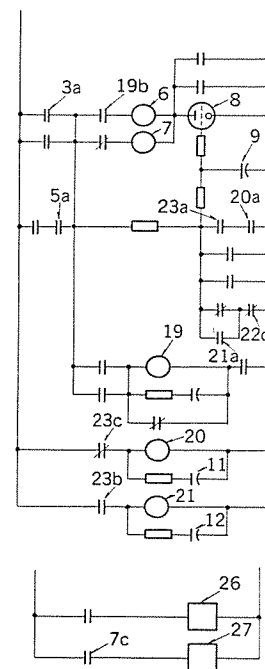
この発明はエレベータの故障を通報する装置に関するもので、乗場ボタン又は行先ボタンが押されてから一定時間内にかごが起動しない、かごが起動してから一定時間内に戸が開かないなどの事態が生じたとき、かごに乘客がいなるときと、いるときとで、区別して、これらを自動的に通報するようにしたものである。

エレベータのかごが階床に停止中、乗場の上りボタンが押されると接点(3a)が閉じ、コンデンサ(9)は充電を開始する。この状態がかごが起動しないと、一定時間後放電管(8)は放電し、リレー(7)が付勢され、接点(7c)が閉じ管理入室のブザー(27)を鳴らして「故障通報」を行う。上記乗場ボタンによる呼びでかごが運転されると走行リレー接点(23a)(23b)が閉じリレー(21)を付勢し、接点(23c)が開く。しかしリレー(20)はコンデンサ(11)の放電により短時間保持され、接点(23a)(20a)の瞬時閉成でコンデンサ(9)は放電し、接点(20a)の開放によりコンデンサ(9)は再び充電を開始する。かごが階床に停止すると、走行リレー接点(23b)は開くが、リレー(21)はコンデンサ(12)の放電により短時間保持される。戸が開いて接点(22c)が閉成すると、コンデンサ(9)は接点(22c)、リレー(21)の接点(21a)を通じて放電する。しかし、走行リレー接点(23c)の開放による接点(20a)開放後一定時間経過しても戸が開かないと、放電管(8)は放電してリレー(7)が付勢され、「故障通報」を行う。

かご内で行先ボタンが押されると接点(5a)が閉じ、コンデンサ(9)は充電される。同時にリレー(19)も付勢され接点(19b)は閉じる。この状態で一定時間経過してもかごが起動しないと、放電管(8)が放電してリレー(6)が付勢され、管理入室のブザー(26)を鳴らして「乗客閉じ込め通報」を行う。行先ボタンによる呼びでかごが起動し、一

定時間経過しても戸が開かないと、上述と同様放電管(8)が放電してリレー(6)が付勢され「乗客閉じ込め通報」を行う。

このように、かごに乘客がいなときの故障か、いるときの故障かが判断でき、乗客が閉じ込められたとき急速に救出の手段をとることができる。



加 熱 器 (特許 第822952号)

発明者 伊藤利朗・野間口有・向井正啓・柘植 恵

炭化水素などのように水素を含む燃料を燃焼させると水分が生ずる。この水分に含まれる硝酸分や硫酸分のために熱交換器が腐食される。また水分が燃焼ガスの通路を狭めると、排気通路のヘッドロスが大きくなり、いわゆる振動燃焼を生じたり、不完全燃焼を生ずる。

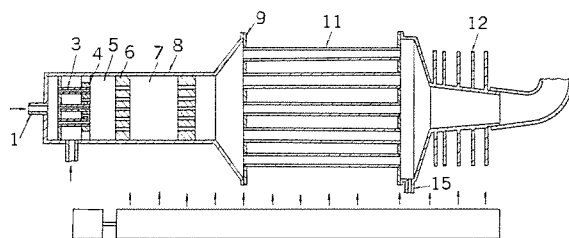
この発明は、高効率の加熱器の有するこのような欠点を解決しようとするもので、加熱器の熱交換部分を高温部、低温部の2つ又はそれ以上に分けて、熱交換器の低温部部の限られた一部分に集中して、水分の凝縮を行わせ、水分を排出するようにしたものである。

図はこの発明の1実施例を示すもので、ガス導入管(1)から送入された燃料ガスは、分配管(3)により分割され空気導入管(2)より送入される空気と混合ノズル(4)で混合され、予備燃焼室(5)内で燃焼が始まる。熱触媒(6)は、高温において活性分子をその表面で効率よく作る働きをするとともに、熱を放射により伝達する役目も果たしている。燃焼空間(7)は、燃焼が完全に終結するための空間である。燃焼ガスは、鏡板(9)に接続された熱交換用の細管(11)に導かれる。燃焼熱は、燃焼器外筒(8)と細管(11)から大部分が熱交換され、細管(11)内の温度は、燃焼ガス中の水分の凝縮点よりわず

か高く保たれている（炭化水素を理論空気量で燃焼させた場合には約80℃で凝縮する）。細管(11)を出た燃焼ガスは、熱交換器(12)内に導かれ更に冷却され燃焼ガス中の水分は凝縮し、ドレンパイプ(15)から排出される。低温側熱交換器(12)の内壁面は傾斜しているため、生じた凝縮水は内壁面に沿って流下して凝縮水抽出部(15)に至り、外部へ排出される。低温側熱交換器(12)は耐食性材料で構成されている。

以上のように燃焼ガス中の水分の凝縮点より高温の熱交換器と、水分を凝縮させる低温の熱交換器とにわけているので、高温側熱交換器に耐食性材料を、低温側熱交換器に耐熱性材料を使用する必要がなく、それぞれ耐熱性又は耐食性のみを考慮すればよく、設計が容易となる。また、上記のように構成され凝縮水が低温側熱交換器内

に貯留することはないので、低温側熱交換器(12)内における燃焼ガスの通路が凝縮水によって狭められることなく、振動燃焼を生じたり不完全燃焼を生ずることはない。



冷凍装置 (実用新案 第972479号)

考案者 酒井 誠 記

この考案はオープン形冷凍ショーケース等の冷凍装置の制御回路の改良に関するものである。

一般にオープン形冷凍ショーケースは冷却器用送風機により、冷風を強制循環させてエアカテンを作り、ショーケースの庫内を冷却するものであるが、この種のショーケースでは、庫内に設けられたサーモスタットの動作により庫内温度を制御している。すなわち庫内温度が所定温度以下になった時圧縮機を停止させ、所定温度以上になった時圧縮機を起動させていた。ところが圧縮機が停止してから再起動までの時間が短いと冷媒回路中の凝縮器側圧力(高圧)と冷却器側圧力(低圧)とが十分にバランスしない。したがってこの間に暖気が庫内に侵入したり、また庫内に被冷却物等を投入したりして、庫内温度が短時間の間に上昇して、所定温度以上となり、サーモスタットが動作し圧縮機を起動させようとする、上記のように凝縮器側と冷却器側圧力とは十分バランスされていないため、起動負荷が大きくなり、起動が不可となりこの時の電流の増大により圧縮機の保護装置等が自動動作し、かつ自動復帰するなどの繰返し動作するため、これらの装置が故障する欠点があった。

この考案は上記欠点を除去すべく考案されたもので以下この考案の具体例について説明する。すなわち、図1において、(1)は圧縮機、(2)は凝縮器、(3)は受液器、(4)は乾燥器、(5)は絞り装置として採用された温度式膨張弁、(6)は冷却器でそれぞれ冷媒配管され冷凍装置を形成している。(7)は圧縮機(1)の出口の高圧側と冷却器(6)の入口の低圧側とを連通する側路管に設けられた電磁弁でホットガスデフロスト装置を形成している。(8)は冷却器(6)と庫内空気とを強制的に熱交換させかつ庫内を冷気循環させる送風機、(9)は感温部を庫内に設けられたサーモスタットで庫内温度が所定温度以上になると周知の工程により冷凍運転を開始し、所定温度以下になると冷凍運転を停止させる。一方、除霜運転では電磁弁(7)の開放により圧縮機(1)より冷却器(6)に直接高温冷媒を流入させ冷却器の霜を融解させる。

次に図2及び図3に示す制御回路について説明すると、(10)は除霜運転を定期的に行わせるタイマー、(7a)は電磁弁(7)のコイル、(9a)は所定温度以上になると閉路し、所定温度以下になると開路するサーモスタット(9)のスイッチ、(1a)は圧縮機(1)を駆動させる電動機、(11)は遅延スイッチ本体、(11a)はバイメタル等のスイッチ、(11b)はヒーターである。庫内温度が所定温度以上になると図2に示すようにサーモスタット(9)のスイッチ(9a)が閉路し電磁弁コイル(7a)に通電され電磁弁が開き高圧冷媒が低圧側に流入し、高圧側と低圧側とが瞬間的に圧力バランスする。これと同時にヒーター(11b)にも通電され、ヒーターの温度が上昇し約15秒経過するとスイッチ(11a)は電磁弁(7)側より電動機(1a)側に切換えられ図3に示すような回路図となり電動機を運転させるが、この運転前に電磁弁(7)の開放により高圧側と低圧側とを圧力バランスさせているので小さい負荷で確実に圧縮機が運転される。したがって圧縮機の保護装置の繰返し動作を抑制でき、これらの装置の故障を防止することができる。

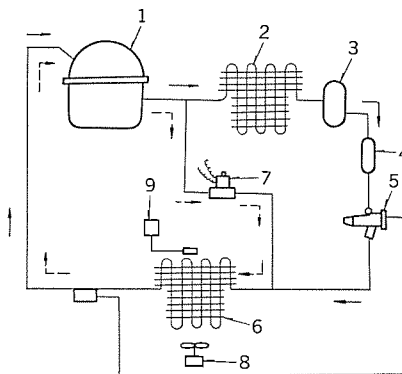


図1

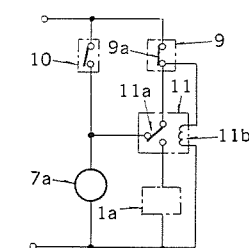


図2

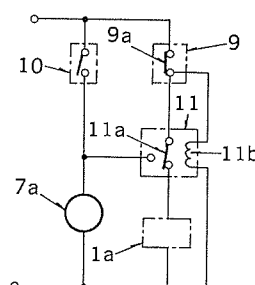


図3

ガス絶縁変圧器の適用と現状

水野 宏和*・伊奈 照夫*・古川 一弥*・田中 久雄*

1. ま え が き

近年、都市の過密化が進んでビルや地下街などに受電設備が設置されることが多くなったので、防災上、機器の不燃化がますます重要になり、ガス絶縁変圧器が高く評価されるようになった。

当社では、昭和42年に30kVクラスのガス絶縁変圧器を開発し、更に昭和49年には77kVクラスのガス絶縁変圧器を開発し⁽¹⁾、昭和54年には12台のガス絶縁変圧器を生産して出荷した。ガス絶縁変圧器は、不燃性油入変圧器に代わる受配電用変圧器として、今後ますます需要増が期待される製品の1つである。

現在、当社では、SF₆ガス絶縁変圧器は、132kV以下で30MVA程度以下の受配電用変圧器として生産されるまでに至っている。更に、3相一括形のGIS（ガス絶縁開閉装置）と直結したGIS直結形ガス絶縁変圧器を製作し、受電設備を大幅に縮小させることができるようになった。

SF₆ガス絶縁変圧器は、GISと組合わされて今後更に拡大適用されることが期待され、その構造もより合理的なものへと変ぼう（貌）されつつある。ここでは、最近のSF₆ガス絶縁変圧器の特長や構造を述べ、GIS直結形ガス絶縁変圧器の適用例について紹介する。

2. SF₆ガス絶縁変圧器の特長

SF₆ガス絶縁変圧器は、不燃性・非爆発性で無毒な電気絶縁性のよいSF₆ガスが変圧器外箱内に密封されたもので、その性能は従来の油入変圧器に匹敵する。油を全く使用しないので、不燃性の程度が格段に優れた防災形変圧器である。

SF₆ガス絶縁変圧器には次のような特長がある。

（1） 防災性に優れている

不燃性・非爆発性で、かつ物理的にも化学的にも安定なSF₆ガスがタンク内に満たされているので、防災性に優れている。

（2） 保守・点検が容易である

変圧器本体は密封外箱内に収納されており、外部から温度・ガス圧力などを容易に監視・点検できる構造にされている。また、ダイヤル温度計及び圧力計には電気接点が具備されているので、遠隔集中監視ができる。また、GISと同じSF₆ガスが使用されているので、保守・点検や、ガスの置換・封入作業が共通になる。

（3） 絶縁性に優れている

SF₆ガスの優れた絶縁耐力と、ガス絶縁に適した絶縁構造のおかげで油入変圧器と同等の耐電圧特性を持たせることができる。

（4） 噴油の心配がなく、集油そう（槽）が不要になる

油入変圧器のような噴油対策は不要であり、油だ（溜）めや集油槽がなくなる。

（5） 軽量・小形である

油入変圧器と比べると、SF₆ガスの重量が油の重量より小さいので、その分だけ変圧器が軽くなり、輸送・搬入にも有利になる。更に、GISと直結することにより、変電設備をよりコンパクトにすることが

できる。

（6） 省資源・省エネルギー化が図れる

油を使用しないので、脱石油による省資源・省エネルギーに役立つ。このように、SF₆ガス絶縁変圧器は、不燃性ばかりでなく、多くの有用な特長を有している。

ガス絶縁変圧器は、その防災性と絶縁性とが生かされて油入変圧器や乾式変圧器の適用できない所に使用されるほか、保守面における簡便さや信頼性も高く、公共性の高い所や、特に信頼性を要求されるような所に使用されるのに適している。また、GISと一体化することにより、保守面における共通化、変電設備全体の不燃化が図られ、その特長が更に発揮される。

3. SF₆ガス絶縁変圧器の構造

SF₆ガス絶縁変圧器の構造は、SF₆ガスの特性を考慮して電界集中の緩和や絶縁耐力の強化、冷却方法、ガス漏れ防止などに種々の配慮がなされている。SF₆ガス絶縁変圧器と油入変圧器との構造を比較して表1に示す。

3.1 鉄心

鉄心は、方向性けい素鋼板が使用された内鉄形額縁鉄心で、外周部にSF₆ガスが循環できる十分な冷却ダクトが設けられている。

3.2 絶縁並びに巻線

巻線絶縁材料には、SF₆ガス中で使用されるのに適した、絶縁耐力と機械的強度に優れたポリエステルフィルムが使用される。巻線構造には、高直列容量巻き、連続巻き、ら旋巻き、円筒巻きなどの油入変圧器で実績のある信頼性の高い構造がそのまま用いられる。巻線には、冷却するために十分なダクトが設けられるほか、ガス絶縁に適した静電シールドと絶縁バリヤが配置される。巻線の締付構造には、油入変圧器と同じ構造が採用され、機械的にも信頼性の高いものにされて

表 1. ガス絶縁変圧器と油入変圧器との構造比較

項 目	ガス絶縁変圧器	油入変圧器
鉄 心	方向性けい素鋼板	方向性けい素鋼板
巻 線	高直列容量巻き、連続巻き、ら旋巻き、円筒巻き	高直列容量巻き、連続巻き、ら旋巻き、円筒巻き
絶 縁 構 成	SF ₆ ガス、ポリエステルフィルム外	鉱油、クラフト紙外
特 性	JEC-204-1978 を満足 E 種絶縁 巻線温度上昇 70°C	JEC-204-1978 を満足 A 種絶縁 巻線温度上昇 55(60)°C 油温度上昇 55°C
	ガス密度 ガス圧力 ガスブロー	油温度 油 面 油ポンプ
保 守・点 検	ダイヤル温度計(警報接点付き) 連成計、温度補償圧カススイッチ 放圧板	ダイヤル温度計(警報接点付き) 衝撃圧力継電器 放圧板
冷 却 方 式	自冷式 ガス強制循環自冷式 ガス強制循環風冷式 ガス強制循環水冷式	自冷式 風冷式 送油風冷式 送油水冷式

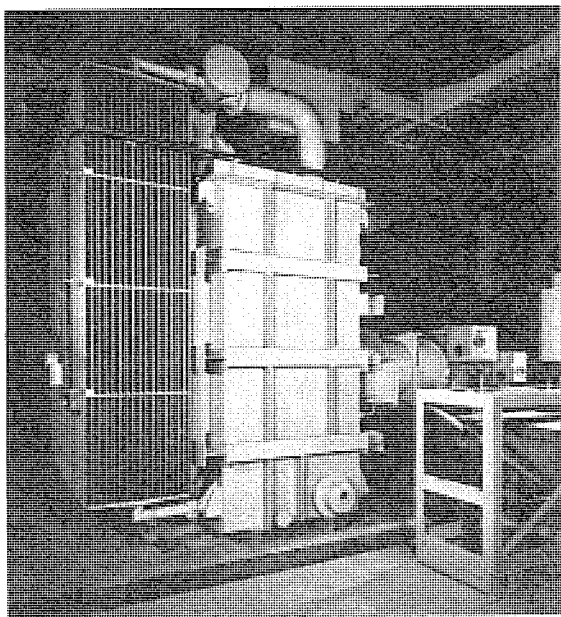


図 1. 66 kV/0.415 kV 3 相 3,000 kVA 自冷式 SF₆ ガス絶縁変圧器

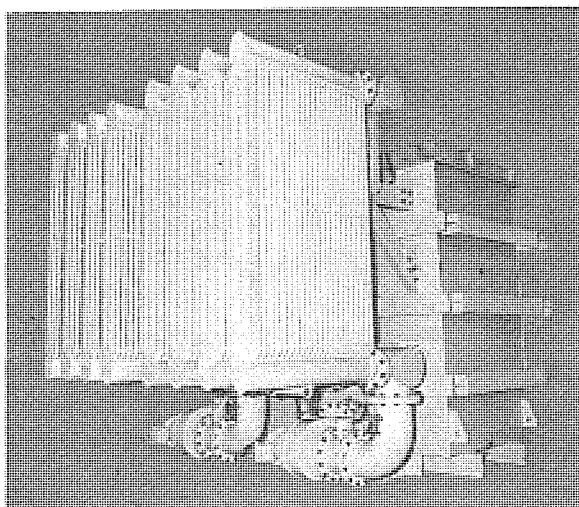


図 2. 66 kV/3.3 kV 3 相 3,000 kVA ガス強制循環自冷式 SF₆ ガス絶縁変圧器

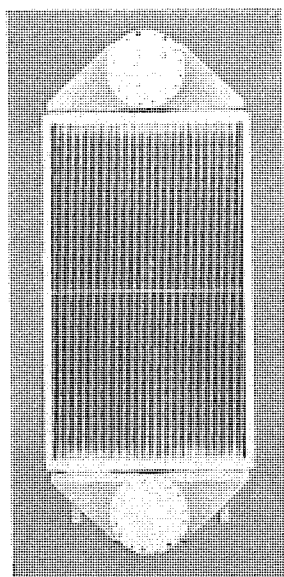


図 3. ガス-空気熱交換器

いる。

3.3 タンク及び付属品

タンクは、使用圧力に対して十分に余裕のあるような構造にされている。ガス漏れが生じないようにガス圧に応じた適切なガスシール法が使用され、組立完成時に加圧ガス漏れ試験が行われて漏れのないことが確認されている。ガス絶縁変圧器には、保守・点検のために温度計・圧力計が付属されるほか、保護装置としてガス圧力を監視する温度補償圧力スイッチ、自動復帰形放圧弁などが付属される。

3.4 冷却方式

SF₆ ガス絶縁変圧器には、冷却方式によって次のような構造が用いられる。

(1) 自冷式

自然対流による SF₆ ガスの循環によって冷却されるもので、一般に自冷式の放熱器が取付けられるが、小容量のものでは放熱器なしでタンク表面からの放熱で冷却するものもある。自冷式の SF₆ ガス絶縁変圧器の適用範囲は、数千 kVA 以下であるが、容量が大きくなると、下記の(2)の方式が、寸法・重量的に有利になる。図 1. に自冷式ガス絶縁変圧器の外観を示す。

(2) ガス強制循環自冷式

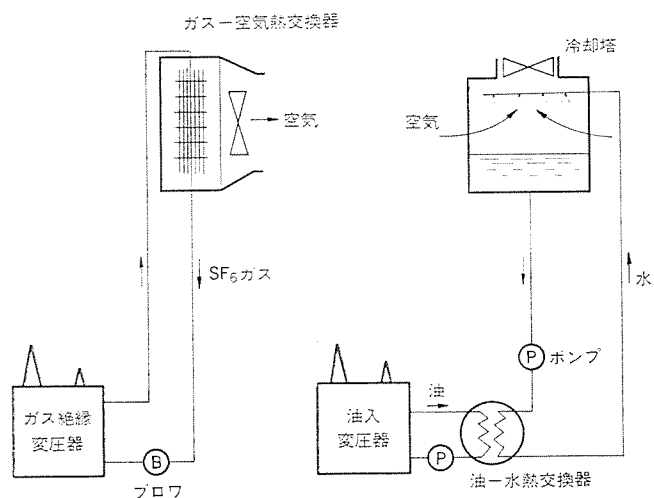
自冷式の放熱器とガス循環プロフを取付け、内部のガスを強制的に循環させるもので、冷却効果が飛躍的に向上するので変圧器寸法を縮小することができる。ガス循環プロフは、変圧器の下部に取付けられ、仕切弁を設けて点検や取替えができるようにされる。プロフは、信頼性を上げるために2系統以上設けられることが望ましい。図 2. にガス強制循環自冷式ガス絶縁変圧器の外観写真を示す。

(3) ガス強制循環風冷式

ガス-空気熱交換器に冷却ファンを取付け、空気の強制対流によって冷却するとともに、内部のガスはガス循環プロフによって強制的に循環させるようにしたもので、冷却効果が飛躍的に向上するので、変圧器の寸法を大幅に縮小することができる。ガス強制循環風冷式は、30,000 kVA 程度までの容量に適用できる。図 3. にガス-空気熱交換器の外観写真を示す。

