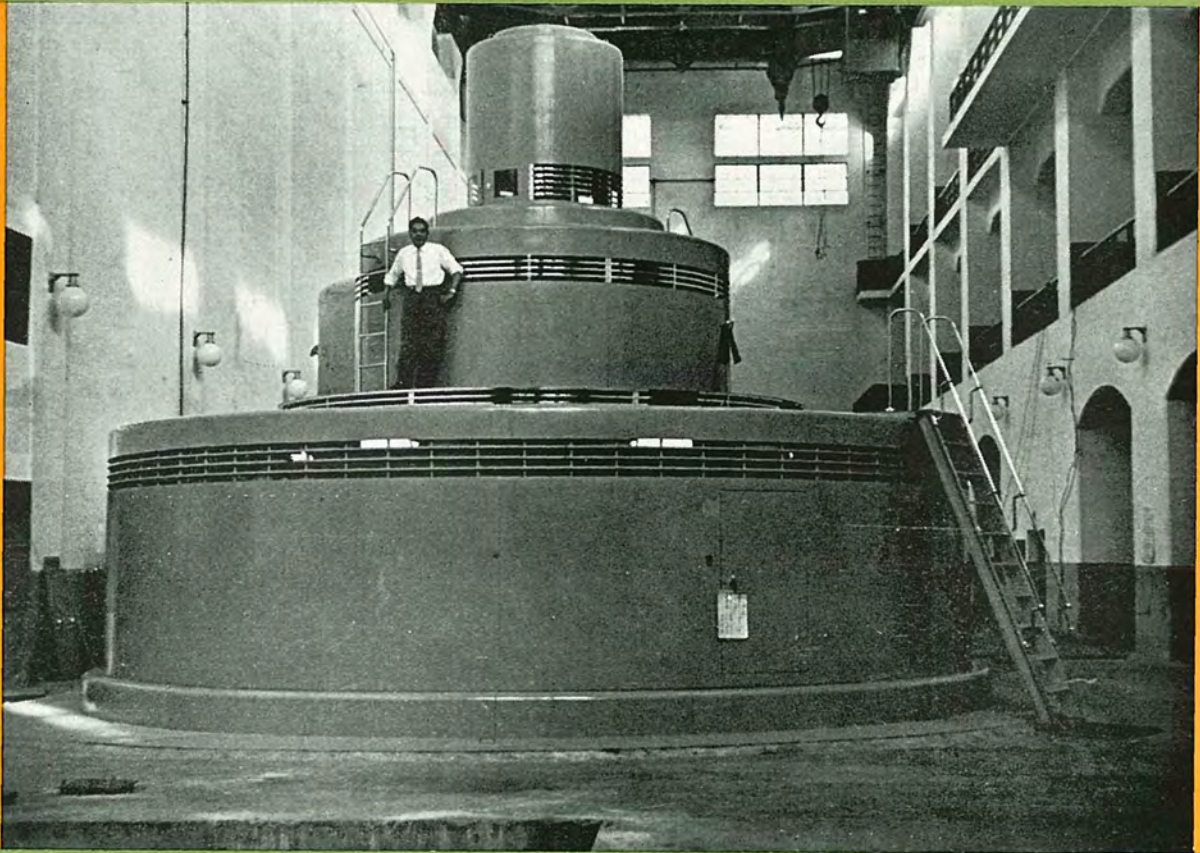


MITSUBISHI DENKI

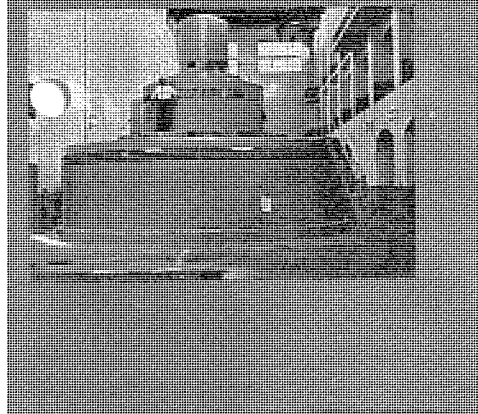
三菱電機



東北電力山郷発電所納3号水車発電機

8

VOL30 1956



MITSUBISHI DENKI

三菱電機

表紙説明

東北電力株式会社山郷発電所納 3 号水車発電機である。山郷発電所へはさきに 1, 2 号機を納入したが、昨年 8 月 3 号機のご下命を受け、既設 1, 2 号機の経験にもとづき各種の改良をほどこし鋭意製作に努力の結果、去る 6 月 19 日官庁検査も好成績に終了、引き続き営業運転に入った。

なお本機の増設により発電所出力も 45,900 kW となり、東北地区の電力供給に貢献している。

概略仕様

水車 最大出力 18,000 kW 有効落差 17~12.5 m カブラン型
 発電機 17,000 kVA 11 kV 0.8 PF
 50 c/s 48 P 125 rpm

昭和 31 年 第 30 卷 第 8 号

目次

風冷式、密封型、3,000 kW, 1,500 V 大容量

イグナイトロン整流器の完成

……………加藤又彦・室賀 淳・塚本昭三・阪上 茂… 2

ポリエステル積層板の電気的性質を中心としての検討……………尾島学二…11

粉末切断とその銅合金への応用……………岩佐 実…19

RF-200 型移動ファン……………瀬原田三郎…23

名古屋鉄道納 8 個電動機単一制御装置……………待鳥 正…26

鑄鉄鑄物組織の研究 第 2 報

酸素量と冷速の関連性その 2 油砂型使用の場合……………鈴木一郎…32

ニュースフラッシュ……………39

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 ヶ 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 ヶ 崎 市 南 清 水
- 長 崎 製 作 所 長 崎 市 平 戸 小 屋 町
- 大 阪 製 作 所 兵 庫 県 尼 ヶ 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 鹿 110
- 札 幌 修 理 工 場 札 幌 市 北 二 條 東 12
- 大 阪 営 業 所 大 阪 市 北 区 堂 島 北 町 8 番 地 1
(電) 大 阪 (34) 代 表 5251
- 名 古 屋 営 業 所 名 古 屋 市 中 区 広 小 路 通
(電) 本 局 (23) 代 表 6231
- 福 岡 営 業 所 福 岡 市 天 神 町
(電) 中 (4) 7031—7036
- 札 幌 営 業 所 札 幌 市 大 通 り 西 3 の 5
(電) 札 幌 (2) 代 表 7236
- 仙 台 事 務 所 仙 台 市 東 一 番 丁 63
(電) 仙 台 (2) 代 表 1601
- 富 山 事 務 所 富 山 市 安 住 町 23 の 2
(電) 富 山 4692・5273・2550
- 広 島 事 務 所 広 島 市 袋 町 6 (富 国 生 命 ビル)
(電) 中 (2) 2211~4
- 高 松 出 張 所 高 松 市 紺 屋 町 34 番 地
(電) 高 松 3178・3250
- 小 倉 出 張 所 小 倉 市 京 町 10 丁 目 (五 十 鈴
ビル) (電) (5) 小 倉 3614

品質奉仕の三菱電機

風冷式、密封型、3,000kW、1,500V 大容量 イグナイトロン整流器の完成

伊丹製作所 加藤又彦*・室賀 淳*・塚本昭三*・阪上 茂**

Performance of 3,000 kW 1,500 Volt D-C Sealed-off Type Air-cooled Ignitron Rectifiers

Itami Works Matahiko KATO. Jun MUROGA. Shozo TSUKAMOTO. Shigeru SAKAGAMI

Recent success made by Mitsubishi is the delivery of several units of ignitron rectifiers to the Japan National Railways and the Nankai Railway Company in an ingenious sealed-off air cooled design. They are rated at 3,000 kW 1,500 volts d-c, consisting of 12 sealed ignitron tubes. Some of these ignitron rectifiers have been drawing attention of the circles with their successful operation for over a half year.

1. ま え が き

今般、日本国有鉄道、直流自動変電所用変換装置として 3,000 kW、1,500 V、重負荷公称定格の風冷式、密封型イグナイトロン整流器を製作し、東海道線、原変電所へ納入し、実用運転を昭和 30 年 11 月から開始した。またこれと同型式の密封型イグナイトロンを 2,000 kW、600 V、超重負荷公称定格と称する過負荷耐量を有する定格で南海電鉄、今宮変電所へ納入し、昭和 30 年 12 月から実負荷運転に入った。

これらの密封型イグナイトロン整流器の実用化は在来のポンプ付水銀整流器の真空排気装置の保守、点検の煩雑性を解消し、水銀整流器自体を 1 つの弁装置とした点で一大変革であり、イグナイトロン整流器変電所の自動化の将来性に大きな貢献であった。

この変革、進歩は水銀整流器の排気装置にとどまることなく、整流タンクの半永久的密封方式とひいては整流タンク自体の製作方法にまで大きな変化をもたらしたものであって、そのための研究と改良が加速度的に実施され、製作技術上一大進歩を画するにいたったのである。

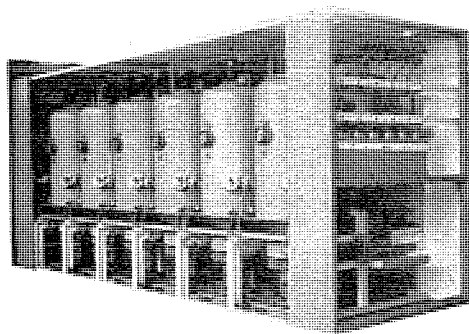
風冷式、密封型水銀整流器でその定格容量が 3,000 kW 1,500 V、12 タンク方式のもの、および同一タンク数で 2,000 kW、600 V、超重負荷公称定格のものはともに今回が最初であり、日本の記録品である。

本文は日本国有鉄道、原変電所へ 2 組納入した日本最初の 3,000 kW、1,500 V、重負荷公称定格の自動変電所向風冷式イグナイトロン整流器 2 セットと南海電鉄、今宮変電所へ納入した 2,000 kW、600 V、3,333 A、超重負荷公称定格の風冷式イグナイトロン整流器 1 セットの諸

特長、負荷試験を中心にした研究試験、ことに熱化成分と電流化成分とによって製作された整流タンクの比較研究の一端をもあわせご報告するとともに、風冷式イグナイトロン整流器の使用限界に関する理論的見解をも記述したものである。

2. 密封型イグナイトロン整流器と キュービクル

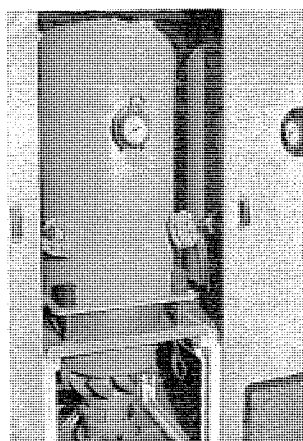
既納の 3,000 kW、1,500 V、ならびに 2,000 kW、600 V 風冷式、密封型イグナイトロン整流器は共に 12 タンクより構成され、2 整流タンクが並列となって、変圧器の 2 次の 6 相の 1 相に接続されている。後者の 2,000 kW、600 V のイグナイトロンでは客先の要望により 12 タンク中、6 タンクで 1,000 kW、600 V 運転が可能であるように結線されている。今回納入した風冷式整流タンクの 6 タンクの極限容量は 1,500 V 級では 2,000 kW；600 V 級では 1,500 kW であることが判明したが、後述する冷却条件と位相制御の度合によって定格は変化することが明らかである。かかる変換単位の選定と標準化は市場性を背景にし、他方製作面よりくる制限条件とによって決定されるものであり、密封型整流器の特性上かかる標準を選定せざるを得ない状況にある。しかし需要の関係いかによっては、整流タンクの大きさを変化せしめることになるのは当然である。また密封型整流タンクはタンク内真空度の点で各整流タンクが独立した関係にあるため、整流タンクの配列は冷却条件と接続リードによる制限があるほかなんら拘束をうけない。しかし根本的には大きな変化はないとしても、独立の整流タンクである関係上キュービクル入とすれば安全性と騒音の問題を解決



1 図 風冷式密封型イグナイトロン整流器
 定格: 3,000 kW, 1,500 V, 2,000 A
 12 タンク/1 セット

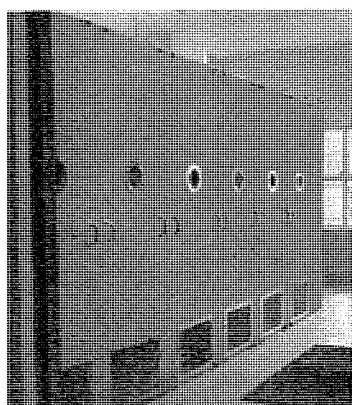
重負荷公称定格 (3,000 A..... 2 時間
 6,000 A..... 1 分間)

Fig. 1. A 3,000 kW, 1,500 V d-c 12 tank unit of sealed-off type air cooled ignitron rectifier.



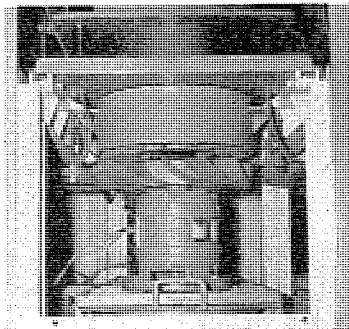
2 図 1 整流タンク挿入部を示す

Fig. 2. External view of one sealed-off tube.



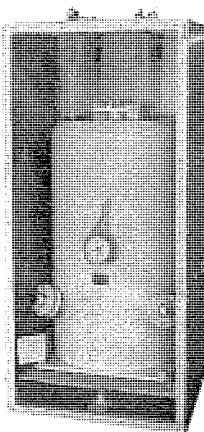
3 図 3,000 kW イグナイトロン整流器キュービクルの外観

Fig. 3. Front view of a 3,000 kW, 1,500 V d-c 12 tank unit of sealed-off type air cooled ignitron rectifier.



4 図 冷却扇および風案内

Fig. 4. Wind guide and cooling fan.



5 図

整流タンク運転箱

Fig. 5. Carrying box of a sealed-off tube.

の状態で整流器室の空気を循環せしめると共に陰極ヒータ、陽極ヒータを併用して人為的調整を行っている。

夏季にはキュービクルの扉の下部の空気窓 (3 図に示す) を閉じて遮蔽板を引出し、階下の空気を冷却扇にてすい上げて整流タンクを冷却し、高温の空気は室外に放出される冷却方式が採用されている。

整流タンクの構造については冷媒が空気であり、その冷媒温度が 0°C から 40°C の範囲にわたって変化するので、この温度変化に順応すべく人為的加熱と冷却条件の調整が必要であり、この上限、下限の悪条件下にあってできる限り高電圧、大電流量

量をもちうるように整流タンクを設計したほか、輸送に便利で破損のないことを主眼としたことを記述しなくてはならない。なんとすれば、密封型整流タンクは整流器の理想型体であって破損は致命的であるからである。整流タンク本体の破損防止構造を考える一方 1 整流タンクの輸送器を製作して万全の策をたてた。これが 5 図に示した輸送器に挿入された整流タンクの外観である。この輸送器により東海道線往復の輸送試験を実施したほか、トラック輸送を数十キロにわたり試験したがその

の結果は満足すべき状況であった。

整流タンクの内部構造についてはさきに発表した三菱電機 第 29 巻、第 3 号 1955 年を参照されたい。

3. 制御回路

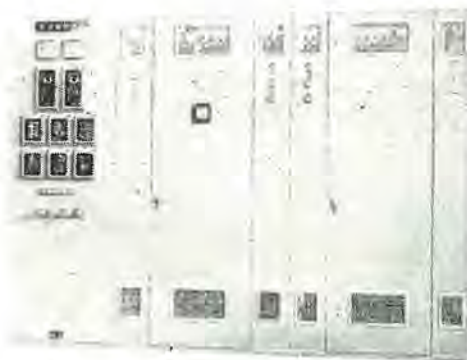
12 タンクを 1 変換単位としたイグナイトロン整流器で L-C の組合せ方式による制御盤を製作したのは今回が最初である。12 タンク中 6 タンクを使って定格容量の半分の出力で運転することを要求されているため、今回の制御回路は 6 タンクを 1 組の L-C 回路で動作させるようにしている。既納の 12 タンク方式のイグナイトロンは放電管を使っていたがそのときには点弧子による電圧制御を主幹としていたのである。原変電所へ納入したイグナイトロンは従来常用してきた補助極を全廃して、第 1 格子に矩形波形を印加して補助極と同一機能を賦与し、第 2 格子によって電圧制御を実施した点が特長である。これはフィルタ回路との共振引込作用を防止する 1 つの方策として特別に考慮され、所期の目的を達することができたものである。6 図は今宮変電所の制御盤の外

することができる。

今般原変電所へ納入した 3,000 kW, 1,500 V の密封型イグナイトロンは 1 図に示すように 12 タンクを 2 列に 6 タンクずつならべて大地電位のキュービクルに納入したものである。今宮変電所のもこれと同一型式である。

各整流タンクは 2 図に示すようにそれぞれ絶縁された床座の上に載せられてあって、その床座の下に車輪があり、溝枠内を滑って整流タンク全体が簡単に引出しうる構造である。2 図はキュービクルの 1 つの扉をはずして 1 整流タンクの挿入部を示したもので下部に冷却扇をその上に陰極ヒータと風案内と絶縁筒をおきその上部が整流タンクとなっている。冷却風は下より上部に吹き上げられる。

陰極ヒータと冷却扇は大地電位であってそれぞれ冷却条件を自動的に制御しうるようになっている。冬季の冷却風の取入れには 3 図に示すキュービクルの扉の下部の空気窓を開放し 4 図に示す冷却扇の下部の風洞遮蔽板を挿入して階上の整流器室と階下との通風路を遮断する。こ



6 図 12タンク用制御盤の外観
Fig. 6. Control cubicle for a 12 tank unit of sealed-off ignitron rectifier in 2,000 kW ratings, 600 V d-c.

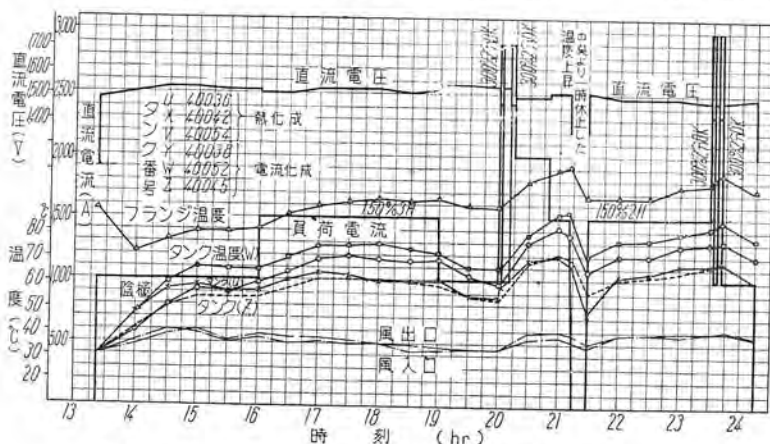
観を示す。

今宮変電所の制御回路は電圧制御を点弧子付勢装置によって行っている点は在来のものとなんらかわりない。今回の制御回路は12タンク方式をL, Cの組合せ方式で実施し、消耗的性格部分を全廃したところが特長である。

4. 風冷式、密封型イグナイトロン整流器の負荷試験

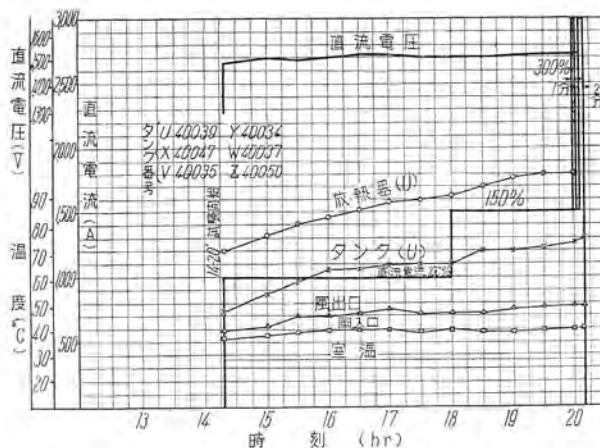
ア. 1,500 V 負荷試験

熱化成で製作された U, X, V 相の3タンクと熱化成後電流化成を行って仕上げた Y, W, Z 相の3タンクとを組合せて6タンクで負荷試験を行った。これら密封型イグナイトロンを1図に示したキュービクルに挿入して正規の設置状態において冷却扇をまわし、被試験整流タンク以外の6タンクの冷却扇を反対方向に回転せしめてキュービクル内で温風を循環せしめた。そして被試験整流タンクの入口風温を 38~40°C にたもって 100% 負荷 2.5 時間、150% 負荷 2 時間後、1 時間 100% 負荷に下してのち 300% 2 分間印加している。この負荷の印加方法は新しい構想のもとに行われたものである。その後引続いて 100% 負荷より 300%、2 分間を 1 回印加してよりさらに 2,000 A 約 30 分間負荷して温度上昇の限界を確認して 1 度休止して整流タンクの温度を低下せしめて後また、150% (1,500 A)



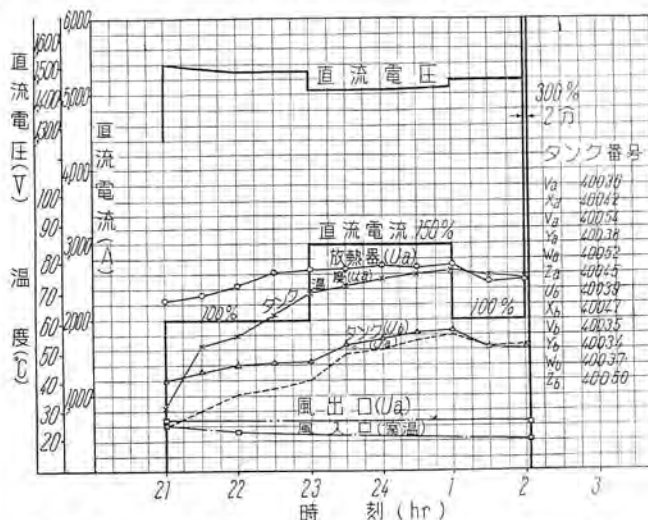
7 図 国鉄原変電所 3,000 kW/2, 1,500 V の6タンク負荷試験
実施日 昭和30年9月19日

Fig. 7. Load test of a 3,000 kW/2, 1,500 V d-c 6 tank unit sealed-off type air cooled ignitron rectifier.



8 図 国鉄原変電所向 3,000 kW/2, 1,500 V の6タンク負荷試験
実施日 昭和30年9月23日

Fig. 8. Load test of a 3,000 kW/2, 1,500 V d-c 6 tank unit of sealed-off type air cooled ignitron rectifier.



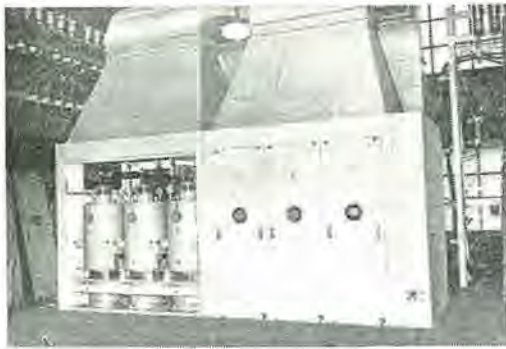
9 図 国鉄原変電所 3,000 kW, 1,500 V 12タンク負荷試験曲線
4118号 実施月日 昭和30年9月23, 24日

Fig. 9. Load test of a 3,000 kW, 1,500 V d-c, 12 tank unit of sealed-off type air cooled ignitron rectifier.

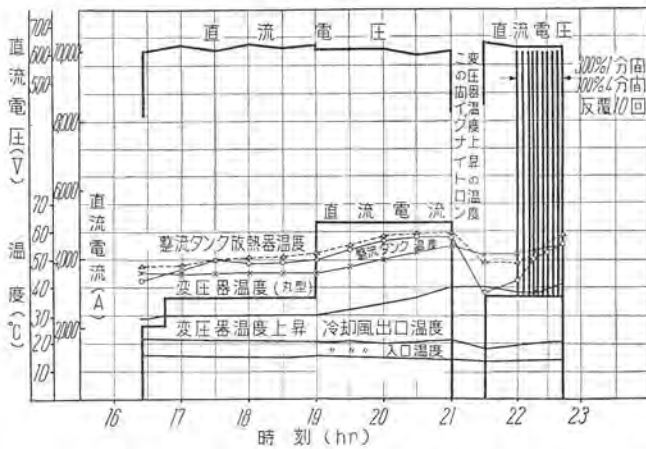
負荷、2 時間負荷して 150% 負荷の状況のまま 300% (3,000 A) 2 分間を 3 分間隔に 2 回負荷している。この負荷試験の直流電圧、および各部の温度上昇の曲線を 7 図に示してある。

8 図は原変電所へ1号器として納入した上記6タンクの別の6タンクの入口冷却風温 40°C の夏季の高温時を仮想した負荷試験の資料であり、従来の負荷試験方法でおこなっている。7 図に示した負荷試験の実施継続時間は 10 時間余にわたっており、型式試験としての性格を備えており、在来の規定からいって問題となる負荷条件をすべて満足せしめている。9 図は 7, 8 図でそれぞれ6タンクで試験したものをすべてあわせて 12 タンクとしキュービクルに納入して行った負荷試験を示したものである。

イ. 600 V 負荷試験および現地負荷状況 600 V, 2,000 kW, 12 タンク, 風冷式イ



11 図
南海電鉄向
2,000 kW,
600 V イグナ
イトロン整流
器の外観
Fig. 11.
External
view of a
2,000 kW,
600 V d-c
12 tank unit
of sealed-off
type air cool-
ed ignitron
rectifier.



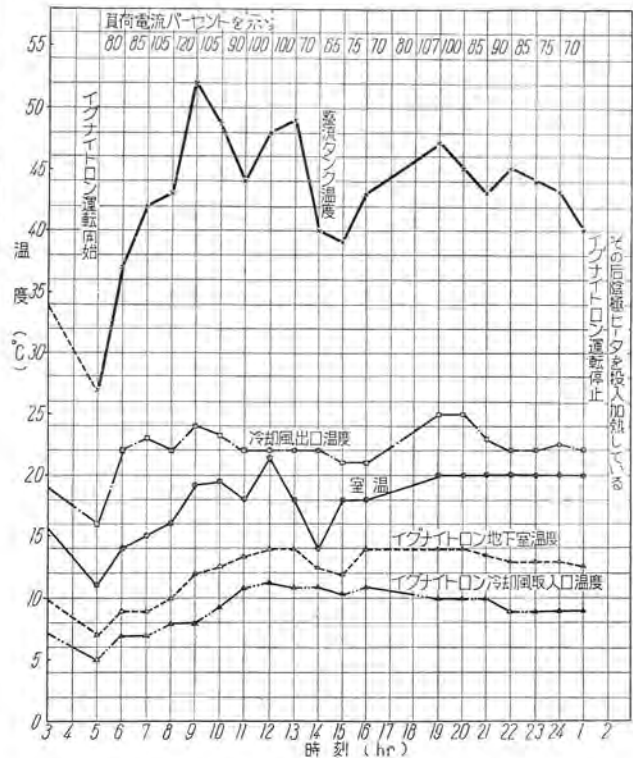
12 図 2,000 kW, 600 V 風冷式密封型イグナイトロン
立合負荷試験記録

Fig. 12. Load test of air cooled type sealed ignitron
rectifier, rated at 2,000 kW, 600 V d-c, 12 tank unit.

