

# 最近のアルミスラブ熱間圧延機電気品について

中村登喜生\* 木田真吉\*\* 高根 元\*\*\*

## The Modern Electric Equipment for Two-High Reversing Hot Aluminum Slab Mill

By Tokio Nakamura

Takata Aluminum Manufacturing Co., Ltd.

Shinkichi Kida and Hajime Takane

Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

The 28"×66" Two-High Reversing Hot Strip Rolling Mill Equipment newly installed by the Takata Aluminum Manufacturing Co., Ltd., is designed to roll aluminum slabs of 500 kg unit weight into thin sheets 5 mm thick, 1,100 mm wide, and 33,300 mm long, and finally winds the finished strips on reels. The number of rolling passes is 13. Rolling speed can be adjusted from 75 m/mn to 150 m/mn according to the thickness of the material to be rolled, and the reeling speed is 30 m/mn.

The equipment consists of the main mill, screw down, approach table, front table, back table, run-out table, slab turner, side guide, side trimmer, up-cut shear, and reel. All the electrical driver for the set were manufactured by Hitachi, Ltd.

The main drive is a 600 kW,  $\pm 600$  V D.C. motor with a speed range of  $\pm 100/200$  rpm. Speed control is effected by the Ward-Leonard system, through a 700 kW D.C. generator directly coupled to a 800 kW synchronous motor.

To increase the capacity of reversing rolling mills, rapid speed control of the mill is absolutely essential. Moreover, in the case of aluminum mills, the speed of the main mill and the roller table must be matched to avoid slippage of the material on the roll, in order to prevent surface scars on the rolled product.

The Hitachi tuning dynamo (rotating amplifier) and the control exciters were ingeniously combined for the control system in the newest fashion. The current limit denice is attached to the main circuit, allowing rapid and smooth speed control and reversing of the main mill. In addition, the speed of the main mill and roller, as well as the speed of the run-out table, side trimmer, and reel motor are completely synchronized. A test run of the two-high reversing hot strip rolling has conclusively proven a high standard of performance.

### 〔I〕 緒 言

アルミニウムは軽金属の代表材料で、原料が豊富で、軽量にしてかなりの強度があり、加工が容易でしかも安

価であるなどの特長があるのでその用途は甚だ広く、建築、運輸、造船、化学工業、電気工業の各方面に涉り近年その需要が激増しつつあるが、我国の国民1人当りのアルミニウム使用量は米国のそれに較べるとまだ約10分の1にも満たず、この数年間に少くとも現在の2倍程度の使用量に増加するものと予想され、斯界の飛躍的發展

\* 株式会社高田アルミニウム製作所

\*\* \*\*\* 日立製作所日立工場

が期待されている。アルミニウム材料は用途に応じて、板、条、線、管または鋳造品などの各種の形状で供給されるが、今回株式会社高田アルミニウム製作所に新設された二重逆転式熱間圧延設備はアルミニウムスラブを圧延して主として箔の原料となる帯板を製造する一連の設備で、主ロール機用ならびに補機用の全電気設備は日立製作所が一括受注、製作したものである。電気設備の制御方式は、近来、電動力応用部門に目覚ましい業績を挙げつつある自動制御の豊富な経験に基き、アルミニウム圧延機の特質を考慮して設計されたもので、回転増幅機 HTD と制御励磁機を巧みに応用した最新の方式が採用されており、主機の加減速と逆転は、過電流を制限しつつ敏速かつ円滑に行われ、また主ロール機とローラテーブルと、ならびにランアウトテーブルとサイドトリマおよびリールとの速度は完全に協調して運転される。ここに電気設備の概要を紹介する。関係各位の御参考になれば幸である。

〔II〕 圧延設備の概要と電気設備の特質

本設備は単箇重量 500 kg のアルミスラブを熱間圧延して厚さ 5mm の帯板とし、最後にリールに巻取るまでの一連の作業を行うもので、第 1 図に示すように主ロール機およびアプローチ、フロント、バック、ランアウトの各ローラテーブルとロール圧下機、スラブターナ、アップカットシャワー、サイドガイド、サイドトリマ、リールなどの各部よりなる。

主ロール機はつぎの仕様のものである。

|               |              |
|---------------|--------------|
| ロール機型式.....   | 二重逆転式        |
| 電動機出力.....    | 直流 600 kW 連続 |
| ロール直径×長さ..... | 28"×66"      |
| 圧 延 速 度.....  | 75~150 m/mn  |

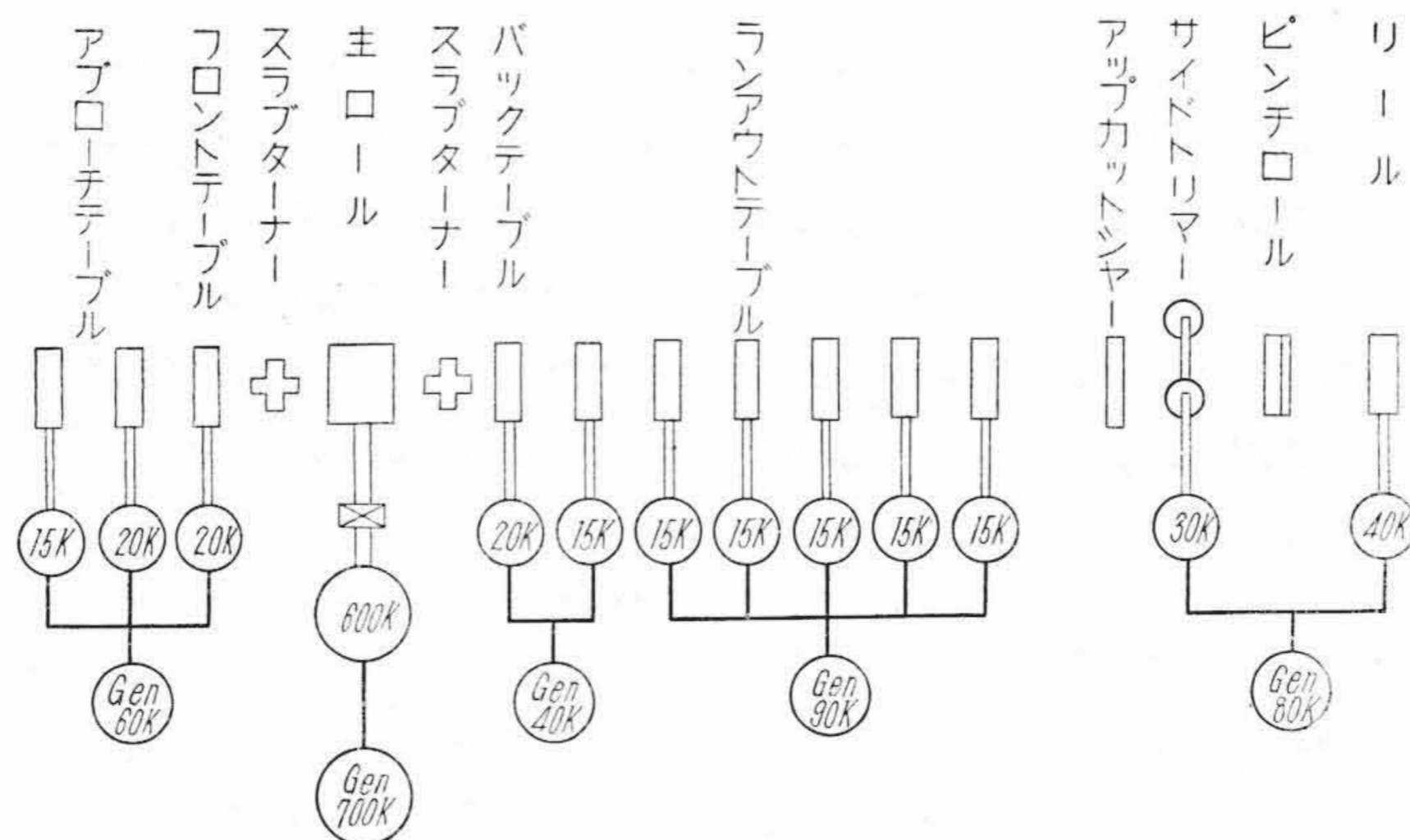
|              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| 圧 材          | 155t×1,400b×850l mm, 500 kg |
| 製 品.....     | 5t×1,100b×33,300l mm        |
| パ ス 回 数..... | 13 パス                       |
| 圧 延 時 間..... | 159 s                       |

アプローチテーブルは 210 mmφ のローラ 32 本を有し、前面の 13 本は 15 kW 電動機により、また主ロール側の 19 本は 20 kW 電動機により駆動される。フロントテーブルとバックテーブルとはおのおの 220 mmφ のローラ 13 本ずつを備え、それぞれ 20 kW 電動機により駆動される。

ランアウトテーブルは 210 mmφ のローラ 13 本ずつを 15 kW 電動機で駆動するテーブル 6 段よりなり、各テーブルの長さは、アプローチテーブル 16.5 m、フロントテーブルとバックテーブルはおのおの 4.2 m、ランアウトテーブル 45 m で、無駆動補助テーブルよりアプローチテーブルを経てランアウトテーブル終端に至る全長は 68.4 m である。

まずアプローチテーブル上に置かれた圧材は、フロントテーブルを経て主ロール機で圧延してバックテーブル上に出され、つぎにロール圧下機によりロール間隔を詰めて逆方向に圧延し、同様の作業を反復する。パススケジュールは 500 kg スラブの場合、1~2 パス間は圧延速度 75 m/mn (主電動機速度 100 rpm) で、加速時間は 2 秒、減速時間 1 秒で、3~6 パス間は 100 m/mn、10~13 パスは圧材が薄くなるので圧延速度を 150 m/mn に上げ加速時間 5 秒、減速時間 2.5 秒であつて、圧下率は全パスを通じて 23~30% である。

主ロール機の前後面にはおのおのスラブターナを設け圧材をターナ上に置き約 200 mm 持ち上げて 90 度旋回した後、元の位置に下ろして、幅の方向を長さの方向に変えてつぎの圧延を行うのであるが、これに要する時



第 1 図 圧 延 設 備 概 略 図  
Fig. 1. General Layout of the Reversing Hot Slab Mill

間は圧材の上下におのおの1秒、旋回に2秒計4秒である。圧延されたアルミニウム板はランアウトテーブル上を運搬して前後端はアップカットシヤーにより切断した後サイドトリマにより両側を切捨て、リールに巻取る。リール巻取り速度は30m/mn、リールの径は610mmφ、巻太り比は約1:1.4である。ただし製品の用途により、巻取らずにアップカットシヤーにより所要の長さに切断してシートにする場合もある。

一般にこの種の可逆圧延機において圧延能力を向上するには加減速を急速にする必要があり、またその反復頻度はきわめて高いので、主電動機の $GD^2$ を極力小さくしなければならない。また圧材の噛み込み時には最大220%に達する尖頭負荷がかかるので、主電動機は衝撃トルクに耐え電氣的にも機械的にも頑丈なものにする必要がある。なおレオナード発電機は急峻な過電流に対しても特に良整流で信頼度の高いものでなければならない。また速度を敏速に制御するためには主電動機およびレオナード発電機の界磁の電氣的時定数が小さいことが必要である。

本設備で圧延し巻取つたコイルは、さらに冷間圧延機で圧延し主としてアルミ箔とするものであつて、もしこの圧延作業中にアルミ板の表面に疵をつけると最終製品を不良にし、特にアルミ箔の場合には疵跡から切れてしまうおそれがあるので疵の防止に細心の注意を要するのである。

