

# 八幡製鐵株式會社八幡製鐵所第一分塊工場用 4,000kW イルグナー式電氣設備に就て

戸 田 到\*

4,000kW Ilgner System Electric Equipment for No. 1 Blooming Mill  
of Yawata Works, Yawata Iron and Steel Manufacturing Company

By Itaru Toda

Chief of Electric Power Section, Yawata Iron and Steel Manufacturing Company

## Abstract

The Yawata Iron and Steel Manufacturing Company intended to reconstruct its Ilgner system electric equipment in No. 1 blooming mill of Yawata works and ordered Hitachi, Ltd. to manufacture of a new set. It passed the factory test with an excellent result lately and is now under erection at the site with an expectation to start its normal operation shortly.

The equipment comprises many new features such as quick responsive excitation by means of a HTD, improvement in the cooling of apparatus and novel design in the construction of the main machine. When this set operates productive capacity of steel material will be greatly increased.

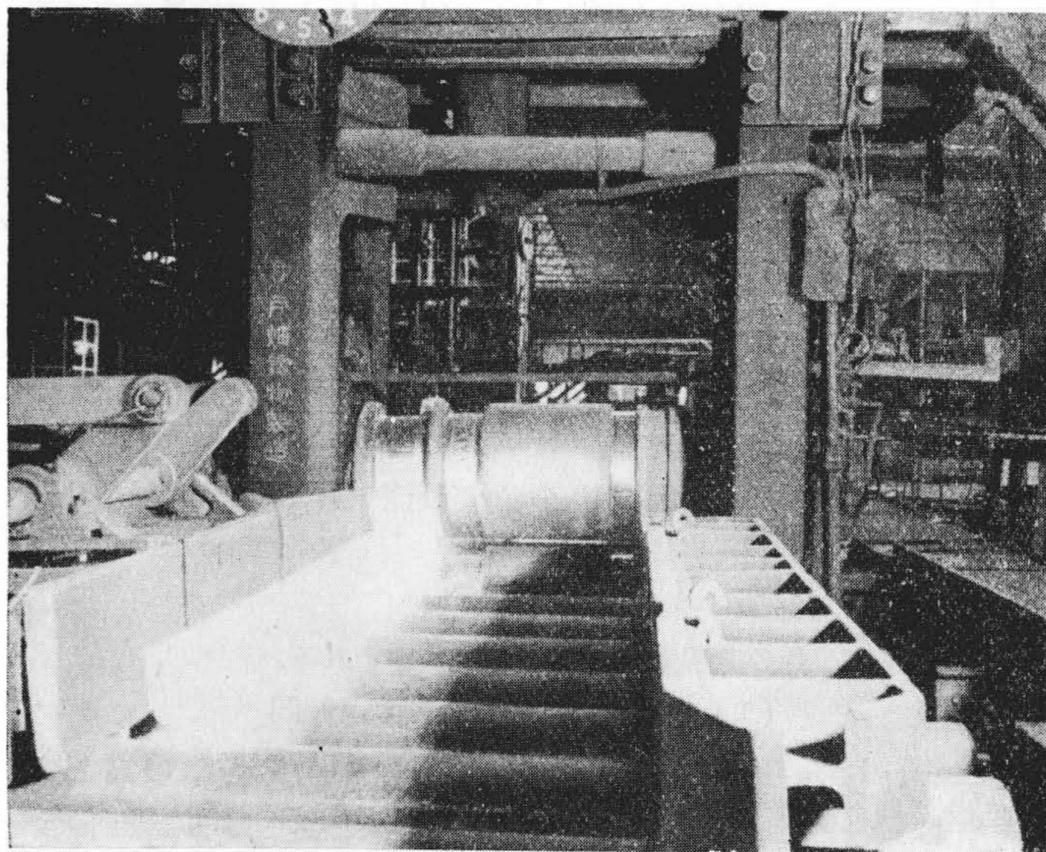
## [I] 緒 言

八幡製鐵所第一分塊工場用 950 耗二重式可逆壓延ロール機は従来 AEG 製 4,000 kW イルグナー式電氣設備によつて駆動されていた。本電氣設備は運轉開始以來長年月を經過して既に老域に達しており、更に昨夏よりの朝鮮動亂に伴う軌條壓延の増強に對し其の信頼性に不安を生じた爲、早急に此が新製取替の計畫が立案され昨昭和 25 年 10 月其の製作を日立製作所に依頼した。

