

高 炉 卷 上 機 に 就 い て

平 川 克 巳* 田 附 修** 澁 谷 英 寅***

The Electric Winding Machine for Blast Furnace Use

By Katsumi Hirakawa and Osamu Tazuke
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Hidetora Shibuya
Kameari Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The electric winding machines, used with the blast furnace for charging materials such as ores, cokes and the like, are supplied in this country in three types according to the charging method applied.

The product Hitachi supplied in the last June to the Chiba Iron Works, Kawasaki Iron Manufacturing Co. has been built in such a type that a bottom-discharging type bucket is raised along the diagonal girder up to furnace top. Compared with the conventional type, it makes difference in that the coke bucket and the ore bucket are hooked or unhooked in different places. This construction makes it necessary that the lower part measuring about 10 m of the diagonal girder is made almost horizontal, and the weighing cars are run on double tracks with 8 m distance in between. Accordingly, the charging crab, carrying a hook for the bucket, needs to make the raising and lowering operation at two joints while it is running at low speed along the horizontal portion.

A wide variation in load due to the operation and the requirements for the high accuracy in floor levelling have been taken into consideration first of all in designing this machine. Hence, the machine has been provided with the control exciter in addition to the H.T.D., the rotary amplifier, while mechanical structure has also been dexterously adapted to such condition of the job.

The machine affords also the automatic drive by means of push button operation.

In virtue of careful considerations paid in the designing as outlined above, the machine has been in satisfactory operation with high efficiency and reliability ever since its installation.

〔 I 〕 緒 言

高炉巻上機とは熔鉱炉に鉄鉱石、コークス等の原料を装入する装置で従来3型式が用いられて来た。

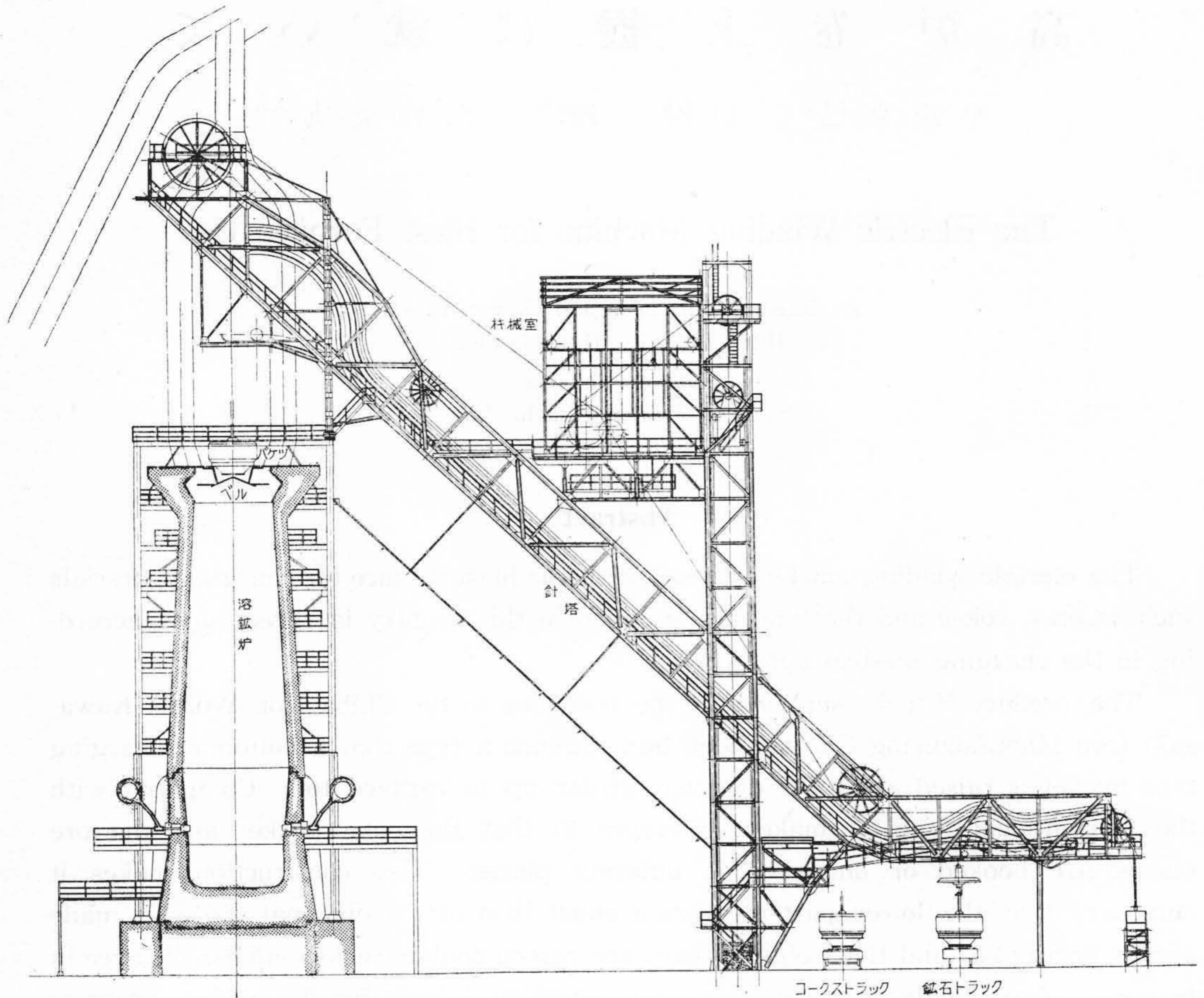
(1) は炉に立てかけた斜塔(斜桁)に依り転倒スキッ

* ** 日立製作所日立工場

*** 日立製作所亀有工場

プを上下し原料を充填する型式で、動作は簡単で交流巻上機でも良いが、装入時炉内ガスの逸散を防ぐため炉頂の構造は複雑となり、又下部に於けるスキップへの原料充填方法も厄介である。

(2) は底開きバケツを炉頂に運びバケツを炉頂に置いてガスの逸散を防ぎ乍ら装入する型式で、バケツを掴んで垂直上げ水平横行をする型と、斜塔に沿って動くフッ



第 1 図 高 炉 卷 上 機 設 備
 Fig. 1. General View of Charging Plant for Blast Furnace

クに依りバケツを引掛けて炉頂に運ぶ方式がある。

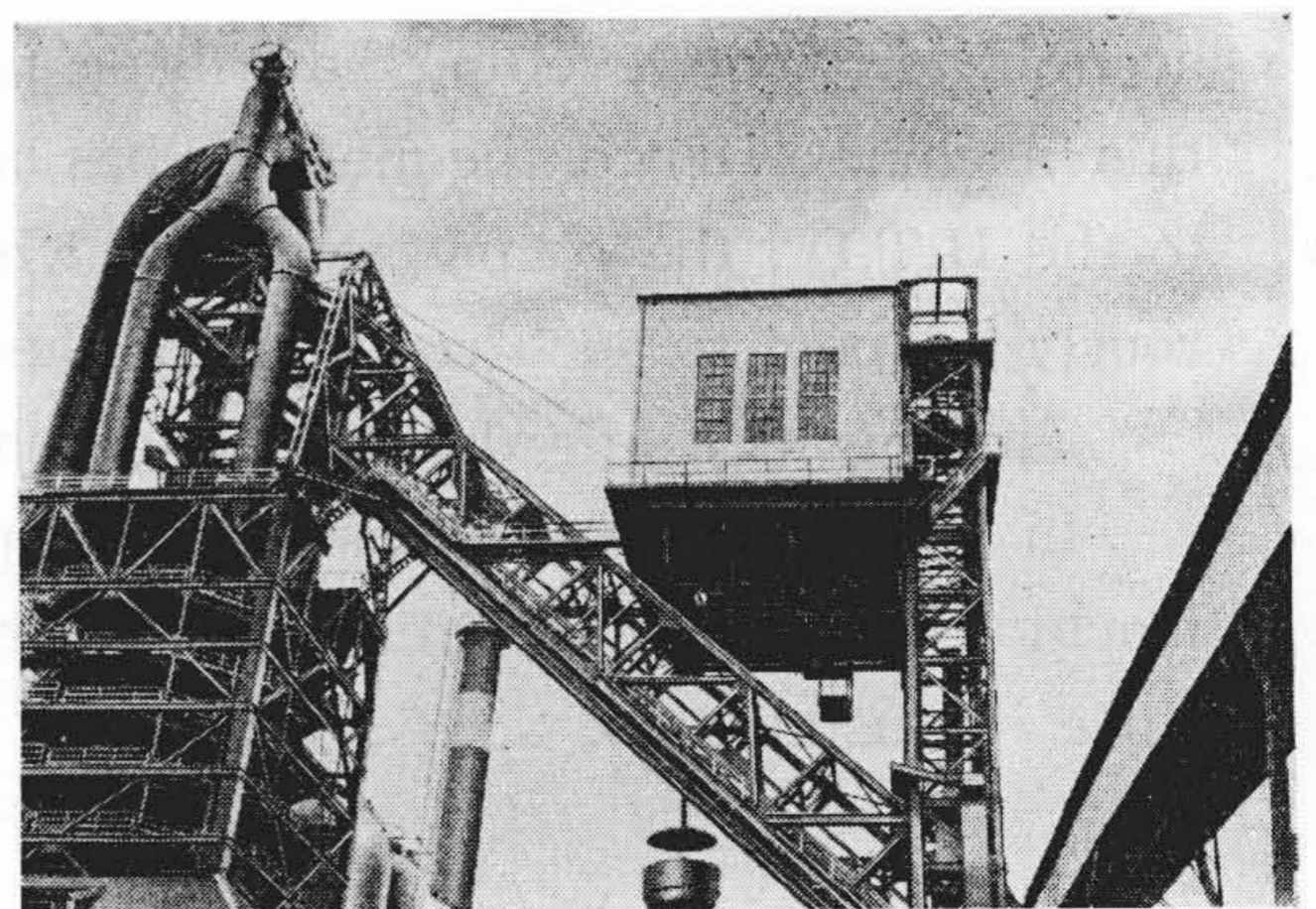
今回製作し川崎製鉄株式会社千葉製鉄所に納入した高炉巻上機は、上記の内、底開きバケツを斜塔に沿って運ぶ型式であるが、従来と異りバケツの引掛け位置が鉍石、コークスに依り異り 8m の間隔がある。

従つてバケツを引掛けるフックを吊つた操入車は水平桁部を大きな荷重の変化を起し乍ら徐行する必要がある。

この性能を満足するためには機械的に優秀なことは勿論であるが、電氣的にも低速時の速度変動率が少なく且つ速応性の非常に高い高性能のワードレオナード方式が必要となり、初めての試みである制御励磁機を用いる方式を採用した。その結果極めて満足すべき性能が得られた。

〔II〕 卷上設備の概要

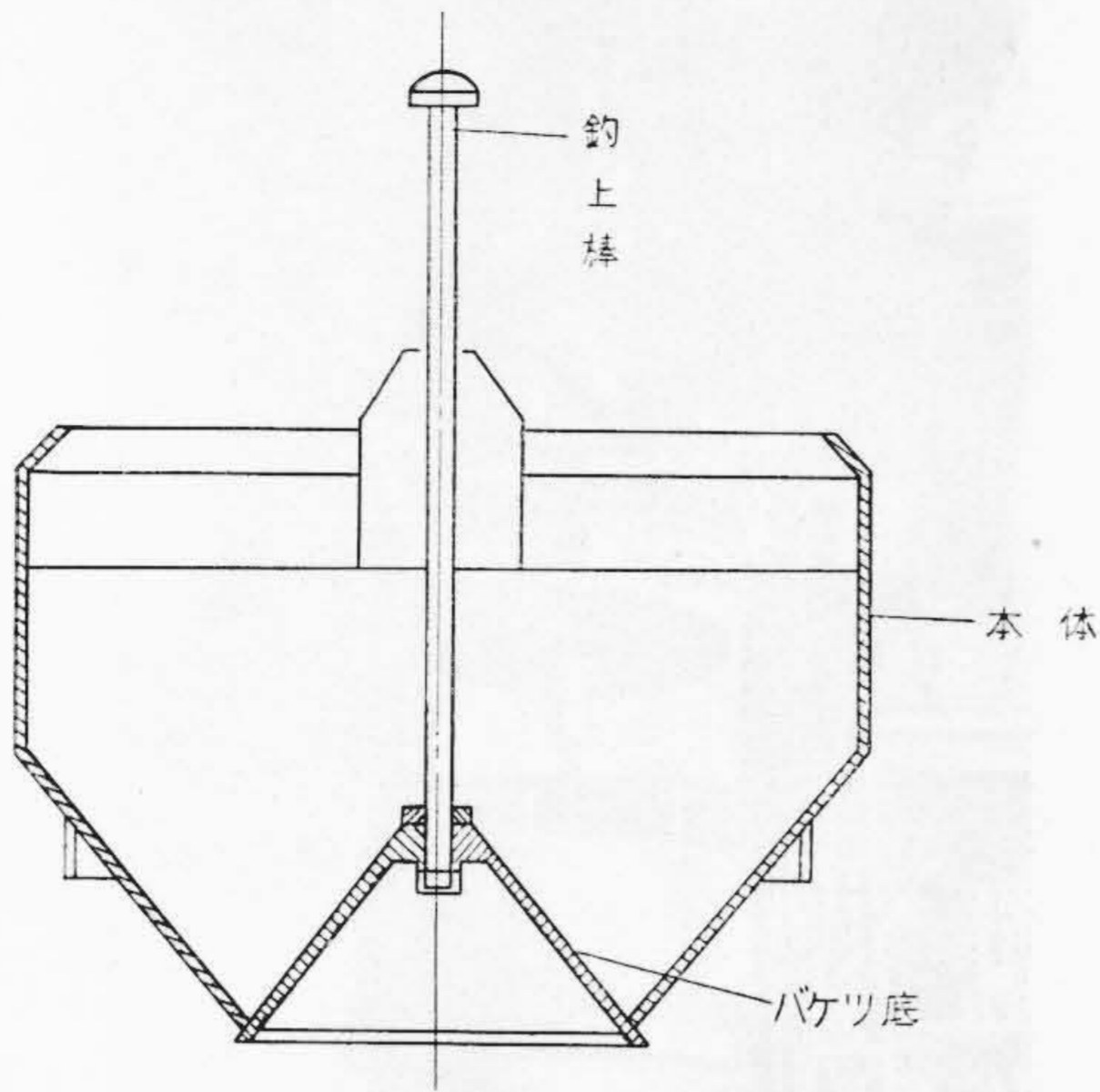
卷上設備の機械的構造並びに動作原理を次に述べる。



第 2 図 高 炉 卷 上 機 設 備
 Fig. 2. General View of Charging Plant for Blast Furnace

(1) 全体設備概要

全体設備は第 1 図及び第 2 図に示す如き構造で、炉頂の高さ約 36 m, 斜塔の傾斜約 43°, 鉍石トラックとコーク



第3図 バケツ構造図
Fig. 3. Construction of Bucket

クストラックの間隔 8 m, シープ高さ約 56 m で斜塔の途中約 35m の高さに機械室を置き、こゝに巻上機及びプログラム運転用制限開閉器、サウンディング装置を設ける。斜塔には二重走行レールを設け、これに沿つて走る装入車を巻上機で上下し、鉄石及びコークストラック上を走行する秤量車の上で、原料を充填したバケツを装入車のフックで吊り上げ、これを炉頂に運び炉内に投入した後空バケツを再び秤量車に戻す設備である。

機械室後部の垂直塔内を後述の最大荷重節減用の平衡重量車が上下する。

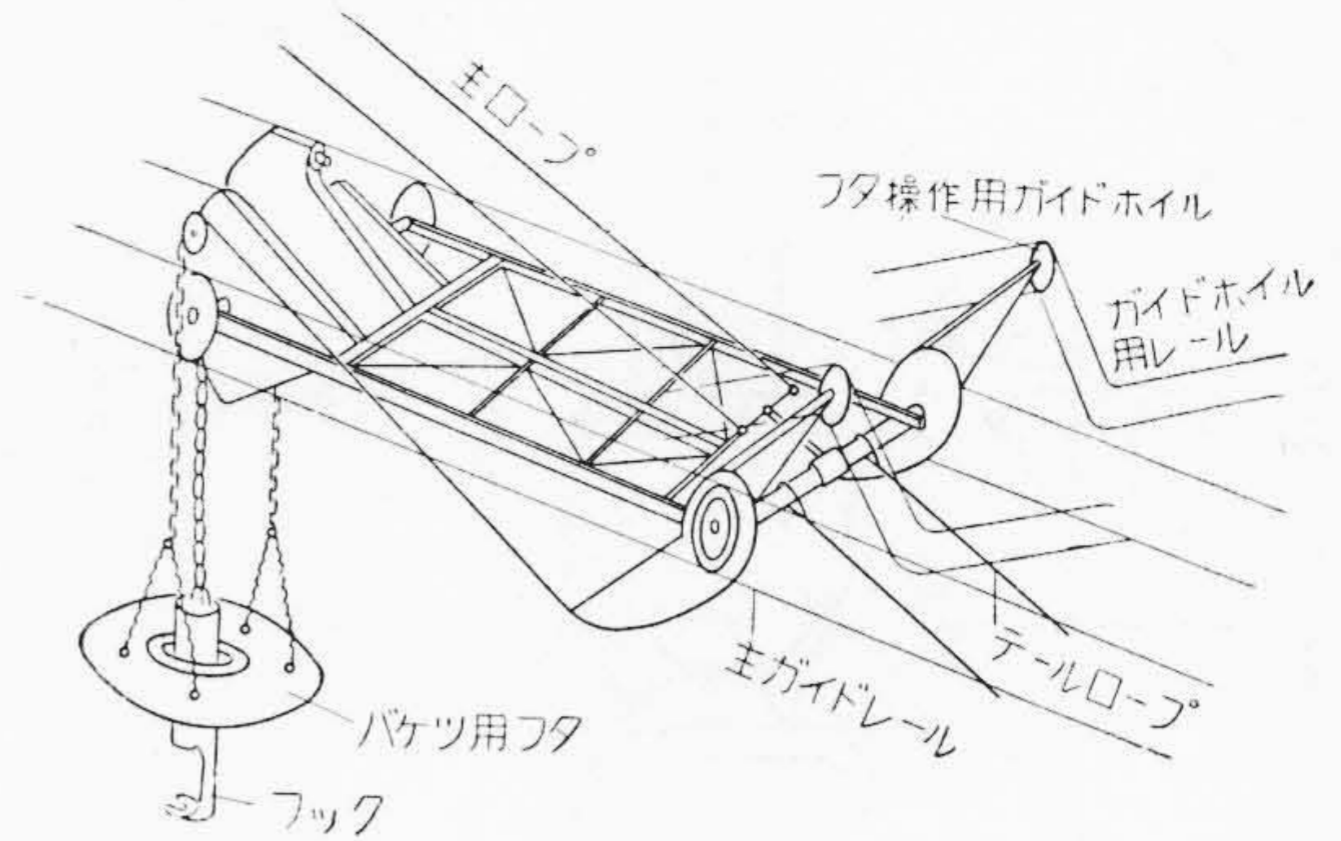
(2) バケツの構造

第3図に示す如くバケツは本体と底蓋とに分かれ、本体は底蓋に乗つた構造である。底蓋はロッドに連結されロッド頭をフックで吊る。従つて吊下げるか或は底蓋で支えられた状態では本体は底蓋に乗り、内容は入つたまゝであるが炉頂で本体を据付けると逆に底蓋は自重で下り、本体と底蓋の隙間から内容物は落下する構造である。

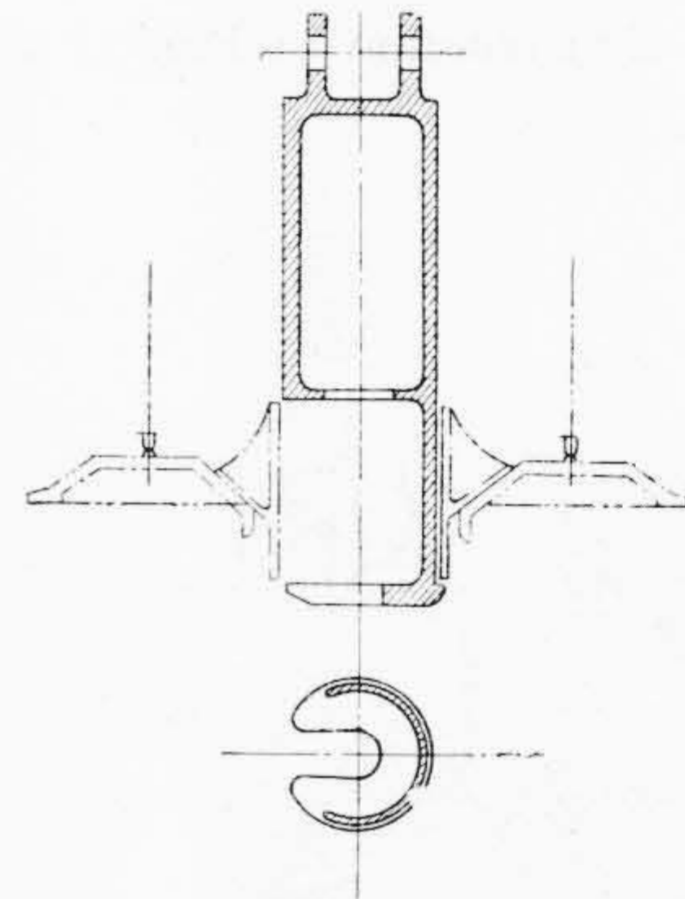
(3) 装入車の構造

装入車は第4図の如く前輪、後輪、補助輪の3輪を具え、これらは斜塔内に設けられた2重レール内を走行する。又装入車には2組のチェンを具え1組は本体より出てその先端はフックを吊り、他は補助輪の動きに従つて揺動する尾翼より出てバケツの上蓋を吊る。フックの構造は第5図の如くなつており、フックでバケツを吊り地上から炉頂迄原料を運ぶ時の状態は第6図の通りである。

