

MITSUBISHI DENKI

三菱電機



Vol. 28 1954

12



MITSUBISHI DENKI

三菱電機

表紙説明

(名古屋テレビ塔に設置した三菱エレベータ)

日本で最初の直流可変電圧方式による観光用高行程エレベータであって、従来も高い鉄塔に設置された例はあるが、本エレベータの如く観光用として安全性、加減速の円滑さ、意匠の細かな点まで細心の配慮をなされたものではなく、この種のものとしては最も優れたエレベータである。図は濃美平野を一望の下に納めながら 80 m の高さまで昇りつつあるエレベータのスケッチである。

仕様の概略は

1 号機	2, 3 号機
(地上より 3 階まで)	(3 階より展望台まで)
積載容量 20 人乗(1,500kg) 16 人乗(1,200kg)	
速度 90 m/min	60 m/min
型式 直流可変電圧歯車式	同左
昇降行程 20.9 m	67 m
巻上電動機 直流 30 HP	直流 25 HP

昭和 29 年 第 28 卷 第 12 号

目次

東京都交通局納入 P.C.C. カー	松田新市…(2)
最近の継電器とその応用(その 4)	藤井重夫…(20)
6.9 kV, 500 MVA および 11.5 kV, 500 MVA, DH 型磁気遮断器	
	五十嵐芳雄・志賀貞雄・富永正太郎…(25)
誘導電動機の世界対トルク曲線直視装置	白田長一・梶谷定之…(29)
精液貯蔵用恒温装置	石川嘉孝・中原四郎…(34)
電気炉による強靱鋳鉄について	鈴木一郎・星野克英…(42)
質量分析計について	後藤正之…(47)
最近における当社の社外寄稿一覧・社外講演一覧	(53)
最近登録された当社の特許および実用新案	(54)
昭和 29 年 第 28 卷 総目次	(55)

三菱電機株式会社

本社

東京都千代田区丸の内(東京ビル)

(電) 和田倉(20) 代表 1631・2331

研究所 兵庫県尼崎市南清水

神戸製作所 神戸市兵庫区和田崎町

名古屋製作所 名古屋市東区矢田町

伊丹製作所 兵庫県尼崎市南清水

堺製作所 長崎市平戸小屋町

無線機製作所 兵庫県尼崎市南清水

大船工場 神奈川県鎌倉市大船

世田谷工場 東京都世田谷区池尻町

郡山工場 福島県郡山市宇境橋町

福山工場 福山市仲野上町

姫路工場 兵庫県姫路市千代田町

和歌山工場 和歌山市岡町

中津川工場 岐阜県中津市駒場安森

福岡工場 福岡市今宿青木

静岡工場 静岡市小島 110

札幌修理工場 札幌市北二条東 12

大阪営業所 大阪市北区堂島北町 8 番地 1

(電) 福島(45) 5251-9

名古屋営業所 名古屋市中区広小路通

(電) 本局(23) 6231-5

福岡営業所 福岡市天神町(三菱ビル)

(電) 西(2) 5821-5825

札幌営業所 札幌市大通西 3 の 5

(電) (2) 7236・7237

仙台事務所 仙台市東一番丁 63

(電) 仙台 2573・8057

富山事務所 富山市安住町 23 の 2

(電) 富山 4692・5273

鳥島事務所 広島市袋町 1(明治生命ビル)

(電) 広島中(2) 2211-3 2214

高松出張所 高松市南紺屋町 34 の 3

(電) 高松 3178・3250

小倉出張所 小倉市博労町 63(富士ビル)

(電) 小倉 3614

品質奉仕の三菱電機

東京都交通局納入 P.C.C. カー

伊丹製作所

松田新市*

P.C.C. Cars for The Tokyo Metropolitan Communication Bureau

Shinichi MATSUDA

Itami Works

A Street car, which has the same performance as P.C.C. cars in America, was completed by us in the beginning of last May. Of many salient points of novel design applied to the electrical equipment, the employment of dynamic, drum and track-brakes, without resorting to the air brake, stands out most. All particulars and test records on this new product are given herein.

I. まえがき

東京都交通局向試作 P.C.C. カー 1 台が 5 月初めに完成し、その性能試験を約 1 週間行って、現在営業運転に入っている。米国ですでに普及している P.C.C. カーもわが国においては初めてのものであって、すべての電機品が斬新なものであるから、この車の一般ならびに主要および補助の電気機器について記述する。

II. 一般

1. 沿革

1929 年（昭和 4 年）に自動車の進出に対抗すべく、市街電車を改善するために（Railway）President's Conference Committee (P.C.C.) が結成され、5 年にわたり、あらゆる方面の研究、努力、試作を重ねた結果、1936 年（昭和 11 年）にこの電車が誕生した。その斬新な設計と大量生産による価格の低廉および運転費、修費の低廉により 1952 年現在で米国においては 6,000 両普及しており、米国における市街電車はほとんど P.C.C. カーに置き替えられつつある。

なお、この P.C.C. カーの部品をそのまま流用した軽量市内高速列車も急激に増加しつつある。

この Committee はその後 Transit Research Corporation (T.R.C.) となって現在にいたっており、わが国では台車については住友金属等 10 社が特許権者の T.R.C. と契約し、電機品およびブレーキについては三菱電機が Westinghouse 電機会社（以下 W 社と略す）および Westinghouse Air Brake 会社のライセンスを持っている。

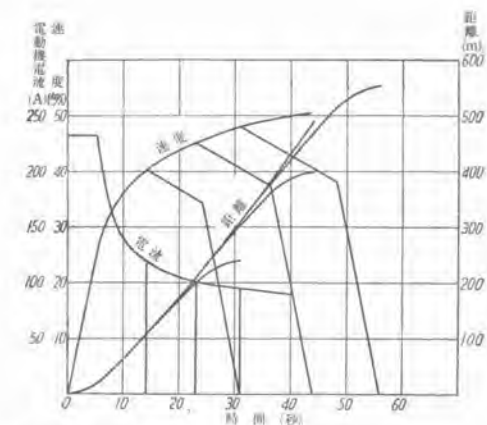
今回、東京都交通局に納入のものは、最新式の P.C.C. カーと性能、構造、材料などほとんど同一のものである。

2. 特長

- (1) 早い（6 km/h/s 前後の高加速度、高減速度運転が可能）
- (2) 静かである（弾性車輪、台車構造、台車装架電動機、ハイボイド・ギヤ等）
- (3) 乗心地が良い（車体、台車、台車装架電動機、ハイボイド・ギヤ、制御装置等）
- (4) 全電気操作（空気圧縮機不要、したがってその設備費、保守、騒音、振動を免れる）
- (5) 快適な暖房および換気装置。
- (6) 良好な照明。
- (7) 美しい外観。
- (8) 重荷重で矩駅間運転に優秀な特性。
- (9) 維持費が少ない。

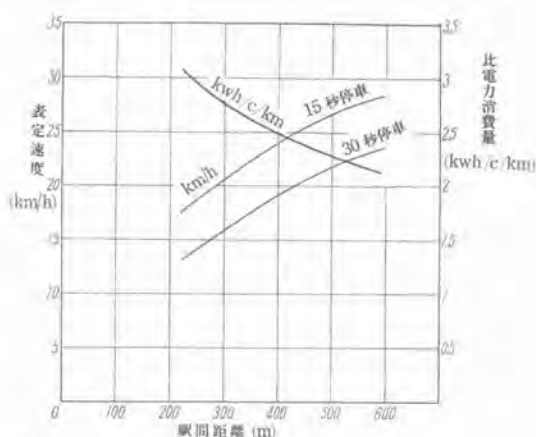
3. 各部の特色

- (1) 車体は全金属製（高抗張力鋼、鋼板、アルミニウム板を使用。外板は器具のカバーを兼ねている。）で快適美麗。
- (2) 主電動機は 4×55 HP. 台車装架の高速度電動機。
- (3) 駆動装置はハイボイド・ギヤによるカルダン・ドライブ。
- (4) ブレーキは全電気式で、ダイナミック・ブレーキを主とし、ドラム・ブレーキおよびトラック・ブレーキを持つ。
- (5) 制御装置は 99 段の加速器およびペダルによる円滑な制御。



載積重量	21.3t	平均架線電圧	500 V
電動機数	4	減速度	5 km/h/s
電動機型式	MB-1432-A3	勾配	3 %
歯数比	43/6(7.17)	惰行減速度	0.55 km/h/s
車輪径	660 mm	惰行時間	走行時間の 30 %
加速	5 km/h/s		

1 図 走行曲線
Fig. 1. Run curves.



自重	16 t	減速度	5 km/h/s
定員	5.3t	平均架線電圧	500 V
電動機数	4	勾配	3 %
電動機型式	MB-1432-A3	惰行時間	走行時間の 30 %
歯数比	43/6(7.17)	惰行減速度	0.55 km/h/s
車輪径	660 mm	停車時間	15秒および30秒
加速	5 km/h/s		

2 図 運転特性曲線
Fig. 2. Performance characteristic curves.

- (6) 台車は弾性車輪、特殊構造の台車（横梁、端梁なし）、防振ゴムの活用により振動を極小にしている。
- (7) その他、電動戸閉装置、電動パンタグラフ、天井扇、主抵抗器および補助ヒータによる暖房等。

4. 電車の性能

1 図に走行曲線、2 図に運転特性を示す。便宜上定員荷重で、加速度 5 km/h/s、減速度 5 km/h/s のばあいを示したが、6 km/h/s 前後の高加速度、高減速度運転も遂行し得る性能を持っている、また 25 t の重荷重での運転も可能である。

自重	16 t
乗客（定員）	5.3t
加速度	1.7~5.3 km/h/s（定員荷重）
減速度	2.4~5.2 km/h/s（同上）
非常制動	10 km/h/s まで

東京都交通局納入 P. C. C. カー・松田

上記加速度、減速度は運転手が足踏ペダルの踏み方を加減することによって任意に選択することができる。

III. 主要電気機器

1. 主電動機

ア. 特長

- (1) 台車装架用高速度軽量小型電動機で、電動機のみで 6 kg/HP という軽さである。
- (2) 激しいダイナミック・ブレーキにとくに適する設計で、200 % の過電圧に耐える。
- (3) 7・17 の大歯数比によって、優れた性能を発揮する。
- (4) 絶縁はいわゆる完全 B 種である。
- (5) 軸端にドラム・ブレーキを備える。
- (6) P. C. C. カー用の W 社製のものと完全な互換性を持つ。



3 図 MB-1432-A3 型主電動機
Fig. 3. Type MB-1432-A3 main motor.

イ. 要項

- (1) 型名 MB-1432-A3
- (2) 一般

直流、直巻、補極付、強制通風、端子電圧 300 V、界磁制御、架線電圧 600 V に対し、2 箇永久直列で使用するよう設計し絶縁してある。

台車装架型で台車のトランサム等に固定してカルダン式駆動方式用に設計してある。

(3) 定格

1 時間定格出力、弱め界磁（最弱界磁に非ず）、強制通風 7 m³/min で 55 HP（軸端にて）、300 V、1,720 rpm、156 A

連続定格出力、弱め界磁（最弱界磁に非ず）、強制通風 7 m³/min で 300 V、1,880 rpm、135 A

参考までに 1 表に本電動機と類似の既納または製作中の市街電車および軽量高速電車用主電動機掲げる。

(4) 特性

特性曲線は 4 図のとおりで歯数比 7・17、660 mm 車輪のばあいを示す。

最大許容回転数	4,000 rpm
最高許容電圧	600 V (200 %)

1 表 市街電車および軽量高速電車用主電動機
(既納または製作中)

型 名	1 時 間 定 格			駆動方式	ドラム・ブレーキ	備 考
	HP	rpm	通 風			
MB-1432-A1	55	1,720 S.F.	自 己	カルダン	—	大阪市交通局
〃 〃 A2	40	1,900 F.F.	自 己	WN	—	東京都交通局(2両)
〃 〃 A3	55	1,720 S.F.	強制	カルダン	DB-1	東京都交通局
MB-3015-A	40	1,600 S.F.	自 己	WN	DB-51	(計画中)
〃 〃 B	40	1,600 F.F.	自 己	WN	DB-51	神戸市交通局

- 注 1. いずれも外径は同じ。
2. カルダン式の場合は P.C.C. カーの台車にそのまま取り付く。
3. 下記は設計変更可能。
通風方式 (自己か 強制か)
駆動方式 (カルダンか WN か)
ドラム・ブレーキ (付けるか 付けないか)
4. P.C.C. カー用 W 社製のものと互換性。
1432-A1 } 完全
1432-A3 }
1432-A2 } 整流子側軸受箱およびベアリング・カートリッジを除く。

(5) 電気試験

すべて A.I.E.E. 規格 No. 11 (1943) によって行う。

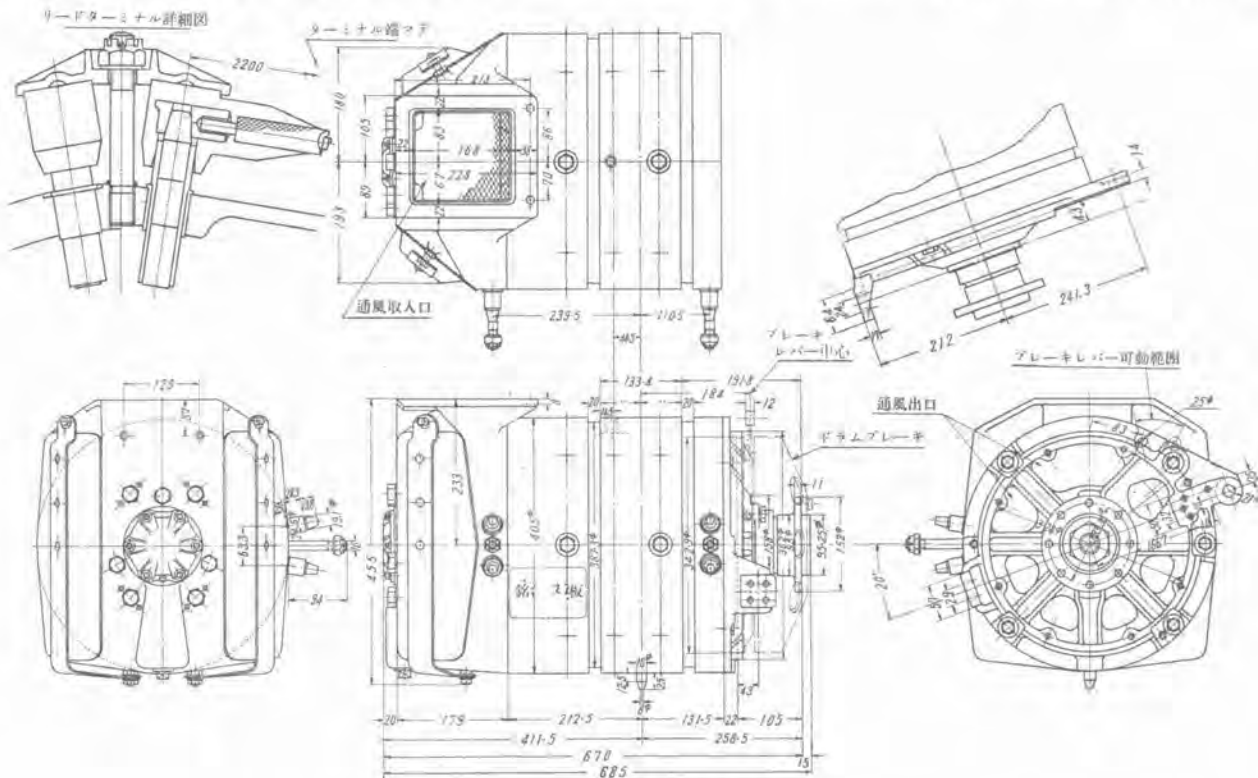
巻線の温度上昇は抵抗法で測定し 1 時間定格ならびに連続定格試験とも電機子巻線は 120°C 界磁巻線は 130°C を超過しない。

整流子およびその他の部分の温度上昇は寒暖計法で測定し、いずれも規格値を超過しない。

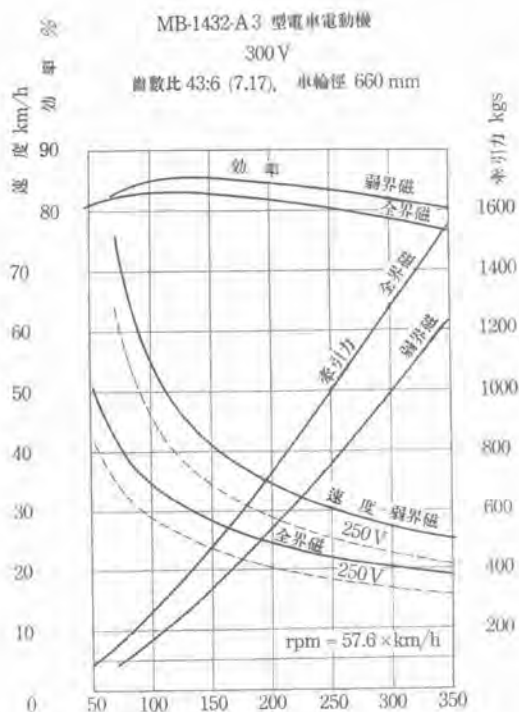
(6) 整 流

左右両回転とも A.I.E.E. 規格を満足する。(なお希望によっては J.E.C. による試験をも行う。)

この電動機は電流の遮断あるいは配電系統の障害によるサージに対し閃絡しないように設計してある。



5 図 MB-1432-A3 型主電動機外形寸法図
Fig. 5. Type MB-1432-A3 main motor outline.



4 図 特性曲線
Fig. 4. Characteristic curves.

(7) 機械的

a. 外 形: 5 図参照

b. フレーム: 圧延鋼板製 台車のトランサムに合致するように溝がつけてある。点検に便利な大きな窓をあけてあって、下側にはドレン穴がある。

c. リード: フレーム面よりターミナル端子を突出させ

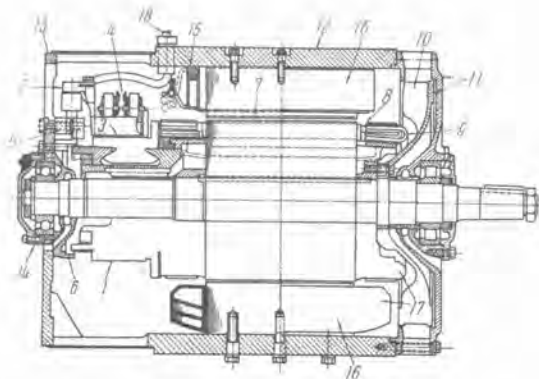
これに完全に一致する端子を締付ける。(5 図参照)

- d. 軸 受: 50 mm コロ軸受 駆動側
40 mm " 整流子側
- e. ベアリングの潤滑: グリース
- f. 刷子寸法および数: 8 箇 $\frac{5}{8}$ in $\times$ $1\frac{1}{2}$ in $\times$ 2 in
ビッグテール付スプリットブラシ
- g. 重 量: 330 kg (電動機のみ)

(8) 絶 縁

絶縁は全部 A. I. E. E. 規格 No. 11 (1943) の第 11-152 節に述べてある B 種絶縁でわが国でいわゆる完全 B 種絶縁である。

完成した電機子は良質の耐湿、耐油絶縁ワニスで含浸し塗装してある。



6 図 電動機断面図

Fig. 6. Main motor cross section.

(9) 細 部

6 図は電動機の断面図で主要部分について説明する。(なおこの図は自己通風式のファンのついたものであるが MB-1432-A3 型は、現在の P. C. C. カー用のものと同様強制通風式であるのでファンはついていない。)

- a. 整流子—セグメントマイカおよび V マイカは新式の合成樹脂(アルキッド系およびビニール系)で接着したもので、従来のセラックのものにくらべ強度が増し高温における安定がよく整流子片も特別研究により完成した優秀なものである。
- b. ブラシ保持器—金型による正確な鋳物である。
- c. ブラシ—とくに整流子面との接触が良好となるように考慮が払われスプリット(分割)型を使用している。
- d. ブラシ圧力調整—調整がとくに容易な構造となっている。
- e. ブラシ保持器取付法—いわゆるエンド・マウンティングで、取り付け取り外し容易でかつブラシ接点にできるだけ近いところでクランプしているので、ブラシ接点の正確に保たれる長所をもっている。またターミナルをはずしボルト 1 本をゆるめるだけで容易に着脱可能で堅牢である。
- f. ブラシ・リング—閃絡の際軸受に被害がおよばないように保護する。

- g. ウエッジ—高速度電動機ではバインド線が多量に必要で、したがって損失を増すのでウエッジを用いる。
- h. テフロン・テープによるシール—溝絶縁とコイルエンド部の絶縁との継目をその可撓性により密封してクリーページによる絶縁破壊を防ぐ。テフロンは C 級絶縁物で高温に耐え電気絶縁としても優秀でしかも可撓性に富んでいる。
- i. 電機子コイル—ガラス巻線。
- j. ファン—軽合金で鋳鋼のものより丈夫である。
- k. ファンおよび端蓋—軸受内輪を抜かずに取りはずすことができる。
- l. フレーム—丸型の鋼板溶接のもので材質も吟味してある。
- m. 一体フレーム—整流子側の端蓋はフレームに溶接してあるので軸受およびブラシ保持器の位置が正確に保たれやすい。
- n. ベアリング・カートリッジ—整流子側軸受箱はいわゆるカートリッジ式で軸受を全然分解せずに電機子のはずせる。
- o, p, q. 電機子巻線—界磁巻線の絶縁はすべて完全 B 種で有機繊維を駆逐してガラス繊維を用い、耐熱性の優秀なサーモ・セット・ワニスで処理してある。
- r. 引出線—ネオプレーン電線を用いる。
なお電機子の動的不均合は、充分少量にまで修正している。

2. 制御装置

起動は各トラックごとに直列に接続された 2 箇モータ群を永久並列で制御する。また電気制動はモータ群の電動子と界磁間を抵抗で結び、モータの界磁線輪を転換するようになっている。電動ペダルの踏み加減により自動的に加速度を選択することができる。常用ブレーキとしてダイナミックおよびドラム・ブレーキを使用し、制動ペダルの踏み加減により自動的に減速度を選択することができる。さらに制動ペダルを踏み込むことにより、トラック・ブレーキが掛り減速度を増す。ダイナミック・ブレーキとドラム・ブレーキの関係は速度が減じ、ダイナミック・ブレーキが効かなくなると、自動的にドラム・ブレーキに切替るようになっている。

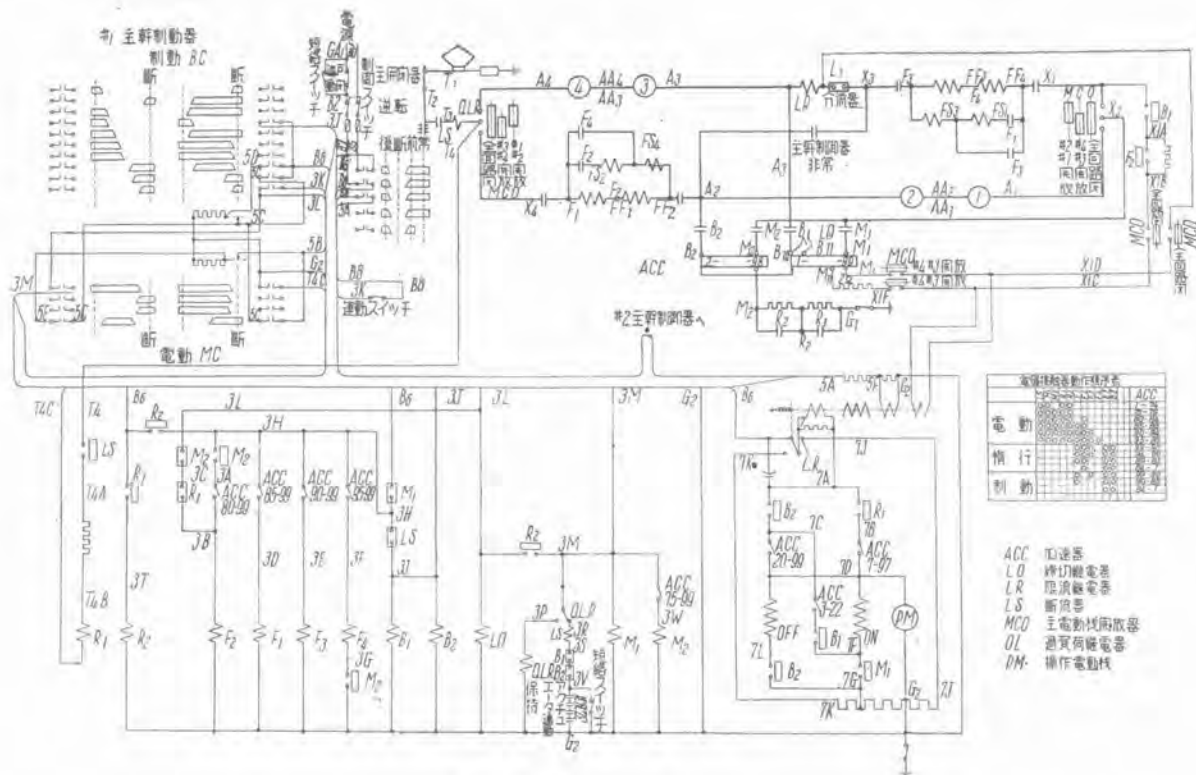
ア. 制御方式 (7 図参照)

(1) 起 動

逆転ドラムを前進または後進に移し電動ペダルを踏み込めば、まず断流器 LS、接触器 M₁、続いて接触器 R₁R₂ が投入され起動し始める。

そうしてそれ以降は限流継電器に左右されて操作電動機を回して加速器の抵抗を順次短絡し、また加速器のインターロックによりスイッチ順序表にしたがい接触器 M₂F₂F₃F₄ が順次投入され 50% の弱め界磁ステップまで達する。

電動ペダルの位置により可変抵抗の抵抗値を調整し、



7 図 制御装置ツナギ図
Fig. 7. Control schematic diagram.

限流継電器の補助線輪の電流を加減し、限流値が変更されるので加速度は電動ペダルの踏み加減により自由に選択できる。

また電動ペダルを“断”に戻す時は接触器 R_1R_2 が断流器 LS 等より早く開放されるので、いわゆる減流遮断になり遮断時の衝撃を緩和することができる。

(2) 制 動

電動、制動ペダル共“断”の時にいわゆる惰行の時は接触器 B_1B_2 が投入され制動回路ができる。しかしこのばあいの限流継電器の限流値はスポッチング線輪を励磁し、低くしており制動力はほとんど問題にならない。また反面この回路により加速器のローラは速度に応じた位置が得られ、つぎの電動、制動が円滑にゆくようになっている。

制動ペダルを踏み込めば上記スポッチング線輪の励磁が切れ、限流継電器の限流値は高くなりダイナミック・ブレーキがかかる。このばあいにも起動時と同様に限流継電器に左右され操作電動機を回転し加速器の抵抗を順次開放し、また加速器のインターロックにより接触器 F_3F_1 も開放されステップが進む。ステップが進み低速になりダイナミック・ブレーキが効かなくなれば加速器のインターロックにより自動的にドラムブレーキに切り替りブレーキ作用器が動作して制動ペダル位置に相応したブレーキが主電動機軸にかかる。

なんらかの事故のためダイナミック・ブレーキが効かぬばあいでも別に設けた締切継電器が働くことにより、制動ペダルの操作に応じてドラムブレーキが作用し停車

させることができる。また制動ペダルをさらに深く踏み込めば前記ダイナミック・ブレーキ、ドラム・ブレーキのほかに、さらに各トラックの左右に設けられたトラックブレーキが働きより強い制動力が得られる。

このように制動のばあいにも起動のばあいと同様に、制動ペダルの足踏み操作加減により可変抵抗の調整等が行われるので、減速度を自由に選択することができる。

4. 器 具

主として加速器、主幹制御器、限流継電器板、接触器板、断流器箱、誘導分流器、主抵抗器、主電動機開放器よりなる。

(1) 加速器

スプリングで引張られた2箇のローラ、これにより順次押えられていく99箇のフィンガ、このフィンガに接



8 図 XC-99-581 型加速器
Fig. 8. Type XC-99-581 accelerator.

続された抵抗群、各接触器等を制御する補助接触子ならびにこれらを駆動するための操作電動機よりなる。

操作電動機は 32V 電源により限流継電器および各種インターロックにより制御され回転する。

操作電動機を除く加速器本体は、主抵抗器と共に電動発電機につけられた送風機により常時冷却されるようになっている。

この抵抗器を冷却し暖くなった空気は冬季にはダクトを通じ客室を暖める役目をもする。

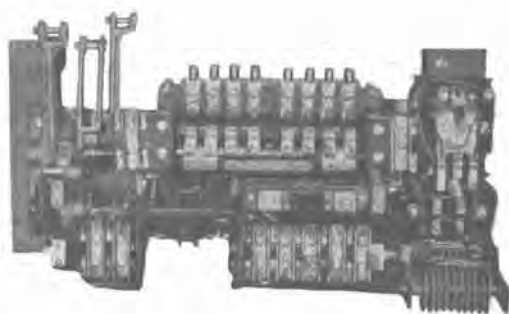
(2) 主幹制御器

運転台につけられた各ペダルにより連動される電動ドラム、制動ドラム、逆転ドラムならびに限流継電器の補助線輪用可変抵抗、ドラムブレーキ、トラックブレーキ用抵抗、締切継電器、レクトックスよりなっている。

逆転ドラムは電動ドラム“断”，制動ドラム“80°”位置においてのみ“前”“後”“断”に転換でき、逆転ドラム“断”位置では電動ドラム、制動ドラムとも回転できぬよう機械的に連動されている。

(3) 限流継電器板

限流継電器本体、火花防止用蓄電器ならびに各種直列



9 図 KF-521 型主幹制御器
Fig. 9. Type KF-521 master controller.



10 図 LA-135 型限流継電器板
Fig. 10. Type LA-135 current limit relay panel.

抵抗よりなっている。本体は同一鉄心上に主線輪、補助線輪、引上線輪、スボッチング線輪が巻かれてある。

これらの線輪の作用によるいわゆるフラッターリングアクション（振動作用）により、限流継電器の限流値はほぼ一定値を保つようになる。

(4) 接触器板

十分な遮断容量を有する 10 箇の接触器、接触器 R₁

用直列抵抗ならびに操作電動機用制御抵抗器よりなっている。

(5) 断流器箱

過負荷時においても充分なる遮断容量を有する電磁式の接触器および過負荷時に非常に敏感に働くようアーマチュア、コアと共に積層板を使用した高速度過負荷継電器が一箱に納められている。



11 図 UMP-223-7 型接触器板
Fig. 11. UMP-223-7 magnetic contactor panel.



12 図 UM-33 型断流器箱（カバー除）
Fig. 12. Type UM-33 line breaker (without cover).

13 図 CX-104 型誘導分流器
Fig. 13. Type CX-104 inductive shunt.



過負荷継電器が働けば機械的連動により直接にも接触器チップを開放するようになっている。

(6) 誘導分流器

同一鉄心上に 6 箇の線輪を巻き付け内 3 箇は #1 #2 モータ用、他の 3 箇は #3 #4 モータ用である。

(7) 主抵抗器

リボン型抵抗器で起動時ならびに電動ペダル“断”の時の衝撃防止のために使用せられる。またこれは加速器と共に送風機により冷却される。

(8) 主電動機開放器

主電動機開放のための主接触器のほかには制御回路用の補助接点を有している。

なお #1 #2 モータ群のみで運転するばあいは限流継電器のスボッチング線輪により操作電動機を制御するようになる。ただし一組の主電動機を開放したばあいはダイナミック・ブレーキはかからない。



14 図 TK-321 型主電動機開放器
Fig. 14. Type TK-321 motor cut out switch.

3. 制動装置

全電気式 P. C. C. 車の制動装置は従来一般の市街電車に用いられてきた圧縮空気を動力源とする車輪制動方式にくらべまったく様式が異っている。すなわち、つぎの互に独立した三つのブレーキ系統を備え、1 箇のブレーキ・ペダルの操作により全電氣的にそれらの円滑な組合せ作用が行われるようになっており、さらに運転者が失神した場合には安全連動用デッドマン・ペダルが働いて 3 系統ブレーキの一斉適用が行われるものである。

ダイナミック・ブレーキ……主電動機による発電制動
ドラム・ブレーキ……主電動機軸に作用するばね作用・電磁弛め式の摩擦ブレーキ
トラック・ブレーキ……車輪間に釣下げられ励磁によりレールに吸着し、台車に直接制動力を伝達する。



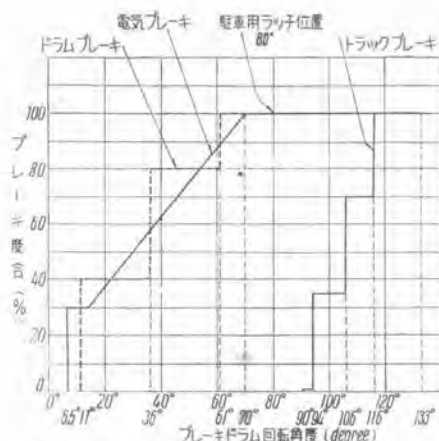
15 図 台車に取付けた主電動機カルダン式駆動装置およびブレーキ装置
Fig. 15. Truck-mounted traction motors cardan driving mechanisms and brake equipment. (under truck view)

ア. 操作および作用 (16 図, 17 図参照).

