

川崎製鉄・千葉製鉄所納入 4.2 m 厚板圧延機用電気設備

設計部回転機第一課 後 藤 泰 治
設計部回転機第三課 河 村 伴 三
設計部器具課 磯 貝 裕 久
総合技術部工業技術第二課 太 田 真 一

Electrical Equipment for 4.2 m Plate Mill delivered to Chiba Steel Works of Kawasaki Steel Corporation

By

Taiji Gotō

Banzō Kawamura

Hirohisa Isogai

(Rotary Machine 1st Sect., Design Dep't.) (Rotary Machine 3rd Sect., Design Dep't.) (Apparatus Sect., Design Dep't.)

Shin-ichi Ōta

(Industry Technical 2nd Sect., Central Technical Dep't.)

Synopsis

Since the operation has successfully been begun after adjustment test during about one month since end of April 1961, we wish to introduce the content of the equipment. The top forward system has firstly been adopted in Japan for DC motor of $2 \times 3,750$ kW twin motor type for the main mill.

In the conventional system for such kind, the lower roll motor was arranged closely to the rolling mill and the upper roll motor arranged behind it, however in this system, when overhauling the lower roller especially when inspecting the bearing metals at the driving side, the spindle and bearing pedestal of the upper roll are needed to be taken off, which was very inconvenient for maintenance and inspection.

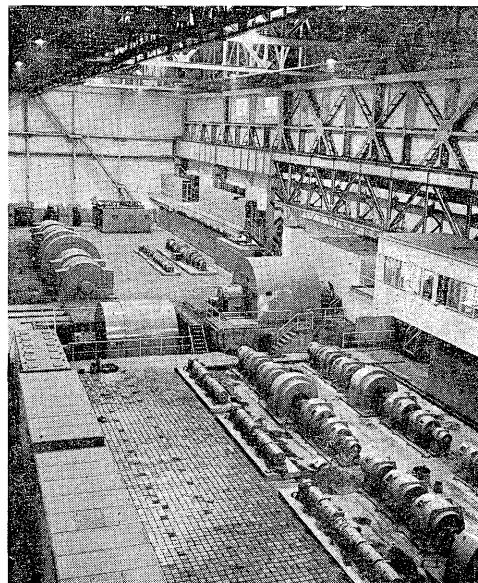
In the top forward system, contrary to the above, the upper roll motor is arranged closely to the rolling mill and the spindle for the lower roll is so constructed as to passthrough the lower part of the upper roll motor, whereby it has enabled the maintenance and inspection very convenient.

In the following paper, outline of the electrical equipment is described.

I. ま え が き

昭和 36 年 4 月下旬、約 1 箇月の調整試験を終えて好調に運転を開始することができたのでその内容を紹介します。主ミル用 $2 \times 3,750$ kW 双電動機形直流電動機はわが国で初めてトップホワード式を採用した。従来この種のものは下ロール電動機を圧延機に接近し、上ロール電動機をその後方に配置していたが、これは下ロール電動機の分解、特に駆動側軸受メタルの点検には上ロール用スピンドルおよび同軸受台を取りはずす必要があり、保守点検に不便を感じていた。トップホワード式はこれと反対に上ロール電動機を圧延機に接近して配置し、下ロール用スピンドルは上ロール電動機の下部を貫通させる構造で、保守点検が非常に便利となった。主機制御には回転増幅機ラビダインと磁気増幅器を使用し、基底正回転から基底逆回転までの逆転時間を約 1 秒とした。補機可変電圧直流電動機制御にはラビダインと電圧制御系に飽和特性を有する磁気増幅器を使用し、加減速特性を改良した。両側立てロール開度調整は機械的結合がないた

め、トランジスタを使用したパルス制御により、自動追従を行なわせた。機械品は主ミル関係は米国 UE 社、シヤ関係は西独シュレーマン社、その他は国産各メーカ



第1図 電気室機器配置

Fig. 1. Arrangement of main electric room

により製作されたが、電気品はすべて当社が製作した。また電気品の据付配線、設設ならびに工事はすべて富士電機工事が実施した。第1図は第1電気室の機器配置を示す。

II. 機 械 品 概 要

第2図に主要機械の配置を示す。ラインの全長は約 600 m におよぶ。成品厚み 6.0 mm 以上、幅 3.9 m 以下、最大長さ 25m、最大 16 t で、圧延能力は年産成品 60 万 t である。標準寸法スラブは連続加熱炉に、非標準寸法スラブはバッチ炉にて加熱され炉出側テーブル上に乗せられる。デスケリングは約 105 気圧の高圧水の噴出により行なわれる。

従来のロール式スケールブレーカの板表面にスケールが食い込むという欠点をおぎない、かつ設備費が安いという点で進んだ方式と考える。主ミルは 990 & 1,700 × 4,200mm 四重可逆圧延機でバックアップロール径 1,700 mm はわが国で最大である。バックアップロール径が大きいと厚み偏差の非常に少ない良質の厚板を製作することができる。厚み 6.0~15mm は 4 H ライトレベラ、10~40mm は 2 H ヘビーレベラにより成形される。クーリングベッドを通った板は検板機により板を裏返して傷の有無を調査する。裏返したままでもテーブル上に板を送ることができる。マーキングテーブル上でけがきを行

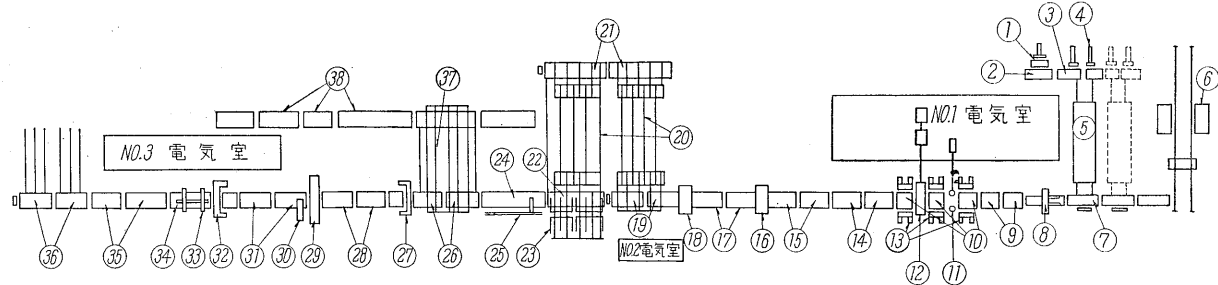
なう。厚み 20 mm 以下の板はクロップシヤ、ロータリシヤ、スリッタ、エンドシヤにかけられて成品となる。クロップおよびエンドシヤは新しい形式のロッキング式を採用し、切断時の板の曲りを防いでいる。スケールテーブル上で重量を測定し、パイラを経て搬出される。厚み 20 mm 超の板はトランスファによりフレームカッティングラインに移送され、ガス切断を行なう。しかも新しい試みのマルチバーナでシリーズカッティングを行なっている。

III. 主 機 電 気 品

主ミル電動機の仕様は第1表に示す。本機の駆動方式は、わが国初めての双電動機形トップホワードで、単電動機子として単機出力 3,750 kW 40 rpm は先に当社が

