

製鉄クレーン用電気品の最近の動向

Recent Tendency in Electric Equipment for Steel Mill Service Cranes

遠 藤 正* 清 水 宏 蔵*

Tadashi Endô Kôzô Shimizu

内 容 梗 概

各種産業において荷役運搬機械の占める重要性は論をまたないところで、特に鉄鋼生産においてクレーンによる荷役運搬作業は生産工程の重要なポイントを占め、クレーンの適正配置と荷役運搬能率は生産能率を左右するものである。

この重要なクレーンも使用目的、作業の性質に応じた電気品と電気制御を得てはじめて本来の能力をフルに発揮できるものであり、機械部分に良くマッチした信頼性の高い電気制御を施した優秀な機器であることが望まれる。

1. 緒 言

鉄鋼生産において荷役運搬作業に従事するクレーンには小容量の天井走行クレーンから大容量のアンローダに至るまで各種のクレーンがあり、それぞれの使用目的に応じた電気品、制御方式が採用されている。

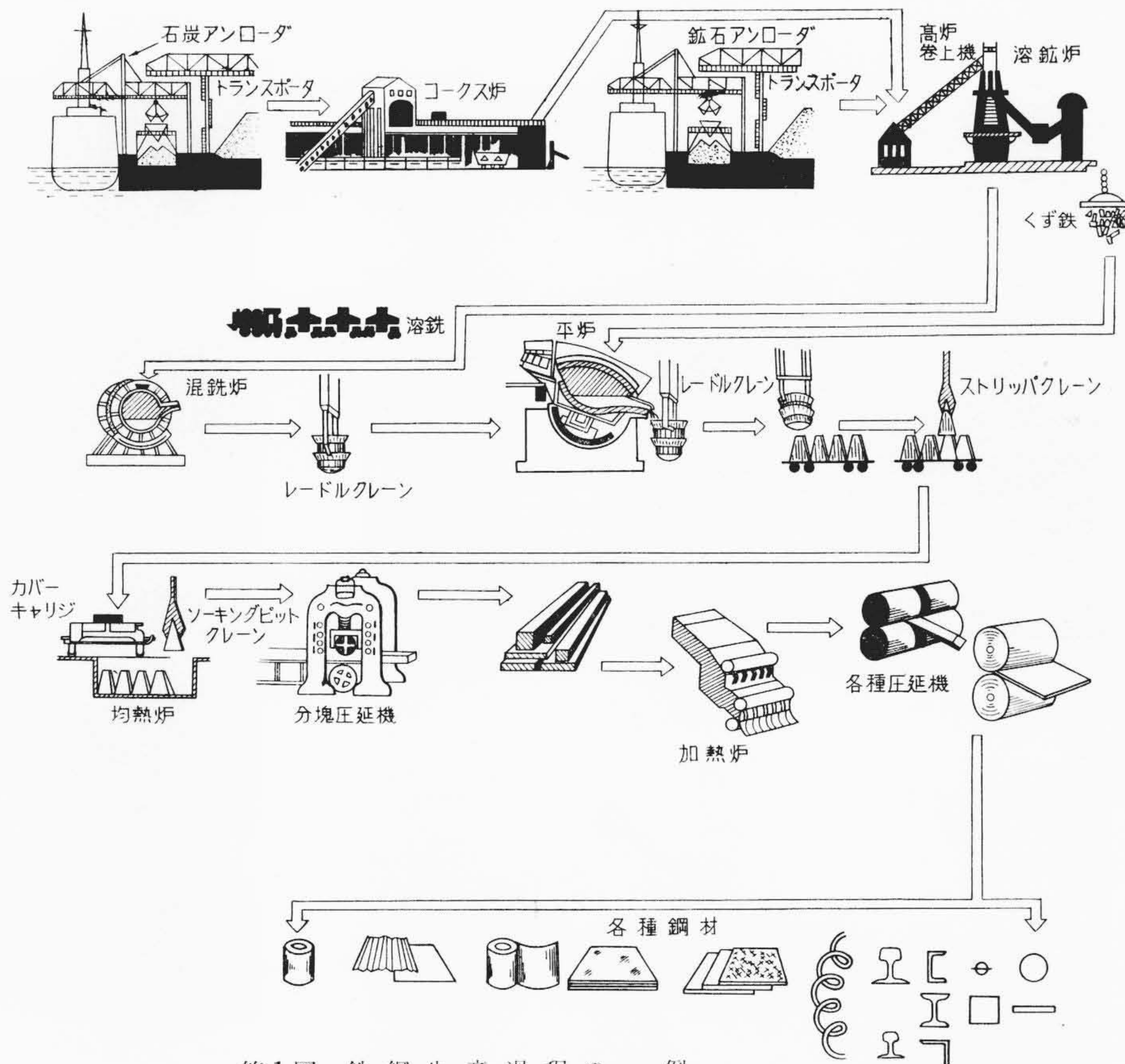
制御方式としては交流電動機方式においてはC F制御、発電制動制御、IB制御などが多く採用され、直流電動機方式においてはJEM 600番シリーズの直流電動機を使用した定電圧方式を、また大容量クレーンにはワードレオナード制御方式による高性能化をはかっている。最近制御回路の信頼性を高め、保守を容易にするため無接点化が要望され、磁気増幅器式無接点論理素子を使用した無接点制御装置を圧延機などに実施し好評を得ており、クレーンにも無接点制御方式が採用されはじめた。ここでは納入実績を主体に好評を得ているクレーンの電気設備についてその特長と最近の動向について説明する。

2. クレーンの種類

第1図は鉄鋼生産過程の一例を示したもので、これは生産に従事する代表的なクレーンを付記してある。

鉄鉱石、石炭などのばら物原料を陸揚するアンローダは最近大形専用船を対象としたものとなり大容量化しており、これら大容量機にはワードレオナード制御による高性能のものが多く、八幡製鉄所に3基、日本鋼管に2基、納入した1,000 t/h アンローダなどはその好例である。第2図はマントロリー式アンローダの外観写真を示す。第3図はマントロリー式の、第4図は水平引込式のトランスポートの外観写真であり、トランスポートは陸揚された鉄鉱石、石炭などの貯蔵・払出などの原料荷役に使用されるもので、アンローダと同じく大容量のものにはワードレオナード制御方式が採用される。

第5図は溶銑溶鋼造塊作業に使用されるレードルクレーンである。第6図は鋳型より鋼塊を抜き取る抽塊作業をするストリッパクレーン、第7図は均熱炉へ鋼塊の装入抽出作業をするソーキングピット



第1図 鉄鋼生産過程の一例

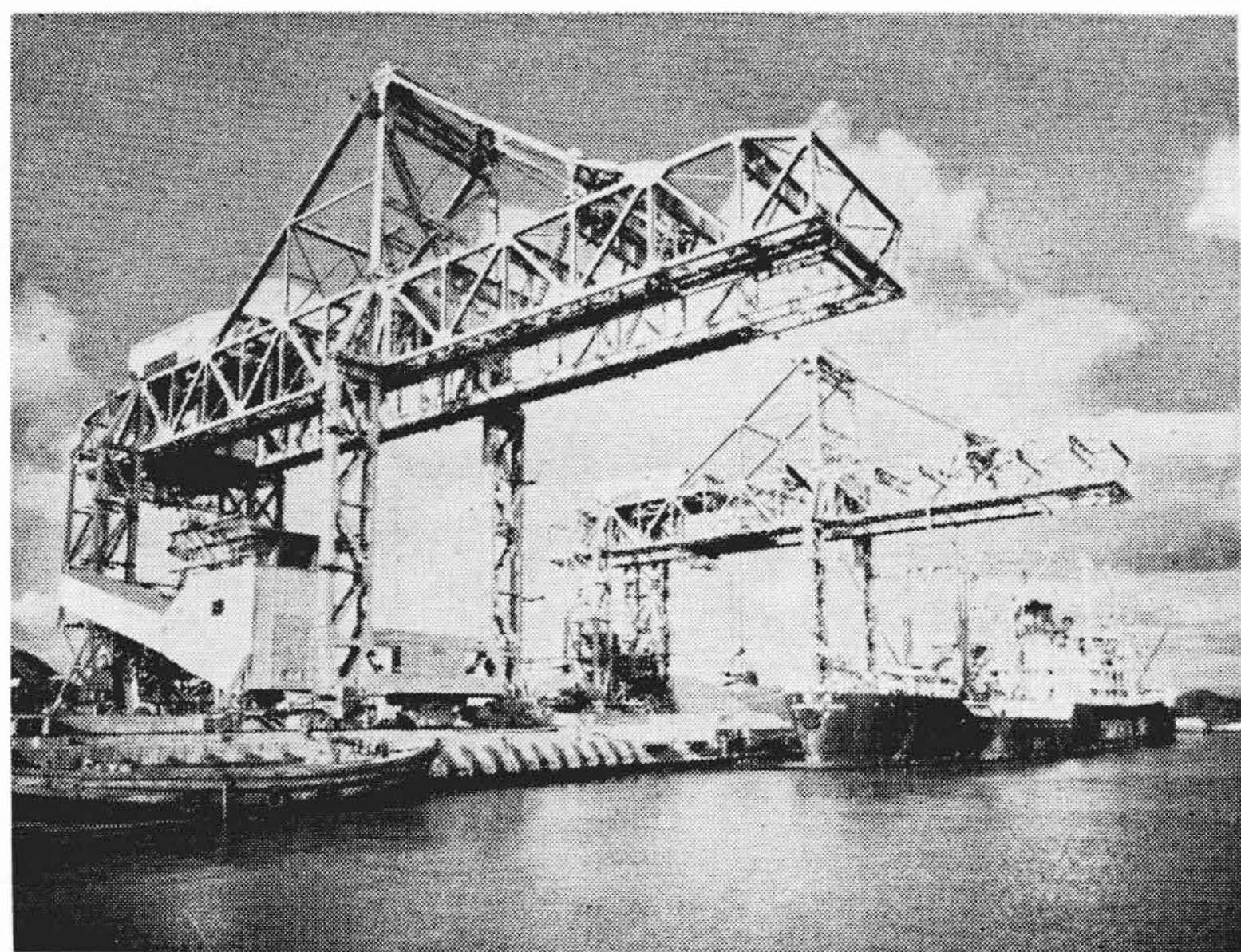
ットクレーンおよび均熱炉のふたの開閉を行なうカバーキャリジの外観写真である。レードルクレーン、ストリッパークレーン、ソーキングピットクレーン、カバーキャリジなどはそれぞれ密接な関係をもつ手足となって働く製鋼クレーンの代表的なものであり、常に高温にさらされた場所で使用されるもので耐熱を十分考慮した信頼性の高い電気品が使用される。制御は三相誘導電動機を使用した交流電動機方式または直流電動機定電圧方式が多く採用される。

3. 制 御 方 式

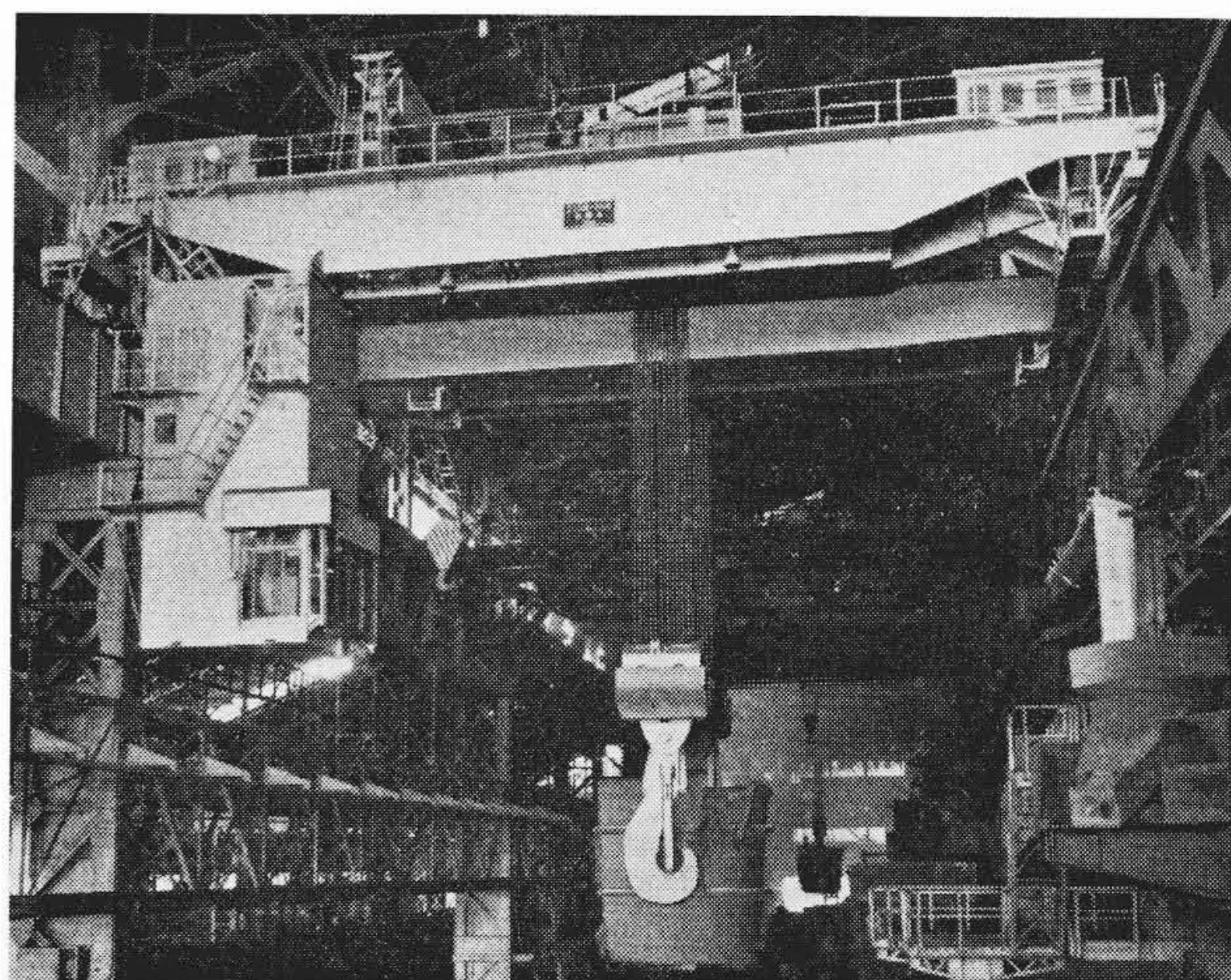
制御方式は使用電源から見て交流電動機式と直流電動機式に分かれ、制御方式の選定に当たっては設備費の問題、特性の良否による荷役能率の問題、保守点検の容易なことなどにより決定される。

直流電動機方式の特性は交流電動機方式に比較してすぐれているが直流可変電圧制御は専用の電源設備を必要とし、また直流定電圧制御も已設直流電源設備がない場合は設備費が高価となる。したが