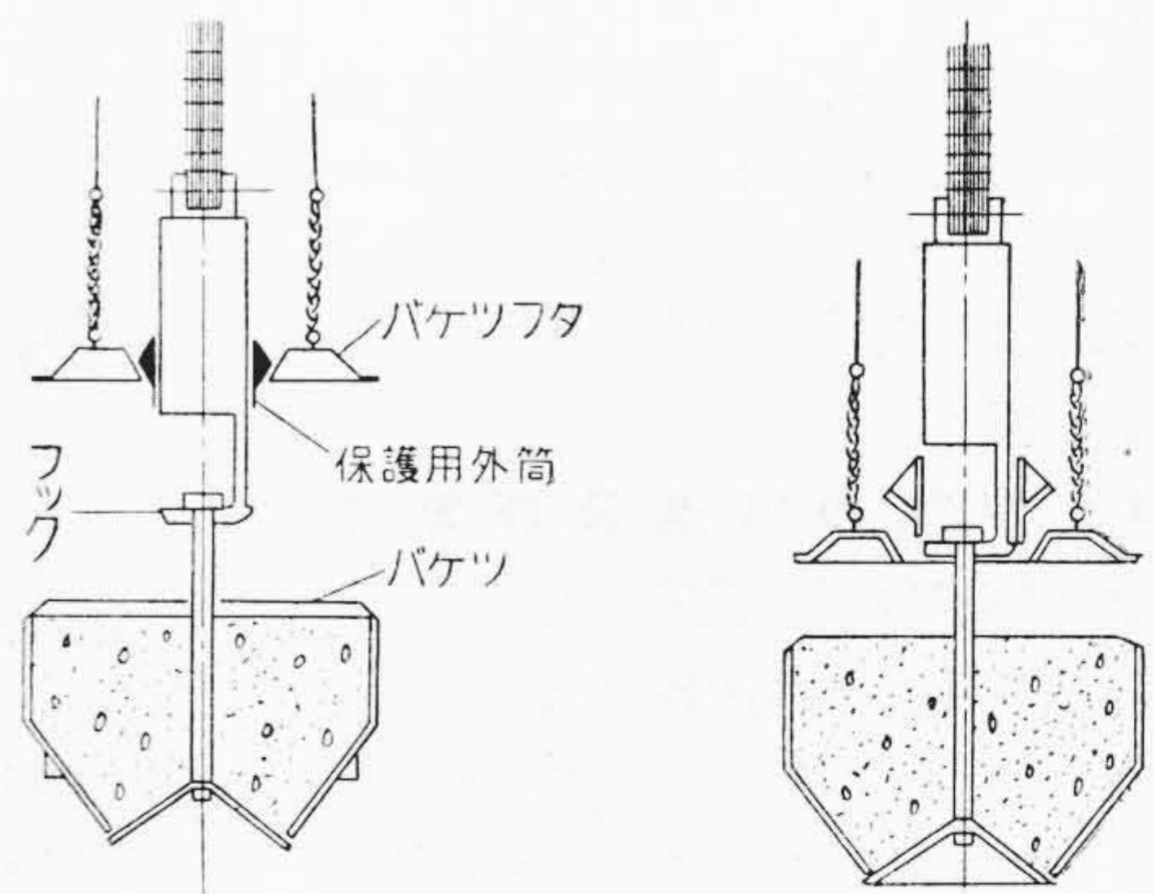
この装入車の前後輪が彎曲したレール内を上下することによりバケツを吊上げ及び炉頂着床を行い、補助輪と



第4図 装入車
Fig. 4. Charging Crab

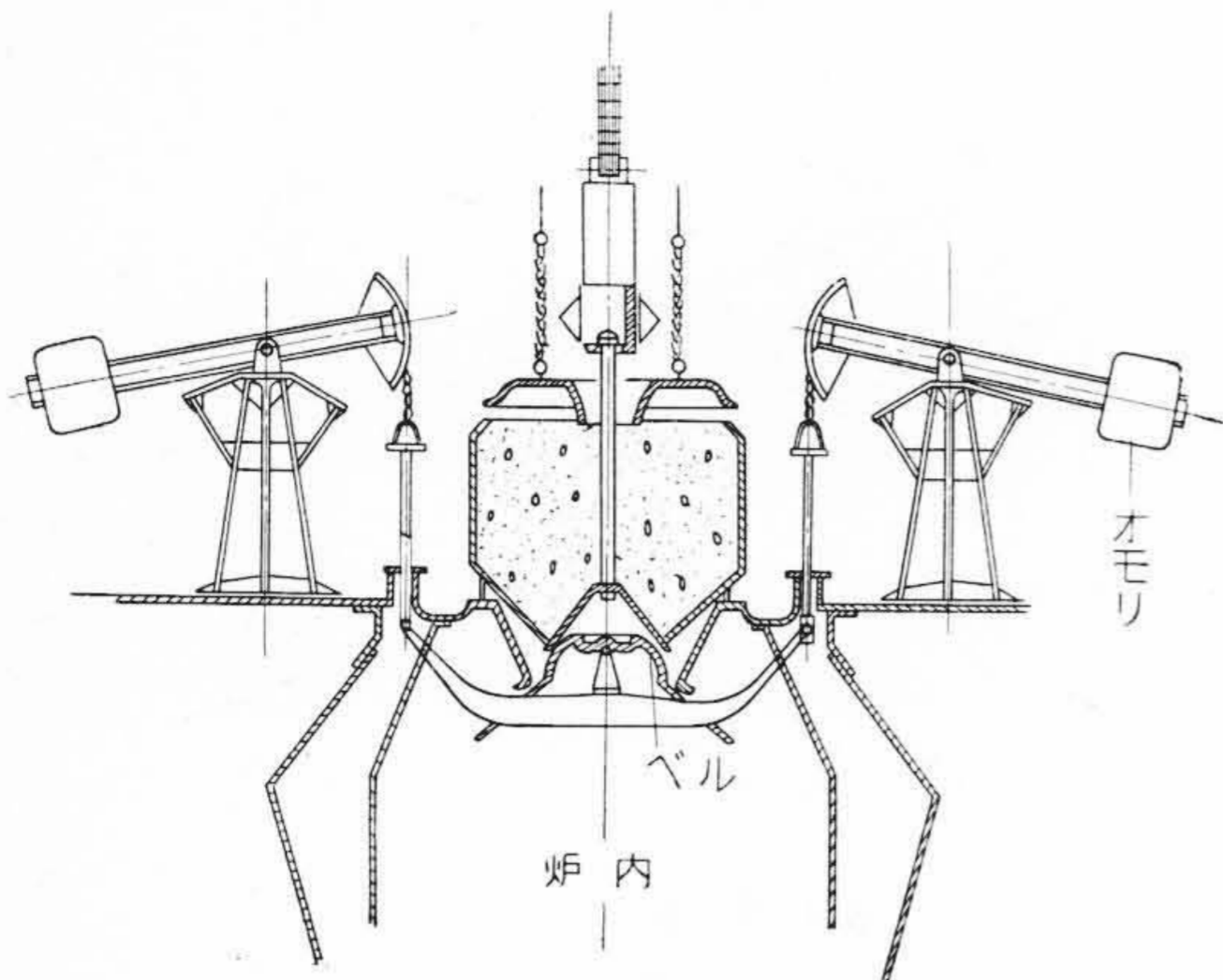


第5図 フック構造図
Fig. 5. Construction of Hook

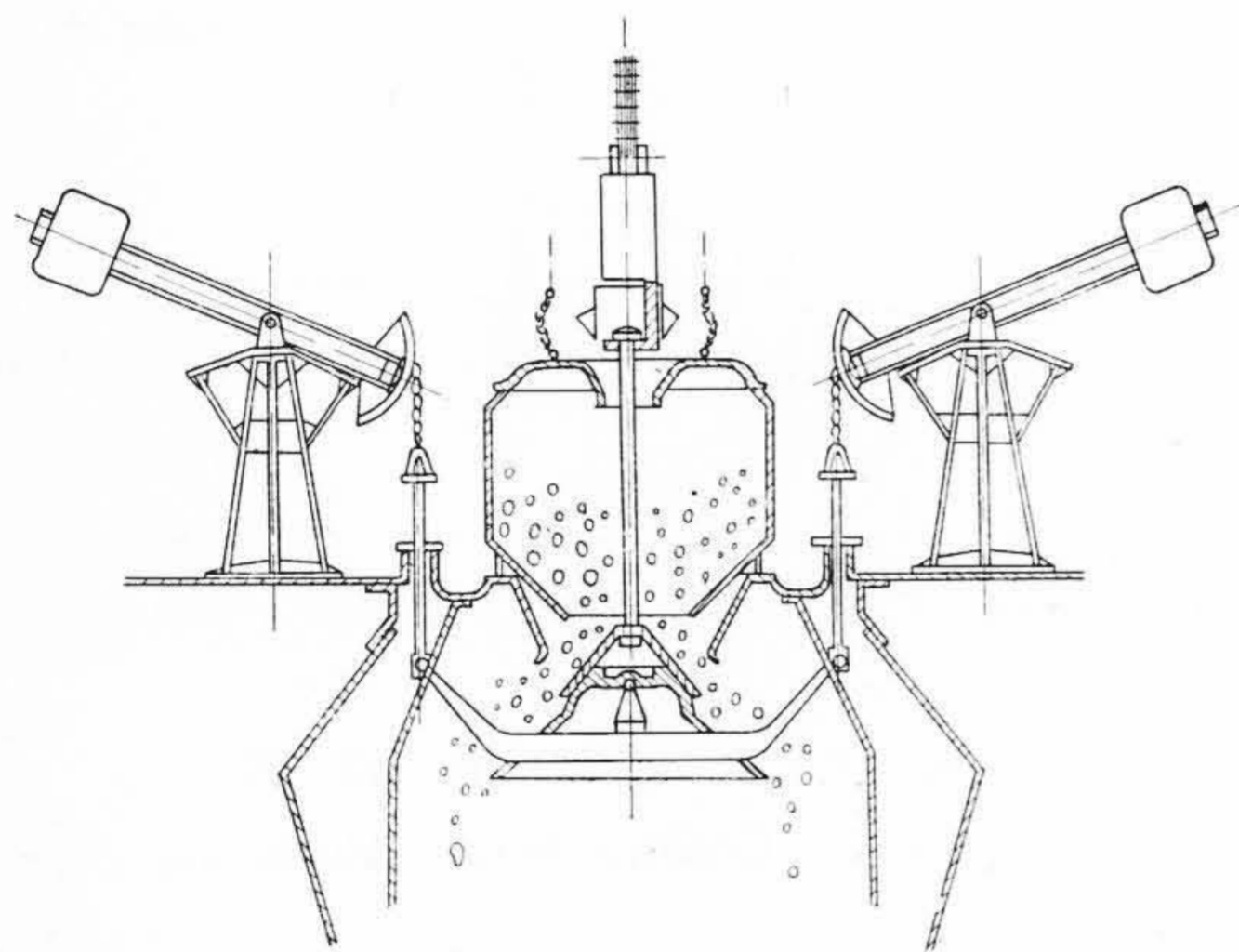


第6図 a. フックがバケツを揚げたとき
b. バケツが斜塔を運行中の状態
Fig. 6. a. Relation of Hook and Bucket under Hoisting Condition
b. Relations of Hook and Bucket under Running Condition

これが通るレールの彎曲に依り尾翼を揺動させてバケツ蓋の上下操作を行う。



第 7 図 炉 頂 構 造
Fig. 7. Construction of Blast Furnace



第 8 図 炉 頂 構 造
Fig. 8. Construction of Blast Furnace

装入車は巻上機巻胴から出たロープに依り後輪軸を索引されて動く。

(4) 炉 頂 の 構 造 及 び 動 作

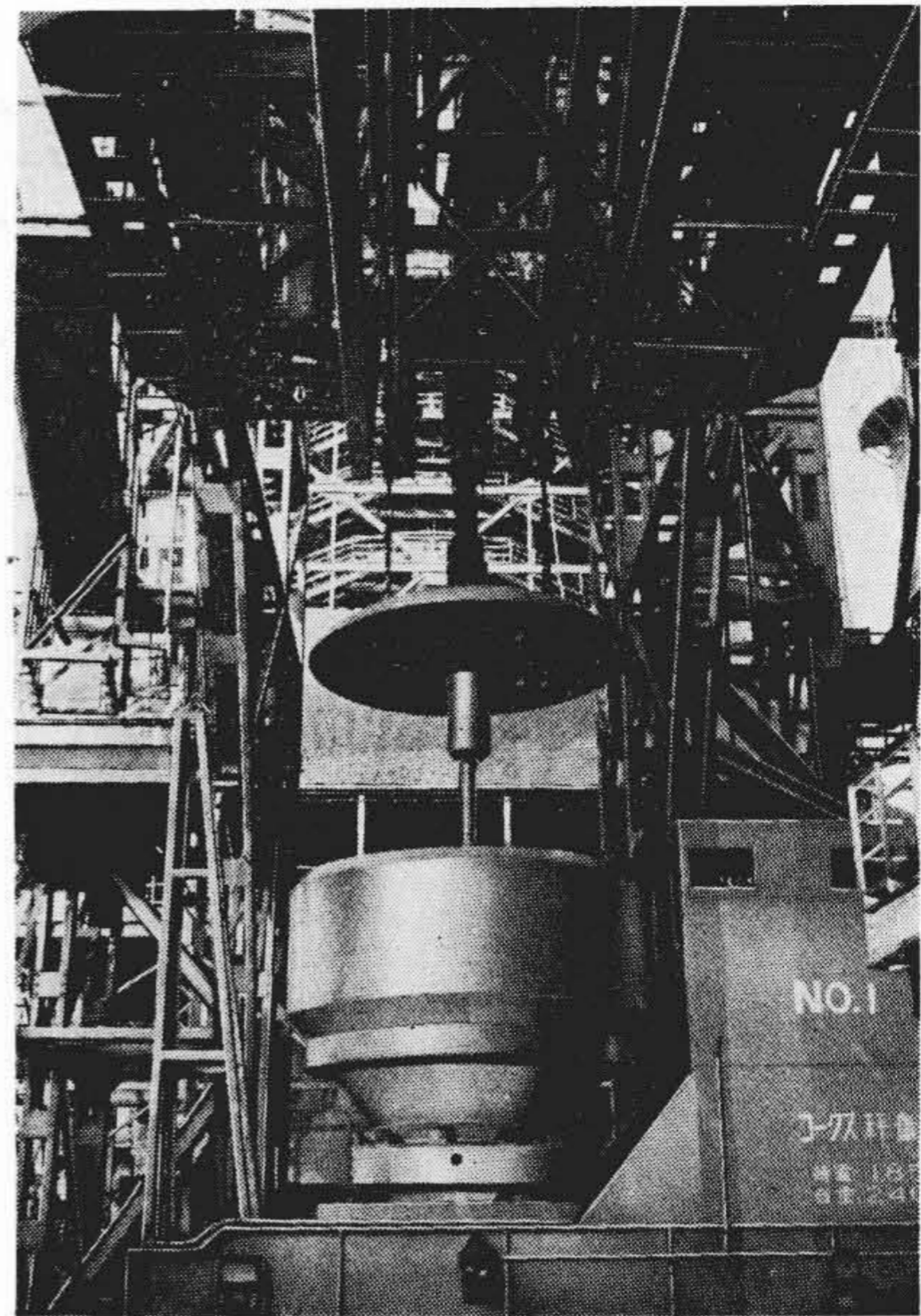
炉頂内部には平衡重錘で上方に押し上げられた蓋(ベル)があり操業中のガス逸散を防いでいる。

バケツが炉頂に到達した時ベルは第 7 図に示す如く上に上つた状態であるが更に運転が続くに従い操入車後輪が持ち上げられる形となり、フックは下りバケツ底蓋がベルを押し下げて第 8 図の如く原料は炉壁とベルの間から落下する。

一方装入車が炉頂に近づく時のレールの状態に依り補助輪は大きく後方に回転した位置にあるのでバケツ蓋は下り、ベルが押し下げられる時には完全にバケツの蓋をしており、ガスの逸散を防ぐ如くなっている。

(5) 操 作 の 概 要

通常は鉱石、コークスを交互に装入するが、何れか一



第 9 図 バケツ吊上時の状況
Fig. 9. Hanging Condition of Bucket by Hook

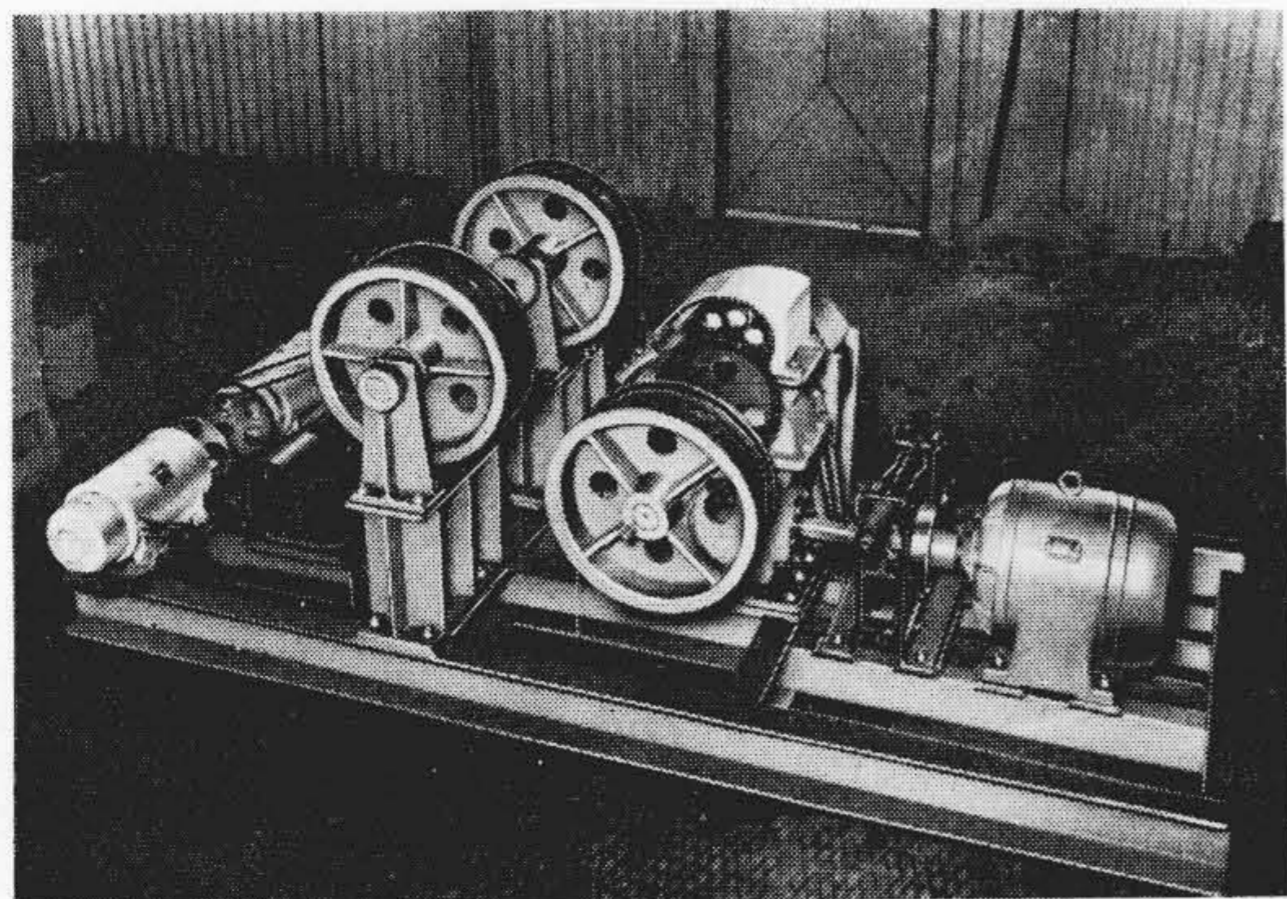
方を続けて装入する事も出来る。

先ずコークスフィーダーで充填されたコークスバケツは秤量車運転台の運転手に依り斜塔位置に停止せしめられる。ついで地上員の合図に依り巻上機運転室の巻上ボタンを押せば、コークストラックの手前で待機していた装入車は起動を始める。この時バケツ蓋は適当に配置された補助輪用レールと装入車補助輪に依り大きく上方に上げられ、フックが吊棒を引掛け易くなっている。(第 9 図参照) 装入車が始動し吊上位置を通過する時は装入車前輪は上り傾斜にあり、このためフックは斜め上方に向つて動き吊棒を引掛ける。この時は微速運転でしかも無負荷から全負荷に急激に変化するが巻上機はこれに耐えねばならない。

吊上後装入車は次第に加速され全速の状態では斜塔を上つて行くがこの時補助輪の作用に依りバケツ蓋は半ば下げられ吊棒がフックから外れないよう外筒をかぶせた形で保護している。

炉頂に近づく次第に減速されて前輪、後輪及び同用レールの関連位置によりバケツは殆ど垂直に極微速で炉頂に着床する。バケツが確実に据りなお底蓋が十分だけ下つた位置で装入車は自動的に停止する。この時バケツの蓋は完全に締りガスの逸散を防ぐ如くなっている事は前述の通りである。

原料が完全に炉内に放出された後自動的に高炉巻は巻下方向に運転され前記の逆にバケツは上げられ(従つて



第10図 サウンジング巻上機外観
Fig. 10. Sounding Winch

ベルは閉る) バケツ蓋は半ば上り次第に加速し乍ら全速で斜塔を下りる。

コークス位置前で減速に入り、コークス位置を微速で通過し(普通運転ではこの時コークス秤量車はいない)再び水平桁部をやゝ上昇し乍ら走り鉱石トラック位置で又微速で斜め下方に下り、鉱石秤量車台上に空バケツを置き、フックは吊棒から外れて少距離待避して停止する。