第1表 主ミル電動機仕様
Table 1. Specification of main mill motor

台 数	2	励磁方式	他励 220/440V
出 力	3,750kW	定 格	連 続
電 圧	±750V	絶縁の種類	B 種
電 流	5,380A	温度上昇限度	50°C
回 転 速 度	±40/80 rpm	GD ²	255 tm ²
常用最大回転力	204 t-m (225%)	電機子重量 (1台)	66 t
非常最大回転力	250 t-m (275%)	総 重 量	448 t



No	機 械 名	No	機 械 名	No	機 械 名	No	機 械 名
1	スラブデバイラ	13	センタリングサイドガイド	22	テーブル	31	ロータリシヤ出側エンドシヤ入側テーブル
2	デバイラテーブル	14	ミルランアウトテーブル	23	インスペクションテーブル	32	エンドシヤ
3	加熱炉入側テーブル	15	ライトレベラ入側テーブル	24	検板機	33	シヤゲージ
4	加熱炉プッシャ	16	ライトレベラ	25	マーキング	34	エンドシヤ出側テーブル
5	連続加熱炉	17	ライトレベラ出側テーブル	26	クロップシヤ入側テーブル	35	スケールインスペクションテーブル
6	バ ッ チ 炉	18	ヘビーレベラ	27	クロップシヤ	36	パイラテーブル
7	加熱炉出側テーブル	19	クーリングベッド入側テーブル	28	クロップシヤ出側ロータリシヤ入側テーブル	37	トランスファ
8	デスケリング	20	クーリングベッド	29	ロータリシヤ	38	フレームカッティングラインテーブル
9	エッジアプローチテーブル	21	クーリングベッド出側	30	スリッタ		
10	ミルテーブル						
11	立てロール						
12	水平ロール						

第2図 機械配置図 Fig. 2. Arrangement of machines

日本鋼管・川崎製鉄所に納入した 5,000 kW, 50 rpm に次ぐ記録的なものである。双電動機形方式は昭和 29 年に、わが国で初めて当社が川崎製鉄・千葉製鉄所の $2 \times 3,500\text{HP}$ の分塊圧延機の駆動に使用してから、分塊あるいは厚板圧延機などに数多く製作されている。

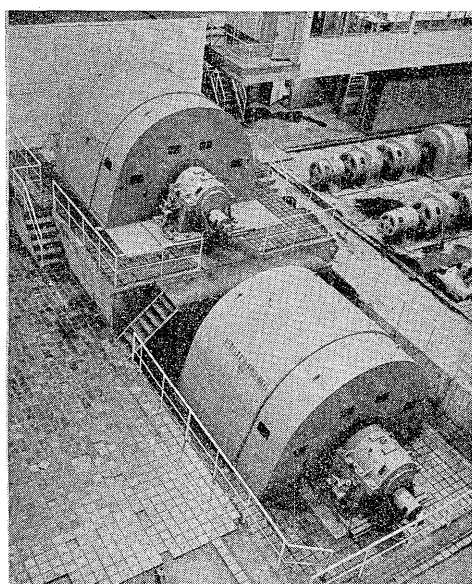
従来のものはいずれも上部電動機を下部電動機の背後に設け、中間軸を下部電動機の直上に通したいわゆるシャフトオーバ構造のものであった。この構造では下部電動機は電気室の床面を掘り下げて設置されるため、真上を通る中間軸と基礎台の両軸の制約により、清掃あるいは手入れの場合に整流子カバの取りはずしがきわめて困難であり、数個に分割しなければならない。また駆動側軸受が中間軸受台の中に入っているため、運転中の軸受の点検が困難であり、万一事故発生の場合には分解のために大がかりな作業を必要とする。したがって従来は軸受ぶたを何等分かに分割するなどして、この欠点を糊塗していた。これらの欠点を解決するため考えられたのが

トップホワード方式で従来のシャフトオーバ構造と全く反対に上部電動機を下部電動機の前面に設け、中間軸が上部電動機の直下を貫通するように配置したものである。第 3 図にトップホワード式主ミル電動機の据付外観、第 4 図に外形図を示す。

トップホワード式の採用により、上に述べた欠点が除かれて、きわめて保守が容易になったばかりか、重量 30 t におよぶ軸受支持台が不要となり、また中間軸のような回転部分の露出部分がなくなり、さらに従来電気室の中央に高く据え付けられた背後電動機が下部電動機としてピット中に入ったため室内の見通しがよくなり、通路が両電動機の中央に設けることができるので通行にきわめて便利となった。なお上下両電動機の軸中心距離は 94 in (2,387.6 mm) である。

トップホワード方式の問題点としては、中間軸通過のために上部電動機基礎台の軸受台下の部分の切り落としのために発生する諸問題、万一の場合の中間軸および軸受のつり出し方法、ペルクランクの支持方法などが考えられる。今回のものは中間軸を軸受とともに圧延機室側につり出しが可能とし、かつ中間軸をそのままの状態軸受ぶた、軸受メタルのみならず軸受台をもそれぞれ個々に分離つり出しが可能になるように設計されている。中間軸はピット内部において完全にカバがつけられていて運転中ピット内に入る必要があっても危険がなく、長大な軸とカバのギャップにダストが堆積しないように電気室内の清浄空気を通風させている。

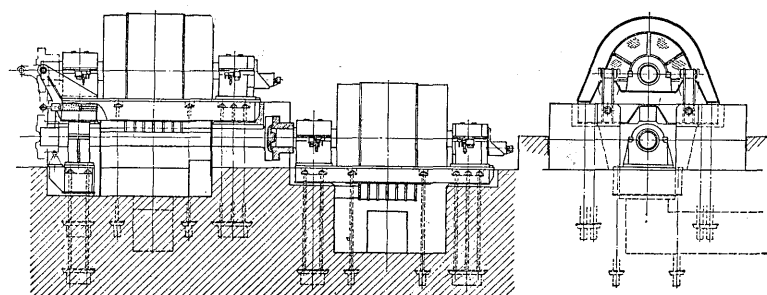
電機子巻線絶縁の種類はもちろん B 種絶縁であるが、電機子鉄心がなにもぶんに長大であるため、巻線の冷却には特別の考慮を払ったほか、エポキシ接着テープによる新しい絶縁方法を開発し、温度的にもきわめて信頼の高いものを製作した。継鉄については第 5 図に示すような成層構造を採用した。一般に成層継鉄を使用した場合には補極磁気回路の時定数を非成層の場合の $1/5 \sim 1/10$ にすることが可能で過渡整流にきわめて有効であり、本機は実際の圧延作業中可逆時間 1 秒のような急速な加減速操作においてほとんど火花を発することがなかった。



第 3 図 主ミル用直流電動機、双電動機形
トップホワード式

$2 \times 3,750\text{kW} \pm 750\text{V} \pm 40/80\text{rpm}$

Fig. 3. Twin drive type main motor
(top-forward)