イグナイトロンは電流容量としては本邦最大のものであり
その定格は超重負荷とよばれる 300% 負荷 1 分間を 5 分
間隔に 10 回印加するものであった。このイグナイトロン
は 12 タンクを 1 組としているが、そのうち 6 タンク
で 1,000 kW, 600 V に運転しうるように主回路が分割し
てある。したがって冷却扇の自動制御装置は 2 組を設備
して断続運転を行わしている。10 図は変電所の単線結線
図である。11 図は今宮変電所へ設置したイグナイトロンの
外観を示す写真であり、このイグナイトロンは防音対策
と冷却用風洞とを備えたものである。

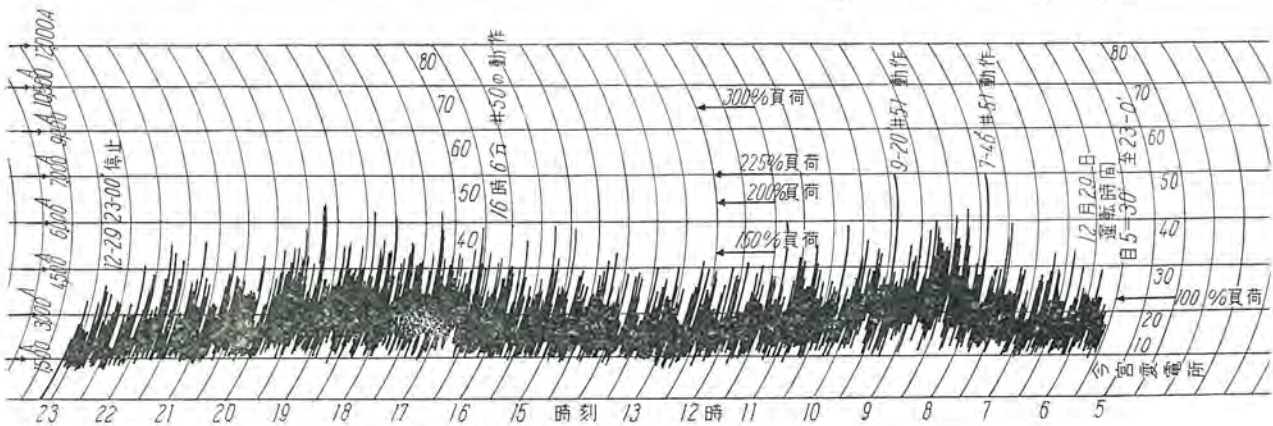
12 タンクをキュービクル内に納めた状態で、工場試験

を行った結果を 12 図に示した。22 時より 100% 負荷
(3,333 A) を基本負荷として 10,000 A の尖頭負荷を 1
分間印加し、反復 10 回行っているが、イグナイトロン
整流タンクおよび同変圧器の温度上昇はさして上昇し
ておらず、150% (5,000 A) 負荷 2 時間のときの温度
上昇は同程度である。今宮変電所は南海電鉄の難波駅
にもっとも近い変電所であるため負荷はきわめて重く
超重負荷の定格にそむかないような負荷がかかっている。
代表的負荷曲線を示せば 13 図のようである。こ
の変電所は尖頭負荷を一応 225% でおさえてリレーを
働かすことにしてあるが時には 300% も負荷されるこ
とがあり、13 図の負荷曲線では 225% 負荷に相当する
7500 A で 3 回/1 日も動作している。また 150% 負荷



14 図 2,000 kW, 600 V 風冷式密封型イグナイトロン整流器
各部温度測定の一例 南海電鉄今宮変電所 昭和 31 年 1 月

Fig. 14. Measurement of temperature rise on sealed-off
ignitron tube with actual load.



13 図 今宮変電所負荷曲線図 昭和 30 年 12 月 29 日

Fig. 13. An example of load charts of 2,000 kW, 600 V sealed-off type air cooled ignitron rectifier.

2時間の定格であるが、朝・夕のラッシュ時には150%負荷1時間は使用され、5分間隔に180%(6,000A)の尖頭負荷が反覆印加されているのも関西私鉄の特長であろう。運転開始は昭和30年12月であり、ときあたかも冷寒時にあつたが変電所内の設備と負荷の状況により各部の温度変化を実測した結果を14図に示した。

この曲線は冷却用風温が約10°Cのときの実負荷時の整流タンク温度上昇を示したものであり、負荷状況は120%負荷1時間程度、平均は85%であった。午前1時まで運転してその後は陰極ヒータ、陽極ヒータを投入して冷却扇を運休せしめて早朝5時まで放置する。そのとき整流タンクは16°の温度低下があり、室温は8°Cの温度降下があるが直に起動しなれば異常は発生していない。

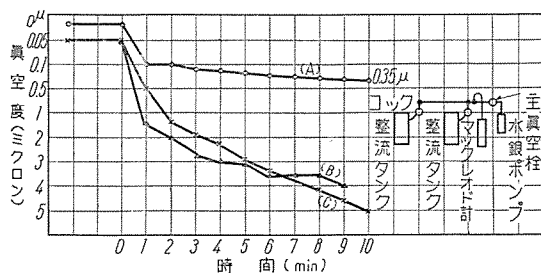
ウ. 研究試験

(1) 電流化成か熱化成か

従来のポンプ付水銀整流器は電流化成を行って整流タンク内の吸蔵ガスを排気せしめていたが三菱では密封型イグナイトロンからはすべて熱化成を行い、電流化成を行って製作していないのである。すなわち熱化成法とは大型イグナイトロンを真空管と同一製作過程で作ることである。この両者の優劣を根本的に究明すべく一部熱化成を行い、その後電流化成を行って製作した整流タンクの密封時のタンク内真空度の測定を行った。

15図は電流化成終了後の無負荷時と負荷時の整流タンク内の真空度の差を実測した曲線である。15図中A曲線は225%負荷を連続通電して化成を行い、その後整流タンクの主コックを閉として無負荷としたときの整流タンク内の真空度の時間的変化を示したものであり、密封時には0.35ミクロンに低下することを示している。

(B),(C)曲線は225%負荷で連続化成し、さらに450%負荷の尖頭負荷を数十回反覆印加して所定の真空度となり、電流化成を一応終了した整流タンクについて主コックを閉めて225%負荷を10分間負荷したときのタンク内の真空度の時間的低下を示したものである。これはすなわち225%相当の負荷、10分



(A) 曲線は225%負荷を連続に通電して化成を行った後主コックを閉めて無負荷としたときの整流タンク内真空度の低下を示す。
(B) (C) 曲線は225%負荷を連続負荷し450%負荷ピークを数十回印加した整流タンクを主コックを閉めて225%負荷を10分間負荷したときの整流タンク内の真空低下を示したものである。

15図 電流化成による整流タンクの密封時の真空度

Fig. 15. Pressure rise in tank at the end of low voltage degassing.

間に比適する過負荷が反覆印加されたとき約5ミクロンにタンク内真空度が低下することを示したものである。しかし密封後アーク放電によってクリーンアップの現象がおきて整流タンク内の真空度が向上し改良するといわれるかもしれないが電流化成法で密封するときには0.1~1ミクロン程度の真空度で密封されることになることは確かである。

これに反して熱化成法で密封する整流タンクは赤熱の状態では1ミクロン以下であり、これは常温まで冷却すれば整流タンク壁に内部残留ガスはすべて吸着され「0.00x」ミクロンのオーダーに改良してしまう。この点で両者の整流タンク内の真空度には著しい差異がある。たとえ450%負荷を通電するも「0.0y」ミクロンのオーダーより低下していない。

(2) 整流タンクの負荷耐量の限界測定

この問題は整流器界における長年にわたる懸案であり容易に決定することができない問題である。換言すれば1つの試験による結果の等価性が水銀整流器においてはどの程度信頼できるかの問題でもある。しかし比較、検討する1つの基準を選定するために等価試験を行うことは確かに有意義である。

ここに提案する方法は据付現場で容易に実施されうる密封型イグナイトロンの良否の判定法である。長年にわたって使用してきた整流タンクが不調となったときどの程度、真空度が劣化し、温度条件による直流逆耐圧値が変化しているかを知ることが必要であり、その程度を知れば2次的的の対策処置ができることになる。

測定方法としては密封したままの状態では定格負荷電流値で電流化成を行う。この電流化成は長ければ長いほど有効である。整流タンクの温度が定常状態になったとき格子、点弧回路をいかしたまま被試験の整流タンクの主陽極回路を遮断して、2秒以内に陽極頭一陰極間に直

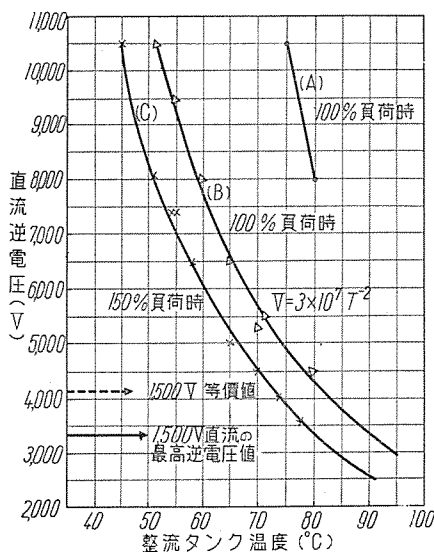
流逆電圧を印加して放

電破壊の有無を測定する。かかることを冷却条件をかえるか、負荷電流を変化して反覆測定して16図のような直流逆電圧破壊値と整流タンク温度との関係曲線を描くのである。

16図の曲線中(A)は100%負荷時の良好なる整流タンクの例；(B)曲線は100%負荷、(C)曲線は150%負荷時の関係曲線である。

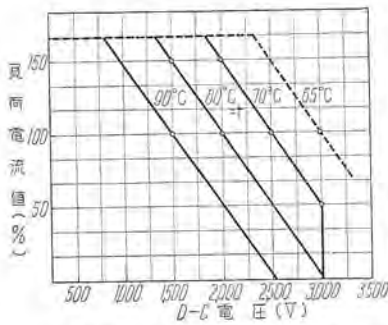
(B)曲線は次式で表わされる。

$$V = 3 \times 10^7 T^{-2} \dots (1)$$



16図 直流逆耐圧試験

Fig. 16. Breakdown test curves by applying d-c inverse voltage.



17 図 位相制御しないときの密封型イグナイトロンの負荷容量曲線
Fig. 17. Load capacity curves of an uncontrolled sealed ignitron rectifier for various temperature of ignitron tube.

この曲線は整流タンクの温度、換言すれば冷却条件と使用限度との1つの関係を示したものであるが、実負荷時との等価性についてはさらに研究する必要がある。しかしこの曲線は別の整流タンクについて研究所で行ったキングドンの等価試験法と相似の関係にあることが判明しており、両者の直流逆電圧値の等化率は10:7程度である。

16 図の曲線群は電流値によって整流タンクの高温度域へ移動し、直流逆電圧値が低くなると双曲線の一部を形成して使用範囲を拡大している。また直流電圧値と主回路方式により、逆電圧の最高値が次式で決まる。この値に等価率として10/7をかけて16 図を使うことができる。

$$\sqrt{6}(\text{イグナイトロン変圧器2次電圧}) \cdots 2 \text{重星形結線}$$

上式を冷却条件より検討すれば(1)式の曲線は直流電圧値がたかくなればなるほど使用領域がせばまることを示している。また直流電圧—電流関係曲線になおしたものが17 図である。

以上は冷却条件を主体とした位相制御しないときの実測研究結果であるが位相制御すれば逆電圧印加期間中のイグナイトロンの責務は回路条件により変化し整流タンク定格電流値と重り角と制御率との間には一定の関係があることが理論的に立証できる。

5. 考 察

以上は国鉄へ納入の3,000 kW, 1,500 V, 重負荷公称定格、および南海電鉄へ納入した2,000 kW, 600 V 超重負荷公称定格の12タンク、風冷式イグナイトロン整流器についての工場試験および実負荷状況の一端を紹介したものであるが、新しい型の密封型イグナイトロンであるために設計者の企図したところを今1度検討してみよう。

1,500 V, 3,000 kW と 600 V, 2,000 kW 容量のものが12タンク方式で交換単位を構成することは現段階にあっては妥当であろう。とにかくこの交換単位が異常なく実負荷運転をしており、13 図に示したように定格どおりの負荷状況にあることは密封型イグナイトロンの発達からみてまことに喜ばしきかぎりである。しかし問題は今後にあることも留意しなくてはならない。そして整流タンクの寿命については2カ年の運転実績しかないため今後の経過に待たねばならぬが、整流タンクの緩慢なる劣化の判定法は今から研究されなくてはならない。

封じ切り型水銀整流器の製作方法は各社各様であり、一定の方法はないが前述した2方法があり、これの優劣の比較は長年月の経過をみなくてはならないが、封じ切り型水銀整流器の性格からみて両方式を比較した場合に整流タンク内部部品がたとえ同一処理を行ったとしても最後の製作過程である化成時に電流化成法は高温部より発生するガス圧力に内部部品を露出せしめる故そのときのガス圧力で部品は一定のガスを吸着した状態で密封されることになる。また将来運転時に発生するならん短絡電流値を仮定しての充分なる電流化成はできない。15 図の試験結果は上記の欠点を実証している。

しかし電流化成法は密封後にアーク放電によってクリーンアップ現象で内部真空度が良好化することを期待できるという人があるであろう。これは熱化成を行った整流タンクにおいても同じように期待できることであり、その期待の程度が整流タンク内壁が高温度になっているだけに大きいことは明瞭である。そしてまた長年月の間にヘリウム検漏器の感度以上のガス漏洩による整流タンクの真空度低下に対するクリーンアップとを合せ考えれば真空の耐久性の賦与という点では在来の真空管製作技術と同一方法である熱化成方法が優位にあることは自明である。

整流タンクの真空低下について検討してみよう。この原因は2大別できる。すなわち整流タンク外部よりの漏洩と整流タンク内部部品からのガス発生である。後者は封じ切り型整流器ではできる限りの処理により排出してあるために僅小である。しかし短絡電流時には排出される可能性はあるがまた吸着されてもとの状態に復する傾向も多い。そこで問題となるのは外部よりのガス漏洩であり、主として溶接部、密封部からである。

溶接部の漏洩は溶接方法自体に大部分左右され、漏洩量は溶接長に正比例する。また大型のタンクは内部ガスの吸着、拡散の点でヘリウム検漏器の感度低下を生じた同一現象がおこる。これらのことは $K \times 10^{-7}$ ミクロン/sec の感度の係数に影響してくる。たとえば K の値が1か9かによって整流タンクの寿命が90年か10年かの差を生ずることになるのである。

こうした点は製作者の製作技術によるものであるが同一程度の技術であれば小型の整流タンクほど K の値が小さくなることは明らかである。

密封型整流タンクの良否の判定は製作者のみならず保守される方々の直面する問題の1つである。密封型整流タンクの故障がどんな条件下でいかなるかたちで現れてくるかは問題であるが、使用限度が逆弧の発生回数できまるとすればその主要原因は真空低下と内部部品の劣化とが挙げられよう。しかし使用の限界に至るまでの途中の変化状況を診断するなんらかの方法が必要である。

研究試験の(b)項は上記の具体的判定法の1つとして提案する方法である。この方法は定格電流値以上の電流化成を行うという点でクリーンアップ現象の促進化を期

待しており、かつまた内部部品の絶縁耐力の確認という直流逆耐圧試験を行って定期的資料を作成しておけば劣化進行程度を判定することができるというのである。

この方法は昭和30年8月17日より9月23日の15日間、のべ173時間にわたる、1,500V負荷試験と研究試験によって立証せられ、その後も製作台数をますごとに追加研究されて、今までに100タンク以上製作した経験と実績から確認された簡便法である。16図は1整流タンクの直流逆電圧—温度特性曲線であるが、これは前述のとおり静的特性であり、陽極に印加される負電圧の時間的遅れ、すなわち主回路を遮断して逆電圧を印加する時間 ($t=2$ 秒) により若干様相を異にするが $t=10$ 秒以内であれば大体類似の傾向にある。

直流1,500Vの最高逆電圧は $\sqrt{6} \times$ (変圧器2次相電圧) であり、この値は大体3,350Vに相当する。直流600Vでは最高逆電圧は1,360Vであって16図の曲線よりみて、1,500Vのものは使用範囲が狭小になっている。直流電圧値が高くなればなるほど冷却条件の上限、下限が接近して使用温度範囲が拘束されることを立証している。

17図は等価率を想定して整流タンク温度の差による直流電圧—電流特性曲線にかきなおしたもので使用領域を示している。しかし整流タンクの定格条項は主回路条件と制御率によって左右されるものでこれが理論的取扱いをしたものが次式である。すなわち

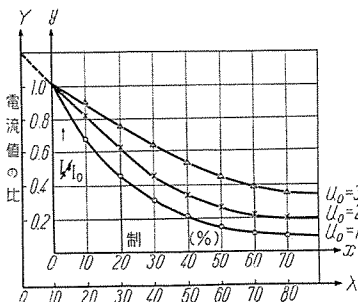
逆弧の発生は逆電圧印加時の飛躍逆電圧と陽極電流変化率によって決定されると想定し、主回路の電圧変動率と重り角と電圧制御のための位相制御角との諸関係をまとめると(2)、(3)式がえられる。

$$\frac{I_0 \cdot \sin^2(\alpha + u)}{I \cdot \sin^2 u_0} \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{\epsilon}{1 + \epsilon} = \frac{\cos \alpha - \cos(\alpha + u)}{2} \dots\dots\dots (3)$$

しかし、
 位相制御しないときの定格電流値 = I_0
 " したときの " = I
 電圧制御のための制御角 = α
 位相制御しないときの重り角 = u_0
 " したときの " = u
 パーセント電圧変動率 = ϵ

(2)(3)式を曲線で表わしたものが18図であり、X-O-Yの座標系は1整流タンクの $\epsilon=3\%$; 6% ; 12% の定格



18図 位相制御を行ったときの整流タンクの電流容量の関係曲線
 Fig. 18. Current rating curves of ignitron tube with voltage control in the region of power limitation.

電流低減率と位相制御の度合を示したものである。この曲線群中 $u_0=27^\circ$; $\epsilon=6\%$ の例をとれば10%の制御率を有する順変換装置は82% ($I/I_0=0.82$) に定格電流値を下げて使う必要があることを物語っている。また電流低減率は主回路のパーセント電圧変動率により大きく左右されることをも示している。すなわち転流リアクトルの挿入は既設の順変換装置の電流定格を増加せしめる一方法であることをも証明している。

設計にあたっては、制御率10%を常時使用する順変換装置にあつてはX-O-Yの座標系に移行した電流定格を有する整流タンクを設計すべきことを示している。

以上のほか整流タンク内の残留イオンの問題を内部構造と冷却条件を勘案して考究しなくてはならない。この件については三菱電機28巻、9号に掲載した「風冷式、3,000kW、1,500Vイグナイトロン整流器」の内容で考察しているからそれを参照されたい。

上記の考察と実測によって順変換装置の定格の内容が把握され、したがって1整流タンクの定格条項である直流電圧、直流電流、制御率を決定することができる。

また封じ切り型整流タンクの経済的成立条件の1つに整流タンク定格の標準化、すなわち種類をできる限り少くして多量生産の性格をもたせるようにすることが考えられる。この方式の具現化の努力は製作者のみならず使用される方々にも有意義である。しかし1種類の整流タンクで500kWから3,000kWまでの容量をただタンク数を増減することによってまかなおうとすることはちょっと無理であるが、主回路方式、すなわち整流器用変圧器の結線方式を変更することによって或る程度克服することができる。これを実施した例がフランスにある。すなわちフランス国鉄の1,500V直流電化用変電所には同国の交流電化用イグナイトロンロコの750V級、300A/1タンクのイグナイトロンをブリッジ結線(グレート結線)方式として1,500V、2,000kW、12タンク方式で納入している。

これは従来使いなれてきた水銀整流器用変圧器の2次巻線が相間リアクトル付2重星形結線に対して、ブリッジ結線では1重星形であるための固有特性差によるものであり、ブリッジ結線では1整流タンクの平均電流値は相間リアクトル付2重星形結線の2倍となるが逆電圧は約 $\frac{1}{2.5}$ に低減するからである。この主回路結線方式の変更は1段下位の電圧階級にある整流タンクを上位の電圧階級に使用しうる方式を提供したものであって実質的には整流タンクの低廉化をはかったことになる。

このブリッジ結線は単極型整流タンクに有利であり、ことに直流電圧のたかいものにはこの方式がもつぱら採用されているので今後この方式の発展が期待される。

6. む す び

今回完成され、運転実績の良好な風冷式、密封型イグナイトロン整流器は容量の点でまた電流定格の点でもと

もに本邦の記録品である。本整流器の設計より完成されるまでの間各方面より多大のご教示とご協力をいただき予定どおり完遂することを得た次第である。完成された密封型整流タンクの性能は在来のポンプ付整流タンクをはるかにしのいだ観があり、ことに風冷式の大容量のイグナイトロンが熱化成のみで製作され、製作工程上1つの進展を示し得たことは記録すべき事項であり、まことに慶賀にたえない。

この種密封型整流器の完成は水銀整流器の応用分野を拡張させ、その将来性に新しい光明を点じたことになった。当社も今回を契期としてさらに一層の研究と開発に尽力するとともに保守、指導の面においても各界のご期待にそうべくご奉公する次第である。

追 記

(2) 式の誘導はつぎのとおりである。

飛躍逆電圧が印加されたときに陽極—陰極間において放電破壊を生ぜしめないための責務 (D_0) を考える。その D_0 は次式で表わすことができる。

$$D_0 = \Delta V_0 \cdot \left(\frac{di_a}{dt} \right) \dots\dots\dots (4)$$

D_0 は位相制御しないときの責務を表わす。また

ΔU_0 = 飛躍逆電圧

$\frac{di_a}{dt}$ = 終期転流率をあらわす

上式は三菱電機 26 巻 2 号 89 頁の式より誘導される。すなわち

$$\Delta V = \frac{2\pi}{p} V_0 \sin u_0 \dots\dots\dots (5)$$

$$\frac{di_a}{dt} = p \cdot f \cdot \frac{I_0}{1 - \cos u_0} \cdot \frac{\Delta V}{V_0} \dots\dots\dots (6)$$

故に

$$\Delta V \cdot \left(\frac{di_a}{dt} \right) = \frac{2\pi}{p} \cdot \omega \cdot V_0 \cdot I_0 \cdot \frac{\sin^2 u_0}{1 - \cos u_0} \dots\dots (7)$$

また同様に位相制御したときもその時の責務を D として表わせば次式となる。

$$D = \frac{2\pi}{p} \cdot \omega \cdot V \cdot I \cdot \frac{\sin^2(\alpha + u)}{\cos \alpha - \cos(\alpha + u)} \dots\dots\dots (8)$$

三菱電機第 25 巻 第 5 号 21 頁 (a) 式より誘導される

$$\frac{\epsilon}{1 + \epsilon} = \frac{\cos \alpha - \cos(\alpha + u)}{2} \dots\dots\dots (3)$$

同様に位相制御しないときのパーセント電圧変動率を考えると

$$\frac{\epsilon}{1 + \epsilon} = \frac{1 - \cos u_0}{2} \dots\dots\dots (9)$$

(3) (9) 式より

$$\cos(\alpha + u) = \cos \alpha + \cos u_0 - 1 \dots\dots\dots (10)$$

(10) 式と $V = V_0$ との仮定を (7) (8) 式に代入すれば

$$\frac{D/I}{D_0/I_0} = \frac{\sin^2(\alpha + u)}{\sin^2 u_0} \dots\dots\dots (11)$$

(11) 式において位相制御したときとしないときの責務が同一であるときの電流定格の比を考えれば、すなわち

$$D = D_0$$

$$\therefore \frac{I_0}{I} = \frac{\sin^2(\alpha + u)}{\sin^2 u_0} \dots\dots\dots (2)$$

参 考 文 献

- (1) 三菱電機, 第 29 巻 第 3 号, 加藤.
「風冷式密封型イグナイトロン整流器」
- (2) 三菱電機, 第 28 巻 第 9 号, 加藤・阪上.
「風冷式 3000 kW, 1500 V イグナイトロン整流器」
- (3) 三菱電機, 第 26 巻 第 2 号, 加藤・鯨岡.
「風冷式イグナイトロン整流器」
- (4) Saul Dushman: "Scientific foundations of vacuum technique."
- (5) The Brown Boveri Review April/May, 1955.
- (6) 昭和 30 年 電気三学会連合大会 # 245, 加藤・奥村.
「イグナイトロン整流器の静的耐逆弧性の測定」

ポリエステル積層板の電気的性質を中心としての検討

世田谷工場 尾 島 学 二*

Studies about Electrical Properties of Polyester Laminated Plates

Setagaya Factory Gakuzi OZIMA

To examine if it is feasible to build a radome by using polyester laminated plates in the present-day Japan, five kinds of resin were selected to manufacture samples. The process accompanies studies on the contents of resin and glass, borane treatment and methods of weaving glass cloth. With these samples electric properties such as dielectric constants and dielectric losses have been considered as principal items. As a result it has been concluded that laminated plates for radar eligible for passing the American Air Force's standard MIL-R-7575 are made available if above each factor is carefully investigated.