圧材とテーブルローラとの間に滑りがあると疵が発生するので、各テーブルのローラは圧材の速度と一致させる必要があるが、圧材は主ロールにより急速に加減速し、またテーブルローラは数群に分れて別箇の電動機で駆動されるのでこれら各電動機の協調運転には十分考慮する必要がある。すなわちローラは圧材と同じく急速に加減速しなければならないから、当然小慣性の直流電動機により駆動する必要があり、主ロールとの速度協調は主電動機の速度を基準にとりHTDを応用して速応性の高いレオナード制御を行う。この際、圧材の入口側と出口側のローラの回転数は圧材の圧下に伴う速度差を補償する必要がある。

ランアウトテーブルは元来一定速度で運転されるものであるが、本設備の場合、パス回数が多くなると製品が長くなりランアウトテーブル上にも乗るようになるのでランアウトテーブルも他のテーブルと同様に主ロールと協調運転ができるようにした。また製品がランアウトテーブルからシヤーラインに流れている間に主ロールではつぎの圧延作業を始められるようにテーブル用電動機は数群に区分して制御する。したがつてこの場合、数箇の電動機が1台の発電機で駆動されるから、各電動機の速

度変動率が過大であるとローラ相互の速度差は圧材により平衡されないで圧材とローラとの間の滑りとなつて現れるから電動機は速度変動率は小さいことが望ましい。

ロール圧下機の圧下速度は260mm/mn、最小指示単位は0.1mmで、この値は電動機で1/2.6回転に相当し、起動停止回数が多く急速、正確に圧下量を調整する必要があるので電磁制動機付の直流電動機を使用する。

スラブターナの上下運動と旋回運動とは別箇の電動機により操作する。旋回時に、圧材とターナとの間に滑りを生じる程大きな加減速度を与えてはならないから直流電動機の主回路に抵抗を挿入して機械的時定数を大きくして滑らかに加速し、減速時は発電制動をかけ、正確に90度旋回した位置で電磁制動機をかけるようにした。

サイドトリマはアルミ板の両側の不揃の部分を取り除いて整形するもので、剪断刃の周速はアルミ板の巻取速度と一致しなければならない。サイドトリマ用電動機とリール用電動機とはレオナード制御を行い、ランアウトテーブルと速度協調をとる。巻取り張力はピンチロールを機械的に制動して与えられるもので、張力は最小700kgから最大8,000kgまで調整可能である。リールは巻太りに対して自動的にその回転数を低下して、一定速度、一定張力で巻取るために、リール用電動機は巻取り中の出力を一定値に保持するごとく界磁制御が行われる。

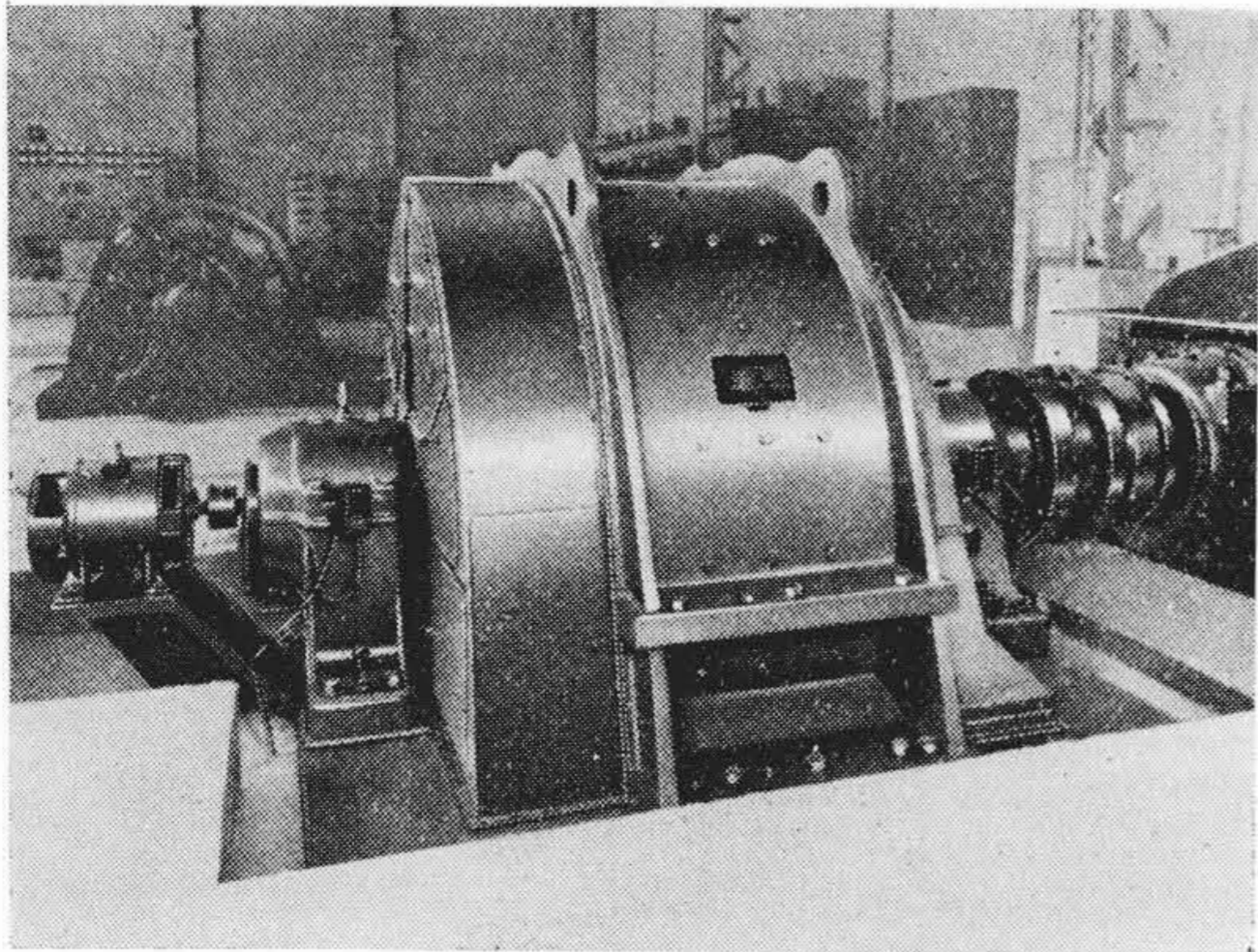
以上述べたように補機用電動機は、電動子の $GD^2$ が小さいこと、起動回転力の大きいことが特に要求され、また作業場の性質上、全閉型とし、高温に対する耐久性を増すためにB種絶縁にしてある。

### 〔III〕 電 気 品 の 仕 様

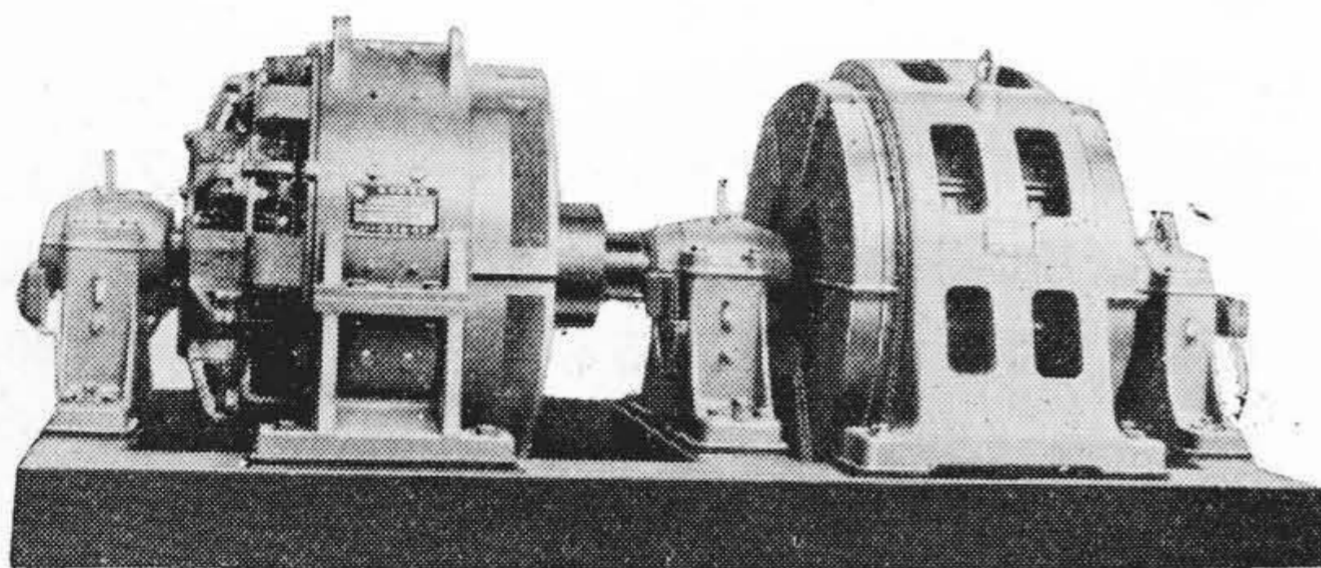
#### (1) 圧延用主電動機

|   |              |                     |
|---|--------------|---------------------|
| 出 | 力.....       | 600 kW              |
| 電 | 圧.....       | ±600 V              |
| 回 | 転            | 数..... ±100/200 rpm |
| 型 | 式....        | 閉鎖他力通風型(補償巻線付)      |
| 定 | 格.....       | 連続                  |
|   | 常用最大回転力..... | 225%                |
|   | 非常最大回転力..... | 275%                |

0~100 rpm は電圧制御、100~200 rpm は界磁制御である。絶縁はB種で温度上昇は50°C以下である。冷却法は強制他力通風方式とし、空気は室外より採り回転油膜式空気清浄機を通して、20HP誘導電動機で駆動する風量300m<sup>3</sup>/mn、風圧125mm W.G.のターボブロワにより主電動機を冷却した後、室外に排出される。電動機の通風カバーには、保守点検の便を計り有機ガラスの窓を設けてある。



第 2 図 600 kW 主 電 動 機  
Fig.2. 600 kW Main Motor



第 3 図 700 kW 電 動 発 電 機  
Fig.3. 700 kW Motor Generator Set

主電動機はカムワルツを通して主ロールを駆動し、反負荷側には直流 440 V の指導発電機を直結し、この発電機の電圧により各テーブルローラの速度を制御させる。可逆圧延機用電動機の特質として電機子の  $GD^2$  を小さくし機械的にも電気的にもきわめて頑丈な構造としてあることは勿論、上記最大回転力を負荷する場合においても無火花整流を行いうるもので、第 2 図はその外観である。

(2) 主電動発電機

(a) 直流発電機

出力..... 700 kW  
電 圧..... ±600 V  
回 転 数..... 900 rpm  
型 式..... 開放型 (補償巻線付)  
定 格..... 連 続

(b) 同期電動機

出力..... 800 kW  
電 圧..... 3,300 V  
周 波 数..... 60~  
極 数..... 8  
回 転 数..... 900 rpm  
型 式.... 開放型 (回転界磁, ダンパー付)  
定 格..... 連 続  
力 率..... 進み 0.8

