

## 製 鉄 用 電 気 機 器

## Electric Machines for Steel Relling Plast

泉 千 吉 郎\* 丹 秀 太 郎\*\* 広 瀬 相\*\*\*  
Senkichiro Izumi Hidetaro Tan Osamu Hirose

## 内 容 梗 概

最近の圧延機はその容量ならびに圧延速度が増大し、性能も高級化するにつれて、電気機器の操作頻度も大となってきた。電気機器はこれらの苛酷な使用に耐えねばならない。同期電動機、誘導電動機は耐熱絶縁物の進歩によって、その面目を一新した。また直流電動機は600番形電動機が開発されて、急速にその用途を増大しつつある。水銀整流器も定電圧電源としては古くから使用されていたが、最近線材ミル、熱間圧延機など各種の電源として、広く使用されるようになってきた。ゲルマニウムおよびシリコン整流器も脚光を浴びて登場し、急速にその分野を拡大しつつある。スイッチギヤとしては特にメタルクラッド形配電盤が多く使用されるので、これについて述べた。制御器においては600番形電動機に付属して電磁制動機が開発された。また高頻度直流電磁接触器も開発された。

## 1. 緒 言

製鉄機器特に圧延機は最近その容量が年とともに増大し、またその性能も高級化し、圧延速度も高くなってきた。これに伴い電気機器も容量、性能も著しく進歩発達してきた。補機類もこれに歩調をそろえて進歩してきていることはもちろんである。製鉄用電気機器はその使用条件よりきわめて苛酷な取扱いを受けるが、主補機のいずれを問わず1機たりとも故障により停止すると全設備の機能を停止させることになり、生産上重大なる問題となる。これらの観点より製鉄用電気機器は信頼性を最大の眼目とせねばならない。したがって製鉄用電気設備の計画ならびに設計にあたってはその要求される性能について十分検討して、最適の方式を選定するとともに、各機器については寿命そのほかを考慮して十分信頼のあるものを選定すべきである。

## 2. 同期電動機

同期電動機は効率がよく、力率の調整が容易でかつ故障が少ないことなどのため、誘導電動機とともに製鉄用に多く用いられるようになった。最近力率の自動調整を行うものも現われてきた。日立製作所においても昨一

年間に完成したものをあげると第1表のとおりである。

製鉄用同期電動機は一般の同期電動機に比して次のような特長を有している。

- (1) 急激な過負荷が繰り返しかかるため、電氣的にも機械的にもこれに十分耐えられるよう、頑丈な構造となっている。
- (2) 大きな過負荷にても安全に運転できるよう脱出トルクが大きくなっている。
- (3) 急激な過負荷の頻発する苛酷な用途であるので、局部的過熱そのほかを考慮して定格出力における過度上昇限度を一般のものより低くとり、B種絶縁で温度上昇は50°Cまたは40°Cに制限している。
- (4) コイルの電氣的、機械的信頼度を増すため、すべてSLSワニスを用いている。
- (5) 一般に鉄塵が多く室温が高い所で使用する所以他冷閉鎖通風式が採用されている。

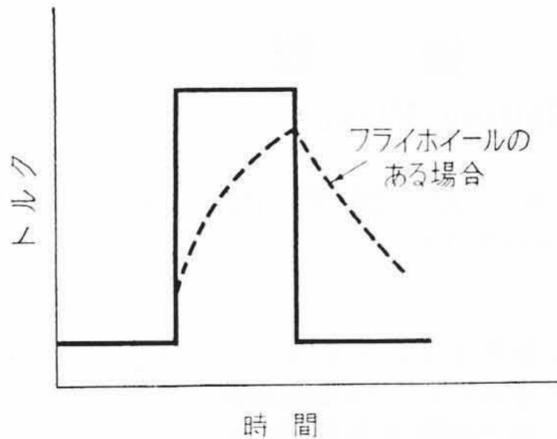
以上のような特長を有し、自動力率調整器と組合せ広く製鉄用に同期電動機が使用される傾向にある。現在用いられているものは小鋼片圧延機などのように定速運転される主ロール駆動用およびレオナード設備やメッキ、酸洗など処理用な電動発電機駆動用がある。

第1表 昨年完成された同期電動機

昭和32年11月より33年10月まで 単独工場完成品

| 納入先  | HP    | 台 | 形 式      | 電 圧 (V) | 周波数 (~) | 極 数 | 回転数 (rpm) | p.f | T <sub>max</sub> (%) | 用 途                   |
|------|-------|---|----------|---------|---------|-----|-----------|-----|----------------------|-----------------------|
| 八幡製鉄 | 1,000 | 2 | EFBDL-RD | 6,300   | 60      | 6   | 1,200     | 0.8 | 200                  | 分塊 mill 補機用 M-G用      |
| 八幡製鉄 | 4,500 | 1 | EFBDL-RD | 6,300   | 60      | 10  | 720       | 0.8 | 300                  | Sendzimir mill 用 M-G用 |
| 日本鉄板 | 3,000 | 1 | EFBL-RD  | 3,300   | 60      | 10  | 720       | 0.8 | 200                  | Sendzimir mill 用 M-G用 |
| 川崎製鉄 | 750   | 1 | SB-RD    | 3,300   | 50      | 6   | 1,000     | 0.8 | 200                  | Skin Pass mill 用 M-G用 |
| 川崎製鉄 | 600   | 1 | SB-RD    | 3,300   | 50      | 6   | 1,000     | 0.8 | 175                  | Strip mill 付帯設備用 M-G用 |
| 日本冶金 | 3,300 | 1 | EFBL-RD  | 3,000   | 50      | 8   | 750       | 0.8 | 200                  | Sendzimir mill 用 M-G用 |
| 日本冶金 | 700   | 1 | EFBL-RD  | 3,000   | 50      | 6   | 1,000     | 0.8 | 200                  | Sheet mill 用 M-G用     |

\* 日立製作所日立工場 \*\* 日立製作所国分工場 \*\*\* 日立製作所亀戸工場



第1図 はずみ車効果による尖頭負荷の減少

### 3. 製鉄用誘導電動機

製鉄用誘導電動機は、圧延用ロールやイルグナ設備を駆動する圧延用主機と、テーブル、シヤーなどを駆動する圧延用補機の二種に大別することができる。これらの電動機は、機械的にも電氣的にも苛酷な条件で使用されるので、それぞれの用途に対して最適の構造に設計製作している。

以下に製鉄用誘導電動機の特性和構造の特異点につき概説する。

#### 3.1 圧延機主機用誘導電動機

##### 3.1.1 圧延機用誘導電動機

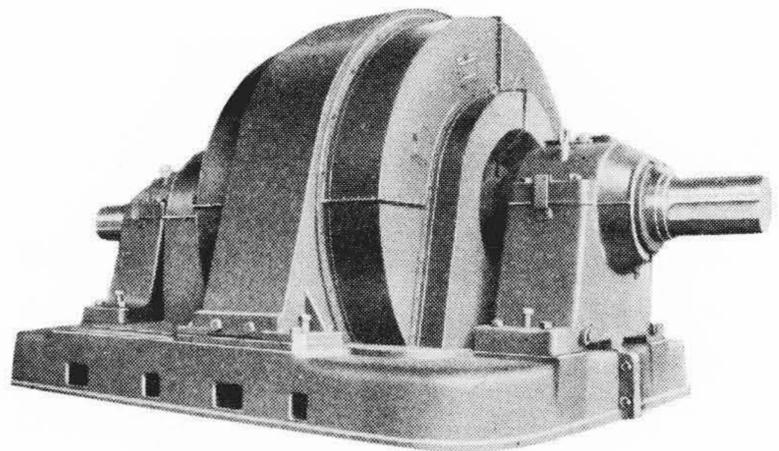
間歇負荷を繰り返す圧延機駆動電動機の容量は負荷の二乗平均値で定められるから、フライホイールを直結して尖頭負荷を軽減させる(第1図参照)。フライホイールは速度を落してエネルギーを放出させるもので、巻線形誘導電動機では滑り調整器を併用して、滑りを負荷に応じて自動的に加減して尖頭負荷を軽減させる。なお、電動機自体も最大回転力を大きくとり、全負荷の250%の瞬間負荷がかかっても停止することのないよう設計製作している。

ロールミルを駆動する誘導電動機は一般に大馬力で、比較的低速度のものが使用される。ロールミルが鉄材などを噛み込む場合には、大なる機械的衝撃が加わる。また負荷が急激に増加するので大電流が流れ、その電氣的衝撃も非常に大きい。この苛酷な負荷に十分耐えるよう、機械的強度を十分に取り、材料の吟味、工作、組立てなどに細心の注意を払っている。

- (1) 固定子枠は鋼板熔接構造として軽量かつ頑丈な構造とする。
- (2) 固定子鉄心には良質のT級珪素鋼板を使用し鉄損を極力小さくして性能を高める。
- (3) 固定子コイルは二層亀甲形とし、機械からくる振動や大電流による電磁力によって移動することのないよう、線輪端部を巻線背部に入れたコイルささえ環に固く緊縛し、鉄心溝への納め方も入念に行って、機



第2図 圧延用誘導電動機の固定子



3,300V 60~ 14極 514rpm  
形式 EFBD-DRQ

第3図 2,250 kW (3,000 HP) 圧延用電動機

械的にも電氣的にも絶縁劣化を招来せぬ構造とする(第2図参照)。

(4) 回転子軸は鋼塊より入念に鍛造し、輻鉄は铸鋼製として、遠心力による強大な内応力に対して十分な強度を持たせる。

(5) 回転子鉄心にはB級珪素鋼板を使用し、機械的衝撃および遠心力に十分な強度を持たせるとともに溝は半閉溝として性能の増大を図っている。

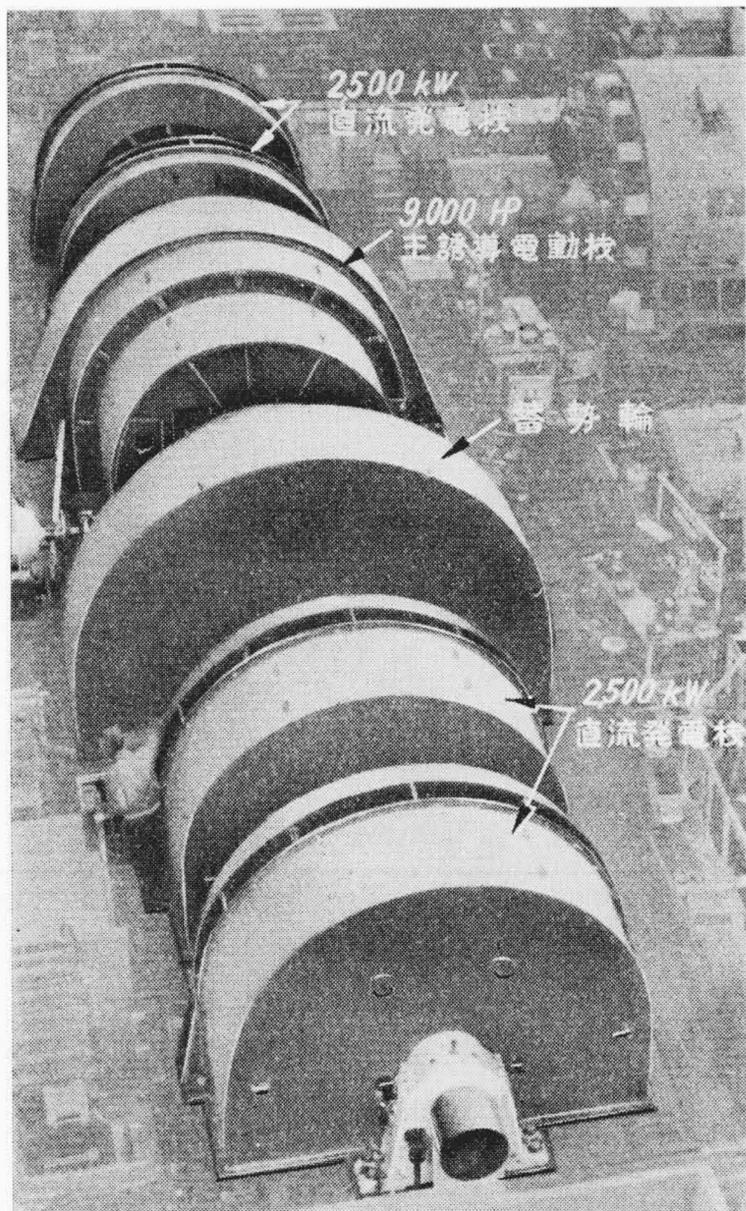
(6) 回転子コイルは平角導線を使用し、溝部分は強度の大きい特殊耐熱性樹脂で製作した楔で保持せしめ、鉄心外は強靱な鋼線で強固に緊縛してあるので、運転中絶対に動くことはない。

なお回転子は組立て完了後、静的および動的平衡を慎重にとり、振動のおそれのまったくないようにしている。

なお、一般に鉄粉、炭塵、水蒸気の充満した室に据え付けられるものであるので、絶縁や通風方式には特に注意を払っている。

第3図は2,250kW (3,000 HP) 圧延用誘導電動機の外観である。

##### 3.1.2 イルグナ設備用誘導電動機



第4図 八幡製鉄納 9,000 kW (12,000HP) イルグナ設備

イルグナ設備の誘導電動機は直接ロールミルを駆動しないが、発電機を通じて負荷の急激な増減が加わるので、圧延用電動機とほぼ同様の負荷条件と考えてよい。したがって、大なる機械的、電氣的衝撃や塵埃に対し圧延用電動機と同様に設計製作している。