日立製作所は設計、製作技術竝に設備の全能力をあげて其製作に努められ、本年 6 月末に完成、満足な結果を以て工場試験を終えた後直ちに輸送に取掛り長途の陸海運を無事終了し目下現場に於て据付作業中で近く運轉開始の曉には鋼材生産力の増大に新威力を發揮するものとして廣く注目されている。

本設備は従來の此の種のものにない色々の新機軸を有しており、其の主なるものを列擧すれば

(1) 主回轉機の構造



第1圖 第一分塊壓延機  
Fig. 1. No. 1 Blooming Mill

\* 八幡製鐵株式會社八幡製鐵所動力部長

例えば主電動機鐵に壓延鋼板熔接構造の使用及び重波捲式電機子捲線の採用

- (2) HT ダイナモ (回轉機型增幅機) による速應勵磁法
- (3) 電機室及び機器の冷却法
- (4) 配電盤制御盤の配置 等々で

詳細は次章以下で説明する事としたい。

[II] 壓 延 機

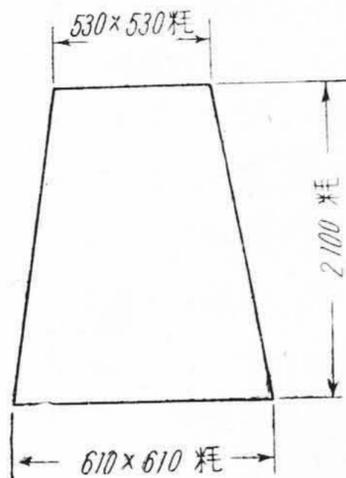
既述の様に本電氣設備は AEG 製電氣品との交換であり壓延機自體は從來のものを其のまま使用するものである。只電氣設備の取替期間壓延作業の休止する事のない様新製電動機は既設電動機に對し壓延機の反對軸側に設置される事になつた。

本壓延機は二重逆轉式で其の仕様は次のものである。

- (1) ロール機型式 二重逆轉式
- (2) 能 力 日産 1,300 tons  
月産 33,000 tens  
年産 400,000 tonf
- (3) ロール直徑 上 940 mm  
下 950 mm  
長さ 2,200 mm  
重量 上 14,954 kg  
下 13,500 kg  
回轉數 0~100 r. p. m.  
材 質 鑄 鋼

此による標準分塊壓延作業としては

- (1) 壓 材 C 56 560 mm×560 mm  
C 61 610 mm×610 mm  
V<sub>s</sub> 55 550 mm×550 mm  
重量 4.2 tons~2.7 tons.
- (2) 製 品 120 mm×120 mm、350 mm×350 mm、150 mm×210 mm  
成分 C 0.45~0.70 Mn 0.60~0.90

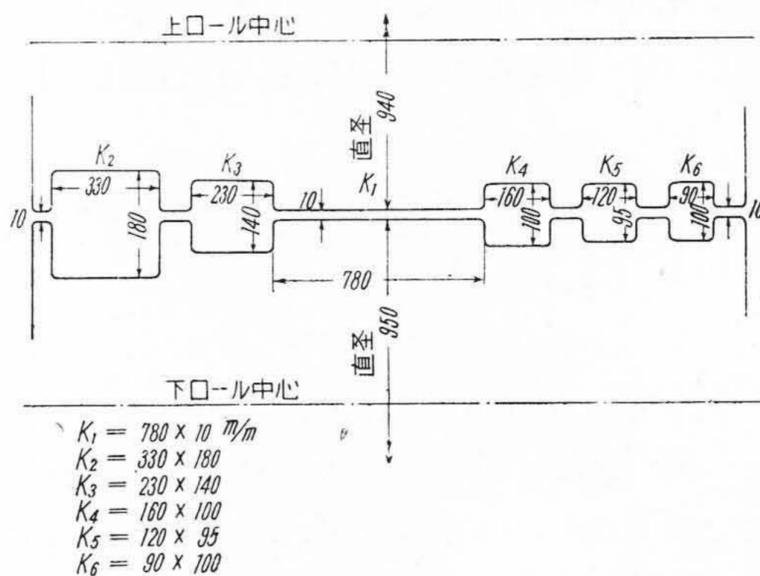


第 2 圖 壓 材 形 狀 (C-61)

