

クレーンの速度制御

Speed Control of Cranes

榎 本 勝 雄* 吉 岡 孝 幸**

Katsuo Enomoto

Takayuki Yoshioka

内 容 梗 概

クレーンには小容量のかご形電動機から大容量の直流電動機に至るまで、各種各様の電動機が使用されているが、これら電動機を任意に起動したり停止したり、逆転したり、あるいは速度制御を行うことによりクレーンはあたかも手足のように自在に操作され、荷物の運搬を行うことができる。

それら電動機の制御方式は、クレーンの種類、用途、目的などによってそれぞれ異なるが、大別して交流巻線形電動機を対象としたものと、直流電動機を対象にしたものとに類別される。

交流巻線形電動機の場合には二次抵抗制御が主体となり、一般天井走行クレーン、造船クレーン、製鋼クレーンなどに広く採用されている。

直流電動機の場合には一定電圧抵抗制御のものと可変電圧制御（ワードレオナード制御）とがあるが、直流方式は一般にやや高価ではあるが性能においてはるかにすぐれているので、高性能を要する高級クレーン、大形クレーンなどに広く採用されている。先般来、多数納入した八幡製鉄所およびインド TATA 製鉄所向各種天井走行クレーンおよび製鋼クレーン、八幡製鉄株式会社納 1,000 t/h アンローダ、静岡県土木部納 240 t/h アンローダ、関西電力株式会社納 25 t 高速ケーブルクレーンなどはその好例である。

1. 緒 言

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あるいはケーブルクレーンに至るまで各種のクレーンがあり、それぞれその用途目的に応じた電気品、制御方式が採用されている。天井走行クレーンの大部分は交流電動機方式であり、多数の納入実績がある。一方直流電動機方式もその負荷特性、速度制御の容易さなどの点で製鋼クレーン、高級クレーンあるいは大容量クレーンなどに広く採用され、その高性能を誇っている。

本篇ではこれら各種クレーンの制御方式について述べ御参考に供する次第である。

2. 各種クレーンの制御方式

クレーンの制御はその容量、形式、用途、目的によってそれぞれその性格を異にするが、一番なじみ深い方式としては三相誘導電動機による操作方式があげられる。

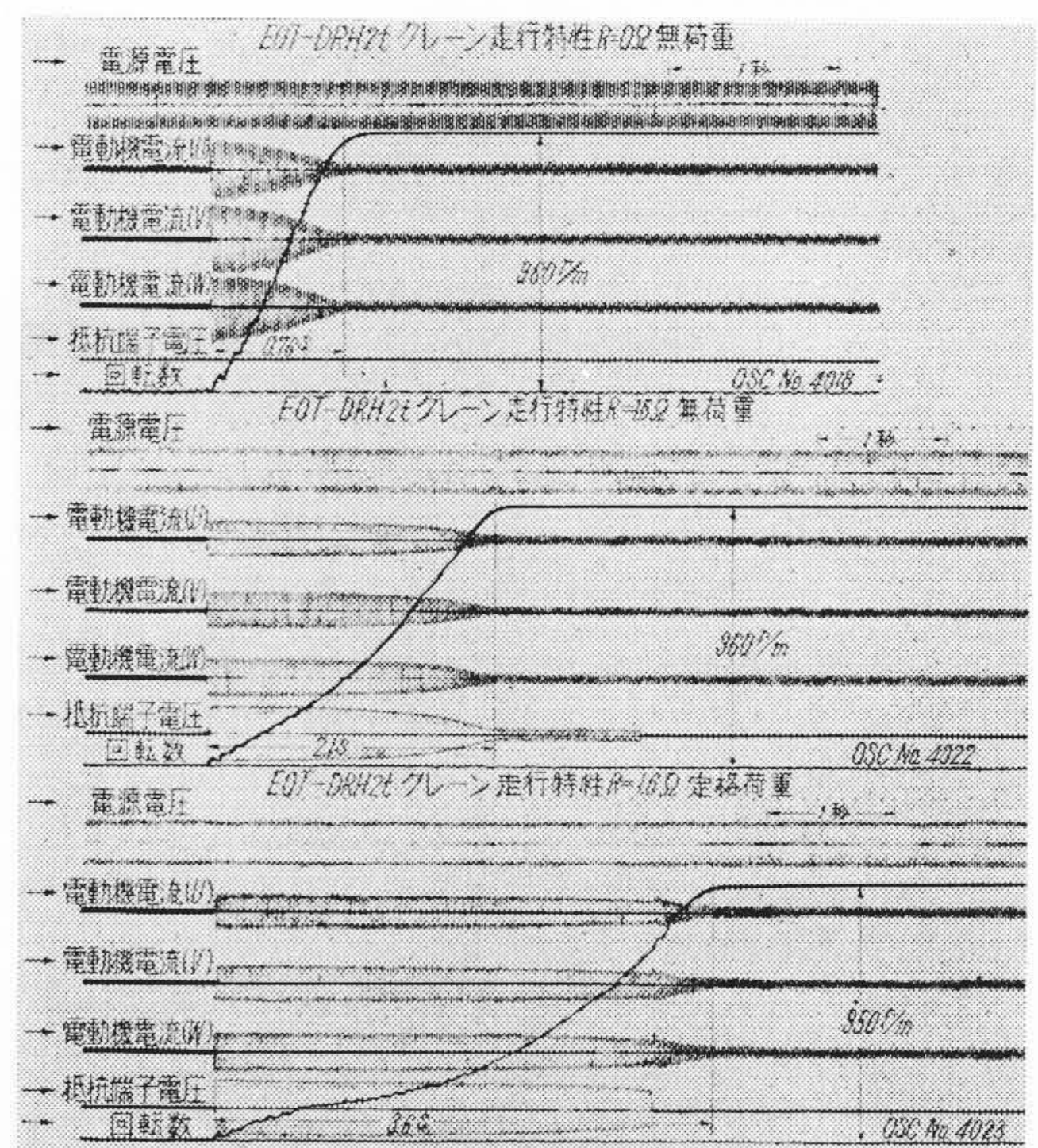
まずクレーンの基本的な動作より説明すると、巻上、横行、走行、または巻上、俯仰、旋回の3動作よりなっている。それら各動作は任意に巻上巻下、右行左行、前進後退を行って物の吊上運搬がなされる。それに伴って各動作の速度を任意に変えうることで、インテグレーション性能の良いことなども欠かすことのできない要求である。

ごく小容量のクレーンではかご形誘導電動機を使用して単なる可逆運転のみを行うものもあるが、大部分は三相巻線形誘導電動機で、二次抵抗制御により速度制御が行われる。また、巻上巻下動作などで微細な速度制御を要する場合にはCF制御、HM制御、IB制御、発電制

動制御などを併用するかあるいは直流電動機を使用する方法が採られる。

2.1 交流電動機方式

誘導電動機は構造堅牢、安価にして保守取扱も容易であるので一般クレーンには広く採用されている。また、その速度制御は主として二次抵抗制御によって行われるが、巻下動作の場合のように負の負荷となる場合には二次抵抗制御のみによっては同期速度以下の制御はまったく行うことはできない。そのために逆相制動、不平衡接続による制動、可飽和リアクトルによる一次電圧制御など

