

八幡製鐵株式會社八幡製鐵所納

二重逆轉式分塊壓延機用

4,000kW イルグナー方式電氣設備

田 附 修* 木田 眞吉* 山本 正雄*

泉 千吉郎* 平川 克己*

4,000 kW Ilgner Set for 950 mm 2-high Reversible Blooming Mill,
Supplied to Yawata Iron Works in Yawata Iron and Steel
Manufacturing Company

By Osamu Tazuke, Shinkichi Kida, Masao Yamamoto,
Senkichi Izumi and Katsumi Hirakawa
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The Construction, Characteristics and overall test results of 4,000 kW blooming mill motor equipment and attached Ilgner set for the Yawata Iron & Steel Co. are outlined herewith.

The D.C. motor is a single armature type of 4,000 kW, designed for a basic speed of 50~100 r.p.m. a turning moment of 78 t-m, an emergency maximum output of 11,000 kW and an emergency highest turning moment of 215 t-m.

The Ilgner converter set comprises two 2,250 kW D.C. generators, a 3,000 kW induction motor and a flywheel possessing a flywheel effect ($G D^2$) of 295 t-m. The D.C. generators are linked electrically in parallel.

A blooming mill motor equipment should be mechanically staunch, good in commutation and prompt in speed regulation.

To meet the above vital requirements this equipment embodies several latest devices, replacing the voltage equalizer with the double wave winding for the D.C. motor armature, the enclosed ventilation for cooling of the D.C. motor and the Ilgner Converter, and the H.T.D. (rotating) for swift excitation of the motor and generators.

[I] 緒 言

製鐵所に於ける壓延作業特に分塊壓延作業は、頻繁なる逆轉操作により間歇的に急激な負荷がかゝり、且つ廣範圍に速度制御をする必要があるので大容量電動機を使用する場合はイルグナー制御方式が一般に採用されるが

* 日立製作所日立工場

直流電動力應用として使用條件の最も苛酷なもので各機器にあつては急激な衝撃負荷に對し充分な機械的強度を有することは勿論直流機は急變する大電流に對しても完全な整流作用を行わねばならぬ。然も壓延工場附近の鐵塵濕氣等の惡條件下に於て永年に亙り完全な絶縁を保つ必要がある。更に壓延能力の向上には主電動機の加減速度並に逆轉速度を大にすることが必須の條件である。廣

範圍の速度制御は主電機界磁制御により行い、又逆轉操作は發電機界磁電流の制御による電壓制御により行うが、界磁電流の確立を敏速ならしめるため古來より繼電器方式又は抵抗補償方式等が行われている。繼電器方式では高頻度のための接點の損傷を免れ得ない難點があり、抵抗補償方式は靜止器を利用した無接點方式で繼電器方式に比しては優れたものと考えられるが抵抗器中の電力損失を無視出来ない。

日立製作所は既に昭和八年、八幡製鐵株式會社納、連續出力 7,000 HP の壓延機用イルグナー設備一式を製作した⁽¹⁾⁽²⁾。今回の 4,000 kW イルグナー設備の設計製作に當つては前記設備製作以來の豊富な經驗を活かし、更に幾多の斬新な設計を採り入れてある。特に主電動機の電機子線輪は改良型重波巻方式を採用し、主電動機及びイルグナー變流機の冷却は閉鎖通風方式を採用した。又 H.T.D. (Hitachi Tuning Dynamo)⁽³⁾⁽⁴⁾ による急速勵磁を行つて壓延加速度の迅速化を計ると共に、負荷電流の尖頭値を常に許容最大値以下に制限する方法を講ずる等畫期的改良を加えた。

且つ本設備中主電動機電機子、蓄勢輪等は寸法、重量共に輸送限界に近い為、輸送の模擬試験を行い、輸送の萬全を期した。

以下本設備の概要竝に綜合試験の結果を紹介し大方の参考に供したい。

[II] 仕 様

本装置の仕様は下記の通りである。

1. 4,000 kW 壓延用直流電動機

出力	4,000 kW
定 格	連 續
電 壓	±700 V
回轉數	0±50 r.p.m. (電壓制御一回轉力一定) ±50~100 r.p.m. (界磁制御一出力一定)
回轉力	常用 78 t—m 常用最大 175 t—m (225%) 非常最大 215 t—m (275%)
勵磁電壓	220 V
型 式	EFBL—SPKK 閉鎖他力通風 強制油循環式 ペデスタル軸受付 他勵磁 補償巻線付 單電機子型
勵磁方式	H.T.D. による急速勵磁方式

2. イルグナー變流機

A. 2,250 kW×2 直流發電機

出力 2,250 kW

定 格	連 續
電 壓	±700 V
電 流	3,215 A
回轉數	514 r. p. m.
勵磁電壓	±220 V
型 式	EFB ₁ L—SPKK 閉鎖他力通風 強制油循環式 ペデスタル軸受付 他勵磁 補償巻線付 單電機子型
勵磁方式	H.T.D. による急速勵磁方式

B. 3,000 kW 三相誘導電動機

出力	3,000 kW
定 格	連 續
電 壓	6,300 V
周波數	60 $\sim$
電 流	330 A
回轉數	514 r. p. m.
過負荷容量	25% 2 時間 100% 1 分間
最大回轉力	250%
型 式	EFBDL—DRQ 閉鎖他力通風 強制油循環式 ペデスタル軸受付 巻線型
制動方式	直流發電制動

C. 蓄勢輪

蓄勢輪效果	295 tm ² (135,000 HP—sec)
材 質	鍛鋼

D. 蓄勢輪電動始動裝置

驅動用電動機	30 kW, 220 V, 60 $\sim$ 900 r. p. m.
型 式	TFO—KK _{III} 60 (全閉二重籠型高起動回轉力 60 分定格)
始動回轉數	3 r. p. m.
減速裝置	ウォーム減速一段

3. 勵磁裝置

A. 75 kW 勵磁機 (主電動機用)

1 臺

出力	75 kW
電 壓	220 V
回轉數	1,200 r. p. m.
勵 磁	2 kW H.T.D. による
型 式	FC ₁ —Sp (開放型他勵磁 連續定格)

B. 50 kW 勵磁機 (主發電機用)

1 臺

出力	50 kW
電 壓	220 V
回轉數	1,200 r. p. m.
勵 磁	2 kW H.T.D. による
型 式	FC ₁ —Sp (開放型他勵磁 連續定格)

C. 25 kW 勵磁機 (發電制動用)

1 臺

出力 25 kW

電壓 60 V

回轉數

1,200 r. p. m.

型式

FC₁-K₃₀ (開放型

複巻 30 分定格)

D. 175 kW 三相誘導電動機(上記驅動用) 1 臺

出力 175 kW

電壓 3,300 V

周波數 60 $\sim$

極數 6

回轉數 1,200

r. p. m

最大回轉力 175%

型式 EFU-KK

(閉鎖通風二重籠型)

E. 15 kW 定電壓發電機

(操作電源用) 1 臺

出力 15 kW

電壓 110 V

回轉數 1,800 r. p. m.

型式 FC₁-K (開放型複巻)

F. 0.5 kW 特殊勵磁機 1 臺

出力 0.5 kW

電壓 110 V

回轉數 1,800 r. p. m.

型式 FC₁-Sp (開放型他勵磁)

G. 2 kW H. T. D. 2 臺

出力 2 kW

電壓 110 V

回轉數 1,800 r. p. m.

型式 FC₁-Sp (開放型他勵磁)

H. 25 kW 三相誘導電動機 (上記驅動用)

出力 25 kW

電壓 220 V

周波數 60 $\sim$

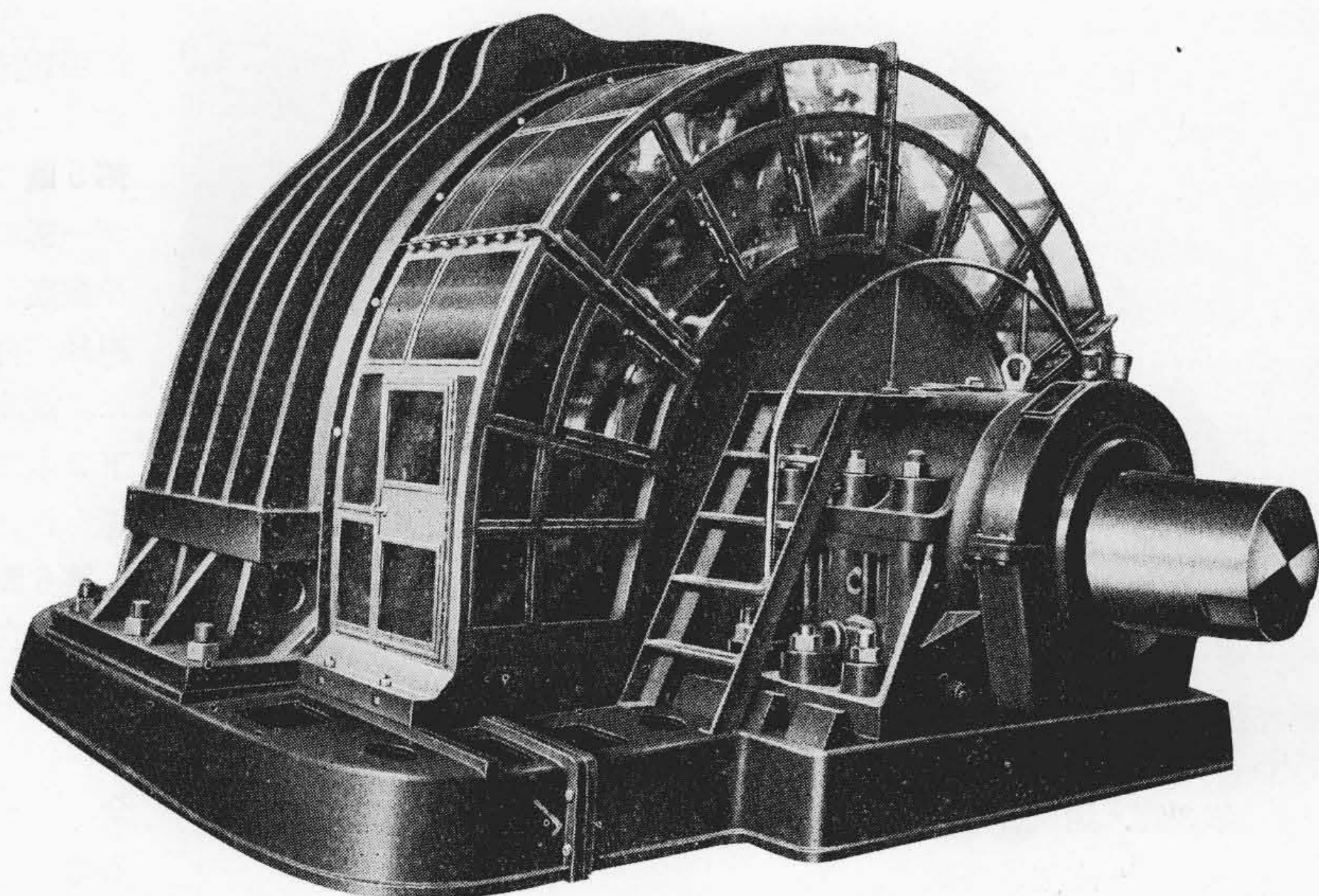
極數 4

回轉數 1,800 r. p. m.

型式 EFU-KK₁ (閉鎖通風二重籠型)

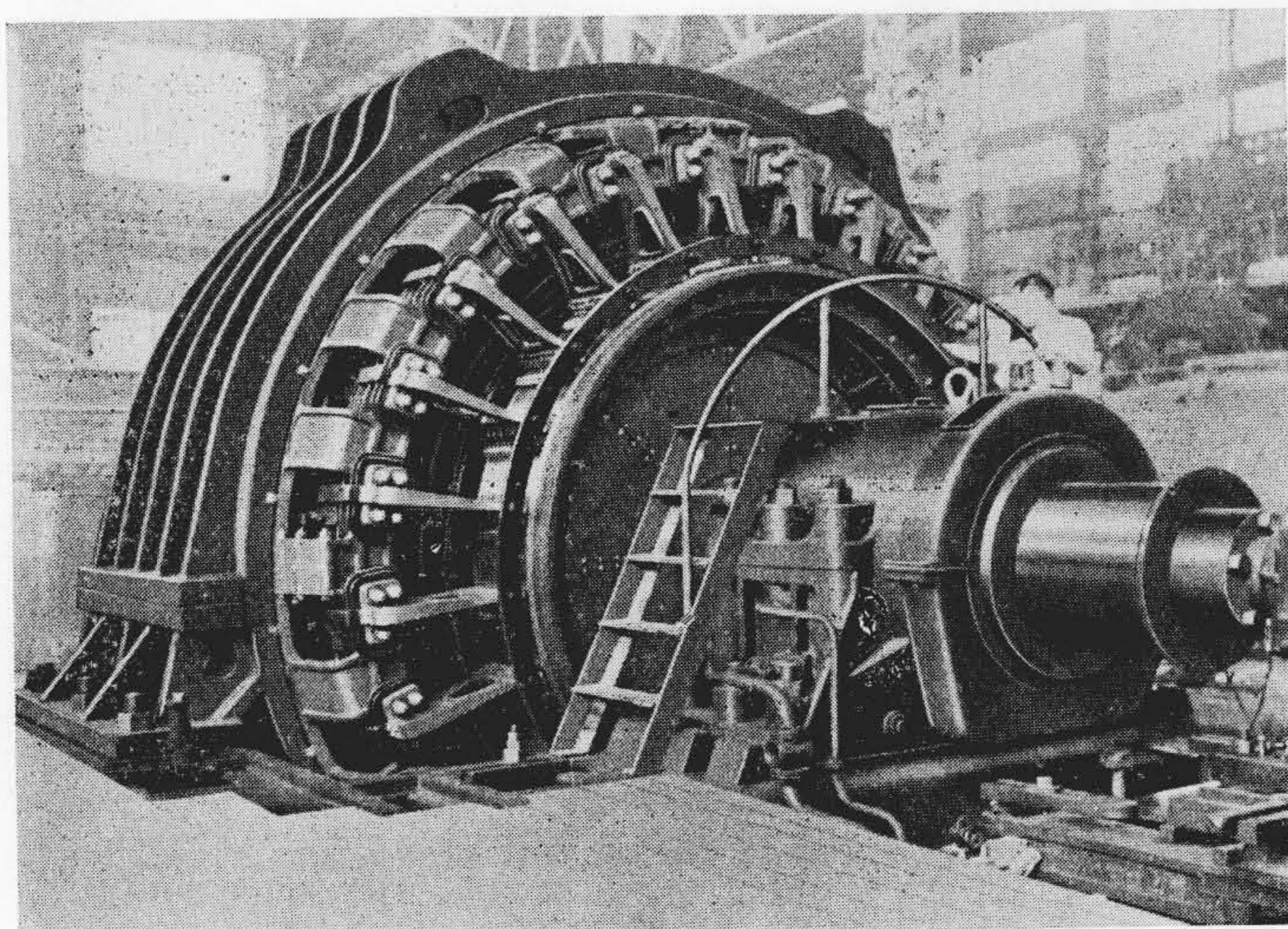
4. 配電盤及び制御装置

交流高壓配電盤



第1圖 4,000 kW 直 流 電 動 機

Fig. 1. View of 4,000 kW D. C. Motor



第2圖 4,000 kW 直流電動機通風用カバーを取除いた所

Fig. 2. View of 4,000 kW D. C. Motor without Ventilating Cover

1 臺

交流低壓配電盤

直流配電盤

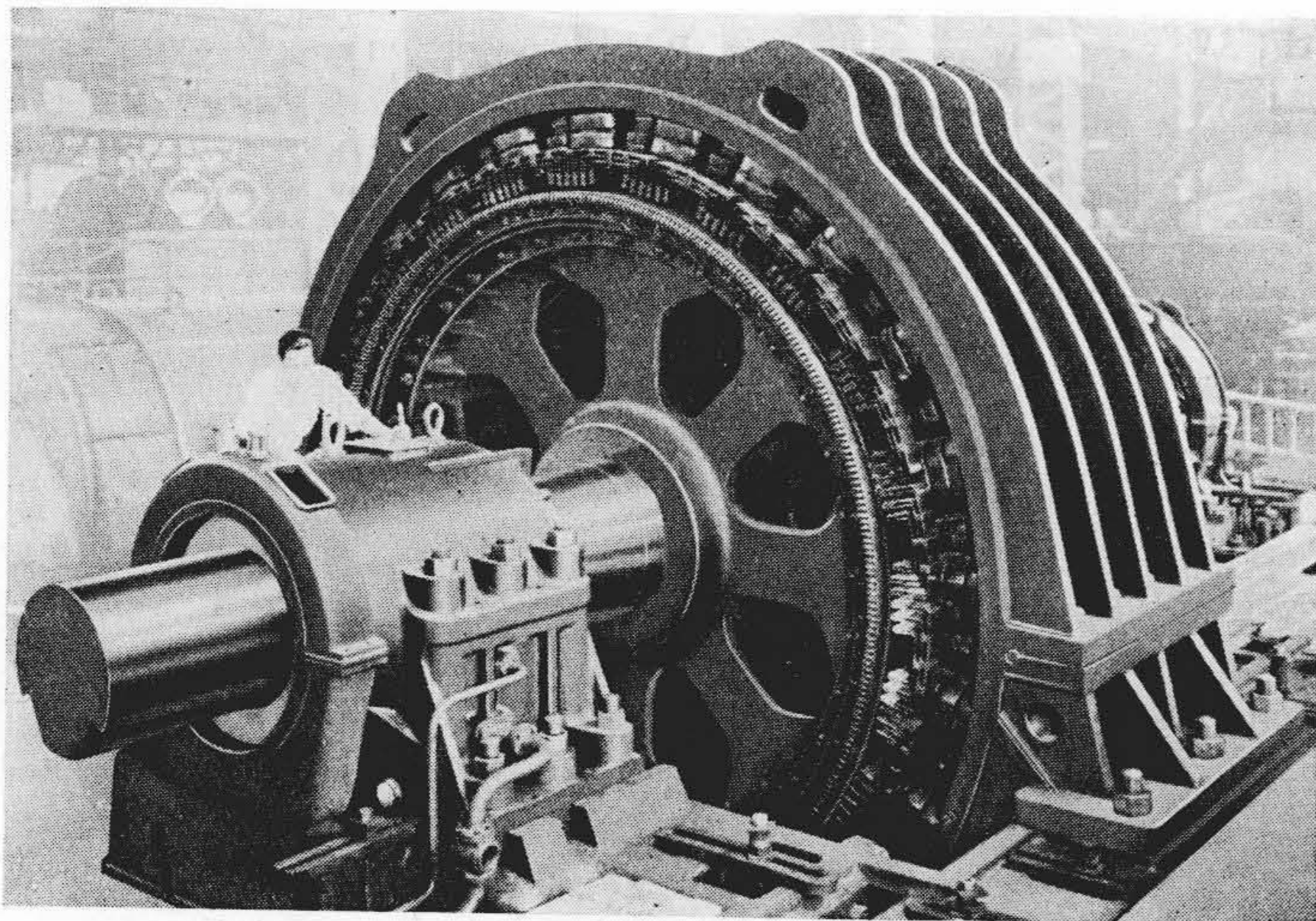
机型操作盤

直流レオナード制御盤

[III] 4,000 kW 壓延用直流電動機

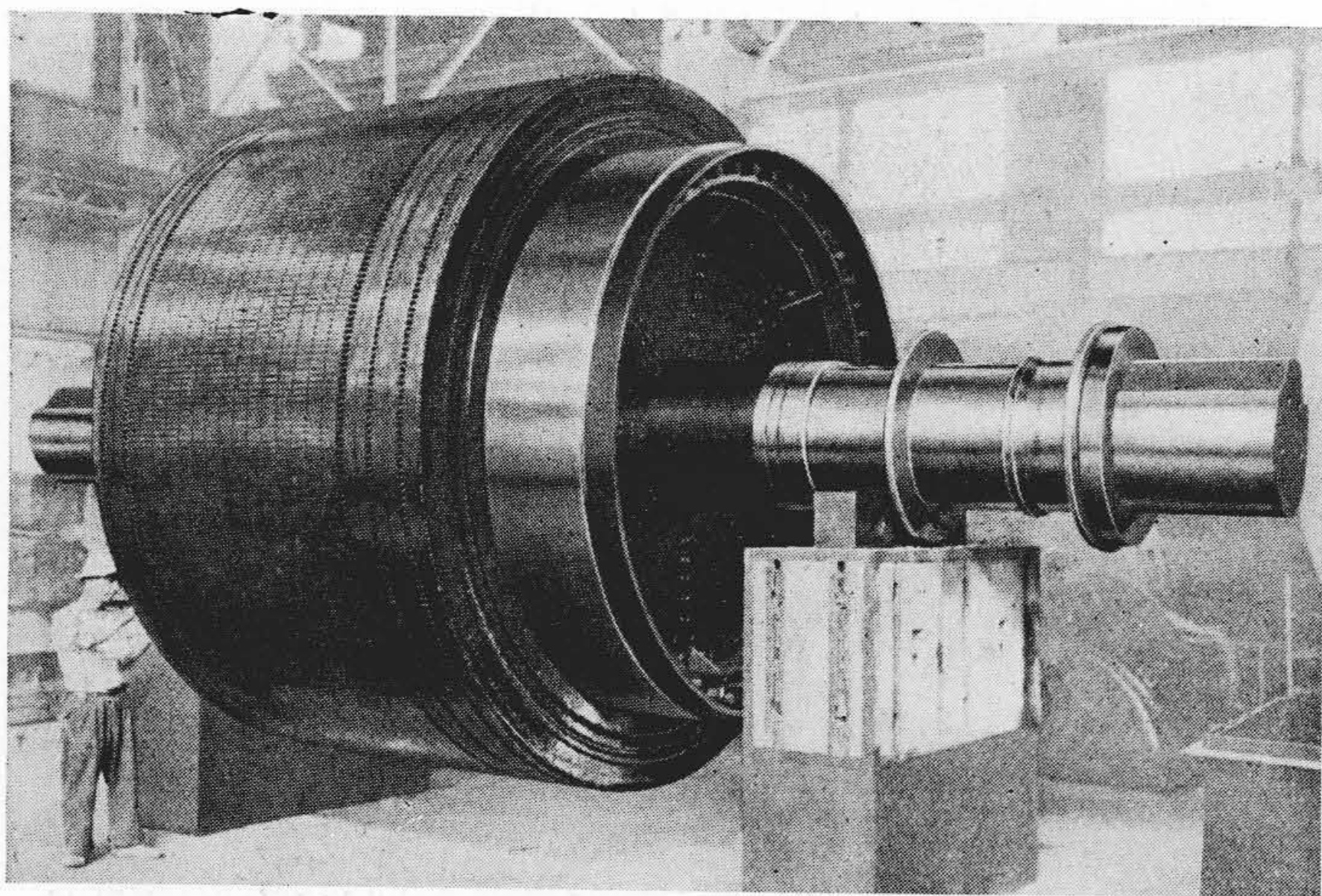
第1圖は本電動機の外観で第2圖は通風用カバーを取除いたもの、第3圖は(次頁参照)同じく反整流子側から見たものである。

(1) 構造 逆轉式分塊壓延電動機は、その性質上



第 3 圖. 通風カバーを取除き反整流子側から見た 4,000 kW 直流電動機

Fig. 3. View of 4,000 kW D.C. Motor from Backward



第 4 圖 4,000 kW 直流電動機の電機子

Fig. 4. Armature of 4,000 kW D.C. Motor

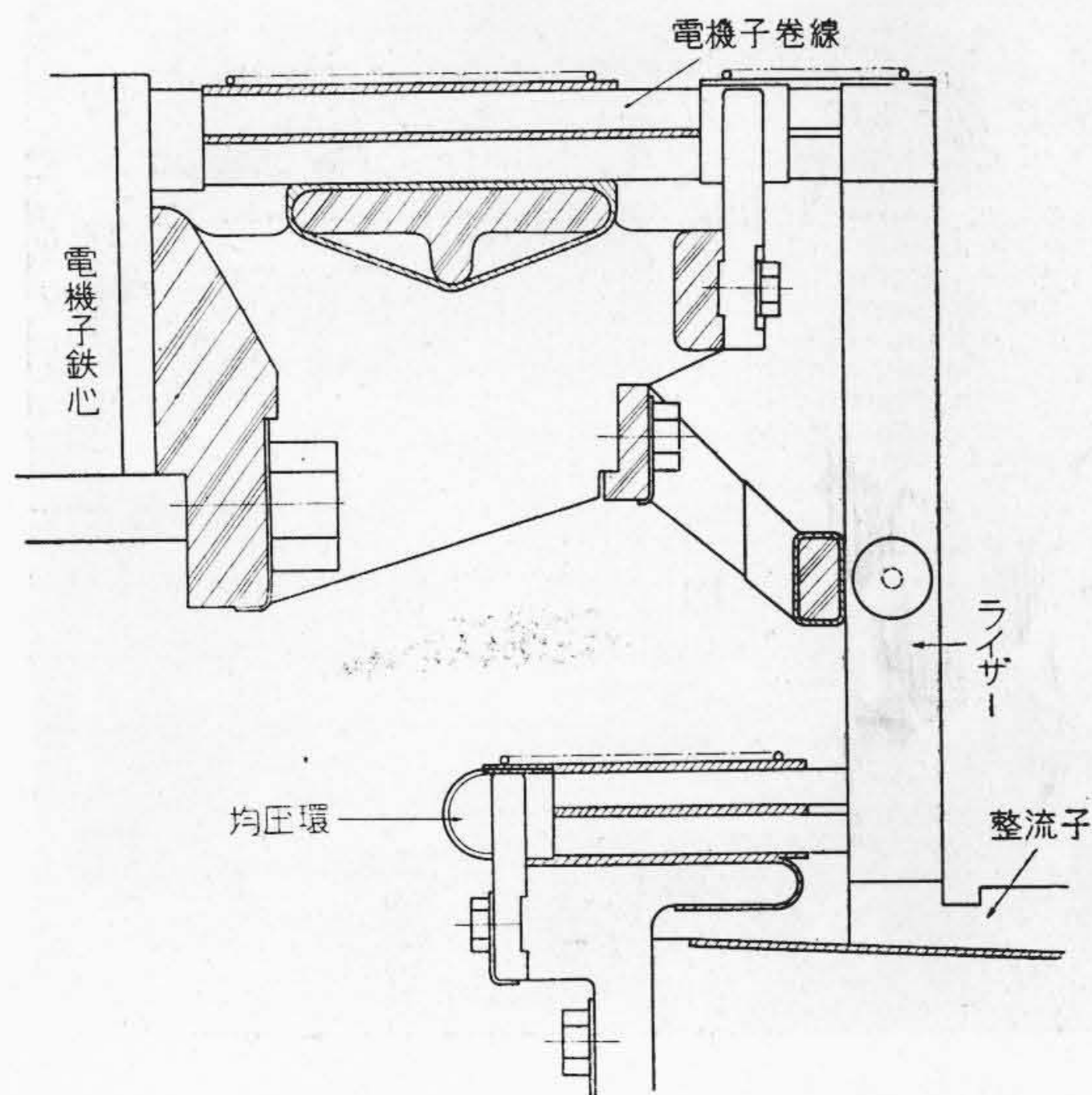
35~65 r. p. m./sec の加減速度で正逆轉せられ急激な回轉力の變化を受けるもので、電氣的並に機械的衝撃負荷は電氣機械中最も激甚なものである。殊に不注意その他の事故により過冷却の鋼塊を壓延機に嚙込んだ時には平常負荷の數倍に達する衝撃を受けることを豫期せねばならぬ。斯かる場合に於ても常に電氣的並に機械的の安全性を保つものでなければならない。