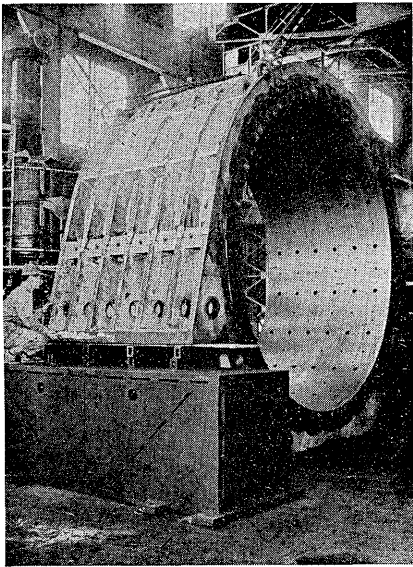


第 4 図 主ミル用電動機外形図

Fig. 4. Outline view of main mill motor

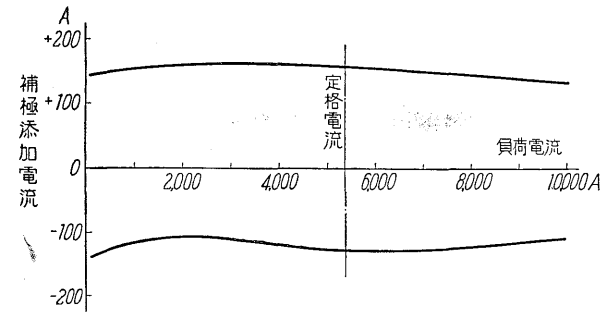
工場における整流試験の結果は基底回転数 40 rpm においては常用最大回転力225%においても無火花を確認し、さらに最高回転速度 80 rpm においても第 6 図に示すような優秀な無火花整流帯を得た。

立てロール電動機の仕様は第 2 表に示す。本機は GD² を小さくするため二重電機子構造を採用したが、第 7 図に示すように両電機子の整流子を中央に集めたため、両



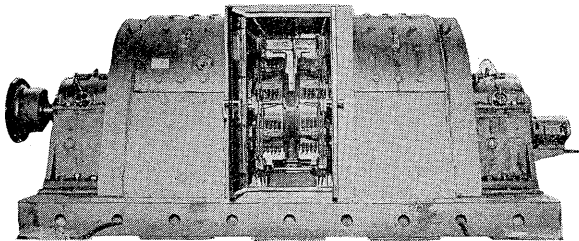
第 5 図 主ミル電動機成層継鉄

Fig. 5. Laminated yoke of main mill motor



第 6 図 主電動機最高回転速度 (80 rpm) の場合の無火花整流帯

Fig. 6. Black band of main motor at 80 rpm



第 7 図 立てロール用直流電動機、二重電機子
2×560 kW ±2×375 V ±150/375 rpm

Fig. 7. DC motor for vertical roll

第 2 表 立てロール電動機仕様

Table 2. Specification of vertical roll motor

出力	2×560 kW	常用最大回転力	16.3 tm (225%)
電 圧	±2×375 V	非常最大回転力	20 tm (275%)
電 流	1,630 A	励 磁 方 式	他励 220/440 V
回転速度	±150/375 rpm	定 格	連 続

整流子の点検が同時にできるばかりか、整流子まわりのスペースが 2 倍に広がるため、ブラシ交換などの場合きわめて便利な構造となった。

第 3 表にイルグナ変流機の仕様を示す。機器の配置は第 8 図でわかるようにセットの中央に誘導電動機とはずみ車を置き、その両側に直流発電機をそれぞれ 2 台、または 3 台配置し、左右の負荷が平衡するようにした。直流発電機の継鉄はもちろん成層構造であり、整流については 225% 負荷でも無火花であることを確認した。なお保守点検を容易にするため整流子点検入口のスペースをきわめて広くした。

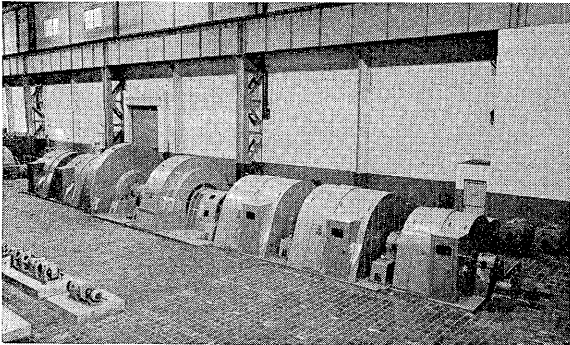
1. 主 機 制 御

すでに当社は、この種の可逆圧延設備の多くを製作しているので、今回の主ミル電動機制御にもその豊富な経験を生かし、またアナログコンピュータなどによる回路

第 3 表 イルグナ変流機仕様

Table 3. Specification of Ilgner converter

	直流発電機	直流発電機	三相誘導電動機	はずみ車
台 数	4	1	1	1
出 力	2,250 kW	1,250 kW	6,700 kW	168,000 kW-sec
電 圧	±750 V	±750 V	6,600 V	480 tm ²
電 流	3,000 A	1,670 A	690 A	—
回 転 速 度	400—485/500 rpm			
定 格	連 続			—
最大出力	275%	275%	300%	—



第 8 図 イルグナ変流機

Fig. 8. Ilgner converter

定数の検討も行ない、万全を期した。制御回路の動作の詳細については、すでに発表された文献⁽¹⁾⁽²⁾に述べられているので、今回はその概略について述べる。

主ミル電動機制御回路の概略を第9図に示す。下ロール電動機 M_1 と上ロール電動機 M_2 は、常時はそれぞれ発電機 G_1, G_2 および G_3, G_4 により別個に給電されている。万一いずれかの発電機に故障を生じた際は、その発電機を切り離し、3個の断路器を投入すれば、3台の発電機により、上下2台の電動機に共通に給電して運転を行なうことができる。主電動機は40rpmまでは電圧制御を行ない、40rpm以上80rpmまでを界磁制御によっている。運転は足踏式の主幹制御器により電圧制御範囲3ノッチ、界磁制御範囲4ノッチ合計7ノッチである。

2. 電圧制御回路

電圧制御用ラビダイン MGC は2台の発電機用励磁機 MGE_1, MGE_2 を励磁している。また MGE_1, MGE_2 はそれぞれ主発電機 G_1, G_2 および G_3, G_4 を励磁している。