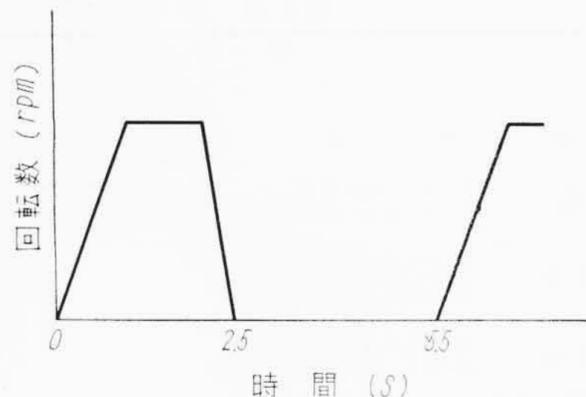
なおイルグナ設備は、誘導電動機、直流発電機、フライホイールなど多数の大容量機が直結されているので、起動時の軸受潤滑を助けるために別置始動装置により、ベアリングギヤを介して起動する構造になっており、これは発電機の整流子点検にも利用することができる。第4図は八幡製鉄厚板分塊工場へ納入した9,000kW (12,000 HP) イルグナ設備の外観である。

### 3.2 圧延補機用誘導電動機

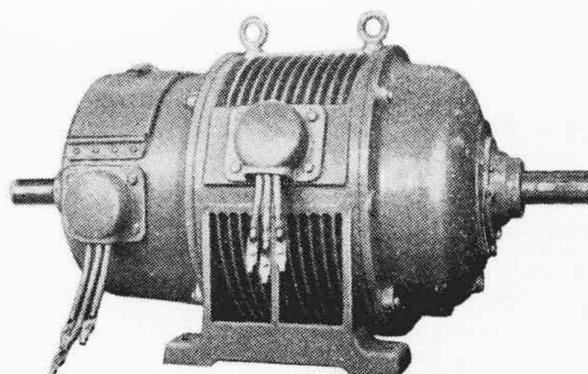
圧延補機用誘導電動機は、一般に起動停止、逆転の頻度が非常に多く、しかも機械的衝撃や振動の多い場所に使用される。一般に短時間定格の全閉巻線形誘導電動機が使用されるが、上記の条件を考慮して特殊な設計が施してある。

#### 3.2.1 チルチングテーブル駆動用誘導電動機

チルチングテーブルは一例を第5図に示すごとく起動停止がきわめて急速ひんぱんに行われる。そのため



第5図 チルチングテーブル用誘導電動機 デューティサイクルの一例



TO-DR<sub>60</sub> 30kW 10極  
第6図 加減速度巻線形誘導電動機

にひんぱんに大なる起動電流が流れるので、巻線は圧延用電動機と同様その電磁力で移動することのないよう緊縛せねばならぬ。これは固定子、回転子とも同様であるが、特に回転子には慣性力が加わる上、振動も大きいから頑丈に固定しなければならぬ。

また短時間で起動、停止できるよう慣性力を小さくするために回転子の直径を小さく設計する。そのほか鉄粉などの多い所に使用される関係上、それらが巻線の絶縁をおびやかすことを防ぎ、あるいは回転子線輪端などには入り込まないような構造にしてある。

### 3.3 加減速度誘導電動機 (通称クレーンモートル)

最近の製鉄用加減速度誘導電動機は耐熱絶縁材料の進歩によって著しく電氣的性能を向上させることができた。以下クレーンモートルの構造および特長について述べる。

#### 3.3.1 外被の構造

クレーンモートルは塵埃の多いところに使用され、また起動停止をひんぱんに繰り返して使用されるので全閉形とし、自然冷却法を採用している。外枠は鋳鉄製にして頑丈に作られ、また冷却効果をあげるため第6図に示すように放熱リブを設けている。

#### 3.3.2 電気絶縁特性

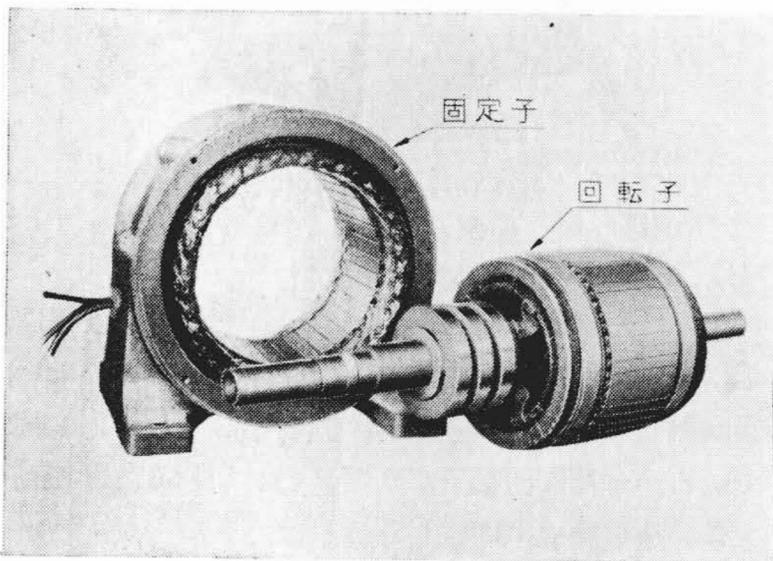
##### (1) 電線

固定子および回転子コイルは二重綿巻銅線が使用されていたが、最近の合成樹脂系絶縁材料の進歩によって絶縁皮膜が薄くて電氣的にすぐれ、耐熱性のよいポ

第2表 各種耐熱巻線の特性

| 特性     |  | 巻線名  |   | ガラス巻線 (DGC)  | アスベスト線   | テレグラスワイヤ   |   |
|--------|--|--|---|--|----------|--|---|
| 耐熱区分   |  |  |   | B社 F社 H種   | B社 F社 H種 | B社 ~ F種  |   |
| 絶縁破壊電圧 | V/0.1mm(常温)<br>V/0.1mm(200°C×6h)                   | 650~750<br>850~950   | ② | 350~400<br>400~450   | ③        | 750~800<br>800~850   | ① |
| 絶縁抵抗   | MΩ/m(常温)<br>MΩ/m(200°C×10h)                        | 1×10 <sup>4</sup> ~4×10 <sup>4</sup><br>4×10 <sup>4</sup> ~1×10 <sup>5</sup> | ① | 1×10 <sup>3</sup> ~1.5×10 <sup>3</sup><br>3×10 <sup>3</sup> ~4×10 <sup>3</sup> | ③        | 8×10 <sup>3</sup> ~1×10 <sup>4</sup><br>8×10 <sup>3</sup> ~1.5×10 <sup>4</sup> | ② |
| 耐摩耗性   | 回/0.1mm(常温)<br>回/0.1mm(200°C×6h)                   | 30~40<br>60~70   | ③ | 60~80<br>250~350   | ②        | 1,200~1,400<br>3600以上  | ① |
| 耐衝撃性   | 回/0.1mm(常温)<br>回/0.1mm(200°C×6h)                   | 20~30<br>30~40   | ③ | 60~70<br>70~90   | ②        | 70~80<br>200~220   | ① |
| 屈曲性    | V/0.1mm (常温心線径9倍に巻付)<br>V/0.1mm (200°C×6h心線径9倍に巻付) | 300<br>310   | ② | 190<br>200   | ③        | 400<br>360   | ① |
| 吸湿性    | MΩ/m<br>(RH90°C, 45°C×100h)                        | 2~5  | ② | 0.1~0.15   | ③        | 20~40  | ① |
| 供試線    |  | 1.4φ   |   | 1.0φ   |          | 1.6φ   | ① |

備考：各特性の項の①②③は優位順を示し、若い数字の方が優位。



第7図 クレーンモートルのコイルエンドのモールドを行ったもの

リビニルホルマール線、またはポリエステルエナメル線が使用されつつある。このようなエナメル線は苛酷な使用条件のもとで運転される場合に絶縁皮膜の熱軟化を生じやすいので、ポリエステルコンパウンドでモールドを行うことがある。第7図は固定子および回転子のコイルエンドをポリエステルコンパウンドでモールドした一例を示す。

ロール機に使用されるモートルのように起動停止をひんぱんに行う場合はB種絶縁以上の耐熱絶縁を行っている。これに使用される電線は二重ガラス巻線またはアスベスト線がある。前者は後者に比較して電氣的にすぐれているが機械的強度が劣っている。日立クレーンモートルは電氣的および機械的にすぐれた、耐熱性合成繊維とガラス繊維を併用したテレグラスワイヤを使用しており、高頻度の起動停止の運転に耐えられる構造になっている。第2表はこの三者の電線を比較したもので、テレグラス線は従来のものよりも電氣的にも機械的にもすぐれていることがわかる。特に耐

第3表 絶縁ワニス の特性

| 特性               | 区分         | サーモセツトワニス W-2800       | 耐熱アルキド系ワニス WI-292 | シリコンワニス HS-201    |
|------------------|------------|------------------------|-------------------|-------------------|
|                  |            | 色                      | 相 飴               | 相 飴               |
| 比重 (20°C)        |            | 0.89±0.03              | 0.93±0.03         | 1.0±0.03          |
| 粘度 (30°Cポアズ)     |            | 0.6~3.0                | 0.6~2.7           | 1~2               |
| 不揮発分 (%)         |            | 45±3                   | 45±3              | 50±2              |
| 酸価(不揮発分に対し)      |            | <30                    | <12               | <4                |
| 体積抵抗率 (Ω/cm)     | 常 態        | >10 <sup>14</sup> 25°C | >10 <sup>14</sup> | >10 <sup>15</sup> |
|                  | 浸水 (24h後)  | >10 <sup>13</sup> 25°C | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>15</sup> |
| 絶縁破壊電圧 (V/0.1mm) | 常 態        | >9,000 25°C            | >8,500            | >7,500            |
|                  | 高温(75±3°C) | >7,500                 | 155°C<br>>7,500   | 180°C<br>>6,500   |
|                  | 浸 水        | >6,500 25°C            |                   | >7,000            |
| 屈 曲 性            |            | 3φ120°±3°C<br>150時間    | 3φ170°C<br>96時間   | 3φ250°C<br>>100時間 |
| 加 熱 軟 化 性        |            | 150°C±3°C<br>1時間       | 150°C±3°C<br>1時間  |                   |

摩耗性は従来の巻線より格段にすぐれていることがわかる。

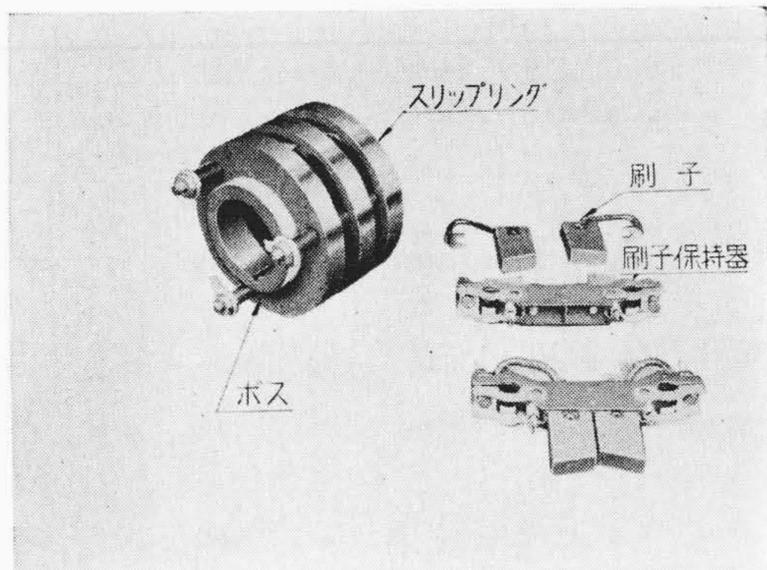
(2) 絶縁物

耐熱モートルのスロット絶縁材料にはガラスとマイカをはり合わせたガラスマイカスロットライナを使用している。

コイルの絶縁処理用ワニスにはB種絶縁には W-250 または W-2800 の合成樹脂サーモセツトワニスを、F種絶縁には耐熱アルキド系ワニスまたは変性シリコンワニスを、H種絶縁にはシリコンワニスを使用している。第3表はこれらのワニスの代表特性を示す。

3.3.3 集電装置

クレーンモートルの重要な部分の一つに集電装置がある。集電装置はスリップリングと刷子、および刷子保



第 8 図 スリップリングおよび刷子保持器

持器から構成され、常に二次抵抗器に接続されて速度制御を円滑に行えるように頑丈に作られている。スリップリングは第 8 図に示すように砲金製のリングをマイカ絶縁したボスに焼嵌めされている。スリップリングの相間はガラステープを巻き、さらにポリエステル樹脂を塗布して相間絶縁を完全にしている。刷子は金属電気黒鉛系のものを使用し、大電流を通しても長い寿命を持っている。刷子保持器は特殊構造とし、刷子が摩耗しても接触圧力が変わらないようになっている。

### 3.3.4 特 性

日本電機工業会規格、JEM-1065 に準拠しているが、製鉄用に適するよう最大回転力を 250% 以上に大きくしてある。定格は 60 分定格を標準にしているが B 種絶縁または F 種絶縁にすることによって 120 分定格以上に使用でき、過負荷耐量が大きくなっている。特に高頻度で使用率の高い場合は他冷却方式として連続定格のものも製作している。

## 3.4 モートルローラ

モートルローラはこれを適当なピッチに並べて圧延材料の運搬を行うコンベヤの一種で圧延効率を向上させている。

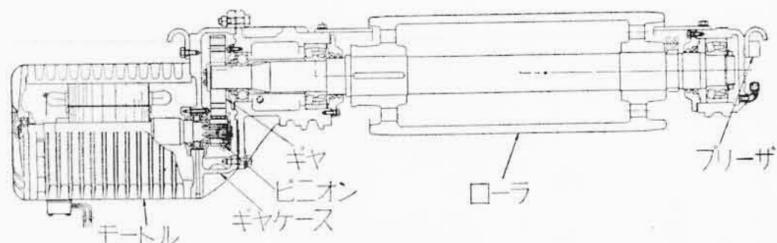
### 3.4.1 構造および特長

本機はモートル、減速機、およびローラから構成されており、第 9 図に示すような構造になっている。

#### (1) ローラおよび減速機

ローラは両側に配置された軸受台に支持され、その一端に取り付けられたギヤケース内の減速ギヤを介してモートルに直結されている。ローラは衝撃に対して十分な強度を持った肉厚の鋳鉄またはダクタイル鋳鉄を用い、ローラシャフトに焼嵌めされ、置キー止めにしてある。