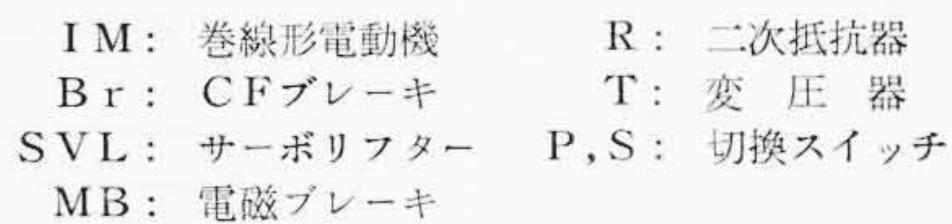


上より 無負荷 直入起動特性
無負荷 一次抵抗起動特性
全負荷 一次抵抗起動特性

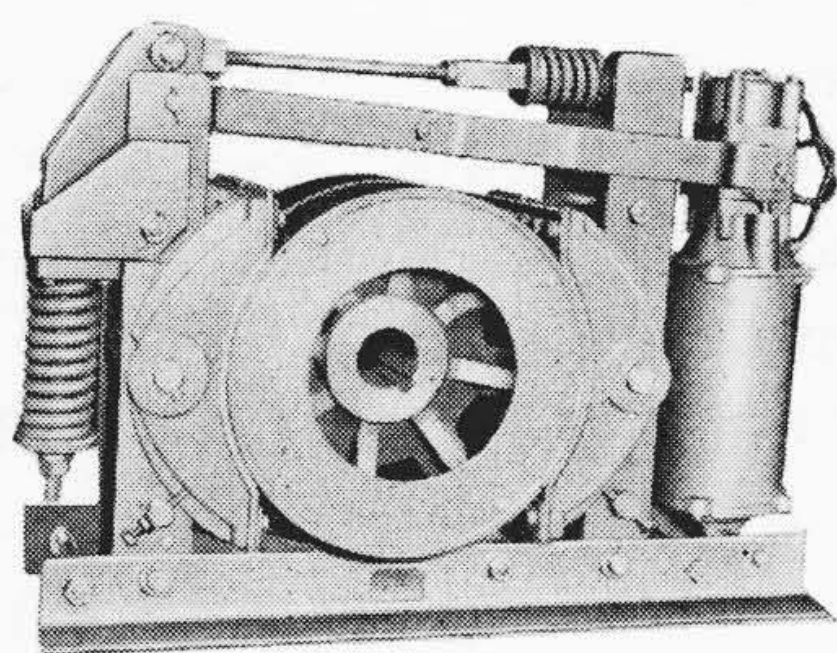
第1図 2 t 天井クレーン走行特性

* 日立製作所亀戸工場

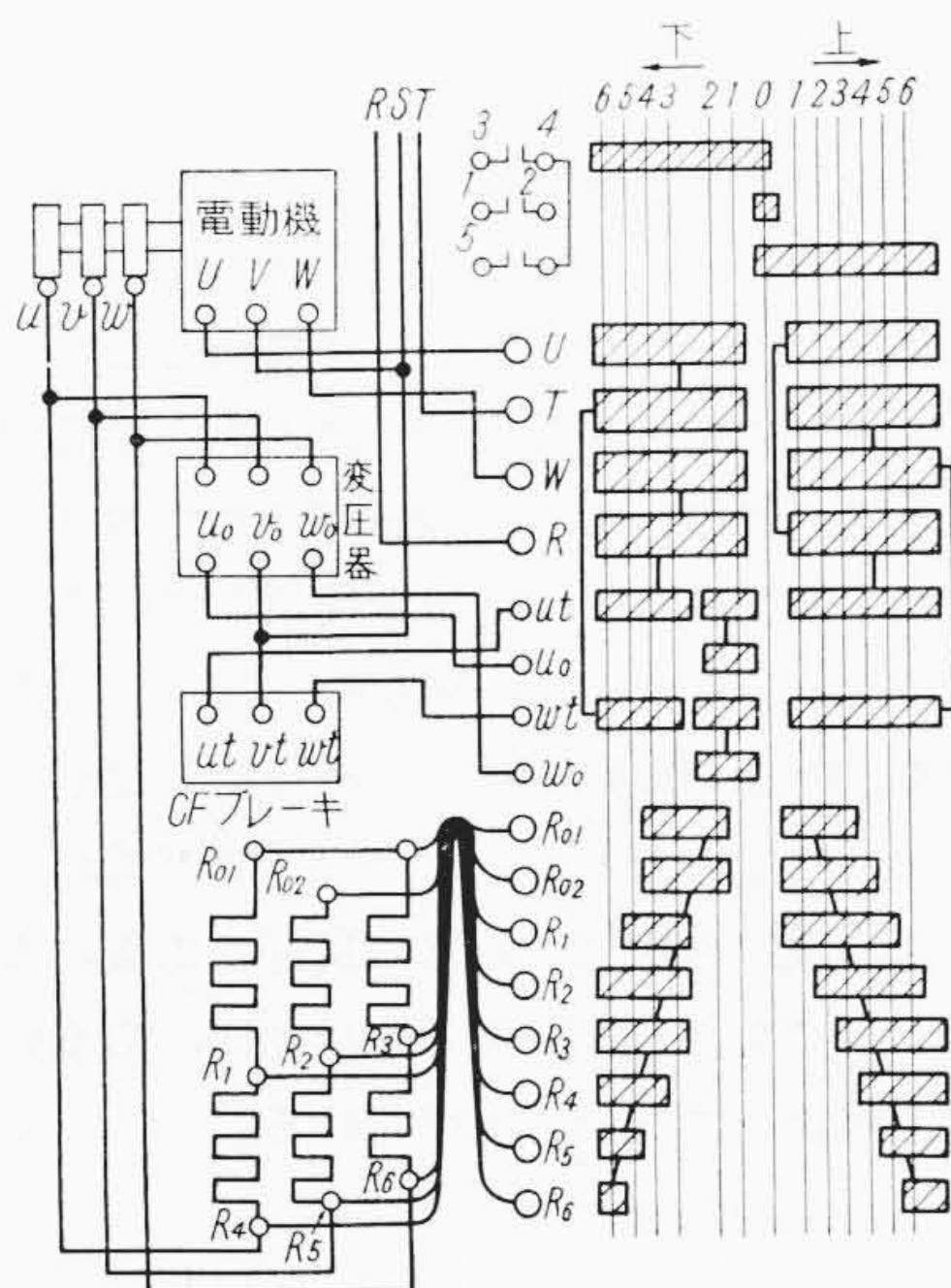
** 日立製作所日立工場



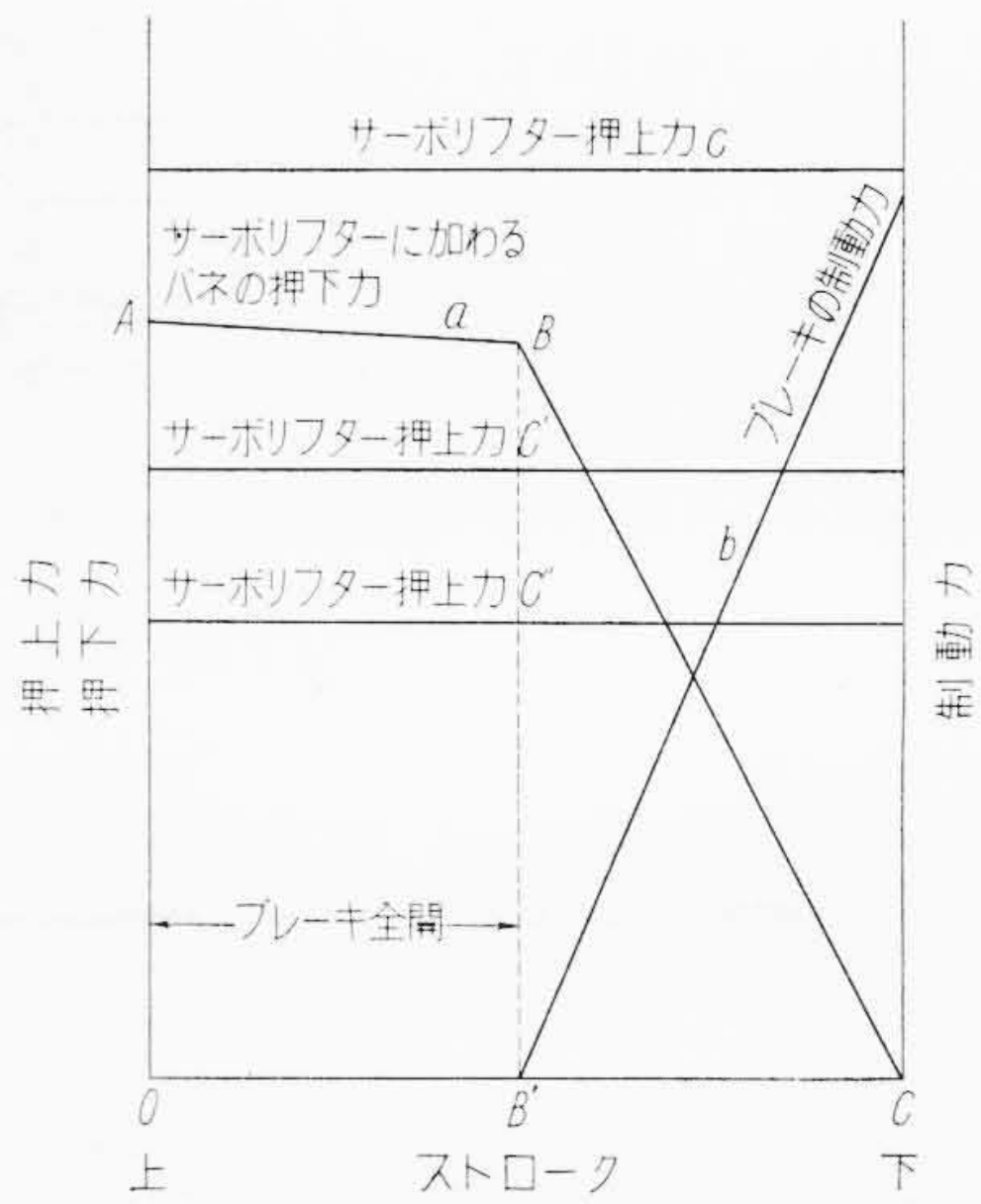
第2図 CF制御単線結線図



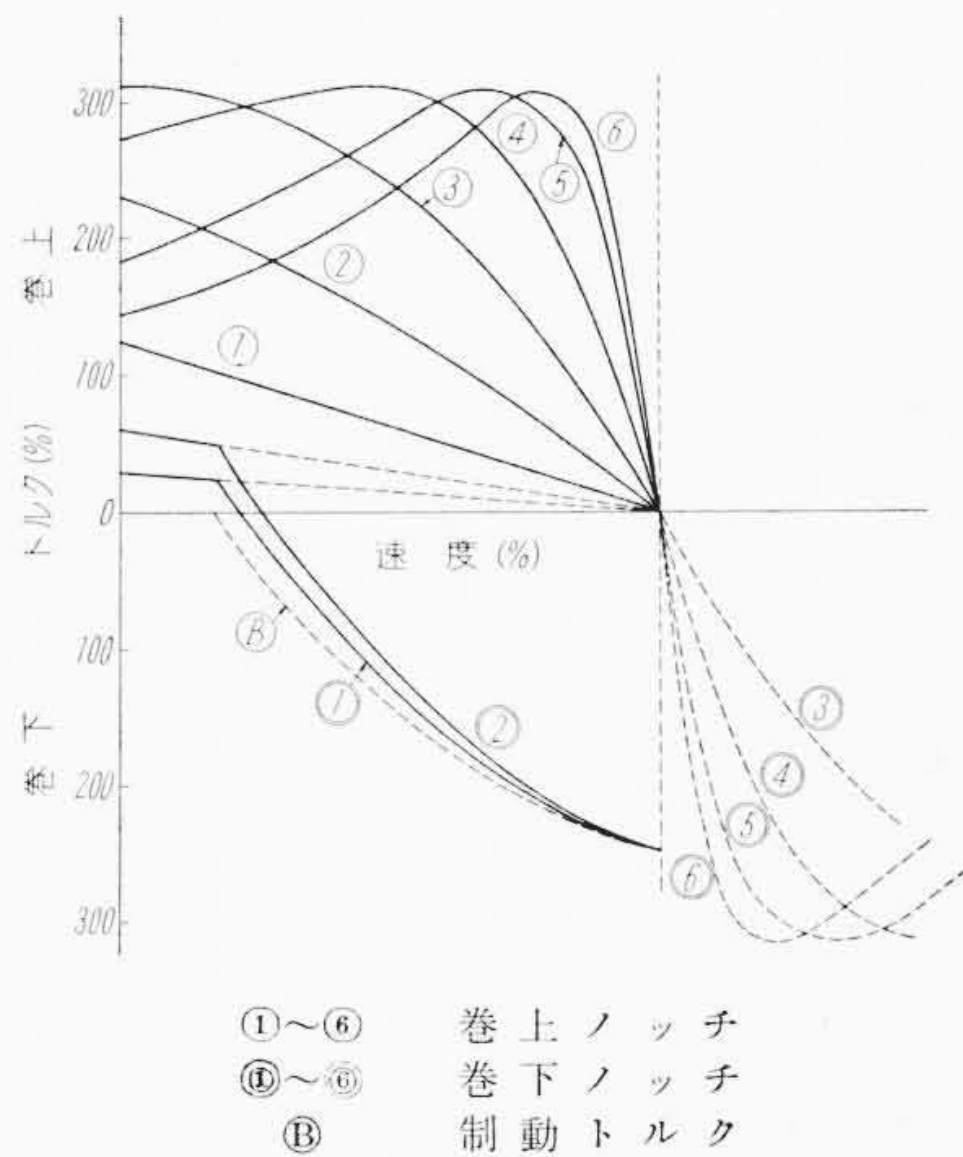
第3図 CF プレーキ



第4図 CF制御用制御器展開接続図



第5図 CFブレーキ動作説明図



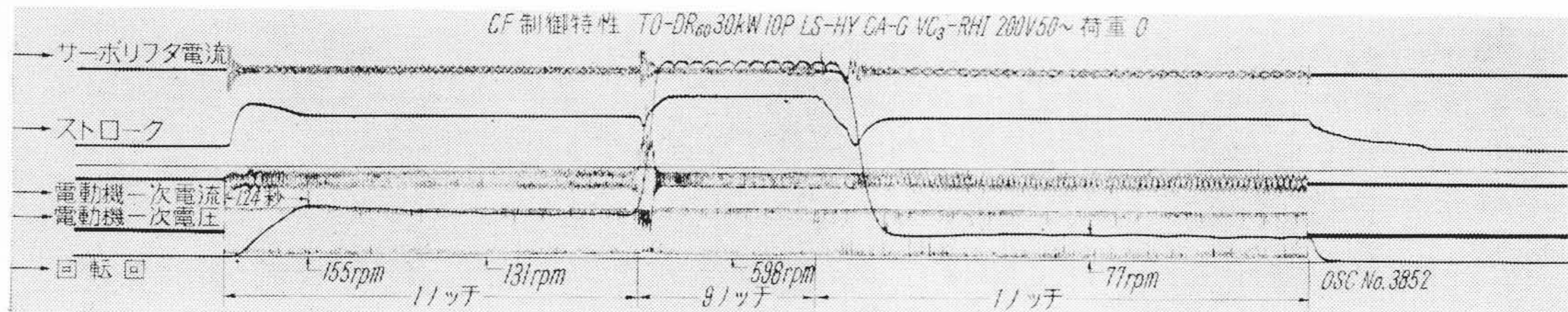
第6図 CF制御トルク—速度特性

各種の方式があるが、あまり一般的ではない。日立製作所においてはこのような欠点を除くためにCF制御、HM制御、IB制御、発電制動制御などを開発して交流クレーン一般に適用し、好評を得ている。

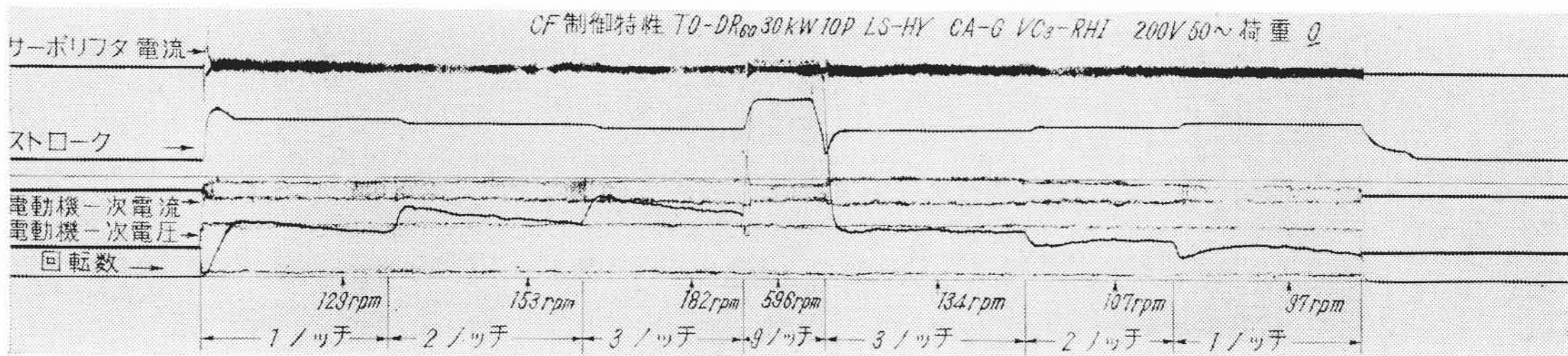
また、二次抵抗制御の方法も電動機容量 50 kW 程度以下の中小容量の天井走行クレーンの場合には手動による直接制御方式も採用しているが、それ以上の場合や、フルプルーフとする場合には主幹制御器による間接制御方式を採用している⁽²⁾。次に日立製作所において採用している標準方式の二、三の実例について述べる。

2.1.1 かご形電動機方式

ごく小容量のクレーンでは、横行走行にかご形電動機も用いられており、起動時の電流を制限するとともに、ショックによる荷の振れを防ぐため、一次抵抗制御が採用されている。第1図は押ボタン操作、タイマーにより抵抗短絡を行った2 t天井走行クレーンの走



巻下、ノッチ操作 1-9-1
第7図 CF制御特性オシログラム



巻下、ノッチ操作 1-2-3-9-3-2-1
第8図 CF制御特性オシログラム

行特性である。

2.1.2 CF制御方式⁽³⁾

CFとは Change Frequency の略であり、この詳細についてはすでに発表されているのでこれを要約し、最近の標準方式などについて述べる。

(1) CF制御の原理

CF制御方式は、サーボリフター（電動油圧押上機の日立製作所商品名）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、そのとき生じる押上力と、ブレーキバネ、または重錘による押下力とをつり合わせ、この位置で発生する制動力を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させる方式であって、摩擦制動力を周波数によって自動的に制御し、速度制御を行うものである。この方式の単線結線図を第2図に示す。