1. ま え が き

本文中でのポリエステル積層板とは、ガラス繊維を基材として、これを積層して、ポリエステル樹脂によって、硬化させたものを、よぶこととする。

このポリエステル積層板が、その優れた強度の故に、構成材料として、広く用いられていることは、周知の事実であるが、他方これが強度と共に良好な電気的性質を買われて、レーダの保護用おおい、すなわちレドームとして、欧米において広く用いられているのである。筆者はこの目的のために、ポリエステル積層板の誘電体損失、誘電率、固有抵抗、抗折力、撓み等を測定して、つぎの事項を検討した。

- (1) 現在入手できる樹脂はどんなものか。
- (2) ガラスの含有量は、どれ位が適当であるか。
- (3) 現在行われているガラス繊維の前処理は適当か。
- (4) ガラス布のおりかたは、どんなものがよいか。

2. 樹 脂

ポリエステル樹脂は戦時中、外国、ことに米国において著しい進歩をとげたもので、戦争の落し子という異名でよばれる材料の1種にかぞえられている。

この樹脂は、エステルを構成する二塩基酸および二価アルコールの、どちらか一方、または両方ともに不飽和基を持つ不飽和直鎖ポリエステルに、硬化促進剤として、重合性不飽和モノマーを共重合させて、硬化させたものである。一般には不飽和二塩基酸として、マレイン酸、二価アルコールとしては、ジエチレングリコール、しこうして不飽和モノマーとして、スチロールが用いられるようである。この樹脂は、縮合型樹脂のように、反

応にあたって、水、アンモニア等の、副生成物を発生することがないので熱硬化性樹脂ともよばれ、また適当に触媒および促進剤をえらぶことによって、常温においても硬化現象をおこさせることができるので、常温硬化性樹脂ともよばれているが、最も広くよばれている名称は、低圧成型樹脂である。

これは在来の縮合型樹脂、たとえばフェノール樹脂等の成型には、100 kg/cm²以上の圧力を要するために、特殊の型を設計し、これに十分な強度をもたせる必要がある。したがってこの樹脂では、大型のものの製作は特殊のものをのぞいては、ほとんど不可能であったといえる。しかるにポリエステル樹脂は、ほとんど圧力をかけることなくして、硬化させることができるので、その型は、ごく簡単なものでよく、極端な場合は上型、または下型1個のみでも、成型ができるのである。これが低圧成型樹脂の名で呼ばれるゆえである。

しかしながらこの樹脂が、一般にやかましく、もてはやされる最も大きい原因は、ガラス繊維を用いたこの樹脂の積層板、すなわちここでいうポリエステル積層板の機械的強度が大きいことにあるのである。というのは、この樹脂は特別の前処理をガラスにほどこすことによって、ガラスの表面と非常によくなじむという特別の性質をもっており、このためにガラス繊維のもつ機械的強度を、そのまま発揮させることができるのである。現在国内で入手できるポリエステル樹脂の名称、主な特性を表記すると1表のとおりである。

3. ガラス繊維

ガラス繊維が構造材料として大変よい性質をもっていることはよく知られていることであるが、今ここに関係ある2,3の性質に言及してみよう。まず抗張力および伸

* 工場長

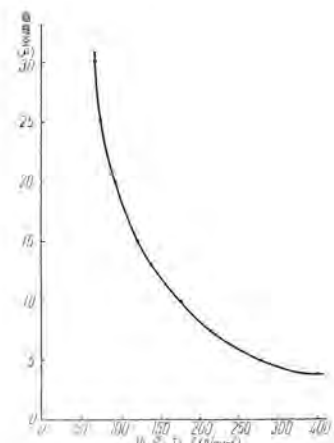
びについて考えてみると、ガラス繊維はその径が小さくなればなるほど抗張力を増大するものであって、その様子は1図のようなもので、この種用途に用いられる大きさのもので 200 kg/mm² から 250 kg/mm² である。またこの抗張力および伸びを他の繊維類と比較して表示すれば2表の如きものである。すなわちその性質は電機バインド用ピアノ線に相当することをみるのである。

つぎにガラス繊維は他の繊維に比して3表にみるように吸湿性が小さいことが積層板製作にあたって除湿工程があるにしても、非常に有利な結果をもたらしているの

である。またガラス繊維は直径が小さいため単位重量あたりのその表面積は2図にみる如く非常に大きい。これがガラス表面に他の天然繊維のように毛ばだちのないことと相まって樹脂となじみをよく

1表 ポリエステル樹脂の種類

樹脂名	用途	性質	樹脂名	用途	性質
Vibrin 108	注型用	無色透明	Pigolac 1057	一般注型用	低粘度 半硬質
112	一般用	特にフィルムに移植に適す	1557A	一般積層用	中粘度 硬質
114	"	低粘度 電気的性質良	170H	耐熱用	耐熱性 約170°C迄
115	耐熱用	約150°C迄耐える	70F	柔軟用	可撓性
117	一般用	中粘度 積層に良い	556	硬質用	耐薬品性 耐磨耗性
121	柔軟用	可撓性良	2004	電気部品(注型用)	電気的性質良
132	硬質用	耐薬品性 耐磨耗性良	2005	大注型用(大耐熱用)	反応性小 収縮率小
135	耐熱用	耐熱性 260°C迄耐える	1500 S	"	自己消火性 良好
151	一般用	大型の積層品に適す	1520 S	"	"
151A	耐熱用	115の改良型	1700 S	"	"
X1055B	子備含浸用	乾燥性	260H	耐熱性用(接着塗装)	260°C迄
X1426	耐熱用	耐熱性良好	2025C	現場施工用	空気乾燥性 ナフテン酸コバルトが入っている
142	"	耐熱性良好	726	耐光用	耐光性良好 色の變化小
Laminac 4110	塗装用	空気乾燥性良好	1607	"	"
4111	電気用	電気的性質良 収縮率大	1608	"	"
4115	金型成型	反応性良	Epilac G 110	(積層用)一般用	中粘度
4116	一般用	注型積層に適す 収縮率小	110A	"	中粘度 空気乾燥性
4119	半柔軟用	半可撓性がある	115	(金型成型用)一般用	高粘度
4123	金型成型	"	155	(注型用)一般用	低粘度
4123 L S	一般用	4123の改良型、軟化点が高い	155A	"	低粘度 空気乾燥性
4129	耐熱用	約150°C迄	H 260	硬質用	高温硬化 耐磨耗性
4134	柔軟用	可撓性良好	258	"	"
4128	積層用	注型積層 軟化点高い	255	"	"
4146	耐熱用	耐熱性良好	F 275	柔軟用	可撓性良好 半軟質
4150	注型用	収縮率小	F 263	"	"
4161	半硬質用	硬質	C 240	注型用	低粘度
4202	硬質用	耐薬品性 耐磨耗性良好	S 205	耐熱用	自己消火性 良好
Marco 21C	電気用	高粘度 電気的性質良	Polylite 8000	積層用	一般標準
26C	注型用	低粘度	8005	"	低粘度
28V	"	低粘度	8006	"	高粘度
28C	一般用	低粘度 ポリエステル量 50%	8010	"	耐光性良
28R	"	中粘度 65%	8001	注型用	一般標準
28H	"	高粘度 70%	8004	"	低反応性
29C	耐熱用	耐熱性良好	8007	積層用	低粘度
30C	柔軟用	可撓性良	8007	"	"
30V	注型用	極低粘度	8008	"	高粘度
31V	"	低粘度 ポリエステル量 47.5%	8027	塗装用	空気乾燥性
31L	"	低粘度 62%	8002	一般用	中粘度
31C	"	低反応性 65%	8009	硬質用	耐化学薬品性 耐溶剤性
32H	金型成型用	Compoundに適合	8061	耐熱用	自己消化性
33C	耐熱用	耐熱性良 低粘度 65%	8150	柔軟用	可撓性良好
33H	"	" 中粘度 75%	Selectron 5003	一般用	透明 積層用に適す
I thix II	ライニング用	高粘度 硬質	5003 L	"	5003の改良型
Bakelite BRSQ 136	柔軟用	可撓性良好	5041 L	耐熱用	耐熱性良好 積層に適す
" 141	積層用	高粘度	5081	注型用	低反応性
" 142	耐熱用	熱変形温度が高い	5083	積層用	高弾性率がある
" 147 (特殊)	注型用	極低粘度	5096	柔軟用	可撓性良好
" 176	積層用	高粘度	5016	耐熱用	熱変形温度高い
" 179	積層用	高粘度	5219	積層用	ナフテン酸コバルト混入 foamを形成する
" 183	金型成型用	"	5922	発泡用	"
" 193	一般用	147の改良	Paraplex P 13	柔軟用	可撓性良好
" 203	不燃用	耐熱性良好	" 43	一般用	"
" 207	室温硬化用	反応性大 速乾性	43HV	金型成型用	高粘度
" 252	金型成型用	結晶粉末	47	一般用	弾性率高い 高粘度
			49	耐熱用	熱変形温度高い



1図 ガラス繊維抗張力と太さの関係曲線

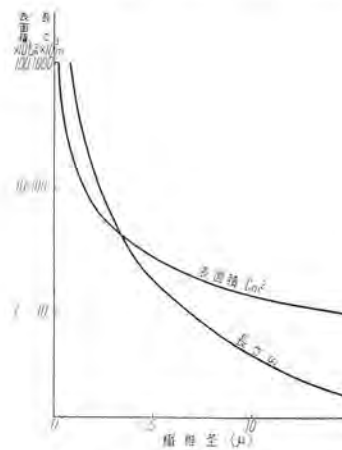
Fig. 1. Curve showing the relation between tensile strength and size of glass fibre.

2表 各種繊維の抗張力と伸びの比較

繊維の種類	太さ (μ)	抗張力 (kg/mm ²)	伸び (%)
ガラス繊維	6.0-7.5	200-250	1-2
木綿	12-25	30-40	6-12
絹	10-24	40-60	27-80
羊毛	20-40	10-20	28-48
人絹	16-22	18-35	18
スフ	12-22	20-40	40
ナイロン	20-30	30-62	15-40
バインド用ピアノ線	0.5mm-1.0mm	200-250	-

3表 各種絶縁材料の吸湿量比較

試料	吸湿量 %			
	相対湿度 20%にて	相対湿度 40%にて	相対湿度 60%にて	相対湿度 80%にて
絹	2.6	3.9	5.7	8.5
絹	3.0	3.7	5.8	9.6
醋酸纖維素	2.1	3.0	4.8	8.7
コンデコナサ紙	1.8	2.8	4.4	8.7
ガラス繊維	0.32	0.34	0.35	0.41



2図 ガラス繊維径に対する1gの長さおよび表面積

Fig. 2. Length and surface area for 1g. of glass fibre.

している原因の1つでもある。しかし表面積が大きいということは、一方通常ガラスのアルカリ含有によっておこる風化現象をはなはだしく促進し、強度の低下をおこすものである。前記のようなガラス繊維の好持性を維持するためには、いかにしてもアルカリ含有量の少ないガラス組成をえらばなければならないことになるのである。4表に外国製品と国産品の分析値を表示しておく。

4表 無アルカリガラス繊維の成分分析例

成分種類	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	B ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	TiO ₂	Na ₂ O	その他	合計
外国品	53.49	14.69	0.18	9.86	16.49	4.58	—	—	—	0.78	100.07
国産品(A)	57.71	14.55	0.38	—	11.43	6.06	8.95	0.65	0.22	—	99.95
国産品(B)	56.32	14.80	0.44	3.26	15.57	3.72	4.86	0.72	0.21	0.06	99.96

ガラス繊維は製造工程中 100 本ないし 200 本の単糸を、高速で引出して、これを集束して1本の糸にし、その後熱糸機または紡糸機にかけるのであるが、これらの作業を容易ならしめるために、その表面に澱粉またはゼラチンのような膠質体と動植物油を適当な分散剤で乳化させた塗料を用いるのである。しかしこの塗料の存在はガラスと樹脂との接着をいちじるしくさまたげ、製品の機械的強度を低下させ、あまつさえ電気的特性を劣化させるものである。したがって上質の積層板を作るためには、まずもってこの塗料をのぞかなければならない。これには5表に示すような3つの方法があり、おのおのその特色を生かして実施されているのである。さらにこの塗料を除かれたガラス繊維の表面をポリエステル樹脂ともしっかりなじみ良好な接着が得られるようにするため、その表面につぎの処理を加える。この処理の代表的なものを6表に表示する。ガラス繊維の表面清浄および表面処理の結果が、ポリエステル積層板としての機械的強度に及ぼす結果を、7表に表示して参考とする。

5表 ガラス繊維表面の清浄方法

清浄方法	方 法	特 色
高温熱処理	500-650°C の加熱炉でガラス繊維の表面の塗料を燃焼除去する	ガラス繊維の加熱による強度の低下がおこるが表面はきれいになる
低温熱処理	275-325°C で熱処理して塗料の油等の揮発分を除去する	前者より加熱による強度の低下は少ないが表面に澱粉等が焼けていてあまりきれいでない
溶剤処理	ベンゾール、ガソリン等の油を除く溶剤を用いて塗料を洗い去る	強度の低下はあまりおこさぬが熱処理のように表面が全般的にきれいにならない

6表 ガラス繊維の処理方法

処理方法	方 法	特 色
ボラン処理	Du Pont 社および Owens Corning 社で採用された方法で Methylacrylate chromic chloride の 20% アソプロピルアルコール溶液を 1% アンモニアで P. H. 5.0-6.5 に調整したものを 0.5-2.0% の水溶液にして用いる	未処理のガラス繊維を用いた積層板に比して 1.2 倍以上の抗折力が得られる
GS-1 処理	Linde Air Product 社で採用された方法で炭化水素に可溶な不飽和シリコンを液状にしてこれにトリエタノールアミンを加えたものを用いる	ボラン処理より更に性能が向上するが処理の均一性が得られにくい
ビニールトリクロロシラン処理	Bjorksten Research Laboratory で採用された方法で Vinyl trichlorosilane (CH ₂ =CH-SiCl ₃) を液状又は気体において用いる	GS-1 処理よりも更に性能が向上するが処理技術は一段と熟練を要する

ポリエステル積層板の電気的性質を中心としての検討・尾島

7表 ガラス繊維の処理によるポリエステル積層板の機械的強度

ガラス繊維の処理	抗折力 kg/mm ²	耐圧強度 kg/mm ²	衝撃強度 kgcm/cm ²
処 理 な し	26.0	11.25	77.6
熱 処 理 の み	36.6	17.60	37.50
ボ ラ ン 処 理	51.3	24.6	46.3
G S - 1 処 理	56.2	23.9	55.1
ビニールトリクロロシラン処理	56.2	32.3	55.1

4. 試 料

ア. 樹 脂

1表に示したポリエステル樹脂のうち、手近に入手できた国産品 2 種および外国品 3 種をえらんだ、この実験では必ずしも用途にたいして最適の試料を作ったわけではないので、樹脂名および製造者名を明記することは誤解をまねくおそれがあるので記号にてこれを A, B, C, D および E として示した、なお参考までに国産品および外国品の記号別を示すと下のようになる。

- A. 外 国 品
- B. 外 国 品
- C. 国 産 品
- D. 国 産 品
- E. 外 国 品

イ. ガラス繊維およびその処理

ガラス繊維には国産無アルカリガラス繊維を用いた。しかしこれを用いて作った目抜織および平織のガラス布を基材として積層板を作った。その要目は8表のとおり

8表 基材として用いたガラス布

織方	厚み mm	経 糸		緯 糸		1m ² 重量 gr	切断荷重 kg/25mm	
		番 号	密 度 本/吋	番 号	密 度 本/吋		経	緯
平 織	0.1	20- $\frac{1}{2}$	42	10- $\frac{1}{2}$	42	105	30	15
目抜織	0.11	20- $\frac{1}{2}$	22	20- $\frac{1}{2}$	22	70	16	16

りである。一般ガラス繊維の表面清浄方法および処理方法については、5表と6表に示して説明したとおりであるが、本試験の試料には製造元にて表面清浄を行った上、下記の如くボラン処理を行ったものと、製造元にて表面清浄を行った後、筆者がボラン処理を行ったものとの2種を採用した。

(1) 製造元におけるボラン処理

ボラン溶液を 0.5~1.0% に水で稀釈し、アンモニアにて中和した液を用いる。ガラス繊維をこの液の中に通し、つぎに水で洗い、乾燥炉にて乾燥する連続作業によるものである。

(2) 当社で行ったボラン処理

ボラン溶液を 2.0% に水で稀釈しアンモニアにて PH が 5~6 になるように調整した液を用いる。ガラス繊維をこの液に 10 分間浸漬し取り出して天日乾燥し、後 50°C の蒸留水で洗い、しかる後乾燥炉で乾燥するものである。

ウ. 試料の作成

所定の寸法の、あらかじめ珪素樹脂離型剤をぬったクロムメッキ鉄板および枠板を、50~60°C に加温し、クロムメッキ鉄板上に枠板を載せ、枠板内の鉄板上に配合樹脂を軽く塗布し、枠板の内寸法より 10 mm 小さく裁断したガラス布を 4 枚のせて配合樹脂を塗布する。この操作を所定のガラス枚数になるまで繰返し、ガラス布が端数になった場合は 4 枚の時と同様に最後に行う。

ガラス布を全部重ね終った後、クロムメッキ鉄板と同じ大きさのセロファン紙を積層ガラス布の上にのせ、手動ゴムローラで少し加圧しつつ、余分の樹脂およびガラス布間の気泡を枠板外に追出し、クロムメッキ鉄板をのせ、それを静かに 50~60°C に加温したハンドプレス熱板上に置き、鉄板間のガラス布がずれぬように徐々に約 5~10 kg/cm² の圧力で加圧した。

所定の時間後ハンドプレスから鉄板を取り出し熟成した積層板を鉄板から剥ぎ取る。

取り出した積層板は室温に冷却し、24 時間放置後、周縁を 10 mm 切断し試料とした。

この時の樹脂の配合は大体下記の如きものである。なお処理温度は前述のように 50~60°C で熟成時間は、6~9 分であった。

・ 樹 脂	100
・ 触媒 (メチルエチル・ケトンパーオキサイド)	1
・ 触媒 (ベンゾイル・パーオキサイド)	1
・ 促進剤 (ナフテン酸コバルト)	0.2~0.3

5. 試験方法

この実験で行った試験のうち主なるものについて、その試験および測定の方法を記してみる。

ア. 機械的試験

(1) 抗折力試験

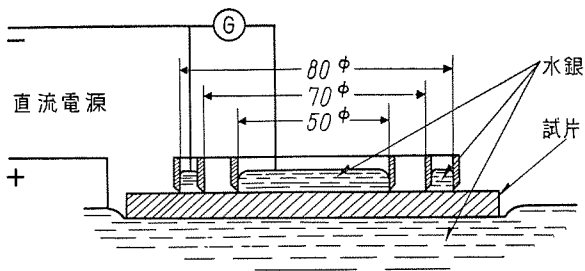
アムスラー 500 kg 万能試験機を用い支点間隔 50 mm にて行い、この時の抗折力および最大たわみを測定した。

抗折力より抗折強度を算出した。

なお試片の大きさには厚さ約 1 mm、幅約 10 mm 長さ約 100 mm を採用した。

イ. 電気的試験

(1) 固有抵抗測定



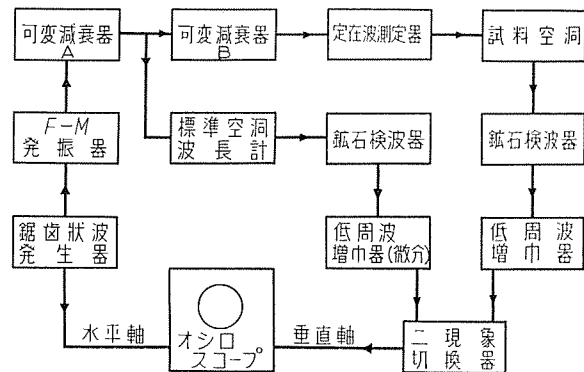
3 図 固有抵抗測定装置

Fig. 3. Specific resistance measuring device.

JIS-C-2103 電気絶縁用ワニスの絶縁試験方法に準じて行った。すなわち 125 mm 角の試料をとり、内径 50 mm, 70 mm および 80 mm の金属環を同心状において、3 図に示す如く水銀を用いて電極を形成して直流 500 V を印加して絶縁抵抗を測定しこれより体積固有抵抗を算出した。

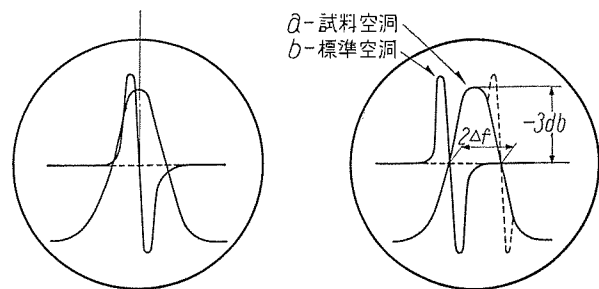
(2) 誘電率および誘電体損失の測定

試料の 3,960 Mc および 9,375 Mc における誘電率および誘電体損失の測定は Cavity Q メータ法によって行った。Q メータ法というのは、試料空洞に試料を入れた時と、試料を除いた時との空洞の共振軸長の変化によって試料の誘電率の値を算定する方法である。そのブロックダイアグラムは 4 図のとおりである。



4 図 Q 測定装置

Fig. 4. Q measuring device.



a. 共振軸長の測定

b. Q の測定

5 図 オシロスコープの図形

Fig. 5. Figures on oscilloscope.

4 図に示すようにクライストロン発振器の反射電極に 300 c/s の鋸歯状波電圧を加えて周波数変調をかける。この出力を可変減衰器 A を経て測定用試料空洞とマーカ用標準空洞波長計との 2 つにわたる。つきにある、可変減衰器 B はこの 2 つの結合をなくするために入れたものである。

試料空洞は 3,960 Mc においては H₀₁₁ 短形空洞 (58 × 29 × 50 mm) また 9,375 Mc においては H₀₁₁ 円形空洞 (42 φ × 43.3 mm) であって、この試料空洞をそれぞれの姿態で励振し、その出力を鉱石検波器によって検出し、広帯域の低周波増幅器、および 2 現象切換器を経てオシロスコープの垂直軸に加える。マーカ用標準空洞波長計には 3,960 Mc、および 9,375 Mc のいずれも H₀₁₁ 円形空洞を用いてある。その検波出

9 表 温度 20°C および 60°C における誘電率および誘電体損失

樹脂	20°C		60°C		ε 変化 %	tanδ 変化 %
	ε	tan δ	ε	tan δ		
A	3.04	0.008	3.14	0.014	3.3	79
B	3.08	0.008	3.14	0.013	2.0	69
C	3.30	0.024	3.56	0.052	7.9	117
D	3.13	0.011	3.24	0.022	3.5	107
E	2.92	0.009	2.92	0.013	0	34

R. H. 58~60% R. T. 17~20°C
試片 42φ×2 Freq 9375 Mc

10 表 吸水前後における誘電率および誘電体損失

樹脂	吸水前		吸水後		ε 変化 %	tan δ 変化 %
	ε	tan δ	ε	tan δ		
A	3.04	0.008	3.44	0.016	13.2	112
B	3.08	0.008	3.28	0.015	6.5	95
C	3.30	0.024	3.92	0.068	18.8	185
D	3.13	0.011	3.32	0.025	6.1	139
E	2.92	0.009	3.06	0.013	4.8	38

R. H. 58~60% R. T. 17~20°C
試片 42φ×2 Freq 9375 Mc

11 表 吸水前後における寸法および重量

樹脂	常 態		吸 水		差 m/m	変 化 %
	厚さ m/m	厚さ m/m	厚さ m/m	厚さ m/m		
A	2.254	2.254	2.268	2.268	0.014	0.62
B	2.244	2.244	2.256	2.256	0.012	0.53
C	2.090	2.090	2.112	2.112	0.022	1.09
D	2.127	2.127	2.136	2.136	0.009	0.42
E	2.258	2.258	2.266	2.266	0.008	0.35
樹脂	直 径		直 径		差 m/m	変 化 %
	m/m	m/m	m/m	m/m		
A	41.622	41.622	41.778	41.778	0.156	0.37
B	41.535	41.535	41.695	41.695	0.160	0.38
C	41.468	41.468	41.875	41.875	0.407	0.98
D	41.760	41.760	41.940	41.940	0.180	0.43
E	41.840	41.840	41.935	41.935	0.095	0.23
樹脂	重 量		重 量		差 m/m	変 化 %
	g	g	g	g		
A	3.7616	3.7616	3.8085	3.8085	0.0469	1.24
B	3.7587	3.7587	3.8069	3.8069	0.0482	1.28
C	3.5509	3.5509	3.6541	3.6541	0.1032	2.9
D	3.6728	3.6728	3.7211	3.7211	0.0483	1.32
E	3.6948	3.6948	3.7216	3.7216	0.0268	0.71

R. H. 58~60% R. T. 17~20°C 試片 42φ×2

力を増幅微分して共振曲線の中心に急峻なスロープを作り、これで周波数を読み、試料挿入時の共振軸長の変化および Q の値の測定を行う、これを 5 図 a と b に示す。

以上の測定によるオシロ上の図形は 20mm/1Mc 程度であり、読みとり誤差は ±0.5mm すなわち 1mm であるから 1 Mc/20 mm に対し 1 mm すなわち 50 kc が観測できる、この場合の Q の測定誤差はほぼ 5 % である、また両共振軸長の読みとりは、これよりはるかに高精度であり、結局誘電率は 2%、誘電体損失は約 10% 程度の誤差内で測定できる。

6. 試験結果

(1) 各樹脂を型込めして試料を作り、20°C および 60°C で 9,375 Mc における誘電率および誘電体損失を測定し、これらの変化率を算出して 9 表を作成した。

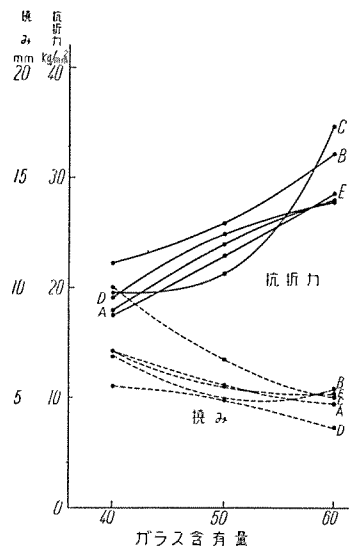
つぎに上記試料を 100°C の蒸留水中にて 2 時間煮沸して吸水させたものについて、誘電率、誘電体損失、試片直径、厚さおよび重量を測定してこれらの変化率を算出して、10 表および 11 表を作成した。

ポリエステル積層板の電気的性質を中心としての検討・尾島

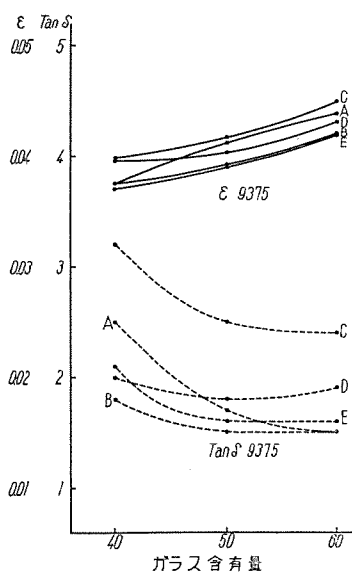
12 表 積層板の諸特性

樹脂	硝子含有量 %	抗折力		誘電率		誘電体損失		体積固有抵抗 ×10 ¹⁴ Ωcm
		kg/mm ²	撓み mm	3960 Mc	9375 Mc	3960 Mc	9375 Mc	
A	40	17.9	14.2	3.65	3.75	—	0.025	1.705
	50	23.9	11.1	3.86	4.11	—	0.017	1.40
	60	27.9	9.4	4.24	4.38	—	0.015	0.819
B	40	22.2	13.8	3.71	3.75	—	0.018	2.08
	50	25.8	9.9	3.88	3.92	—	0.015	1.343
	60	32.1	10.7	4.17	4.20	—	0.015	0.788
C	40	19.5	20.0	3.89	3.98	—	0.032	0.4045
	50	21.2	13.4	4.16	4.17	—	0.025	0.2755
	60	34.6	10.0	4.50	4.49	—	0.024	0.2525
D	40	19.1	11.0	3.76	3.96	—	0.020	2.79
	50	24.9	9.8	4.01	4.03	—	0.018	1.73
	60	27.8	7.3	4.18	4.31	—	0.019	0.945
E	40	17.5	14.2	3.49	3.70	—	0.021	2.64
	60	22.9	11.0	3.83	3.91	—	0.016	1.72
	60	28.5	10.3	4.09	4.19	—	0.016	0.6775

R. H. 48~90% R. T. 18~32°C



6 図 ガラス含有量と抗折力、撓みの関係曲線
Fig. 6. Relation between breakage and deflection.



7 図 ガラス含有量と誘電率、誘電体損失の関係曲線
Fig. 7. Relation among glass content, dielectric constant and dielectric loss.