勿論この際鉱石秤量車は前後2箇所にあるバケツ台の一方に予め混合秤量した満バケツを乗せて待機している訳である。

巻上機が停止してから秤量車は満バケツ吊上位置迄小距離動いて次の運転がくり返される。

これらの加速、減速、停止の操作はすべて巻上機巻胴軸に直結されたプログラム用制限開閉器に依り自動的に規正されるが、別に設けたハンドルで手動で行うことも出来る。

上記の如く普通運転方式は

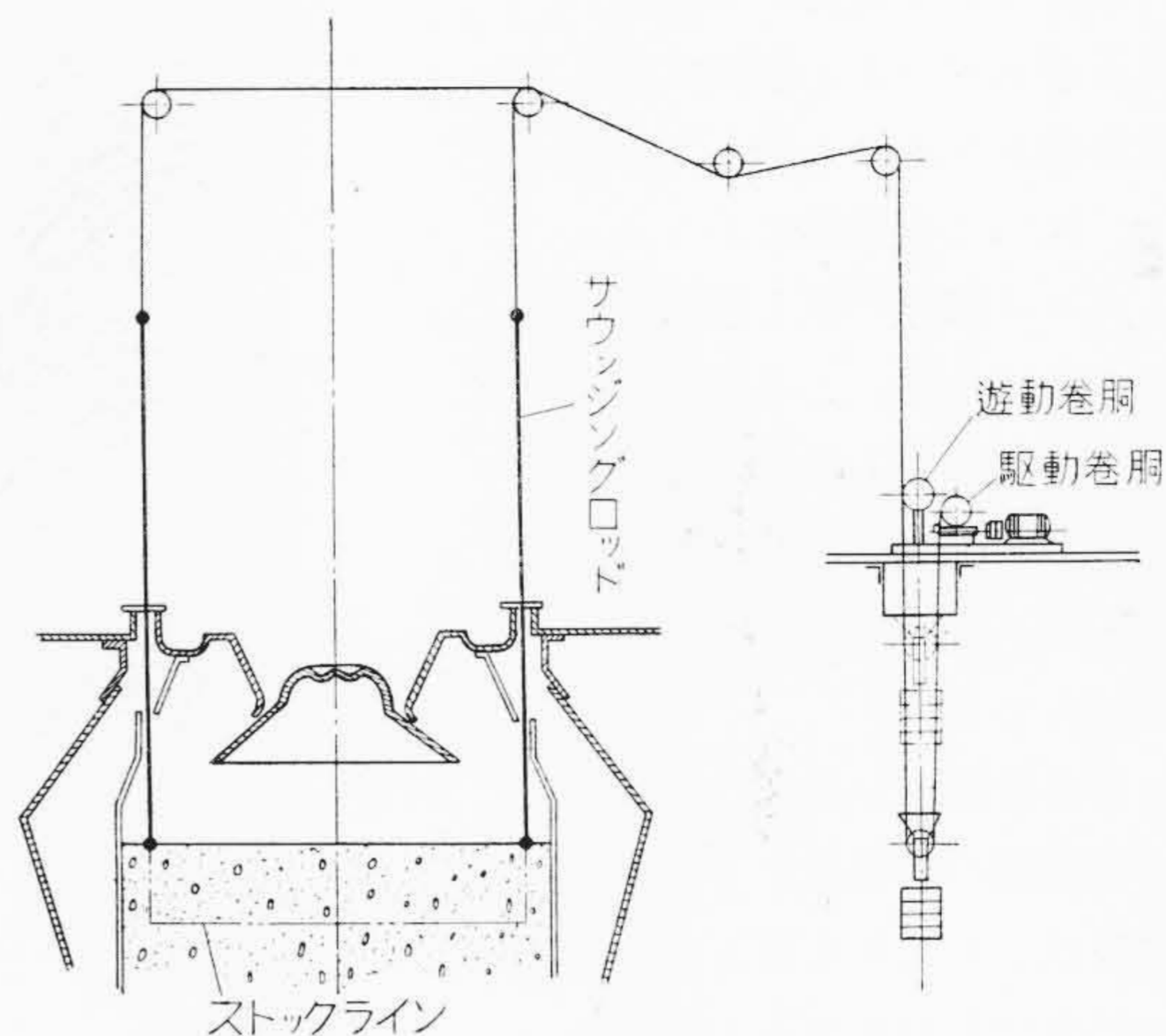
「コークスバケツ吊上→炉頂→空バケツ鉱石位置に戻す→鉱石バケツ吊上→炉頂→空バケツコークス位置に戻す」の如く交互に操作されるようになっていたが、状況に依り「コークス→炉頂→コークス」、「鉱石→炉頂→鉱石」の操作も出来る。

(6) サウンジング

原料の装入量を測定する装置をサウンジングといい外観を第10図に示す。

第11図に示す如く炉内に懸吊された測定棒を上下して炉内装入物の高さ(装入量)を測定する装置で、巻上機より出たロープの一端は測定棒の上端に、他端は遊び巻胴と重量シーブを経て駆動巻胴に固定される。

駆動巻胴を卸しの方向に動かせば測定棒は下り、この際遊び巻胴は棒の降下距離に応じただけ回転し、減速機構を経てセルシン発電機及びタップスイッチを回転さ



第11図 サウンジング動作図

Fig. 11. Construction Diagram Showing the Performance of Sounding

せ、装入量を運転室の運転指示盤に表示する。

測定棒が装入物に突当つた後は重量車シーブが降下するだけで遊び巻胴は回転せず表示には何等関係せず、サウンジング巻上機は一定回転した後自動的に停止する。

逆に回転すると巻上機は重量シーブを先ず持上げ次いで測定棒を持上げる。

これらの測定は次の如く自動的に行われる。

装入車が炉頂近く迄進んだ時主巻用プログラム制限開閉器の作用によりサウンジング棒は引上げられる方向に始動され自動停止する。次に装入車が炉頂から下り始めると逆に回転されて測定棒は下されこれにより測定運転室に表示して復元停止する。

(7) ロープ方式

第12図(次頁参照)に示すように主ロープは巻胴からヘッドシーブを経て装入車に結ばれて索引する。

高炉巻では普通の巻上機と異り、巻上に要するトルクが異状に大きく位置により変化するので平衡用重量車を垂直塔内に設けて過大トルクを防止する。

この重量車用ロープの巻胴は荷重曲線の状況から円錐型を採用している。

又装入車は下方水平部分でコークス位置から鉱石位置へ逆行する時上り勾配にあるので主索を弛めただけでは動かず後方から逆に引張る必要があり、このためテークアップシーブを経てテールロープを取つてある。

主ロープとテールロープは同一巻胴に単胴複巻の形に巻付けてある。

(8) 周期負荷曲線

第13図(次頁参照)に鉱石の周期負荷曲線を示す。図

の点線は巻上速度、実線は
 鉬石巻上トルク、鎖線は重
 量車巻下トルクを示して
 おり、従つて電動機にかゝ
 るトルクは実線の値と鎖
 線の値の差になる。この
 図から判るように巻上
 時は電動トルク、制動
 トルク共現われるが巻
 下時には電動トルク
 だけである。

若し重量車を設けない
 時は電動機の熱容量、
 トルク共甚だしく大き
 な値となり不経済なも
 のとなるから重量車の
 必要性はこの図から
 判る。

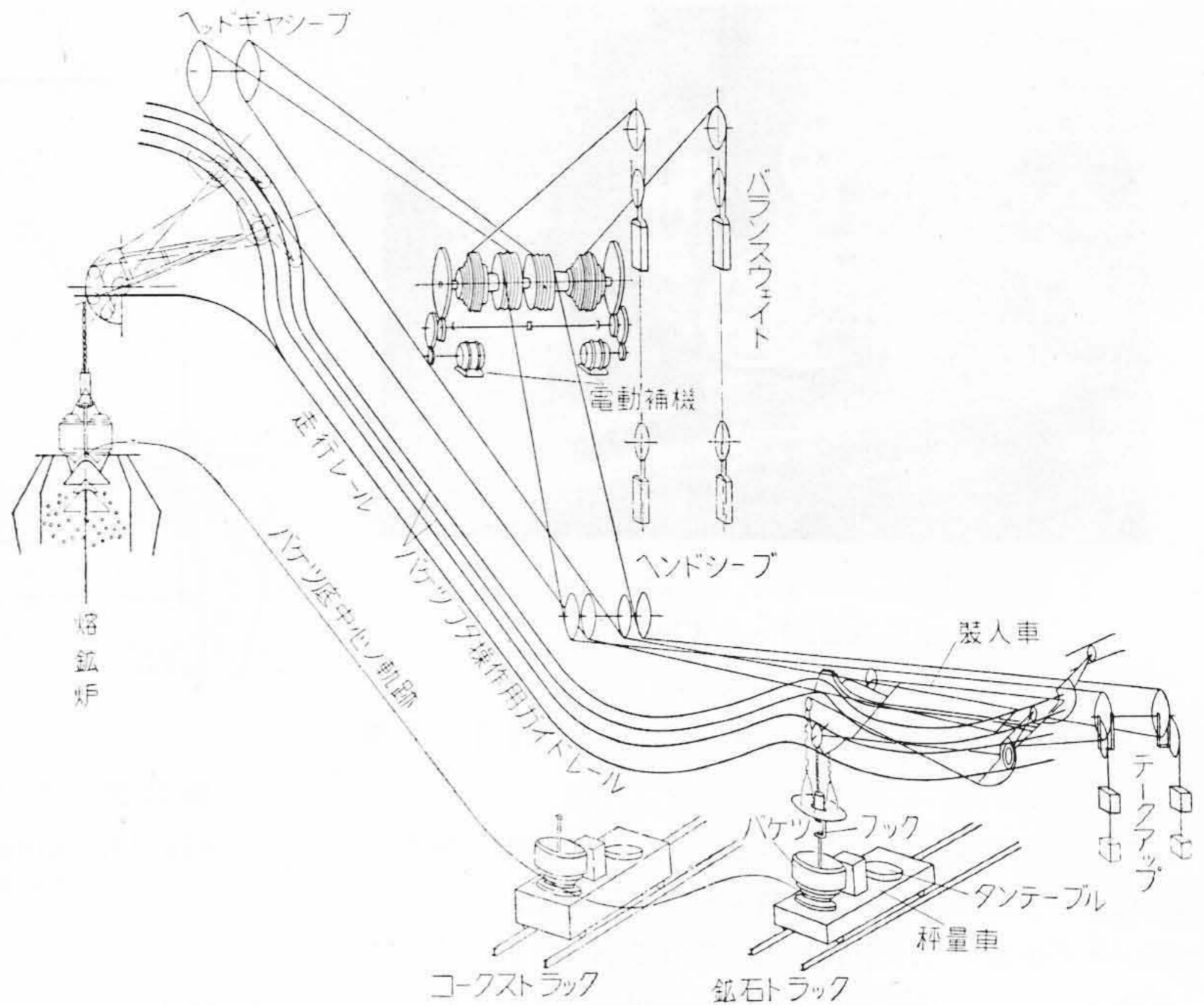
(9) 巻上機の構造

巻上機の構造は第14図
 及び第15図に示す通
 りで機械室内にサウン
 ジング巻上機と共に据
 付けられている。

図に見る如く直流電動
 機2台が左右の減速歯
 車で1段減速され中間
 軸を駆動しこれが更
 に巻胴軸を駆動する。

高炉に使用する性質上
 一刻も事故休止を許さ
 れないので2台の電動
 機の内1台は予備、1
 台を常用する。又伝
 動歯車系統も、右電動
 機×右1段減速×右2
 段減速→巻胴(又は同
 左)と用いる事が常用
 であるが、右電動機×
 右1段減速→中間軸→
 左2段減速→巻胴、と
 変えて使用することも
 出来る。

7項記載のロープは左
 右対称の巻胴から出
 ており外側が平衡重
 量車に、中間が主索及
 び尾索(複巻式)とし



第 12 図 ロープ方式及びバケツ軌跡
 Fig. 12. Bucket Rope and Bucket Locus

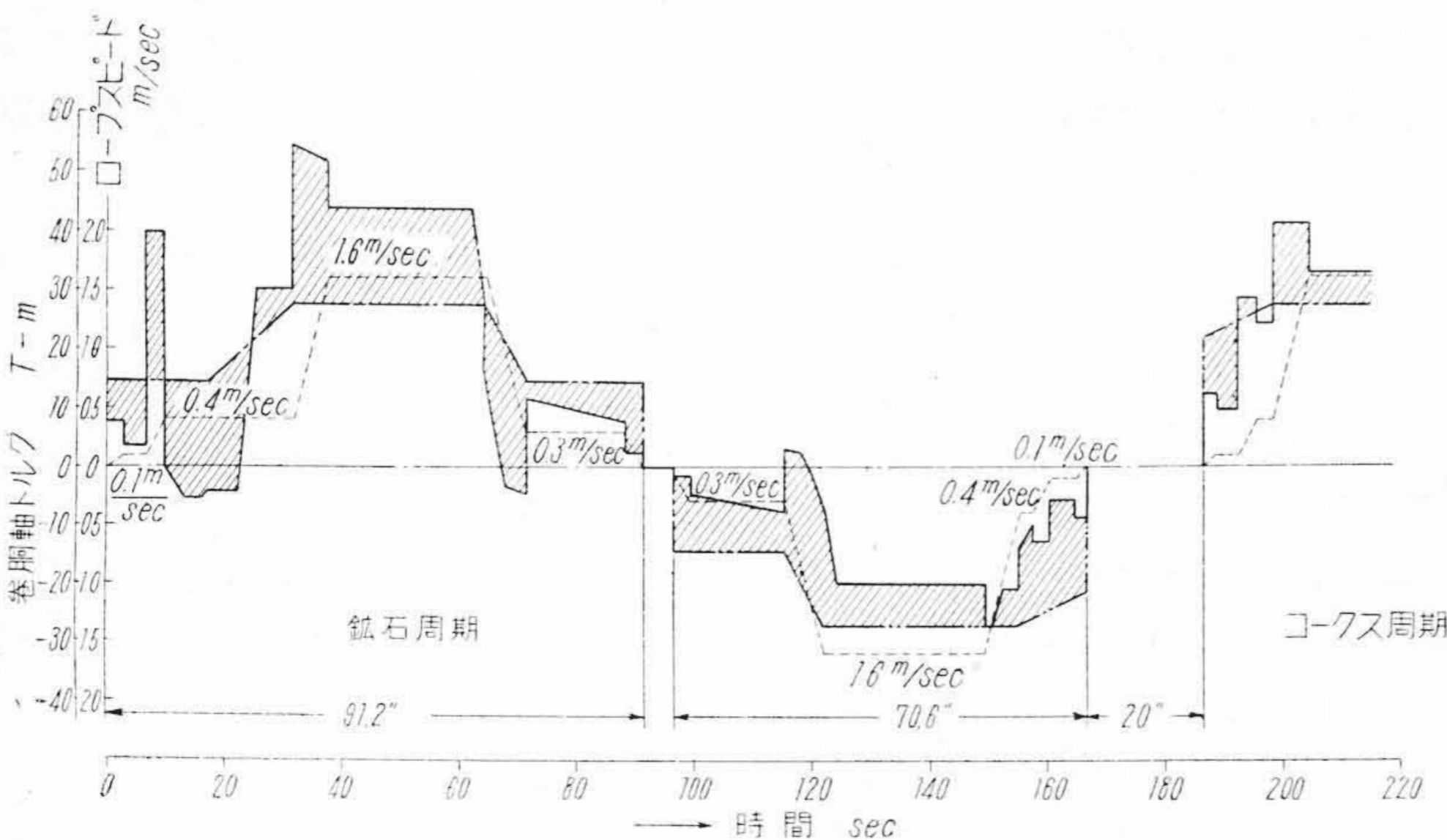
それぞれ2本1組で用いられる。

制動機は、常用は電動機
 カップリング外周に取
 付けたバンドブレーキ
 を重錘で締めることに
 依り、又解除はこの
 重錘をサーボリフター
 で押上げることによ
 り行われる。

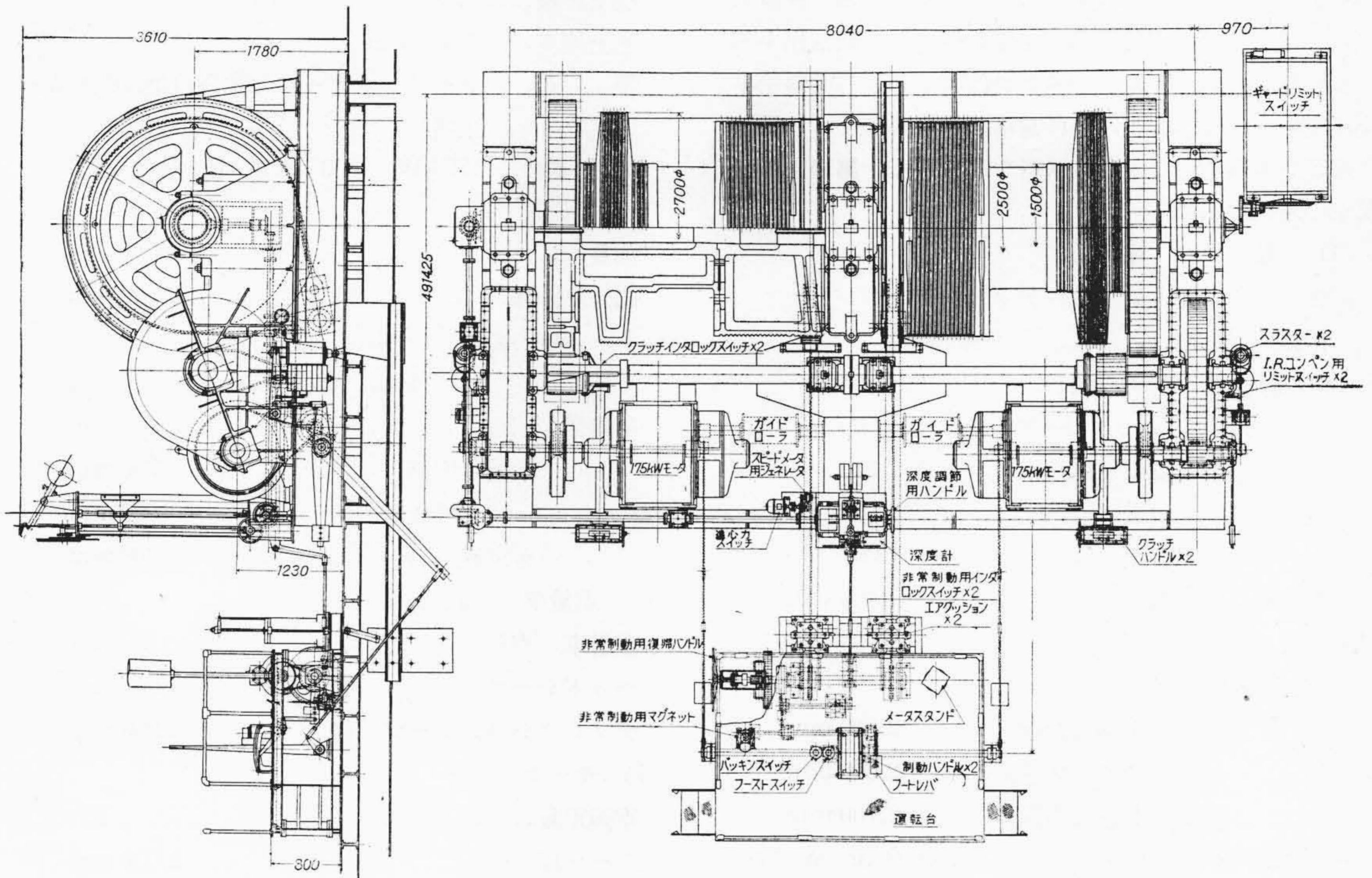
非常制動は主軸中央
 にある2組の主巻胴
 をバンドブレーキに
 依り重錘の落下に依
 り締付けて行い、解
 除は手動にて重錘
 を持上げる。