常用および非常最大出力は主電動機に対応するもので、絶縁はすべて B 種、温度上昇は 50°C 以下である。

第 3 図はこの電動発電機を示す。

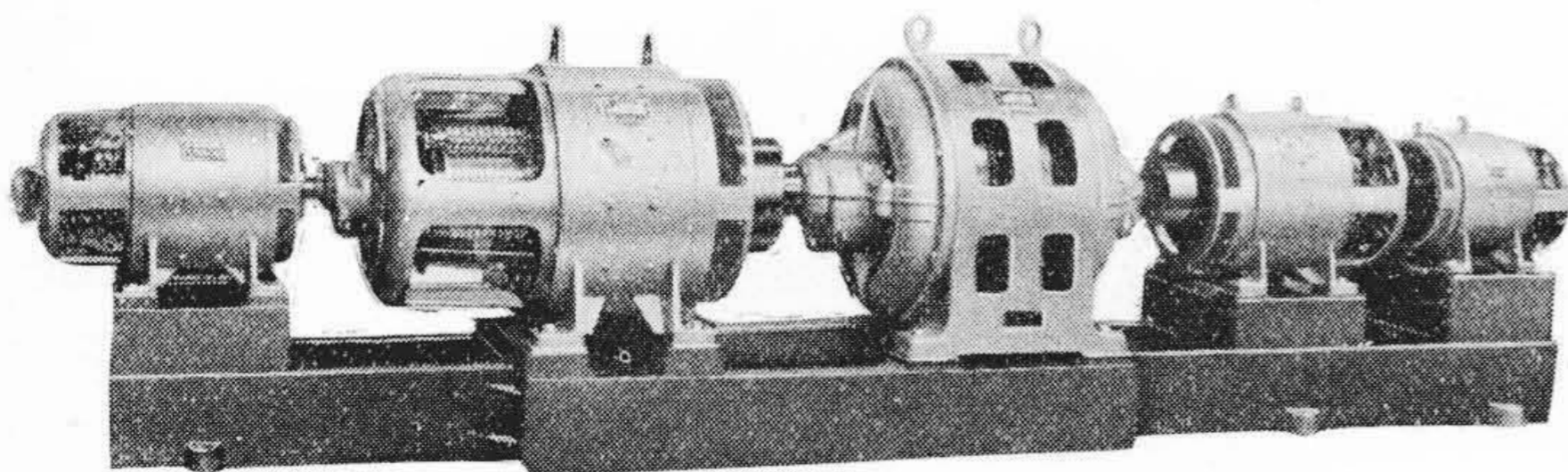
主電動機、発電機および同期電動機は運転休止中の絶縁低下を防止するため、それぞれスペースヒータを備えている。

(3) 励磁機

主機用励磁機は、直流発電機用 7.5 kW 励磁機、主電動機用 30 kW 励磁機および同期電動機用 20 kW 励磁機とよりなり、300 HP 三相誘導電動機で駆動する。このセットには定電圧電源用の 120 kW 220 V 直流発電機も直結されている。第 4 図に本励磁機セットを示す。

(4) HTD および制御励磁機

第 5 図は発電機を急速励磁するための 1 kW HTD と制御励磁機および電動機界磁の急速励磁用の 1 kW HTD と制御励磁機および主回路の過電流制限用 1 kW HTD とで駆動機は 15 HP 誘導電動機である。

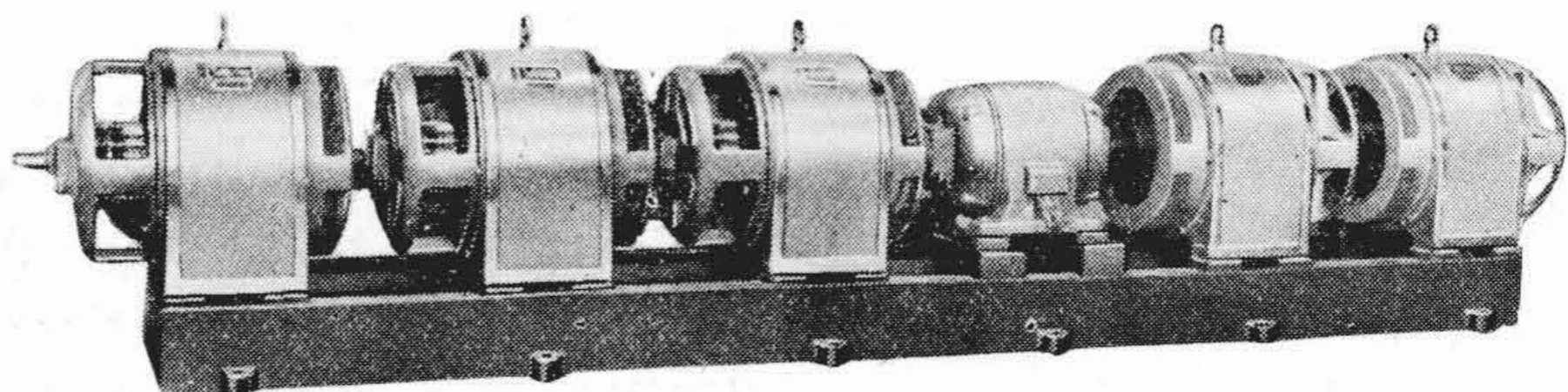


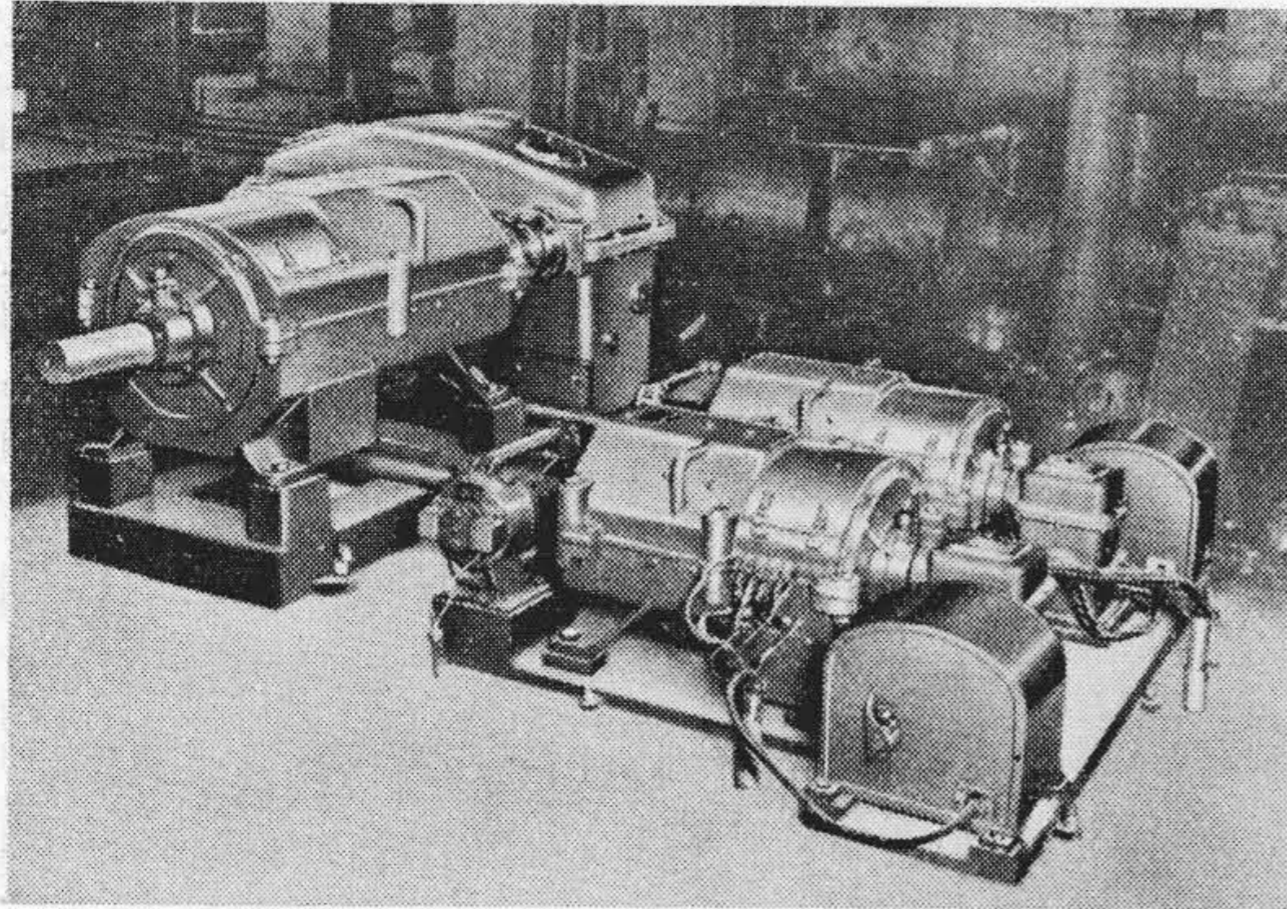
第 4 図  
主機用励磁機と定電圧発電機

Fig.4.  
Exciters for Main Machine and  
Constant Voltage Generator

第 5 図  
HTD と 制 御 励 磁 機

Fig.5.  
HTD and Control  
Exciters





第6図 ローラテーブル用 20 kW 電動機および  
スラブターナ用 7.5 kW 電動機

Fig. 6. 20 kW D.C. Motor for Roller Table and  
7.5 kW D.C. Motor for Slab Turner

(5) テーブル用電気品

各テーブルローラを駆動する電動機はすべて全閉型、ボールベアリング付他励磁式 60 分定格 B 種絶縁である。各電動機とこれを制御するレオナード発電機は第 1 表の通りである。

第 1 表のごとくテーブル用電動機は全体を 3 群に区分し、3 台の発電機で各群ごとにレオナード制御を行うもので、第 1 群と第 2 群とは主ロールの両側にあり、殺しによる速度差を補償するために区分したものである。ランアウトテーブルの第 2 段よりさきは第 3 の発電機により制御し、製品がこの上にある場合に、主圧延機でつぎの圧延作業を開始できるようにしたものである。なおランアウトテーブルの最後段の電動機には速度協調用の指速発電機が直結されている。第 6 図は 20 kW のテーブル用電動機とスラブターナ用 7.5 kW 電動機である。

第 7 図はテーブル電動機用レオナード電動発電機である。直流発電機は 60, 40 および 90 kW, 電圧 110/220 V 他励磁式 60 分定格であつて、駆動機は 300 HP 三相

第 1 表 ローラテーブル用電動機

Table 1. Roller Table Motor

| テーブル  | 電動機出力 (kW) | 電圧 (V)  | 回転数 (rpm) | 台数 | 発電機出力 (kW) |
|-------|------------|---------|-----------|----|------------|
| アプローチ | 15         | 110/220 | 500/1,000 | 1  | 60         |
| アプローチ | 20         | 110/220 | 500/1,000 | 1  |            |
| フロント  | 20         | 110/220 | 500/1,000 | 1  |            |
| バック   | 20         | 110/220 | 500/1,000 | 1  | 40         |
| ランアウト | 15         | 110/220 | 500/1,000 | 1  |            |
| ランアウト | 15         | 110/220 | 500/1,000 | 5  | 90         |

誘導電動機である。この電動発電機にはサイドトリマとリールを制御するための 80 kW 220 V 他励磁式 60 分定格の直流発電機も直結されている。

これらの発電機はそれぞれ 3 kW 110 V の励磁機により励磁される。ただし 40 kW と 60 kW の発電機は 1 台の 3 kW 励磁機により共通に励磁されるから励磁機は 3 台である。第 8 図はその励磁機セットである。