(2) 各樹脂を用い、ガラス含有量、40%、50% および 60% の積層板を作り、これを試料として常温で抗折力、撓み、誘電率、誘電体損失および体積固有抵抗を測定した。

この結果をまとめて 12 表を作成した。

しかしこれらの結果より、ガラス含有量を横軸にとり、抗折力と撓みを縦軸にとり 6 図を、誘電率と誘電体損失を縦軸にとり 7 図を、体積固有抵抗を縦軸にとり 8 図を、それぞれ作成した。

つぎに上記試料を用いて、20°C、60°C および 100°C にて 9,375 Mc における誘電率および誘電体損失を測定して 13 表を作成した。

なおこの結果より、ガラス含有量を横軸にとり、各温度の誘電率を縦軸にとって 9 図を、各温度の誘電体損失を縦軸にとって 10 図を、それぞれ作成した。

(3) 各樹脂を用い、ガラス含有量、40%、50% および 60% の積層

13表 積層板の 20°C, 60°C および 100°C における誘電特性

樹脂	ガラス含有量 %	20°C		60°C		100°C	
		ε	tan δ	ε	tan δ	ε	tan δ
A	40	3.695	0.011	3.81	0.019	3.875	—
	50	4.05	0.011	4.11	0.017	4.18	—
	60	4.27	0.0105	4.38	0.0155	4.45	—
B	40	3.65	0.010	3.785	0.016	3.845	—
	50	3.96	0.0115	4.07	0.0165	4.125	—
	60	4.28	0.0105	4.38	0.015	4.44	—
C	40	3.795	0.023	3.935	0.0405	4.095	—
	50	4.205	0.0205	4.34	0.0335	4.505	—
	60	4.405	0.019	4.59	0.0305	4.67	—
D	40	3.75	0.012	3.87	0.0205	3.985	—
	50	4.095	0.0125	4.235	0.018	4.3	—
	60	4.37	0.0115	4.425	0.016	4.505	—
E	40	3.60	0.0125	3.67	0.017	3.685	—
	50	3.98	0.0125	4.03	0.0155	4.055	—
	60	4.35	0.0105	4.38	0.0145	4.40	—
		4.03	0.0135	4.135	0.020	4.21	—

R. H. 56~61% R. T. 15~20°C Freq 9375 Mc

14表 製造元にてボラン処理を行った積層板の諸特性

樹脂	ガラス含有量 %	抗折力		誘電率		誘電体損失	
		kg/mm ²	撓み mm	3960Mc	9375Mc	3960Mc	9375Mc
A	40	15.45	11.95	3.615	3.67		
	50	23.9	11.3	3.805	3.885		0.0195
	60	29.7	8.15	4.115	4.35		0.014
B	40	16.45	12.0	3.59	3.675		0.015
	50	24.7	9.85	3.835	3.885		0.0155
	60	35.9	10.85	4.235			
C	40			3.78	3.85		
	50	22.05	13.85	4.15	4.125		0.0215
	60	37.05	9.7	4.435	4.465		0.019
D	40	15.45	16.35	3.65	3.645		
	50	22.45	15.5	3.88	3.895		0.019
	60	28.35	10.4	4.13	4.135		0.02
E	40	15.8	13.25	3.28	3.635		
	50	22.0	10.5	3.755	3.835		0.0175
	60	24.6	9.85	3.965	4.015		0.0145

R. H. 48~92% R. T. 18~32°C

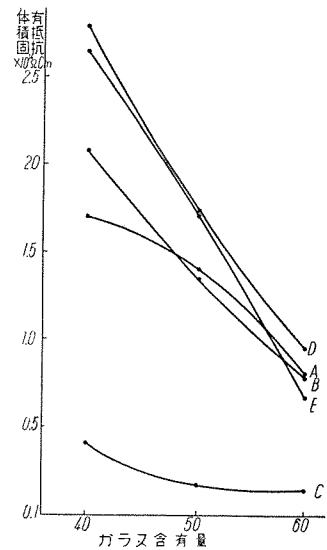
15表 当社にてボラン処理を行った積層板の諸特性

樹脂	ガラス含有量 %	抗折力		誘電率		誘電体損失	
		kg/mm ²	撓み mm	3960Mc	9375Mc	3960Mc	9375Mc
A	40	20.35	16.4	3.69	3.835		0.0265
	50	23.8	10.8	3.915	4.335		0.0145
	60	26.15	10.55	4.355	4.41		0.015
B	40	28.0	15.5	3.825	3.815		0.175
	50	26.95	10.0	3.915	3.96		0.0125
	60	28.3	10.55	4.095	4.175		0.0155
C	40	19.5	17.95	4.005	4.105		0.032
	50	20.35	13.0	4.175	4.22		0.029
	60	32.1	10.3	4.57	4.52		0.028
D	40	22.7	16.55	3.875	4.265		0.020
	50	27.25	12.65	4.145	4.17		0.0175
	60	27.15	9.8	4.23	4.49		0.0175
E	40	19.15	15.15	3.69	3.77		0.0205
	50	23.85	11.4	3.905	3.975		0.015
	60	32.35	10.65	4.22	4.355		0.185
							0.0235

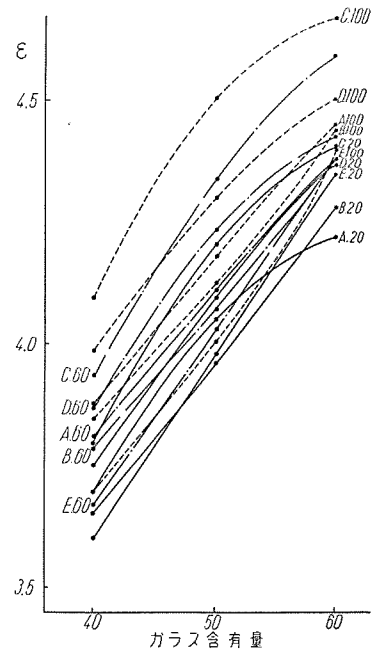
R. H. 48~92% R. T. 18~32°C

板を作るにあたり、そのガラス繊維のボラン処理を、製造元および当社の両方で行ったものについて、抗折力、撓み、誘電率および誘電体損失を測定した結果をもって 14表と 15表を作成した。

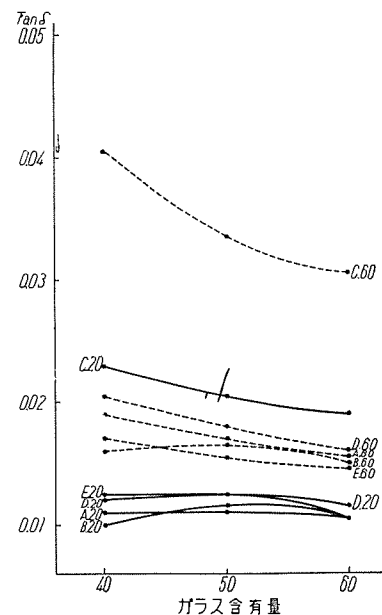
(4) 各樹脂を用いガラス含有量、40%、50% および 60% の積層板を作るにあたり、その基材として、目抜織のガラス布を用いたものおよび平織のガラス布を用いた



8図 ガラス含有量と体積固有抵抗の関係曲線
Fig. 8. Relation between glass content and volume specific resistance.



9図 各湿度におけるガラス含有量と誘電率の関係曲線 (樹脂記号につづく数字は摂氏温度を示す)
Fig. 9. Relation between glass contents and dielectric constant at various temperature.



10図 各温度におけるガラス含有量と誘電体損失の関係曲線 (樹脂記号につづく数字は摂氏温度を示す)
Fig. 10. Relation between glass contents and dielectric loss at various temperature.

16 表 目抜織布を用いた積層板の諸特性

樹脂	含有量 %	抗折力		誘電率		誘電体損失		体積固有 抵抗× 10 ¹⁴ Ω cm
		kg/mm ²	撓み mm	3960Mc	9375Mc	3960Mc	9375Mc	
A	40	20.2	15.1	3.63	3.785	—	0.022	1.06
	50	25.6	11.95	3.82	4.16	0.016	0.0135	0.82
	60	24.9	10.65	4.175	4.31	—	0.012	0.628
B	40	23.3	16.5	3.725	3.805	—	0.0175	1.08
	50	30.35	12.25	3.88	3.92	0.015	0.012	0.996
	60	34.65	11.9	4.185	—	—	0.012	0.386
C	40	20.25	18.1	3.99	4.03	—	—	0.268
	50	27.65	14.0	4.195	4.105	0.0225	0.023	0.248
	60	35.85	10.0	4.475	4.345	—	0.0195	0.202
D	40	20.15	18.75	3.735	3.99	—	—	3.05
	50	22.9	15.8	4.015	3.935	0.0155	0.0145	1.41
	60	23.6	12.1	4.11	4.295	—	0.018	0.67
E	40	20.75	16.0	3.39	3.745	—	0.0215	1.88
	50	26.7	10.9	3.80	3.85	0.016	0.0155	1.51
	60	32.2	12.35	4.015	4.14	—	0.017	0.828

R. H. 48~92%

R. T. 18~32°C

ものについてこれが抗折力、撓み、誘電率、誘電体損失および体積固有抵抗を測定した結果をもって、16表と17表を作成した。

7. 考 察

上記成績結果から本実績計画の範囲、すなわち使用した5種類の樹脂、無アルカリガラス繊維の目抜織および平織、ガラス含有量40%、50%および60%、誘電特性の測定周波数3,960 Mcおよび9,375 Mc、かつその測定温度20°C、60°Cおよび100°Cにおいてつぎのように考察できると思う。

ア. 樹 脂

常態における誘電率は、樹脂により10%以上差異があるが、誘電体損失は樹脂によって150%以上の差異がある。

これが吸水状態になると、誘電率は25%以上、誘電体損失は500%以上の差異となる。また60°Cの温度になると、誘電率は20%以上誘電体損失は400%以上の差異となる。すなわち常温において誘電率の小さく誘電体損失の小さい誘電特性の優秀なものと、しからざるものとの特性の優劣の差は、吸水状態や60°Cにおいてはますます甚しくなる。

なお吸水による厚さおよび直径の変化は、誘電特性のよいものは0.3%以下で、わるいものは1%以上であり、重量変化も誘電特性のよいものは1%以下で、わるいものは3%以上におよぶ。

イ. 積 層 板

抗折力および撓みについていえば、抗折力はガラス含有量と共に大きくなり、撓みはガラス含有量と共に小さくなる、この変化の傾向は樹脂の種類によってちがう。

誘電率および誘電体損失については、誘電率はガラス含有量と共に大きくなるがその傾向はガラス含有量にたいして直線的である。誘電体損失はガラス含有量と共に小さくなるが、その傾向はガラス含有量が大きくなるほど小さい、誘電特性の優れた樹脂を用いた積層板はやは

ポリエステル積層板の電気的性質を中心としての検討・尾島

17 表 平織布を用いた積層板の諸特性

樹脂	含有量 %	抗折力		誘電率		誘電体損失		体積固有 抵抗× 10 ¹⁴ Ω cm
		kg/mm ²	撓み mm	3960Mc	9375Mc	3960Mc	9375Mc	
A	40	15.6	13.25	3.675	3.72	—	—	2.35
	50	22.1	10.15	3.9	4.06	—	0.0205	1.98
	60	30.95	8.05	4.295	4.45	—	0.017	1.01
B	40	21.15	11.0	3.69	3.685	—	—	3.08
	50	21.3	7.6	3.87	3.924	—	0.0185	1.69
	60	29.55	9.5	4.145	4.195	—	0.017	1.19
C	40	—	—	3.795	3.925	—	—	0.541
	50	14.75	12.85	4.13	4.24	—	0.0275	0.303
	60	33.3	10.0	4.53	4.64	—	0.0275	0.303
D	40	18.0	14.15	3.79	3.92	—	—	2.53
	50	26.8	12.35	4.01	4.13	—	0.022	2.05
	60	26.9	8.1	4.25	4.33	—	0.0195	1.22
E	40	14.2	12.4	3.58	3.66	—	—	3.40
	50	19.15	11.0	3.86	3.96	—	0.017	1.93
	60	24.75	8.15	4.17	4.23	—	0.016	0.527

R. H. 48~92%

R. T. 18~32°C

り誘電特性が優れている。

体積固有抵抗はガラス含有量と共に急激に低下する。試料中誘電特性のはなはだしくわるい樹脂を用いた1つの積層板の固有抵抗は小さい。その低下も緩慢であるが、全体的からみて誘電特性と固有抵抗の関連性はみとめられない。

高温時の誘電特性についていえば、誘電率はガラス含有量と共に大きくなるが、誘電特性の優秀なものは温度が上がっても、ガラス含有量にたいして直線的な変化をするが、それでないものは温度が上がると飽和的に変化をするようになる。誘電体損失はガラス含有量と共に小さくなるが、その変化は温度が高くなるほど大きくなる。

ウ. ボラン処理

抗折力および撓みについては、ガラス含有量40%では当社で行った方は、製造元で行ったものよりすぐれているが、ガラス含有量60%ではその差異はみられない。

しかし全体として当社で行ったものの方がバラッキが小さいようである、また樹脂の種類によってボラン処理の影響は同一でないようである。

誘電率については、当社で行ったものが約5%大きく、誘電体損失は1つの例外をのぞけば当社で行った方が約6%小さい。しかし前述の例外においては当社で行ったものは、50%も誘電体損失が増加している。しかしてこの誘電特性にたいしても樹脂、種類によってボラン処理の影響は同一でないようである。

エ. 目抜織と平織のガラス布

抗折力においては約18%、撓みにおいては約27%目抜織の方がすぐれているが、撓みの影響は樹脂の種類によって同一でないようである。

誘電率においては約2%、誘電体損失においては約30%目抜織の方が小さい、しかしこれについても撓みの影響は樹脂の種類によって同じでないようである。

固有抵抗においては約60%目抜織の方が小さい、しかしてこの特性についても撓みの影響は樹脂の種類によって同一でないようである。

18 表 方探周波用樹脂および積層板の特性

	特 性	標準条件	浸漬条件
樹 脂	誘 電 率	2.9	3.0
	誘 電 体 損 失	0.020	0.025
積 層 板	誘 電 率	4.1	4.3
	誘 電 体 損 失	0.020	0.025

標準条件: 温度 23±1°C 相対湿度 50±4% の中に 4 日間保持後行う。
 浸漬条件: 室温における蒸留水中に 24 時間浸漬した後表面の水をぬぐいさ
 けて行う。

7. む す び

ポリエステル積層板について実験を行いその電気的性質を中心としてその結果を検討しこれに考察も加えてつぎのように一応の結論を得た。

(1) 現在入手できる樹脂の中には優秀なものもあるが、さほど優秀でないものもある。しかし優秀の差は吸水または高温の状態では激しくなる。

(2) ガラス含有量は体積固有抵抗を考えれば少ない方がよく、機械的特性を考えれば多い方がよい。しかし誘電特性からいえば 50% および 60% がよいことになる。

(3) ガラス繊維のボラン処理は使用するガラスおよび樹脂に応じて適当なものを選ばなければならない。今後の研究にまつところが多い。

(4) ガラス布の織方について、一応目抜織と平織を検討してみたが、これは使用する樹脂、ガラスの前処理と共に考えて見るべきことであってポリエステル積層板専用の織り方が生まれるであろうことが予想される。

上記の如くはなはだまとまらぬ結論を出したのであるが、参考までに米国防空軍規格 MIL-R-7575 から方探周

波用の樹脂および積層板の規格値をひろって 18 表に示す。これからみて、われわれは樹脂、ガラス布の織方、ガラス繊維、およびその処理方法をえらぶことにより誘電特性がこの規格に合格するものを、充分製作しようと考えている。ただ本規格の機械的性質に対して、本文中の試料の性質が幾分劣っているのは、試料製作の場合の不手際によるもので、この規格の機械的性質に充分合格するものを製作し得ることは、他の実験において確かである。

なお本実験中使用した樹脂のうち国産品の 1 種にはなはだしく誘電特性の劣るものがあったが、最近発表された同品の改良品はかなり優秀な誘電特性を示していることを付記しておく。

本文を終るにあたり試料の製作特性の測定にご配慮を賜った当社無線機製作所機器製造部開発課、研究所化学第 1 研究室、研究所材料研究室および世田谷工場技術課の各位に厚く感謝の意を表する次第である。

引 用 文 献

- (1) Samuel S. Oleesky: Designing Radomes for Supersonic Speeds, Electronics, Jan. 1954 p. 130.
- (2) 関野政一: ガラス繊維補強樹脂, 化学と工業, 第 7 巻 第 1 号 14 頁.
- (3) 合成樹脂工業技術研究会編: ポリエステル加工の実際, 第 1 編ポリエステルの特性と応用技術 (秋田務).
- (4) 関野政一: ガラス繊維強化プラスチック積層品の強度, 強化プラスチック第 1 巻第 1 号 46 頁.
- (5) 秋田 務: ポリエステル樹脂工業, 第 3 巻.
- (6) ガラス繊維製造者 カタログ
- (7) ポリエステル樹脂製造者 カタログ

粉末切断とその銅合金への応用

伊丹製作所 岩 佐 実*

Powder Cutting Applied to Copper Alloy

Itami Works Minoru IWASA

Copper or Copper alloy is the principal and indispensable material of electrical apparatus. Cutting them into a shape employs varied processes, of which powder cutting, relatively new method, has come to attract attention. The process resembles to the old gas cutting but special powder is used with oxygen gas or is supplied separately by air or nitrogen, its physical and chemical function being made use of. According to the powder employed, it is divided into three major methods such as iron rich powder process, flux injection process and oxykinetic process.

1. ま え が き

元来電気機器には銅または銅合金が多く使用されるのは本質的なものであり、さけられぬことであるから電気機器の製作に当っては必ず銅材料の加工が伴うのである。

この加工の第一段階が切断であるから銅材の切断はまったくありふれたことであるが、この場合普通に銅材というのも銅線が主であるから問題はないのであるが、これが銅板でその厚さも厚く 10mm 以上になると問題である。まして切断線が曲線でもあるとまったくうまい切断の方法がなかった。近年になって欧米諸国から輸入せられたまたは国産化せられたコンターソーイングマシンがあるので大分この曲線切断が容易になってきた。

一方やはり欧米において発達してきたものに粉末切断法 (Powder cutting process) がある。この方法によるとさらに容易に安直に銅合金材料・不銹鋼・鋳物等が切断せられる。この方法は従来のガス切断方法と似ているのであるが、ただ特殊の粉末を使用する点が異なるのであってすでに各種の応用や実施例が発表されているが、それらの多くは不銹鋼関係であるのでここには他にあまり発表されていない銅合金系統の切断について記述したい。

2. 装 置

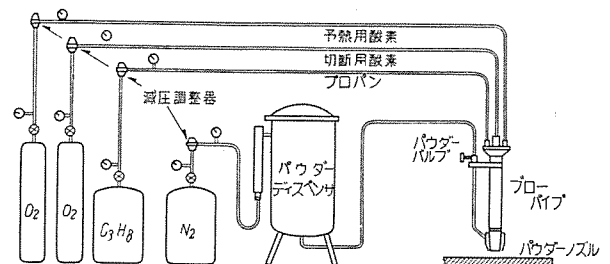
普通にガス切断と称しているのは正確には酸素アセチレンまたは最近流行の酸素プロパン切断であってこれらはいずれも低炭素鋼の切断に使用されているものである。

この切断方法の機構は簡単にいえば酸素アセチレン焰または酸素プロパン焰で加熱をし、一部溶融状態となった所を酸素気流により酸化・燃焼させて酸化生成物のスラグが溶融し、流動しやすい状態にあるのを吹飛ばす。スラグがとれるとまたつぎの加熱された鉄地金が酸素気

流にさらされて酸化され吹飛ばされて切断が継続される。これを不銹鋼・銅合金に応用しても酸化しにくい。局部的高温が得難い。酸化生成物が地金より溶融しにくい。したがってスラグが流動せず、切断が継続しない等の困難が重なるため切断ができないのである。これを解決するために粉末を酸素の中に入れ、または別に空気や窒素で送給し物理的および化学的に以上の点を解決するものであってその使用する粉末により3方法に分類される。

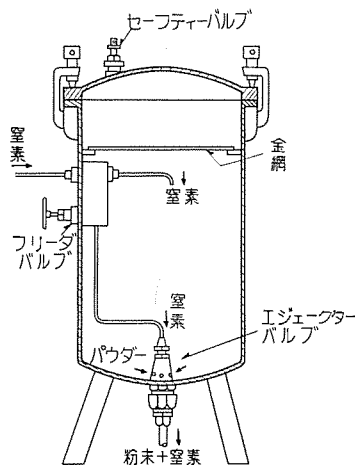
すなわち Iron rich powder process
Flux injection process
Oxykinetic process

以上はいずれも同様の原理であるがここには筆者の使用している“Iron rich powder process”について説明する。装置の概略は1図に示すとおりであってその最も重要な部分はパウダー・ディスペンサ (Powder dispenser) と称するものである。(2図参照) この方法においては粉末 (powder) として鉄粉その他が使用される。(粉末の詳細は後述する) この粉末を一定量連続的に酸素気流中に送給するためにパウダー・ディスペンサおよび送給管があり、またブロー・パイプ (blow pipe) の先端に同心的に粉末を噴出させるべくパウダー・ノズル (powder nozzle) がついている。この系統があることが粉末切断の他のガス切断と異なる所である。



1図 粉末切断の機構
Fig. 1. Mechanism of powder cutting.

粉末はディスペンサの中に入れられ、送給管に送り出されるがこの際連続的かつ一定流量ということが重要であり同時に困難なことであるからディスペンサの良否はここで定まる。米国 Linde 社のディスペンサでは粉末の流量の調整を送給ガスの圧力とブリーダー・バルブ (bleeder valve) の開閉度で行い流量を増すためには送給ガスの圧力を上げる。粉末の流れは節をもった脈流になりやすくこれを防止して安定な一様の流れを得ることは困難であるが、これはブリーダー・バルブの開閉度により調節される。さらに粉末の種類・形状・湿度摩擦係数等の特性により、また送給管 (ゴムホース) の摩擦等によっても変化する。



2 図 パウダー・ディスペンサ
Fig. 2. Powder dispenser.

ディスペンサには 2 図の如く ejecter type のもの、下から粉末を吸上げる injector type のもの、さらには電氣的・機械的に微動を与える vibration type のもの等種々あって一定量の粉末の流れを得るべく製作されているが、その根本のエジェクター・バルブまたはインジェクター・バルブは粉末の種類・形状・粒度等により、それぞれ適応した構造をもっておらねばならないがまだ満足なものは少いようである。

また、銅および銅合金材料を粉末切断するときは後述する如く消費される粉末の量も著しく増大するのでこれにともないディスペンサ、パウダー・ノズル等も一部改造してその要求に適合させなければならない。

3. 粉末および送給ガス

粉末は標準粉末としては鉄粉を用いる。鉄粉はメーカーにより種類があるがその一例の成分および粒度を 1 表に示す。

1 表 標準粉末の組成および粒度

		Linde #200 (%)	AGA (%)	電解鉄粉 (%)
組 成	C	0.13	0.14	0.04
	Si	0.26	0.30	0.17
	Mn	0.18	0.06	0.02
	P	0.008	0.012	0.016
	S	0.014	0.008	0.018
粒 度	100~150 mesh	10.0	22.0	1.5
	150~200	14.0	28.0	22.0
	200~300	52.0	30.0	48.0
	300~	24.0	20.0	28.5

Linde 社および AGA の粉末は不銹鋼切断用として輸入したものであるがその組成からみると軟鋼によく似ている。電解鉄粉と称しているものは筆者の工場に輸入品に代るべき国産品として使用しているものである。各種粉末の切断性能には大きな差異はないようであるが、国産の電解鉄粉は輸入品に比べればディスペンサからの噴出量が少くエジェクター・バルブ、パウダー・ノズル等を改良する必要がある。これはその粉末の形状・摩擦等によると思われる。これらの標準粉末のみで不銹鋼・

合金鋼・鋳鉄等は充分切断できる。しかし銅合金では熱伝導がよいので局部的に高温にするには熱量不足であり、鉄粉の酸化熱だけでは切断できる温度にならない。このためアルミニウム粉末を混合してさらに加熱の程度を高めると切断の目的が達せられる。このアルミニウム粉末の混合割合は切断する材料により比率をかえる。(2 表参照)

2 表 粉末の混合率 (Linde)

被 切 断 材 料	標準粉末 (%)	アルミニウム粉末 (%)
スクラップ	90	10
スクラップ (大物) および非鉄金属 (25mm 以下)	85	15
アルミニウム・黄銅・青銅	75	25
ニッケル・モネル・黄銅 (大物)・ハステロイ・コンクリート	70	30
黄銅および青銅 (150mm 以上)・銅	60	40

この混合粉末で最も注意を要するのが混合度であって十分に混合していないと粉末の流れが定常状態にならないし、切断された面に凹凸ができる。これは切断速度の大きな場合にはその影響が大きくなるからさらに一段の注意が必要である。このアルミニウム粉末もその粒度が

3 表 アルミニウム粉末の粒度

粒 度 (mesh)	重 量 (%)
100~150	0.5
150~200	16.0
200~300	39.5
300~	44.0

粒度は鉄・アルミニウム共に細かい方が燃焼しやすく能力がよいと考えられるが、一方送給管その他でつまりやすく湿気もちやすい等の欠点があり、その間に適当な点があるように思われる。

湿気については極度に警戒しなければならないのであって吸湿剤を入れた容器に密封し、さらに使用前には真空乾燥を行うのがよい。真空にする理由は微粉であるために単に高温にするのでは容易に酸化してしまうからである。このように乾燥した粉末を送給するガスはやはり乾燥していなければならない。仕事の最中につまるとかいうことのないようにとくに乾燥に気をつけ、このためコンプレッサからの空気はだめであって筆者の工場ではポンベにつめた窒素を購入して使用している。

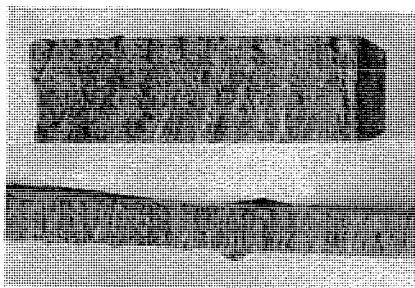
4. 黄銅板の粉末切断

従来黄銅板の円形切断および曲線切断は剪断機で荒切したものを機械切削していたが、最近では板厚 5 mm 以下はブルマックス (ニブリングマシンの一種)、それ以上は粉末切断している。ただし粉末切断した板の切断面は凹凸も大きく義理にも美麗とはいえないのでそのまま使用するのはちょっと無理であって、粉末切断後かならず研磨するかまたは機械切削する必要がある。(3 図参照) また粉末切断後、溶接するときも切断したままではスラグを混入するおそれもあるので、溶接前に必ず研磨または機械切削しておかなければならない。

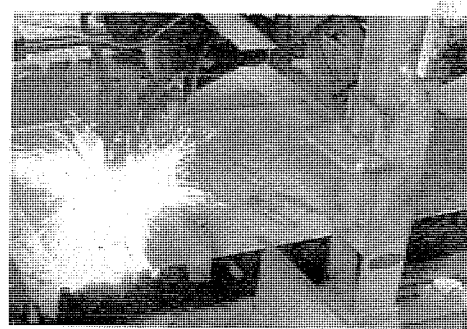
黄銅板の粉末切断はステンレス鋼に比較すれば相当困難で、現在までに切断した最大板厚は 1 枚板では 26 mm であるが、筆者の工場ではこれ以上の板厚の黄銅板を使用しないので粉末切断し得る最大板厚がどれ位かはちょっと予測できない。しかし板厚 10 mm の黄銅板を 4 枚

重ねた、重ね切断(stack cutting)が楽にできるところから考えれば、1枚板のときは40mm以上かなりの板厚まで切断可能と思われる。(重ね切断については後述する)

粉末も標準粉末とアルミニウム粉末の混合粉末を使用しその量も多くまた切断酸素火口も一段階大きいものを使用しなければならない。(4表参



3 図 黄銅板 10,26 mm の切断面
Fig. 3. Cross section of brass plate.



4 図 黄銅板の切断作業
Fig. 4. Cutting work of brass plate.

