

誘導電動機の安定な低速度運転方式

Stabilized Low Speed Driving System for Induction Motors

清水 永 以* 榎 本 勝 雄*
Nagai Shimizu Katsuo Enomoto

内 容 梗 概

誘導電動機の手度制御に関しては従来種々の方式が採用されているが、今回渦流ブレーキ (IB) による方式と、油入直流電磁ブレーキ (HM) による方式を開発した。前者は電氣的制動方式であり、後者は巻線型誘導電動機の二次電圧で制動力を制御する機械的制動方式である。両者ともそれぞれ特長を有し、クレーンに採用して好成績を得ることができた。

1. 緒 言

誘導電動機をその定格速度の $1/3 \sim 1/10$ 程度の低速度で、負荷の大小および正負にかかわらず、安定な運転を行わせることがしばしば要求される。たとえば巻上機、クレーンなどがその例である。

上記のように正負にわたり変化する負荷に対する、誘導電動機の手度制御はなかなか困難であり、また要求される速度特性により制御方式も種々考えられ、後述のように種々の方式が採用されている。

日立製作所においては、すでにサーボリフターブレーキを使用した CF 制御方式⁽¹⁾を確立し、多数の実績を有し好評を得ているが、今回さらに渦流ブレーキを使用した IB 制御方式、および油入直流電磁ブレーキを使用した HM 制御方式の二方式を開発した。以下その概要を紹介する。

2. クレーンの速度制御

クレーンの巻上げ用電動機は主として着床を容易にするために低速度運転を必要とするが、特に鑄造工場、機械組立工場などに使用されるクレーン、製鉄・製鋼関係に使用される特殊クレーンにおいては、荷重の大小にかかわらず定格速度の $1/3 \sim 1/10$ 程度、特別な場合には、 $1/20$ 程度の低速度で巻上げ、巻下げ運転を行い得ることが要求される。なお最近是一般工場用クレーンも生産性を上げるため高速度型を採用する傾向にあり、それに伴って上記のような速度制御の要求が生じつつある。

このような要求に対しては、レオナード制御方式が最もすぐれているが設備費が高く、その上広い据付面積を要するので、特殊な場合にのみ採用されている。現在実用されているクレーンにはほとんど全部といつてよいほど巻線型誘導電動機が使用されている。巻線型誘導電動機は、巻上げすなわち正負荷の場合には二次抵抗制御によつて、ある程度の速度制御を行うことができるが、巻下げすなわち負の負荷に対しては同期速度以下における

速度制御はまったく不可能であつて、なんらかの装置を付加しなければ実用にならない。巻下げ速度の制御を行うために最初に使用されたのが機械的荷重ブレーキ (メカニカルロードブレーキ) である。

これは巻下げ時には機械的摩擦による正負荷を電動機に与えて、巻上げの場合と同様に速度制御を行うものであるが、機械的荷重ブレーキは構造が複雑で保守・調整がやつかいである。

電氣的制動力制御方式としては、直流発電機あるいは交流発電機を使用して電氣的に制動を行い、速度制御を行う方式もあるが、いずれも高価なのが欠点である。

そのほか直流制動・逆相制動・不平衡接続による制動・可飽和リアクタなどによる一次電圧の制御など色々な方式があるが、特殊な場合に使用されるのみで一般にはほとんど使用されていない。

日立製作所においては以前より巻下げの際電動機の二次電圧をサーボリフターブレーキに与え、その制動トルクを制御して安定な低速度運転を行う方式、いわゆる CF 制御方式を確立し、好評を得ている。

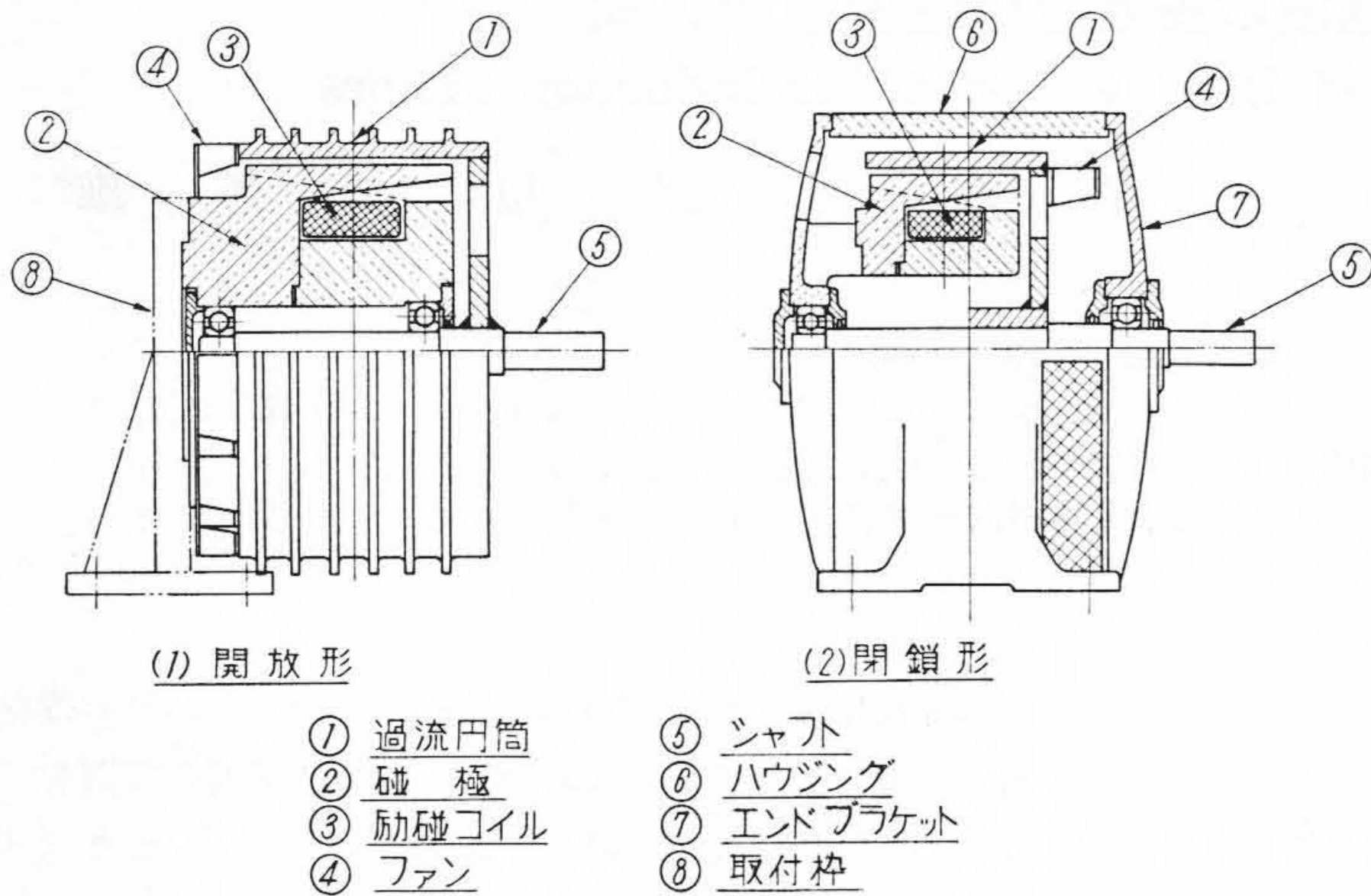
最近電氣的制動力制御方式の一つとして渦流ブレーキ、日立製作所名インダクションブレーキ (IB) を利用し、定格速度の $1/10$ 程度の安定な低速度運転を行う方式を開発し、好成績を納めた。

なお上述の CF 制御方式・IB 制御方式は速度制御用のブレーキのほかに停止および保持用のブレーキを併用しているが、クレーンの簡素化とともに小型クレーンにおいては、1 個のブレーキで速度制御と停止・保持の両者を行いたいという要望がある。この要望に応ずるため、CF 制御方式のサーボリフターブレーキの代りに、油入直流電磁ブレーキを使用し、停止および保持用の電磁ブレーキを省略した方式を開発した。これが HM 制御方式であつて、定格速度の $1/3 \sim 1/5$ の速度を得ることができ好結果を得た。