ローラシャフトの軸受はギヤケース側をダブルテーパーローラベアリング、反対側をスクエリカルローラ



第 9 図 モートルローラの構造

ベアリングとし、衝撃およびスラスト荷重に対して十分な安全度を持っている。

ピニオンは肌焼鋼を使用し滲炭焼入れによる表面処理を施すか、またニッケルクロム鋼を使用して調質を行っている。ギヤはニッケルクロム鋼または機械構造用炭素鋼を使用して適当な硬度に調質処理を施している。以上はともに入念なラッピング作業を行っているので苛酷な使用状態においても円滑な運転ができる。

### (2) モートル

モートルの構造は苛酷な使用に耐えるよう頑丈に作られている。外枠は鉄粉そのほかの塵埃を防ぐため全閉構造とし、冷却効率をあげるため放熱リブを設けている。

固定子コイルは耐熱性のよい特殊ガラス巻線を使用し、絶縁処理には耐熱性ワニスを使用している。

回転子には高抵抗導体を使用し、高滑り特性を与えている。

軸受は厳選されたボールベアリングを使用し、安全率を大きくとっている。またグリースは耐熱性のよい金属石鹸ベースのものを使用し、グリースが外部へ漏洩しないようにオイルシールを使用している。

### 3.4.2 特 性

高頻度の可逆運転を行うモートルローラは次のような条件を備えている。

- (1) 起動および制動トルクが大きく、短時間に正逆運転が行える。
- (2) 慣性モーメント ( $GD^2$ ) が小さい。
- (3) 発生した熱を有効に放熱できる。
- (4) 機械的にも電気的にも十分可逆運転に耐える。

### 3.4.3 各種モートルローラ

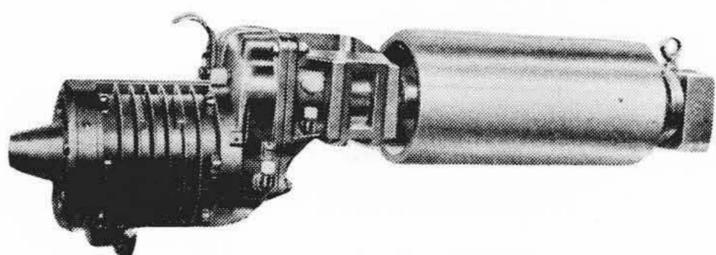
用途に適した構造のものを種々製作しており、第 4 表は納入したモートルローラの仕様を示す。

#### (1) 板または角材運搬用

最も多く使用されている構造のもので第 10~12 図に外観を示す。第 10 図および第 11 図のモートルローラは熱鋸機前後面ビレット移送用で毎時 600 回の正逆運転に耐える。実際の運転状況は苛酷であって、某製鉄所で記録した一例を第 13 図に示す。そのときのモートルの温度上昇を第 14 図に示す。温度上昇は相当高くなっているが、1 分間に数十回の起動停止に十分

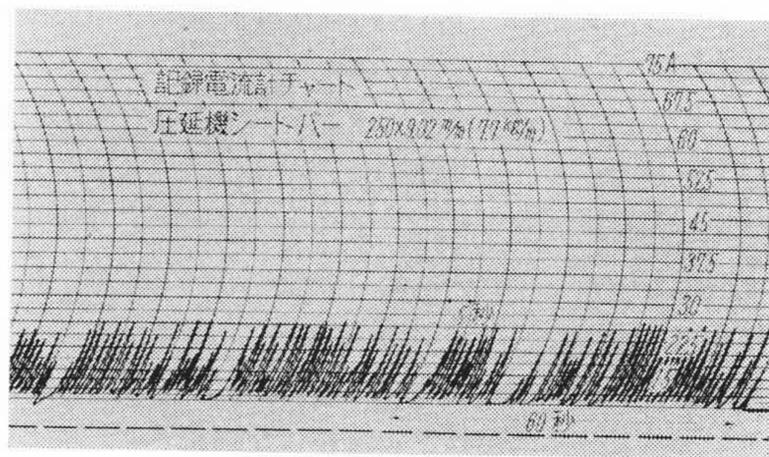
第4表 モーターローラ仕様

| 用途        | 納先        | 台数  | ローラ        |         | ローラ回転数 (rpm) | モーター   |         |     | 回転力 (kg-m) |     | 周波数 (Hz) | 運転頻度 (回/h)       | 1日の運転時間 (h) | 移送品             |       |                 |
|-----------|-----------|-----|------------|---------|--------------|--------|---------|-----|------------|-----|----------|------------------|-------------|-----------------|-------|-----------------|
|           |           |     | 径 (mm)     | 長さ (mm) |              | 形式     | 出力 (kW) | 絶縁級 | 起動         | 定常  |          |                  |             | 温度(°C)          | 形状    | 重量 (kg)         |
| 角または板材移送用 | 日本鋼管 K.K. | 100 | 300        | 600     | 180          | TOY-K  | 0.75    | F   | 8          | 1   | 50       | 正600<br>逆600     | 20          | 1,000<br>~1,100 | 丸角    | 2,000<br>~2,500 |
|           |           | 26  | 310        | 600     | 250          | TOY-K  | 1.5     | H・F | 22         | 1   | 50       | 正600<br>逆600     | 20          | 1,000<br>~1,100 | シートバー | 1,200           |
|           |           | 4   | 310        | 2,200   | 250          | TOY-K  | 2.2     | F   | 25         | 1.5 | 50       | 400              | 20          | 200             | シートバー | 1,200           |
|           | 八幡製鉄 K.K. | 65  | 400        | 3,560   | 25           | TFOY-K | 3       | F   | 80         | —   | 60       | 100              | 20          | 常温              | 厚板    | 19,000          |
| 管移送用      | 日本鋼管 K.K. | 26  | 290<br>350 | 350     | 127          | TOY-K  | 1.5     | F   | 30         | —   | 50       | 1,200            | 20          |                 | 管     |                 |
| チレリンポンプ用  | 日立金属      | 10  | 350        | 700     | 142          | TFOY-K | 3       | H   | 40         | 2.5 | 60       | 正1,200<br>逆1,200 | 20          | 1,200           | 丸     | 500             |
|           |           |     |            |         |              |        | 2.2     | F   | 30         | 2.5 | 60       | 1,200            | 20          | 1,200           | 丸     | 500             |



ローラ径 300φ 長さ 600mm 180 rpm  
モーター 8極 B種絶縁

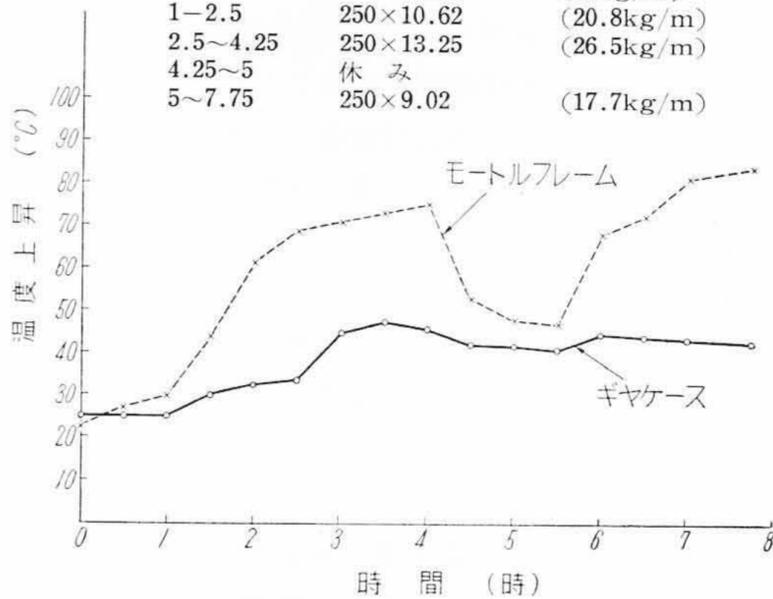
第10図 0.75kW(1HP)モーターローラ(ピレット移送用)



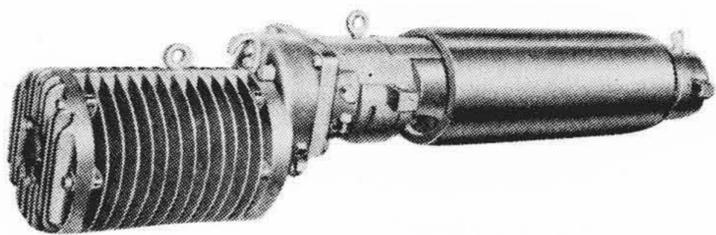
第13図 モーターローラ運転状況

圧延機...シートバー  
圧延機の運搬状況

| 時間       | 寸法        |            |
|----------|-----------|------------|
| 0-1      | 250×13.24 | (26kg/m)   |
| 1-2.5    | 250×10.62 | (20.8kg/m) |
| 2.5-4.25 | 250×13.25 | (26.5kg/m) |
| 4.25-5   | 休み        |            |
| 5-7.75   | 250×9.02  | (17.7kg/m) |

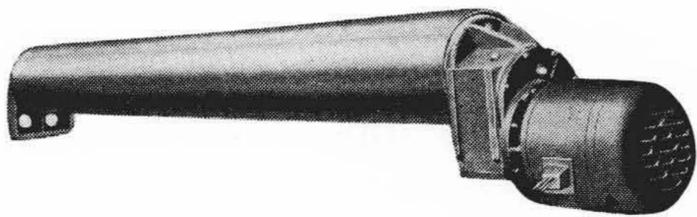


第14図 温度上昇結果



ローラ径 310φ 長さ 600mm 250rpm  
モーター 6極 B, F, H種絶縁

第11図 1.5kW (2HP) モーターローラ (シートバー移送用)



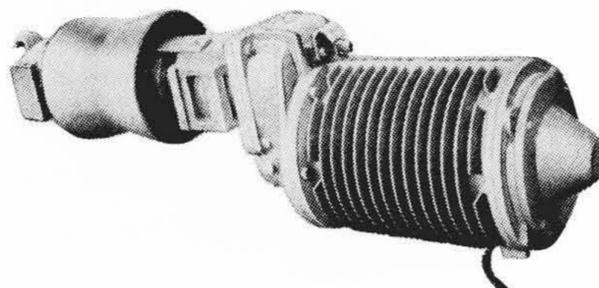
ローラ径 400φ 長さ 3,560mm 25rpm  
モーター 12極 F種絶縁

第12図 3kW モーターローラ (厚板移送用)

耐え、支障なく運転されている。第12図は厚板の運搬用でローラの長さが3,560mmという長いものである。一般のローラは軸回転方式であるが、本機はローラが長いので軸固定式を採用してあり、長いローラを円滑に運転できる。

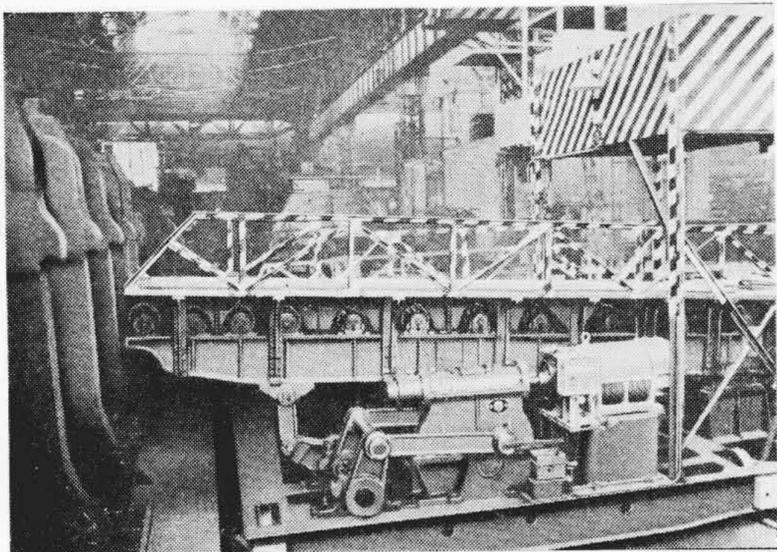
(2) パイプ運搬用

パイプを移送するには円筒状のローラを使用できないので鼓形のローラを使用している。第15図は中径



ローラ径 290および350φ 長さ 350mm 127rpm  
モーター 12極 F種絶縁

第15図 1.5kW(2HP)モーターローラ (中径管移送用)



第16図 チルチングテーブル

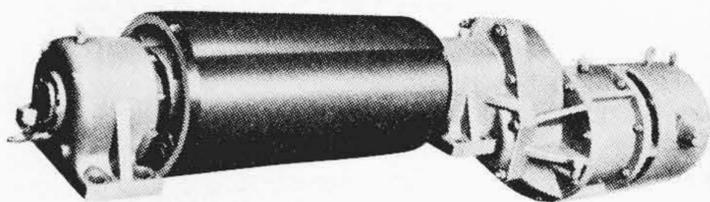
管移送用のモートルローラで、1,200回/時の起動停止に耐える。

### (3) チルチングテーブル用

チルチングテーブルに取り付けてあるローラは1台のモートルによって、集団運転されるのが普通であったが、モートルローラの普及に伴って、チルチングテーブルにもだんだんと採用されるようになってきた。第16図はチルチングテーブルの全景を示す。写真の前面右方にあるのがテーブルを上下させるための巻線形モートルで、テーブルの側面に見えるのがローラである。圧延機に近いローラは相当大きい衝撃をうけ、また赤熱した鋼片から輻射熱を多く受けるので機械的にも電気的にも頑丈にしたA種絶縁モートルローラを使用している。第17図は3kW(4HP)モートルローラで鋼材のショックがモートルに伝わらないようにフリクションカップリングを設けている。また起動停止をひんぱんに繰り返すので他冷却方式とし、ブロワによって強制冷却を行っている。第18図のモートルローラは圧延機から離れた所に使用され一般のモートルローラを使用している。本機は全閉外扇形とし自己通風冷却方式を採用している。