分塊壓延電動機はその構造各部に互つて最も頑丈なることを第一の條件とする。

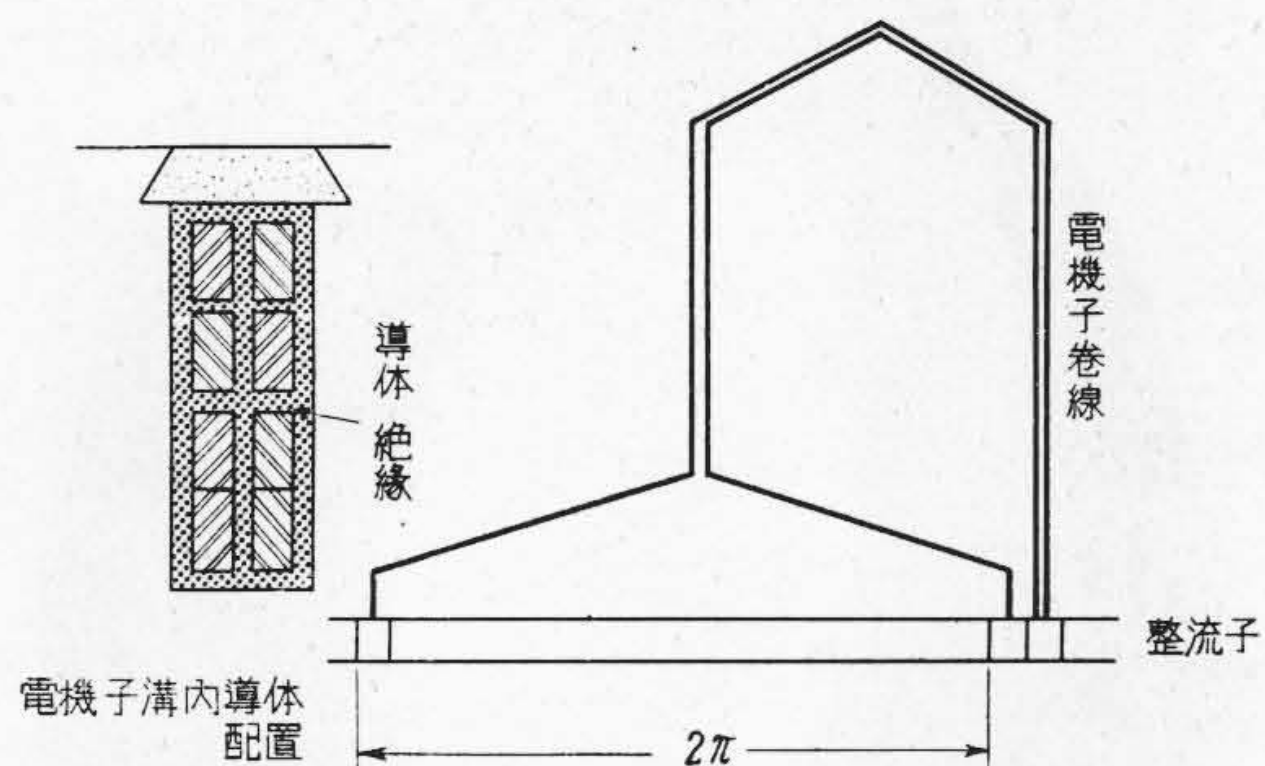
(A) 電機子 第 4 圖は本機の電機子である。電機子巻線には改良型重波巻方式を採用し、所謂均壓環は備えていない。從來の大容量直流機は一般に重巻方式とする

から、必ず均壓環を設けて並列巻線間の循環電流が刷子を通して流れ整流を悪化することを防止していた。均壓環は普通第 5 圖(次頁参照)の様に整流子のライザー部に設けるが、この部分には炭素粉や鐵塵が溜り易く而も掃除が困難なため絶縁が脅かされ故障の原因になり易かつた。重波巻方式⁽⁵⁾は電機子巻線導體を上下 2 本に分割し夫々電氣的に 360° の間隔をおいて整流子ライザーに接續すること第 6 圖(次頁参照)の如くで、電機子巻線導體自身が均壓環の作用をも兼ねるから全ての巻線は完全な均壓効果を得られるほか、機械的に堅牢で電氣的絶縁も完全になり、且つ通風冷却効果も良好になる等の特長がある。從來の重波巻方式では反整流子側で、上コイル導體と下コイル導體とを接續するに袴を用いていたが、本機ではこの方法を改良し、上下巻線共同一斷面の導體を使用し所謂蛙又に曲げることにより接續袴を廢し絶縁をも良好にした⁽⁶⁾。電機子巻線と整流子ライザーとは、普通第 7 圖(a)(次頁参照)の様に導體をライザーで挟み接續するがこの部分の絶縁を完全にするには比較的困難で導電性の塵埃がこの間に溜つて隣接導體間の橋絡が起り易かつた。本機は第 7 圖(b)(次頁参照)の様に巻線導體をエツヂワイズに曲げた直線部に於てライザーに接續して絶縁を完全にし、巻線端の通風を良好にした⁽⁷⁾。電機子巻線端は絶縁した端板上に乗せその上からバインド線で締付けるのが、一般の構造であるが急激に速度及び、回轉力の變化する

用途に對しては、この構造は巻線と鐵心が相互運動をなし電機子溝の出口に於て巻線の絶縁を損傷して故障の原因になり得る。本機の電機子巻線端は反整流子側、整流子側共第 8 圖(次頁参照)の様に端板と一體の巻線支へ金具上に支えられ、更に、この部分にインローを以て固定した櫛型の金具の間を通して不動に固定せられ、整流子は輻鐵の一部を特別の箱型狀としてその上に頑丈に固定され、且つ整流子ライザーは端板から出された腕により支えられていて、巻線とライザー及び鐵心との相互運動は完全に防止されている。ライザーの一部には第 8 圖及び第 9 圖(次頁参照)に示す様に彎曲部を設け温度上昇による伸びを補償して無理のかからぬ構造とし、且つラ



第5圖 電機子巻線端部の構造
重巻均圧環付の従來の方法
Fig. 5. Construction of Armature Coil
End. Lap Winding with Equalizer

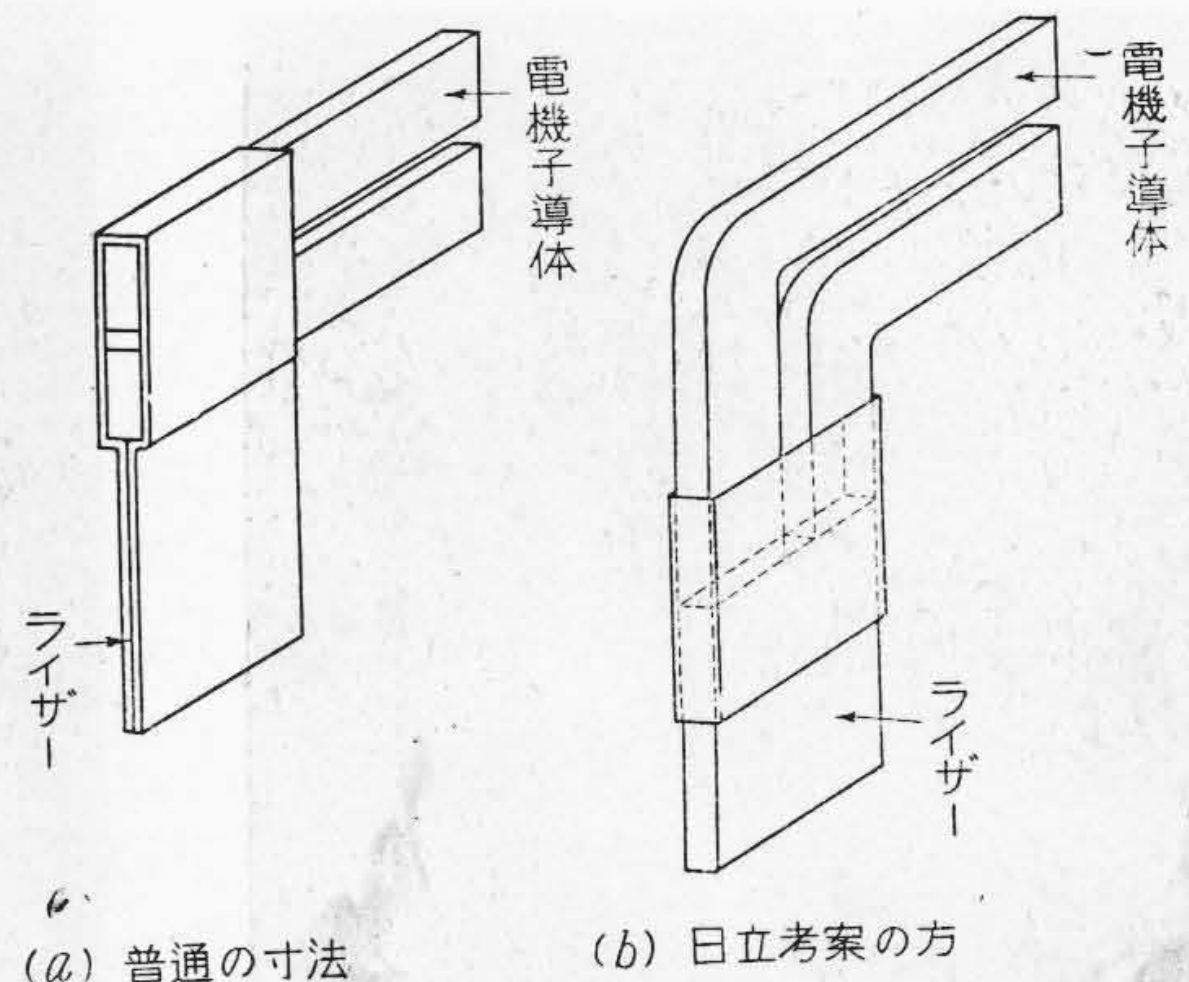


第6圖 重波巻方式の説明圖
Fig. 6. Connection between Commutator
and Armature Coil in Lap-Wave
Winding

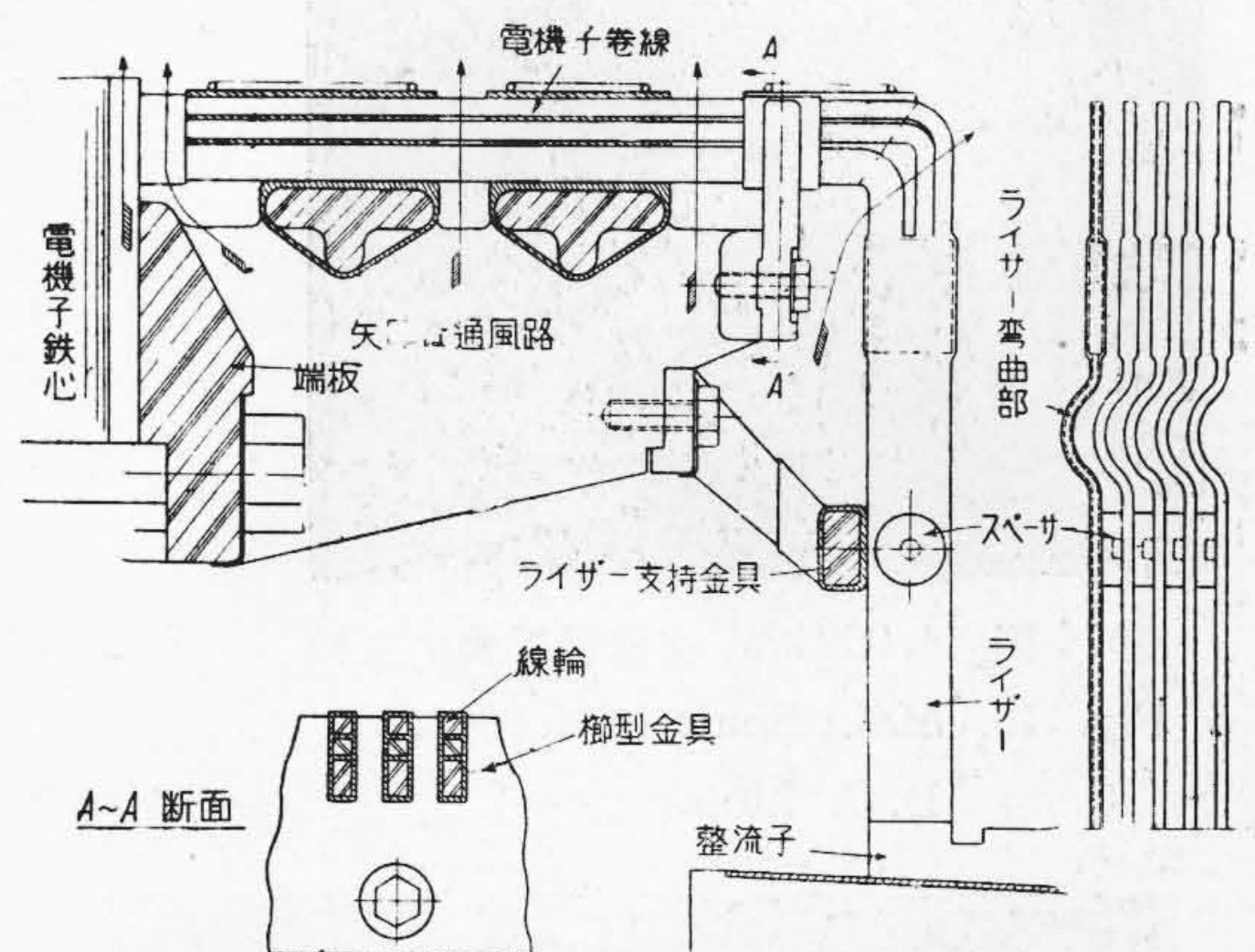
ライザー間には耐熱性絶縁物のスペーサーを入れて變形を防止してある。各ライザーは絶縁を施し導電性塵埃による橋絡を防いである。

主軸は鍛鋼製で最大非常回轉力に耐えるは勿論、急激な加減速により生ずる振れ、及び、衝撃にも十分信頼し得る強度を有するもので第10圖(次頁参照)は主軸の外観である。主軸と輻鐵とは焼嵌めの上、 120° を隔てておいた切線楔により安全度を十分大ならしめている。鐵心は鳩尾狀楔により輻鐵に固定され端板と輻鐵とは通しボルトを以て締付けてある。端板は締付けの反力に耐えるため鑄鋼製の完全なリング狀をなす。第11圖(次頁参照)は整流子側端板、第12圖(次頁参照)は輻鐵に締付けを完了した電機子鐵心を示すものである。

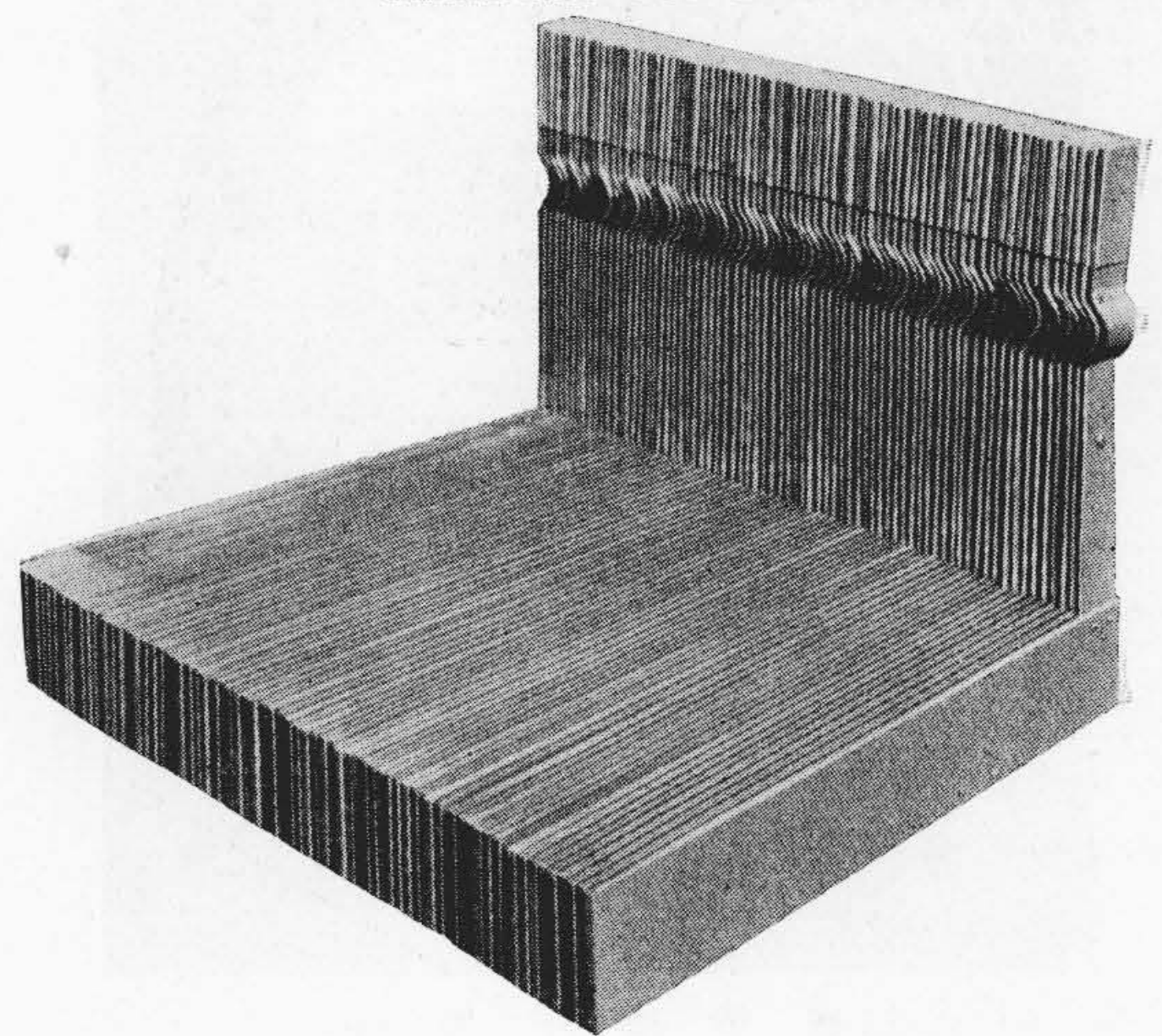
(B) 固定子 第13圖(次頁参照)は本機の固定子の



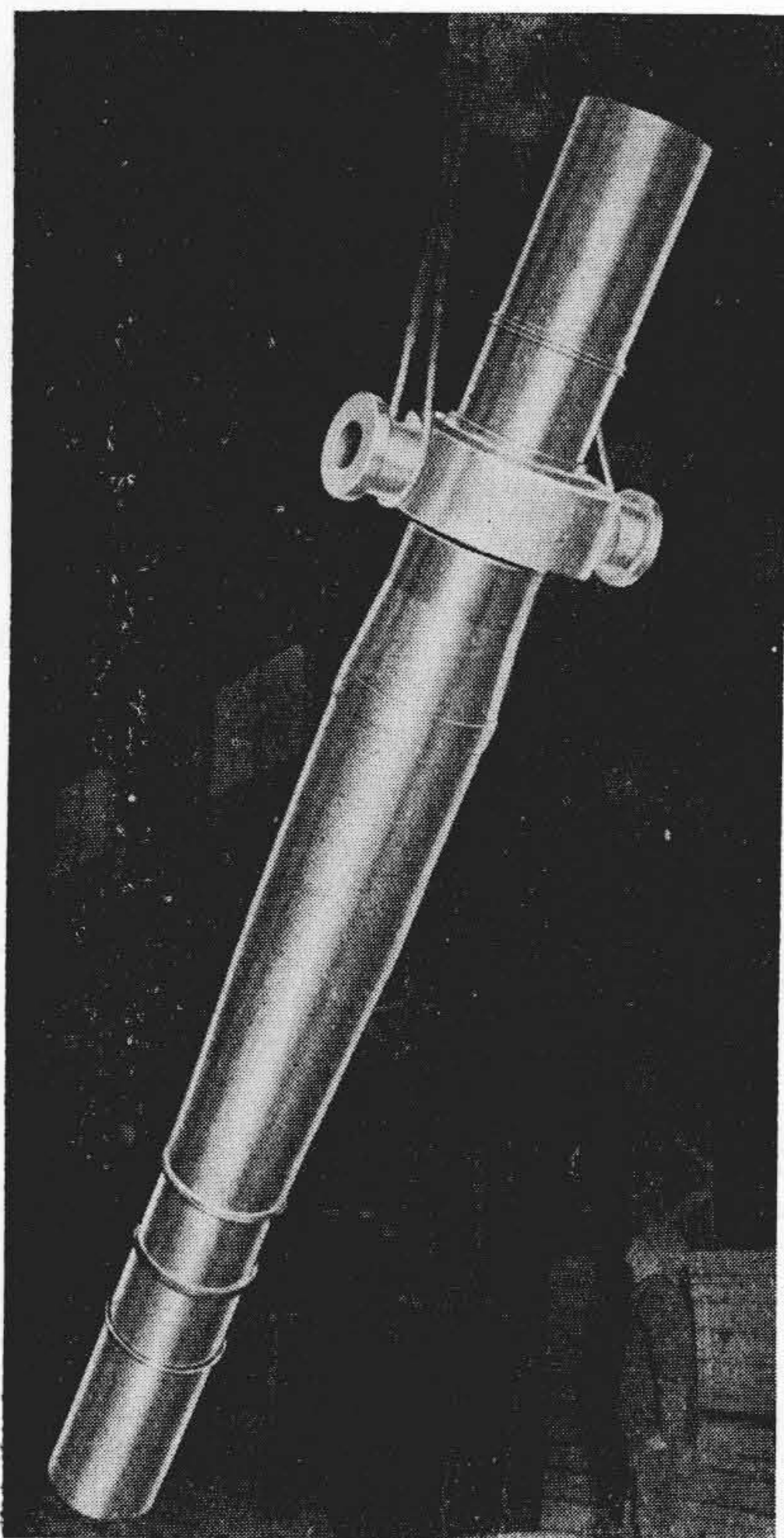
第7圖 電機子巻線とライザーとの接續方法の改良
Fig. 7. Connection between Armature and Riser
a) — Ordinary Method
b) — Improved Method



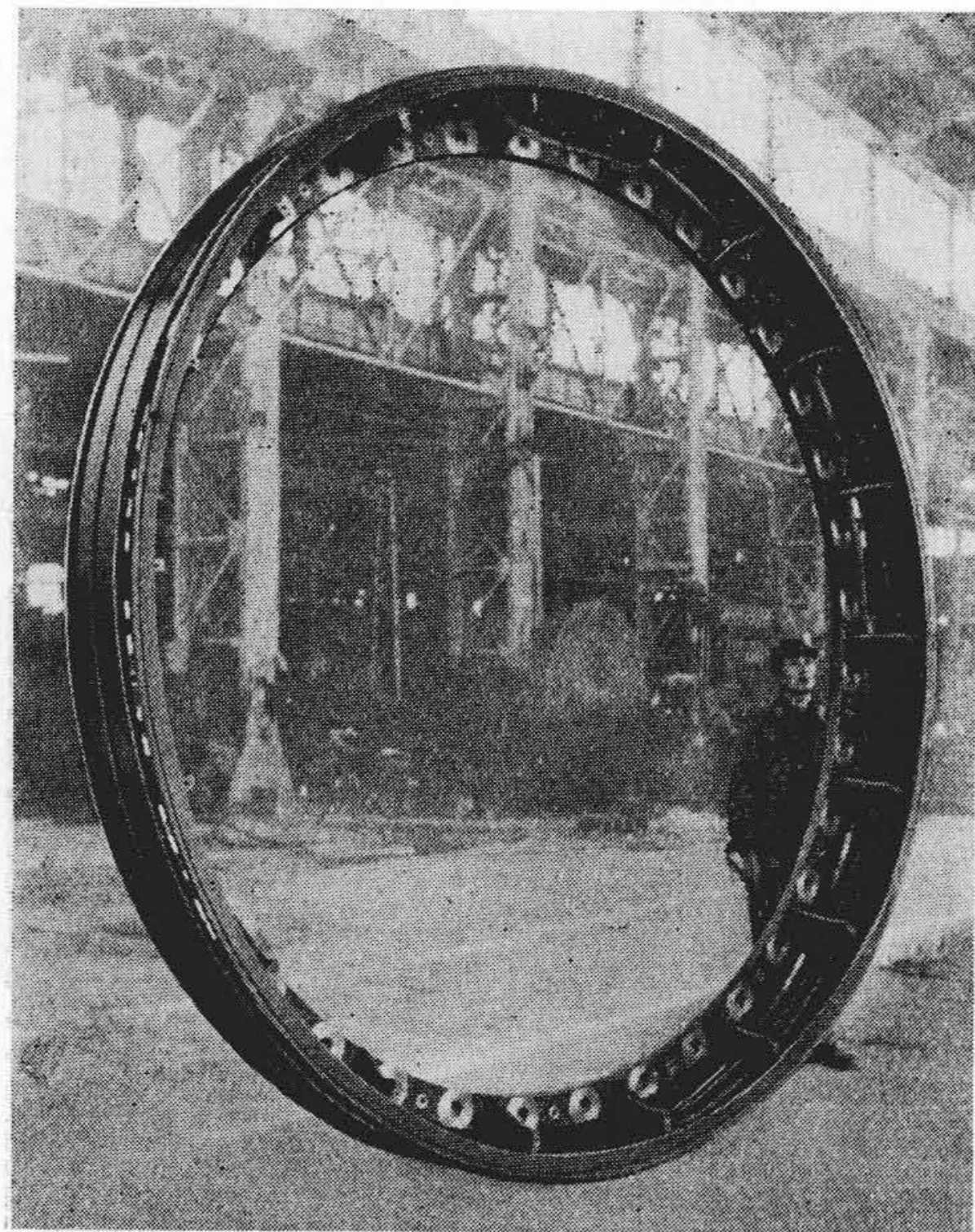
第8圖 本機の電機子巻線端部の改造
Fig. 8. Improved Construction of
Armature Coil End



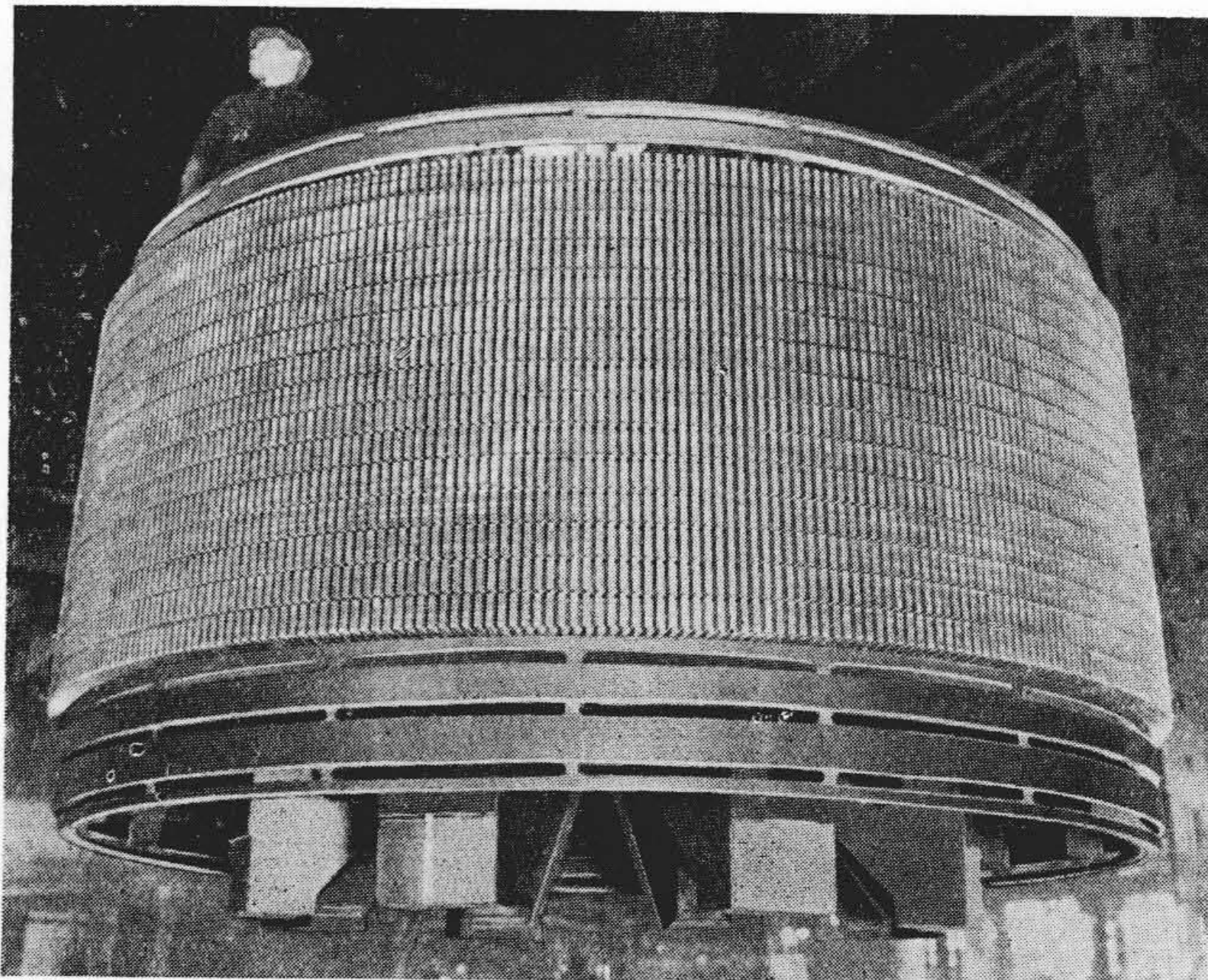
第9圖 整流子ライザーの構造
Fig. 9. Construction of Riser