(4) ガス強制循環水冷式

ガス-水熱交換器を取付けて冷却するもので、水力発電所などに適する。



(a) 屋上冷却器設置式によるガス絶縁変圧器 (b) 冷却塔方式による油入水冷式変圧器

図 4. 屋上冷却器設置方式の原理図

(5) 屋上設置冷却器

油入水冷式変圧器の場合には、冷却塔を屋上に設置し、高低差による高い水圧が変圧器に直接加わらないように、水-油熱交換器を介して冷却する方式が採用されているが、熱交換器が2台要るので、放熱効果が低下する。ガス絶縁変圧器の場合には、変圧器内のガスを直接屋上の冷却器へ送って冷却する方式を採用することができる。この屋上冷却器設置方式によると、高低差による圧力の問題が解消されるとともに、すべ(据)付面積の縮小化や、屋上スペースの有効利用にも役立つ。また、水冷式の場合のような凍結の心配がなく、寒冷地にも適している。図4.に、屋上設置冷却方式の原理図を示す。

4. GIS-TR 直結形ガス絶縁受変電設備

GIS ははん(汎)用化されるとともに、GIS と変圧器とを直結して充電部を外に出さない完全密閉構造方式が用いられるようになった。ガス絶縁変圧器の場合にも、このGIS-TR 直結方式を採用して受変電設備のコンパクト化が図られている。図5.にGIS-TR 直結形ガス絶縁受変電設備の構成例を示す。ガス絶縁受変電設備は、しゃ断器(CB)・断路器(DS)・接地開閉器(ES)・計器用変成器・計器用変圧変流器(MOF)・避雷器及びGIS直結形ガス絶縁変圧器が合理的に配置・構成され、3相一括ガス絶縁母線で連結されている。図6.にGIS-TR 直結形ガス絶縁受変電設備の外観を示す。

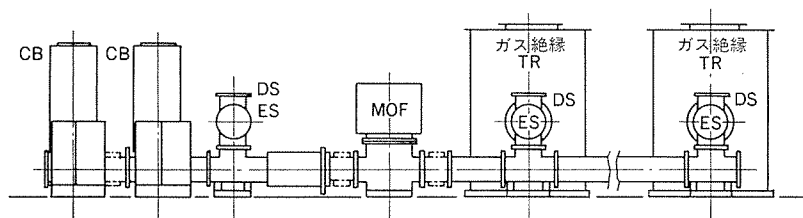


図5. GIS-TR 直結形ガス絶縁受変電設備

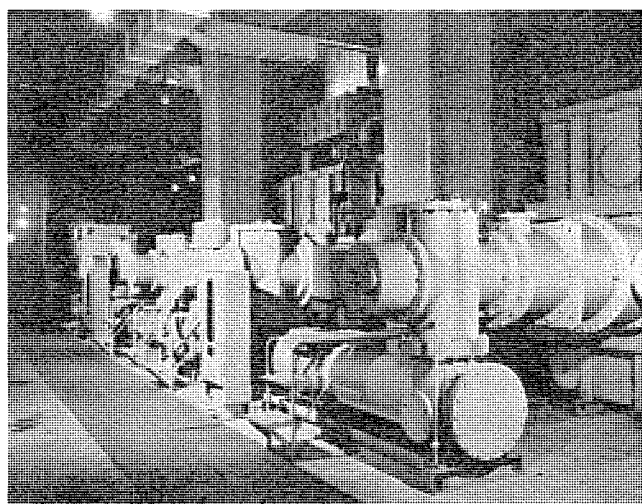
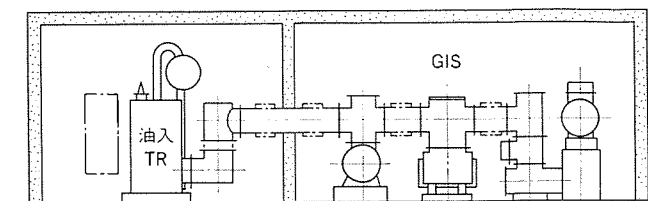
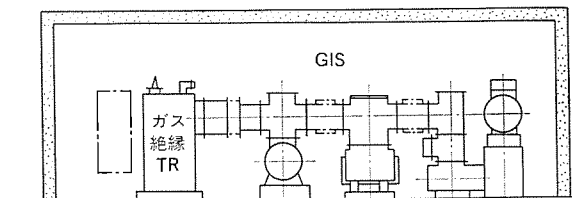


図6. GIS-TR 直結形ガス絶縁受変電設備外観



(a) 油入変圧器+GIS



(b) ガス絶縁変圧器+GIS

図7. GIS-TR 直結形受変電設備の比較

GIS直結形ガス絶縁変圧器を採用することによって変電設備全体の不燃化が図られることは前に述べたが、これにより、油入変圧器の場合に必要であった防火壁が不要になり、消火設備も大幅に低減されることができる。これは、また変電設備全体としての縮小化を更に前進させるものである。油入変圧器を使用した場合と、ガス絶縁変圧器を使用した場合とのGIS-TR直結形受変電設備の比較を図7.に示す。ガス絶縁変圧器の場合には、GISと変圧器とを同一室内に置くことができ、建屋面積を縮小させるのに効果的である。

5. む す び

高層ビルやデパート・大形スーパーなどで、ビル受電用に66/77kV特別高圧受電方式が採用される場合が多くなってきており、ガス絶縁変圧器は、このような60号以上の防災変圧器として最適であり、今後もこの方面における需要が増加するものと予想される。このほか、ガス絶縁変圧器は、その特長が活かされて特に火災に対する安全性が要求される地下街・トンネル内や、公共性の高い交通機関・学校・水道施設・駅舎などへ次第に適用されていくであろう。

ガス絶縁変圧器は、一般の電力用変圧器に適用することもちろん可能である。都心に近い2次変電所や地下変電所などでは、GISと組合わされて合理的に配置された全ガス絶縁変電所を採用することが検討されている。

ガス絶縁変圧器の適用範囲は、現在のところ容量が30MVA程度まで、電圧は132kVまでであるが、更に大容量化が可能であり、電圧も154kVクラスまで広げられよう。

参 考 文 献

- (1) 白井ほか：三菱電機技報，49，No. 9，p. 638～642 (昭50)

1. ま え が き

電力監視のための「電力管理用機器」は、従来、機械式のもの为主流であった。最近、これらの機器は、省エネルギー化を推進する機器として注目され、高度な機能が求められるにつれ、電子化される傾向にある。電力管理は、3種類の管理目標がある。すなわち、

- (1) デマンド(需要電力)の管理。
- (2) 力率の管理。
- (3) 電力量の管理。

であり、これらは、電力料金に直接的に関連するものである。当社は、電力需給計器を製作する立場から、永年、電力管理機器の開発を手がけてきた。そして、これらの電子化についても積極的に取り組んでいる。本文では、これらの製品について紹介を行うとともに、その必要性、特長などについて説明する。

2. デマンド監視・制御装置

デマンド(需要電力)は、通常、回路負荷の30分間の平均電力を意味する。デマンドはその回路負荷を30分間、電力量計で計量し、その値を2倍した値をkWの単位で求めたものである。

一般に、500kW以上の使用負荷を有する電力需要家は、大口電力需要家と呼ばれ、電力会社との間で、デマンド値を一定値以下で電力使用することを契約しており、この取決められた値を、契約電力という。

電力料金の約半分以上を占める例がある基本料金は、この契約電力に比例して算定されるので、この契約電力値は、電力料金面で、できるだけ小さく定める必要がある。そして、契約電力値を超過しないよう電力負荷を運転することは、大口電力需要家に課せられた責務であり、万一、契約電力を超過して電力を使用した場合には、違約料金が課せられる仕組みになっている。このためピーク時(負荷の大きくかかる時間帯)には、負荷シャ断あるいは負荷抑制を行い、ピークをシフトするなどの措置が必要である。

デマンド監視・制御装置は、このようなピーク負荷の軽減を自動的に行うことを目的に開発したもので、導入効果として期待できる項目は次のとおりである。

- (1) 契約電力の超過防止。
- (2) 契約電力値の増加防止。
- (3) 負荷率向上による電力設備の有効利用。
- (4) 自動負荷制御による省力化。
- (5) 電力料金の低減化。

2.1 デマンド監視・制御装置の特長

図1. は三菱デマンド監視・制御装置(《MICAM-DMX》/DM-20 K形)であり、次の特長をもっている。

(1) 高精度で豊富なデータ表示

デマンドの現在値、予測値、調整値、時限の残り時間の常時表示を行い、更に、最大デマンド値、前回時限におけるデマンド値、平均電力

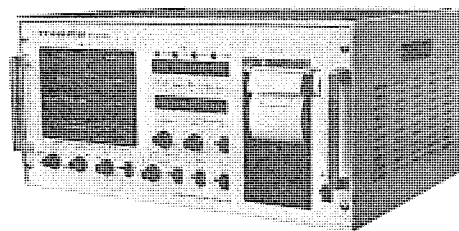


図 1. 《MICAM-DMX/DM》20 形

値、目標に対するデマンドの残量、使用できる電力値の切替表示を行うなどデマンドに関するあらゆるデータを表示する。

(2) 警報及び負荷制御の充実

警報としては次の4項目がある。

- (a) デマンドの超過予測を行う「1段階警報」。
- (b) 負荷制御が必要な場合の負荷制御を要求する「2段階警報」。
- (c) 5分間の平均負荷の過負荷状態を監視する「高負荷警報」。
- (d) デマンド制御の対象負荷だけでは制御量が不十分な場合の「制御不能警報」。

更に、制御信号としては5回路の負荷制御が可能であり、次の動作を行う。

- (a) 負荷の投入及びシャ断に優先順位を決め、その順序で制御するか、負荷のシャ断回数を均一化して、サイクリック制御するか切替機能。
- (b) 負荷制御の手動及び自動の切換え、及び手動投入及びシャ断の操作ができる。
- (c) 負荷変動が激しい場合、一時的な過負荷状態で不要な負荷シャ断を行う場合があり、これを防止する遅延制御ができる。
- (d) 通常は、負荷調整を行う必要の生じた場合、1分ごとに1回路ずつ負荷シャ断を行い、デマンド時限が残り5分以内になると、必要な制御量を求め該当する回路数分の負荷をシャ断する。

などの、きめ細かい制御が可能である。

(3) 個別シャ断負荷容量設定

5回路の制御負荷に合わせて、個別にシャ断負荷容量が設定できる。この装置は、負荷の所要調整量を演算し、この値が設定されたシャ断負荷容量に達すると負荷シャ断を行うが、この5回路の負荷容量はそれぞれ異なるので、それぞれの制御負荷量に合わせて、シャ断負荷容量が設定できるようになっている。したがって、最も適切な時期に負荷制御が行える。

(4) プリンタによる豊富なデータ記録

正時ごとにデマンド値と、1時間の使用電力量の記録ができ、更に1日1回、合計電力量と、最大デマンド値との記録ができる。

また、自動負荷制御時には、制御を行った時刻、回路名、その時点の負荷状況を克明に記録できるので、負荷運転の管理データの収集・分析に効果的である。

(5) 4時間帯管理ができる

化学工業や製鋼業などの大口電力需要家の場合、夜間電力を大きくし、昼間電力を低く抑えるデマンドの時間帯別契約が行われており、一部の電力会社では4時間帯方式が採用されている。この時間帯別のデマンド契約は、今後、電力事情により拡大する可能性があるため、4時間帯方式を標準として採用している。図2.に、4時間帯の例を示す。時間帯の切換信号は、月間プログラムタイムスイッチTV-34Y形、又は週間プログラムタイムスイッチTSE-4WV形・図3.などの信号を用いる。

2.2 デマンド監視・制御装置の動作

図4.に動作図を示す。デマンド監視・制御装置は使用電力を発信装置付電力量計により入力し、種々のデータの計測・演算・表示を行

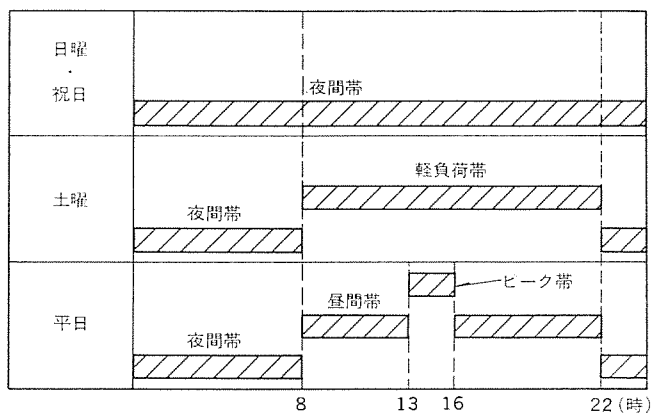


図2. 4時間帯の例

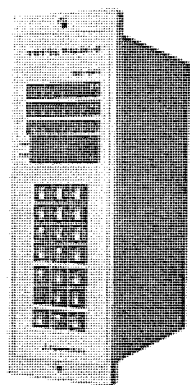


図3. TSE-4WV形

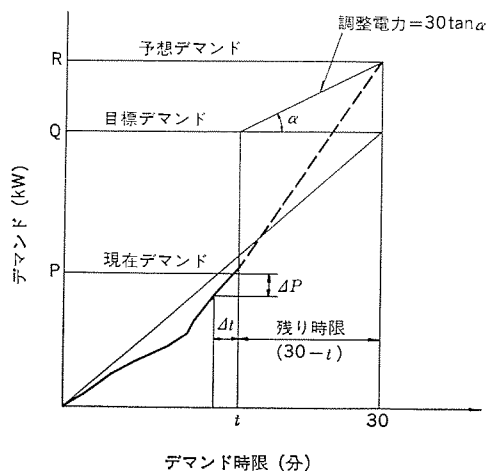


図4. 《MICAM-DMX》の動作図

う。使用電力が目標を超過すると判断されると、警報あるいは制御信号を出力する。データ表示項目のうちで代表的なものを次にあげる。

(1) 予測デマンド(R)は、過去Δt分間の電力量ΔPと、残り時限(30-t)分及び現在デマンド(P)をもとに、式(1)により求めている。

$$R = P + \frac{\Delta P}{\Delta t} \times (30 - t) \quad (1)$$

(2) 調整電力(U)は、予測デマンド(R)と残り時限(30-t)及び目標デマンド(Q)により求めている。

$$U = (R - Q) \times \frac{30}{(30 - t)} \quad (2)$$

(3) 平均電力は、前述の(ΔP)、(Δt)により、 $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ で表される。

(4) 許容電力(W)は、前述の(Q)、(P)、(30-t)により、次式により求めている。

$$(W) = (Q - P) \times \frac{30}{(30 - t)} \quad (3)$$

2.3 デマンド監視装置(小形)

契約電力が500kW~1,000kW程度で、制御負荷数が1,2回路の需要家の場合、エコミーなデマンド監視装置の需要がある。図5.は、こうした要望にそって開発したデマンド監視装置である。この装置は、図6.で示すとおり、目標値がペースメーカーとなっており、時限の開始時には0で、時限の終了時には、目標値に到達する理想直線となっており、これを第1段警報ラインとしている。また、第2段、第3段の警報は、時限の開始時に一定値(A, B)のバイアスを加え

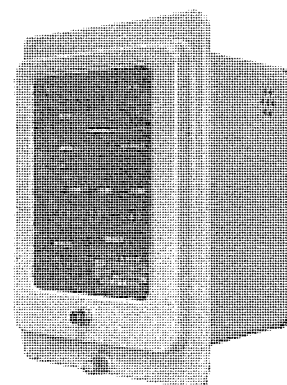


図5. HK-7SK形

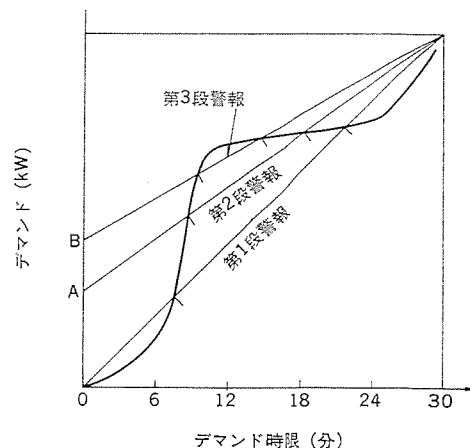


図6. HK-7SK形の動作図

て、時限終了時には目標値に到達する直線である。これらの警報ラインを、負荷のデマンド値が超過すると、警報を発して負荷しゃ断する。この装置の特長としては、

- (1) 小形・安価で現在デマンド値と、目標値とがデジタルで表示される。
- (2) 現在デマンド値と目標値との大小関係が一目でわかるよう、「発光ダイオードバーグラフ」で表示され、常時監視ができる。
- (3) 2段警報と、3段警報のバイアス量をしゃ断電力に設定することにより、最適なピークカットができる。

3. 力率自動調整装置

受電設備の負荷は、一般に誘導性であるため、遅れ無効電力を生じ、力率は悪くなり、線路損失の増大を招くほか、電圧降下や発変電設備の容量の増大を招き、ひいては発電送電コストが割高なものとなる。このため電気料金の体系において力率85%を基準として、力率の改善度に応じて基本料金の割引を行う力率割引制度が設けられている。

回路の力率改善は、一般に電力用コンデンサを接続することにより、回路の遅れ無効電力を打消す方法がとられている。しかしながらコンデンサを回路に常時接続しておく、軽負荷時には進み力率となり、線路損失の増大や回路電圧の上昇、波形ひずみの増大をもたらすなどの弊害があるため、軽負荷時にはコンデンサを回路から切り離す必要がある。コンデンサの投入及びしゃ断を行う制御装置は、力率調整が自動的に行えるため省力化がはかれる点と、省エネルギーに役立つ点で脚光を浴びている。この装置の代表的な例として力率自動調整装置《MICAM》VAR II形(図7.)がある。

3.1 力率自動調整装置《MICAM》VAR II形の特長

- (1) 無効電力検出方式であり、コンデンサ制御に適している。力率改善用コンデンサは遅れ無効電力を打消すことを目的としているため、回路の無効電力を検出するのが最も合理的である。
- (2) コンデンサ制御信号出力はサイクリック方式であるためコンデンサ用開閉器の開閉ひん度が均一化でき寿命が延ばせる。また使用するコンデンサバンク数に応じて使用回路数を最大6バンクまで設定できる。
- (3) 無効電力の瞬時値を、発光ダイオード列で表示する外、目標値から外れているかどうかの状態表示ができ、またコンデンサ制御信号の出力状態表示も行うなど表示内容が豊富である。
- (4) PT・CTの定格に比べて負荷が小さい場合は、乗率設定スイッチにより乗率を変更できるため軽負荷でも目盛りを読みとることができる。
- (5) 負荷変動による不要動作の防止や、残留電荷の放電時間をか

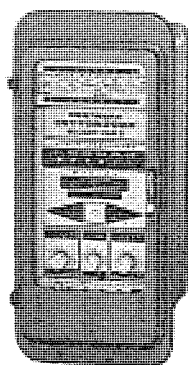


図7. 《MICAM》VAR II形

せぐためのタイマ回路のタイマ目盛りはコンデンサの放電装置が放電抵抗の場合は1~9分に、放電コイルの場合は10~90秒に設定して使用できる。

(6) コンデンサ制御信号は常時励磁式接触器にも瞬時励磁式接触器にも適合できる信号形態となっており、いずれか一方を設定して使用できる。

(7) 試験が容易にできる動作テストスイッチを取付けている。また、外部から動作停止信号を入力することができ、シーケンスを構成するのに便利である。

3.2 力率自動調整装置の動作

動作図を図8.に示す。図中、コンデンサの投入点を遅相側設定値A、しゃ断点を進相側設定値Bとする。負荷が増加して仮想負荷増加直線が原点を出発して1に達するとコンデンサC1を投入し、無効電力はC1の容量分だけ進相側に移る。次に負荷が増大して、2に達するとコンデンサC2を投入する。同様に3でC3、4でC4、5でC5、6でC6をおのおの投入する。

次に負荷が減少する場合は、負荷直線が1'に達するとコンデンサC1をしゃ断し、無効電力はC1の容量分だけ遅相側に移る。以下同様に2'に達するとC2をしゃ断し、3'に達するとC3をしゃ断する。以下同様に4'でC4を、5'でC5を6'でC6をしゃ断する。

このようにして無効電力が常に遅相側設定値Aと進相側設定値Bの範囲内におさまるよう動作し、結果として力率を改善する。

3.3 無効電流検出方式による力率自動調整装置PF-11形

回路の無効電力を検出する外に力率改善の方式としては電圧・電流・力率などがあるが、回路の無効電流($I \sin \theta$)を検出する方式は比較的、無効電力に比例した値が検出でき、しかも装置が安価に構成できる利点を有している。この方式による力率自動調整装置PF-11形を図9.に示す。

この装置の特長は次のようなものである。

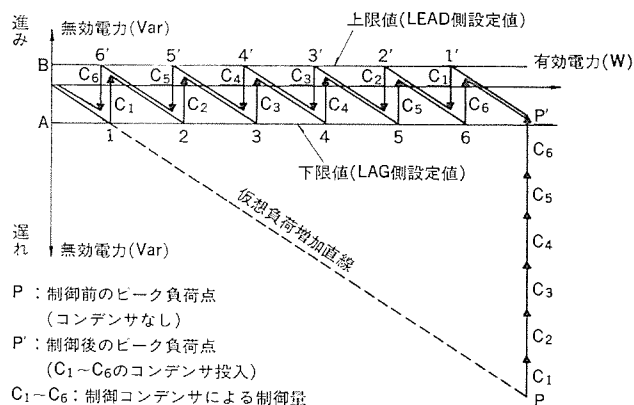


図8. 《MICAM》VAR II形の動作図

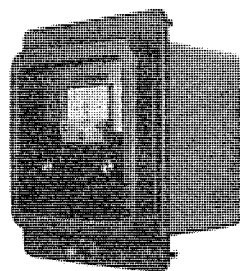


図9. PF-11形

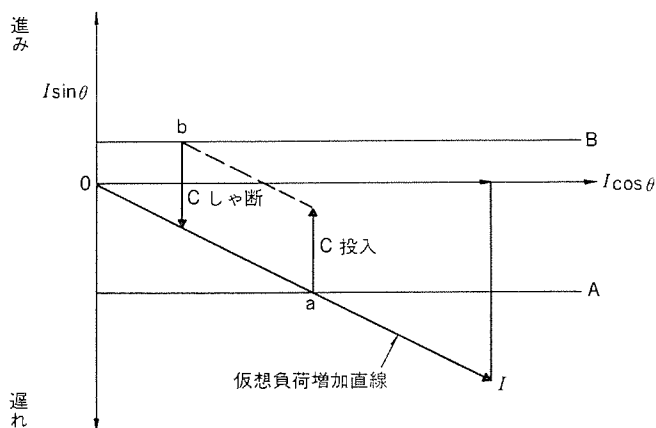


図 10. PF-11 形の動作図

(1) 無効電流 ($I \sin \theta$) を検出してコンデンサ制御する。

(2) コンデンサは、1バンク制御できる。

(3) 小形・低価格で、低圧回路の力率調整に最適である。

この装置の動作原理を図 10. に示す。図中、コンデンサの投入点を遅相側の直線 A、しゃ断点を進相側の直線 B とする。仮想負荷増加直線が、a 点に達するとコンデンサを投入し、また負荷が減少して b 点に達するとコンデンサをしゃ断し、常に無効電流を設定範囲内におさめることにより力率を改善する。

4. 可搬式記録電力量計

電力量の計測は、電力使用状況のは(把)握、電力の合理的利用の立案などに有効である。電力の使用状況は、全消費量だけでなく末端の設備機器の負荷の調査・分析が必要であるが、特に低圧側は、CT が無いこともあってデータを得ることが困難であった。可搬式記録電力量計、MX-32P 形(図 11.) は、こうした末端機器の省電力診断機器として開発したものである。可搬式記録電力量計の特長は次のようなものである。

(1) 電力量計測装置は電子化、小形軽量化しており、携帯に便利である。

(2) 電力変換部は、時分割換算方式を採用しており、高精度で、波形のひずんだ回路でも 45~65 Hz の周波数範囲で計測できる。また、単相回路でも 3 相回路でも測定できるので、あらゆる負荷に対応できる。

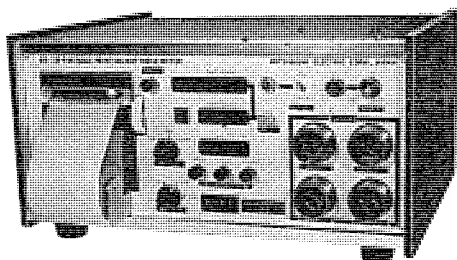


図 11. MX-32P 形

(3) 内部のスイッチにより合成変成比 (PT 比×CT 比) 及び、乗率を設定することによりデータは直読できる。

(4) プリンタと時計を内蔵させることにより、記録を自動化し省力化に役立つ。

(5) 分割形変流器、CW-3S 形と組合せることにより、低圧側で CT のない箇所も、配線を外すことなく容易に計測できる。

5. データロガー《MICAM》700 形 (図 12.)