(2) 標準方式

CFブレーキの外観写真を第3図に、制御器の展開接続図を第4図に示す。第2図および第4図でわかるように、CF制御は、巻下1.2ノッチ（30kW以上は1, 2, 3ノッチ）において行うのを標準とし、全速巻下はブレーキを全開放し、回生制動としている。したがって着床は、初め全速で巻下し、低速ノッチに入れて自動的に20~30%の低速としてから行えるので、巻下作業を早く、しかも安全確実にできるという大きな特長がある。

(3) ブレーキ機構

ブレーキ機構は、3個のバネの力を組合せ、サーボリフター押上ロッド上には、ストロークに対し第5図a

折線で示すような力を加え、OB'間ではブレーキを開放し、制動力はストロークB'C間を出し、その変化をb直線のようにしてある。サーボリフターの押上力は、ストローク位置に関係なく、c直線のようになり、印加周波数を変えれば、C', C''直線のように変化する。CF制御を行うときは、ストロークBC間で、バネの押下力と、サーボリフターの押上力とが自動的につり合い、その位置で発生する制動力が電動機軸にプラス負荷として加えられる。

ブレーキドラムは、摩擦制動により発生する熱を有効に放散させるため、特別な構造にしてある。

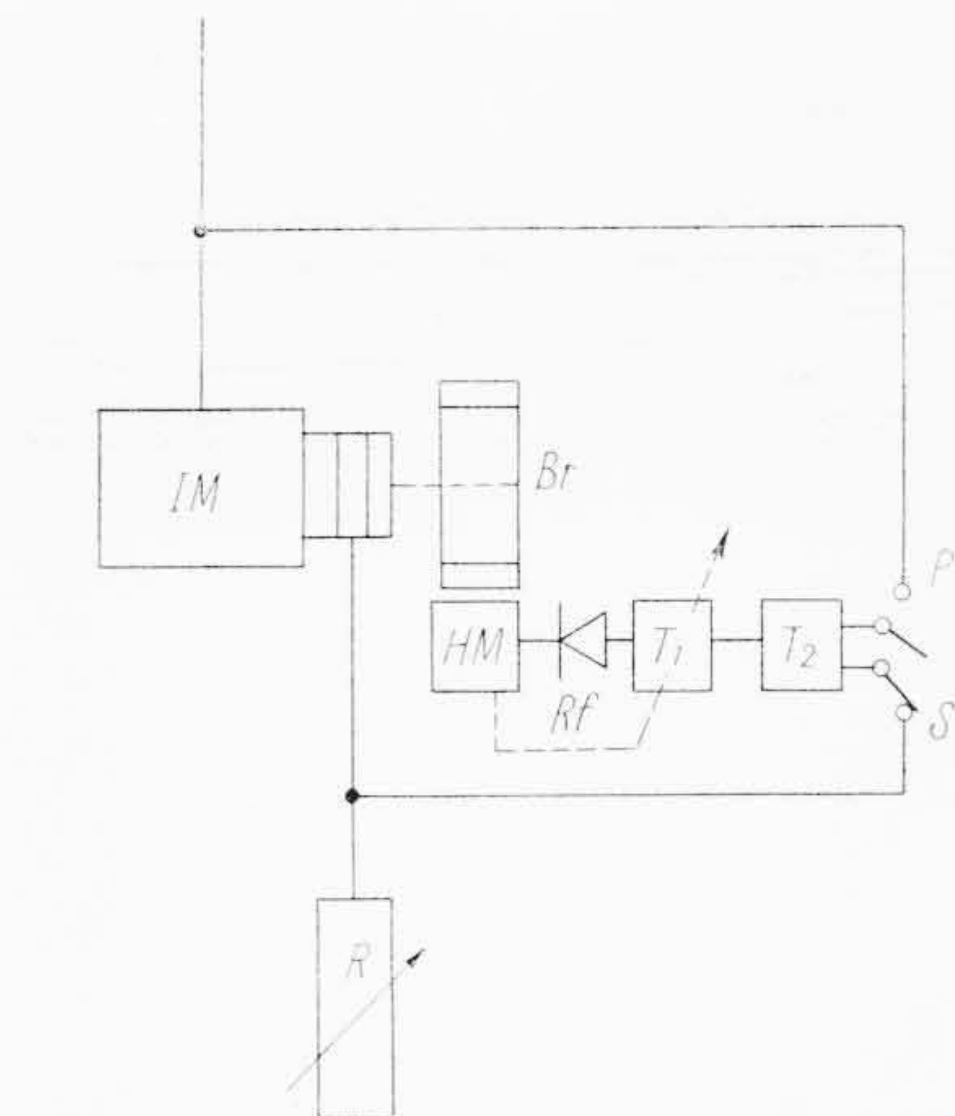
(4) 特性

CF制御の標準トルク特性を第6図に示す。制御時、ブレーキの制動力はB曲線のようになるので、巻下CF制御ノッチの合成トルクは①、②のようになる。

この制御においては、ブレーキ機構とともに操作サーボリフターの特性が制御特性に大きく影響する。サーボリフターについても各種研究されており⁽⁴⁾、CF用としての特性に合ったものを使用している。第7, 8図に示すオシログラムは、30kWクレーン用電動機TO-DR60 10極 200V, 50~を無負荷で運転し、CF制御を行ったものである。オシログラムでわかるように、加速、減速の状態が非常に良好であるので、本方式はショックをきらう機械の停止動作、あるいは中容量の巻上機などにも使用されている。

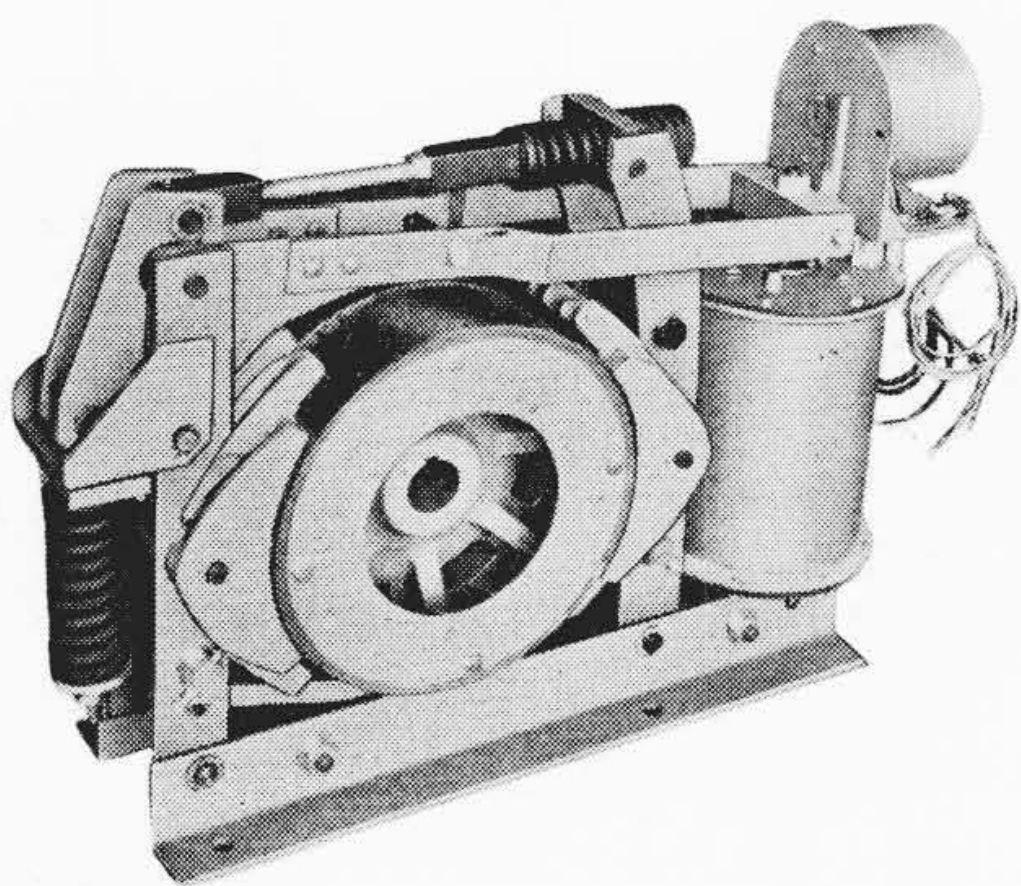
(5) 取付上の問題

CFブレーキは特別なドラムを使用しているため、主電動機の反負荷側に取り付けるのを標準としてい



IM: 巻線形電動機
Br: HMブレーキ
Rf: セレン整流器
T₁: 摺動電圧調整器
T₂: 変圧器
P, S: 切換スイッチ
R: 二次抵抗器

第9図 HM制御単線結線図



第10図 HM ブレーキ

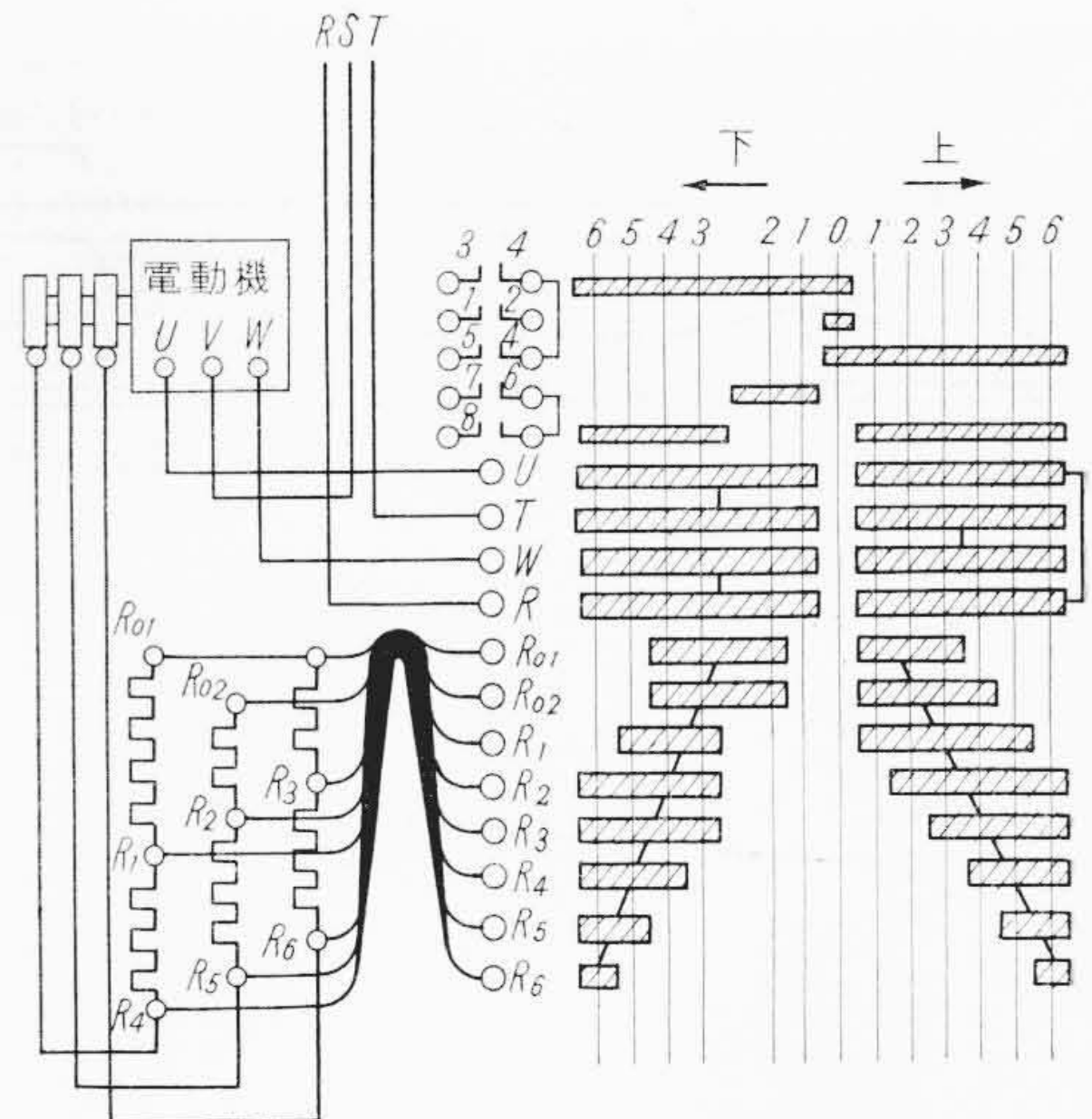
る。天井クレーンに本方式を採用する場合、これを行わないものよりトロリ線が2本ふえるが、特性、保守などあらゆる点で従来使用されていたメカニカルブレーキにまさり、これに代るものとして採用されている。