Fig. 2. Shape of Ingot

Si 0.45~0.70 P 0.055 以下

- (3) パス回數 19 回
- (4) 壓延時間 1 本の壓延總時間 128 sec  
實際壓延に要する時間 68 sec(53%)  
壓延中の遊び時間 60 sec(47%)
- (5) 溫 度 始溫度 1,250°C  
終溫度 1,050°C



第 3 圖 ロール孔型寸法圖  
Fig. 3. Dimensions of Roll Caliber

であつて、ロール孔型は第 3 圖の通りである。

壓延に於ては作業中の鋼の抗張力や溫度の影響が複雑に變化する爲主電動機の容量を計算により決定するのは相當に困難な事である。

今回は勿論、種々の計算を行つたが既設電動機により負荷曲線圖を實測し此より得た値をもつて容量決定の基礎資料とした。

第 4 圖は 4,000 kW 電動機による負荷曲線圖の一例で、此の時は

- (1) 壓 材 C 61
- (2) 寸 法 610×610×1,850 mm
- (3) 重 量 4.1 tons
- (4) 溫 度 1,140°C~1,130°C
- (5) 製 品 210 mm×155 mm
- (6) ロール 直徑 上 910 mm  
下 920 mm

である。

此の曲線圖から次の數値が得られる。

- (1) 壓延作業 パス回數 19 回  
一本の壓延總時間 141 sec  
實際壓延に要する時間 65.9 sec  
壓延中の遊び時間 75.1 sec
- (2) 主電動機 實効電力 3,072 kW  
最大電力 8,000 kW  
實効電流 2,300 A

第 1 表 4,000 kW 分塊壓延主電動機負荷表 (第 4 圖負荷曲線圖參照)

Table 1. Load Table for the Main Motor of 4,000 kW Blooming Mill

パス	断面寸法 mm	断面積 mm <sup>2</sup>	壓下率 %	長さ mm	孔型 番 號	ロール直徑 mm	壓延時間 sec		最大 回轉數 r. p. m.	最大電力 kW
							Idle	Pass		
銅塊	610×610	360,000		1,850						
1	530×614	325,000	9.7	2,050	1	上 910 下 920	3.0	1.6	30	4,450
2	495×616	305,000	6.2	2,180	1	〃	1.8	1.6	45	4,480
返し										
3	530×528	280,000	8.2	2,380	1	〃	5.3	1.6	30	4,520
4	480×547	263,000	6.1	2,530	1	〃	0.9	2.4	29	7,300
5	435×557	242,000	8.0	2,750	1	〃	1.3	2.7	30	4,470
6	390×567	221,000	8.7	3,010	1	〃	1.5	2.2	37	4,250
7	350×575	201,000	9.1	3,310	1	〃	1.9	2.4	33	4,000
8	310×583	181,000	10.0	3,680	1	〃	1.5	2.7	36	6,730
返し										
9	460×319	146,000	19.3	4,560	2	上 740 下 750	7.7	3.3	42	6,500
10	410×325	137,000	6.2	4,860	2	〃	1.9	2.4	48	5,280
11	358×332	119,000	13.2	5,590	2	〃	2.2	4.0	58	4,450
12	317×337	107,000	10.1	6,600	2	〃	3.3	4.3	60	8,000
返し										
13	250×329	82,300	23.1	8,080	2	〃	4.6	4.2	52	4,600
14	210×334	70,100	14.8	9,500	2	〃	2.7	4.0	65	6,800
返し										
15	250×234	58,500	16.6	11,350	3	上 780 下 790	4.1	5.1	65	5,820
16	215×244	52,500	10.3	12,700	3	〃	4.1	5.1	75	4,250
返し										
17	185×242	44,800	14.7	14,850	3	〃	4.9	5.8	80	4,370
18	150×257	38,600	13.8	17,200	1	上 910 下 920	5.2	5.3	72	5,250
返し										
19	210×155	32,500	15.8	20,400	4	上 820 下 830	13.2	6.2	90	2,900

最大電流 7,000 A

最大速度 90 r. p. m.

(3) 主誘導電動機

無負荷電力 350 kW

平均電力 1,510 kW

最大電力 2,000 kW

[ III ] 電 氣 設 備

上記の様な資料を基にして種々検討した結果、主機の仕様を次の様に決定した。

(1) 4,000 kW 壓延用主電動機

出力 4,000 kW 連続

型式 閉鎖他力通風式、單電機子型

回轉數 電壓制御± 0~50 r. p. m.