電力管理上必要な諸データを収集し、日報作成を行い、省力化をはかりつつ、省エネルギーのための資料を作成する装置としてデータロガーが用いられている。《MICAM》700 形は、こうした受配電設備の記録・監視装置として開発したもので、次の特長をもっている。

(1) プリンタを内蔵した制御装置は小形化、はん(汎)用化しており、省スペースがはかれる。

(2) プリンタは、紙送りは前進と後退ができるので、1 台のプリンタで 2~3 種類の日報作成が行える。

(3) 日報・月報作成のほか、上下限監視、故障・操作記録など追加仕様により、幅広い用途に対応できる。

(4) 故障・操作記録は、日報作成用紙の記事欄へ記録を行うので、同一のプリンタで記録が行える。

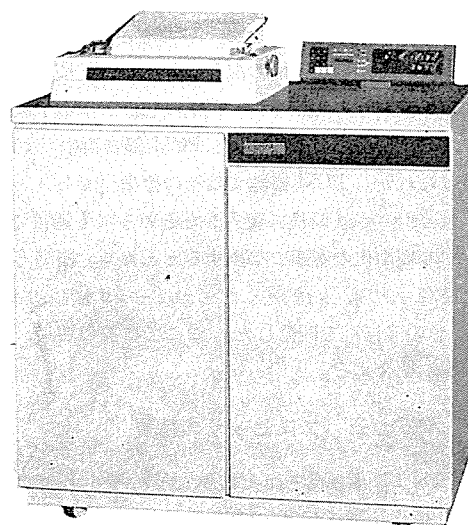


図 12. 《MICAM》700 形

6. む す び

電力監視のための管理用機器として各種紹介したが、これらの機器は、省エネルギーを推進する観点、電気料金を少なくする観点から議論されることが多くなってきた。今後は、ますます上記の観点から最適制御、スケジュール制御など、制御機能へ重点が移るものと予想される。電子化されたこれらの電力管理用機器は、電力需要家にとって、省エネルギー推進に役立つものと考えるので、ご利用をお願いしたい。

家庭用VTRを用いるPCM録音再生アダプタ

千葉和弘*・成木利正*・石田 禎宣**・国井 郷志**

1. ま え が き

オーディオシステム全体のなかで、録音再生装置は中心的な存在でありながらその性能は必ずしも十分とはいえない。磁気テープやヘッドの非直線性に起因するひずみ(歪)や、磁気テープ固有の雑音、テープ走行系の回転むらに起因するワウフラッターなどが現行のアナログ方式テープレコーダーの性能を制約しており、これらに対する改善の努力もほぼ限界にきている。

一方、PCM (Pulse Code Modulation) 方式による録音再生では、原理的に記録媒体の影響を受けないのでアナログ方式のもつ制約を容易にこえることができ優れた特性を実現できる。このため“夢のオーディオシステム”といわれ、ここ数年の間に急速に注目を浴びるようになった。

このような PCM 方式による録音再生機器は、当社を始め各所でその実用化の研究開発がすすめられているが、従来のアナログ方式と異なり、デジタル信号処理方式を統一的に規定しておかないと互換がとれなくなり、利用者に無用の混乱を与えることになる。

こうした観点から、昭和54年6月、(社)日本電子機械工業会(EIAJ)で、家庭用VTRを利用するPCM録音再生アダプタの標準方式がまとめられた。PCM機器では初の標準化であり、これを機に一举にデジタルオーディオ時代に突入したといっても過言ではない。

当社は、この標準化の審議に参画するとともに、標準方式に準拠したPCM録音アダプタ、ダイアトーンデジタルオーディオプロセッサD-1形、及びD-1L形の2機種を開発した。ここではその特長、構成、及び原理を中心に紹介する。

2. プロセッサの特長

D-1形及びD-1L形は、それぞれアナログ・デジタル変換部に、12ビット3折線量子化、及び14ビット直線量子化を採用している点がちがっており、その他は同一である。表1.にその仕様を示す。両機とも、家庭用のVTRに接続するだけで高性能なPCM録音再生システムが構成できる。以下、その特長を列挙する。

- (1) EIAJ標準方式に準拠している。
- (2) 周波数特性：3 Hz～20 kHz(±1 dB)、ダイナミックレンジ：85 dB以上、歪率：0.03%以下(D-1形)、0.02%以下(D-1L形)などの優れた性能が得られる。
- (3) 強力な2重誤り訂正方式を採用しているため、記録・再生の過程で発生するドロップアウト(信号の欠落)によりPCM符号に誤りが発生しても訂正あるいは補間が行われ、異常音が発生することはない。
- (4) 録音時のレベル監視が容易なように、LEDを用いたマイコン制御のピークプログラムメータを採用し、60 dBの広いレンジが表示できる。
- (5) プロセッサはVHS、 β 方式の家庭用VTRを無改造で使用できるため、超Hi-Fiのオーディオとビデオの両方が楽しめる。
- (6) DCサーボ回路を始めとする最新のオーディオ回路技術が駆使さ

表 1. ダイアトーン デジタル オーディオ プロセッサ の仕様

方 式	日本電子機械工業会 (EIAJ) 技術ファイル STC-007 に準拠		
伝送チャンネル数	2チャンネル		
変調方式	NTSC 標準テレビジョン信号利用の PCM		
標準化周波数	44.056 kHz		
量子化	直線量子化 14 ビット構成のスロット		
	D-1 形: 12 ビット 3 折線		
	D-1 L 形: 14 ビット直線		
伝送記録密度	2.643 M ビット/秒		
周波数特性	3~20,000 Hz $\pm$ 1.0 dB		
ダイナミックレンジ	90 dB 以上 (エンファシス ON)		
	85 dB 以上 (エンファシス OFF)		
歪 率	D-1 形 0.03% 以下		
	D-1 L 形 0.02% 以下		
エンファシス	50 μ s, 15 μ s		
ドロップアウト補償	2 バリティ (P, Q) と CRC を組合せた訂正符号による訂正及び補正、16 H のワードインターリーブ併用		
ワウフラッター	検知限以下		
適合 VTR	VHS、 β 、U などの方式に基づく VTR		
消費電力	90 W		
重量	15 kg		
外形寸法	500(W) $\times$ 170(H) $\times$ 410(D)mm		
入 力 端 子	接 続	入 力 感 度	入力インピーダンス
	LINE IN キャノンコネクタ ピ ン	+2 dBV 切換え -17 dBV 切換え	100 k Ω 不平衡 100 k Ω 不平衡
	MIC バイノーラルジャック	-70 dBV	1.8 k Ω 不平衡
	VIDEO IN ピ ン BNC	1 V _{PP} 1 V _{PP}	75 Ω 不平衡 75 Ω 不平衡
出 力 端 子	接 続	出 力 レ ベ ル	出力インピーダンス
	LINE OUT キャノンコネクタ ピ ン	-10 dBV $\pm$ 6 dB 可変 -10 dBV $\pm$ 6 dB 可変	100 Ω 不平衡 100 Ω 不平衡
	EXT OUT ピ ン	-10 dBV $\pm$ 6 dB 可変	100 Ω 不平衡
	VIDEO OUT ピ ン BNC	1 V _{PP} 1 V _{PP}	75 Ω 不平衡 75 Ω 不平衡
	HEAD PHONE バイノーラルジャック	-10 dBV	8 Ω ヘッドホンに対応

れている。

(7) 入出力部のローパスフィルタに新規開発したアクティブフィルタを採用し、音質の向上を図っている。

3. プロセッサの主な機能

両機には、次のような付加機能を設けており、使いやすさに万全の配慮を行っている。

(1) エンファシス 機能

高域での S/N 改善のため、エンファシス 機能 (時定数 50 μ s, 15 μ s) を

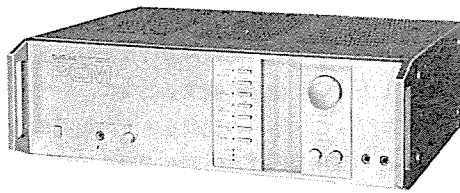


図 1. ダイトーン デジタル オーディオ プロセッサ D-1 L 形の外観

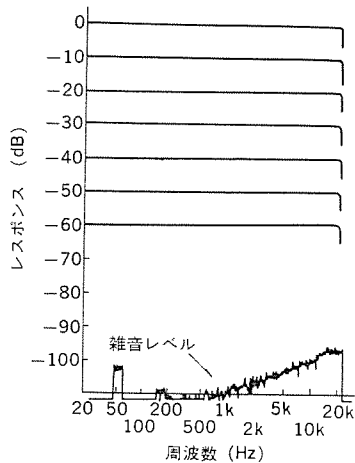


図 2. 周波数特性及び雑音レベル

設けている。エンファシスの ON・OFF は録音時、スイッチで選択でき、再生時は自動切換えとなっている。

(2) REC ミュート機能付き。簡易電子編集可能。

REC ミュートスイッチが付いており、これを押すと、無音と等価なデジタル信号が記録される。したがって、この区間を利用してビデオ信号の段階で簡易電子編集が行える。

(3) デジタル信号内容表示機能

エンファシスの有無、ミュート状態、ドロップアウトの発生などを LED により表示する機能を備えている。

(4) マイクアンプ内蔵

高性能なマイクアンプを内蔵しているので手軽に録音ができる。

(5) デジタルダビング機能

1 台のアダプタと 2 台の VTR を用いて、デジタル信号の段階でダビングが行える。符号誤りは訂正するので、何回ダビングを繰り返しても劣化がない。

図 1. に D-1 L 形の外観を示す。D-1 形の外観も全く同一である。

図 2. に周波数特性を示す。

4. プロセッサの構成と動作 (原理は 5 章参照)

プロセッサは入力であるオーディオ信号を PCM 化し、VTR に記録可能なように、テレビジョン信号の形態に変換するとともにその逆変換を行う。VTR は、標準テレビジョン信号の形態に変換された PCM 信号の記録再生部として利用される。

図 3. は、プロセッサのブロック構成図である。2 チャンネルのオーディオ信号は LPF (ローパスフィルタ) で 20 kHz に帯域制限され、1 個の A/D 変換器を用いて、時分割多重で 14 ビットに量子化される。この量子化された 14 ビットの信号を量子化信号ワードという。次に、符号化回路では、VTR に記録再生する過程で生ずる符号誤りに対処するため、LR 2 チャンネル、各 3 ワードの量子化信号ワードから誤り訂正用

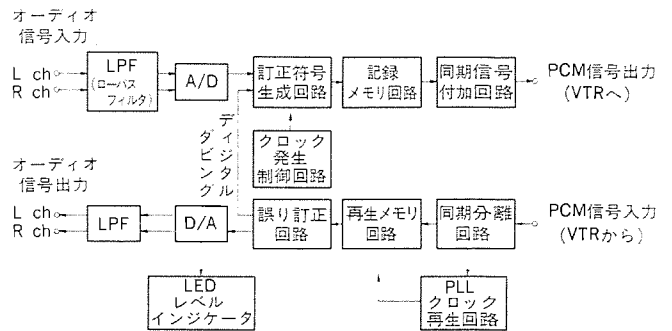


図 3. ブロック構成図

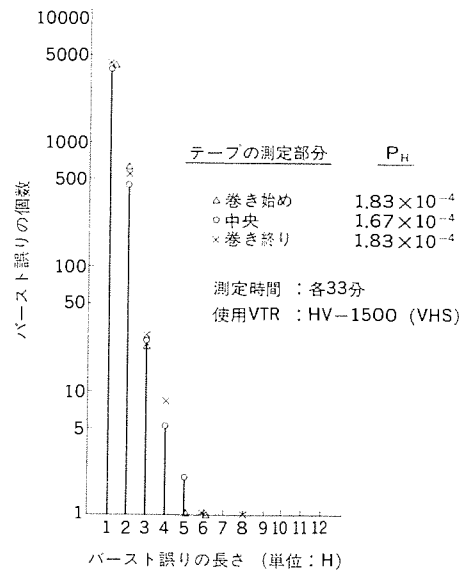


図 4. バースト誤りの分布 (自己録再)

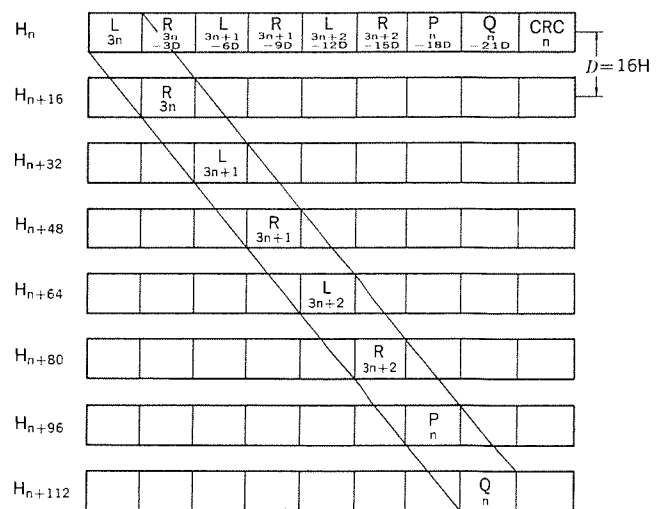


図 5. インタリーブ

の冗長ワード P, Q を生成し、合計 8 ワードを 1 ブロックとする誤り訂正符号を構成するようにしている。この 1 ブロックのデータがテレビジョン信号の 1 水平走査区間 (1 H という) を利用して VTR に記録されるデータである。

ところで VTR により発生する符号誤りは連続して発生することが多くバースト誤りと呼ばれている。図 4. に家庭用 VTR のバースト誤り分布の測定例を示す。この例のように、バースト誤りの大半は 1 ~ 2 H 以内にあるが 8 H に及ぶものもある。このため、1 ブロックの

データをそのまま VTR のテープ上に記録したのでは、誤り訂正符号を構成するすべてのワードが符号誤りを起こし、訂正できなくなる。そこで図 5. に示すようにブロック内の 8ワードは、互いに $D=16H$ ずつ分散させて異なる水平走査区間に記録するようにしている。この手法はインタリーブと呼ばれている。図 5. では、時間的に連続した水平走査区間を縦方向に並べ、かつ $16H$ ずつ離れた部分のみを書いている。

このインタリーブの操作は RAM (Random Access Memory) で構成した記録メモリ回路で行われる。また、テレビジョン信号を利用して PCM 信号を記録する場合、垂直同期信号付近は信号が記録できないので、そこを空け、他の区間につめて記録する必要がある。このための時間軸圧縮の操作も、記録メモリで行っている。

次いで同期信号付加回路で、インタリーブを施した後の 1ブロックのデータに、誤り検出用の冗長ワード CRC (16ビット) を付加し、テレビジョン信号の複合同期信号を付加して VTR に送出する。CRC は、1H 内のデータが記録再生の過程で、符号誤りを起こしたかどうかを検出することができる。

図 6. に 1H 内に伝送されるデータの内容を、図 7. に 1H の信号波形を、図 8. にフィールドの構成をそれぞれ示す。

次に再生側について述べる。VTR から再生された信号は、まず同期分離回路に入り、ここで PCM 信号と、複合同期信号とが分離される。複合同期信号から更に垂直同期信号 (周波数 59.94 Hz) を分離し、これをもとに PLL (Phase Lock Loop) を利用して再生側に必要なクロックパルスを作成する。

一方、分離された PCM 信号は、1H 単位で CRC により、符号

L_{3n}	R_{3n-3D}	$L_{3n+1-6D}$	$R_{3n+2-9D}$	$L_{3n+2-12D}$	$R_{3n+2-15D}$	P_n-18D	Q_n-21D	CRC
14	14	14	14	14	14	14	14	16
128								

図 6. 1 水平走査区間に伝送されるデータの内容 (単位: ビット)
(サフィックスはワードの時間的発生順番を示す)

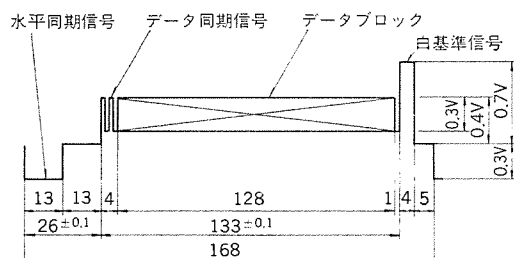


図 7. 1 水平走査区間の信号波形 (指定ない単位: ビット)

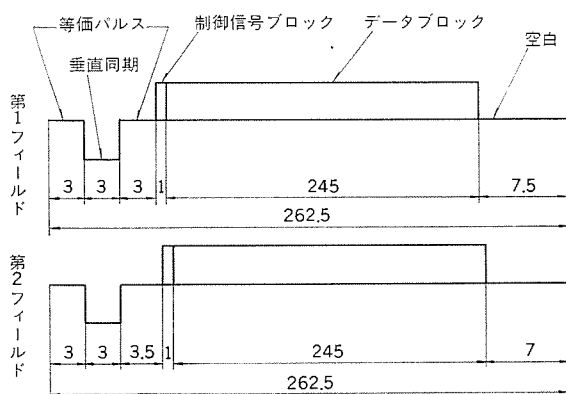


図 8. フィールドの構成 (単位: 水平走査期間H)

誤りの有無が検出され、その結果 (1ビット) とともに再生メモリ回路に入る。再生メモリ回路では、記録側で行ったのと逆に時間軸伸長を行って、連続した PCM 信号に直すとともに、デインタリーブ (インタリーブの逆操作) を行って、ワードの配列をもとの順番に並べかえる。再生メモリ回路には、VTR 走行系の時間軸変動の影響をうけたまま PCM 信号が書込まれるが、読出すときに安定なクロックを使用するので、再生メモリ回路の後では時間軸変動の影響は除去されている。このため再生音にはワウフラッターが存在せず、これが PCM 方式の利点の 1つとなっている。

再生メモリ回路は、このように 3つの役割を果たしており、その素子として RAM が使用される。

さて、デインタリーブされた PCM 信号の各ワードには、それが符号誤りを起こしているか否かを示す CRC の検査結果が 1ビット付加されており、そのビットのことをエラーポインタと呼ぶ。各ワードとエラーポインタは、次の誤り訂正回路に入り、ここで記録再生で発生した符号誤りを訂正し、正しいデータに復号する。誤り訂正については後述するが、8ワードで構成される 1ブロック内の任意の 2ワードが符号誤りを起こしても、完全に訂正可能である。この意味から、2重誤り訂正符号と呼んでいる。ブロック内に 3ワード以上の符号誤りが発生すれば、訂正不能となるが、このようなケースはまれであり、万一発生しても、前後の正しいワードを利用して訂正不能ワードを補間するようにして万全の対策を構っている。

訂正あるいは補間された各ワードは、左チャンネル、右チャンネルが時分割多重化されており、1個の D/A (デジタル・アナログ) 変換器でアナログ信号にもどされた後、アナログスイッチを用いて左チャンネルと右チャンネルに分離される。次いで、LPF によって不要の高域成分を除去し、音声出力信号が得られる。