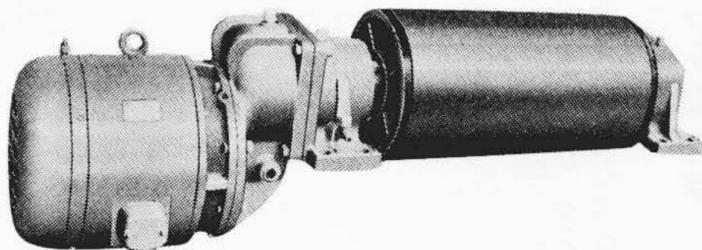
## 4. AISE および JEM 600 番形直流電動機

1920年、米国の鉄鋼協会(AISE)から鉄鋼関係工場の圧延補機および起重機用直流電動機の標準規格が発表され、米国において広く一般化されていたが、時代の進歩とともにその改訂が必要となり、1947年、同協会より新規格<sup>(1)</sup>が発表され、これに基づくものをAISE 600番形電動機と称せられるようになった。一方わが国においても同様の用途の直流電動機に対して、日鉄規格があり、長年使用されてきた。しかし時代の進歩に伴い、鉄鋼メーカー、電機メーカーから新規格制定の要望が高まり、日本電機工業会(JEM)において審議された結果、1956年、上述のAISE 600番形電動機の規格仕様寸法を大幅に取



ローラ径 350φ      長さ 700mm      142rpm  
モートル 12極      H種絶縁

第17図 3kW(4HP)モートルローラ(チルチングテーブル用)



ローラ径 350φ      長さ 700mm      142rpm  
モートル 12極      F種絶縁

第18図 2.2kW(3HP)モートルローラ(チルチングテーブル用)

り入れた新規格<sup>(3)</sup>が制定された。この電動機をJEM 600番形電動機と称している。なお、1957年になって、AISE規格の増補改訂<sup>(2)</sup>が行われ、従来のものより大形の枠番(#620, #622, #624)の追加が発表され、これにならってわが国でもJEM規格の増補改訂が目下審議されている。第5表はそれぞれの適用表を示す。

日立製作所では、昭和28年からその試作を始め、29年には、インド・タタ製鉄会社に納入、好評を博し、以来、現在までの(昭和33年11月現在)総製作台数は約450台に及び圧延用補機、荷役機械など各応用分野に確固たる実績を有しているものである。

以下に日立600番形電動機の構造ならびに特長を簡単に説明する。

- (1) 同一出力トルクに対して、従来のものに比し、電動機外枠の小形化と、回転子慣性(GD<sup>2</sup>)の減少により、据付けや運転制御に著しい利点を発揮する。
- (2) 同一枠番に対して、励磁方式、冷却方式、時間定格温度上昇限度(周囲温度)を変えることにより、用途に応じた種々の定格を持つことができる。

一つの電動機は全閉形のときは短時間(60分、または30分)定格となるが、各部のメクラ蓋をとり網目にかえればそのまま閉鎖通風形連続定格となる。この場合は、強制通風方式が一般である。強制通風の場合には、通風用ファンを電動機外枠上に設置したいわゆるユニットクール方式がよく用いられる。冷却風は、整流子側下部または、上部ハンドホールカバー部分より入気し反整流子側に排出される。

励磁方式は、直巻、分巻、複巻および他励磁に分けら

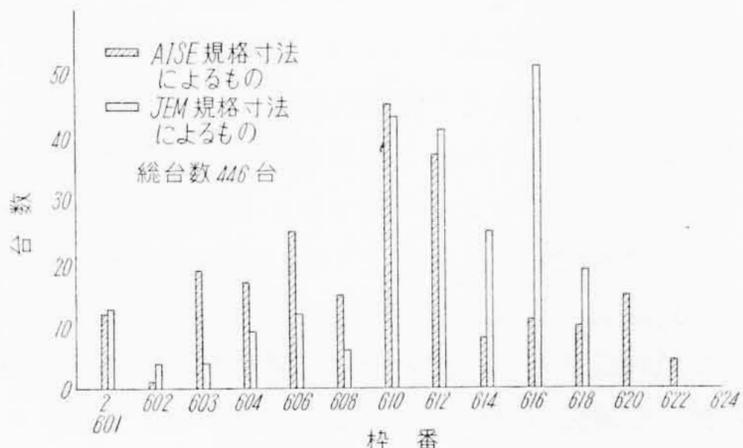


第 5 表(B) JEM 600 番形直流電動機枠番適用表

| 枠番号 | 定格出力<br>(HP) | 全 負 荷 毎 分 回 転 数 |      |      |      |      |      |
|-----|--------------|-----------------|------|------|------|------|------|
|     |              | 220V            |      |      | 440V |      |      |
|     |              | 直 巻             | 複 巻  | 分 巻  | 直 巻  | 複 巻  | 分 巻  |
| 601 | 5            | 900             | 1025 | 1025 | 1015 | 1150 | 1150 |
| 602 | 7.5          | 800             | 900  | 900  | 935  | 1025 | 1025 |
| 603 | 10           | 725             | 800  | 800  | 810  | 885  | 885  |
| 604 | 15           | 650             | 725  | 725  | 725  | 800  | 800  |
| 606 | 25           | 575             | 650  | 650  | 635  | 700  | 700  |
| 608 | 35           | 525             | 575  | 575  | 585  | 625  | 625  |
| 610 | 50           | 500             | 550  | 550  | 530  | 585  | 585  |
| 612 | 75           | 475             | 515  | 515  | 510  | 550  | 550  |
| 614 | 100          | 460             | 485  | 485  | 475  | 500  | 500  |
| 616 | 150          | 450             | 460  | 460  | 460  | 460  | 460  |
| 618 | 200          | 410             | 420  | 420  | 415  | 415  | 415  |

| 電圧<br>(V) | 形 式 | 定 格  | 励磁 | 非常最大<br>トルク<br>(%) | 最大起動<br>トルク<br>(%) | 温度上昇限度<br>(°C)<br>(温度計法) | 過負荷<br>容量<br>(%) |
|-----------|-----|------|----|--------------------|--------------------|--------------------------|------------------|
| 220       | 全閉形 | 1 時間 | 直巻 | 400                | 500                | 75<br>(B種絶縁) (1分間)       | 100              |
|           |     |      | 複巻 | 350                | 450                |                          |                  |
|           | 閉鎖形 | 連 続  | 分巻 | 300                | 360                |                          |                  |
| 440       | 全閉形 | 1 時間 | 直巻 | 350                | 400                |                          |                  |
|           |     |      | 複巻 | 280                | 350                |                          |                  |
|           | 閉鎖形 | 連 続  | 分巻 | 250                | 300                |                          |                  |

第 6 表 AISE および JEM 600 番形直流電動機納入台数 (33-11)



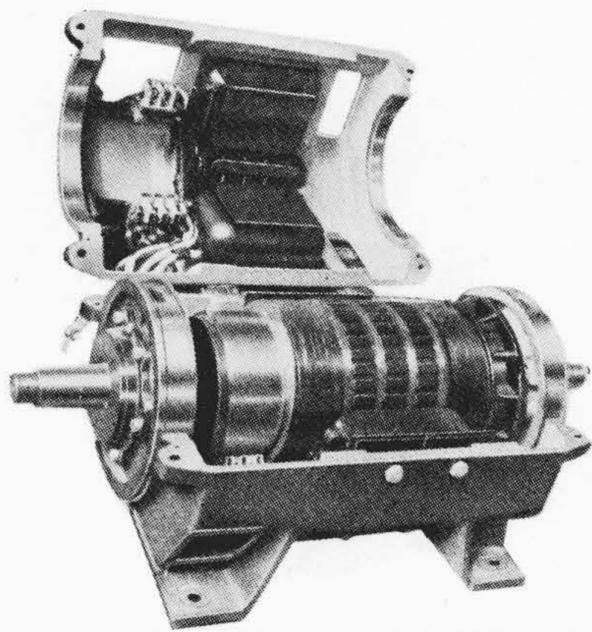
れる。分巻の場合は、安定直巻付けし、また複巻の場合の割合は 50%直巻度が一般である。主界磁巻線は励磁方式により種々異なるが、回転子はこれらに対して共通であって互換性を持っている。

(3) 苛酷な負荷条件でも十分耐えるよう耐振、耐衝撃構造とし、十分な機械強度を有し、また絶縁、および整流、温度上昇など電気的にも十分余裕のある設計となっている。

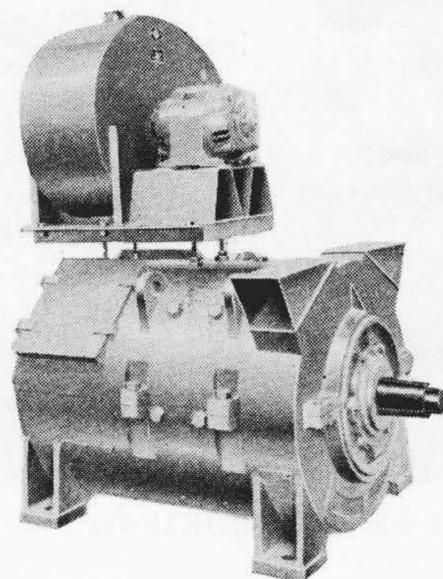
(4) 外枠は第 19 図のように二つ割構造となっており、618 番まではヒンジ付き 8 角形鋳鋼製で、620 番以上はヒンジなしの丸形鋼板製となっている。

このため、回転子が容易に取り出され、保守点検にきわめて便利である。

(5) 電機子巻線は 614 番以下は波巻巻線とし、均圧



第 19 図 600 番形直流電動機内部状況



第 20 図 AISE #620 300 kW (400 HP) 直流電動機

環の使用を避け、事故発生の原因を少なくし、616 番以上は良整流特性を確保するため重巻巻線としたが、均圧環は反整流子側に設けて万一事故発生の場合、容易に発見修理しうるよう考慮した。

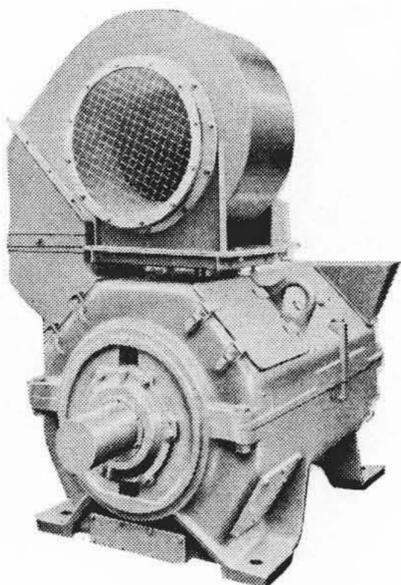
(6) 整流子の製作組立てには、材料組立て精度など入念な吟味を行い、ライザはすべて整流子片より削り出す構造で機械的にも熱的にもきわめて信頼度の高いものとした。

(7) 電機子には有効な通風孔がありファンエンドプレートファン効果とあいまって冷却効果が大きい。

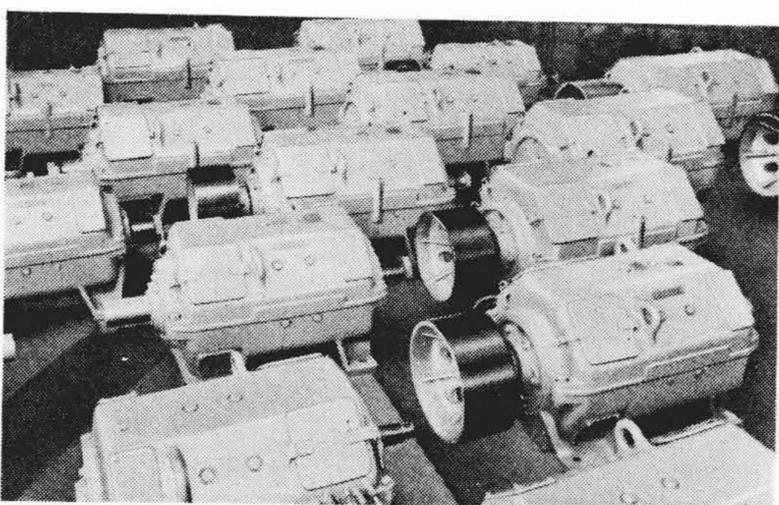
(8) 主極および補極界磁巻線は強度の大きいボビン板と継鉄との間には強力なバネ板を入れて巻線を押え、耐振、耐衝撃構造とした。

主極鉄心は鋼板積層鉄心であることはいうまでもないが、軸方向に心金を入れて機械的強度と継鉄への取付けを強固にした。また補極鉄心の磁路断面積は磁氣的に飽和しないよう余裕のあるものとし、過負荷における良整流を確保し、また適宜非磁性ライナを挿入して電流急変時の整流作用を良好にした。

(9) 刷子保持器は耐熱性の絶縁物を介してロッカに



第21図 AISE #618 150kW(200 HP) 直流電動機



第22図 分塊圧延補機用 JEM 600 番形直流電動機

取り付けられ、刷子の位置を多少調整できる構造となっている。刷子押えバネは蔓巻バネで簡単にして確実な方式を採用し、刷子は日立製作所製で特に整流能力の優秀なものを使用している。

(10) 軸受は過負荷にも十分余裕のあるもので、またカートリッジ形で内輪のみを残し密封のままで引き抜くことができ、保守点検が容易である。パッキングはラビリンスとなっておりグリース漏れの心配はない。

第20図は AISE #620 300kW (400HP) 330V 600rpm ユニットクール方式の電動機を、第21図は AISE #618 150kW(200 HP) 220 V 420 rpm ユニットクール方式の電動機を示す。