(6) 極数変換方式との組合せ

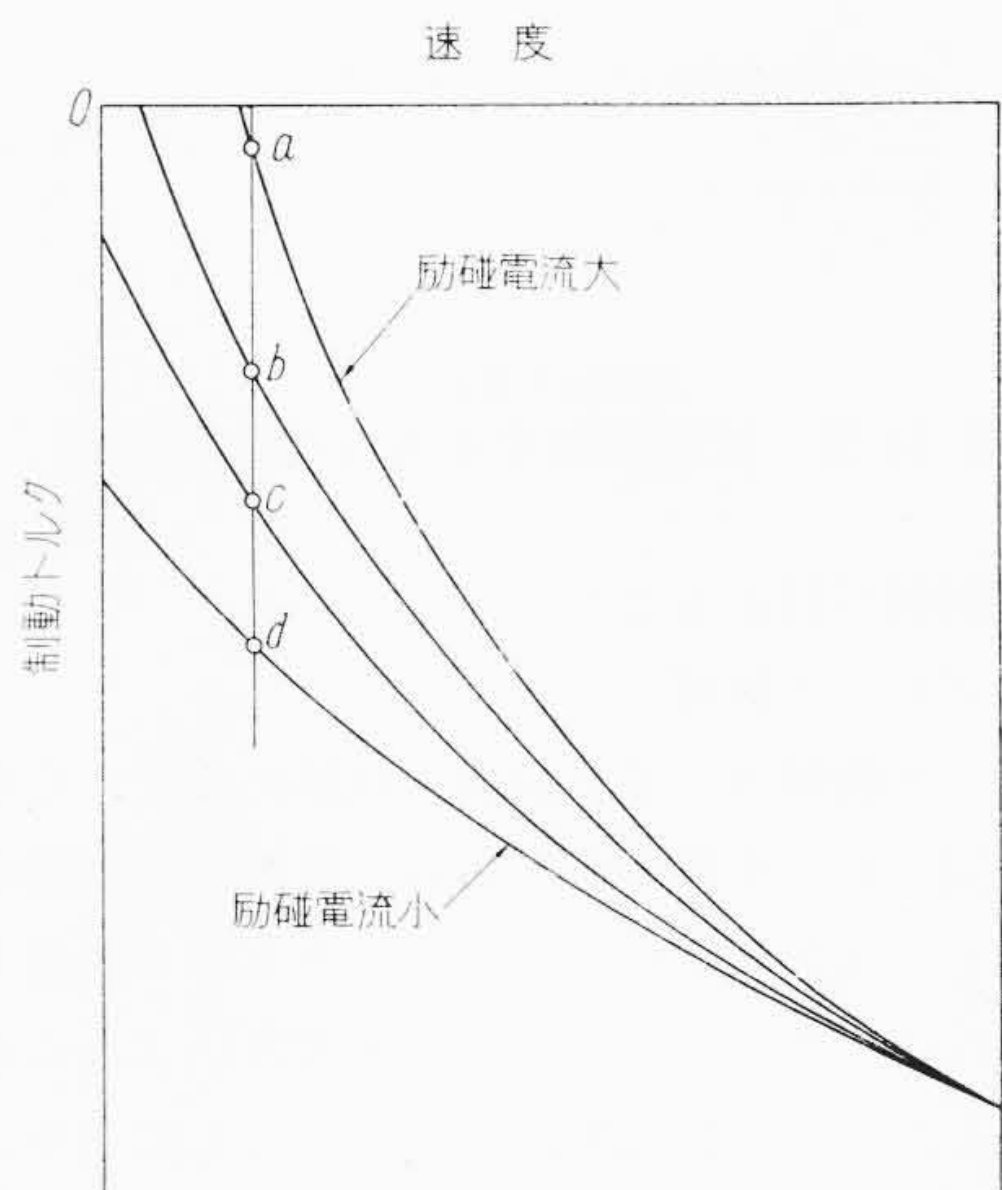
極数変換電動機の低速側にCF制御を採用すれば、高速に対する低速の割合をさらに小さくすることができるが制御装置が複雑となる。したがって一般クレーンでは、普通的方式であれば十分であるので、あまり使用されることはないが、作業能率を高める必要のある揚貨機⁽⁵⁾、揚錨機などに採用し好成績を得ている。

2.1.3 HM制御方式

CF制御は主電動機の二次周波数によって制御を行うものであるが、主電動機の二次電圧により制御を行う方式として開発されたのがHM制御方式である。したがってCV(Change Voltage)制御ということもできる。



第11図 HM制御用制御器展開接続図



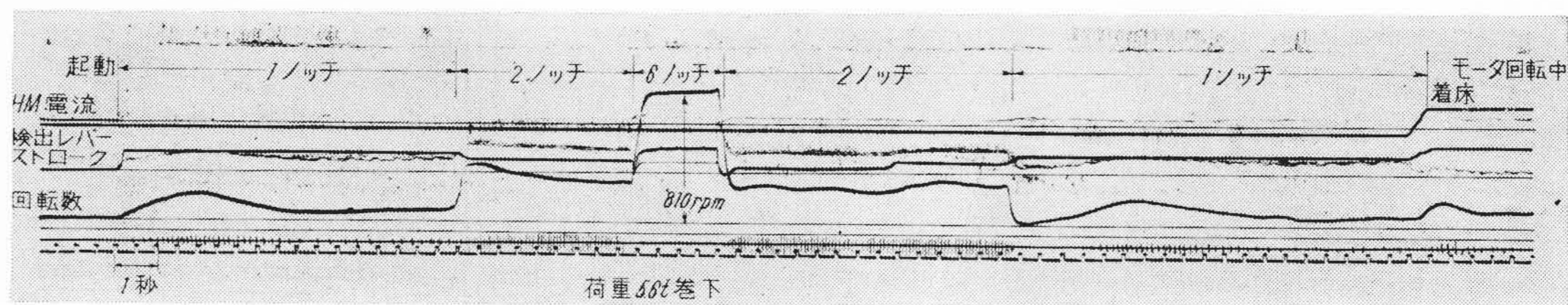
第12図 HM制御トルク—速度特性

(1) HM制御の原理

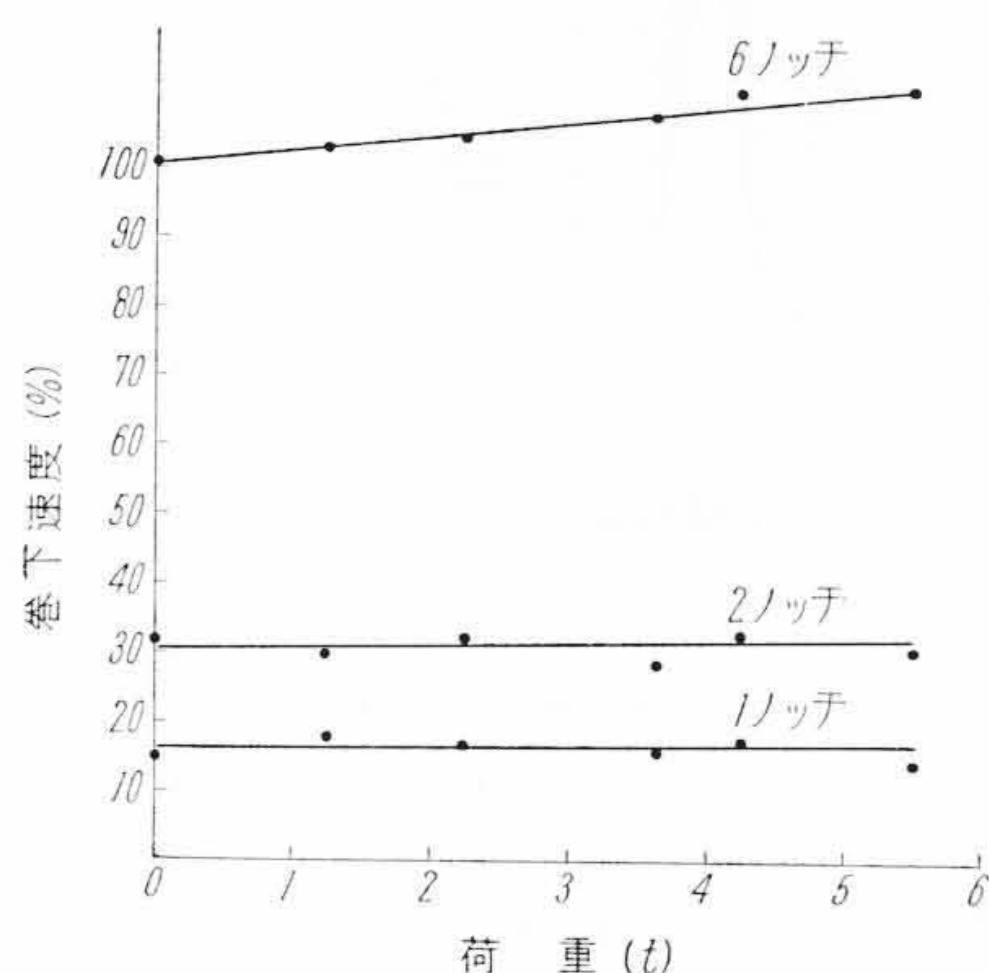
HM制御方式は、CFブレーキのサーボリフターの代りに、HM(油入直流電磁石の日立製作所商品名)を用い、このHMブレーキをCF制御と同様主電動機の二次側に接続し、回転速度に応じた直流励磁を与え、二次抵抗制御と組み合わせ、適当な制動力を働かせながら主電動機を低速運転させるもので、摩擦制動力を電圧によって自動的に制御し、速度制御を行う方式である。この原理を示す単線結線図を第9図に示す。

(2) 標準方式

HMブレーキの外観写真を第10図に、制御器の展開接続図を第11図に示す。本方式は一種の複合制御であり、制御器操作はCFと同じで、全速巻下はブレーキを全開放して回生制動とし、停止前の低速ノッチ



(荷重検出装置付)
第13図 HM制御特性オシログラム



(荷重検出装置付)
第14図 HM制御荷重速度特性測定値

でHM制御が行えるようになっている。

(3) ブレーキ機構

ブレーキ機構は、CF制御の経験により、CFブレーキと同じものを採用してある。HMは、摺動形電圧調整器と一体として用い、そのストロークに対する押上力特性は、サーボリフターと大差ないようになっている。したがって印加電圧を変えることにより、CF制御と同様の特性、効果が得られる。

(4) 特性、特長

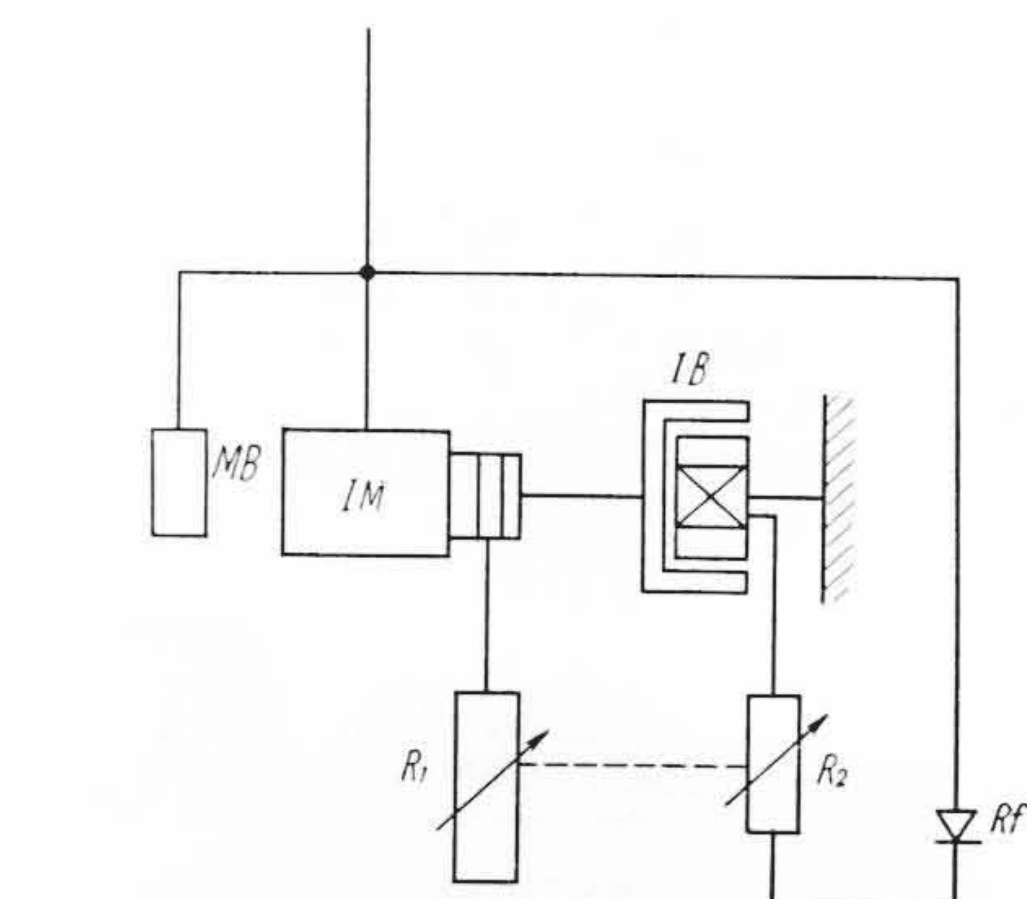
HM制御のトルク曲線は、CF制御の場合とほぼ同じであるので省略する。HM制御は、CF制御と異なり直流電磁石による電圧制御であるので、次のような大きな特長がある。