以上が主な構成と動作であるが、D/A 変換器直前のデジタル信号を A/D 変換器直後の記録側回路に接続することによって、1つの VTR から再生された信号を他の VTR に記録する、いわゆるダビングを可能にしている。更に、D/A 変換器直前のデジタル信号を用いて、LED レベルインジケータを駆動させ、正確なレベル監視が行えるようにしている。

5. PCM 録音再生方式の原理

図 9. に、PCM 録音再生方式の原理を示す。ここで基本的な概念は、標本化と量子化であり、この 2つのパラメータにより、オーディオの基本性能である伝送周波数特性と S/N が決まる。

5.1 標本化 (Sampling)

アナログ信号 (a) を一定周期で抜きとり、パルス列 (b) を得る操作を標本化といい、得られたパルスを標本という。標本化定理により、伝送するアナログ信号の帯域の 2 倍以上の周波数で標本化を行えば、完全

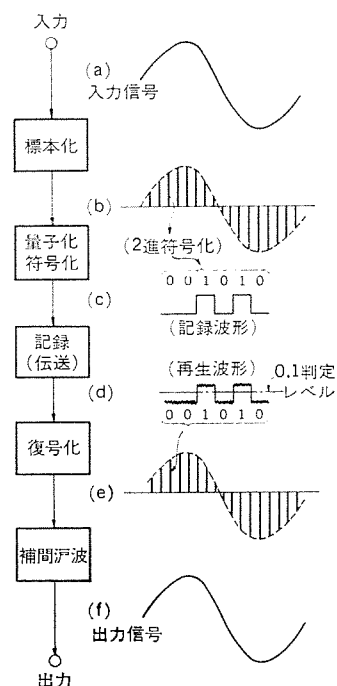


図 9. PCM 録音再生方式の原理

にもとのアナログ信号が再現できる。したがって、20 kHz までのオーディオ信号を伝送するには、40 kHz 以上で標本化を行えばよい。

5.2 量子化 (Quantization)

標本列の各振幅値を有限ビットの2進数で近似する操作を量子化という。近似の際、必然的に丸め誤差が発生し、これにより雑音が生ずる。これは量子化雑音と呼ばれ、PCM方式での唯一の原理的な雑音である。量子化雑音を N 、入力信号を S 、量子化ビット数を n とすると、 $S/N \approx 6n + 1.8$ dB の関係があり、14ビットで約86 dB の S/N が得られる。量子化・符号化に A/D 変換器が使用される。量子化された2進数を(c)の電圧波形信号にして、テープなどの記録媒体に記録する。

5.3 復号化 (Decoding)

再生信号波形(d)には、記録媒体により発生する雑音が付加されてくるが、信号レベルがもともと0か1の2状態しかないため、振幅の中央でレベル判定すれば完全に0, 1の信号が復元できる。このことは、PCM方式が記録媒体の影響をうけないことを意味しており、アナログ方式と大きく異なる点である。しかも、かりに記録媒体の雑音が判定レベルを超え、信号が誤って判定されても、誤り訂正符号を採用することにより、正しい復元ができる。こうして復元された2進符号は、(e)のようにD/A変換器を用いてもとのパルス列に変換される。これをローパスフィルタで高域成分を除去し、アナログ信号(f)が再生される。

6. 誤り訂正方式

6.1 訂正符号の生成法

誤り訂正用の冗長ワード P , Q は次のようにLチャンネル, Rチャンネル各3ワード, 計6ワードから生成される。説明の便宜上、この6ワードは、 $W_1, W_2, \dots, W_6$ で表す。

$$P = W_1 \oplus W_2 \oplus W_3 \oplus W_4 \oplus W_5 \oplus W_6 = \sum_{i=1}^6 W_i \quad \dots (1)$$

$$Q = T^6 W_1 \oplus T^5 W_2 \oplus T^4 W_3 \oplus T^3 W_4 \oplus T^2 W_5 \oplus T W_6 \\ = \sum_{i=1}^6 T^{7-i} W_i \quad \dots (2)$$

ただし、 W_i , P , Q は14ビットの列マトリクス

T は下に示す 14×14 ビットの正方マトリクス

$\oplus$ は対応するビット同士の mod 2 加算

を示す。

$$T = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} \text{mod 2 加算} \\ a \oplus b = c \\ \begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{matrix} \end{matrix}$$

前述のように、 $W_1 \sim W_6$ 、及び P , Q が誤り訂正符号を構成するワードであり、インタリーブを施されたあと、CRC が付加されて VTR に記録される。

6.2 誤り訂正方法

VTR から再生された PCM 信号は、前述のように、1 H 単位でその中に符号誤りが発生したかどうかを CRC により検査され、その結果とともにデインタリーブされ、もとのワード配列にもどされる。

再生ワードは、記録ワードと、VTR による符号誤りとを加算したものと考えることができる。符号誤り成分を14ビットの列マトリクス E で表現し、符号誤りが発生したビットを1, その他を0とする。このように列マトリクス E は誤りの分布を示しており、誤りパターンと呼ばれる。再生ワードを'で表示すると、誤りパターンを使って次のように書ける。

$$\left. \begin{aligned} W_i' &= W_i \oplus E_i \quad (i=1 \sim 6) \\ P' &= P \oplus E_7 \\ Q' &= Q \oplus E_8 \end{aligned} \right\} \dots (3)$$

符号誤りがない場合には、誤りパターン E の列マトリクスの要素はすべて0であり、再生ワードは記録ワードと同一である。

式(3)の最初の式で、両辺に E_i を加算すると、

$$W_i = W_i' \oplus E_i \quad \dots (4)$$

となる (mod 2 加算では、 $E_i \oplus E_i = 0$ となる)。

式(4)は再生ワードに誤りパターンを加算することにより、正しいワードが復元、すなわち誤り訂正ができることを示している。誤りパターン E_i は次のようにして求める。

まず、2つの量 S_1, S_2 を再生ワードから計算する。

$$S_1 = \sum_{i=1}^6 W_i' \oplus P' \quad \dots (5)$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^6 T^{7-i} W_i' \oplus Q' \quad \dots (6)$$

両式に、式(3)を代入すると、次式が得られる。

$$S_1 = \sum_{i=1}^6 E_i \oplus E_7 \quad \dots (7)$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^6 T^{7-i} E_i \oplus E_8 \quad \dots (8)$$

S_1, S_2 は既知数であり、 $E_i (i=1 \sim 6)$, E_7, E_8 が未知数である。式(7), 式(8)は明らかに2元1次連立方程式であり、未知数が2個、すなわち誤りパターンの数が2個以内であれば解ける。このことは、ブロック内の任意の2ワード誤りが訂正できることを示している。

いま1例として、ブロック内で2ワード誤りがある場合につき、その誤りパターン E_i 、及び $E_j (i < j)$ を求める。ここでは $j \leq 6$ の場合についてのみ述べ、他の場合は省く。式(7), 式(8)より

$$S_1 = E_i \oplus E_j \quad \dots (9)$$

$$S_2 = T^{7-i} E_i \oplus T^{7-j} E_j \quad \dots (10)$$

となる。両式を E_i, E_j について解くと、次のように求まる。

$$E_j = (I \oplus T^{7-j})^{-1} (S_1 \oplus T^{7-i} S_2) \quad \dots (11)$$

$$E_i = S_1 \oplus E_j \quad \dots (12)$$

ただし I は 14×14 の単位マトリクスである。このうち、 $(I \oplus T^{7-j})^{-1}$ の計算は、簡単なハードウェアで構成できないので ROM (Read Only Memory) にあらかじめテーブルとして格納しておき、 (i, j) の組合せに応じて読出している。

7. む す び

80年代は、デジタルオーディオの時代とさえいわれ、その地位は着実に確立されつつある。今後、我々に課せられた課題は、より使いやすいデジタルオーディオシステムを開発してゆくことであり、その面で努力する所存である。

参 考 文 献

- (1) 日本電子機械工業会技術ファイル: STC-007
- (2) Y. ISHIDA et al.: A PCM Digital Audio Processor for Home Use VTR'S, AES 64 TH Conv. Pre-Print #1528 (1979)

高解像度中間調超高速ファクシミリ《MELFAS850》

大西 勝*・瀬政孝義*・永田良浩*・阿部正昭**・西川 秀一**

1. ま え が き

当社のファクシミリは、昭和51年に超高速デジタルファクシミリ《MELFAS 300》シリーズを、昭和52年に中速アナログファクシミリ《MELFAS 80》シリーズを、昭和54年に高速感熱ファクシミリ《MELFAS 510》シリーズ及び中速アナログファクシミリ《MELFAS 50》シリーズを発売し、好評を博している。

ファクシミリに対する市場の要求として、装置価格の低減や他機種との相互通信機能があげられる一方で、より鮮明な画質、印影や写真などの中間調を正しく再現する忠実性、一般の電話回線を利用できるという経済性があげられる。

ここに紹介する新製品《MELFAS 850》は、このような市場の要求に基づいて開発設計されたファクシミリで、主走査12本/mm、副走査12本/mmの高解像度により、細かい文字や図面を鮮明に電送し、更に当社独自の多値ディザ方式により印影や写真などの中間調を忠実に再現することができる。しかも、《MELFAS 300》シリーズや《MELFAS 510》シリーズで実績のある予測分割符号化方式を応用した多値予測分割符号化方式を用いることにより、加入電話回線、又は、音声帯域の専用回線を通じて高速に電送することができる。

2. 特長及び仕様

《MELFAS 850》の外観を図1.に、仕様を表1.に示す。

主な特長は次のとおりである。

- (1) A3幅(297mm)で最大長さ約2mの原稿を電送できる。
- (2) 解像度は、主走査方向12本/mm、副走査方向12本/mmあり、従来のデジタル高速ファクシミリに比べて格段に高品質の画像を再現できる。

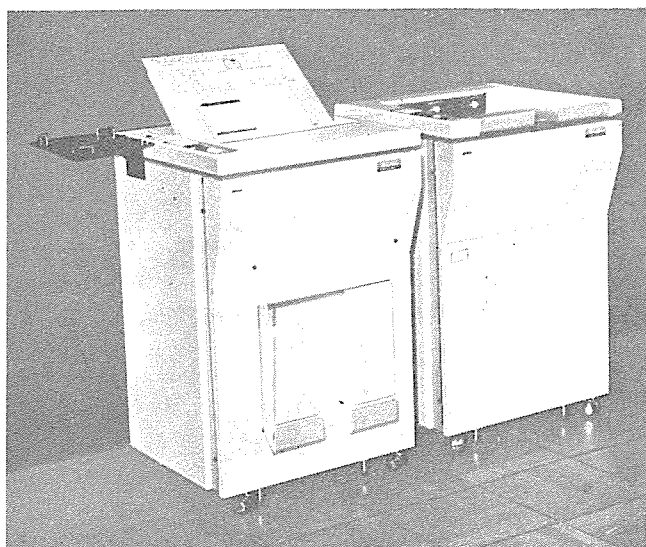


図1. 《MELFAS 850》外観

表1. 《MELFAS 850》の主な仕様

項 目	主 な 仕 様
構 成	送受分離形コンソールタイプ
使 用 回 線	加入電話回線又は2線式専用回線(音声帯域)
送 信 原 稿 の 大 き さ	最大幅293mm(A3版) 最大長約2m
有 効 走 査 幅	282mm
記 録 紙 サ イ ズ	297mm幅(A3版)×100mロール紙
受 信 紙 カ ャ ッ ト 方 式	原稿長に合わせてオートカット
伝 送 速 度	9,600/7,200/4,800/2,400 BPS 自動切換え
画 質 モ ー ド	多値ディザ方式によるハーフトーン記録及び標準(白黒)記録
走 査 線 密 度 (主×副)	ハーフトーン(12×12)、白黒(12×12、6×6)本/mm
電 送 時 間	約20秒(解像度6×6本/mm、9,600 BPS、A4版標準原稿による)
帯 域 圧 縮 方 式	多値予測分割符号化方式
読 取 方 式	CCDによる平面走査
記 録 方 式	マルチスタイルによる乾式静電記録光定着
外 形 寸 法	送信部、受信部とも900(H)×560(W)×520(D)mm
重 量	送信部約65kg、受信部約85kg
電 源	AC 100V±10%
消 費 電 力 (動作時)	送信部170VA、受信部650VA

- (3) 当社独自の多値ディザ(Dither)方式により、従来のデジタルファクシミリでは困難とされていた印影や写真などの中間調のある原稿も忠実に再現できる。
- (4) ボタン選択により、印鑑又は写真、新聞、図面、伝票等の原稿にあわせた画質、速度で電送できる。
- (5) 多値ディザ方式に適した帯域圧縮方式として開発した多値予測分割符号化方式(2次元逐次処理方式)によって、中間調のある高解像度画像を加入電話回線、又は、D-1専用回線などの音声級回線を使って高速に電送できる。
- (6) 読取りはCCDによる平面走査により、記録はマルチスタイルによる平面走査により行われているので、信頼性と安定性に優れている。
- (7) 記録は、乾式静電記録・光定着方式を採用しており、保存性に優れ、鮮明な画像が得られる。
- (8) 原稿のバックグラウンドを自動的に判別し、最適濃度で電送するので、種々の背景濃度をもつ原稿に対しても、良好な画像が再現できる。
- (9) 自動再送要求機能を採用しているので、回線状況による受信データの誤りがあっても、自動的に正しいデータを再送信することにより、受信画像にデータエラーの影響を与えない。
- (10) 受信紙はオートカットにより自動的に原稿長に合わせて切断されるので、受信紙の取扱い、整理が便利である。
- (11) キャリヤシートのマークスケールにより必要部分のみを電送する部分

電送ができる。

(12) 相手受信機側からの呼出しにより自動送信できる（ポーリング機能）。

なお、開発設計の過程で16本/mmの解像度についても検討したが、現段階では12本/mmとの画質に有意差がないうえに、電送時間が長くなり（約1.5倍）、制御駆動素子数が増大するという難点があり、総合的には12本/mmが有利と判断された。市場における16本/mmのファクシミリでは、記録紙上にドットづぶれが見うけられ、解像度についても当社機が優位である。

3. 装置の概要

図2. に送信部の装置構成を、図3. に受信部の装置構成を示す。まず、原稿を送信部の原稿台にそう（挿）入すると、原稿は自動的に読取位置まで搬送される。この間に、基準反射面からの光情報を2組のCCDイメージセンサにより光電変換し、その信号をメモリに記憶しておく。相手受信機との接続完了ののち、原稿の読取りを開始する

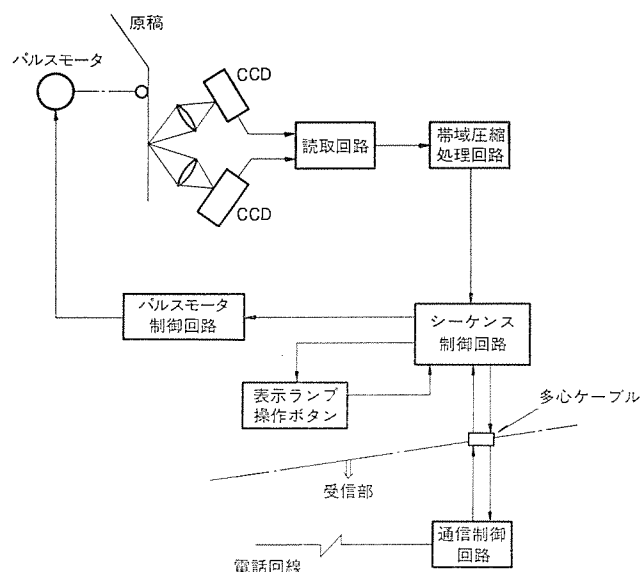


図2. 送信部ブロックダイアグラム

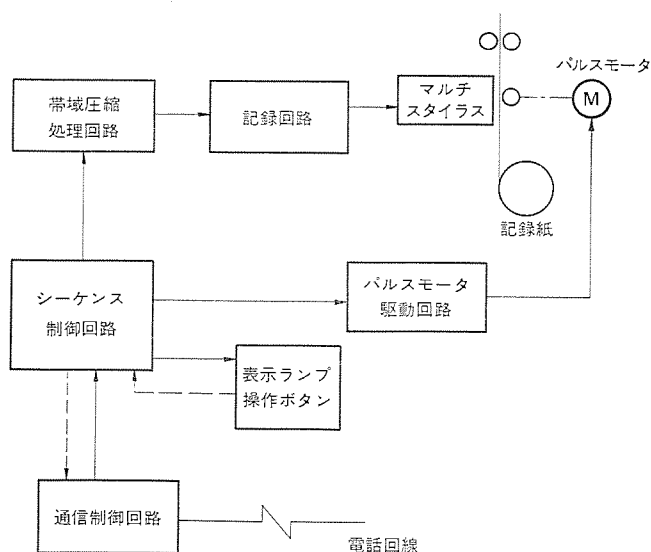
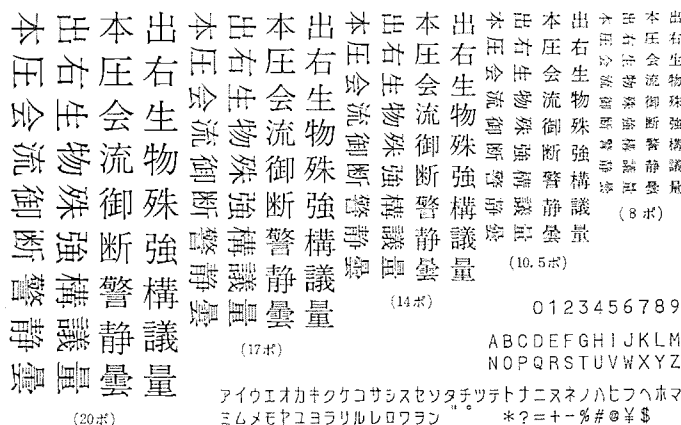


図3. 受信部ブロックダイアグラム

が、その画像情報信号をメモリに記憶された基準反射面からの信号と比較することにより、周辺減光特性、及びCCDイメージセンサの各



(a)



FACSIMILE TEST CHART No. 2-L

(b)

図4. 記録画例

エレメントごとの感度むらを自動的に補正する。この出力を水平、垂直の両方向のアーチャ補正を通して高精度、高解像度の画信号を得ている。中間調モードの場合は、更にディザ処理回路を通して帯域圧縮処理回路へ転送されて符号化される。その出力信号はシーケンス制御回路、通信制御回路を経て電話回線へ送り出される。

受信側では、通信制御回路、シーケンス制御回路を経て入力された符号化信号を帯域圧縮処理回路で復号し、記録回路を通してマルチスライスにより記録紙に記録する。中間調モードのときは、この記録電圧をいくつかの電圧に切換えることにより、多値（白を含めて4レベルまで可能）の濃度を得ている。

図 4. に《MELFAS 850》の記録画の1例を示す。

4. 多値ディザ方式による中間調記録

(1) ディザ方式とは

一般の事務用ファクシミリでは、書画における文章やデータの数字などが、正しく読めることを第1にしている。このため、通常はある一定の濃さのものは、黒として扱っている。ところが、この方法では、写真や印鑑のように濃淡のある原稿の場合、濃い部分はすべて黒、淡い部分はすべて白となってしまう、実際原稿とは違ったものになってしまう。

正しく濃淡を再現するためには、例えばテレビジョンのように1画素ごとに多くの階調（64～256階調）を表示できるのが好ましい。ところが、テレビジョンと同様の方式でファクシミリ原稿を送ろうとすると情報量は2値ファクシミリの6～8倍となってしまう、帯域が3.4 kHzと狭い加入電話回線では短時間で電送することができない。

ディザ方式は、微小面積を単位として黒の密度を変化させることにより人間の目に数階調の濃淡を感じさせるものである。この方式によれば、画面データをデジタル信号として扱えるので、超高速のモ

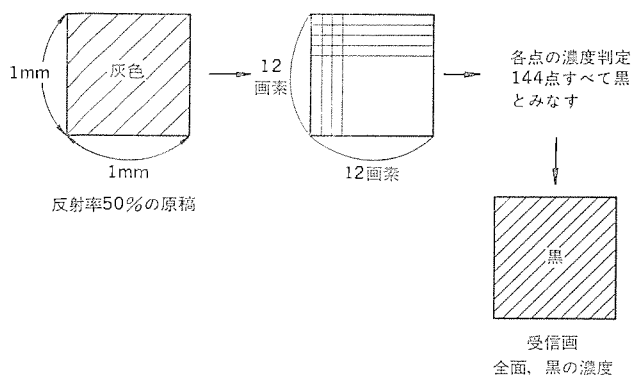


図 5. 従来の方式による2値化の説明図

87.5	37.5
12.5	62.5

図 6. ディザ方式に用いる基本マトリクス例

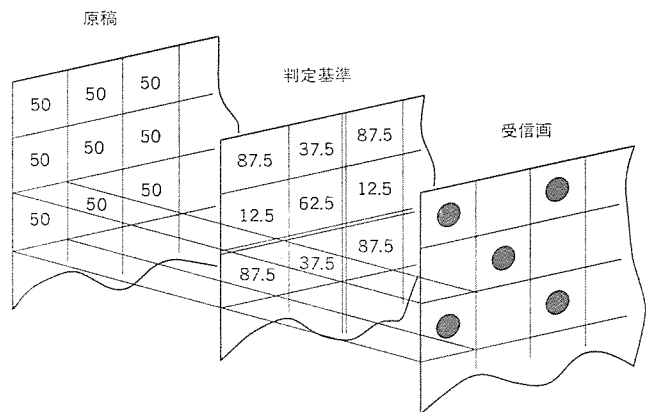


図 7. ディザ方式による2値化の説明図

デム（変復調装置）を使用すれば、加入電話回線でも1分程度の時間で、濃淡の正しい画面を送ることができる。

(2) 2値ディザ方式

一般のデジタルファクシミリでは、画面を細かな点に分解し、その1点ごとに、例えば反射率が60%以下（全白を100%とした場合）であれば、一律に黒として扱っている。いま、反射率50%の原稿があったとすると、解像度12本/mmの場合1ミリ平方の領域を $12 \times 12 = 144$ の点に分解して、図5.のようにどの点も黒とみなされるので、受信画は、全面黒として記録される。また、原稿の反射率が70%であると、この場合は60%を判定基準としているので、受信画は白となり、何も記録されないことになる。