界磁制御± 50~100 r. p. m.

電 壓 ±700 V

常用最大回轉力 (常用回轉力の 225%)

非常最大回轉力 ( 〃 275%)

勵磁方式 回轉増幅機による急速勵磁方式

(2) イルグナー變流機

(イ) 2,250 kW 直流發電機 2 臺

出力 2,250 kW 連續

電 壓 ±700 V

回轉數 514 r. p. m.

型 式 閉鎖他力通風、單電機子型

勵磁方式 回轉増幅機による急速勵磁方式

(ロ) 3,000 kW 三相誘導電動機 1 臺

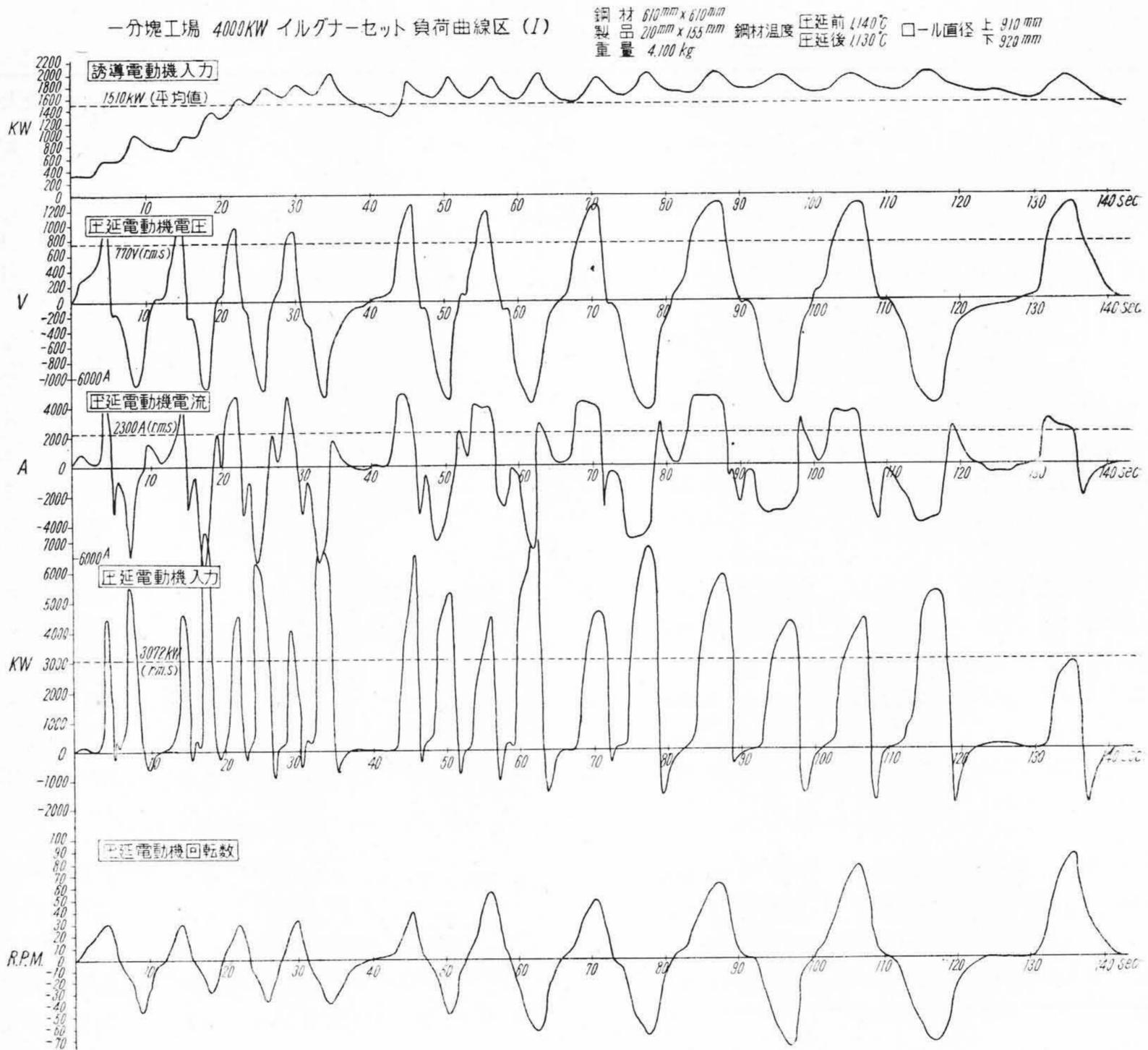
出力 3,000 kW 連續

電 壓 6,300 V

周波數 60~ 三相

回轉數 514 r. p. m.