- (a) 簡単な調整で20~30%の安定した低速が得られる。
- (b) 電磁石であるので、ブレーキの開閉動作が早く、制動動作の遅れがほとんどない。
- (c) したがって巻下インチング特性は、ブレーキ機構の特長が生かされきわめて優秀である。

HMブレーキのみで、

5 t 巻上速度 12 m/min のクレーンで 1.02 mm
15 t 巻上速度 8 m/min のクレーンで 0.42 mm
のインチング特性を得ている。

- (d) 直流励磁を変えることにより、押上力を変えら



IM: 巻線形電動機
IB: インダクションブレーキ
R1: 二次抵抗器
MB: 電磁ブレーキ
R2: 励磁電流調整用抵抗器
Rf: セレン整流器

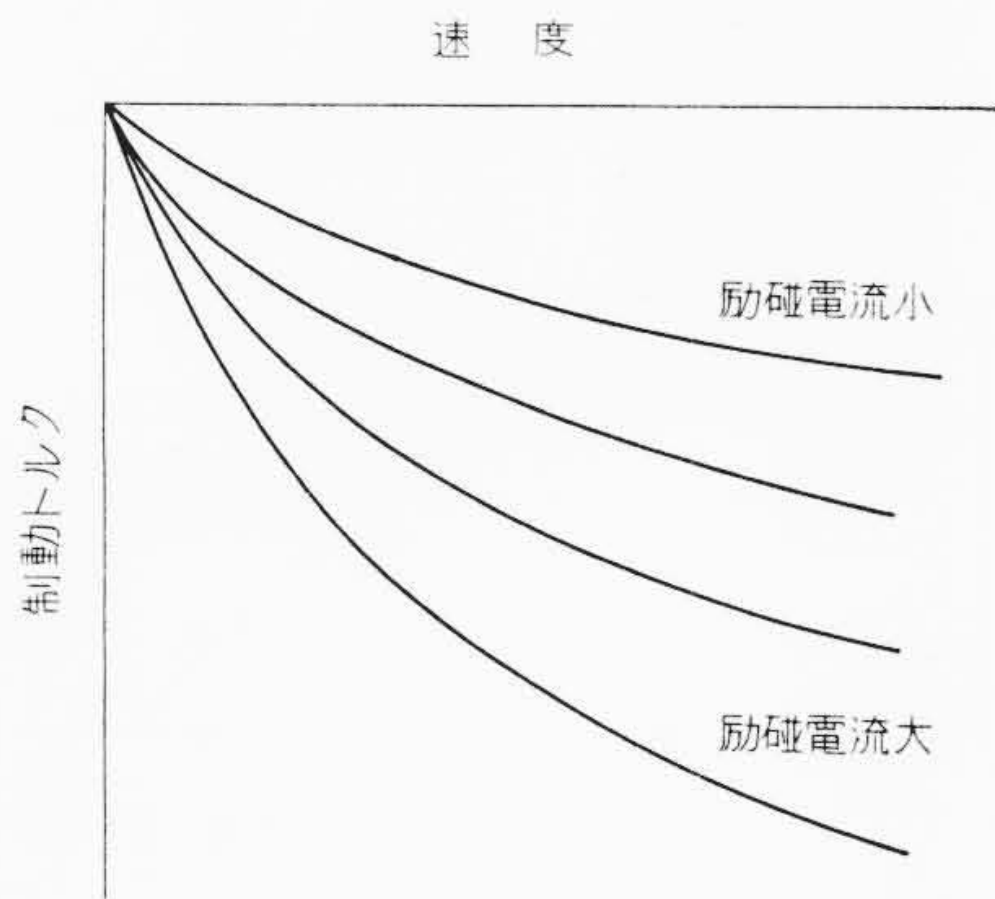
第15図 手動IB制御単線結線図

れるので、制動力の調整が容易である。

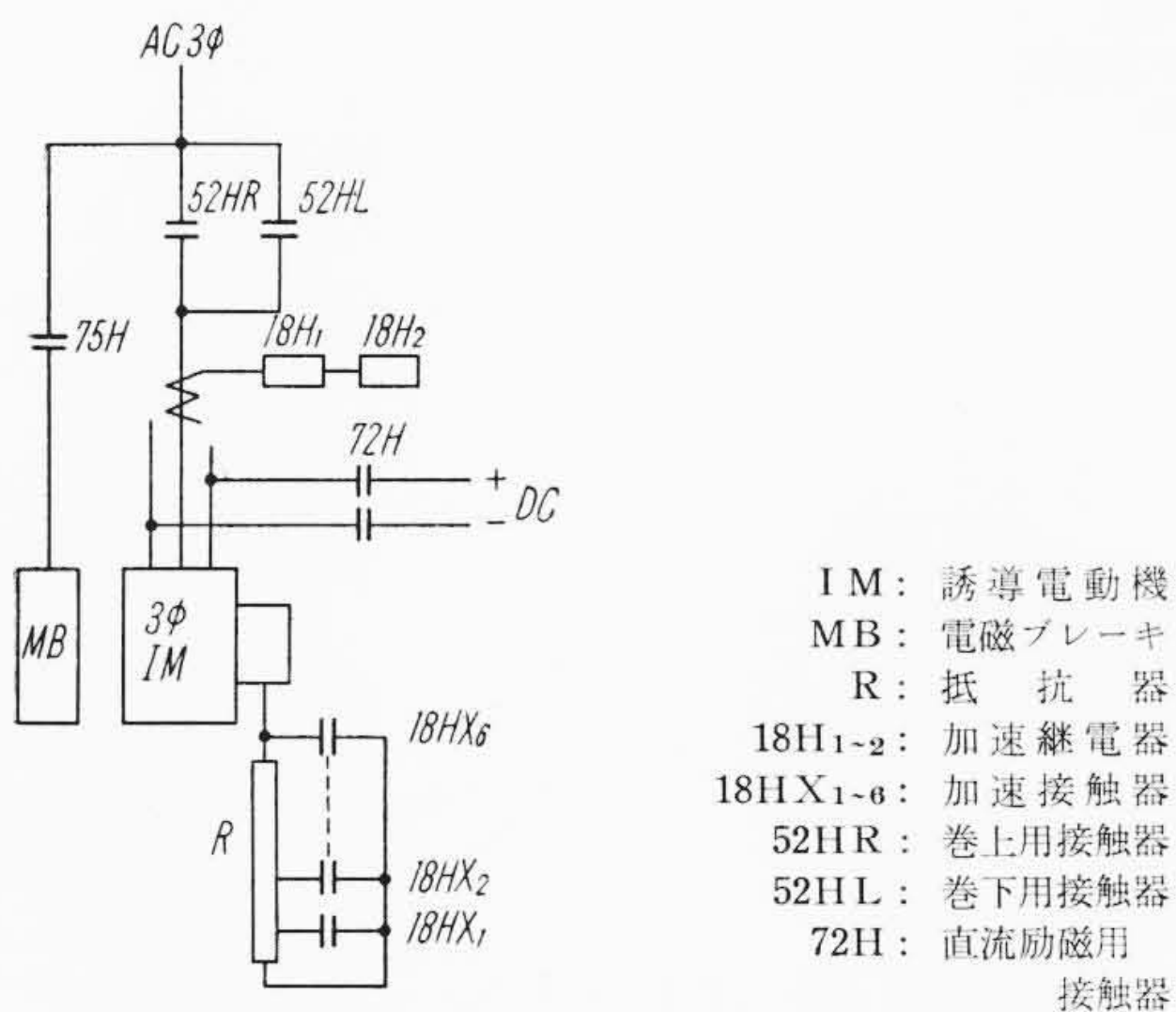
以上のような特長があるので、従来の電磁ブレーキの代りに、本方式により、HMブレーキを用いるだけで速度制御、荷重の保持、インチング操作が十分できる。

HM制御のさらに大きな特長は、周波数制御と異なり、簡単な電圧制御により、速度変動率を数パーセント以下にできることである。すなわち、HMブレーキの直流励磁を変えた場合、制動力曲線は第12図のように変化する。したがって荷重によりこの励磁電流、すなわち印加電圧を変えれば、制動曲線は、a, b, c, d を結ぶ曲線となり、負荷の大小によらずほとんど一定の巻下速度が得られる。この荷重検出は、摺動形電圧調整器を用い、巻上ロープに加わる力を利用し、簡単に行えるもので、これを既設の 5 t、巻上速度 12 m/min の天井クレーンに採用した場合の特性を第13図に示す。このオシログラムでわかるように、全荷重を巻下し、着床後HM励磁電流は自動的に増加し、制動力を弱めるので、電動機回転数は、無負荷となってもほとんど変わっていない。

この測定結果の特性曲線を第14図に示す。このよ



第16図 IBの制御トルク—速度特性



第17図 発電制動制御主回路結線図

うに簡単な荷重検出装置により、速度変動率は大幅に改善され数パーセント以下にできる。

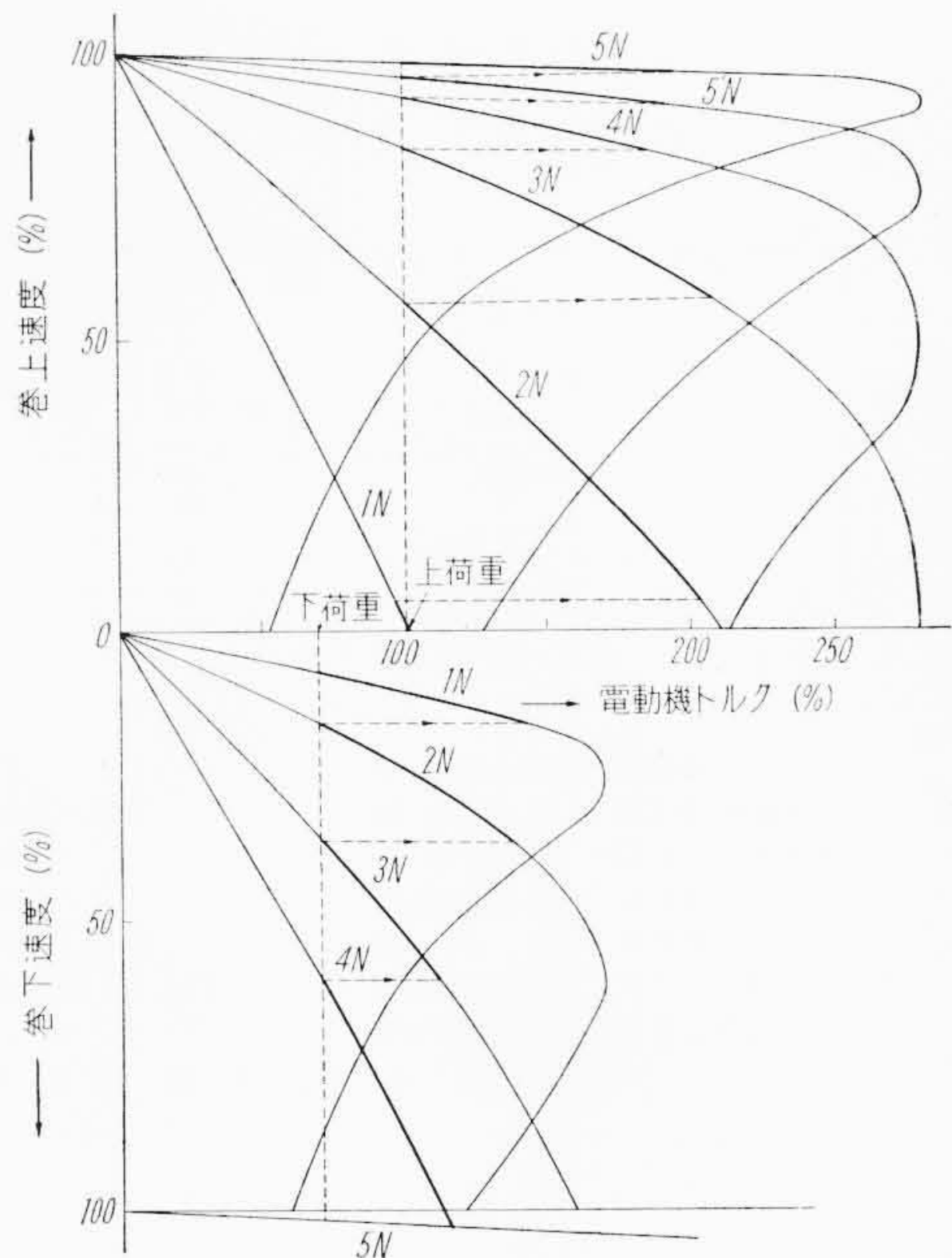
以上のようにHM制御は、従来の電磁ブレーキ、CFブレーキの両特長を備えたHMブレーキにより、一般の天井クレーンに要求される特性を十分備えているので、今後CF制御とともに大いに採用されていくものと思われる。

2.1.4 IB制御方式⁽⁶⁾

IB制御方式は前述のCF制御方式とは異なり電磁力による電氣的制動力付加方式であって、10%くらいの低速が可能であるので、特にこのような低速を必要とするクレーンに使用される。

IBの原理は電磁接手の片側、通常は励磁コイル側を固定し、ブレーキとして働かせたもので、制動力は励磁コイルに流す励磁電流の大きさと、磁束を切る回転体の速さによって決まる。