これに対してディザ方式では、各点ごとに白黒を判定する基準を変化させる。まず図6.のような、 2×2 構成の判定基準用の基本マトリクスAを作り、このマトリクスをくり返し用いることにより白黒を判定する。

例えば、前述の反射率50%の原稿があったとすると、判定マトリクスAを用いて図7.の結果が得られる。すなわち、受信画を拡大すると、1ミリ平方内の144点のすべてが黒となるのではなく、白と黒とが混在した画面となっている。

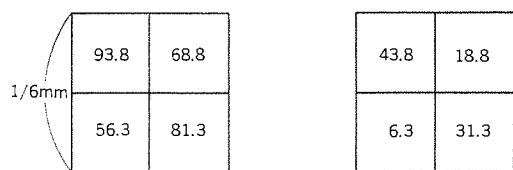
解像度12本/mmの場合、1ミリ平方を144点に分けているので、1つの点は、わずか0.083ミリ平方にすぎない。そこでこの受信画を普通の位置で見ると、1ミリ平方内に72個の黒が正確に散らばっているの、あたかも50%の反射率（ $72/144 = 0.50$ ）の画面として人間の目には感じられる。次に、原稿の反射率が75%であれば、黒の点は36個となり、やはり75%の反射率として感じられるわけである。

このようにして、ディザ方式（白か黒か）を用いても、擬似的に中間調を再現することができる。なお、原稿の濃さがはっきりした黒（0%）、白（100%）で、なり立っている場合は、ディザ方式でも白黒の境界をはっきりと再現することになるので、文字や図面の再現性も従来の方式と変わらない。

(3) 多値ディザ方式

判定基準用の基本マトリクスが、 2×2 の構成の上記の場合には再現できる階調レベルは5となる。マトリクスを大きくするほど再現レベルも多くなるが、他方、基本マトリクスの面積が広がってしまい、画像に荒さが発生し目ざわりなものになる可能性がある。

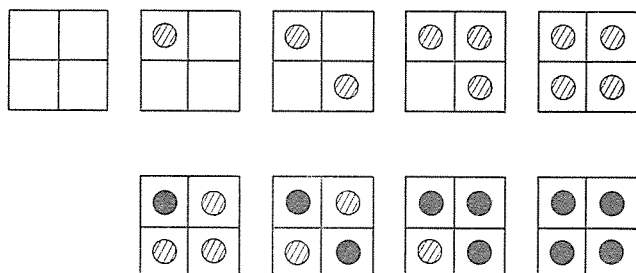
多値ディザ方式は、記録画の階調数を増加させて再現性を更に向上させるために、当社が独自に開発した方式である。



灰

黒

(a) 判定基準の基本マトリクス



(b) 9階調再現の方法

図 8. ディザ方式による多階調の表し方の例

多値ディザ方式では記録濃度を複数使用する。すなわち、2値ディザ方式では、記録にあたって白か黒かで各点を記録しているが、多値ディザ方式では、中間の濃度（灰色）でも各点を記録させている。例えば、基本マトリクスが 2×2 の3値ディザでは、図8. (a)のような判定基準用マトリクスを用いて、図8. (b)のように9階調の濃淡を再現することができ、しかも、基本マトリクスの面積が比較的小さいので画像の荒さも目立たず、印影などの濃淡と同時に細かい文字も再現することができる。

5. 多値予測分割符号化方式

印影や写真などの中間調のある原稿を電送する場合、多値ディザ方

式によって得られる画情報が複数ビット（3値ディザ方式のときは2ビット）のため、従来の帯域圧縮処理のままでは電送速度が低下する。多値予測分割符号化方式では、予測に使用する参照ラインを3ラインまで拡大し、更に3値ディザ方式のときは3種類の予測信号を作り、実際の画情報がどの予測値と一致したかを判定し、その判定データを統計的な性質にもとづいて分割整理する。このようにして得られたデータ列を最適なランレングスコードの次数を用いて伝送することにより、音声帯域の回線でも高速で電送することができる。なお《MELFAS 850》には中間調電送モードのほかに、白黒2値の電送モードも持たせており、文書や図面などの場合は、電送する画情報を白黒の2値信号のみとしてもほとんど再現性への影響がないので、従来から《MELFAS 300》シリーズに用いている予測分割符号化方式により帯域圧縮処理を行い電送する。

6. む す び

多値ディザ方式による中間調デジタルファクシミリ《MELFAS 850》は、高精度、高忠実度、高速性により従来のデジタルファクシミリでは不可能であった印鑑証明、新聞紙面やデザイン図案等を電送したいユーザーからの要求に答えることができ、ファクシミリの利用分野を更に広げることができる。小形化、使い勝手の向上、機能充実を図り、広い範囲の市場要求に適合するよう、よりはん(汎)用性を高めていくことが必要であろう。

最後に、このファクシミリの開発設計にあたり、多くのご支援、ご協力をいただいた社外の関係各位に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 大西ほか：信学論A, 60-A, No. 12 (昭52)
- (2) 上野ほか：中間調画像の予測分割符号化方式, 画電研報, 78-07-3 (昭53)
- (3) 上野ほか：多値ディザ化画像のデータ圧縮, 信学技報, CS 78-149 (昭53)

択した各半波波形を位相制御すれば実効出力電流も可変できることになる。

ファインストップは、“間引き”及び出力調整を3個の双方向サイリスタ(BCR)で実現した製品で、以下の機能を有する。

(1) 初期運転トルク調整機能

商用周波数による運転からファインストップ運転に切替えた直後の出力電圧を調整する機能で、駆動機械の用途に応じ減速度を適切に設定することができる。また、この機能は低速で始動する場合の始動トルク調整としても作動する。

(2) 低速運転トルク調整機能

上述の初期運転トルク調整機能の有効な期間(内蔵タイマによって可調整)を経過した後の出力電圧を調整する機能であり、不要な電流の供給を防止し、電動機トルクを負荷に見合った値に設定することができる。

(3) 直流制動機能

ファインストップによる低速運転終了時に、停止指令を受けて電動機を制動するための直流電圧を所要時間印加する機能である。

3.2 動作例

ファインストップの基本外部接続回路を図3.に示す。図4.に動作例を示すが、同図において高速運転からファインストップ運転に切替えると、低速再生制動トルクにより速やかに低速運転に移行し、低速安定運転状態になる。減速・低速運転時の電動機電流はおのこの前述の初期運転トルク調整・低速運転トルク調整で設定したものである。

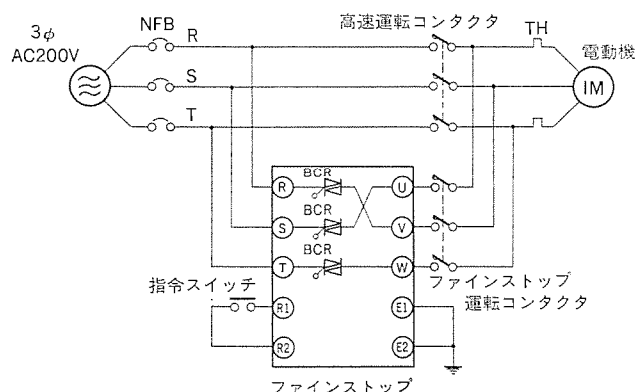


図3. ファインストップの基本外部接続回路

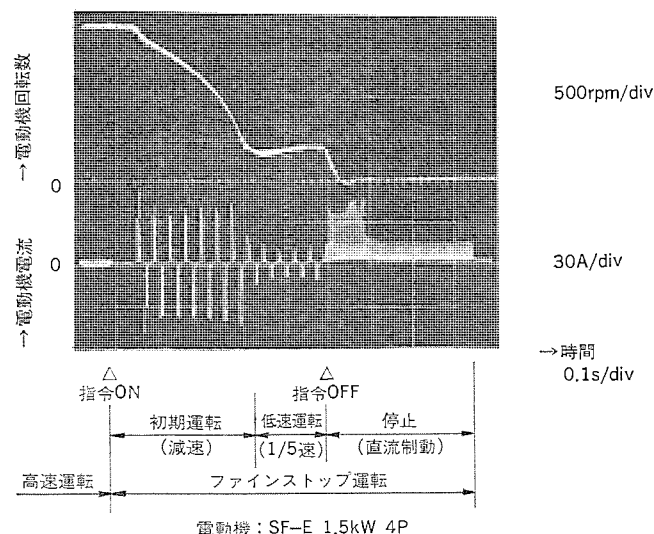


図4. ファインストップの動作例

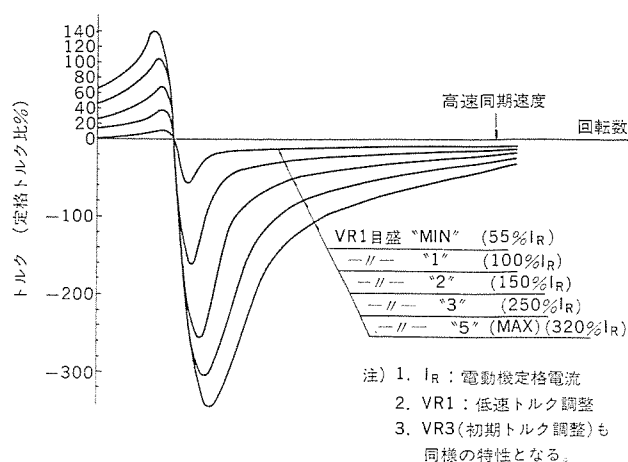


図5. ファインストップによるトルク特性(1/5の場合)

ファインストップ運転時の電動機電流は、間欠的な低周波のため電流値が大きく、発生トルクのリップルも大きい。しかし、これは電動機容量の選定及び前述の各トルク調整を適切に行うことによって実用上支障のないレベルとすることができる。

図5.にファインストップで運転した場合の回転数—トルク特性を示す。図中、各曲線のパラメータはトルク調整ボリュームの目盛りと、対応する実効電流である。これらの特性は、極数・容量・型式にはほとんど左右されないものである。

3.3 用途例

(1) コンベヤ・台車・トラバサなどの定位置停止

自動車メーカーの車体組立用コンベヤ制御、スタッククレーンのフォーク制御、自動めっきラインの頭上コンベヤ制御など、搬送機に関連する用途に最も多く使用されている。

(2) インデックステーブル・台車のつきあて停止

マシニングセンターのテーブル旋回制御、板金プレス用ムービングボルトの走行制御など、ロックピン停止・つきあて停止時のショック軽減用として使用されている。

(3) 粉体・流体などの定量送り

穀物・飼料・セメントなどの定量送り装置において、計量精度を向上する目的で微量送りに使用されている。

(4) 低速調整

クランクプレスにおける“型”の取付作業、織機の糸口合わせなどの用途で、寸動微速運転の目的で使用されている。

(5) 定点停止

中ぐり盤のバイト停止位置制御、旋盤主軸の定位置停止、クランクシャフトラッピングマシンにおける姿勢制御など、ワンポジションストップを目的とする用途に使用されている。

このほか、フライス盤のカッタ早送り機構、鉄鋼メーカーにおける各種台車、製品結束機、窯業メーカーにおける各種コンベヤ制御、製材機の送り制御など、多数の実用例がある。

4. ファインスタート

電動機のじか(直)入れ時の平均始動トルクは、通常その定格トルクの2~3倍の値になる。このため、始動時の機械的ショックをきらい用途では従来、電源と電動機との回路間に始動時の一定時間だけリアクトル・抵抗器などをそう入して印加電圧の軽減によりトルク制限する方法が広く行われていた。

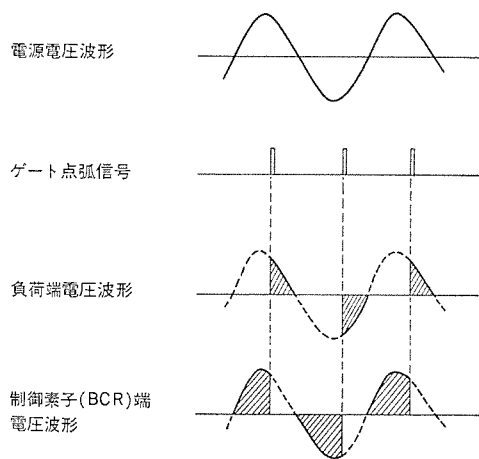


図 6. ファインスタートの動作原理

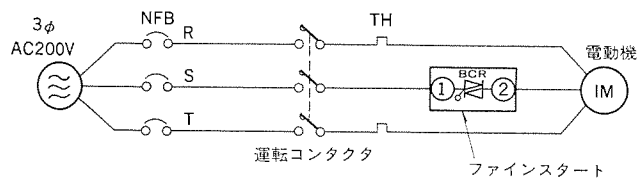


図 7. ファインスタートの基本外部接続回路

ファインスタートの基本的な考え方は上述の印加電圧軽減法と同じであるが、従来方式で外部に設けていた調整タップ、タイマ及び始動完了後の短絡化など、減電圧始動機能を全電子化したものである。

4.1 動作原理

電圧を位相制御すると、図 6. に示すように負荷端及び制御素子端に電源電圧が分相される。負荷端の基本周波数は交流電源周波数と等しく、電圧値のみがゲート点弧信号の位置に応じて軽減することになる。また、制御素子端の電圧を用いて制御動作させれば、他電源を必要としないで出力調整ができる。

ファインスタートは、制御素子として双方向サイリスタ (BCR) を用い、駆動回路へのそう入だけで減電圧始動を実現した製品で、以下の機能を有する。

(1) 減電圧量調整機能

電動機が始動完了するまでの時間中、出力トルク量すなわち、印加電圧量を設定する機能であり、機械装置の加速度を適正に調整することができる。

(2) 初期印加電圧漸増機能

電源投入後にいきなり上記機能によって設定された電圧を電動機に印加するのではなく、零から徐々に増加させる機能で、機械装置の動き始めのショックを小さくすることができる。

(3) タイマ機能

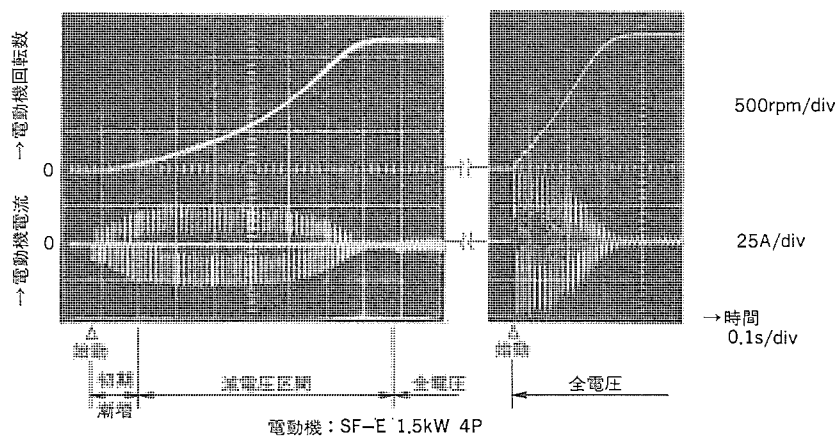
減電圧状態を保持する時間を機械装置の必要とする値に設定するもので、始動完了後全通電へ移行させる内蔵タイマである。

(4) 全通電機能

減電圧状態終了後に電源電圧のほぼすべてを電動機へ印加・保持する機能で、始動完了後そのまま定常運転が行われる。

4.2 動作例

ファインスタートの基本外部接続回路を図 7. に、動作を図 8. に示す。図 8. (a) の電流波形は、ファインスタートをそう入した相の電流変化で、同図 (b) の直入れ時に比べると電流の抑制、及び始動トルクの制限効果が認められる。また、電動機給電線の 3 線中 2 線にファ



(a) ファインスタート始動特性

(b) 直入れ始動特性

図 8. ファインスタートの動作例

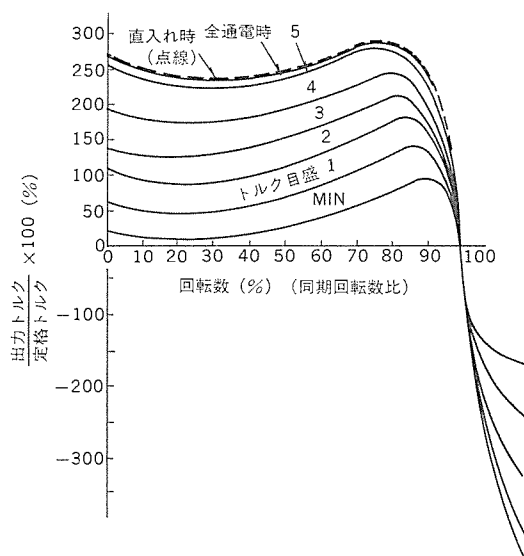


図 9. ファインスタートによるトルク特性

インスタートをおのおのそう入すると、3 線の電流がすべて制御されるため、単にクッションスタータとしての機能ばかりでなく、始動電流抑制装置としても利用できる。

図 9. にファインスタートを用いた場合の電動機運転特性を示す。同図中、各曲線のパラメータは減電圧量調整用ボリュームの目盛りである。なお、この特性は極数・容量・型式にはほとんど左右されないものである。同期回転数以上の速度領域についても同様にトルク制限が行えるため、例えば 4/8P 極数変換電動機の 4P 運転→8P 運転切換時の減速ショックの軽減にもファインスタートが有効である。

4.3 用途例

- (1) コンベヤ・台車・ホイス・リフト・ケーブルカーなどの加速度制限
不定形貨物搬送用コンベヤ・懸垂式搬送装置などの荷揺れ・荷崩れの防止を目的とする用途に多く使用されている。
- (2) 各種材料の巻取装置・プロフ・脱水機などの緩衝始動
糸・電線・フィルムなどの巻取装置・大慣性負荷駆動装置のショックレス始動、及び始動時の突入電流の抑制が必要な用途にも多く使用されている。
- (3) 寸動運転の容易化
機械のバックラッシュ・巻取材料のたるみ吸収のためのインチング微速運転などにも使用されている。

5. ファインブレーキ

電動機の直流制動装置としては、従来単相降圧トランス・整流器・タイマなどを組合せたものが一般的であった。この方式の欠点として、制動力の設定が段階的にしか調整できないこと、システムの外形が大きいこと、及び直流電流のシャ断が複雑であることなどがあげられる。

ファインブレーキは、これら従来方式の欠点を解消して、小形軽量化した電子式直流制動装置である。

5.1 動作原理

電動機に単相半波の位相制御電圧を印加し、誘起電圧をフライホイール電流として流すと、円滑な制動トルクが幅広く得られる。更に、外部コンタクタの開閉を印加電圧の制御に合わせてシーケンス動作するようにすれば、無電圧シャ断を行うことができる。

ファインブレーキは、サイリスタ (SCR)・ダイオード (FD) を用いて直流制動を実現した製品で、以下の機能を有する。

(1) 出力電圧調整機能

電動機を停止させる制動トルク量、すなわち印加電圧量を設定する機能で、機械装置の減速度を緩急自在に調整できる。

(2) タイマ機能

直流出力状態を維持する時間を機械装置の必要とする値に設定するとともに、外部コンタクタの開閉タイミングを制御する内蔵タイマ。

(3) 外部コンタクタ開閉機能

制動コンタクタを開閉する交流出力機能で、運転→制動切換時のア

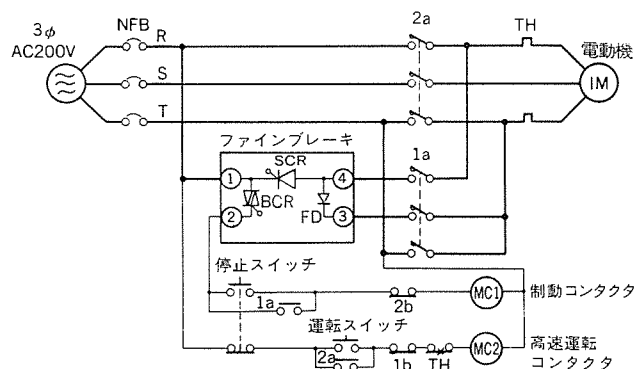


図 10. ファインブレーキの基本外部接続回路

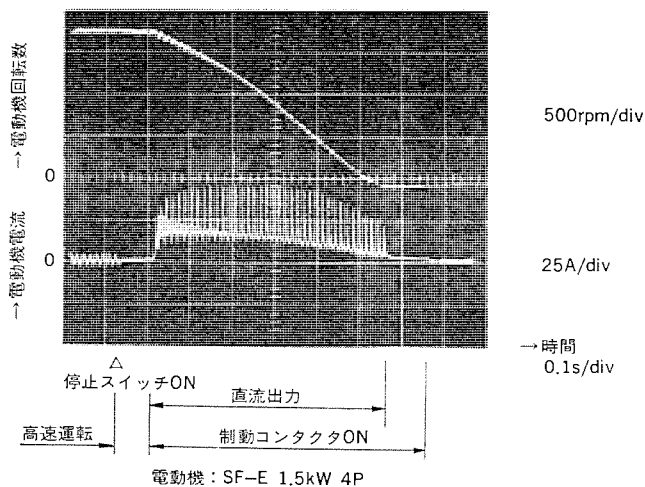


図 11. ファインブレーキの動作例

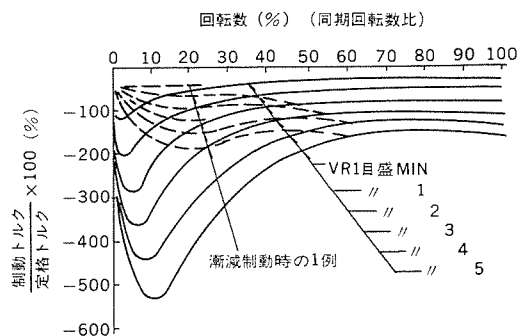


図 12. ファインブレーキによる制動トルク特性

クメーク、制動中の直流シャ断の防止ができる。

このほか製品には、制動動作終了後の誤操作で不要な再動作を防止する〈完了状態保持機能〉などを設けている。

5.2 動作例

ファインブレーキの基本外部接続回路を図 10. に示す。図 11. の動作例に示すように、円滑な制動停止の様子が認められる。

図 12. はトルク特性を示したもので、図中の漸減制動時特性は減速度をほぼ一定に保ちたい場合に有効である。

5.3 用途例

(1) クレーン走行・台車・コンベヤなどの制動力制限

不定形貨物搬送コンベヤ・懸垂式搬送装置などの荷揺れ・荷崩れの防止を目的とする用途に多く使用されている。

(2) 旋盤主軸・脱水機・グラインダなどの大慣性負荷の急制動

機械式ブレーキなどの寿命要素をなくした大慣性負荷駆動装置の制動を目的とする用途にも使用されている。

6. む す び

以上、電動機の簡易制御装置として開発した《ファインストップファミリー》について個々に述べたが、実際の装置ではファインスタートとファインストップ、あるいはファインスタートとファインブレーキを組合せて使用されることも多い。