過負荷容量 25% 2時間 100% 1分間



第 4 圖 負 荷 曲 線 圖  
Fig. 4. Load Curves

最大回転力 250% 以上  
型 式 閉鎖他力通風型、巻線型回転子

(ハ) 蓄勢輪

蓄勢輪効果 135,000 HP/sec

云う迄もなく分塊壓延用電気機器は最も苛酷な条件下に使用されるもので全負荷電流の数100%にも達する激烈な突入電流が毎分数十回特に壓延電動機に於ては正逆轉と共に反覆されるので機械的に充分の強度を有する他、變化の激しい尖頭電流に対しても整流が常に良好であり、しかも製鐵所特有の鐵塵、濕氣等の悪外部条件に對して永く完全な絶縁を保たねばならない。

- (1) 4,000 kW 壓延用主電動機並 2,250 kW 發電機  
主電動機鐵軀は特に此が爲に製鐵所で壓延した鋼板を日立製作所日立工場で曲げ、熔接構造により製作したので従來の鑄鋼製に比し機械的強度大で

しかも稜線の強く浮き出た優美な外觀のものとなつた。

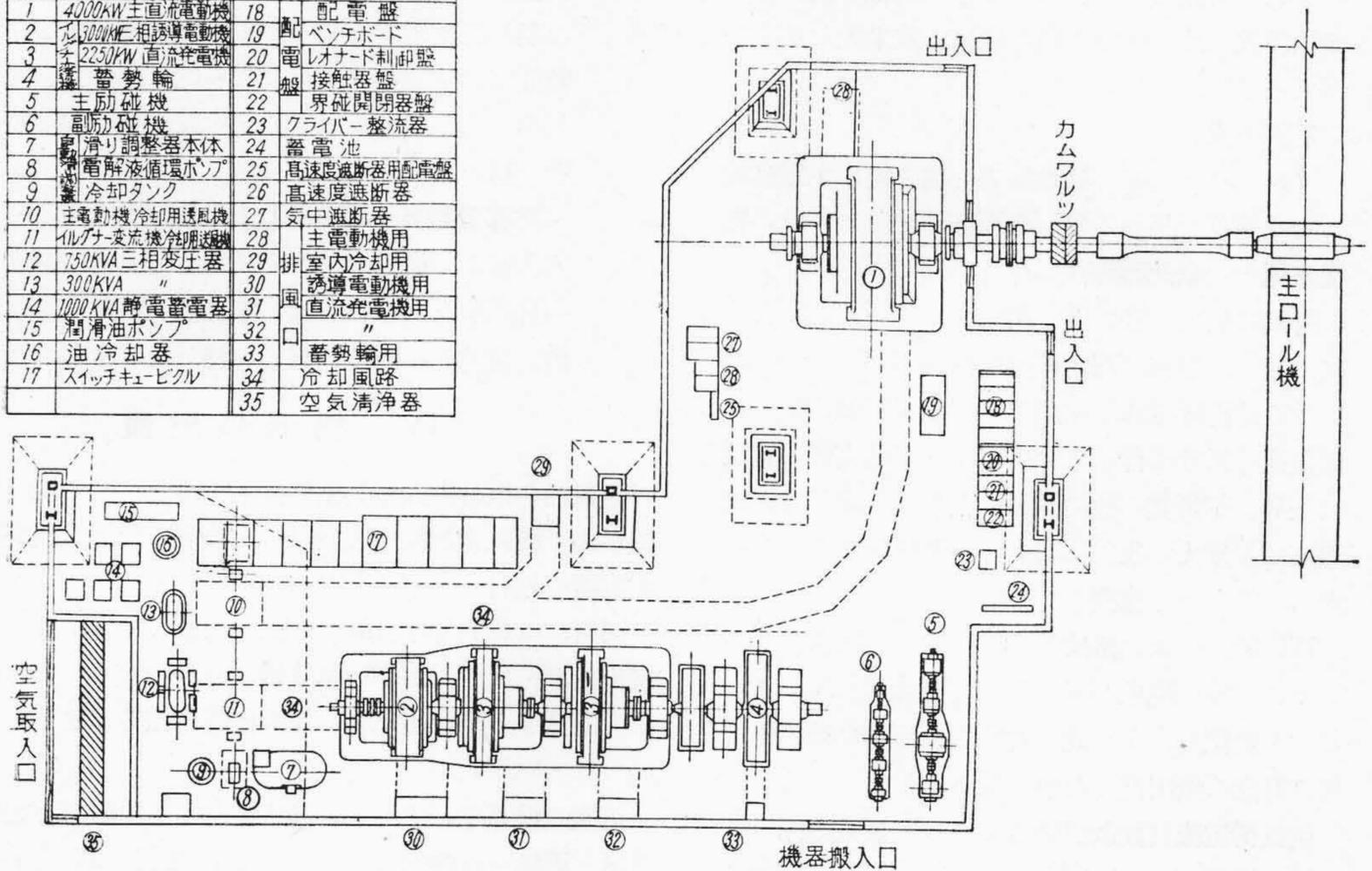
電機子線輪は重波捲方式とした爲、均壓線輪を省略する事が出来た。

第 2 表 (次頁参照) 八幡製鐵所イルグナー事故統計表に見る様に従來の事故の大部分は回転子であり、特に線輪端部、ライザー或いは均壓線輪の接續部に起る率が多いのであるが均壓線輪を省略し得た事は此等の事故の原因をなくし得た事であり、更に兎角其の爲通風を阻害される傾向にあつた線輪端部の冷却を良くした點で大きな効果があるものと期待している。

(2) 通風冷却方式

第 5 圖機器配置圖で見られる通り設置場所は塵埃多く更に變流機のすぐ側を赤熱した屑鋼片が搬出される等悪条件を備えているので電機室は完全

No.	名稱	No.	名稱
1	4000kW主直流通動機	18	配電盤
2	1300kW三相誘導電動機	19	ベンチボード
3	2250kW直流通動機	20	レオナード制御盤
4	蓄勢輪	21	接触器盤
5	主励磁機	22	界磁開閉器盤
6	副励磁機	23	クライバー整流器
7	滑り調整器本体	24	蓄電池
8	電解液循環ポンプ	25	高速遮断器用配電盤
9	冷却タンク	26	高速遮断器