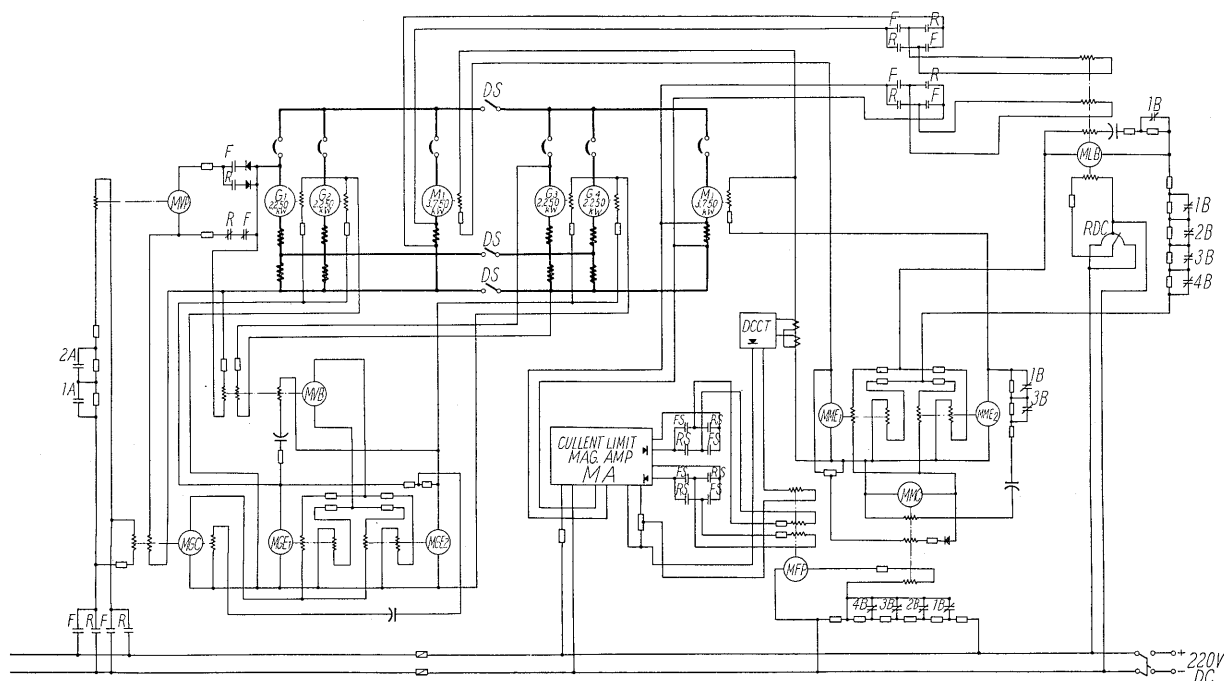
発電機電圧は4台中1台の発電機から帰還されている。電圧の急しゅんな立ち上がりを目的として電圧パイロット、 MVP が通例のように帰還回路に設けられている。第9図のような回路の場合 G_1 と G_2 の電圧のアンバランスおよび G_3 と G_4 の電圧のアンバランスは和動直巻界磁の作用により問題ないとして、上下ロール間の

電圧のアンバランスが問題となるので、この点を考慮し電圧バランス用ラビダイン MVB が設けられている。

MVB は上下ロール電動機の電圧の差を検出し、差を減少するように MGE_1 および MGE_2 を励磁する。 MGC の出力と MVB の出力は相互に干渉することの無いように MGE_1 および MGE_2 の界磁はブリッジに接続されている。

また MVB の効果が定常的な上下ロール電動機の電圧バランスのみならず、過渡的にも充分効果を生じるよう、および帰還系の安定度の点でも良好な特性を得るよう、電圧バランス系の利得を高め応答を電圧制御系のループより早めて設計した。しかし実際には回転機の入念な設計、製作、慎重な現地での諸調整により、運転中 MVB は電圧をほとんど発生せず、良く各機の特徴が合致していることを示している。

本制御例のように二つの帰還系、すなわち電圧制御系と電圧バランス系が相互に組み入っている時は、回路的なバランスと相互の干渉については充分検討されなくてはならない。本制御例ではこの点充分考慮し、ダンピング回路も電圧制御系には二つの励磁機 MGE_1 と MGE_2 の電圧の和を、電圧バランス系には電圧の差を取りだすことにより、動作の良好を画った。第10図は電圧制御範囲における主ミル電動機の急速加減速のオシログラムである。+40rpm~-40rpmの逆転時間は1.08秒であった。



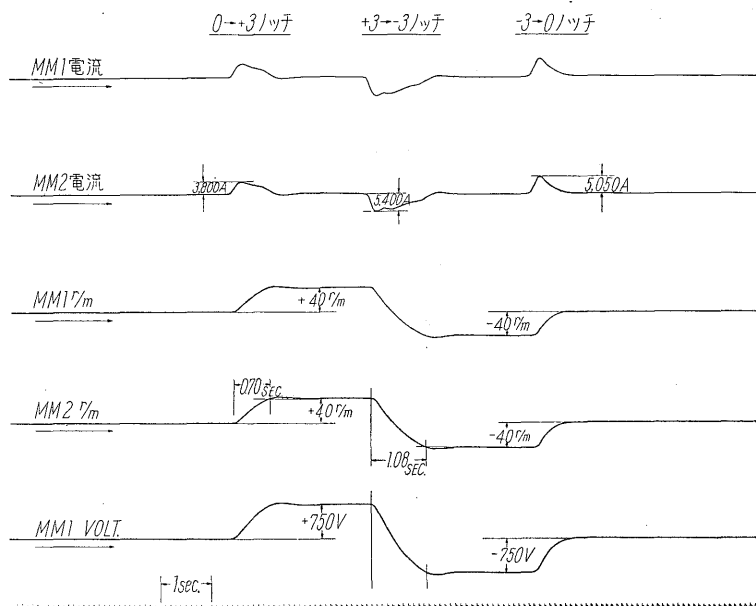
第9図 2×3,750kW 圧延用電動機制御回路
Fig. 9. Control circuit of 2×3,750 kW plate mill motor

3. 界磁制御回路

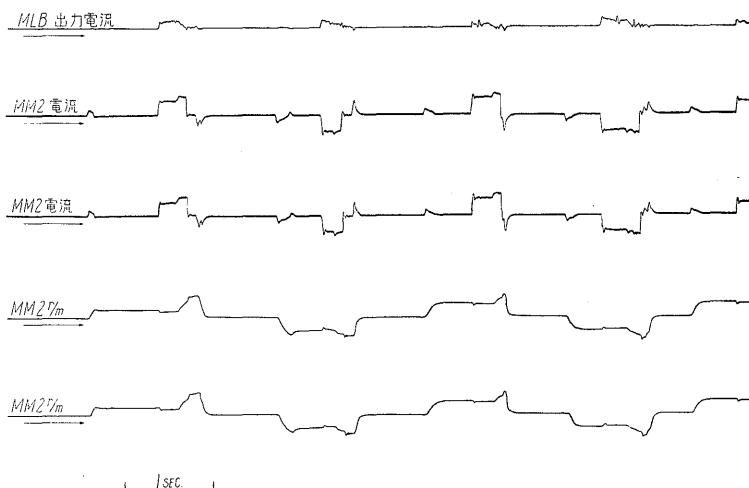
界磁制御用ラピダイン MMC は、2 台の電動機用励磁機 MME_1 および $MM E_2$ を励磁している。 MME_1 および $MM E_2$ はそれぞれ M_1 および M_2 を励磁し、界磁制御系の帰還は MME_1 および $MM E_2$ の両者の電流の和を DCCT によりフィールドパイロット MFP の界磁にもどしている。 M_1 および M_2 の間の特性上の差は、電圧制御系同様実用上問題はなくよく一致している。界磁電流の設定は抵抗器による分圧とし、帰還シグナル MEP 出力とつぎ合わせている。また一般に界磁制御範囲において、界磁の磁化特性の飽和の影響で界磁時定数が変化する。ダンピング回路は界磁時定数に応じて最適値に調整されるようにノッチ切り換えの継電器 1B, 3B によりアンペーターおよび時定数を変えている。 $MM E$ 出力より整流器を通して MMC に帰還している回路は、減速時において界磁電流の変化を理想曲線に近づけるためのものである。また DCCT は検出すべき電流の方向が一般に判別できないが、付加的な回路を設け、万一界磁電流がなんらかの機会に反転した時は、自動的に正常にもどすように考慮されている。