(1) ブレーキ操作

力行操作と同様に左足で運転台のデッドマン・ペダルを踏んだまま力行ペダルと隣接して設けられたばね戻しのブレーキ・ペダルを右足で踏み込んで行うもので、踏み込むに従い 16 図のようにブレーキ制御ドラムの角度が進みブレーキ作用が強まるようになっている。

また三つのペダルおよび逆転ハンドルは操作上機械的に連動結合がなされており、デッドマン・ペダルを踏んだ後でなければ力行、ブレーキ両ペダルは踏み込めず、ブレーキ・ペダルを駐車ラッチ位置以上に踏み込んで左



16 図 ブレーキ作用順序関係図
Fig. 16. Braking sequence diagram.

足を離した後右足を離せばブレーキ・ペダルはラッチ位置に止まり、始めて逆転ハンドルの切替操作ができるようになっている。この場合デッドマン・ペダルの再踏み込みを行えばブレーキペダルは弛め位置に戻る。

(2) 常用ブレーキ

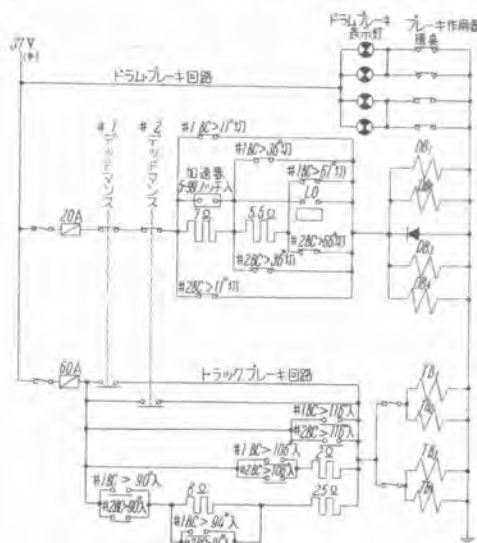
常用ブレーキ作用のほとんどをダイナミック・ブレーキが受持ち、ブレーキ・ペダルの踏み加減によって制動力を加減する。電気制動力が消失する約 3 km/h に電車速度が下ると自動的にドラム・ブレーキに切替り停車作用を行うが、ブレーキ・ペダルの踏み込み位置によって定まる制動力は両者ほぼ同一であるので切替りショックはない。

この場合ブレーキ始めから停車までペダル位置を動かさなければ減速度一定のままで停車できる。

さらに最大のダイナミック・ブレーキのみでは制動力が不足のときは、ブレーキ・ペダルを踏み増して 3 段に強まるトラック・ブレーキを追加することができる。

(3) 非常ブレーキ

普通はブレーキ・ペダルを最大位置に踏み込むやり方



17 図 ブレーキ回路ツナギ図
Fig. 17. Connection diagram of brake equipment.

によるもので、このときは最大のダイナミック・ドラッグ両ブレーキが作用し、停車直前にドラム・ブレーキに切替って停車する。もし力行中およびその他の場合デッドマンズ・ペダルから足を離したときは3系統のブレーキが一斉に作用する。

この非常ブレーキの両場合共減速度が大きいので車内ベルが鳴り乗客に警報するようにしてある。

(4) 駐車ブレーキ

ブレーキ・ペダルをラッチ位置にして最大ドラム・ブレーキをかけておくから約 $\frac{1}{3}$ の急勾配路でも駐車することができる。

(5) ダイナミック・ブレーキ故障の時

3 段に変化できるドラム・ブレーキによって代行する。この場合ドラム・ブレーキの摩擦係数は速度変化に対してほとんど一定値を保つから、ダイナミック・ブレーキの場合と同様乗心地のよいストップ・サービスを行うことができる。

イ. 性能

(1) 制動力

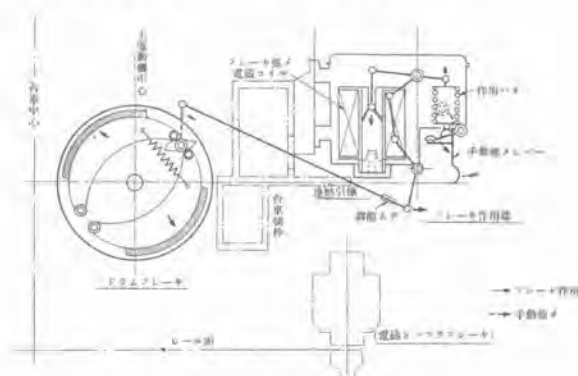
	最大制動力
ダイナミック・ブレーキ	約 3.2 t
ドラム・ブレーキ	約 3.2 t
トラッグ・ブレーキ	23.6 t $\times \phi$

ただし ϕ はトラッグ・ブレーキ、レール間の摩擦係数で速度低下にしたがい増大するものである。

(2) 減速度

定員車重 21.3 t、乾燥レール平坦路、ブレーキ初速 32 km/h、平均走行抵抗 11.8 kg/t、回転部重量 2 t とした場合

常用ブレーキ	2.4~5.2 km/h/s
非常ブレーキ	8.7~10 km/h/s



18 図 ドラムブレーキ装置作用説明図
Fig. 18. Diagrammatic sketch of drum brake mechanism.

(3) 常用ブレーキの円滑性

定員車重 21.3 t で常用ブレーキ 5 km/h/s を適用した場合、減速度 5 km/h/s に約 1 秒間で円滑に立上ることができ約 3 km/h 以下までそのまま保持された後一様な割合で減速度が減じてショックなく停車することができる。

ウ. 3 系統のブレーキ装置

(1) ダイナミック・ブレーキ……制御装置の項参照

(2) ドラム・ブレーキ装置

近來の市街電車には弾性車輪が必須のものとされてきつつあるものの、弾性車輪では従来のような車輪踏面に制動片を押付けてブレーキを行うやり方にあまり期待できないため、ごく低速度までダイナミック・ブレーキを使用し、その消失と同時に自動的にドラム・ブレーキに切替えて停車させる方法をとらざるを得なくなってきた。

今回適用したものの作用は 18 図に示すとおりでドラム・ブレーキは主電動機軸に作用し、カルダン式減速歯車装置を介してブレーキ・トルクが拡大されて車軸に伝達されるようになっている。このドラム・ブレーキの制御は台車側部に取付けられたブレーキ作用器により電磁的に行われるようになっている。すなわちばね力によってブレーキ作用を電磁力がばね力に打ちかってブレーキ弛めを行うものであり、両者の間は連結引棒で関節結合されている。

a. DB-1 型ドラム・ブレーキ

1. 最大ブレーキ・トルク 2,000 rpm、作用レバー端の引張力 72.5 kg のとき 36 kg
2. 方式 内側式
3. 特長 小型軽量
4. ブレーキ・ライナの寿命 160,000 km 以上

b. SE-2 型ブレーキ作用器

1. 性能 作用レバー端の引張力 72.5 kg
作用レバーの行程 19 mm
ブレーキ弛め最低電流 2 A
2. 作用および安全性 本器は電磁コイル 1 箇の電磁力によって制御するもので、ブレーキ弛めのときは最大電流を通電することによりリンク機構を介してばね力を打消しているが、ブレーキ作用を行う場合はブレーキ・ペダルを踏み込んでいくことによりその回路に抵抗が順次はいり、段階的にばね力が作用力となって現われて作用レバー端の引張力を強めるもので、まったく電流を断てば最大のブレーキ力が得られるようになっている。

万一事故により電磁コイル回路の通電が断たれた場合は、直ちにばね力が作用してブレーキがかかるから安全である。

3. 手動弛め装置 故障により電磁弛めができないときや、入庫後機械的に弛めておきたい場合には、操作しやすい位置に設けた手動弛めレバーを引き外して作用ばねを弛緩させ、ブレーキ弛めを行うことができる。

4. 安全連動 この手動弛め装置には制御回路用の連動接点を付設して、就業時にはまた入にせねば起動できないようにしてある。(ただし故障時は短絡スイッチを使用する。)

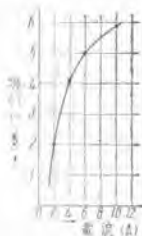
その他ドラム・ブレーキ表示燈の接点を別設してブレーキ適用を表示するようにしてある。

5. シュウ隙間の調整 ドラム・ブレーキ・シュウの



19 図 SE-2 型ブレーキ作用器
Fig. 19. Type SE-2 brake actuator.

20 図 トラックブレーキ電流—
吸引力特性曲線
Fig. 20. Characteristic curve for truck
brake shoe.



21 図 TB-410 型トラックブレーキ
Fig. 21. TB-410 Truck brake shoe.



22 図 パンタグラフ
Fig. 22. Pantagraph,
electrical operation.

隙間調整用として作用器に指示板を、連結引棒に調節ねじを備えているので、引棒長さを調節することにより常にシュー隙間を作用限度内に保持することができる。

6. 防水、防塵構造 リンク機構部、電気部分共に塵埃、泥、雨水によってそこなわれないよう密閉されている。

(3) 電磁トラック・ブレーキ装置

車軸に作用するブレーキとしては車輪スキッド等の関係上ダイナミック・ブレーキまたはドラム・ブレーキ以外のものを用いることができないので、さらにブレーキ力を追加するために設けられたのが電磁トラック・ブレーキでブレーキ力を直接に台車へ伝達するやり方になっている。

すなわち一對のトラック・ブレーキ・シューを取付枠に取付け一体物に組立てたものを、台車両側の車輪間に高さ調整付ばね装置によって吊り下げたもので、励磁によりレール面に吸着すればその取付枠の当り面が台車の当り面を受け止めるように働くものである。

a. 性能 1 箇当りの電流対吸着力の関係は 20 図のとおりで、最大電流は約 10 A であるから最大吸着力は 5.8 t である。

b. 防水構造 台車最下部に吊り下げられるため水浸しになっても充分耐え得る完全防水構造になっており、すべて数時間の浸水試験を行ったものである。

c. レール面との隙間 吊り下げ時のレール面との隙間は、最低動作電流を 3 A に規定されているので 6~7.5

mm である。

4. 集電装置

形式 S-105-C 型パンタグラフ

操作 電磁掛金はずし、ばね上昇、電動下降

突放し高さ (取付面より) 2,250 mm

最高作用高さ (同上) 2,100 mm

最低作用高さ (同上) 480 mm

折りたたみ高さ (同上) 431 mm

圧縮空気がないので蓄電池を電源とし、両運転台の“上げ”、“下げ”スイッチにより操作するもので、台枠部に設けた操作機構が可動部に連動されて立上り、折りたたみを行うようになっている。

特長

- (1) このパンタグラフは補助ばねにより敏感な応動作用を行うシュー支持装置を備え、その上下枠組は所要強度を有すると共に軽量にしてあるので、高加速ならびに電車線の高低変化の多い線路での高速度運転に対しても非常に追従性が良い。
- (2) 単一集電車でありながら全面接触を保つため、シュー・ピースの使用寿命が長い。

IV. 補助電気機器

1. 送風機付電動発電機

この電動発電機は出力側は制御電源として直流 32 V を採り出すほかに、車内の換気および電動機の冷却用として送風機を有するものである。

この電動発電機の制御用として本体とは別に起動装置、自動電圧調整器および電磁接触器類をひとまとめとした電圧調整器を備える。

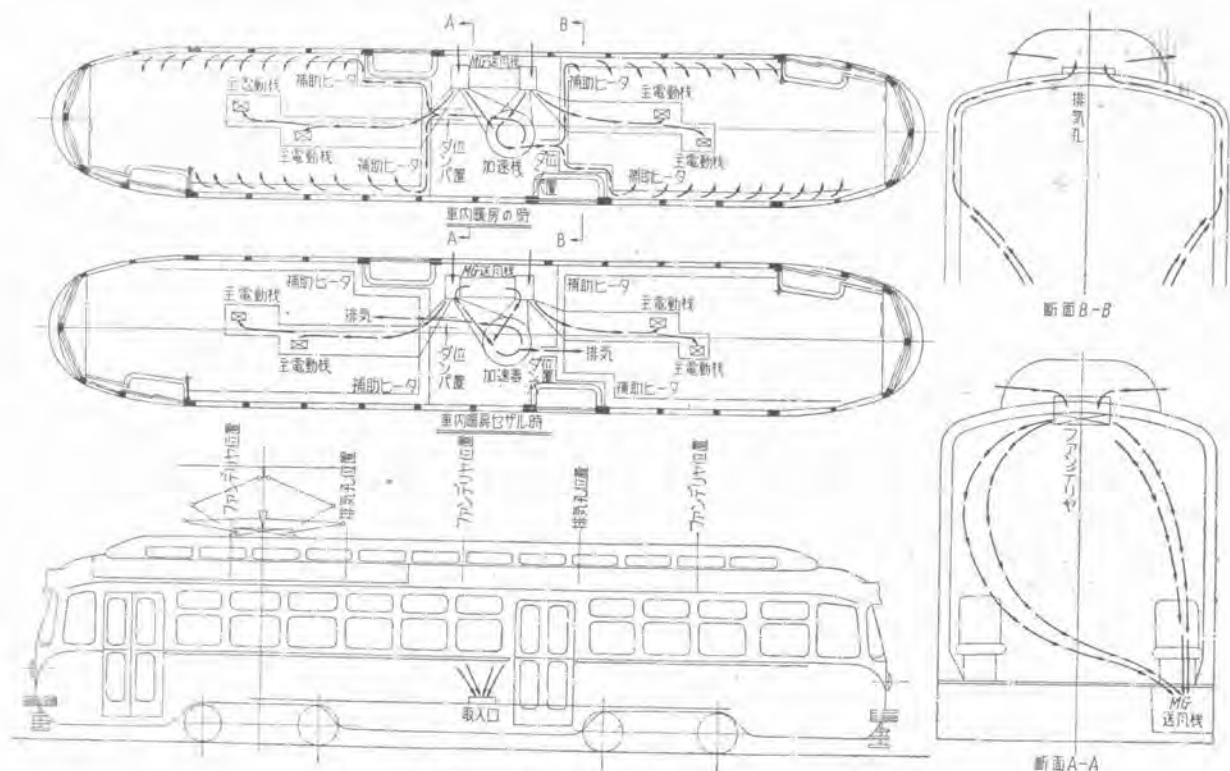
ア. 本 体

(1) 定 格

電動機	3.85 kW (入力) 550 V (650~450 V) 7 A 2 極 直巻 1,750 rpm
発電機	1.2 kW 37 V 32.4 A 2 極 分巻 1,750 rpm 自動起動器および自動電圧調整器付
送風機	多翼型 風量 2×42 m ³ /min (14 m ³ /min + 28 m ³ /min) 風圧 65 mm 水柱
重 量	本体 250 kg (送風機共)



23 図 MG-33-S 型送風機付電動発電機
Fig. 23. Type MG-33-S motor-generator set.



24 図 暖房、換気状況図 Fig. 24. Diagram of ventilation.

(2) 構造

この電動発電機は電動機および発電機を同一枠内に組み立て一体構造としたものである。

送風機は電動発電機の両軸端に取り付け電動機にて共通に駆動するようになっている。各送風機は風の通路を二つに分け一方は外側より他方は内側より吸気するようにし、吐出口もそれぞれ二つに仕切っている。容量の大きい方 ($28 \text{ m}^3/\text{min}$) は抵抗器の冷却に使用するもので、冬期は抵抗器で加熱した暖気を車内に送り、夏期はその

暖気を直接車外へ送り出すようになっている。小さい方 ($14 \text{ m}^3/\text{min}$) は主電動機の強制通風用である。

参考のために 24 図に車の暖房、換気状況図を示す。

イ. 性能

出力側直流は蓄電池を浮動に接続して使用するため、後述する UV 型自動電圧調整器で適当な特性を得ようとしている。

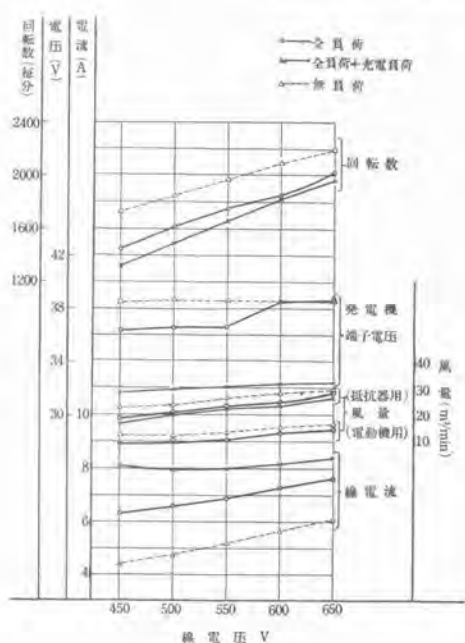
送風機が両軸端についている関係上、電動機としては直巻特性とし、また起動特性を良好ならしめるため自動起動装置を付している。出力特性は 25 図のとおりである。

なお送風機のための風量、風圧曲線は 26 図のとおりである。

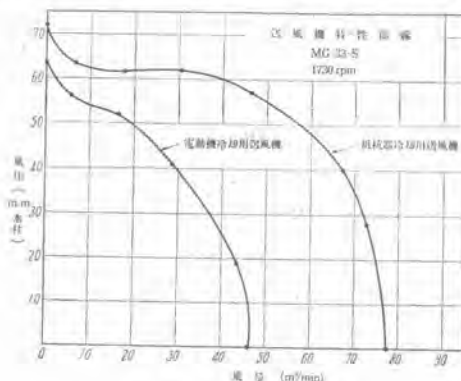
ウ. 電圧調整器盤

(1) 構造

この装置は UV-10 型自動電圧調整器と主回路電磁接



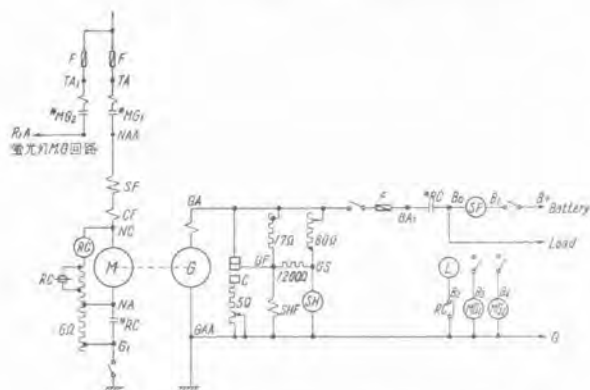
25 図 特性曲線 Fig. 25. MG Characteristic curves.



26 図 送風機特性曲線 Fig. 26. Characteristics of MG set blower.



27 図 UV-10 型自動電圧調整器盤
Fig. 27. Type UV-10 voltage regulator panel.



28 図 電動発電機用電圧調整器概略結線図
Fig. 28. Voltage regulator schematic diagram.

触器、負荷側電磁接触器および蛍光灯電動発電機回路接触器ならびにそれらに付属する抵抗器等を盤面に取り付けたもので 27 図はその外観写真である。

(2) 動作 (28 図参照)

いま主回路電磁接触器 MG_1 を付勢すると電動機 M は NA, G_1 間に起動抵抗を入れた状態で起動する。 M の逆起電力が約 250 V に達すると負荷電磁接触器 RC が動作し、発電機は負荷に接触される。

同時に起動抵抗は短絡され電動機は起動完了する。

発電機の分巻界磁 SHF は UV-10 型電圧調整器により調整され発電機は定電圧を発生する。

電圧調整器は 2 箇の固定接点と 1 箇の可動接点を有し、可動接点は電磁石の可動鉄片に取り付けられている。電磁石は電磁線輪 SH を有し、これが発電機電圧により励磁され可動鉄片を引きつける。また可動鉄片は通常発条で反対側へ引張られているから、電磁引力の変化にしたがって接触が開閉する。

今発電機 G の回転速度が低いかまたは負荷電流のために電圧が常規の値以下であれば、可動接点は発条に引きつけられて GF, GA 回路を閉じ、界磁抵抗 (17Ω) が短絡されて界磁電流が増加し、発電機電圧が上昇するから SH 線輪の励磁が増加してその電磁力が増し、発電機電圧が常規の値となれば電磁力と発条力とは等しくなり接触圧力は零になり、さらに電圧が上昇すれば電磁力が発条力に打ち勝って接触を開く。するとときに短絡された抵抗は界磁回路に挿入されるので界磁電流は減小し発電機電圧は降下する。したがって発生電磁力は発条力よりも小さくなり接触はふたたび閉じ抵抗が短絡されて最初の状態となる。

このようにして可動接点は界磁抵抗の短絡開放を繰返して振動状態を続ける。その振動の速さは界磁抵抗の値および発電機電圧が低下した割合によって決りこの振動の速さが接点の閉合と開放の時間的割合を決め、結局ある一定の値の実効抵抗が界磁回路に与えられて発電機電圧を一定に保つ。発電機の回転速度が高くなり、また負荷の減小によって発電機電圧が上昇するにつれて接点の閉合の時間よりも開放の時間の割合の方がしだいに大きくなり、遂に接点が開いてもなお発電機電圧が常規の値を越すようになれば可動接点は反対側へ振れて分巻界磁に並列抵抗 (5Ω) を挿入する。このばあいには電圧は常規以下に降下し開放すれば常規以上に上昇しようとし、その振動接触の割合で発電機電圧を一定に保つことは前記界磁抵抗のばあいと同様である。上述のように 2 組の接点を使用するため作動能力の範囲は非常に大きくなっている。また GF, GS 間の抵抗 ($1,200 \Omega$) は上記振動を確実にし振動周期を早くするためのものである。

なお負荷に蓄電池を浮動接続しているため、充電電流の増加したばあいには充電回路に直列に接続された SH 線輪によって発電機電圧を降下させ過充電を防止している。

2. 複流電動発電機

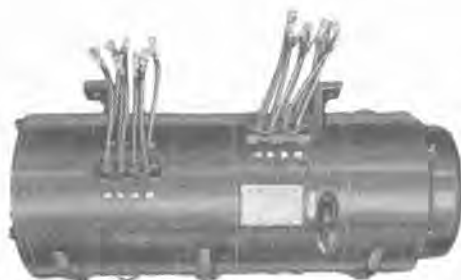
この電動発電機は総括制御方式の市内電車で電動発電機として製作したもので、出力側は車両用蛍光灯照明に最適の交流 200 V 120 c/s および制御電源に使用される直流 100 V の 2 種類の電力を発生せしめる。

本体とは別に自動電圧調整器箱および抵抗器箱を付属せしめ電圧、周波数特性を良好ならしめている。

ア. 本体

(1) 定格

電動機	3 kW (入力) 600 V (650~450 V)
	5 A 2 極 複巻 (調整界磁付) 3,600 rpm
発電機	交流側
	1.2 kVA 200 V 単相 6 A 120 c/s p.f. = 0.9
	4 極 複巻 (調整界磁付) 3,600 rpm
	直流側
	0.3 kW 100 V 3 A 3,600 rpm 4 極 複巻
重量	本体 250 kg



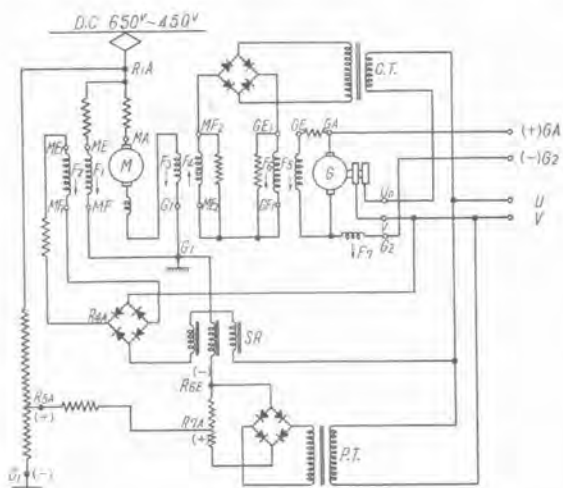
29 図 MG-42A-S 型複流電動発電機
Fig. 29. Type MG-42A-S, AC & DC motor generator.



30 図 自動電圧調整器箱
Fig. 30. Voltage regulator box.



31 図 抵抗器箱
Fig. 31. Resister box.



32 図 接続要領図
Fig. 32. Schematic diagram.

(2) 構造

電動発電機は電動機および発電機を同一枠内に組み立て一体構造としている。発電機側は交流および直流の巻線を同一鉄心に納めた複流発電機としている。整流子は電動機および発電機に各1組宛設けているほか交流側スリップリングを発電機側に付している。通風は電動機側軸端に取り付けたプロペラ型ファンにより行っている。

イ. 自動制御装置

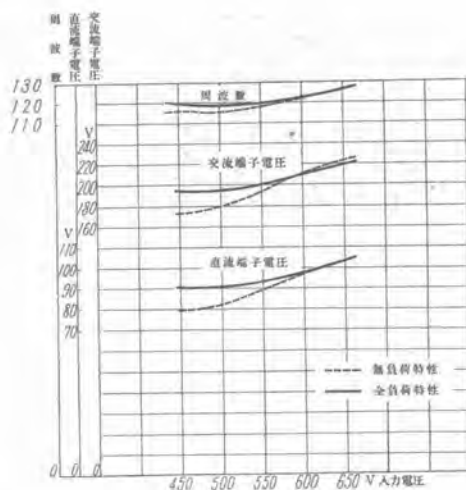
この装置は可飽和リアクトル、変流器、変圧器、セレン整流器および低圧回路に属する調整抵抗器類を取り付けた自動電圧調整器箱(30 図)と高圧回路に属する調整抵抗器を取り付けた抵抗器(31 図)箱より成っている。

ウ. 性能

この電動発電機は蛍光灯照明電源として求められる特性を得るため可飽和リアクトルおよび負荷補償装置を使用し、電動機および発電機の調整界磁を自動的に制御している。この装置の接続要領は 32 図のとおりである。

同図において SR が可飽和リアクトルでその交流線輪はセレン整流器を通し電動機調整界磁 F_2 に直列に接続されており、入力電圧の変動に対して SR の入力直流線輪に所要電流を流すことにより F_2 を制御し回転数を一定とするよう動作する。

発電機の負荷変動による電圧変化を少なくするため交流側負荷に対しては、CT 変流器に負荷電流を流さしめ F_4 および F_6 線輪を制御すると共に直流の負荷変動に対しては F_7 なる直巻線輪を付している。



33 図 特性曲線
Fig. 33. Characteristic curves.

特性は 33 図のとおりである。

3. ファンデリヤ

ア. 仕様

型式	天井埋込型有圧式軸流送風機
送風量	300 m ³ /min
送風速度	3 m/sec 扇風機下面より 1 m の距離における平均
最大径	700 mm
最大高	215 mm ただし車両天井面より扇風機下面までは 50 mm
羽根径	508 mm (20 in)
電動機	直流 200 V 出力 200 W 回転数 900 rpm
総重量	20 kg

イ. 構造

ファンデリヤの構造は 34, 35 図に示すとおりで主要な部分は電動機、羽根および拡風板からなっており、全体が取付台と共に車体の天井にゴムの緩衝座を介して 4 本の飾りボルトで取り付けられる。

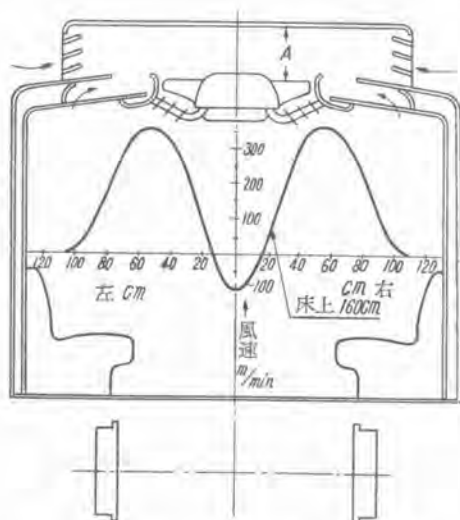
(1) 電動機は直流直巻式 4 極防滴型で枠は 16 mm 厚の鋼板を曲げて作り、両側のブラケットは鋳鉄製であるから空気取入口から雨滴が浸入しても電動機内部は完全に保護される。電機子および整流子等は充



34 図 下部よりみた 20in
ファンデリヤ
Fig. 34. Lower side view
of fandelial.



35 図 上面よりみた 20in
ファンデリヤ
Fig. 35. Upper side view
of fandelial.



36 図 20 in ファンデリヤ風速分布曲線
Fig. 36. Wind-speed distribution curve of 20 in fandelina.

分裕度のある設計がしてあるから終日運転しても温度上昇はわずかである。炭素刷子は筒型ホルダに納められ外部から容易に点検、取り替えができるようになっている。

軸受には良質のボールベアリングが使用してあるから運転中の騒音はほとんどない。

- (2) 羽根は硬質アルミニウム板で作られ半球型のボスに 10 枚のプレートが嵌め止めされている。プレートの捻り角度は飛行機の翼型理論を取り入れ綿密に計算して決めているので、風量、風圧に対する効率はきわめて良好である。またボスおよびプレート全面には厚目のビニールコーティングが施してあるので運転中のビビリ音がほとんどない。

- (3) 拡風板は風を下方に均等に拡散するためのもので、4 枚のコーン型の鋼板が 4 本の取り付けパイプを貫いて同心円型に配列されている。おのおのの板とパイプはニッケルクロームメッキが施されているので埃が付着せず美しい意匠のものである。拡風板の拡散角度は垂直面に対して 20° でちょうど座席の乗客の頭部辺まで拡げられることになる。

- (4) 取付台は以上のものを車体の天井に取り付けるためのものでアルミ板をラッパ型に開き取付面を研磨してある。これは拡風板と共に乗客に一番見え易い部分であるから仕上げは充分入念にしてある。

なおこの取付台はアルミ板の外は木製で天井と同色に塗装したものもありその車体の要求に応じて採択ができる。

ウ. 特性

ファンデリヤは軸流送風機であるからその特性は車体の空気取入口の構造によっていちじるしく変わってくる。車体の空気取入口は普通外部の新鮮な空気を取り入れと内部の空気の再循環との二つのダクトを設けるが、吸込側の圧力損失をできるだけ減らすにはこの吸込面積はフ

ァン 1 台につき 0.5 m^2 以上にとることが望ましい。

これと共に重要なことは 36 図 A 寸法すなわち羽根と天井との間隙で、この寸法が少ないと風は天井付近に拡散されてしまうばかりでなく風の渦流による騒音が非常に大きくなるので、A 寸法はできるだけ大きく取らねばならない。Westinghouse 電機会社では A 寸法は 7 in 以上が望ましいとしているが、実験の結果では最小 4 in (100 mm) でないと特性が極端に低下して騒音が大きくなる。

36 図の曲線は A 寸法を 105 mm とした時の床上 160 cm の箇所における風速分布の状態である。

A をこれ以上にとればこの曲線に逐次高くなると共に左右の最高点が内側へ寄ってくる傾向になる。下表は床上 160 cm の箇所における特性の一例で回転数を変えたばあいの風量、風速の変化の有様を示したものである。

回 転 数	風 速 m/min	風 量 m^3/min
900	370	306
700	295	240
500	210	180

4. 電 熱 器

ア. 直流 100 V 300 W 凍結防止用電熱器 2 台

用 途 運転室窓ガラス凍結防止用電熱器

- 特 長 (1) 発熱体にアルミヒータを使用してあるため寿命が長い。
(2) 機械的に頑丈である。

イ. 直流 150 V 250 W 補助電熱器 4 台

用 途 車内暖房用補助電熱器

補助電熱器は主抵抗器の熱量のみで不足のばあいに働くよう温度調節器で作動される。

- 特 長 (1) アルミヒータを使用してあるので寿命が長い。
(2) 振動等に対して機械的に頑丈である。

5. 車内の照明

ア. 車内照明と蛍光灯

- (1) 車内に配置された蛍光灯器具は 37 図のように 40 W 8 連 2 列に取り付けられ、その他前後の方向幕内には 20 W 器具が 1 セット宛取り付けられている。

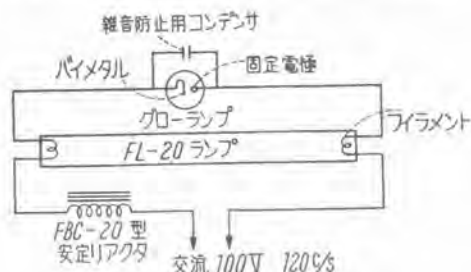
- (2) 車内燈のランプはアクリライトカバーによって保護されカバーは保守点検に便なるよう開閉することができる。そしてカバー枠は白色に塗装され薄緑色の天井によくマッチして優美な外観を見せている。

- (3) 点燈方式は安全確実なグロー点燈方式を採用している。

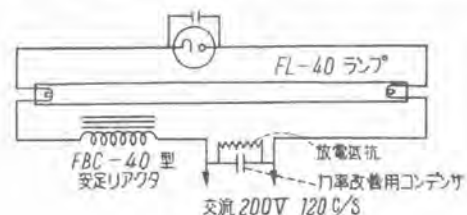
- (4) 夜間車庫にある時の保守燈として蓄電池を電源と



37 図 配置図
Fig. 37. Arrangement of fluorescent lamps.



38 図 方向幕燈接続図
Fig. 38. Connection of light for destination.



39 図 室内燈接続図
Fig. 39. Connection of car light.