10	主電動機冷却用送風機	27	気中遮断器
11	イルグナー変流機冷却送風機	28	主電動機用
12	750kVA三相変圧器	29	排室内冷却用
13	300kVA "	30	誘導電動機用
14	1000kVA静電蓄電器	31	直流通動機用
15	潤滑油ポンプ	32	"
16	油冷却器	33	蓄勢輪用
17	スイッチキュービクル	34	冷却風路
		35	空気清浄器



第5圖 電機室内部機器配置圖

Fig. 5. Arrangement of Equipment Inside the Electric Machine Room

第2表 八幡製鐵所イルグナー設備故障調査統計表  
Table 2. Statistical Table of Faults of Ilgner System in Yawata Iron Works

A. 事故發生數

故障種別	機別			
	主電動機	發電機	誘導電動機	
電氣的	固定子	2	0	8
	回轉子	9	14	14
	補極及補償線輪	10	3	3
	スリップリング及整流子	2	2	2
	計	23	19	27
機械的	2	1	1	
合計	25	20	28	
(%)	(34)	(28)	(38)	

B. 同上百分率

電氣的事故	固定子	95	28
	回轉子		43
	補極及補償線輪		12
	スリップリング及整流子		12
機械的			5

に密閉構造とした。即ち周壁は煉瓦壁天井は鋼板で蔽い外氣との流通を絶つている。

外部より空気清浄器を経て電機室地下室に入つて來た空氣は送風機により吸氣風路を経て主電動機及び變流機内におくり込まれる。直流通動機に於てはカーボンダストが機内に入らぬ様風路は反整流子側より整流子側にと取られている。

機器を冷却した空氣は整流子側カバーによつて室内に放出される事なく再び地下排氣風路に入り外部に放出される。

尙電機室内にあつて強制通風冷却を行なわない其の他の機器例えば勵磁機變壓器等よりの發熱に對しては、風路より一部の空氣を室内に分流させる。此によつて電機室内を室外に對し、僅か壓力側とする事が出来るので側壁間隙等から塵埃の侵入する事のないのみならず、運轉保守員の溜りに冷微風を送る事により居心地もよいと云う一舉兩得の効果がある譯である。