4. ロール系補償および負荷平衡回路

ラピダイン MLB はロール系補償および負荷平衡用である。 MLB 出力回路の抵抗を界磁ノッチにより切り換えているのは、どのノッチにおいてもロール系補償の効果を一定の比率にするためのものである。界磁回路にて諸制御を行なう場合は、一般的にいて界磁の磁化特性の非線形性および電動機の問題から電動機電機子電流への伝達特性が変化するから、なんらかの対策が必要なわけである。ロール径補償効果を一定にするために負荷平衡回路のループゲインはノッチにより多少変動するが、実用上問題になる範囲ではない。負荷平衡回路は界磁電流を変えることにより、電動機電流の平衡を画り、上下ロール用電動機の出力を一定に保つ方式によった。 MMC 出力と MLB 出力は互いに干渉することのないようにブリッジに結線されている。第 11 図に負荷平衡のオシログラムを示す。



第 10 図 主ロール電動機オシログラム
Fig. 10. Oscillogram of main roll motor



第 11 図 負荷平衡オシログラム
Fig. 11. Oscillogram of load balancing

5. 過負荷制限回路および保護回路

磁気増幅器により、電動機の界磁を強め、または弱めて過負荷に際し ACB を解放することなしに運転を続けるように考慮されている。圧延時の過負荷に対しては発電機電圧を下げることは電動機速度を下げるのみで主回路電流は減少しない。界磁を強め圧延トルクを増大して主回路電流の減少をはかる意味で電流制限は界磁側のみに加えている。消磁回路およびその他の保護回路は諸例と同様万全を期した。

6. 立てロール電動機制御

2 個の電機子は直列に接続され、1 台の発電機により運転される。制御回路は主電動機と同様の方法をとった。主ロールに対するドラフト補償量を調査できるよう

にしたほか、帰還回路により発電機電圧に垂下特性を持たして主ロールとの協調運転を円滑にした。

IV. 補 機 電 気 品

補機用可変電圧直流電動機合計 100 台、2,926kW、定電圧直流電動機合計 21 台、1,015kW、交流電動機合計 96 台、4,552kW、交流ローラモータ合計 345 台の多数にのぼる。それぞれの仕様は第 4, 5, 6 および 7 表に示す。第 12 図に 4.4 kg-m 交流ローラモータ群を示す。

圧延設備の運転効率を向上するに際しては主圧延機の加減速時間を早めるとともに、補機に対しても充分考慮しないと主機との協調の点で問題を生じる。この点に対しても現在までの経験を基にして一段の進歩をみた次第である。

第 4 表 補機用可変電圧直流電動機

Table 4. List of DC variable voltage aux. motor

機 械 名	直 流 電 動 機							
	出 力 (kW)	時間 定格	回転数 (rpm)	電 圧 (V)	形 式 AISE	通風	台数	制動 機
エッジャプロ ーチテーブル	110/ 220	連続	460/ 920	220/ 440	616	強制	2	—
エッジャフロン トテーブル	110/ 220	連続	460/ 920	220/ 440	616	強制	2	—
フロント・パッ クミルテーブル	110/ 220	連続	460/ 920	220/ 440	616	強制	4	—
フロント・パッ クミル単独ロー ラ	25.7	連続	171.4	193	614	強制	6	—
ミルフィードロ ーラ	25	連続	156	185	614	強制	6	—
フロント・パッ クゲージローラ	7.54	連続	180	169	608	強制	2	—
ミルスクリュー ダウン	110/ 275	連続	460/ 1,150	220/ 550	616	強制	2	空気
エッジャ開度調 整	75/ 150	連続	485/ 970	220/ 440	614	強制	2	分巻
ミルランアウト テーブル	110/ 220	連続	460/ 920	220/ 440	616	強制	2	—
ライトレベラ	65	連続	400/ 1,200	220	準 614	強制	1	—
ライトレベラ入 側，出側テーブ ル	44	連続	500	220	準 612	強制	4	—
クーリングベッ ド入側テーブル	44	連続	500	220	準 612	強制	2	—
ヘビーレベラ	200	連続	400/ 1,200	220	準 622	強制	2	—
ライトレベラレ プレッシングテー ブル	1.8	連続	1,400	220	工業フ ランジ	全閉	3	—
ロータリシャ入 側，出側テーブ ル	1.8	連続	1,400	220	工業フ ランジ	強制	54	—
ロータリシャ	60	連続	400/ 800	220	準 614	強制	2	—
スクラップチョ ッパ	60	連続	400/ 800	220	準 614	強制	2	—
ス リ ッ タ	60	連続	400/ 800	220	準 614	強制	1	—
プレートホルダ トラベル	6	40% ED	500/ 1,000	220	準 606	全閉	1	分巻

注 1) 界磁：DC 220V

2) B種絶縁，温度上昇 75°C 以下

1. 可変電圧制御補機

可変電圧制御補機に対しては、電動機の加減速に際して電動機的能力を最大限に生かしてできうる限り急速に応答するように、電流制限回路が用いられている。一般

第 5 表 可変電圧補機用電動発電機

Table 5. List of aux. M-G

群	出 力 (kW)	時間 定格	電 圧 (V)	界 磁	台数	用 途
1 ・ 2	150/ 300	連続	240/ 480	2 kW ラビダイン	4	4×110/220kW 電動機 エッジアプローチ、 ミルフロントテーブル
	150/ 375	連続	240/ 600	2 kW ラビダイン	2	2×110/275 kW 電動機 ミルスクリュードウン
	110	連続	210	2 kW ラビダイン	2	6×25 kW 電動機 ミルフィードローラ
	100	連続	230	磁気増幅器	2	定電圧電源
	11	連続	180	2 kW ラビダイン	2	2×7.54 kW 電動機 ゲージローラ
	同期電動機 力 率	850 kW 0.8	6,600 V 進み	2 台	50% 1,000 rpm	
3 ・ 4	150/ 300	連続	240/ 480	2 kW ラビダイン	6	6×110/220kW 電動機 エッジアプローチ、ミ ルバック、ミルランア ウトテーブル
	110	連続	210	2 kW ラビダイン	2	6×25.7 kW 電動機 ミル単独ローラ
	100/ 200	連続	240/ 480	2 kW ラビダイン	2	2×75/150 kW 電動機 エッジ開度調整
	55	連続	240	2 kW ラビダイン	2	2×44 kW 電動機 ライトレベラ入側テー ブル
	同期電動機 力 率	850 kW 0.8	6,600 V 進み	2 台	50% 1,000 rpm	
	500	連続	480	2 kW ラビダイン	1	2×200 kW 電動機 ヘビーレベラ
5	80	連続	240	2 kW ラビダイン	1	65 kW 電動機 ライトレベラ
	55	連続	240	2 kW ラビダイン	4	4×44 kW 電動機 ライトレベラ出側、ク ーリングベッド入側テー ブル
	50	連続	230	磁気増幅器	1	定電圧電源
	8	連続	240	2 kW ラビダイン	1	3×1.8 kW 電動機 ライトレベラレプレシ ングテーブル
	同期電動機 力 率	900 kW 0.8	6,600 V 進み	1 台	50% 1,000 rpm	
	160	連続	480	2 kW ラビダイン	2	4×60 kW 電動機 ロータリシャスクラッ プチョッパ
6 ・ 7	80	連続	240	2 kW ラビダイン	1	60 kW 電動機 スリッパ
	35	連続	240	2 kW ラビダイン	4	54×1.8 kW 電動機 ロータリシャ入側、出 側テーブル
	50	連続	230	磁気増幅器	1	定電圧電源
	8	連続	240	2 kW ラビダイン	1	6 kW 電動機 プレートホルダトラベ ル
	誘導電動機	350 kW	3,300 V	50% 980 rpm	2 台	
	150/ 300	連続	240/ 480	2 kW ラビダイン	1	予 備
8	110	連続	210	2 kW ラビダイン	1	予 備
	55	連続	240	2 kW ラビダイン	1	予 備
	誘導電動機	350 kW	3,300 V	50% 980 rpm	1 台	