4 表 黄銅板 10 mm の粉末切断条件

粉 末	混合粉末 (標準粉末 75% アルミニウム粉末 25%)
酸素圧力 (kg/cm ²)	4
プロパン圧力 (kg/cm ²)	0.3
窒素圧力 (kg/cm ²)	0.35
粉末消費量 (kg/hr)	7
切断速度 (mm/min)	500
切断火口	10/10

注 1. 使用装置

ディスペンサ Linde 製 容量 25 lbs
ブロー・パイプ 自家製
パウダー・ノズル 自家製

注 2. 切断火口 10/10:— 火口の口径 10/10 mm すなわち 1 mm

注 3. 予熱としてプロパンを使用しているがアセチレンでもなら差支えない。ただし圧力 0.3 kg/cm² 以上を必要とする。

照)

黄銅板の粉末切断を 18-8 Cr-Ni ステンレス鋼の切断と比較した場合、第一に注目されるのは切断速度がむしろ速いことである。これは切断速度がおそいと母材の熱伝導がよいので切断部附近が相当広範囲にわたって高温で熱せられ、一部溶融したりまた溶融しなくても切断面の凹凸が大きく、切溝の幅が大きくなる傾向があるからでこのために切断速度はできるだけ速くした方がよいようであり、この方が切断面も美麗であり、また母材に与える熱影響も少い。しかしあまり切断速度をあげすぎると切断不能となるから切断線の裏側からスラグがトロトロと落ちる程度を標準としている。このときに最も重要なことは粉末が常に一定の流量で噴出されることで少しでも不同があると、たちまち裏まで貫通せずに火を噴き、逆火して切断できないばかりでなく母材を大きく傷つけて不良品となる。粉末は混合粉末であるのでその使用量も重量的にはステンレス鋼切断のときとほとんど変わらないが容量はアルミニウム粉末の比重が小さいので約 40% 増となり、したがって、ブロー・パイプのパウダー・ノズルも一段大きいものを使用する。

切断中はアルミニウム粉末が燃焼して出す光線が非常に強く、また白焰もたちこめて見難い。(4図参照)肉眼で見ると電弧溶接のアークほどではないが、相当眼を痛めるから注意を要する。また、切断中にときどき大きなスパッタが飛散し火傷の危険もあり、皮膚を露出させることは避けた方がよい。

切断後、切断面に付着しているスラグはケレンハンマで叩き落し、後ワイヤーブラシで清掃しても完全に除去することは難かしい。これは薄板ほど取難く厚板ともなれば上端を除き、はるかに取除きやすくなる。

粉末切断とその銅合金への応用・岩佐

粉末切断後溶接するときは、切断面を研磨または機械切削してスラグを完全に除去してから溶接すべきで、もしそのまま溶接すればスラグを混合して溶接不良の原因となる。

黄銅板の重ね切断はさきにちょっと述べたように筆者の工場で実験したところでは、10mm板4枚の重ね切断は楽にできた。ただしこの時にはクランプしてある程度、板と板の間隙を少なくしておかなければならない。粉末切断によれば軟鋼およびステンレス鋼の重ね切断が板をクランプしなくても楽に切断できるのと比較して、この点が劣っている。切断条件は5表に示す如く粉末消費量および切断酸素火口が大きく切断速度がやや落ちるが切断面ははなはだ優秀である。

5. 銅板の粉末切断

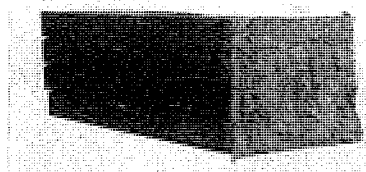
銅板はとくに熱伝導がよいのでこれを切断するためには非常に大きな熱量が必要であるから粉末もアルミニウム粉末 40% を含む混合粉末を使用する。(2表参照)この混合粉末を使用しても銅板の粉末切断は黄銅板にくらべて相当難しく、切り始めがやや困難で溶融する傾向がありまた大きなスパッタが飛ぶ。しかし一旦切断が開始されると後は容易で黄銅板に劣らず切断できる。(6図参照)

銅板はさきにも述べたように熱伝導度が非常に高いから切断線の後半になると切断速度を速くしなければ切断

部附近が溶融して鋳物の巢のようなことがある。

(6表参照)

いままでで切断した最大板厚は15mmであるが、これも手持材料

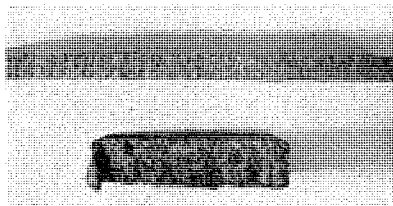


5 図 黄銅板 10 mm 4枚重ね切断
Fig. 5. Cutting 4 pieces brass plates piled together.

にこれ以上の厚板がないので現在の設備で切断できる最

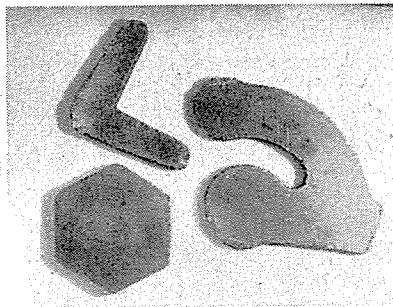
5 表 黄銅板 10 mm×4 の重ね切断条件

粉 末	混合粉末 (標準粉末 75% アルミニウム粉末 25%)
酸素圧力 (kg/cm ²)	4
プロパン圧力 (kg/cm ²)	0.3
窒素圧力 (kg/cm ²)	0.35
粉末消費量 (kg/hr)	11
切断速度 (mm/min)	250
切断火口	25/10



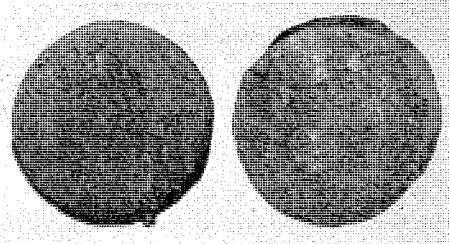
6 図 銅板 8, 15 mm の切断面

Fig. 6. Cross section of copper plate.



7 図 黄銅板 10 mm の型切断製品

Fig. 7. Brass plate cut to a shape.

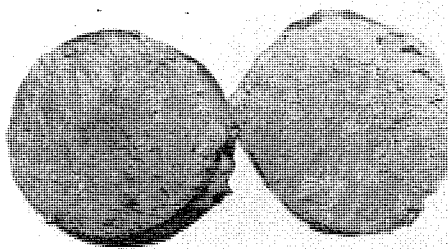


8 図 アルミニウム青銅 55φ の切断面

Fig. 8. Cross section of aluminium bronze.

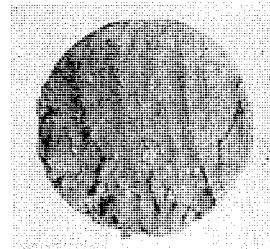
大板厚は不明である。筆者の知るかぎりでは粉末切断を銅板の切断に適用した事例はないようである。

すべて銅板にかぎらず黄銅板も粉末切断すればその高熱のために歪を生ずるから、変形しやすい形状のものを切るときはとくに注意する必要がある。複雑な形状のもので後に機械加工するものは、歪・削りしろを充分考慮して、慎重に粉末切断すればコンターソーイングマシンにも優るとも劣らぬものと考えられる。



9 図 砲金 55φ の切断面

Fig. 9. Cross section of gun metal.



10 図 燐青銅鋳物 85φ の切断面

Fig. 10. Cross section of phosphor bronze casting.

6. 青銅鋳物の粉末切断

銅合金類の鋳造工場では湯口の切断や表面キズの除去さらにはスクラップを再溶融するために炉に入る大きさに切断するのに簡単なよい方法がなかったが、この粉末切断の進歩・発達により時間的にも経費の面からも大いに節減することができる。また製品の修理・バラシ等にも利用して大きな効果がある。

青銅鋳物は材質・大きさ等により粉末切断能力に大きな差があるが、筆者の経験では銅含量の大きいものたとえばアルミニウム青銅・燐青銅鋳物等が必ずしも切難いとは限らず、むしろこれとは逆にマンガン青銅・黄銅鋳物等のように銅含量の少ないものでも切難いものもあるようである。

粉末としては普通アルミニウム粉末 25% を含む混合粉末を用い、とくに質量の大きいもの、厚みの 150 mm 以上のものにはアルミニウム粉末の混入割合を適宜増量して使用する。(2 表参照)

粉末消費量は銅板または黄銅板切断のときとほとんど

6 表 銅板 15 mm の粉末切断条件

粉末	混合粉末 (標準粉末)	60% アルミニウム粉末	40%
酸素圧力 (kg/cm ²)	4		
プロパン圧力 (kg/cm ²)	0.3		
窒素圧力 (kg/cm ²)	0.35		
粉末消費量 (kg/hr)	11		
切断速度 (mm/min)	250-450		
切断火口	25/10		

7 表 青銅鋳物の粉末切断条件

材料	大きさ (mm)	粉末	粉末消費量 (g)	酸素圧力 (kg/cm ²)	プロパン圧力 (kg/cm ²)	窒素圧力 (kg/cm ²)	切断火口	切断所要時間 (sec)
アルミニウム青銅	55φ×200	混合粉末 (アルミニウム粉末 25%)	58	4.2	0.3	0.35	20/10	25
砲金	55φ×150	混合粉末	137	4.2	0.3	0.35	20/10	71
マンガン青銅	75φ×150	混合粉末	142	4.2	0.3	0.35	25/10	73
マンガン青銅	100×75	混合粉末	172	4.2	0.3	0.35	25/10	88
燐青銅鋳物	85φ×80	混合粉末	239	4.2	0.3	0.35	25/10	123

8 表 青銅鋳物の組成

材料	Cu(%)	Zn(%)	Al(%)	Mn(%)	Fe(%)	Sn(%)	P(%)	不純物%
アルミニウム青銅	残部	—	8-10	—	2.5-4.5	—	—	<2.5
砲金	86.5-89.5	1-3	—	—	—	9-11	—	<2.0
マンガン青銅	51-57	38-42	0.2-1	2-6	0.2-2.5	—	—	<1.0
燐青銅鋳物	残部	—	—	—	—	9-16	0.3-0.6	<2.0

変らないが、ディスペンサのエジェクター・バルブ、ブローパイプのパウダー・ノズルを改良して粉末消費量を増加させれば切断はなお一層容易になる。

7 表および 8 表は筆者の工場で行った実験データでその切断面を 8, 9, 10 図に示す。

被切断材の質量の大きさは熱伝導が良好なために切断能力に大きな影響があり、小さいものは切れても大きいものはそのままでは切れないことが多く、粉末噴出量、切断火口を大きくして切断する。

また鋳物中の巣も切断阻害の一大原因で一時的に切断が乱れるだけでなく、はなはだしいときには切断不能になるから注意を要する。

切断面は凹凸も大きく切溝の幅も大であるが、酸素-電弧切断に比べればはるかに良好である。

7. むすび

以上に簡単に述べた如く銅合金も容易にガス切断されるようになったが、もちろんその切断面についてはきれいな点で問題が多く残っているのであって、これはなお今後の課題となっている。しかし工場では全面的に銅合金の切断にこの方法を採用してその利益を受けているのであって日常作業になんらの支障を生じていない現状である。これで一応電気機器に使用される金属材料すなわち軟鋼から不銹鋼・合金鋼を経て銅合金材まですべて手軽に切断され得ることとなり、この方面への溶接技術の進歩と相まって電気機器の製作および性能にもたらされる利益も大きなものとなる。

RF-200 型 移動 ファン

名古屋製作所 瀬原田三郎*

Type RF-200 and 250 Movable Fans

Nagoya Works Saburo SEHARADA

Movable fans, running automatically on rails provided above spinning machines, blow off lint by sending wind properly toward the machines or the ceiling. Type RE-200 units are for cleaning the spinning machines and Type RF-250 units for the ceiling. Both types consist of a motor and fan, having a nozzle to guide the wind to required places. Employment of these movable fans is successful in almost doing away with the cleaning of the machines and the ceiling and also in promoting the quality of products. These fans were developed last year and have been tested at the field for a long period extending over a year with satisfactory results.

1. ま え が き

紡績工場においては、その全工程でいわゆる風綿を発生し、その掃除には多大の労力を要している。混打綿から梳綿機、練篠機、始紡機、間紡機までの工程では、もちろん風綿の掃除は大変な仕事であるが品質上から見ればその後の工程で数本合わせてドラフトをかけるため、さほど風綿の混入は目立たない。ところが、リング精紡以降織布までの工程では、混入した風綿は直接に製品の格を下げたり、糸切れを惹起する。

この風綿の掃除には、原理的には吸い取って1箇所を集める方法が清潔で理想的ではあるが、ニューマティック・クリヤラでも知れるように、吸込口からの距離の2乗に逆比例して吸込効果が下がるから、機械全体を掃除する目的には有効範囲が狭くて実用的ではない。最も経済的で効果的な方法は移動ファンのように機械要部に常時適当な風を当てて、風綿を床に吹き落す方法である。床に落ちた風綿は比較的簡単に掃除できる。米国では大体1930年頃よりこの種のクリーナが実用され、各社多種多様の型が発表されているが、いずれもこの送風型である。

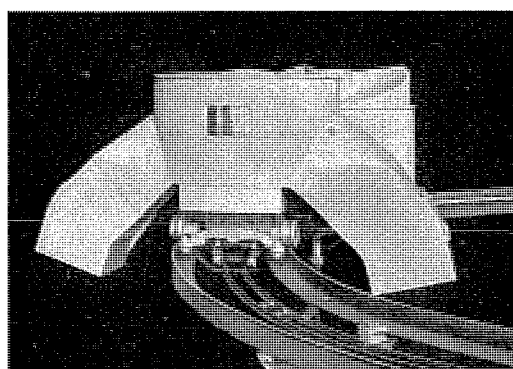
米国の或る会社のカタログによれば、すでに1,700万錠の紡機に設置しそのレールは数百マイルに達しているという。

さきに当社が開発した直接通風型移動ファン(RF-100型)を、本誌(Vol. 28・No. 8・1954)に発表したのが、昨年ダクト通風型(RF-200, および RF-250型)を開発し、長期間にわたる現地試験の結果、良好な成績を収めたのでここに紹介する。

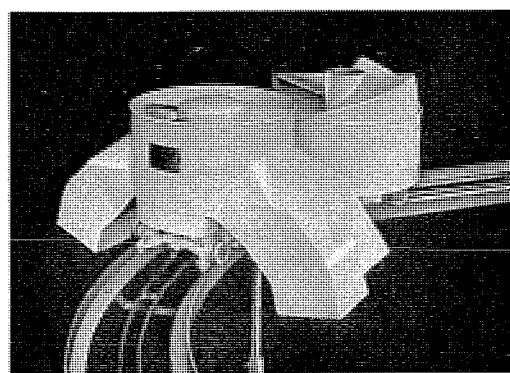
2. 本 体

ア. 下向ファン(RF-200型)

外観を1図および2図の手前に示す。円筒形風胴の内部に装置したモータの上軸によってプロペラファンを回転させ、上方より吸い込んだ空気を風胴によって案内し、合計5個のノズルより機械の要所に向って吹出す。左右2個のノズルは風の方向を或る範囲内で変えられる構造になっている。精紡機に設置した場合、機械各部の風速分布の例を3図に示す。この図で明らかなように、クリル棚の上面、トップボード、ローラ部分、リングレール部分等すべて有効範囲に入る。もちろん移動ファンのレール



1 図 RF-200 および RF-250 型移動ファン
Fig. 1. Type RF-200 and RF-250 movable fan.



2 図 RF-200 および RF-250 型移動ファン
Fig. 2. Type RF-200 and RF-250 movable fan.

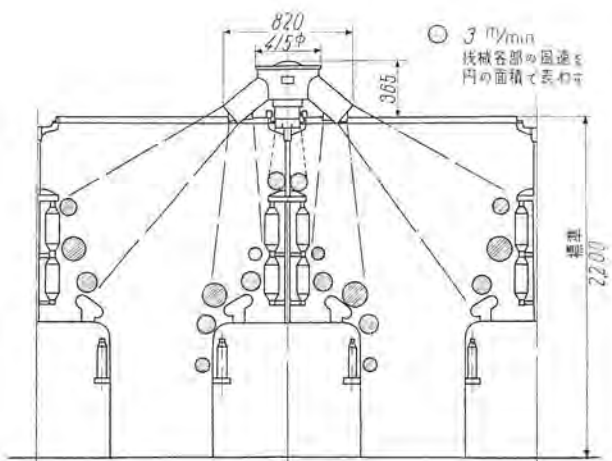
ルおよびトロリ線にも風を当てるので、清潔な上に安全な運転ができる。精紡機以外の機械に使用する場合には、要求される風速、方向に応じて風胴の構造を変更する。

一方、モータの下軸は減速歯車列を介して動輪を駆動する。走行速度は 35 m/min を標準とするが、紡機の種類や糸の太さ、およびレールの長さ等によって 30~60 m/min の間で歯車の交換により変更できる。減速歯車は密閉した油槽に収められ、オイルゲージを兼ねたビニール製注油管を備えている。レールの項で述べるように既設の精紡機に合わせてレールを設置する関係上、その回転半径は 800 mm 前後に制約される。左右レールの B. G. 220mm に比べてこの回転半径は 4 倍に満たず非常に小さい。したがって普通の車輪構造ではレールおよび車輪の磨耗を惹起する。この移動ファンでは 2 個の動輪以外はすべて独立回転をなし、しかも本体重量を常に等分して負担する構造になっており、1 年間の実用試験を経過しても、車輪、レール共に磨耗量は 0.1mm にも満たなかった。

移動ファンに使用するパンタグラフはとくに下記の 2 点に留意しなければならない。

- (1) 火災防止の見地からスパークが発生しないこと。
- (2) 長期の連続運転にもスライダの磨耗が少く、保守が容易なこと。

以上の見地より、パンタグラフはトロリ線との接触面積をとくに大きくとった摺動式とし、スライダの材質は焼結合金とした。レールの回転半径が小さいのでカーブ部分におけるスライダの追随性にはとくに考慮する必要があった。約 9 箇月間の連続運転の結果、その間の走行距離は約 8,000 km に達するが、スライダの磨耗は約 2 mm に過ぎず、この間なんら保守を要しなかった。この数値は磨耗限界量の半分以下である。一般に紡績工場では数千にのぼる電機品の保守を少数の人員で担当しており、移動ファンについても、保守を要しないこと、保守するにしても簡単なことが強く要望される。この観点



3 図 精紡機に取付けた RF-200 型移動ファン

Fig. 3. Movable fan attached to a ring spinning machine.

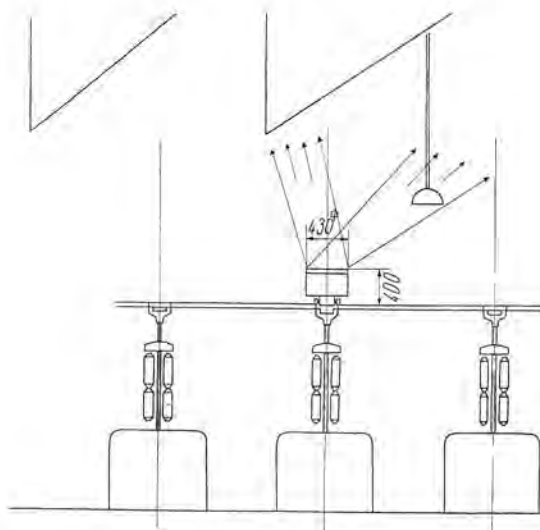
からスライダの交換にはなんら道具を必要としない構造にした。(実用新案出願中)

モータの電源は 200/220V 単相を標準とするが、場合によっては 100 V 単相、または 200/220 V 3 相を使用する。3 相電源を使用する場合には、2 本のトロリ線とレールから給電する。この際 1 線が接地されるので、一般用電源を使用すると接地継電器が働き利用できない。したがって移動ファン専用の絶縁トランスを別個に設置し、通産局の許可を必要とする。単相電源ならば 2 本のトロリ線によって給電できるからこの問題は無く、一般用電源から採ることができる。

仕 様	
モータ	1/3 HP 4 P
電 源	標 準 200/220 V 50/60 c/s 単相
	100 V 50/60 c/s 単相
	また は 200/220 V 50/60 c/s 3 相
ファン直径	390 mm
ファン回転数	1,740 rpm
風 量	65 m ³ /min
静風圧	6 mm 水柱
走行速度	30~60 m/min(標準は 35 m/min)
重 量	34 kg

イ. 天井ファン (RF-250 型)

紡績工場の天井に設備されたダクト、電燈、パイプ、梁等に積る風綿を常に吹き落す装置で、駆動装置は持たず RF-200 型に連結されて走行する。円筒形風胴の内部にモータを備え、プロペラファンの回転によって空気を下方より吸い込み上方に送る。ファンの上方に、鉛直線に対して異った角度を持つ 2~3 個のノズルがあり、それが回転しながら走行するので鋸歯形の工場の天井でも盲点なく清掃できる。その状態を 4 図に示す。オイルダンパによって、ノズルの回転を調整できる構造であ



4 図 天井ファン (RF-250 型)

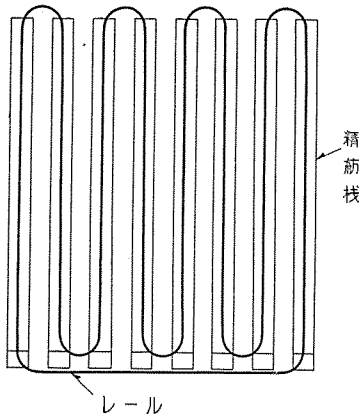
Fig. 4. Type RF-250 ceiling fan.

る。天井がフラットな板張りで床からの高さが比較的低い工場の場合には、ダクト、電燈等はファンのすぐ上方にあるので、空気流をほとんど水平に出す必要がある。その場合の風洞を2図の後方に示す。このように RF-250 型の風洞は天井構造に適合したものを選定する必要がある。

仕 様	
モータ	1/2 HP 4 P
電 源	RF-200 型に同じ
ファン直径	406 mm
ファン回転数	1,740 rpm
風 量	110 m ³ /min
静風圧	18 mm 水柱
走 行	RF-200 型に連結
重 量	28 kg

3. レール

レールには山形鋼の一边を機械仕上げしたものを2本使用するから、本体の走行は極めて円滑で振動がない。レールの B.G. は 220 mm で、その中間に2本のトロリ線を配して接触による危険を防止している。トロリ線には T 型引抜鋼線を使用し、最も広い面を接触面とすることによってさきに述べたパンタグラフの成績を得ることができた。レールを精紡機に取付けるには3図に示すように各ピラーを延長し、その先端にレールスタンドを嵌めて取付ける。レールの高さは床上 2,200 mm 程度あれば作業者に不快な圧迫感を与えず、性能上からも最適である。クリルピラーの延長が困難な場合は、クリル棚にベースを締付け、それよりピラーを立てる方法もある。米国でもこの種クリーナのレールには、1本レールを天井から吊るいわゆるモノレール方式と、本機のように下より2本のレールを支えるダブルレール方式とあるが、モノレール方式は安価ではあるが、天井を重苦しくして美観を損ねる欠点がある。

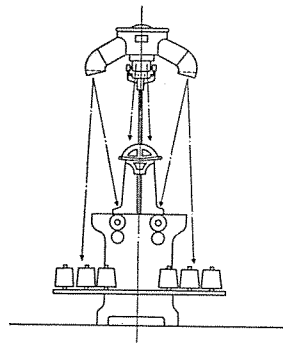


5 図 レール配置図 (精紡機)
Fig. 5. Layout of rails (Ring spinning machine).

4. 各種紡機との関係

ア. 精紡機

精紡機に取付ける場合には、5 図に示すように精紡機 6~12 台を 1 組として環状にレールを設置する。戻り直線



6 図 ダブルワインダに取付けた RF-200 型移動ファン

Fig. 6. Type RF-200 movable fan attached to a double winder.

をギヤエンドフレームに取り付けることによって、モータも常に清潔に保たれる。組合せ台数は糸の太さ、走行速度、ノズルの形状等によって決定される。8 台 1 組とした場合、1 周距離は約 140 m であるから 35 m/min で走行すれば約 4 分に 1 回掃除することになる。細番手になるほど発生する風綿も少く、風に対して敏感になるから風速を下げるか走行速度を高く選ぶ。

4. ワインダ・ダブル

レールの配置は大体紡精機の場合と同じで、6~10 台を 1 組とする。これらの機械ではチーズの上面に積った風綿はそのまま糸に巻き込まれて節を作るから、移動ファンの採用は品質改善に非常に有効である。これらの機械では糸の張力が強いので、風による糸切れの心配がない。したがって精紡機の場合よりも風圧を高くするのが普通である。ダブルワインダに取付けた例を 6 図に示す。

5. 効 果

ア. 精紡機械および天井に向って常時多角的に風を送り風綿を床に吹き落すので、風綿を糸に巻き込むことなく製品の品質が向上する。

イ. 風綿の掃除に要する労力は、機種によって違うが 60% 以上節約できる。風綿による糸切れが減少する。掃除のため運転を停止する必要ある機種では掃除の省略によって稼働率が向上する。

ウ. 温湿度調整を要する部屋では強力ファンによって空気が攪拌されるので広い部屋全体にわたって温湿度が均一になる。したがって温湿度調整装置の吹出口の位置についてとくに留意する必要がない。

6. む す び

以上 RF-200 型および RF-250 型移動ファンの概要とその応用について述べた。精紡機からワインダ、ダブル、整経機までの工程は、この移動ファンによって充分目的を達することができる。織布工程にもこの種クリーナの適用が要望されているが、湿度が一段と高いので、風圧のより高い送風機が必要となろう。米国においては 1948 年頃から織布工場でも使用している様子である。国の内外を問わず市場の競争が激化し、品質向上、原価削減が呼ばれている今日、この種自動清掃装置はますます採用されてゆく情勢にある。

名古屋鉄道納 8 個電動機単一制御装置

伊丹製作所 待 鳥 正*

Eight Motors Single Control Equipment Supplied to the Nagoya Railway Company

Itami Works Tadashi MACHITORI

In controlling eight motors—two motor car sets—with single control equipment, several new features are involved in the design. Of the apparatus delivered to the Nagoya Railway Company the noteworthy is the adoption of the Interlock Progression system which makes interlocking contact one after another. A dynamic brake being provided as ordinary equipment air brake is applicable as the case demands, being what is called blending of air brake with dynamic brake.

1. ま え が き

小田急電鉄、近畿日本鉄道につづいて、昭和 30 年末ならびに昭和 31 年 7 月、名古屋鉄道に 8 個電動機単一制御方式の制御装置を納入した。名古屋鉄道に納入したものはブレーキ方式においてご要求に応じてとくに新設計をしたものもあるので、その方式ならびに試験結果について記述する。

2. 容量ならびに制御方式

架線電圧	D-C 1,500 V
主電動機 (東洋電機製)	340 V, 75 kW × 4
制御電圧	D-C 100 V
制御空気圧	5 kg/cm ²
列車編成	M ₁ +M ₂ +M ₂ +M ₁ 固定編成
制御装置	M ₁ +M ₂ 車単一制御方式

主回路スイッチ

断流器	}	電磁空気式単位スイッチ
組合せスイッチ		
抵抗スイッチ		
界磁スイッチ	}	電磁空気式
制動転換器		
逆転器		電磁空気式ドラムスイッチ

自動ノッチ進め方式——単位スイッチ連動接触と限流継電器の組合せ、いわゆる Interlock Progression.