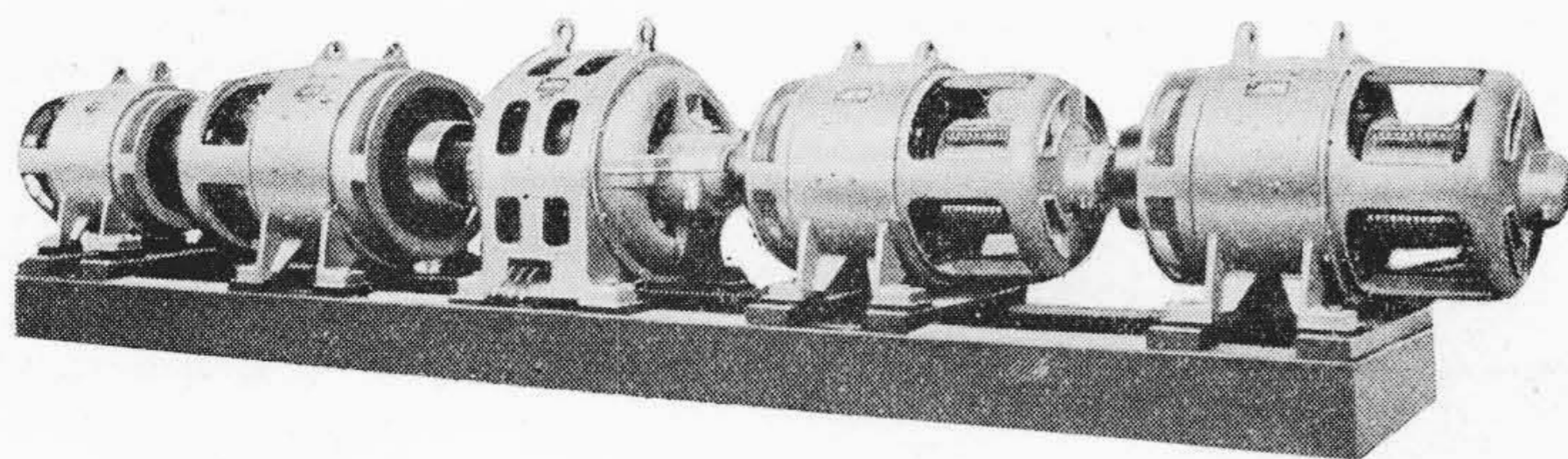
このほかに 3 kW 励磁機を急速励磁するための 1 kW HTD 3 台とリールの巻取り速度調整用 1 kW HTD 1 台、サイドトリマの速度調整用 1 kW HTD 1 台と合計 5 台の HTD を 15 HP 誘導電動機で駆動する HTD セットがある。

(6) その他の補機用電気品

サイドトリマ用電動機..... 1 台  
30 kW 220 V 1,000 rpm 全閉型他励磁式  
60 分定格

リール用電動機..... 1 台  
40 kW 220 V 600~1,000 rpm 全閉型他励  
磁式 60 分定格

600~1,000 rpm は界磁制御により出力一定である。  
上記 2 台の電動機は 80 kW 220 V 発電機によりレオ

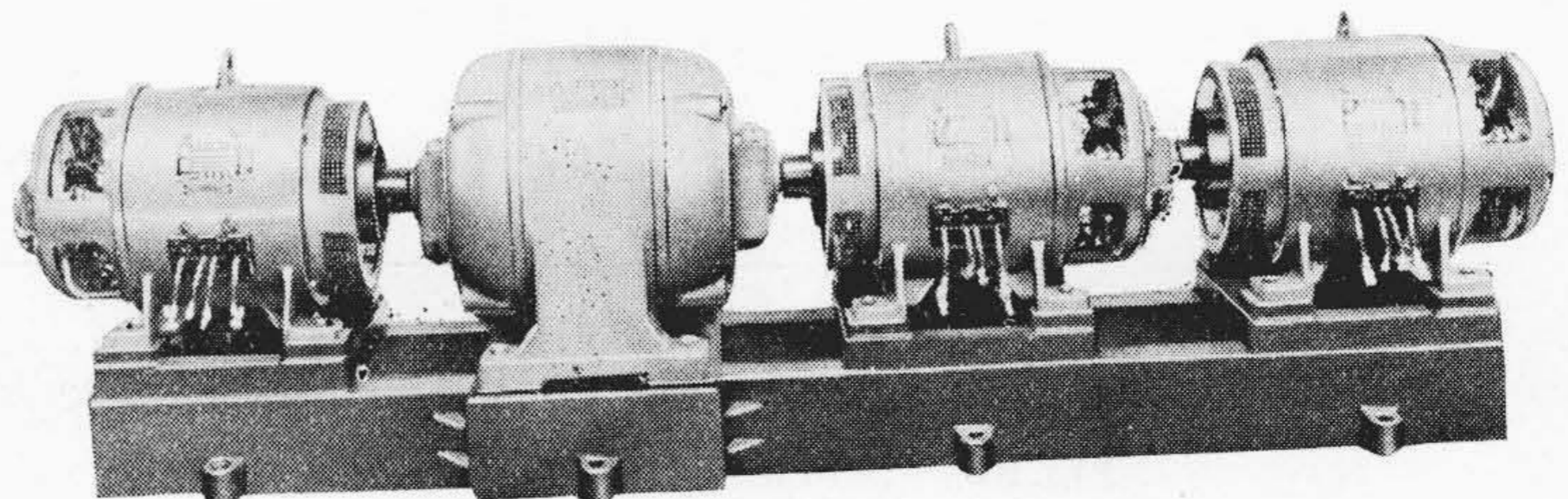


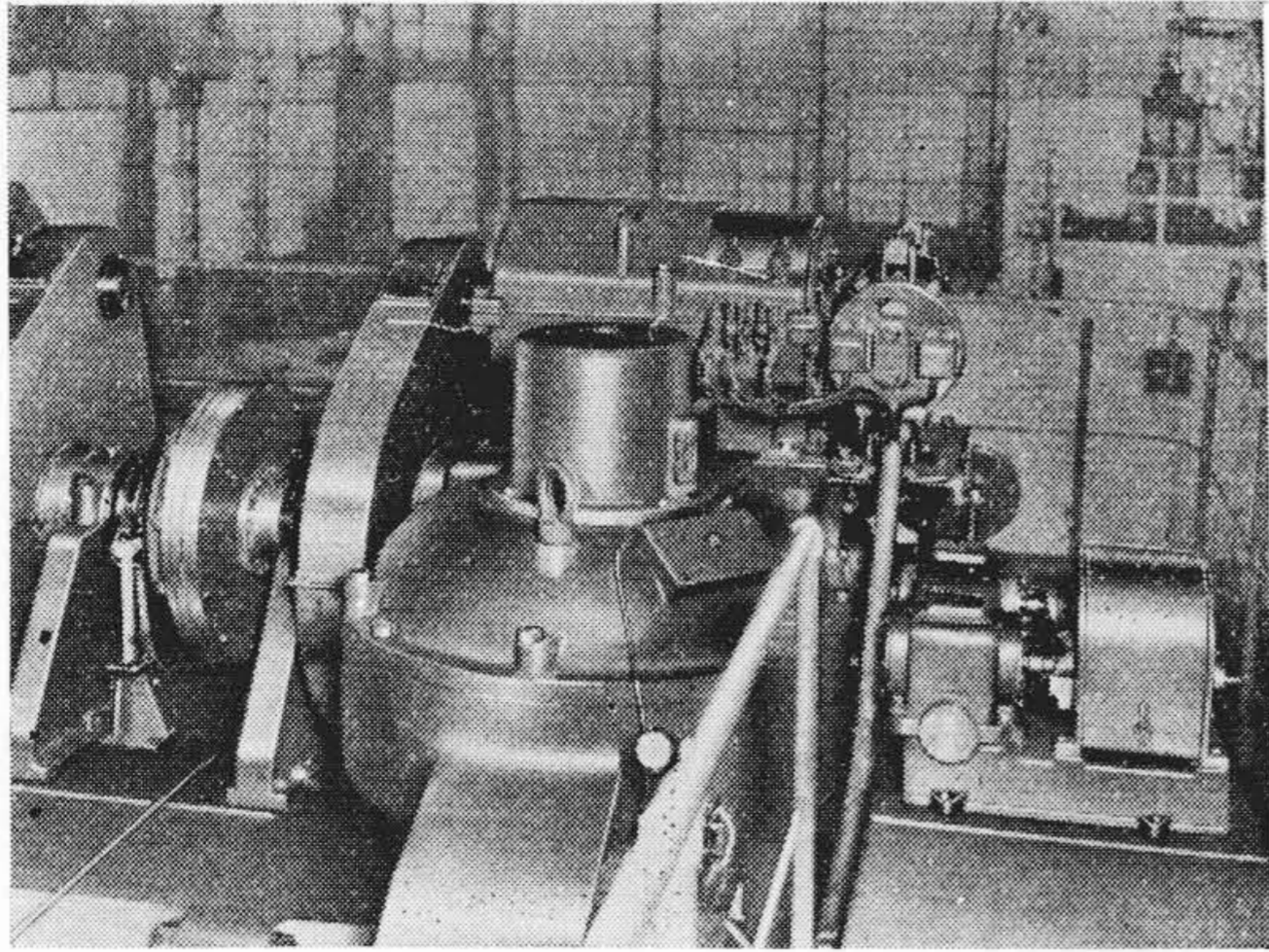
第 7 図  
テーブル電動機用レオナード  
発電機

Fig. 7.  
Ward-Leonard Generator  
Set for Table Motors

第 8 図  
3 kW 励磁機セット

Fig. 8.  
3 kW Exciter Set





第 9 図 圧下装置用 25 kW 電動機  
Fig.9. 25 kW D.C. Motor for Screw Down

ナード制御を行うもので、30 kW 電動機とピンチロール  
とはランアウトテーブルと協調運転を行うための指速  
発電機が直結してある。

- ロール圧下機用電動機..... 2 台  
25 kW 220 V 1,000 rpm 全閉型複巻式  
60 分定格
- スラプターナ用電動機..... 4 台  
7.5 kW 220 V 700 rpm 全閉型複巻式  
60 分定格