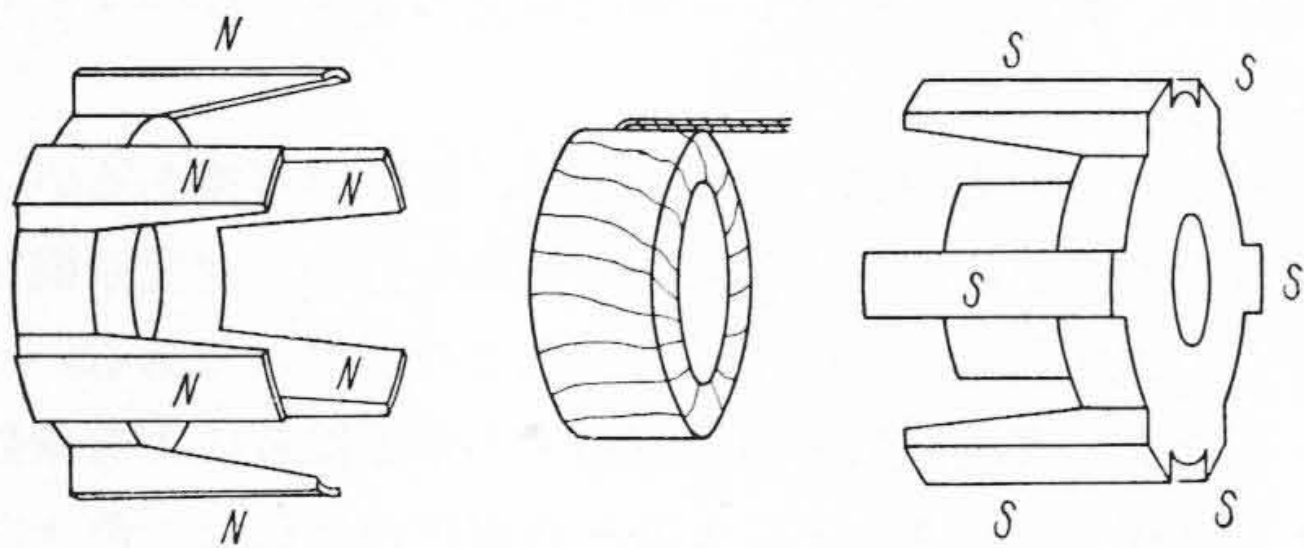
3. IB 制御方式

IB 制御方式は巻線型誘導電動機の二次抵抗制御とイ

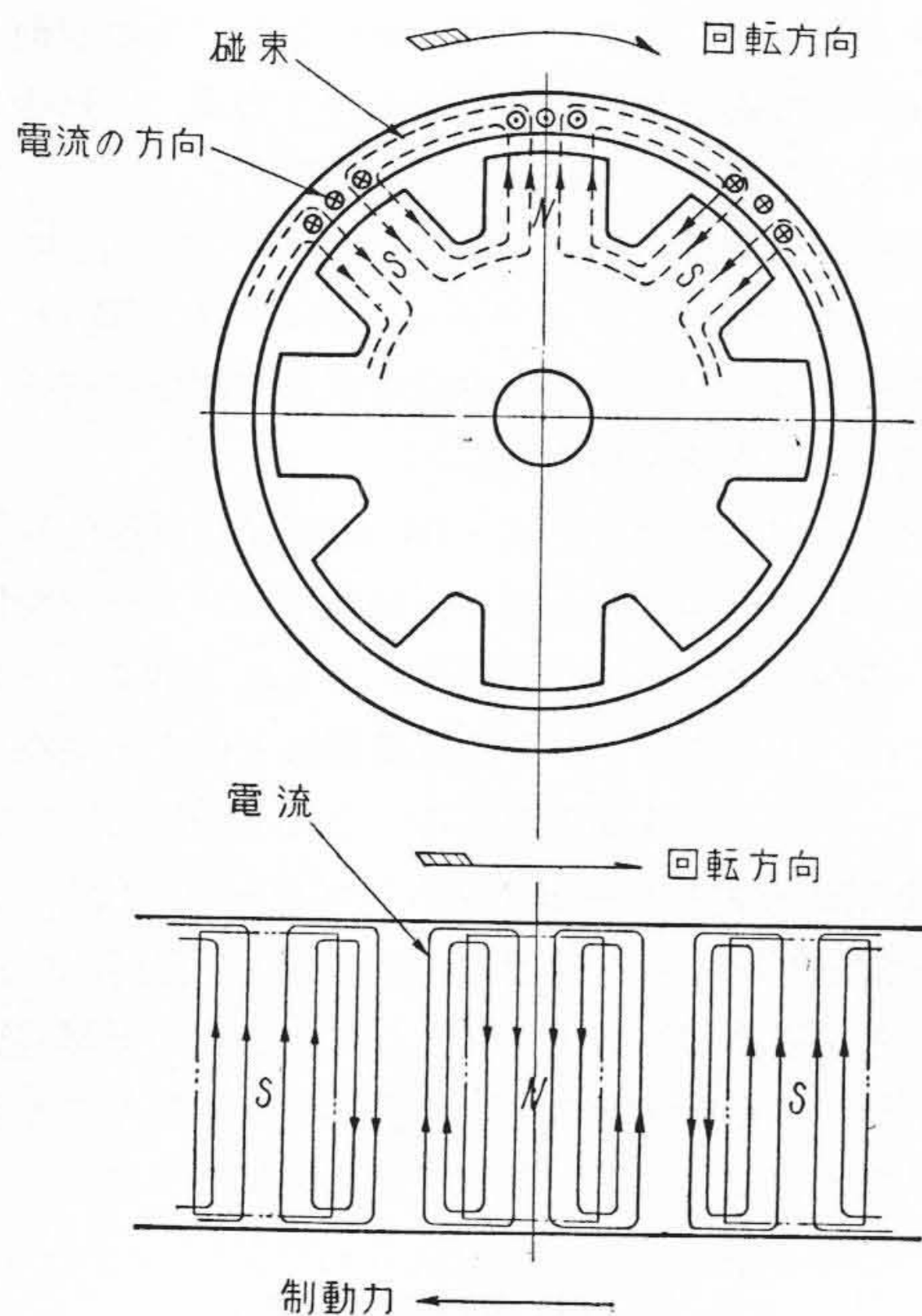
* 日立製作所亀戸工場



第1図 IB の 構造



第2図 磁極の構造



第3図 制動トルク発生原理

ンダクションブレーキ (IB) による電氣的制動力制御の組合せであつて次に述べる構成で、定格速度の $1/10$ 程度の低速度を得ることができる。以下その構造および性能を述べる。

3.1 インダクションブレーキの概要

3.1.1 構造

インダクションブレーキ (IB) は電磁接手の片側、通常励磁コイルの側を固定したものであつて、その主要部分は第1図のように、自由に回転できる渦流円筒①と固定された磁極②および励磁コイル③よりなる。磁極は第2図の構造で励磁コイルに直流を流すと、交互にN,Sに磁化され、渦流円筒に磁束を通す。運転中渦流円筒の中には、回転数と制動トルクの積に比例する多量の熱が発生するので、これによる各部の温度上昇を防止するため、効果的な冷切扇④を設けてある。