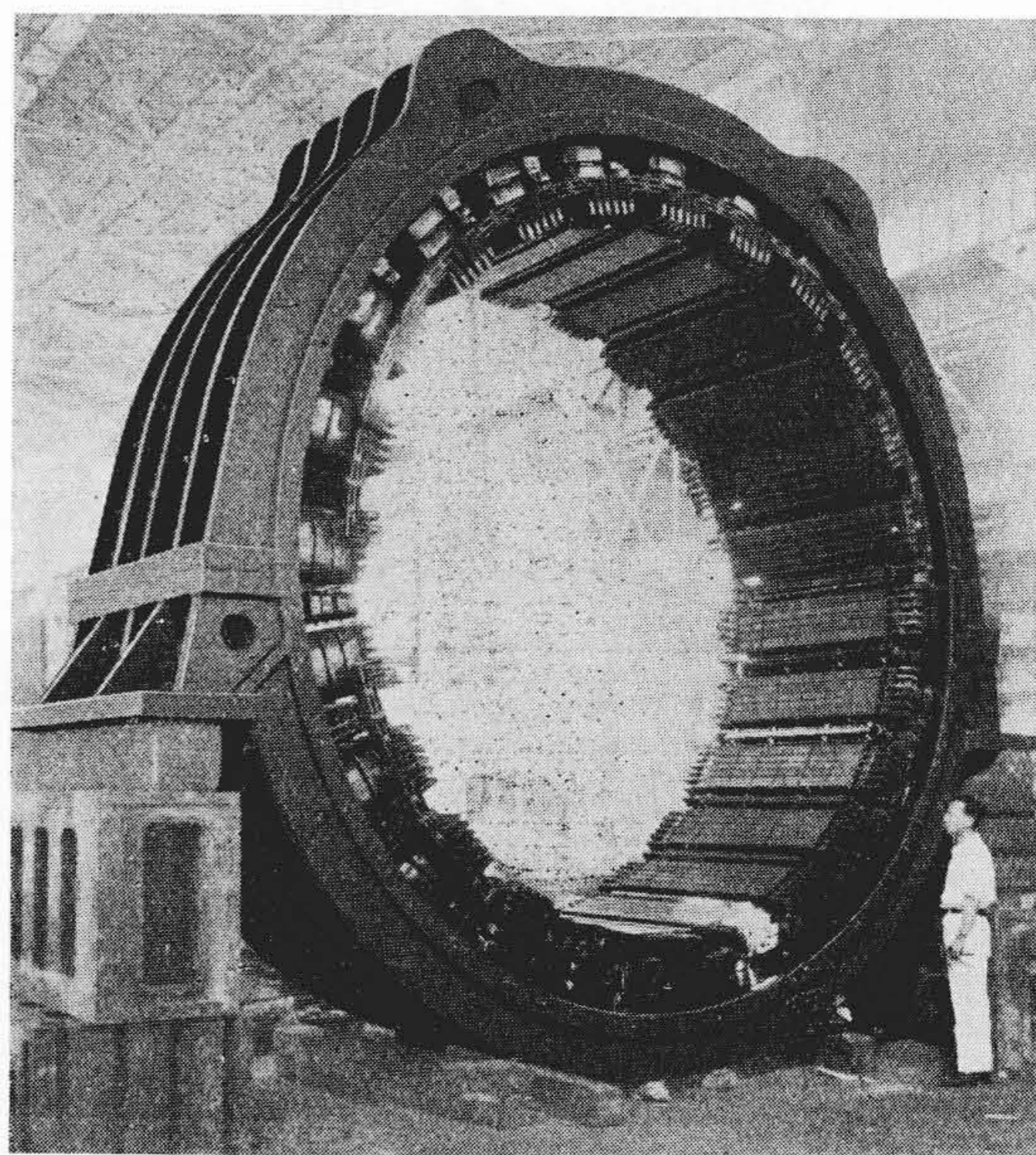
第 10 圖 4,000 kW 直流電動機の主軸
Fig. 10. Main Shaft of 4,000 kW
D.C. Motor



第 11 圖 電 機 子 端 板
Fig. 11. End Plate of 4,000 kW
D.C. Motor



第 12 圖 締 付 け を 終 っ た 電 機 子 鐵 心
Fig. 12. Armature Core of 4,000 kW D.C. Motor

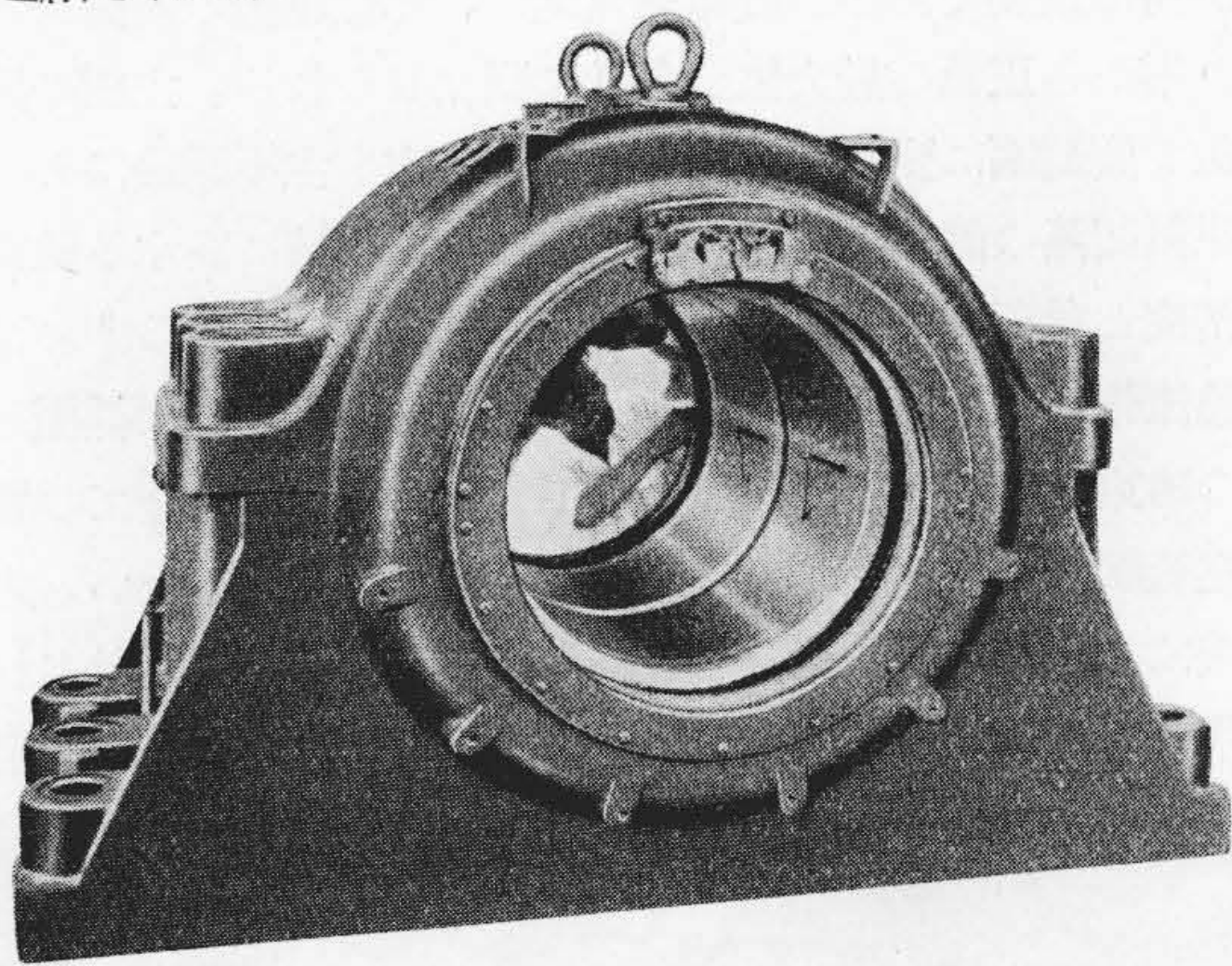


第 13 圖 4,000 kW 直 流 電 動 機 の 固 定 子
Fig. 13. Stator of 4,000 kW D.C. Motor

外觀である繼鐵は銅板溶接構造であるから磁氣的に均質であり、繼鐵には 5 本のリブを溶接し自重、主極及び補極の重量並びに磁氣的原因より生ずる機械力に對して十分の強度を有するものである。繼鐵の斷面積は磁氣的に未飽和に設計され、尖頭負荷電流に於ても補極回路に對する飽和の影響を無視し得る様考慮されている。主極、及び、補極鐵心は繼鐵に密着して固定され、永年運轉後に於ても極のピッチが變化して整流に悪影響を及ぼすおそれのない様注意を拂い、特に補極鐵心取付ボルトは強

力な非磁性合金が使用してある。補極巻線には主電流が流れるので大きな機械力が発生しそのため絶縁を傷め事故発生の原因となることがあるので、本機では非磁性の楕型金具による補強を施し巻線を固定してある。補極、及び、補償巻線の接續線は主軸に對し時計式及び反時計式回轉の方向に接續し單極作用による軸電流の原因を除去してある。主極巻線は三段に分割され、各段間に通風渠を設け通風冷却作用を良好にした。

主電動機の兩側の軸受は同一構造のもので、軸受臺及びメタルは上下二つ割となつていて基礎コンクリートに達する通しボルトで締付け、更に床臺との取付面には楔を設け衝撃に對し十分強固な構造となつてゐる。軸受の側面には推力軸受を設け不測の事故に對して電動機を保護する。給油は強制給油と、主軸に焼嵌めしたカラーによる自動給油を併用し、萬一強制給油が途絶しても暫時の給油を確保して軸受の焼損を防止する。軸受には指示溫度計と溫度繼電器を取付け過熱に對して保護し、且つ軸受臺に軸電流短絡用の刷子を備え軸電流によるメタルの損傷を防止する。回轉計發電機は整流子側軸受部に設けたギヤー、及び、フレキシブルシャフトにより主軸に連結される。



第 14 圖 軸 受 臺

Fig. 14. Pedestal of 4,000 kW D.C. Motor

(2) 整流上特に考慮された點 前記の如き負荷に對して良好な整流を行うため普通の電動機と異つた對策がとられている。

一般に重巻方式を使用した直流機に於ては次の關係式が得られる。

$$AC \cdot e_s = \frac{2P}{\pi D} \times 10^3$$

AC. アンペアコンダクター cm

e_s 整流子片間平均電壓 V

P 出力 kW

D 電機子鐵心直徑 cm

即ち出力一定の場合、 $AC \cdot e_s$ は電機子直徑に逆比例す

る。 AC は整流に於けるリアクタンス電壓に關係する値で、リアクタンス電壓を低く抑えるには許容し得る AC の最高値は略定つており、 e_s はその値を高く採り過ぎれば負荷の急變時に閃絡を惹起する傾向を來す等の缺點があり、その値は可及的低い方が安定であることは既往の實績の示す處である。然し乍ら、本機の如く加減速度の重要な用途に對しては徒らに D を大きくすることは避け、 GD^2 は極力小さくしなければならぬ。斯かる相反する條件を満足させるため、 AC, e_s, D の配分は本機の設計の最初に最も慎重に考慮した點である。リアクタンス電壓を低下するために電機子溝の寸法を適當に選び、電機子巻線は短節巻とした。整流中の巻線に主極のフリンジング磁束による起電力を誘起せぬ様、中性帶及び整流帶の幅を定め、且つ主極鐵心の先端の形狀には特に考慮を拂つてある。

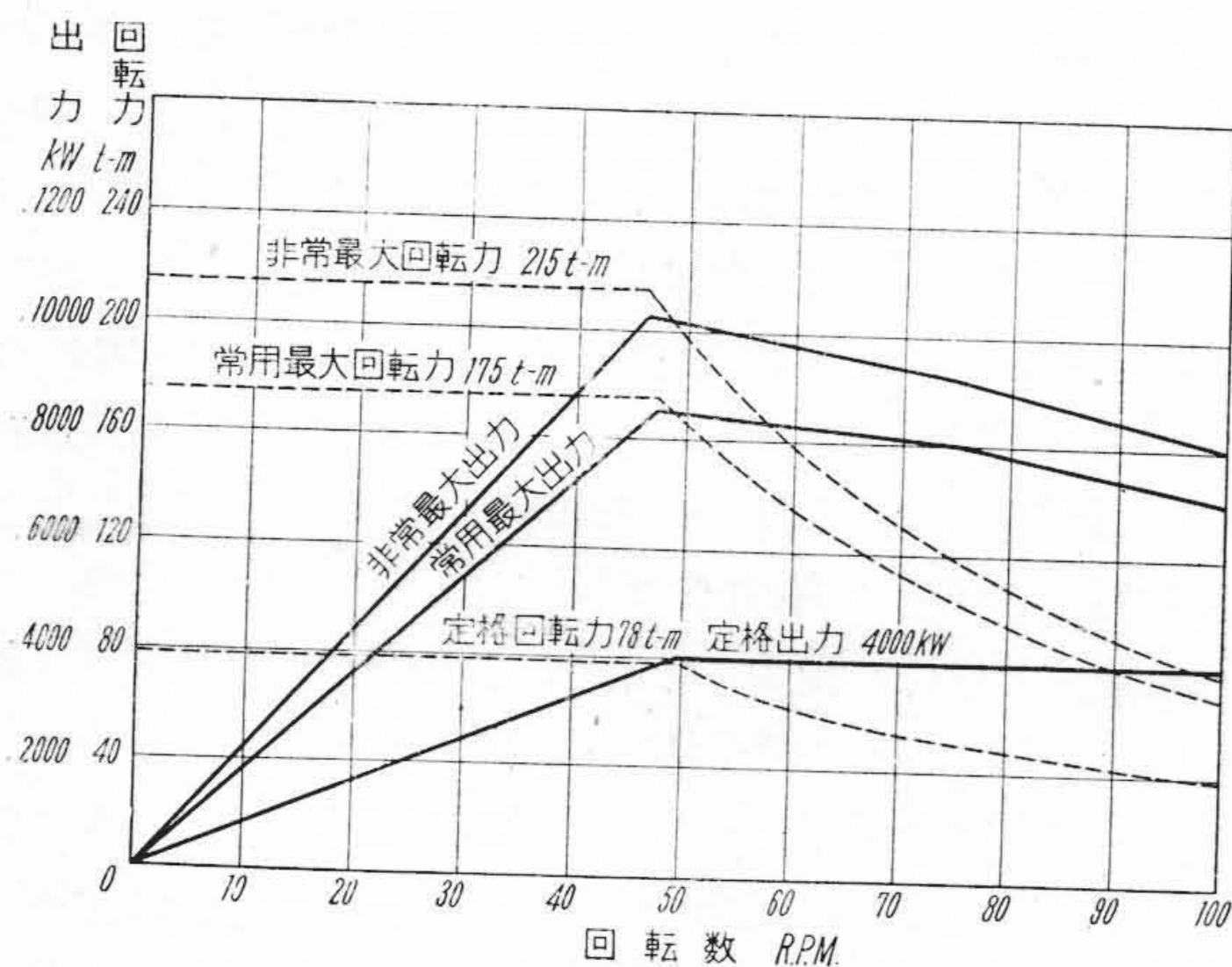
整流子の工作の良否は整流性能に影響すること甚大であるから特に慎重を期した。例えば整流子用マイカナイトはその電氣的性質は勿論バインダーの量、厚さ等に嚴重な規格を設け、合格したもののみが使用され整流子組立後の熱處理は大容量の整流子を多數製作せる經驗に基き十分なシーゾニングを施してあるから整流子片ピッチの不同、片の倒れ等は絶無である。

主磁極面に設けた補償巻線は發電子反作用による主磁束の變形を廣範圍に補償するに十分な巻回數をとり、而も、主磁極面を飽和せしめぬ様な設計となつてゐる。補極鐵心は積層鐵板製で、繼鐵に近い側は特に斷面積を廣くし尖頭負荷に於ても補極鐵心を飽和せしめず、又鐵心の先端の形狀は整流上最適の磁束分布を得る如く工夫されている。補極巻線は特殊の金具により鐵心の先端に近く取付けて磁束漏洩を少くしてあり、補極巻線のアンペアターンは十分大きくとり、鐵心背面に非磁性ライナーを入れ、且負荷急變時に於ける非磁性ライナーのうず電流に基く整流磁束のおくれを極小ならしめるためその形狀は特殊な設計にしてある。

刷子は整流の良否に重大な影響を持つもので刷子材質の選定は最も慎重を要する點である。優秀な刷子としては固有抵抗の大きいこと、摩擦係數の小さいこと、灰分の少いこと、磨耗の少いこと、彈性係數の小さいこと、固體粘性の大きいことが必要で、後の二つの性質は絶えず整流子から受ける微細な振動を緩衝並びに吸収し、常に刷子と整流子との安定な接觸を保つのに有效である。本機に使用した刷子は日立製作所製 GH-45 で、その特性は世界的に有名な刷子に匹敵するものである。

(3) 特性

第 15 圖(次頁參照)は本電動機の動作曲線圖である。50 r. p. m. 以下即ち、電壓制御の範圍に於ては電動機に



第15圖 4,000 kW 直流電動機動作曲線圖

Fig. 15. Performance Curve
of 4,000 kW D. C. Motor

加える電圧の大きさ、及び、方向を變化して加減速、及び、逆轉を行い、この間は回轉力は 78 t-m 一定にして電動機出力は回轉數に比例する。50~100 r. p. m. の速度を得るには電動機界磁電流を加減する。この間は出力は 4,000 kW 一定で、回轉力は速度に逆比例して減少し 100 r. p. m に於ては 39 t-m である。常用最大回轉力は 175 t-m, 非常最大回轉力は 215 t-m で定格出力の 225% 及び 275% に相當する。界磁制御の範圍に於ては整流作用は困難となる故に出力は幾分減少し、その割合は曲線に示す如くである。

本機の設置場所の室温は非常に高く夏期 40°C を超過することも珍らしくない。従つて各部の温度上昇は一般機械よりも低くとる必要があるので、別項の如き強制通風方式を採用すると共に、各部の絶縁は全て B 種とし、而も、温度上昇は A 種の許容限度以下に制限してある。

一般に斯かる大容量機に於ては、整流上及び GD^2 を小ならしめる必要上複電機子型が用いられる傾向があるが、複電機子型は機械的強度、床面積價格、及び、能率の點に於て單電機子型に劣るものである。本機は前述の如く整流作用を良好に保つため種々の工夫を加え、且、各部の機械的強度には綿密な検討を加えて單電機子型としたものである。

[IV] 4,500 kW イルグナー變流機

4,500 kW イルグナー變流機は、2,250 kW 可變電壓直流發電機 2 臺、3,000 kW 誘導電動機 1 臺、及び、蓄勢輪よりなり、その外觀は第 16 圖(次頁参照)の如く誘導電動機—直流發電機—蓄勢輪の順序に配列されている。

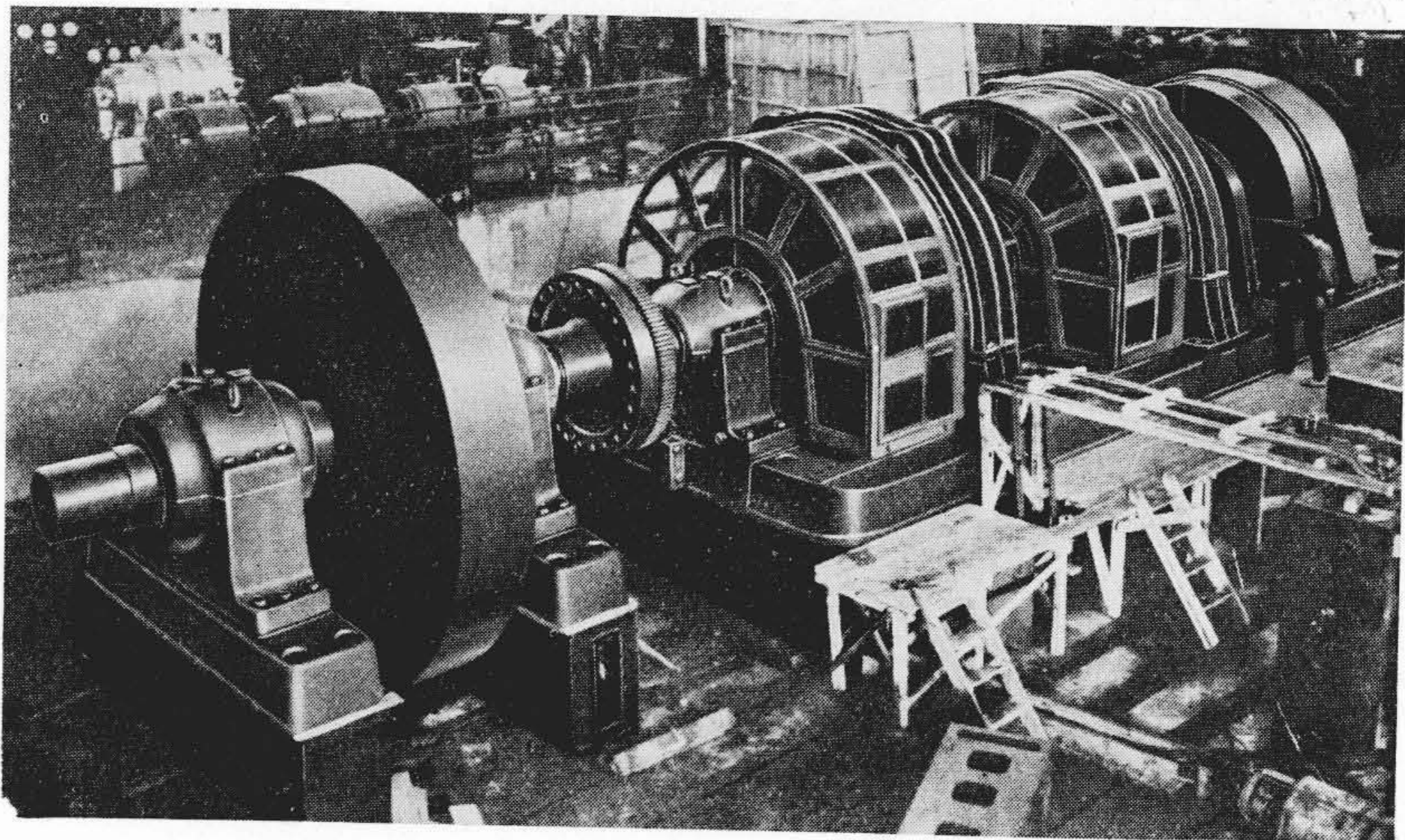
1. 2250 kW 直流發電機

イルグナー變流機の具備すべき第一の條件は、主電動機と同様急激な負荷の變化、及び、過負荷に耐え得る機械的強度と電氣的特性である。變流機として特に異なる二三の點に就いて述べる。

一般に變流機は、その回轉數を許し得る最大經濟速度迄上げるから、比較的低速度の電動機よりも整流作用は一段と困難になり、機械的にも亦この點から検討を加える必要がある。

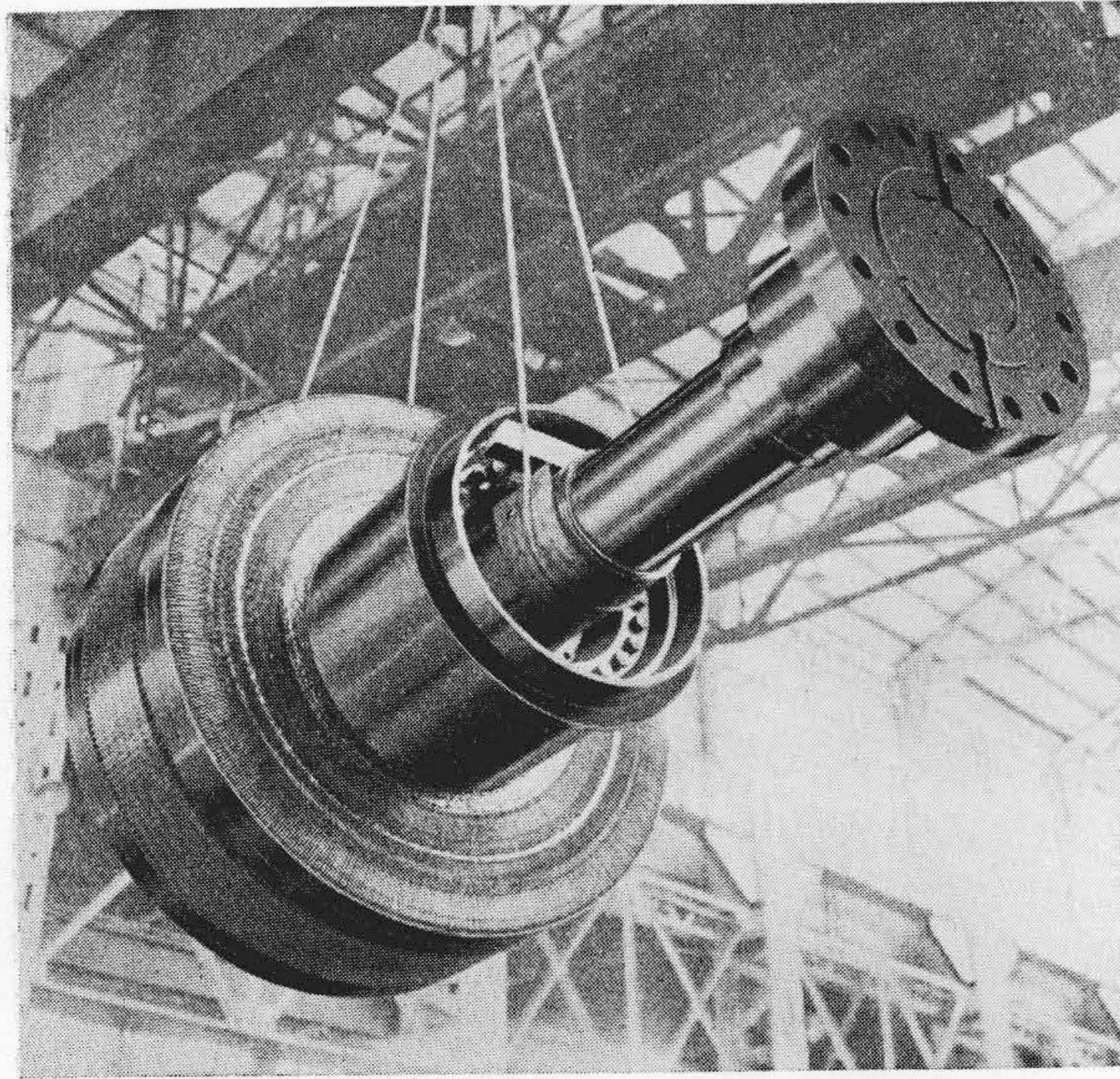
直流發電機の整流子は高速度に耐え、而も、大きな電流容量を要するので、その設計は特に慎重に検討した結果單一整流子型とした。整流子の工作は入念を極め運轉中に熱、及び、遠心力のため整流子片の變形を起すおそれは絶対にない。第 17 圖(次頁参照)は整流子側より見た電機子である。

電氣的特性としては整流作用と電壓上昇及び降下速度が特に重要である。發電機電壓は、界磁電流の制御により零から正負の最大値迄急激に變化せられる。主極の勵磁を廣範圍に變化する場合は補極磁束も主極勵磁による磁氣回路の飽和の影響を受けるため、整流に要する磁束密度と負荷電流の比例性は失なわれる傾向がある⁽⁸⁾。又整流帶に主極のフリンジング磁束が入る場合には補極下の磁束分布は主極勵磁により歪を生じるため、全ての電壓範圍に於て良好なる整流を行なうことは望めない。本機はこれ等の點に關しても綿密な考慮を拂つて設計され零から正負の全電壓に至る範圍に於て、又、零から常用



第16圖 4,500 kW イルグナー變流機

Fig. 16. 4,500 kW Ilgner Converter



第17圖 2,250 kW 直流發電機の電機子
Fig. 17. Armature of 2,250 kW D.C. Generator

最大電流に至る範圍に於て完全な無火花整流を得た。

電動機の電機子は機械的慣性を有するがその時定數は發電機界磁の電氣的時定數に比し極めて小さいので、電壓制御による電動機の加減速度は、殆ど、發電機電壓の上昇、降下速度により決定される。従つて界磁の時定數は極力小さく設計され、制御方式、及び、各勵磁機の特性の良好なものと相俟つて所期の運轉性能を擧げることが出來た。

直流發電機は2臺並列連轉を行う方式で、他勵磁巻線は1臺の勵磁機により直列に勵磁され、各機の自勵差動直巻巻線と他勵和動直巻巻線を交叉接續して負荷を平衡させる。各巻線のアンペアターンとその配置は適當に選んであり、試験によれば發電機間の横流は全ての負荷狀態に於て測定し得ない程度に僅少であつた。第18圖は發電機で通風用カバーを取外した所である。

本變流機の GD^2 は極めて大きいので停止する場合は誘導電動機に 25 kW 直流勵磁機により發電制動をかける方式とした。但し、萬一停電等により發電制動をかけられぬ場合に於ても軸受の給油は完全に行われる。

2. 3,000 kW 三相誘導電動機

2,250 kW 直流發電機2臺に直結されるもので終戦後の記録品であり、又種々新しい方式を採用した壓延設備用誘導電

動機として劃期的なものである。以下構造及び特長につき述べる。

第19圖(次頁参照)は本機の外観を示し、第20圖(次頁参照)はその構造圖である。

固定子枠は鋼板を電氣熔接したもので、機械的に極めて頑丈であり、通風效果も良好ならしめる様特別の考慮が拂われている。第21圖(第17頁参照)は固定子の外観である。尙解體に便利の様に軸方向に移動し得るは勿論上下左右にも動かし得る特殊構造の足を有する故、空隙の調整も極めて容易である。