操作——総括自動方式で加速は主幹制御器で行い、ブレーキは電気接点付のブレーキ弁で行う。

主幹制御器には電気式のデッドマン装置を備える。(実用新案)

ステップ数

力行 直列 12, 並列 9, 弱界磁 4

		計 25 段
制動	弱界磁 4, 全界磁 19	計 23 段
起動	弱界磁起動, 常時, 非常時とも減流遮断 橋絡渡り方式	
制動	電流制御の架線よりの予備励磁方式 弱界磁減流遮断 アクチュエータ, 縮切電磁弁使用	

3. 主要器具

M₂ 車にパンタグラフを装備し、主要器具は M₂ 車に取付けられた。主要器具を列記すれば、

(1) 断流器 HB-4R-451 型 重量 200 kg

高速度減流器 1 個, 単位スイッチ 3 個および過負荷継電器を含み、とくに高速度減流器の接極面の防塵に留意し、透明カバーを用いて外部からの点検を容易にした。

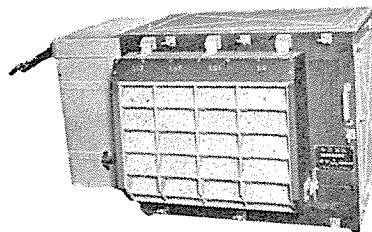
(2) 主制御器 MU-16-212 型 重量 550 kg

組合せスイッチ, 抵抗スイッチ計 16 個および継電器類を取めたもので、単位スイッチにはゴム弁を備えた小型電磁弁を使用し、継電器類には防塵用の透明カバーを附している。単位スイッチ裏面に連動接触を備え、各スイッチの連動によって単位スイッチ開閉の順序が支配される。

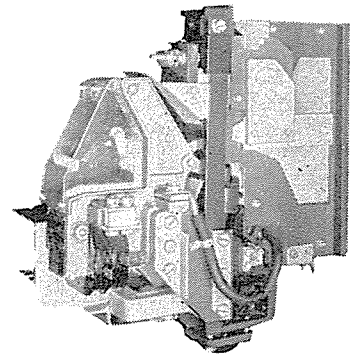
(3) 界磁制御器

FC-153-1 型

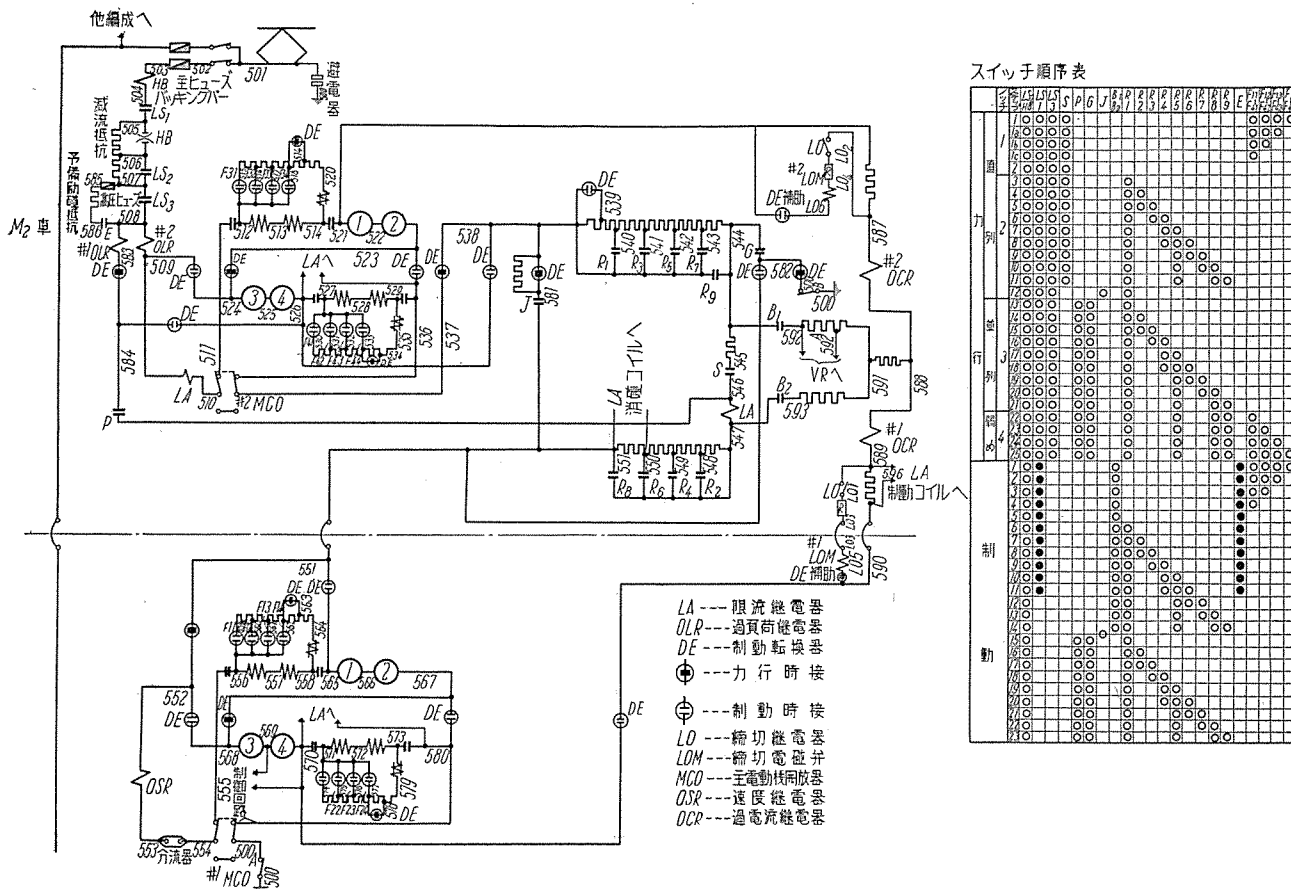
重量 125 kg



2 図 HB-4R-451 型断流器
Fig. 2. Line breaker.



3 図 HB-451 型高速度減流器
Fig. 3. High speed circuit breaker.



1 図 ABFM-108-15 EDHC 型制御装置主回路ツナギ図
Fig. 1. Connection diagram of main circuit of control device

界磁スイッチと逆転器を収めたもので、各車に1個を備える。おのおの2個の小型電磁弁を備える。

(4) 制動転換器 DE-251-1 型 重量 115 kg

各車に1個宛備えるもので、2個の小型の電磁弁を持っている。

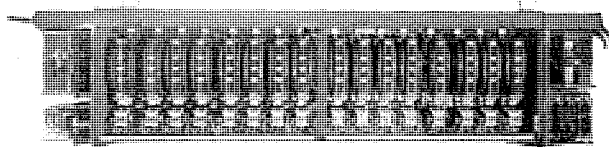
(5) 主幹制御器 KL-86-L 型 重量 20 kg

M₁ 車に備え、写真はデッドマンが働いてハンドルが上った状態である。この時制御回路は開き、非常吐出電磁弁コイルを励磁する回路を作るので、非常ブレーキがかかる。

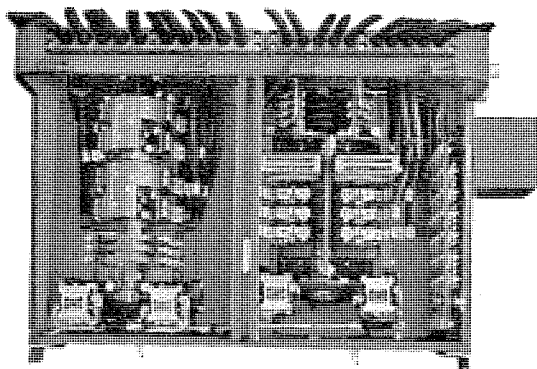
起動、直列、並列、弱界磁ノッチを有する。

4. 加速

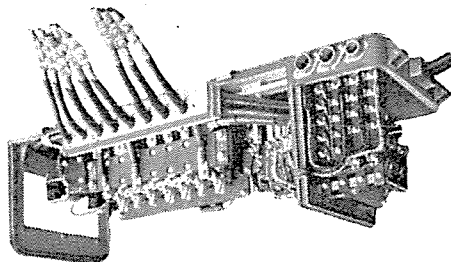
1 図の主回路から判るように直列ノッチでは8個電動機が直列で、並列ノッチでは各車の4個電動機が1群となって並列に接続される。ノッチ曲線により架線電圧が 1,360V の時速度は直列最終ステップで 27 km/hr、並列最終ステップで 58 km/hr、弱界磁最終ステップで 76 km/hr であって、定



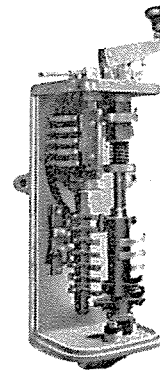
4 図 MU-16-212 型主制御器
Fig. 4. Control box.



5 図 FC-153-1 型界磁制御器
Fig. 5. Field tapper.

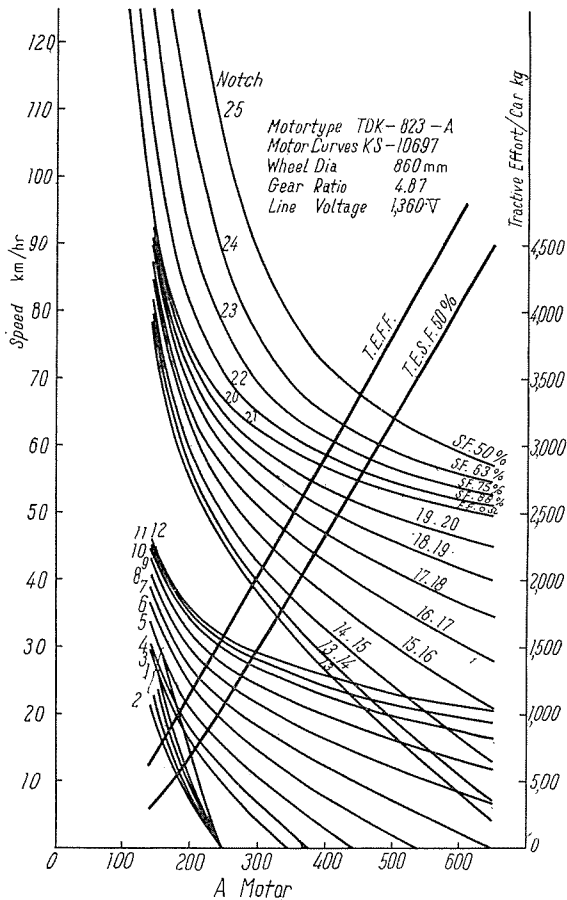


6 図 DE-251-1 型制動転換器
Fig. 6. Change-over switch.



7 図 KL-86-L 型主幹制御器
Fig. 7. Master controller.

員乗車，平坦線の加速度は約 2 km/hr/sec である。9 図に現車試験記録を示す。定員よりわずかに大きい荷重であって，無負荷，直列，並列で架線電圧がそれぞれ異っているため，最終ステップの速度は上述の値と幾分異なるが，加速時間は直列 12 秒，並列 12 秒，弱界磁 10 秒計 34 秒となっている。記録によって説明すれば起動始めのショック防止のため約 0.5 秒の弱界磁ステップを経て直列ステップとなる。並列ステップでは 2 群の抵抗が交互に短絡されるので各ステップの電流の谷は低く現れる。弱界磁ステップにおいては M_1 , M_2 車の弱界磁スイッチが同期して動作するためわずかの差をもって両回



8 図 ノッチ曲線
Fig. 8. Notching curves (powering).

路のステップが進んでいる。

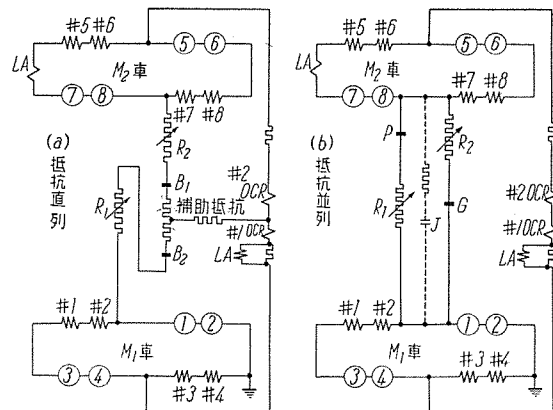
力行回路遮断は LS_2 スイッチによる減流遮断を行い，過負荷電流遮断の場合は HB スイッチによって高速度減流遮断を行い，事故を最小に止める。

5. ブレーキ

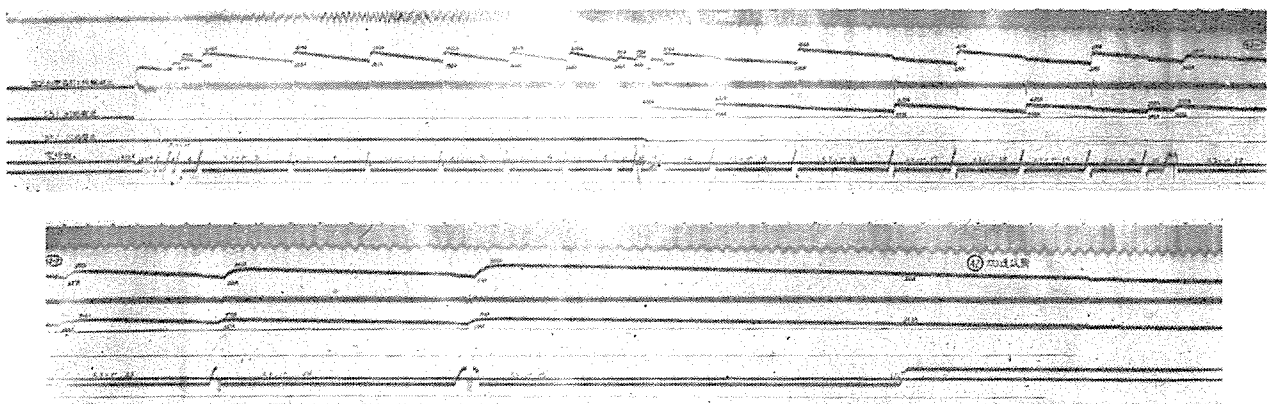
発電ブレーキならびに電空併用ブレーキ方式が制御装置の特長となるから詳細に説明する。

ア. 主回路接続

10 図に示すように M_1 , M_2 各車で電動機界磁コイル交叉接続を行った 4 個の電動機を直列に接続する方式であるが，車が高速の場合，すなわち (a) 図抵抗直列の時は回路電圧が 4×600 V と高くなり， B スイッチの遮断電圧が高くなるので，補助抵抗を設けている。補助抵抗が無限大すなわち無い時は R_1 , R_2 抵抗は直列となり，抵抗刻みのステップ曲線は 1 本である。補助抵抗が零の場合は M_1 , M_2 車それぞれ別個のブレーキ回路となり R_1 , R_2 抵抗は交互に短絡されるから，ステップ曲線は M_1 車と M_2 車で異なるばかりでなく，ステップ間のピーク電流も大きくなる。したがって補助抵抗の値を適当に選択すれば両車のステップ曲線は接近し，すなわちブレーキ力は適当に分担され，しかも B スイッチの遮断電圧も低くすることができる。(b) 図抵抗並列においてはす



10 図 発電ブレーキ主回路接続図
Fig. 10. Dynamic brake main circuit diagram.



9 図 加速試験記録

Fig. 9. Accelerating test oscillogram.

で車が減速しているため電動機電圧は低く、補助抵抗は不必要である。

発電ブレーキノッチ曲線を 11 図に示す。弱界磁率を力行と替えて弱界磁ステップ間隔をつめている。

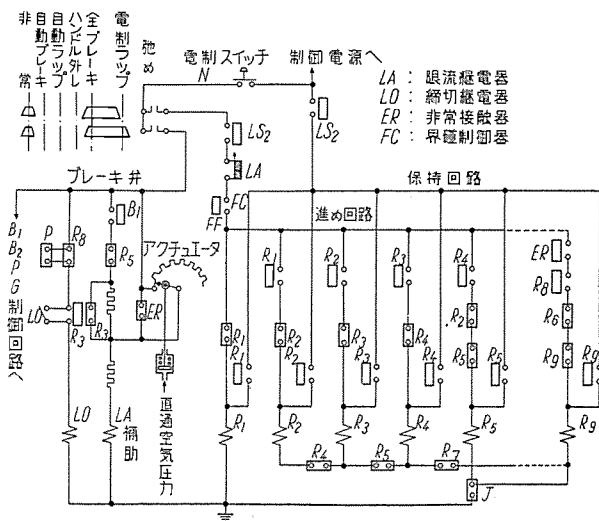
1. 制御回路接続

制御回路の一部を 12 図に示し、制御方式の概略を説明すればつぎのとおりである。

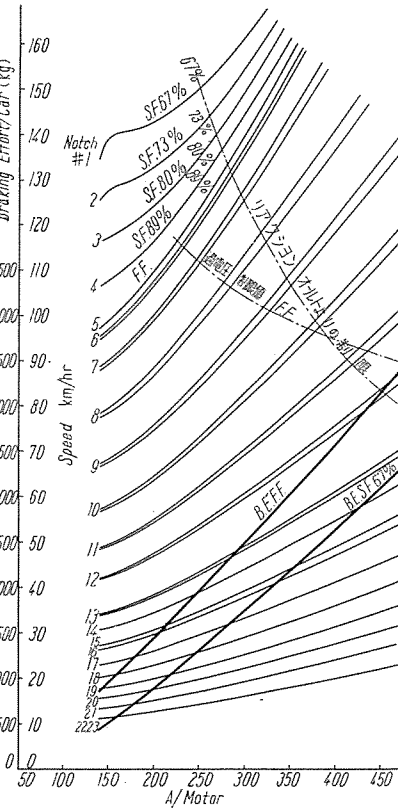
(1) ブレーキ弁を直通ブレーキ位置に操作すれば、制動転換器が制動位置となり、 B_1, B_2, LS_1, E スイッチが閉じて、10 (a)

図のブレーキ回路が閉じ、電動機界磁コイルは架線から予備励磁される。この予備励磁はブレーキ電流が所定値に達するまで続けられる。 B スイッチに次いで LS_2 スイッチが閉じると、限流継電器の支配のもとに界磁制御器の全界磁電磁コイルが励磁されて、界磁制御器は弱界磁位置から全界磁位置へと移動する。電流が小さく限流継電器接点が開閉すればこの移動時間は約 0.5 秒である。

(2) 界磁制御器が全界磁位置に達



12 図 発電ブレーキ制御回路接続図
Fig. 12. Dynamic brake control circuit diagram.



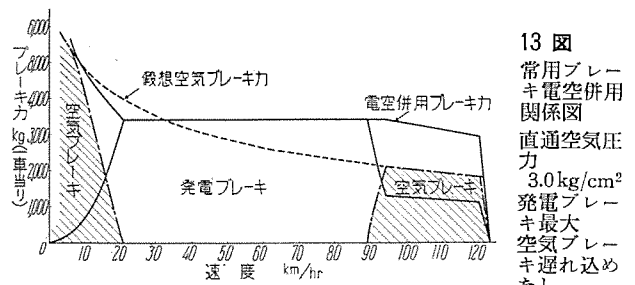
11 図 ノッチ曲線
Fig. 11. Notching curves (braking).
Motor type TDK-823-A
Motor curves KS-10697
Wheel dia 860 mm
Gear ratio 4.87

すれば 12 図の FC の FF 連動が閉じて R_1 スイッチが閉じ、電流が増して LA 接点は開くが、 R_1 コイルは保持回路から励磁され続ける。車が減速し、電流が減じて LA 接点が閉じると、 R_2 スイッチが閉じる。同様の動作によって R スイッチは限流継電器の支配のもとに順次抵抗を短絡する。

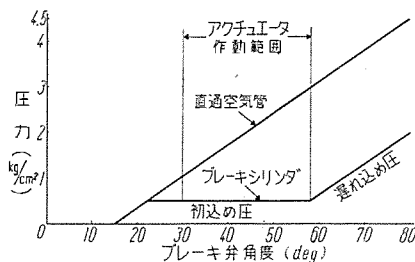
この Interlock Progression という方式はつぎつぎに連動接触を拾っているから、ステップの進みは確実にあり、各コイルは1つの電源から励磁されているからノッチオフは迅速である。したがって加速中またはブレーキ中一度断にして直ちにブレーキを掛けた場合でも、カム軸制御器の空回転に相当するデッドタイムは伴わず、迅速確実な発電ブレーキ力が得られる。

(3) 常用ブレーキ——12 図において LO 締切継電器は連動締切電磁弁コイルを開閉するものであって、連動締切電磁弁が動作すれば空気ブレーキは締切られる。 LO 継電器は R_3 が閉じるまでは励磁されない、すなわち7ステップまでは空気ブレーキが作用する。この間 LA 限流継電器補助コイルは最大の励磁が続けられ、限流点は最小となつて、最小率の発電ブレーキ力がブレーキ弁ハンドル位置に応じた空気ブレーキ力に重畳される。高速においては電動機の過電圧を防止し、しかも所要のブレーキ力を得るために実施された方法であつて約 95 km/hr 以上では完全な電空併用である。ブレーキ力の関係を13 図に示している。

12 図の ER 非常接触器はブレーキ管圧力によって動作する空気接触器であつて、常時は図示の開閉位置と逆になる。アクチュエータは直通空気圧力によって動作する調整抵抗器であつて、14 図に示すように直通空気圧が 1 kg/cm^2 で抵抗値は 0.3 kg/cm^2 で ∞ となるように動作する。8 ステップで R_8 スイッチが動作するとアクチュエータには並列の抵抗が入って中間の限流点となり、さらに 10 ステップに進んで R_5 スイッチが閉じるとアクチュエータのみによって限流点が決定される。こ



13 図 常用ブレーキ電空併用関係図
Fig. 13. Braking diagram for combination of normal, electric and air brake.



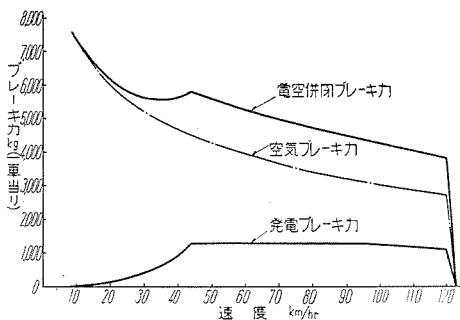
14 図 電空併用ブレーキ関係図
Fig. 14. Braking diagram for combination of electric and air brake.

の間約2秒の時間を要し、8ステップで締切られた空気ブレーキの減少する時間の2秒とよく一致して、ショックのない発電ブレーキ主体への切り替えを行うことができる。

最終22ステップになるとPとR₈スイッチが閉じた連動によってLO継電器が落下して、再び空気ブレーキがかかり、発電ブレーキ力の減少と代って、車は流れることなく円滑に停止する。13図にその関係を示す。

(4) 非常ブレーキ——ブレーキ弁を非常位置に操作すると、ブレーキ管が排気されてER非常接触器は落下して12図の位置となる。ER接点によってアクチュエータ抵抗は短絡されて最小率の発電ブレーキがかかる。発電ブレーキステップはR₉コイル回路がER接点によって開かれているので、13ステップで停止し、発電ブレーキ力は約45km/hrから徐々に減少する。電空併用のブレーキ力の関係を15図に示す。空気ブレーキ力は速度の減少にしたがって摩擦係数の増加によって増大するので、高速においてその不足分を発電ブレーキで補足し、低速になって車の滑走限界を超過しないように発電ブレーキを消滅させている。

ブレーキ初速が120km/hr以上になると600m以内で停止させるために空気ブレーキの速度制御または乗客の多寡によって空気ブレーキ率を替える可変荷重機構等の方法が取られているが、上述の電空併用非常ブレーキは特殊の器具を使用しない最



15 図 非常ブレーキ電空併用関係図
Fig. 15. Braking diagram for combination of emergency, electric and air brake.

も簡単な方法である。

6. ブレーキ試験

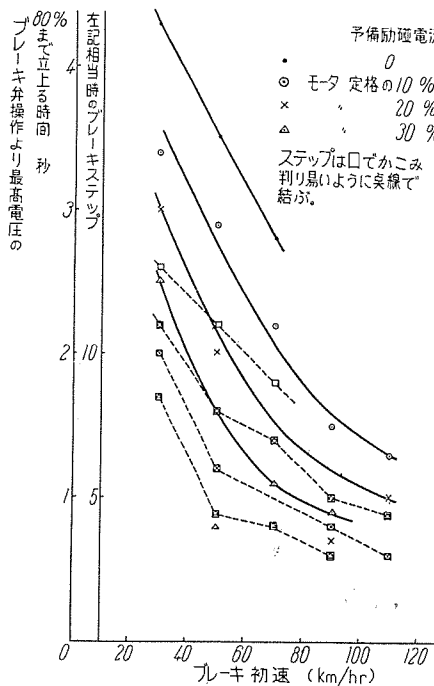
ア. 予備励磁効果

発電ブレーキの初期に電圧の誘起を促進し、発電ブレーキが迅速にかかり、ステップ飛びによる過電圧やショックを防止するためにブレーキ電流が所定値に立上るまで、電動機界磁コイルを予備励磁する方法が広く採用されているが、その効果を昭和29年に名古屋鉄道に納入した車について測定した。この車は150HPの電動機4個を備えたMT編成であって、ステップの進めは小型電動機で操作される順序開閉器式である。12図で説明したのと同様の方法によって5ステップは限流点を下げた空気ブレーキと併用している。

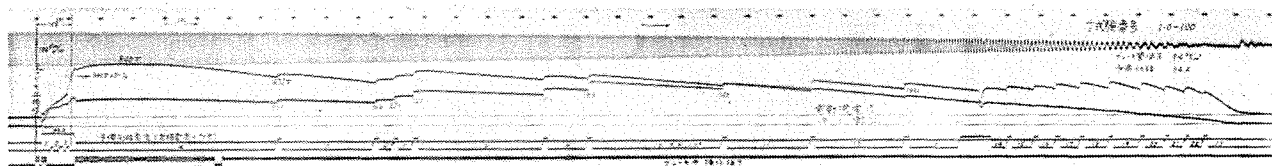
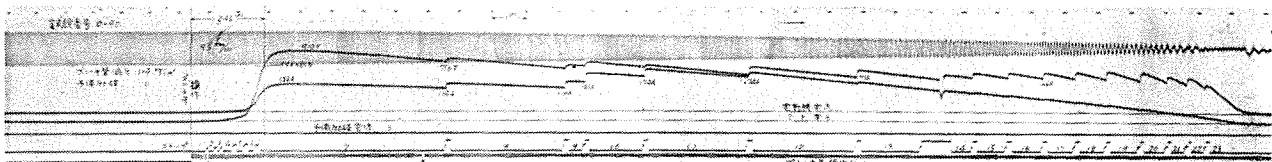
16図に現車試験の一例を示す。試験番号0-90は予備励磁なしの場合で、試験番号1-0-100は予備励磁電流34Aで、電動機定格電流の20%の場合である。予備励

磁電流の大小による比較を更にするために、誘起電圧最高値の80%の電圧の点を拾って、ブレーキ操作からその点までの時間を電圧誘起時間とする。さらにその点のステップを比較すれば、ステップの進み過ぎの有無が判る。

種々のブレーキ初速に対して上述の誘起時間とステップの関係を17図に示す。予備励磁のない場合の誘起時間は、予備励磁電流30%の場合のほぼ2倍もかかっている。その時のステップもはるかに進んでおり、したがって電圧も高く出ていることが推察される。17図から予備励磁の効果は顕著であるとの結論が得られ

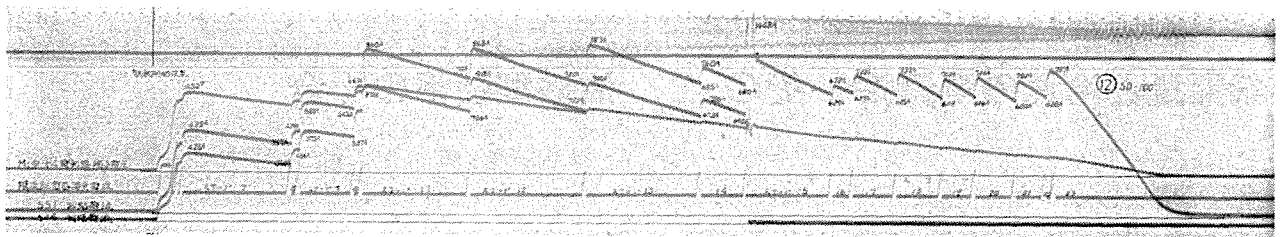


17 図 予備励磁効果試験
(昭和30年3月16, 17, 18日)
Fig. 17. Provisional exciting effect test.



16 図 ブレーキ試験記録

Fig. 16. Braking test oscillogram.



18 図 常用ブレーキ試験記録
Fig. 18. Normal braking test oscillogram.

る。

なお 16 図において発電ブレーキの限流点が両試験で異っているのは、この装置が自動ブレーキ方式でブレーキ管減圧に比例して、アクチュエータ抵抗値を変更し、発電ブレーキ力を加減する方式で、試験 0-90 はブレーキ管減圧 1.4 kg/cm^2 、試験 1.0-100 は 1.0 kg/cm^2 であるためである。

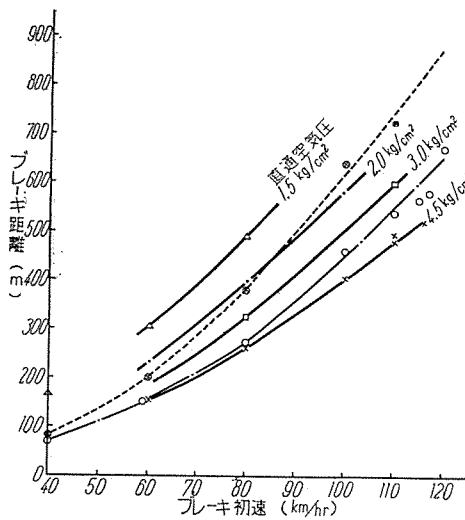
イ. 常用ブレーキ試験

列車編成	5004	5504	5503	5003
	M ₁	M ₂	M ₂	M ₁
空車重量	M ₁ 車	31.2 t		
	M ₂ 車	31.7 t		
試験荷重	各車	7 t		
試験期日	昭和 30 年 11 月 27 日~30 日			

初速とブレーキ距離の実測値を示している。定員以上の試験荷重に対して直通管圧力 4.5 kg/cm^2 すなわち常用ブレーキ最大において、初速 125 km/hr の時に約 600 m で停止できることが判る。直通管圧力の種々の値に対してブレーキ距離曲線が順序よく並行に並んでいることは、アクチュエータが正常に動作していることを表わしている。さらに前述の空気ブレーキの遅れ込みも正常であることが判る。

ウ. 非常ブレーキ試験

常用ブレーキ試験と同じ試験荷重で行った非常ブレーキの発電ブレーキの記録を 20 図に示す。発電ブレーキ力は最低すなわちブレーキ電流は最小で、13ステップで停止して徐々に減少している。電空併用の非常ブレーキと空気だけの非常ブレーキの初速とブレーキ距離の実測

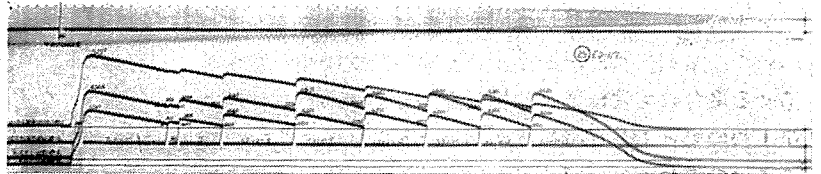


19 図 電空併用ブレーキ効果
点線 非常ブレーキ 空気のみ
鎖線 非常ブレーキ 電空併用
実線 非常ブレーキ 電空併用

Fig. 19. Effect of joint use of electric and pneumatic brake.