運転中渦流円筒の中には、回転数と制動トルクの積に比例する多量の熱が発生するので、これによる各部の温度上昇を防止するため、効果的な冷切扇④を設けてある。

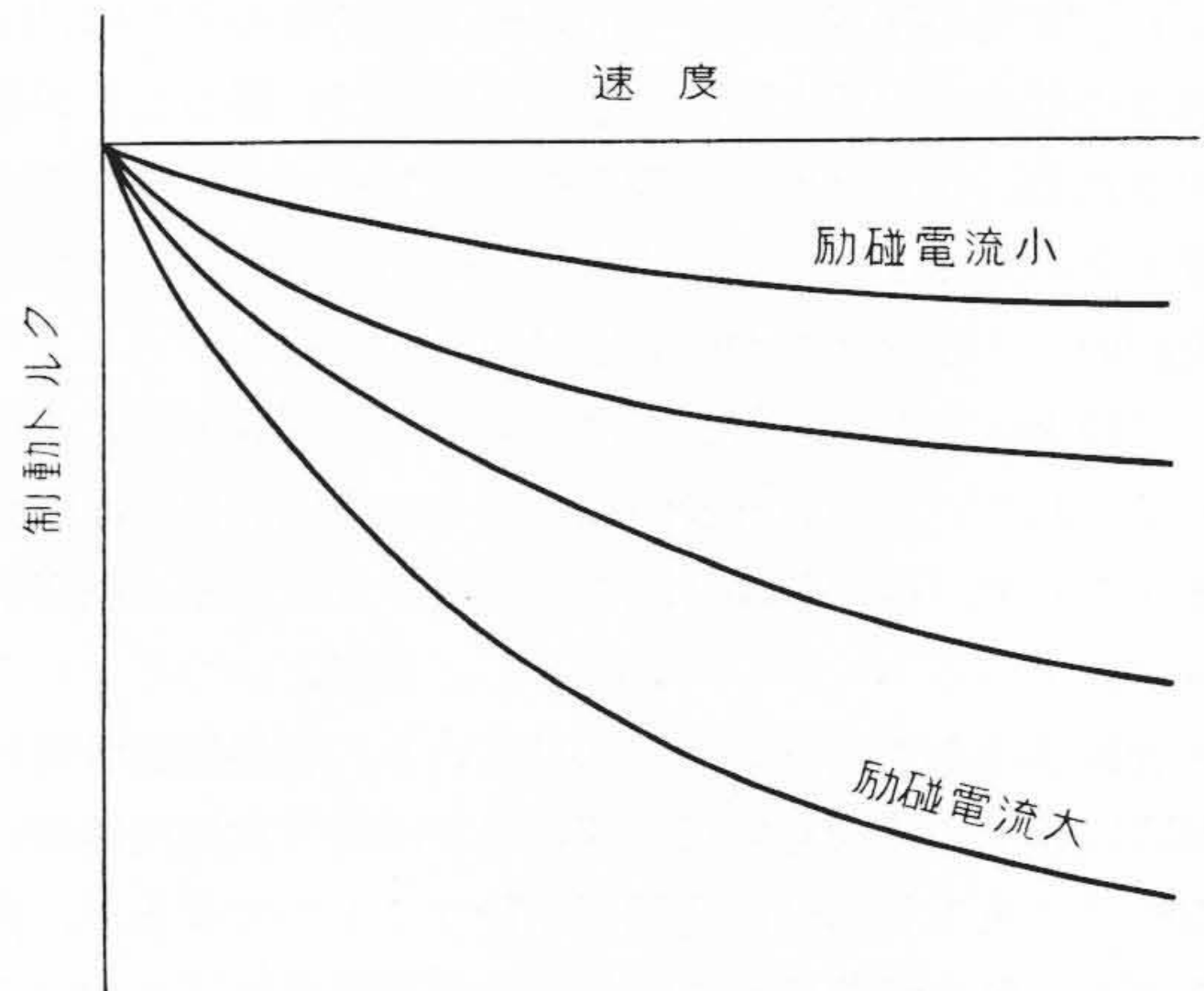
3.1.2 制動トルクの発生原理

励磁コイルに直流を流すと磁極は交互にN,Sに磁化され、これにより渦流円筒に第3図の点線で示す磁束が発生する。渦流円筒を矢印の方向に回転させると、その内部に実線で示すような電流 (渦流) が発生し、この電流と磁束の間に電磁力が発生する。

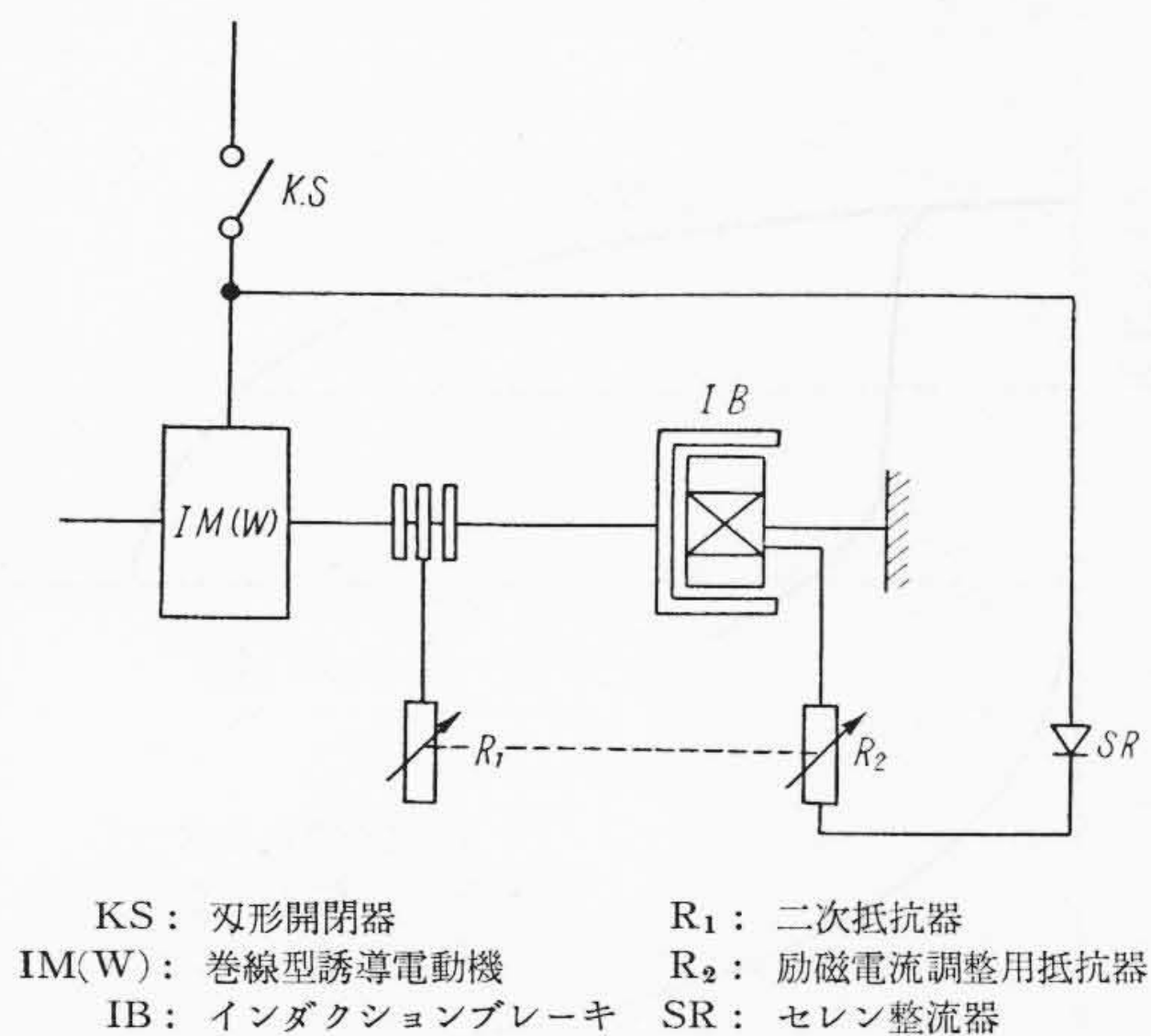
この電磁力の方向は、図のように回転方向と反対であるから制動力として働く。この制動力と渦流円筒の半径の積が制動トルクとなる。

3.1.3 制動トルク—速度特性

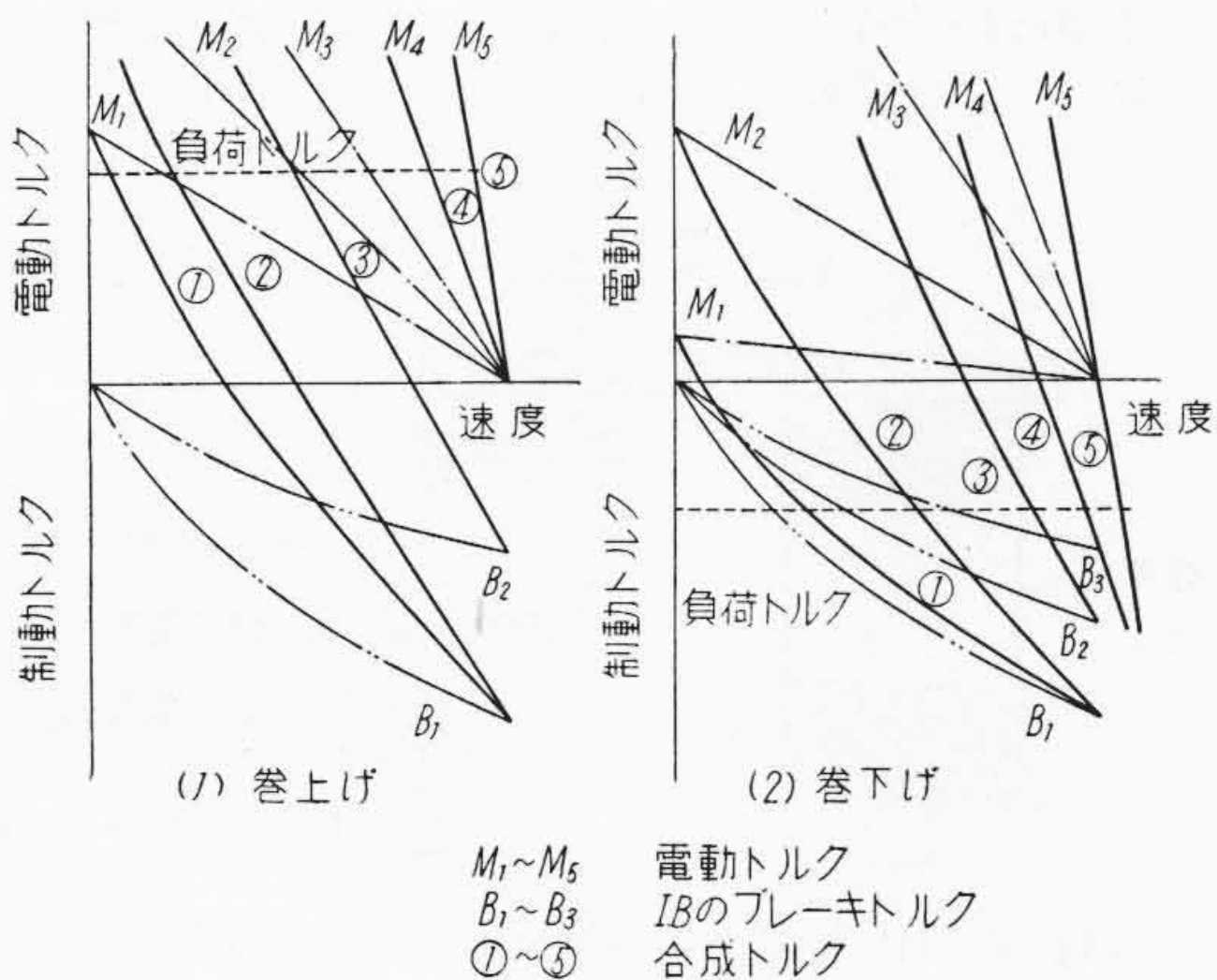
IB の制動トルクの大きさは、励磁コイルに流す励磁電流の大きさと、渦流円筒の回転数によつて定まり、第4図のように励磁電流を大きくするほど制動トルクも大となる。回転数に対しては最初急増するが、ある