する 32 V の予備燈が 6 箇蛍光灯器具内に千鳥に配置されている。

- (5) 方向幕燈にはグロー点燈方式の 20 W ランプを露出させた白色塗装の簡美な燈具が使用されている。
- (6) 車内燈は電動発電機より交流 200 V, 120 c/s, 方向幕燈はこれにステップダウントランスを入れ 100 V, 120 c/s である。
- (7) 使用されているランプは照明能率のもっとも良いデラックス冷白色ランプで車内燈は 40 W, 方向幕燈は 20 W を使用している。
- (8) ランプソケットは W-1 型ソケットを使用し振動に対しても完全な接触が保たれている。
- (9) 力率改善に各燈具内に $2\mu\text{F}$ のコンデンサを入れて約 90% になっている。
- (10) 車内の読書面の水平平均照度は約 200 lx を得ている。

イ. 点燈方式

点燈方式は車内燈、方向幕燈共グロー点燈方式を採用しておりこの方式はつぎのような作動による。

すなわち点燈スイッチを入れると僅少の電流が流れ、グローランプがグロー放電を始めその発熱によってバイメタルが伸びて固定電極に接触しグロー放電は停止する。

そして蛍光灯のヒラメントに正規状態の 2 倍近く

の電流が流れヒラメントは加熱されるので局部放電が起る。

一方グローランプは放電停止のためバイメタルが冷えて元の位置に戻るから固定電極から離れることになり、この離れる瞬間に安定リアクタのコイルによるインダクションキックで高い電圧が誘起され局部放電が全般的な放電に移り蛍光灯は点燈するが、点燈状態となったとき安定リアクタの電流制限作用で正規の電流が流れるようになる。

なお方向幕燈は 38 図に示す回路であるが車内燈は 39 図のように力率改善コンデンサ、放電抵抗が入っている。

6. 電動戸閉装置

圧縮空気がないので乗降口の天井部に歯車減速、チェーン駆動式の電動戸閉機械（ドア・オペレータ）を設置し、その 1 枚引戸または二重引戸を開閉するようにしており、操作上種々の安全運動仕掛が組み合せてある。

ア. 概要

- (1) 乗降口……車体両側各 2 箇所

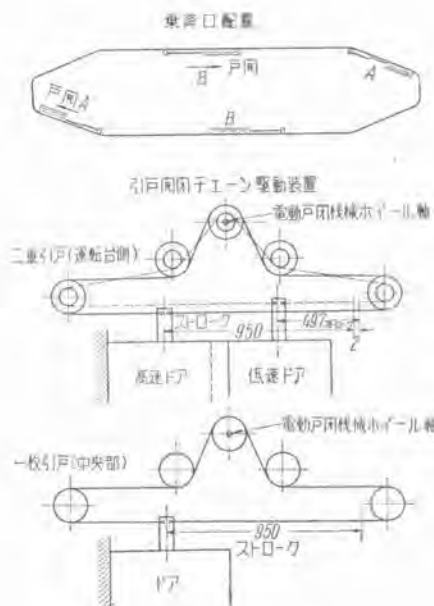
運転台側 (二重引戸)	高速ドアのストローク	950 mm
	低速ドアのストローク	497 mm
中央部 (1 枚引戸)	ドアのストローク	950 mm

- (2) 構成 (1 両分所要箇數)

操作スイッチ (運転台用, 中央部用各 2 箇), 戸閉継電器 (2 箇組み合わせて 2 組), 戸閉抵抗器 (調整用, 制限用各 2 組), 電動戸閉機械 (二重, 1 枚引戸用共通 4 台), 引戸用チェーン駆動装置 (二重引戸用, 1 枚引戸用 2 種各 2 組), 戸閉報知ブザー (4 箇)

- (3) 主要機器

- a. 電動戸閉機械 (EM-222-A 型)



40 図 戸閉装置配置図
Fig. 40. Arrangement of door operating mechanism.

天井部に設置されるため、つぎの3部分が細長く一体に組立てられている。

- 電動機 直流・直巻・複界磁
 32 V, 8 A, $\frac{1}{8}$ HP, 2,400 rpm
 減速歯車箱 2 段減速 減速比 21.8
 ホイール軸 約 3 回転/ドア・ストローク
 連動開閉器 ドラム型 接点数 10 点
 ドラム $\frac{3}{4}$ 回転: ホイール軸 3 回転

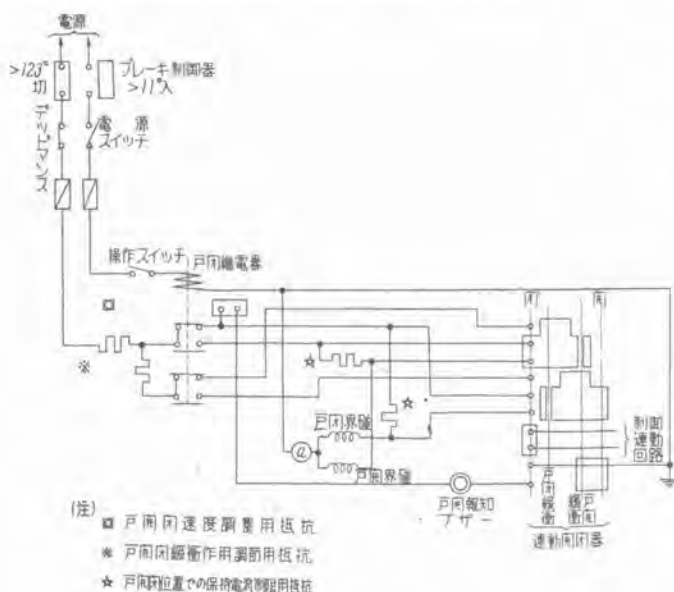


41 図 EM-222-A 型電動戸閉機械
 Fig. 41. Type EM-222-A door operator.

- b. 戸閉継電器 (DE-54 型)
 吹消コイル付主接点 4 点と連動補助接点 2 点を備えている。
- c. 戸閉抵抗器
 1. 調整抵抗器 (BR-701-A 型)
 引戸開閉速度調整用と緩衝作用調節用とが組み合わされ抵抗値を加減できる。
 2. 制限抵抗器 (RB-710 型)
 戸開閉位置での保持電流制限の役目をするもので一定抵抗値にしてある。
- d. 操作スイッチ (小糸製)
 運転台用は鍵付であり、中央部用は小型のレターン・スイッチを用いてある。

イ. 開閉動作 (42 図参照)

戸開閉位置では電動機の所要側界磁は小電流を通じて引戸を戸当りに押し付けた状態を保持している。



42 図 電動戸閉装置ツナギ図
 Fig. 42. Connection diagram of door operating apparatus.

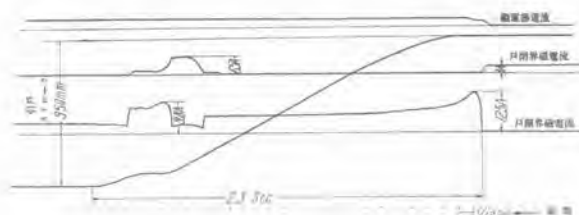
戸開閉両動作共同様であってスイッチ操作により戸閉継電器が切り替れば、連動開閉器で制限抵抗が短絡され所要側の界磁電流が立ち上り起動する。

引戸は加速されて進行し連動開閉器が緩衝位置まで回転すれば、反対側界磁回路が緩衝抵抗を伴って形成されつづいて進行側界磁回路に制限抵抗がはいるため逆転トルクが急増して緩衝作用を行う。緩衝作用後は制限抵抗が短絡され正転トルクを増すが、戸当り前で再びこの抵抗が入り、緩かに動作を完了し戸開きまたは戸閉め状態となる。

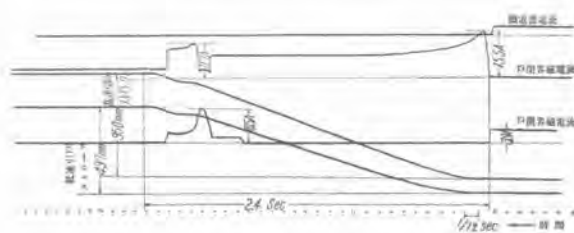
この場合の開閉速度、緩衝作用程度はそれぞれの抵抗側を加減することにより最良状態に調整することができる。

ウ. 安全連動および操作

- (1) もしも戸閉動作中に乗客がはさまれることがあれば引戸は緩衝位置でとどまり人体に傷害を与えることはなく、このばあいは操作スイッチを一度戸閉き操作し引戸を途中まで引き戻した後戸閉め操作をする。
- (2) 非常ブレーキ等の非常処置により電動機の電流を断れば手動戸開きができる。
- (3) 戸閉後でないと起動運転できないよう全車の連動開閉器を通じて戸閉状態でのみ制御回路が形成されるようにしてある。
- (4) ブレーキ操作後でないと戸開き回路が作られないようブレーキ・ペダルをある程度以上踏み込まなければ操作スイッチの電源が生きないようにしてある。
- (5) 戸閉め始めの際には報告ブザーが鳴って車外より乗車する客に注意を与える。
- (6) 運転台では左右いずれの側でも選択操作ができた戸閉め後中央部のみは車掌が操作できる。



(a) 1 枚引戸閉動作



(b) 2 重引戸閉動作

43 図 開閉動作試験の一例

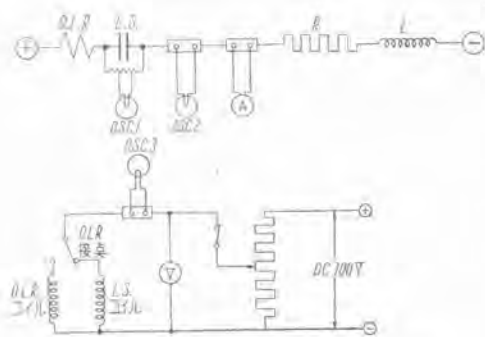
Fig. 43. An example of operating test.

V. 試験記録

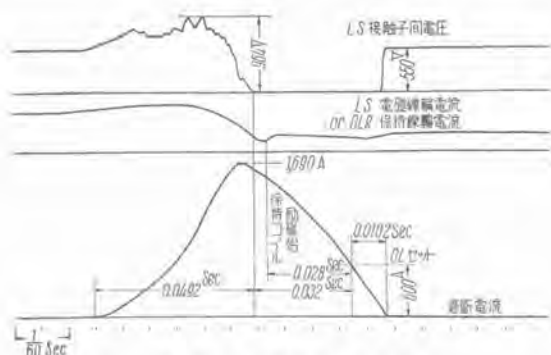
1. 断流器遮断試驗

44 図の回路によって遮断を行った工場試験記録を 45、46 図に示す。これは過負荷運動機構を使用したもので、過負荷調整値 600 A に電流が達してから、0.03~0.05 秒後に LS 断流器の遮断が開始されている。これに反して 47 図には過負荷運動機構を使用せずに LS 線輪を消磁した時の記録を示し、線輪消磁から 0.09 秒後に遮断が開始されている。

すなわち本遮断流器は従来の過負荷継電器と電磁接触器を別にしたものに比べて、遮断開始までのデッドタイムが、 $1/3 \sim 1/2$ となって、高速度遮断の性能を備えている。電磁接触器の遮断容量としては $L=20 \text{ mH}$ において、



44 图 UM-33 型断路器遮断试验回路
Fig. 44. Arc rupturing test circuit of
type UM-33 line breaker.



45 過負荷運動遮斷試驗
Fig. 45. Are rupturing test-over load interlocking.



46 図 過負荷運動遮断試験
Fig. 46. Arc rupturing test-over load interlocking.

東京都交通局納入 P.C.C. カー・松田



47 図 断流器遮断試験
Fig. 47. Arc rupturing test.

1,200 A すなわち定格電流の4倍の能力を有する。

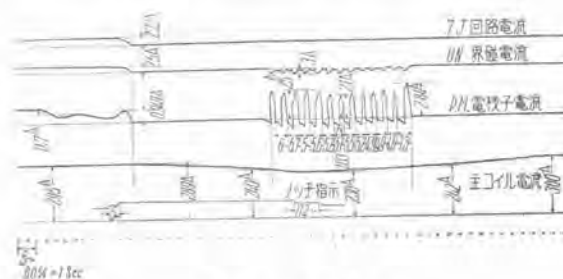
2. 加速試驗

加速器操作電動機回路は 7 図中に示されており、限流点 240 A、制御電圧 32 V 時の電動空ノッチの工場試験記録を 48 図に示す、主線輪電流が 300 A から降下して 242 A に至ると、限流継電器の可動接点が 7 線に (7 図参照) 接触して操作電動機は ON 界磁線輪により分巻電動機として回転を始め、引上線輪によって振動作用を行ってノッチを進める。主線輪電流が 230 A から 240 A に達すると可動接点が 7 線より離れて操作電動機は停止する。主線輪電流がさらに増して、289 A に達すると、可動接点は 7K 固定接点に接触し、操作電動機は直巻電動機となって逆転し始める。この際補助接点がすでに接触していて、7J 回路に電流が流れ過速防止を行っている。このノッチ戻り動作が 56 図に現われていて、加速途中電動ベダルの足をゆるめたために、限流点が下りノッチ戻りした状態がよく判る。

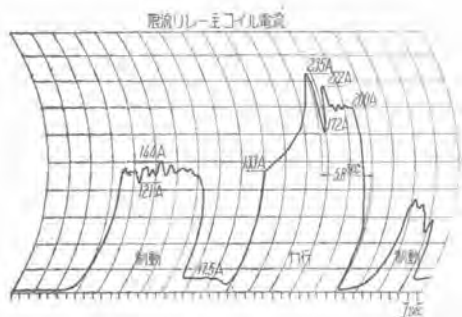
定員乗車 21 t 時の電磁記録計による現車における加速試験を 49 図に示す。限流継電器引上線輪の作用により限流点の 240 A が実際は 200 A を示している。2 段の突流は弱め界磁ノッチであって、牽引力としての衝撃は現われない。この時の加速度が 4.5 km/h/s であつた。

3. 制動試驗

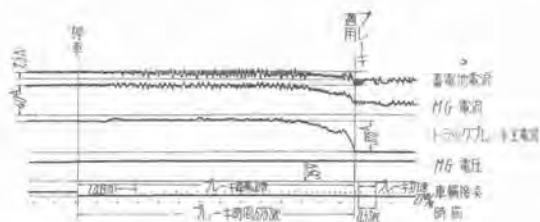
東京都交通局芝浦—東京港試験線において5月初旬に行った現車制動試験について記述する。本試験は日程上



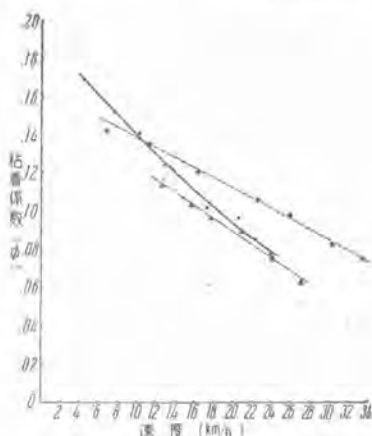
48 図 加速器試験
Fig. 48. Accelerator-operating test.



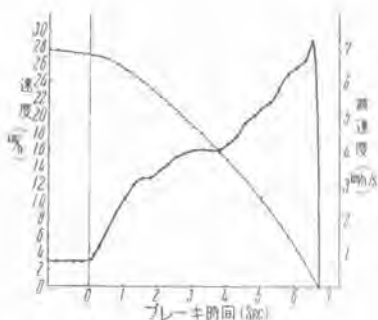
49 図 加速試験記録
Fig. 49. Record of accelerating test.



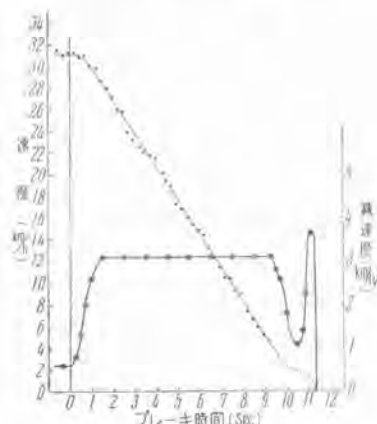
50 図 トラックブレーキ単独制動
Fig. 50. Oscillogram of magnetic track brake alone.



51 図 トラックブレーキとレール間の摩擦係数
Fig. 51. Coefficient of friction, between shoe and rail.



52 図 トラックブレーキ単独制動特性曲線
Fig. 52. Brake effort, magnetic track brake alone.



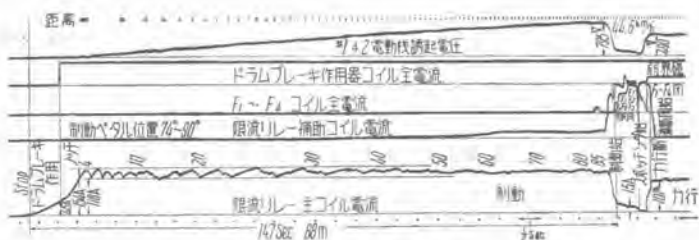
54 図 常用制動特性曲線
Fig. 54. Brake effort, dynamic and drum brake.

各機器の整備と併行して行わざるを得なかったため、トラックブレーキとレール間の隙間が約 15 mm で吸着不能のものが 1 箇所あった点、ダイナミックブレーキの限流点が低かった点、ドラムブレーキへの自動切替が遅れていた点等二、三不備の点があったが、試験記録より推測して予定されたブレーキ性能を十分に具備しているものと判定された。

距離ならびに速度測定のために車輪 1 回転に 2 回接となるような接点を設けたが、車輪径は 660 mm であるから、オシログラム中の接点間は 1.0367 m である。車重は定員乗車 21 t であった。

ア. トラックブレーキ単独制動

オシログラムによる記録の例を 50 図に示し、それから算出したレールとの間の摩擦係数を速度に関して示し



53 図 常用制動
Fig. 53. Oscillogram of dynamic and drum brake application.

たのが 51 図である。52 図にオシロより出した速度および減速度曲線を示す。速度低下と共に摩擦係数が大きくなり、減速度が増大する特性が明瞭に現われている。試験中はレールとの間隙が大きいのがあったが、品川—浅草間の試運転でなんら支障ないので規定値の 7 mm として現在営業運転されている。

なお 50 図により電動発電機電流と蓄電池電流の関係がつかのようになっていたことが判った。

$$40 \text{ A} + 7.5 \text{ A} = 37.6 \text{ A} + \text{約 } 10 \text{ A}$$

(MG 電流) (蓄電池電流) (トラックブレーキ電流) (ドラムブレーキ電流)

イ. 常用制動

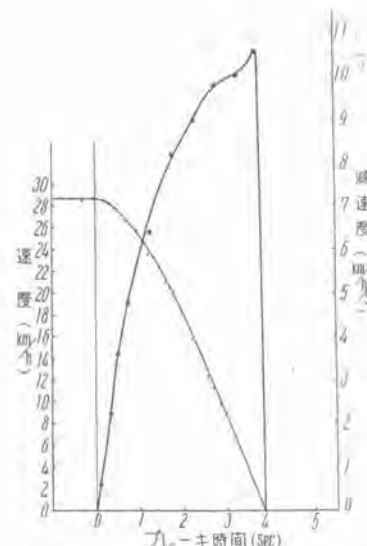
ブレーキペダルを停車するまで一定位置に保持して行ったオシログラムを 53 図に、別のオシロより算出した速度および減速度曲線を 54 図に示す。電気制動中は一定の減速度が保たれているが、停車前のドラムブレーキ作用時期が遅れていたことが判った。これは 5 ノッチで作用するように手直し済みである。

ウ. ブレーキペダルによる最大制動

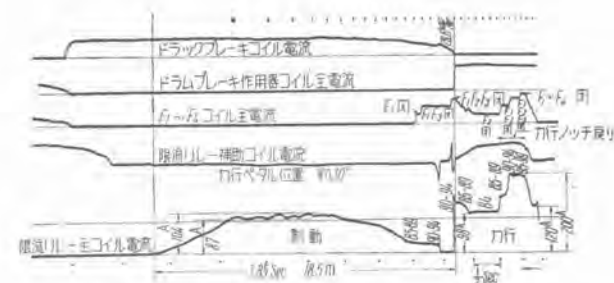
ペダルを最大限度に踏み込んだものであるが、55 図に示すオシログラムではトラックブレーキ電流は 18.3 A より 39 A に増しているため、ペダルの踏み込みが途中で一度止ったこととなる。またダイナミックブレーキの限流点が引上線輪の作用によって見掛け上低く出ているので、その後約 160 A に調整し直した。



55 図 ブレーキペダルによる最大制動
Fig. 55. Oscillogram of maximum brake application by brake pedal.



57 図 デッドマンズペダルによる
非常制動特性曲線
Fig. 57. Emergency brake effort, deadman's pedal apply.



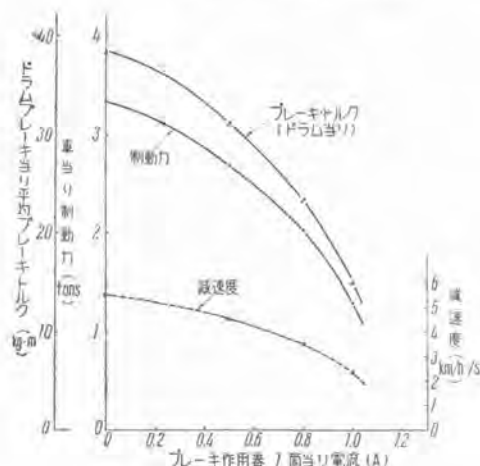
56 図 デッドマンズ・ペダルによる行中の非常制動
Fig. 56. Oscillogram of emergency brake application by deadman's pedal at powering.

エ. デッドマンズペダルによる非常制動

力行ペダルを踏んで加速を行っている時に、デッドマンズペダルから足を離れた場合のオシログラフ記録を56図に示し、それより算出した速度および減速度曲線を57図に示す。ほぼ一定のドラムブレーキ力にダイナミックブレーキの立上り効果と、速度低下につれてのトラックブレーキ力増大の効果とが加算された状態がよく現われている。

オ. ドラムブレーキ単独制動

作用器電流-ブレーキトルクの工場試験結果と、それより算出した制動力、減速度を示せば58図のとおりである。現車においても同様な結果が得られることが確認された。



58 図 ドラムブレーキ単独制動
Fig. 58. Brake effort curve, drum brake alone.

VI. む す び

以上 P. C. C. 車の電機品と性能ならびに性能試験について記述したが、現在の自動車群と競争し、簡単な直接式制御装置を備えた市街電車と対抗して、この P. C. C. 車を普及させるには、性能の優秀性はもちろんのこと、

点検、保守の面からも簡単、容易であることが必要である。この意味から1台の試作車について今後研究を重ね、市街電車の標準形式を作り上げたいと思う。

製作、試験にあたり種々ご尽力を賜った東京都電の担当者各位に深甚の謝意を表するとともに、今後のご指導、ご協力をお願いする。

最近の継電器とその応用(その4)

神戸製作所

藤井重夫*

The Latest Relays and Their Application (Part IV)

Shigeo FUJII

Kobe Works

As an continuation of the last article on the subject, descriptions are made herein with respect to the principle, construction, operation, characteristic and application of Type "HZ-1 high speed impedance relays. Especially a case where Type "HZ-1 relays are applied to the high speed selective protection of short-circuit is stated in full. This system, coming under the impedance balance relay scheme, is expected to have the most excellent protective characteristics as a selective relaying.

1. HZ-1 型高速度インピーダンス継電器

HZ-1 型高速度インピーダンス継電器は単回送電線の高速度短絡保護および並行送電線の高速度選択短絡保護に最適のもので、単回線保護の場合には保護区間の 80~90% 迄の範囲内に発生したすべての短絡故障を 1~2 c/s の高速度で選択することができる。なお並行回線の高速度選択短絡保護に適用する場合には、両回線の△差電流と母線の△電圧とを供給して両回線の不平衡インピーダンスを測定させ、同様に保護区間の 80~90% 迄の短絡故障をつねに 1~2 c/s の高速度で選択することができる。

従来並行回線の選択保護方式としては電流平衡継電方式および電力平衡継電方式の2方式が採用されているがこれらはいずれも故障確認継電装置との組合せによらなければ高感度の整定は實際上不可能であり、また故障電流の大きさにしたがってその選択可能範囲が大きく変動する欠点を有している。なお並行保護区間に不平衡負荷分岐が含まれるような場合には原則として適用下可能である。さらに電流平衡継電方式の適用は並行区間の両端に電源を有していることが前提条件となっている。

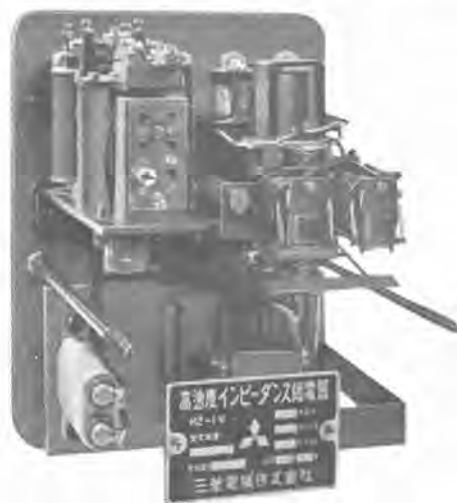
HZ-1 型継電器による選択短絡保護は上記の欠点をすべて除去したもので新に『インピーダンス平衡継電方式』を提供するものである。

1 図は HZ-1 型継電器の外観を示している。

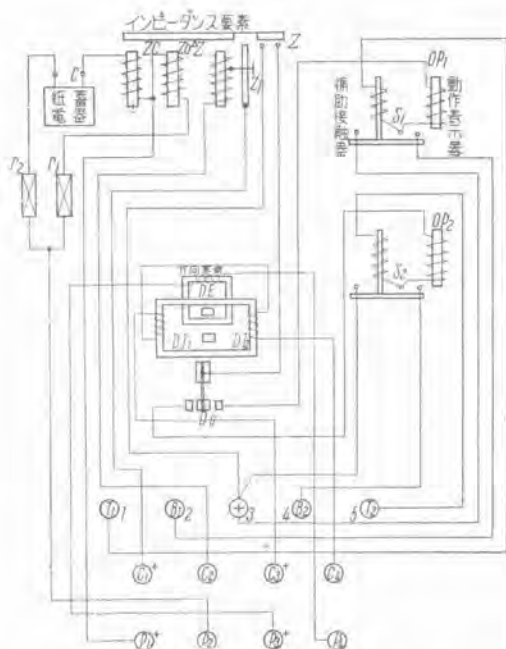
ア. 構造および動作

HZ-1 型高速度インピーダンス継電器は、当社標準の HZ 型高速度インピーダンス継電器の第1インピーダンス要素1箇と誘導型高速度方向要素1箇とを同一の箱に納めたもので、双方向型のものを標準としている。

2 図は HZ-1 型継電器の内部接続を示したもので、図示の如くインピーダンス要素の電圧抑制部は2分割型電磁



↑ 図 HZ-1 型高速度インピーダンス継電器
Fig. 1. Type HZ-1 high speed impedance relay.



2 図 HZ-1 型高速度インピーダンス継電器
内部接続図裏面
Fig. 2. Internal connection diagram of type
HZ-1 high speed relay.

石となっており、相互に 90 度位相の異った磁束を作らせて、つねに一定の抑制力を発生するようになっている。

したがって電圧と電流間の位相がどのように変化してもほぼ一定のインピーダンス値で動作することとなる。このインピーダンス要素は上述の 2 分割型抑制電圧線輪と電流作動線輪および動作桿等より成る平衡桿型のもので電流線輪の吸引力が抑制線輪の吸引力に打勝った時に接点を閉じるものである。すなわち継電器に導入される電圧と電流の比、換言すればインピーダンス値が予定値以下になった場合に動作するようになっている。

このインピーダンス要素には標準として△電圧と△電流とを供給して、相間インピーダンスを測定させるものとしている。したがって変流器が人接続である場合には△補助変流器を付属させることとしている。もし△補助変流器を省略して△電圧と△電流とを供給した場合には 3 相短絡故障時と 2 線短絡故障時の動作インピーダンス値はそれぞれ $2/\sqrt{3}$ となり約 15% の差異を生じる。

なおこのインピーダンス要素の整定は、電流線輪のタップ T と電流線輪鉄心調整ねじ S とによって行い、継電器の動作時インピーダンス Z_R が次式を満足するように調整してある。

$$Z_R = \frac{T \cdot S}{10} \dots\dots\dots (1)$$

ただし上式中の T はタップ板に刻印された使用タップ値をまた S は調整ねじに刻印された使用目盛の値を示している。タップ変更時には変流器二次回路が開放状態にならぬよう予備タップを必ず所定のタップに挿入した後に前のタップを取外すことが必要である。

最近の継電器とその応用 (その 4)・藤井

つぎに線路側の所定インピーダンス値 Z_L を継電器側に換算して Z_R を求めるには次式によるものとする。

$$Z_R = Z_L \frac{PT \text{ 比}}{CT \text{ 比} \times \text{補助 CT 比}} \dots\dots\dots (2)$$

たとえば PT 比 110 V/110 kV, CT 比 5 A/500 A, 補助 CT 比 5 A/5 A の場合は $Z_R = Z_L/10$ として換算する。

方向要素は高速度誘導環型で電圧線輪により、その二次短絡環となっているアルミ製ループに変圧器作用で大電流を流させ、これを 2 箇の電流線輪によって発生させた電流磁場中に回転し得るように支持したもので、高速度で電力の方向を選択するものである。

この要素の最大感度は電圧に対して電流が約 14 度進み位相の時得られる。したがって一般には 90 度進みまたは 60 度進み接続とする。なおこの方向要素の最低動作値は電圧と電流とが同相の時約 5 V, 3 A である。

標準のもののインピーダンス要素整定範囲は 0.6~6 Ω となっている。なお各部消費 VA は次のとおりである。

インピーダンス要素電圧線輪	110 V の時 2 VA
インピーダンス要素電流線輪	5 A の時 2 VA
方向要素電圧線輪	110 V の時 4 VA
方向要素電流線輪	5 A の時 1.3 VA

応 用

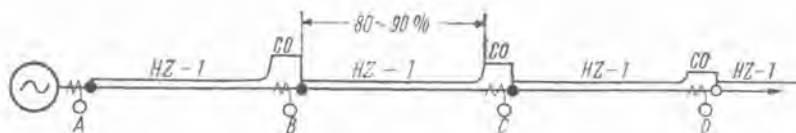
(1) 単回線保護の場合

従来一般に単回線保護に対しては過電流継電器または方向過電流継電器等によって限時選択を行わせる方法がとられているが、電源端に近い故障に対しては必然的に選択時間が延びることとなり、系統の安定上からも不都合である。このような場合に HZ-1 型継電器は保護区間の 80~90% 迄の短絡故障を 1~2 c/s の高速度で選択除去することが可能で安定度の向上に大いに役立つこととなる。また故障の拡大を有効に阻止することができる。しかし保護区間端部の故障に対しては既設継電器をそのまま使用して保護させることが必要である。最近単回線保護に対して電圧抑制付過電流継電器が使用されるようになり、従来の方法に比較して相当に改善されてきたが、この種継電器とこの HZ-1 型継電器とが組合せられればさらに良好な保護能力を持つこととなる訳で、当社ではこれに相当するものとして HCZ 型インピーダンス継電器を製作している。また電圧抑制付過電流継電器としては CZ 型インピーダンス継電器があり、これに方向性を持たせたものは CZ-R 型インピーダンス継電器と呼んでいる。

したがって HZ-1 型継電器は過電流継電器または電圧抑制付過電流継電器が単回線保護用としてすでに設置しており、これらの区間の保護能力を改善したいような場合に適用するものである。

3 図は HZ-1 型継電器と CO 型過電流継電器とが組合された一端電源の場合の保護特性を示している。

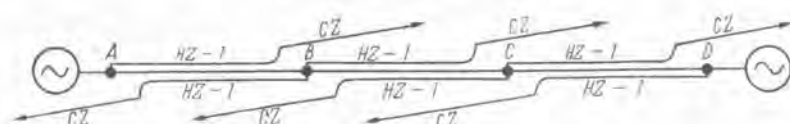
4 図は HZ-1 型継電器と CZ 型インピーダンス継電



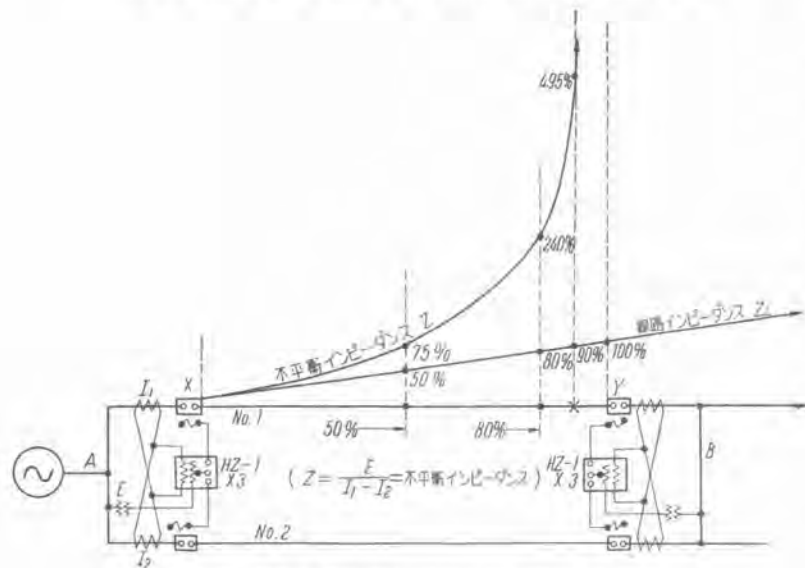
3 図 HZ-1 型および CO 型継電器による距離動作時間特性
Fig. 3. Distance operation time characteristic using type HZ-1 and type CO relays.



4 図 HZ-1 型および CZ 型継電器による距離動作時間特性
(この特性はそのまま HCZ 型継電器の距離動作時間特性を示している)
Fig. 4. Distance operation time characteristic using type HZ-1 and CZ relays.



5 図 両端に電源ある場合 HZ-1 型および CZ 型継電器による距離動作時間特性
(HCZ 型継電器の場合もこれと同一の保護特性を有す)
Fig. 5. Distance operation time characteristic using type HZ-1 and type CZ relays when there are power sources at both ends.



6 図 HZ-1 型継電器による選択短絡継電方式
Fig. 6. Selective short-circuit relay scheme by type HZ-1 relay.