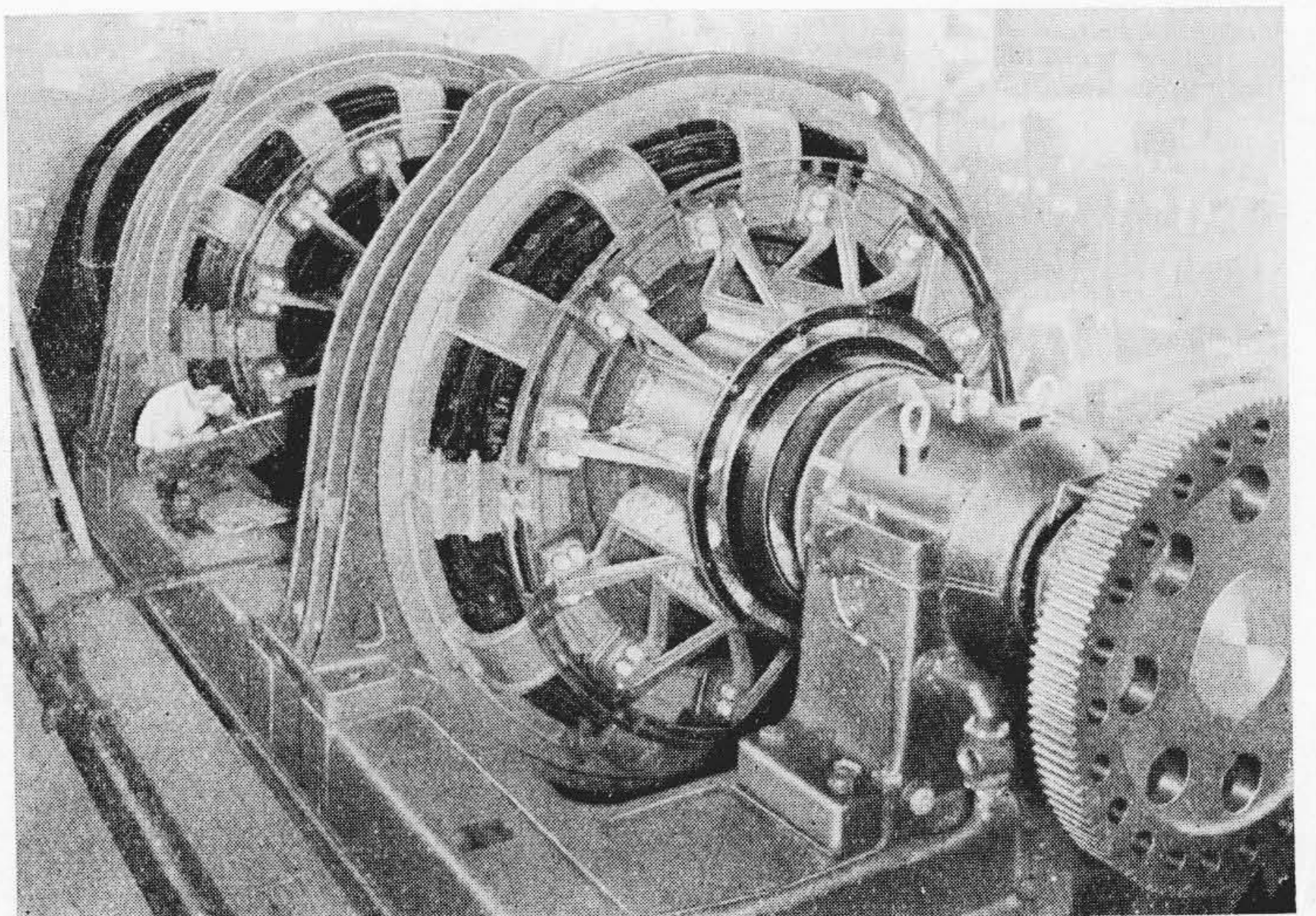
固定子は鐵心の締付に特に意を用い、端板の構造も頑丈のものとし、内部通風渠もI形鋼を用い通風渠の間隔も狭くしてある。

固定子線輪は完全なB種絶縁を施し、高溫度に耐え過負荷容量も十分持つ様にしてある。電線は二重ガラス巻線を使用し、耐熱ワニスで處理し對地絶縁を施す前に、絶縁コンパウンドで十分眞空注入してあり、對地絶縁はマイカを主とした絶縁を施し、その上をガラステープで捲いてある。

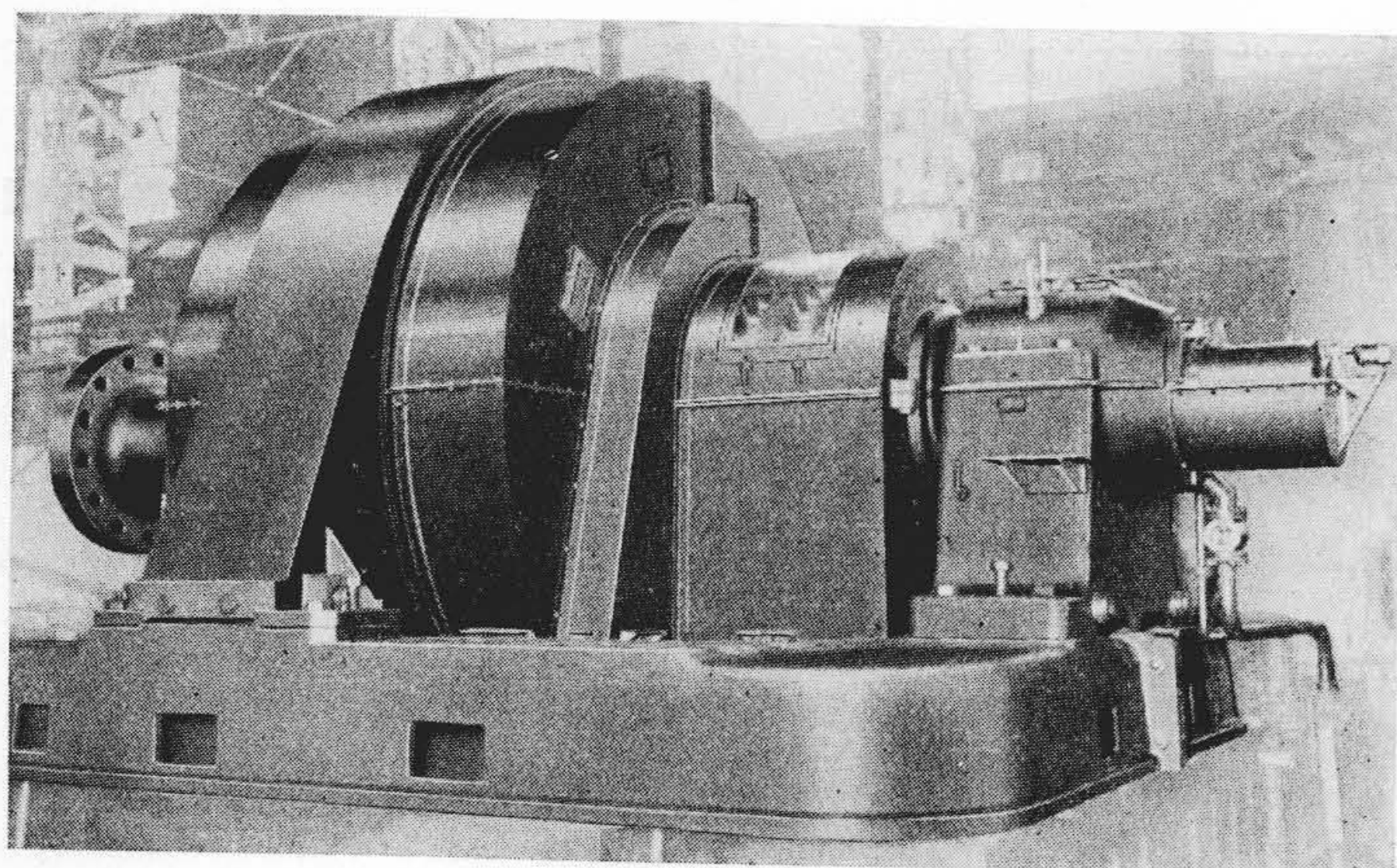
溝外の絶縁もB種絶縁にし線輪の間に間隔片を設けて線輪を固定し頑丈な支持環を設けて麻糸で十分緊縛してあるので、過大電流が流れても動かない。

回轉子軸は強度の極めて高いもので直流發電機との直結部分は接手を用いず、回轉子軸を打出した構造のものにした。第22圖(第17頁参照)は本機の手廻りである。

回轉子輻鐵は鑄鋼製で機械的強度の高いことは勿論、特に通風の良好なる様な形狀にし、外周に鳩尾狀のキー溝が切つてあり、回轉子鐵心が嵌入する構造になつてゐる。



第18圖 2,250 kW 直流發電機
Fig. 18. 2,250 kW D.C. Generator



第 19 圖 イルグナー 變流機用 3,000 kW
誘導電動機

Fig. 19. 3,000 kW Induction Motor for
Ilgner Converter

回轉子鐵心は輻鐵との固定に特に意を用いその嵌合は機械的力及び熱膨脹力等を考慮して決定してある。

回轉子線輪も固定子線輪同様完全な B 種絶縁を施し導線は平角銅線をマイカにて絶縁したものを採用し、一本一本型により成型したものを半閉の鐵心溝に収めたものである。

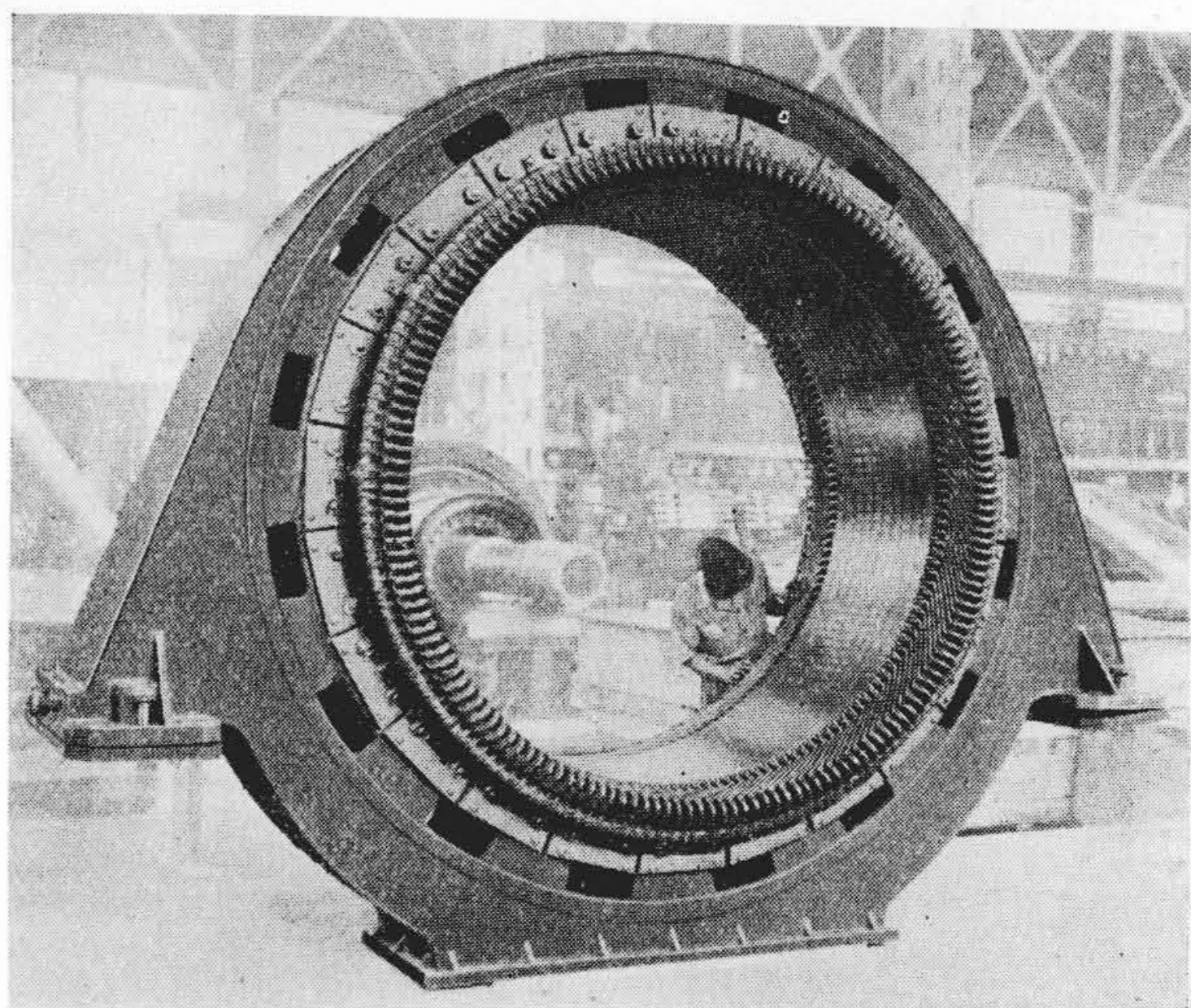
溝外は端板により支えられ外周はバインド線により緊縛されて居り、各導體間には完全に絶縁され、萬一塵埃が回轉子線輪に附着しても支障なき様にしてある。

集電環は青銅製で集電環ボスの上にマイカプレート

を焼付けその上に焼嵌めたものである。各部絶縁耐力、沿面距離は十分大きくとつてあり、特に集電環距離は從來のものより遙かに大きくしてある。

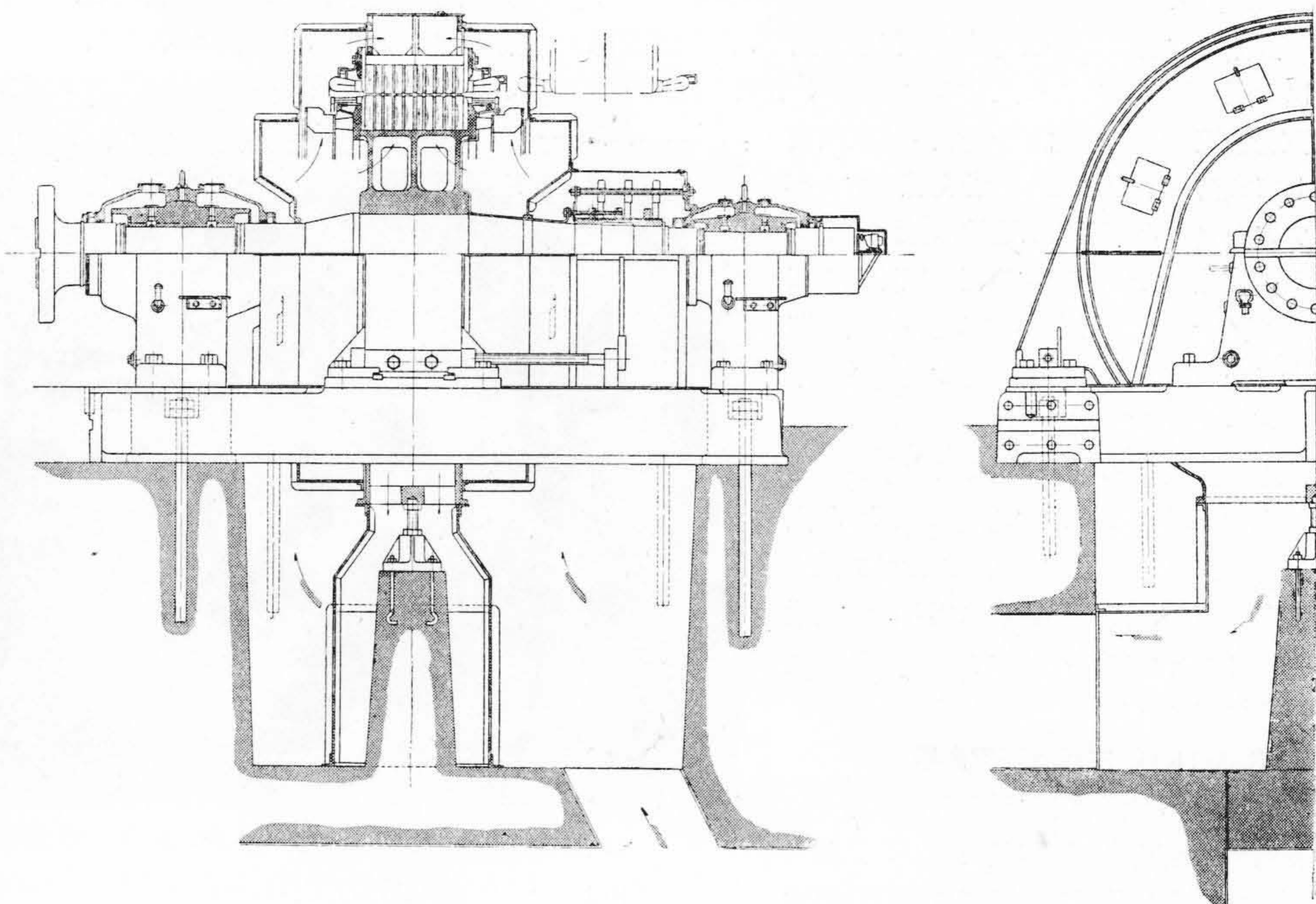
各部に塵埃のつくのを防ぐため、集電環カバーを設け清浄された空気を集電環部分に取入れ、集電環を冷却し又塵埃を吹き飛ばしながら上部の通風孔より室内へ放出す

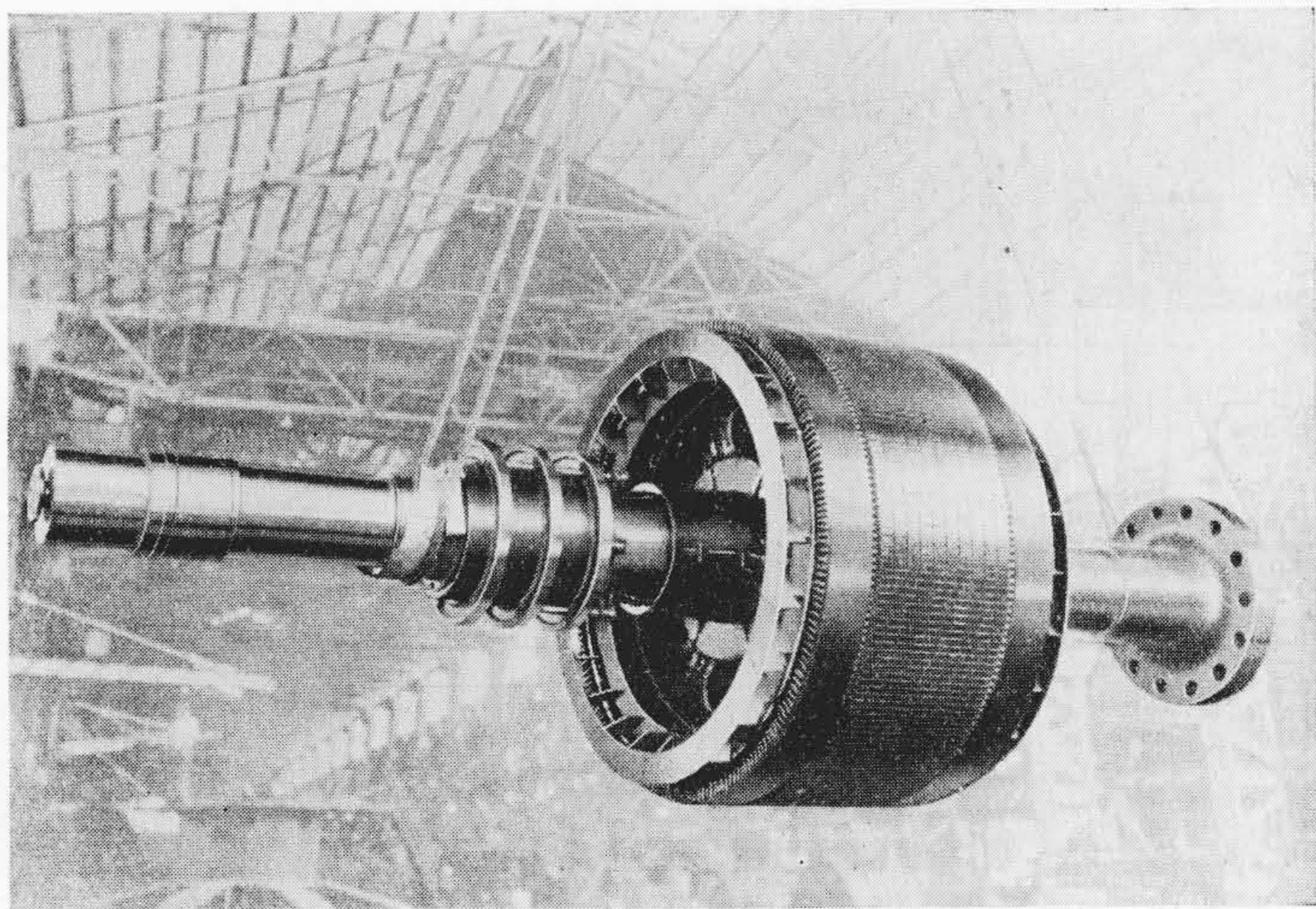
第 21 圖 3,000 kW 誘導電動機固定子
Fig. 21. Stator of 3,000 kW Induction
Motor



第 20 圖
イルグナー 變
流機用 3,000
kW 誘導電動
機構造圖

Fig. 20.
Construction
of 3,000 kW
Induction
Motor for,
Ilgner
Converter





第22圖 3,000 kW 誘導電動機回轉子
Fig. 22. Rotor of 3,000 kW Induction Motor

る構造にした。

刷子は金屬黒鉛刷子として最も特性の良い MH-33 を使用した。

刷子保持器は黃銅製で、刷子の動搖に對し十分考慮したバネ特性を有するもので、刷子の磨耗に應じてバネの壓力を加減し得るものである。尙集電環の磨耗に應じ刷子保持器の位置も加減し得る構造になつてゐる。

軸受は直流發電機と同一構造のもので強制給油方式を採用し、その上油環給油方式を併用してある。

軸受には棒狀溫度計を設け、溫度繼電器も設置し過熱した場合警報を鳴らして直ちに停止させる様にしてある。尙油漏洩に特に意を用い、二段三段に油切り裝置を設けた。

軸電流防止裝置として直流機と同様に軸受臺に絶縁せられざる刷子保持器を設け、この刷子を軸面に滑らせる構造を採用した。この裝置は軸受臺を絶縁する等の方法に比し極めて簡単な構造でしかも軸電流防止効果の大なるものである。

本機は反直結側も軸端を出してあるが、この部分に回轉計發電機を齒車にて驅動する裝置が設けてある。

3. 蓄勢輪裝置

蓄勢輪は 135,000 HP-sec と云う巨大な勢力を蓄えて、直流發電機に過負荷がかかつた時に速應滑り調整器の動作により誘導電動機の滑りを増さしめ蓄勢輪より勢力を直流發電機に與え誘導電動機の入力電流を略一定にするもので、第23圖は蓄勢輪の外観を示し、第24圖（次頁参照）は本裝置の全體構造を示すものである。

(A) 蓄勢輪

蓄勢輪は運轉中全速で回轉させるだけでも内周附近に

於ける應力は相當高くなり、又直流發電機の過負荷時に於ては所要勢力は大部分蓄勢輪より出さねばならないので、運轉時に於ても相當の締付を要し、この場合の應力は非常に大きくなる。この大きな應力に完全に耐えるために鍛鋼品を採用したので強度は高く、材質均一で鑄巢の恐れ等は全然なく、又構造は一個の超大型の圓板に過ぎないから簡単なもので、極めて信程度の高いものである。

尙本機は組立後嚴密な回轉平衡試験を行い、25% の過速度試験も行つたが、全然異狀は認められなかつた。

本機は運轉中相當な風を起すのでカバーにより覆つたが、内部に熱を發するのを防ぐため、カバーの側面に通風孔を設け、蓄勢輪のファン効果により風をこの

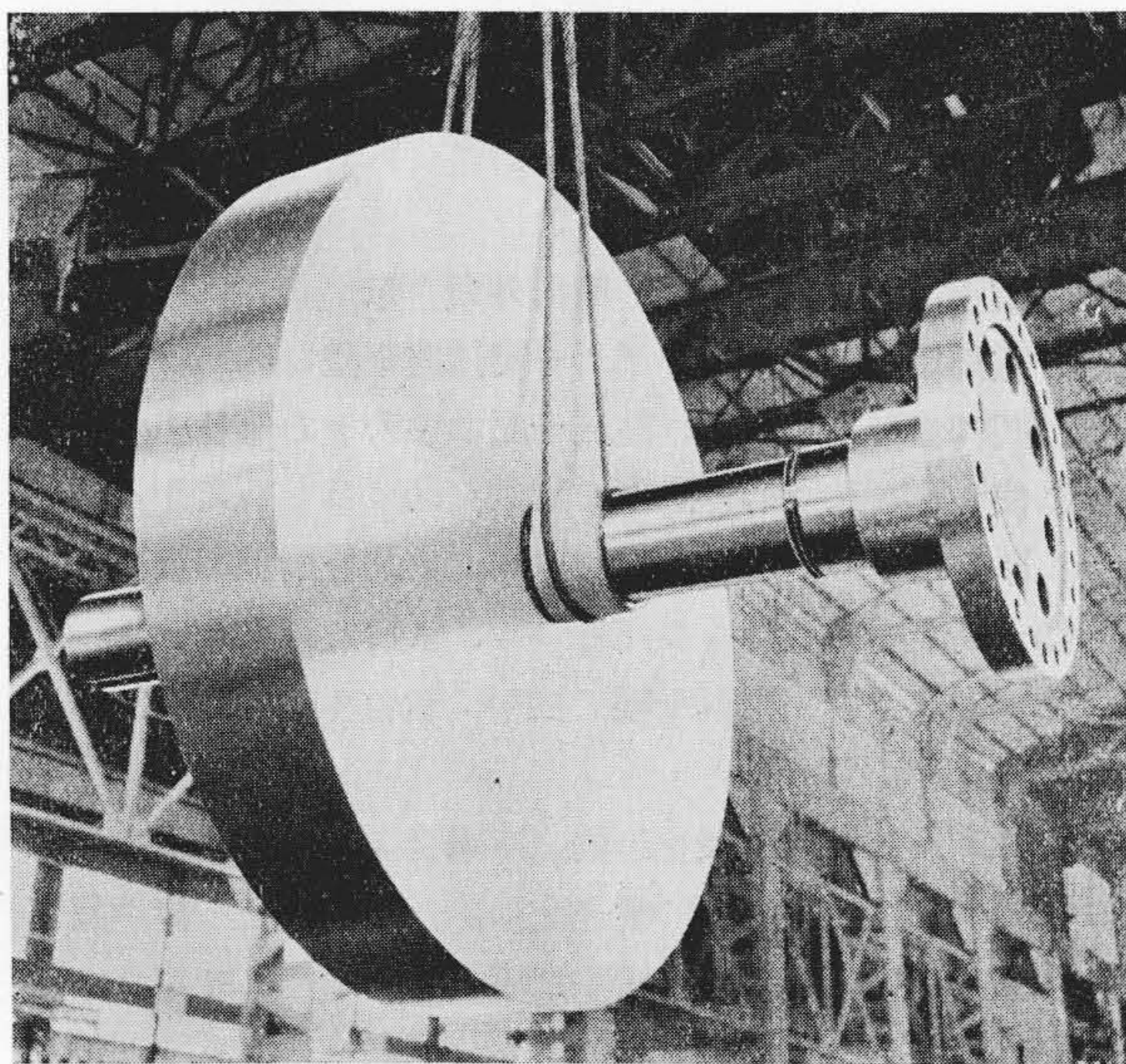
孔より吸込みカバーの下部より排氣風道に放出する構造にした。

本機は電動機と同一構造の軸受二個にて支持せられ次に記す接手により直流發電機に連結される。

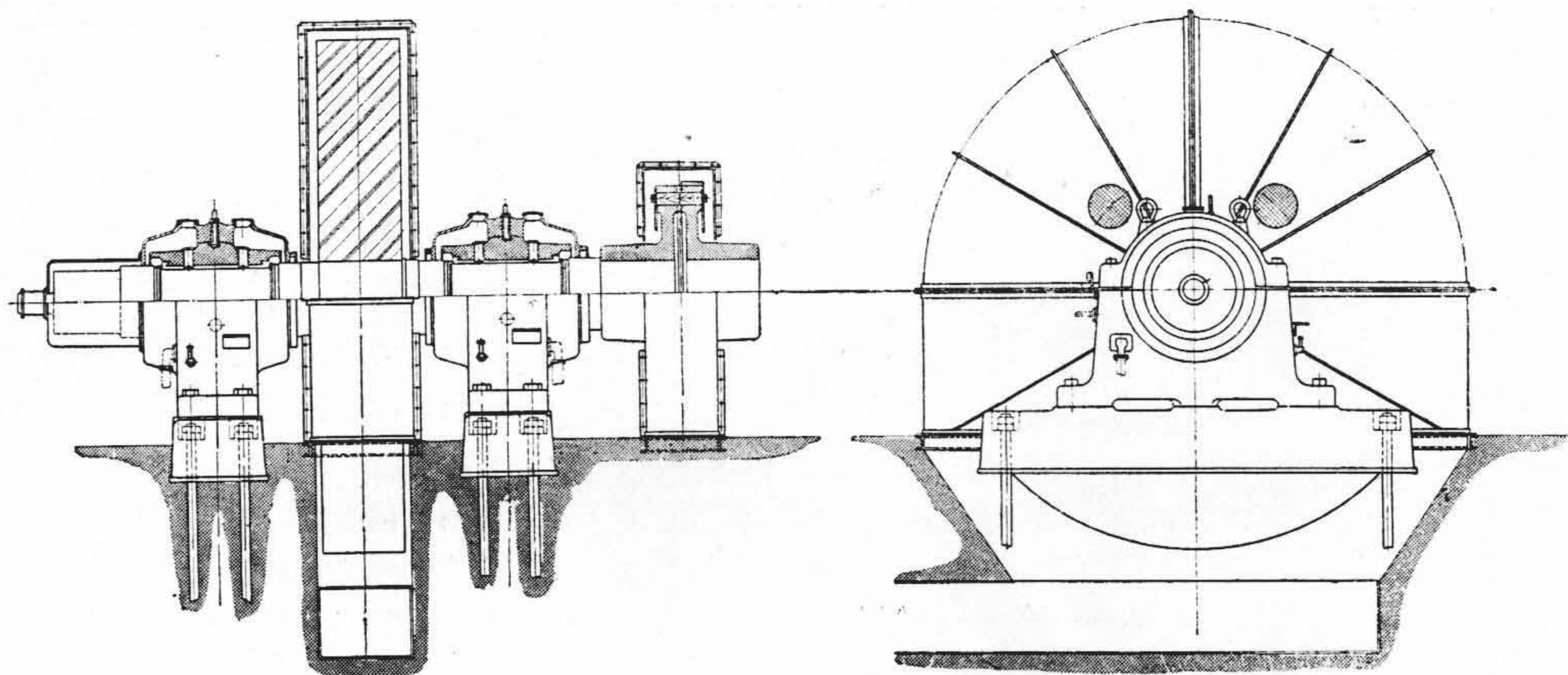
(B) 接手

本接手は木製ピンにより力を傳達する一種の可撓接手である。この木製ピンは何等かの事故により急激に危險回轉力がかかつた場合に切斷されるもので、一種の安全裝置として機械を保護するものである。