注 1) B種絶縁，温度上昇 50°C

第6表 補機用定電圧直流電動機
Table 6. List of DC constant voltage aux. motor

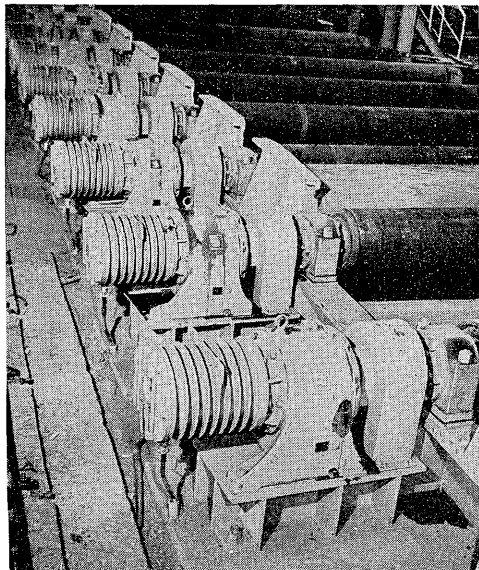
機 械 名	直 流 電 動 機							
	出 力 (kW)	時間定格	回 転 数 (rpm)	界 磁	形 式 AISE	台数	制動機	制 御
ス ラ ブ デ パ イ ラ	75	1時間	485	複 巻	614	1	直 巻	RDB ASSD
スラブデパイラプッシャ	26	1時間	575/1,150	分巻安定 直巻付き	608	1	直 巻	RDB ASSD
デ パ イ ラ テ ー ブ ル	37	1時間	550	複 巻	610	1	—	RPDB
ファ ー ネ ス エ ン ト リ テ ー ブ ル	37	1時間	550	複 巻	610	2	—	RPDB
フ ァ ー ネ ス プ ッ シ ャ	110	1時間	460/1,035	分巻安定 直巻付き	616	2	直 巻	RDB ASSD Duplex
ファ ー ネ ス デ リ バ リ テ ー ブ ル	75	1時間	485/970	分巻安定 直巻付き	614	2	—	RPDB
デ ス ケ ー リ ン グ テ ー ブ ル	75	1時間	485/970	分巻安定 直巻付き	614	1	—	RPDB
スラブレッシングテーブル	75	1時間	485/970	分巻安定 直巻付き	614	1	—	RPDB
デスケーリングテーブルサイドガイド	11	1時間	725	複 巻	604	1	直 巻	PDB ASSD
ロ ー ル チ ェ ン ジ ン グ リ グ	37	1時間	550	複 巻	610	1	—	PDB ASSD
ミルセンタリングサイドガイド	37	1時間	550	複 巻	610	6	直 巻	RDB. ASSD 2台電機子直列
ミルスクリュエダウン微細調査	13	1時間	287.5/575	分巻安定 直巻付き	準 608	2	空 気	RDB ASSD

- 注 1) 電圧は 220V
2) B 種絶縁, 温度上昇 75°C
3) 制御略号 RDB: 正逆転, 発電制動
ASSD: 電機子分路抵抗そう入微速運転
RPDB: 正逆転, ブラッキング制動, 発電制動
Duplex: 2 台の電動機の協調運転

に補機は主機と比較して電動機出力に対する負荷のGD²の比率が高いので, この点が特に重要なポイントとなってくる. しかし一般に補機では制御開閉器急操作して, 入力指令が単位関数状になると, 回路上の問題から電流

の応答の初期にピークを生じやすく, このため, 入力回路に限時継電器その他の装置を付加し入力を遅延するような方法がとられていた. 今回はこの点を諸種解析し各増幅器の諸定数と特性などを適当に選ぶことにより, 制御開閉器を急操作しても電流の応答波形が理想的になるように特性の改善を図った. 回路方式には 2 種あり, 400% の磁気増幅器および 1 段増幅 ラビダインを使用したもの, 50% 磁気増幅器および 2 段増幅 ラビダインを使用したものがある. 本設備においては主圧延機のスクルーダウンおよび立てロール開度調整に前者が, その他の可変電圧補機に後者が用いられた. 前者のものは日本鋼管・水江製鉄所向き, 調質ミルの補機にも用いられたので, 特性の発表はその方にゆずるとして, 本文では後者について発表することとする.

制御回路の概略は第 13 図のようである. 初段に磁気増幅器を置いたため, 指令入力が微少ですみ, 制御上好都合である. 応答特性を第 14 図に示す. 電流は電動機の過負荷特性を加味し, 電動機電機子電圧の上昇に伴ない減少する特性になっている. 制限すべき電流値は機械的条件, 加減速速度などに応じて調整が可能であり, 第 14 図の場合はやや低目に設定したものである.



第 12 図 交流ローラモータ
4.4 kg-m 400 V 50 % 750 rpm
Fig. 12. AC roll motor

加減速特性の向上により、主圧延機回りのテーブル電動機はタコダイナモにより主圧延機に同期運転をしているが、非常に良好な結果を得た。

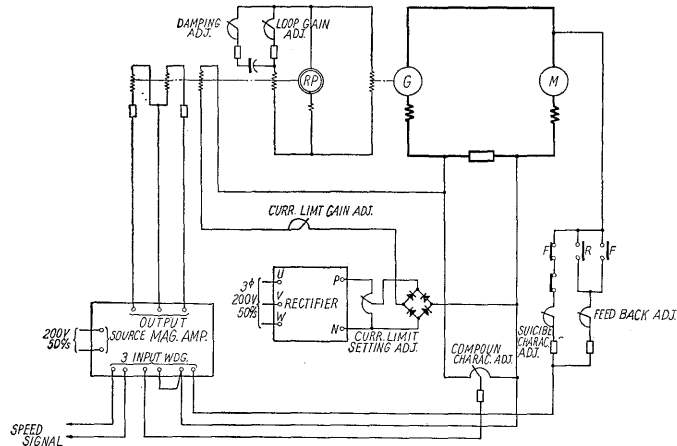
2. 定電圧補機、補助回路

直流の定電圧補機については通常の RPDB, RDB+A SSD などの方式によった。

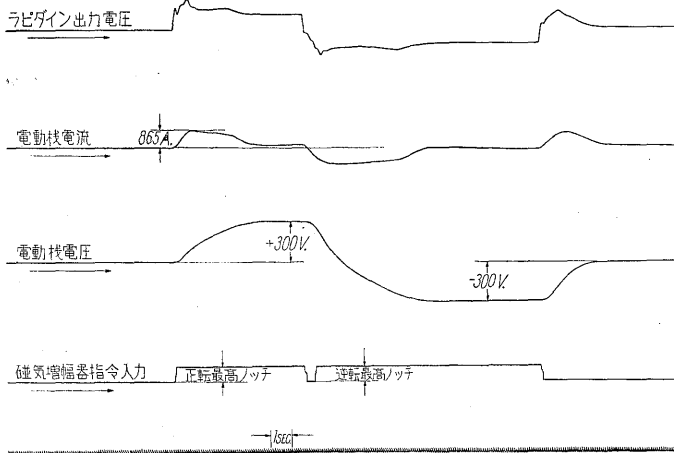
第7表 補機用交流電動機
Table 7. List of AC aux. motor