器とが組合された場合の距離一動作時間特性を示している。この特性はそのまま HCZ 型インピーダンス継電器の特性を示している訳で 2 端電源の場合には 5 図のような保護特性を持つことになる。

上述の継電器による保護は単回線保護方式であるから並行送電線、環状送電線、放射状送電線等、すべての系統に適用できるものである。ただし保護区間内に電源分岐を含む場合には、故障時この分岐回路より供給される故障電流の大小によってインピーダンス継電器の動作は影響を受ける訳で、その動作範囲は多少減少し電圧抑制付過電流継電器の動作時間もまた多少延びることとなる。しかしこのために誤動作する恐れはないが整定には充分

注意することが必要である。

(2) 並行回線の選択短絡保護に適用する場合

HZ-1 型高速度インピーダンス継電器を並行回線の高速度選択短絡保護に適用する場合には最も望ましい保護能力を期待することができる。すなわちこの方式はインピーダンス平衡継電方式に属するものである。

6 図はこの方式の説明図であるが、図示の如く一般に両回線の△差電流と母線の△電圧とを導入して並行回線の不平衡インピーダンスを測定させるように接続する。

なお双方向型方向要素は 90 度または 60 度進み接続とする。

図に示すように線路インピーダンス Z_L は距離に比例して直線的に増大するが不平衡インピーダンス Z は母線電圧 E と両回線の△差電流との比として現わされるから図示曲線のように示すことができる。いま AB 相について説明すれば AB 相不平衡インピーダンス Z_{AB} は次式の如く示される。

$$Z_{AB} = \frac{E_{AB}}{I_{1AB} - I_{2AB}} \quad (3)$$

式中 E_{AB} は AB 相母線電圧、 I_{1AB} は 1 号線 AB 相電流また I_{2AB} は 2 号線 AB 相電流を示している。一般に変流器は人接続とするのが普通であるから I_{1AB} および I_{2AB} を得るためには人△補助変流器を交鎖接続回路に挿入することが必要である。(8 図外部接続を参照のこと。)

6 図は簡単のために補助変流器は図示せず、単に 1 号線電流 I_1 、2 号線電流 I_2 と示してある。

いま故障が相手端母線に発生したとすると (3) 式より明らかなように $I_{1AB} =$

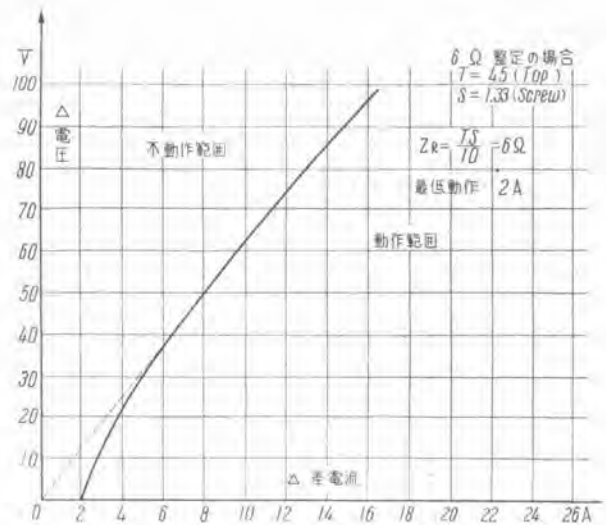
I_{2AB} 故 Z_{AB} は無限大となり継電器が動作する恐れはない。区間外故障時にはつねに $I_{1AB} = I_{2AB}$ であるから、外部故障時に誤動作する可能性はない。

いま図示の如く A 端にのみ電源があり区間の 1 号線 50% の点に故障が発生したとすると $I_1 = 75\%$ 、 $I_2 = 25\%$ となり母線電圧を E とすると不平衡インピーダンス Z は $Z = E / (I_1 - I_2) = E / 50\%$ として現わされ、故障点迄の 1 号線線路インピーダンス Z_L は $Z_L = E / I_1 = E / 75\%$ として現わされる。したがって Z と Z_L との比は 75 : 50 となる。すなわち区間中央の故障時には Z は Z_L の 1.5 倍となることが判る。同様に 80% の点に故障がある場合には $Z = 3Z_L$ また 90% の点に故障がある時は $Z = 5.5Z_L$

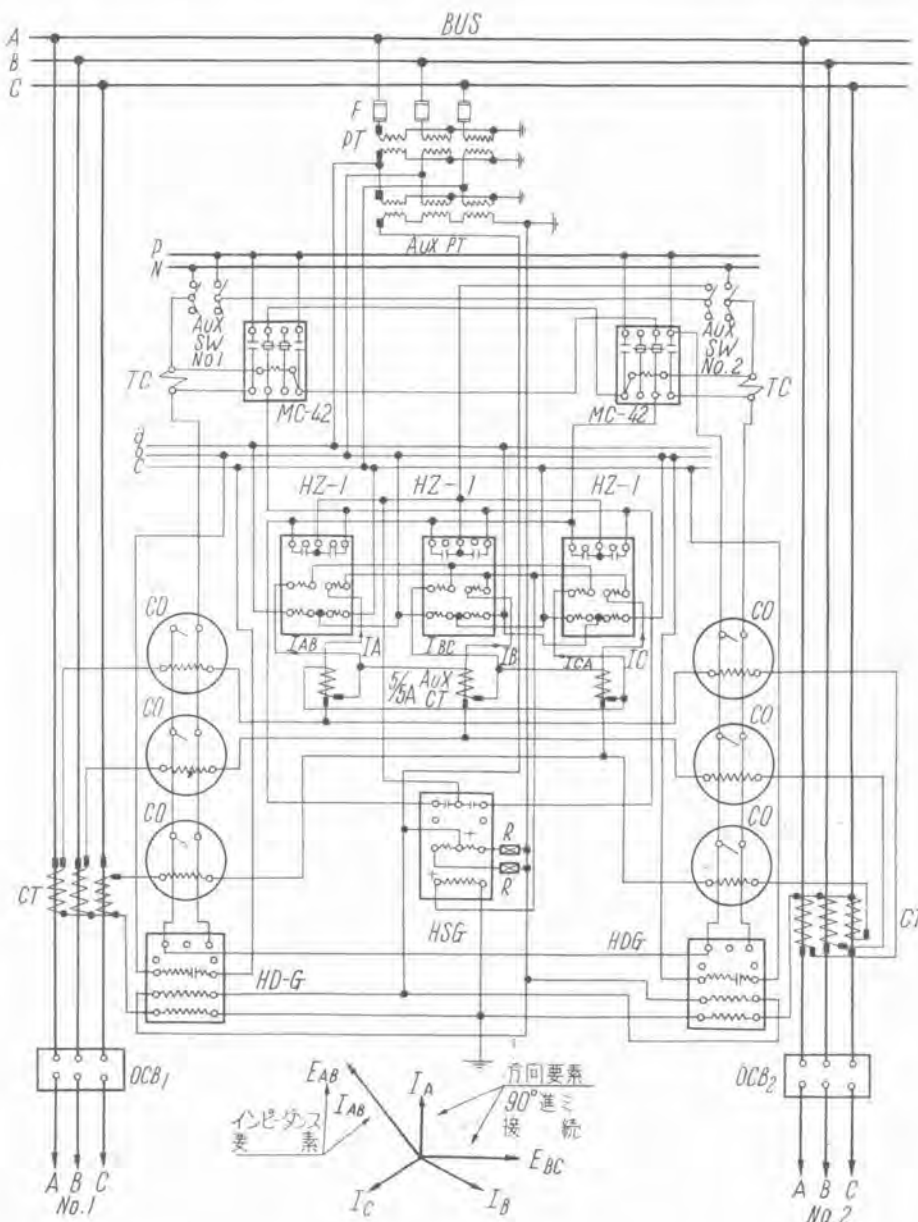
となり図示曲線が求められる。

したがって保護区間の 80% 迄を選択するためには HZ-1 型継電器の整定を $3 \times 80\% = 240\%$ とすれば良い訳である。すなわちこれは AB 間線路インピーダンスの 2.4 倍に整定することを示している。もし選択可能範囲を 90% とする場合には同様に AB 間線路インピーダンスの 4.95 倍に整定すればよいことが判る。

いま上述のようにして一端電源の状態では選択可能範囲が 90% になるように整定してあったとし、もしこの時両端に電源がありそれぞれ同一の故障電流が両端より流入したとすると選択感度は 2 倍に増大し 95% 迄の故障を選択することが可能となる。同様に一端電源の際 80% に迄整定してあったとすれば両端に同一電源容量を持つ場合 90% 迄の故障を選択することができる。すなわちこれは両端同一容量電源の場合つねに Δ 差電流が 2 倍に増大するからである。



7 図 HZ-1 型継電器のインピーダンス特性 (並行回線用)
Fig. 7. Impedance characteristic of type HZ-1 relay.



8 図 HZ-1 型継電器による平衡保護継電装置
Fig. 8. Balance protective relay scheme by type HZ-1 relay.

しかし一般に並行回線の両回線インピーダンスは相互間にある程度の不平衡を有しているものと考えなければならぬし、また変流器相互間の過渡特性差をもある程度考慮しなければならないから外部故障時の誤動作を防止する意味から一端電源状態で選択可能範囲を 90% 以上に整定することは望ましくない。なお両回線インピーダンスの不平衡が常態において過大である場合には当然補正変流器によってこれを除去すべきである。

また変流器相互間の過渡特性差は主として二次負担の不平衡に基くものである。すなわち同一の一次電流に対して DC 飽和および AC 飽和が異った割合で生ずることに起因している。

したがって二次負担を平衡させることおよび両回線 CT の過電流域特性が比較的よく合致していることが必要である。

なお継電器設置端の母線に 3 相短絡故障が発生した場合にはその端の HZ-1 型継電器に導入される電圧は零であり、線路インピーダンスの不平衡または変流器の特性差による誤差電流のみが導入される訳であるから、この誤差電流によって継電器が誤動作せぬよう適当な最低動作値を有していることが必要である。HZ-1 型継電器においてはこの最低動作値はインピーダンス要素平衡桿の平衡錘りを加減することによって適当な値に調整することとしている。

ただし誤差電流が過大である場合には別に瞬時動作型過電流継電器 (SC) を挿入して誤動作を防止することが必要である。

なお HZ-1 型継電器の整定は単回線状態になった時に最大負荷時インピーダンスを越えないよう 6Ω の整定を最大としている。すなわち最大の 6Ω 整定として置いた場合にたとえ電圧が 80 V 程度に迄降下し、かつ単回線状態となったとしても 13.3 A (Δ 電流) または 7.7 A (入電流) 以上の電流が流れなければ HZ-1 型継電器は誤動作する恐れがない。すなわち並行回線の一端を重負荷時に手動遮断したとしても相手端 HZ-1 型継電器が健全線側を誤選択して全停状態になる心配はない。

なおこの方式は故障点迄のインピーダンスの不平衡に応動するもの故、故障電流の大小によって選択可能範囲が大きく変動するような欠点を有していない。

また並行保護区間内に相当の負荷分岐があるような場合でも支障なく適用することができる。すなわち故障時には負荷分岐からは故障電流を供給しないから誤動作の原因とならないし、常態においては前述のような非常な不平衡状態にならなければ誤動作し得ないからなんら支障を生ずることはない。

なおまた保護区間内に含まれた分岐端がある程度の Back Power を有する場合でもその大きさが HZ-1 型継電器の最低動作値を超えない限り支障なく適用することができる。

7 図は HZ-1 型継電器の 6Ω 整定の場合のインピーダンス特性を示している。なおこの特性では最低動作値 2 A の場合を示している。

8 図は HZ-1 型継電器および HSG 型継電器による選択保護装置の外部接続方式を示したものである。

坑内の合理化に一役をかうマインパワーセンタ

耐圧防爆型乾式変圧器

1. 油を使用していないため、防火設備が不要である。
2. 移動が簡単にできる。
3. 切羽付近に持込めるため、電圧変動が少なく安定した運転ができる。
4. 高圧線を深部まで引込むため、キャブタイヤケーブルの節約となる。
5. 一時的な過負荷に耐えることができ、このため絶縁物は傷まない。

150 kVA 三相変圧器、耐圧防爆型

許容温度上昇 105°C 外箱温度上昇 35°C
(全負荷 16 時間後)

一次電圧 3,450, 3,300, 3,150, 3,000, 2,850 V

二次電圧 440/220 V

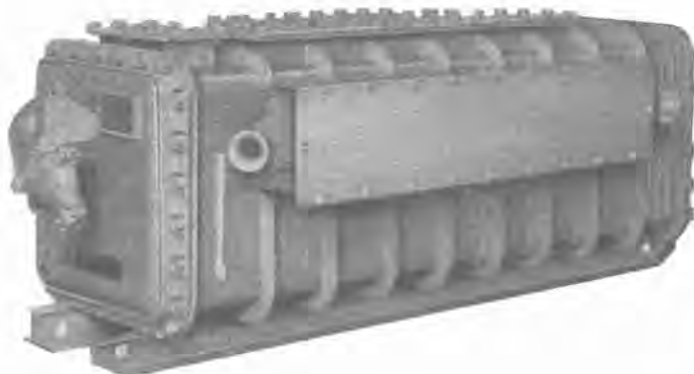
一次電流 27.5 A

二次電流 197/394 A

周波数 50 または 60 c/s

総重量 1,560 kg

(検定番号九検第 1970 号(IE))



6.9kV, 500MVA および 11.5kV, 500MVA, DH 型磁気遮断器

伊丹製作所

五十嵐芳雄*・志賀貞雄*・富永正太郎*

Type DH 6.9kV, 500MVA and 11.5kV, 500MVA Magnetic Blast Breakers

Yoshio IGARASHI・Tadao SHIGA・Shotaro TOMINAGA

Itami Works

On the strength of experience in 3.45 kV magnetic blast breakers which have been enjoying reputation in the circles, Mitsubishi has now developed Type DH 6.9 kV, 500 MVA and 11.5 kV, 500 MVA units and is ready to supply the market with them. They require neither oil nor compressed air, which is of great advantage over conventional circuit breakers of other type.

1. まえがき

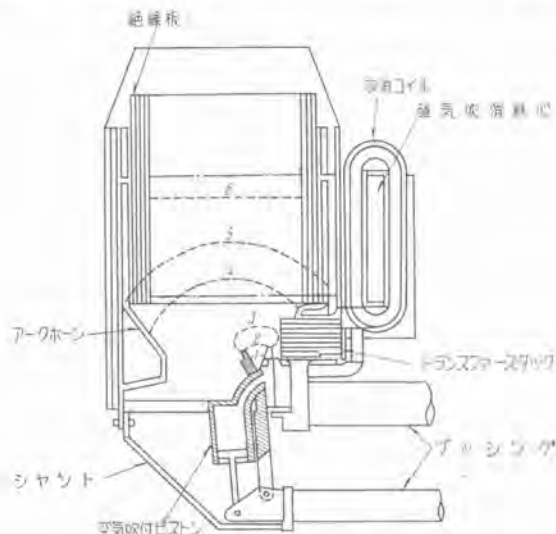
当社はすでに 3.45 kV 用の磁気遮断器を量産化して各電力会社のユニットサブステーション、発電所内用あるいは火力発電所補機動力用に多数納入してきたが、発電所用その他で 6.9kV および 11.5kV 級のものが要望されるので 6.9 kV, 500 MVA および 11.5 kV, 500 MVA の DH 型磁気遮断器を開発し、目下続々受注生産中である。以下その構造、動作原理ならびに試験成績を紹介する。

2. 構造ならびに動作

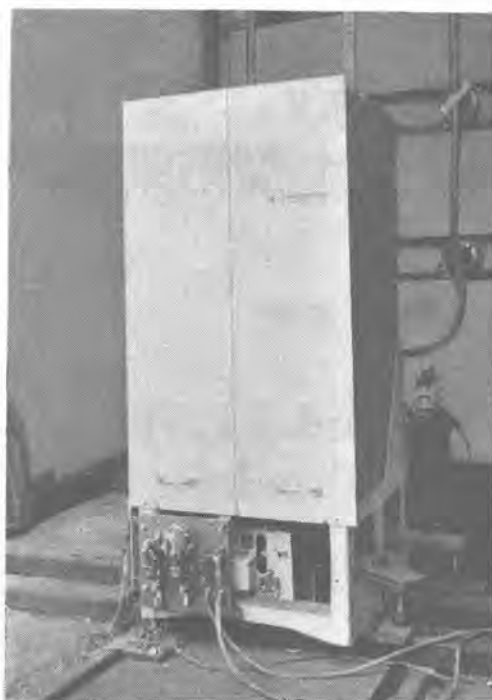
本遮断器は、磁気吹消による磁氣的発生空気吹付の冷却消イオン作用と、細長い溝中にアークを電磁効果で追い込んでアークの占有面積を小さくせばめ、かつその隔離板端で冷却消イオンさせてアーク抵抗を増す方法をアークを延ばすことと併用している。1 図はその動作原理を説明するための基準部品の代表的配置を示す。

すなわち、アーキング・コンタクトが開くと、1, 2, 3, 4, 5, 6 と吹消コイルの作る磁場でアークを消弧室の中に追上げる。この消弧室は、ガスを発生しない耐弧性絶縁物の特殊耐熱磁器で作った V 型の溝のある薄い板が、適当な間隙を置いてアーク通路に直角に並べられており上昇するアークは次第にこの細い溝に押し込まれ、溝の上部は隣の板とはジグザグになっているのでアークは延ばされ、表面あるいは端面で冷却寸断されて、引続いて絶縁耐力ができ、回復電圧に打勝って遮断を完了する。大電流が消弧される時、電流零値への減衰に従って上部

の細い溝へと、アークが比較的しぼられることなく吹上げられると、アーク電圧も低く、低アークエネルギーで電流零値で遮断せられるが、大抵吹消コイルに移る時期と吹上速度が必ずしも適当にならないために、電流はしぼられて高アーク電圧となる。しかし、従来の油入遮断器と違って印加電圧の最高値より前で遮断されるので、回復電圧は高くならない。また電流零値直後に瞬間的に流れる漏洩電流は、数マイクロ秒で消弧を妨げることなく、熱せられたアークシュート表面とアーク柱跡にそれぞれ流れて回復電圧をゆるやかにするに役立つので、異常電

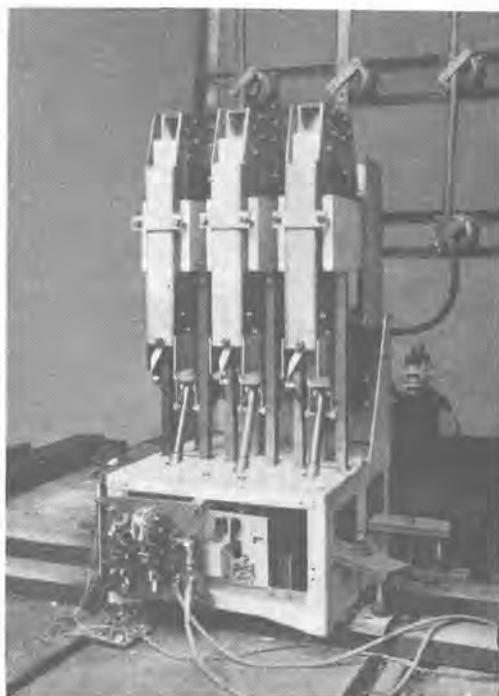


1 図 消弧室および吹消コイル
Fig. 1. Arc extinguishing chamber and blow-out coil.



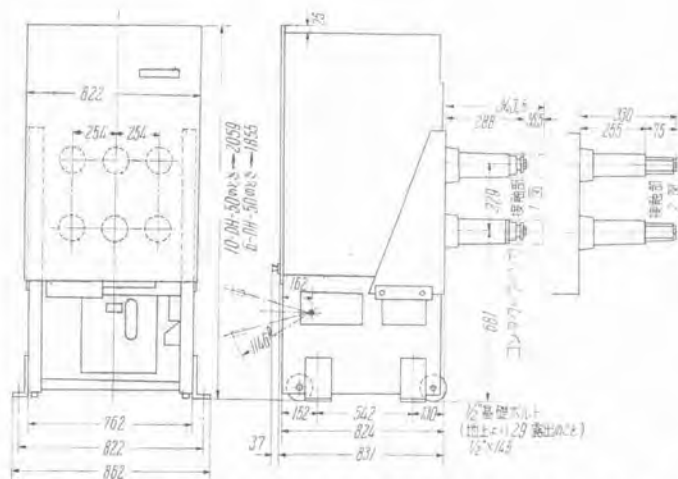
2 図 11.5 kV, 500 MVA, 1,200 A 磁気遮断器
(バリヤをつけ完全に組上ったところ)

Fig. 2. 11.5 kV, 500 MVA, 1,200 A magnetic blast circuit breaker.



3 図 11.5 kV, 500 MVA, 1,200 A 磁気遮断器
(バリヤを外したところ)

Fig. 3. 11.5 kV, 500 MVA, 1,200 A magnetic blast breaker. (Barrier removed)



- メタルクラッド用の時は接触部は1図のとおりで基礎ボルトを用いない。
- フレーム取付の時は基礎ボルトを用い接触部は2図のとおりである。

4 図 6.9 kV, 500 MVA および 11.5 kV, 500 MVA, DH 型
磁気遮断器外形寸法図

Fig. 4. Dimension of type DH magnetic blast breaker.

圧を発生して系統の絶縁をおびやかすことはない。

定格電圧が 6.9 kV ないし 11.5 kV になったので 3.45 kV 用⁽¹⁾と異なる点はつぎの 3 点である。第 1 は特殊耐熱磁器製の消弧板は、V 型の溝が深く、溝より上の電弧発生ガスを冷却、消イオンする部分を長くし、かつ枚数を増すために非常に薄くなっている。第 2 は吹消線輪とは別に限取線輪を設け電流零値でも磁束があって吹上能力が減少しないようにしてある。第 3 は固定コンタクトの直ぐ上に特殊耐熱磁器の V 型溝の薄板を重ねて造ったトランスファースタックを設けたことである。これは

短絡故障大電流が流れた時に吹消線輪の電圧降下が大になり吹消線輪端子が短絡され、電弧吹上力が零になって消弧不能に陥る危険があるので、固定コンタクトからホーンに移る電弧を急速に消弧し、絶縁耐力を充分持たせ、吹消線輪が短絡されないようにしてその動作を確実にするためである。

2 図、3 図および 4 図に本遮断器の外形を示す。

3. 試験結果

11.5 kV, 500 MVA 遮断器の場合は 1 表のように三相 11.5 kV で 32,000 A, 30,350 A, 22,900 A, 570 MVA を電弧時間 1 c/s 以下で遮断し (オシログラム 5 図参照) 開極時間約 2.25 c/s を加えて全遮断時間 3.25 c/s 以内であった。単相試験 10 kV, 16,400 A でも

全遮断時間は 2.55 c/s である。10 kV, 10 A 励磁電流も全遮断時間 2.8 c/s で 6.65 kV, 10 A, 20 A, 40 A の充電電流試験各 3 回行ったが再点弧なしであった。

6.9 kV, 500 MVA 遮断器の場合も 2 表のように、三相 6,900 V で 33,200 A, 33,600 A, 31,000 A, 391 MVA を全遮断時間 3.80 c/s で遮断しており、励磁電流、充電電流試験も異常を認めなかった。

遮断後のコンタクトの損耗および消弧室のよごれも問題にならない程少く、従来の油入遮断器に比較して油を使用しないので火災の危険がなくかつ保守点検が非常に

1 表 11.5kV, 500MVA (1,200A) 磁気遮断器遮断試験成績表

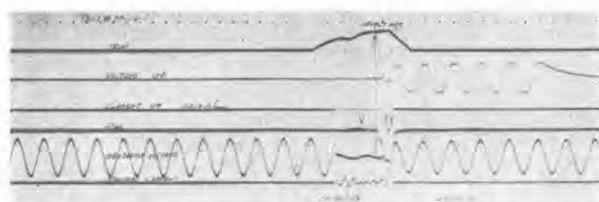
試験 年月日	試験 番号	動作 責務	給与 電圧 (kV)	回復 電圧 (%)	遮断電流			遮断時間			固有回復		投入 電流 (A)	投入 電弧 (c/s)	電弧 エネルギー (kW-S)	MVA	備考
					A-C分 (A)	D-C分 (A)	r.m.分 (A)	開極 (c/s)	電弧 (c/s)	全 (c/s)	電圧 (%)	周波数 (kc)					
28-11-13	77-1	0	11.5	95.5	8,300	0	8,300	2.25	1.0	3.25	測定セズ	#				166	
	#				8,200	0	8,200	2.25	1.0	3.25							
	#				8,500	0	8,500	2.25	0.8	3.05							
28-11-13	77-2	0	11.5	94.5	8,400	0	8,400	2.25	0.95	3.20	#	#				170	
	#				8,450	0	8,450	2.25	0.75	3.00							
	#				8,750	0	8,750	2.25	0.95	3.20							
28-11-13	77-3	0	11.5	92.0	10,500	3,760	11,100	2.25	0.75	3.00	#	#				260	
	#				10,600	10,900	15,200	2.25	0.90	3.20							
	#				10,600	7,150	12,750	2.25	0.90	3.20							
28-11-13	77-4	1分	11.5	95.0	10,400	7,100	12,600	2.25	0.90	3.15	#	#				257	
	#				10,300	3,100	10,700	2.25	0.90	3.15							
	#				10,900	10,700	15,300	2.25	0.55	3.80							
28-11-13	77-5	3分	11.5	93.5	10,800	1,250	10,850	2.25	0.95	3.20	#	#				272	
	#				10,900	10,900	15,400	2.25	0.45	2.70							
	#				11,100	9,500	14,600	2.25	0.95	3.20							
28-11-13	77-6	CO	11.5	77.5	18,600	0	18,600	2.25	0.90	3.15	#	#	43,600	65,000	73,000	390	
	#				18,800	6,100	19,800	2.25	0.80	3.05							
	#				18,700	7,300	20,100	2.25	0.90	3.15							
28-11-13	77-7	0	11.5	86.0	21,800	19,400	28,200	2.25	0.60	2.85	#	#				493	
	#				20,700	8,850	22,600	2.25	0.70	2.95							
	#				21,300	9,500	23,300	2.25	0.70	2.95							
28-11-13	77-8	1分	11.5	79.0	18,500	4,600	19,000	2.25	0.95	3.20	#	#	52,000	72,000	57,000	384	
	#				18,500	7,100	19,800	2.25	0.95	3.20							
	#				18,600	3,680	18,900	2.25	0.75	3.00							
28-11-13	77-9	3分	11.5	77.0	19,000	7,250	20,350	2.25	0.95	3.20	測定セズ	#	71,000	40,400		394	
	#				19,200	5,450	19,900	2.25	1.00	3.25							
	#				19,200	1,000	19,200	2.25	1.00	3.25							
28-11-13	77-10	0	11.5	86.5	23,300	19,500	30,350	2.25	0.65	2.90	#	#				570	
	#				22,800	2,200	22,900	2.25	0.55	2.80							
	#				23,200	22,000	31,800	2.25	0.65	2.90							
28-11-13	77-11	0	11.5	87.0	23,100	21,400	32,000	2.25	0.70	2.95	#	#				543	
	#				23,000	6,100	23,800	2.25	0.70	2.95							
	#				22,700	13,700	26,500	2.25	0.55	2.80							
28-12-25	89-12	0	10.0	93.0	7,600	2,200	7,900	1.8	1.2	3.00							1φ(W)
28-12-25	89-13	0	10.0	88.0	16,400	6,300	17,500	1.8	0.75	2.55							
28-12-28	90-11	0	10				26	1.8	1.0	2.8							
#	90-13	0	10				26	1.8	0.9	2.7							
#	90-14	0	6.65	100			40	1.8	0.6	2.4							

充電×流遮断試験 (89-14～89-22) は遮断電流 10A, 20A, 40A 各 3 回ずつ行ったがいずれも再点弧なし。

2 表 6.9kV, 500MVA (2,000A) 磁気遮断器遮断試験成績表

試験 年月日	試験 番号	動作 責務	給与 電圧 (kV)	回復 電圧 (%)	遮断電流			遮断時間			固有回復		投入 電流 (A)	投入 電弧 (c/s)	電弧 エネルギー (kW-S)	相別	MVA
					A-C分 (A)	D-C分 (A)	r.m.分 (A)	開極 (c/s)	電弧 (c/s)	全 (c/s)	電圧 (%)	周波数 (kc)					
29-6-18	139-1-1	0 15秒	6.9	96.0	9,000	6,700	11,200	2.70	0.80	3.50	測定 セズ	#				U V W	128
	1-2				8,800	1,700	8,950	2.70	0.95	3.65							
	#				8,950	8,100	12,100	2.70	0.95	3.65							
29-6-18	139-2-1	0 15秒	6.9	96.5	8,200	7,250	10,900	2.70	0.85	3.55	#	#				U V W	117
	2-2				8,400	2,830	8,850	2.70	1.00	3.70							
	#				8,400	4,650	9,600	2.70	1.00	3.70							
29-6-18	139-3-1	0 15秒	6.9	93.5	19,000	5,650	19,850	2.70	0.70	3.40	#	#				U V W	251
	3-2				21,200	4,250	21,600	2.70	0.80	3.50							
	#				21,200	2,830	21,400	2.70	0.80	3.50							
29-6-18	139-4-1	0 15秒	6.9	93.0	19,500	6,100	20,400	2.70	0.80	3.50	#	#				U V W	257
	4-2				21,200	4,000	21,600	2.70	0.75	3.45							
	#				22,000	1,400	22,150	2.70	0.80	3.50							
29-6-18	139-7-1	CO	6.9	89.0	32,000	8,500	33,200	3.00	0.45	3.45	#	#	21,700	90,500	59,000	U V W	391
	7-2				31,700	11,300	33,600	3.00	0.80	3.80							
	#				30,900	1,900	31,000	3.00	0.80	3.80							
29-6-18	139-10	0	4				40	2.75	0.10	2.85							充電×流遮断試験 (1φ)
	-13	0	4				20	2.80	0.10	2.90							
	-16	0	6				13	2.80	0.50	3.30							

試験番号	動作負荷	11.5 kV 2,500 A 短絡電流遮断試験 第 四 図									
		遮断電流			給り電圧 (%)	回復電圧 (%)	遮断時間			固有回復 電圧(%)	投入電流 (A)
		交流分(A)	直流分(A)	r.m.s (A)			開極(μ)	電弧(μ)	全遮断(μ)		
7740	0	22300	19500	30,350	100	86.5	225	0.65	290	-	-
*	V	22300	2,200	22,900	.	.	225	0.55	280	-	-
4	W	22200	22,000	22,800	.	.	225	0.65	280	-	-
動作状況		ガ	ス	噴	縮	発	音	遮断後		接	
		無	し	無	し	無	し	噴出せず		損傷小	



5 図 11.5 kV, 500 MVA, 1,200 A 磁気遮断器遮断オシログラム
Fig. 5. Oscillogram of magnetic blast breaker.

容易である。11.5 kV, 1,200 A 定格のものは投入操作電流 D-C 110 V, 125 A, 投入時間 16 c/s, 6.9 kV, 2,000 A 定格のものは投入操作電流 140 A, 投入時間 17 c/s, 引外し操作電流はいずれも D-C 110 V, 5.5 A, セレン投入キャパシタトリップ可能で、定格電流は 2,000 A のものまで設計できる。操作回数試験としては 2,500 回実施し、500 回毎にコンタクトの抵抗および動作オシロを記録したが、全然異常を認めなかった。

4. 特 長

以上本遮断器にはつぎのような特長がある。

- (1) 消弧室は耐弧性絶縁物の特殊耐熱磁器製であるから消弧物質の劣化による遮断能力の低下がなく開閉頻度が多くても保守が容易で消弧室はほとんど半永久的に使用でき、接触部の損傷も油入遮断器に比べて格段に少い。また消弧室は軽量で簡単に取外しができ、接触部の点検も迅速容易にできる。

- (2) 油を使用しないので火災発生の危険が少く、点検保守が簡単である。
- (3) 金属隔壁が操作機構部と高圧部との間に設けられ低圧回路は保護されている。
- (4) メタルクラッド配電盤に入れ、水平引出し式とすると非常に便利な構造となるが、単独に据付けでも使用できる。また据付場所も比較的小さくてすむ。

すなわち本遮断器は、従来の油入遮断器とは遮断性能に格段の差があり、かつ保守点検が容易である。また空気遮断器と比較しても遮断性能はほとんど同じで圧縮空気発生装置および配管系統の保守が不要で発電所に必ずある電池を使用すればよいから価格その他の点から非常に有利であり、11.5 kV, 500 MVA までの発電機回路ステーショントランスあるいはファイダ用を使用するには、本遮断器が最も推奨し得るものである。

参 考 文 献

- (1) DH 型磁気遮断器 三菱電機 Vol. 27 No. 6, 1953

誘導電動機の速度対トルク曲線直視装置

名古屋製作所

臼田 長一*・梶谷 定之*

Visual Test Equipment of Speed-Torque Curves of Induction Motors

Choichi USUDA · Sadayuki KAJITANI

Nagoya Works

Visual inspection of speed-torque curves of induction motors has not yet been successful with instruments, though it has been desired in the analysis of torque characteristics and is the study of abnormal torque phenomena. The trouble is that even the best adaptable method of making use of an electrical differential circuit has a fatal defect which outweighs various advantages and has not yet been put to practical use.

Overcoming difficulties, however, a visual test equipment based on a differential method has been trially made by the writers with success, which is accounted for in this article.