接手の直流發電機側の外周には齒車を切つてあり、電動始動裝置と噛合せる構造になつてゐる。

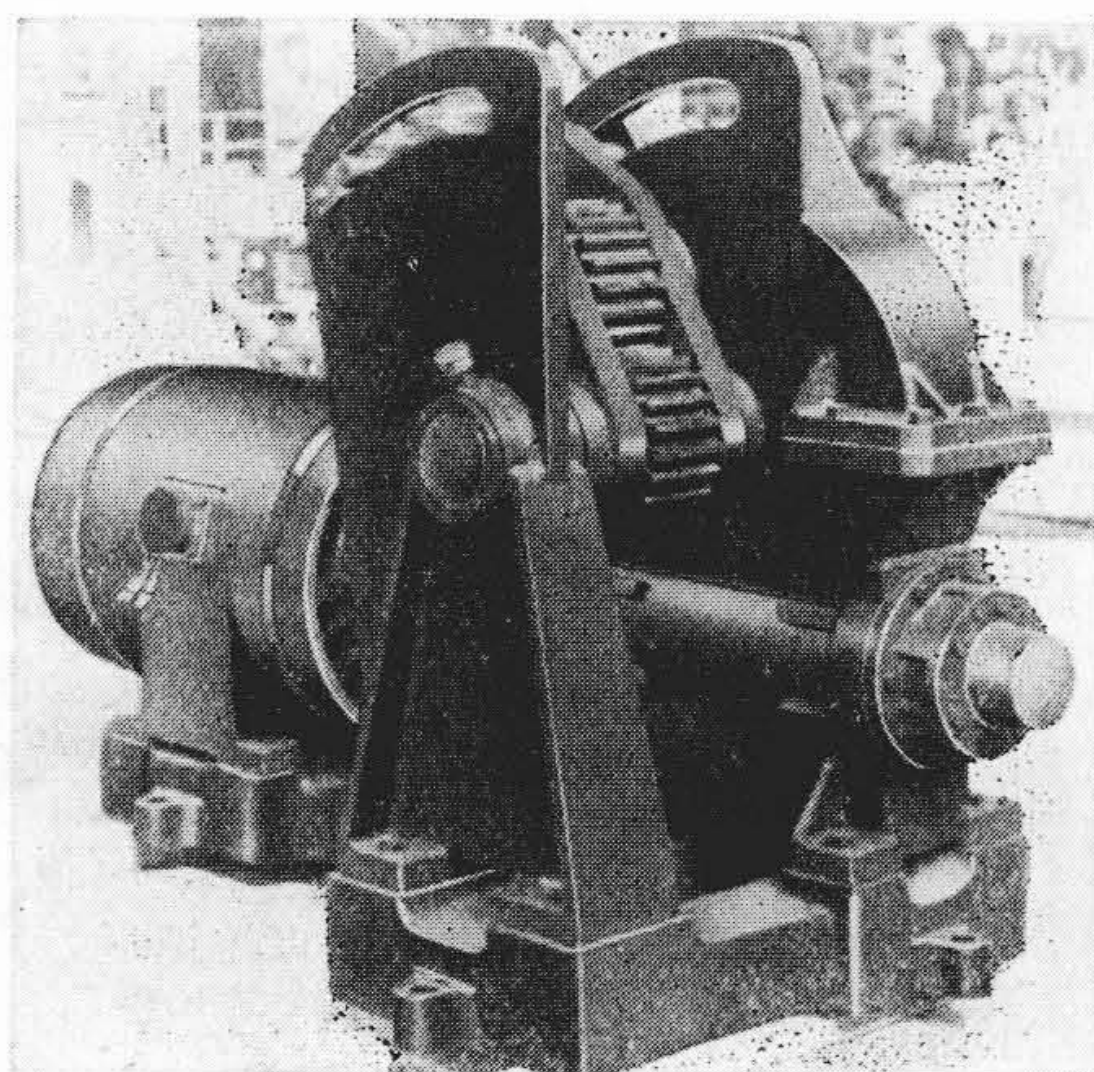


第23圖 4,000 kW イルグナー變流機用蓄勢輪
Fig. 23. Fly Wheel for 4,000 kW Ilgner Converter



第 24 圖 4,000.kW イルグナー変流機用蓄勢輪構造圖

Fig. 24. Construction of Fly Wheel for 4,000 kW Ilgner Converter



第 25 圖 イルグナー変流機用電動始動装置

Fig. 25. Barring Gear Set for Ilgner Converter

4. 電動始動装置

電動始動装置は第 25 圖に外觀を示す。

電動始動装置はイルグナー変流機全體を約 3 r. p. m. で回轉させるもので、整流子面の手入その他各部の點檢に使われ、又誘導電動機の起動を助けるものである。

原動機は 30 kW 900 r. p. m. 全閉外扇型二重籠形回轉子高回轉力型のものであつて、原動力はウォーム一段にて減速し中間齒車を経て接手に噛合う操作齒車に傳達される。

イルグナー變流機を起動する場合には操作齒車を操作ハンドルで中間齒車に噛合せながら移動させて接手齒車に噛ませる。この場合接手齒車に良く噛込ませるために驅動用電動機の接手に設けられた微動ハンドルで調整して行ふ。次に驅動用電動機を起動すれば漸次イルグナー變流機は起動し始め、驅動用電動機が全速となれば、變

流機は約 3 r. p. m. で回轉する。

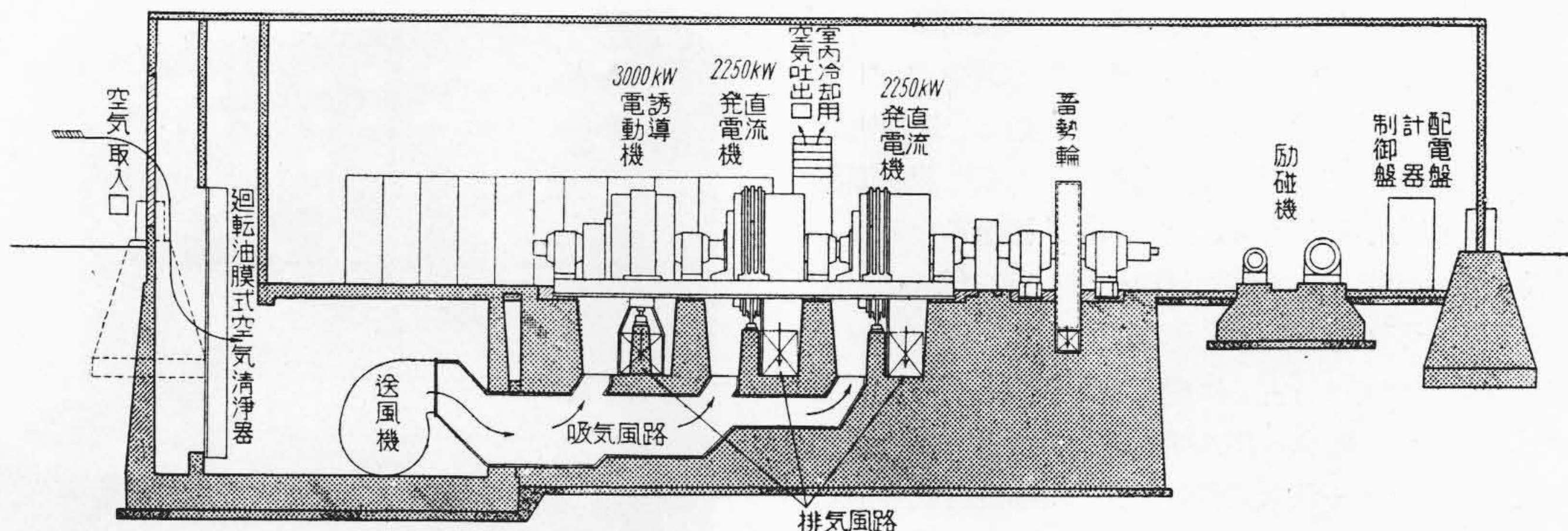
この状態で主誘導電動機を起動すると直ちに接手齒車の速度が始動装置操作齒車より速く回轉しようとするので力の傳達方向は逆となり今まで始動装置用電動機が電動機として動作していたのが發電機として動作する。この力の傳達方向の逆轉を利用して、始動装置の操作齒車をはね返らせて自動的に主機との連結を斷つ様な構造にしてある。尙このはね返つた場合に戻らぬ様に操作ハンドル部分に戻り止め装置を設けてある。

本装置は動作に衝撃を受けるので各部の強度は極めて頑丈にしてあり、齒車ケース、齒車支え等は厚鋼板を電氣熔接したもので、大なる衝撃にも耐えられる様にしてある。

本装置は發電機整流子面の手入、軸受の調整等各部點檢にも用いるもので、主誘導電動機の起動に對しては別に本装置が無くても行えるものであるから主機の起動には一々本装置を用いなくて良い様になつてゐる。

5. 通風冷却方式

壓延作業場は鐵塵が豫想以上に多く、室温は非常に高く夏季に於ては 40°C を超過することも少なくない。斯かる場所で苛酷な運轉を續ける電氣機械に對しては、通風冷却及び空氣清淨に關して十分な考慮を要する。其の方法は従來は送風機により室外から冷却空氣を機内に吹込んで室内に排出するか、或いは電機室を密閉して冷却器を設け冷却風を室内で再循環させる方式が採られて來たが、前者は室内温度の上昇する缺點があり、後者は完全な方法ではあるが多額の建設費と多量の冷却水を要する等の缺點がある。本設備は此種大型機としては新機軸である閉鎖通風方式を採用した。即ち第 26 圖(次頁參照)に示す様に室外の空氣を空氣取入口より入れ、空氣清淨器で鐵塵其の他を取除いた後、2 臺の送風機で空氣通路を



第 26 圖 イルグナー 變流機 冷却方式 説明圖

Fig. 26. Ventilating System for Ilgner Converter Set

經て夫々主電動機及びイルグナー變流機に吹込む。此等の冷却空氣は再び排氣通路に放出され室外に導かれる。

主電動機及びイルグナー變流機用發電機共機内の通風方向は反整流子側より整流子側に向つて通し刷子炭素粉の侵入を防ぎ、整流子側のカバーは前掲寫眞の如く有機ガラス製とし、監視及び保守點檢の便を計つた。

誘導電動機も同様に冷却風を吸氣風道より電動機床下のピットを経て電動機固定子兩側のエンドカバーより電動機内に押し込み、固定子、回轉子の鐵心、線輪を冷却した後、固定子枠の周圍より固定子下部に接續された排氣風道に放出する構造に成つてゐる。尚線輪端部は特に良

く冷却するため回轉子に冷却用ファンが設けてある。集電環部分も塵埃のたまらぬ様に閉鎖型とし下部より清淨な空氣を導入して上部の通風窓より放出する。

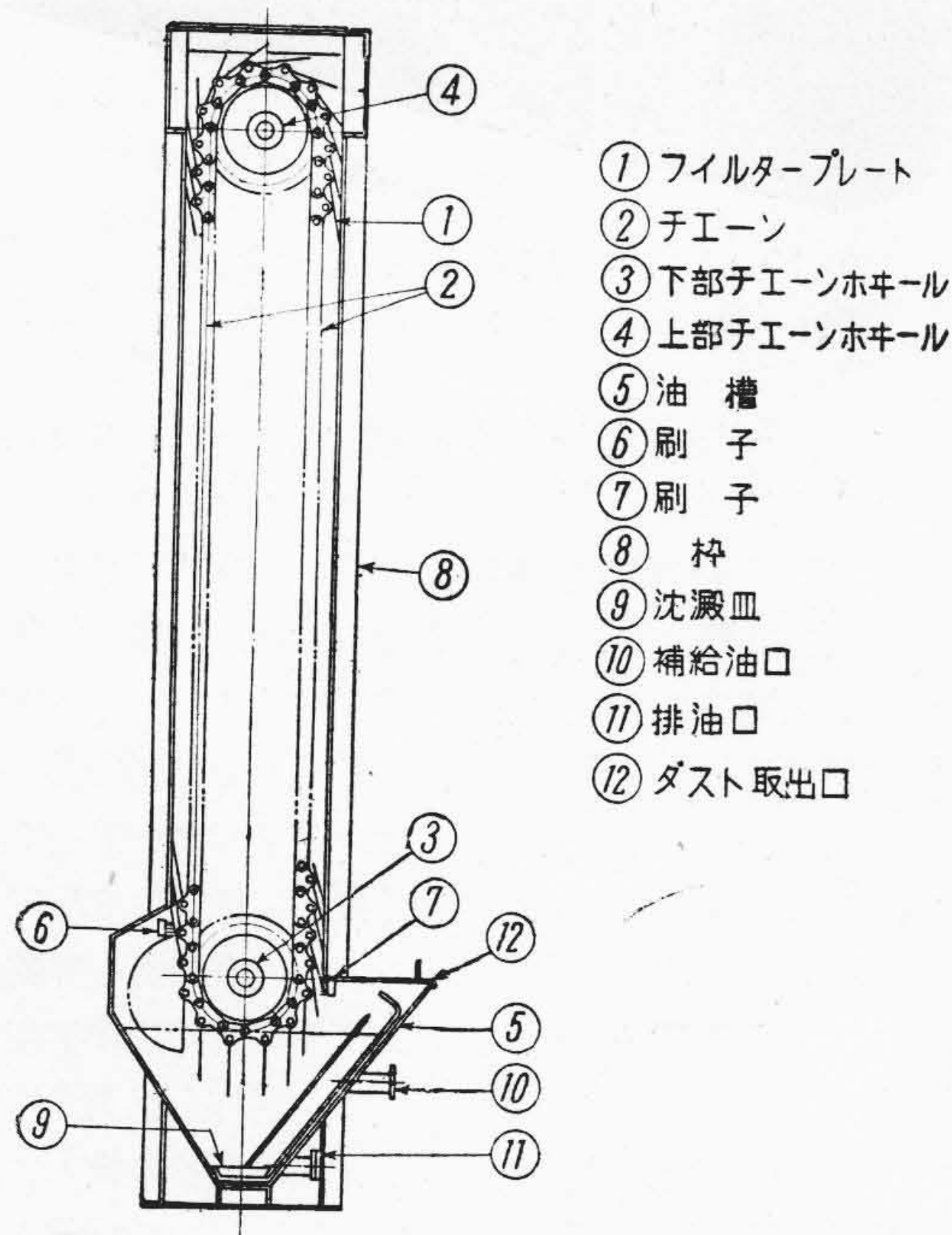
尚送風機により送り込まれた空氣の一部を室内冷却用におき室温調節を行わしめている。

空氣清淨器は主電動機、イルグナー變流機及び室内の補助裝置を冷却するに十分なる大なる空氣を清淨するもので、その構造は第 27 圖に示す様に電動回轉油膜式であつて、油膜を形成するフィルタープレートは小孔を無數に打抜いた鋼板を鍍戸狀に重ね、このフィルタープレートのカーテンを電動機により連續的に微速で回轉させ流通空氣中の塵埃を油膜にて除去するものである。空氣抵抗が低く、而も、收塵能率の高いことが特長である。

〔V〕 配電盤及び制御裝置

分塊壓延機用イルグナー設備に於ては大なる蓄勢輪を變流機軸に附加し、急激な負荷のかゝつた場合、之に蓄積された機械的エネルギーを滑り調整器の動作と相俟つて吐出し、尖頭負荷の一部を分擔させ、輕負荷の場合は蓄勢輪にエネルギーを蓄えるもので急激負荷による影響を直接電源に及ぼす事なく、且つ誘導電動機の容量をも比較的小ならしめる利點がある。

今回納入の 4,000 kW イルグナー電氣設備も加速減速正轉逆轉が頻繁で、常時 200 % 以上の尖頭負荷がかゝり、冷却鋼塊が壓延機に噛み込まれた場合は 250 % 程度の最も苛酷なものとなる。又全パス回数 19 回の中ミル電動機の定格回轉數たる 100r. p. m. まで速度が上昇することは最終の 1~2 回に過ぎない。その他のパスに於ては加速の途中に於て、鋼塊がロール機を離れるや否や急速に減速し續いて逆轉を始める。斯くの如くその作業の殆んどの時間が、ミル電動機の加速減速に費されるものに於ては、作業能率向上の點から、この時間の短縮が十二分に考慮されなければならない。これが爲には電動



第 27 圖 空氣清淨機の構造

Fig. 27. Construction of Air Filter

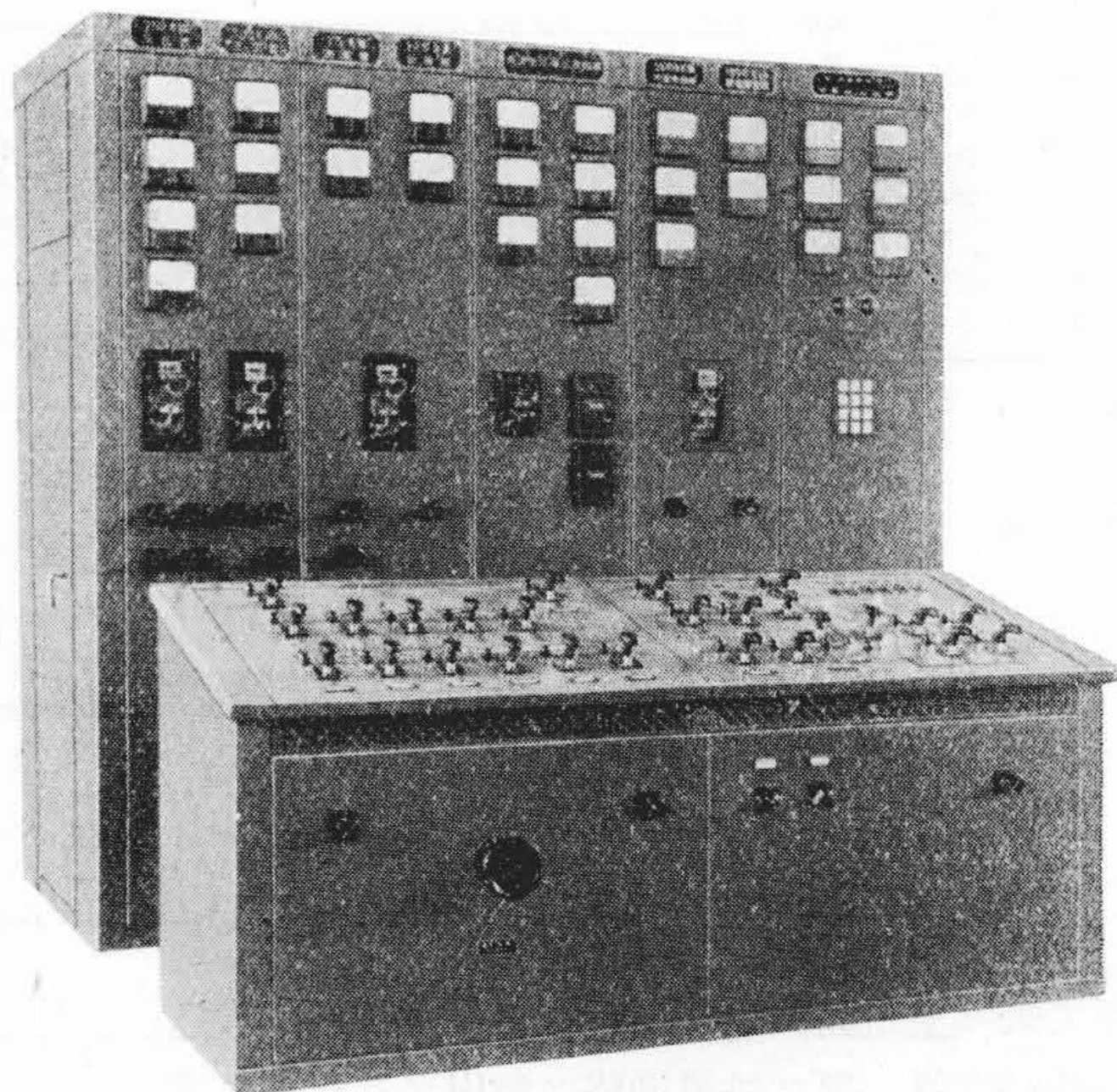
機回轉部の機械的慣性を減ずると共に、界磁回路の時定数を減ずる必要がある。機械的慣性は勿論減少するよう十分考慮したが、發電機界磁回路の時定数は、勵磁機容量を大とし界磁回路に大きな直列抵抗を挿入し界磁回路の時定数を極力小としても、尙この種大型機になると、相當時定数は大きく、急速な界磁制御を行う爲には、オーバーシュテングを行わざるを得ない。オーバーシュテングの方法としては、古くは繼電器を使用した方式が採用されていたが、昭和8年八幡製鐵株式會社へ納入した7,000 HP イルグナー電氣設備に於ては、事故發生の恐れある繼電器を使用せず、簡単な回路で抵抗器を使用した饋還制御が行われ、時定数短縮に好結果を得た⁽⁹⁾。今回は更にオーバーシュテングの効果をあげる爲、増幅回轉機 HTD を使用し、饋還制御による制御系の時定数を短縮することにした。更に HTD と、特殊勵磁機との組合せにより、全速度制御期間を通じて電動機負荷電流を最高加速電流で加速減速を行い、それ以上の電流値にならないとするとときは、電流制限を行い又最高加速電流以内では、電動機の内部抵抗降下並びに外部電線による電壓降下の補償を行い、運轉の巧拙には無關係に常に十分な加速減速効果を發揮出来る様に考慮した。HTD は増巾性が高いがダンピングトランスを使用し容易に亂調を防止する事が出来た。

イルグナー變流器及び力率改善用靜電蓄電器の電源は何れも 6,300 V 60 サイクルの三相交流で、勵磁機用電動機送風機用電動機は變壓器を介し 3,300 V 60 サイクルを使用其の他の補助電動機は低壓 200 V 60 サイクル電源より給電されている。これらの電動機はすべて電機室の机型操作盤により一括して操作出来、計器類は自立型配電盤に一纏めとし装置全體の監視に便利ならしめた。

ミル電動機及びイルグナー發電機の操作は所謂主幹制御方式であつて、正逆運轉並びに速度調整を輕快に行う事が出来る。主幹制御器は壓延現場の運轉室に設置し、主電動機速度制御に直接必要な信號裝置計器類主回路用氣中遮斷器の開閉用操作開閉器及び其の信號灯は小型の机型操作盤に取付けこれも運轉室に設置してあるので實際運轉上甚だ便利である。又 HTD 使用のため從來速度制御に要した繼電器類が一切不要となり小電流の制御を以て大容量のミル電動機速度を制御出来るので、制御裝置が極めて小型簡單なものとなつた。

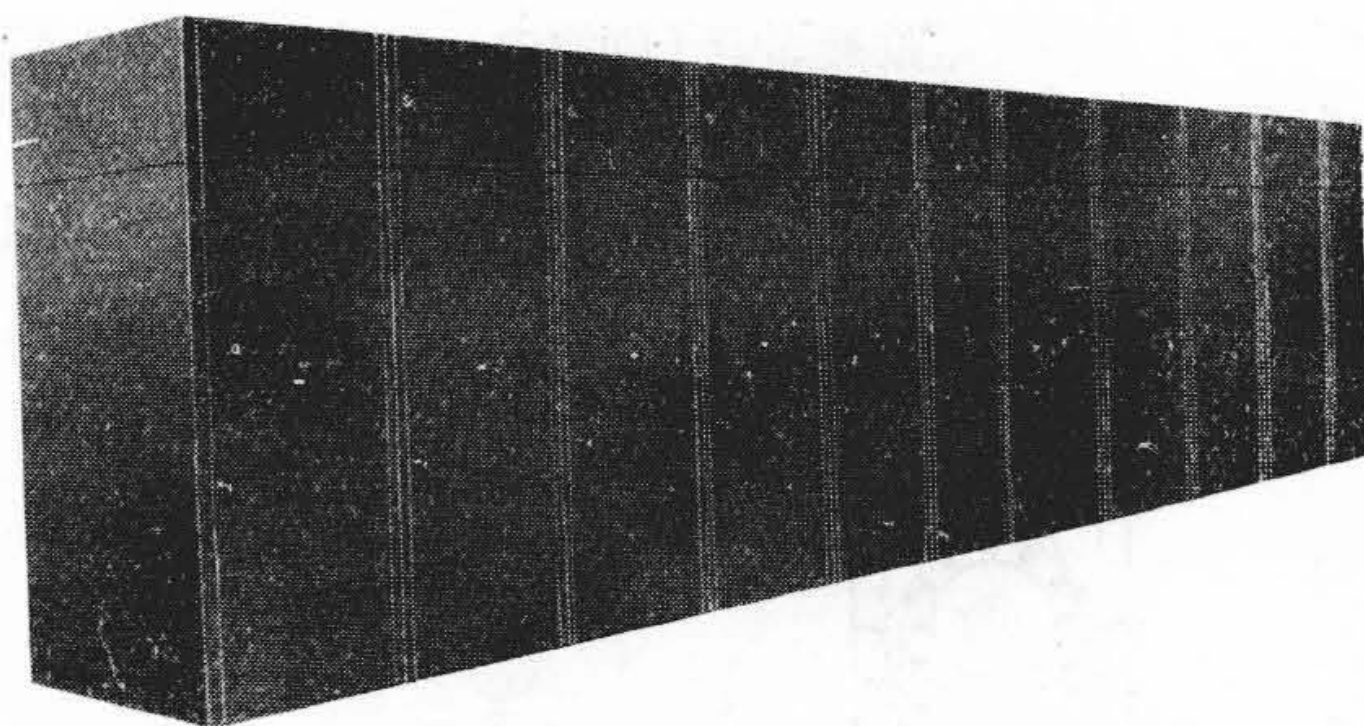
1. 受電設備及び配電盤

配電盤は交流高壓側、低壓側及び直流側より成る。交流高壓側は又 6,300 V, 3,300 V に分けられる。6,300 V 用はイルグナー變流機、力率改善用靜電蓄電器及び 3,300 V 又は 200 V 遞降用變壓器の一次側開閉裝置で、3,300 V 用は勵磁機驅動用電動機、送風機用電動機の開閉裝置



第28圖 EF型計器盤及びBD型操作机盤
(電機室設置用)