この電動機は 120 kW 220 V 定電圧発電機を電源と  
するもので、電磁制動機付である。第 9 図は圧下装置と  
圧下用電動機である。

〔IV〕 制御方式および制御器具

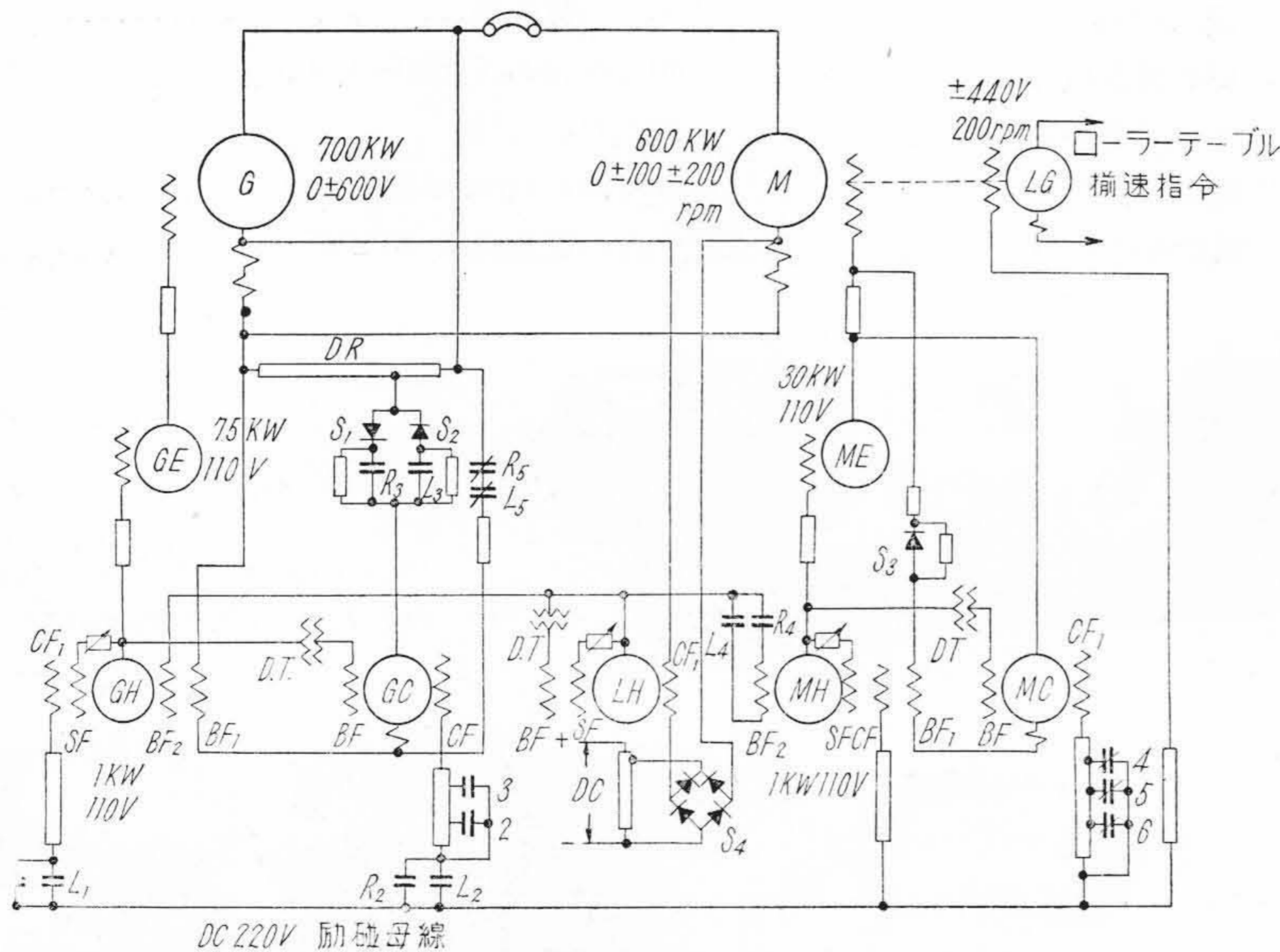
(1) 主圧延機の制御方式

一般にこの種の圧延機においては電動機の最高速度ま  
で昇速するのは十数パス中わずかに最後の 2, 3 パスに過  
ぎず、その他のパス特に初期の数パスでは加減速中に大  
部分の圧延が行われる。したがって圧延能力を向上する  
には急速加減速が重要である。このため回転部分の機械  
的慣性を小さくするとともに、界磁回路の時定数をでき  
る限り減少させることは勿論、さらに回転増幅機などを  
使用して急速加減速ならびに過電流制限を行うことは今  
日ではすでに常識となつている。本装置においては HT  
D と制御励磁機を用いて急速加減速を行い、設計に当つ  
て乱調現象を発生しないよう回転機、ダンピングトラン  
スの増幅率、時定数その他各部の制御定数をあらかじめ  
アナログコンピュータにより決定<sup>(1)</sup>して製作した結果満  
足すべき成績を収めた。

第 10 図は主圧延機の制御方式を示す結線図である。

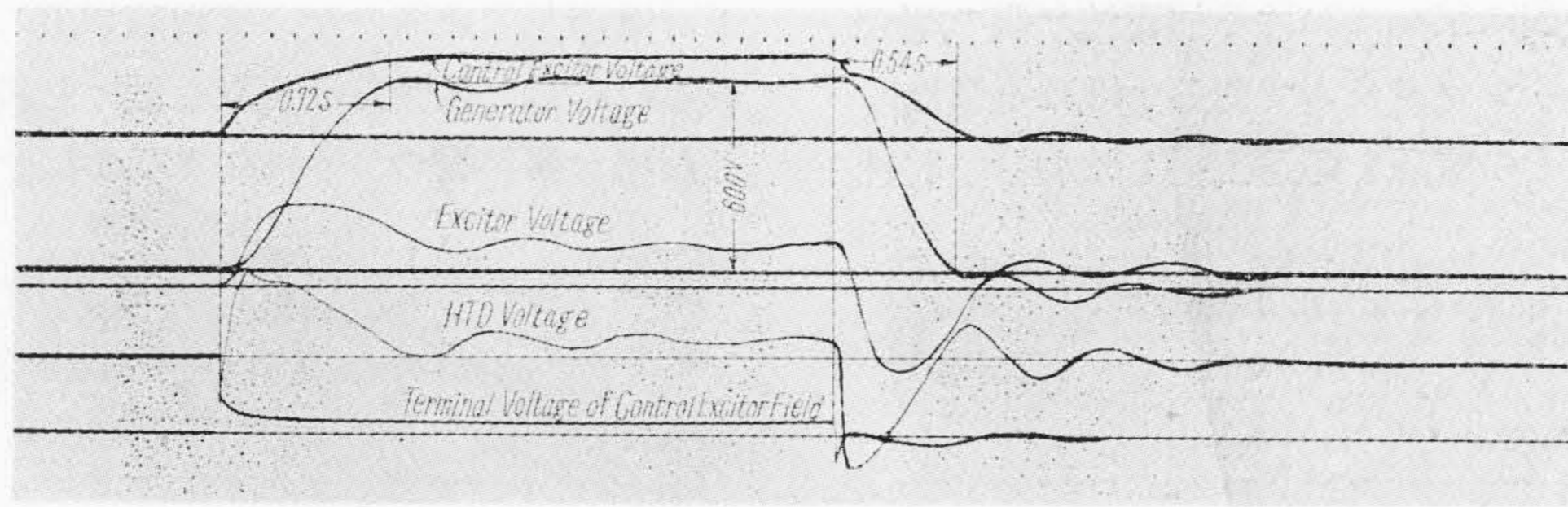
(i) 電圧制御

第 10 図において主発電機 (G) は制御励磁機 (GC), H  
TD (GH) を経て発電機用励磁機 (GE) により励磁され、  
GC および GH の制御界磁は主幹制御盤により制御され  
る。電圧制御は 1~3 ノッチであつて、主幹制御器を正  
転ノッチに進めると正転用接触器 R<sub>1~4</sub> は閉路、R<sub>5</sub> は開  
路し、GC は整定した一定電圧を発生する。しかし GC  
の出力回路にはセレン整流器 S<sub>1</sub> が挿入してあるので、



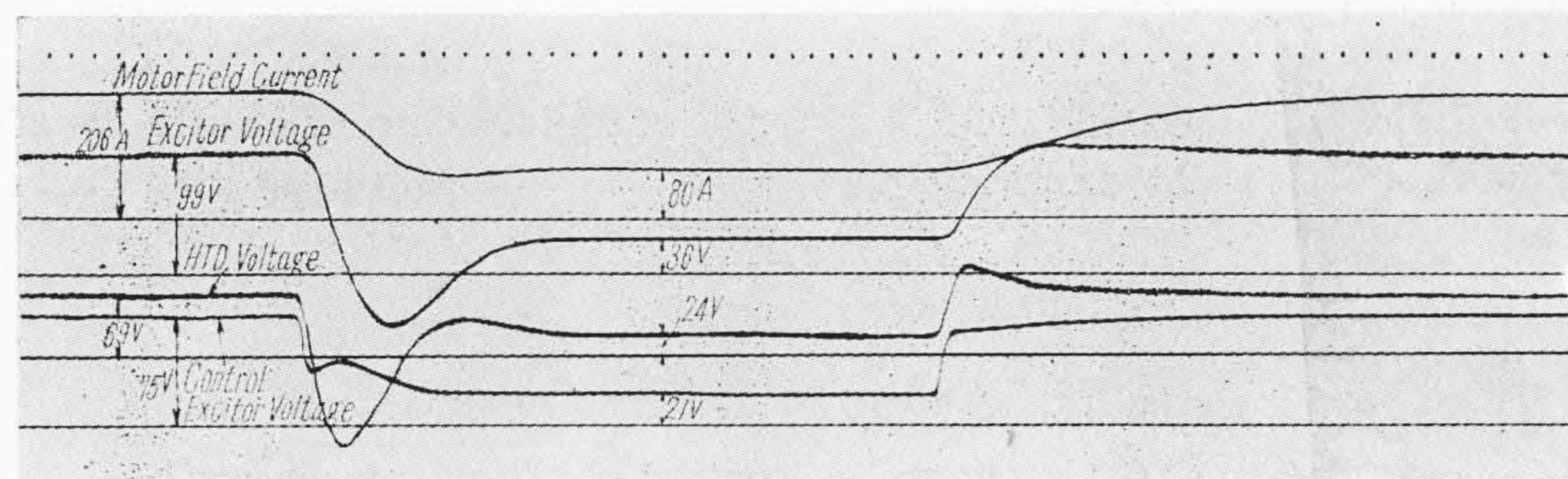
- G: 主 発 電 機
- M: 主 電 動 機
- GE: 発 電 機 用 励 磁 機
- ME: 電 動 機 用 励 磁 機
- GH: 発 電 機 用 HTD
- MH: 電 動 機 用 HTD
- LH: 電 流 制 限 用 HTD
- GC: 発 電 機 用 制 御 励 磁 機
- MC: 電 動 機 用 制 御 励 磁 機
- LG: ローラーテーブル用  
指速発電機
- DT: ダンピングトランス
- R<sub>1~5</sub>: 正 転 用 接 触 器
- L<sub>1~5</sub>: 逆 転 用 接 触 器
- 2~6: 加 速 用 接 触 器
- SF: 自 励 界 磁
- CF: 制 御 界 磁
- BF: 饋 還 界 磁
- S<sub>1~4</sub>: 整 流 器
- DR: 分 路 抵 抗

第 10 図 主 圧 延 機 結 線 図  
Fig.10. Schematic Connection Diagram of Main Roll Drive



第11図 700 kW 主発電機電圧制御特性

Fig.11. Oscillogram Showing Voltage of 700 kW D.C. Generator



第12図 600 kW 主電動機界磁制御特性

Fig.12. Oscillogram Showing Field Current of 600 kW D.C. Motor

分路抵抗  $DR$  端における  $G$  の発生電圧に達するまでは  $GH$  の界磁  $BF_1$  に電流は流れず、 $G$  の電圧は  $CF_1$  の励磁により急速に上昇する。 $CF_1$  の値はノッチに無関係に一定であるから、制御励磁機を用いない従来の方式のようにノッチの進め方により電圧上昇率が異なることはない。 $G$  の分路電圧が  $GC$  の電圧を超えると  $S_1$  を通して  $BF_1$  に電流が流れ、 $CF_1$  と差動的に動作して  $G$  の電圧上昇率は急速に減じ、行き過ぎの少ない急速励磁を行って整定値に落ち着く。この場合  $G$  の分路電圧は  $BC$  の電圧よりわずかに高く、 $CF_1$  と  $BF_1$  励磁のわずかの差により所要の発電機電圧を発生することになる。 $S_1, S_2$  は正逆ノッチにより切替え、逆転の場合は  $S_2$  により上記と同様の動作を行う。第11図は主幹制御器を停止ノッチから3ノッチまで急速に進めた後再び戻したときの主発電機の電圧変化を示すオシログラムで、電圧上昇時間 0.72秒、降下時間 0.54秒、制御の行き過ぎ 1.5% であつて速応性も安定性もすぐれていることがわかる。