また第22図は分塊圧延機補機用の JEM 600 番形電動機群を示す。

### 5. 整流器

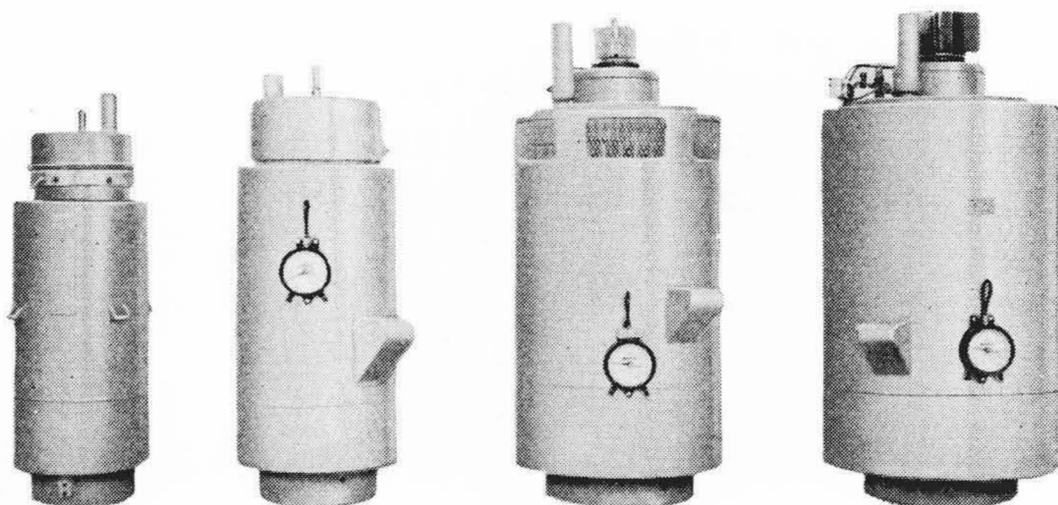
水銀整流器は静止器で能率がよく、電圧、電流制御が時間遅れなく行われ、かつ軽量で経済的なため圧延機用電動機電源としてすぐれた特長を有している。欧米では戦前から

圧延機用途に整流器が使用されていたが、わが国でも近年ホットストリップミル、線材ミル、などをはじめ種々の連続圧延機や単独スタンドの非可逆ミルに多数の水銀整流器が登場した。欧州では可逆ミル電動機の世界制御にも整流器がすばらしい発展を示し7,500kW(10,000HP)級の設備は枚挙にいとまがない。分塊圧延機の場合は水銀整流器1台を切り換えて順変換および逆変換を行うのが普通であるが、冷間および熱間可逆ストリップミル、センジマーミルなどの場合には2台1組の水銀整流器を、交差接続として連続的に円滑な張力制御を行う。

これらの用途に使用される水銀整流器は数年前まで、真空ポンプを備えた排気形であったが、今日ではすべて封じ切り形になった。封じ切り整流器は日立においては昭和29年に開発されたものである。封じ切り整流器が初めて現われた当時はこの鉄製大形放電管の寿命ははたしていくばくであろうかと危惧の念をもってみられたが、約4年間の数百タンクに及ぶ運転実績では真空低下の徴候を認められたものなく、2年も使用したタンクを蓋開け取り調べた結果、内部の変形、溶融、汚損の様子は見られなかった。これらの結果を総合してみると10年以上は全然手入れせずすむことは確実であろう。技術的根拠からは20年以上は問題なく補修なしで運転できるのではないかと予想される。

その維持費の少ないこと、保守の簡便なことは大きな特長である。実用にあたっては、温度継電器の監視と、陽極および陰極ヒータの定期的調査、送風機の軸承グリースの補給など、きわめて簡単な事柄が保守事項のすべてである。真空のチェックは半年か1年に一度でよい。

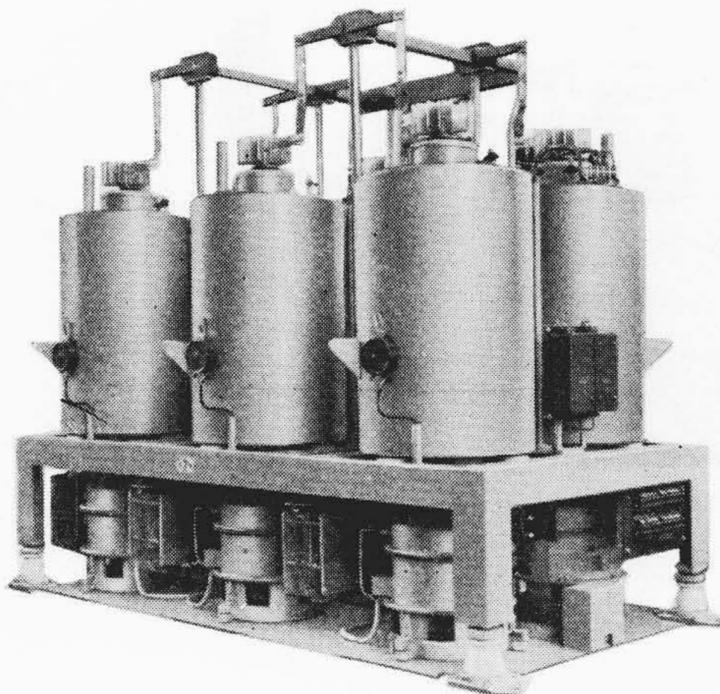
日立では第23図に示すような、単極風冷、エキサイトロン形封じ切り整流器を生産している。単極形はミルのような急峻負荷用途に強大な負荷耐量を有し、単器2,000kW級の整流装置を供給することができる。またエキサイトロン形はイグナイトロン形と異なってイグナイト事故を考慮する必要がないため、信頼度が大きく恒久的であ



第23図 封じ切り風冷水銀整流器タンク

第7表 封じ切り整流器の応用例

| 出力容量    | 電 圧  | 電 流    | 過負荷<br>タンク温<br>度上昇 | 用 途      |
|---------|------|--------|--------------------|----------|
| 2,400kW | 900V | 2,667A | 125%2時間 200%1分     | 線材ミル仕上圧延 |
| 720kW   | 240V | 3,000A | 125%2時間 200%1分     | イルグナ補機電源 |



第24図 封じ切り風冷エクサイトロン整流器

る。詳細は日立評論昭和31年9月号「最近の日立水銀整流器」を御参照いただきたい。これらの整流器は電鉄用無人変電所にも多数使用されているが、いずれもきわめて好成績である。ミル用に使用する整流器は常時5～20%電圧を格子制御する。またレオナード起動を行う際には0～100%の電圧制御が行われる。電圧制御した場合の整流器責務は別項記載のように整流器にとってつらくなるのであるが、現在の整流器技術ではいかなる責務に対しても合理的設計がなされ、信頼性は回転機と変わらない。

日立封じ切り整流器の製鉄用途に対する特長を重複をいとわず列挙すると次のごとくである。

- (1) 単極形単器 2,000 kW 750 V 級まで製作可能、尖頭負荷に強い
- (2) エクサイトロン形、損耗部分なく、信頼性大、寿命が長い
- (3) 二重カゴ形格子、格子制御能力大、逆弧に強い
- (4) VE シール、機械強度大、気密度良好
- (5) 直流点励弧、安定で失弧などの心配がない

第7表に製鉄用に使用した例を示す。6タンク単位でこのような出力を出しうるのは単極なればこそである。

第24図は封じ切りエクサイトロンの写真である。

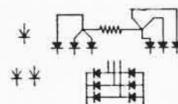
半導体整流器は米国において1954年よりゲルマニウム整流器がまた1957年ころよりシリコン整流器が使用されたのをはじめとして、その歴史は比較的新しい。発達の当初より数年の経験を経てその信頼性が認められ用途は時と共に増大しつつある。もともと半導体整流器は能

第8表 製鉄用半導体整流器の用途

| 用 途               | 備 考                 |
|-------------------|---------------------|
| 1. メ ッ キ          | 8～12V 3,000～10,000A |
| 2. クリーニング, ピックリング | ～24V 3,000～10,000A  |
| 3. 補機電源           | 250V 10,000A        |
| 4. 真空溶解炉          | 65V 5,000A (一例)     |
| 5. 熔接機            | 60V 400A            |
| 6. 水電解            | ～250V 10,000A       |
| 7. 蓄電池充電          | 60～110V 10～150A     |
| 8. 同期機励磁用         | 110V 270A (一例)      |
| 9. 電磁石電源          | 150V 250A (一例)      |
| 10. 構内電車電源        | 250V 1,000kW        |

第9表 ゲルマニウムおよびシリコン整流エレメントの特性の一例

|        | 運転時<br>逆電圧<br>最高値 | 直 流 電 圧 | 平 均<br>電 流 | 定格電流<br>における<br>損失ワット<br>ト平均値 | 定格電圧<br>における<br>エレメン<br>トの効率 | 最高ジ<br>ャクシ<br>ョン温<br>度 |
|--------|-------------------|---------|------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------|
| ゲルマニウム | 92V               | 65～75V  | 100A       | 78W                           | 97.9%                        | 65°C                   |
| シリコン   | 200V              | 140～165 | 100        | 94                            | 98.8                         | 150°C                  |

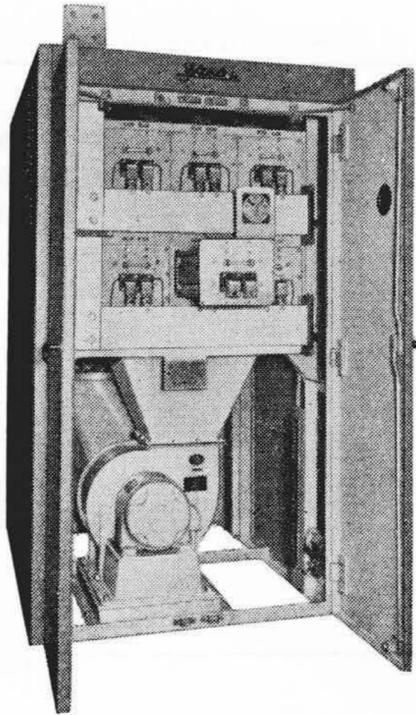


第10表 代表的製作例一覧表

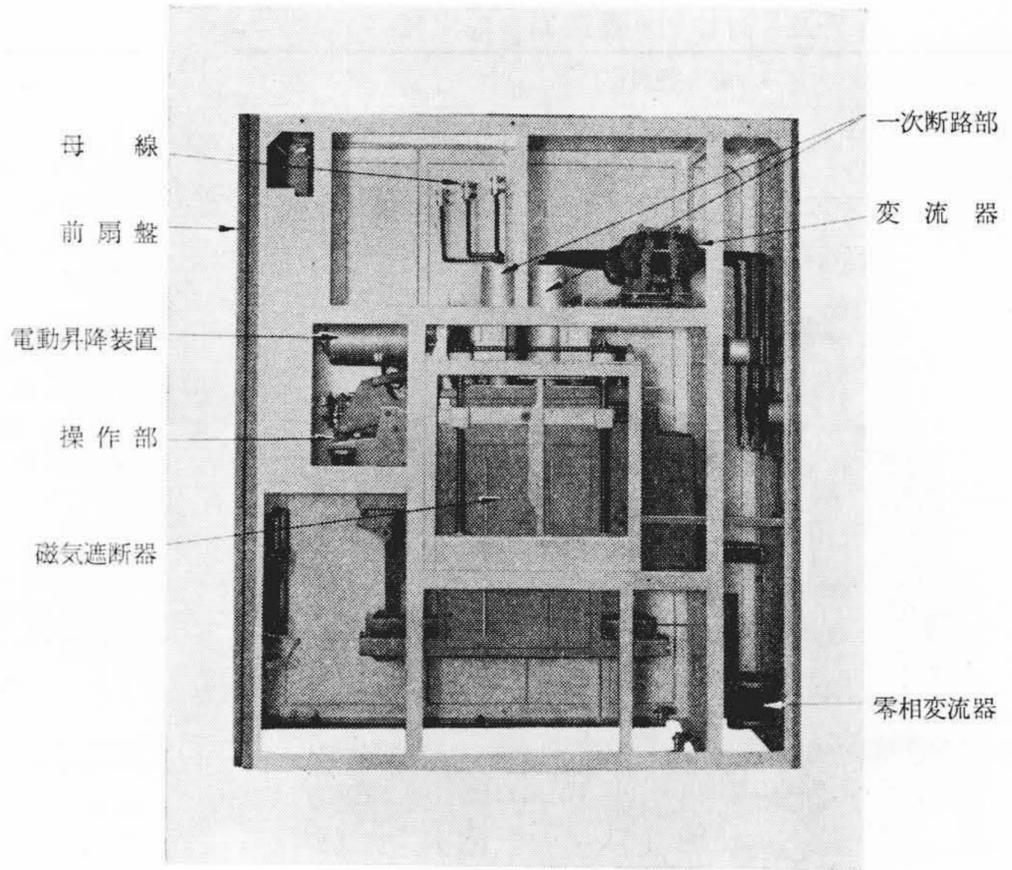
| 容 量     | 電 圧    | 電 流      | 用 途                | 台数       | 備 考         |
|---------|--------|----------|--------------------|----------|-------------|
| 140kW   | 28V    | 5,000A   | 水 電 解              | 4台       | ゲルマ         |
| 1,344kW | 112V   | 12,000A  | 食 塩 電 解            | 1台       | ゲルマ         |
| 1,750kW | 140V   | 12,500A  | ア ル ミ 電 解          | 9台<br>1式 | ゲルマ<br>シリコン |
| 325kW   | 65V    | 5,000A   | 真 空 溶 解            | 1台       | ゲルマ         |
| 118kW   | 227V   | 520A     | 定 電 圧 電 源          | 1台       | ゲルマ         |
| 120kW   | 24V    | 5,000A   | ク リ ー ニ ン グ ラ イ ン  | 2台       | ゲルマ         |
| 350kW   | 117V   | 3,000A   | ほ か<br>コ イ ル 焼 付 用 | 1台       | シリコン        |
| 125kW   | 25V    | 5,000A   | 試 験 用              | 3台       | ゲルマ         |
| 8kW     | 110V   | 72.7A    | 蓄 電 池 充 電 ほ か      | 4台       | ゲルマ         |
| 30kW    | 110V   | 273A     | 励 磁 機 ほ か          | 9台       | シリコン        |
| 1,000kW | 1,500V | 150% 2時間 | 直 流 変 電 所          | 1台       | シリコン        |
| 750kW   | 600V   | 250% 30秒 | 直 流 変 電 所          | 2台       | シリコン        |
| 575kW   | 1,350V | 150% 30秒 | 車 輻 用              | 1台       | シリコン        |