制御方式としては手動制御、二次電圧による自動制御指速発電機による自動制御などがあるが、一般クレーン用としては手動制御が使われている。第15図にその単線結線図を示す。IBは励磁電流を変えれば制動



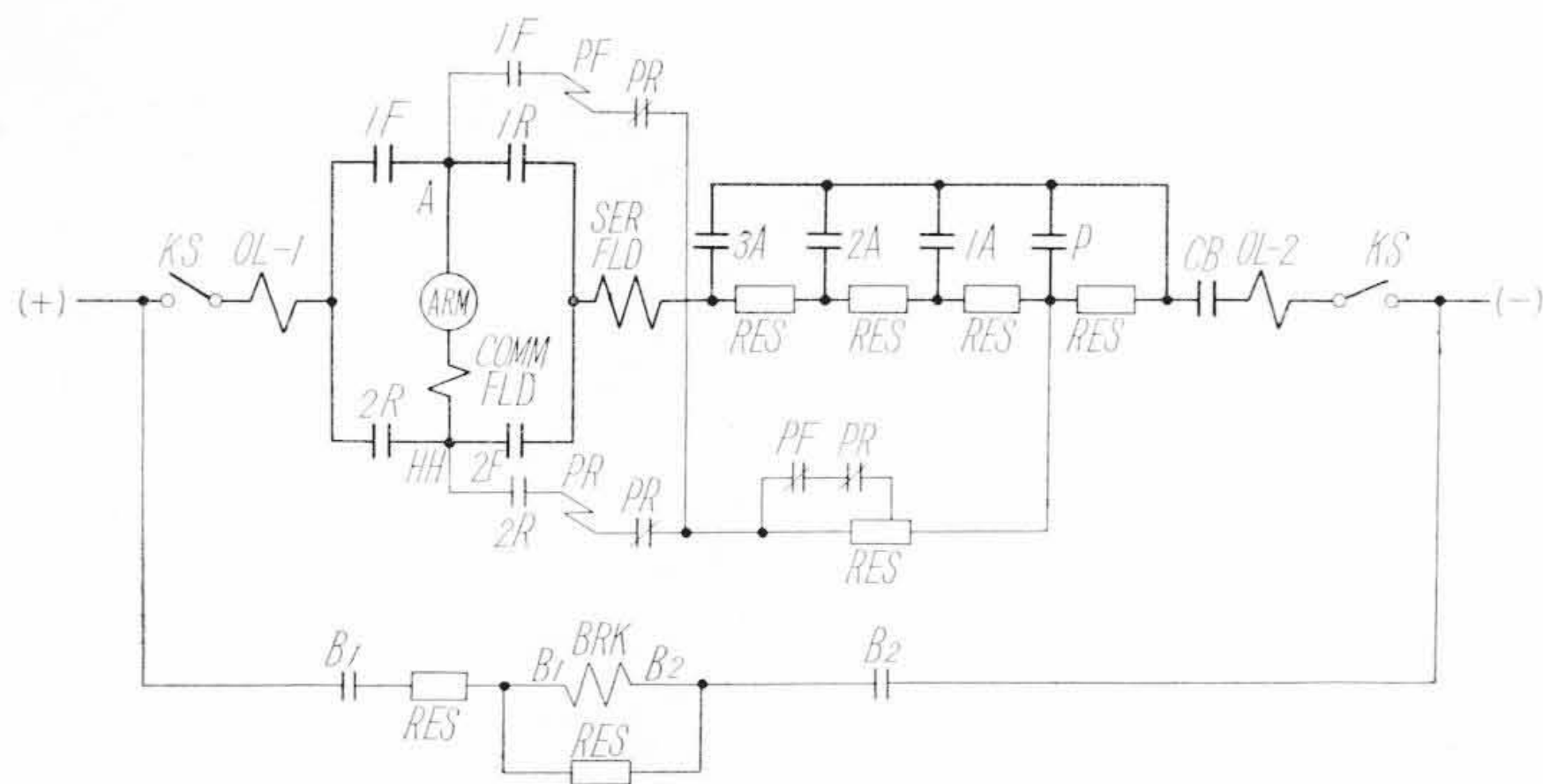
第18図 発電制動制御ノッチ—速度特性

力曲線を第16図のように簡単に換えられるので二次抵抗制御と組合せ広範囲の速度制御を行うことができる。

IB制御の特長は電氣的制動方式であるのでIB自体は摩耗部分がなく、保守手入が容易であり、制動トルクの調整が簡単にできることである。したがってこの方式は巻下速度制御だけでなく、横行走行において位置制御が必要な場合、二次抵抗制御と組合せ、負荷の変動に対しても安定した低速を出すことができ、製鋼クレーンなどに採用し好成績を得ている。しかしIBは、回転部分のGD²が相当大きいので使用頻度の大きいものには適さず、無電圧の場合にはCFブレーキ、HMブレーキと異なり荷重の保持力がないので、保持用のブレーキと過速の場合の十分な保護装置を必要とするためCF、HM制御に比較して価格は若干高くなる。

2.1.5 発電制動制御

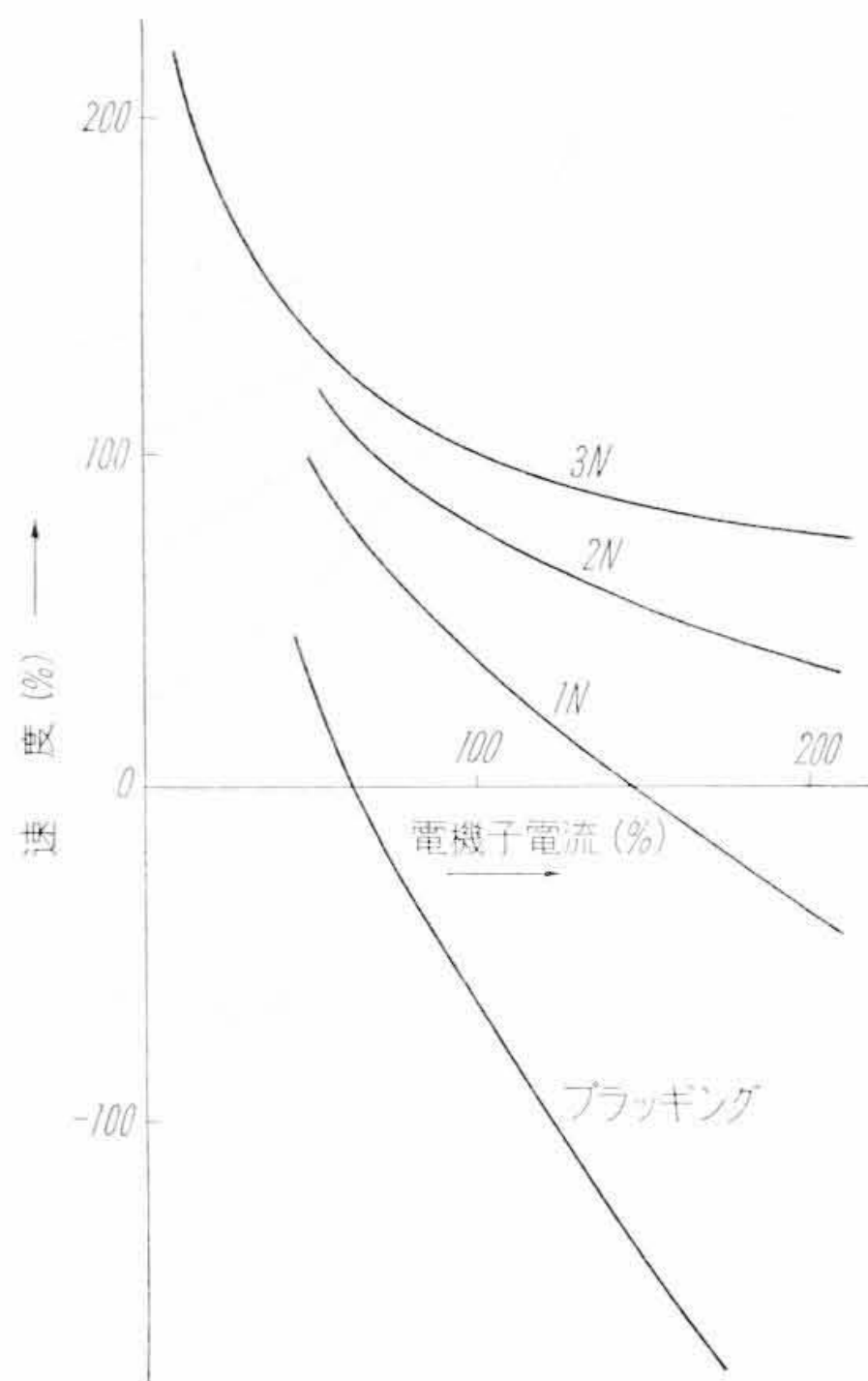
発電制動制御すなわち、直流励磁による速度制御方式は従来からもよく知られている方式であるが、全負荷巻下でもきわめて低速運転が得やすいこと、摩耗部分が少ないことなどのために、特に微速運転を必要とする大形天井走行クレーン、造船クレーン⁽⁷⁾、製鋼クレーンなどに多く採用されている。第17図は本方式の代表的結線図で、その負荷特性を第18図に示す。速度制御は巻上巻下とも誘導電動機の二次抵抗により制御される。また、巻下全速運転より制御器を急操作し



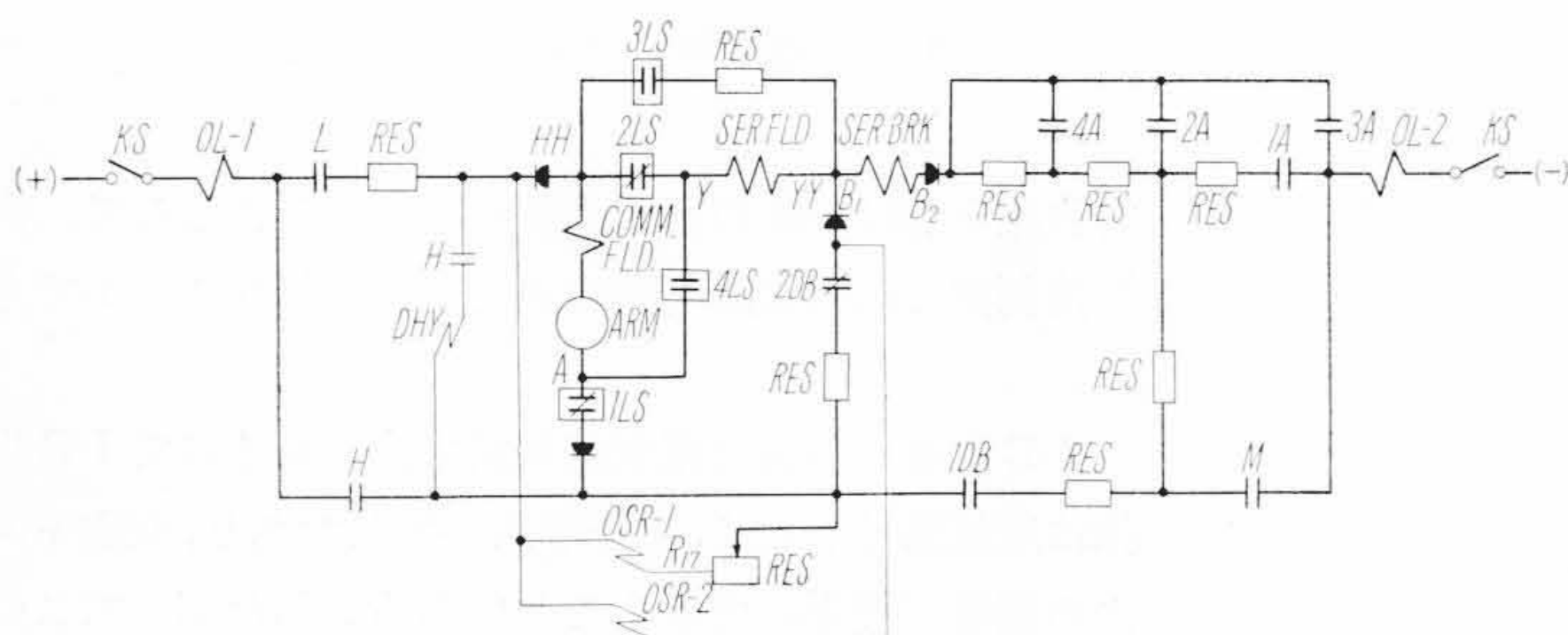
ARM: 電 機 子
COMM, FLD: 補 極 卷 線
SER, FLD: 直 卷 界 磁
BRK: 電 磁 制 動 機
RES: 抵 抗 器
1 F, 2 F: 正 轉 用 接 觸 器
1 R, 2 R: 逆 轉 用 接 觸 器

P : プラugging接触器
1A~3A : 加速用接触器
CB : 主回路接触器
B : 制動機用接触器
PR, PL : プラugging継電器
OL-1, OL-2 : 過負荷継電器