#### (ii) 界磁制御

4~6 ノッチでは主発電機を定格電圧のまま、主電動機の界磁を制御する。第10図において主電動機 ( $M$ ) の界磁制御励磁機 ( $MC$ )、HTD ( $MH$ ) を経て電動機用励磁機 ( $ME$ ) により励磁される。 $MH$  の制御界磁  $CF_1$  は一定の励磁を受け、 $MC$  の制御界磁  $CF$  は主幹制御器により制御され、 $MH$  の  $BF_1$  は主電動機の界磁抵抗降下により励磁される。界磁弱めの場合はセレン整流器  $S_3$  の効用は現れず、常時饋還制御をうけつゝ電動機磁束は減

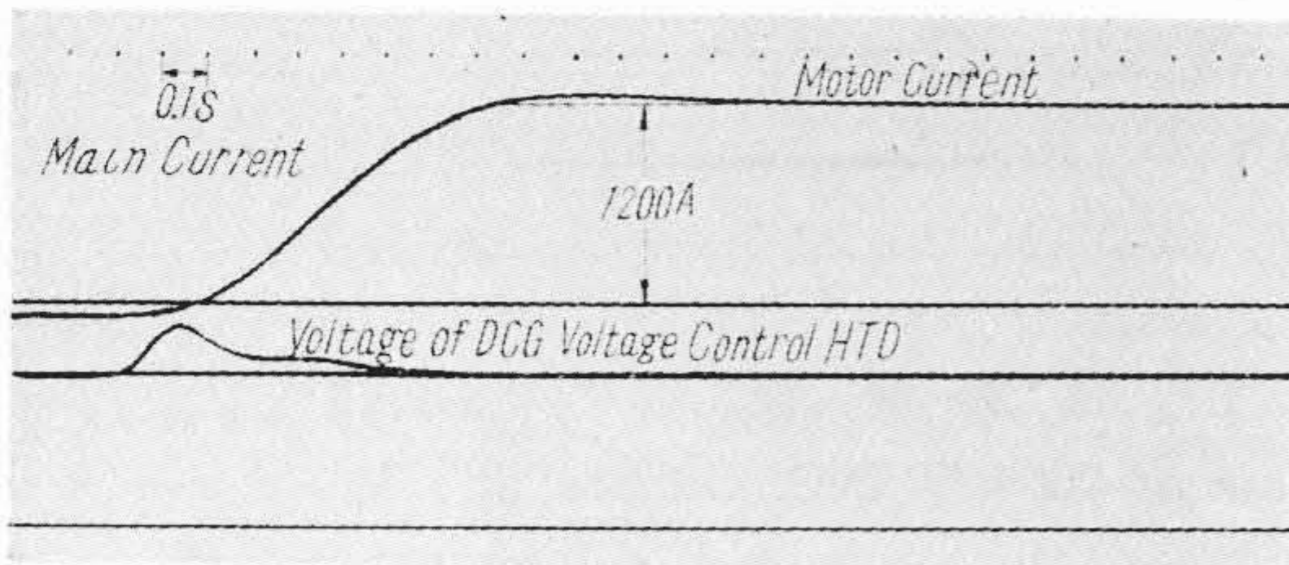
少するが、界磁強めの場合は  $S_2$  により前述の発電機電圧上昇のときと同様にノッチ操作に無関係に一定率で電動機磁束は増加する。この場合  $BF_1$  界磁の利得および  $CF_1$  の値を適当に選定すれば、適当な磁束増加率をうるることができる。一般に電動機界磁を変化するとき、その変化率は変化の初期の方が終期より大きく、また界磁強めの場合は、制御の初期に電動機速度が高くその機械時定数が大きいから、電機子回路に大きな制御電流が突流する。したがつて前述のように界磁強めに当り、磁束変化率をノッチ操作に無関係に適当な一定値になるよう制御することは非常に望ましいことである。第12図は主幹制御器を3-6-3ノッチと操作した場合の主電動機界磁電流の変化を示すオシログラムで十分安定に急速励磁の目的を達している。

#### (iii) 過電流制限

急激な加減速操作、あるいは異常噛み込みなどにより電動機電流が過大となつたときは過電流制限装置によりすみやかに所定値以下に抑制する必要がある。第10図において電動機電流が増加し  $G$  および  $M$  の補極巻線、補償巻線の電圧降下が所定値を超えれば、電流制限 HTD ( $LH$ ) の界磁  $CF_1$  に電流が流れ  $LH$  はすみやかに電圧を発生して  $GH, MH$  を励磁する。すなわち電動電流の場合は  $G$  の電圧を低下させるとともに  $M$  の界磁を強め、また制動電流の場合には  $M$  の界磁を弱めるとともに  $G$  の電圧を高めてすみやかに電動機電流を所定値以下に抑制する。

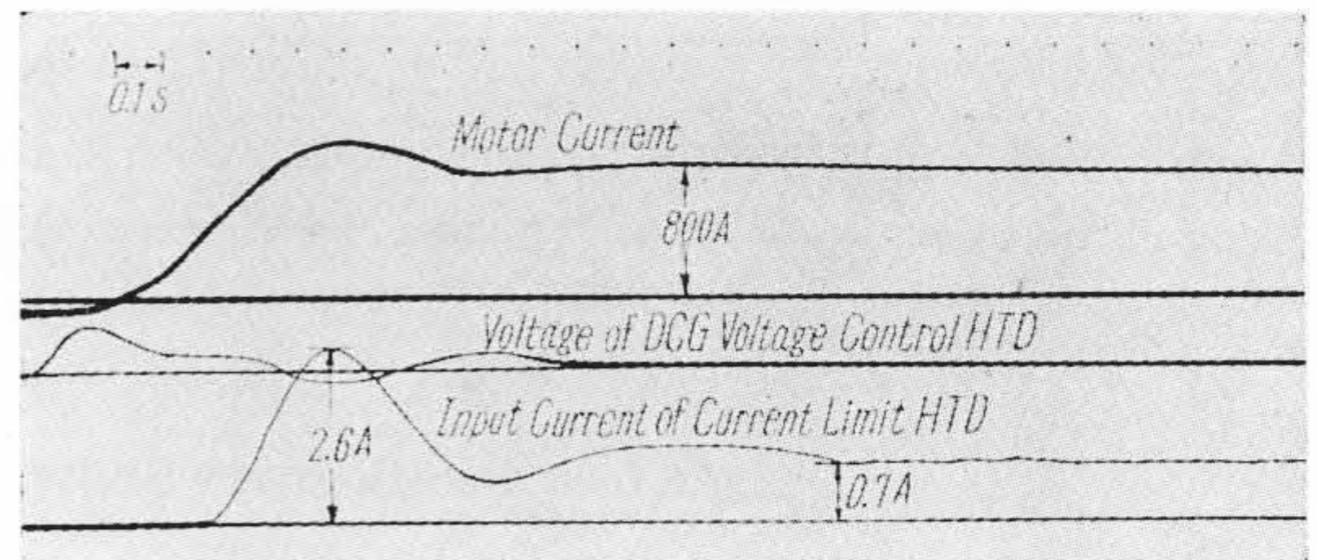
第13図および第14図は工場における過電流制限の等価試験の結果を示すオシログラムである。図は発電機に抵抗負荷を接続し、その電圧を急速上昇した場合の特性

で、電流制限装置のない場合第13図のように 1,200 A 流れるのに対し電流制限装置を設け制限値を 750 A に整定した場合第14図のように 800 A 抑制されている。