巻胴軸右側から歯車
 掛によりプログラム
 制限開閉器を駆動
 する。

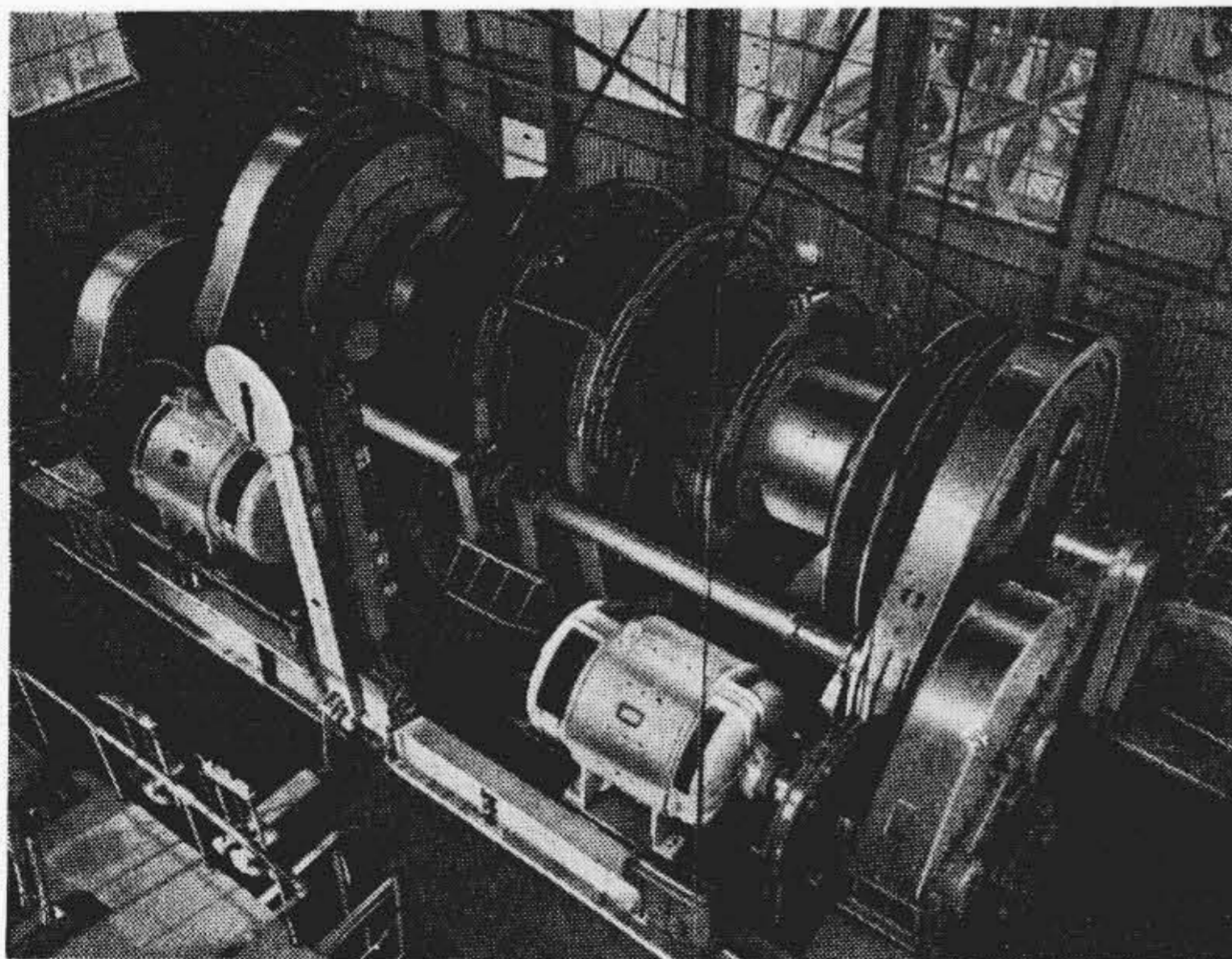
中央前部にある深度
 計には諸種の保守用
 リミットスイ



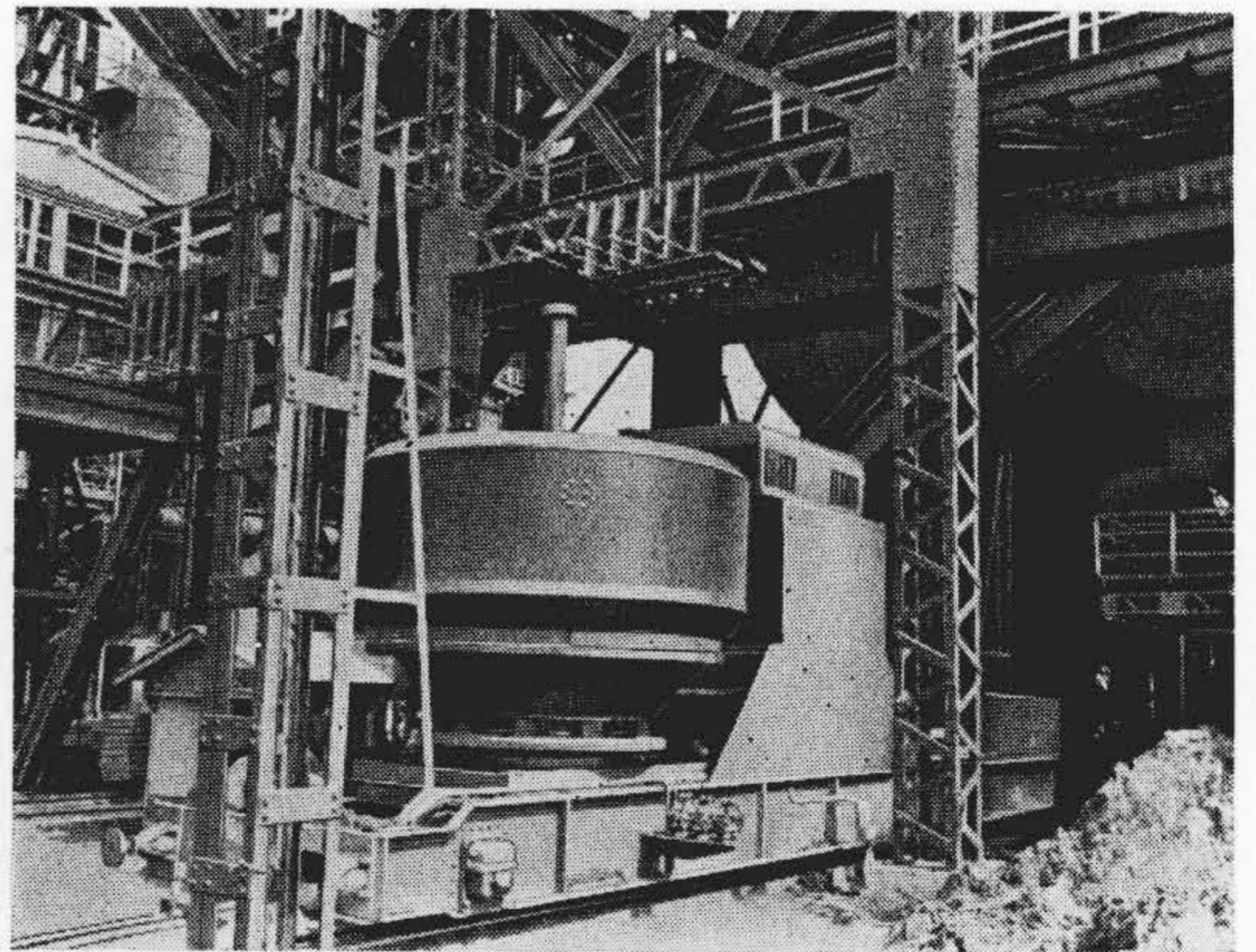
第 13 図 周期負荷曲線
 Fig. 13. Load Duty Cycle



第14図 卷上機構造
Fig. 14. Winding Winch



第15図 卷上機外観
Fig. 15. Winding Machine



第16図 秤量車外観
Fig. 16. Scale Car

ッチを備え、過巻時には機械的に前記非常制動機をかけるようにもなっている。

この巻上機の運転は垂直塔下方の別面の運転室から遠方操作されて行く関係上、計器、表示器の類は同室内に集中し、この巻上機室内には簡単な調整用程度の運転用具、表示器を備えるに過ぎず、又潤滑、手入等も無人運

転にふさわしいよう十分慎重に設計してある。

(10) 秤量車

鉾石用、コークス用各1台づゝあり、斜塔に直角方向に設けられた鉾石トラック、コークストラックの上を秤量車の運転台から電動操作で走行出来るようになっており、斜塔位置から20~50m離れた場所に設けられたフ

ィーダーで秤量車上のバケツに原料を充填する。秤量車のバケツ台は運転台で操作して電動機により回転出来るようになっており、台上のバケツは回転し乍ら原料を平均に充填されるが、この際秤量車の秤量器により、重量を測定し乍ら適当な配合に原料を混合する。第16図に秤量車の外観を示す。

(11) 仕 様

熔鋳炉並びに装入量及びバケツ

熔鋳炉.....	公称 500 t
1 回装入量 常用	鉍石..... 16 t
	コークス..... 6 t
満載	鉍石..... 21 t
バケツ 自重.....	6 t
容積.....	13 m ³

これに対し今回製作した高炉巻上機及び秤量車の仕様は次の通りである。

(a) 巻上機本体

巻 胴 直 径	装入車巻上巻胴.....	2,500 mm
	テークアップ巻胴.....	2,500 mm
	重量車巻上巻胴.....	2,700 mm
ロープ張力	主ロープ.....	30,600 kg (両索で)
	テークアップロープ.....	10,000 kg (両索で)
	重量車ロープ.....	20,000 kg (両索で)
ロープ直径	主ロープ.....	44 mm×2
	テークアップロープ.....	25 mm×2
	重量車ロープ.....	34 mm×2

巻上距離....69 mm

巻上速度....96 m/min

型 式....ワードレオナード方式全自動操作複胴巻上機

電 動 機....175 kW, 500 r.p.m. 直流電動機

(b) 装 入 車

全長.....	約 10 m
固定軸距離.....	6,000 mm
レール中心距離 内側.....	2,000 mm
外側.....	2,360 mm
車輪径 前輪.....	750 mm
後輪 内側.....	750 mm
外側.....	650 mm
補助輪.....	400 mm

(c) 重量車及び同用シーブ

重量車 重量.....	20 t
ヘッドシーブ 径.....	4,000 mm
デフレクションシーブ 径.....	3,000 mm

(d) テークアップ

重錘重量.....	10 t
シーブ径.....	2,000 mm

(e) 秤 量 車

	鉍石	コークス
軌 間.....	1,435 mm	1,435 mm
積載荷重.....	30 t	18 t
	(鉍石 18t バケツ 12t), (コークス 6t バケツ 12t)	
走行速度.....	75 m/min	75 m/min



第 17 図 高炉及び高炉巻上機全景

Fig. 17. Blast Furnace and its Winder

	鉾石	コークス
ターンテーブル....	10 r.p.m.	10 r.p.m.
本体 全長.....	12,200 mm	12,200 mm
幅.....	3,682 mm	3,682 mm
高.....	4,100 mm	4,100 mm
ターンテーブル 高さ.....	1,200 mm	1,400 mm
ターンテーブル 中心距離....	5,600 mm	5,600 mm
車輪径.....	860 mm	860 mm
軸距離.....	9,200 mm	9,200 mm
秤量機.....	半槓桿自動式	半槓桿自動式
制御方式.....	A.C. 200 V	A.C. 200 V
	50 \sim IM	50 \sim IM
走行電動機.....	30 kW	30 kW
ターンテーブル 電動機.....	7.5 kW	7.5 kW
制動機.....	押上機制動	押上機制動

第17図に全装置の外観を示す。

〔III〕 高炉巻上機に必要な電氣的 性能及び仕様

高炉巻上機では、バケツをフックに巧に吊り上げ或は吊り外すことができ、且つ着床精度は ± 20 mm という非常に精密な値であるから、その電動機は極微速を精密に出すことが必要であり、又周期負荷曲線からわかるように吊り上げ、吊り外し時の負荷トルクは甚しく異り、場合により電動トルク或は制動トルクがかかることすらあるので、その速度変動率が極めて少いものでなければならない。巻上加速、巻下減速及び巻上減速、巻下加速の電圧制御はプログラム用制限開閉器によるため共に同一形状の変化を行うから、電圧制御に時間遅れがあつてはならない。また、斜塔の途中でバケツを停止して再起動する場合、電圧上昇が遅れるとずり落ちのおそれがあり、更に非常制動時に生じる過大電流を防止するため、電流制限作用を有効に動作させる必要があるから、制御は速応的でなければならない。従つて、勿論 HTD による自動制御を行う必要がある、この場合特に制御回路の増幅率を高く、時定数を小さくしなければならない。このため初めての試みとして HTD に制御励磁機を組合わせて使用した。

高炉巻上機は炉の性質上作業を停止することが許されないから、電気品はすべて信頼度高く故障の少ないものであり、又非常に大きい負荷トルクがかかるから、巻上用直流電動機、レオナード発電機は整流よく、機械的に頑丈であるばかりでなく点検手入にも便利な構造でなければならない。その他巻上機の特質として、GD² を極力小

さくし、振動、衝撃トルクに耐える必要がある。

また、設備の特質上機械室と電気室が非常に離れているので、整流に差支えない限り電圧を上げる外、発電機電圧、励磁機電圧は配線降下を見込んでそれだけ高くしておく必要がある。

電気品の仕様は次の通りであるが、万一の場合を考慮して設備はすべて予備機を1組設け、随時自由に予備機と切替えて運転できるようになつている。

(1) 主巻上機用直流電動機

出力.....	175 kW
電 圧.....	± 440 V
回 転 数.....	± 500 r.p.m.
励磁電圧.....	220 V
型 式.....	FCP-SP
	開放型冷却ファン付保護網付他 励磁式
定 格.....	連続
常用最大回転力....	225%
非常最大回転力....	250%
制御方式.....	レオナード制御

(2) 主電動発電機設備

(a) 直流発電機

出力.....	200 kW
電 圧.....	± 460 V
回 転 数.....	1,000 r.p.m.
定 格.....	連続
励磁電圧.....	220 V
最大出力.....	250% 1分間
型 式.....	FC ₁ -SP
	開放型冷却ファン付片側エンド ブラケット付他励磁式

(b) 三相誘導電動機

出力.....	250 kW
電 圧.....	3,300 V
周 波 数.....	50 \sim
極 数.....	6
回 転 数.....	1,000 r.p.m.
定 格.....	連続
最大回転力.....	250%
起動方式.....	リアクトル起動
型 式.....	S-KK ₁
	開放型二重籠形回転子式

(3) 励磁機設備

(a) 定電圧励磁機 操作電源及び主電動機励磁用

出力.....	10 kW
電 圧.....	230 V

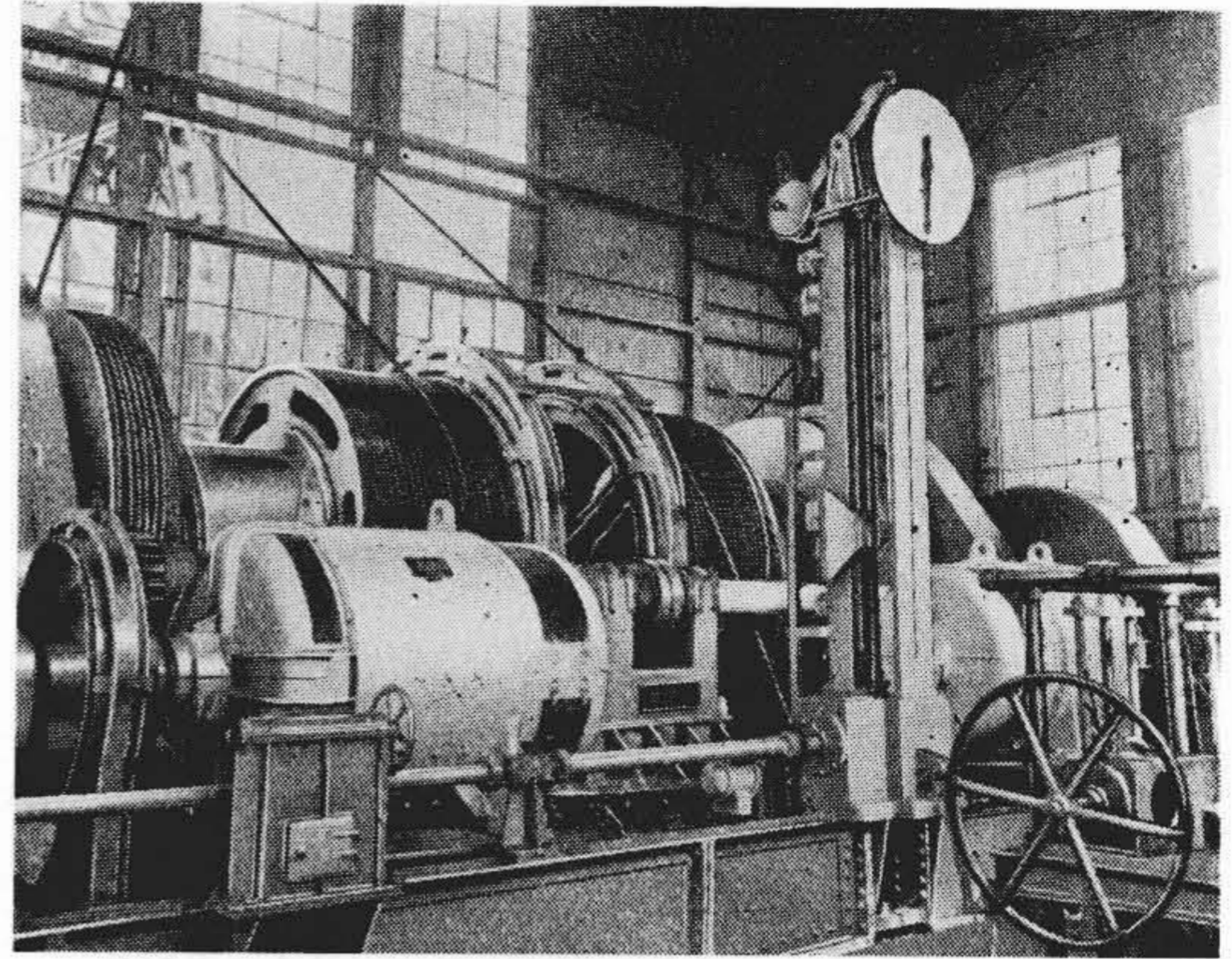
回 転 数.....1,500 r.p.m.
 定 格.....連続
 型 式.....FC₁-K
 開放型冷却ファン付片側エンド
 ブラケット付複巻式

(b) 励磁機 主発電機励磁用
 出 力.....5 kW
 電 圧.....110 V
 回 転 数.....1,500 r.p.m.
 定 格.....連続
 型 式.....FC₁-SP
 開放型冷却ファン付片側エンド
 ブラケット付他励磁式

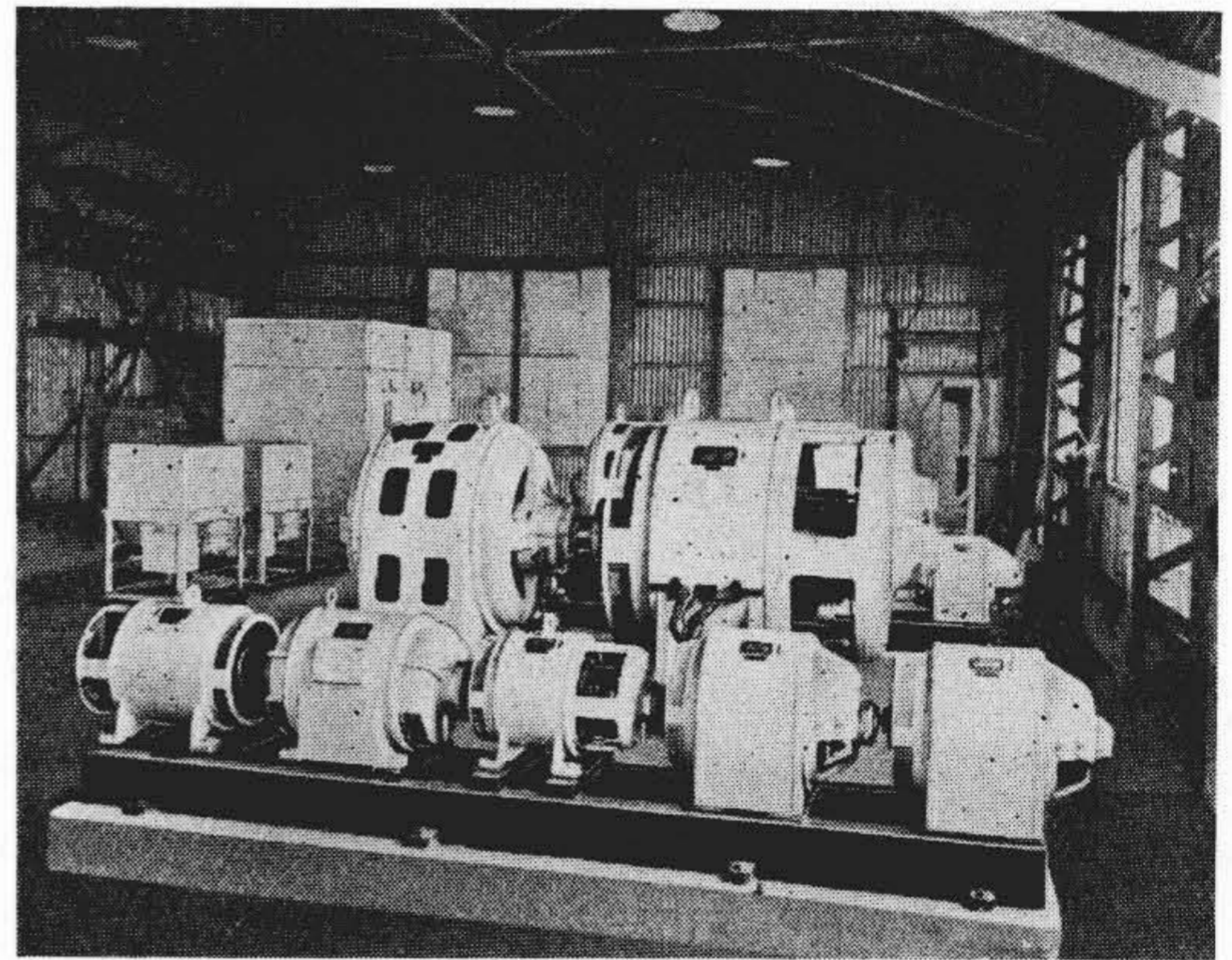
(c) HTD 急速励磁用
 出 力.....1 kW
 電 圧.....110 V
 回 転 数.....1,500 r.p.m.
 定 格.....連続
 型 式.....FC₁-SP
 開放型冷却ファン付片側エンド
 ブラケット付他励磁式

(d) 制御励磁機 急速励磁用
 電 圧.....±460 V
 回 転 数.....1,500 r.p.m.
 定 格.....連続
 型 式.....FC₁-SP
 開放型冷却ファン付片側エンド
 ブラケット付他励磁式

(e) 三相誘導電動機
 出 力.....20 kW
 電 圧.....220 V
 周 波 数.....50[~]
 極 数.....4
 回 転 数.....1,500 r.p.m.
 定 格.....連続
 型 式.....EFU-KK₁
 閉鎖通風型二重籠形回転子式



第 18 図 175 kW 直 流 電 動 機
 Fig. 18. 175 kW D.C. Motor



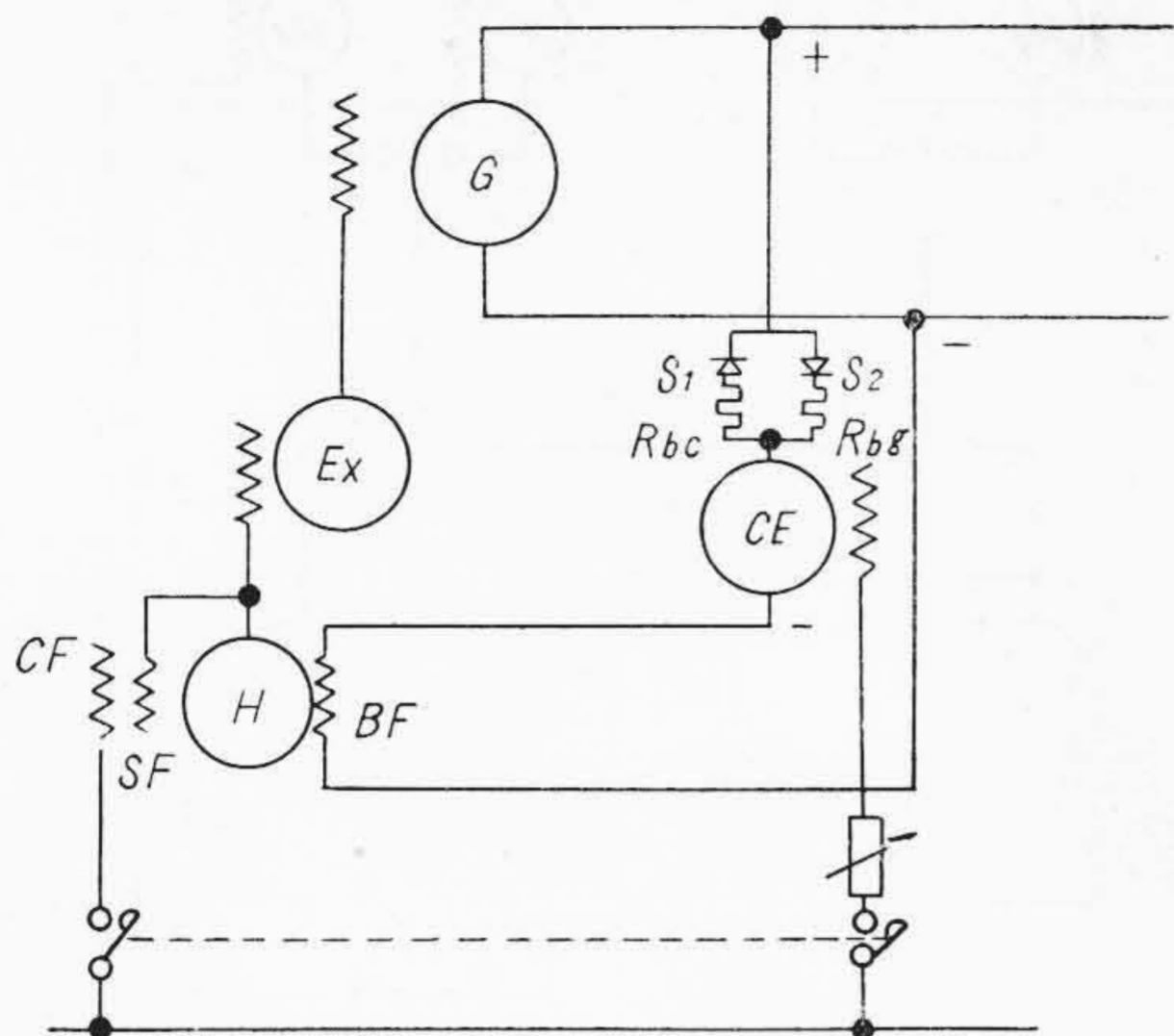
第 19 図 200 kW 電 動 発 電 機 及 び 励 磁 機 セ ャ ッ ト
 Fig. 19. 200 kW Motor Generator Set and
 Exciter Set