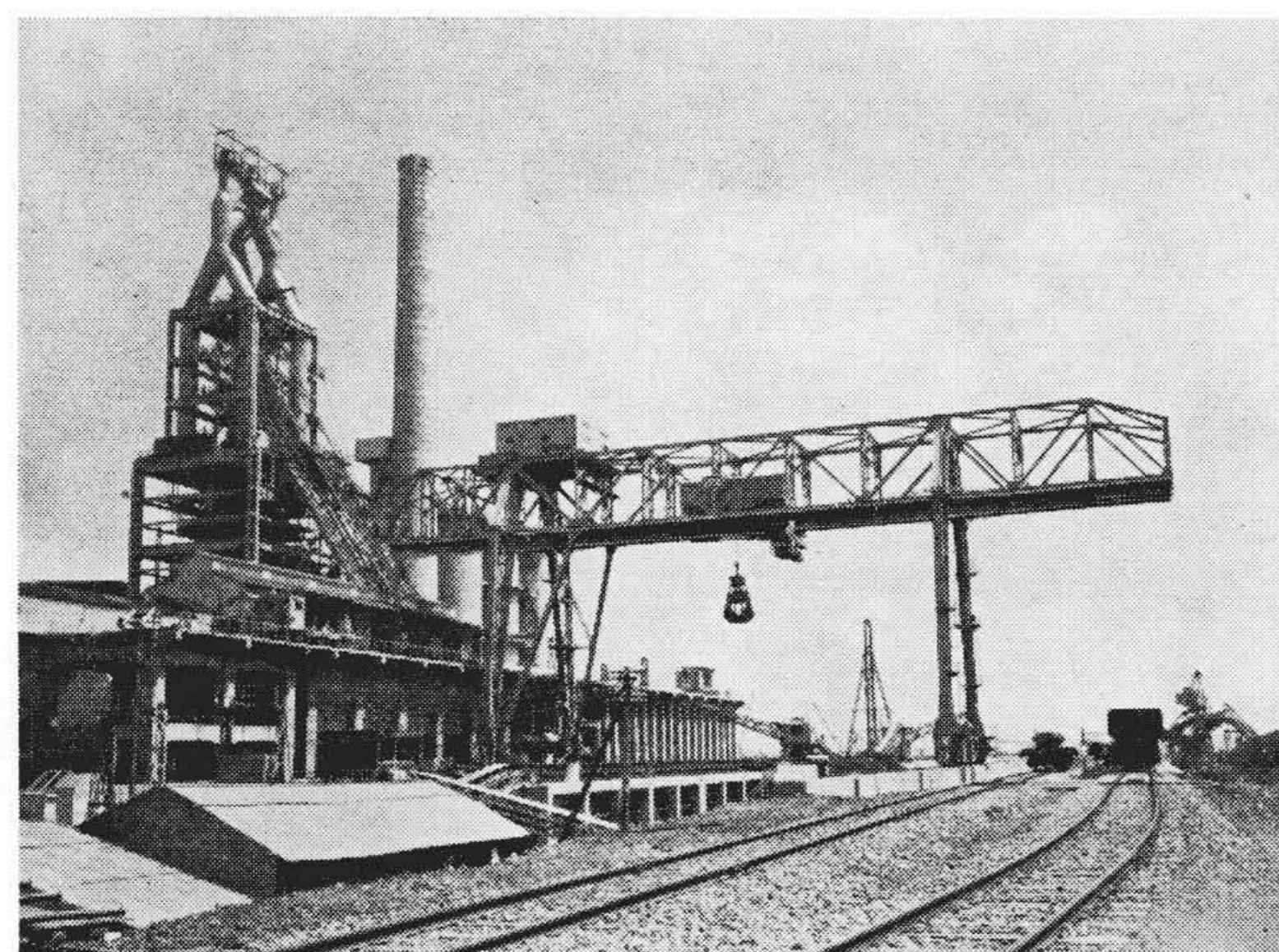
* 日立製作所日立工場



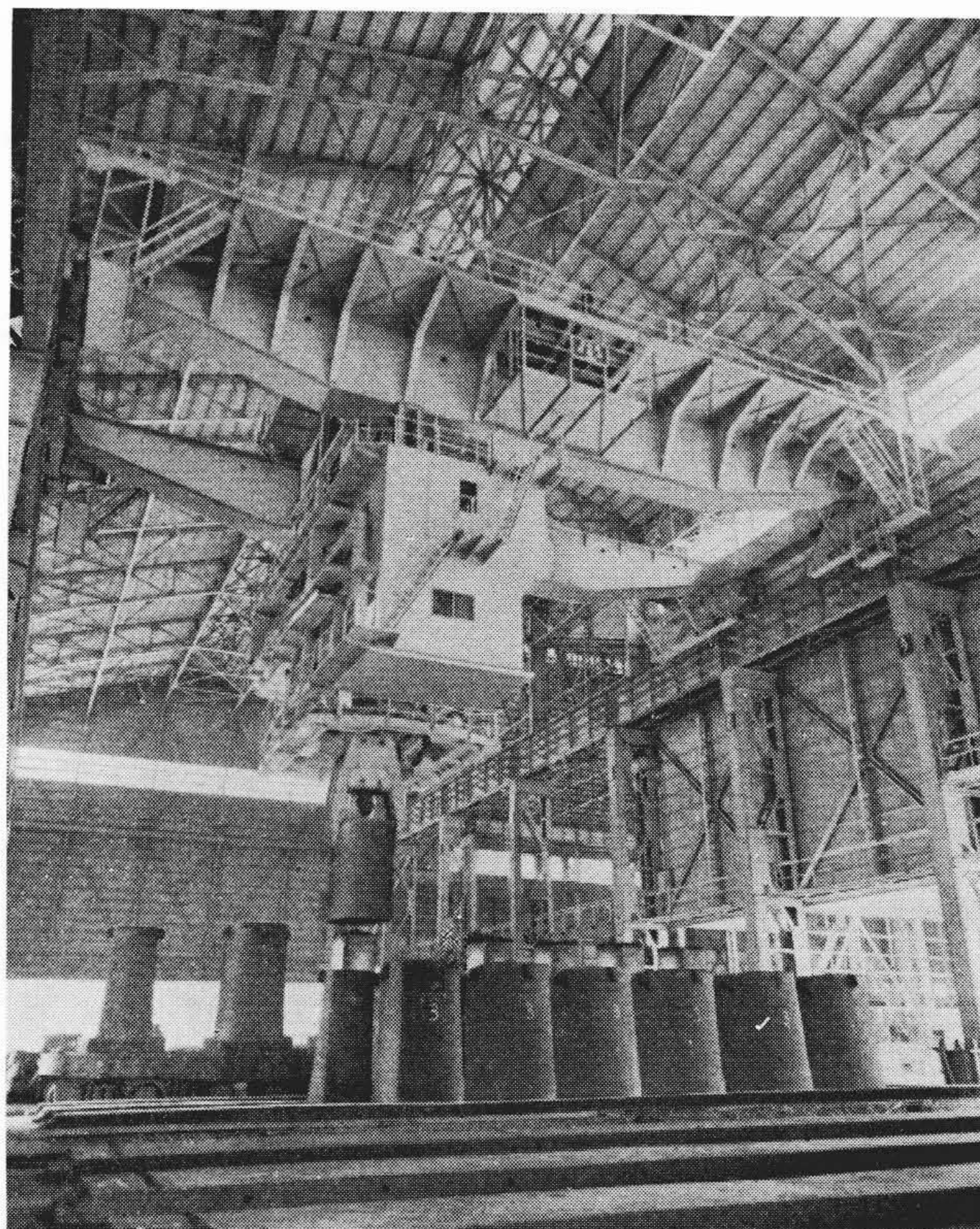
第 2 図 マントロリ式アンローダ



第 5 図 レードルクレーン



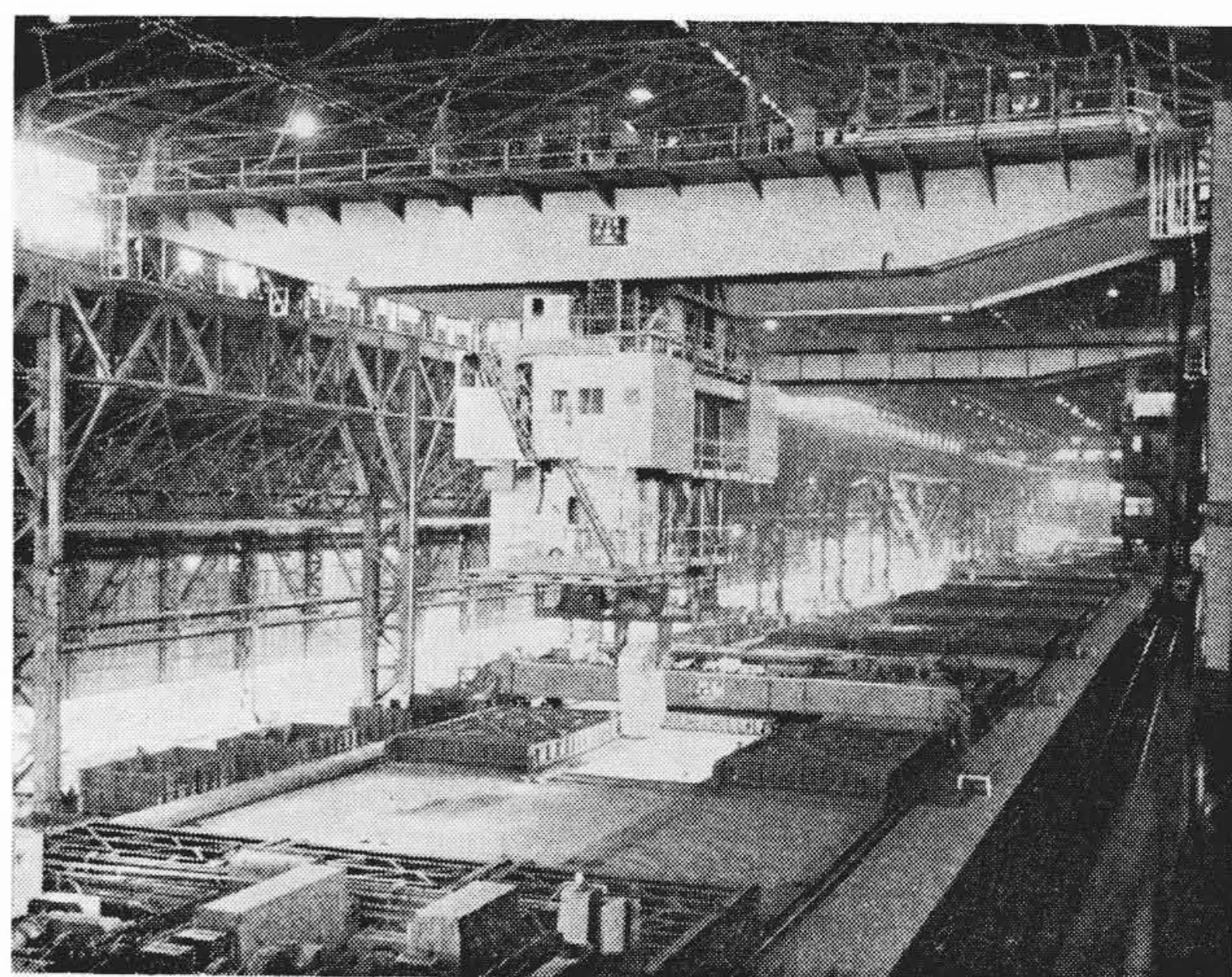
第 3 図 マントロリ式トランスポート



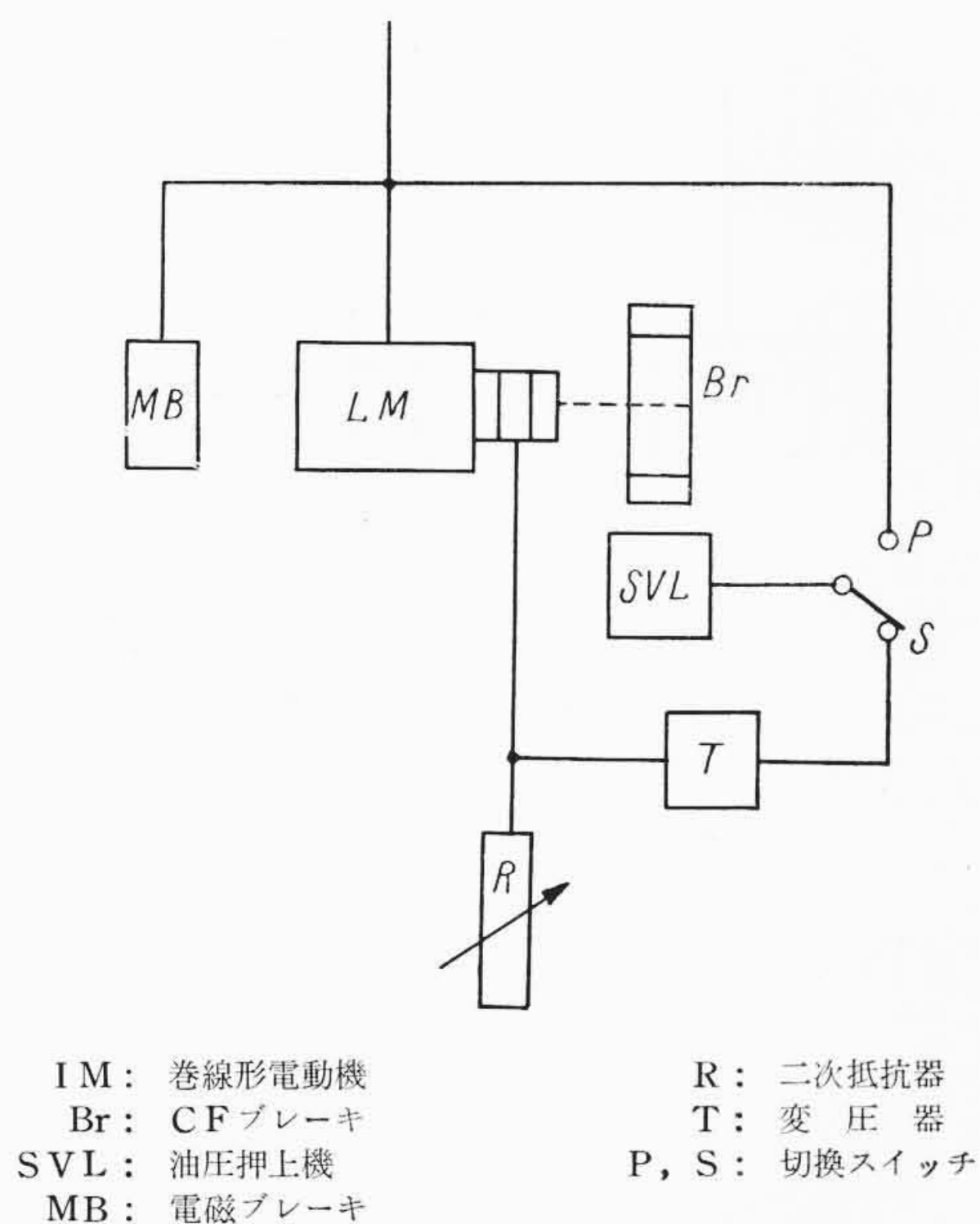
第 6 図 ストリッパークレーン



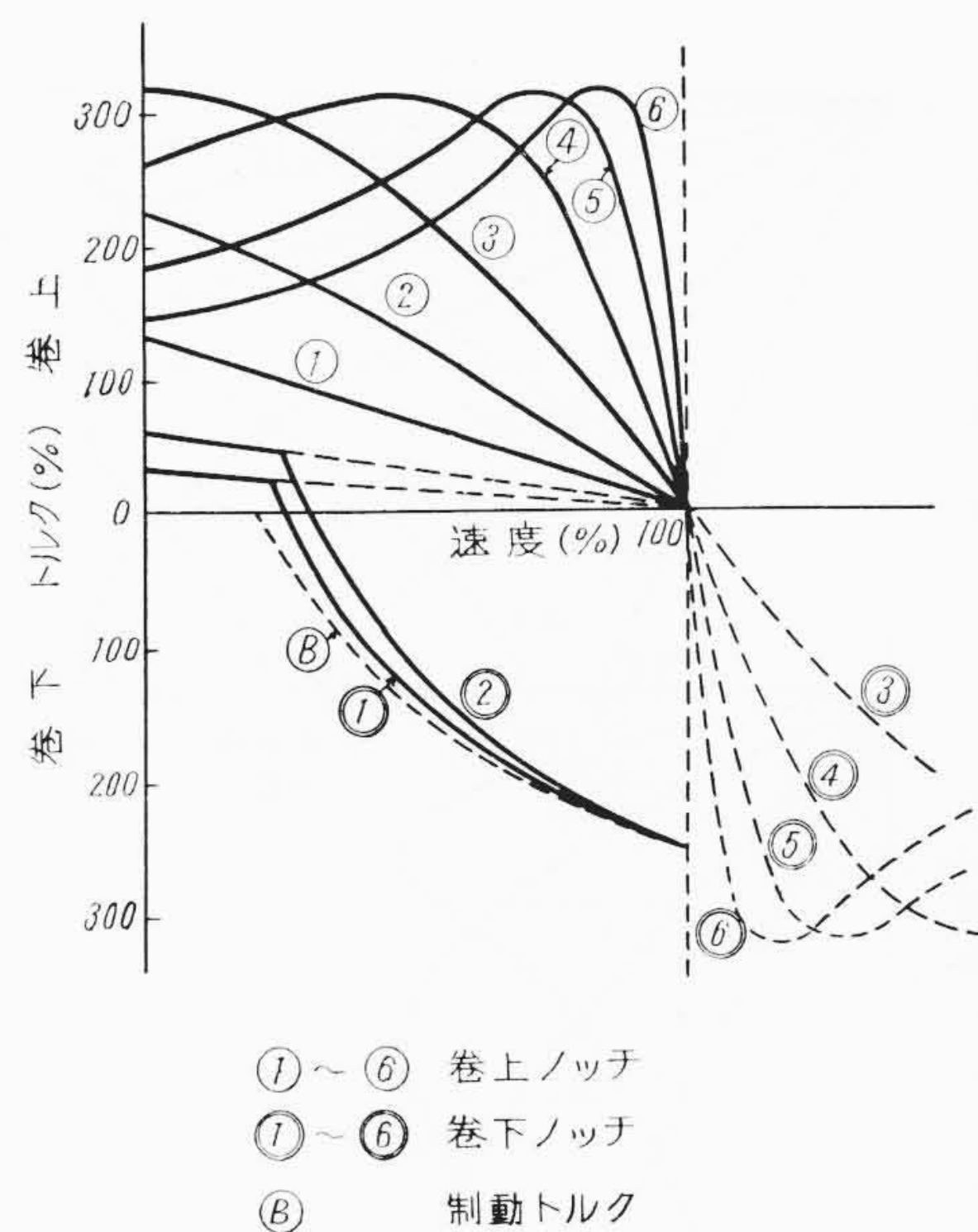
第 4 図 水平引込式トランスポート



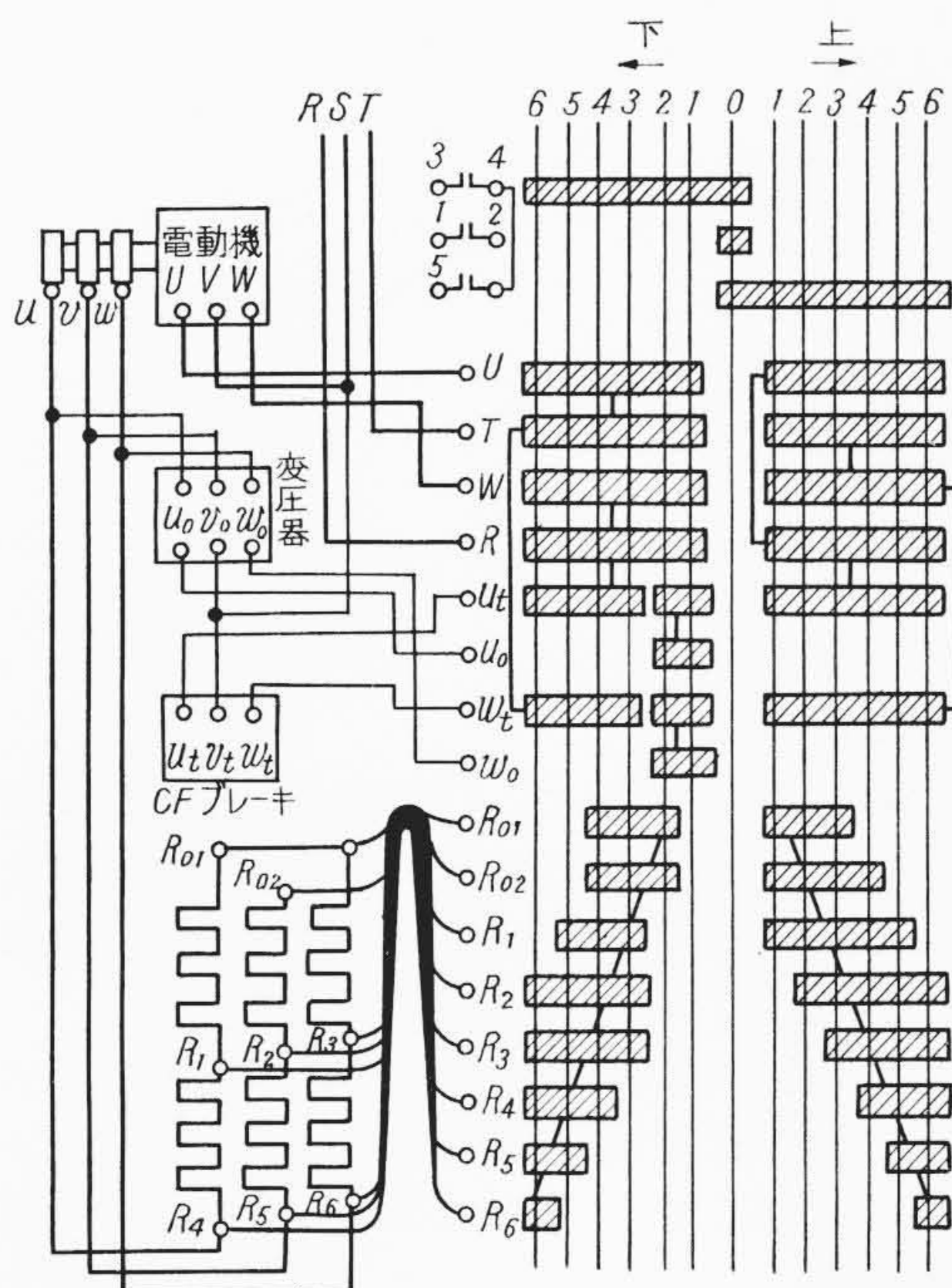
第 7 図 ソーキングビットクレーン・カバーキャリッジ



第8図 CF制御単線結線図



第10図 CF制御トルク-速度特性



第9図 CF制御用制御器展開接続図

製鉄所のクレーンにおいても安価で保守点検が容易な交流電動機が広く採用される。

3.1 交流電動機方式

三相巻線形誘導電動機が使用され主として二次抵抗制御により行なわれるが、巻下運転のときは二次抵抗制御のみでは同期速度以下の運転はできない。したがってこのような欠点を除くため後述のCF制御、発電制動制御、IB制御を採用している。

操作回路は交流電動機方式には交流操作方式を直流電動機方式には直流操作方式を行なうのが普通であるが、製鉄クレーンには主回路は交流であるが、操作回路は接触器投入時の電圧降下が小さく鉄心のうなり振動の心配がない、また投入時ショックの少ない直流操作電磁接触器を使用した直流操作方式を多く採用している。

(1) CF制御