此の方法は從來の冷却法の様に電機室内温度を高める缺點がなく、又冷却器を置く循環通風式に比し機器、建設費共に費用が少くて済み且つ多量の冷却水を必要としない。

尙整流子側カバーは特に有機ガラス製として刷子の保守點檢に便にしたのは他に例を見ない新しい着想である。

空気清浄器は回轉油膜式とした爲自動的に油面

の手入が可能であり、従来保守に繁雑を極めた固定油膜式に比し保守人員の低減に効果大なるものがある。

### (3) 制御方式

イルグナーは其の壓延能力を増す爲に主電動機の加減速度を早める事が必要条件であり、此の爲従来種々の急速勵磁法が行なわれていた。

外國に於ては既に廣く用いられているが、我が國に於ては最初の回轉機型増幅機 (HT ダイナモ) による速應勵磁法を採用した。工場試験に於ては實負荷を掛けて行う事は出来ないが發電機の電壓の上昇、下降其の他の試験の結果より見れば、速應度は十分大で我々の要求する壓延能力を完全に出しうるものと豫期している。

HT ダイナモは感度が非常に大きい爲或いはハンチング等の現象が起らぬかと懸念したが、ダンピング變壓器により此を防止しうる事を確め得て其の懸念の無用だつた事を證明した。

尙負荷電流自動制限装置によつて最大電流の尖頭値を抑制しうる様工夫されているので、運轉者の巧拙によらず常に最大有効の電流で加速又は減速出来る譯で此も亦壓延能力の増大に役立つ所が多い。

主幹制御器は運轉し易い様、電壓制御 3 ノッチ界磁制御 3 ノッチとした。

### (4) 配電盤

配電盤類の配置は第 5 圖 (前頁参照) 機器配置圖で見ると通りで主機及び補助電動機共すべて遠方操作式とし室中央の操作机盤より制御しうる様になつている。

計器及び繼電器も又取纏めて銅板盤に取付けられ操作机盤の前方に設置されている。

油入遮斷器は上記配電盤と切離して銅板製キュービクルに納め電機室の一隅に並列設置したので危険が少く、且つケーブルも節約しうるし又床面積の無駄も少くなる。

イルグナー變流機は停止時、誘導電動機に發電

制動を行う事により數分間で停止させ得る。停電の爲軸受給油ポンプの停止の際、變流機は相當長時間空轉する事があるので、此の時軸受の過熱する事のない様ヘッドタンクを設けて給油を持続させる様にした。

誘導電動機は九州電力上津役變電所 60 $\omega$  系に入るもので従來の 50 $\omega$  又は 25 $\omega$  系と區分して一目明瞭たらしめる様、本設備の機器一切は淡綠色に塗裝して明るい感じを持たせる事にした。

## [IV] 機器の配置

電氣品の取替期間中、壓延作業を休止しない様、壓延機に對し既設電動機の反對側に電機室の位置を撰び新設電動機を据付ける事になつた。

同所には煙突等場所的に制限を與えるものが多く電機室も鍵形になつたが幸い第 5 圖 (前頁参照) の様に纏りよく配置する事が出来た。送風機貯油槽等は地下室に納められている。

周圍は煉瓦壁、天井は薄鋼板製鈎ボルト締めで完全に外氣と遮斷され内面は明るい色調で塗られている。

天井には 35 噸並びに 15 噸起重機を準備してある。

## [V] 結 言

八幡製鐵所には多數のイルグナー設備が設置されているが昭和 8 年日立製作所が第三大形工場に設置された 7,000 馬力イルグナー設備は、さしたる事故もなく既に運轉期間 20 年に垂々とする今日尙巒鏢として稼動している事は同社の優れた技術の成果として賞嘆されている所である。今回の 4,000 kW イルグナーの製作に當つては 7,000 馬力以來の経験と、更に各種の新技术を採用し設計製作されたもので其の苦心努力の成果は必ずや快調の運轉として具現される事を期待し、目下鋭意据付工事の完成を急いでいる。

本稿を結ぶに當り設計製作に努力された日立製作所各位に謝意を表すると共に此の計畫の立案並びに實施に携はつた當所動力部關係諸氏の勞を多とする次第である。