機 械 名	交 流 電 動 機							機 械 名	交 流 電 動 機								
	出 力 (kW)	時 間 定 格	回 転 数 (rpm)	電 圧 (V)	形 式	回 転 子	台 数		出 力 (kW)	時 間 定 格	回 転 数 (rpm)	電 圧 (V)	形 式	回 転 子	台 数	制 御	
デバイス関係グ リースポンプ	0.75	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR	マ ー キ ン グ	0.5	連続	1,500	200	全 閉	かご形	2	R
テ ー ブ ル 関 係 グリースポンプ	1.5	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR	ク ロ ッ プ シ ャ	200	40% ED	750	400	全 閉	巻線形	1	RP
デスクーリング ポンプ	930	連続	1,500	6,600	閉鎖自己 通風	巻線形	2	NR	ホールドダウン デバイス油ポン プ	11	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR
デスクーリング エアコンプレッ サ	7.5	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR	ギヤ油ポンプ	1.1	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR
モルゴイルポン プ	3.7	連続	750	200	全閉外扇	かご形	2	NR	ロータリシヤ, スリッタハウジ ング調整	22	40% ED	750	400	全 閉	巻線形	3	RP
循環油ポンプ	11	連続	750	200	全閉外扇	かご形	2	NR	スクラップコン ベヤ	8	連続	1,000	200	全閉外扇	かご形	3	R
ロールおよびス ピンドルバラン スポンプ	30	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	2	NR	エ ン ド シ ャ	400	40% ED	750	3,300	閉 鎖 強制通風	巻線形	1	RP
グリースポンプ	1.1	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR	エンドシヤ油ポ ンプ	19	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR
エッジابلバ ックハイドロボ ンプ	7.5	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR	ギヤ油ポンプ	1.1	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR
循環油ポンプ	5.5	連続	750	200	全閉外扇	かご形	2	NR	エンドシヤブル バック	22	40% ED	750	400	全 閉	巻線形	1	RP
デスクーリング ポンプ、軸受油 ポンプ	0.75	連続	1,000	200	全閉外扇	かご形	2	NR	シヤゲージトラ ベル	7.5	40% ED	1,000	400	全 閉	巻線形	1	RP
ライトレベラロ ール調整	30	40% ED	1,000	400	全 閉	巻線形	1	RP	プレートシフト トラベル	10	40% ED	1,000	400	全 フランジ	巻線形	10	RP
ライトレベラエ アファン	22	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR	マグネットシフ タリフト	5	40% ED	1,000	400	全 フランジ	巻線形	16	RP
ライトレベラ油 ポンプ	5	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	2	NR	シヤゲージ油ポ ンプ	3	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR
ライトレベラ移 動	20	40% ED	750	400	全 閉	巻線形	1	RP	エンドシヤデス アペアリングシ フト	6	40/ ED	1,000	400	全 閉	巻線形	1	RP
ヘビーレベラロ ール調整	11	40% ED	1,000	400	全 閉	巻線形	3	RP	プレートアライ ング	12	40% ED	1,000	400	全 閉	巻線形	2	RP
ヘビーレベラハ イドロバランス ポンプ	10	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR	シヤ関係テーブ ルローラ	4.4 kg-m	連続	750	400	全 フランジ	かご形	286	RP
ヘビーレベラ油 ポンプ	11	連続	1,500	200	全閉外扇	かご形	1	NR	フレームカッテ ィングチュント ランスファ	125	40% ED	600	400	全 閉	巻線形	2	RP
クーリングベッ ドロフトラン スファ	38	40% ED	750	400	全 閉	巻線形	8	RP	シックプレート トランスファリ フト	40	40% ED	600	400	全 閉	巻線形	4	RP
クーリングベッ ドチュントラン スファ	125	40% ED	600	400	全 閉	巻線形	4	RP	ブ ッ シ ャ	10	40% ED	750	400	全 閉	巻線形	2	RP
検板機ターンオ ーバ	90	40% ED	600	400	全 閉	巻線形	2	RP	テーブルローラ	4.5 kg-m	連続	1,000	400	全 フランジ	かご形	43	RP
マーキングカー トラベル	1.4/2	連続	1,00/ 1,500	200	全 フランジ	かご形	1	R	テーブルローラ	6.5 kg-m	連続	1,000	400	全 フランジ	かご形	16	RP

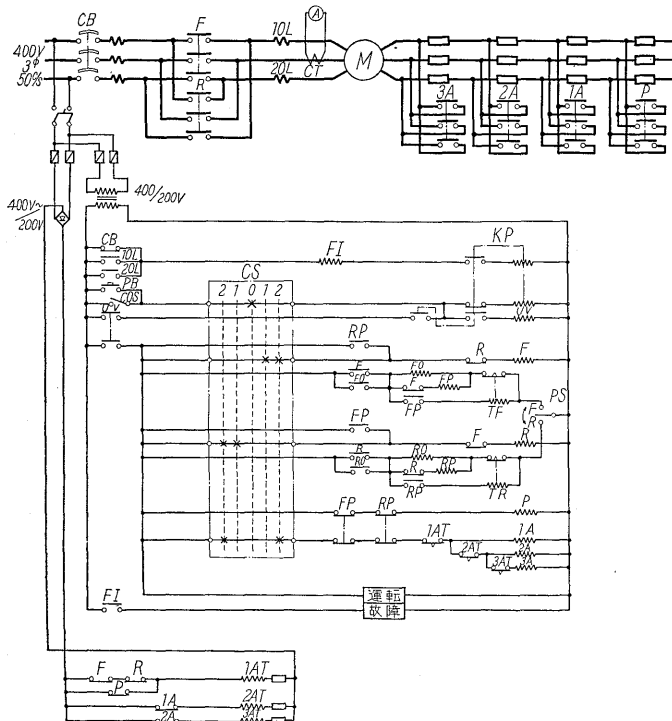
注 1) 周波数 50% 2) B種絶縁, 温度上昇 75°C 3) 制御略号 RP: 正逆転, 逆相制動, NR: 非逆転, R: 逆転