第18図に主巻上用直流電動機、第19図に主電動発電機
 設備及び励磁機設備の外観を示す。

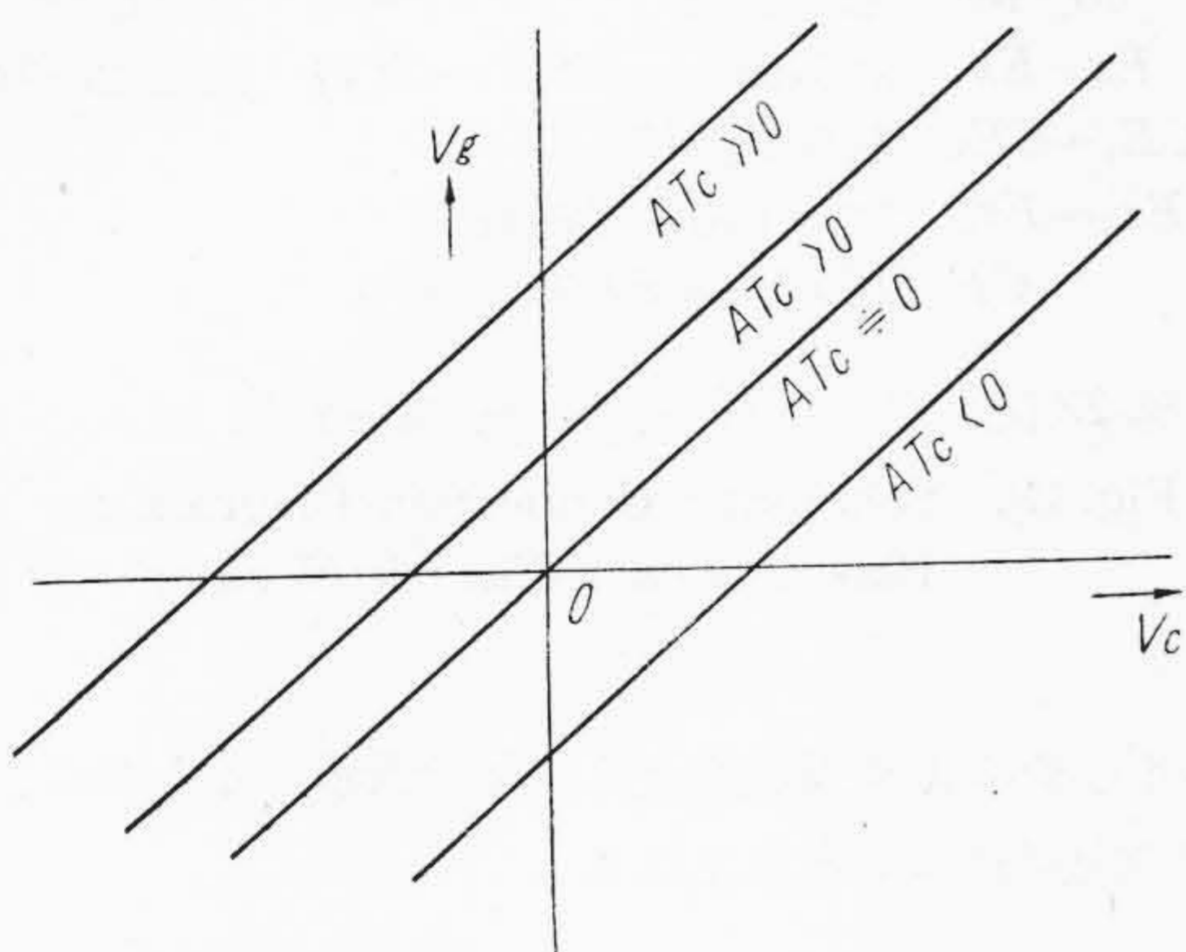
〔IV〕 制御励磁機の作用と効果

高炉巻の速度制御のように、速度変動率少く、時間遅
 れの少い制御に対しては、回転増幅機 HTD の増幅率大
 きく、時定数小さいことが望ましい。増幅率を高くする
 ためには、その電機子設計及び同調率が与えられる場合、
 再生界磁アンペア回数と自励界磁アンペア回数の比を大

きくすればよいが、これにも限度があり、またこの比を
 大きくすると時定数が増す不利があり、普通の方法では
 HTD の性能を飛躍的によくすることは困難である。然
 るに HTD には制御界磁と再生界磁があつて、そのアン
 ペア回数は殆ど打消し合い、有効なアンペア回数はそ
 の差の極めて僅かな値であることを考えると、若し巻線
 外部で両者の電流差を検出し、これを再生界磁に加える
 ようにすれば、巻線の効用は飛躍的に向上し、HTD の
 増幅率も大幅に増大する筈であり、しかも時定数が大と
 なる惧れはない。制御励磁機はこの構想に基いたもので
 あり、これにより HTD の性能が飛躍的に改善されるこ
 とは既に幾多の実験結果により確認されている。第20図
 は制御励磁機を使用した HTD の接続を、第21図は制御
 励磁機の電圧 V_c と発電機電圧 V_g との関係を示す線図
 であり、図中 AT_c は第20図中 HTD の CF 線輪のア
 ムペア回数を示す。



第 20 図 HTD と CE を用いた直流発電機の電圧制御
Fig. 20. Voltage Control Circuit for D.C. Generator by HTD and Control Exciter



第 21 図 V_c , AT_c と V_g と の 関 係
Fig. 21. Relation between V_c , AT_c and V_g

〔V〕 運 転 方 式 及 び 制 御 器 仕 様

今回の高炉巻上機には押釦による全自動運転方式を採用した。自動運転には正常自動運転操作と、異常自動運転とがある。又必要によつては切換開閉器の操作により手動運転も可能である。手動運転には、自動運転と同一のプログラム運転を行うものと、試運転用又は非常用に使用する1/4速度運転とがある。自動運転中炉内の充満を発見したとき、又は機械部分手入のとき等には停止釦を押すことにより途中停止も可能である。途中停止後の再起動は手動運転により行う。又重要機器には予備を設け、切換開閉器により作業中でも簡単に切換えられるよう設計した。

サウンジングは歯車式制限開閉器により自動的に炉深

を測定し、これを運転表示盤に指示する。

(1) 正 常 自 動 運 転

正常自動運転はコークス、鉍石を交互に炉内に装入する運転で、運転室設置の自動運転操作台上の正常運転釦を押すと装入車は停止位置から自動的に起動し、バケツを吊上げ炉頂に達しバケツの底を下げてベルを降下させ、原料を装入する。炉頂で所定時間停止すると限時継電器で自動的に再起動しバケツは下降し、前起動の位置とは異つた台車位置にバケツを置き、台車位置より退避して停止する。即ちコークス台車位置から起動した場合は鉍石台車位置迄、又鉍石台車位置から起動した場合はコークス台車位置迄戻ると自動的に運行が行われるのであつて、次の起動には再び押釦を押さねばならない。

この一つの押釦による起動位置の自動選択は、深度計取付の制限開閉器と歯車式制限開閉器によつて行われる。

(2) 異 常 自 動 運 転

異常自動運転はコークスのみの装入又は鉍石のみの装入を繰返し行う運転で、装入車の停止位置により自動運転操作台のコークス装入押釦或いは鉍石装入押釦を押すことにより、前者はコークス台車より起動し再びコークス台車上にかえり、後者は鉍石台車より起動し再び鉍石台車にかえる迄の運行を自動的に行うもので、この運行を繰返し行うためにはその都度該押釦を押さねばならない。

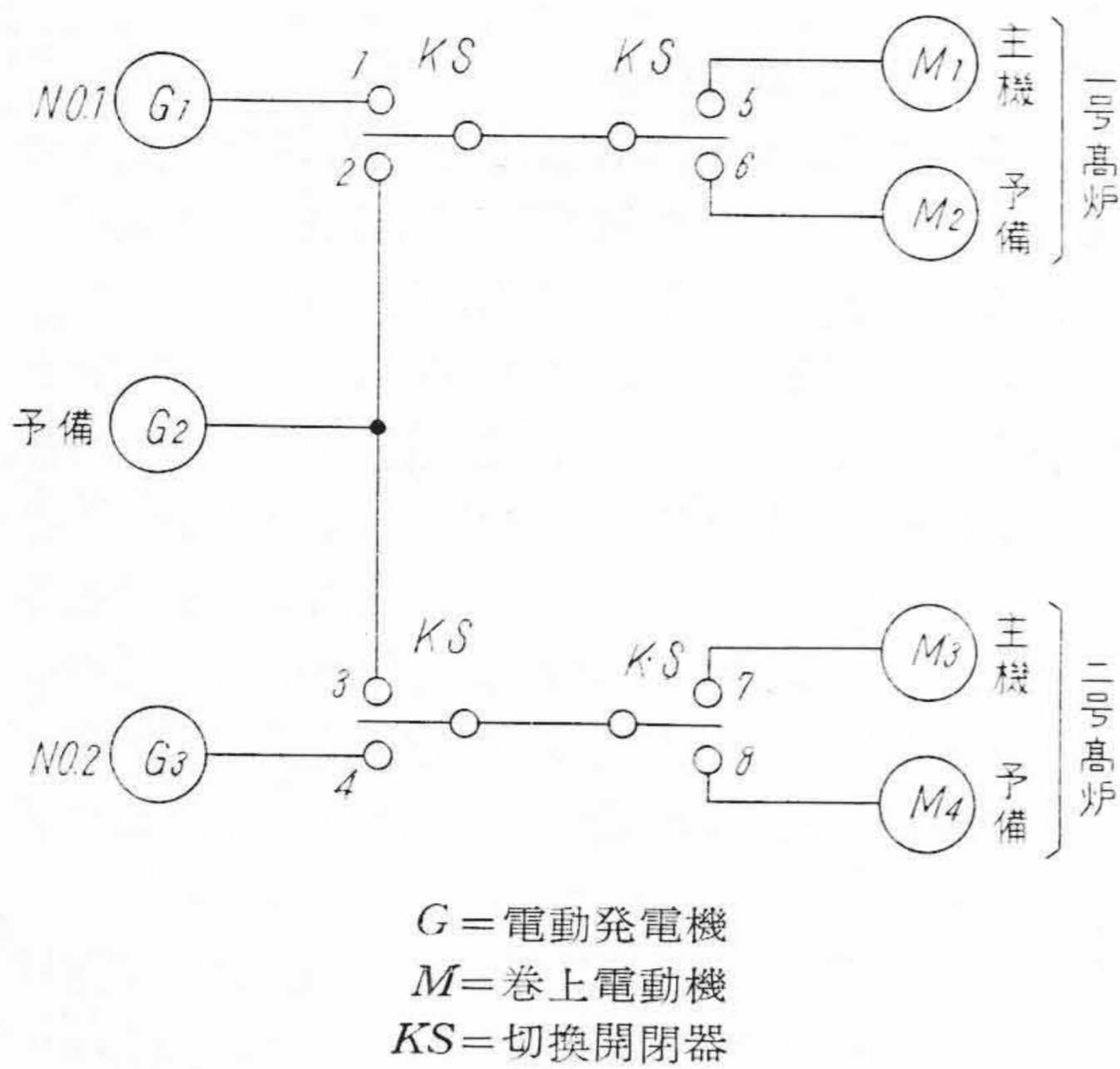
(3) 途 中 停 止

正常又は異常運転中停止の必要がある場合は自動運転操作台の途中停止押釦を押すとその位置で減速停止を行うことが出来る。

第 1 表 主 回 路 切 換 表

Table 1. Change-over Table for Main Circuit

組 合 せ	K S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
G ₁ —M ₁	○				○			
G ₁ —M ₂	○					○		
G ₂ —M ₁		○			○			
G ₂ —M ₂		○				○		
G ₂ —M ₃			○				○	
G ₂ —M ₄			○					○
G ₃ —M ₃				○			○	
G ₃ —M ₄				○				○



第 22 図 主 回 路 切 換 要 領 図
Fig. 22. Change-over Connection Diagram for Main Circuit

(4) 途 中 停 止 後 の 再 起 動

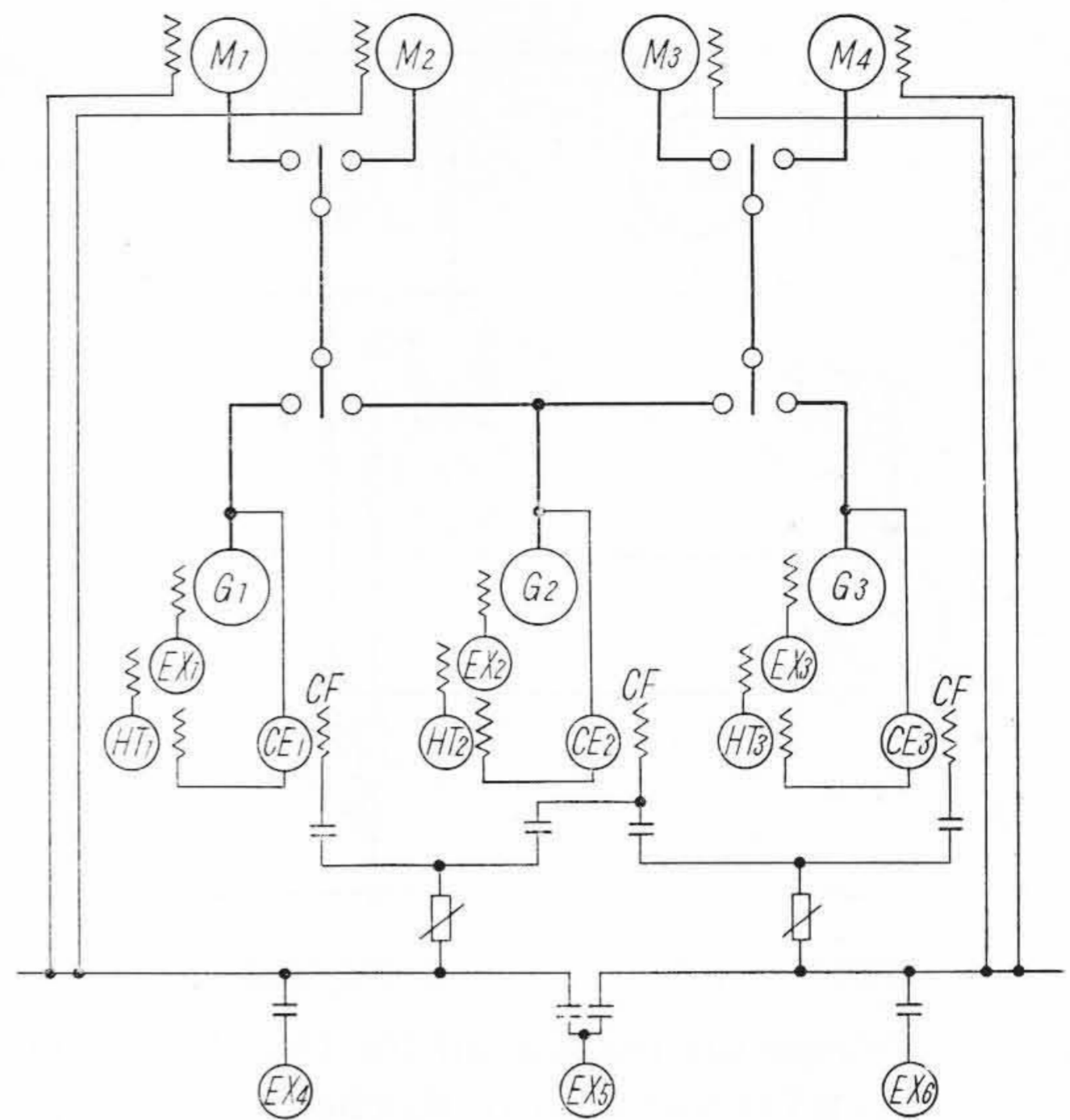
途中停止後再起動を行う場合は、手動運転操作台上の手動運転把手により、炉頂又は何れかの台車位置迄再運転を行うことが出来る。

(5) 予 備 機 と の 切 換

熔鉱中は原料の装入を休止することは出来ないので巻上用主電動機、電動発電機等の重要機器には予備を設けてあり、必要に応じ電気室設置の主回路切換キュービクル内の主回路切換開閉器により簡単に切替えることが出来る。第22図に電動発電機と巻上電動機の切換要領単結線図を、第1表にその切換表を示す。この表以外の切換を行つた場合は本キュービクル設置の警報ベルが鳴り切換え誤りなることを表示する。運転中の切換は危険であるから、切換開閉器側に表示灯を設けて注意を与えている。又この主回路切換開閉器に多くの補助接点を附し、制御回路も同時に連動切換を行うようにしている。この電動発電機、電動機の組合せは巻上電動機と巻胴間のクラッチも含めて、M-G 室、運転室及び機械室に表示し運転の便を図つている。

(6) サ ウ ン ジ ン グ 運 転

サウンジング運転は巻胴連結の歯車制限開閉器の指令により装入車が炉頂附近に至れば、サウンジング巻胴を回転せしめ測定桿を引上げて、原料の装入を待ち、装入車が炉頂を去れば同じく歯車式制限開閉器の指令により、サウンジング巻胴を逆転させて測定秤を炉中に装入する。この場合遊び巻胴に連動されたセルシン発信機により炉深は運転表示盤のセルシン受信機に送られ、タッ



第 23 図 高 炉 巻 上 機 概 略 結 線 図
Fig. 23. Schematic Connection Diagram for Blast Furnace Electric Winder