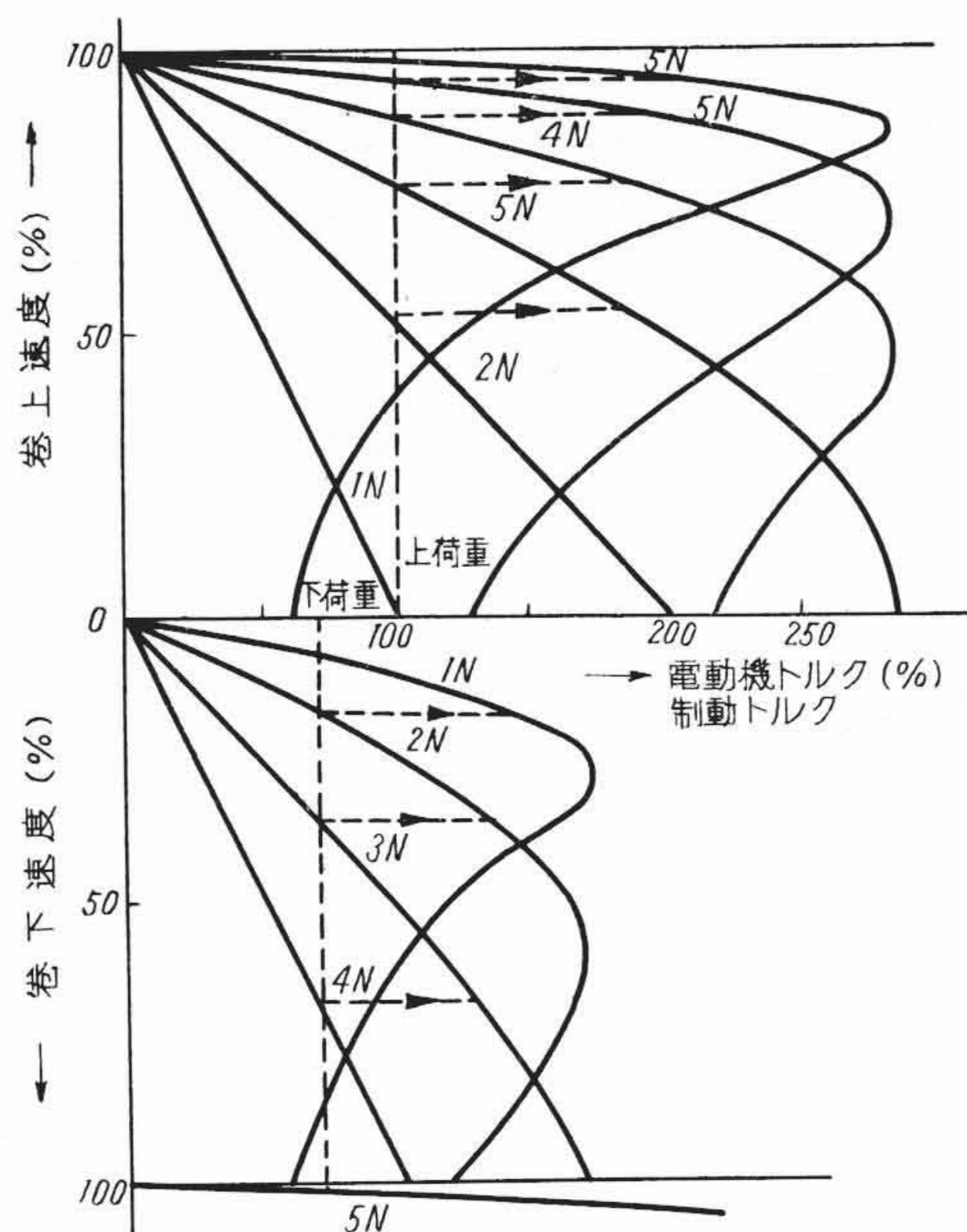
CF制御は簡単な設備で低速運転ができるので電動機容量75kW以下のEOTクレーン、レールクレーンの補巻上に多く採用されている。

CF制御はサーボリフタ（電動油圧押し上げ機）により操作されるCFブレーキを主電動機の二次側に接続し、そのときに生じる押し上げ力とブレーキパネまたは重錘による押し下力とをつり合わせ、この位置で発生する制動力を機械的に主電動機軸に作用させ自動的に適当な制動力を働かせながら低速運転をさせる方式であって、摩擦制動力を電動機二次周波数により自動的に制御し速度制御を行なうものである。第8図はこの方式の単線結線図を、第9図は制御器の展開接続図を示す。

CF制御は巻下1, 2ノッチにおいて行なうのがよく、巻下3ノッチはブレーキ全開で全速運転とし着床近くなり1, 2ノッチに戻せば自動的に20～30%の低速になるので巻下作業が早く、安全確実な着床動作を行なうことができる。CF制御を行なった場合の電動機速度と巻上巻下の電動機トルクの関係を示す。CFブレーキの制動力は曲線⑪のようなのでCF制御ノッチの合成トルクは①②のようなになる。

(2) 発電制動制御

発電制動方式は従来よりよく知られている方式で、レールク



第 12 図 発電制動制御 ノッチー速度特性

レーン、ソーキングピットクレーン、ストリップクレーンなど広く採用されている。

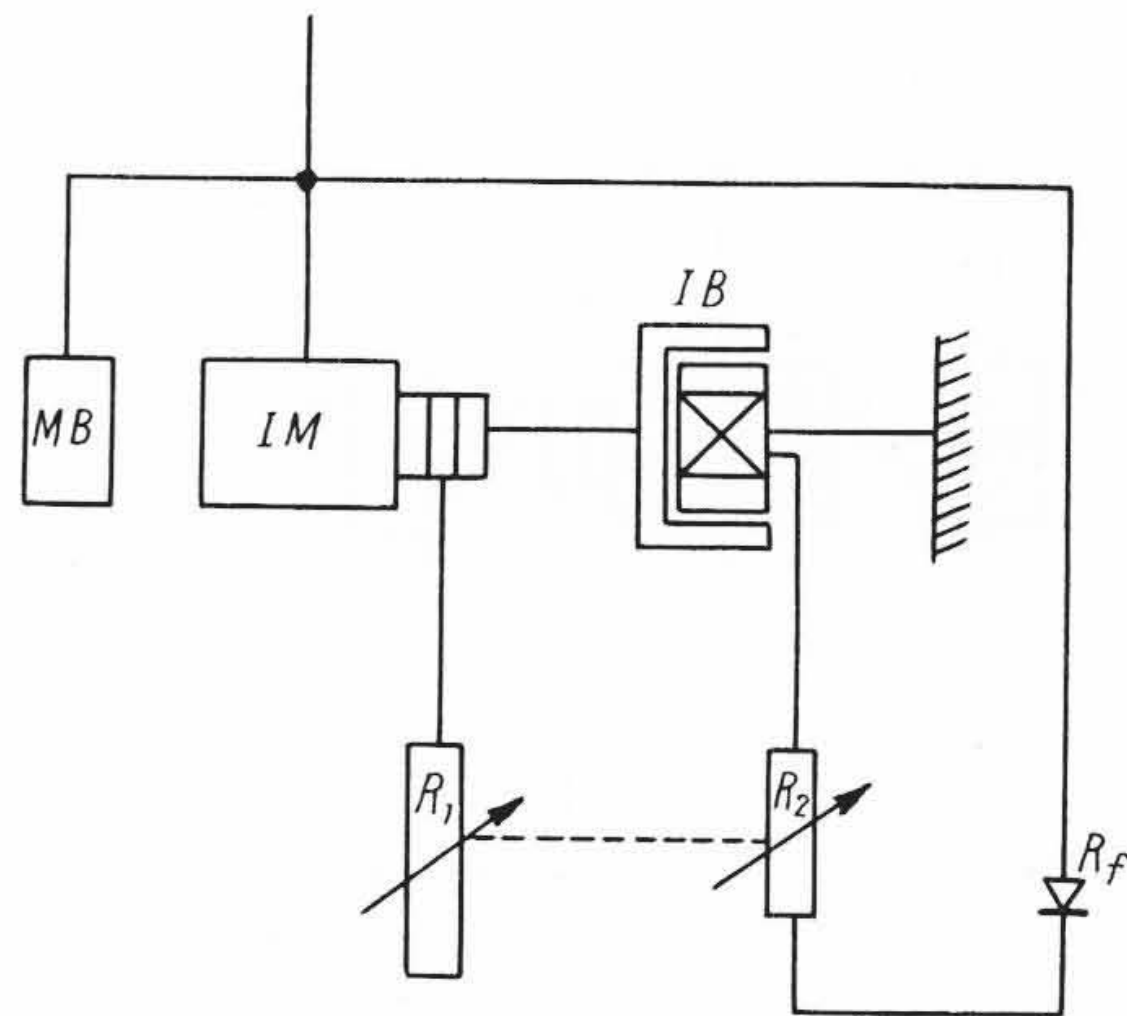
発電制動は機械的な摩擦による制動方式でなく、下し負荷のため負荷により電動機が回される場合一次側の交流電源を切り、代わりに直流電源により励磁して電動機を発電機として制動作用を行なわせる電氣的な制動方式である。