率のきわめてよい機械で低電圧、大電流の範囲では、ほかにこれと比肩する整流装置はない。電圧制御は負荷時電圧調整器、誘導電圧調整器、あるいは可飽和リアクトルで行わざるを得ないので、速応性および制御範囲に制約がある。それゆえ現在の半導体整流器は次に記するような用途に用いるべきで、尖頭負荷の大きい、電圧制御が迅速を要する向きには適さない。しかし最近 GE 社で発表した制御極付シリコン整流器が発達するならば電圧制御、速度制御はまったく水銀整流器と変わらないものとなり、その小形、経済性より驚異的な応用途が開けるものと考えられる。

ゲルマニウム整流器とシリコン整流器の適用は、経済性および効率の比較によって行われる。また周囲温度、必要風量または水量などによっても選択される。それら



第25図 120kW 24V 5,000A  
クリーニングライン用ゲルマニウム整流器

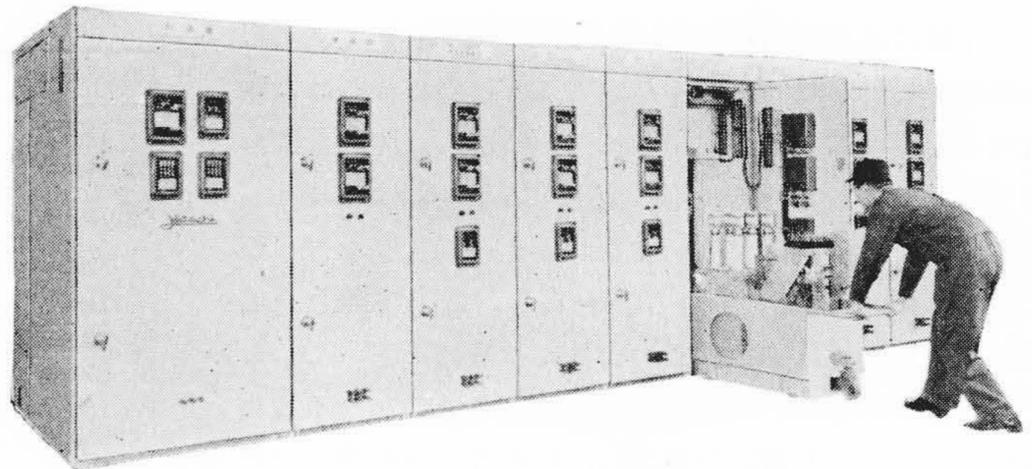


第26図 メタルクラッド配電盤内部

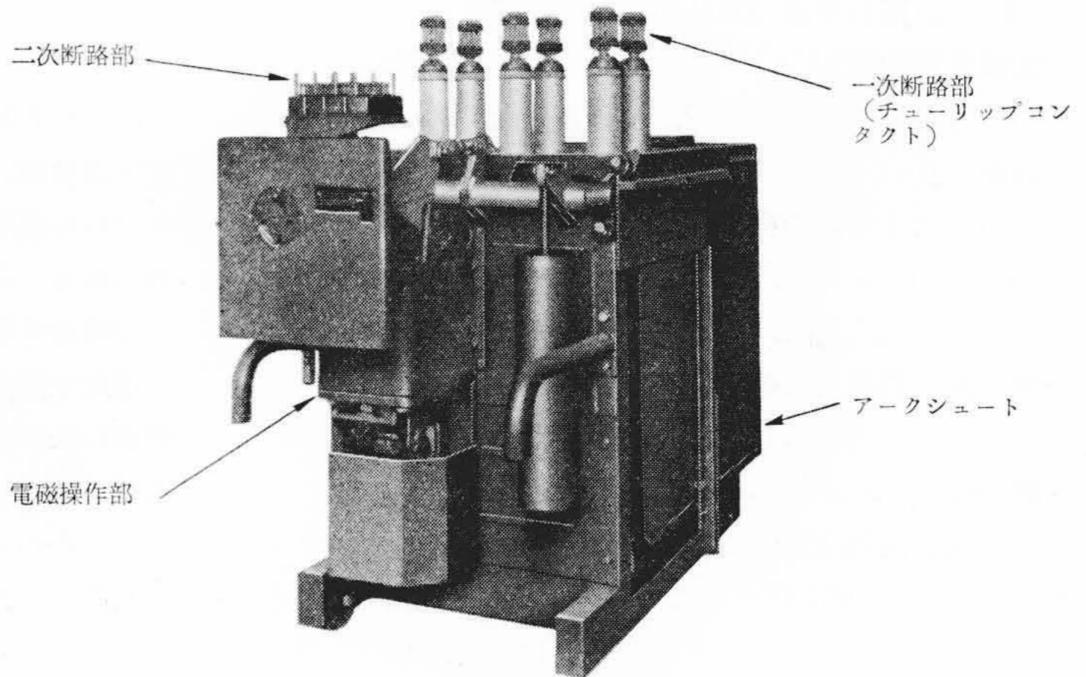
選択の基準は、おのこの特性に基づくものである。第9表に特性を示す。ゲルマニウム整流エレメント一個で、65Vないし75Vに使用するので、この程度の電圧ではゲルマの方が効率もよく、経済的である。シリコンはより高い電圧で特長を発揮する。実際には場合場合に応じて最適のものを選ぶべきで一概にいずれがよいとはいえない。

日立製作所は1957年に最初のゲルマニウム整流器を納入して以来1958年末まで約20,000kW製作の実績を有しわが国第一の半導体製造者であるが、その代表的納入例を第10表に示した。これらはいずれも好調な運転を続けており、従来の他機械に比しなんならやっかいな保守が必要でない点、比肩を許さない高能率などで好評を得ている。第25図はクリーニングライン用ゲルマニウム整流器を示す。

半導体整流器はハーメチックシールという気密封緘で整流体を包んであるのでセレンなどと異なり経年変化による特性劣化がない。したがって良好な品質管理のもとに製作されたエレメントは半永久的に使用しうるわけである。製鉄用にこの新製品を使用され効率向上、保守の簡単化を計られるよう切望する。



第27図 屋内用メタルクラッド配電盤

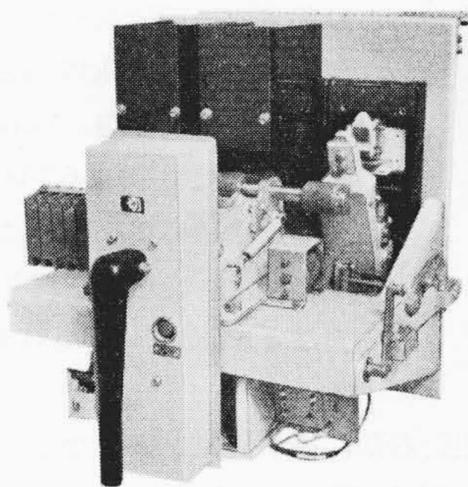


6,900V 1,200A BMM-25 MA

第28図 日立磁気遮断器



形 式 LHS-50-03TMA  
第 29 図 低圧メタルクラッド配電盤



形 式 3 DCB-50-03 TMA  
定格電圧 600 V  
定格電流 1,600 A  
定格遮断容量 50,000 A  
第 30 図 引出形気中遮断器

## 6. 装 置

### 6.1 開閉装置および配電盤

製鉄用電気機器として圧延機用は最も重要度が高く、複雑な装置となっているが、多数の機器を適確に駆使して初めてその目的が達せられる。これらの動力電源としては、駆動電動機の定格出力に応じて、6 kV、3 kV、400 V あるいは 200 V に区分せられ、それぞれ適合した開閉および制御装置を設けて、安全確実な監視制御および保護が行われるよう考慮しなければならない。

一般に製鉄用開閉装置は、環境、取扱いなどの点から閉鎖形とすることが望ましい。最近屋内外とも安全で保守、点検、取扱いが容易で、信頼度の高いメタルクラッド配電盤が広く採用されている。

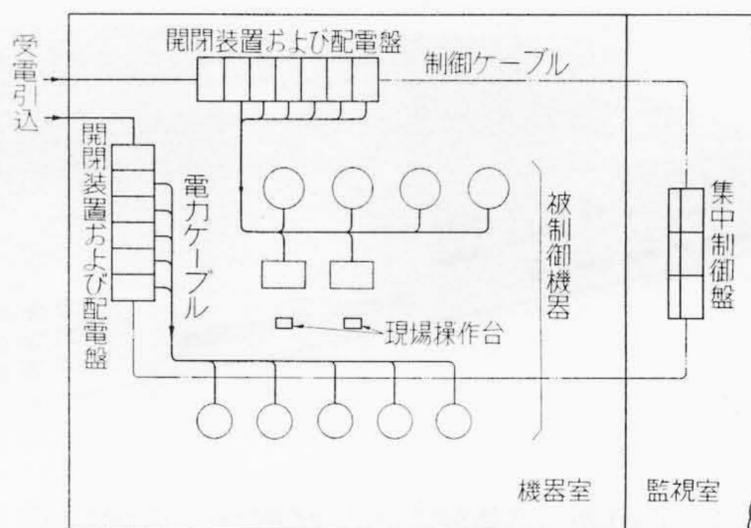
第 26 図は高圧用日立メタルクラッド配電盤内部構造の一例を示す。各機器が合理的にコンパクトに区画配置されており、遮断器は第 27 図のようにチューリップコンタクト式断路部分で主回路から切り離され、容易に引

第 11 表 遮断容量 (MVA)

| 定格電圧  | 6.9 kV |     |     |     | 11.5 kV |
|-------|--------|-----|-----|-----|---------|
|       | 油入遮断器  | 100 | 150 | 250 |         |
| 磁気遮断器 | 100    | 150 | 250 | 350 | 500     |

第 12 表 低圧気中遮断器の定格

| 定格電圧 (V) | 定格電流 (A)    | 遮断容量 (A) |
|----------|-------------|----------|
| 600      | 40—600      | 25,000   |
| 600      | 200—1,600   | 50,000   |
| 600      | 2,000—3,000 | 75,000   |



第 31 図 集中制御方式の機器、配電盤、制御盤など配置の一例

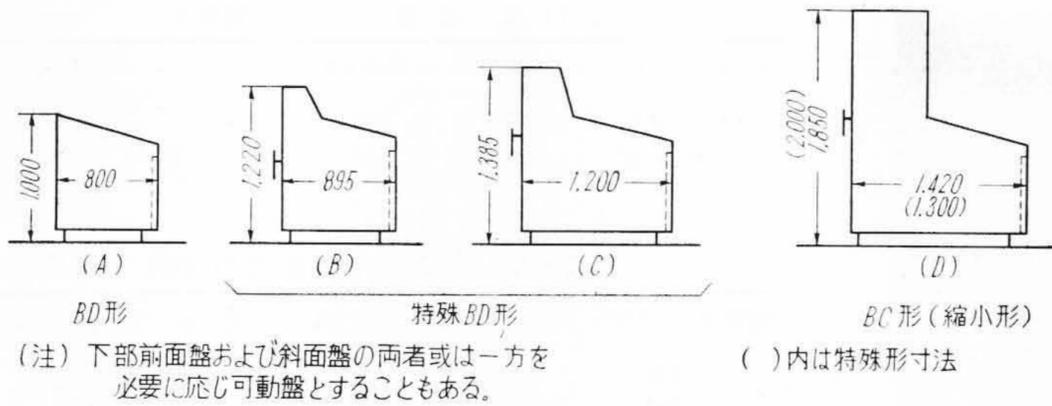
き出して点検、試験ができる。特に可燃物をきらう場所には日立磁気遮断器(第 28 図)を内蔵したメタルクラッド配電盤が推奨される。また耐雨雪、耐湿、通気などを考慮した屋外用とすれば建屋の節減もできる。内蔵遮断器の遮断容量としては電源容量に応じて第 11 表のものが製作されている。

また低圧開閉装置としては、低圧負荷群の中心部に設置して配電効率を上げる、いわゆるパワーセンター式配電設備用の低圧メタルクラッド配電盤(第 29 図)が好適である。中に立体的に装備される気中遮断器(第 30 図)は小形スマートな引出形で遮断容量大きく、大容量電源回路にも直接に使用可能である。その定格は第 12 表に示すとおりである。

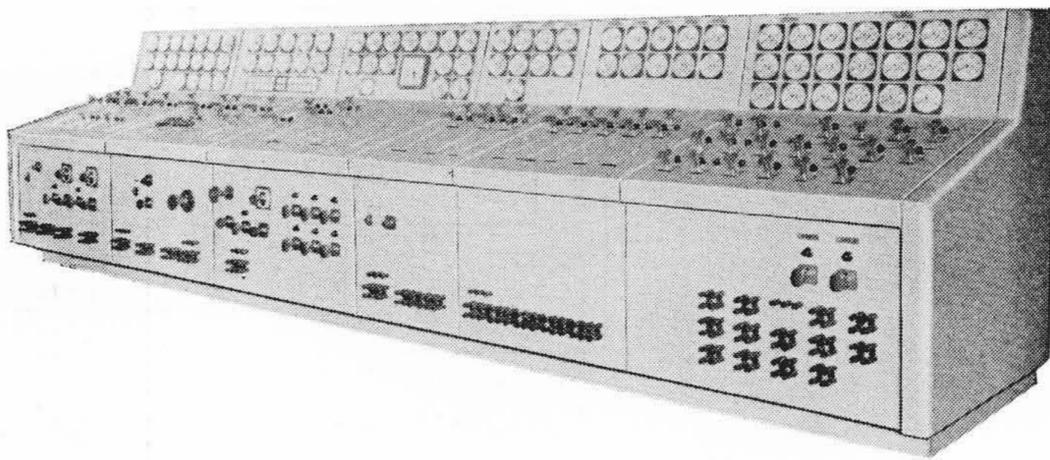
### 6.2 集中監視制御盤

圧延機のように多数の機器が付属しており、それぞれ協調して確実に運転する必要がある場合、これらをうまく操作、監視するためには、中央集中制御方式とし、全体を一箇所に集中して遠方制御し監視することがぜひ必要となる。また自動制御もできるだけ多く取り入れ、機器相互間の連動を合理的に行うことによって、保守の簡易化を計ることが必要である。