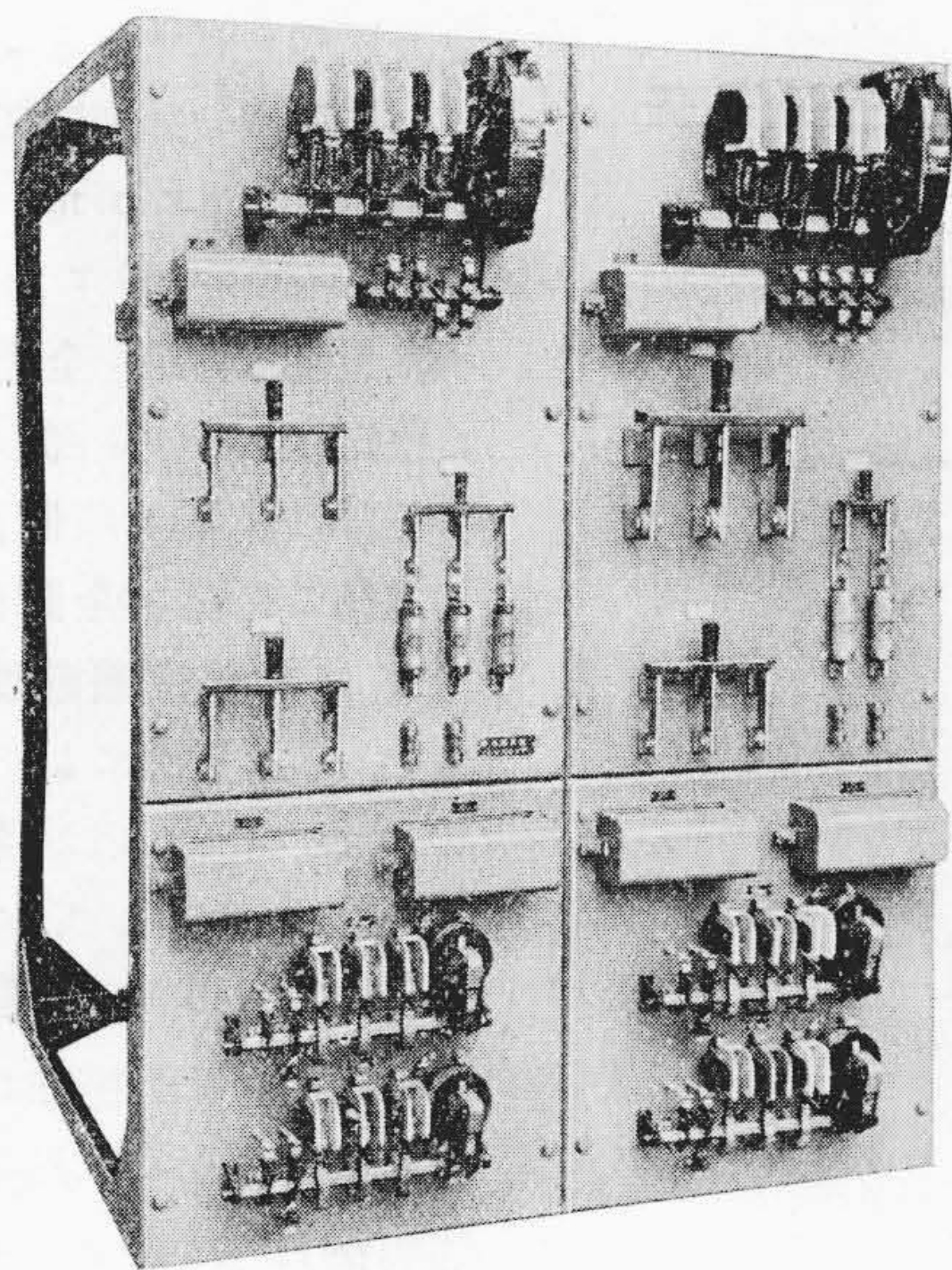
Fig. 28. Type EF Meter Board and
Type BD Operating Bench Board



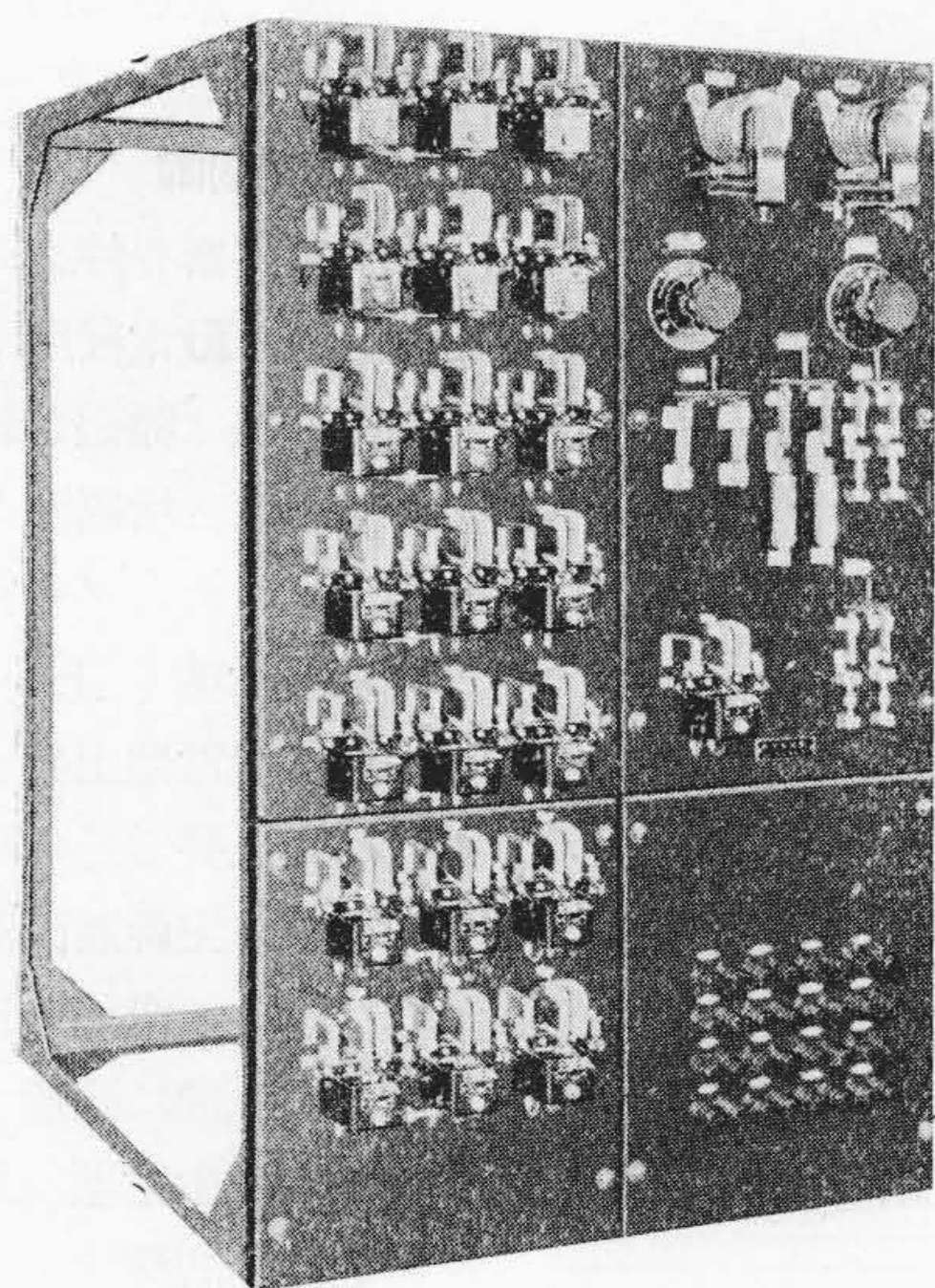
第29圖 油入遮斷器用閉鎖配電盤

Fig. 29. Cubicles for Oil Circuit Breakers

である。油入遮斷器は 6,300 V 回路用はすべて SYG 25 型 (遮斷容量 250,000 kVA) 3,300 V 回路に對してはすべて SYG 15 型 (遮斷容量 150,000 kVA) を使用している。計器類は一括 EF 型自立配電盤に裝備し、操作開閉器、運轉室との信號裝置、警報裝置はこれも一括机型操作盤に裝備し、EF 型自立配電盤の前方に設置し監視と操作に便ならしめている、油入遮斷器は全部閉鎖配電盤に納め、室の一隅に取纏め設置し、保守點檢配線の節約に便ならしめた。尙別にイルグナー變流器の制動停止用として R 型電磁操作式油入遮斷器も前記閉鎖型配電盤に納め、室の一隅に設置した。この操作も机型操作盤より操作出来る様になつている。油入遮斷器の投入は直流 220 V 引外しは 48 V によるものとしたが、投入引外し共グラインバー水銀整流器を以てし、グラインバー故障の場合は自動的に所内電源 220 V に切換え引外し

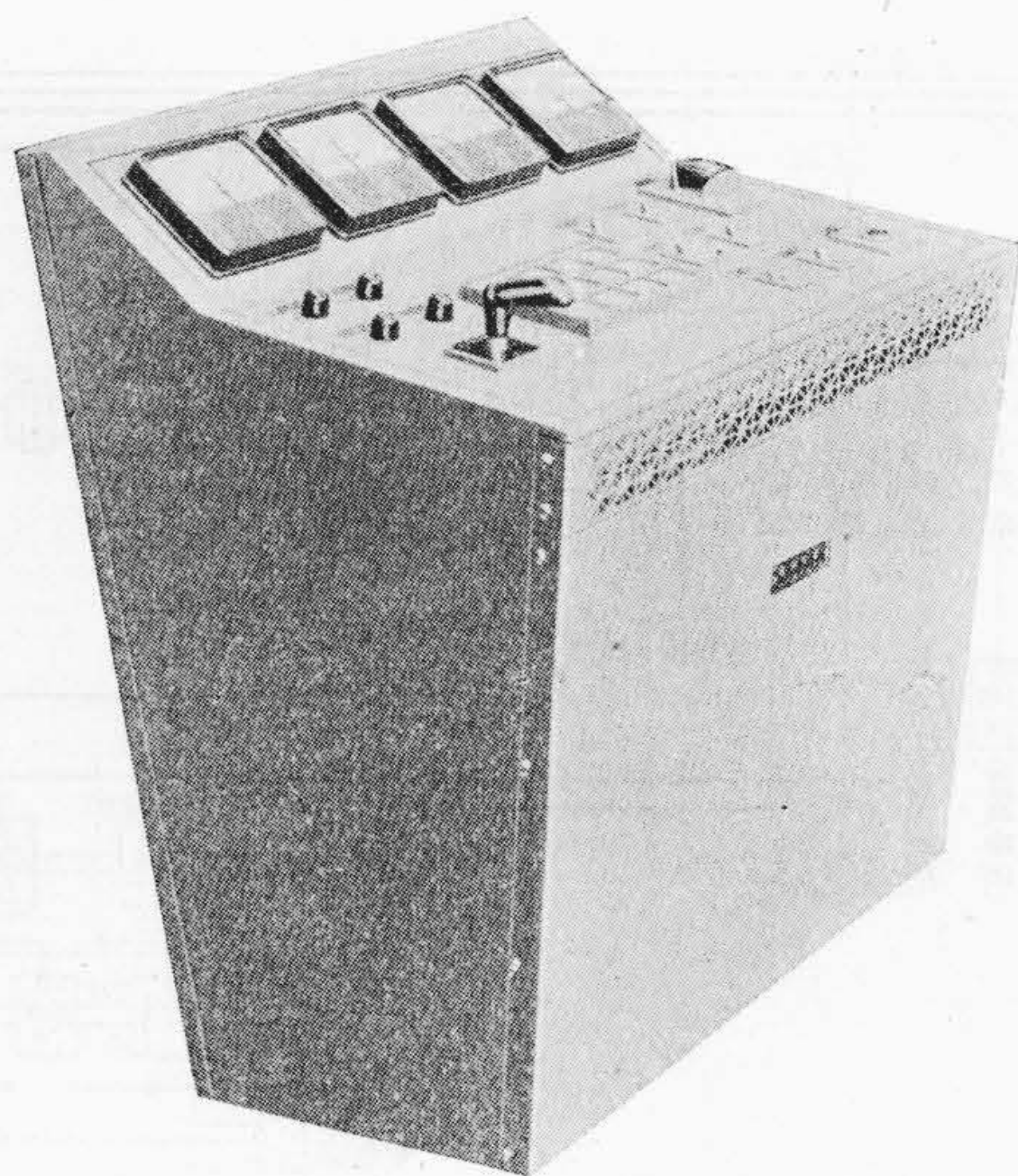


第30圖 交流低壓配電盤
Fig. 30. A.C. Low Voltage Panel



第31圖 レオナード配電盤
Fig. 31. Leonard Controlling Panel

は蓄電池を使用する様にした。交流低速側配電盤は HTD 又は特殊勵磁機驅動用電動機、自動滑り調整器冷却水循環用ポンプ、潤滑油ポンプ、イルグナー變流機起動用パーリングギヤー電動機、回轉油膜式空氣清淨機用電動機其の他スペースヒーター用に使用するもので、前記机型操作盤により操作出来る。パーリングギヤー用のみはその操作の性質上現場に於ても操作出来る様にした。直流側配電盤は主回路電流計、電壓計、イルグナー

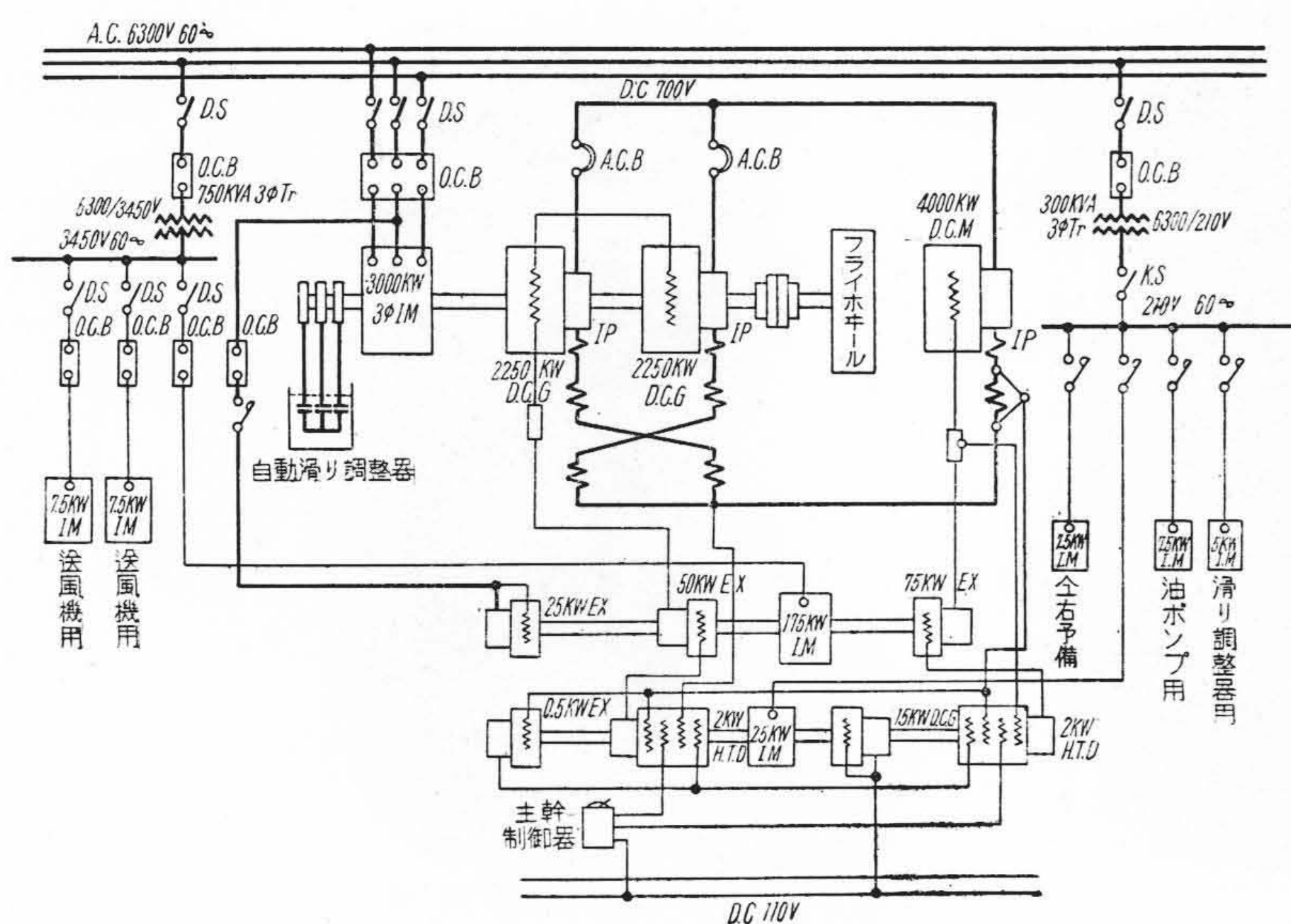


第32圖 現場設置机型操作盤
Fig. 32. The Controlling Desk Board
in Operating Room

變流機及びミル電動機用速度計、高速度遮斷器及び氣中遮斷器の開閉表示灯よりなるがこれらはすべて前記 EF 型自立配電盤として纏めた。又ミル電動機速度制御用レオナード盤は、正轉逆轉用接觸器、電壓制御界磁制御用接觸器、寸動運轉用接觸器、電動機界磁用繼電器、各種勵磁機電源用双形開閉器を備えている。又現場運轉室設備の小型机型操作盤はミル電動機速度制御に直接必要な、電機室との信號裝置、故障警報裝置、レオナード主回路電流計電壓計イルグナー變流機及びミル電動機速度計、氣中遮斷器の操作開閉器及び開閉表示灯等を備えている。第 28 圖は EF 型自立配電盤及び電機室設置机型操作盤。第 29 圖は油入遮斷器用閉鎖配電盤。第 30 圖は交流低壓配電盤。第 31 圖は直流レオナード制御盤。第 32 圖は現場運轉室設置小型机型操作盤を示す。

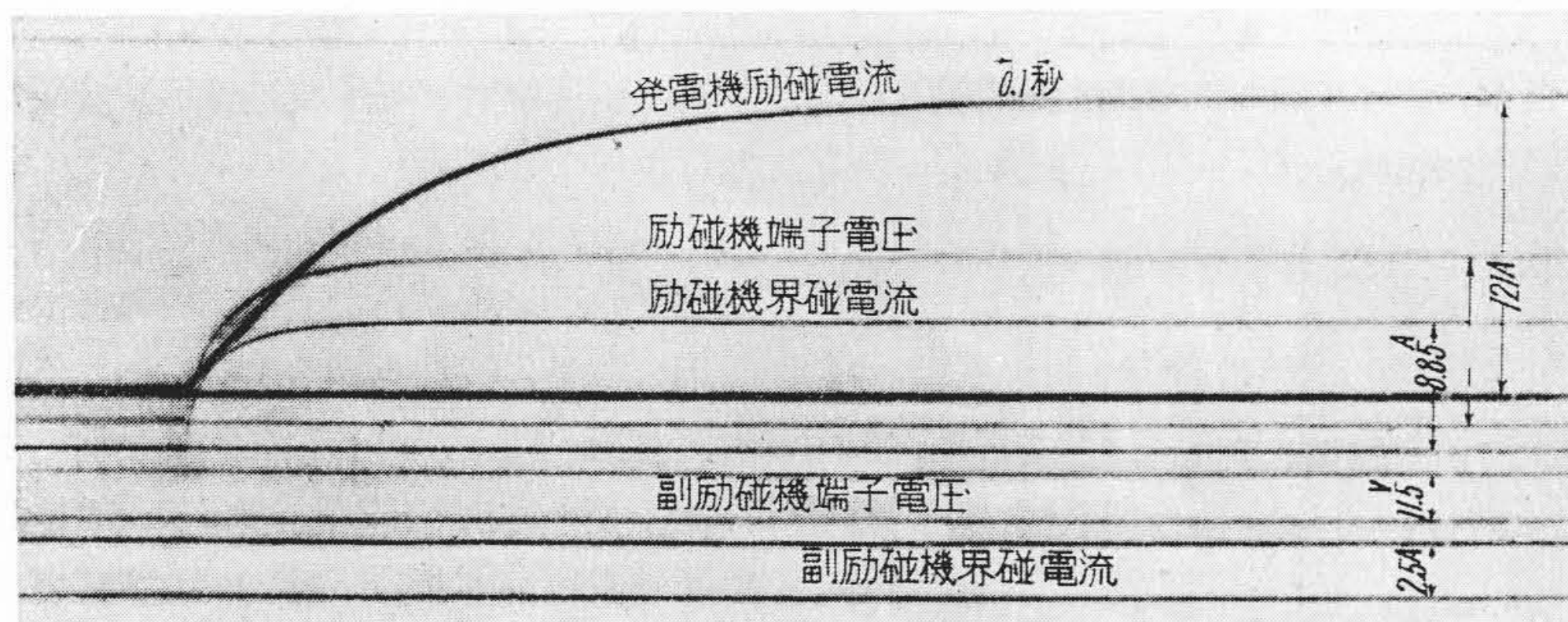
2. 主電動機速度制御方式

第 33 圖は本裝置の概略結線圖で結線圖上に示されたる如く、發電機は 2 臺並列とし負荷が不平衡にかゝらぬ様に和動直卷線輪差動直卷線輪を以て互いに交叉接續を行つている。2 臺の發電機界磁を直列に結び 50 kW 勵磁機により勵磁している。50 kW の勵磁機容量はこの 2 臺の發電機に對し一般のものより大きいが、如何に高能率の増幅回轉機を使用しオーバershootingを行つても、發電機界磁回路の時定數が大きければ制御系全體の時定數を短縮する事は困難である。依つて與えられた壓延機のデユテイサイクルと發電機及び電動機容量より脱み合せ可能の範圍に勵磁機容量を大にしたのである。後述の試験結果よりも判る様に極めて優秀な成績が得られ



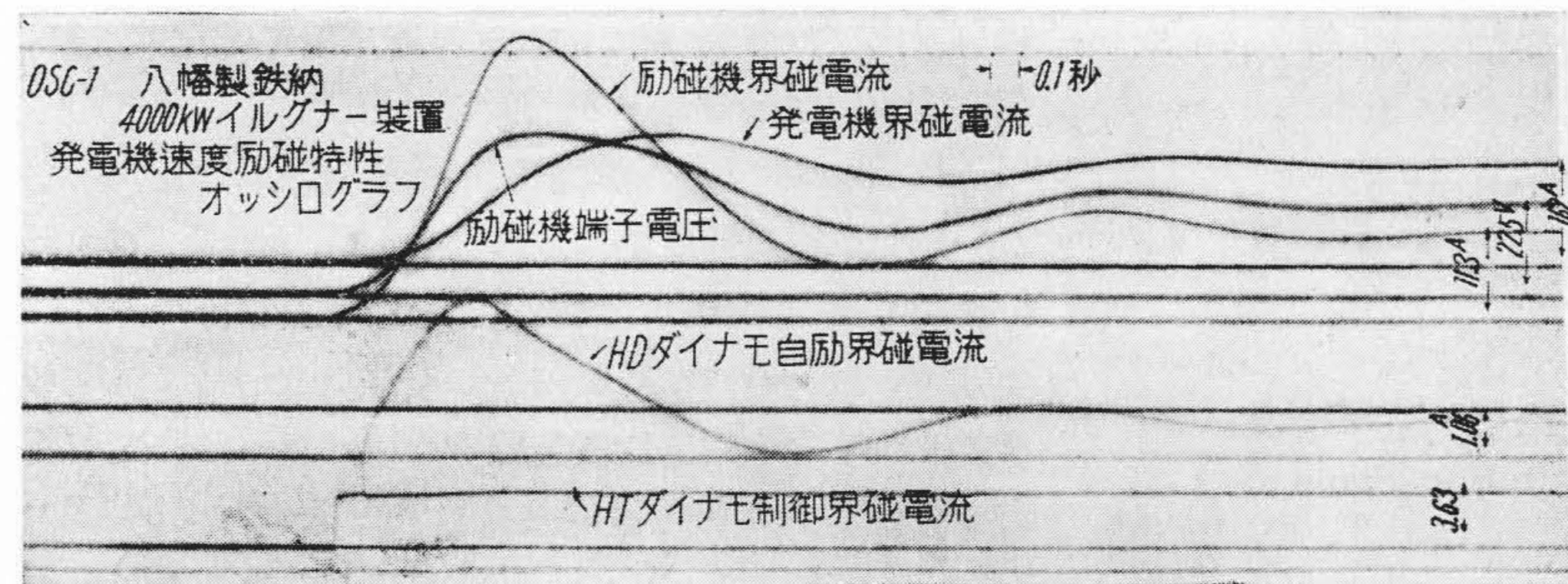
第 33 圖 イルグナー装置概略結線図

Fig. 33. Schematic Connection Diagram of Ilgner Set



第 34 圖 急速勵磁を用いない場合の主発電機勵磁電流の上昇

Fig. 34. Increase of Main Generator Exciting Current — When Quick Excitation not Applied



第 35 圖 HTD による急速勵磁を行つた場合の主発電機勵磁電流の上昇

Fig. 35. Increase of Main Generator Exciting Current — When Quick Excitation by Means of HTD Applied

ている。この発電機用勵磁機は更に急速勵磁用増幅回轉機たる HTD により勵磁されている。HTD の制御界磁は 15 kW 定電壓勵磁機により制御抵抗を経て勵磁される。同様にミル電動機界磁も大容量 75 kW 勵磁機により勵磁され、75 kW 勵磁機は又急速勵磁用 HTD に

より勵磁されている。今回のミル電動機速度制御は正逆共零より 100 r. p. m. まで行いが、その中 50 r. p. m. までは電動機界磁を全勵磁のまま一定としておき即ち電動機界磁用 HTD の制御界磁は運轉に先立ち全勵磁を與えておき發電機電壓を變化させる電壓制御により行い、100 r. p. m. までは發電機の電壓を一定としておき、電動機界磁を弱める界磁制御により行う。電壓制御は主幹制御器正逆共 1~3 ノッチ、界磁制御は 4~6 ノッチである。各ノッチ共 HTD の制御界磁を變化させその即應性と相俟つて把手の動きに即應した速度を急速に出さしめる様動作する。

A. 電壓制御

主幹制御器を停止ノッチから進めると發電機用 HTD の制御界磁は勵磁されその大なる速應性と増幅性によりオーバーシュテングを行い急速に發電機電壓を上昇せしめる。發電機電壓上昇すれば饋還界磁も上昇しその平衡したところ即ち主幹制御器把手の操作によつて與えられた所定の電壓に急速に到達する。この發電機發生電壓に比例しミル電動機は回轉する。主幹制御器把手を停止ノッチまで戻すと發電機界磁は急速に弱められ發電機は電動機となり電動機は發電機となつて制動電流が流れミル電動機を停止せしめる様動作する。停止中

は HTD により殘留磁氣を打消して電流が流れないよう制御される。

(B) 界磁制御

主幹制御器を 4 ノッチより 6 ノッチまで進める間は發電機電壓は定格定壓一定のまま電動機速應勵磁用 HTD

の制御界磁は弱められ急速に電動機速度は上昇する。この場合の HTD の饋還界磁は電動機界磁回路の電流分をとつてある。主幹制御器を 6 ノッチより戻せば電動機界磁は強められ電壓制御の減速の場合と同様に電動機は發電機となり發電機は電動機となつて制動作用を行う。既に述べてある如く主發電機及び主電動機の界磁の電氣的定數は可成り大きく、兩者の勵磁機の時定數も亦無視し得ないから急速勵磁を用いない場合の界磁電流の上昇、降下は可成り緩慢になるのである。例えば HTD を用いないで、別の勵磁機に定電壓を發生させておき、主勵磁機の界磁回路を急に閉路した時の發電機界磁電流の上昇は第 34 圖に示す如くで、發電機電壓 700 V に相當する勵磁電流まで上昇するのに約 5 秒を要している。これに従つて主電動機の加速度も緩慢になるのである。HTD による急速勵磁を行い HTD の制御界磁電流を制御した時は第 35 圖に示す様に約 0.59 秒で最高電壓に相當する界磁電流まで上昇する。即ち 1/8 に短縮出来ることを示している。第 1 表は兩者を比較したものである。第 2 表は界磁制御速度上昇の場合の電動機界磁電流降下率と電動機速度が 50 r. p. m. より 100 r. p. m. に變化するに相當した界磁電流減少の時間である。

一般に、主電動機の GD^2 による機械的時定數は極めて小さいから、發電機電壓の上昇曲線を主電動機速度の上昇曲線と考えることが出来る。即ち、第 35 圖の場合平均加速度は 85 r. p. m./sec, 最大加速度は約 140 r. p. m./sec に達する。然し乍ら、茲に考慮すべきは、斯く加速度を極度に上げることは大なる加速回轉力を要し、徒らに尖頭負荷を増すことになるから、電動機の經濟的設計を考えて適當な加減速度を選定することが望ましい。本機の運轉條件は平均加速度は約 30 r. p. m./sec, 平均減速度は約 50 r. p. m./sec であるから上記數値は十分餘裕のある値である。加速度を下げた加速電流の尖頭値を 8,000 A に制限して試験した一例を示せば第 36 圖の如く、主幹制御器の始動時より最大速度に達する迄の時間は 1.5 sec で、平均加速度は 52.2 r. p. m./sec, 最大加速度は 120 r. p. m./sec であつた。減速の場合は、減速回轉力は壓延に要する回轉力と逆方向であるから電動機の所要回轉力、即ち、電動機電流は兩者の差になる。従つて發電機電壓の降下速度を高くして減速度を上げ得ることになる。減速、及び、逆轉試験は