第19図 走行, 主回路結線図



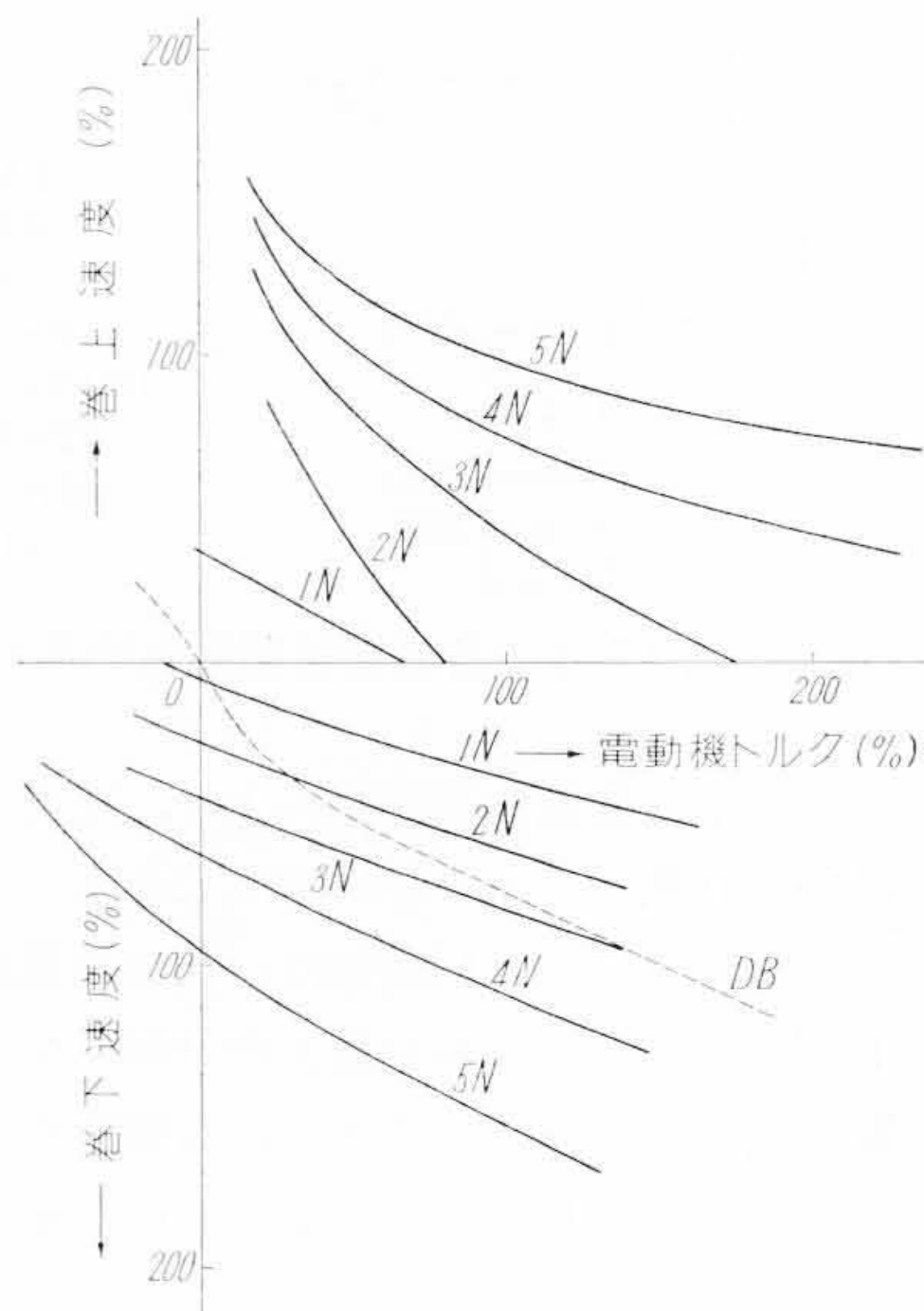
第 20 図 走行ノッチ—速度特性



ARM: 電 機 子
COMM, FLD: 補 極 巻 線
SER, FLD: 直 巻 界 磁
SER, BRK: 直巻電磁制動機
1LS~4LS: 制 限 開 閉 器
RES: 抵 抗 器
H: 巻上用接觸器
L: 巻下用接觸器

1A~4A: 加速用接觸器
M: 主回路接觸器
1DB: 卷下用接觸器
2DB: 發電制動用接觸器
DHY: 補助繼電器
OSR-1: 過速繼電器
OSR-2: 過速繼電器
OL-1~2: 過負荷繼電器

第21図 卷上主回路結線図



第 22 図 卷上ノツチ—速度特性

て減速する場合の逸走を防ぐために、一定時限の減速期間ののちに次のノッチがはいるよう自動的に保護されている。また、加速時の過電流も防止するために加速継電器が設けられているので、制御器をどのように急操作しても過電流することなく、また逸走することなく円滑に操作しうるようにしている。第1表は参考のために、以上各種制御方式を取りまとめて一覧表として示す。

2.2 直流電動機方式

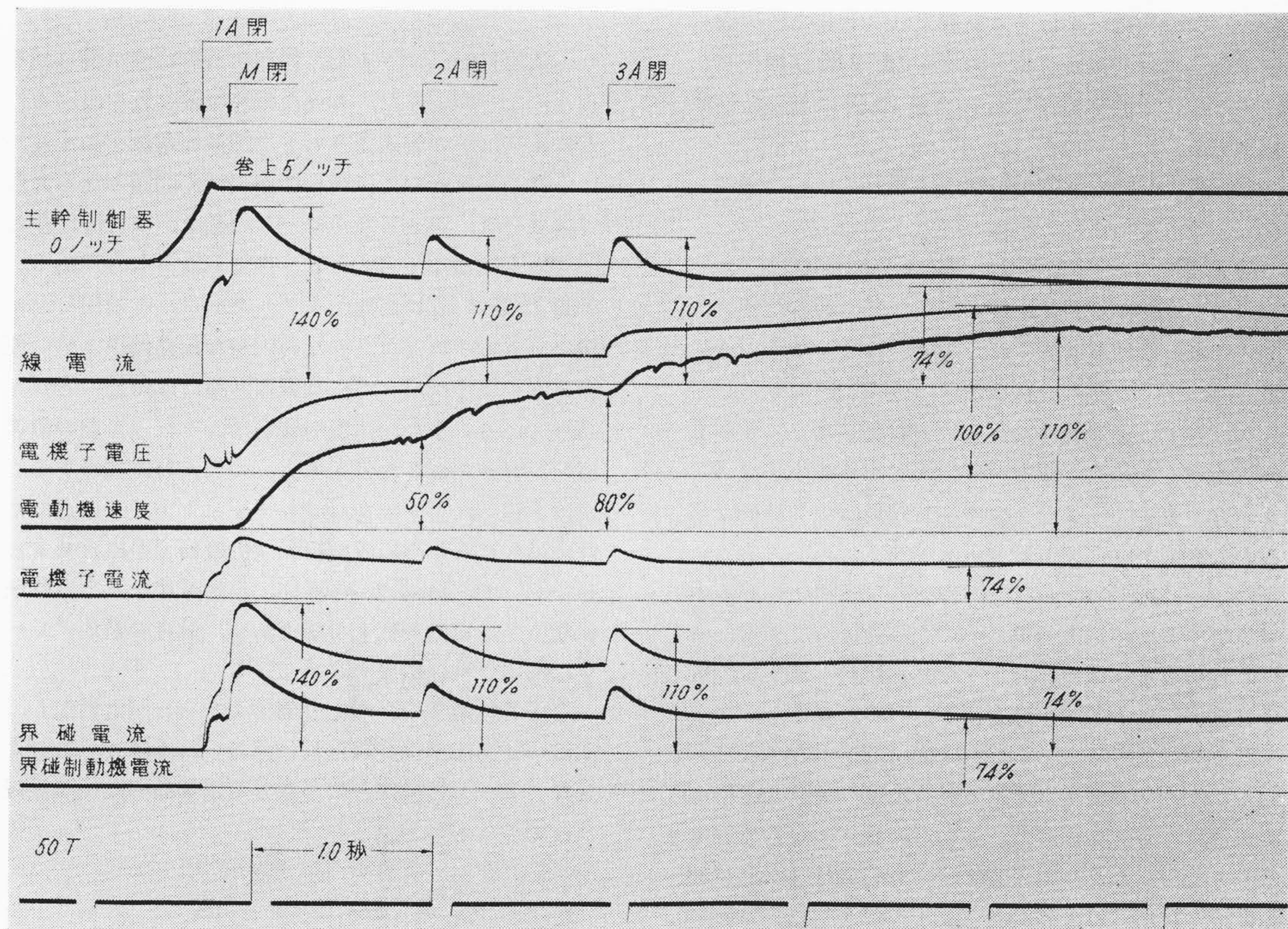
直流電動機を使用したいわゆる直流クレーンは交流クレーンに比して多少設備費がかさむ欠点はあるが、その加減速性能の良さ、インチング性能、負荷特性、速度制

御の容易さなどの点で本質的に交流クレーンをはるかに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と考えられる。したがって直流クレーンはもっぱら性能を主とする製鋼クレーン、天井走行クレーン、大形アンローダ、ケーブルクレーンなどに多数用いられており、今後さらにこの方面への発展が期待される。直流電動機方式のさらに大きな特長は、増幅発電機 (H T D)⁽⁸⁾ や磁気増幅器⁽⁹⁾などの最近の自動制御機器の応用によって急速加減速、負荷平衡、揃速制御などの精密な制御が可能となり、著しく荷役能率の向上を期待しうることである。最

クレーンの速度制御

第1表 CF, HM, IB, DB 制御方式一覧

	C F 制 御	H M 制 御	I B 制 御	発 電 制 動 制 御
制 動 力	CFブレーキによる摩擦制動力	HMブレーキによる摩擦制動力	IBによる電磁力	直流励磁による電磁力
無電圧時の荷重の保持	CFブレーキおよび電磁ブレーキにより行う	HMブレーキにより行う	電磁ブレーキにより行う	電磁ブレーキにより行う
最 低 速 度 (%)	20～30	20～30	10～15	10以下
速 度 変 動 率 (%)	15～20	15～20	10前後	10～
イ ン チ ン グ 性 能	可 主として併用する電磁ブレーキにより行う	良 巻下インチングはHMはブレーキを半制動の状態として行う	可 主として保持用の電磁ブレーキにより行う	可 主として保持用の電磁ブレーキにより行う
保 守 手 入	ライニングの摩耗によるブレーキの手入れ	ライニングの摩耗によるブレーキの手入れ	IB部分は摩耗箇所がないが保持用ブレーキの手入れ	保持用ブレーキの手入れ
お も な 使 用 器 具	CFブレーキ 電磁ブレーキ 変 圧 器	HMブレーキ セレン整流器 変 圧 器	I . B 電磁ブレーキ セレン整流器 過速度継電器	M-G 電磁ブレーキ 制 御 盤
適 用	一般用は電動機容量75kW程度まで	一般用は電動機容量50kW以下	電動機容量10～50kW, 操作頻度200回/時以下程度のもの	電動機容量75kW以上
速度変動率を数%以下にするために必要とする事項	指速発電機などを使用するので高級, 高価となる	簡単な検出装置と電圧調整器により行え, 安価である	指速発電機などを使用するので高級, 高価となる	指速発電機などを使用するので高級, 高価となる



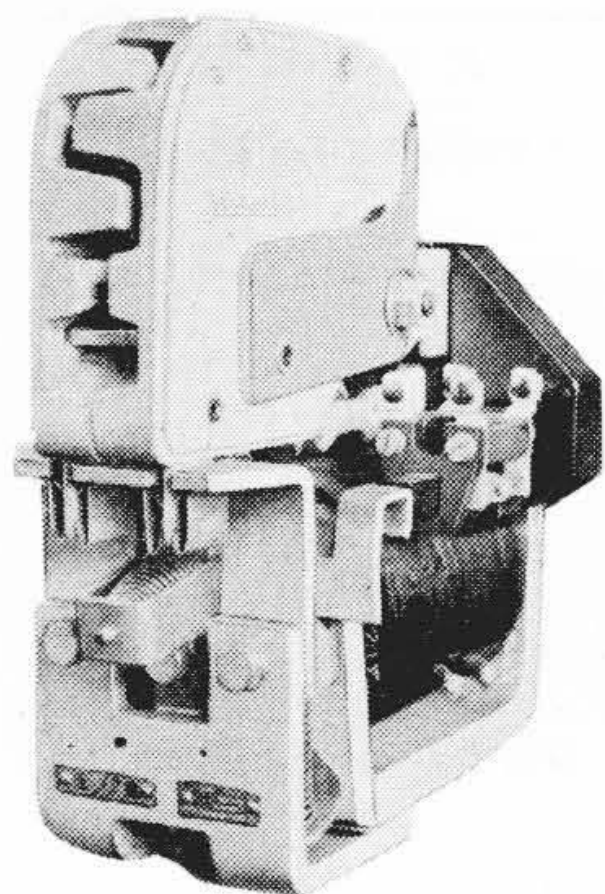
第23図 巻上操作オシログラム

近納入した実例ではインド TATA 製鉄所納各種天井走行クレーン 23 基, 200 t レードルクレーン 1 基を含む製鋼クレーン 6 基, 八幡製鉄株式会社納 1,000 t/h アンローダ 2 基および 500 t/h マントロリ式橋形クレーン 1 基, 関西電力株式会社納 25 t 高速ケーブルクレーン 2 基など