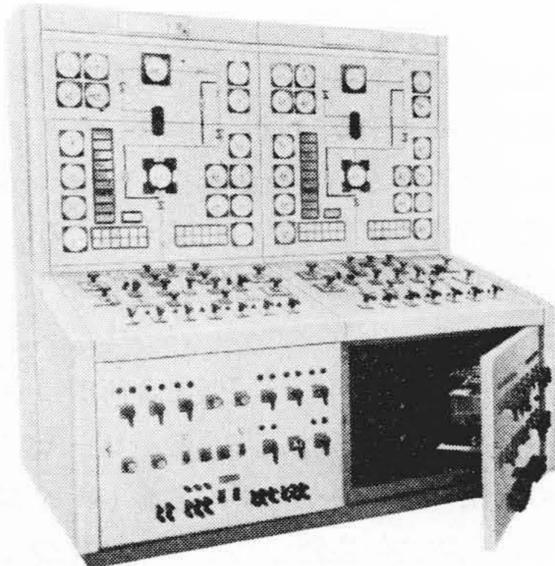
集中制御方式としては被制御機器、電気所の種別により、またその必要度に応じて種々の方法が考えられる



第32図 集中監視制御盤の形状



第33図 八幡製鉄所納 9,000kW (12,000 HP) イルグナ変流機設備用集中監視制御盤



第34図 BC形 総括制御盤

が、一般に被制御機器の近くにその開閉器具および制御装置を設け、これを遠方の集中制御盤から総括して監視制御するのが普通である。これを図示すれば第31図のようになり、現場にて直接機器を監視しながら制御する必要のある場合には各機器ごとに近接して操作台を設け、最少必要限度の計器、操作スイッチ、表示灯を取り付ける。

機器と中央制御所間の距離がさらに遠くなると、いわゆる遠方監視制御方式となり、少数の連絡線で多数の機器を遠方から監視制御し、数箇所の機器群あるいは電気所を一箇所で遠方監視制御することもできる。

集中監視制御盤の構造としては第32図のように、種々の形状のものがある。それぞれ設置場所と機器との関係位置、取付け器具の数量などに応じて最適のものを選定すべきである。第32図中A～Cはこの制御盤の前方に機器あるいは計器盤などを配置して、それを監視しながら制御する場合に適している。またDは配電盤室に設置され、機器とは別置されている場合に一般に適用される。

八幡製鉄所納厚板分塊圧延機用9,000 kW (12,000HP) イルグナ変流機設備の集中監視制御盤(第33図)は前者の一例である。この場合は制御盤から、9,000 kW (12,000HP) 圧延用直流主電動機、10,000 kW イルグナ変流機駆動用 6,700 kW (9,000 HP) 三相誘導電動機をはじめ、圧延用補機などの運転状況および圧延作業などを監視しながら総括制御する。

また監視用計器類、表示装置が多くなると、計器盤部分を広くした第34図のようなBC形制御盤とし、複雑で多数の機器を適確に操作するため、直接機器を監視する代りに照光式表示装置、グラフィック表示装置を適当に設けて集中監視制御を確実容易にしている。

### 7. 製鉄用制御機器

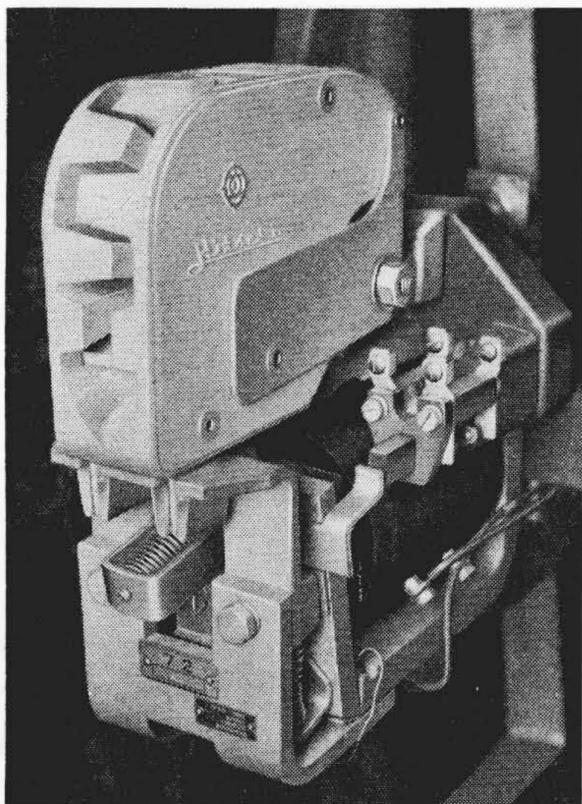
製鉄用制御機器の種類はもちろん非常に多く、それらに共通に課せられる要求は、あらゆる工業のうちでも最も苛酷な運転に対する信頼性であり、したがって電気的および機械的耐久性の特にすぐれた製品が要求される。日立製作所では、この方面における永年の経験と不断の試作研究によって、小は各種操作開閉器、制限開閉器類より大は電磁接触器、大容量の滑り調整器などにいたるまで、今日の製鉄工業の要求するいかなる苛酷な運転にも耐えうる制御機器を多数製作、納入して好成績を収めている。なお、最近数値制御技術の発展とともに、製鉄用制御装置にもこれが取り入れられようとする趨勢があり、日立製作所では最近この種自動制御装置の構成に必須な静止スイッチ「ヒタログ」を完成し、圧延機の自動圧下装置の数直制御方式などを開発しつつある。この方面に関する詳細の記述は本号の別論文「圧延機のオートメーションについて」に譲る。

最近の各種ミル主機および補機にはほとんどすべて速

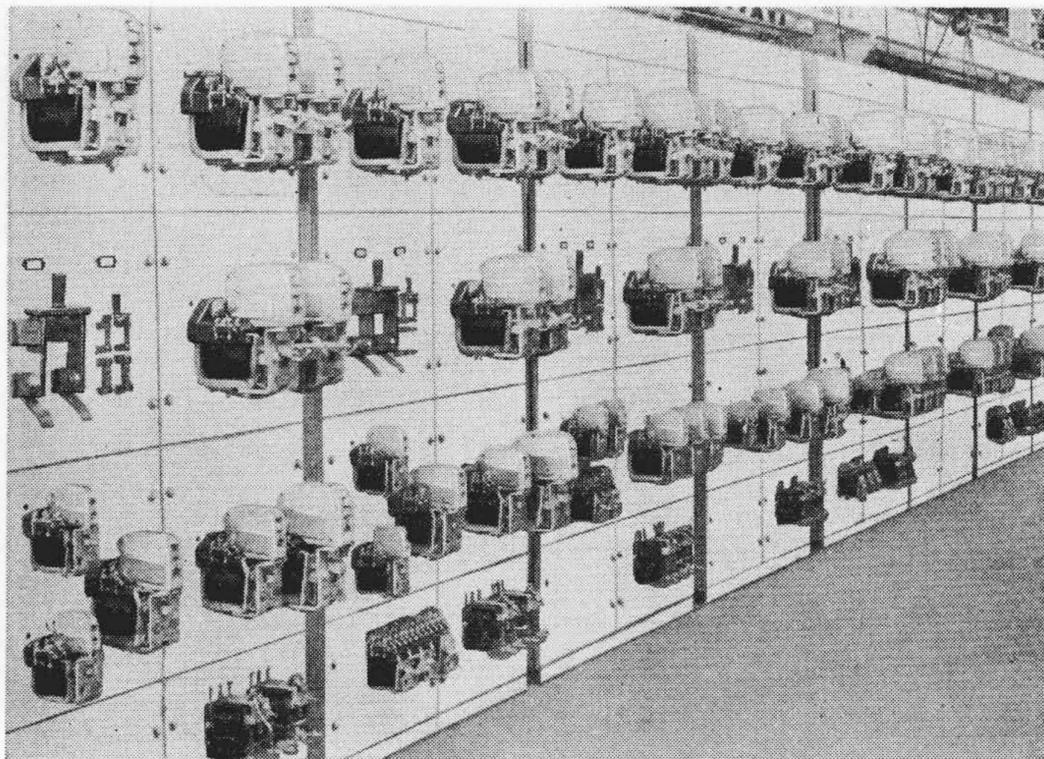
第13表 直 流 電 磁 接 触 器 定 格 表

| サイズ | 形 式      | 定格電圧 (V) | 定格電流 (A)     | 遮断および閉路容量(A)<br>L/R=15ms 以上<br>220V/550V | 開閉ひん繁度 (第5表参照) | 電 氣 的 寿 命 (第6, 7表参照)    | 機 械 的 寿 命 (第7表参照) | JEM 案による級号<br>種 別    |
|-----|----------|----------|--------------|--|----------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| —   | GPF X    | 110(220) | 10           | —  | —              | —                       | 1,000 万回以上        | —                    |
| 2   | GPF 1 S  | 220(550) | 50( 25)      | 200                                      | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 3   | GPF 1 S  | 220(550) | 100( 50)     | 400                                      | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 4   | GPF 1 S  | 220(550) | 200( 100)    | 800                                      | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 5   | GPF 1 S  | 220(550) | 400( 200)    | 1,600                                    | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 6   | GPF 1 S  | 220(550) | 600( 400)    | 2,400                                    | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 7   | GPF 1 S  | 220(550) | 1,000( 600)  | 4,000                                    | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 8   | GPF 1 S  | 220(550) | 1,500(1,000) | 6,000                                    | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 2   | GPF 10S  | 220(550) | 50( 25)      | 200                                      | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 3   | GPF 10S  | 220(550) | 100( 50)     | 400                                      | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 4   | GPF 10S  | 220(550) | 200( 100)    | 800                                      | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 5   | GPF 10S  | 220(550) | 400( 200)    | 1,600                                    | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 6   | GPF 10S  | 220(550) | 600( 400)    | 2,400                                    | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 2   | GPFS 1 S | 220(550) | 50( 25)      | 200                                      | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 3   | GPFS 1 S | 220(550) | 100( 50)     | 400                                      | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 4   | GPFS 1 S | 220(550) | 200( 100)    | 800                                      | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |
| 5   | GPFS 1 S | 220(550) | 400( 200)    | 1,600                                    | 1,200回/h       | 定格電流の2倍閉路<br>1倍遮断50万回以上 | 1,000 万回以上        | A級1号1種<br>(機械的寿命は0種) |

注：(1) 各サイズとも補助接点数は  $2a+2b$  または  $3a+1b$  である  
 (2) 本文中では定格電流は220Vにおけるものをいう



第35図 GPF形 1S式直流電磁接触器 (常時開路式)

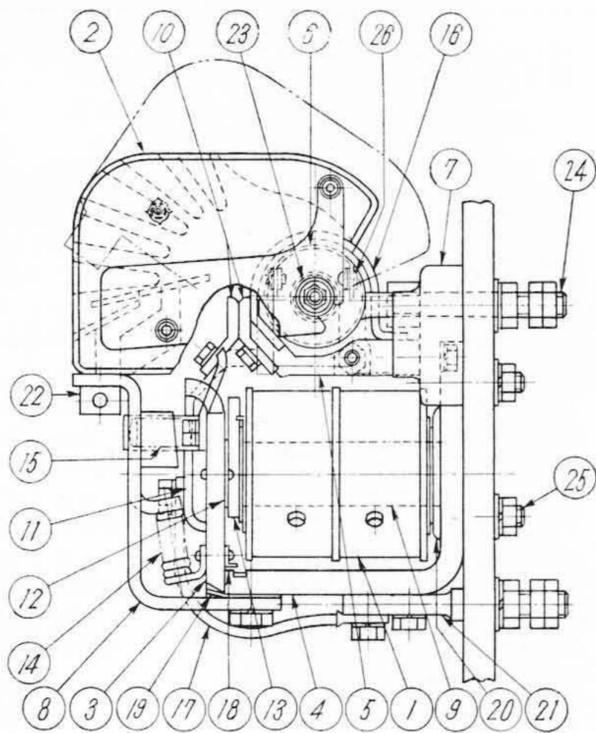


第36図 直 流 制 御 盤 の 一 例

度制御の容易な直流電動機が使用されている現状であるから、ここでは最近開発された新製品として新形直流電磁接触器と AISE 600 番形直流電磁ブレーキの二者を代表としてその概要を紹介する。

### 7.1 直 流 電 磁 接 触 器

JEM「直流電磁接触器案」の規格に適合するもので、第13表に示す容量および器種が開発されている。すなわち定格電流は 10, 50, 100, 200, 400, 600, 1,000 A

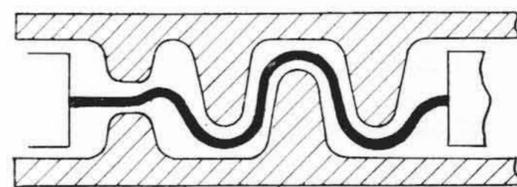
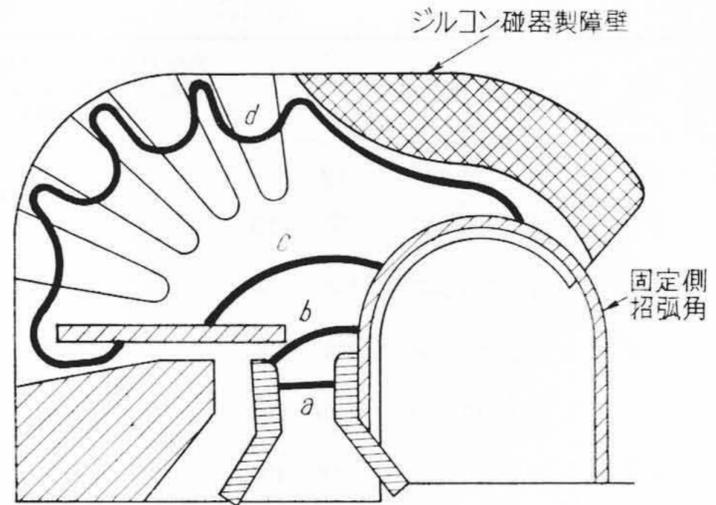


| 項番 | 部 品 名   | 項番 | 部 品 名      |
|----|---------|----|------------|
| 1  | 電 磁 線 輪 | 14 | 圧縮パネ(復帰用)  |
| 2  | 隔 壁     | 15 | 圧縮パネ(ワイブ用) |
| 3  | 可 動 鉄 心 | 16 | 固定側招弧角     |
| 4  | ヨ ー ク   | 17 | 可撓リード線     |
| 5  | 固定接触子台  | 18 | 当 板        |
| 6  | 吹 消 線 輪 | 19 | 座          |
| 7  | 絶 縁 台   | 20 | 菊形ワッシャ     |
| 8  | ささえ金具   | 21 | 下部端子       |
| 9  | 固 定 鉄 心 | 22 | 止め金具       |
| 10 | 接 触 子   | 23 | 吹消し線輪鉄心    |
| 11 | 可動接触子台  | 24 | 上部端子       |
| 12 | ギャップピース | 25 | 取付ボルト      |
| 13 | ポールピース  | 26 | 補助接触器      |