発生電力は発電機の自己損失と大部分は二次側の抵抗で消費され、直流電流と二次抵抗を適当に選ぶことにより低速運転ができる。第 11 図に本方式の代表的な主回路結線図を、第 12 図にノッチー速度特性の一例を示す。速度制御は巻上巻下とも二次抵抗制御により行なうが、巻下の速度変動率を少なくする必要のあるものには二次電圧あるいは指速発電機により速度を検出し、励磁電流を変えてやる自動制御を行なうこともできる。

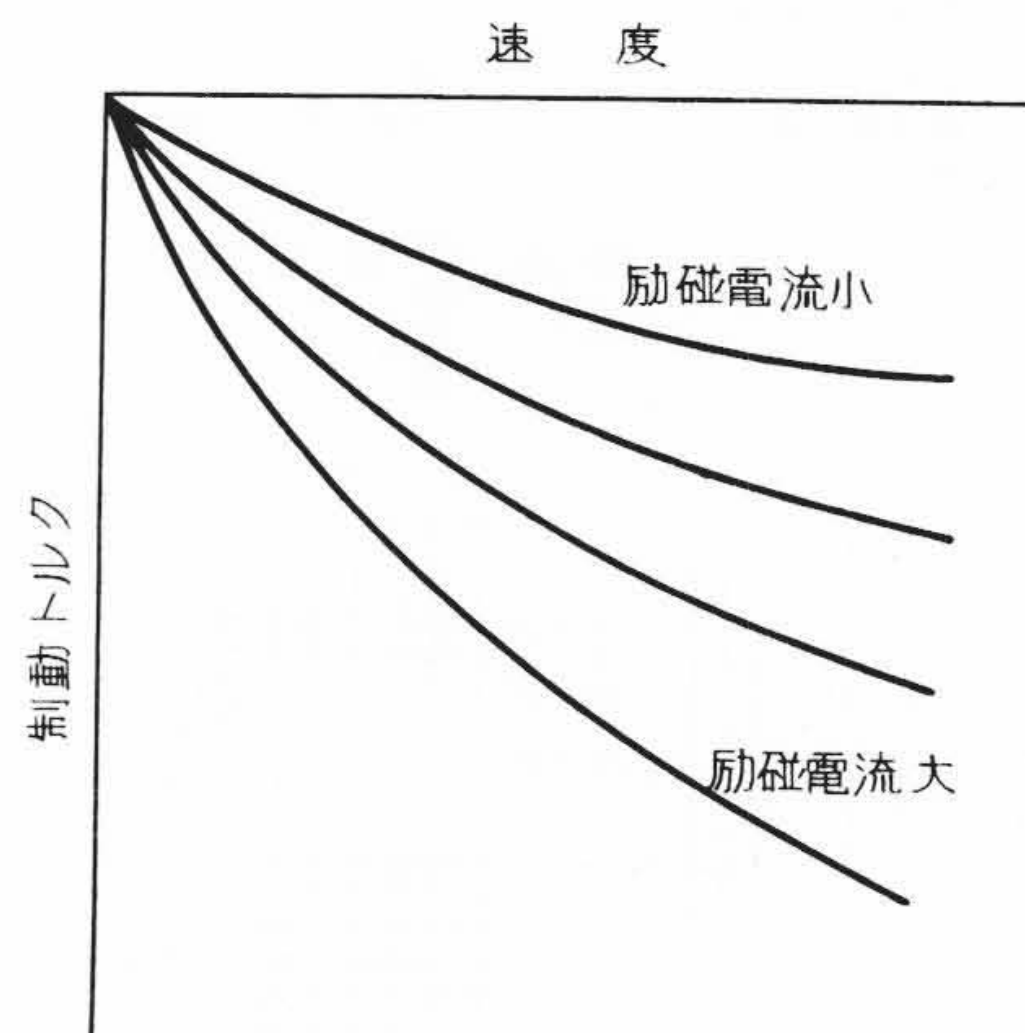
(3) IB 制御

本方式は第 13 図に単線結線図を示すように電磁継手の励磁コイル側を固定し、励磁コイルを直流励磁し電動機の電動力、または下し負荷により IB 回転子が回転された場合に発生する電磁力により制動力を出させるもので、制動力は第 14 図に示すように励磁電流と回転体の速度により決定される。IB 制御は回転体の GD^2 が大きくなる欠点はあるが、電気制動方式であるので IB 自体には摩擦部分がなく保守手入が容易であり、励磁電流を変えることで制動力の調整が簡単にできる長所がある。したがってこの方式は電動機の二次抵抗制御と組み合わせ巻下速度制御だけでなく横行走行などに位置制御が必要な場合にも安定した低速を出すことができる。

IB の励磁電流の制御は電動機二次抵抗制御用の直接制御器で行なうか、または間接制御器により電磁接触器を動作させ行なう手動制御方式と、電動機の二次電圧あるいは指速発電機により電動機速度検出を行ない磁気増幅器などを使用して励磁電流を加減する自動制御方式とがあるが、自動制御方式は設備費が高価となり高級な定速度運転を必要とするもの以外には採用されず普通手動制御方式の IB 制御が行なわれている。電動機容量が大きくなるにしたがい IB の容量も大きくなり IB の熱損失が大となるとときには、一般の交流発電機形とし、固定側を巻線形としてその損失を外部抵抗で消費させる方式が採用される。



第 13 図 手動 IB 制御単線結線図



第 14 図 IB 制御 トルク—速度特性

3.2 直流電動機方式

直流電動機方式には定電圧により運転されるものと、可変電圧により運転されるものがある。前者はおもに中容量のものに採用され、後者は大容量機に利用されるが専用の可変電圧電源を必要とする。

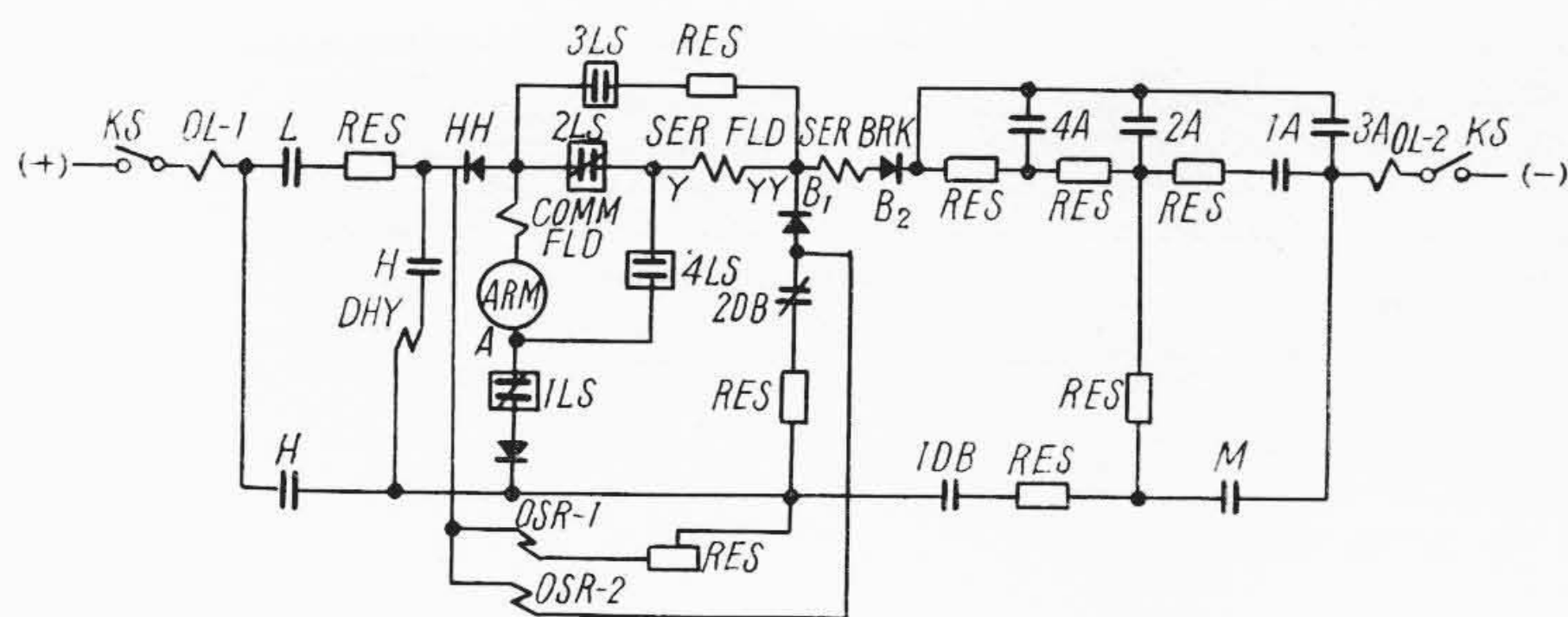
直流電動機方式は交流電動機方式に比較して多少設備費のかさむ欠点はあるが、その加減速性能、寸動性能、負荷特性などが良好で速度制御が容易であるなど本質的に交流電動機をしのぐ高性能を有しており、機械によっては荷役能率の向上によって設備費の増加を償って余りあるものである。

(1) 直流定電圧方式

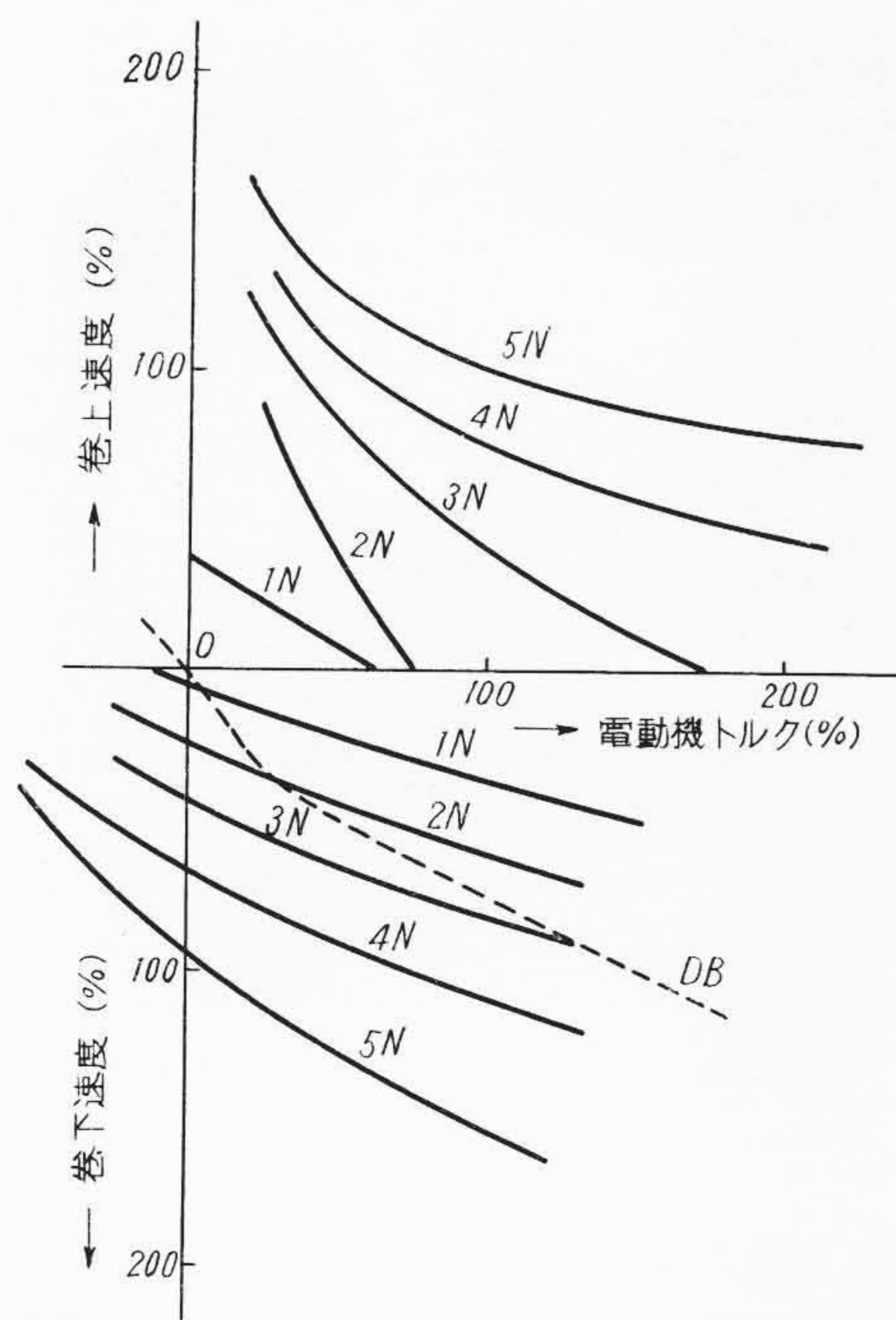
電動機は直巻電動機または複巻電動機が一般に使用される。直巻または複巻電動機は起動トルクが大で、加減速が早く、巻上軽負荷のときは直巻特性により自動的に速度が上がる垂下特性を有し 150% 速度以上で運転でき荷役能率が上り、巻上軽負荷のとき電機子に並列抵抗を入れることにより安定な低速が得られる。

また巻下の場合でもなんら特別の制御装置を付加することなく単に接続変更のみで分巻特性とし、安定なる高速低速運転が可能であり、直列抵抗並列抵抗の入れ方で電動機定格速度以上の運転もできる。このように交流電動機に比べて数多くの利点をもっており、インド TATA 製鉄所に納入した好評の 200 t レードクレーンをはじめとする各種クレーン数十基は直流定電圧方式によるものの好例である。第 15 図は巻上操作の場合の主回路線図の一例を示し、第 16 図は巻上、巻下の特性曲線を示す。