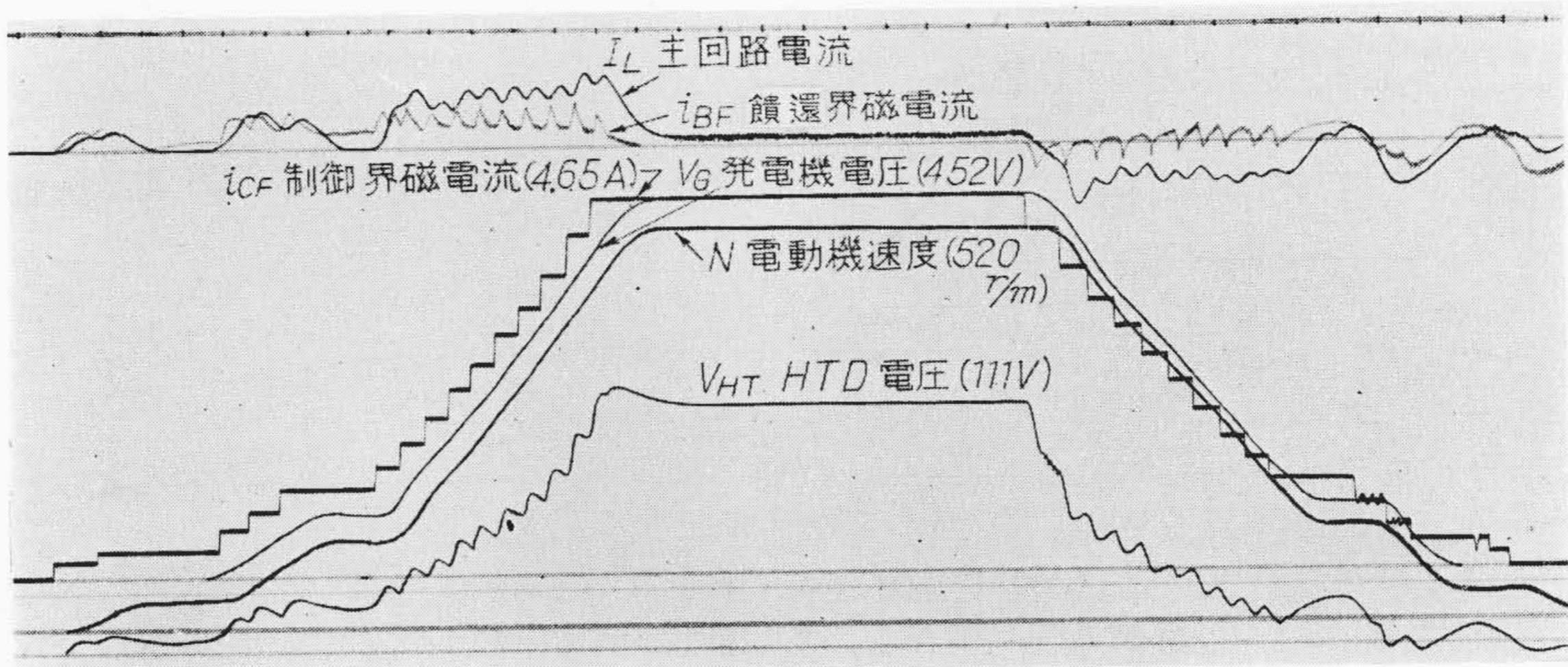
プスイッチにより表示盤上に炉深を表示すると共に、事務室の記録計にも表示される。

[VI] 制 御 方 式

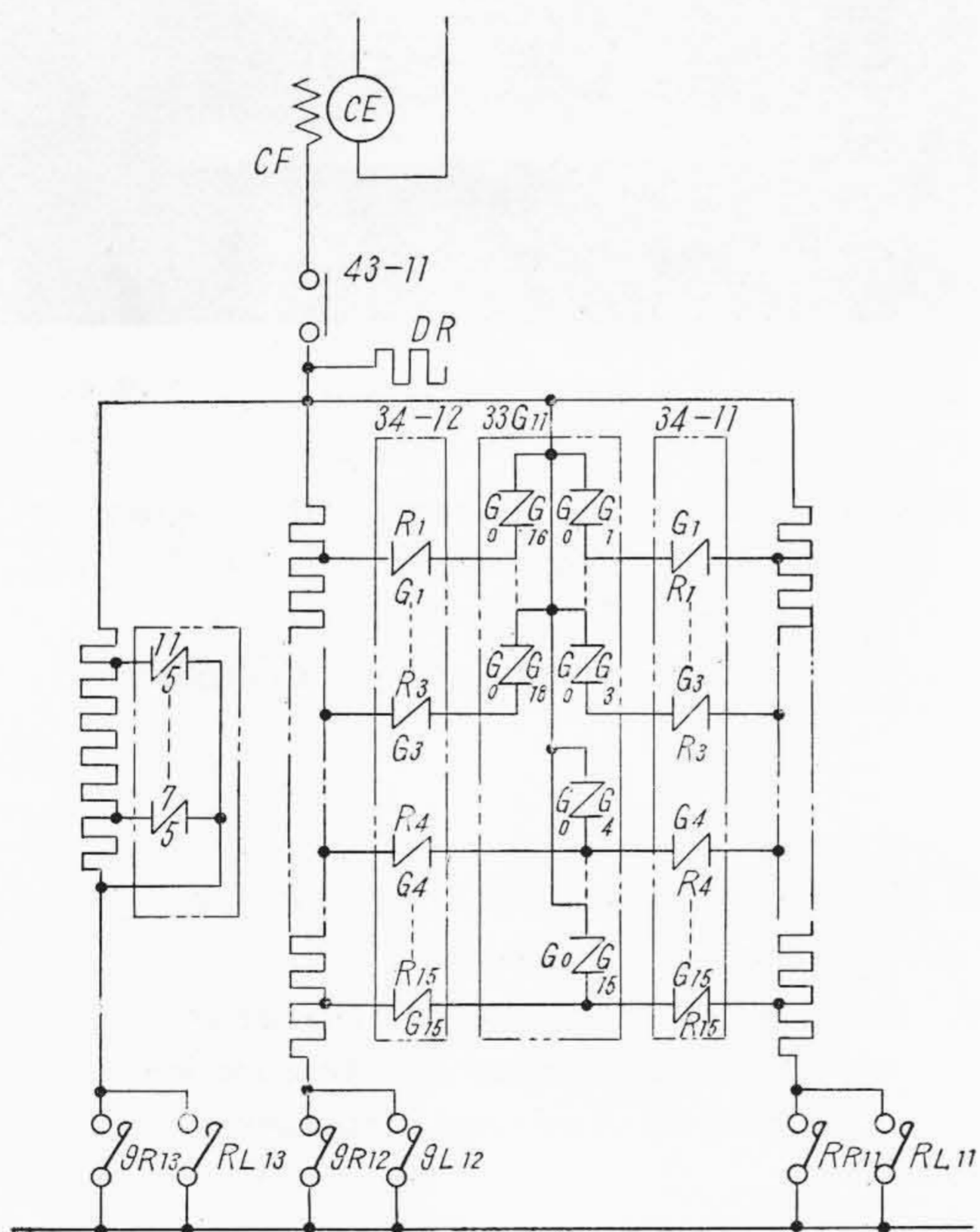
第23図は本装置の概略結線図で高炉 2 基分を示す。二つのワードレオナードセットよりなり電動機はそれぞれ定電圧電源より一定励磁を受けている。発電機及び電動機は主回路切換開閉器により所望の組合せに切換えられる。M-G セットは 3 台中使用機器のみ運転し、その発電機は励磁機で、励磁機は HTD でそれぞれ励磁されている。HTD の再生界磁回路には前述の制御励磁機 CE が挿入せられ即応励磁を行つている。

巻上機運転のための電動機速度制御には、この制御励磁機の制御界磁をプログラム運転曲線通りに制御するのである。第24図はこの場合のプログラム運転オシログラムを示す。図中制御界磁電流が所定のプログラムに該当する。

この制御界磁は第25図に示す如く、正逆切換接触器を経て巻胴に連動された歯車式制限開閉器及びこれに直列に挿入された電動操作主幹制御器の支配を受けて励磁される。



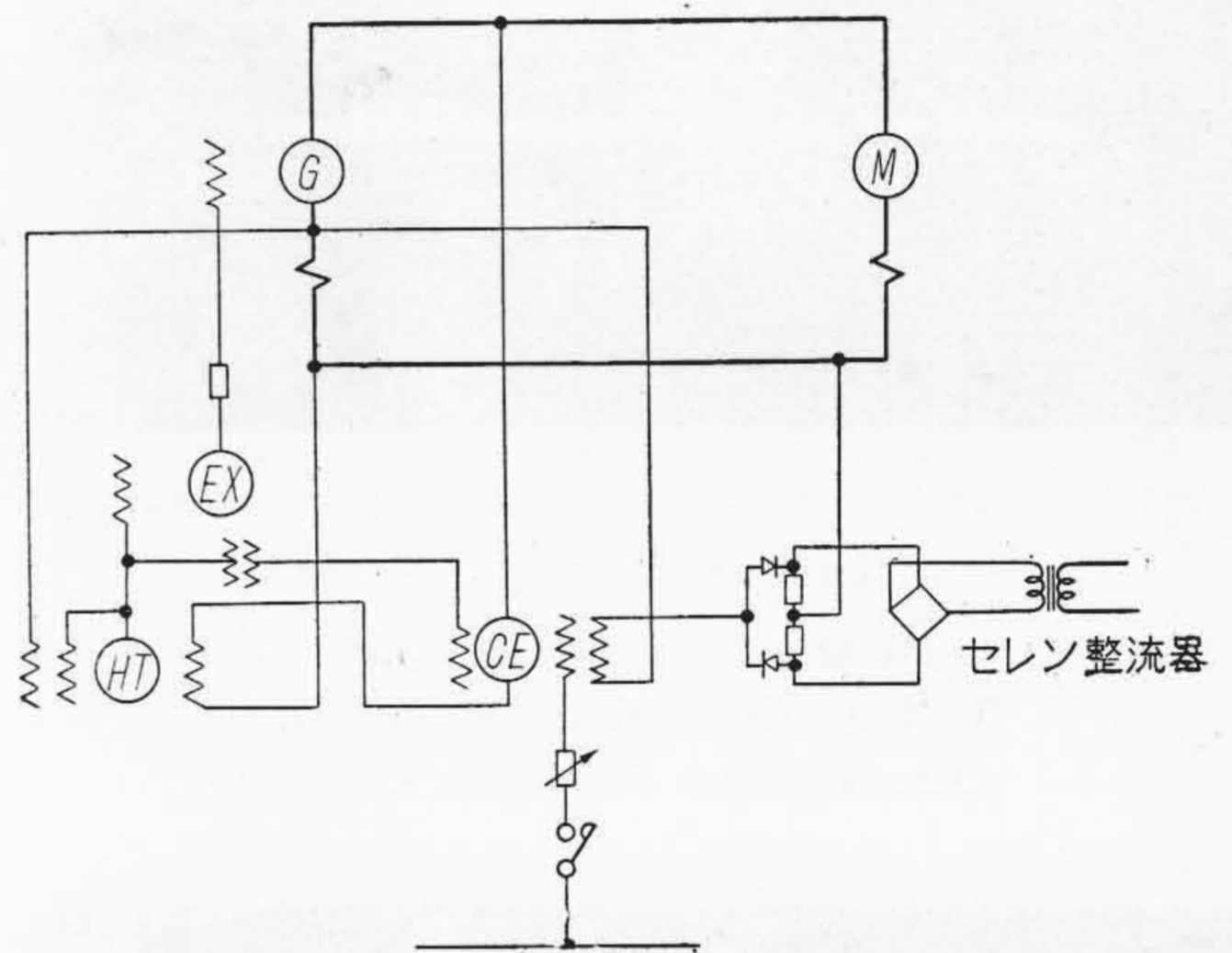
第 24 図 プログラム 運転 オシログラム
Fig. 24. Oscillogram of Program Running



第 25 図 制御励磁機制御界磁結線図
Fig. 25. Connection Diagram of Control Field of Control Exciter

この場合歯車式制限開閉器は巻胴に連動されているから、巻胴の回転が進むにつれその制御量も円滑に変化し、所謂プログラム曲線を描く。電動操作主幹制御器も歯車式制限開閉器と共に進むが、途中停止の場合は巻胴の回転位置即ち歯車式制限開閉器の回転位置の如何に拘わらず逆転し、制御励磁機の制御界磁を減少後開路し停止を行う。

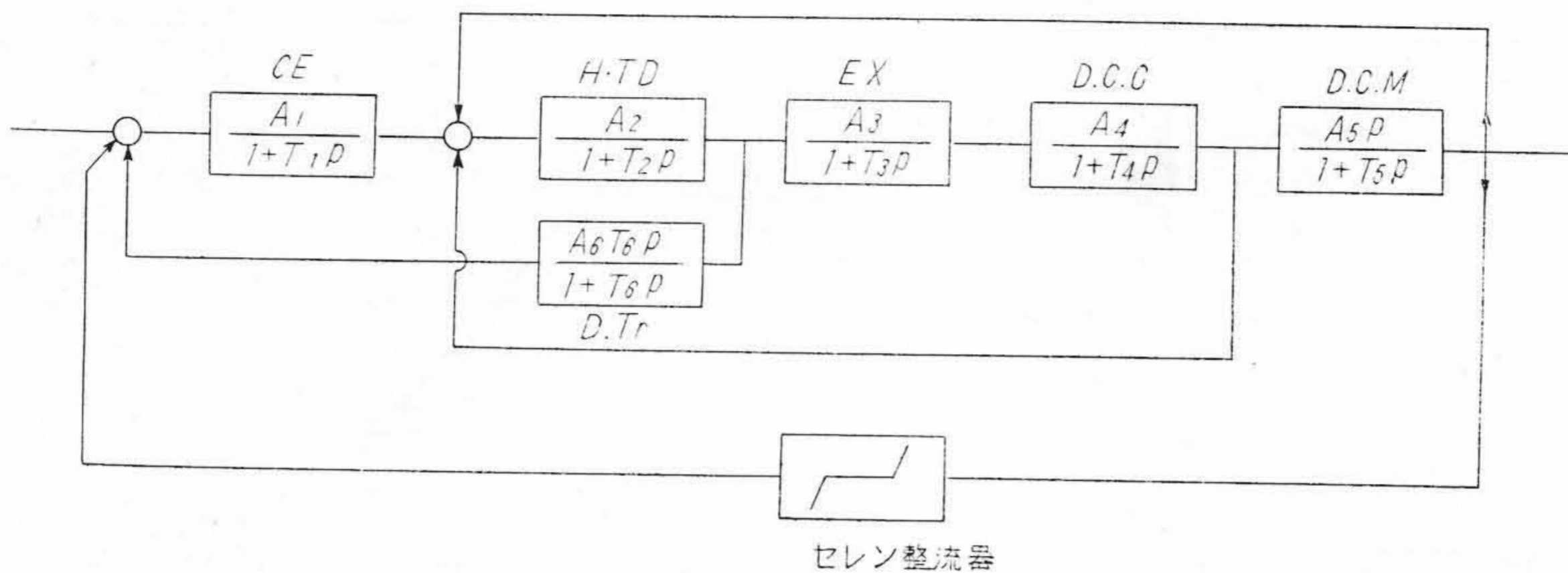
通常の自動運転手動運転中は電動機の許容最大電流以



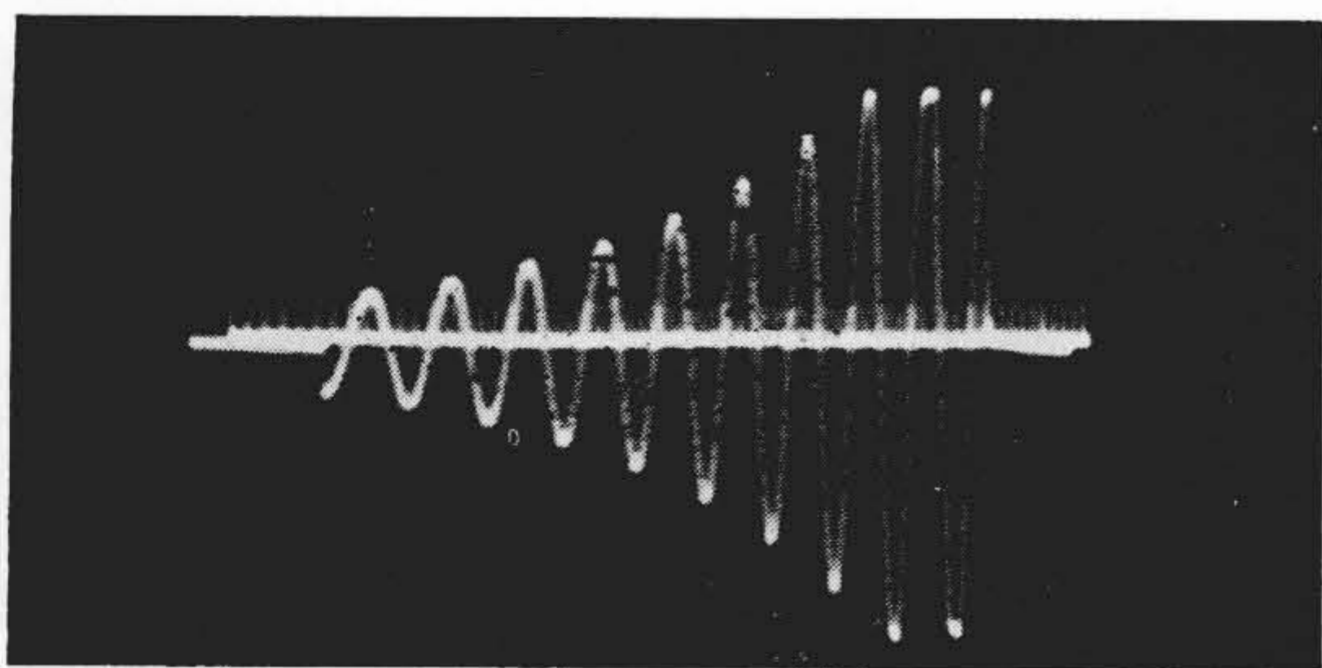
第 26 図 電流制限装置付高炉巻上機概略結線図
Fig. 26. Schematic Connection Diagram of Current Limiting Device for Blast Furnace Winder

下の主回路電流が流れ、電流制限を行わねばならぬ場合はないが、非常停止時には一挙に制御励磁機の制御界磁を開路するため大きな制動電流が流れるので、これを防止するため電流制限装置が必要である。第26図は電流制限方式を示す概略結線図で、図に示す如く主回路の補極界磁及び補償界磁による抵抗電圧降下と、別に交流より整流した基準電圧とを比較する。電流制限仮定値と基準電圧とを等しくとれば、主回路電流から制限値以上に増加した時は基準電圧より抵抗電圧降下が大きいため、整流器を通じて制御励磁機の電流制限界磁に電流を流し、発電機電圧を上げ又は下げて制動電流若しくは電動機電流を制限する。制限値の設定値を変化させるときは基準電圧を変化させればよい。

回転増幅機により饋還制御を行う場合、系の増幅率が

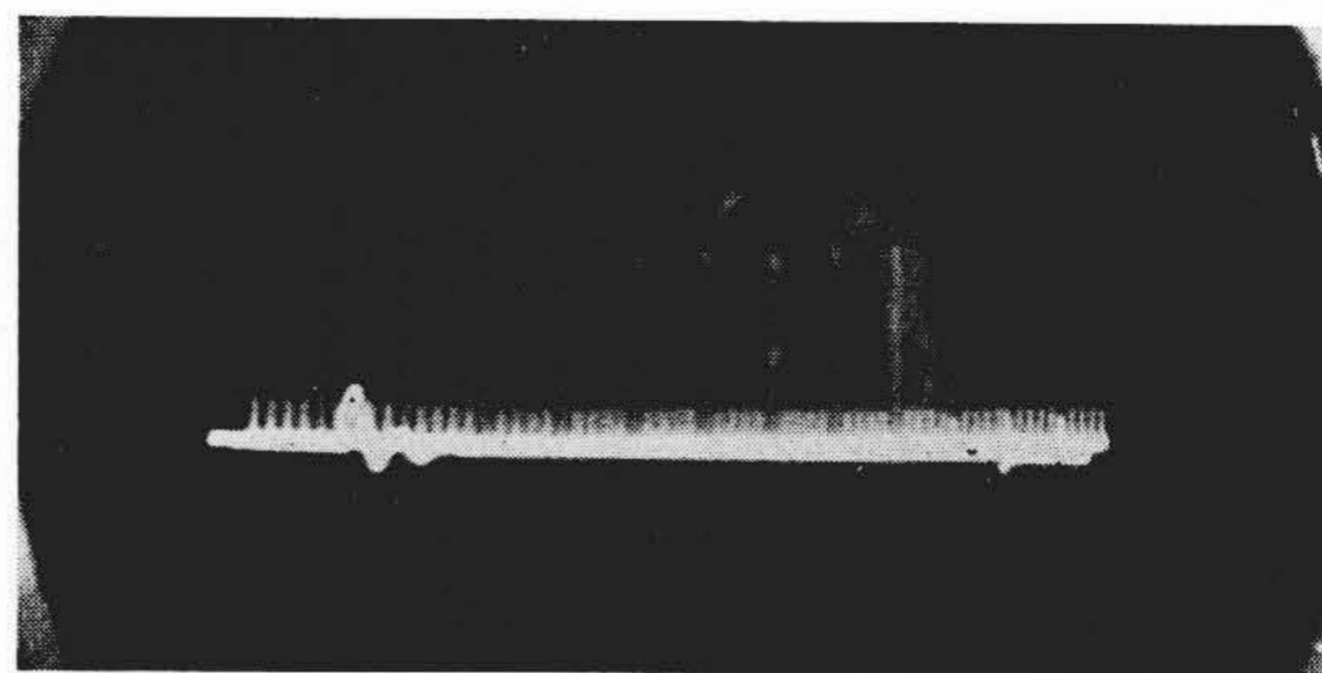


第 27 図 ブロックダイアグラム
Fig. 27. Block Diagram



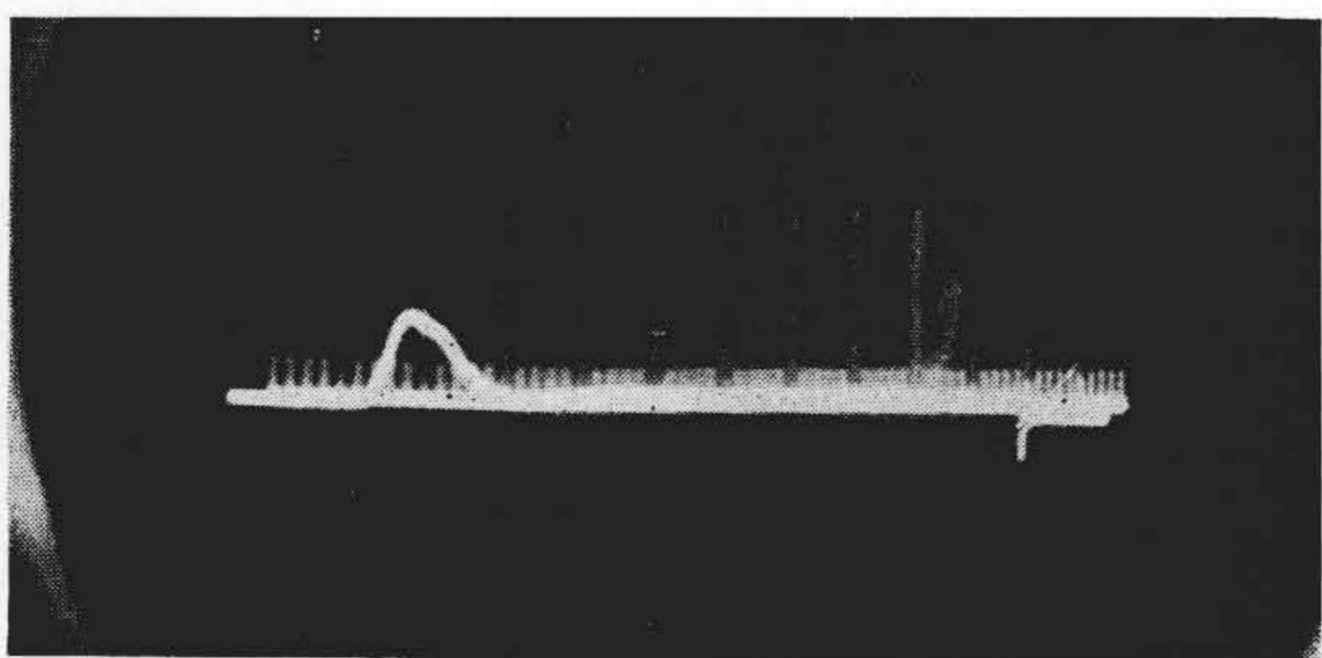
第 28 図 D. Tr を用いないで電圧制御を行つた場合の発電機電圧 (アナコム実験)

Fig. 28. Oscillogram Showing the Generator Voltage Oscillation without D. Tr (Observed by Analogue Computer)