第4図 IB のトルク—速度特性



第5図 手動制御単線結線図



第6図 手動制御によるトルク—速度特性

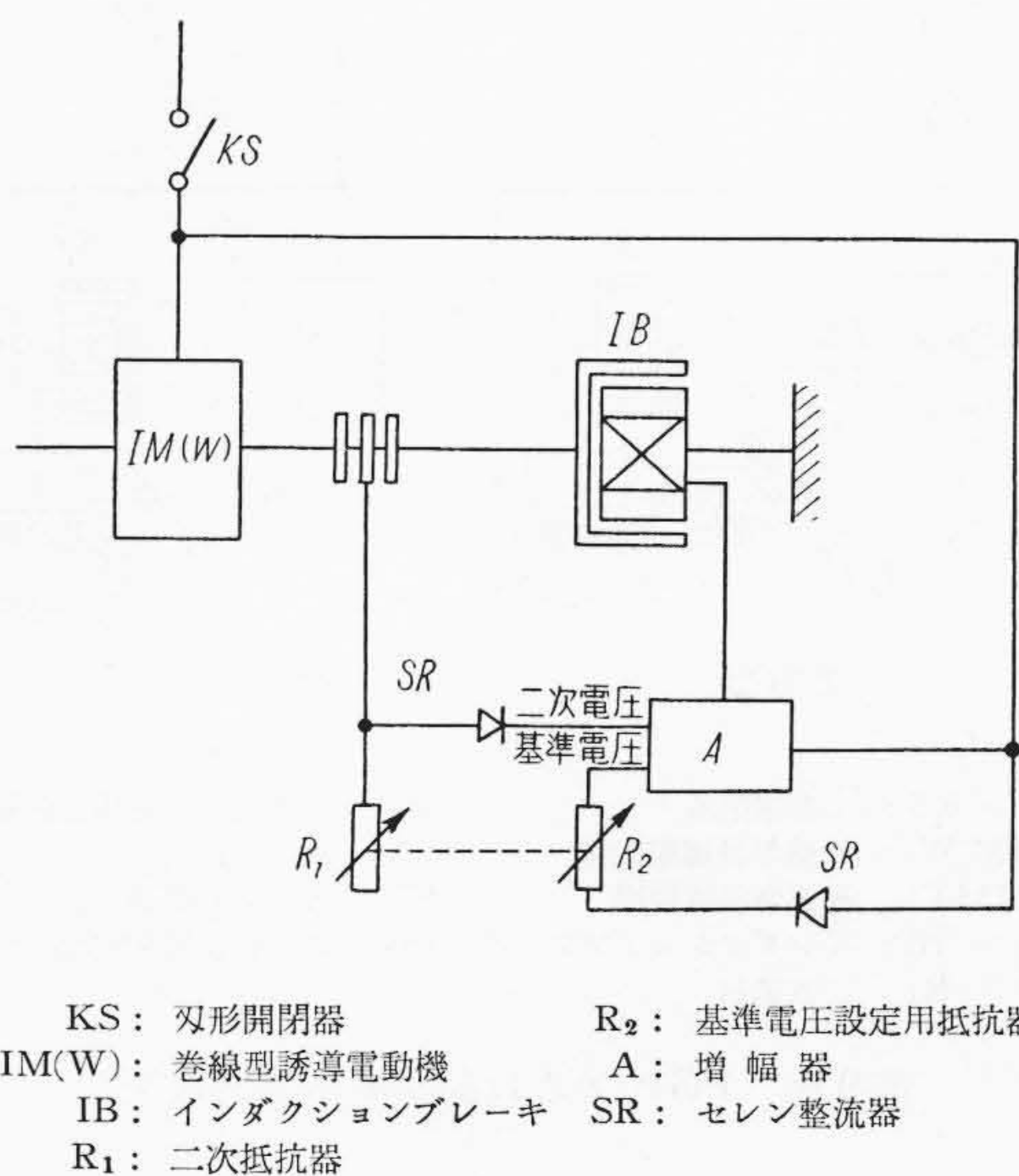
程度からは増加が緩慢になる。

3.2 IB 制御方式

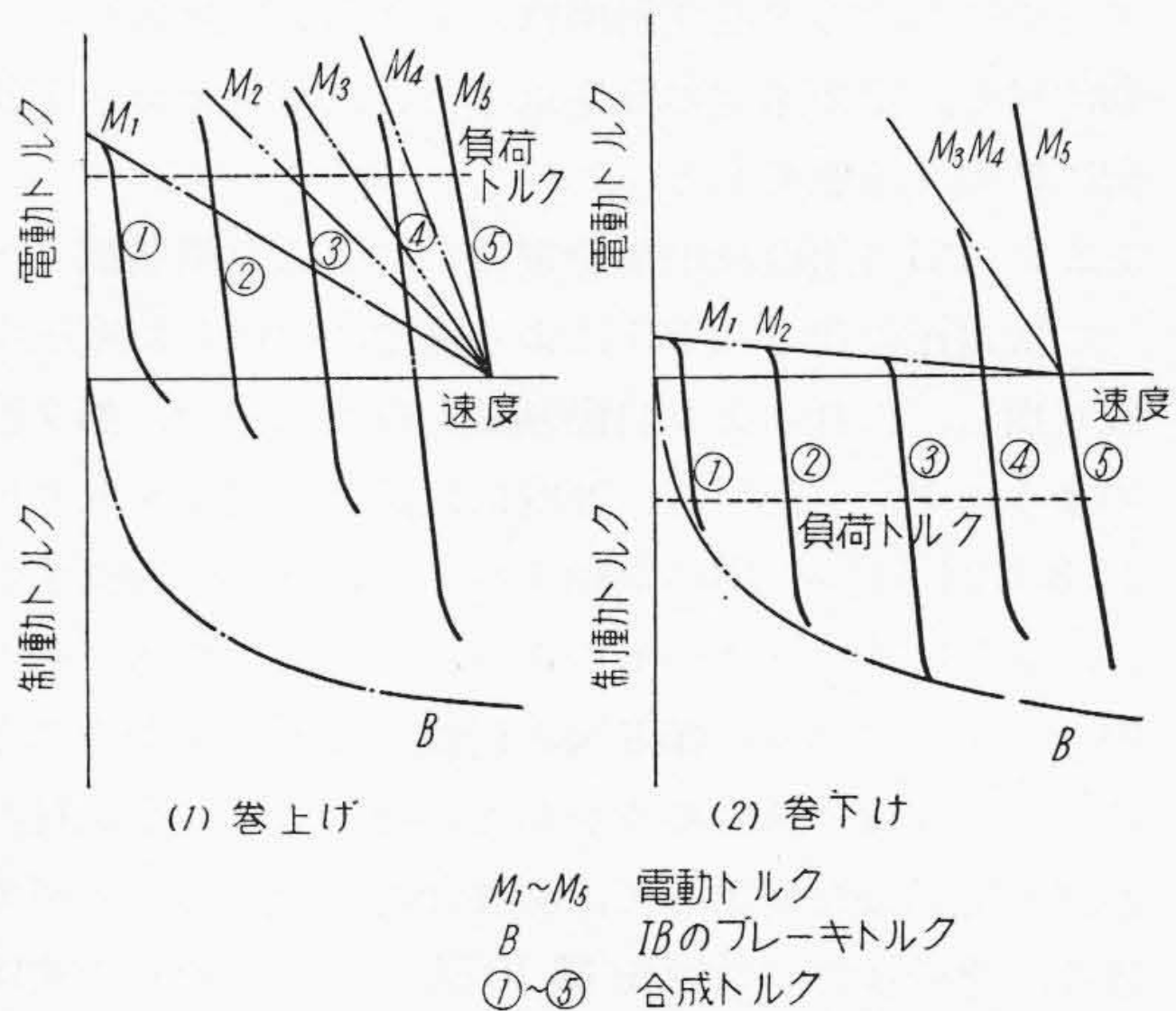
IB を使用して安定な低速度を得るには、次の三つの方式が考えられる。

3.2.1 手動制御

電動機の電動トルクと IB の制動トルクを単に重畳する方法で、第5図のように電動機と IB を機械的に連結し、IB を励磁すれば負荷側の軸には、電動機の電動トルクと IB の制動トルクを合成したトルクが発生する。よつて第6図のように巻上げ、巻下げのそれぞれに対しコントローラの各ノッチにおける電動トルクと、IB の制動トルクを適当に組合せれば、巻上げ、巻下げに対し定格速度の $1/10$ 程度の安定した低速度を得ることができる。この方式は上記のように従来の装置に IB とその直流励磁電源を追加し、コントローラを一部改造するだけで、所要の特性を得ることができ、