第 1 表 電壓制御に於ける電動機界磁電流上昇度及び所要時間

Table 1. Maximum build up rate of motor field current and build up time

	H. T. D. を使用した場合	H. T. D. を使用しない場合
最大上昇率 A/sec.	334	114
123 A 迄の上昇時間 sec.	0.59	4.92

第 2 表 界磁制御に於ける電動機界磁電流降下率及び所要時間

Table 2. Maximum decrement rate of generator and decreasing current and build down time of field current

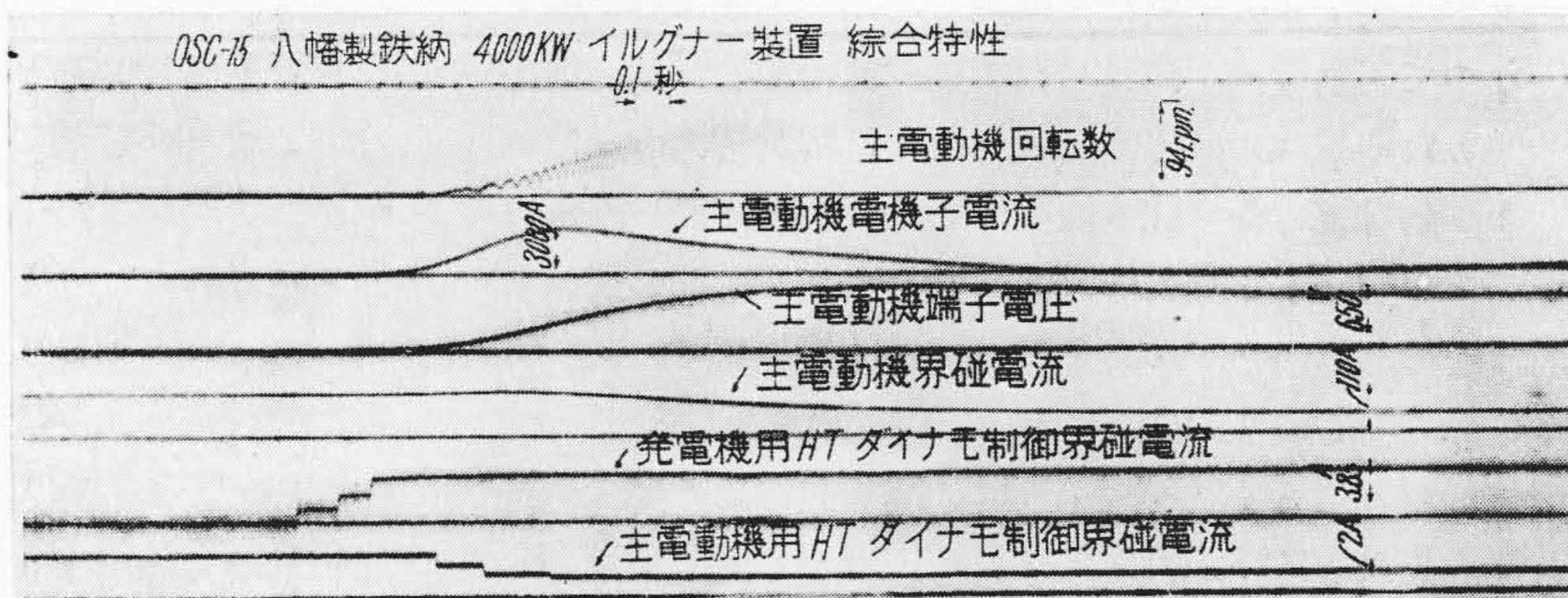
最大降下率 A/sec.	379
330 A から 90 A 迄の降下時間 sec.	0.9

何れも無負荷に於て行なわれたが所要の條件に對して十分餘裕のある結果を示している。

(C) 抵抗降下補償及び電流制御方式

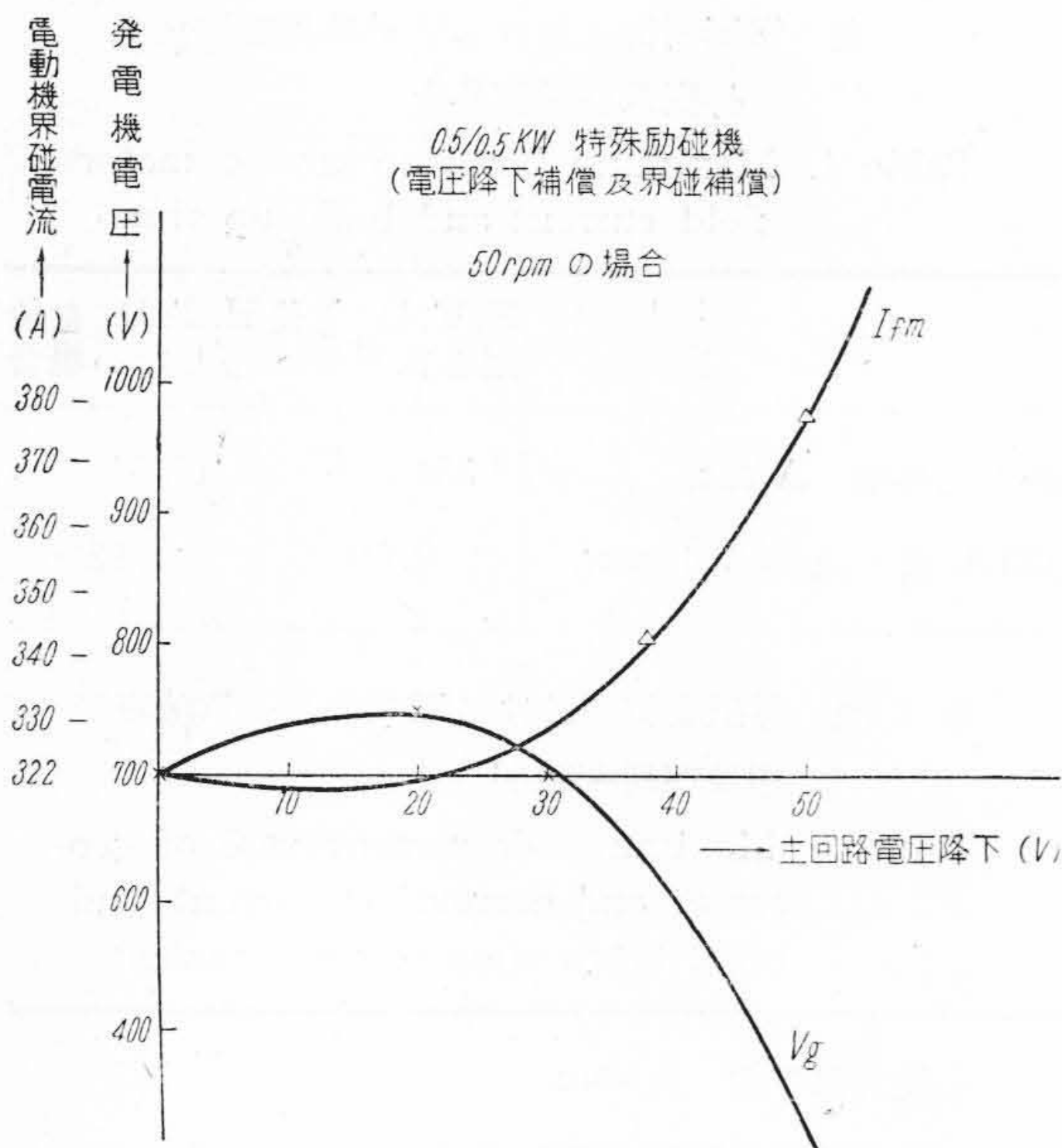
(i) 電壓制御の場合

主幹制御器を 3 ノッチ迄進める間では發電機電壓が急速に上昇し主回路に電動機加速電流を流すが、この加速電流は發電機電動機共整流其の他に悪影響を及ぼさない最高の加速電流が得られることが望ましいが主幹制御器把手を急速に進めれば HTD の速應性と増幅作用により過大電流にまで上昇し得る。これでは安心した速度制御は出来ないのであつて、如何に急速にノッチを進めても最大加速電流迄は急昇するがそれ以上は電流が自動的に制限されることが望ましい。然も最高加速電流までは主回路電流による電壓降下の補償を行い電動機速度降下を防止しなければならない。本



第 36 圖 電動機加速試験に於ける速度上昇曲線

Fig. 36. Acceleration Curve obtained by the Motor Acceleration Test



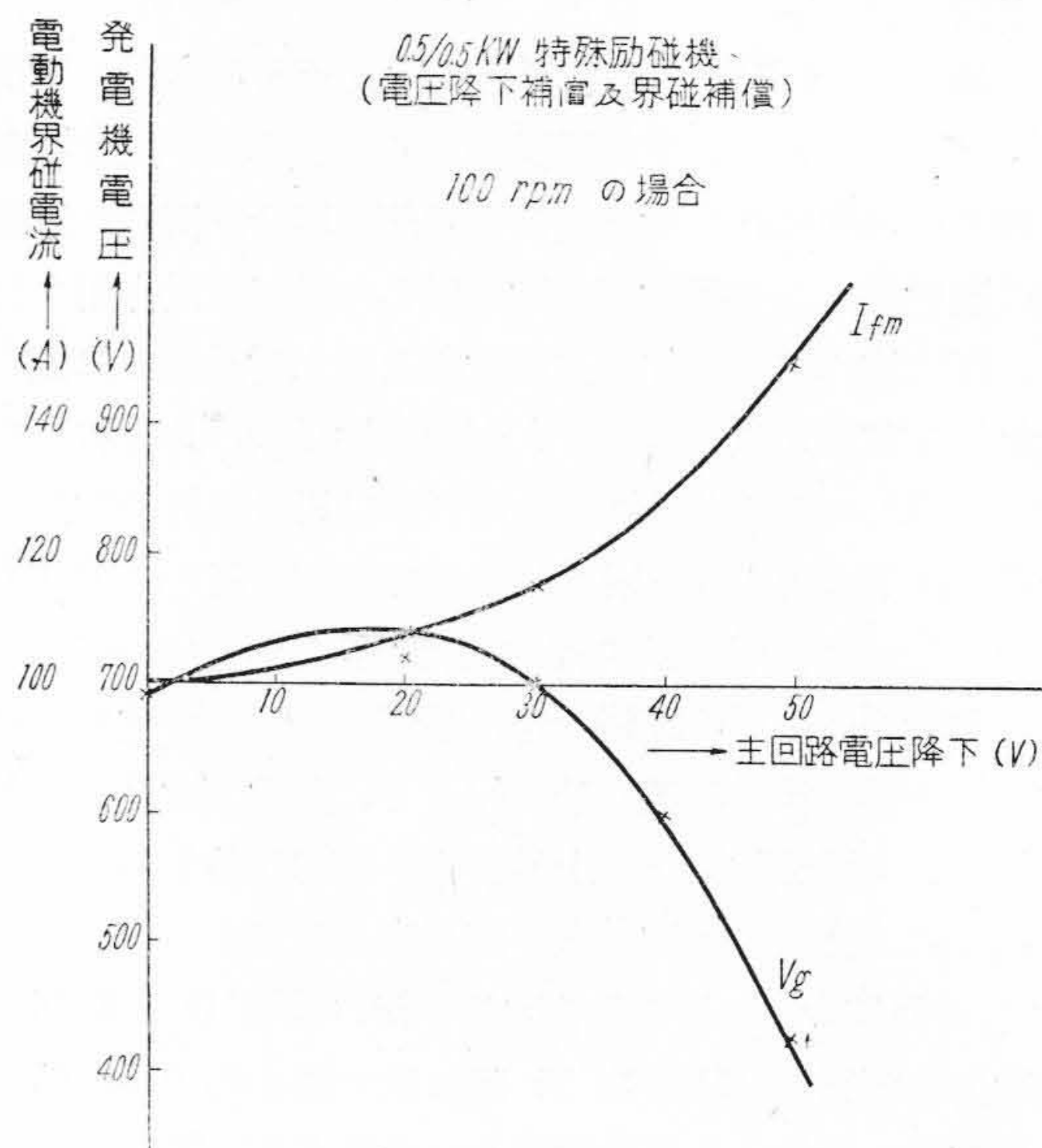
第 37 圖 特殊勵磁機を使用した電壓降下補償
及び界磁補償 (50 r. p. m.)

Fig. 37. I. R. Compensation for generator
and Flux Compensation for motor
Using Special Excitor (in 50 r.p.m.)

装置はこの點を十分考慮したもので發電機用 HTD の饋還界磁として主回路の電壓降下そのものと主回路電壓降下にて 0.5 kW 特殊勵磁機を勵磁しその出力電壓とを入れる。特殊勵磁機はその界磁電流（主回路電流にて表わされる）がある程度増す迄は發生電壓は直線的に増すがそれ以上増すと急速に飽和する様に設計されたものである。この兩者による合成磁束は最高安全加速電流までは、HTD と同方向に動作し主回路抵抗降下補償をなすがそれ以上の加速電流になれば制御界磁と逆方向に大きく働き過大電流迄上昇することを防止する。第 37 圖及び第 38 圖の V_g 曲線はこれを示すものである。主幹制御器を 3 ノッチより停止ノッチに戻すと發電機は電動機となり電動機は發電機となつて制動電流が流れるが制動電流は加速電流と逆方向となる故 V_g 曲線は反對となり、制動電流少なければ制動電流を多く流す様動作し過大制動電流となればこれを制限する様動作し常に安全な加速減速が出来るものである。

(ii) 界磁制御の場合

主幹制御器を 4 ノッチより 6 ノッチ迄進める間は急速に電動機速度は上昇するが、この場合も電動機用 H. T. D. の饋還界磁に主回路電流降下を直接とつたものと特殊勵磁機を通つたものを入れる。この兩者の合成は第 38 圖及び第 39 圖の I_{fm} 曲線の如く主回路電



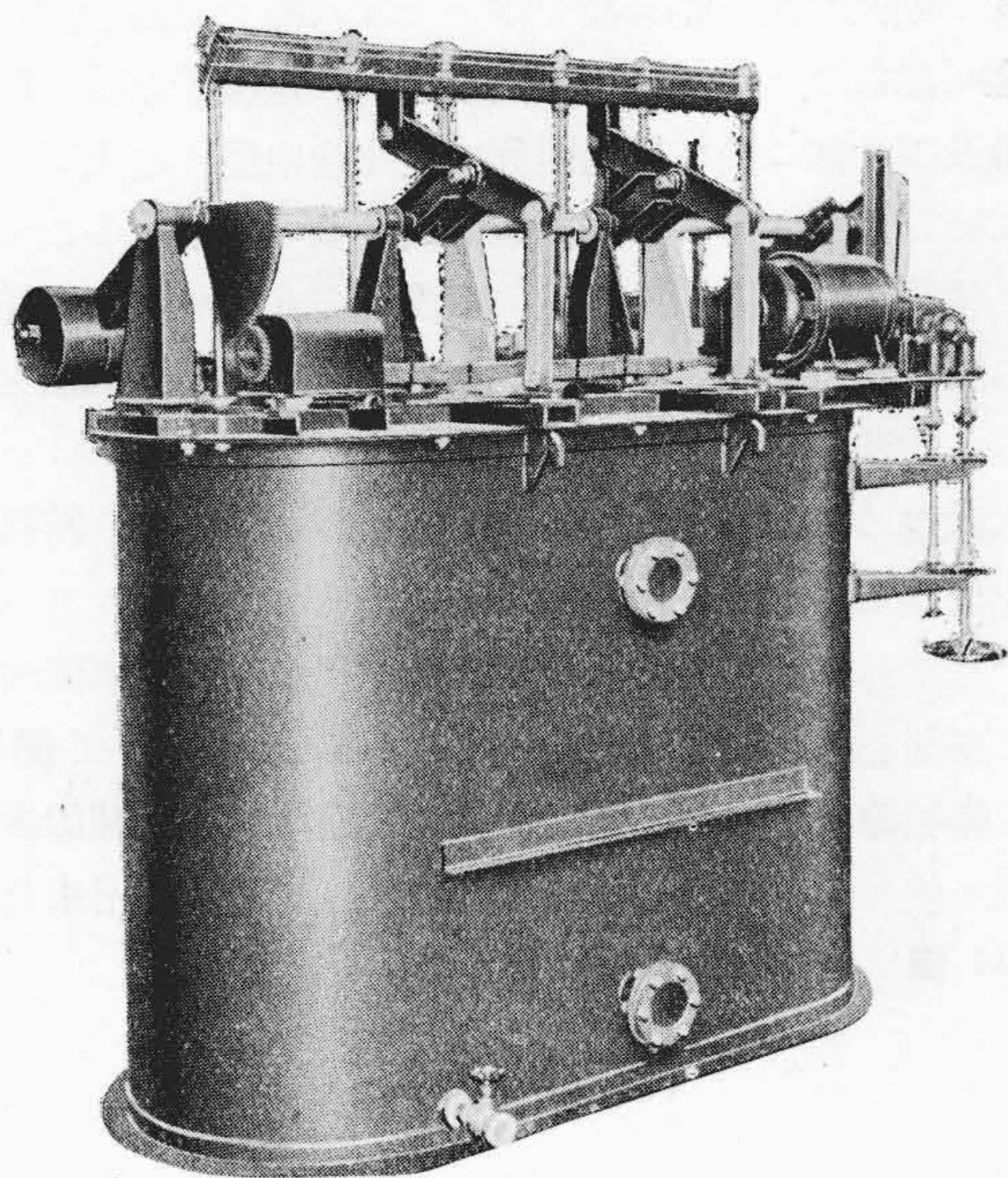
第 38 圖 特殊勵磁機を使用した電壓降下補償及
び界磁補償 (100 r. p. m.)

Fig. 38. I. R. Compensation for generator
and Flux Compensation for motor
Using Special Excitor (in 100 r.p.m.)

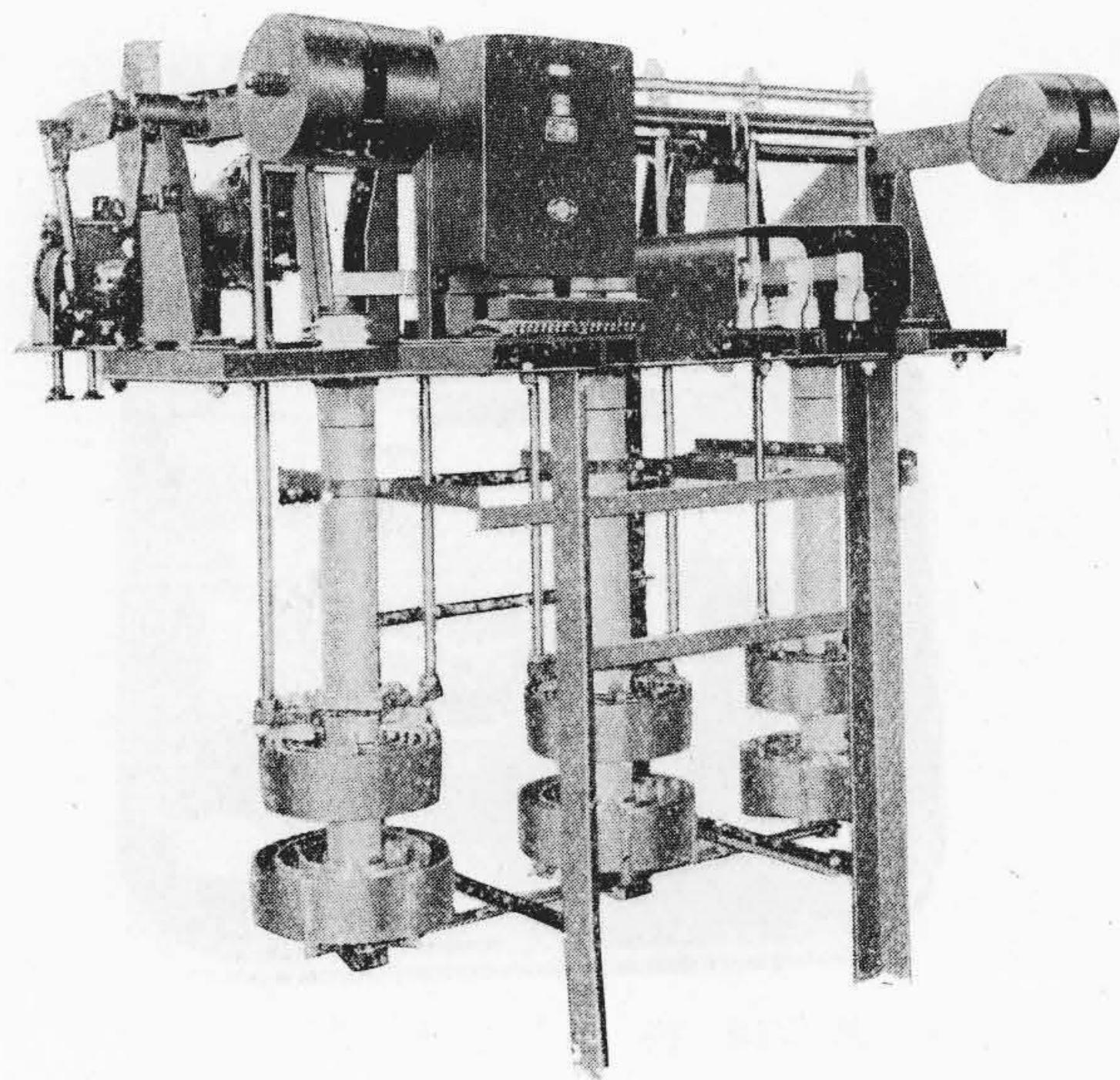
流がある程度迄は差引零に近いが、ある値を越えると急速に制御界磁を強める方向に動作し過大電流を防止すると同時に電動機回轉力を増し回轉速度を低下させ過負荷に耐える態勢をとる。同時に發電機の方も電流制限作用をしているから兩々相俟つて過電流を防止する事が出来る。主幹制御器を 6 ノッチより戻すと電壓制御の場合と同様に最大安全制動電流を保ち乍ら急速に減速作用を行う。

3. イルグナー變流機の制御

イルグナー變流機を起動せしめるには變流機運轉用誘導電動機の一次側油入遮斷器を投入すれば二次側の自動滑り調整器が自動的に抵抗を漸減し次第に加速し遂に常規速度に達するのである。自動滑り調整器のタンク内に電解液が十分にある事、制動用油入開閉器が開路している事、滑り調整器の電極が抵抗最大の位置にある事、運轉用並びに微速用主幹制御器が停止位置にある事等の條件が満されなければ遮斷器を投入出来ない様電氣的インターロックを施してある。自動滑り調整器は敏感な操作電動機付電極上下動式のもので、負荷の變化により敏感に動作して入力電力を制御し得る。操作電動機は直流分巻電動機を使用し、常に分巻界磁線輪を勵磁し、電機子に流れる電流を附屬の接觸器に依つて正逆何れかに切換えて運轉停止を行うものである。操作用電動機起動は電動子回路に直列抵抗を挿入したる直接起動方式で、停止



第39圖 自動滑り調整器外觀
Fig. 39. Out Side View of Automatic Slip Regulator



第40圖 自動滑り調整器内部構造圖
Fig. 40. Inside View of Automatic Slip Regulator

の際はその抵抗を發電制動用抵抗として使用し急速停止を行う事が出来る。

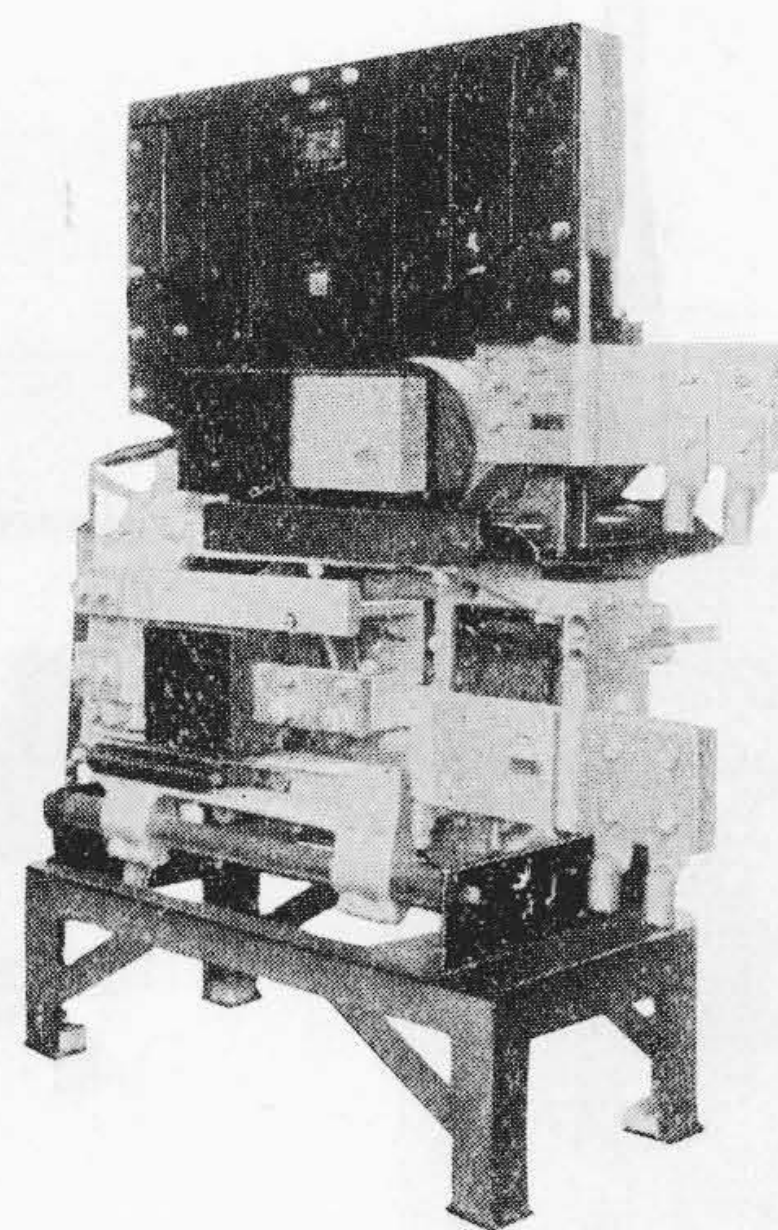
變流機が運轉狀態に達した後に於て尖頭負荷がかゝれば交流主回路に挿入した電流繼電器の作用により自動的に電極を上げ二次抵抗を大ならしめて誘導電動機を降下させ輕負荷の時に蓄勢輪に蓄積した機械的エネルギーの一部を吐出させて尖頭負荷の一部を分擔せしめる役目をする。第39圖は自動滑り調整器の外觀第40圖は内部の機構を示す。

4. 保護裝置

各發電機回路に高速度遮斷器及び氣中遮斷器を挿入し閃絡等による過大電流を迅速に遮斷し被害を最小限に止めんとするものである。高速度遮斷器の分路抵抗は電流遮斷の際に異狀過大電壓が誘發せられるのを防いでいる。氣中遮斷器は斷路器代りに使用したもので主回路の開閉の爲に使用した。第41圖は高速度遮斷器を示す。

又主回路の一部が接地を起した場合接地警報を行う様にしている。第42圖は接地警報用繼電器を示す。この他保護裝置としては下記のものがある。

- | | |
|-----------------|---------------|
| (1) 交流主回路過負荷 | 回路遮斷並びに故障表示 |
| (2) 交流各回路低電壓 | 回路遮斷並びに故障表示 |
| (3) 各種軸受過熱 | 故障警報並びに故障表示 |
| (4) 主電動機界磁回路切斷 | 制御回路遮斷並びに故障表示 |
| (5) 主電動機界磁回路過負荷 | 故障警報並びに故障表示 |