1. まえがき

誘導電動機のトルク特性の解析上、トルク異常現象の究明上、速度対トルク曲線を正確に把握したいということは早くから要望されていた。したがって従来からいろいろなトルク測定法が考えられ、さらに進んで速度対トルク曲線を自動的に記録しこれを直視しようとするのもしばしば試みられてきたのであるが、装置とするには解決すべき点を多分に含んでいるため未だ充分な結果が得られていないようである。

従来から考えられてきたトルクの測定法としては、

- (1) ダイナモメータを利用する方法
 - (2) 回転軸の振れ角による回転モーメントを測定する方法
 - (3) 固定子のリアクション・トルクを利用する方法
 - (4) 速度微分法
- 等が挙げられる。

所でこれらの方法によって速度対トルク曲線を記録せしめようとする場合、装置として一長一短が見られるが、大略次のようなことがいえる。

すなわち、(1)、(2)、(3)の方法は共にトルクに比例する機械的変位を電気的变化に変えてトルクを記録させることになり、(4)の方法のみはトルクを直接電気的变化に変えることになる。したがって前者の場合は装置が甚しく複雑になり、操作調整も面倒なものになること、同

一装置で測定可能な電動機の大きさが限定されてくると、装置の機械的振動がトルク曲線に影響を与えること等に欠点が見られ、後者の(4)の方法では急激なトルク変化に対して電気的变化が速応しないこと、電気的脈動がトルク曲線に影響する所に欠陥が考えられる。しかしながら装置としてはこの方が遙かに簡単で操作も容易であり、かつ広範囲の電動機に亘って測定できる所に優れた点を有している。したがって先の欠陥さえ解決できるならばこの(4)の微分法は装置として甚だ有望なものになってくる。

筆者らは今回簡単な方法を案出してこの欠陥を除き、「微分法による速度対トルク曲線直視装置」を試作した所極めて好成績を収めることができた。

なお、この装置では電動機範囲のみならず制動機範囲に亘ってトルクを測定できる点、直視用ブラウン管には残光性静電型のもを使用し、2~3の曲線を同時に記録して比較しながら直視できるようにした点、また曲線には座標軸も併せて画かせるようにしてある点等が新しい試みであると思う。

以下この装置につき項を追って説明を加える。

2. 原理

ブラウン管の水平入力として電動機速度に比例する電圧を与え、垂直入力として電動機のトルクに比例する電圧を与える時は、ブラウン管面上に電動機速度対ト

ルク曲線を描かせることができる。

この速度に比例する電圧は、発生電圧が回転速度に比例する直流発電機を用い、これを電動機に直結すれば容易に得られ、一方トルクに比例する電圧は次のようにして得られる。

すなわち、この直流発電機によって得た速度に比例する電圧を微分回路に通して加速度に比例する電圧に変える。ところで、回転体の慣性率が一様な時はトルクは加速度に比例する故、この電圧はトルクにも比例することになり、したがってこの電圧を一定抵抗の端子電圧に変えてトルクに比例する電圧として、とり出すことができる。

このことについてさらに詳しく述べると、

○ブラウン管垂直入力（トルク軸側）

電動機の回転体の慣性率一定なときは電動機のトルク T は回転加速度 α に比例する。

$$T = k_1 \cdot \alpha = k_1 \cdot \frac{dN}{dt} \quad \dots\dots\dots (1)$$

N : 回転速度 k_1 : 比例常数

今発生電圧 e が回転速度 N に比例する直流発電機 G を電動機 M に直結し、1 図の如き C, R_y 微分回路を用うれば、この回路に流れる電流 i_y は次のようにして求まる。

$$R_y i_y + e_c = e \quad \dots\dots\dots (2)$$

e_c : コンデンサ C の端子電圧

上式を時間 t で一度微分すれば

$$R_y \cdot \frac{di_y}{dt} + \frac{de_c}{dt} = \frac{de}{dt} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ところで、この直流発電機の発生電圧 e は回転速度 N に比例する故

$$e = k_2 \cdot N \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\therefore \frac{de}{dt} = k_2 \frac{dN}{dt} = k_2 \cdot T \quad \dots\dots\dots (4')$$

となる。ただし k_2, k_3 : 比例常数

(4') 式を (3) 式に代入すれば

$$R_y \cdot \frac{di_y}{dt} + \frac{i_y}{C} = k_2 \cdot T \quad \dots\dots\dots (5)$$

となる。

この微分方程式を解くと

$$i_y = C \cdot K_y \cdot T (1 - \varepsilon^{-\frac{t}{CR_y}}) \quad \dots\dots\dots (6)$$

K_y : 積分常数 この場合 $K_y = k_3$

故に R_y の端子電圧

$$E_y = i_y \cdot R_y = C \cdot R_y \cdot T (1 - \varepsilon^{-\frac{t}{CR_y}}) \quad \dots\dots\dots (7)$$

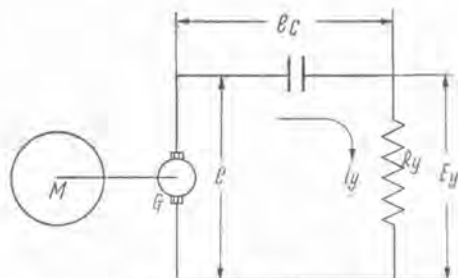
で表わされる。

もし $CR_y \ll t$ ならば過渡項 $\varepsilon^{-\frac{t}{CR_y}} \approx 0$ となり

$$E_y \approx C \cdot R_y \cdot K_y \cdot T \quad \dots\dots\dots (7')$$

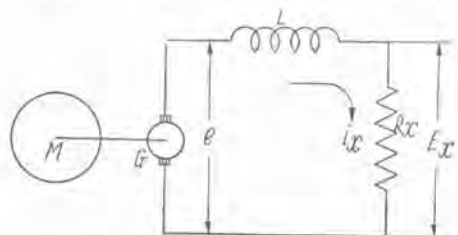
として時間 t に関せずトルク T に比例する電圧を得るから、水平入力には速度 N に比例する電圧 e を発電機から直接得て、直ちに速度対トルクの曲線を描かせることができる。

しかしながら、実際問題として過渡項 $\varepsilon^{-\frac{t}{CR_y}}$ による影



1 図 トルク軸側出力回路

Fig. 1. Out put circuit of torque axis side.



2 図 速度軸側出力回路

Fig. 2. Out put circuit of speed axis side.

響を無視することができないので、正しい速度対トルク曲線を得るためには上式 (7') の近似式を採用することができない。(このことについては、この項の終りにさらに説明を補足することにした*)

そこで、この過渡項による影響をなくするため、水平入力側に次のような補償回路を用いた。

○ブラウン管水平入力（速度軸側）

2 図のように、 L, R_x 回路を用いると、この回路に流れる電流 i_x は

$$L \frac{di_x}{dt} + R_x \cdot i_x = e = k_2 \cdot N \quad \dots\dots\dots (9)$$

この微分方程式を解いて得られる、

すなわち

$$i_x = K_x \cdot \frac{N}{R_x} \cdot (1 - \varepsilon^{-\frac{R_x}{L} t}) \quad \dots\dots\dots (10)$$

K_x : 積分常数 ここでは $K_x = k_2$

R_x の端子電圧 E_x は

$$E_x = i_x \cdot R_x = K_x \cdot N (1 - \varepsilon^{-\frac{R_x}{L} t}) \quad \dots\dots\dots (11)$$

すなわち、速度軸の方にもトルク軸と同様過渡項が入り現象に時間的遅れを生ずる。

そこで (8) 式と (11) 式とより

$$1 - \varepsilon^{-\frac{t}{CR_y}} = 1 - \varepsilon^{-\frac{R_x}{L} t} \quad \therefore L = C \cdot R_x \cdot R_y \quad \dots\dots\dots (12)$$

なる条件に適するようにこれらの回路常数 $L \cdot C \cdot R_x \cdot R_y$ を選定すれば、

$$\frac{E_y}{E_x} = \frac{C \cdot R_y \cdot K_y \cdot T (1 - \varepsilon^{-\frac{t}{CR_y}})}{K_x \cdot N (1 - \varepsilon^{-\frac{R_x}{L} t})} = \frac{C \cdot R_y \cdot K_y \cdot T}{K_x \cdot N} = K \cdot \frac{T}{N}$$

ただし $K = \frac{C \cdot R_y \cdot K_y}{K_x}$ = 定数

となり、ブラウン管の垂直入力と水平入力の電圧比 E_y/E_x は時間 t に関係なくつねに一定の関係を保ってト

ルク対速度比 T/N を示していることになるから、過渡項による影響なくつねに正しい速度対トルク曲線を得ることができる。

※ さて従来の方法は水平入力側にこのような補償回路を設けなくて直接発電機から速度に比例する電流をとり出し、垂直入力側は $i_y \doteq C \cdot K_v \cdot T$ という近似式を採用していた。そのため $C \cdot R \ll t$ なる仮定条件が必要になり微分回路の C および R を極めて小さくするようにしていた。その結果感度が低く (C が小さいため)、ブラウン管も電磁型に制約されていた (R を大きくして端子電圧をとり出すことができないため)。それでもなお、始動時 $t=0$ の瞬間では $CR \ll t$ なる条件にあってはならないため始動時のトルクが表わされず、またクローリング等時間の短い (t が極めて小) 現象を充分表わすことができない大きな欠陥があった。今回は以上の方法によってこの点の解決を図ったのである。これは誤差項 $\varepsilon^{-\frac{t}{CR}}$ が打消されるようにしてあるが、実際的にはもちろん $C \cdot R_v$ を必要以上に大きくすることはなく誤差項 $\varepsilon^{-\frac{t}{CR}}$ 自体の大きさも成るだけ小さくする方が望ましい。

なおいずれにしても、微分法では最大トルク T_m の大きさはつねに正確に表現できる。その理由は (5) 式において、 $di_y/dt=0$ なる時は直ちに $i_y = C \cdot k_s \cdot T = C \cdot K_v \cdot T$ となり過渡項は無くなっている。しかして、この $di_y/dt=0$ なる条件は最大トルク T_m が発生する時に与えられるからである。

3. 装置

装置は別図3図で示すように大別して直流発電機部・増幅器部・ブラウン管部の3部よりなっている。

ア. 直流発電機部

直流発電機は発生電圧が回転速度に比例し、脈動ができるだけ少いように製作されたものであり、また被試験用電動機に対して負荷とならないように小型に作られている。

この直流発電機は被試験用電動機とカップリングをもって直結せられ、電動機からの振動が余り伝わらないように支持台で充分支持されている。

この直流発電機の出力は3図のように $C \cdot R$ 微分回路と $L \cdot R$ 補償回路によってブラウン管の垂直入力側と水平入力側に分けられる。

次に回路要素を説明すると、

$C_1 = C_1'$ (垂直軸側): 微分用コンデンサ

$R_1 = R_1'$ (垂直、水平軸側): 側可変抵抗

共にブラウン管面上図形の感度調整用である。

$L_1 = L_1'$ (水平軸側): 補償用インダクタンス

$R_2 = R_2'$ (水平軸側): $L = C \cdot R_s \cdot R_v$ の条件に適するよう、時定数調整用に用いている。

S: 電磁型正逆閉器

これは電動機のトルク特性を滑り $s=2 \sim 0$ の範囲迄

誘導電動機速度対トルク曲線直視装置・白田・梶谷

得られるように速に電源の位相を切換え電動機を逆転させるために用いる。

M: 被試験用電動機

G: 直流発電機

イ. 増幅器部

ブラウン管は静電型のものを使用するため増幅は電圧増幅を行い、水平垂直入力側共に 6SJ7 ブッシュ管を使用している。これは使用電力電圧範囲内で増幅率が一定であり、増幅歪のないよう注意を要す。

回路は3図に示すとおりであるがこのうち

$R_3 = R_3'$ (垂直、水平軸側): 可変抵抗

これによって垂直入力側は輝点が上下に、水平入力側は左右に移動させることができるようになっている。したがってブラウン管面上の輝点位置を調整すると共に縦軸、横軸の座標軸を画かしめるのにも使用する。

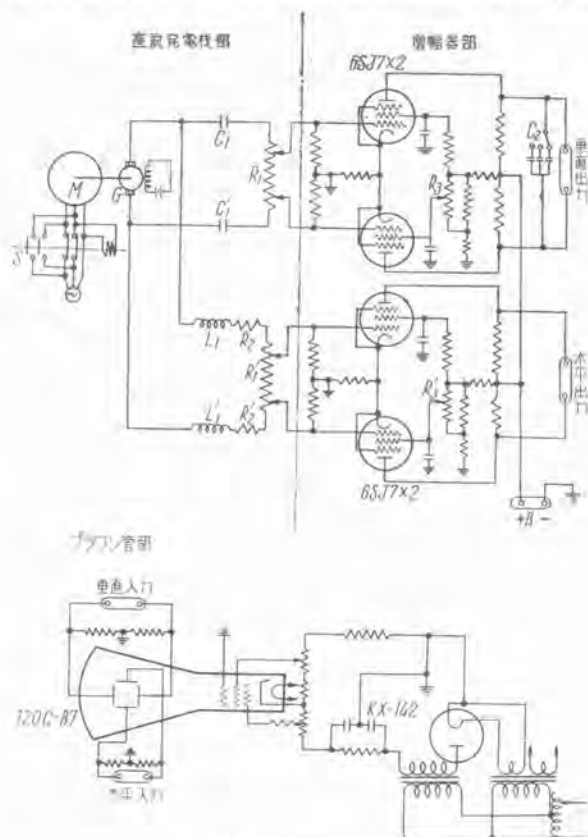
C_2 (垂直軸側): 容量可変切換スイッチ付

垂直出力端子に挿入せられたこのコンデンサは、直流発電機から発生する脈動を消し曲線を鮮明ならしめるのに用いる。しかしながらその容量を余り大きくすることは、脈動を消すと共に曲線自体の微小変化をも消すことになるからその値には限度が生じてくる。

ウ. ブラウン管部

ブラウン管は 120C-B7 静電型残光性のものを使用した。回路は図の如く一般的なもので別段変わった所はない。

静電型を使用したのは、電圧増幅が簡単であり容易に図形の感度を上げ得ること、輝点の位置調整が楽で座標



3 図 装置の回路図
Fig. 3. Schematic diagram of equipment.

軸を容易に画かせることができるからである。このことは電磁型ブラウン管に比して大きな利点と思われる。

また残光性のものを利用して直視に便利なるように考慮した。

4. 実験

本装置による実験結果のうち興味ある数種を代表例として挙げることにした。4図～7図まではいずれも開放型 1 HP 4 極のカゴ形誘導電動機 の速度対トルク特性を示すものであるが、固定子は 24 溝の同一のものに対し溝数の異なる回転子を用いて実験したものである。なお試験電源は電圧 200 V、周波数 60 c/s である。

4 図は回転子が 22 溝 1.0 回転子溝間隔斜溝のものであり、別段トルク異常現象も見られず比較的理想的なトルク曲線の例として挙げた。縦軸の直線は滑り $s=1$ の起動時を示し、その左側は $s=2 \sim 1$ 迄の制動機トルク特性、右側は $s=1 \sim 0$ 迄の電動機トルク特性を示している。

5, 6, 7 図はロッキング、非同期クローリング、同期クローリング、トルクディップ等、トルク異常現象の例を示したものであっていずれも各現象が曲線上に良く現わされていると思う。

7 図ではとくに同期クローリングによってトルクが負の値迄下っているのが見られるが、このように特別な装置を余分に用いないで同時に負のトルクをも表現できるのは微分法による装置の特長ではないかと思う。

次に 4 図で示した回転子 22 溝を使用した電動機のトルク曲線とダイナモメータから求めたトルク実測値とを比較検討して見た。結果は 8 図の如くでありこれらの値は大体一致しておってこの装置は精度においてもおよそ満足すべき状態にある。

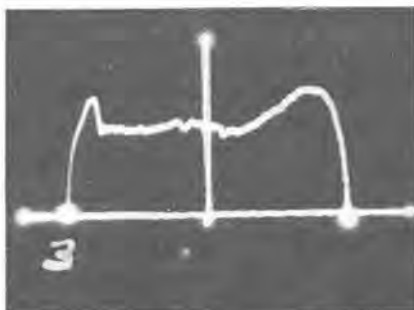
5. 装置の特長

(1) 図形の精度が可なり高い。
この装置ではまず何よりも正確な図形が得られるよう種々の考慮を払った。

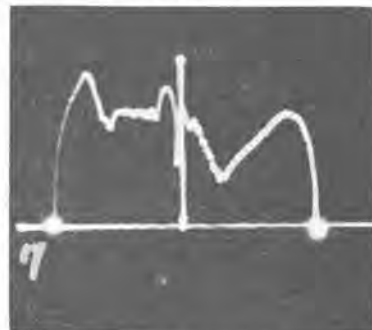
すなわち原理の項で述べた如く水平入力側に LR 補償回路を設け、従来から微分方式の欠陥であった過渡項 ε_{cr} による誤差が完全に打消されるようにしてある。この方法は新に考案したもので他に例がない。

また滑り $s=2$ の逆転から曲線を画かしめるようになっているから、滑り $s=1$ の回路開始の瞬間における静止

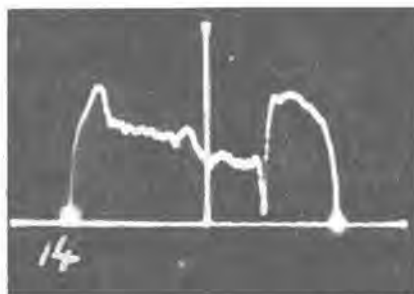
三相カゴ型誘導電動機 1 HP 4 P の速度対トルク曲線
同一固定子 24 溝に対し回転子を変えて実験したもの
Speed-torque of curve of 3 ϕ squirrel cage induction motors (1 HP 4 P)
Combining variable rotors to the same stator 24, slots.



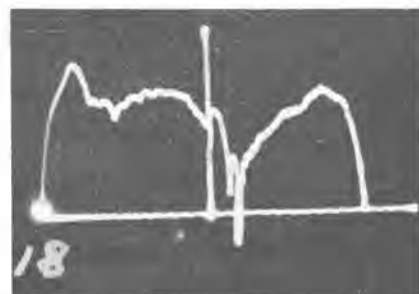
4 図 回転子 22 溝 1.0 回転子溝間隔斜溝
Fig. 4. Rotor 22 slots 0.1 rotor slot pitch skew.



5 図 回転子 24 溝 0.1 回転子溝間隔斜溝
Fig. 5. Rotor 24 slots 1.0 rotor slot pitch skew.



6 図 回転子 27 溝 0.5 回転子溝間隔斜溝
Fig. 6. Rotor 27 slots 0.5 rotor slot pitch skew.



7 図 回転子 28 溝 0.5 回転子溝間隔斜溝
Fig. 7. Rotor 28 slots 0.5 rotor slot pitch skew.

摩擦による誤差の入ることを防ぐと共に起動時間 t を大にして誤差項である ε_{cr} の値自体もできるだけ小さくするようにしている。これも新しい方式である。

またとくに小型のものにはさらにはずみ車をつけ起動時間を長くすることも考慮した。

(2) 大型、小型、あるいは三相、単相いずれの電動機にもかなりの広範囲に亘って測定ができる。

測定すべき電動機 の大きさによって装置の一部をとりかえる必要がなく、単にカップリングのみ各電動機に応じたものを用意するだけでこの装置はそのまま使用できる。

(3) 装置が非常に簡単である。

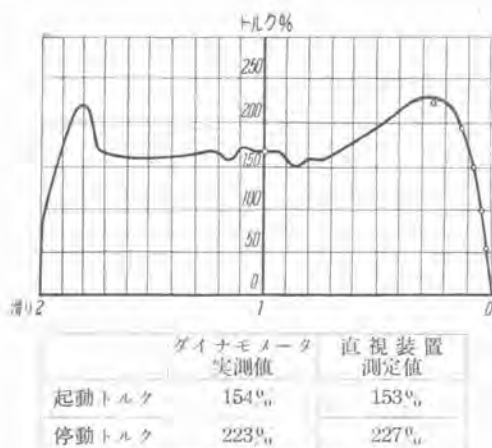
このことは微分方式によるものの著しい長所である。構造の説明で述べたように複雑な装置は全く不要で極めて簡単なものであるから、保守操作も至って容易で製作費も低廉なものとなっている。

(4) 図形には座標軸も同時に画かしめることができる。

可変抵抗によって輝点の位置を自在に移動させることができるから、輝点位置の調整、縦軸横軸の記入が簡単にできる。このことも新しい試みでほとんど前例がないようである。

(5) 図形の大きさの調整も可変抵抗一つで容易にできる。

(6) 残光性静電型のブラウン管を使用した。



8 図 直視装置による測定値とダイナモメータによる実測値との比較 ○実測値
(開放型 1 HP 4 P, 固定子 24 溝, 回転子 22 溝, 電源 200 V 60 c/s, 写真 4 図のもの)
Fig. 8. Comparison between measured value by the visual equipment and measurement value by dynamometer.

残光性を有しているから直視が楽であり、必要によっては二つ以上の曲線を重ねて直視しこれらを比較することができる。

またブラウン管に静電型を用いたのは前述の如く新しい試みで、その結果増幅装置が簡単で感度もよく、大きな図形を画かしめることができる外、座標軸記入装置が簡単に得られる特長を有するようになった。

(7) 図形における脈動の除去に相当の効果をあげることができた。

微分方式では装置の機械的振動が図形を邪げることはないが、直流発電機から生ずる電氣的脈動がつねに厄介な問題となっていた。この装置ではこの点まで改善の余地を有しているが、実験例で示した図の如く脈動の除去にもかなり成功し、ほとんど実用上問題にならぬ程度になっている。

(8) 三相誘導電動機にあっては速刻逆転ができるように電磁型正逆開閉器を備え、制動機範囲も含めて滑り s

=2 から 0 迄の範囲に亘ってトルク特性を画かせるようにした。

6. むすび

以上の如くこの装置は精度においても満足すべき状態にあり、装置自体にもいろいろな特長をもっていることを述べた。

もとより、この装置は第 1 回の試作品であり、今後改善しなければならない点もあるが、とくに二、三の点については改善によって実用上さらに操作保守の便利なものにすることを考慮している。

さて従来トルクの測定は主としてダイナモメータによっていた。所がこれでは電動機のいずれの回転速度に対しても簡単に実測できるわけではなく実測困難な範囲が非常に多い。したがってトルクの異常現象を充分把握することはほとんど不可能な状態にあった。

今回この装置によって、制御機範囲も含めて電動機の各滑りに対するトルク特性を連続的に、しかも即刻測定できるようになったので、トルク異常現象の究明には今後不可欠なものとして大いに効力を発揮するものと思っている。

また誘導電動機の通常のトルク試験においては便利なものとして使用できることは、いう迄もないが、その他とくに電圧周波数の変動、電源の不均衡等諸条件に対するトルク特性の算定にこれを直視し時には同時に比較検討できること、あるいは単相誘導電動機において従来正確に求めることが困難であった補助巻線回路の開閉器動作点を確実に求めることができること等各方面での今後の活用は大いに期待されよう。

以上のように本装置は誘導電動機のトルク試験に極めて有力なものとして期待することができると共に、これによって、トルク異常現象の如くまだ解決されぬ諸問題の解決への糸口がここに与えられたのではないかと思う次第である。

精 液 貯 蔵 用 恒 温 装 置

名古屋製作所

石川嘉孝*・中原四郎*

Constant Temperature Chest for Storage of Semen

Yoshitaka ISHIKAWA • Shiro NAKAHARA

Nagoya Works

Type TC constant temperature chest has been built for the storage of semen necessary for artificial fertilization of live-stock.

From the viewpoint of its purpose much superior performance to ordinary refrigerator is demanded for in point of temperature variation and heat insulation. In addition, it is required to possess two chambers of different temperatures; one for storage and the other for ice making, being of two temperature system.

1. まえがき

冷凍機応用の一分野として最近要望されているものに、精液貯蔵用恒温装置がある。家畜の人工授精は古くから研究され、また実施もされてきたが、量的には極く微々たるものに過ぎず、したがって不十分ながら普通の冷蔵庫を利用して辛抱している程度であった。しかし近年の普及ぶりには見るべきものがあり、同時に恒温装置設置に対し農林省からは助成金が出されると共に、各県の畜産保健所をはじめ、乳製品製造の大工場でも従来の冷蔵庫には満足せず、一層高性能の機器を要求するようになってきた。

人工授精の一般的方法としてたとえば牛についていえば、優秀な種牛の精液を授精することによって品種が改良されるのであるが、従来は直接の授精であったために地域毎に優秀な種牛を要し、また授精の都度牛を輸送する必要から経済的理由で十分な品種改良は不可能であった。しかし人工授精によれば両牛とも定置して置き、優秀な種牛の精液を採取しアンブル入りとして雌牛の所に輸送し授精するだけで事足りるのであるから、その利する所ははなはだ大なるものがある。すなわち各地に点在する出先機関では同地で精液を採取しこれを処理貯蔵するか、もしくは保健所その他の大集積所からあらかじめ貰い受けた精液を貯蔵して置きこれを、雌牛の所に運び授精する。

われわれが製作しここに述べんとするものは、上記のように採取・使用する精液を貯蔵するための恒温装置で

あって、試験管またはアンブル入りの精液を一定温度で貯蔵すると共に、これを授精に際し雌牛の所へ輸送するために必要な保温用水を作り、また貯氷する装置である。

2. 精液貯蔵用恒温装置の所要具備条件

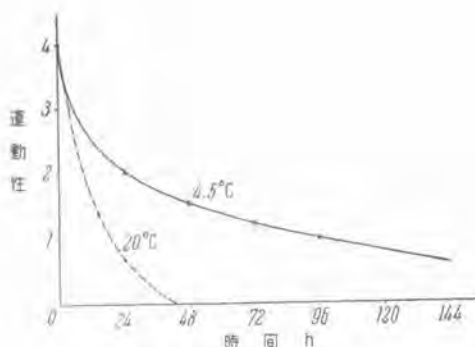
精液は非常にデリケートな物で、とくに温度に対して敏感であるため適温で貯蔵する要があり、温度の急変ならびに繰返し温度変化を嫌い、したがって温度の変動幅を極力小さくしめる必要がある。これらの状況は1図によりその一端がうかがえる。さらにまた不測の停電その他の事故の場合にも充分保温の可能なものであることが必要である。

すなわち

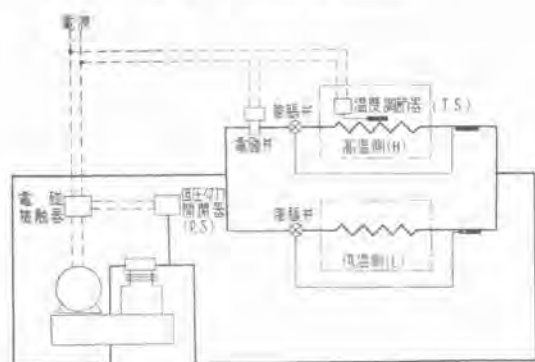
- (1) 貯蔵温度は $0 \sim 5^{\circ}\text{C}$ の間であること
- (2) 貯蔵槽内の温度変化は極力小さく $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以下であること
- (3) 適量の製氷ができ、また貯氷が可能であること
- (4) 停電時にも長時間所定温度を維持できること
- (5) 構造が簡単で取扱いが容易なこと

3. 二温度式システム

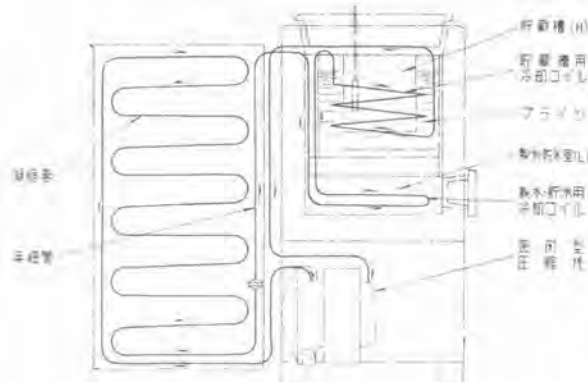
前述のように牛の精液は大体 $0 \sim 5^{\circ}\text{C}$ の間にある温度でしか、 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内の温度幅に保持すると共に精液輸送用の水を要するため、前者には $0 \sim 5^{\circ}\text{C}$ 、後者には製氷および貯氷のため -10°C 程度以下の温度が要求されることとなり、いわゆる二温度式システムを必要とすることになる。



1 図 精液の運動性
Fig. 1. Mobility of semen.



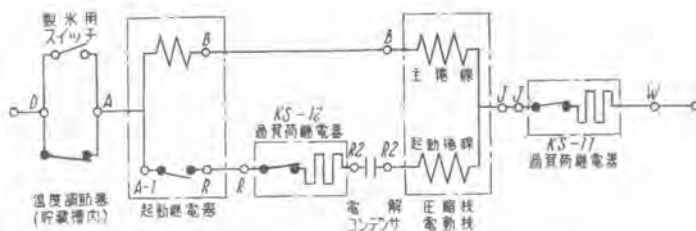
2 図 二温度式システム
Fig. 2. Two temperature system.



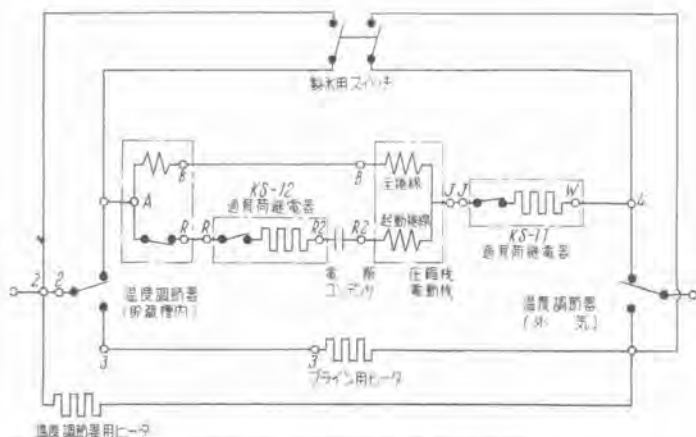
3 図 恒温装置冷媒系統図
Fig. 3. Refrigeration system of the constant temperature chest.

一般に二温度式システムとは冷凍機1台に対して2種の異った温度における冷却をなすもので、そのために最もよく採用されるのは、冷媒系統を二つに分岐して高温側のみに電磁弁を挿入し、以後はそれぞれ膨脹弁および冷却コイルを備える2図に示すような方法である。すなわち冷凍機は冷媒の気化によって冷却作用を行い、この気化冷媒を吸引圧縮し、これを常温の水・空気等で冷却液化し、再び冷却の役を果すように動作するものである。この場合冷凍機には低圧圧力開閉器(P.S.)を取付け、低温側(L)に対する適温に相当して冷凍機の低圧側の冷媒圧力範囲を保つようにし、このために圧力開閉器

精液貯蔵用恒温装置・石川・中原



4 図 TC-1 型恒温装置電気系統図
Fig. 4. Type TC-1 wiring diagram of the constant temperature chest.



5 図 TC-2 型恒温装置電気系統図
Fig. 5. Type TC-2 wiring diagram of the constant temperature chest.