第7図 二次電圧による自動制御単線結線図

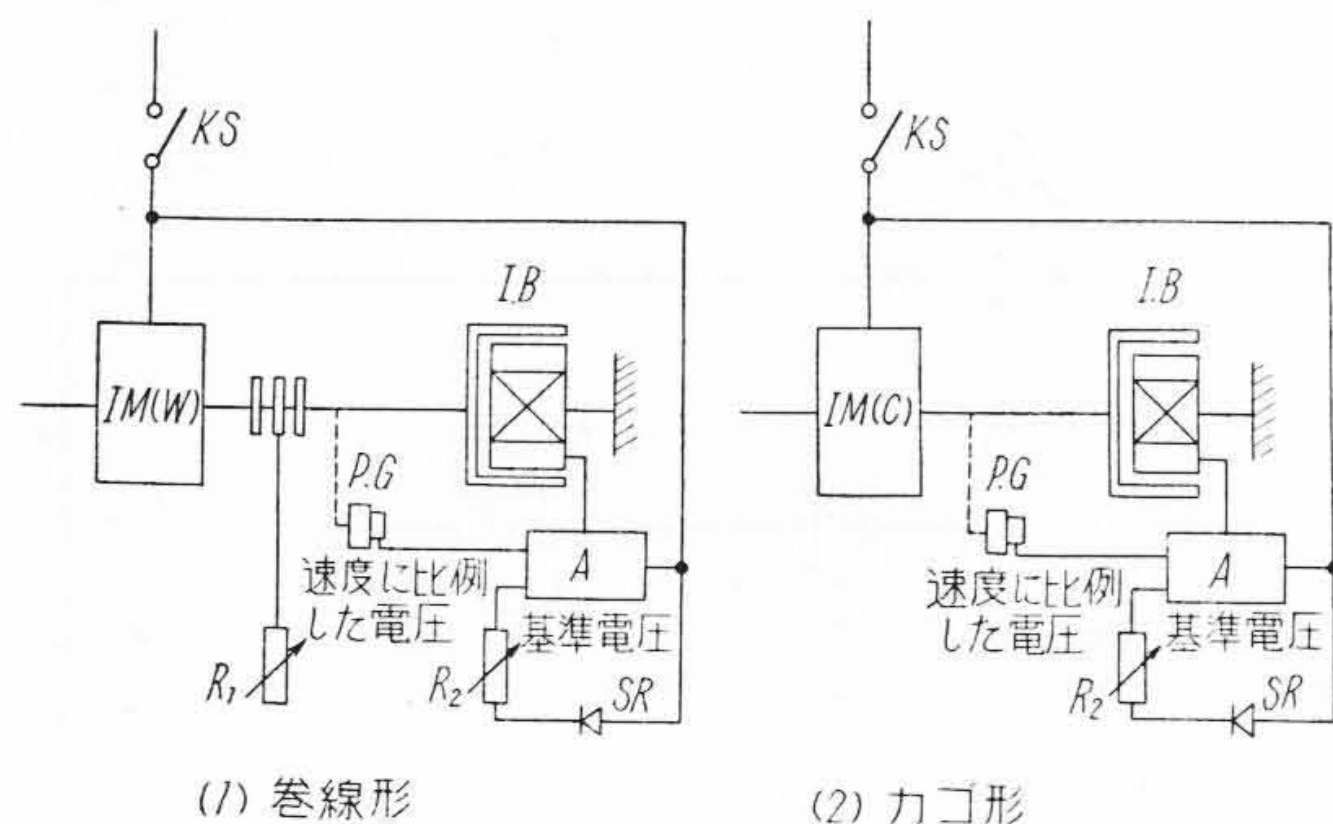


第8図 自動制御によるトルク—速度特性

速度変動率がある程度大きくてもさしつかえないところに適用できる。

3.2.2 二次電圧による自動制御

電動機の二次電圧を利用し、これにより IB の制動トルクを制御して、自動速度調整を行う方法で、第7図のように巻線型誘導電動機の二次電圧を取り出し、それと基準電圧（速度設定用抵抗器は二次抵抗を制御するコントローラと連動しており、それぞれのノッチで定められた速度に相当する電圧が与えられる）とを比較し、その差を増幅器で増幅し、出力電流（直流）で IB を励磁することにより、制動トルクを自動的に制御し、速度調整を行うものであつて、そのトルク—



KS: 双形開閉器
 IM(W): 巻線型誘導電動機
 IM(C): 籠形誘導電動機
 IB: インダクションブレーキ
 R₁: 二次抵抗
 R₂: 基準電圧設定用抵抗器
 A: 増幅器
 SR: セレン整流器
 PG: 速度検出用発電機

第 9 図 PG による自動制御単線結線図

速度特性を第 8 図に示す。この方式は前述の手動制御方式に比べ、速度変動率が著しく小さい。すなわち各ノッチにおける速度変動率は、全負荷から無負荷の変動に対し、定格速度の 5% 以下でこれはレオナード制御に匹敵する値である。

3.2.3 PG (速度検出用発電機) による自動制御

二次電圧の代りに PG により速度に比例した電圧を取り出し、これにより自動制御を行う方法で、第 9 図のように PG を使用し、速度に比例した電圧を取り出し、3.2.2 と同様に IB の制動トルクを自動的に制御すれば、さらに特性のよいものをうることができる。その場合のトルク特性は第 8 図と同様となる。また単に全速と $1/10$ 程度の速度のみを得たい場合には、高抵抗籠形誘導電動機を使用して、必要な特性をうるができる。その場合の特性を第 10 図に示す。PG 方式は二次電圧方式より高価となるが若干特性が良く、また高抵抗籠形誘導電動機にも応用できる利点がある。