(50~1,500 A)

第37図 GPF-1S 直流電磁接触器の構造

および 1,500 A の 8 種類にわたり、器種としては補助接触器（形式 GPF-X，制御回路用）常時開路式（形式 GPF-1 S 直流電動機主回路および加速回路用），常時閉路式（GPF-10 S，直流電動機の発電制動回路用）および機械的保持分路引外し形（GPFS-1 S，保持電力不要の特殊用）の 4 形式がある。構造的には、それ自身で完全な単体として組み立てられ、パネルあるいは絶縁フレームのいずれにも取り付けられる共用形であって小形かつ軽量である。第 37 図のように消弧装置を含む主接触部の下方に操作電磁石が配置された構造で、操作電磁石の軸受はナイフエッジ形を採用して動作の円滑、保守の容易および機械的摩耗の僅少化を図り、器具全体の機械的寿命を著しく延長することができた。また可動接触子の形状をフィンガ形として、閉路時の過渡的な接点の開閉すなわち躍動をなくし、接点の熔着事故を防止するとともにその電氣的寿命も非常に延長されている。消弧装置に関しては電弧隔壁の構造を第 38 図のように左右両側壁より内側に向う多数の突出バリヤを交互に設け



- a. 接触子が開き発弧した瞬間の電弧
- b. 磁気吹消作用により固定側電弧脚が固定接触子より固定側招弧角上に移る
- c. 可動側電弧脚も可動側招弧角上に移る
- d. さらに電弧は上方に吹き上げられ中央部は曲細隙内に押し広げられ両脚部はポケット内に押し込められて電弧は急速に消滅する

第38図 消弧原理説明図

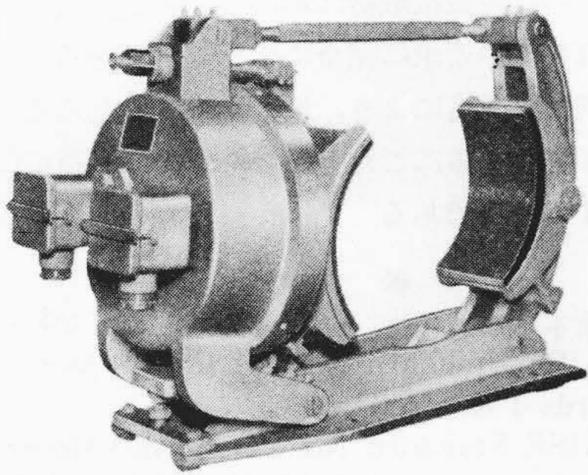
第14表 600番直流電磁ブレーキ定格表

| 形 式      | 定格電圧(V)             | 時間定格      | 制動トルク (kg-m) |         | 電動機枠番      |
|----------|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
|          |                     |           | 1種/2種        |         |            |
| 直巻電磁ブレーキ | LS-HD <sub>20</sub> | 220または440 | 30分/60分      | 13/10   | 601<br>602 |
|          | LS-HD <sub>25</sub> | 220または440 | 30分/60分      | 26/20   | 603<br>604 |
|          | LS-HD <sub>33</sub> | 220または440 | 30分/60分      | 72/55   | 606<br>608 |
|          | LS-HD <sub>40</sub> | 220または440 | 30分/60分      | 130/100 | 610        |
|          | LS-HD <sub>48</sub> | 220または440 | 30分/60分      | 260/200 | 612<br>614 |
|          | LS-HD <sub>58</sub> | 220または440 | 30分/60分      | 520/400 | 616<br>618 |
| 分巻電磁ブレーキ | LS-SD <sub>20</sub> | 220または440 | 60分/連続       | 13/10   | 601<br>602 |
|          | LS-SD <sub>25</sub> | 220または440 | 60分/連続       | 26/20   | 603<br>604 |
|          | LS-SD <sub>33</sub> | 220または440 | 60分/連続       | 72/55   | 606<br>608 |
|          | LS-SD <sub>40</sub> | 220または440 | 60分/連続       | 130/100 | 610        |
|          | LS-SD <sub>48</sub> | 220または440 | 60分/連続       | 260/200 | 612<br>614 |
|          | LS-SD <sub>58</sub> | 220または440 | 60分/連続       | 520/400 | 616<br>618 |

注：(1) 直巻電磁ブレーキでは30分定格は制動トルク1種に、60分定格は2種（ただし電磁石コイル仕様を変えると1種）に相当する。

(2) 分巻電磁ブレーキでは60分定格は制動トルク1種に、連続定格は2種に相当する。

て、それらの間に曲細隙を形成せしめ、電弧柱部分が、この曲細隙によって長さを引き伸ばされ、かつ広い冷却壁による消イオンを促進して急速消弧を行わしめている。また電弧の両端部はおのおの固定側招弧角とジルコン磁器製障壁との間、および可動側招弧角と内部障壁との間に形成されるポケット部に駆動され、ここで強い冷

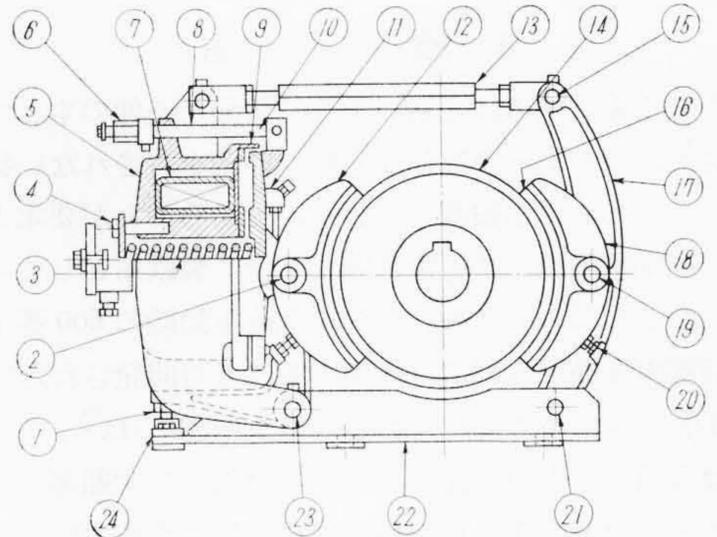


第 39 図 600 番直流電磁ブレーキ

却および圧力を受けて消弧が促進される。この消弧装置の機構によりすぐれた遮断性能が得られる。第 13 表に容量別に新形直流電磁接触器の遮断容量，電気的および機械的寿命などの諸性能を示してあり，JEM 案による A 級 1 号 1 種の性能を保証している。

### 7.2 600 番形直流電磁ブレーキ

JEM 1120 (1956) 「圧延補機および起重機用直流電動機用電磁ブレーキ」の規格に適合するもので，この電磁ブレーキの規格は JEM 1109 「圧延補機および起重機用直流電動機」用として規定されたものである。第 14 表に示す容量および器種が開発されている。すなわち直巻と分巻の 2 種類があり，いずれも枠番 601 より 618 までの直流電動機に適用される。電動機の運転中は電磁石が励磁されて制動はゆるみ，電動機回路を開けば電磁石は消磁されて強力な制動バネの力によって迅速な制動作用が行われる。第 40 図に示すように電磁石，アーマチュア，ポスト，シュー，制動輪およびベースなどを主要部品とし，きわめて簡単な構造である。電磁石ケースは鋳鋼製でその内部に B クラス絶縁を施したコイルを納め，アーマチュアとともにクラップ形電磁石を形成しており，制動バネは，電磁石の中心部を貫通してアーマチュアを押しつけている。従来のプランジャ形電磁石に比べてアーマチュアのストロークが僅少であるから閉合時の衝撃が少なく，かつ複雑なリンク機構がなく，電磁石ストロークがそのままシューの移動距離となる直結機構であるから，機械的摩擦部分が著しく減少し，ブレーキ機構全体の長寿命を保証できる。アーマチュアおよびポストも鋳鋼製でおのおのベースに固定されたピン<sup>23</sup>および<sup>21</sup>によって支持され，このピンを支軸として回転する。ほかのすべてのピン類は同様に固定し，かつ注油して摩擦を防止する構造となっている。2 個のシューはおのおの 1 本のピンによりアーマチュアおよびポストに取り付けられている。ライニングは摩擦係数大きく，制動時の高熱に耐えかつ摩擦の少ない良質のアスベストライニングを使用し，シューの裏側にネジで取り付けられている。ライニ



| 順番 | 部 品 名       | 順番 | 部 品 名     |
|----|-------------|----|-----------|
| 1  | ストップボルト     | 13 | ギャップ調整ロッド |
| 2  | ピン          | 14 | 制 動 輪     |
| 3  | 制 動 バ ネ     | 15 | ピ ン       |
| 4  | バネ調整ボルト     | 16 | ラ イ ニ ン グ |
| 5  | 電 磁 石       | 17 | ポ ス ト     |
| 6  | 手動ゆるめナット    | 18 | シ ュ ー     |
| 7  | 電 磁 線 輪     | 19 | ピ ン       |
| 8  | 手動ゆるめ装置     | 20 | ストップボルト   |
| 9  | ギャップカバー     | 21 | ピ ン       |
| 10 | 指 針         | 22 | ベ ー ス     |
| 11 | ア ー マ チ ュ ア | 23 | ピ ン       |
| 12 | シ ュ ー       | 24 | ス ト ッ プ   |

第 40 図 600 番直流電磁ブレーキの構造

ングは長寿命を期するため考慮された適当な厚みを持っている。制動輪は熱膨脹および摩擦の少ない特殊高級鋳鉄で製作されている。電磁石のエアギャップ点検のためのギャップカバー<sup>9</sup>と指針<sup>10</sup>およびエアギャップ調整のための調整ロッド<sup>13</sup>，制動輪とシューのギャップ調整のためのストップボルト<sup>1</sup>および<sup>20</sup>，手動ゆるめのための手動ゆるめ装置<sup>8</sup>も付属しており，据付時の調整がきわめて簡単に行えるように考慮されている。第 40 図は制動状態を示すが，電磁石が励磁されると，制動バネの力に打ち勝ってアーマチュアをまず $1/2$ ストロークだけ吸引する。アーマチュアにはシュー<sup>12</sup>が連結されているから，これらはピン<sup>23</sup>を支軸として外側に回転し，ストップボルト<sup>1</sup>に突当って回転を止められる。アーマチュアの回転が止められると残りの $1/2$ ストロークは逆に電磁石が運動する。すなわちピン<sup>23</sup>を支軸として内側に回転し，ロッド<sup>13</sup>を通じてポスト<sup>17</sup>に運動を伝達し，ポストはシュー<sup>18</sup>とともに外側に回転して制動輪の制動を解除する。かくして伝動軸は回転を始める。電磁石ストロークが僅少のため，制動解除までの動作時間は非常に短い。電磁石の励磁を取り除くと，制動バネはシューと制動輪の間に強い摩擦を生ぜしめ，制動作用を行うが，制動時の動作時間も制動バネのストロークが僅少のため非常に短い。

## 8. 結 言

製鉄用電気機器は上述のように苛酷な条件のもとで使用され、しかもその運転は寸時も停滞を許されない状態にありきわめて信頼度の高いものであることが要求される。同期電動機、誘導電動機など特に製鉄用として考慮されたことについて触れたが、直流電動機の600番系列の補機電動機ならびに電磁制動機は近時開発されたにもかかわらず、すでに相当数のものが稼動にはいつているのは本系列のものが使用に便なるのみならず顧客の英断によるものと思う。水銀整流器も近時ますます使用されるようになってきたが、半導体整流器もその応用分野を拡大してくるものと思われる。配電盤もメタルクラッド形配電盤がますますその威力を発揮してくるものと思われる。制御器具はいわゆるミル用の高頻度のものが完成

されて、特に電磁接触器は新形が開発されて面目を一新して、高頻度の要求に完全に応じた実績を示している。今後各機器の改良により、増大する苛酷なる要求を満足せしめ顧客の要望にこたえたい。大方の御指導御鞭撻をお願いする次第である。

## 参 考 文 献

- (1) 橋本ほか：日立評論 36, 853 (昭 29-5)
- (2) AISE Standard No. 1 D. C. Mill Motor Standards I & SENG DEC. (1947)
- (3) AISE Standard No. 1 D. C. Mill Motor Standards revised, I & SENG. NOV. (1957)
- (4) 日本電気工業会標準規格 JEM-1109, 圧延機および起重機用直流電動機 (1956-3)
- (5) R. J. Moran: I & SENG AUGUST 1958 p.117
- (6) 近藤, 池田: 日立評論 39, 1,237 (昭 32-11)
- (7) 近藤ほか: 日立評論 40, 929 (昭 33-8)



## 特 許 の 紹 介



特許第215756号

石 井 英 雄

## 巻 戻 装 置

本発明は帯材などが巻き戻されることによって張力の働く場所が軸の中心に対して変化する場合に、その帯材にほぼ一定の張力を与えるよう自動的に制動トルクを変化する制動装置を有する巻戻装置にかんするものである。

巻戻される帯材などを回動的に支持した軸にブレーキドラムを具え、このブレーキドラムにかかるブレーキシューの制動力をレバーの作用で変えうるようにし、一方

帯材の円周面にその半径の変化を検知するレバーをロールを介して当てこのレバーと前記ブレーキシューのレバーとを引張りバネを介して機構的に連絡させた。巻戻し帯材の半径の変化に応じてレバーが動き、バネの張力を変じ、その力がレバーを介してブレーキシューの制動力を調整する。これによって帯材に働く張力は常時一定に保持されることになる。(高橋)