ファミリー構成として、表 1. に示すシリーズを製品化しているが、いずれも発売以来多種多様な装置に使用されて機械の高速化に伴う始動・停止の特性向上を満たすものとして好評を博している。

今後、自動化・合理化が進むにしたがい需要は更に増加する見込みであり、ユーザー各位の指導を得てより以上に簡便、経済的で信頼性の高いファミリーの完成に精進する所存である。

表 1. 《ファインストップファミリー》機種一覧

電 源	適用電動機	ファインストップ	ファインスタート	ファインブレーキ
3 φ AC 200 /220 V 50/60 Hz	1.5(kW)以下	FS-1500 A	FC-1500	FB-1500
	3.7 "	FS-3700 A	FC-3700	FB-3700
	7.5 "	FS-7500 H, L	FC-7500	FB-7500
	11 "	—	FC-11 K	FB-11 K
	15 "	FS-15 KH, L	—	—
	22 "	FS-22 KH, L	FC-22 K	FB-22 K
3 φ AC 400 /440 V 50/60 Hz	3.7 "	SF-3700H, L-240		
	11 "	FS-11KH, L-240		
	22 "	FS-22KH, L-240		

減速比 A : 1/5, 1/11 切換え H : 1/5 L : 1/11

壁掛形《クリーンヒーターエアコン》—冷暖房機—

長尾吉彦*・牛越 諒**・浅野 忠**・野沢栄治**・林 悦二**

1. ま え が き

三菱冷暖房機《クリーンヒーターエアコン》床置形を昭和53年に本格発売以来2年を経過した。低維持費でかつ外気温度に左右されない安定した暖房能力をもった冷暖兼用機として市場拡大への大きな役割を果たした。更に床設置ではでき得なかった「室内の省スペース化」、「すえ(据)付けへの自由度(中間部屋設置)」、「工事の簡単化(壁穴1個)」など市場要望に答えるべく誕生したのが壁掛形《クリーンヒーターエアコン》である。

壁取付けであるためには設置状態における薄形化をはかり、居住空間への威圧感を取り除き、据付工事を容易にすべく軽量化をはかる必要がある。その手段として採用したのが熱源(燃焼器回り)を屋外に移し温水により熱搬送する温水暖房方式である。

すなわち、壁掛形《クリーンヒーターエアコン》は冷暖兼用の室内ユニットによって冷房時はエアコンとして、暖房時はセントラルヒーティングと同様の温水暖房による冷暖兼用空調機である。

以下この新方式の冷暖機につき暖房システムに主体をおき説明する。

2. 製品コンセプトとデザイン化の背景

壁掛形《クリーンヒーターエアコン》の開発は、単に《クリーンヒーター》シリーズのバリエーションが1つ増えたということにとどまらず、いくつかの点で従来のわく(枠)を打破った考え方であり、今後の発展につながる大きな可能性を秘めている。そうした内容の正しい認識と、発展の姿の予測及び提案こそが製品デザインの原点である。

2.1 製品コンセプト

(1) 床置一辺倒であったFF燃焼式温風暖房機業界に初めて壁掛形を登場させ、ユーザーのスペース条件に対応して新しい展開を試みる。

(2) 従来ボイラの既成概念を打破ったボイラ(以下、「暖房ユニット」と称する)を採用することにより、従来のFF温風暖房機ではなし得なかった「マルチ暖房」の実現、室内機の暖房方式の多様化、据付け・配管の自由度等、数多くのメリットと将来への発展性を可能にする。

2.2 デザイン化の背景

以上の製品コンセプト、開発姿勢をベースに次のようなデザインコンセプトを設定した。

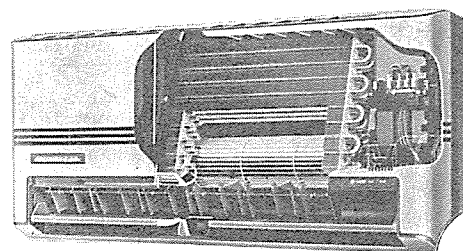


図 1. (a) 壁掛形《クリーンヒーターエアコン》室内ユニット (VCH-401P)

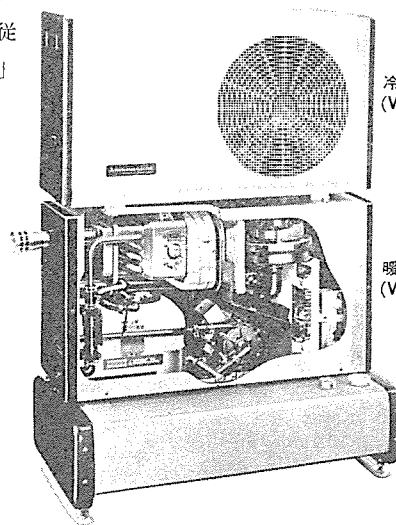


図 1. (b) 石油タイプ屋外ユニット

- (1) 従来の《クリーンヒーター》のデザイン思想に基づくデザイン。
- (2) マルチ化、及び将来の室内機の多様化を想定し、発展する空調システムの第一弾であることを前提にしたデザイン。
- (3) 据付位置や製品の基本機能、基本形態などで類似性のある壁掛形ヒートポンプ式ルームエアコンとの差別化を考慮したデザイン。

2.3 製品デザインへの具体化

以上のようなデザイン思想を基に次のようなデザイン提案を試み、製品化した。図1.にその外観を示す。

- (1) 吸込口を製品上面位置とした。(従来エアコンでは前面吸込)
- (2) 製品と室内の壁との同化をはかるため、吸込み、吹出し、コントロール等の製品要素を、できる限りひかえめにまとめ、シンプルな形態、色調、素材感とした。インテリアの他のどんな色にもなじむベージュ系統のホワイトグレーの色調とし、また落ちついたソフトな感覚をもつ砂地テクスチャーのホットスタンプを採用した。
- (3) 将来のバリエーションを考慮して室外ユニットをモジュール化し、組合せの融合性、室外スペースの据付条件、選搬性等を併せ考慮した。

3. 壁掛形《クリーンヒーターエアコン》のシステム構成

冷暖房システム構成と機能を図2.に、仕様を表1.に示す。システムは、次の3つのユニットで構成している。

- ① 冷暖兼用の室内ユニット
- ② コンパクトで高効率の燃焼器、熱交換器とう(搭)載の暖房ユニット(暖房用熱源機)
- ③ ルームエアコン《霧ヶ峰》と同様な冷房ユニット(冷房用熱源機)

(1) 冷暖兼用の室内ユニット

従来エアコンの吸込形態を見直し、前面吸込みを上吸込みに変え風の流れをスムーズに流すことによって、低騒音化をはかり弱ノッチ28ホンを実現し、暖房時には室内上方の暖気を吸込み下方へ吹きおろすサーキュレーション効果も発揮させた。一方熱交換器においても、冷媒パイプ間に温水パイプを配列し、コンパクトな17cm幅の室内ユニットを実現させた。

(2) 暖房ユニット

壁掛形《クリーンヒーターエアコン》暖房ユニットは温水暖房方式で以下の点で従来ボイラとの差別化を図った。

- (a) 省エネルギー設計(経済性)
 - (i) 熱効率の向上(石油タイプ 90%, ガスタイプ 83%)
 - (ii) 貯湯量の縮小(石油タイプ 約7ℓ, ガスタイプ 約3ℓ)
- (b) 工事の簡単化
 - (i) 軽量化(石油タイプ 29kg, ガスタイプ 18kg)

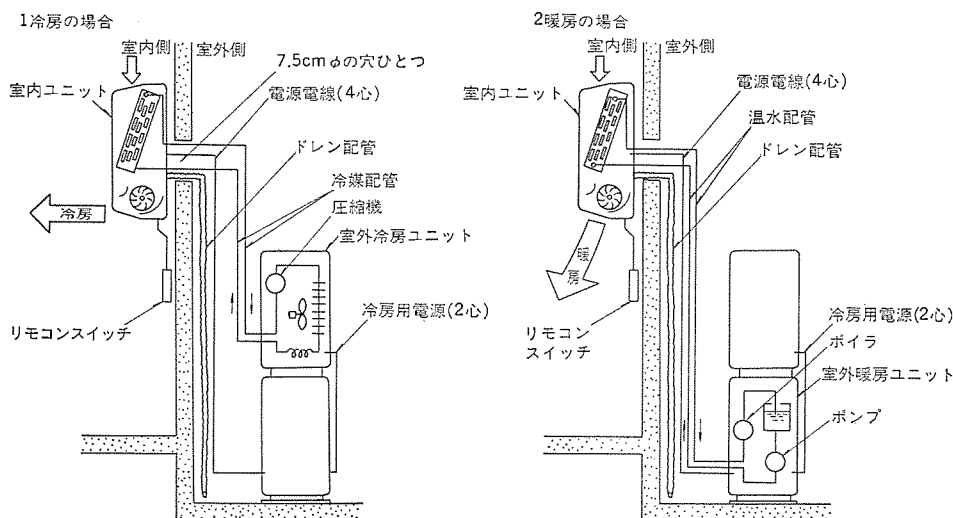


図 2. (a) 壁掛形《クリーンヒーターエアコン》冷暖房の システム

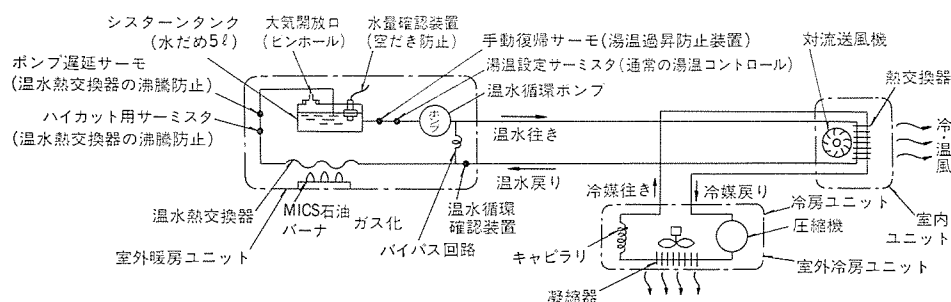


図 2. (b) 壁掛形《クリーンヒーターエアコン》機能図 (石油タイプ)

表 1. 壁掛形《クリーンヒーターエアコン》仕様

形名	セット形名	石油温風タイプ		ガス温風タイプ	
		VKCH-422PT	VCH-401P	VGCH-422P	VCH-401P
電源	室内ユニット	VGU-22MR	VGU-22MR	VGU-22MR	VGU-22MR
	冷房ユニット	VKH-60KPT	VKH-60KPT	VKH-60KPT	VKH-60KPT
電圧	暖房ユニット	VP-03PT	VP-03PT	VP-03PT	VP-03PT
	配管セット	VP-03PT	VP-03PT	VP-03PT	VP-03PT
コンセント定格及び形状	電圧	単相100V 50/60Hz	単相100V 50/60Hz	単相100V 50/60Hz	単相100V 50/60Hz
	ヒューズはプラグ容量	15A	15A	15A	15A
タイムスイッチ	12時間電子タイマー (おはよう、おやすみ)	125V 15A ①形専用回路とする	125V 15A ①形専用回路とする	125V 15A ①形専用回路とする	125V 15A ①形専用回路とする
	風量切換	急、強、弱 3段切換	急、強、弱 3段切換	急、強、弱 3段切換	急、強、弱 3段切換
使用燃料	白灯油 (JIS1号灯油)	急、強、弱 3段切換	急、強、弱 3段切換	急、強、弱 3段切換	急、強、弱 3段切換
	熱入力 (kcal/h)	マルチ 5,600 シングル 4,400	マルチ 5,600 シングル 4,400	マルチ 5,600 シングル 4,400	マルチ 5,600 シングル 4,400
暖房能力 (kcal/h)	暖房可能面積	10~23m ² (6~14畳)	10~23m ² (6~14畳)	10~23m ² (6~14畳)	10~23m ² (6~14畳)
	熱利用効率	87% (システム効率)	87% (システム効率)	87% (システム効率)	87% (システム効率)
暖房ユニット効率	消費電力 (W)	室内31/32暖房ユニット予熱時660/670燃焼時172/184	室内31/32暖房ユニット予熱時660/670燃焼時172/184	室内31/32暖房ユニット予熱時660/670燃焼時172/184	室内31/32暖房ユニット予熱時660/670燃焼時172/184
	ヒートアップ時間	約12分 (電源ON→温風がでるまで)	約12分 (電源ON→温風がでるまで)	約12分 (電源ON→温風がでるまで)	約12分 (電源ON→温風がでるまで)
騒音 (ホン)	室内	急39/40 強33/34 弱28/28	急39/40 強33/34 弱28/28	急39/40 強33/34 弱28/28	急39/40 強33/34 弱28/28
	室外	急39/40 強33/34 弱28/28	急39/40 強33/34 弱28/28	急39/40 強33/34 弱28/28	急39/40 強33/34 弱28/28
風量 (m ³ /h)	冷房能力 (kcal/h)	370/400	370/400	370/400	370/400
	冷房可能面積	11~16m ² (6~10畳) / 12~18m ² (7~11畳)	11~16m ² (6~10畳) / 12~18m ² (7~11畳)	11~16m ² (6~10畳) / 12~18m ² (7~11畳)	11~16m ² (6~10畳) / 12~18m ² (7~11畳)
除湿量 (ℓ/h)	消費電力 (室内外)	805/905	805/905	805/905	805/905
	圧縮器出力 (W)	700	700	700	700
騒音 (ホン)	室内	急39/40 強33/34 弱28/28	急39/40 強33/34 弱28/28	急39/40 強33/34 弱28/28	急39/40 強33/34 弱28/28
	室外	急39/40 強33/34 弱28/28	急39/40 強33/34 弱28/28	急39/40 強33/34 弱28/28	急39/40 強33/34 弱28/28
風量 (m ³ /h)	送風機出力 (W)	17	17	17	17
	室内	390/420	390/420	390/420	390/420
最大配管長 (m)	室外	15	15	15	15
	冷房	10 (垂直方向5)	10 (垂直方向5)	10 (垂直方向5)	10 (垂直方向5)
	暖房	10 (垂直方向6)	10 (垂直方向6)	10 (垂直方向6)	10 (垂直方向6)

(ii) コンパクトで持運びが容易 (冷房ユニットと同一サイズ)

(iii) 水道工事及び煙突工事を必要としない。

(c) メンテナンスフリー、低騒音化

MICS 燃焼技術による フェルセーフシステム を継承し高い信頼性と、屋外設置で冷房ユニットと同じ騒音 40 ホンを実現している。

壁掛形《クリーンヒーターエアコン》—冷暖房機—・長尾・牛越・浅野・野沢・林

4. 石油暖房ユニットの構造

石油暖房ユニットの構造写真を図 1. (b), 燃焼機構を図 3. に示す。燃焼方式は FF 燃焼で電磁ポンプでくみ上げた灯油を気化器に送り、気化ヒーターによってガス化させ、燃焼送風機で吸引した空気を混合させ燃焼後熱交換器で熱をとり排気筒より排出する。また、15 m/s の風速にも十分耐える特性を有し、特殊な設置場所用として給排気延長工事もできる。燃焼装置の熱入力は室内ユニットの接続台数により、マルチ (5,600 kcal/h)、シングル (4,400 kcal/h) の 2 段切換えである。暖房水の流は外部へ流出しない閉循環回路を形成している。熱交換器で加熱された暖房水はシスターンタンクに入り、水温を均一化し、温水循環ポンプの吸込口を経て、室内ユニットに向かって送られ放熱後再び室外暖房ユニットにもどる。

4.1 燃焼装置

バーナ装置⁽¹⁾は、灯油を気化し 1 次空気と混合する気化予混合室、安定した予混合炎を作るためのバーナヘッド、火災検知等のセーフティデバイスからなっている。気化予混合室において、電磁ポンプにより供給管の先端から吐出される灯油は、1 次空気により吹飛ばされ微粒子となって 1 次空気とともに熱板に衝突する。そのため熱板上における灯油のガス濃度の濃い部分の層が極めて薄くなり気化に要する時間を短縮する。このことは、点・消火時の瞬切のよい燃料供給の制御につながり、点・消火の際に排出され臭気の原因になる不燃成分を低減した。点火時の気化燃料の供給率を単純化して示したのが図 4. である。図に示すように、過渡期において時間 (t) に対する燃料気化率 (dF/dt) の変化 $d^2F/dt^2=a$ (一定) とすると、気化率が点火可能レベルに達する時間 (τ) は、

$$\tau = (1/a) (dF/dt)_{criti}.$$

この時間までに投入された燃料の総量は、

$$\int_0^\tau F dt = (1/6a^2) (dF/dt)_{criti}.$$

となる。これは、点火に際して排出される不燃成分の量である。

この量を低減するためには、過渡期における気化燃料の増加率をあげることが効果的であることが分かる。1 次空気の量は、予混合炎の全域で、炭素原子数と酸素原子数との比 [C]/[O] が

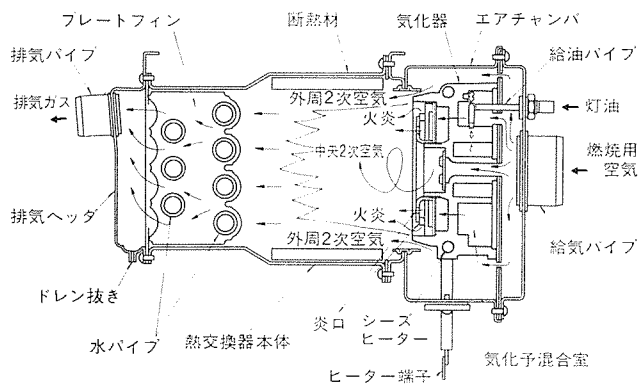


図 3. VKH-60 KPT 形燃焼機構

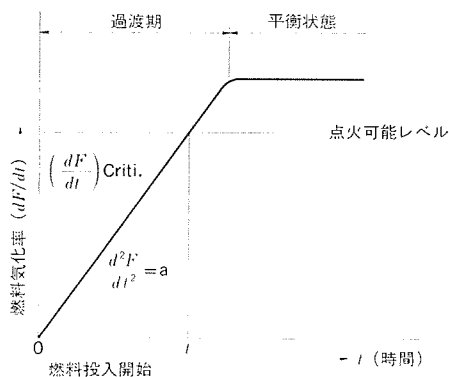


図 4. 点火時の気化燃料供給率

が同じ空間で行われるということは、燃焼機構が簡単で一見都合のよいことのように思われるが、さきに述べた炭素、酸素の原子数比 $[C]/[O]$ はガンタイプのバーナの燃焼空間では大幅に分布し特に火炎中では $0.5 <$ の領域が多く、火炎のすす生成や CO (一酸化炭素)・ HC (未燃炭化水素) の排出濃度の点で、気化・混合・燃焼のプロセスが分離され、互いに干渉することなく常に所定の機能を発揮することができる気化予混合バーナに比肩できない⁽¹⁾。

4.2 燃焼制御とシーケンス回路

暖房ユニットのシーケンス回路を図 5. に示す。動作原理は室内ユニットの暖房操作により水量確認装置、及び本体内に設置された対震自動消火装置の作動を確認してリレー X_0 が作動し、温水循環ポンプにより、系へ暖房水を循環させ、同時に気化ヒーターへ通電する。気化ヒーターの予熱が進み所定の気化面温度に達すると、熱電対からなるヒーターサーモにより検知し、気化ヒーターの通電を停止する。流量確認装置の作動を確認して、燃焼用ブロワが回り始め約 10 秒後(ラプージ時間)点火トランス及びオイルポンプが作動し着火する。点火トランスは約 15 秒間作動後停止し、フレイムロッドにより炎検知され燃焼が継続される。暖房水の湯温制御に湯温設定サーモ ($80^{\circ}C$ OFF, $69^{\circ}C$ ON) とハイカット用サーモ ($90^{\circ}C$ OFF, $60^{\circ}C$ ON) があり、湯温設定サーモはシステムタンク出口、ハイカット用サーモは熱交換器出口に取付けられ、通常運転は湯温設定サーモにより制御される。室内側の熱負荷がかなり軽負荷になるとハイカット用サーモが作動して湯温を制御する。気化面温度は燃焼熱の回収により設定温度を維持し、室内軽熱負荷での消火時間が長い場合外郭よりの放熱に応じて気化ヒーターへ通電し気化面を常に燃焼可能な温度に維持する。