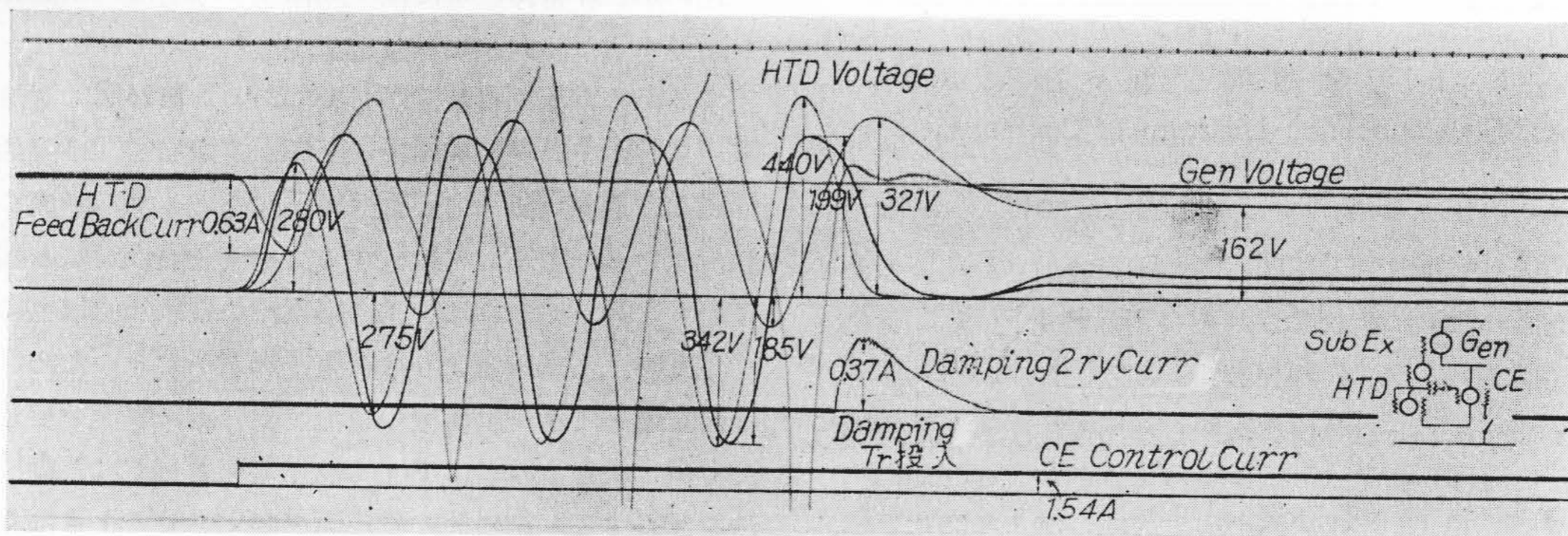
第 29 図 D. Tr 及び電流制限装置をつけた場合の発電機電圧 (アナコム実験)

Fig. 29. Oscillogram Showing the Generator Voltage Oscillation with D. Tr and Current Limiting Device (Observed by Analogue Computer)



第 30 図 D. Tr 及び電流制限装置をつけた場合の発電機電流 (アナコム実験)

Fig. 30. Oscillogram Showing the Generator with D. Tr and Current Limiting Device (Observed by Analogue Computer)



第 31 図 乱 調 防 止 試 験
Fig. 31. The Actual Test of Damping of the Generator Voltage Oscillation

高いと所謂ハンチングの現象を生じる惧れがある。これを防止するため普通乱調防止変圧器を使用するのであるが、それにより果してハンチングを防止し得るか否かを解析的に検討することは、現在の数学では複雑、困難でありアナログコンピュータに頼るのが便利である。本機的设计に当つては日立製作所中央研究所に設置されたアナログコンピュータにより予めこの点を確認した後、実際の製品製作に着手した。その経過は次の通りである。先づ前記第26図をブロック線図に書き直せば第27図の如くなる。

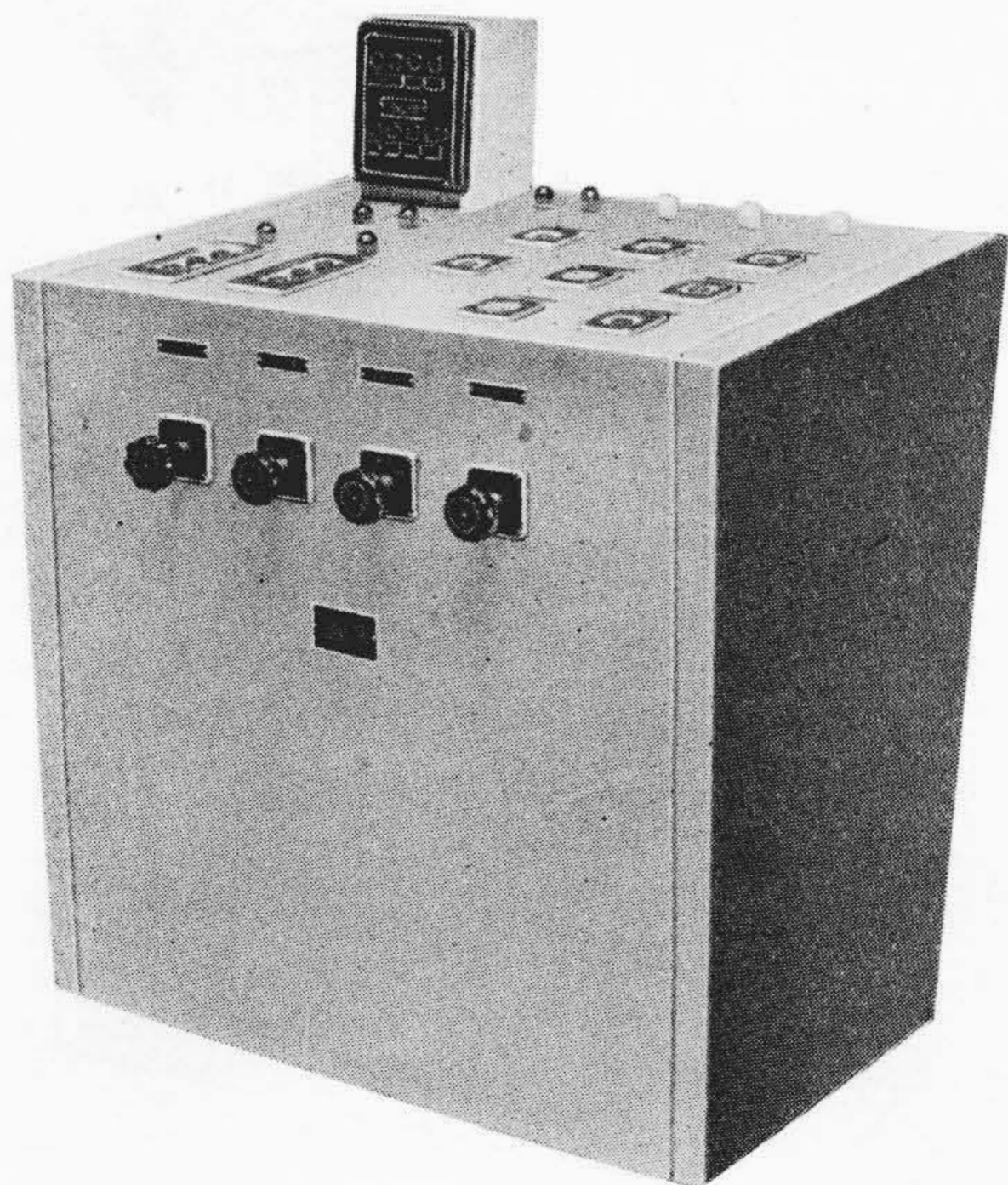
このブロック線図によるアナログコンピュータの結果は次の通りである。即ち第28図は乱調防止変圧器の無い場合の発電機電圧のハンチングを、第29図、第30図はそれぞれ適当に調整された乱調防止変圧器のある場合の発電機電圧及び電流を示すもので、ハンチングが完全に防止されることを明示している。

以上の如きアナログコンピュータの結果により、設計製作された実際の納入品の乱調防止試験を第31図に示す。図は発振状態にある本装置に双形開閉器により乱調防止変圧器を挿入し乱調を停止させた状態を示す。

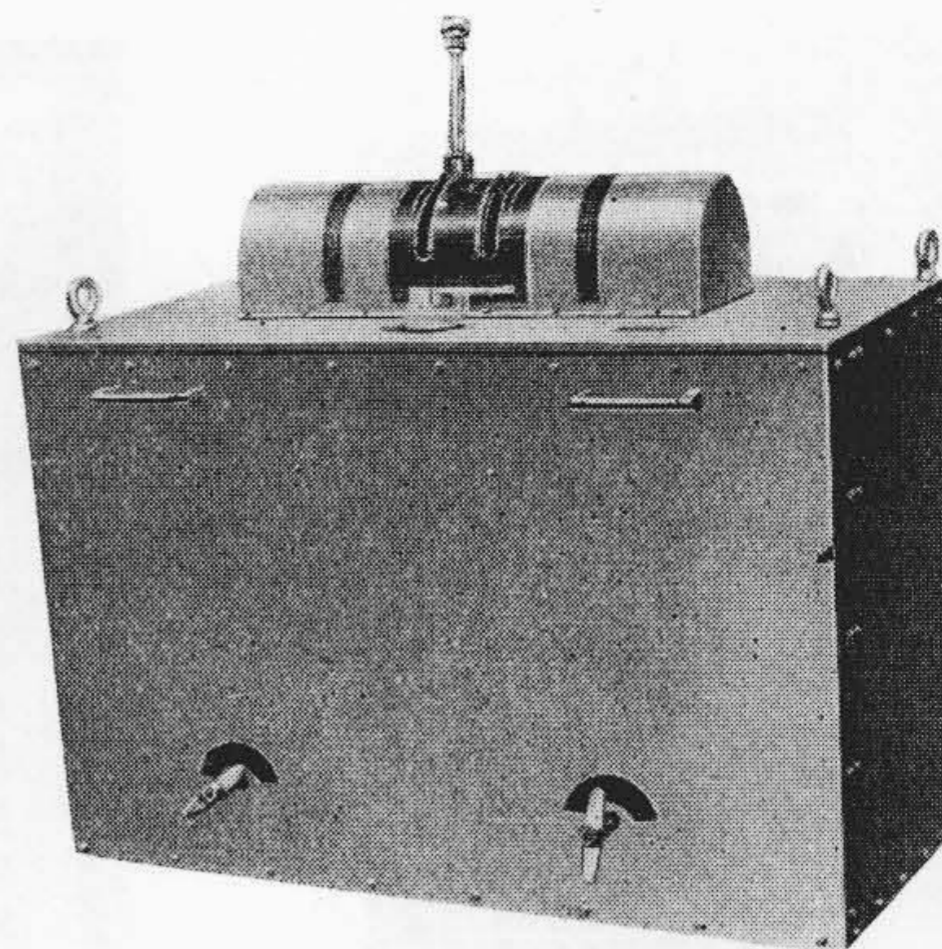
〔VII〕 制 御 用 機 器

(1) 自 動 運 転 操 作 台

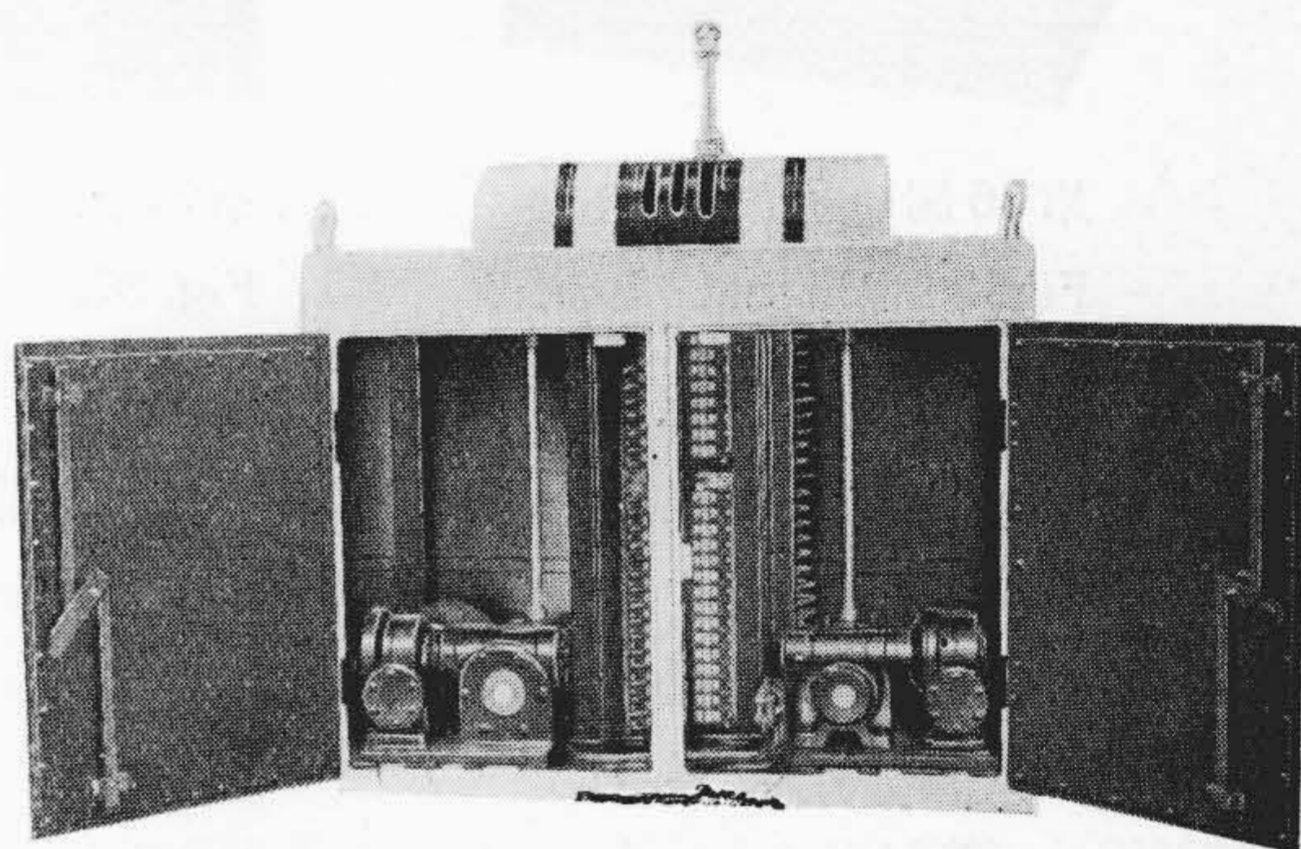
第32図は自動運転操作台を示す。運転室に設置され、操作台上には正常自動運転、異常自動運転、途中停止、非常停止及び信号用の各種押釦並びに交流主回路油入遮断器、直流主回路気中遮断器の開閉表示の表示灯、自動



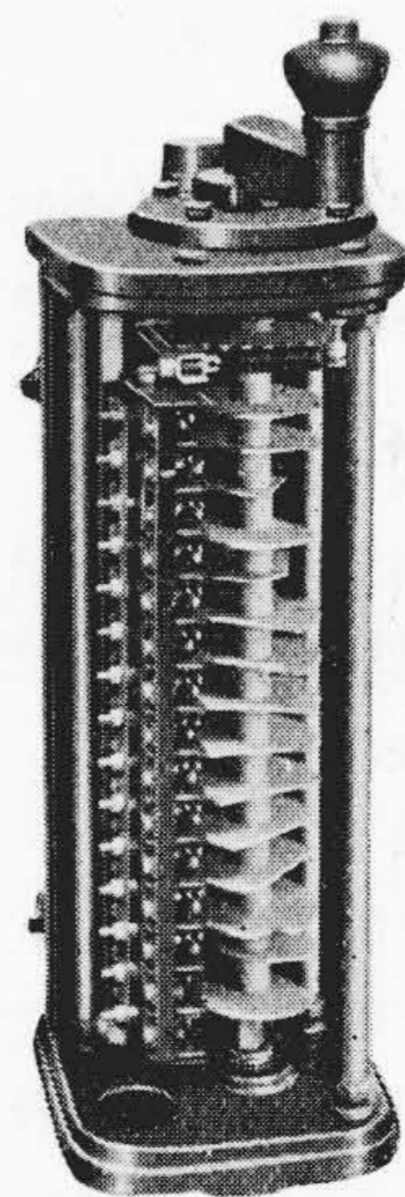
第32図 自動運転操作台
Fig. 32. Controlling Desk for Automatic Operation



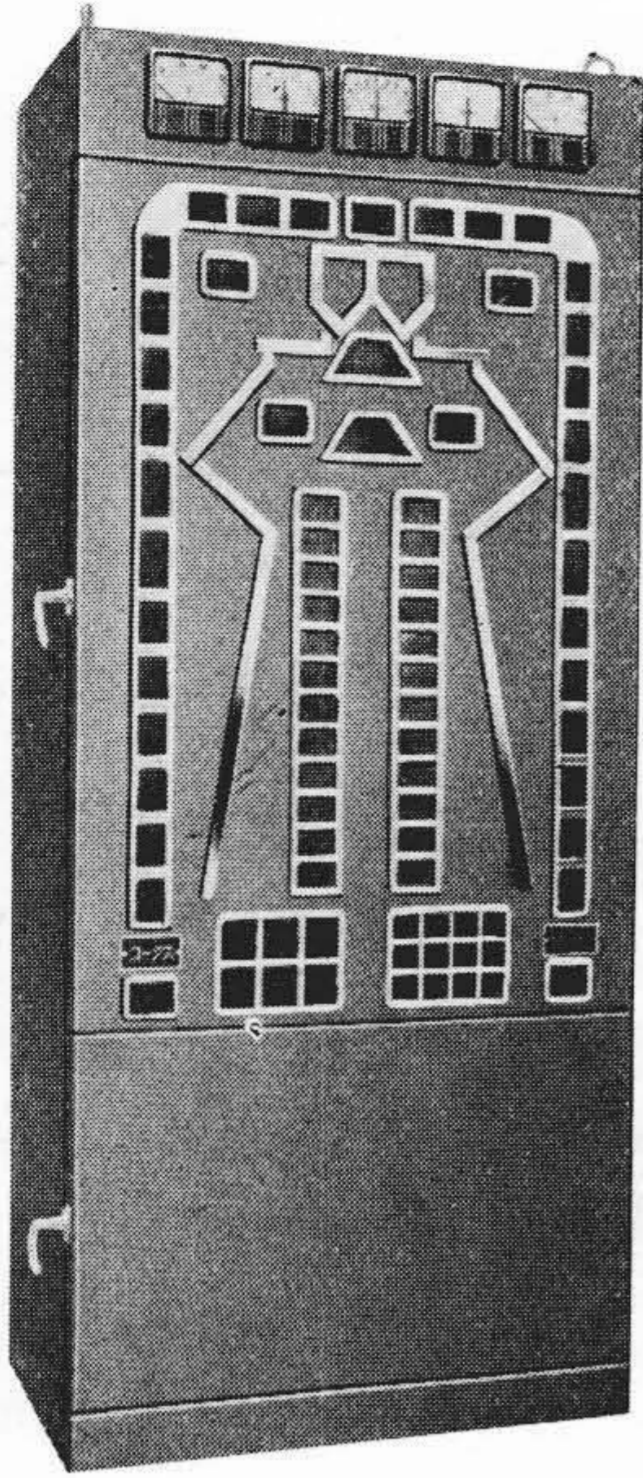
第33図 手動運転操作台
Fig. 33. Outer View of Controlling Desk for Manual Operation



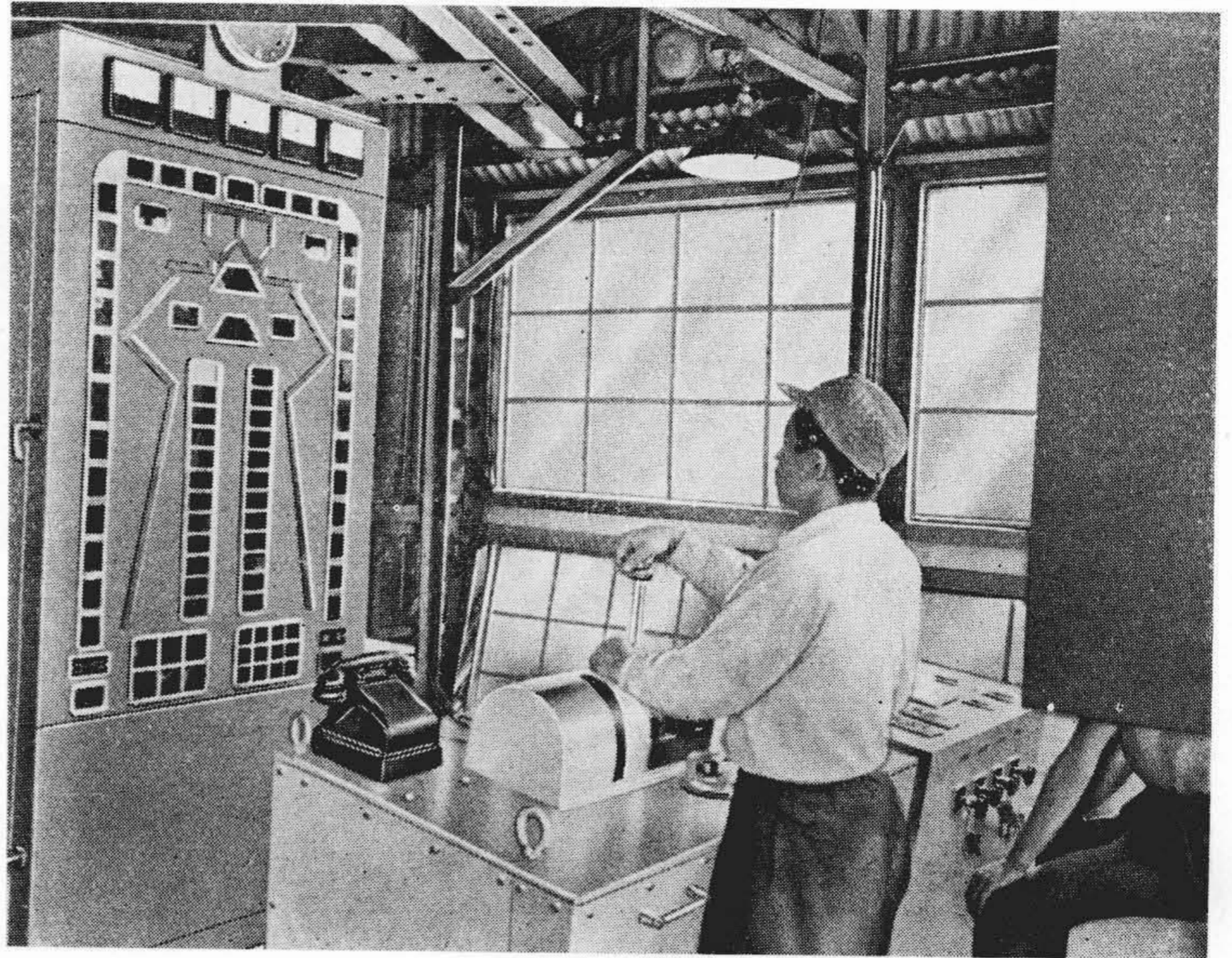
第34図 手動運転操作台内部構造図
Fig. 34. Inner View of Controlling Desk for Manual Operation