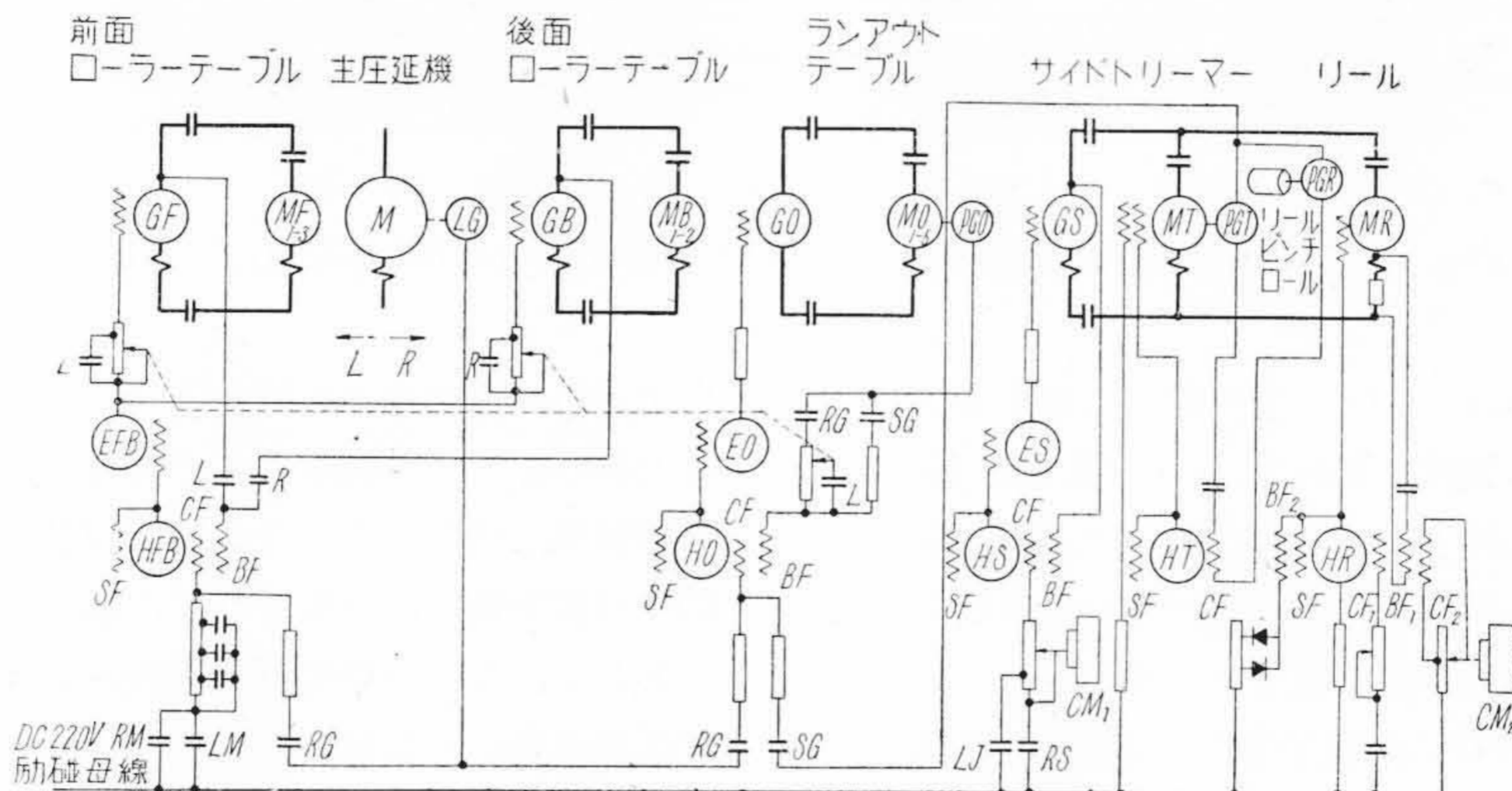
第 13 図 過電流制限装置ない場合の電動機電流上昇

Fig.13. Current Build Up of 600kW D.C. Motor without Current Limiting Device



第 14 図 過電流制限装置ある場合の電動機電流上昇

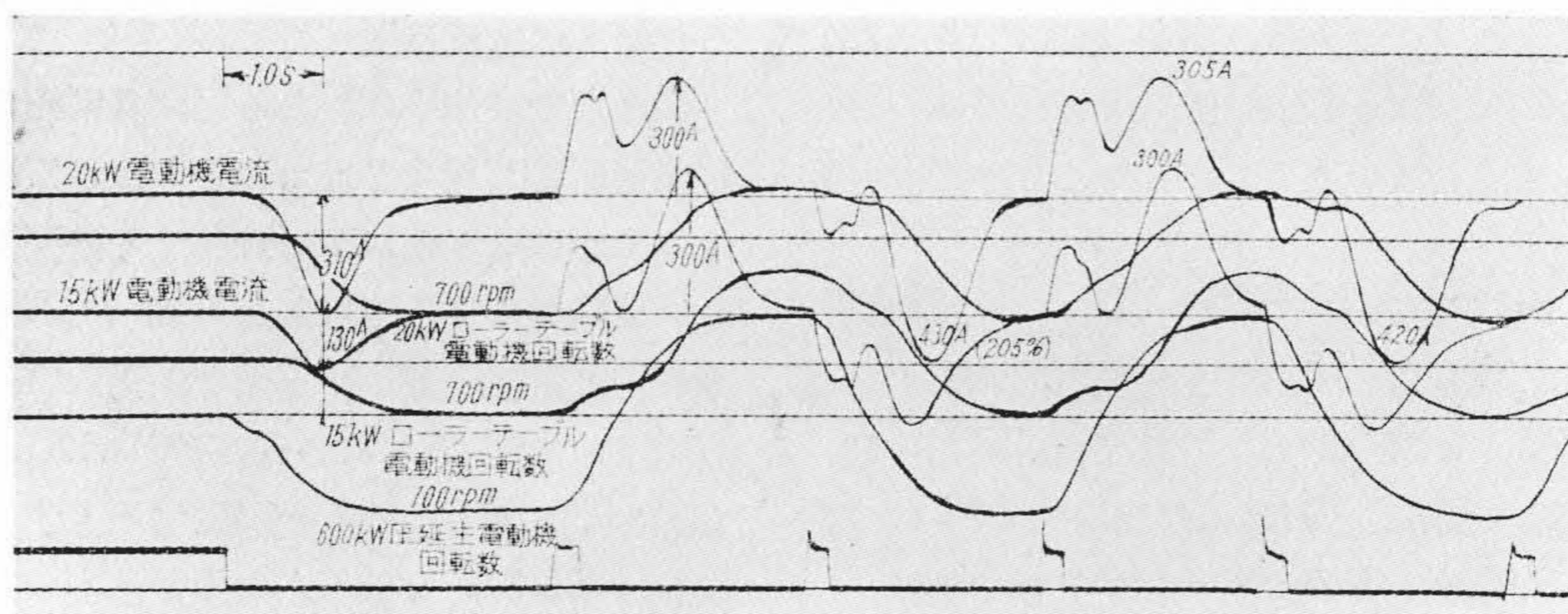
Fig.14. Current Build Up of 600kW D.C. Motor with Current Limiting Device



- |                                |                                    |                                 |
|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| M: 主電動機                        | GO: ランアウトテーブル用発電機                  | MT: サイドトリマー用電動機                 |
| LG: 指導発電機                      | MC <sub>1~19</sub> : ランアウトテーブル用電動機 | PGT: サイドトリマー用指速発電機              |
| GF: 前面テーブル用発電機                 | PGO: ランアウトテーブル用指速発電機               | HT: サイドトリマー用HTD                 |
| MF <sub>1~4</sub> : 前面テーブル用電動機 | EO: ランアウトテーブル用励磁機                  | MR: リール用電動機                     |
| EFB: 前面テーブル用励磁機                | HO: ランアウトテーブル用HTD                  | PCR: リール用指速発電機                  |
| HFB: 前面テーブル用HTD                | GS: シヤーライン用発電機                     | HR: リール用HTD                     |
| GB: 後面テーブル用発電機                 | HS: シヤーライン用HTD                     | CM <sub>1~2</sub> : 界磁調整器用制御電動機 |
| MB <sub>1~2</sub> : 後面テーブル用電動機 | ES: シヤーライン用励磁機                     |                                 |

第 15 図 補機概略結線図

Fig.15. Schematic Connection Diagram of Auxiliary Motors



第 16 図 主電動機とローラーテーブル電動機との速度協調運転特性

Fig.16. Characteristics of Speed Matching between Main Motor and Roller Table Motors



## (2) 補機の制御方式

圧延能力の向上にとって補機の占める役割はきわめて大きいから、補機の制御も主圧延機と同様に優秀なものでなければならない。

第15図は補機の概略結線図を示すもので、直流定電圧電磁制御を行う圧下電動機、スラブターナ電動機および交流電動機使用のサイドガード、アップカットシャーその他の電動機制御回路は略してある。

### (i) ローラテーブル

アルミスラブ圧延機では圧延材に疵の生じないように主圧延機とローラテーブルとは同一速度で運転することが望ましい。本装置では前面テーブル、後面テーブルおよびランアウトテーブルの各電動機群をHTDを用いてレオナード制御している。第15図において前面テーブル用発電機(GF)と後面テーブル用発電機(GB)はHTD(HFB), 励磁機(EFB)を経て共通励磁され、ランアウトテーブル用発電機(GO)はHTD(HO), 励磁機(EO)により励磁される。主圧延機に連動する場合は接触器RGを閉路して、主圧延機速度に比例した指導発電機(LG)の電圧をHFB, HOの制御界磁に加え、各電動機を主圧延機速度に協調運転せしめる。圧下による主圧延機出口側と入口側の速度差の補正は前後面テーブルにおけるGFおよびGBの界磁抵抗およびランアウトテーブルにおけるHOの饋還界磁の抵抗を正逆転に応じ接触器により短絡、挿入して調整している。この際前後面テーブル用HTDの饋還界磁は主電動機の正逆転に応じて出口側の発電機端子電圧から励磁される。

前後面テーブルを単独運転する場合は切換開閉器で切換え、操作開閉器により定電圧励磁母線よりHFBの制御界磁を制御する。またランアウトテーブルはシャーラインに連動して運転することもでき、この場合にはサイドトリマ付属の指速発電機(PGT)の電圧により励磁される。

第16図はテーブル用電動機を主圧延電動機に連動運転した場合のオッシログラムで、主電動機の加減速時間各1.2秒に対しテーブル電動機は約0.25秒の遅れを生じているが実用上差支えない程度である。

### (ii) シャーライン

前述のごとくランアウトテーブルをシャーラインに連動させて圧延後のアルミ板を運搬し、前後端をアップカットシャーにより切断、両側をサイドトリマで切取つた後リールに巻取る。

第15図においてトリマ用電動機(MT)とリール用電動機(MR)とはHTD(HS), 励磁機(ES)を経て発電機(GS)によりレオナード制御され両電動機の揃速はMRおよびリール用ピンチロールに取付けられた指速発

電機により行う。すなわち速度差あるときは両指速発電機の電圧差より協調運転用HTD(HT)を励磁して電圧を発生せしめ、MTの補助界磁を増磁あるいは減磁して速度を一致させる。

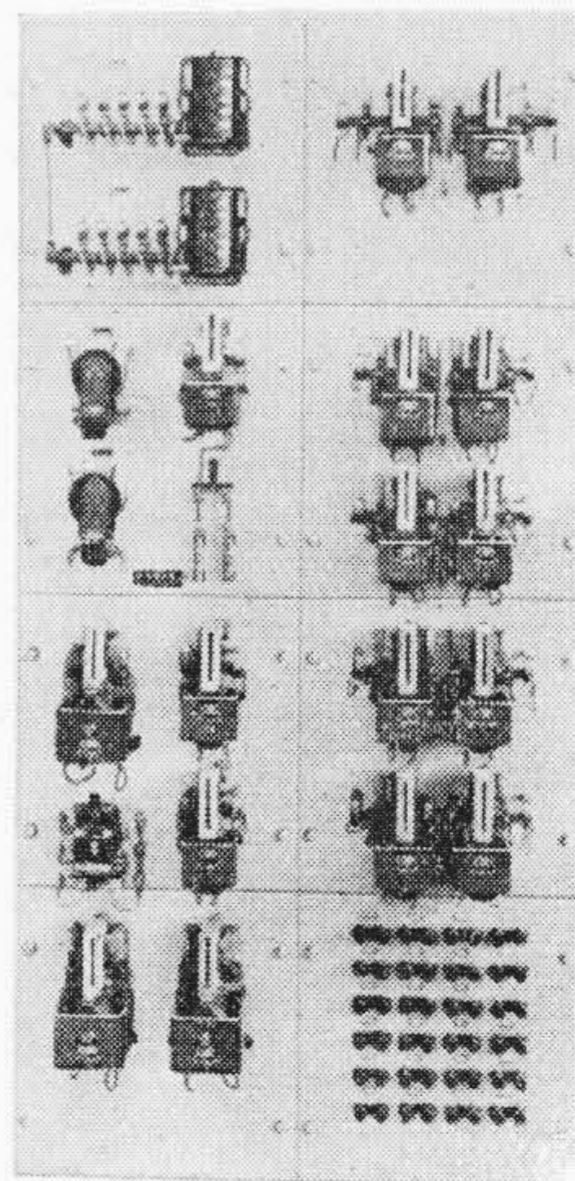
巻取り部分では巻取り張力を与えるための制動は電気式とせず、油循環ポンプを駆動して機械制動を行つている。巻取り張力はこのポンプの制動回転力により左右されるので変動の少ないものとしてある。巻取り運転中のコイルの巻太りに対してはリール用HTD(HR)によりMRの電機子電流すなわちMRの出力を一定に保ち、巻取り速度を調整している。リール加減速中は慣性のために所期加減速度をえられぬので、加減速に要する電力に相当する分をHRのCF<sub>2</sub>に与えて補償する。なお前述のように機械制動を用いているのでなんらかの原因で制動力を消失した場合はリール電動機ははなはだしく昇速し、トリマにも衝撃を与えることになり、また微速時RMの利得がはなはだしく少い場合HRが過電圧になることがあるので、これらを防ぐためBF<sub>2</sub>を用いHRの発生電圧範囲を制限している。

## (3) 制御器具

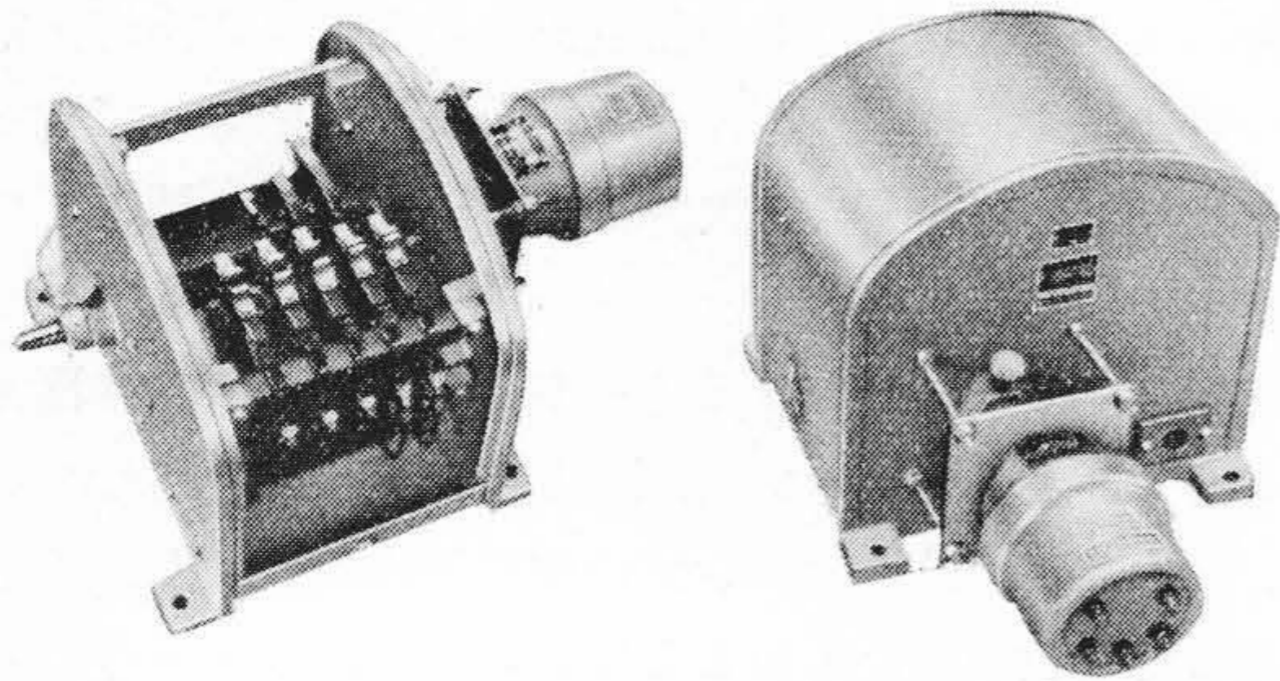
制御器具はすべて圧延機用として十分吟味されたもので高頻度の使用に対して十分安全な信頼度の高いものを使用している。前述のごとくHTDを使用したので制御電力もきわめて少くなり、使用器具も小型のものとなっている。