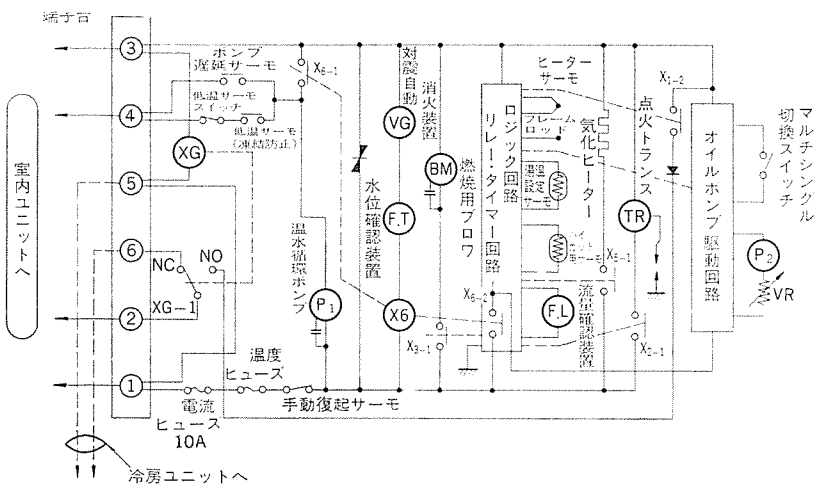
消火動作は湯温設定サーモ若しくはハイカット用サーモが設定温度に達するとオイルポンプの作動を停止し消火する。その後、室内ユニットで放熱され湯温設定サーモの設定温度以下になると再び着火する。燃焼用ブロワは消火後約 10 秒間回り(ポストパージ)燃焼器内の滞留ガスを排出し気化面への付着を防ぐ。なお、点火には着火ミスの場合 3 回のリサイクル回路を設けてあり、着火しない場合全動作を停止する。これは着火の信頼性を上げるため設けたものである。

4.3 安全装置

安全装置は燃焼系・温水循環系の 2 方向より設けてある。燃焼系には対震自動消火装置、炎検知装置、異常過熱防止装置があり、異常時、これを素早く検知し気化部への燃料供給を停止させる。いずれも自動復帰しない機構である。温水循環系には、ポンプ空運転防止の水量確認装置、温水循環が規定量確保されているか検知する温水循環確認装置、湯温設定サーモの故障時、湯温の過界を検知し暖房ユニットの全動作を停止させる手動復帰サーモがある。これは、故障原因を取り除き再度リセットしないと運転が再開されない温度過昇防止の安全装置である。

5. ガス暖房ユニット

ガス暖房ユニットの構造図を図 6. に示す。石油タイプと異なる点は、燃焼制御に比例制御方式を採用している点で、その結果システムタンクの容量 (1.7ℓ) を少なくすることができ暖房の立上りを早くすることができた。熱交換器で加熱された暖房水の温度をサーミスタで検出し $75^{\circ}C$ 一定とするためにガス量が自動調節される。ガスの通路はガス接続口より電磁弁を経て比例制御弁よりメインノズルへ接続さ



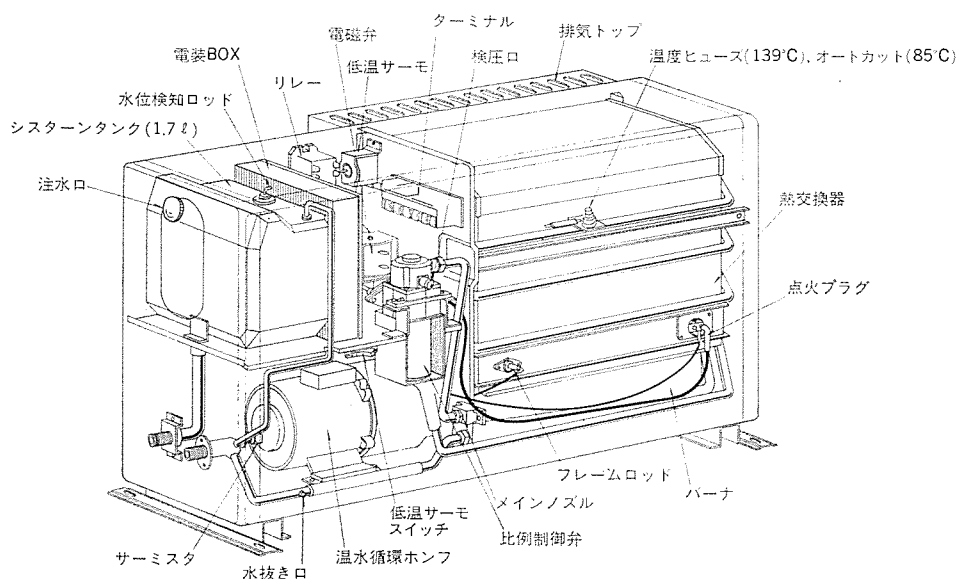


図 6. ガス 暖房 ユニット 構造図 (VGH-60 GP)

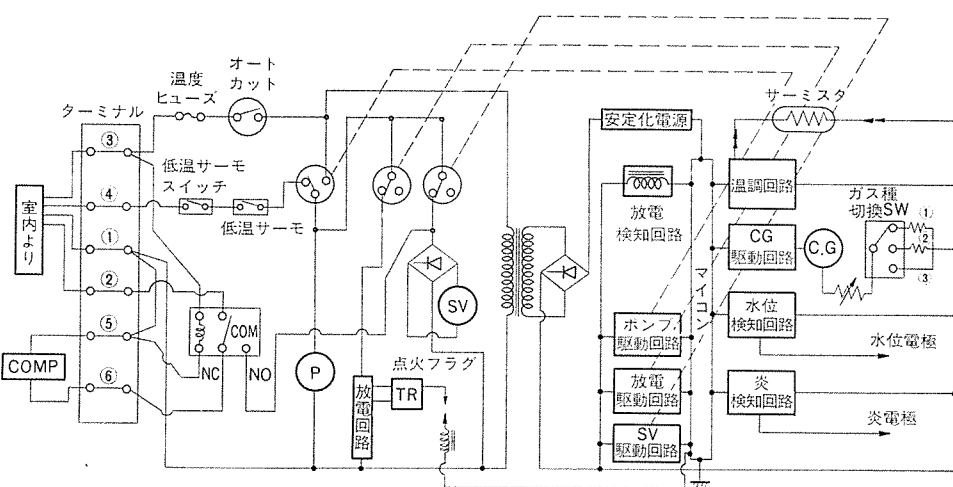


図 7. ガス 暖房 ユニットシーケンス 回路図 (VGH-60 GP)

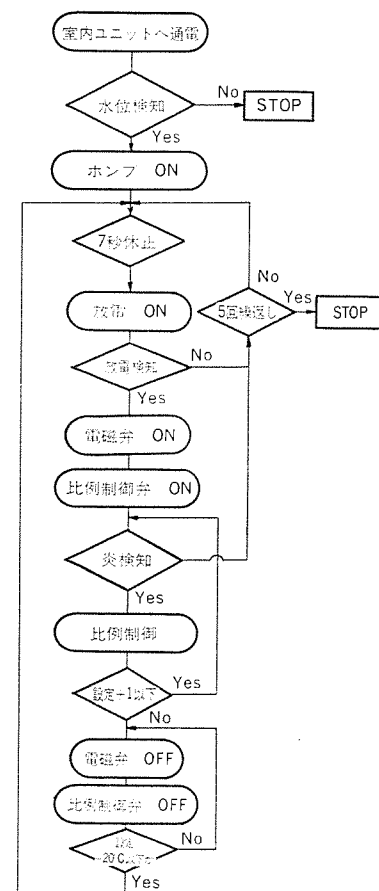


図 8. ガス 暖房 ユニットフローチャート (VGH-60 GP)

をインサート成形し、暖房水で炎口部を冷却している。その結果、炎口の温度は180°C以下と保っており、6,000 kcal/h～1,500 kcal/hまで良好な燃焼性を有している。

5.2 燃焼制御とシーケンス回路

ガス暖房ユニットシーケンス回路を図7、フローチャートを図8に示す。動作原理を説明すると室内ユニットの暖房操作により室外ユニットに電気が供給される。水量確認装置としての水位検知電極で水位を確認し循環ポンプが回り始め系へ暖房水が循環する。その後放電が開始し放電の位置と量を確認する放電検知回路が作動し電磁弁と比例制御弁が開きメインバーナに着火される。炎の整流作用を利用した炎検知回路が作動して燃焼を継続させる。その後暖房水の温度をサーミスタで検出して比例信号を比例制御弁に送りガス量を自動調節する。比例制御は70°Cでかかり始め78°Cでガス量は最低(2,500 kcal/h)となる。それ以下の負荷の場合には湯温が79°Cになると燃焼を停止し58°Cまで下がると再び着火する。フローチャートに示すように点火には着火ミスの場合5回のリサイクル回路を設けてある。これは着火の信頼性を上げるために設けたもので-20°C、外風15 m/sというきびしい外気条件下での着火性能に冗長度を持たせてある。また再着火する場合に7秒間の休止期間の後で放電が開始するようにしてあるのはミス着火の場合の残ガスを機外に排気するため、放電検知回路とともに着火の安全性を確保することを目的としている。

このような複雑な燃焼シーケンスコントロールにマイコンを使用することで、電子回路を簡素化し電子部品の集積度を上げサービス性の向上を

れパイロットバーナを使用しないでメインバーナに直接点火され省エネルギーに役かっている。燃焼空気は、本体背面の吸気口より燃焼ガスのドラフトエネルギーにより本体背面の排気トップより排出される。吸気口と排気口は耐外風性能の向上のために吸排気バランスを考慮してできるだけ近接されている。その結果、強制給排気方式と同様に15 m/sの風速にも十分耐える特性を有している。燃焼比例制御を行うためには、比例制御弁の開発が急務であったが、永久磁石と電磁石の組合せによる方式を採用しガス量調節機能、ガス圧調節機能(ガバ)、ガスシャ断機能(電磁弁)と3役をこなす比例制御弁を開発し、コンパクト化の一因となっている。

5.1 燃焼装置

燃焼方式は、強制燃焼方式ではなくドラフト燃焼である。ドラフト燃焼方式を採用した理由は、ガス量を比例制御するため燃焼を6,000 kcal/h～2,000 kcal/hまで連続制御の必要があったためである。しかし強制燃焼では実現しにくく、燃焼性に最も影響のある1次空気率がガス量に無関係にほぼ一定である大気開放形のバーナを選択した。

バーナの形状は、ラインバーナでアルミダイカストで炎口部も形成されている。炎口部には、ステンレスメッシュを取付けてバックファイアの防止をはかり、更に、炎口部の温度を下げるためにガス混合室に銅パイプ

図っている。

6. 特性 (暖房性能)

居住空間における暖房効果を次の点にポイントをおいて評価する。

(1) 室内の温度分布

が均一であり、かつルームサーモ動作時の温度変動が少ないこと。

(2) 室温を素早く立上げること。

6.1 室内温度分布比較評価

図 9. (a) にヒートポンプ式エアコン、壁掛形《クリーンヒーターエアコン》、床置形《クリーンヒーターエアコン》の代表的な位置での室内垂直方向の温度分布を示す。表示内容はいずれも 23°C に室温設定した木造洋間 8 畳のモデルルーム 図 9. (b) に示す④点である。なお室内の放熱器の暖房出力は最大出力を発揮する運転条件である。室温調節の温度変動幅の 3 者比較はヒートポンプ式エアコンが 2.5°C であり、他は 3.5°C と若干すぐれている。これは室内ユニットの処理風量は 2 割程度多い点の効果の現れである。また、壁掛形《クリーンヒーターエアコン》は暖房効果に最も必要な床上 50 cm の冷たさを感じやすい範囲で対流用送風機の運転時は床面に近づくにつれ上昇する傾向にあり、いかにして対流用送風機の運転率を上げるかが、今後の開発課題である。

6.2 吹出温風の温度変動

ヒートポンプ式エアコン、壁掛形《クリーンヒーターエアコン》の吹出温風温度変動を図 10. (a) (b) に示す。前者は室温が室温設定値に達すると、熱源側を停止させ、かつ対流用送風機を急ノッチから弱ノッチに自動的に切換え、室温制御するため、図 10. (a) のように吹出温風温度が 25°C~45°C まで変動し、かなりの冷風感を感じる。

一方、後者は室温が室温設定値に対すると対流用送風機を停止して室温制御するため、図 10. (b) のように 48°C~56°C の吹出温風温度となり在室者に冷風感を感じさせにくい。

6.3 室温立上がり特性

ヒートポンプ式エアコン、壁掛形《クリーンヒーターエアコン》の立上がり特性を図 10. (a) (b) に示す。温風が出始めてから室温が 20°C に達するまでの時間は、前者は 60 Hz で 49 分、50 Hz で 65 分、であり、電源周波数による影響が大である。後者は 19 分であり、この差は前者が外気温度による影響を受けやすいためである。

また、《クリーンヒーターエアコン》で床置形、壁掛形を比較すると、前者は燃焼器内蔵であり、室温による暖房能力の変化はほとんどないが、後者は温水暖房のため室温への依存度が大きく室温が低下すれば暖房能力が増す特徴を有し、室温立上がり特性に貢献している。

7. む す び

壁掛形《クリーンヒーターエアコン》の開発背景及び製品仕様について詳述したが、この開発は単に《クリーンヒーターエアコン》の機種系列の拡充ということにとどまらず、従来の《クリーンヒーター》シリーズの枠を打破つ

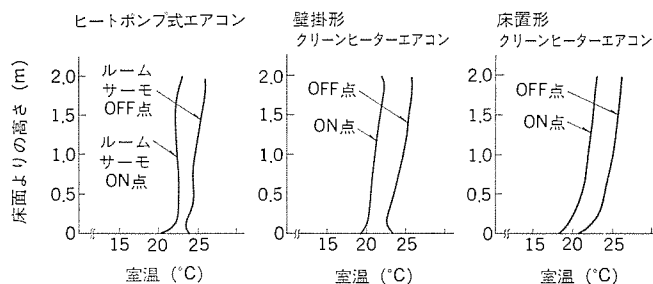


図 9. (a) 温度分布

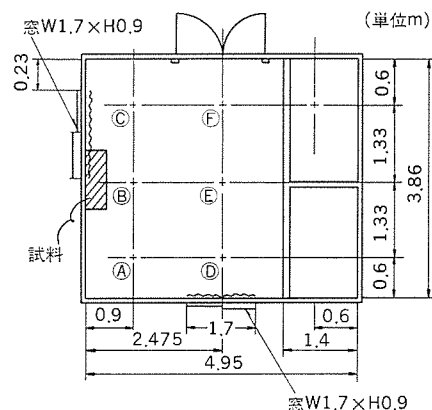


図 9. (b) 測定位置

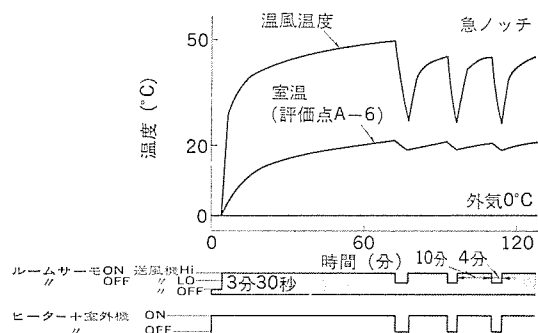


図 10. (a) ヒートポンプ式エアコン

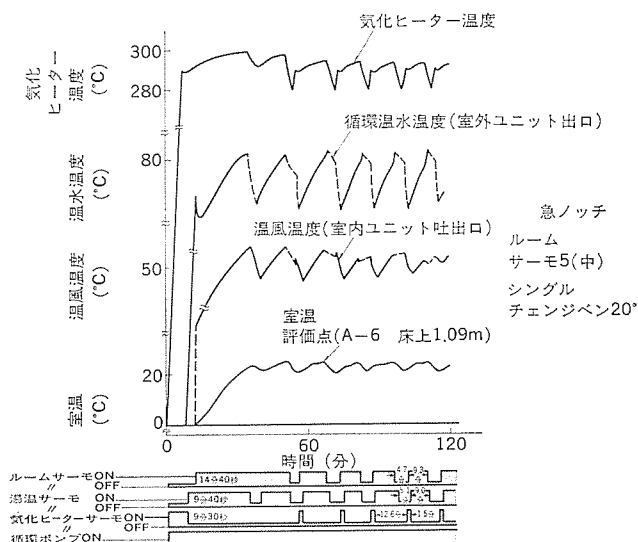
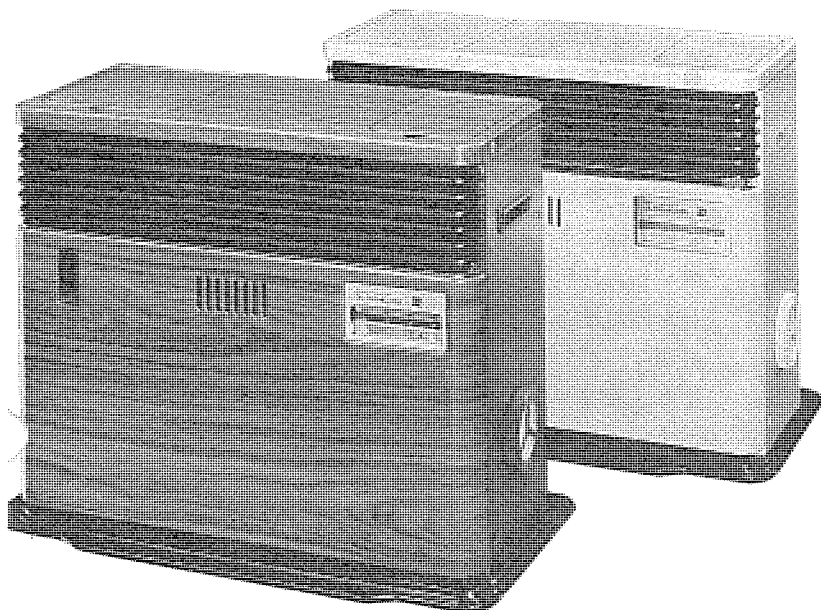


図 10. (b) 壁掛形《クリーンヒーターエアコン》

た考え方であり、今後の発展につながる大きな可能性を秘めている。したがって、今後の市場の多様化及びエネルギー事情にマッチした開発展開をしながら育て上げていく必要がある。

参考文献

- (1) 野間口, 西, 牛越, 桑沢: FF 式石油ガス化給湯機と冷暖房給湯システム, 三菱電機技報 53, No. 2, p. 159 (昭 54)



標準仕様

		KD-25CT	KD-32CT	KD-25CTD	KD-32CTD
電 源		単相 100V・50/60Hz			
消費電力	初期最大	300W	300W	350W	350W
	燃 焼 時 (50/60Hz)	85/80W (弱: 65/60W)	135/130W (弱: 100/95W)	85/80W (弱: 65/60W)	105/100W (弱: 75/70W)
暖 房 能 力 kcal/時		2500～約1600	3200～約2000	2500↔約1600	3200↔約2000
暖房の目安		10～6 畳	13～8 畳	10～6 畳	13～8 畳
灯油消費量 (ℓ/時)		(強)0.3～ (弱)0.19	(強)0.38～ (弱)0.24	(強)0.3/ (弱)0.19	(強)0.38/ (弱)0.24
油 タ ン ク		4.2ℓカートリッジタンク式			
タイマー		予熱(専用)タイマー		点火タイマー(12時間)	
外 形 寸 法 (mm)		高さ501×幅660×奥行245 (置台707×327)		高さ501×幅600×奥行245 (置台649×338)	
重 量(kg)		21	22	18	18
安全装置		炎検知、対震消火、停電保障 温度過昇防止、自己保持回路 移動安全、水検知		同 左 給油、換気	
色 調		●メタリックゴールド ●アーモンドホワイト	●メタリックゴールド ●アーモンドホワイト ●木 目	●木 目 ●アーモンドホワイト	●木 目 ●アーモンドホワイト

三菱電機が業界で初めて発売して以来、今年で3年目を迎えるファンヒーター。初年度が30万台、2年目の昨年在暖冬・石油状況の悪化にもかかわらず一気に100万台に達しました。55年度暖房シーズンを間近にひかえ、今年はファンヒーターの心臓部である石油ガス化燃焼方式をさらに高性能化しました。また今年より、ペットネームとして《DANFAN(暖ファン)》を採用し、消費者へのアピールを図ります。

55年度ファンヒーター開発のポイント

●機種系列を充実

お客様の幅広いニーズにお応えできるように、従来のカロリー別(2,500kcalと3,200kcal)2タイプの他に、スタンダードタイプ(予熱タイマー付)とデラックスタイプ(おはようタイマー、ルームサーモ等付)の2タイプを用意し、色別も含め、2グレード2パターン3カラーの全9機種を揃えました。

●省エネ思想(デラックスタイプ)=ルームサーモ&室温ランプ

設定温度の±1℃で燃焼をHi↔Lowに自動切換えるルームサーモを採用しました。しかも、室温がルームサーモの設定温度より約5℃上昇すると室温ランプが点灯して、暖め過ぎを警告します。

●安全思想の追求(デラックスタイプ)=換気ランプ

開放タイプの暖房機には酸欠の問題が付きものです。三菱のファンヒーターは電子制御をさらに充実させ、室内空気の酸素濃度によって変化する炎電流を検知します。酸素濃度が基準値以下になると自動消火し、換気ランプを点灯させて換気をうながします。また、おはようタイマーにも万一の場合に備え、一時間後自動消火機構を備えました。

●親切思想(デラックスタイプ)=OKモニターランプ

換気・室温の注意ランプとともに、給油、水検知、タイマー、電源の計6つのランプが、ファンヒーターの状態を常に的確にお知らせします。

●便利さ、さらに向上

ルームサーモが室温を監視、また、おはようタイマーでお目覚めに合わせて部屋を暖めておくことができます。操作部分は立ったままでも楽にコントロールできるように、上部に集中しました。

主にデラックスタイプの特長を述べましたが、機能本位・価格本位のスタンダードタイプも用意しています。

タービン発電機内部計測に 光ファイバを応用

三菱電機では、このほど電気機械内の温度・振動などの物理量を、光ファイバを用いて計測するシステムを開発しました。電気機械内の温度、振動などを計測することは、電気機械の品質管理・信頼性保証のために非常に重要です。しかし、動作状態の電気機械内は場所によっては高電圧場・高磁場となるために、感電や地絡の危険性あるいは電磁誘導雑音のために通常の金属ケーブルや電波を用いた計測は困難でした。