で圧縮機を自動発停するもので、低温側は一つの冷蔵庫として働く。すなわち P.S. が L 室に対して温度調節の役を果すが、高温側(H)に対しては別箇に温度調節器を有し(T.S.)これによって H 室が所要温度となるように液冷媒を補充するための電磁弁を開閉するのである。

この方法によれば理論的には工業的正確さで H 室および L 室の温度を所要温度に保ち得るわけであるが、所要部品が多く系統・構造が共に著しく複雑であるため一般の大型冷蔵庫には用いられるとしても、反面複雑であること、故障が起き易いこと、取扱いが煩雑なこと、および高価になること等のために精液貯蔵用恒温装置のような用途には不向きであるといえる。

したがってこれに代るべき方法が考えられるが、われわれがこの恒温装置に採用せる方式は3図に冷却系統を、4・5図に電気系統を、また6図にユニットの機械部分を示す。

4. TC 型恒温装置の構造・仕様

恒温装置の構造を示せば7図のとおりである。その主要構造と仕様を以下に列記すれば

ア. キャビネット

全鋼板製、白色メラミン焼付仕上

熱絶縁 50~70 mm

製氷室と貯蔵槽ブライン・タンクとの間にも熱絶縁を設けそれぞれを2室に区切り、相互の熱的影響をなくし

である。

イ. 貯蔵槽

鋼板製，全面防錆処理

貯蔵槽の蓋は上開き式，アンプルは容量が1ないし5 c.c. 程度であり，また授精1回に対する所要量は予備共せいぜい2〜3本であるから，相当回数分のアンプルを貯蔵できる。試験管で貯蔵する場合も充分収容し得る。

ウ. ブライン・タンク

鋼板製，全面防錆処理

貯蔵槽は水ブラインにより間接的に冷却されるから運転時における貯蔵槽内の温度変化を極力小にすることができる。さらに要求される貯蔵槽温度0〜5°C に対し水ブラインを使用することは，水自体が4°C 前後におい

て密度変化が最小であることから，貯蔵槽内の温度分布を極力一定に保つのに大いに利点がある。

同時に2,5項にも記すように，停電時の槽内温度を極力長時間所定温度に維持するためにも水ブラインは是非必要である。TC型恒温装置のブライン量は約14.5 l，1時間の温度変化は約1°C である。

エ. 製氷・貯氷室

1回の製氷量1.5 kg，所要時間約2時間

オ. コンデンシング・ユニット

100 V，1/6 HP，密閉型圧縮機

自然通風式凝縮器

恒温装置の用途からいって相当僻地で使用されることも考えねばならず，圧縮機用電動機はコンデンサ起動を行う。

カ. 温度調節器（貯蔵槽）

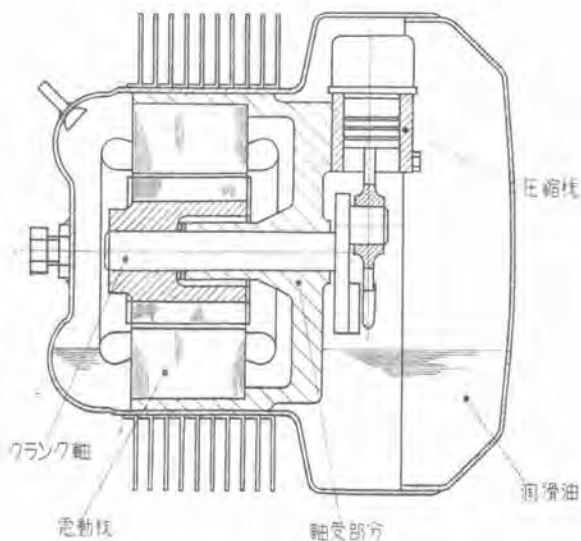
要求される性能からいっても温度調節器の動作温度幅は $\pm 0.7^{\circ}\text{C}$ 程度以内にする必要があり，一般家庭用電気冷蔵庫に使用するものでは到底不十分である。またその温度調節方式も家庭用冷蔵庫のように冷却器温度に応じてコンデンシング・ユニットを起動・停止せしめ，槽内温度は付随的に決定されるような方式では槽内温度は周囲室温の影響を受け満足な槽内温度を維持することが不可能になる。

この恒温装置では温度調節器とマイクロスイッチを併用し，その精度が $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ のものを使用している。同時にその取付も感温筒を直接槽内に置き，槽内空気温度に応じてユニットを起動・停止せしめ槽内を所要の $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内の温度幅に保持すると共に外部室温の影響を受けないようにしてある。

キ. 製氷用スイッチ

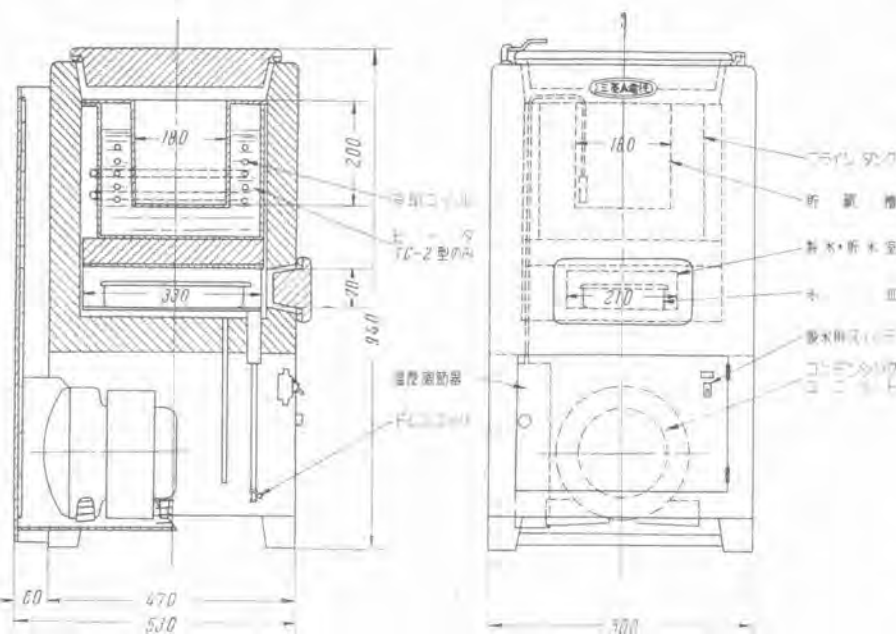
4, 5図で明らかなように，製氷用スイッチは温度調節器とは無関係にユニットの電動機回路を開閉できるから，スイッチを閉じれば連続運転で製氷できる。またこの場合第5項冷却理論で述べるように冷却負荷とユニットの冷凍能力とは一定関係を保つように製作されているから，連続運転による貯蔵槽内温度の変化は生じない。

以上は冷却のみを行うTC-1型について主要構造ならびに仕様を述べたわけであるが，冬季周囲温度が貯蔵温度より低くなる向きには逆に温めることを要し，このためにTC-1型にさらにヒータその他を付加したのがTC-2型で



6図 密閉型圧縮機

Fig. 6. Sealed type compressor.



7図 TC型恒温装置外形寸法図

Fig. 7. Type TC dimensions of the constant temperature chest.

ある。すなわち

ク. ブライン用ヒータ

周囲温度が貯蔵温度より低い場合、ブラインを逆に加熱する作用をする。貯蔵槽内の温度調節は5図で明らかに冷却の際と同一の温度調節器で行い、周囲温度の高低による冷凍装置とヒータの切換えは後述の温度調節器で行わしめる。

ヒータに対しては後述の冷却理論のように難しい問題はなく単に熱漏洩による負荷と使用負荷の和に相当する容量を上回れば充分で TC-2 型は最低周囲温度 -25°C として容量を決定している。

ケ. 温度調節器用ヒータ

貯蔵槽内温度調節器の感温筒は前述のように貯蔵槽内に、本体部分は機械室内に取付けてある。したがって感温筒と本体部分の温度は周囲温度の如何によって高低逆になる場合があり、これら両条件の下で温度調節器が所期の動作をするためには液充填式のものをを用いる必要がある。ただ液充填式のものにはガス充填式に比べ熱容量の点から感度が劣化し、とくに自然対流状態にある槽内空気の温度調節を行うべき今回のような場合は感度が著しく低下し実用できない。したがってガス充填式を採用し、感温筒より本体部分の方が低温になった時に限り本体部分を加熱し逆に感温筒部以上の温度とする必要があり、これがここに述べるヒータである。

コ. 温度調節器（外気）

貯蔵槽内用と同型式のものをしかも同じ作動温度に調節し、周囲温度の高低に応じてコンデンシング+ユニットとブライン用ヒータの切換えおよび温度調節器用ヒータ回路の開閉を行わせるものである。なおこの場合には温度調節器本体と感温筒は同じ機械室内にありヒータは必要としない。

5. 冷却理論

3 図において圧縮冷媒ガスは密閉型圧縮機より自然対流式凝縮器に導かれて上より下に流れ、空気は下から上向きに対流するので冷媒ガスと空気は効率よく熱交換を行う。凝縮液化した冷媒ガスは凝縮器下部より毛細管を経て冷却器に至る。液化冷媒は毛細管内で減圧され、一部分が気化した液としてまず製氷・貯氷用冷却コイルに入り、ついで水槽内に浸漬されたブライン冷却用冷却コイルに入る。

供給された低圧液冷媒は負荷に応じて両冷却器内で冷却作用を行って蒸発し、冷媒ガスとして圧縮機に吸引圧縮されて冷凍サイクルを完了する。

このサイクルを考えるのに2図の符号を引用し、使用中の種々の条件について考えると、その負荷は概略1表のように考えてよい。

しかるに熱漏洩は H・L 室いずれもほぼ一定と仮定して使用負荷について考えれば H 室の場合はアンプルの出入のみでありすべて水の冷却に換算することができ

1 表 各室の負荷

H 室の負荷 = H 室の熱漏洩 + H 室の使用負荷
L 室の負荷 = L 室の熱漏洩 + L 室の使用負荷（製氷負荷または貯氷負荷）

2 表 運転状態に関する負荷

条件	運転状態	貯蔵槽	製氷槽	貯蔵槽負荷 kcal/h	製氷槽負荷 kcal/h	合計
a	自動運転	貯蔵および使用	貯氷	$Q_{H1} + Q_{HW}$	Q_{L1}	Q_a
b		"	水冷却	$Q_{H1} + Q_{HW}$	$Q_{L1} + Q_{L2}$	Q_b
c	製氷運転	"	凍結	$Q_{H1} + Q_{HW}$	$Q_{L1} + Q_{L3}$	Q_c
d		"	凍結完了後冷却	$Q_{H1} + Q_{HW}$	$Q_{L1} + Q_{L4}$	Q_d

る。いま水の重量を W kg とし、比熱を $1 \text{ kcal/kg } ^{\circ}\text{C}$ とすれば

$$H \text{ 室の使用負荷 } Q_{HW} = W \frac{dT}{dz} \text{ kcal/h}$$

ただし T : 水温 $^{\circ}\text{C}$

z : 時間 h

これに対し L 室の使用負荷は製氷負荷または貯氷負荷に区分され、後者は前者に比して非常に少ない。両負荷共氷に換算することができるから、いま氷の重量を W_i kg とし、比熱を $0.5 \text{ kcal/kg } ^{\circ}\text{C}$ 、融解熱を 79.7 kcal/kg とすれば

$$\text{水冷却負荷 } Q_{L1} = W_i \frac{dT_i}{dz} \text{ kcal/h}$$

$$\text{凍結負荷 } Q_{L2} = 79.7 \frac{dW_i}{dz}$$

$$\text{凍結完了後冷却負荷 } Q_{L3} = 0.5 W_i \frac{dT_i}{dz}$$

ただし T_i : 水または氷の温度 $^{\circ}\text{C}$

z : 時間 h

となる。

また H および L 室の水および氷に換算しての熱漏洩を Q_{H1} , Q_{L1} とすれば

$$H \text{ 室の熱漏洩 } Q_{H1} = W \frac{dT}{dz} \text{ kcal/h}$$

$$L \text{ 室の熱漏洩 } Q_{L1} = 0.5 W_i \frac{dT_i}{dz}$$

となるので、この Q_{H1} および Q_{L1} は実験により容易に求められる。

したがって運転中生じ得べき種々の場合について、各負荷を表示すれば2表のようになる。

上表中条件 a, b, c, d における合計負荷をそれぞれ Q_a , Q_b , Q_c , Q_d にて表わせば、その大小は他の3負荷を一定と考えると明かに Q_{L1} , Q_{L2} , Q_{L3} の大小で決定される。しかるに従来の経験からいってもあるいは試験結果によっても

$$Q_{L2} > Q_{L1} > Q_{L3}$$

であるから

$$Q_c > Q_b > Q_a > Q_0$$

となる。

しかるに3図に示すように、この恒温装置は2種の負荷に対する冷却器が直列に継がれ、第1の冷却器すなわち製氷・貯氷用冷却コイルの手前に減圧装置としての毛細管があるだけで、両冷却器の間にはなんら制御装置がないから Q_c だけの冷凍能力を有するコンデンス・ユニットを使用するとすれば、製氷スイッチを投入する際負荷 Q_c に前後する Q_b および Q_a に相当する時期に余剰冷凍能力 $Q_c - Q_b$ または $Q_c - Q_a$ で貯蔵槽側を過冷し過ぎる恐れがある。したがって冷凍能力としては $Q_{L1} + Q_{L2}$ を若干上回る程度とし Q_c よりは多少下回る程度が適当である。すなわち必要な冷凍能力を Q とすれば

$$Q_{L1} + Q_{L2} < Q < Q_c$$

このような冷凍能力 Q を選定すれば 前述と同様条件 b および d で運転している際には

$$Q - Q_b = Q_1$$

および

$$Q - Q_a = Q_2$$

だけの余剰冷凍能力を生じこれだけ H 室が冷却されることは当然であり、一方条件 c で運転中には

$$Q_c - Q = Q_3$$

だけの不足能力を生じ理論的には逆に H 室の温度が上昇することになる。

しかし実際には4項にも述べたように H 室に水ブライントラップを設けている。いまそのブライン量を $W_H \text{ kg}$ とすれば、前記 Q_1, Q_2, Q_3 による温度変化は代表的に

$$Q_i = W_H \frac{\Delta T}{\Delta z}$$

ただし Δz : 製氷運転の条件 b, c および d でユニットを運転する時間

ΔT : 上記時間中におけるブラインの温度変化
または

$$\Delta T = \frac{Q_i}{W_H} \Delta z$$

で表わされ、また使用目的からいって ΔT は極力小さくすることが望ましい。すなわち、

(1) Q_c したがって Q_1, Q_2, Q_3 を極力小ならしめること

(2) W_H を極力大ならしめること

(3) Δz を極力小ならしめること

の3条件が必要となる。さらに Δz を小さくし得た場合には

$$Q_1 + Q_2 - Q_3 \approx 0$$

とすることも必須の条件となる。

実際には

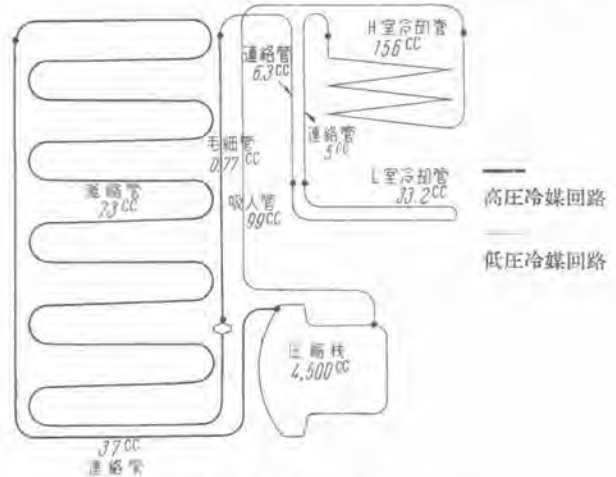
(1) Q_1, Q_2, Q_3 はキャビネットの構造、所要製氷量、使用条件より定まる。

(2) W_H は後述の保温ならびに Pull Down の性

能をも考慮して決定する必要がある。

(3) Δz は製氷用冷却コイルその他の構造を考慮して極力小にすることができる。

以上は製氷の条件 b, c, d が基準になってユニットの能力が求められたが、条件 a の自動運転ならびに Pull Down の状態はつぎのようになる。すなわち冷却能力



8 図 冷媒系統各部容量

Fig. 8. Volume of each component of refrigerating system.

Q に相当する冷媒循環量を $q \text{ kg/h}$ とし、それぞれの負荷に応じて消費される冷媒循環量を同じ suffix で表わせば

$$q = (q_m + q_{nw}) + (q_L + q_{ra})$$

これに対し自動運転時の負荷 Q_a に消費される冷媒量は

$$q_a = (q_m + q_{nw}) + (q_L)$$

したがって自動運転時には

$$q - q_a = q'_{1/2}$$

だけの冷媒が余分となり、理論的にはそれだけ貯蔵槽ブライン水が急速に冷却され自動運転・停止時における水と貯蔵槽内空気との温度差を小にし、温度調節器作動後の貯蔵槽内空気温度の過冷却を少なくし得る利点がある。ただ実際には $q_{1/2}$ なる冷媒のうち製氷用冷却コイル中に q'_1 だけの冷却作用に関与しない冷媒が保留された状態となり実質的には冷媒循環量は

$$q' = q - q'_1$$

この時の冷却能力は

$$Q' = Q \times \frac{q'}{q}$$

となり q' を極力大きく、したがって q'_1 を小になるように冷媒系統の構造を選定すべきである。

最後に2項にも述べたように停電時の保冷能力を大ならしめるためにブライン槽を設けた。すなわち水ブライン $W_H \text{ kg}$ に対し貯蔵槽の熱漏洩による温度変化は

$$Q_m = W_H \frac{\Delta T_H}{\Delta z} \quad \text{または} \quad \frac{\Delta T_H}{\Delta z} = \frac{Q_m}{W_H}$$

上式でも明らかなように Q_m の一定値に対し単位時間の

温度変化 $\frac{\Delta T_H}{\Delta z}$ を小にするためには逆に W_H を大にする。すなわちブライン槽の水量を大にすればよい。このことは前述の製氷時における貯蔵槽内温度変化を小ならしめる条件にも合致する。

しかし W_H を大にすれば Pull Down の際の性能が劣化する。すなわち能力 Q' で水量 W_H kg を冷却するとすれば

3 表 実験結果より求めた各運転状態における冷凍能力 (その 1)

条 件	b	c	d
	水冷却	凍 結	過冷却
吐 出 圧 力 P_d kg/cm ² abs	13.4	11.4	14.2
吸 入 圧 力 P_s " "	1.55	1.70	1.80
圧 縮 比 R	7.33	8.12	7.89
圧縮機冷媒循環量 V l/min	6.15	6.05	6.06
吸入ガス温度 $^{\circ}\text{C}$	2.4	2.4	2.4
吸入ガス比体積 m^3/kg	0.30	0.265	0.25
エンタルピー 毛細管入口 i_d	119.6	123.1	123.4
Kcal/kg 冷却器出口 i_B	198.0	197.8	197.7
冷 却 能 力 Q kcal/h	96.5	102.2	108.0

4 表 実験結果より求めた各運転状態における冷凍能力 (その 2)

条 件		b	c	d
		水冷却	凍 結	過冷却
夫々の条件に対応する時間 h		0.75	1.25	0.25
夫々の時間に 相当する負荷 kcal	H 室	Q_m 13.6	22.3	4.5
		Q_{HW} 0	0	—
	L 室	Q_L 4.6	7.4	1.5
		Q_L 36	120	6
	合 計	54.2	149.7	12.0
夫々の時間に相当する冷却能力 kcal		72.5	128.0	27.0
冷却能力の過不足 kcal		+18.3	-21.7	+15.0

$$Q' = W_H \frac{dT_H}{dz} \text{ または } dz = \frac{W_H}{Q'} dT_H$$

すなわち Q' の一定値に対し W_H が増大すれば一定の温度変化 dT_H に対し dz が増大する。換言すれば Pull Down に長時間を要することとなり W_H に関しては両者相反する結果となる。したがって $\frac{\Delta T_H}{\Delta z}$ と dz が実用上差支えない値になるように W_H , Q' を決定することが必要である。

6. コンデンシング・ユニットの選定

われわれはこの恒温装置用としては密閉型ユニットを採用するのが適切であるとの考えのもとに 6 図に示すようなユニットを使用した。このユニットの能力は恒温装置用としては比較的余裕があり、前項で述べたようにその冷却能力が過大となって H 室を冷却し過ぎる恐れがあるため冷媒量を適量ならしめて、製氷中には冷媒のほとんど全量が L 室内で蒸発し H 室に入ってから

過熱されるようにしてある。

8 図は冷媒系統中の冷媒が占取する各部容量を示している。

つぎにユニットの冷凍能力 Q は吸入圧力 P_s , 吐出圧力 P_d , 容積効率 η_v , および吸入ガス比体積 v ならびにその温度を T_s °K とし P_s に対する飽和温度を T_s °K とすれば行程体積 V 一定に対して下式で表わされる。

$$Q \propto \eta_v \frac{V}{v}$$

しかるに本例のように吸入ガスの過熱をさせる場合は v の変化によって Q を変えることを目的としている。この過熱領域においては

$$Pv = RT \text{ したがって } v \propto T$$

で

$$Q \propto \eta_v \frac{V}{T}$$

しかるに

$$V = \text{一定 および } \eta_v = \text{一定}$$

さらに冷媒不足ならびにこれによる吸入圧力低下と共に過熱による低下を含めて能力が適当になるようにしてある。

これらの結果を試験により説明すればつぎのようである。すなわち 11 図において水冷却、凍結、過冷却の各状態がほぼ直線的に表わされていることから、各条件の中間点 I, II, III を選びこれらの点がそれぞれの条件を代表しているものとしてユニットの冷凍能力を検討すれば 3 表のようになる。

これに対し実際の負荷は同じく 11 図から

(1) 条件 b: 水冷却

1.5 kg の水を 24°C より 0°C 迄冷却する負荷

$$Q_{L_1} = 1.5 \times 24 = 36 \text{ kcal}/0.75 \text{ h}$$

または $Q_{L_1} = 48 \text{ kcal/h}$

(2) 条件 c: 凍結

1.5 kg の水を凍結する負荷

$$Q_{L_2} = 1.5 \times 79.7 = 120 \text{ kcal}/12.5 \text{ h}$$

または 95.8 kcal/h

(3) 条件 d: 過冷却

1.5 kg の水を 0°C より -8°C 迄過冷却する負荷

$$Q_{L_3} = 1.5 \times 0.5 \times 8 = 6 \text{ kcal}/0.25 \text{ h}$$

または 24 kcal/h

また熱漏洩による負荷は第 5 項に述べたブラインの温度上昇の式

$$Q_m = W_B \frac{\Delta T_H}{\Delta z}$$

と 12 図より $W_B = 14.5 \text{ l}$, $\Delta T_H = 1.2^{\circ}\text{C}$, $\Delta z = 1 \text{ h}$ に対し

$$Q_m = 17.4 \text{ kcal/h } 26^{\circ}\text{C} \text{ または } 0.67 \text{ kcal/h } ^{\circ}\text{C}$$

一方製氷室の熱漏洩は構造上から Q_m の 3 分の 1 と考えられるから

$$Q_n = 0.22 \text{ kcal/h } ^{\circ}\text{C}$$

これより温度差 27°C に相当する条件 b, c, d の熱

漏洩負荷は

$$Q_{Ht}=0.67 \times 27 \times T; \quad Q_{Hl}=0.22 \times 27 \times T$$

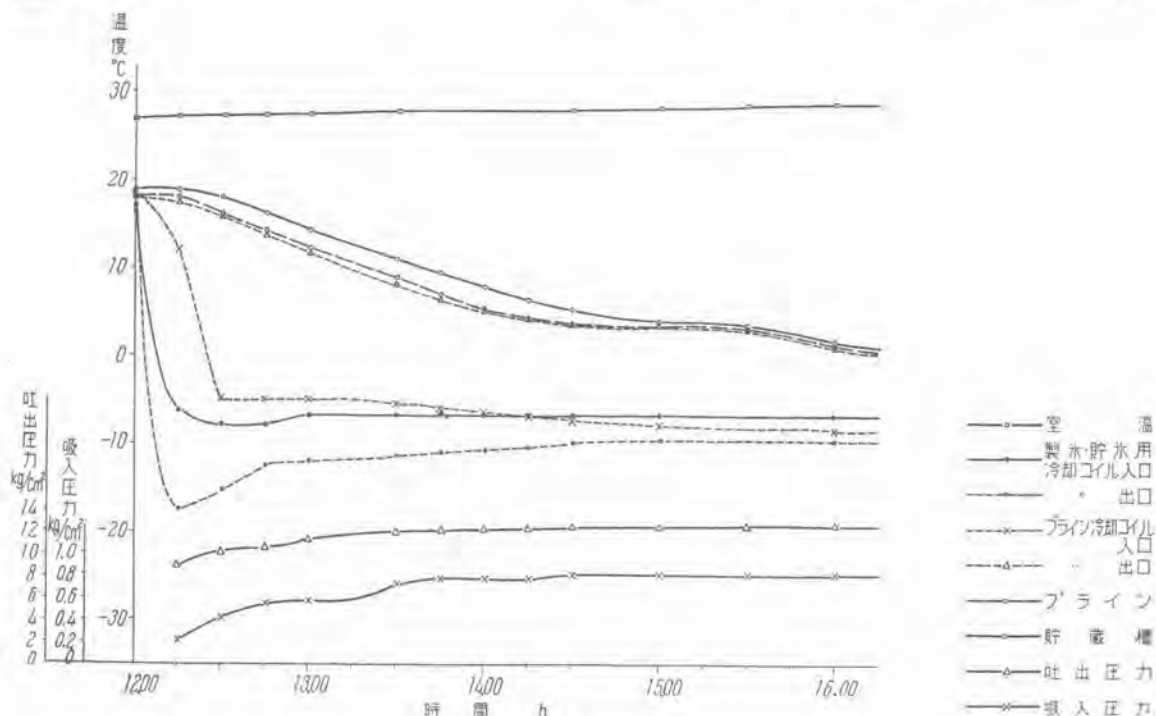
ただし T は各条件における時間

以上を纏めさらに冷却能力と比較すれば4表のようになる、上表より明らかなように条件bでは18.3kcalの冷却能力が余分となり、したがって理論的にはブライン温度はこの間に

$$\frac{18.3}{14.5} = 1.26^{\circ}\text{C}$$

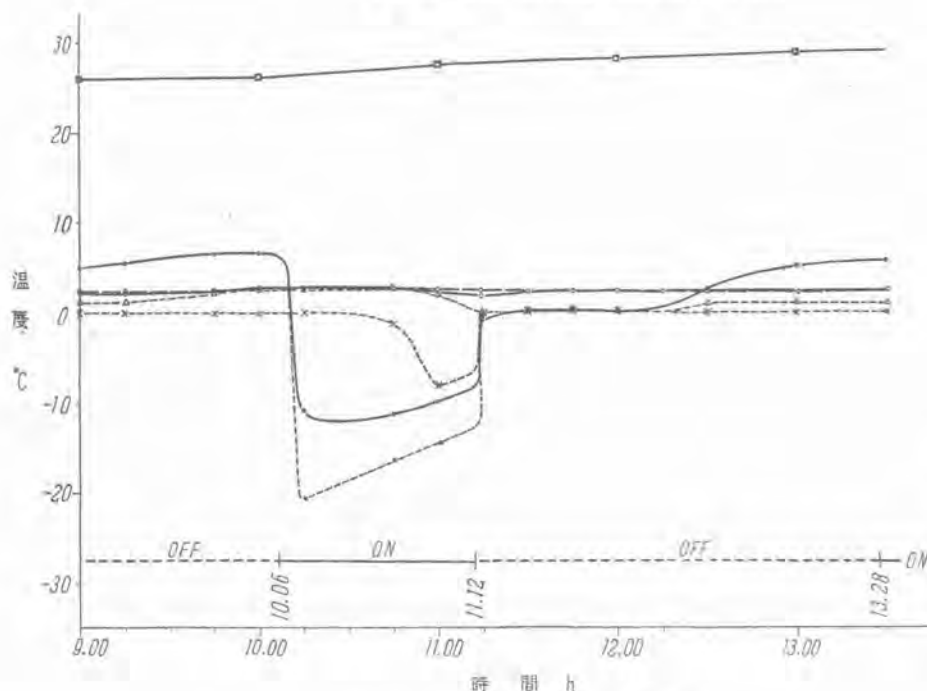
だけ降下する筈であるが、実際には時間的遅れがあって条件cにおける冷却能力不足の条件とある程度相殺することおよび条件bの末期近くにはすでに部分的に凍結が始りかけ負荷 Q_{Hl} が計算以上に大きいことから実際にはブラインの温度変化は見られない。

また条件b, c, dを通じ冷却能力は11.6kcalの過剰となり11図においても過冷却の終る頃にはブライン温度が下り始めているのが見られる、上記は4表にも示



9 図 ブライン冷却

Fig. 9. Brine cooling time-temp. curves.

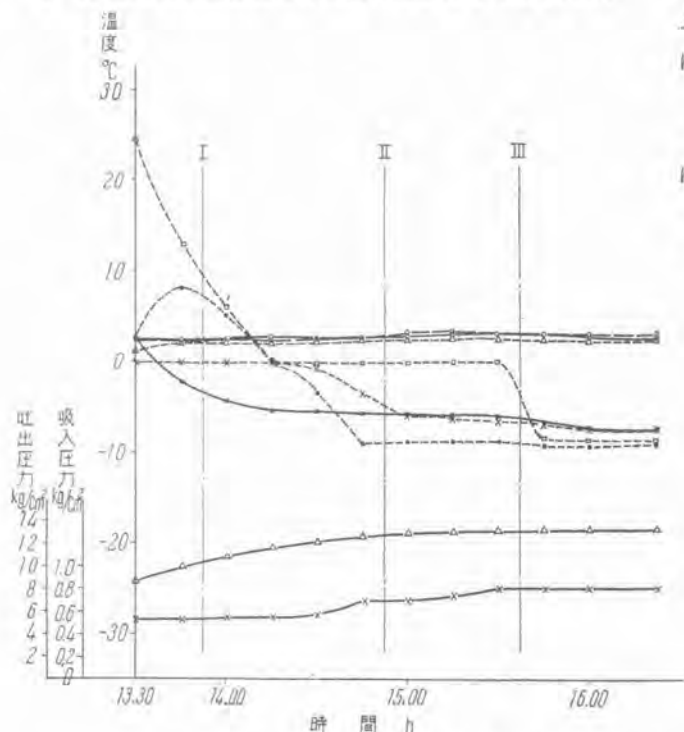


10 図 自動運転

Fig. 10. Automatic running time-temp. curves.

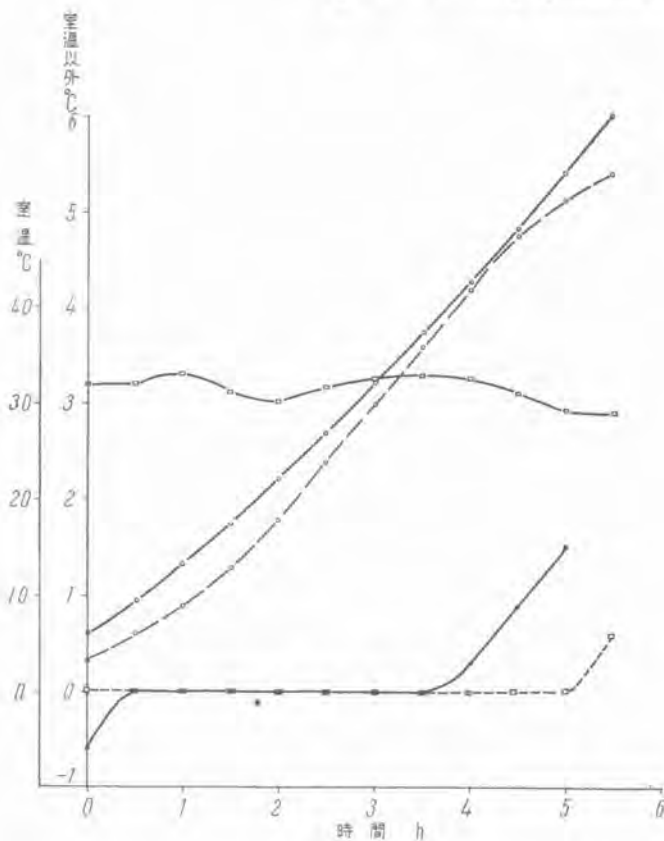
したように $Q_m=0$ とした場合であるが、実際には Q_m が非常に小さいこと、また Q_m がある程度の値を示してもこの 11.6 kcal で充分賄う範囲内にある。

9~12 図に本恒温装置の各種条件における性能を示す。



11 図 製氷運転

Fig. 11. Ice making operation time-temp. curves.



12 図 保温能力

Fig. 12. Insulation performance time-temp. curves.

7. むすび

以上恒温装置ならびに恒温装置を例にとって二温度式システムの大要を述べた、ここに述べた二温度式システムは理論的に見た冷却方式からいえばむしろ特殊の場合に属するが

- (1) 要求される 2 室の温度
 - (2) それぞれの室の負荷、その他の使用条件
- に対し適当な冷凍装置すなわち
- (1) 圧縮機の冷凍能力
 - (2) 各室冷却器の構造

(3) その他

凝縮器、毛細管等の構造を適当に選べば充分に所期の目的を果すことができ応用し得る範囲も多々あるものとする。現在 TC 型恒温装置は全国各地の家畜保健所、出先機関で多数使用され好評を博している。

本報告に関する実験にご協力を得た服部謙技師に謝意を表す。

- 室 温
- 製氷貯氷用冷却コイル入口
- ×— フライン
- 貯 蔵 槽
- ◇— 製 氷 皿



13 図 TC 型恒温装置

Fig. 13. Type TC constant temperature chest.

電気炉による強靱鑄鉄について

名古屋製作所

鈴木一郎*・星野克英**

Tough Cast Iron Produced by Electric Furnaces

Ichiro SUZUKI・Katsuei HOSHINO

Nagoya Works

With an Héroult type electric arc furnace a continuous operation of tough cast steel making from iron and steel scrap was successfully performed at our foundry section, Nagoya Works. In the course of studies, it was found that the shape of free carbon in the cast iron after solidification varied greatly depending on the amount of oxygen contained in molten pig iron. As a result, it became possible to produce constantly very tough cast iron having a tensile strength as high as 35-40 kg/mm², transverse load 2,300-2,800 kg and deflection 5-7 mm by giving a special treatment.