現車試験記録を 18 図に示す。試験番号 SD 100 はブレーキ初速 100 km/hr 、直通管圧力 3 kg/cm^2 であって発電ブレーキ最大のものである。9 ステップまでは発電ブレーキ電流が低く、高速においては過電圧を抑えている状況がよく判る。14-15 ステップで電流が上下しているのは抵抗器の直並列の渡りである。約 0.5 秒の短時間であって、車にはわずかに渡りの感じを伴う程度である。

19 図に直通管の種々の空気圧力に対して、ブレーキ



20 図 非常ブレーキ試験記録
Fig. 20. Emergency braking test oscillogram.

値を 19 図に示している。約 40 km/hr のブレーキ距離がほぼ一致し、 120 km/hr では 230 m の差が現われている。常用ブレーキと比較すればブレーキ初速が低い場合は空気ブレーキがよく効き、高い場合には常用ブレーキがよく効く傾向が見られ、 100 km/hr 以上では空気ブレーキの 1 段制御では規定のブレーキ距離が満足されないことが判る。

7. むすび

電空併用ブレーキに適した Interlock Progression 方式の 8 個電動機単一制御装置を紹介し、現車試験結果から現方式の性能について詳述した。電車の高速化に伴って空気ブレーキ自体も速度発電機等を使用して数段の切換方式が試作試験されつつある。電空併用ブレーキはすでに実用時代となっているが、なお問題は幾らか残されていて、今後の研究が続けられねばならない。

名古屋鉄道のご協力により、予備励磁効果、ブレーキ距離その他に貴重な記録を得たが、今後なお一層のご指導をお願いしてこの稿を終る。

酸素量と冷速の関連性 その2 油砂型使用の場合

名古屋製作所 鈴木 一郎*

Study on The Structure of Cast Iron. Part II

Mutual Effect of Oxygen Content and Cooling Velocity on the Structure

Chapter II When Oil Sand Moulds are used

Nagoya Works Ichiro SUZUKI

A specimen of cast iron marked A having a composition of C 3.16%, Si 1.21%, Mn 0.67%, P 0.062% and S 0.010% was treated with several kinds of reducing and oxidizing slag in various processes according to the writer's conception. Eleven kinds of melt, each slightly differing in its oxygen content, were available and cast in an oil sand mould. Microscopic examinations were then given to ten portions from the bottom to the center of the ingot along its longitudinal center line.

I. ま え が き

第1報の冷し金を鑄型の底部にあてた場合の報告につづいて、本報告ではその冷し金を除いた乾燥油砂型へ鑄造せる場合の実験結果を報告することとした。すなわち、第1報の場合よりも冷却速度の小なる場合に、微量酸素の僅少の差および冷却速度の差が鑄鉄の組織にどのように影響するかを検討したものである。

II. 実験条件

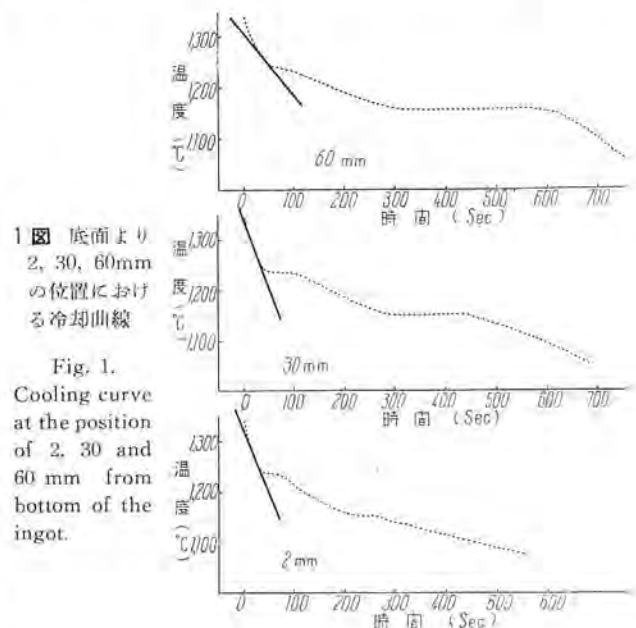
試料の溶製、鑄造、検鏡試片の作成等すなわち実験条件はほとんど第1報におけると同様であり、異なるところは鑄型の底部に冷し金をあてず、厚さ40mmの乾燥油砂のままとしたことと、後に掲げる組織写真の位置が本報では底部から、0、10、20、30、35、40、45、50、55、60mmの距離であることのみである。後者においては徐冷部分に重点をおいた方がよいと考えられたからである。

以上のように本報の実験も前報のそれとほとんど同じであることは結果の比較を容易ならしめんがためであるから、以下の記述においてもできるだけ前報と同じようにした。すなわち、試料である溶湯の種類すなわち微量酸素量の多少による区別には、 $a_5 \sim a_1$, A, $b_5 \sim b_1$ 等前報と同じ記号によって同じ処理を受けた湯を表わすこととした。したがって、前報において冷し金鑄型に鑄込むと同時に、同じ湯を本報の鑄型に鑄込んだものである。すなわち、鑄鉄の組成は第1報の場合と全く同じで1表に示すとおりである。また、1図の冷却曲線も前報同様溶湯 A について採ったもので、この曲線から、前報同

様に、初晶開始から共晶終了までの時間と温度間隔とを求めて、2図の距離（鑄型の底面からの）対冷速の曲線を作った。2表は初晶および共晶温度を示すもので、これらは3曲線ともほぼ等しく、測定場所による値の漸変

1表 試験片の化学組成

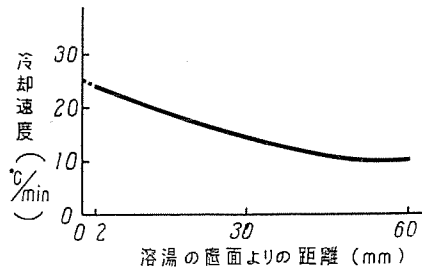
処理成分	脱 酸		成分調整後 A	酸 化	
	a_5	a_1		b_1	b_5
C	3.14	3.21	3.16	3.14	3.11
Si	1.24	1.23	1.21	1.22	1.22
Mn	0.64	0.62	0.67	0.71	0.63
P	0.065	0.062	0.062	0.060	0.065
S	0.015	0.015	0.010	0.013	0.017



1図 底面より2, 30, 60mmの位置における冷却曲線
Fig. 1. Cooling curve at the position of 2, 30 and 60 mm from bottom of the ingot.

2 図 冷速対距離
図

Fig. 2. Curve of cooling velocity versus distance of melt from bottom of ingot.



2 表 底面より 2, 30, 60mm の位置の初晶および共晶の晶出温度

位置	初晶晶出温度 α (°C)	凝固終了(共晶) 温度 β (°C)	凝固所要時間 γ (sec)	冷却速度 $\frac{\alpha-\beta}{\gamma} \times 60$ (°C/min)
2 mm	1241	1153	220	24
30	1239	1151	390	14
60	1242	1158	505	10

傾向は認められないこと、これまた前報と同様の結果であった。

なお実験条件の詳細については前報を参照されたい。

III. 実験結果とその考察

1. 実験結果

上記の如き試料の検鏡箇所組織を3図の写真で示す。前報同様縦 11 列の中央の A 列は本報実験の原溶湯であり酸素量が中庸と見られるものである。A よりも左の列は A よりも次第に酸素の減少している $a_1 \rightarrow a_5$, 右の列は A よりも次第に酸素の多くなっている $b_1 \rightarrow b_5$ の試料である。最下段はインゴットの中央部で冷速ももっとも遅く、最上段は鑄型の底面に接する冷速のもっとも速い部分である。右側の欄外に鑄型の底面からの距離を mm で、左側に 2 図から内外挿して得られた冷速を各距離に相当して示してある。

組成が等しい鑄鉄の組織について吟味を行う場合問題となるのは冷却速度であるが、本研究の結果と実際の作業を対照し易からしめるには、鑄型からの距離を表示する方が便利である。

本実験の結果はこの 3 図にすべて表わされている。いうまでもなく本研究では溶湯に対して接種は行っていない。つぎにこの 3 図の結果を後の考察に便なるよう整理することとした。

ア. 検鏡結果の整理

いま第 1 報にならって 3 図の写真を F, F(U), U(F), Lg なる組織記号に書き直せば 4 図が得られる。組織写真の分類には主観が伴うことをまぬがれないが、本実験結果の鳥瞰図作成には余り問題とする必要はない。

後に述べるように 3 図の組織から種々の考察を行うに当っては、さらに仔細に組織を観察して区別することが必要であるが、これは後に少しくふれるつもりである。

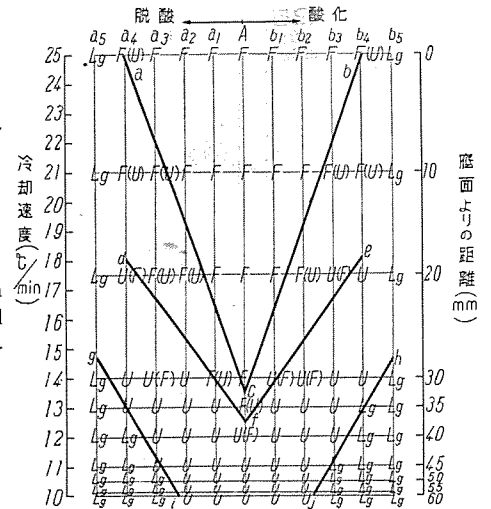
イ. 境界線について

第 1 報にならって 4 図について同符号範囲を区画する

酸素量と冷速の関連性 その 2 油砂型使用の場合・鈴木

4 図 酸素と冷却速度による組織変化図

Fig. 4. Changes of structure with oxygen and cooling velocity.



境界線を引くことは案外容易である。いかえれば本実験の結果によれば微量酸素量の少量の差および冷速の差に応じて組織が系統立った変化を示している。すなわち境界線は F, F(U) または U(F), U, Lg の間に図に示すように引き得られる。これらの境界線が図では A 列を中央に左右ほぼ対称的となっていることについては第 1 報同様何ともいうことができない。ここでは一応こうしておく外はない。

図に明らかなようにこれらの境界線はいずれも上広がりの下すばまりとなっている。上位の 2 組の境界線 ac, bc および df, ef はそれぞれ A 列上で 1 点に会しているが、最下位の 1 組の境界線 gi, hj は 1 点に会するか以前で切れている。また最上位の 1 組の境界線 ac, bc は 0 mm—25°C/min の線でそれぞれ a_4 列, b_4 列に達しており、中位の 1 組の境界線 df, ef も a_4 列, b_4 列で止まっており、延長して a_5 列, b_5 列に達することはできない。U と Lg を境する gi, hj も 60 mm の段で切れている。延長すれば A 列で会しそうであるが、実験はそこまで行われていない。

2. 結果の総括

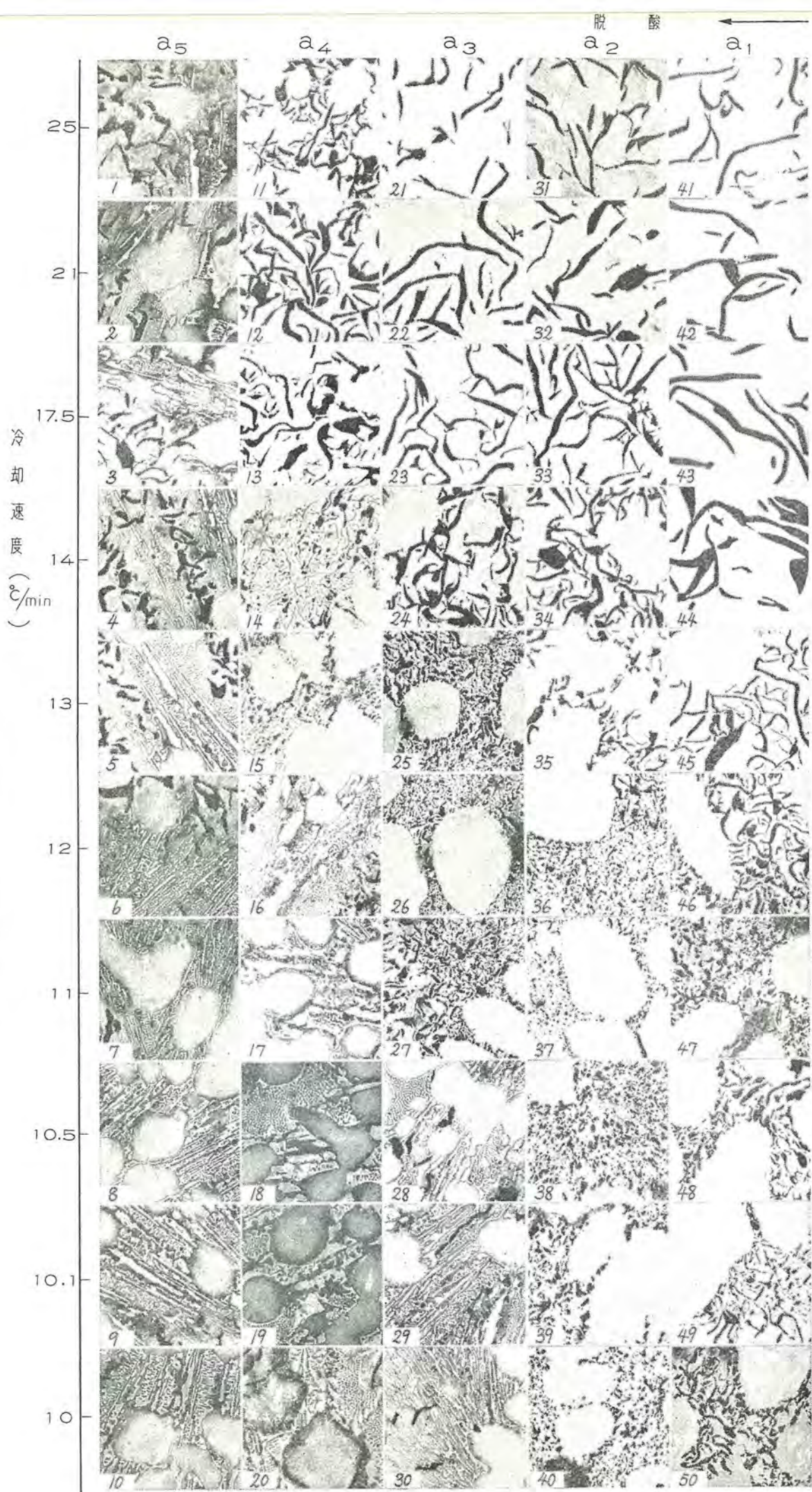
1 の実験結果から次の事柄が総括される。

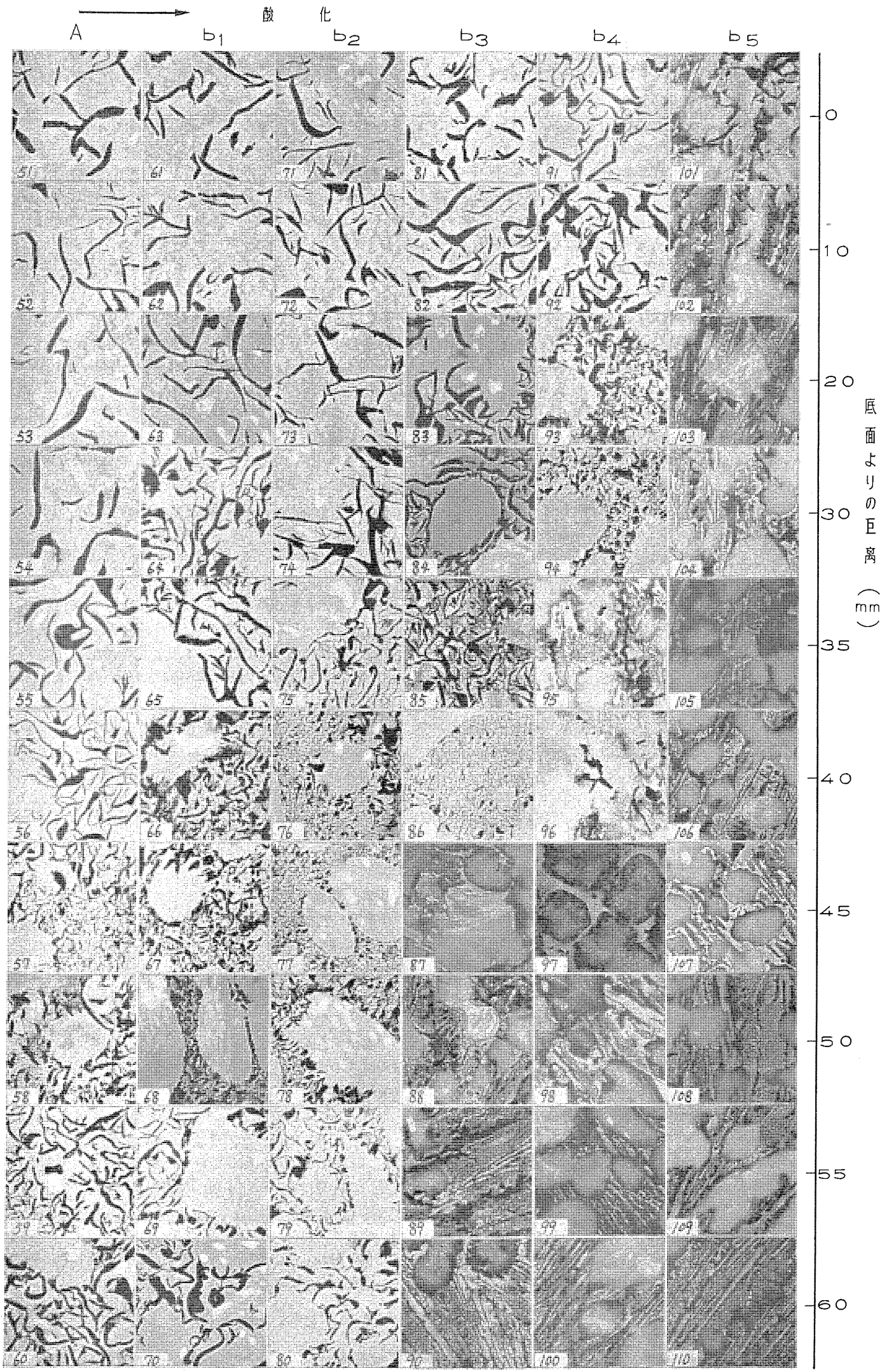
ア. 逆転現象はすべての列において起っている

第 1 報の研究成果の 1 つに逆転現象の発見があったことは既報のとおりである。普通の場合溶融金属が凝固する場合徐冷するほど組織は粗くなるものであるが、単鑄鉄では徐冷部に往々にしてチル組織が発生することがある。この現象は逆チル現象と呼ばれているが、著者はこの逆チルと同巧異曲の現象が起ることを指摘し、これらを含めて逆転現象と呼ぶことにしたのである。逆チル現象の起る原因に関しては文献的にも少しは発表されているが、単に逆チル現象のみを取り上げるときは、鑄鉄の白銹化黒鉛化の問題に巻き込まれて、現象の本筋を見逃すことを恐れ、視野を広くしてまず逆転現象について深く追求すべきことを第 1 報において述べ、この現象は第

3 図 酸素と冷却速度による変化組織

Fig. 3 Change of micro-structure with oxygen and cooling velocity.





2 報の実験結果に顕著に現われることを述べておいたのであった。

4 図を上方から下方に眺めれば F 範囲の下に F(U), U(F) 範囲, その下に U 範囲がある。これらの範囲の組織を大まかに見れば下に行くほど黒鉛が小さくなっていくことは 3 図の写真を見るまでもなく、記号のみから容易に判断できる。U なる共晶組織の黒鉛が最小であり F なる片状黒鉛組織の黒鉛が最大である。下に行くほど溶湯の冷速は小であるから黒鉛は粗くなってゆくのが普通であるが、事実は普通とは逆になっている。すなわち逆転しているのである。U 範囲の下には Lg の範囲がある。これも逆転である。したがって a_5 および b_5 列を除けばいずれの列においても逆転現象が起っているのである。そしてこれらの各列の組織変化から見れば逆チルは逆転現象中の 1 つの段階であるといえることができる。

つぎに a_5 , b_5 列の組織を 3 図について仔細に検してみよう。

a_5 列において No. 1 から No. 4 まで黒鉛の量が下に行くほど増しており、徐冷ほど黒鉛が増しているのだから正常の変移である。ところが No. 5 では黒鉛の減少が認められ No. 7~10 まで黒鉛量は少なくなっている。これは明らかに逆転である。 b_5 列については a_5 列ほど明瞭さは認めがたいがやはり逆転気味である。すなわち、 a_5 , b_5 列は組織の分類からはすべての段において Lg であるが仔細に黒鉛量に注目すれば逆転現象が起っているのである。

以上のように本実験の範囲ではどの列にも逆転現象が起っている。しかもこの逆転現象のうちには

- (a) F → U 黒鉛の大きさに関して逆転
- (b) U → Lg 徐冷の方にチルが出る
- (c) Lg (g 多) → Lg (g 少) Lg 中の黒鉛量の減少の 3 様の現われ方がある。

1. 逆転から正常化への復帰

上述の如く a_5 , b_5 列における逆転現象の確認には Lg なる組織をさらに仔細に検討したのであるが、同様な検討を他の組織および列について行ってみれば 4 図の下の方で、逆転から正常化への復帰が起っていることが認められる。

まず、 $a_2 \sim b_2$ の 5 個の列の U 範囲について検討してみるに、距離 40~45 mm の所までは逆転が起っているが、その下方では共晶中の黒鉛がやや粗大化の傾向を示している。すなわち、正常化への復帰が認められるのである。 a_3 列では 40 mm の位置の共晶黒鉛より 45 mm の位置の共晶黒鉛の方がやや太くなっているが、 b_3 列では同様のことは認められず 45 mm の位置でチル化している。 $a_3 \sim a_5$, $b_3 \sim b_5$ 列の Lg についてみれば、黒鉛が減少して逆転を示しているのは 45 mm 位までの所で、それ以下では黒鉛の減少傾向は認められず、幾分組織が粗くなっているようにも見え、少なくとも逆転進行が 45 mm 辺で停滞しており、これを正常化への復帰と見られ

ぬこともない。

念のため、第 1 報の写真について見るに逆転は 30~40 mm のところに起っているが、 $a_2 \sim b_2$ 列においては少なくとも 50 mm の位置の写真と 60 mm のとを比較すれば正常化が起っていると認めることができる。すなわち、

逆転開始の場所 正常化へ復帰の場所 (冷速)

第 1 報 30~40 mm の所 60 mm (15°C/min)

第 2 報 列により異なる 40~45 mm (11~12°C/min)
も比較的上位より。

この正常化への復帰を取り上げることによって、逆転現象は、本実験の鋳型の大きさおよび冷速において、起る範囲が距離および冷速について限定せられ、その範囲以外では起っていないことが知られると同時に、鋳造条件に密に結びついている現象であるとの感が深い。

ウ. 酸素量および冷速の相違による組織の漸変

各列を上下に見るとき冷速の相違による組織変化の傾向が逆転および正常化への復帰を示していることは上述の如くであるが、組織変化そのものは漸変であって、急変としては U から Lg への変化のみである。また各段について比較すればやはり酸素量の相違によって漸変を示し、Lg の現われる所のみは突然変異のように感じられる。すなわち組織変化は、A より左右に、上から下へ、ともに F → F(U) → U(F) → U → Lg の順序であり、列または段によってこれらの変化が途中で止ったり、途中から起ったりしている。本実験では L の組織は現われてこなかった。

図から明らかなように F の範囲がかなり広いことは本実験結果の特長のように思われる。F と U との中間の F(U), U(F) 組織の範囲のあり方も首肯できるところにあるが、Lg の範囲については a_5 , b_5 列と a_4 , b_4 列との間に開きが大きすぎる感がある。

3. 結果の考察

ア. 組織境界線

4 図の組織境界線の終始点について考えるに、ac, bc 線は c 点で合しているが、上方は a, b で止っている。ca, cb を延長することは推定では可能であるが、本実験では 25°C/min の段で終っている。df および ef 線は f 点で合しているが、fd, fe は a_4 , b_4 列で止まりそれ以上延長することはできない。もしも延長して 25°C/min の段まで達せしめるならば、その到達点よりも外側に a_5 , b_5 列を並べる必要がある。これらの境界線が直線であることは近似的にすぎないから、延長するとしても直線的でなく、転向点を有する線または曲線的にすれば a_5 , b_5 列の位置は直線に延ばした場合よりも、内側にくる。これらの考察も前に述べた対称性と同様不確実な点を残している。

つぎに、gi と hj であるがこれらは 10°C/min の段で止っており一点に会していない。これを他の境界線が一点に会しているからといって、推定によっても一点に

会するであろうとすることは、前にも述べた正常化への復帰が起る以上不合理である。正常化がつづくことと仮定すれば、むしろ第1報7図大半の傾向同様末広がりになるもののように考えられる。ig, jh の延長については fd, fe の場合と同様のことが考えられる。

1. 逆転現象とその原因

2のAに述べたように本実験の範囲においては各列において逆転現象が認められたのであるが、果してこれをどのように解釈すべきであろうか。

黒鉛が微細であることは黒鉛核の数が多いことを意味するから、微細ほど過冷が大であると考えても差支えない。かく考えれば、チルも過冷に起り易いから、全体として逆転現象が起ることは過冷によることとなり、何故過冷するかが問題となるのみである。しかしながら1図の冷却曲線(溶湯Aについて採ったもの)を見ればとくに過冷が目立ってはいない。1表によれば30mmの場所における溶湯の初晶温度および共晶温度が、他の場所におけるそれよりわずかに 2°C 過冷して起っているが、この程度の温度差を過冷と見てよいかどうか。この結果のみでは不充分であるが、第1報3表においても30mmの位置における初晶温度は他の場所よりも $4\sim 7^{\circ}\text{C}$ 過冷している。(共晶温度は逆に $2\sim 8^{\circ}\text{C}$ 高い)したがって少くとも初晶の過冷は30mmの位置の溶湯の方が2mmおよび60mmの位置の溶湯よりも大であるといえる。4図のA列において30mmの位置といえ、正常化への復帰の少し上部であって、逆転現象の原因の1つに過冷を挙げることA列に関しては、直ちに拒否することはできない。(冷却曲線をA列以外について採っていないから、他の列については何ともいうことはできない。a₃, b₃列では45mmの下で逆チルが起っている。)

つぎに過冷以外の拠り所を求めれば、黒鉛核数の多いことを採り上げればUの下にLgのくることが説明し難くなるから、逆転現象の中に逆チル現象を含ませない方がよいか、または黒鉛核とせずに単に結晶核を多く生ぜしめる状態が逆転現象の起っている範囲では次第に著しくなると考えるかのいずれかを問題とすべきことのように考えられる。この点に関しては、著者は後者すなわち結晶核を多く生ぜしめるような状態が下にいくほど(4図の)著しくなるものと考えたい。

われわれは鋼のインゴットにおいて、鑄型の壁から内部に向かって柱状樹状晶が発達しついで粒状晶が現われさらに内部においては巨大晶を生ずることを知っている。これと同じ現象であるか否かは明言し得ないが、似たように見える現象が鋼塊においても認められていることをここに想起したい。

つぎに、この逆転現象の原因いかにあるが、本実験および前報の実験範囲では、この現象の起る、起らないについての数多くの実験が未だ不足しているのであるから、原因について考察する段階に到達していない。もっと多くの条件を変えた実験を行うべきである。これについては後報を待つより外はないが、ここに偏析について一言しておきたい。

逆チル現象のみを採り上げれば、白鉄化を起し易い酸素や硫黄などが、インゴットの中央部に偏析してチルを起すのではあるまいかということが、直ちに想像される

ところである。偏析の程度については第1報において4表に示したようにほとんど無視し得る程度である。本実験では分析を行わなかったが、a系b系の試料の酸素量の増減とチルの起っている場所とを3図について仔細に観察すれば、少くとも酸素の偏析を逆チルの原因に挙げることは支持されないことが明瞭である。またたとえば4図の20mm, 30mmの段を中央から両側に順次眺めてみれば、チル化を直ちに酸素の存在に帰せしめることの支持され難いことも首肯せられるであろう。すなわち、多少の偏析はインゴットの中央部に行くにしがって存在するとしても、そのみをもって直ちに逆チルの原因であるとは結論されないのである。

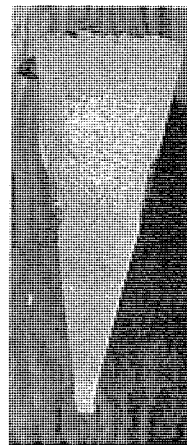
つぎに、2のIに述べたように下段の方において正常化への復帰が起っていることを考えれば、逆転現象はある冷速の範囲においてのみ起っていることとなるが、この冷速範囲は第1報では $22\sim 17^{\circ}\text{C}/\text{min}$ であり、本報では $25^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 11\sim 12^{\circ}\text{C}/\text{min}$ であって必ずしも一致するともいえない。少くとも本報の方が冷速範囲が広がっている。この逆転現象の起る冷速範囲が第1報、2報において一致しないことは何を意味するか興味あることと思われる。

以上述べたように本実験の範囲では逆転現象の原因について推定するにも、根拠となる実験に欠けているのであるが、試料の組成、溶解法、鑄造法、溶解鑄造時の空気の湿度等吟味すべき項目は少ない。

ちなみに、5図に現場で行われる楔型試験に時として現われる逆チル組織を示しておいた。著者の作業場におけるダイアナイト鑄鉄鑄物の製造においては、このような試験によって逆チルが現われた時をもって、溶湯の脱酸処理が適度に進行したものすなわちa₃級の湯が得られたとして、つぎの接種、鑄込みの工程に移ることになっている。キューポラまたは電気炉溶解において酸化を防ぎ得なかったときにも、楔型試験片に逆チルが現われることはしばしば認められるところであるが、これは3図の写真からみて当然と考えられる。

4. 第1, 2報の対照

第1報のまえがきに述べたように一連の本研究は、著者としてはダイアナイト鑄鉄鑄物を日常生産している立場から、現場作業なるべく近い条件の下に、種々の条件を変えた場合に、鑄物の組織がどのように変化するか、およびその理由をできるだけ明らかにして、大方の士の参考に供せんとするものであるから、第1報が冷し金を底部に当てた比較的冷速の大なる場合から、冷速がより小となるにつれて組織がどのように変化するかを調べたのであるが、その最小の冷速は $15^{\circ}\text{C}/\text{min}$ であった。したがって、それよりも冷速の小なる場合に組織がどのように変化するかを調べれば、第1報に



5図 試験片に現われた逆チル組織

Fig. 5. Inverse chill structure of V test piece.