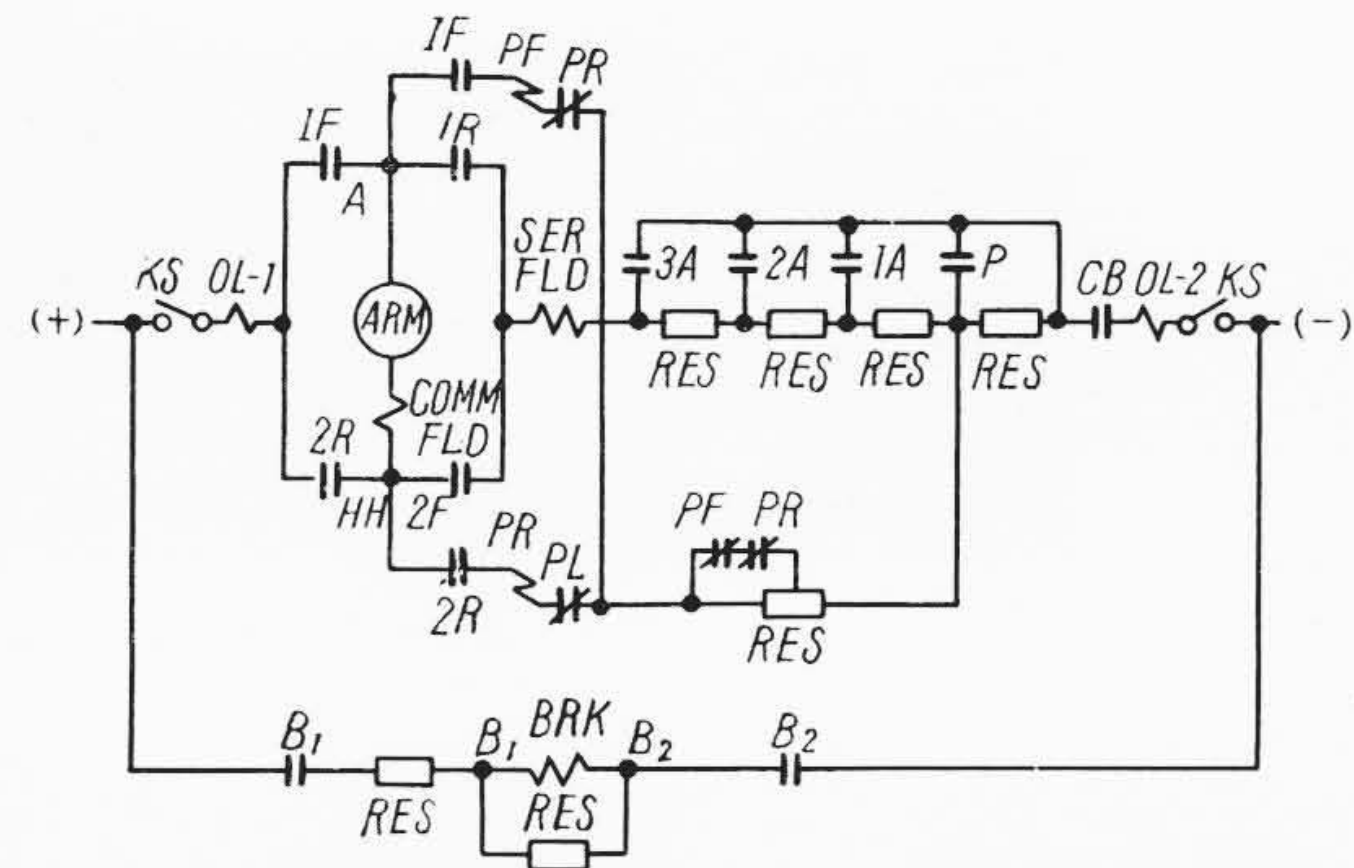
この接続法によれば少数の電磁接触器によりすぐれた所要の特性が得られる。第 16 図で見られるように巻上は直巻特性であるので起動が早く軽負荷のときは自動的に巻上速度が早いので荷役



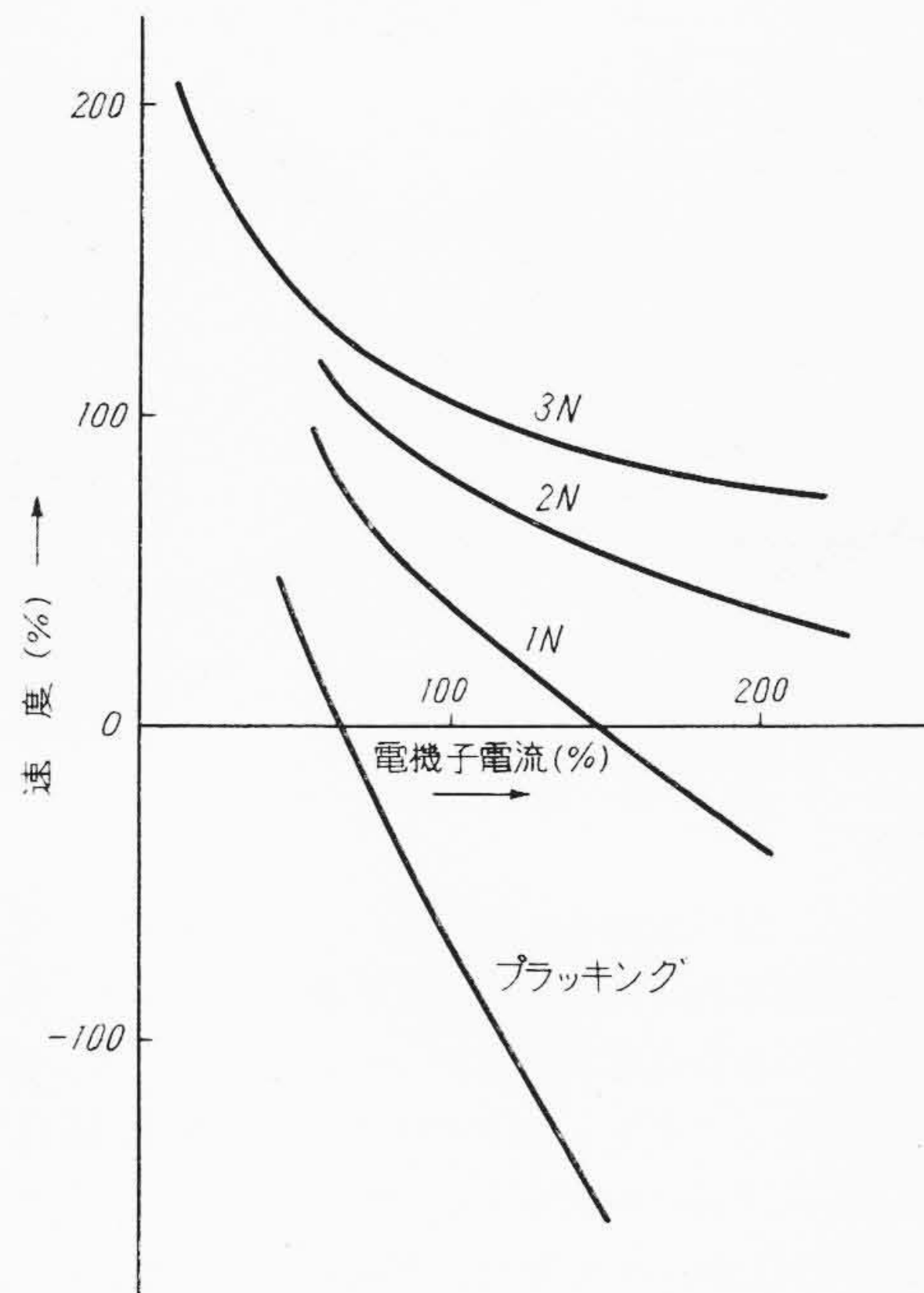
第15図 卷上主回路結線図



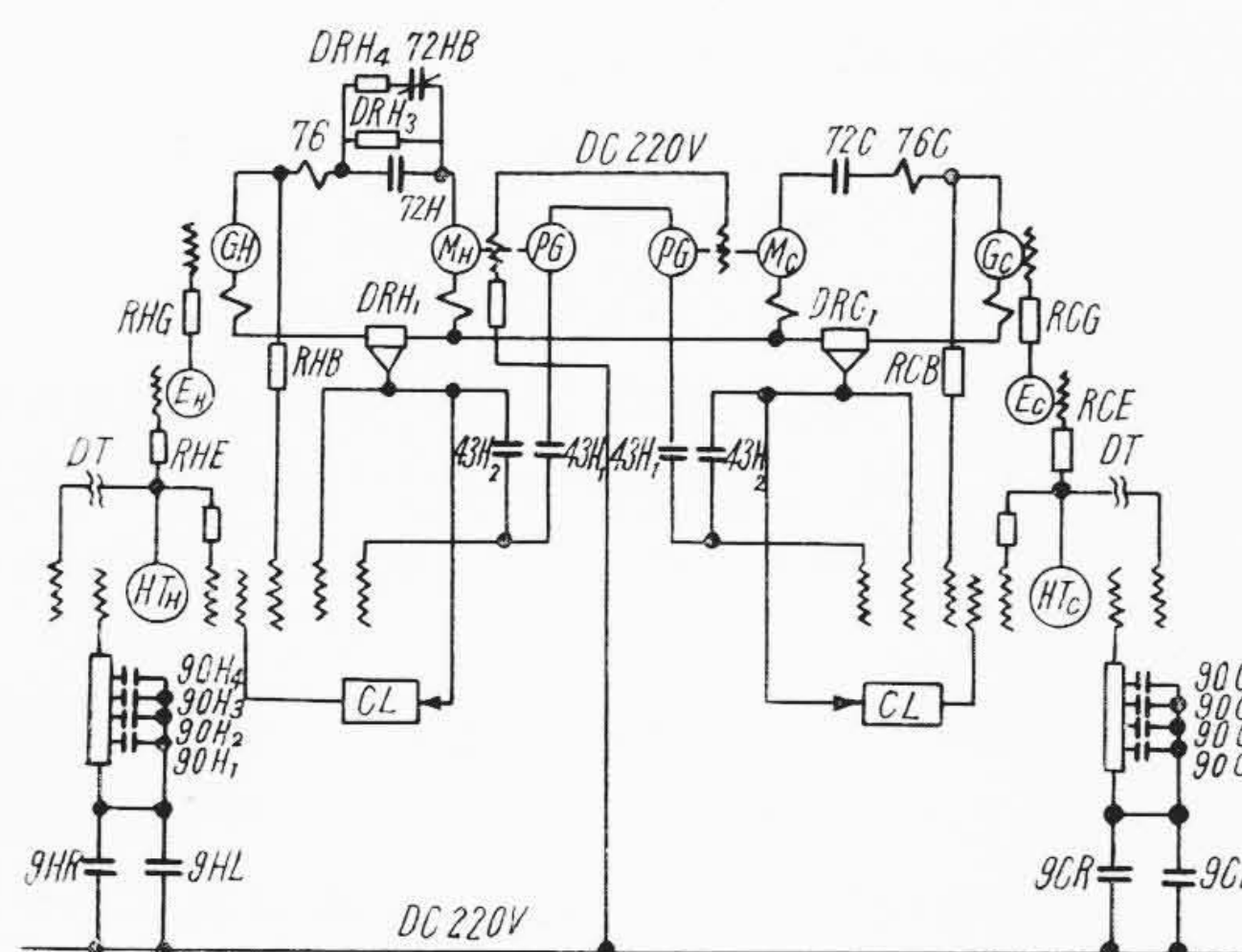
第16図 卷上ノツチ—速度特性



第17図 横行走行主回路接続図



第18図 横行走行ノツチ—速度特性



第19図 支持開閉主回路結線図

能率が高められ、巻上1ノッチおよび巻下方向では分巻特性であるので速度が安定で正確な着床が可能である。

この方式では巻上巻下ともその加減速は限時継電器の巧妙な動作によるもので、制御器をいかに急操作させても、また定格荷重内のどのような荷重でも電動機は過負荷することなく迅速にかつ円滑に運転されるよう完全に保護されている。第17図は走行または横行の場合の代表的な主回路結線図で、第18図はその特性曲線を示す。図よりわかるように電動機の正転逆転は電機子回路を単に切り替えるのみで抵抗短絡は正逆同一である。したがって正転逆転とも同一の特性をもっている。回路中にはブラッキング

抵抗，ブラッキング接触器，ブラッキング継電器などのブラッキング用品をもち，正転逆転とノッチをどのように急操作させても主回路には大電流を流さず電動機，機械の保護ならびにつり荷の振れが少なく，加えて正逆動作を安心して行ない荷役能率を向上するよう考慮してある。

(2) 直流可變電壓制御

可変電圧制御はいわゆるワードレオナード制御として古くから用いられているもので、専用の可変電圧電源設備を必要とするため設備費は高価となるが、広範囲の速度制御が得られ、微細な精密速度も容易に得られるので運転特性が良く、本方式に回転増幅器、磁気増幅器などによる速応励磁、電流制限装置、そのほかのフィードバック制御を行なえばその特性は一段と高められ運転能率は画期的に向上する。

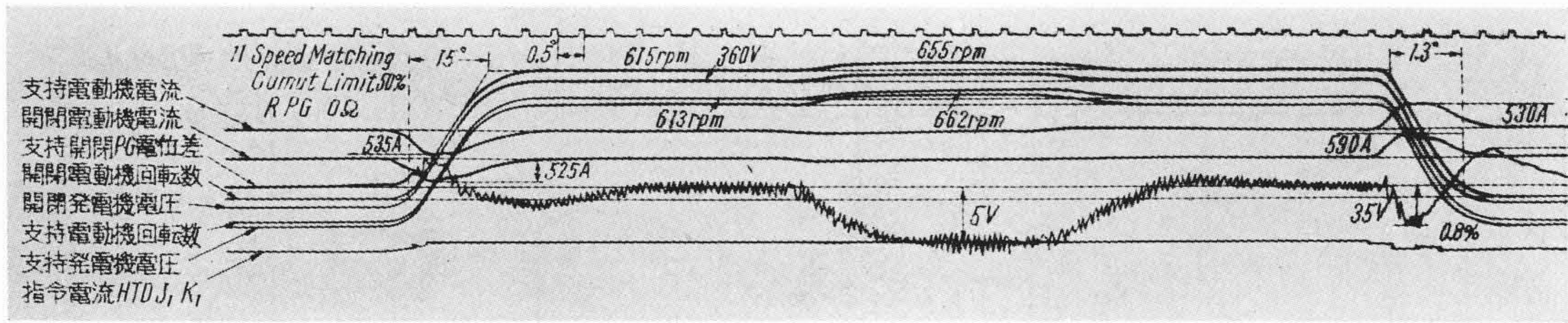
本方式は大形アンローダ、トランスポートなどに採用され、支持開閉は負荷平衡制御、揃速制御、電流制限制御などを行ない急加減速運転高性能のものとしている。