第17図は主電動機のレオナード制御盤を示す。

主電動機運転台、シャーライン運転台および電気室間には密接な連絡を保てるようし、かつ各電動機速度その他の指示が運転者に容易に、正確にわかるよう考慮して

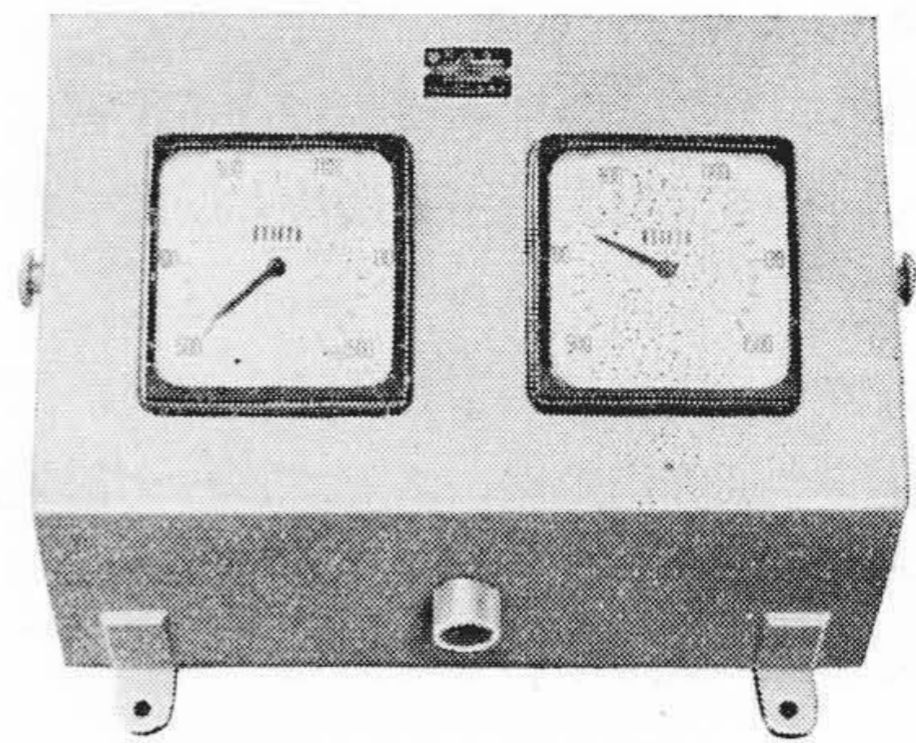


第17図 主電動機用レオナード制御盤  
Fig.17. Controlling Panel of 600 kW Ward-Leonard Set



第 18 図 サイドガード間隔指示用発信器を附した歯車制限開閉器

Fig. 18. Geared Limit Switches with Transmitter of Side Guard Indicator



第 19 図 サイドガード間隔指示計

Fig. 19. Side Guard Indicator

ある。第18図はサイドガードの間隔指示用発信機を取付けた歯車制限開閉器，第19図はその受信器を示す。

〔V〕 結 言

以上株式会社高田アルミニウム製作所に新設されたアルミスラブ用熱間圧延機電気設備につきその大要を紹介した。

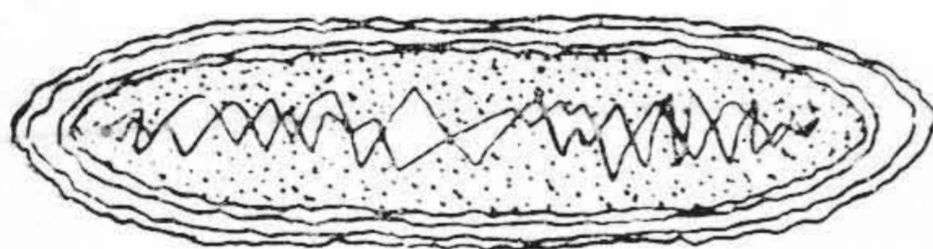
すなわち本設備は中容量機ながら各機器とも圧延用として高頻度，苛酷な運転に耐え，かつ HTD，制御励磁機を用いて急速加減速その他アルミ圧延用としての特殊

要求をも十分考慮して製作されたものである。据付，試運転も滞りなく終えたので今後その特長を遺憾なく発揮するものと信じている。

終りに本設備の完成に当り，本計画に関与された高田アルミニウム製作所建設担当者各位ならびに設計製作に従事された日立製作所日立工場関係各位の努力に対し厚く感謝の意を表す次第である。

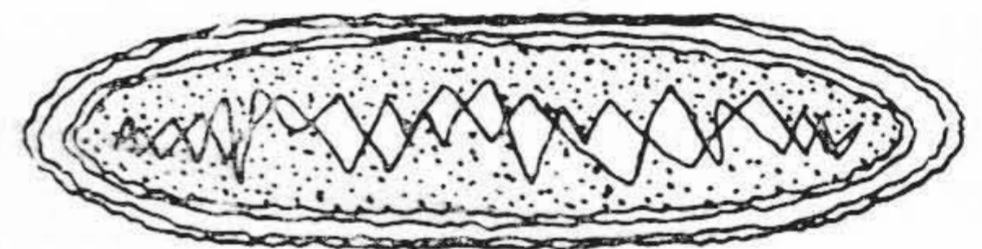
参 考 文 献

- (1) 前川，三浦，藤木，西：日立評論別冊 No. 8 137 (昭 29)



特 許 第 200977 号

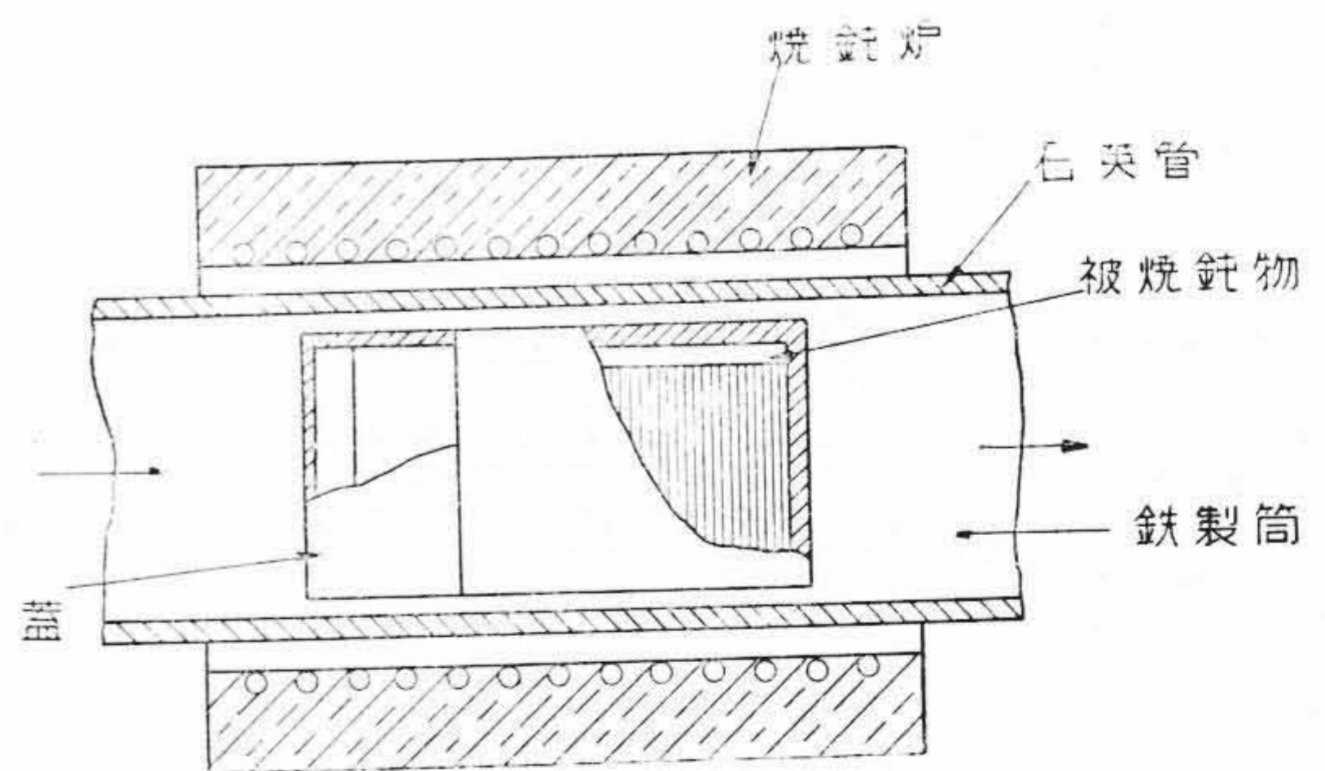
特 許 の 紹 介



小 野 健 二

光 輝 焼 鈍 方 法

パーメンジュール合金で作られた電話受話器振動板は従来の光輝焼鈍法によつては黒化するのを免れ得なかつた。これは普通の金属ならば焼鈍中に水素気流中の微量の酸素又は水分により酸化されても水素により容易に還元せられるが，パーメンジュール合金は含有成分のバナジウムが水素によつて還元され難いからであると考えられる。そこでこの発明では被焼鈍物を茶筒のような蓋付鉄筒中に入れてこの鉄筒を水素気流中に置いて加熱し焼鈍を行うようにした。鉄筒と蓋との嵌合の程度は普通の茶筒と同様に完全な気密ではないが或る程度の気密に保たれる。その結果石英管の排気の際鉄筒内にも排気せられ，次いで管内に水素気流が侵入して来ると鉄筒内にも水素が充満するが，一旦鉄筒内に水素が充満すると蓋との嵌合部を通して内外の水素が流通し得ないものとする。この状態に於て焼鈍を行うとき管内の水素の分子は管壁を構成する鉄の空間格子を通過し得るため鉄筒内に



水素が侵入し得るが，水素気流中の微量の酸素や水分の分子は鉄筒内に侵入し得ない。これによつて鉄筒内の被焼鈍物は水素気流中の酸素や水分による酸化を受けることなく，美しい光沢を保つ焼鈍を容易に行い得るようになった。この発明は実際の製品に適用して優秀な成果を挙げているが，物理学上の知識を巧みに活用した好例といえよう。(原田)