つづく研究となるのであるが、これにはインゴットの径や高さを大とすればよいと考えられるが、多くの試料を作成する上からは、第1報以上の大型鑄型を用いることは遂行上困難が多い。かかる場合考えられることは冷し金をはずして砂型のままの型として鑄湯することである。これが本第2報である。この場合冷速は $25\sim 10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ の範囲であって明らかに最小冷速は第1報の場合より $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 下っている。砂型の場合は鑄型中の湯の場所対冷速の曲線(2図)の傾斜はゆるやかで、第1報の急傾斜とは比較にならない。両実験中には冷速の等しい湯が相当にある。もしもこれら冷速の等しい湯が、等しい組織を持つならば、第1, 2報を通じて冷速 $120\sim 10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ における組織の変化が明らかにされることとなるのであるが、実験の結果はそうになっていない。多少の違いが厳存している。したがって、これまでの実験結果から冷速 $120\sim 10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ の組織を指摘することはできない。すなわち、第1, 2報の結果を直ちにつなぎ合わせることは事実がこれを許さないのである。いい換えれば第1報の結果と第2報の結果とは厳密にはつながらない。独立の2種の実験結果なのである。これは多少異様な感じを与えるのであるが仔細に考えれば当然のことである。Wall effect というか size effect というか、鑄型の質、大きさに起因する factors が含まれており、この factors の effects が第1報と第2報とでは多少異なっているのである。これを判り易くいえば、たとえばインゴットの大きさを断面積、高さいづれも本実験のその2~3倍にとったとすれば、底部に冷し金を当てた場合と砂型との対称は本研究の場合とは全く等しいとは考えられない。size effect がきいてくるからである。

いま、第1, 2報の組織について顕著な相異を挙げれば、第2報では相当広い範囲に F が存在するに反し第1報では F は A 列のみにしか存在していない点である。また逆転から正常化への復帰の始まる段も第1, 2報では、位置(底面からの距離)からも、冷速からも一致しているとはいえない。

しかしながら、われわれは第1, 2報の結果から、実験条件に随伴してくる未知の条件の影響を消去して、第1報の7図と本報の4図とをつなぎ合せた場合を推定したくならざるを得ない。6図はすなわちこの推定図である。この図は第1報7図の逆転以前の部分に本報の4図をつなぎ合せたものであるが、第1報7図には F の範囲が細く、F(U), U(F) の範囲がないので、6図では推定してある。この点は今後の実験によって訂正されるかも知れない。第1報の7図および本報の4図では冷速の目盛りが本式(等距離にとってある)で、底面からの距離はこの冷速に合せて記してあるが、6図ではこ

れらとは正反対に距離の方を本式にして冷速の方を距離に合せてとってある。(図の両側には参考のため近似的に数値を入れてある) そのために6図は第1報7図本報4図とはかなり趣きのちがった図となっている。したがってこの図では鑄型の底面(図の上端)から中央部(図の下端)までが約60mmの距離があり、鑄型の断面積が約 $60\times 60\text{mm}^2$ の鑄型に鑄込まれた湯の組織が、距離と共にどのように変化するかを、実験の結果を基礎として、推定せるもので、湯としては酸素の含有量がわずかつ異なる11種のものについてまとめたものである。

図において A 列の左右が対称性を示していること、組織境界線が直線となっている点などは、前同様に厳密性はない。逆転現象の起る距離(すなわち $0_1\sim 0_2$ 点の位置)が多少違えてあるのは本報4図の結果を重視したからである。F および F(U), U(F) の範囲についても同様である。

この図ではインゴットの大きさは前同様とし、しかも底と中心の冷速をそれぞれ $120^{\circ}\text{C}/\text{min}$ および $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ としてある所に仮定が入っている。(本報の4図の場合距離60mmの中心部よりさらに少しく高い所に冷速最緩の所があるが、60mmの冷速とそう大差がないので不問に付してある。)

なおこの図には正常化への復帰は表わされていない。その理由は正常化への復帰が $U\rightarrow F$ とか $Lg\rightarrow U$ というように組織の著しい差として現われず、Uなる組織の範囲のうちで認められたにすぎないからである。また実験の範囲がせまいからにも外ならない。

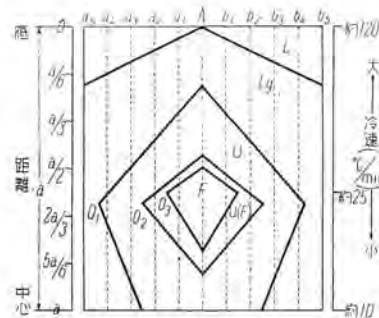
しかしながらこの6図は上下に眺めれば対称的ではないので、境界線を図の範囲外に延長することは考え難くなっている。(本報4図ならば延長してもよいようにも見えるが。)

この6図は実際の鑄物の組織に関して参考となるものと信ずるのであるが、これらの点については大方の諸賢の data を呈出して頂きたく思っている。

終りに臨み、終始ご指導を戴いた岩瀬教授に厚く謝意を表し、また実験に協力下さった本社星野技師、今井技師ならびに小川技手に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) A. Hultgren, Y. Lindblom, and E. Rudberg: Journal of The Iron and Steel Institute, April, 1954. (研究目的は異なるが $F\rightarrow U$ の変化において参考)
- (2) 五十嵐勇, 大平五郎, 井川克也: 鑄物 Vol. 27, No. 12. (1955) (研究目的は異なるが、逆チルに若干ふれているので参考)



6図 酸素量と冷速による組織変化図
Fig. 6. Changes of structure with oxygen and cooling velocity.

C 型計器用変圧器

油入またはダイクロール（不燃性油）入、
完全密封構造

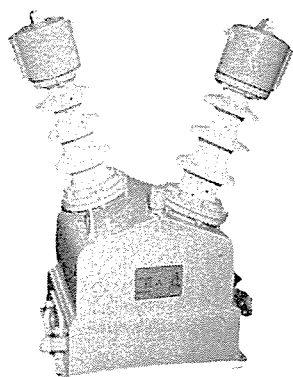
従来、油入計器用変圧器は、中身を油槽内に納め、油槽上面にブッシングを取付ける型式が標準とされていたが、この型式では外気の呼吸による油の劣化や、湿気の侵入による事故のおそれが多分にあったため、33kV以上の高圧用または碍子型はすでに完全密封式として外気を全く呼吸しない型式が採用されていたが33kV以下のものにもこの必要は大きい。当社ではこの要求に応じて信頼度の高いかつ寸法、重量の軽少な新形式のC型計器用変圧器の開発を完了し、製作を開始した。

C 型計器用変圧器の特長

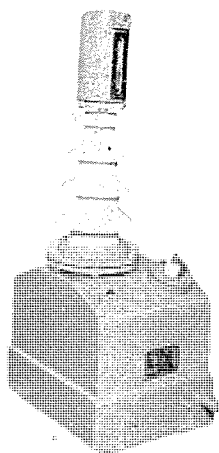
1. 中身はベースの上に組立て、その上から外箱をかぶせて溶接するため、中身と外箱との間隙がほとんどなく外形寸法、重量が著るしく減少される。
2. 外箱は溶接構造とし、パッキングによる縮付部分はあるだけ少くしているから、密封構造が完全で、長年使用しても吸気、油洩れの恐れがない。
3. 1次リードはコイルから直接碍管内に導かれているから従来のような貫通ブッシングが不要で、高さも著るしく減少される。
4. 油量がきわめて少いから、碍管頭部に設けた膨脹室は内圧を安全範囲に保つに充分な容積となし得る。
5. 油の所要量が少いから、高価な不燃性絶縁油を使用しても、さほど価格に影響しない。

C 型計器用変圧器の種類

C 型計器用変圧器は、その構造上、線路電圧 11,000 V から 77,000 V までが最適である。型式は線路への接続方法によりつぎの3種に分類される。



関西電力梶原発電所納入
CLF-IS 型
ダイクロール入 PT
13,200 V/110 V 200 VA
絶縁階級 20 号



関西電力神戸変電所納入
CSF-3 型
ダイクロール入 PT
 $\frac{33,000\text{V}}{\sqrt{3}} / \frac{110\text{V}}{\sqrt{3}} / \frac{110\text{V}}{3} 200\text{VA}$
絶縁階級 30 号

CL 型 高圧ブッシング2本を有し、線路間に接続する。(通常2台でV結線にして3相用に使用するもの、または1台で単相線間に使用するもの)

CS 型 1本の高圧ブッシングを有し、線路と中性点間に接続する。(通常3台を星形結線とし中性点は直接接地し、3次巻線を有して零相電圧の検出に用いるもの)

CN 型 変圧器の中性点を PT 接地するに用いるもので、中性点専用とする。

CS 型は CN 型と同様、変圧器中性点接地用 PT にも共用できるが、CN 型3台を星形として線路に入れることはできない。これは定格1次電圧は同じであっても、CS 型は、1線接地事故により1次電圧が $\sqrt{3}$ 倍に上ることを予想した設計であるに対し、CN 型ではかかる考慮が払われていないからである。

C 型計器用変圧器の特性

C 型計器用変圧器は、中身を絶縁物で完全に囲んでおり、高圧側リードも十分に絶縁がほどこされ、充電部は全く露出していないから、絶縁特性は非常に良好で、完全密封の特長と相まって、高い信頼度を有している。

誤差については、従来のタンク型に比べ、良質の硅素鋼板を用いると共に、巻線のインピーダンスはきわめて小さく設計されているから、負担の変動による誤差の変化がきわめて少く、JIS C 1712 に規定されている 1.0 級の精度は充分もっており、また、要求によっては、電力需給用として 0.5 M 級のものも容易に製作し得る。

路面電车用高速度断流器

当社で開発製作した UM-30 型断流器は、従来の路面電车用自動遮断器に代って登場したものであって、600 V、2×100 HP または 4×50 HP 以下の、間接あるいは直接制御方式の電車に使用するに適している。

1 図の写真に示すような美麗な箱の中には、電磁接触器と過負荷機構が一体となって納められており、きわめて迅速かつ優秀なる遮断能力を有し、自車の事故電流は確実に自己の力で遮断して、変電所を飛ばして系統の停電をひき起したり、火災事故を起したりする憂いを一掃するものである。

電磁接触器は連続定格 300 A、過負荷機構は積層した鉄心、および鉄片を備えた高速度過負荷継電器である。しかしてこの過負荷機構は、電磁接触器の接触子と機械的連動を有して、過負荷継電器の動作によって電磁接触器の接触子は直接開かれると同時に、電磁接触器の動作コイルを連動切換接点によって開くので、きわめて高速度の電流遮断が行われるのである。さらにこのとき連動切換接点によって、過負荷継電器の保持コイルが励磁され、これをスイッチによって消磁するまでは保持状態を続ける。

2 図に、本断流器を直接制御方式の電車に適用する場合の接続を示す。この例の場合は、制御電源を得るための電動発電機



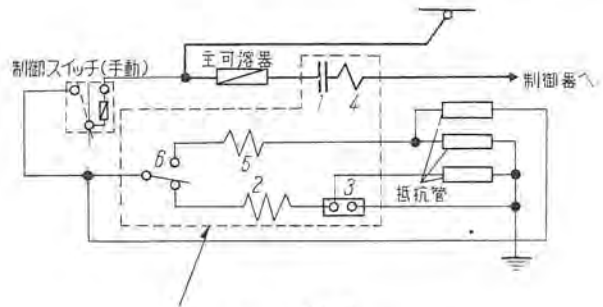
1 図 UM-30 型遮断器 (過負荷連動機構付)

がないため、電磁接触器の動作コイルおよび過負荷継電器の保持コイルを架線から直接励磁するために若干の抵抗管を必要とする。

本遮断器の遮断試験オシログラムの一例を、3 図、4 図および 5 図に、試験回路を 6 図に示す。

3 図、4 図共に電圧 550 V、最終電流値 1,200 A、空心インダクタンス 20 mH の遮断試験結果を示すものであるが、3 図は過負荷連動機構を殺し、電磁接触器のみで遮断した場合、4 図は過負荷連動機構を動作させた時、すなわち本来の動作状態での試験記録を示している。

図に示されるように、前者では電磁接触器の動作コイルを消磁してから接触子が開き始めるまで 5.54 c/s を要しているが、

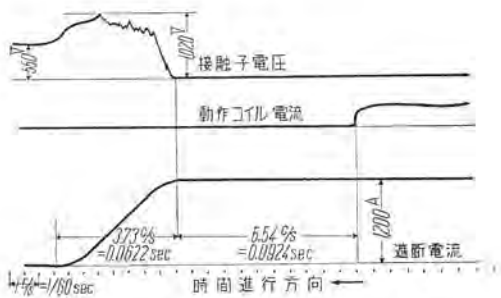


- 1. 主接触子
- 2. 電磁接触器動作コイル
- 3. # 連動接点
- 4. 過負荷継電器過負荷コイル
- 5. # 保持コイル
- 6. # 連動切換接点

2 図 直接制御方式の電車に適用した場合の接続図

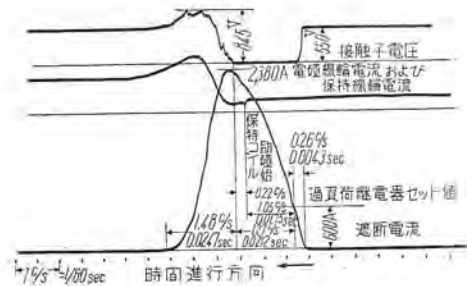
後者では過負荷継電器が動作してから（保持コイル励磁開始から）接触子が開き始めるまでわずかに 0.42 c/s しかかかっていない。この一例をもつてしてもいかに過負荷連動機構が有効に動作しているかがわかる。なお 5 図は 550 V、最終電流 2,500 A、空心インダクタンス 3mH の場合の過負荷連動遮断試験結果を示す。

本遮断器は、当社がはじめて試作して東京都電に納入した本格的 PCC 車をはじめ、各都市の間接制御方式の路面電車、京都市電、札幌市電の直接制御方式の路面電車等に採用されて好成绩を納めつつ現在盛んに活躍している。



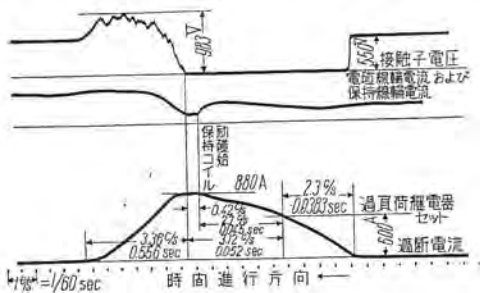
3 図 遮断器遮断試験 (電磁接触器単独)

L=20 mH



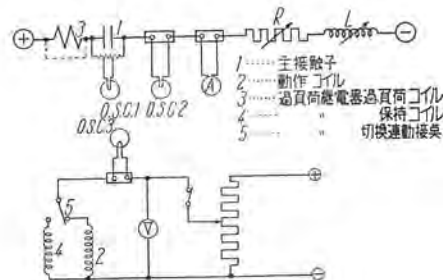
5 図 過負荷連動遮断試験

L=3 mH 最終電流=2,500 A



4 図 過負荷連動遮断試験

L=20 mH 最終電流=1200 A



6 図 UM-30 型遮断器遮断試験回路

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
電車	5月号	東急玉川線軽量連節車用制御装置	待鳥正	伊丹
電車	6月号	WNドライブの発達	松田新市	伊丹
電力	6月号	関西電力石井発電所堅軸ベルトン水車の高能率運転装置	梅名茂男	神戸
オーム	6月号	絶縁材料の劣化より見た変圧器の寿命と温度上昇	白井万次郎	研究所
冷凍	6月号	コンクリート凍結融解試験装置	白川嘉孝	静岡
品質管理	6月号	作業者のための教育	中田益美	伊丹
電気公論	7月号	佐久間発電所の変圧器および避雷器について	田宮利彦	伊丹
溶接学会誌	7月号	耐熱材料の抵抗溶接について	南日達郎 岸田公治	伊丹
木材工業	7月号	木材の接着剤の選定と接着作業について	七戸慶人	郡山
マネジメント	7月号	設備保全に対する MAPI の考え方	堀直昌	本社
塗装ハンドブック		エレベータ塗装	小川鎮二	名古屋

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
2月15日	能率協会	設備更新への MAPI の応用	堀直昌	本社
2月22日 ～3月1日	茨城県下 農事用モータ講習会	農事用モータ分解清掃講習	前田定芳	本社
3月28日	電力中央研究会	絶縁液体の誘電強度におよぼす気体有機塩素化合物溶解の影響	白井万次郎	研究所
3月30日	関西電気協会	照明用水銀灯について	小椋義正	研究所
4月4日	応用物理学会	直視型質量分析計の試作	後藤正之	研究所
4月2日 ～5日	電気3学会連合大会	名鉄納 8 個電動機単一制御装置	待鳥正	伊丹
	〃	超高压避雷器の特性試験	大木正路	伊丹
	〃	6kV 配電線用放出避雷器	鎌田隆好	伊丹
	〃	HBS型高速度母線保護継電装置および HDG型高速度母線選相継電装置による二重母線高速度保護継電装置	藤井重夫 北浦孝一	神戸
	〃	変圧器用不燃油定定剤の効果	白井万次郎	研究所
	〃	空気吹付モデル間隙の残留電流	潮恒郎	研究所
	〃	同時標定式閃絡標定器について	豊田準一	研究所
	〃	差動型饋付導波管広帯域 1/4 波長板	喜連川 隆	研究所
	〃	接触交流機用電磁接点の閉接時間および躍りについて	岡久雄	研究所
4月3日	金属学会大会	OP 磁石に関する研究	中村弘	大船
4月5日	京都大学	硫酸塩螢光物質に関する研究	河合登	大船
4月11日	電子放射研究会	電子管電極金属微量酸化度の一試験法	秦卓也	研究所
4月12日	トランジスタ専門講習会	トランジスタの材料	神崎通	研究所
4月13日	高周波熱処理講習会	高周波誘導加熱装置とその応用について	渡辺文明	無線機
4月21日	精器学会大会	放電加工の研究	斎藤長男	研究所
4月21日	輻射科学研究会	誘導体板入り 1/4 波長板の広帯域化	喜連川 隆	研究所
5月18日	電気協会研究会	ダイアレジン含浸計器用変成器	大野 曉	伊丹
	〃	電弧炉用空気遮断器	米沢克昌	伊丹
	〃	電動機小型化の問題点	関野 博	名古屋
	〃	内部冷却タービン発電機	加賀貞広	長崎
	〃	2000 MC AM/FM 多重通信機	檜本俊弥	無線機
5月24日	関西原子力研究会	10 MW 天然ウラン重水炉	弘田実弥	研究所
	〃	水泳プール型原子炉の設計	小倉成美	研究所
5月30日	写真学会	偏光板に関する研究 前照燈の脚光防止	中村弘	大船

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 場 所	属 所
特 許	磁石発電機	31- 3- 3	220292	官崎 秀夫	姫路	路
〃	自動開閉装置	〃	220293	宮内 貞夫	長崎	崎
〃	軸体の高周波誘導焼入装置	31- 3-10	220560	大森 淳夫	名古屋	屋
〃	衝撃電圧発生装置	〃	220561	岩崎 晴光	伊丹	丹
〃	第3刷式発電機	〃	220562	宮沢 進	姫路	路
〃	同期機解列装置	31- 3-24	220915	尾畑 喜行	神戸	戸
〃	回転偏波単一偏波の相互交換装置	31- 3-31	221075	津渡 隆優	無線	機
〃	アンテナ方式	〃	221076	喜連川 隆	〃	〃
〃	サーモスタットメタル	〃	221077	篠崎 善助	名古屋	屋
〃	気中遮断器	〃	221078	新井 正元	伊丹	丹
〃	水車起動方式	31- 4-30	221842	尾畑 喜行	神戸	戸
〃	水銀蒸気放電管	〃	221843	{大野 才三 八十田 尚	研究所	所
〃	水車起動方式	〃	221844	尾畑 喜行	神戸	戸
新 案	熱働型需用計器	31- 3- 9	441174	{加藤 義昭 藤尾 明二	福山	山
〃	磁石発電機	31- 3- 9	441175	宮崎 秀夫	姫路	路
〃	着火用磁石発電機	〃	441176	荒川 利弘	〃	〃
〃	磁石発電機	〃	441177	{宮崎 秀夫 三木 隆雄	〃	〃
〃	周波数弁別器	〃	441178	喜連川 隆	無線	機
〃	3相変圧器	31- 3-14	441434	福中 希生	伊丹	丹
〃	真空容器の漏洩検査装置	〃	441435	大野 才三	研究所	所
〃	水銀整流器	〃	441436	加藤 又彦	伊丹	丹
〃	積算無効電力計	31- 4- 4	442402	山 泉 稔	福山	山
〃	積算計器のトルク調整装置	〃	442403	加藤 義明	〃	〃
〃	変圧器のタップ切換装置	〃	442404	内藤 寅春	名古屋	屋
〃	ワードレオナード電動揚貨機制御装置	〃	442405	和田 義勝	長崎	崎
〃	積算電力計	31- 4- 6	442512	{藤野 健次 瀬 良	福山	山
〃	单相瞬時電力測定用可変インダクタンス装置	〃	442513	{潮山 恒裕 吉 郎二	研究所	所
〃	電気雷管の塞栓	31- 4-23	443212	{山田 正文 長 馬 文夫 (共同出願)	日本化	業 無線機
〃	テーホルダ	〃	443220	土居 誠二 (名義人)	本社	社
〃	縦型発電機の見回台	〃	443248	{鈴木 正材 三 浦 宏	神戸	戸
〃	ミシン	〃	443249	三津 沢 武夫	和歌山	山
〃	ミシンの糸立棒	〃	443250	〃	〃	〃
〃	検油具	31- 4-23	443251	{山 泉 満彦 安 松 靖	福岡	岡
〃	放電燈ソケット	〃	443252	{塩見 清士 高 部 俊夫	研究所	所
〃	3相変圧器	〃	443253	福中 希生	伊丹	丹
〃	回転電機	〃	443254	朝枝 四郎	長崎	崎
〃	蛍光燈ソケット	〃	443255	船田 淳三	大船	船
〃	封じ切り単極水銀整流器運転装置	〃	443256	加藤 又彦	伊丹	丹
〃	単陽極水銀整流器制御装置	〃	443257	〃	〃	〃



日本郵船の新造船 薩摩丸に装備されたワードレオナード式による揚錨機である。性能および運転能率はきわめて良好で、電源は揚貨機と兼用の誘導電動直流発電機から給電される。



仕様

出力 90 HP
電圧 直流 220 V
回転数 650 rpm
電源 3 相交流 450 V

三菱電気揚錨機

特長

- ☆ 5 トン揚貨機用発電機 2 台を並列に接続して電源に使用する
- ☆ 揚貨機から揚錨機への発電機の切換は簡単にできる
- ☆ 軽荷重時の高速度、重荷重時のストール特性が揚貨機と同様に得られる
- ☆ 直列接続のような高電圧とならないので人体に安全である

昭和 31 年 8 月 8 日 印刷 昭和 31 年 8 月 10 日 発行

「禁無漸転載」 定価 1 部 金 60 円 (送料別)

雑誌「三菱電機」編集委員会

委員長 大久保 謙
副委員長 石川辰雄
委員 浅井徳次郎 荒井 潔 石橋英樹 市吉惟浩
伊東祐義 大久保夙郎 岡屋精二 菅野正雄
木村武雄 小林治一郎 小堀富次雄 進藤貞和
田宮利彦 津村 隆 中野光雄 毎熊秀雄
松田新市 松尾又一 松尾米太郎 宗村 平
横須賀正寿
幹事 市村宗明 前田幸夫 以上 50 音順

編集兼発行人 東京都千代田区丸の内2丁目3番地 市村宗明
印刷所 東京都新宿区市谷加賀町1丁目 大日本印刷株式会社
印刷者 東京都新宿区市谷加賀町1丁目 長久保慶一
発行所 三菱電機株式会社内「三菱電機」編集部
電話 和田倉 (20) 1631
日本出版協会会員番号 213013
発売元 東京都千代田区神田錦町3の1 株式会社オーム社書店
電話 (29) 0915・0916 振替東京 20018