操作は1本の操作ハンドルによって“閉上”“開下”を半自動的に行ない、またマントロリ横行はホッパー上で自動停止させ運転の便を図っている。

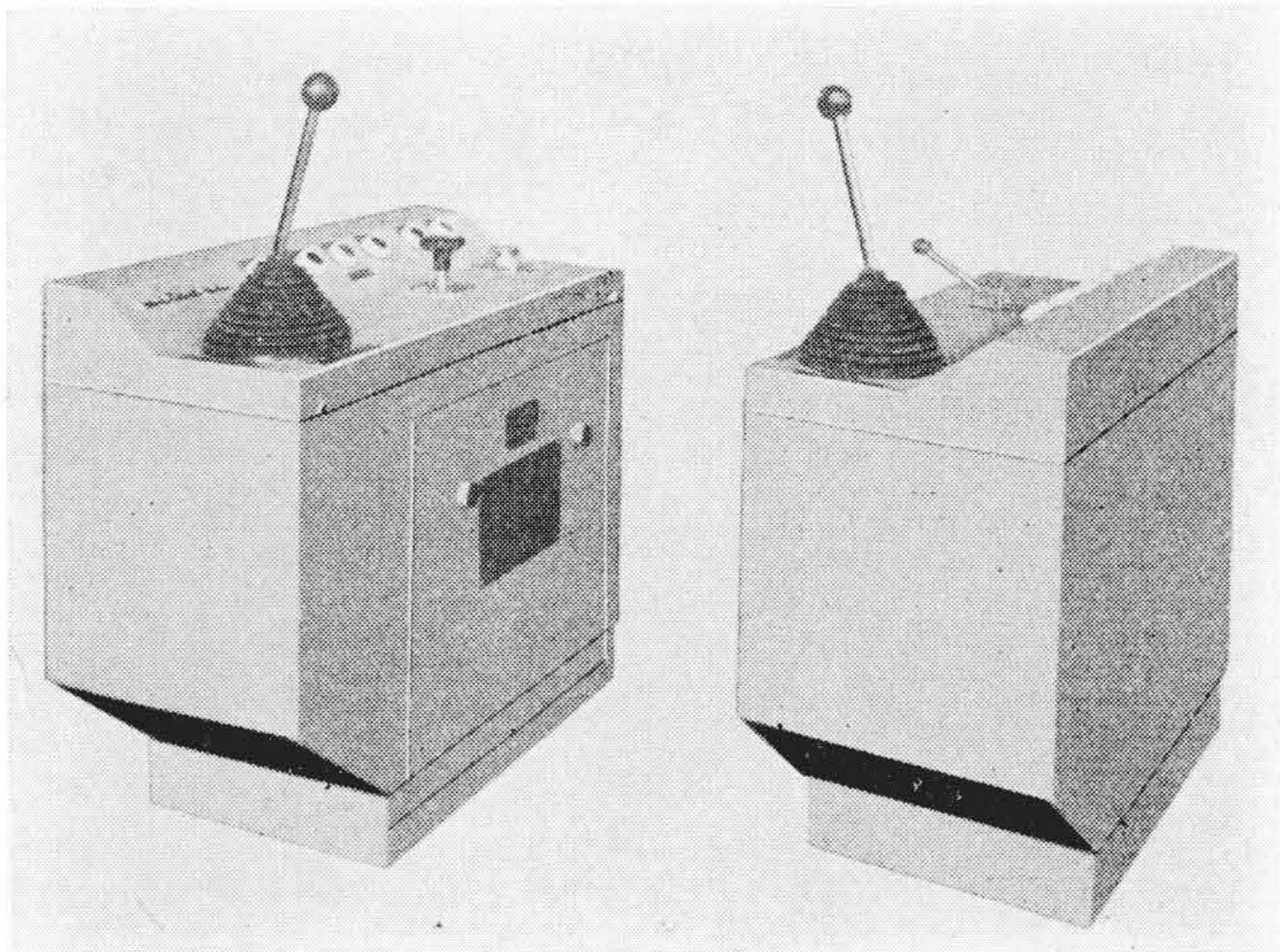
第 19 図に支持開閉主回路結線図を示し、第 20 図はその加減速を含む運転オシロを、第 21 図は総合制御器の外観写真を示している。

3.3 制御回路の無接点化と遠隔操作

最近大容量クレーンのワードレオナード設備においては制御回路



第 20 図 支持開閉制御系オシログラム



第 21 図 総合制御器

の信頼性を高め、保守を容易にするためその無接点化が要望されている。日立製作所は磁気増幅器式無接点論理素子（日立商品名ヒタログ）を使用した無接点制御装置を、圧延機およびその補機、コンベヤの総括制御などに実施し好評を得ている。第 22 図はヒタログを示しているが、下図は内部を示し、上図はそれをモールド化したもので、振動に対し内部の断線など生ぜぬよう考慮している。ヒタログ制御回路を磁気増幅器に入れ、磁気増幅器の出力で HTD を励磁し、磁気増幅器により発電機の自動電圧制御を行なうもので、操作制御回路ともすべて無接点化が可能である。

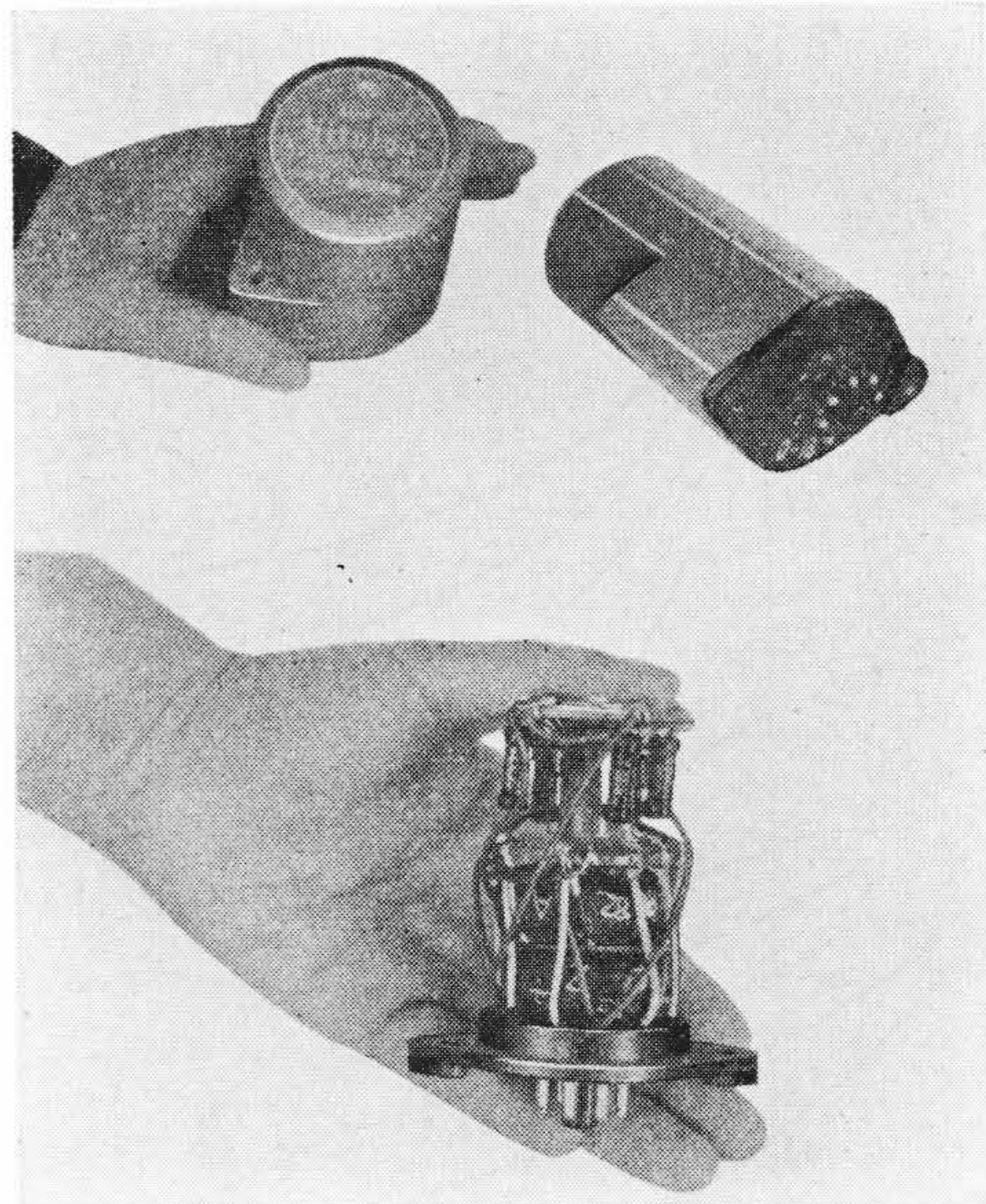
クレーンよりの遠隔制御もまた各方面より望まれている事項であるが、日立製作所はソーキングピットクレーンよりカバーキャリジならびに地上のインゴットバギーを有線搬送または、無線にて信号波を送り操作トロリーを多くて 1 本ですむ遠隔操作方式を実施し、好成績を取めているが、有線搬送の場合について説明を加えよう。信号波は正弦波でその周波数は 425~1,955 c/s 間を 170 c/s 間隔に 10 等分した 11 種の周波数を使用し、そのうちの 2 種ずつを組み合わせ 1 信号として組み合わせ、カバーキャリジの開閉、走行や、インゴットバギーの走行などの諸操作を行なうことができるもので、信号波の搬送波には約 350 kc/s の周波数を用い、1 本のトロリーで伝送せしめたのである。また無線搬送の場合はその搬送波を 150 Mc/s の周波数とし、トロリーなしで同じ目的を達している。

4. 直流回転機類

製鉄クレーン用直流電動機としては、主として日本電機工業会 (JEM) および米国鉄鋼協会 (AIEE) の規定に基いた日立 600 番シリーズ直流電動機を使用している。特に AISE 標準直流電動機は寸法関係をすべて AISE 規格に合わせてあるので輸出品に多く使用されている。第 1 表にその標準仕様の一部を示す。

このシリーズの直流電動機は次に示すような数々の特長を有し、クレーン用電動機として最も適しているものである。

(1) 電機子は合理的な設計および優秀な材料の使用により非常に小形となっているため、慣性能率が小さく、急速の加減速が容



第 22 図 上図 モールド化されたヒタログ
下図 モールド前のヒタログ

易であり、迅速正確な運転制御をすることができる。

(2) 電機子コイルをはじめとする各種巻線および各絶縁部分はマイカおよびガラステープを主体とする B 種絶縁（要すれば H 種絶縁）を行ない、過酷な熱的条件の下で使用されることの多い製鉄用クレーン用電動機に好適である。

(3) 主極および補極にはコイル押えバネ板を採用し、ファンとしてはエンドプレート兼用ファンを採用するなどすべての面で機械的なショック、振動に対して十分考慮した構造となっている。

(4) 100% 1 分間の過負荷あるいは 250~400% の非常時最大負荷時においても、支障なく整流を行ないうる余裕のある設計にしてありクレーン巻上加速などのピーク負荷時に大馬力をゆうゆうと出しうる。

(5) 軸受にはすべてころがり軸受を採用しているため機械損が僅少であるのみならず起動トルクが小さく、円滑で正確な起動が容易でその上保守は簡単である。刷子には第 26 図に示すように渦巻バネを使用し、刷子の取り替えが容易に行なえるような構造となっている。

上記直流電動機の通風方式はクレーン用として使用される場合には主として次の 2 方式によっている。

(a) 全閉内扇形

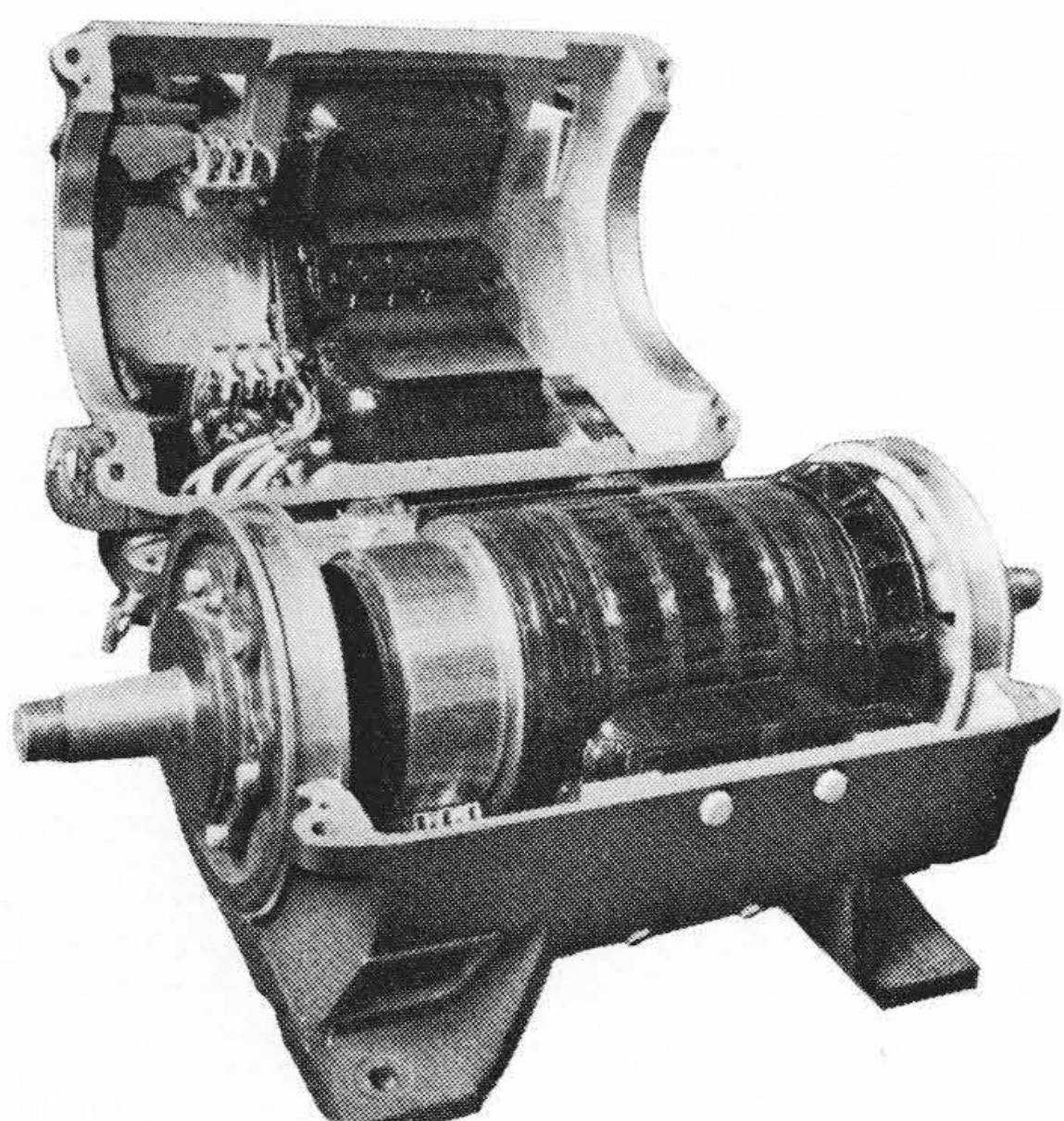
第 27 図は全閉内扇形の日立 600 番シリーズ直流電動機の外観である。この通風方式によれば直流電動機的主要部分は空気中のダストと完全に遮断されるため、ダストの多い場所に使用されることの多いクレーン用直流電動機として最も適しているが、温度上昇の点より比較的使用ひん度の低いクレーン走行用などに短時間定格として使用され、さらに高ひん度大容量の直流電動機には、次の全閉外扇形を採用する。

第 1 表 日立 600 番シリーズ直流電動機標準仕様表 (1)

A I S E 標準												
わ く 番	自 己 通 風 形								他 力 通 風 形			
	連続定格, 温度上昇 75℃				1 時間定格, 温度上昇 75℃				連続定格, 温度上昇 75℃			
	HP	rpm			HP	rpm			HP	rpm		
		直 巻	複 巻	分 巻		直 巻	複 巻	分 巻		直 巻	複 巻	分 巻
230 Volts												
601	—	—	—	—	—	—	—	—	5	900	1,025	1,025/2,050
602	7½	800	900	900/1,800	9¼	700	800	885	7½	800	900	900/1,800
603	10	725	800	800/2,000	12½	645	725	785	10	725	800	800/2,000
604	15	650	725	725/1,800	19	560	650	710	15	650	725	725/1,800
606	25	575	650	650/1,950	31½	525	635	650	25	575	650	650/1,950
608	35	525	575	575/1,725	44	475	540	575	35	525	575	575/1,725
610	50	500	550	550/1,650	62½	460	510	550	50	500	550	550/1,650
612	75	475	515	515/1,300	94	435	485	515	75	475	515	515/1,300
614	100	460	485	485/1,200	125	425	450	485	100	460	485	485/1,200
616	150	450	460	460/1,150	187½	410	440	460	150	450	460	460/1,150
618	200	410	420	420/1,050	250	380	400	420	200	410	420	420/1,050
620	275	370	390	390/ 975	350	350	370	390	275	370	390	390/ 975
622	375	340	360	360/1,080	475	320	340	360	375	340	360	360/1,080
624	500	320	340	340/1,020	625	300	320	340	500	320	340	340/1,020
550 Volts												
601	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1,015	1,150	—
602	7½	935	1,025	—	9¼	825	925	1,015	7½	935	1,025	—
603	10	810	885	—	12½	725	800	875	10	810	885	—
604	15	725	800	—	19	635	750	785	15	725	800	—
606	25	635	700	—	31½	575	675	685	25	635	700	—
608	35	585	625	—	44	525	585	610	35	585	625	—
610	50	530	585	—	62½	475	560	575	50	530	585	—
612	75	510	550	—	94	465	515	540	75	510	550	—
614	100	475	500	—	125	440	475	490	100	475	500	—
616	150	460	460	—	187½	425	440	450	150	460	460	—
618	200	415	415	—	250	380	400	415	200	415	415	—
620	275	370	390	—	350	350	370	390	275	370	390	—
622	375	340	360	—	475	320	340	360	375	340	360	—
624	500	320	340	—	625	300	320	340	500	320	340	—