第35図 試験用制御器
Fig. 35. Controllers for Test Operation and Emergency Case



第 36 図 運転表示盤
Fig. 36. Signal Board



第 37 図 運転表示盤及び手動運転操作台
Fig. 37. Signal Board and Controlling Desk for Manual Operation

運転中或いは手動運転中表示の表示灯を具え、前面側板には自動手動切換開閉器、火災警報切換開閉器、炉頂ベル故障切換開閉器及び各種故障表示器を具えている。

(2) 手動運転操作台

第33図及び第34図は手動運転操作台の外観及び内部を示す。運転室に設置され、操作台中に電動操作主幹制御器を収納する。自動運転の際はこの電動操作主幹制御器は自動的に巻胴連動の歯車式制限開閉器により廻わされるが、手動運転の際には操作台上突出の把手により、人為的にコークスの上げ下げ、鉬石の上げ下げを選択して運転する。

自動又は手動運転の際には操作台前面側板取付の自動手動切換器を操作してそれぞれのクラッチを入れねばならない。

(3) 試験用制御器

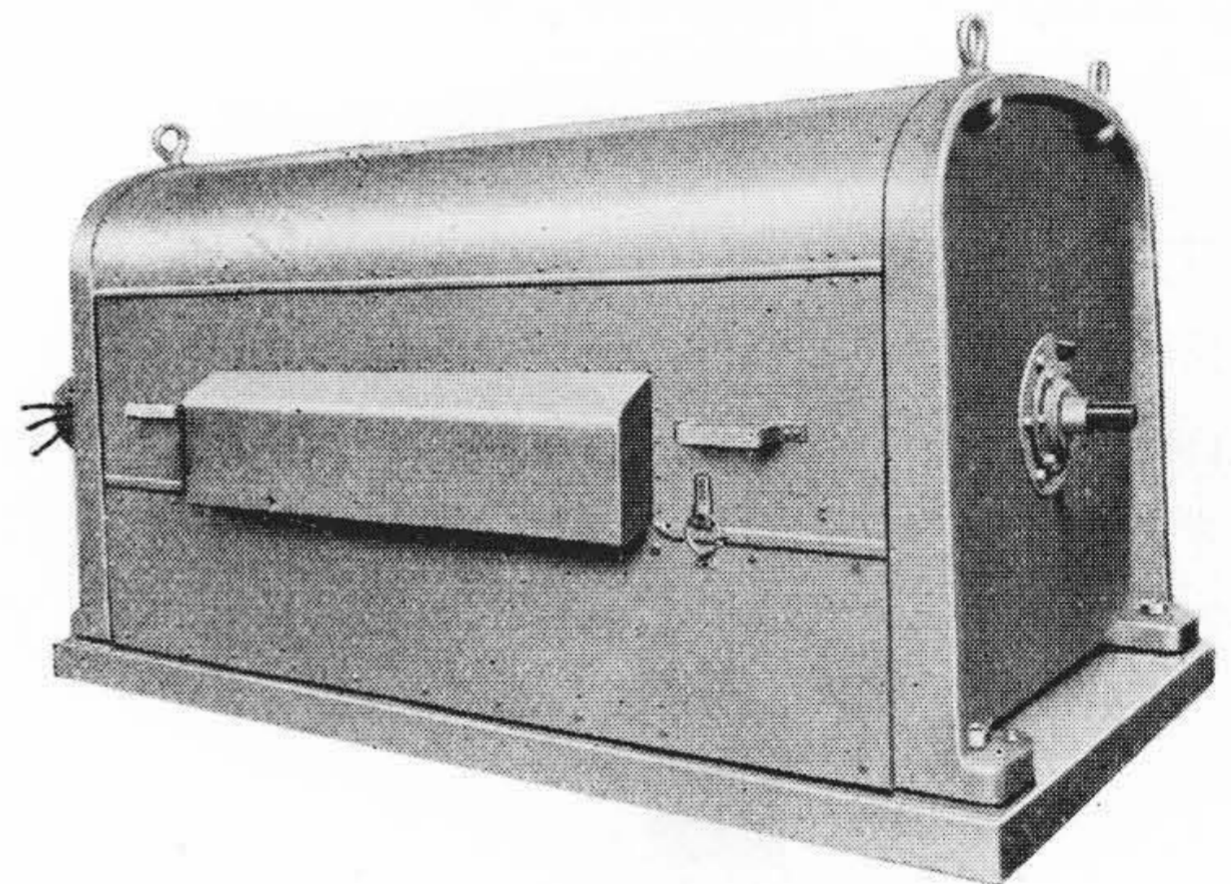
第35図は試験用制御器の内部を示す。機械室設置で試験運転その他自動制御機器故障時に使用するもので、最高速度 0.4 m/sec である。

(4) 運転表示盤

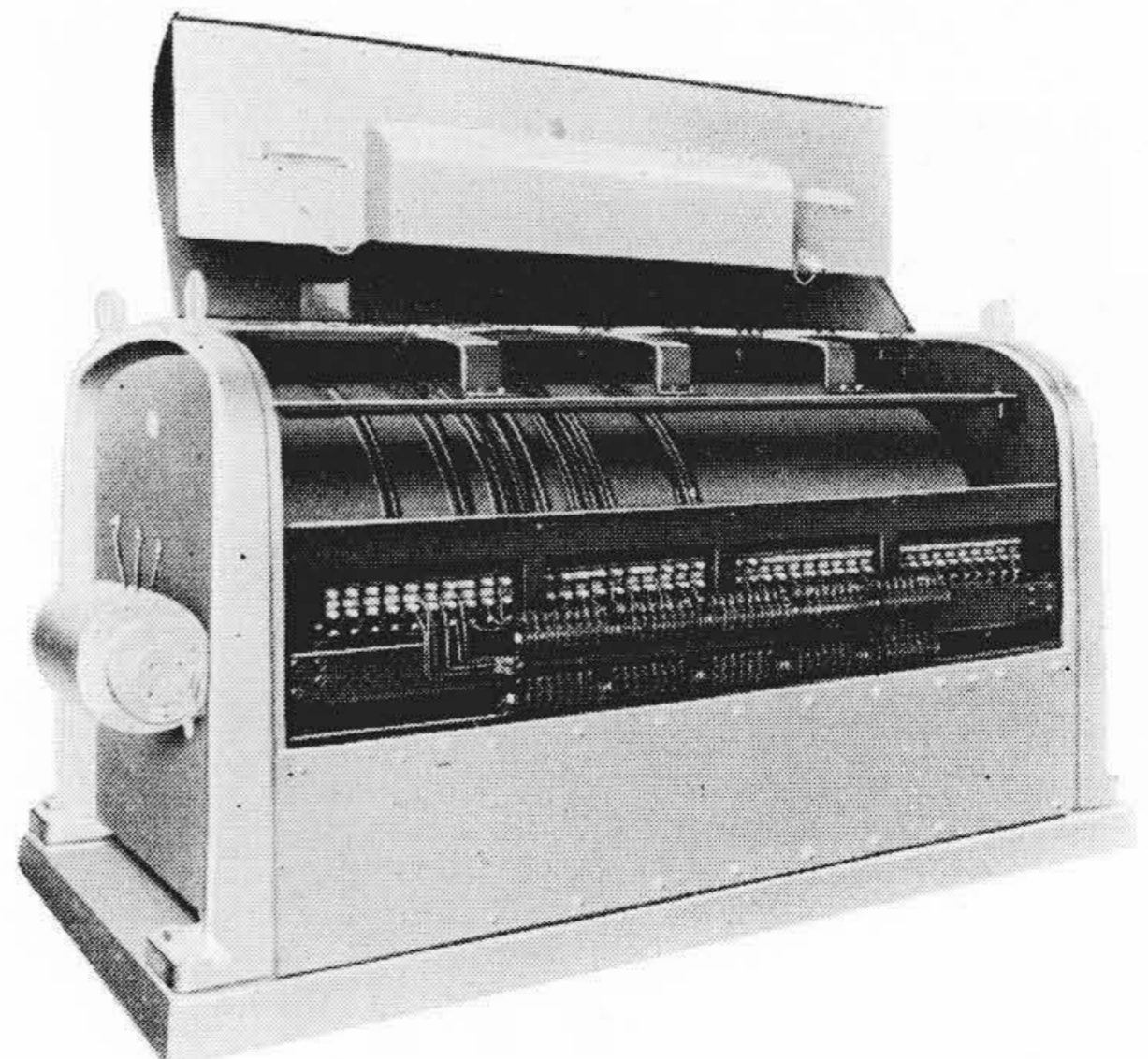
第36図及び第37図は運転表示盤を示す。運転室設置で、主発電機電圧、電流、励磁機電圧、主電動機速度等の各種計器、装入車の巻上げ位置表示、サウンジングの炉深表示、炉頂ベル開閉表示、コークス又は鉬石運転表示、巻上表示又は各種故障表示をなすものである。

(5) 歯車式制限開閉器

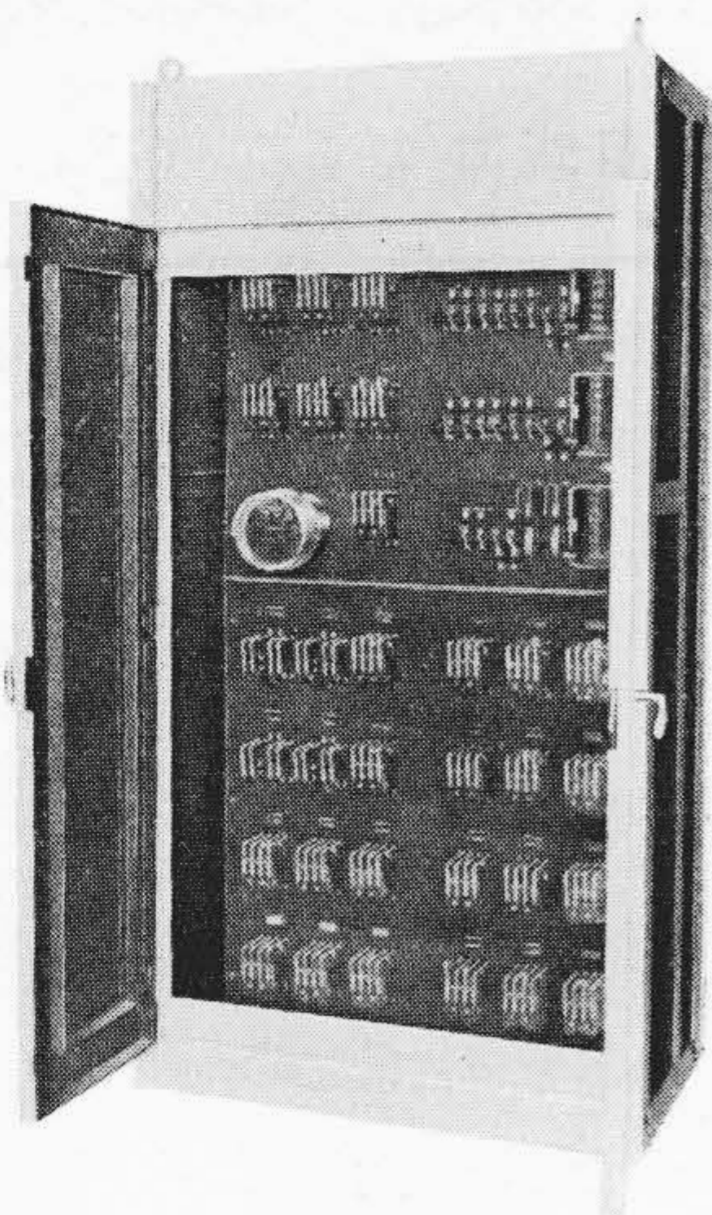
第38図及び第39図は歯車式制限開閉器の外観及び内部



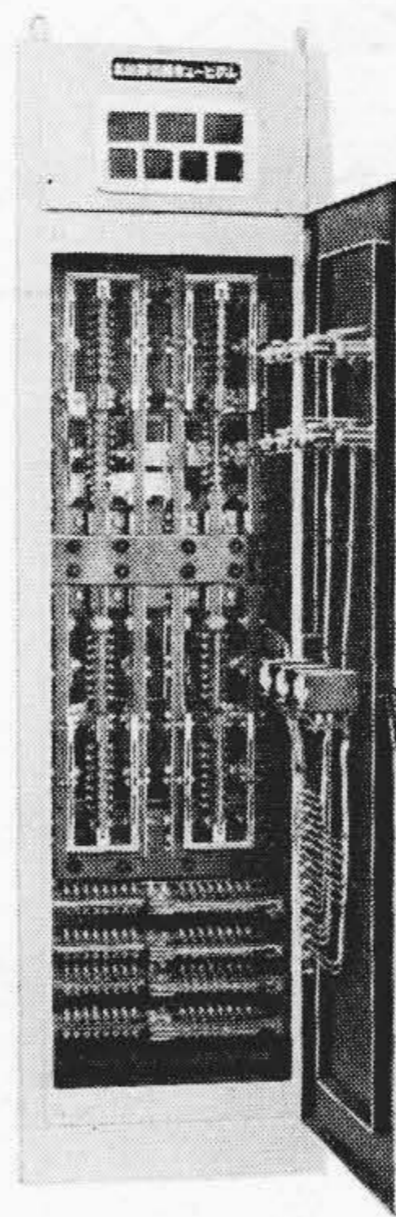
第 38 図 歯車式制限開閉器外観図
Fig. 38. Outer View of Geared Limit Switch



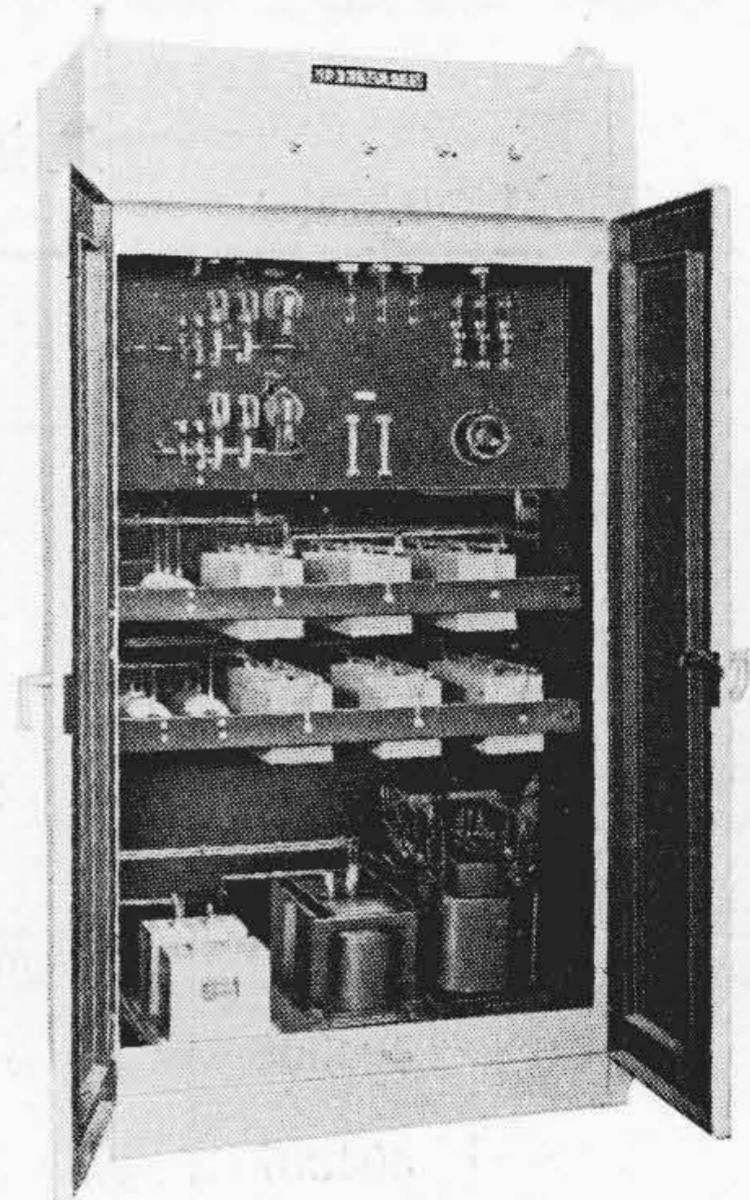
第 39 図 歯車式制限開閉器内部構造図
Fig. 39. Inner View of Geared Limit Switch



第40図 自動運転キュービクル
Fig. 40. Controlling Cubicle for Automatic Operation



第41図 主回路切換用キュービクル
Fig. 41. Cubicle for Changing Over of Main Circuit



第42図 電流制限キュービクル
Fig. 42. Current Limiting Cubicle

を示す。機械室設置で巻胴と歯車によつて連動せられ、台車位置より炉頂迄装入車が運転するのに約 320° 回転する。開閉器の開閉部分はカム型接触器となつており、早切り構造である。制御励磁機の制御界磁を制御するもので極めて重要な部分である。

(6) 各種運転キュービクル

本装置の自動運転用接触器及び継電器、発電機盤、電動機盤、励磁機盤、低圧交流電動機盤及び電流制限装置はすべて美麗塗粧鋼板製キュービクルとした。その一部を示せば、**第40図**は自動運転キュービクル、**第41図**は主回路切換キュービクル及び**第42図**は電流制限キュービクルの内部を示す。

〔VIII〕 保護装置及び故障表示

下記の場合は非常停止を行い、機械及び電気機器を保護する。

- (1) 運転室、機械室にて人為的に非常停止押釦、非常停止足踏開閉器、又は非常把手を引いたとき
- (2) 主電動機の界磁の減少
- (3) 120% 過速
- (4) 減速時 50% 速度位置に於ける 50% 以上の過速度時
- (5) 深度計に於ける過巻
- (6) サウンジング故障
- (7) ベル故障

(8) ガイドレール炉頂過巻

(9) ガイドレール停止位置過巻

下記の場合自動運転操作台の集合故障表示器に故障表示を行う。

- (1) 非常制動が掛つた時
- (2) ベル故障 (炉頂ベルが完全に閉まらぬ時)
- (3) ロープ弛 (装入車ロープ)
- (4) ロープ弛 (重ロープ)
- (5) 砒石台車位置に向つて全速より減速時、コークスタ台車位置に台車が入っている場合

その他故障表示

ベル故障並びに炉頂温度 450° 以上になつた場合。

前者は故障、後者は火災を信号キュービクル表面に信号灯にて表示する。

炉頂火災表示の際はブザーが鳴り警報する。

〔IX〕 結 言

本設備第1基目はすでに昭和28年6月1日火入式を行い、その後引続いて好調に運転中である。本稿を終るにのぞみ本高炉巻上機製作の機会を与えられた川崎製鉄株式会社及び直接種々御指導を頂いた、千葉製鉄所企画部、銑鉄部、設計部、動力部、監査部各部長を始め関係者の諸賢及び日立工事、亀有工場、日立工場の関係者諸氏に深く感謝の意を表する次第である。

特 許 月 報

最近登録された日立製作所の特許及び実用新案

(その2)

(第10頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	工場別	氏 名	登録年月日
実用新案	404286	変 圧 器 用 吸 湿 装 置	日立工場	沢 幡 寅 治 花 田 喜 代 治	28. 7. 16
"	404288	移 相 器	日立工場	上 川 年 男	"
"	404299	単 相 再 閉 路 遮 断 装 置	日立工場	前 川 幸 一 郎 藪 野 亥 石	"
"	404305	非 常 制 動 用 界 磁 調 整 装 置	日立工場	豊 田 隆 太 郎	"
"	404306	ポ ッ ト モ ー タ 取 付 装 置	日立工場	田 中 貞 之 助	"
"	404307	界 磁 線 輪 支 持 装 置	日立工場	菅 野 政 雄	"
"	404308	電 機 子	日立工場	菅 野 政 雄	"
"	404309	補 償 線 輪 支 持 装 置	日立工場	田 附 修 雄 菅 野 政 雄	"
"	404310	直 流 機 均 圧 線 接 続 装 置	日立工場	菅 野 政 利 雄 宮 本 典 典	"
"	404311	電 刷 子 保 持 器	日立工場	桑 原 繁 太 郎 武 政 隆 一	"
"	404312	刷 子 保 持 器	日立工場	木 田 真 吉 桑 原 繁 太 郎	"
"	404313	高 速 度 電 機 の 回 転 子 口 出 線 支 持 装 置	日立工場	塚 本 茂 昌	"
"	404316	整 流 電 気 機 の 起 動 装 置	日立工場	梅 沢 信 義 金 子 申 茂 鈴 木 山 治 昌 剛	"
"	404318	直 流 分 巻 電 動 機 の 速 度 加 減 装 置	日立工場	木 田 真 吉	"
"	404324	碍 子 型 遮 断 器 消 弧 筒	日立工場	滑 川 清	"
"	404325	碍 子 型 遮 断 器	日立工場	滑 川 清	"
"	404252	連 続 的 熔 接 造 管 冷 却 器	笠戸工場	青 木 喜 六 浜 原 一	"
"	404285	熔 接 用 回 転 電 極	笠戸工場	青 木 喜 六	"
"	404253	秤 量 装 置	亀有工場	原 政 次	"
"	404273	逃 し 弁 付 逆 止 弁 装 置	亀有工場	堀 田 政 雄	"
"	404274	緩 衝 式 逆 止 弁	亀有工場	本 多 孝 一	"
"	404276	逆 止 弁	亀有工場	本 多 孝 一	"
"	404304	ケーブル起重機に於けるボタンロープ用 ボタン	亀有工場	大 西 昇 忠 松 崎 直 忠	"
"	404314	コ ー ル カ ッ タ ー の 冷 却 装 置	亀有工場	小 林 喜 八 郎	"
"	404315	舶 用 天 井 起 重 機 の ク ラ ブ 固 定 装 置	亀有工場	林 文 也	"
"	404254	印 刷 機 の イ ン キ 攪 拌 装 置	川崎工場	鎌 田 裕 之	"
実用新案	404255	写 真 植 版 機 の 亜 鉛 板 取 付 盤 支 持 装 置	川崎工場	森 久 雄	28. 7. 16

(第44頁へ続く)