1. まえがき

戦後わが国と欧米諸国との工業技術の交流が復活し、かの技術的な内容が判明するにつれて、その実用面における進歩、発展には素晴らしいものが見受けられる。たとえば工業用金属材料部門内の鑄鉄面について眺めてみても、あるいはミーハナイト鑄鉄 (Meehanite Metal)、あるいはノジュール鑄鉄 (Nodular Graphite Cast Iron) 等従来の鑄鉄よりも遥かに優れた性質を有する鑄鉄が実用普及化されてきている。

しかしながらこれらの鑄鉄は特許等の関係もあり、われわれが自由にこれらの製造方法を使用することは許されない情勢下にある。ところが一方わが国の工業界においても、在来の鑄鉄以上の性質を有する高級鑄鉄を要求するようになってきている。そのためには前記のミーハナイト鑄鉄、あるいは、ノジュール鑄鉄を使用するか、あるいはこれらに匹敵し得る高級鑄鉄を製造使用するかといった情勢になってきており、一部の会社研究所等においても溶鉄炉 (Cupola) あるいは電気炉により、鋼屑と良質コークス等を主原料として良好な結果を得ているようである。

当社においては、すでに電気炉により鋼屑から普通鑄

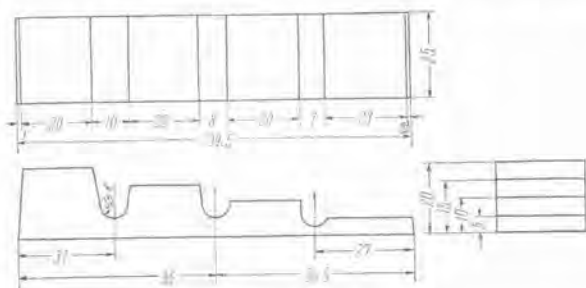
鉄 (FC15-FC27) 鑄物鑄造までの一貫操業を完成し、定常的に製品を製造している故、引続いて電気炉による強靱鑄鉄の製造に着手したのである。なお高級鑄鉄に関しては大正時代の頃より、鋼屑と良質なコークスを使用すれば良質な材質の鑄鉄が得られることは実験室的には知られていたのであるが、実用となるとなかなか定常的に得られず今日に至ったようである。

当社においては珪素鋼板屑・鋼屑・鋼切削屑・鉄切削屑等のいわゆる屑鉄類が、毎月かなり多量に発生しているので、これを電気炉普通鑄鉄の場合と同様、これら屑鉄類のみを強靱鑄鉄の原料に使用することを考えた。すなわち本強靱鑄鉄の製造に当っては、得易い原料を使用し、確実に、かつ経済的に優秀な材質を有する鑄鉄を製造することを計画したのである。

かつて著者の一人は共晶黒鉛鑄鉄 (Eutectic Graphite Cast Iron) の製造法の研究を行った時に、共晶組織は溶湯 (Molten Metal) に酸素量が多量に含まれている時にも発生し、また逆に酸素量が微量な場合にも発生する事実を確認した。また著者等は電気炉による普通鑄鉄の製造研究中析出黒鉛の形状は、その酸素含有量の多少により著しく変形される事実を確認した。これら二つの事実を基礎にし、黒鉛の形状または鑄鉄の性質に及ぼす酸素

1 表 櫻桃のおよび化学的性質

種 別	記 号		機 械 的 性 質				化 学 成 分		機能 機械加少 工肉可厚	備 考
			引張り 強さ kg/mm ²	抗 折 試 験		硬 さ BHN	P %	S %		
				荷重 kg	撓み mm					
三菱電機強靱鋳鉄	社内 仮規格	FC-31	>31.0	>2,000	>4.0	190 ~240	<0.3	<0.1		肉厚 15 mm 以上の製品
		FC-35	>35.0	>2,300	>5.0	190 ~240	<0.3	<0.1		肉厚 20 mm 以上の製品
	実 施 例	FC-31	31.9 ~34.1	2,160 ~2,540	4.0~5.4	205 ~232	0.2~0.1	0.009 ~0.005	10	
		FC-35	35.3 ~43.3	2,430 ~2,870	5.3~7.0	205 ~235	0.08 ~0.05	0.008 ~0.003	10	
サイト ハナ 鋳鉄	GA		>35.0	1,400 ~1,600	7~8.5	>207			12.5	
	GM		>38.5	1,500 ~1,700	7~8.5	>217			19.0	
第5 鉄種	FC-27		>27.0	>1,700	>3.0	190 ~240	<0.4	<0.1		



1. 段型試驗片

Fig. 1. Machinability test piece of step bar type.

の影響に関する文献⁽¹⁾を参考にして、屑鉄類を酸性電弧炉 (Acid Lined Electric Arc Furnace) で溶解し、成分の調合を行うと共に酸素含有量を調整して、析出黒鉛の形状を変化せしめることを試みた。

その結果予想どおり析出黒鉛の形状を変化せしめ得ることを確認すると同時に従來の鑄鉄に比較して著しく強靱な鑄鉄を経済的に製造することに成功したので、その性質、適用製品等について紹介する。

2. 強靱鑄鉄の性質

現在までの製造結果および材質の取扱い上強靱鑄鉄を2種類に分類しており、その2種類の当社における仮称をそれぞれFC31、FC35としている。この両種の当社内におけるそれぞれの仮規格、ならびに強靱鑄鉄の機械的性質の実績、および比較のためのミーハナイト鑄鉄(GAおよびGM)と在来の普通鑄鉄FC27のJIS規格をも併せ表示すれば1表の如くである。

なお機械的性質の試験に使用した試験片の寸法は次のとおりである。

(1) 抗張力試驗片

径約 30 mm に鋳造した丸棒を、平行部の径を 20 mm、長さを 25 mm に仕上げたものを使用した。

(2) 抗折力試験片

径約 37 mm 長さ 350 mm に鋳込んだ丸棒を径 30 mm に仕上げたものを使用した。支点間距離は 300 mm。

(3) 硬度試驗

抗折力試験片の支点部外の仕上げ表面で測定した。

(4) 機械加工可能最小肉厚決定用試片

1図のような試験片を生型 (Green Mould) で鋳造し、その表面の黒皮部を取除いた面 (約0.3~0.5 mm 厚さ位の表面を取除いた面) で硬度を測定し、ブリネル硬度 240 以内で肉厚の一番薄い部分を機械加工可能最小肉厚として採用した。

(注: ミーハナイト鑄鉄の材質試験は米国規格 (A.S.T.M.) によって試験を行った結果を引用した⁽²⁾。すなわち抗折力試験片は径 30 mm, 支点間距離は 450 mm である。故に JIS 規格で試験を行った数値と比較はできないが, 強靱鑄鉄 FC35 を米国規格によって試験すれば, 抗折試験における撓み量は約 8~10 mm 位になることが予想される。)

1表の数値より判るようにミーハナイト鋳鉄級の機械的性質を有していることが判る。そこで当社ではさらに充分な安全範囲を採りあげて1表中に示したような仮規格を設け、材質の区分、設計上の材質指定等に便ならしめている。

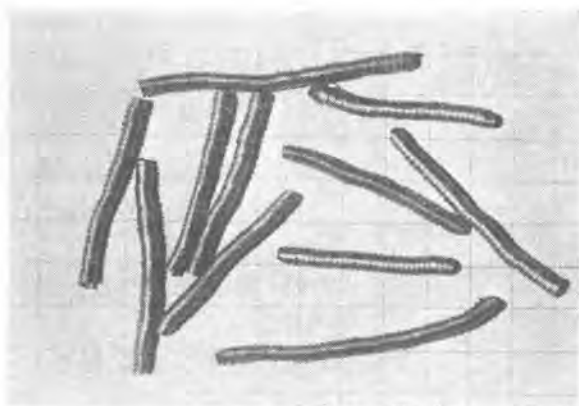
ア. 鑄造性について

比較的に燐および珪素の含有量が低い故か若干見かけの凝固収縮が大きいようであるが、在来の鑄鉄の FC23 および FC27 に比較してほとんど変りなく、鑄造方案 (Gatting and Risering etc.) 等も従来どおりに行つて充分良好な結果が得られている。また溶湯の流動性 (Fluidity) は注湯温度 (Pouring Temp.) にもよるが在来の鑄鉄の注湯温度程度で流動試験を行つてみた結果は在来の鑄鉄とほとんど差のないものであった。

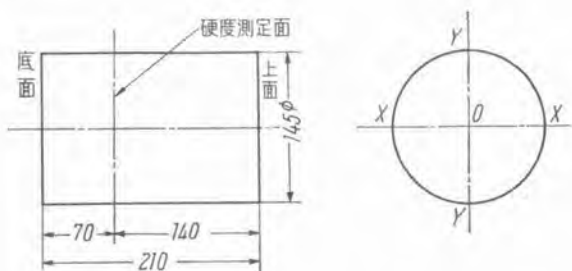
また鋳込んだ後の製品を破断、あるいは切削してみてもいわゆる引け巣 (Shrinks) 等は全く見受けられず、その材質も緻密な組織をしており、現在その鋳造性には何等不安を感じていない。

イ. 被切削性について

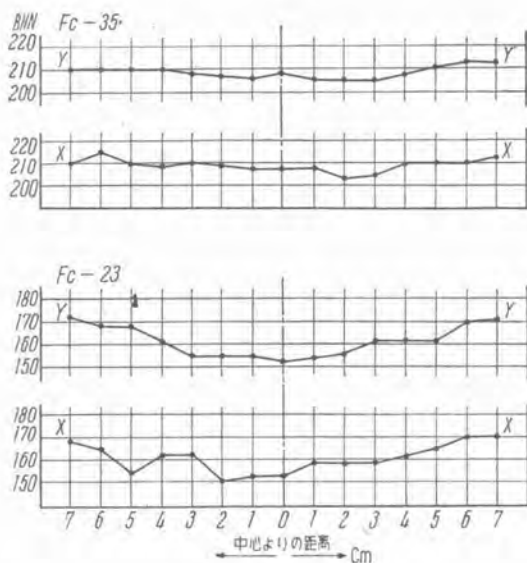
機械的性質より判るように従来の鑄鉄より遥かに靱いので、その被切削性を調べてみた結果、次のことが判明した。すなわち FC3I においては従来の鑄鉄 FC23 または FC27 と同様の被切削性を示すが、FC35 はその靱性のため、一見やや切削し難い感があるが、これは切削用刃物の上逃角および横逃角を従来の鑄鉄を切削する場合よりもやや大きくすれば問題なく切削できる。すなわ



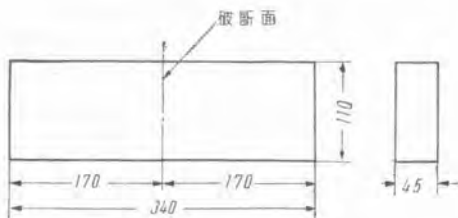
2 図 旋盤切削 (FC-35) 10 mm
Fig. 2. Photomicrograph of lathe chips (FC-35).



3 図 質量効果試験片
Fig. 3. Mass effect test piece.



4 図 硬度分布
Fig. 4. Distribution of hardness.



5 図 破断面試験片
Fig. 5. Fracture test piece.

ち鋳鉄と鋼の中間位のものを切削する要領で行えばよい。またその切削屑は鋼の切削屑に似ており軽く巻いてくる。

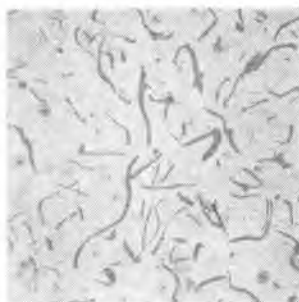
結局総体的にみて FC31, FC35 共その被切削性については何等危惧すべき問題はない。



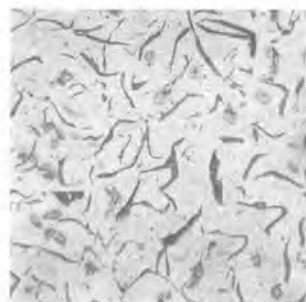
6 図 破断面 (FC-35)
Fig. 6. Photomicrograph of fracture test piece (FC-35).



7 図 断面強 (FC-23)
Fig. 7. Photomicrograph of fracture test piece (FC-23).



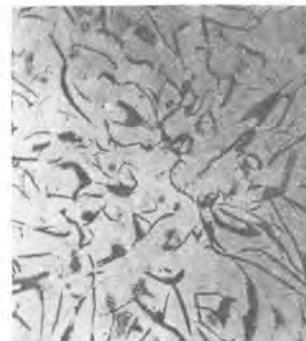
8 図 強靱鋳鉄顕微鏡写真 ×70
抗張力 抗折荷重
34.2 kg/mm² 2,240 kg
撓み 硬度
5.0 mm 216 BHN
Photomicrograph of tough cast iron.



9 図 強靱鋳鉄顕微鏡写真 ×70
抗張力 抗折荷重
38.1 kg/mm² 2,500 kg
撓み 硬度
6.3 mm 216 BHN
Photomicrograph of tough cast iron.

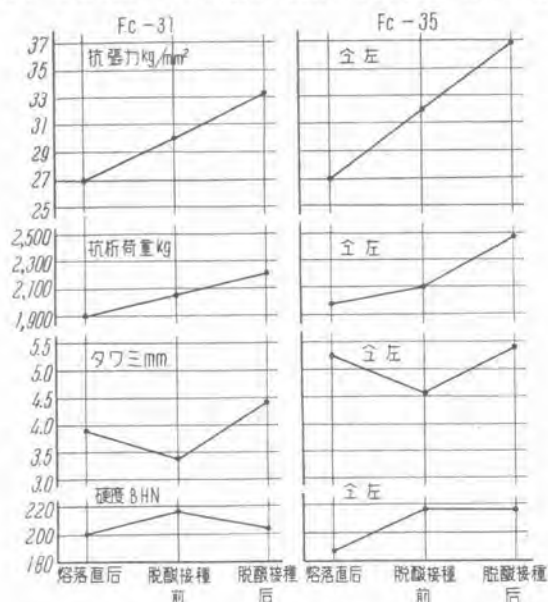


10 図 強靱鋳鉄顕微鏡写真 ×70
抗張力 抗折荷重
42.8 kg/mm² 2,680 kg
撓み 硬度
6.9 mm 234 BHN
Photomicrograph of tough cast iron.



11 図 普通鋳鉄顕微鏡写真 ×70
抗張力 抗折荷重
28.3 kg/mm² 1,970 kg
撓み 硬度
4.2 mm 210 BHN
Photomicrograph of common cast iron.

2 図は FC35 を切削する時に生じた切削屑の一例であるが、これよりみても従来の鑄鉄に比較して著しく靱い



12 図 機械的性質におよぼす脱酸接種の影響
Fig. 12. Effect of deoxidization and inoculation on mechanical properties.

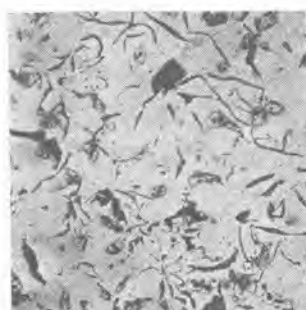
性質を有することが判る。

ウ. 質量効果について

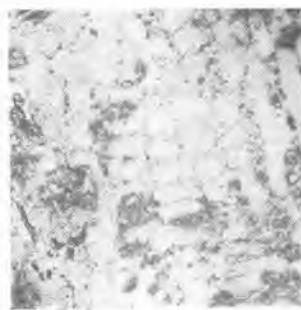
従来の鑄鉄の最も大きな欠点の一つは、製品の肉厚が大になると析出黒鉛も大となり、材質の組織も粗くなり、したがって硬度、抗張力等が低下する等肉厚により性質が異ってくることである。すなわち肉厚の大小にかかわらず均一な材質をもった鑄鉄であることが望ましいのである。そこでこの質量効果 (Mass Effect) を調べるために、強靱鑄鉄 FC35 と在来の鑄鉄 FC23 とをそれぞれ直径 145 mm の丸棒に鑄込み、3 図の如き試験片を採取し、中心より各軸方向に 10 mm 置きに 7 箇所の硬度を測定し、その硬度分布を調べてみた結果の一例は 4 図の如くである。

また 5 図のような破断面試験片を作製し、強靱鑄鉄 FC35 と在来の鑄鉄 FC23 の破断面を比較してみたが、その破断面の状態は 6 図および 7 図の如くである。

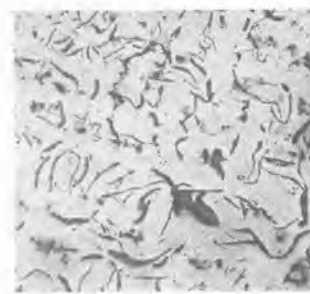
これらより明らかなように強靱鑄鉄の方が在来の鑄鉄に比較して、硬度的にも、肉眼組織的にも均一かつ緻密な材質であることが判り、質量効果の小さいことを証明している。



1 溶落直後 ×70
抗張力 27.0 kg/mm²
抗折荷重 1,900 kg
たわみ 3.8 mm
硬度 200 BHN

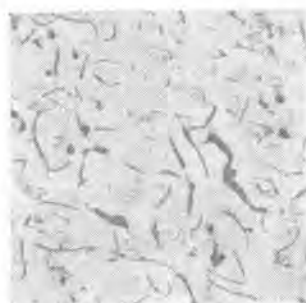


2 脱酸接種前 ×70
抗張力 30.0 kg/mm²
抗折荷重 2,070 kg
たわみ 3.4 mm
硬度 216 BHN

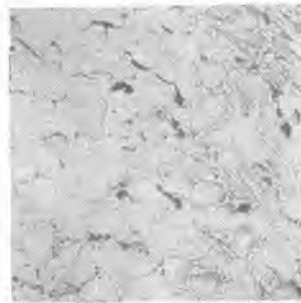


3 脱酸接種後 ×70
抗張力 33.1 kg/mm²
抗折荷重 2,200 kg
たわみ 4.4 mm
硬度 205 BHN

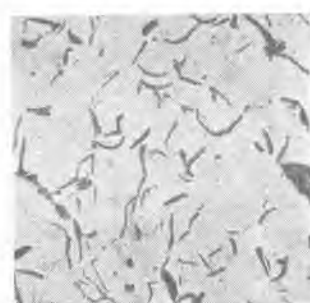
13 図 顕微鏡組織におよぼす脱酸接種の影響 (FC-31)
Fig. 13. Effect of deoxidization and inoculation on micro structure (FC-31).



1 溶落直後 ×70
抗張力 26.9 kg/mm²
抗折荷重 1,960 kg
たわみ 5.3 mm
硬度 190 BHN

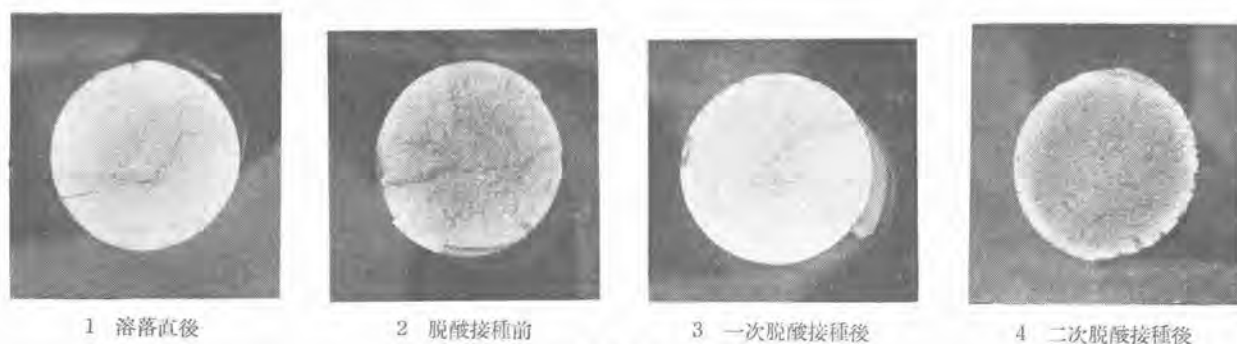


2 脱酸接種前 ×70
抗張力 32.2 kg/mm²
抗折荷重 2,100 kg
たわみ 4.6 mm
硬度 216 BHN

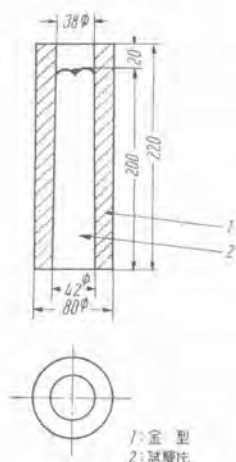


3 脱酸接種後 ×70
抗張力 36.6 kg/mm²
抗折荷重 2,480 kg
たわみ 5.3 mm
硬度 216 BHN

14 図 顕微鏡組織におよぼす脱酸接種の影響 (FC-35)
Fig. 14. Effect of deoxidization and inoculation on micro structure (FC-35).



15 図 チル試験片破断面写真
Fig. 15. Photomicrograph of chill depth.



16 図 チル試験片
Fig. 16. Chill test piece.

エ. 顕微鏡組織について

8 図, 9 図および 10 図は強靱鋳鉄, 11 図は在来の鋳鉄 FC23 の顕微鏡写真であるが, 写真より判るように強靱鋳鉄では析出黒鉛は微細化しており, かつ析出黒鉛相互間の連絡が少ない。基地 (Matrix) はパーライト (Pearlite) よりなり, フェライト (Ferrite) や, ステッドライト (Steadite) 等はほとんど見受けられない。

なおこれらの顕微鏡組織より, 耐熱, 耐摩耗性等も良好であることが予想される。

オ. 材質におよぼす脱酸接種の影響

前述のように本強靱鋳鉄の製造に当っては強力に脱酸を行い, かつ接種 (Inoculation) したのであるが, 脱酸接種による機械的性質, 顕微鏡組織および金型チル深さ (Chill Depth) の変化は 12 図および 13 図, 14 図および 15 図のようである。16 図は金型チル試験片の寸法図である。

3. 製品状況

現在までに鋳造してみた製品は, 冷凍機クランク室等の耐圧鋳物, エレベータ用巻胴および V ベルト車, ソラセ車等の綱車類およびプレス用定盤等であるがいずれも好成績を得ている。この強靱鋳鉄の使用分野としては次のような部面が考えられる。

- (1) 緻密な材質の要求される耐圧鋳物。
- (2) 強靱性を必要とする工作機械用部品, プレス用定盤の類。

(3) 耐熱, 耐摩耗用鋳物。

(4) その他強靱性を必要とする鋳物。

等である。また在来の鋳鉄のうち FC23 以上の材質を使用していたものでも本強靱鋳鉄を使用すれば, 肉厚をかなり減少できるであろう。また製造費は市販のミーハナイト鋳鉄より比較的安価に製造することができる。

4. むすび

以上酸性電弧炉により得られた強靱鋳鉄についてのべたが, それらのことを要約すれば次のようである。

(1) 珪素鋼板屑・鋼屑・鋼切削屑および鉄切削屑等のいわゆる屑鉄を使用して, 電弧炉により溶解を行い, 強靱鋳鉄を原価的にも有利に製造することができた。

(2) 本強靱鋳鉄の性質は抗張力 $35 \sim 40 \text{ kg/mm}^2$, 抗折荷重 $2,300 \sim 2,800 \text{ kg}$, 同撓み $5 \sim 7 \text{ mm}$ という優秀な性質を有することが判明した。また鋳造性, 被切削性も良好で引け巣等の心配もほとんど無いことが判った。

(3) 溶湯中の酸素は鋳鉄の諸性質に大きく影響するから溶湯が極力酸化しないように注意すると共に, さらに脱酸接種を適切に行い組織の微細化, チル化の防止および機械的性質等の向上を計ることは極めて有効であることが判った。

なお本強靱鋳鉄は鋳鉄製品の各分野に広く活用する方向に進められている。

また本強靱鋳鉄に関しては前記の強靱鋳鉄よりさらに高級な鋳鉄の研究を進めているが, これらの研究結果も他日機会があれば発表したいと思っている。

終りに臨んで本強靱鋳鉄の研究および製造を行うに当って終始ご助言を頂いた菅原静岡工場長に厚く感謝の意を表すると共に, 種々ご援助下さった鋳造課, 材料研究室および化学分析室の関係各位ならびに共に実験を行ってくれた鋳造課小川, 立松両君に対しここに改めて謝意を表する。

文 献

- (1) 岩瀬, 本間: 日本金属学会誌 B-16, 2. (1952)
本間, 樹本: " 16, 9 及 16, 10. (1952)
本間, 鵬原: " 16, 11 及 16, 12. (1952)
- (2) E. Piwowarsky: Gießerei 9 July (1953) 訳
山口澄夫: 生産技術 Vol. 8, No. 3. (1953)

質 量 分 析 計 に つ い て

研 究 所

後 藤 正 之*

A Mass Spectrometer for Gas Analysis

Masayuki GOTO

Engineering Laboratory

Mass spectrometers have been applied to various uses in the field of industry, such as gas analysis, detection of extremely small quantity of ingredient, detection of vacuum leakage and the like. A mass spectrometer completed by us lately is of all metal and 60 degree sectorshaped magnetic field type, having been verified to be adaptable to various analysis of mixed gases in the range of 2-70 in the mass number. Its construction, and outline of various electric circuits are given herein as well as a few examples of analysis to suggest future applications.

1. ま え が き

質量分析計(または分析器)は試料をイオン化して磁場内におくり、その質量のちがいににより分析するものでいろいろの方法がかんがえられているが、つぎの2種類に大別することができる。一つは原子質量の精密測定を目的とするもので、高分解能の二重収斂型分析器で、他の一つは比較的分解能の低い単収斂型質量分析計である。若干の例外はあるが前者は主としてイオンスペクトルを直接写真乾板に撮影する方法をとるので成分の定量分析は困難である。この型のものが質量分析器(Mass spectro graph)と呼ばれる。これに対し後者はイオン電流をメータで記録する方式をとるためにイオン量の比較ができ定量分析が可能である。この型のものは同位元素分析・気体分析・その他各種追跡技術に応用されるもので質量分析計(Mass spectro meter)と呼ばれている。われわれが取扱うのはこの後者の方であって、イオン電流を増幅してメータで電流値を読み、また記録計を働かせてスペクトル紙に記録する方法をとっている。

一般の化学分析・分光分析などと比較して質量分析法はつぎのような特長をもっている。

(1) 試料が微量でよい。(気体の場合1気圧1cc程度で充分である。)

(2) 気体の分析のみでなく、適当な装置により液体・固体の分析も可能であること。

(3) 感度・再現性が大きいこと。

(4) 短時間で分析できること。

(5) 反応の進行途上における分析も正確・迅速にできる。

このような特長があるが、欠点としては質量数によって分析するものであるために、異った化合物でも質量数の等しいものは分析できない。たとえば窒素(N_2 :28)と酸化炭素(CO :28)は質量数が等しいため、質量分析計では分析し難い。しかしこの場合は $N^+=14$ のイオン量から大体の推定ができる。このような例は各種有機化合物の分析にあたってとくに多く、困難をともしうがいずれの場合も適当な方法で大体の推定は可能である。

2. 原 理

磁場中を運動する荷電粒子は円軌道をえがき、その軌道半径はつぎの式であたえられる:

$$M/e = 4.82 \times 10^{-6} r H^2 / V \quad (1)$$

ここに M は質量数(水素原子を1として)、 e は電荷数、 r は円軌道半径(cm)、 H は磁場の強さ(ガウス)、 V はイオン加速電圧(V)である。この式から一定速度(加速電圧)で磁場に入ったイオンの軌道は質量数により異った半径の円となることがわかる。このようにしてわかれたイオン群のうちスリット S_a を通過したものだけがコレクタに達し測定される。したがって加速電圧を一定にして磁場を0からしだいに強くしていくと、試料の各成分のイオンはそれぞれその質量に応じ(1)式であたえられる磁場の強さのとき、コレクタに達して測定されるから、後に10図に示すような質量スペクトルが



1 図 全装置の外観
Fig. 1. General appearance.

えられる。そしてこの電流の大きさが大体試料中の成分比に比例するので、このようにして定量分析ができる。

イオン源をでるイオン束は多少の角度のひらきをもっている。分解能をあげるためにはこれをコレクタ部でふたたび集束させることがぞましい。2 図のようにイオン源スリット S_1 、磁場円軌道中心 O としコレクタスリット S_d を一直線にすることにより近似的にこの方向収斂性をもたせることができる⁽¹⁾。さらに分解能を高めるためには電場を併用して速度収斂性をあたえることが必要である。

しかしこの操作は原子質量の精密測定用のもの以外にはあまり用いられないからここでは触れない。これらのことは、方向収斂が光学系におけるレンズの集光作用であり、速度収斂が色収差の除去であるとかんがえればわかりやすいとおもう。

ここで分解能について一寸のべてみよう。3 図のように二つのピークがならんだ時を分解しうる限度とかんがえる。普通このように分解可能限度の $\Delta M/M$ の逆数をもって分解能 R を定義する。いま ΔM に相当するひろがりを b_y とすれば $b_y = D \cdot \Delta M/M$ 。 D は分散とよばれる。そうすると⁽²⁾

$$R = M/\Delta M = D/b_y \quad (2)$$

コレクタ部分においてピークの幅としてあらわれるのはつぎの諸量である。イオン源スリット S の像の幅 b_s 、速度のひろがりによる像の幅 b_v 、コレクタスリットの幅 S_d 、そのほか二次収差・工作精度・散乱イオンなどによる像のひろがり Δ ——これらのひろがりの和がピークの幅となるものであって、分解の極限においては像の幅が相隣るピークとの距離 b_y にひとしくなければならないから $b_s + b_v + S_d + \Delta = b_y$ したがって

$$R = D/(b_s + b_v + S_d + \Delta) \quad (3)$$

これらの量は簡単な電子幾何光学の計算によってつぎのようになる。

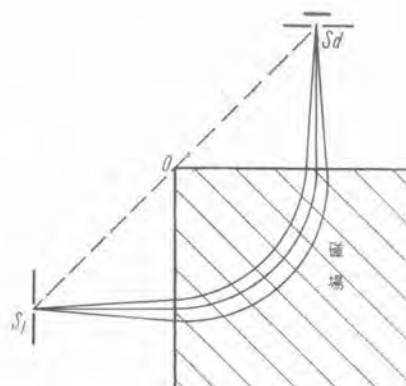
$$b_s = S \cdot X$$

$$b_v = \frac{r}{2} (1+X) \cdot \frac{\Delta v}{v}$$

$$D = \frac{r}{2} (1+X)$$

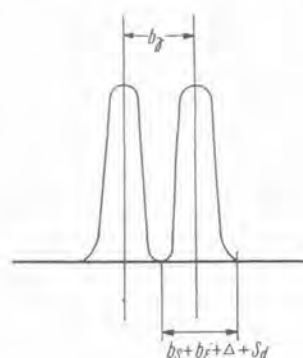
2 図 磁場による方向収斂性

Fig. 2. Direction focusing of magnetic field.



3 図 分解能

Fig. 3. Resolving power.



したがって (3) 式は

$$R = \frac{\frac{r}{2} (1+X)}{S \cdot X + \frac{r}{2} (1+X) \frac{\Delta v}{v} + S_d + \Delta} \quad (3')$$

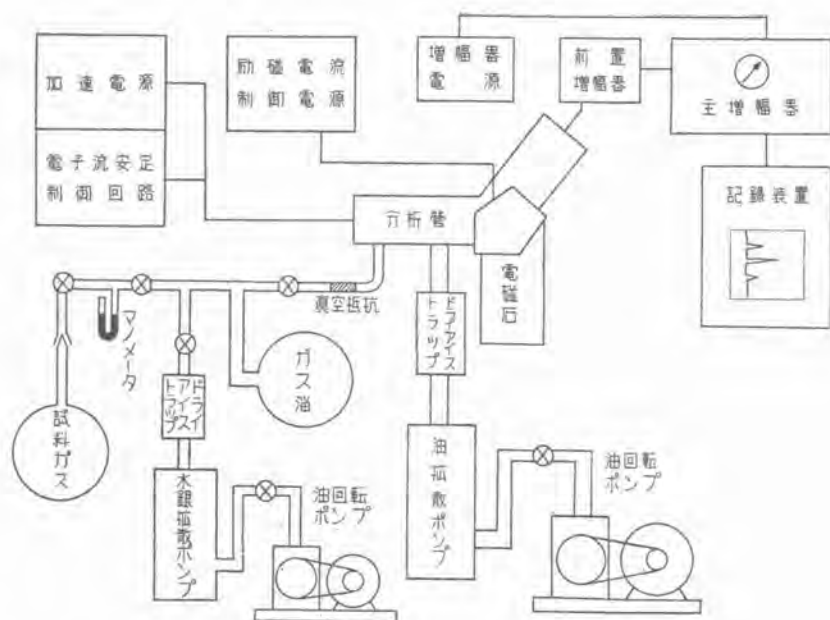
ここに X は倍率とよばれ、われわれの分析計においては $X \approx 0.8$ である。 S はイオン源スリットの幅、 r はイオン軌道の曲率半径であるから、(3') 式から知られることは、分解能をあげるためには——曲率半径を大きくすること（すなわち装置を大型とする）、スリット幅を小さくすること、速度のひろがりをできるだけ小さくすること（これは全イオンが定速度に加速されるように加速電極の構造を工夫することを要する）、分析管組立の精度をあげる、さらに真空度をよくしてイオンの散乱をふせぐことなどのことが必要とされる。実際問題としては実用上要求される R の値になるようこれらの量を適当にえらんで設計する必要がある。

3. 構造

全体の構造を簡単に図示すると4図のようになる。大別して分析管および電磁石、排気装置、電源諸回路、増幅器および記録計、そして試料導入部とからなっている。全装置の外観は1図に示されている。図で前面パネルは、上段がイオン加速電源・電子流制御回路、中段が励磁電流制御回路・真空計回路、下段が主増幅器であり向って左に記録装置、右後に試料導入部がみられる。

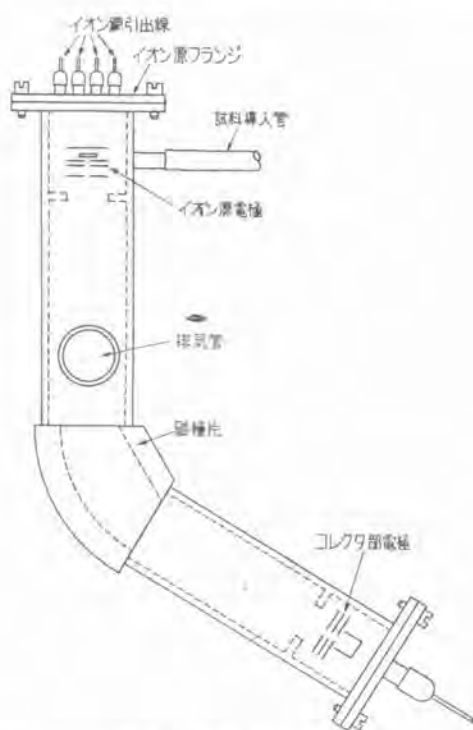
ア. 分析管および排気装置

われわれの使用した分析管は 60° Nier 型⁽³⁾ のもので、イオン軌道半径は 9 cm である。その構造・外観は



4 図 全装置概略図

Fig. 4. Schematic drawing of total arrangement.



5 図 分析管の構造

Fig. 5. Cross sectional view of the analyzer tube.