第 1 表 日立 600 番シリーズ直流電動機標準仕様表 (2)

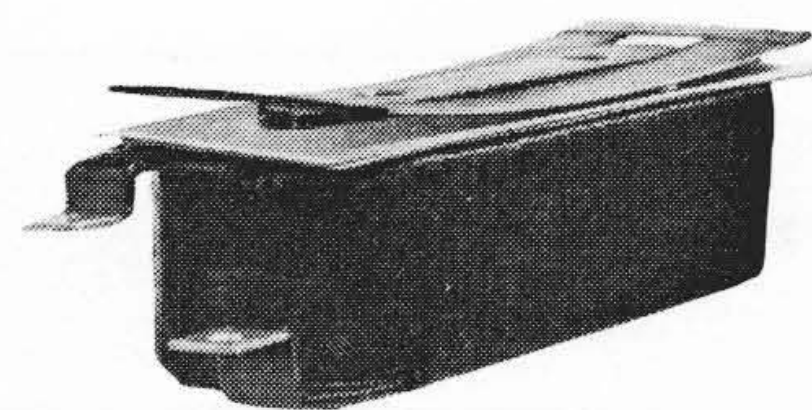
J E M 標準												
わ く 番	自 己 通 風 形								他 力 通 風 形			
	連続定格, 温度上昇 75℃				1時間定格, 温度上昇 75℃				連続定格, 温度上昇 75℃			
	kW	rpm			kW	rpm			kW	rpm		
		直 巻	複 巻	分 巻		直 巻	複 巻	分 巻		直 巻	複 巻	分 巻
220 Volts												
601	—	—	—	—	—	—	—	—	3.7	900	1,025	1,025/2,050
602	5.5	800	900	900/1,800	6.9	700	800	885	5.5	800	900	900/1,800
603	7.5	725	800	800/2,000	9.3	645	725	785	7.5	725	800	800/2,000
604	11	650	725	725/1,800	14	560	650	710	11	650	725	725/1,800
606	19	575	650	650/1,950	23.5	525	635	650	19	575	650	650/1,950
608	26	525	575	575/1,725	33	475	540	575	26	525	575	575/1,725
610	37	500	550	550/1,650	46.5	460	510	550	37	500	550	550/1,650
612	55	475	515	515/1,300	70	435	485	515	55	475	515	515/1,300
614	75	460	485	485/1,200	93	425	450	485	75	460	485	485/1,200
616	110	450	460	460/1,150	140	410	440	460	110	450	460	460/1,150
618	150	410	420	420/1,050	185	380	400	420	150	410	420	420/1,050
620	205	370	390	390/ 975	260	350	370	390	205	370	390	390/ 975
622	280	340	360	360/1,080	355	320	340	360	280	340	360	360/1,080
624	370	320	340	340/1,020	465	300	320	340	370	320	340	340/1,020
440 Volts												
601	—	—	—	—	—	—	—	—	3.7	1,015	1,150	—
602	5.5	935	1,025	—	6.9	825	925	1,015	5.5	935	1,025	—
603	7.5	810	885	—	9.3	725	800	875	7.5	810	885	—
604	11	725	800	—	14	635	750	785	11	725	800	—
606	19	635	700	—	23.5	575	675	685	19	635	700	—
608	26	585	625	—	33	525	585	610	26	535	625	—
610	37	530	585	—	46.5	475	560	575	37	530	585	—
612	55	510	550	—	70	465	515	540	55	510	550	—
614	75	475	500	—	93	440	475	490	75	475	500	—
616	110	460	460	—	140	425	440	450	110	460	460	—
618	150	415	415	—	185	380	400	415	150	415	415	—
620	205	370	390	—	260	350	370	390	205	370	390	—
622	280	340	360	—	355	320	340	360	280	340	360	—
624	370	320	340	—	465	300	320	340	370	320	340	—