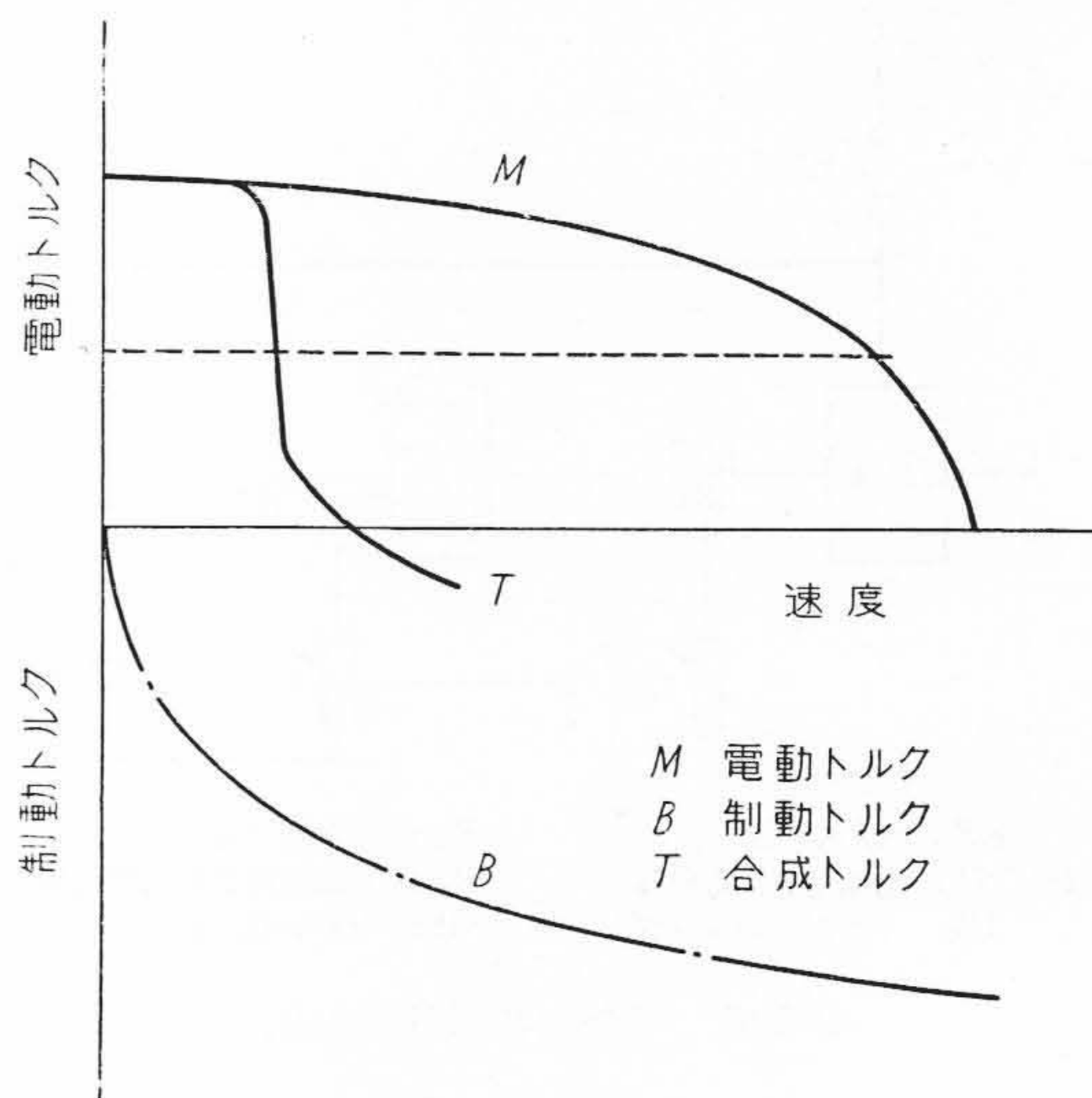
3.3 実施例

実施例の一つとして歯切工場用 15 t 天井走行クレーンを改造した例を示す。

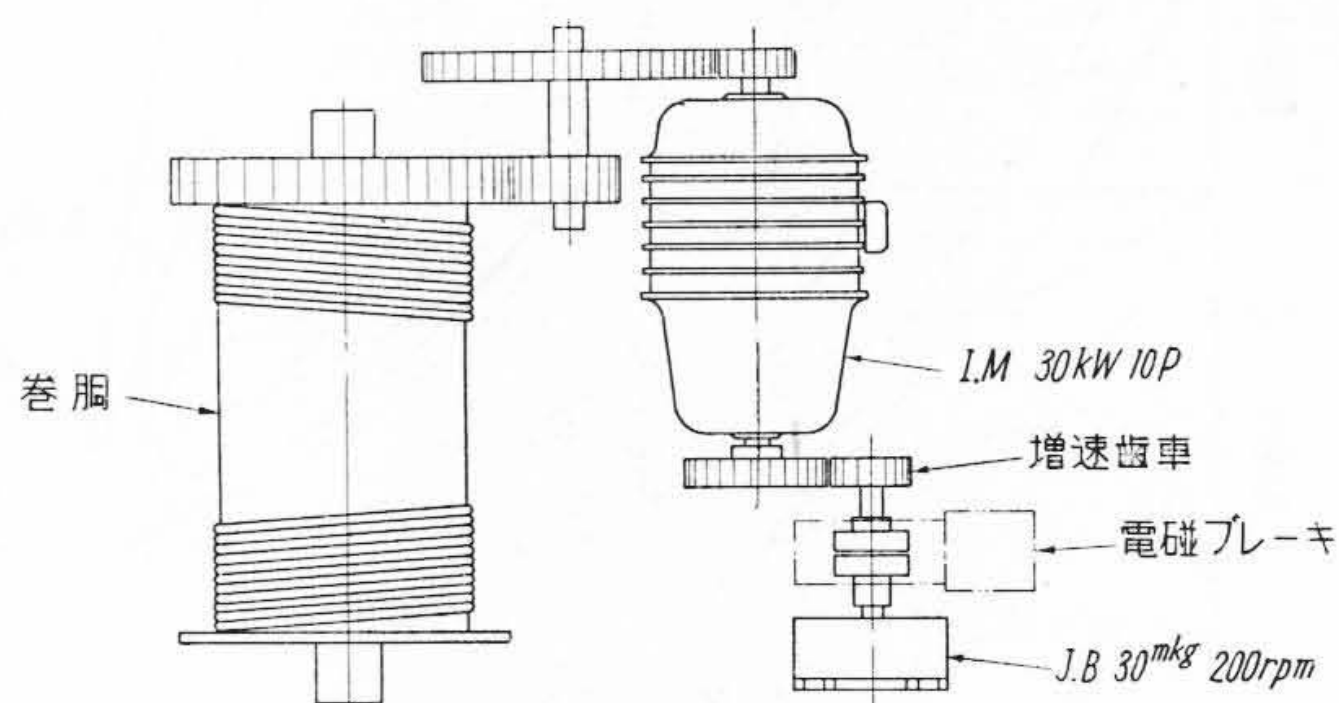
クレーンの仕様は

荷 重 : 12 t
 定格速度 : 6 m/min
 必要な低速度 : 0.6 m/min (定格速度の $1/10$)
 電 動 機 : 30 kW 10 p
 IB : 30 m.kg 200 rpm (電機機軸とは増速比 1.95 のギヤーを介して連結する)

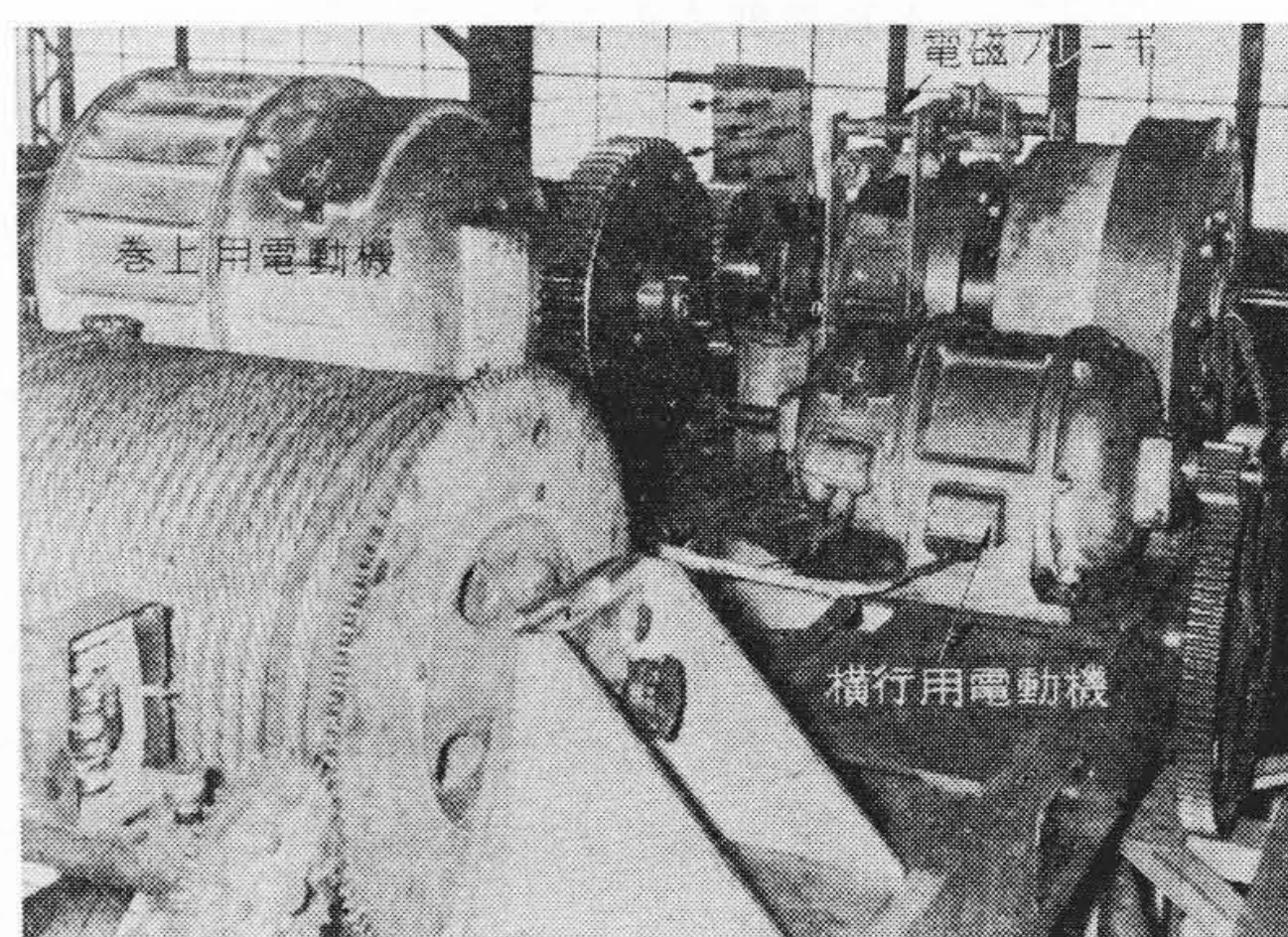
この場合巻上げ・巻下げとも第 1 ノッチにおいて上記低速度が得られればよく、第 2 ノッチ以上では必ず