があり, いずれも性能容量ともに国際水準を行く高性能クレーンである。

2.2.1 直流定電圧方式

この方式では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



第24図 GPF形電磁
接触器

番シリーズ電動機は小形で過負荷耐量が大きく、圧延補機、クレーンなどのような苛酷な運転に十分耐えるように設計されている。

直流クレーンの速度制御には各種の接続方式があるが、一般に横行、走行および巻上は直巻または複巻接続、巻下は分巻接続が採られる。第19図は横行または走行の代表的結線図であり、第20図はその特性曲線である。

本方式は回路が簡潔で特性もすぐれているのでクレーン一般に使用されている。

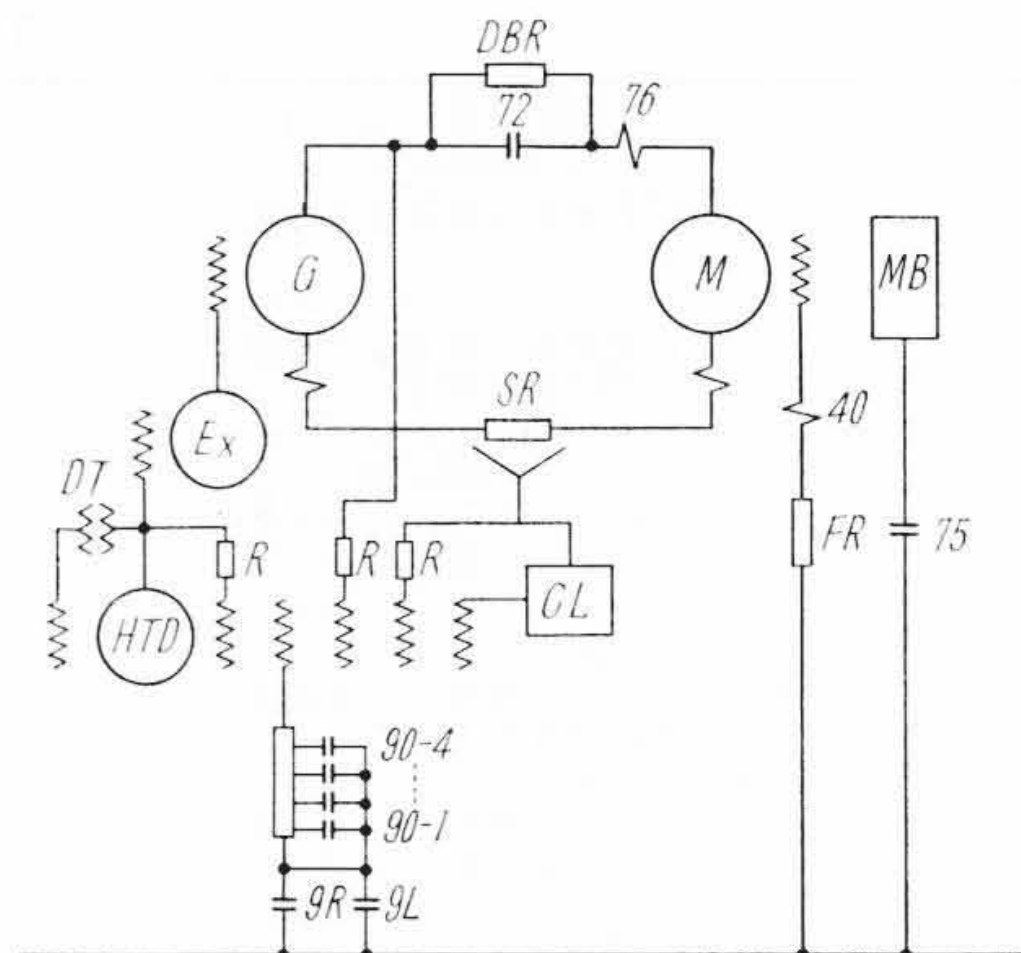
第21図はTATA製鉄所に納入した各種EOTクレーンの巻上操作の主回路結線図であって、巧妙な接続により少数の接触器ですぐれた所要の特性を得ている。第22図にその特性曲線を示す。第22図で見られるように巻上は直巻特性であるので起動が早く、しかも軽負荷のときは巻上速度が早いので荷役能率が高められ、巻上第1ノッチおよび巻下方向では分巻特性であるので速度が安定で正確な着床が容易に可能である。また、その詳細についてはすでに発表されて⁽¹⁰⁾いるので省略するが、制御器をどのように急操作しても、また、定格荷重以内のどのような荷重に対しても電動機は過負荷することなく迅速にかつ円滑に操作しうるので完全に保護されている。第23図は制御器を急操作したときのオシログラムである。またこのような目的に使用される電磁接触器は、高頻度に耐える長寿命のものが必要があるが、日立製作所においてはJEM-1138に規定されている最高寿命をはるかにこえるGPF形電磁接触器を標準化し⁽¹³⁾多数使用している。第24図はその電磁接触器の写真である。

2.2.2 直流可変電圧方式

この方式は従来ワードレオナード制御として古くから採用され、また垂下特性を与えるためにVV励磁機なども使用されていたが、近時回転増幅機、磁気増幅器などの開発により任意の自動制御を行いうるようにな

ルックが大で加減速が早く、軽負荷時には定格速度の150%以上もの速度で運転可能であるので、運転はいたって軽快である。

最近圧延補機およびクレーン用直流電動機としてJEM-1109が制定され、この種用途に対して標準化されている。このJEM-1109に規定されている600



M: 直流電動機 DBR: 発電制動用抵抗器
G: 直流発電機 R: 抵抗器
Ex: 励磁機 9R, 9L: 可逆接触器
HTD: HTダイナモ 40: 界磁継電器
CL: 電流制限装置 72: 接触器
DT: 乱調防止変圧器 75: 制動用接触器
MB: 電磁制動機 76: 過負荷継電器
FR: 界磁抵抗器 90-1~4: 加速接触器

第25図 ワードレオナード制御主回路結線図

り、使用目的にマッチした任意の負荷特性が得られるようになった。また、有効な電流制限装置を設けることによりほかの方式よりも平均加減速電流を高くとりうる特長があるので、荷役能率が特に問題となる大形アンローダ、ケーブルクレーンの巻上、横行操作などには最も適切なる方式として推奨しうるものである。

第25図は25t高速ケーブルクレーンに適用した一例であって、ショックのない円滑な起動停止と早い運転速度が得られるように加減速回路には特別の考慮を払っている。また、速度が安定なこと、停止前の微速運転が容易なことなども本方式の大きな特長である。

以上述べたようにワードレオナード方式は任意の特性が得られるために各種自動制御機器との組合せも容易であって、自動つかみ操作、自動減速など半自動運転ないしは自動運転も可能であり、最近の新鋭クレーンに採用され好結果を収めている。

今後各種産業の合理化の面でクレーンが大形化し、あるいは高能率化が計られれば計られるほど、このようなクレーンの操作をつかさどる電気品の性能が重視されてくるものと思う。

3. 結 言

以上各種クレーンの代表的制御方式について述べた。クレーンには各種各容量の機種があり、それぞれ機械によくマッチした電気品ならびに制御方式を採用して初めて最も経済的にかつ最も高性能に運転しうるものである。日立製作所においては機械電気総合メーカーとして多年にわたる豊富な経験と最新の技術とにより、用途目的に最も適した方式を準備している。

今後、各方面よりの御支援により、より経済的なよりすぐれた荷役機械を生み出して行くことをモットーに努力を傾けて行きたいと念願する次第である。

参 考 文 献

- (1) たとえば泉： 実用新案 第340236
- (2) たとえば大和，榎本： 日立評論 別冊 No. 22, 65 (昭 33-2)
- (3) 森泉： 日立評論 26, 390 (昭 18-7)
- (4) 秋山： 日立評論 別冊 No. 22, 50 (昭 33-2)
- (5) 本間，立石，大和，橋本，田中： 日立評論 別冊

- No. 14, 71 (昭 31-8)
- (6) 清水，榎本： 日立評論 別冊 No. 22, 77 (昭 33-2)
- (7) 大野，原： 日立評論 38, 1165 (昭 31-9)
- (8) たとえば西： 日立評論 別冊 No. 8, 127 (昭 29-10)
- (9) たとえば泉，藤本： 日立評論 別冊 No. 8, 117 (昭 29-10)
- (10) たとえば宅間，白木： 日立評論 40, 317 (昭 33-3)
- (11) 西： 日立評論 34, 1441 (昭 27-12)
- (12) 高根，立石： 日立評論 別冊 No. 8, 85 (昭 29-10)
- (13) 白土，松村： 日立評論 40, 1176 (昭 33-10)
- (14) K.S.Kuka： Iron & Steel E. 89 (Dec. 1946)



特 許 の 紹 介



特 許 第 233846 号

泉 千吉郎・平川 克巳・大島 昭二

周波数変換による誘導電動機 の 速度制御装置

この発明は周波数変換による交流巻上機 の速度制御に関するもので2個の2次抵抗器を電源周波数と相互関連的に切換操作し起動，減速を行うとともに安定した低速運転を行いうるようになっている。

第1図において1は誘導電動機，2，2'はその2次抵抗，3，3'は2，2'の切換接触器，4，4'は1の可逆転切換接触器，5，6は周波数変換用切換接触器で5は商用周波電源に，6は低周波発電機7に各接続される。

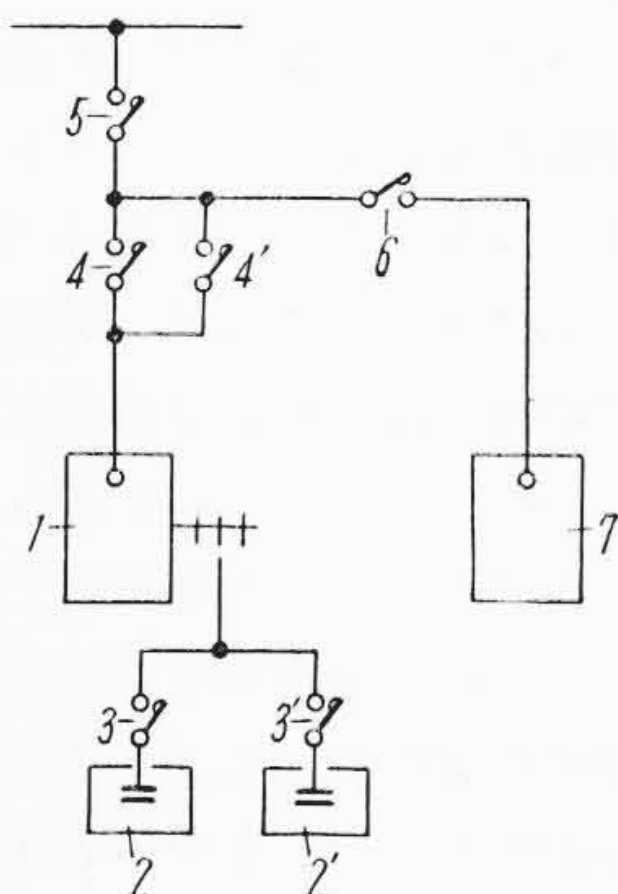
第2図は速度制御把手の移動に伴う2次抵抗2，2'の抵抗値の変化を示し，2が直線 C D F に沿つて変化するとき 2'は A B E と変化する。巻上の場合誘導電動機1の電源をまず低周波側に接続し 1/N の速度に達す

ると商用周波側に切り換えるが，2次抵抗はA B，D F 線に沿うようにする。

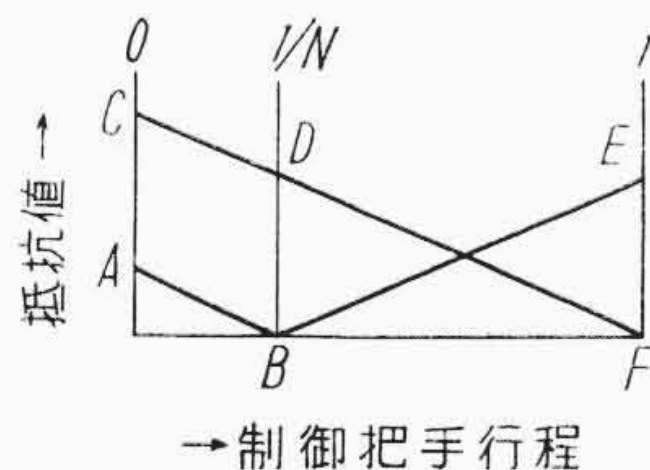
減速時は上記の逆操作を行う。巻下の場合は起動より全速運転までは巻上の場合と同じであるが，減速時2次抵抗を2より2'に切り換え，E B線に沿つて変化させる。1/N の速度に達した後は機械制動によつて誘導電動機1を停止させる。

これを要するに本発明は2個の2次抵抗器の抵抗値変化特性を異なるように設定し，適宜それを切換操作してそのいずれか一方を用いることにより起動，減速，低速運転を円滑に行い得るようにしたものである。

(高尾)



第 1 図



第 2 図