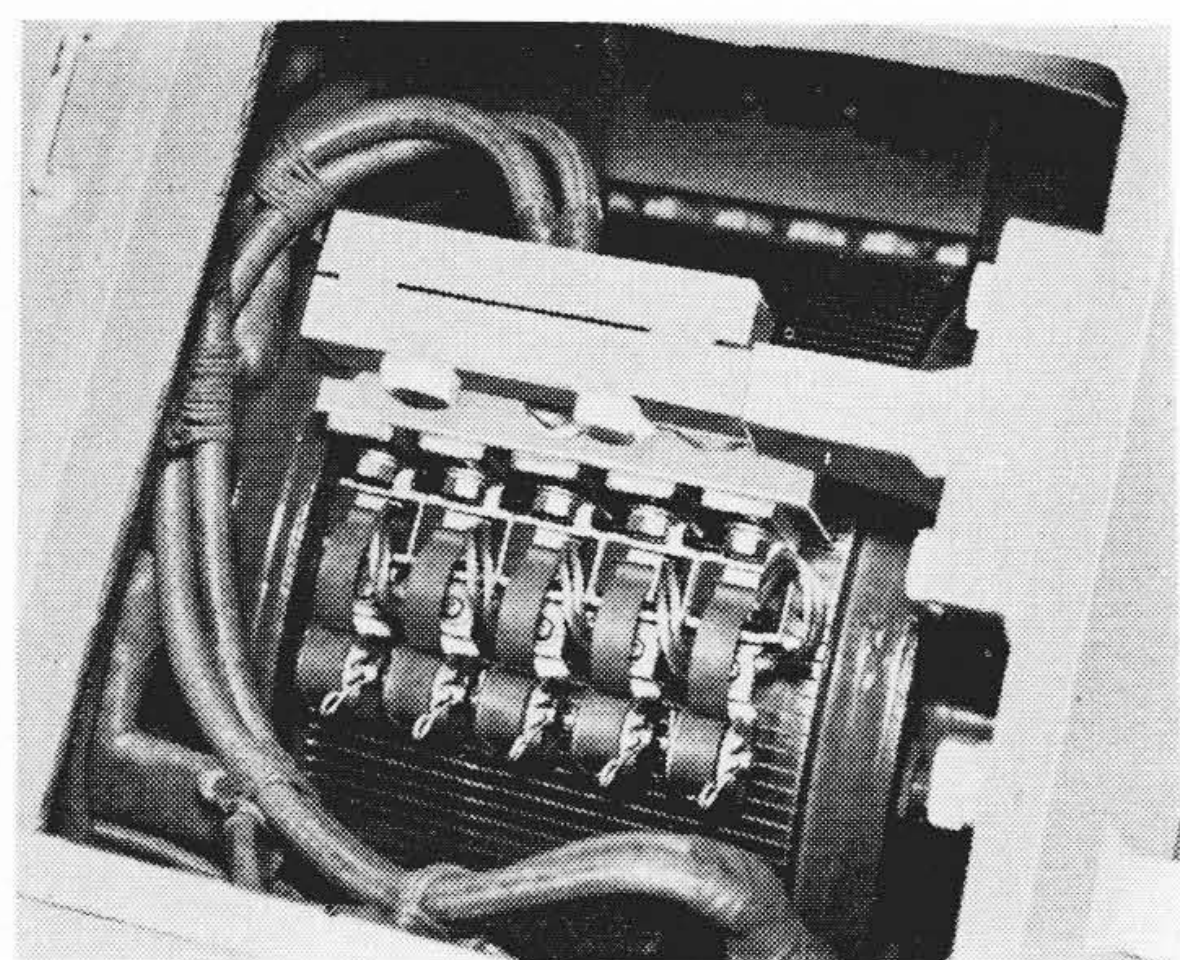
第 23 図 日立 600 番シリーズ
直流電動機内部構造図



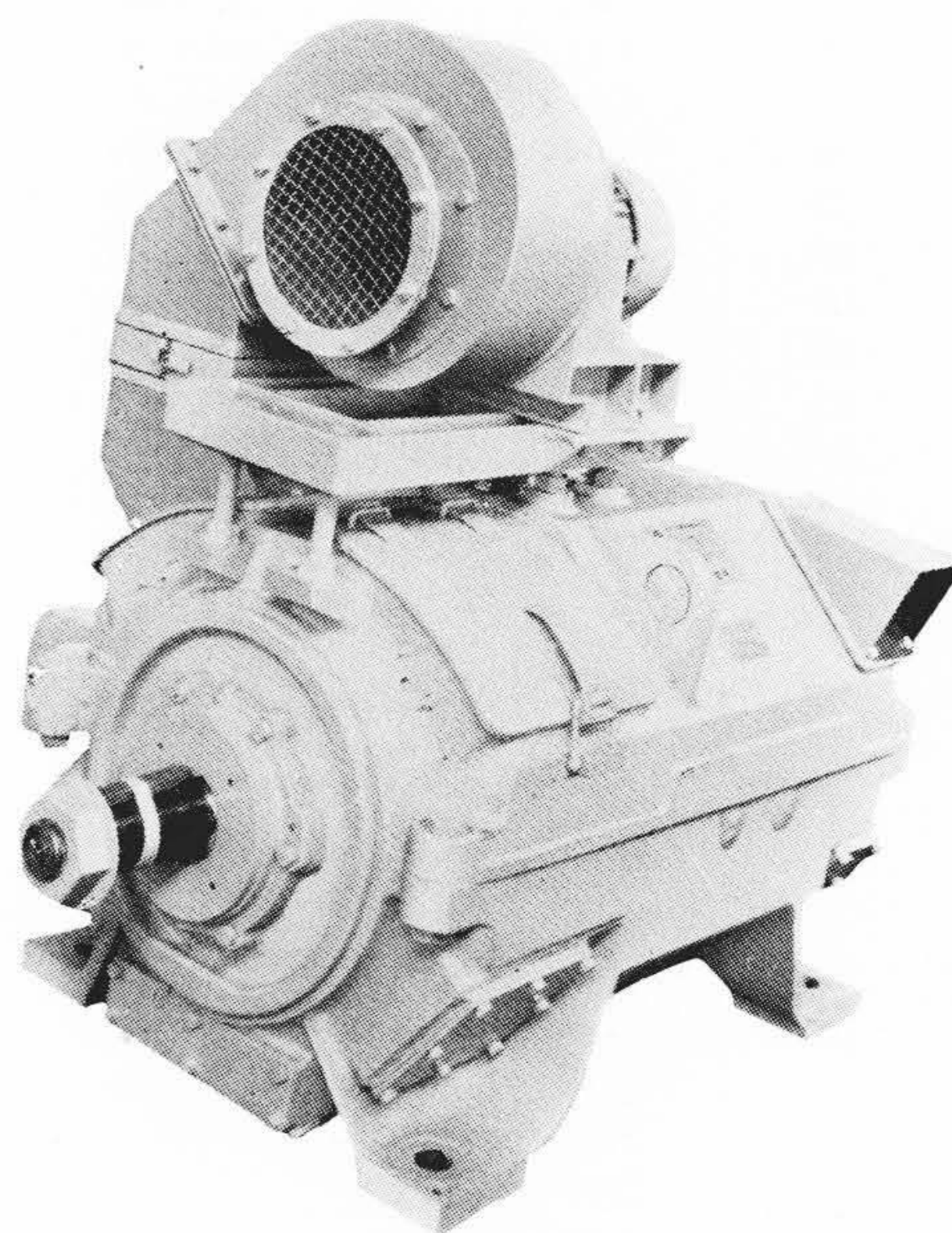
第 24 図 主 極



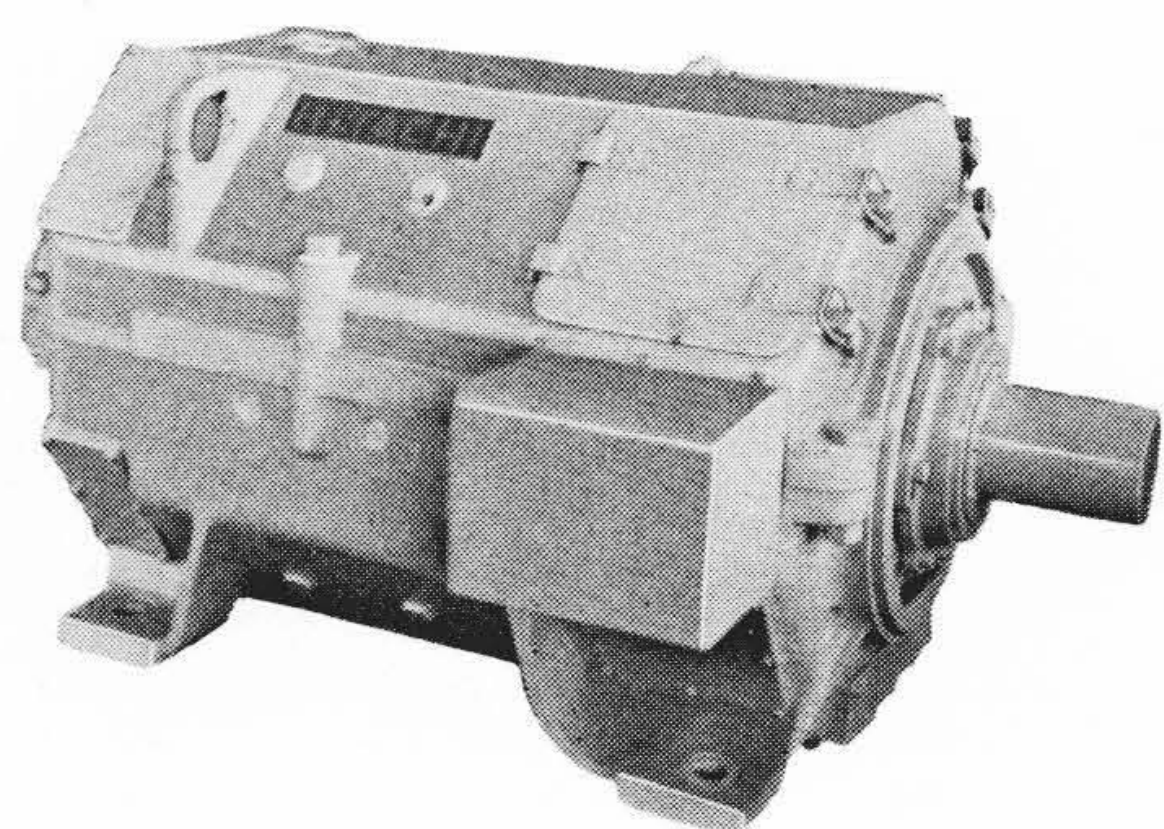
第 25 図 補 極



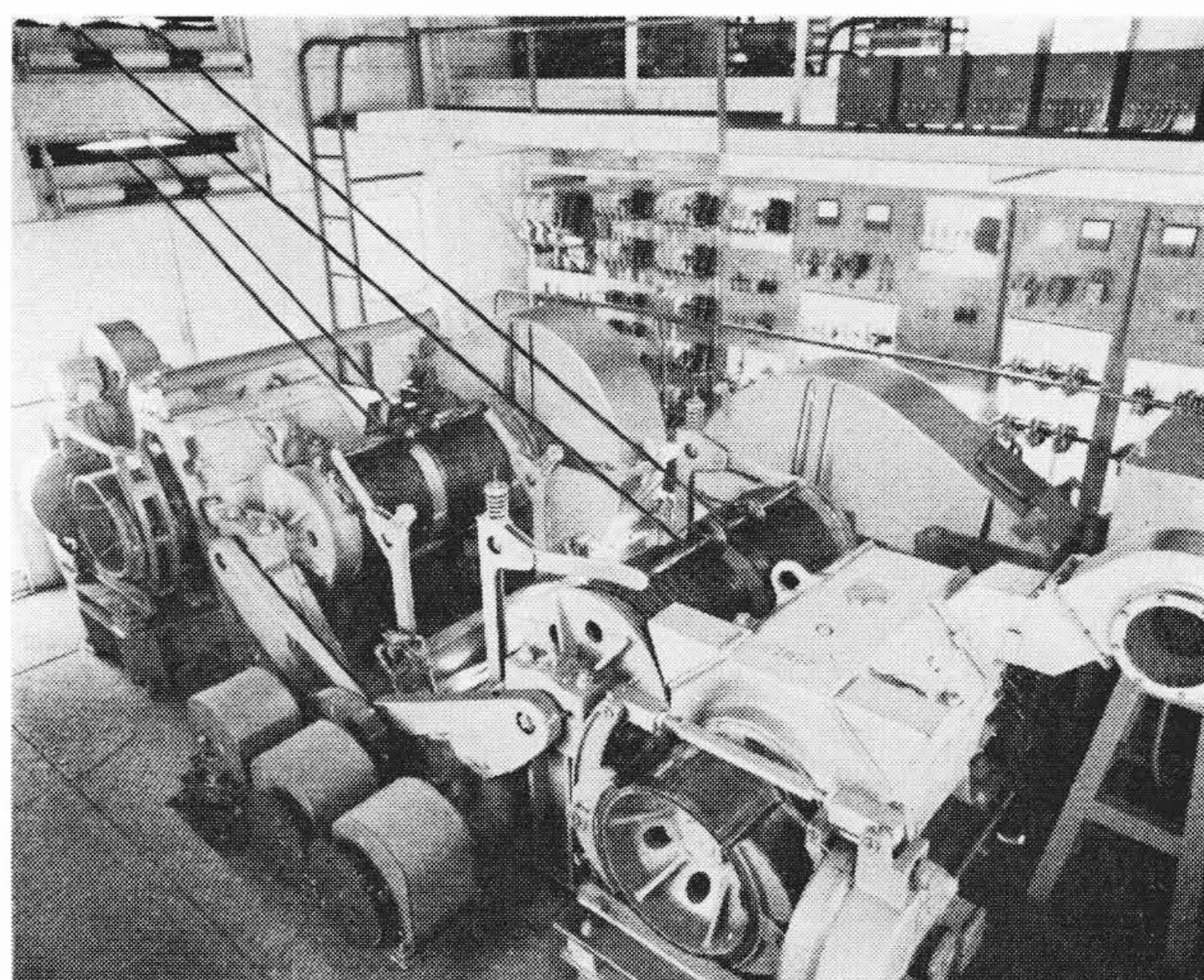
第 26 図 刷 子 構 造



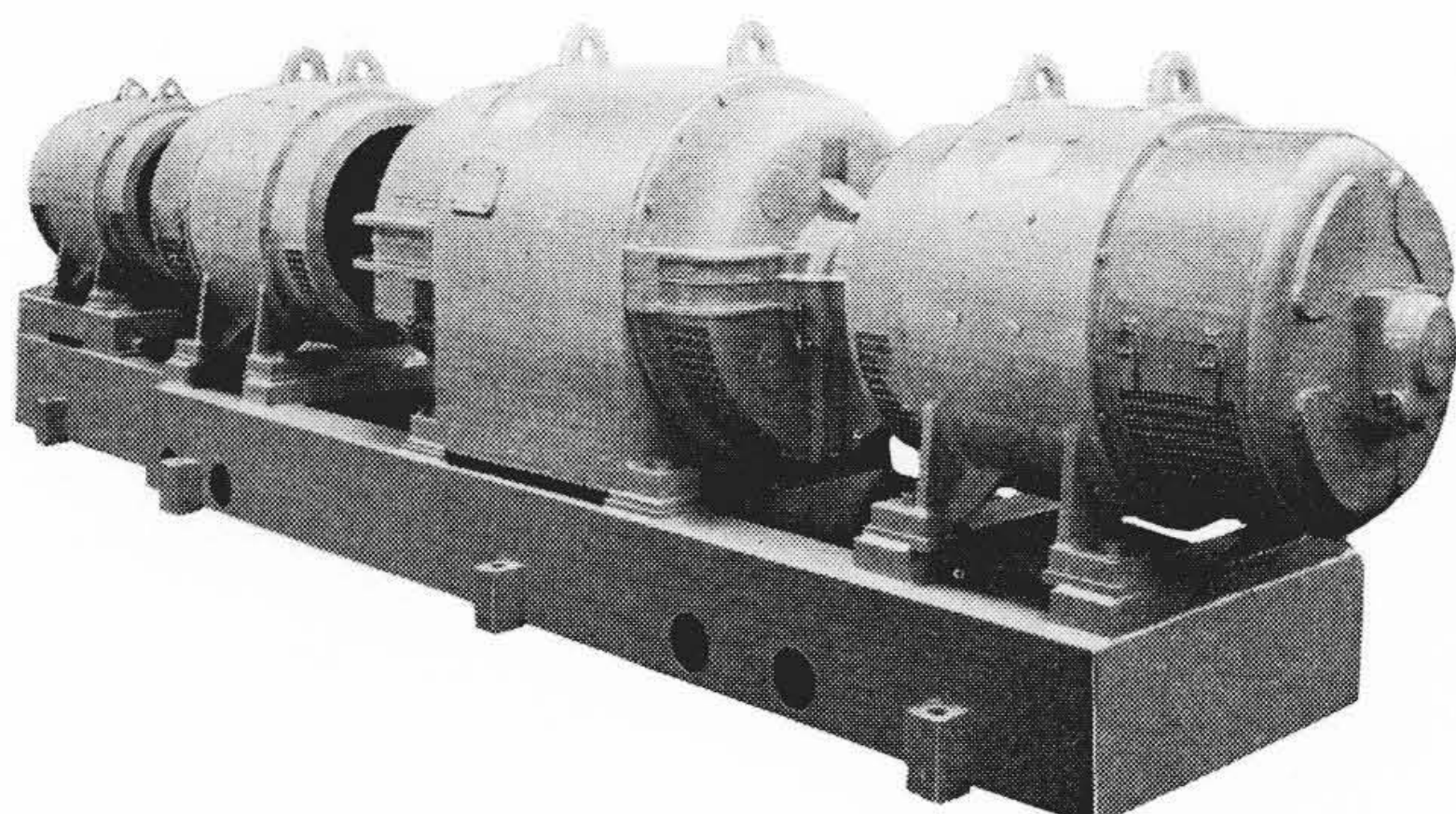
第 28 図 全閉形外扇形直流電動機



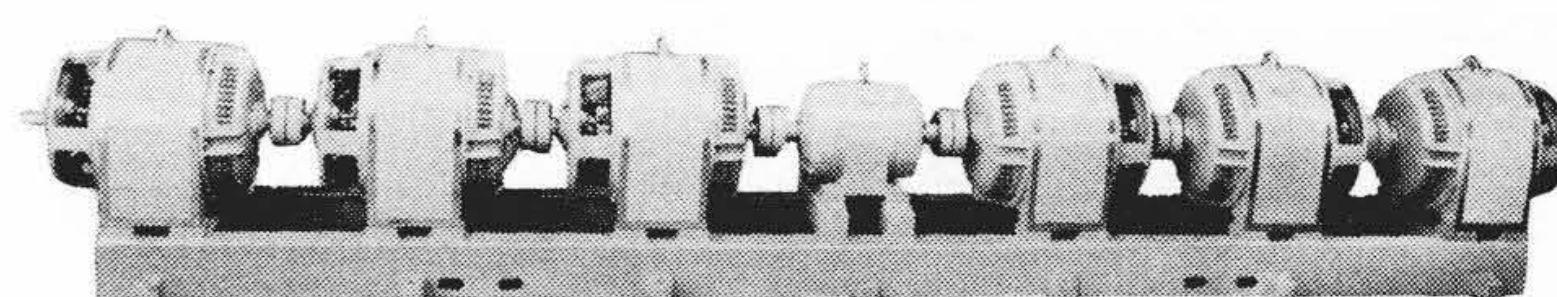
第 27 図 全閉形直流電動機



第 29 図 アンロード主巻用直流電動機



第 30 図 ワードレオナード電動直流発電機



第 31 図 HTD セ ッ ト

(b) 全閉外扇形

第28図に外観を示す。直流機の上部あるいは近くに設置したIM駆動によるファンにより通風する方式で空気中のダストはファン入口に取り付けたエアフィルタにより取り除かれる。

巻上用電動機のように高ひん度に使用される大容量機はすべてこの通風方式とする。第29図はアンローダに用いられた全閉外扇形の直流電動機である。

最近の大容量機および特殊な特性を要求されるクレーン用電動機には、HTD (Hitachi Tuning Dynamo) を応用した高速度、高精度のワードレオナード方式を採用し優秀な成績を取めている。

HTDは日立製作所で開発した独自の回転増幅機であり、高増幅率、高応答性能を特長とし、これにより総合特性として電動機

に自由に垂下特性を持たせ、広範囲かつ、速応度の高い正確な速度制御を行なわせている。第30図はMGセット外観、第31図はHTDセット外観である。

5. 結 言

以上最近の製鉄クレーン用電気品の動向につき説明を加えたが、この関係の制御方式は簡潔にして十分な保護が採用されたもので、機器は信頼性のあるものでなければならない。これらの点をさらに向上するため一段と努力したいと思う。

クレーン用電気品の開発に当たり絶えずご指導を戴いた日立工場平川部長、木田課長、中山課長の諸氏に感謝の意を表わすものである。



特 許 の 紹 介



特 許 第 293374 号

小 野 寺 進・佐 藤 圭 一

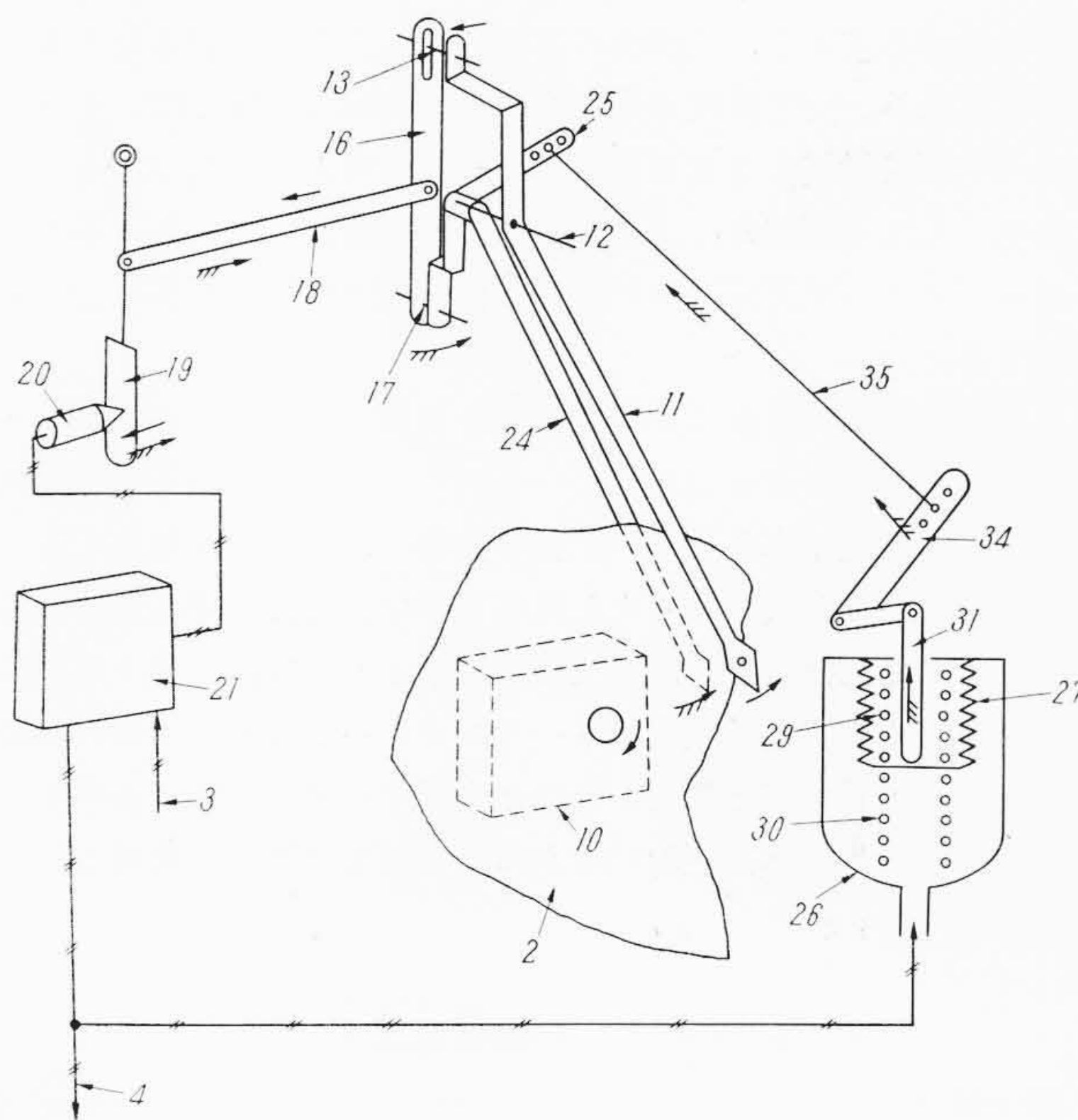
プ ロ グ ラ ム 設 定 器

この発明は空気圧にて自動制御を行なう場合、数台の調節計に対しあらかじめ既知のプログラム状に設定指標を設定し、数台に同時にプログラム制御を行なわせるためのプログラム設定器に関するものである。

プログラム設定器において内部機構がプログラムカム曲線にしたがって正常に動作しているか否かはパイプ4に設けられた圧力計により知るより方法がなく不正確、不便であったが、この発明では図のように検定針24を設け、これを指標11に追尾運動をするようにしたので単に検定針24と指標11の重なり具合を見るだけで動作状態が検知できる。

図において、10はカム駆動機構、2はカム、11は指標、24は検定針、25はレバー、16は中間リンク、13、17は係合ピン、12は支軸、18はリンク、19はフラッパー、20はノズル、21はパイロット弁、3は一次空気供給パイプ、4は各調節計に連絡するパイプ、26は外筒、27はベローズ、29、30はバネ、31はスピンドル、34はL状レバー、35はリンクであり、図中の矢印→、⇨は指標11がプログラムカム曲線に沿って矢印方向に動いた場合の各部の動作方向を示す。

(手 島)



お 詫 び

本誌日立評論別冊特集第47号計装特集号掲載「アンモニア製造プロセスの計装」論文中、19頁下から17行目に日立製作所長岡工場とありますが、これは日産化学工業株式会社長岡工場の誤りであります。

ここに謹んでお詫び申し上げますとともに訂正いたします。