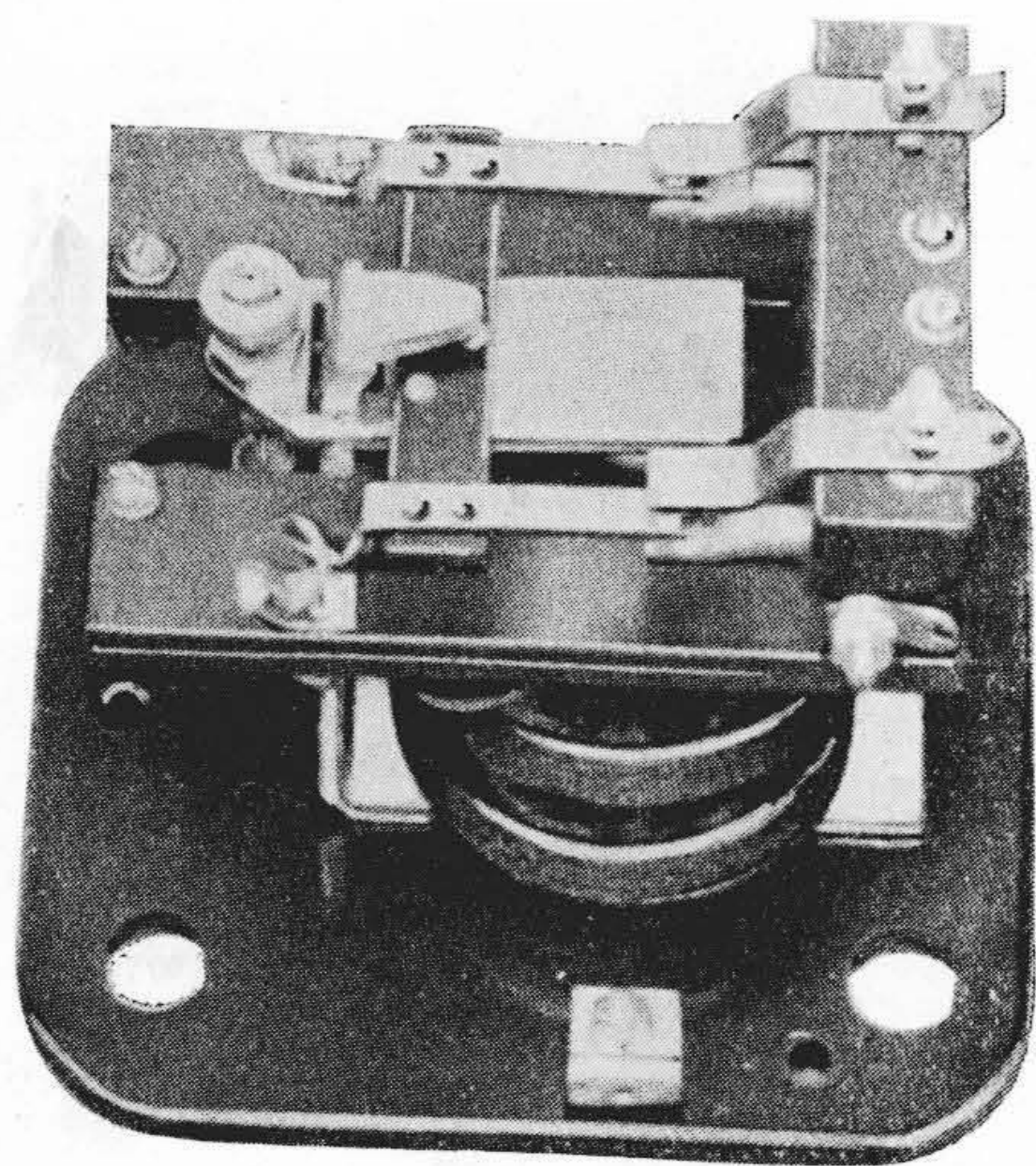
第41圖 高速度遮斷器
Fig. 41. High Speed Air Circuit Breaker

(6) 送風機停止 故障警報並びに故障表示

5. その他の器具

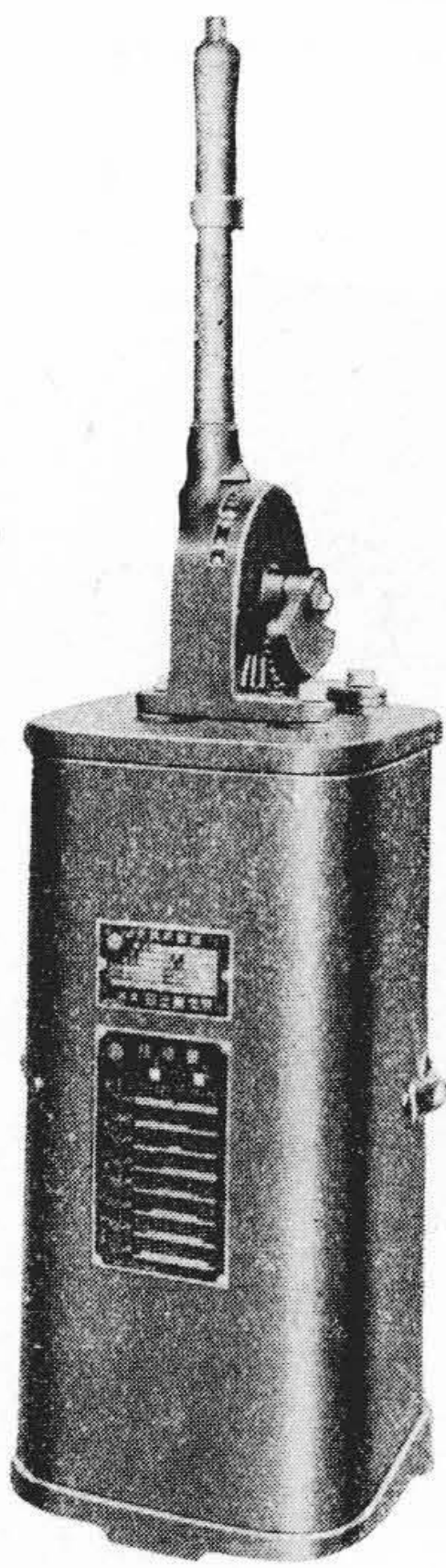
制御器具は何れも頑丈で壽命の長いものを使用した。主幹制御器は運轉用と微速運轉用とあるが、運轉用は6—0—6ノッチで微速運轉用は1—0—1ノッチである。何れもカム接觸器型を使用し信頼度の高いものである。

第43圖は運轉用主幹制御器を示す。電磁接觸器は強力なアーク吹消裝置を有し接點部分に損傷を与えない様にした。



第 42 圖 接地 繼 電 器

Fig. 42. Earth Detecting Relay



第 43 圖 主幹制御器

Fig. 43. Master Controller

[VI] 輸 送

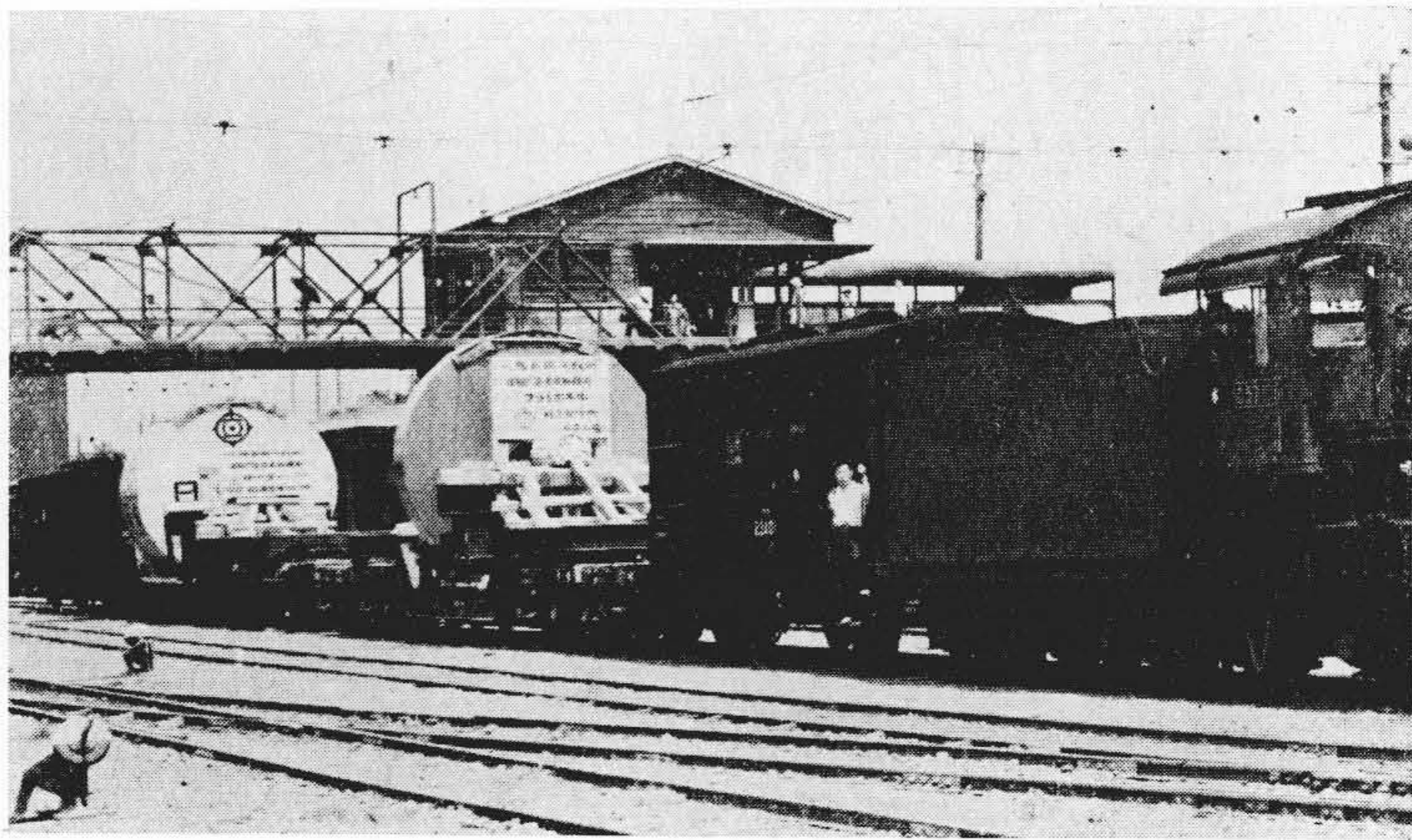
本装置は輸送寸法、重量共に戦後の記録品で輸送限界ぎりぎりであり、特に 4,000 kW 直流電動機の電機子は容積に於て戦後本邦最大のもので受註當時から、この輸送に關しては種々調査、検討を行つた。その結果直流電

動機の電機子及び蓄勢輪を除いては八幡まで鐵道輸送で直送可能なことがほぼ推察出來たが、電機子と蓄勢輪は重量及び寸法に於て輸送限界に近く途中種々な支障を來すため、直送することが困難で尙幾多の問題はのこつたが、横濱まで鐵道輸送とし、横濱から八幡までは船舶輸送に決定其の準備に着手し日立、横濱間の模擬輸送を繰返し、寸法、重量等の諸問題の解決に努力した。

本輸送に當つては電機子及び蓄勢輪のみに依る特別列車を仕立て、電機子及び蓄勢輪の上部が電車トロリー線にすれすれなため、上部をゴム板で絶縁し、電車區間は特に夜間を選び送電を中止するなど萬全を期して輸送し、船舶輸送の途中マージ台風に遭遇したが、関係者の努力に依り、無事輸送を完了し納入することが出來た。第 44 圖は特別仕立の輸送状況を示す。

[VII] 結 言

逆轉式分塊壓延機用回轉機の具備すべき最も重要な條件は、機械的強度、良好なる整流、及び、迅速な速度にあることを述べ、各々の條件に關し、今回製作せられた回轉機及び制御方式の特長を擧げた。綜合試験の結果は



第 44 圖 壓延用 4,000 kW 直流電動機電機子と蓄勢輪の輸送

Fig. 44. Armature of 4,000 kW D. C. Motor and Fly Wheel in transportation

は所要の條件を十分満足し、豫期以上の好成績を収めることが出來た。殊に速度制御が極めて容易で加減速度の大なることは H. T. D. の大なる増幅率と速應性を十分發揮したもので、本設備の誇りとする處である。鐵鋼増産の叫ばれている時に當り、本装置の完成は必ずや大なる寄與をするものと確信する。

終りに臨み多くの斬新な方法を採用入れた製品に對し製作の機會を與えられ、積極的に御指導御援助を賜つた八幡製鐵株式會社戸田動力部長、占部動力設計課長、同

山本係長、木村電氣課長の諸氏、及び輸送に當つて東京鐵道局及び水戸管理局の方々の絶大なる御援助に對し深甚の謝意を捧げる。設計製作に當つては日立製作所取締役馬場条夫博士、日立工場藤久保副工場長、後藤電機設計部長、他關係の方々の御指導を賜り、又限られた時間内に詳細な試験を完了するため検査部の方々の御盡力を戴いた。茲に厚く謝意を捧げ擲筆する。

参考文献

(1) 馬場：日評 16, 471 (昭 8—9)

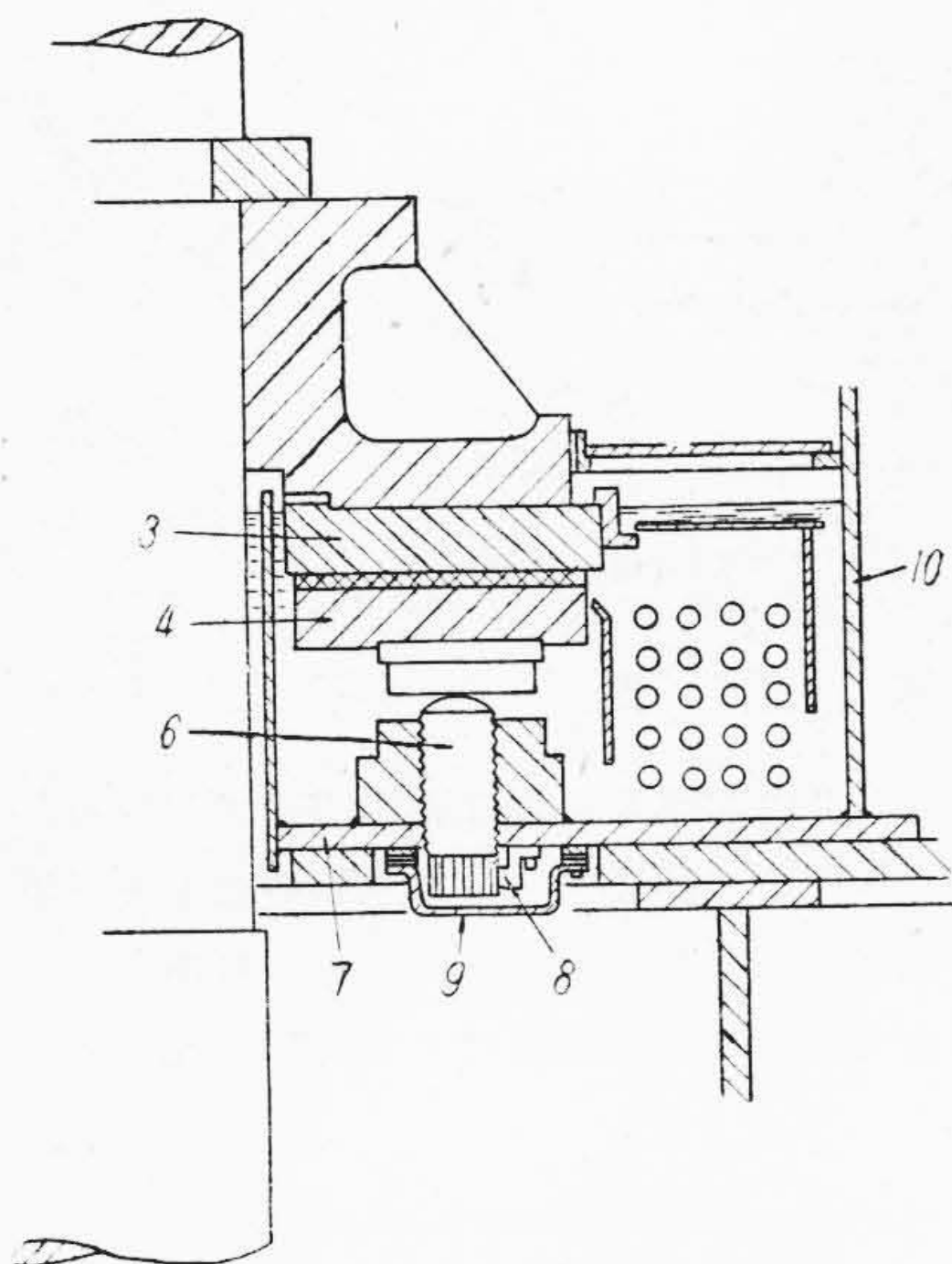
- (2) 森島：日評 16, 477 (昭 8—9)
- (3) 電氣工學ハンドブック 579 (昭 26)
- (4) 吉田：本號別項参照
- (5) 電氣工學ハンドブック 558 (昭 26)
- (6) 實用新案・385634
- (7) 實用新案 283696
- (8) 馬場：日評 16, 453 (昭 8—9)
- (9) 和島：日評 16, 463 (昭 8)



登録新案第 381439 號

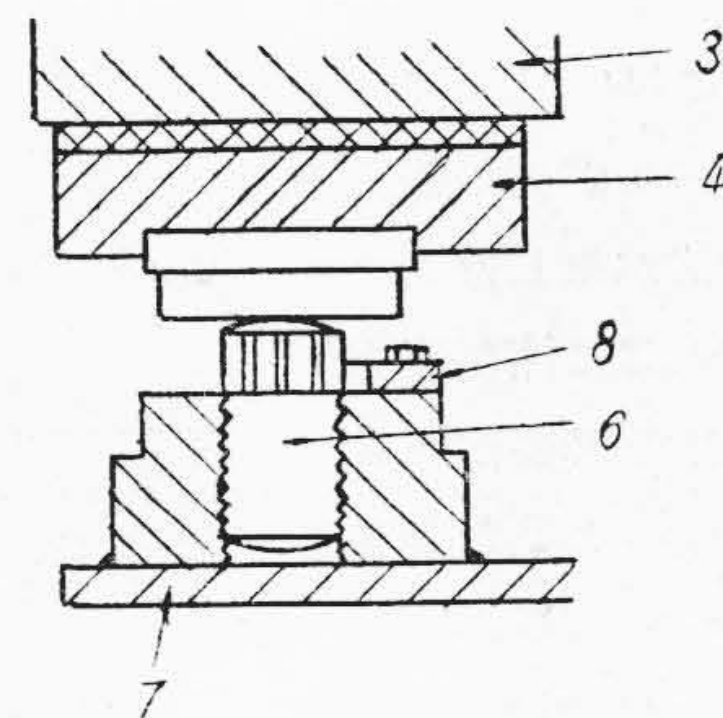
菊地 彌十郎

推力軸受



第 1 圖

豎軸發電機に使用する上部推力軸受のセグメントメタル 4 は、これが摩耗に應じ、調整ボルト 6 を回轉調整して、ランナー 3 を一定水平位置に保守する必要がある。



第 2 圖

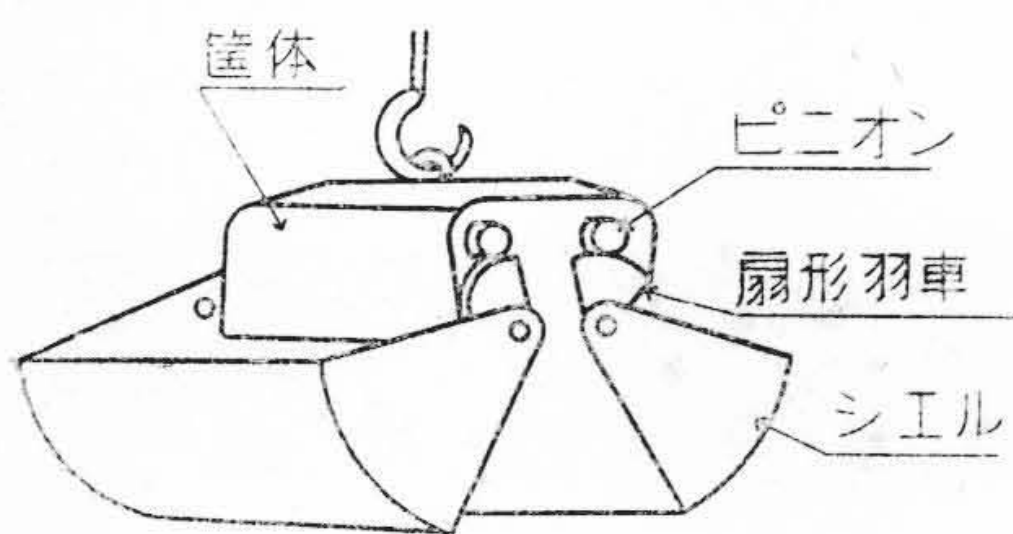
從來の調整ボルトは第 2 圖に示すように、スパナをかける頭部及び回り止め金具 8 が、油槽 10 の内部に位置するため、ボルトの調整は油槽内で行わなければならないので厄介である。然るにこの考案では第 1 圖に示すように、調整ボルト 6 の頭部を油槽 10 の底板 7 の外部に貫出し、回り止め金具 8 も、同様に底板 7 の外部に設けたから、調整ボルト 6 の回轉調整を油槽 10 の外部から行うことができ極めて便利である。なおボルト頭部はカバー 9 により常時油密的に密閉されている。(滑 川)

特許第 189214 号

澁 谷 英 寅

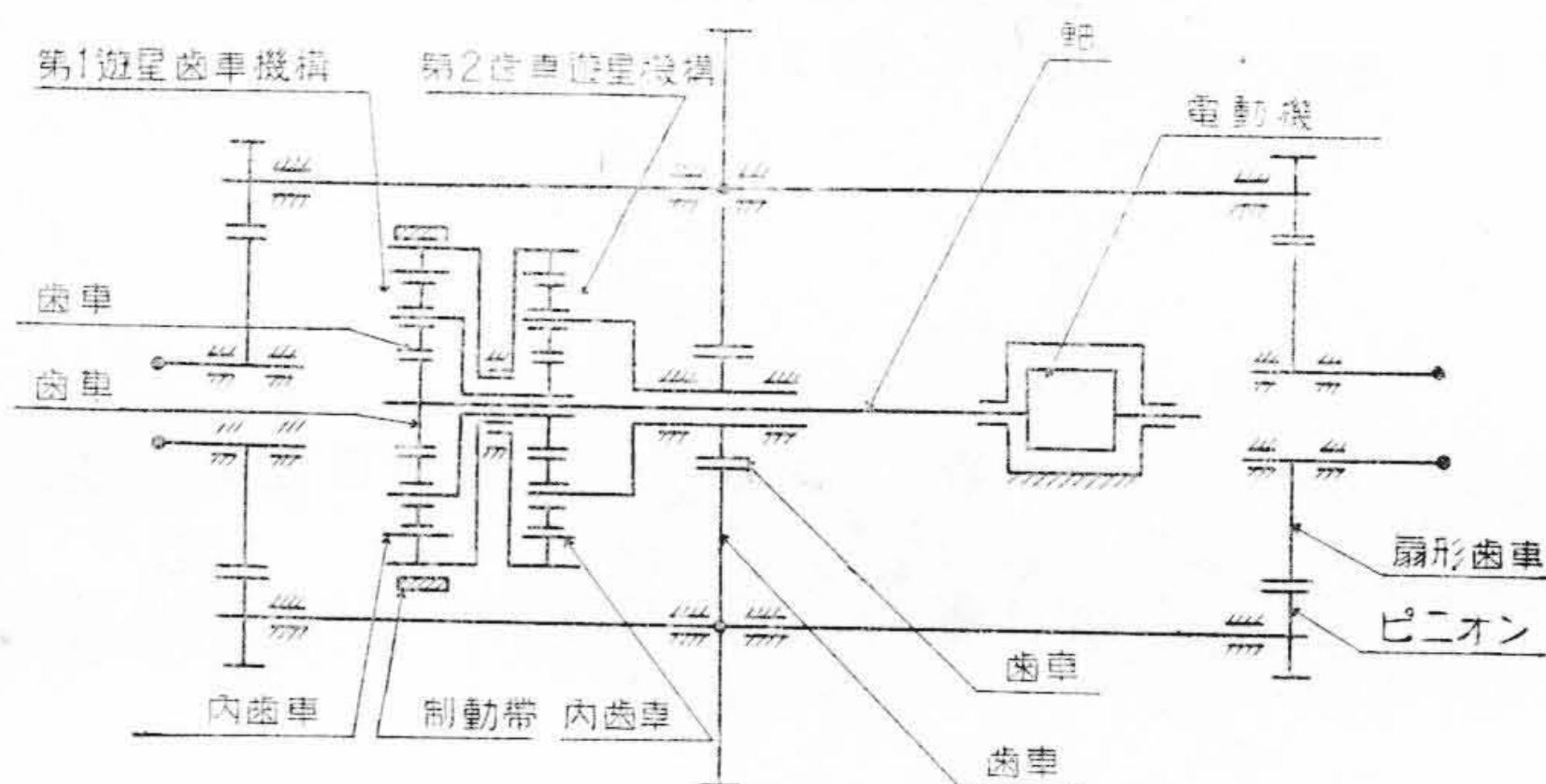
電 動 グ ラ ブ バ ケ ッ ト

筐体内に電動機及び減速機を納め、シエルに連結した扇形歯車にかみ合っているピニオンをかいしてシエルを開閉する電動グラブバ



電動グラブバケット斜視図

第 1 圖

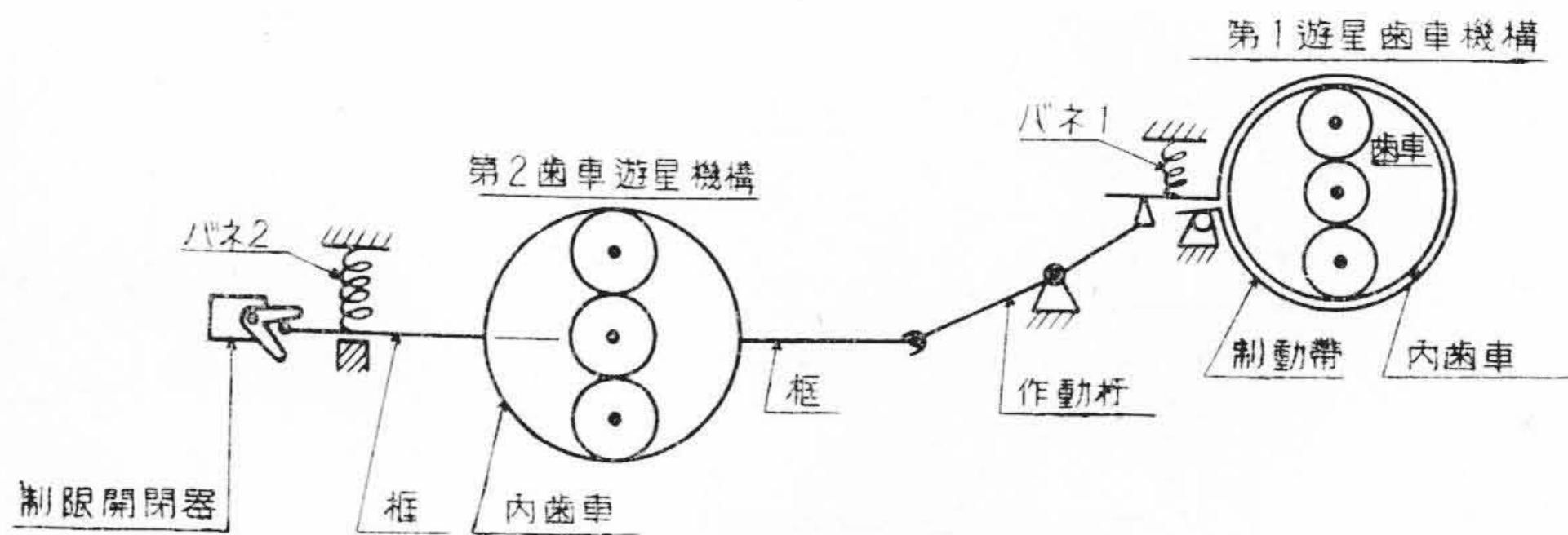


安全装置 平面圖

第 2 圖

ケットにおいては、シエルが閉じ終ると同時に、電動機の開閉器を切る機構をつけるが、その他にシエルが異物をはさみ或はその他の原因により、シエルが閉じ終らぬうちに過大な抵抗が生じたときその無理をなくすと共に開閉器を切つて電動機をとめる必要がある。この発明は、上記のような要求をみたすためのものである。

グラブバケットが平常運転状態にあるときは、圧力バネ(1)(2)の力により、制動帯が締め内歯車が固定され、框は所定の位置にある。シエルの閉めの途中異物をはさみ或はその他の原因により、シエルに過大の抵抗を生じ電動機の許容回転力以上となったときは、圧力バネ(2)の力をあらかじめ調整してお



遊星歯車機構 側面圖

第 3 圖

くことにより内歯車及び框は圧力バネの力に打勝つて少し回転する。この動きにより電動機の制限開閉器を切ると同時に、制動帯をゆるめて内歯車を自由ならしめ電動機が停止するまでの慣性力による無理を避ける。

(富 田)

高 速 度 鋼

日立製作所冶金研究所長 工 學 博 士 小 柴 定 雄 著

(誠 文 堂 新 光 社 刊)

A 列 5 判 230 頁 美 装 ク ロ ー ス 箱 入

販 賣 日 立 評 論 社

定 價 250 圓 千 32 圓