これに対して、光ファイバを利用した計測システムは、次にあげるような数々の特長があります。

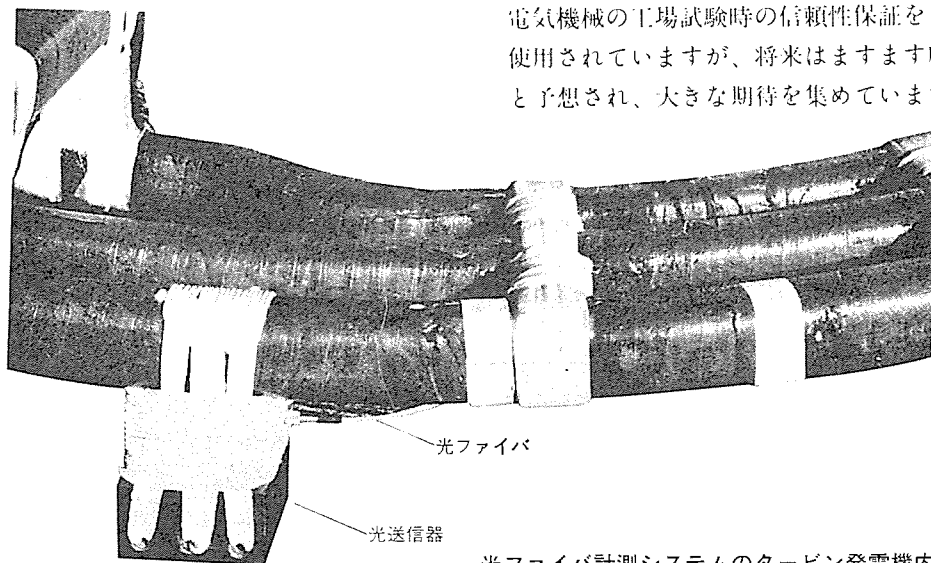
- 計測信号を伝送する光ファイバがすぐれた絶縁性をもって
いるため、高電圧部を計測できる。

- 光ファイバが無誘導性のため、信号伝送路で電磁誘導雑音を受けない。

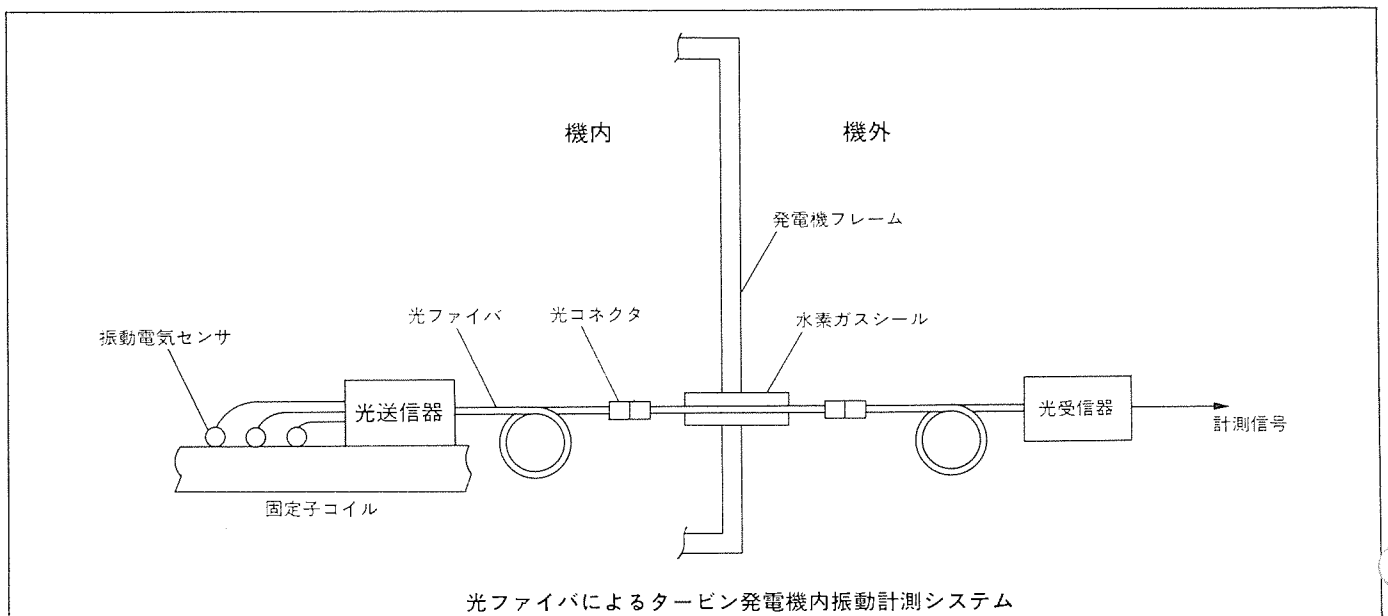
- 1本の光ファイバで複数の計測信号を容易に同時多重伝送できる。

図は、タービン発電機の電圧発生時の固定子コイルの振動計測に、光ファイバ計測システムを利用したものです。タービン発電機に本システムを適用するにあたって、光ファイバのフレーム貫通部・水素中で作動する光送信器などは、それぞれ単体の機能試験を実施しました。図では本システムを振動計測に利用した例を示しましたが、センサを交換することにより、温度・歪・磁束等の計測も可能です。

以上のような特長をもつ光ファイバ計測システムは、現在、電気機械の工場試験時の信頼性保証を目的とした特殊計測に使用されていますが、将来はますます応用範囲が広がるものと予想され、大きな期待を集めています。



光ファイバ計測システムのタービン発電機内取付状況



登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1204466	電子 レンジ	{ 町原義太郎・池 田 宏 司 熊 田 泰 治・田 村 邦 夫	1209401	短絡用接続装置	小 林 忠 雄
1204467	フィルタ 装置	鈴木太八郎	1209402	半導体装置	山 本 勇・上 野 潔
1204468	電気 ストーブ の発熱体支持装置	中 野 嘉 博・後 藤 完 二	1209403	ヘアーカーラー	増 田 三 郎・鳥 山 建 夫
1204469	換気扇	牛 越 康 徳・中 村 三 男	1209404	懐中電灯	{ 菅 原 節・竹 谷 康 生 田 中 博・森 悟 郎
1204470	窓用換気扇取付装置	新 井 純 一	1209405	計測器用間歇駆動装置	林 正 之・土 肥 利 昭
1204471	窓用換気扇取付装置	新 井 純 一	1209406	電磁ブレーキ付電動機械の並列運転回路	瀬 津 堂 良・今 泉 尚
1204472	窓用換気扇取付装置	新 井 純 一	1209407	カラーテレビジョン 信号出力回路	三 橋 康 夫
1204473	換気扇	熊 崎 伸 夫・中 村 俊 夫	1209408	回転電機の温度検出装置	野 田 祐 久
1204474	電熱器	近 藤 正 司・市 村 伸 男	1209409	止め輪	平 松 伊 豆 雄
1204475	三角関数定規	藤 原 康 夫・篠 原 秀 雄	1209410	ヘアーカーラー	鳥 山 建 夫
1204476	線形加速器用加速管	{ 美濃和芳文・沢 田 進 上 村 和 広	1209411	回転機停止確認装置	実 松 良 次
1204477	立て軸回転電機の振れ歩め装置	根 木 雄 二・小 西 忠	1209412	アンテナ 回転部室内冷却装置	河 上 國 彦・砂 野 盛
1204478	電子線照射装置	上 田 和 宏・永 井 昭 夫	1209413	ヘアーカーラー	鳥 山 建 夫
1204479	沸騰冷却装置	{ 福 島 満・藤 井 雅 雄 小 川 勉	1209414	ヘアーカーラー	鳥 山 建 夫
1204480	機関点火用配電器	{ 白 石 英 夫・野 島 信 隆 大 西 正 義	1209415	卓上型 ベルトサンダ	弘 瀬 潔
1204481	機関着火用配電器の遠心進角装置	荒 川 利 弘	1209416	張力制御装置	柏 原 正 信・福 永 武 尚
1204482	機関着火用配電器の遠心進角装置	荒 川 利 弘	1209417	真空掃除機の集塵装置	加 藤 悟・南 日 国 伸
1204483	発信装置	高 橋 賢 治	1209418	パイロットランプ の取付装置	鳥 山 建 夫
1204484	放電加工装置	齊 藤 長 男・久 慈 陽 一	1209419	電気掃除機の フィルター 装置	田 山 勇
1204485	電気車用空気 ブレーキ 装置	三 橋 英 一	1209420	電気掃除機の フィルター	田 山 勇
1205323	ブッシング	岸 田 光 弘	1209421	磁気 ヘッド	鳥 生 次 郎・佐 々 木 肇
1205324	回転機の ファン 取付装置	白 川 博 之	1209422	磁気 ヘッド	鳥 生 次 郎・佐 々 木 肇
1205325	ミシン などの部品取付板	本 田 英 三	1209423	半導体装置	吉 田 美 義・坂 根 英 生
1205383	車両駆動装置	{ 山 村 昌・大 野 栄 一 岸 本 健	1209424	信号発生装置	大 西 正 義
1207045	電気絶縁 コイル	伊 藤 公 男	1209425	誘導加熱装置	小 林 利 行
1209367	窓用換気扇の取付 パネル	増 田 元 昭	1209426	電気自動車の漏電検出装置	綿 谷 晴 司
1209389	磁気楔	野 口 昌 介	1209427	機関始動電動機の除塵装置	{ 原 一 義・岩 谷 和 孝 真 鍋 皓
1209390	点火信号発電機	浅 山 嘉 明・平 川 忠 明	1209428	電熱器具用の端子装置	大 竹 操・鳥 山 建 夫
1209391	フライホイール形磁石発電機のフライホイール	本 庄 由 尚	1209429	電気制御盤	高 橋 勝
1209392	磁気 ヘッド	東 山 昇	1209430	かご形回転子	高 本 邦 彦
1209393	電気自動車の制御装置	{ 諸 永 茂 雄・戎 子 良 雄 曾 我 高 明・池 田 清	1209431	冷凍装置の台枠	辻 弘 之
1209394	内燃機関の自動始動装置	多 田 靖 夫	1209432	燃焼装置	原 明・清 水 一 郎
1209395	車輛台数検出装置	渡 辺 幸 康	1209433	内燃機関点火装置	日 野 利 之
1209396	電池保持装置	岡 本 勝 義	1209434	光色変換照明装置	田 中 民 雄
1209397	二重管式配管用接手	徳 島 勝 憲	1209435	導体の接続装置	阿 部 智・千 葉 晴 夫
1209398	タイムスイッチ の「入」「切」爪	新 川 成 美・渡 辺 隆	1209436	温風発生装置	丸 山 哲 朗
1209399	温水器	{ 赤 羽 根 正 夫・宮 崎 昭 信 窪 田 秀 治	1209437	半導体装置	平 井 義 行・高 貝 良 典
1209400	電気温水器	桜 井 信 捷・日 比 野 浩 一	1209438	電熱器具の コードブッシング	加 太 義 武・木 内 孝 志
			1209439	フィルタユニット	加 藤 悟・南 日 国 伸
			1209440	消弧装置	飯 尾 司
			1209441	穴位置調整機構	長 坂 昭 宏
			1209442	エレベータ用ワイヤーの減衰装置	瀬 原 田 三 郎
			1209443	蓄産及び農園芸施設の自動換気装置	小 島 敏 男・今 泉 一

登録番号	名 称	考 案 者	登録番号	名 称	考 案 者
1209444	磁気ディスク駆動装置の位置検出機構	神 脇 義 則	1209464	送風機	林 悦 二
1209445	磁気記録媒体駆動装置	角 田 正 俊	1209465	自動湯口成形装置	{ 外 山 隆・千 場 俊 昌 都 築 惇 伍
1209446	細線接合強度測定装置	御 堂 洋 一	1209466	シェアアウト 装置	千 葉 俊 昌・外 山 隆
1209447	継電器回路	畑 田 稔・岡 田 明	1209467	暖冷房機	小 原 英 一・石 塚 幹 夫
1209448	送風機	首 藤 輝 彦	1209468	信号発生回路	宮 崎 治・武 仲 勇
1209449	電気温水器の電気絶縁管	宮 崎 昭 信	1206312	自動 トースター	新 井 勝 紀
1209450	ロータリ 式電動圧縮機	標 博 雄	1206313	自動 トースター	{ 飯 田 隆 彦・野 畑 昭 夫 原 崎 実・熊 沢 裕
1209451	回転機の危急軸受装置	平山袈婆雄・神 保 健 作	1206314	気体膨張式救命いかだ	渡 辺 太 郎
1209452	回転機の危急軸受装置	平山袈婆雄・神 保 健 作	1206315	車路管制装置	福 山 敬 治
1209453	過大トルク 制退装置	加 藤 道 明・福 田 幸 治	1206316	タイヤ成形機におけるステッチングツールの動作制御装置	青 木 正 夫・金 子 正 雄
1209454	無接点式往復動ポンプの駆動装置	藤 原 弘 之・川 崎 敏 照	1206317	カラー 受像管	沢 井 秀 彦
1209455	電気車保護装置	小 山 滋	1206318	多重筒形変圧器 コイル	富 樫 義 弘・白 神 十 九 一
1209456	避雷器	{ 新 田 東 平・山 田 直 也 永 井 信 夫・但 田 昭 司	1206319	差込 プラグ	川 合 輝 一
1209457	ガスバーナー	野 沢 栄 治	1206368	樹脂密封型半導体装置	鎌 田 勉
1209458	自動切換切削装置	富 永 嘉 浩	1210603	マンコンベヤ 装置	鬼 頭 勝 己・神 谷 直 樹
1209459	液面清浄機構	鈴 木 俊 夫	1210604	誘導炉の耐火物乾燥装置	湯 川 元 信・中 平 亨
1209460	換気扇制御装置	牛 越 康 徳	1211375	負荷時 タップ 切換器の回動	古 川 一 弥
1209461	回り止め装置	長 谷 川 清 博	1211376	電磁石の鉄心	高 田 桂 市・松 野 博 朗
1209462	筒状送風機	林 悦 二	1211377	自家用発電における並列保護装置	塩 谷 和 茂
1209463	換気扇	牛 越 康 徳			

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 54 No. 9 コンピュータ特集

特集論文

- 《MELCOM-COSMO 900 II》の本体装置
- 《MELCOM-COSMO 900 II》の素子実装
- ミニコンピュータ《MELCOM 70 モデル 60》
- オフィスコンピュータ《MELCOM 80》日本語システム
- 工業用計算機《MELCOM 350-50》の入出力システム
- 16 ビット マイクロプロセッサ
- 計算機間通信における高性能光ループシステム

普通論文

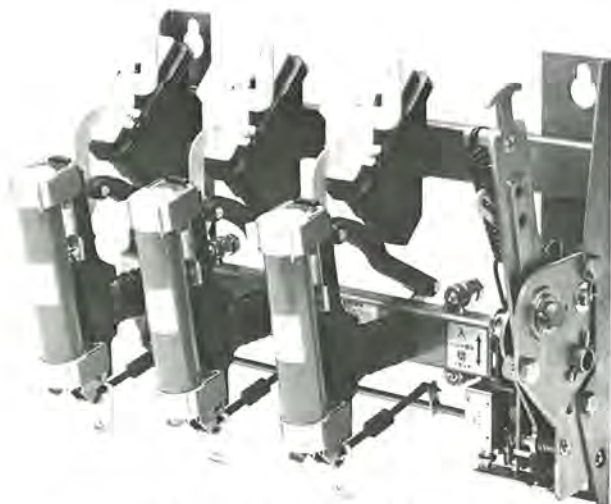
- たて形レコードプレーヤーのトーンアーム送り機構
- 新しい変電所の構成
一北海道電力(株)苗穂変電所へのガス絶縁母線の適用一
- 低圧需要家負荷測定装置
- 愛媛県納め鹿森ダム諸量処理システム
- 7.2 kV, 63 kA 大容量 SF₆ ガスしゃ断器
- 72.5~765 kV がいい形ガスしゃ断器新系列の完成
- 三菱煙道ガス測定器 SA-601 形

三菱電機技報編集委員				三菱電機技報 54 巻 8 号			
委員長	喜連川 隆	委 員	柴田 謹三				
副委員長	大谷 秀雄	"	樋口 昭				
"	横浜 博	"	神谷 友清				
常任委員	三 輪 進	"	立川清兵衛				
"	唐仁原孝之	"	中里 裕臣				
"	増淵 悦男	"	柴山 恭一				
"	葛野 信一	"	福井 三郎				
"	三 浦 宏	"	杉 山 睦				
"	中原昭次郎	"	瀬辺 国昭				
"	桐 生 悠一	"	小野 勝啓				
"	野畑 昭夫	幹 事	本間 吉夫				
"	的 場 徹	"	足立 健郎				
"	尾形 善弘	8 号特集担当	富永 隆弘				
				(無断転載を禁ず)			
				昭和 55 年 8 月 22 日 印刷			
				昭和 55 年 8 月 25 日 発行			
				編集兼発行人	本 間 吉 夫		
				印 刷 所	東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 12 番地 大日本印刷株式会社		
				発 行 所	東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 2 号 (〒 100) 菱電エンジニアリング株式会社内 「三菱電機技報社」 Tel. (03) 243 局 1785		
				発 売 元	東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地 (〒 101) 株式会社 オーム社書店 Tel. (03) 233 局 0641, 振替口座 東京 20018		
				定 価	1 部 400 円送料別 (年間予約は送料共 5,200 円)		

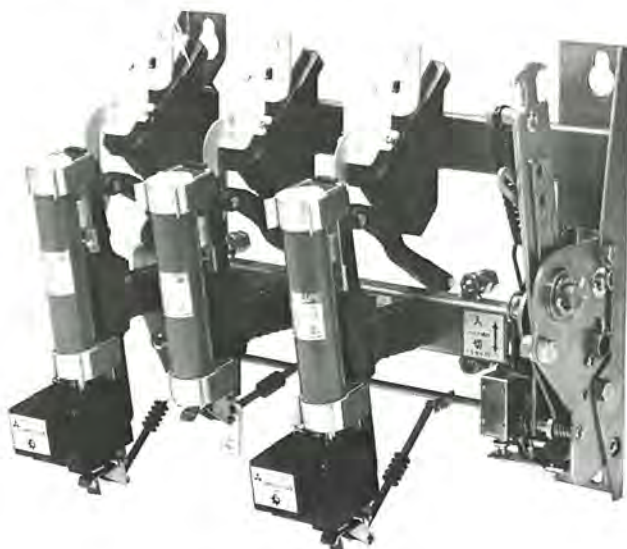
さる5月22～27日、東京晴海で開催された「'80電設工業展」の製品コンクールにおいて、当社のヒューズ付負荷開閉器Kシリーズが、38社におよぶ参加製品の中より、栄誉ある通産大臣賞を受賞しました。

ヒューズ付負荷開閉器とは、主として6.6kVの高圧受電設備の主しゃ断装置として使用されるもので、常時の負荷電流の開閉は負荷開閉器で行い、故障電流は限流ヒューズでしゃ断する方式のものです。当社が昭和43年に開発以来、10年以上にわたって10数万台以上使用の実績を誇り、特にキュービクル式高圧受電設備の主しゃ断装置として、その普及と発展に大きく寄与してきました。

今回、通産大臣賞を受賞したKシリーズは、従来品に比べて小形化したにもかかわらず、大幅に機能アップを図ったものです。



ヒューズ付負荷開閉器 7.2kV (標準形)
SCT形(形番K)



ヒューズ付負荷開閉器7.2kV (過電流引外し装置付)
SCT形(形番KH)

SCL/SCT形Kシリーズの特長

- 全電流域しゃ断、欠相防止付
従来のヒューズの小電流しゃ断不能領域を、ヒューズのストライカー（強力動作表示装置）によるヒューズトリップにより、負荷開閉器でしゃ断、同時に欠相しゃ断を行います。
- さらに小形化
ヒューズリンクが40×200mmと小形になり、しかも三相変圧器500kVAまで適用可能です。上部支持ガイシと消弧室を一体化し、開閉器も小形化されています。
- 早入機構付
全機種に早入機能を付加し、一層安全操作が可能となりました。
- ハンドルフリー（トリップフリー）
開閉器をフック棒で閉路する際、開閉器の自動トリップを妨げないハンドルフリーとしました。
- 過電流引外しが可能
従来ヒューズではできなかった回路の過負荷保護が、熱動形（バイメタル式）過電流引外し装置の組み合わせにより可能となりました。
- 避雷器付も可能
従来の①断路器②避雷器③ヒューズ付負荷開閉器の三者を一体化し、コンパクト化を図りました。また避雷器は、新開発の小形高性能酸化亜鉛形避雷器です。
- 盤外からも開閉操作が可能
より安全操作を追求して、キュービクル扉の外からも操作を可能としました。

仕様一覧

形 名(形番)	標準形		過電流引外し装置付 25A・40A・60A		酸化亜鉛形避雷器 <MOA>付	
	SCL-K	SCT-K	SCL-KH	SCT-KH	SCL-KA	SCT-KA
電圧引外し装置 AC/DC100V	—	●	—	●	—	●
遠方・盤外操作機構(R形) (オプション=後取付け可能)	—	●	—	●	—	●

ヒューズ付 負荷開閉器 本 体	名 称		高圧限流ヒューズ付気中負荷開閉器
	使用場所		屋内用
	操作方式		手動
	定格電圧	(kV)	7.2/3.6
	定格電流	(A)	100
	定格周波数	(Hz)	50/60
	定格開閉 負荷電流	(A)	100
	定格過負荷しゃ断電流	(A)	800
	名 称		高圧限流ヒューズリンク
ヒューズリンク	形 式	形 名	CL
		形 番	LK
	使用場所		屋内用
	定格電圧	(kV)	3.6 7.2
	定格電流	G	20、30、45、60、75
		T	10、20、30、40、50
		C	7.5、12.5、15、20、25
	定格しゃ断電流	kV	40
		3φMVA	500