5 図・6 図にみられる。加熱脱ガスを容易にするために調節用ベローの使用をやめ、バックリングは両端の部分のみにとどめた。磁場の部分はボールベアスの間に銅片をはさんだものを銅管と銀鍍付して、そのまま真空容器として用いている。磁極間隔は 15 mm、電磁石は 50 mA で約 2,000 ガウスの磁場がえられる。励磁電流の 15~80 mA の走査で質量数 2 から 50 までのスペクトルをとることができる。6 図には分析管と電磁石コイルがみ

えている。

6 図右側のフランジはイオン源側、左上はコレクタ側であり、これらのリードの引出しはコパルとガラスの封着したものをもちいた。イオン源の電極構造は 5 図からもその概略がしられる。フィラメントをでた電子は 120 V に加速されてトラップ電極に入るが、その間気体分子と衝突してこれを電離する。生じたイオンは 3 箇のスリットを通り所定の加速電圧（現在の装置では 500 V）に加速されて分析管内に放射される。全電子電流は 1~2 mA、そのうちトラップ電極に達するものは 50~100 μ A 程度である。スリットの幅はそれぞれ 1 mm, 1 mm, 0.5 mm である。スリットを通過して放射される全イオン電流は真空度 2×10^{-5} mm Hg

のとき 1×10^{-10} A 程度である。コレクタ部分はファラデ管の前に 2 箇のアーススリットをおき、その間に散乱イオン除去のための正電圧スリットがある。電極材料はモリブデンである。

排気は分溜型油拡散ポンプをもちいている。真空度はフリップスケージで測定して $1 \sim 2 \times 10^{-5}$ mm Hg であるが、まだ精密ガス分析用に充分であるとはいえず。質量分析計の真空度はバックグラウンドと散乱イオンを減らし、感度・分解能をあげる上に重要である。

4. 試料導入部

気体の分析をする場合の試料導入部は 4 図からその概略が知られる。試料気体を容器に 1 気圧 1~10 cc 程度入れてマニホールドに連結する。ガス溜部分をあらかじめ水銀拡散ポンプで排気してからコックを閉じ、試料気体をガス溜めに 1 ないし 2 mm Hg 入れる。ガス溜め内の試料気体はスローリークを通してイオン源に入り、そこで電子衝撃によりイオンとなり分析される。スローリークは細い素焼円筒の内面と外面をガラスでおおい円筒壁を縦にリークさせるもので、ソースの部分の真空度は 1×10^{-4} mm Hg 程度である。

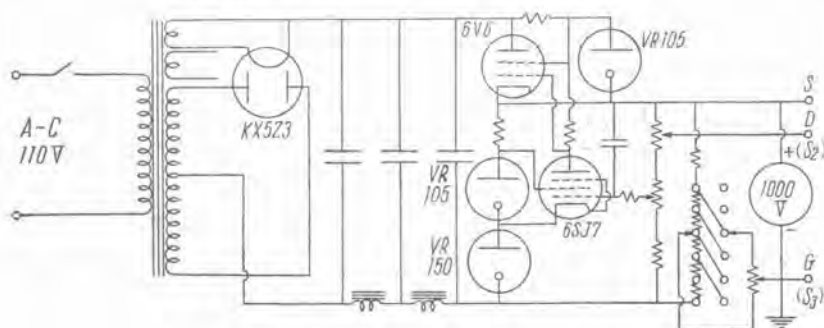
ウ. 電源と増幅回路

(1) イオン加速電源

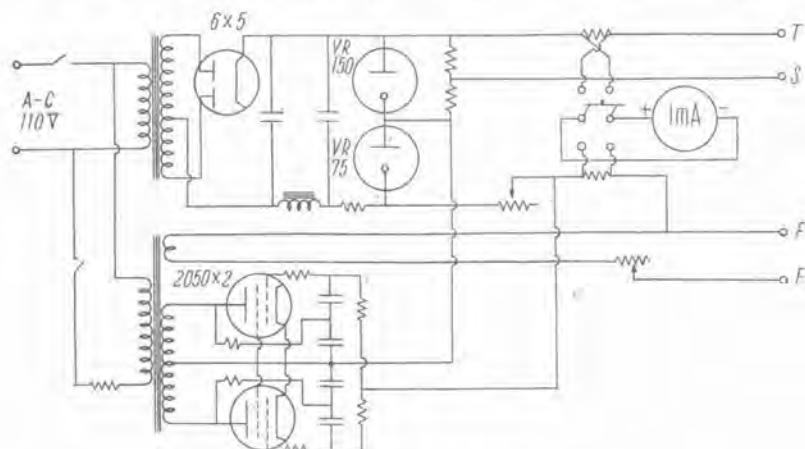
500 V の定電圧をうるため 7 図のような回路を用いている。このような安定回路の動作原理はとくに新しく説明するまでもないが、電圧の上昇が 6SJ7 格子電圧を高め、したがって陽極電流の増加・6V6 の格子電圧の降下をきたす。その結果 6V6 の内部抵抗が大となって出力電圧を下げるように働くのである。6SJ7 の増幅度が充分かいたためこの安定作用は完全であり、電源電圧が 85 V から 115 V の範囲で変動した時出力電圧の変化は



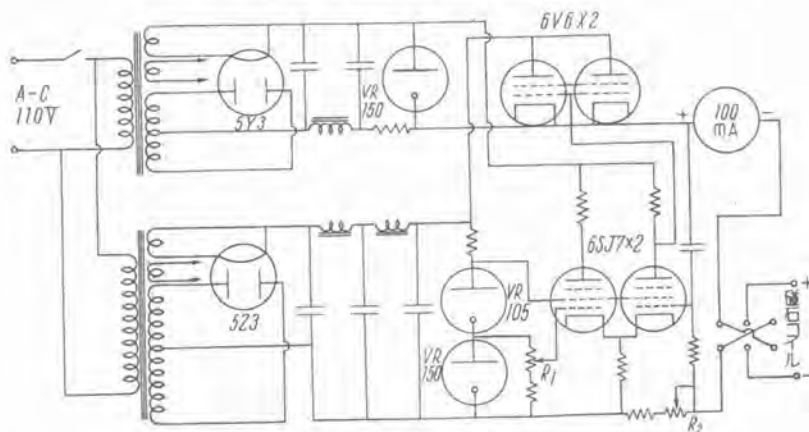
6 図 分析管と電磁石
Fig. 6. Mass spectrometer tube and magnet.



7 図 イオン加速用定電圧回路
Fig. 7. Regulated 500 V power supply circuits for ion acceleration.



8 図 電子電流制御回路
Fig. 8. Emission control circuit.



9 図 励磁電流制御回路
Fig. 9. Magnet current supply circuits.

500 V ± 0.5 V 以下である。

(2) 電子流安定回路

電子加速用電源ならびに電子流安定回路は 8 図に示す回路を用いている。電子流の安定回路としては、グリッドコントロール方式⁽⁴⁾、Ridenour-Lampson 回路なども試みたが図のようなサイラトロンを用いる方式⁽⁵⁾が動作が確実で製作が容易である。電子流の制御はフィラメントを出る全電子流について行っている。実際気体分子のイオン化に關与するのはトラップに達する電子流だけであるからトラップ電流について安定化するのが望ましい。しかしわれわれの装置ではイオン源に電子流集束用の磁石を用いてないので、トラップ電流が全電子流の 10 % 程度であって、トラップ電流のみ一定ならしめることはあまり意味がない。

(3) 励磁電流安定回路

9 図に示した励磁用電源もイオン加速電源と類似のものであり動作原理も大体同じようなものであるが、電流安定装置であるため多小の相違がある。可変抵抗 R_1 により 6SJ7 の格子電圧をかえて 15~80 mA の範囲で励磁電流を変化させるようになっている。これを記録計の用紙の巻取りと連動させることによりスペクトルを記録することができる。また R_2 を調節することにより励磁電流の変化範囲一したがって記録する質量数の範囲を変化させることができる。磁石のヒステリシスの影響は走査に先立って逆向きに励磁することにより大体除かれる。

(4) 直流増幅器

イオン源をでるイオン電流は 10^{-10} ~ 10^{-11} A であるからその測定はかなりむづかしい。UX 54 による平衡回路、あるいは 54 を初段にした直流増幅器なども用いてきたが、現在使用中のものは初段に 6AK5 を用いた 4 段の負饋還型の直流増幅器である。入力抵抗として 5×10^{10} Ω のものを使用している。

このような負饋還直流増幅器の特性として、入力電流を i_i 、入力抵抗を R_i 、出力電流を i_o 、出力抵抗を R_o

とすれば、つぎの関係がある⁽⁶⁾。

$$i_1 R_1 = i_0 R_0$$

すなわち

$$i_0/i_1 = R_1/R_0$$

したがって入力電流と出力電流の比は抵抗の比にひとしい。 R_1/R_0 は最高 10^9 であるから、この場合入力電流 1×10^{-14} A に対し出力電流は 0.01 mA となる。増幅器のノイズは 0.01~0.02 mA 程度であるから、 2×10^{-14} A のイオン電流は測定することができる。この感度は微量精密分析計用として充分とはいえないが、まず実用上差支えない程度である。

比較的安定に高い増幅度をえられる点からみれば交流増幅方式が便利であって漏洩検出器用としてはこの方式をとっているが、これについてはまた触れる機会があるとおもう。

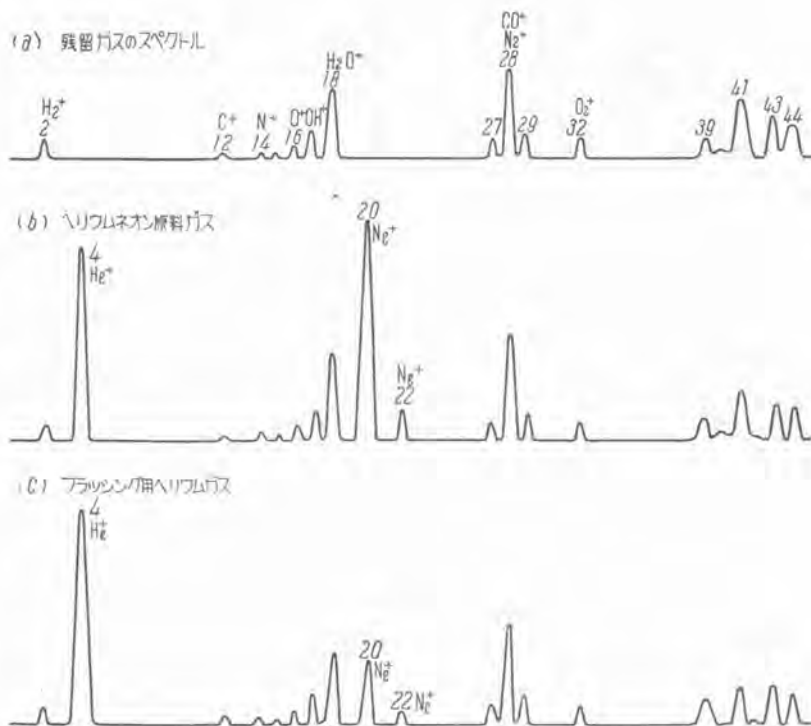
4. 質量分析計による分析の実例

以上で分析計ならびに付属装置の構造の説明を終り、つぎに二、三の分析例を示す。

測定に使用した質量分析計の諸元はつぎのとおりである。

イオン加速電圧	-500 V
イオン集束スリット電圧	-70 V
イオン引出しスリット電圧	-6 V
全電子電流	1 mA
トラップ電子電流	50 μ A
電子加速電圧	120 V
電子トラップ電圧	150 V
励磁電流	15~80 mA
それに対する質量数	2~60
イオン軌道半径	9 cm

10 図 (a) はバックグラウンドすなわち残留ガスイオンのスペクトルをしめす。2 は H_2^+ イオンで水蒸気・油などの分解によって生じたもの、12 は C^+ イオン、14, 16 はそれぞれ N^+ イオン、 O^+ イオン、さらに 17, 18 は水蒸気によるもので 17 が HO^+ イオン、18 が H_2O^+ イオンである。28 および 32 は前者は N_2^+ イオンと CO^+ イオンであり、後者は O_2^+ イオンである。さらに油蒸気の分解生成したものとして 27, 29, 40~44, 55~57 がある。これらのことから知られるように分子状気体にあつては一般に分子イオン (N_2^+ , H_2O^+) と原子イオン (O^+ , N^+) とが生ずるもので前者の方が多くあらわれる。また高真空中の残留ガスは水蒸気・油の蒸気およびそれらの分解したものが大部分であつて、これ



10 図 実 測 例

Fig. 10. Examples of gas analysis.

らは充分加熱脱ガスをし、ドライアイストラップを使用しても完全には除き難い。精密ガス分析用としては 1×10^{-6} mm Hg 程度まで真空度を高めてやらないと残留ガスイオンがかなり邪魔になるものである。この測定の際の真空度は 2×10^{-6} mm Hg であった。

同図 (b) はヘリウム・ネオン原料ガス分析の例である。上記バックグラウンドのスペクトルのほかに質量数 4 (ヘリウム) および 20 ($^{20}Ne^+$), 22 ($^{22}Ne^+$) のスペクトルがみとめられ、さらに 28 (N_2^+) および 18 (H_2O^+) のピークが若干大きくなっている。これから (a) 図のスペクトルを差引いたのこりが分析ガスの成分をしめすものである。イオン流の比であらわすと

$$4 (He^+) \quad 18 (H_2O^+) \quad 20 (Ne^+) \quad 22 (Ne^+) \quad 28 (N_2^+) \\ 80 \quad 5 \quad 92 \quad 11 \quad 6$$

となり、これに後でのべる電離能をかけて成分比 (パーセント) に直すと

He 25 %, Ne 56 %, N_2 12.6 %, H_2O 8.5 % のようになる。ここで補正に用いた電離能の値はそれぞれの分析計と気体の種類についての定数であつて、いろいろ成分比の測定された混合気体について較正して求めておく必要があるが、近似的には電離能曲線から求めてもよい。上にもちいた値は P. T. Smith⁽⁷⁾ の曲線から計算したもので、その値を二、三の気体についてしめておくと (電子速度 120 V として)

N_2	He	Ne	CO	A	Hg	H_2	H_2O
1.00	0.15	0.25	1.08	1.15	1.9	0.4	0.8

のようになる。

さらに(c)図はフラッシング用ヘリウムガスのスペクトルで約30%のネオンを含んでいることがしられる。

ここで分解能について一言するならば、われわれが現在一応目標にしているのは質量数 50~60 までのガス分析であるので少くとも分解能 50 は必要である。(3')式において $X=0.8$, $r=90$ (mm), $S=0.5$, $S_a=1$ であるから、 $\Delta v/v = \frac{1}{2} \Delta V/V$ よりイオンのエネルギーが 500V に対し ± 5 V あるものとして $\Delta v/v=0.01$, また製作が完全に設計どおり行われたとし真空度も充分よいものとするれば $\Delta \approx 0$ と考えてよいから (3') 式は

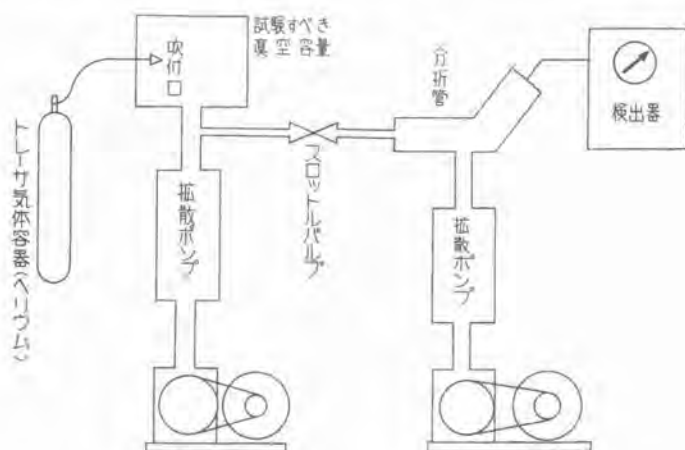
$$R = \frac{\frac{r}{2}(1+X)}{S \cdot X + \frac{r}{2}(1+X) \frac{\Delta v}{v} + S_a + \Delta} \approx 55$$

となり所要の分解能がえられるわけである。しかし実際問題としてはこのような調整は困難であり、現在の所質量 40 程度の所でかなりのピークの重なりが見られる。これはスリットの位置の調整、真空度をよくすること、イオンの速度を均一ならしめることなどの操作で 50 程度まであげることができる。

5. 質量分析計の応用⁽⁸⁾

質量分析計の工業応用は最近 10 年間に各方面にひろい分野をひらいた。

まず分析上の応用としては上にのべた一般のガス分析の分野において、焼鈍炉中のガスの純度の測定、放電管用稀ガスの不純物の検出など気体中の微量不純物の検出に应用することができる。また真空管用電極材料の吸蔵ガスの分析、各種電子管・半導体・絶縁物・金属・リレー・マイカ用カーボン・電線などの製造途上における分解生成物の定量分析ができる。また各種化学工業において反応の進行過程における組成の変化をすることも可能である。その他適当な装置を用いて液体・固体の分析も可能であり、炭化水素等各種有機化合物の分析にも用いられるなど分析上の応用ははなはだひろい。



11 図 質量分析計を用いた真空漏洩検出
Fig. 11. Leakage detection by means of the mass spectrometer.

また安定同位元素を用いた追跡 (tracer) 技術においては質量分析計はなくてはならぬものである。たとえば植物生長過程の研究において安定な同位元素 ^{15}N , ^{13}C , ^{18}O がしばしば用いられるし、微生物学・医学上の応用において ^{10}B が重要である。そのほか薬学における合成化合物の性質の研究・医学における呼吸の分析などもこの応用の一例といえることができる。工業上の追跡技術の応用の一つとして最近著しく発達したものとて質量分析計による真空漏洩検出があげられる⁽⁹⁾。これについても稿をあらためて発表する予定であるが、ここで簡単にふれておきたい。この場合追跡気体としてはヘリウムが用いられ、11 図に示すような方法で試験すべき真空容器に吹きつけて漏洩箇所から入ったヘリウムを質量分析計で検出するわけである。この目的に用いられる分析計はヘリウムのみ検知しうれば充分であるから、分解能は高い必要はない。それよりも検出感度をあげるため、イオン源のイオン強度を大にし増幅器の増幅度を高める必要がある。このため上にのべたガス分析用のものとは若干趣を異にする。たとえば分析管は小型でイオン源のスリット幅は広くとることができる。磁場の強さは一定でよいから永久磁石が使用される。当所で試作した漏洩検出器もヘリウムを用いて $1 \times 10^{-3} \mu\text{Hg} \cdot \text{cm}^3/\text{sec}$ の漏洩は充分検知しうるものがたしかめられている。

6. むすび

以上質量分析計について、ガス分析用のものを主として説明した。上にのべたようにこの中型質量分析計は質量数 2~70 の範囲で各種気体分析に使用することができる。質量数 150 位まで分析できる。さらに高分解能のものも目下計画中である。最後に、研究にあたりいろいろご指導・ご助力をいただいた当研究所の大野物理研究室長ならびに藤永技師に深く感謝致の意を表する。

文 献

- (1) Barber, N. F. Proc. Leeds. Phil. Lit. Soc. **7**, p. 427 (1933).
- (2) 緒方・北垣: 同位元素総合研究委員会中間報告, p. 46 (1951).
- (3) Nier, A. O. Rev. Sci. Instr. **18**, p. 398 (1947) 等.
- (4) Winn, E. B. and Nier, A. O. Rev. Sci. Instr., **20** p. 773 (1949).
- (5) Nelson, R. B. and Wing, A. K. Rev. Sci. Instr., **13**, p. 215 (1942).
- (6) Nier, Ney, and Ingram. Rev. Sci. Instr., **18**, p. 294 (1947).
- (7) Smith, P. T. Phys. Rev., **36**, p. 293 (1930), **37**, p. 809 (1931), **39**, p. 270 (1932).
- (8) Barnard, G. P. Modern Mass Spectrometry., p. 176 (1953).
- (9) Nier, A. O., Stevens, C. M. Hustrulid, A., and Abbot, T. A. J. Appl. Phys. **18**, p. 30 (1947).

最近における当社の社外講演一覧

講演月日	主 催	演 題	講 演 者	所 属
8 月	愛知県電気使用合理化協会	温 湿 度 の 自 動 調 節	石 川 嘉 孝	名古屋
9 月	愛知県包装技術	包 装 設 計	堀 直 昌	本 社
9 月	応 用 力 学	圧力容器の応用測定	{ 前 田 祐 雄 藏 原 智	研究所
9 月	関西能率技師協会	治具の設計について	広尾次郎市	神 戸
10 月	窯 業 学 会	ソーダ石灰硝子の紫外線による着色	林 次 郎	"
10 月	電気学会東海支部	ソルベントレスワニス	村 山 三 郎	"
10 月	日本物理学会	スペクトロフオンを利用したガス分析装置	{ 八 島 英 之 安 藤 滋 村 西 有 三	"
10 月	電気連合大会	非対称負荷による水車発電機の異常電圧	横須賀正寿	"
10 月	大阪市作業管理講座	経営の立場から見た作業管理	前 田 幸 夫	本 社
10 月	"	作業管理の計画と組織	和 田 巖	"
10 月	"	作業管理の成果と検討	"	"
11 月	電 気 学 会	多変量 t 分布の密度函数の導出と Schéffe の区間推定法の拡張	菅 野 正 雄	"
11 月	電気通信学会	密封式イグナイトロンの真空度測定	{ 加 藤 又 彦 坂 上 茂	伊 丹
"	"	P. C. C. 車 制 御 装 置	{ 小 川 清 一 待 鳥 正	"
"	"	1,500 kVA, H 種絶縁乾式変圧器	{ 村 上 有 清 神 谷 友 修 荻 野	"
"	"	電磁クラッチ付同期電動機	松 村 敏 三	神 戸
"	"	電気式空気清浄装置	{ 鈴 木 正 村 斎 藤 寛	"
"	"	HSG 型高速度接地継電器および HDG 型接地電力方向継電器について	{ 藤 井 重 夫 森	"
"	"	連続冷間圧延期の速度制御方式	紙 谷 鉄 男	"
"	"	車両蛍光灯照明用電動発電機自動制御装置	{ 新 谷 保 次 武 藤 哲	"
"	"	直流送電における直流線路誘起電圧	阿 部 久 康	研究所
"	"	耐圧試験における封じ切りイグナイトロンの真空度の一判定	竹 内 宏 一	"
"	"	遮断器残留電流の一測定	潮 恒 郎	"
"	"	圧延電動機の速度制御のアナコムによる解析	馬 場 準 一	"
11 月	品 質 管 理	電気洗濯機の騒音原因探究のための工場実験	小 島 正 男	名古屋
11 月	応用物理学会	ヘリウムを用いた真空漏洩検出用質量分析計	{ 後 藤 正 之 藤 永 敦	研究所
11 月	"	抜型の設計について	"	"
11 月	繊維機械学会	最近のレンジドライブ電気設備	宗 村 平	本 社
11 月	電子顕微鏡学会	現用電子顕微鏡の性能を充分に発揮させるための諸技術 “照射計を中心として”	建 石 昌 彦	研究所

最近における当社の社外寄稿一覧

寄 稿 先	掲載号	題 名	執 筆 者	所 属
照明学会誌	7 月号	最近の発電所照明	市 村 宗 明	本 社
電気計算	8 月号	電力用遮断器における新しい試み	潮 恒 郎	研究所
Look Japan	9 月号	伊丹製作所の概況、製品案内	田 宮 利 彦	伊 丹
電気鉄道	9, 10 月号	最近の米国とヨーロッパの電鉄	松 田 新 市	伊 丹
"	9, 10 月号	交流電力遮断器について	新 井 正 元	"
冷凍学会誌	11 月号	毛細管式冷凍方式	長沼辰二郎	研究所
オ ー ム	臨時号	エレベータの自動制御	宮 城 晃	名古屋

特 許 紹 介

最近登録された当社の特許および実用新案

区 別	名 称	特許または 登 録 日	特許または 登 録 番 号	発明, 考案者	所 属
特 許	金属管発熱体の製造法	29-7- 3	206544	高橋盛一郎 田村弘治郎	名古屋
"	可逆直流変流装置	29-7- 3	206551	樺沢孝治 大野 曉	伊 丹
"	電力供給回路の保護装置	29-7-28	207024	浜田 賢康 阿部 久	研 究 所
"	二現象観測装置	29-7-28	207034	豊田 準三 中西 武	"
"	周波数弁別器	29-7-28	207035	喜連川 隆優 渡部 優	"
"	遠隔同期検定方式	29-7-28	207036	尾畑喜行	神 戸
新 案	可動翼型ロータリ圧縮機注油装置	29-6-29	414809	石川嘉孝	名古屋
"	単陽極型水銀整流器	29-6-29	414810	加藤又彦	伊 丹
"	電磁選鉱機	29-6-29	414811	小堀富次雄 柳下儀兵衛	大 船
"	液体抵抗器の電極	29-6-29	414812	武田英夫 若 杉 始	長 崎
"	累系統と並列運転する発電系統の保護装置	29-6-29	414813	尾畑喜行	神 戸
"	計器用端子箱	29-7- 2	414951	加藤義明	福 山
"	電気計器	29-7- 2	414952	"	"
"	計器用硝子カバー	29-7- 2	414953	"	"
"	計器用硝子カバー	29-7- 2	414954	"	"
"	殺菌液槽	29-7- 2	414955	大野才三	研 究 所
"	昇降台	29-7- 2	414956	前崎政信	本 社
"	電磁接触器	29-7- 2	414957	林 勝 幸	名古屋
"	車軸受装置	29-7- 2	414958	浅越泰男 長 島 四郎	伊 丹
"	巻上機の制動機	29-7- 2	414959	水吉 雄広 流 川 広	長 崎
"	界磁巻線回路の保護継電装置	29-7-30	415952	尾畑喜行	神 戸
"	分電盤	29-8-26	416883	篠崎善助	名古屋
"	単陽極型水銀整流器	29-8-26	416884	加藤又彦	伊 丹
"	継電器	29-8-26	416885	大鳥羽幸太郎 加藤 政	研 究 所
"	流体駆動洗濯機	29-8-26	416886	岡本英彦 柘植 正治	名古屋
"	高周波ミシンの接合装置	29-8-26	416887	馬場 文夫	研 究 所

三 菱 電 機 昭 和 29 年 第 28 巻 総 目 次

第 1 号	昭和 28 年度回顧特集	
	年頭の辞	取締役社長 高杉 晋一 2
	電力発生用電機品	3
	送配電、変電用電機品	10
	電動力応用品	33
	車両用電機品	66
	無線機器	75
	蛍光灯と蛍光照明器具	79
	家庭用電気品	92
	研究所の概況	99
第 2 号	新型屋外断路器	新井正元・樺沢孝治・小橋利雄 102
	23 kV 1,000 MVA M 型碍子型遮断器	新井正元・五十嵐芳雄・平田康夫 113
	高性能エレベータについて	木村武雄・宮城 晃・高村 明・大野寛孝・道橋 武 120
	化学工業用直流 600 V 10,000 A HP-100 A 型逆性高速度遮断器	小路誠春 130
第 3 号	275 kV 72,500 kVA 超高压変圧器	村上 有 140
	URS 型負荷時電圧調整変圧器	田村良平 145
	変圧器油脱気装置の現場試験	白井万次郎・大杉 肇・松田文雄 154
	静電気障害対策	尾島学二・岩村武志 158
	矩形波によるサイラトロンの起動特性	八十田尚治・岡田武男 164
第 4 号	柳津発電所水車について	氷室 寛 172
	柳津発電所向水車発電機	鈴木正材 179
	凸極発電機の単相電流による過電圧	横須賀正寿 182
	空洞波長計の広帯域の温度補償	喜連川 隆 188
	導波管気密窓	喜連川 隆・東野義夫 194
第 5 号	最近の継電器とその応用 (その 1)	藤井重夫 202
	三菱礬酸電力ヒューズ	新井正元・樺沢孝治・岩崎行夫 206
	ジーゼル電気機関車用主発電機	小山建次 220
	新しい DF 型直流電磁接触器について	篠崎善助・奥島欽吾 226
	局所冷房装置の試験	服部 謙 231
第 6 号	建築と電気特集	
	建築と電気	藤村 朗 238
	施設部の使命	安藤三二 239
	建築電気設備の保護装置	篠崎善助 240
	図表によるエレベータ設備計画	木村武雄 255
	エレベータの据付基準	青山越男・石川理一 261
	縦の交通機関としての三菱エスカレータ	外野範吾 268
	高速低圧エヤダクト	佐藤雄二 278
	ヒートポンプ式冷暖房装置	石川嘉孝 281
	新丸ビル変電所遠方監視制御装置	大木徹爾 288
	建築と扇風機	柘植正治 290
	建築と冷凍機	中村長一 294
	蛍光灯による事務所照明と二、三の問題	宇都宮 偉 297
第 7 号	最近における米国のイグナイトロン整流器界の展望	加藤又彦 308
	最近の継電器とその応用 (その 2)	藤井重夫 317
	乾燥理論よりみた変圧器の乾燥	白井万次郎 321
	笠寺変電所向遠方監視制御装置	大木徹爾 327
	熱陰極蛍光灯の管電流に関する一考察	山下博典 334
	中型ベータatron (その 1)	弘田実弥・小倉成美 339
第 8 号	紡績特集	
	巻頭言	常務取締役 小野 寛 348
	繊維工業における最近の電気応用	宗村 平 349
	紡績機用誘導電動機	緒方今朝雄 353
	紡績機械用管制器	篠崎善助 367
	紡績工業におけるワードレオナード運転方式	紙谷鉄男 377
	静止型水銀周波数変換装置	己斐健三郎 382
	移動ファン	瀬原田三郎 387
	空気自動弁	瀬原田三郎 390
	繊維工業における含水分率の測定と自動制御	馬場文夫・大鳥羽幸太郎 393

アルミカヒータの繊維工業への応用	鈴木 洵	400
繊維工場における蛍光灯照明	市村宗明	404
ノーヒューズ遮断器とその応用	鈴木 洵	415
紡績工場用変電設備	吉田米太郎	420
第 9 号 関西電力納入椿原発電所用 42,000 kW 水車	山本義治・根津 晃	426
関西電力納入椿原発電所向水車発電機	鈴木正材	433
風冷式 3,000 kW, 1,500 V イグナイトロン整流器	加藤又彦・坂上 茂	436
最近の継電器とその応用 (その 3)	藤井重夫	443
ドワイトロイド式焼結機の総括制御	木内 修	448
整流子回転子故障検出装置	臼田長一・梶谷定之	454
第 10 号 水力発電特集		
巻頭言	取締役副社長 関 義 長	462
最近の水車	永 室 寛	463
最近の水車発電機	鈴木正材	469
増幅器型自動電圧調整器	新谷保次	473
水力発電所新制御方式の二、三	尾畑喜行	475
水車の制御装置とサーボメカニズム	山本義治	479
最近の堅型水車発電機の据付	吉武正彦	489
13.5 t 弧動型ケーブルクレーンのワードレオナード制御	紙谷鉄男	501
自動式パッチャープラント用電機品	篠崎善助・奥島欽吾	504
コンクリート凍結融解試験装置	石川嘉孝・牛田善和	508
パッケージ型脱湿機 “ドライエヤ”	中原四郎	516
第 11 号 火力発電特集		
火力発電特集号発刊に際して	荒井 潔	524
八幡製鉄所枝光発電所納入 12,500 kW タービン	村田義夫	525
大型タービン発電機の二、三の問題	加賀貞広・志岐守哉・今井 光・甲斐 高	529
2 極タービン発電機直結励磁機	万谷 広	539
水素冷却タービン発電機の据付、試運転、保守	米野俊彦	547
水素冷却発電機における水素ガス消費量	今北孝次・遠藤裕男	558
タービン監視計器	水野 茂・浜岡文夫・岡本孝治	563
給水ポンプ用電動機とその制御	武下定四郎・新良由幸	572
汽竈用通風機の風量制御装置	宮内貞夫	578
第 12 号 東京都交通局納入 P. C. C. カー	松田新市	586
最近の継電器とその応用 (その 4)	藤井重夫	604
6.9 kV, 500 MVA および 11.5 kV, 500 MVA DH 型磁気遮断器	五十嵐芳雄・志賀貞雄・富永正太郎	609
誘導電動機速度対トルク曲線直視装置	臼田長一・梶谷定之	613
精液貯蔵用恒温装置	石川嘉孝・中原四郎	618
電気炉による強靱鋳鉄について	鈴木一郎・星野克英	626
質量分析計について	後藤正之	631
臨時増刊 近代照明と色 (6 月発行)		
巻頭言	山内二郎	2
蛍光ランプの演色性の一課題	井手平三郎・伊吹順章	3
新しい色表示と Color Harmony	二 星 潤	9
商店照明のデザイン	小堀富次雄・山下源一郎・小笠原善丸	17
発電所の理想的な照明	市村宗明	25
新しい生産照明	市村宗明	32
照明を効果的にする Color Conditioning	二 星 潤	41
蛍光灯照明の経済と保守について	宇都宮 偉	46
臨時増刊 無線機特集 (8 月発行)		
巻頭言	取締役副社長 関 義 長	2
無線機部門の新製品紹介	薄井廉介	3
2,000 Mc AM-FM 方式多重通信装置	北 垣 成	11
マイクロ波アンテナとその諸問題	喜連川 隆	15
超短波送信機の不正電波阻止出力同調回路	薄井廉介・津村 隆・武居 明	28
電力線保線用 VHF 無線電話装置	九井憲治・三宅順夫・小畑嘉造・岡谷重雄・奥村 徹	32
SL-1 型送電線閃絡故障点指示装置	杉多重雄・洲崎晃司・大鳥羽幸太郎	37
電力線搬送保護継電器用搬送装置	杉多重雄	41
高周波誘導加熱の負荷回路の解析ならびに調整法	馬場文夫・渡辺文明	47
三菱テレビジョン受像機 (101 K-17 型) の性能と特長	洲崎晃司・糟谷一郎・武居 明・植竹勝人	53
スピーカの特性とその測定法	藤 木 一	61
受信用真空管の試験	吉本正二	71
フェライト系磁性材料	河合 登・中村 弘	76
RM-1A 型船舶用レーダ	櫻本俊弥・吉田武彦	84