第 13 図 可変電圧制御補機電動機概略接続図
Fig. 13. Skeleton diagram of DC aux. motor



第 14 図 エッジフロントテーブル制御特性
Fig. 14. Characteristics of edger front table control



第 15 図 交流定電圧制御補機制御回路概略図
Fig. 15. Skeleton diagram of AC aux. motor

交流の定電圧補機はすべてプラグング継電器を用いた RP 制御として特性の向上を図った。第 15 図はその回路の概要である。

本設備においては補機電動機の数是非常に多く、また電磁バルブその他の補助装置の数も多く、その制御回路も各種インタロック、運転条件など多数をきわめたが、交流回路については従来より好評の RC 3631-5-1 形継電器、また直流回路については新らしく本設備に対して開発された RC 51-3 (4 a+2 b 接点) および RC 51-5 (6 a+4 b 接点) 形操作ひん繁用継電器の使用によりコンパクトに、また信頼性も高くなることができた。第 16 図は RC 51-3 形継電器である。第 17 図は可変電圧直流制御盤、第 18 図はその内部を示す。

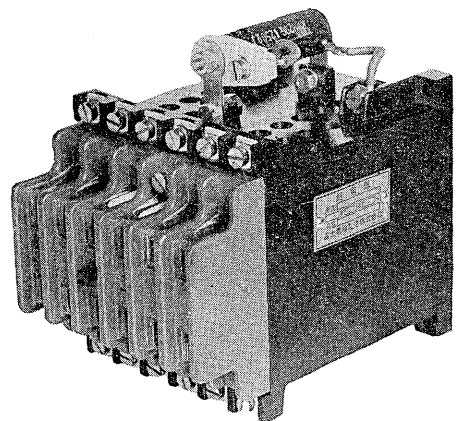
3. 立てロール開度調整制御

開度調整電動機 2 台は機械的結合がないために電氣的に自動追従位置制御を行なった。ホトトランジスタを使用したパルス発生装置（アナログデジタル変換機）と誤差パルス加減算用トランジスタ素子によりロール走行距離片側 1,700mm に対し追従誤差を $\pm 1 \text{ mm}$ とした。第 19 図にブロック線図を示す。

V. 補 助 設 備

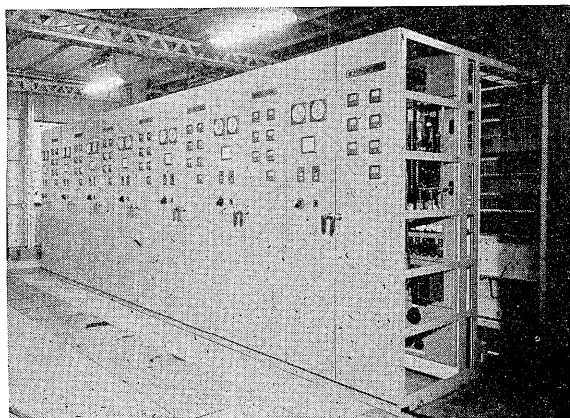
1. 通 風

電気室はすべて非循環式ダウンドラフト方式を採用した。エアフィルタは AAF 社マルチデュエティ・オートマチック形を採用した。第 1 電気

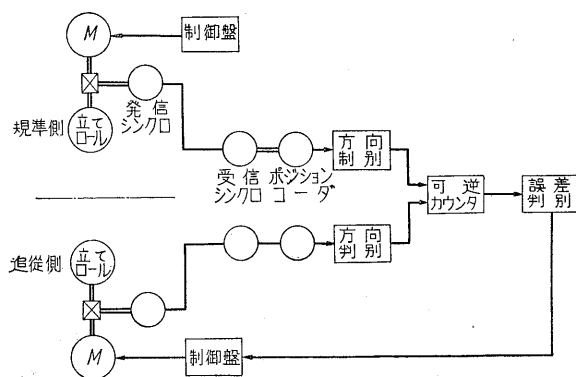


第 16 図 直流補助継電器 RC 51-3 形
Fig. 16. DC Aux. relay, type RC51-3

室の給気送風機はシロッコ形を採用し、エアフィルタとともに天井上部に設置し、直接室内に分散給気することにより風胴の節約とともに室内の美観をそこなわないよ



第 17 図 補機用可変電圧制御盤
Fig. 17. Control board of DC aux. motor



第 18 図 立てロール開度調整ブロック線図
Fig. 18. Block diagram of vertical roll adjustment

うに考慮した。給気量は第 1 電気室 $240 \text{ m}^3/\text{s}$ 、第 2 電気室 $30 \text{ m}^3/\text{s}$ 、第 3 電気室 $60 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

2. 補 助 電 源

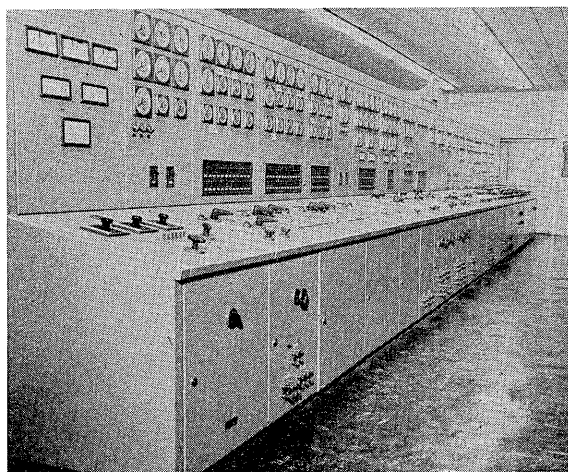
補機直流電動機用として多陽極密封風冷式水銀整流器 $3 \times 333 \text{ kW}$ DC 230 V、補機交流電動機用として $4 \times 1,000 \text{ kVA}$ $2 \times 300 \text{ kVA}$ $6.6-3.3/0.42-0.21 \text{ kV} \sim 50\%$ 変圧器、および制御用蓄電池 300 AH, 110 V, 10 時間放電率を納入した。

3. 配 電 盤

高圧盤はメタルクラッド形とし、しゃ断器は圧縮空気操作の水しゃ断器を採用した。低圧盤はロードセンタ形および第 19 図に示すようにコントロールセンタ形とした。第 20 図は第 1 電気室の総合運転監視盤である。



第 19 図 コントロールセンタ形配電盤
Fig. 19. Control center type switch board



第 20 図 第一電気室総合運転監視盤
Fig. 20. Main control board of No. 1 electric room

ミル電気設備は引き続き当社で製作中で運転も間近い。主機は $2 \times 4,500 \text{ kW}$ 750 V 40/80 rpm, トップホワード式, $3,000 \text{ kW}$ 750 V 60/150 rpm のイルグナ設備である。これが完成の際にはインゴットから厚板までの一貫生産に当社電気品が威力を発揮するものと期待している。終わりに本設備の完成にあたって種々ご援助を賜った千葉製鉄所の皆様に厚くお礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) 河村, 後藤, 鈴木: 八幡製鉄・戸畑製鉄所第二熱間工場, 粗圧延機用電気設備 富士時報, 32 No. 2 (昭 34)
- (2) 小林: 日本鋼管・水江製鉄所, 68吋半連続式熱間圧延機電気設備, 富士時報, 33 No. 5 (昭 35)

VI. む す び

上記設備にスラブを供給するユニバーサルスラビング



＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。