第 10 図 PG による自動制御のトルク速度特性 (籠形)



第 11 図 IB 制御を用いたクレーン (機器の配置)

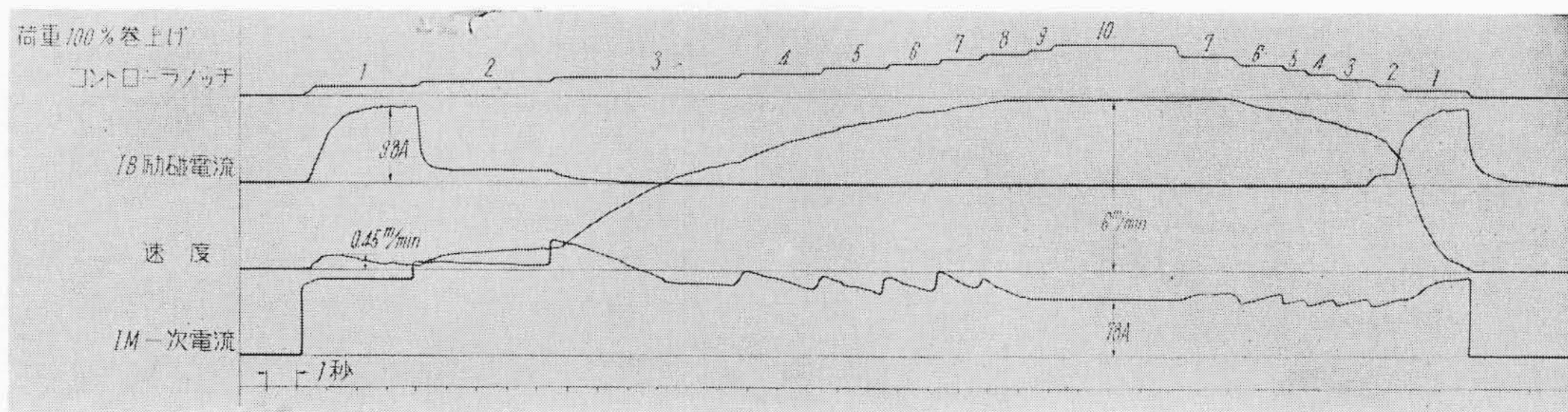


第 12 図 IB 制御を用いたクレーン (機器配置状況)

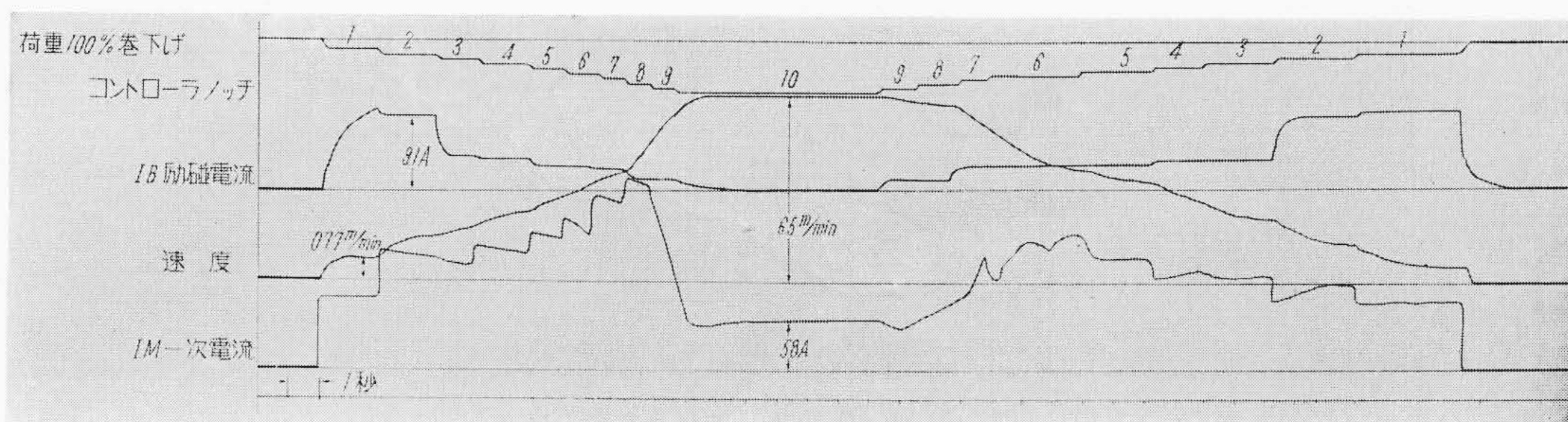
しもノッチごとに等分した速度をうる必要はないので、手動制御方式を採用した。結線図、機器の配置および写真を第 5, 11, 12 図に示す。

3.3.1 速度特性

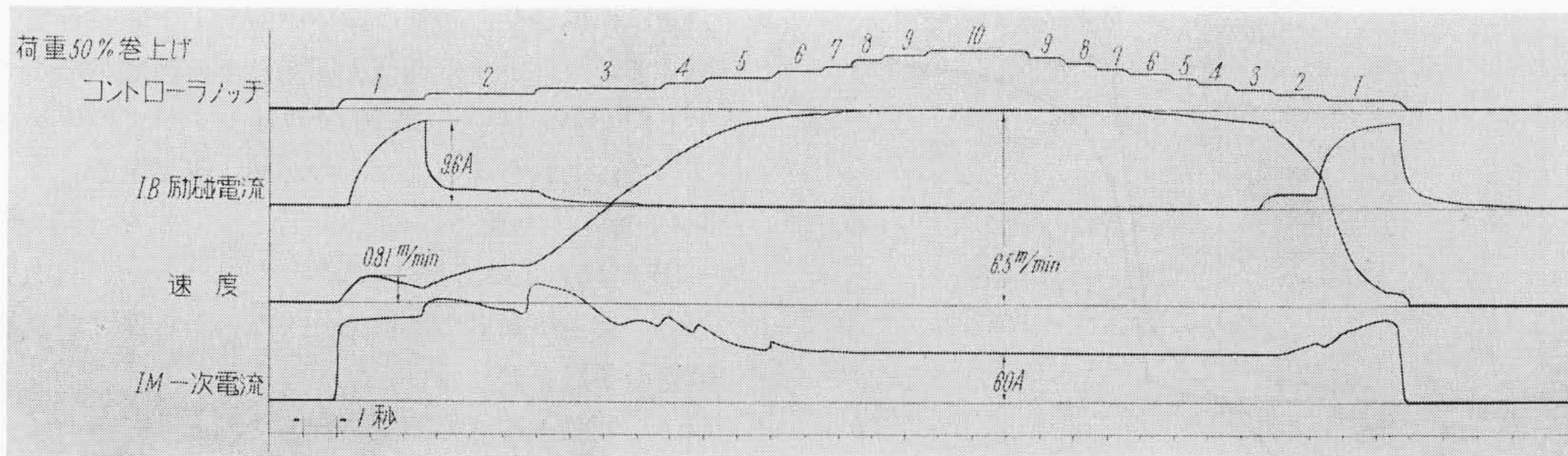
第 13~18 図に荷重を 100, 50, 0% (フックのみ)



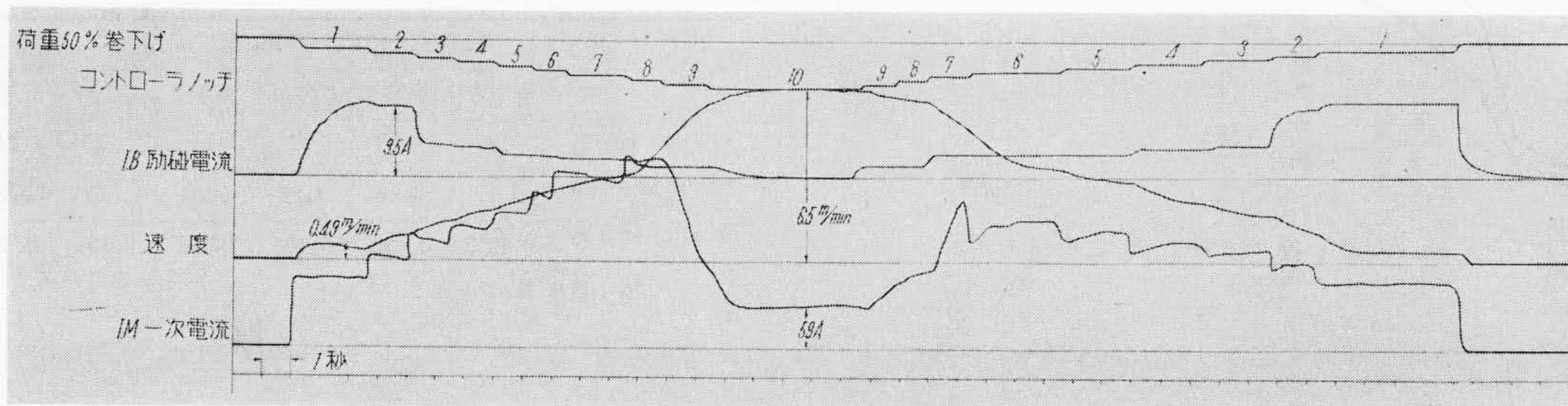
第13図 荷重100%巻上げ



第14図 荷重100%巻下げ



第15図 荷重50%巻上げ

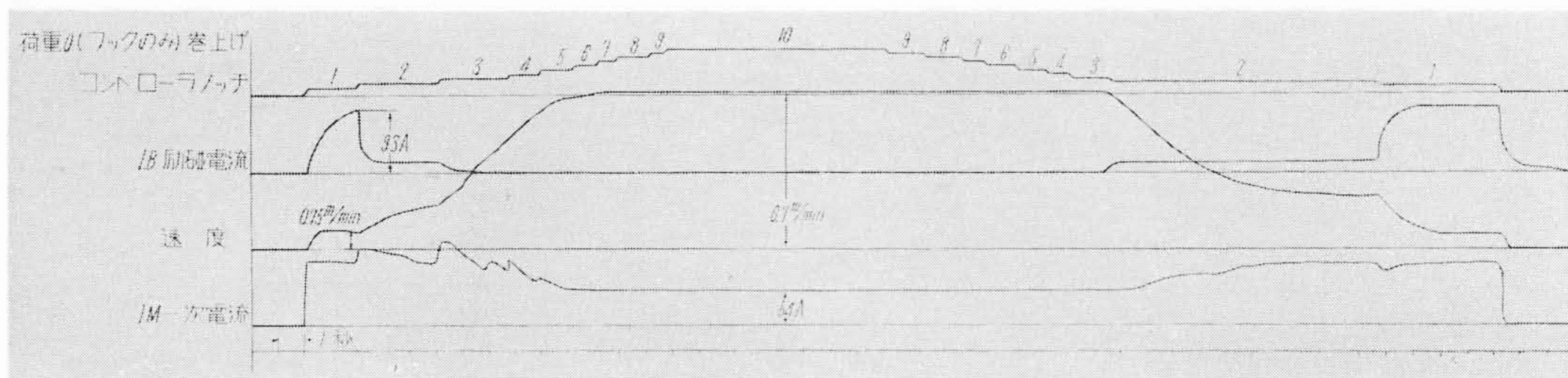


第16図 荷重50%巻下げ

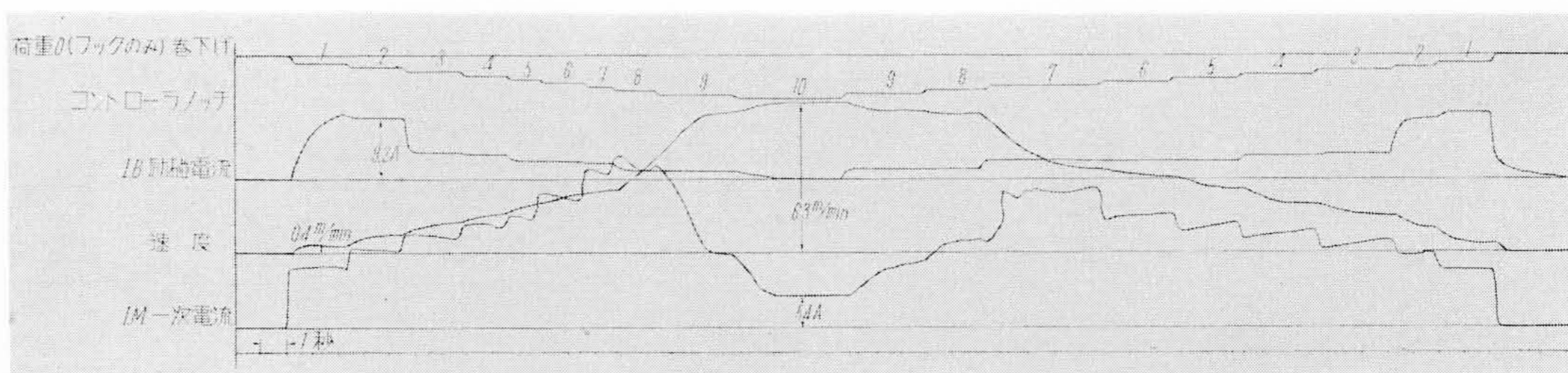
とした場合の巻上げ巻下げに対するオシログラムを示す。これより各ノッチに対する速度を求めたのが第19図である。第19図より明らかなように巻上げ巻下げとも第1ノッチにおいて、定格速度の $1/10$ 以下の速度を得ることができた。

3.3.2 インチング特性

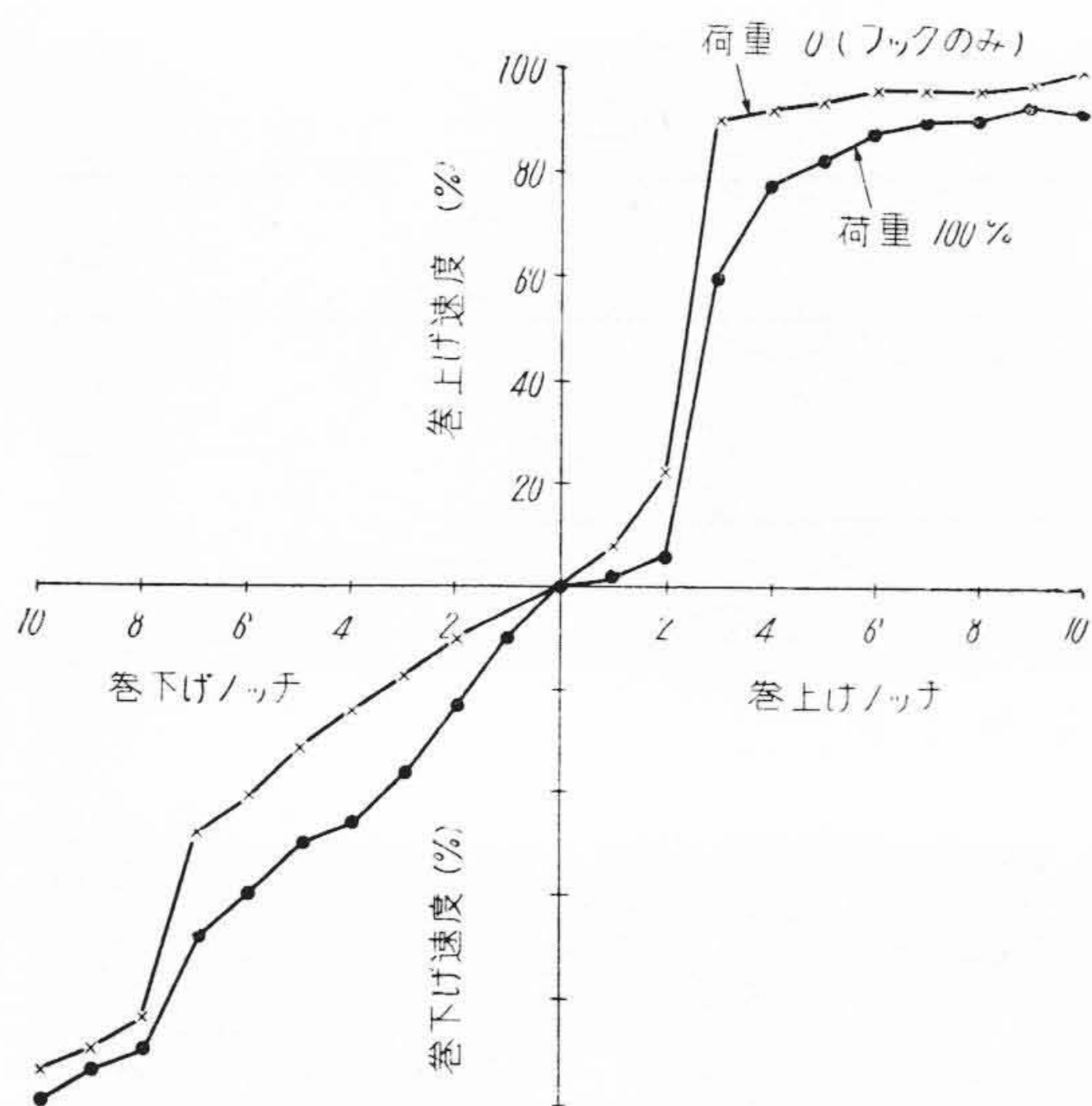
鋳造工場、機械組立工場用クレーンなどは、上述のように定格速度の $1/10$ 程度の安定した低速運転を望まれるが、それと同時にごくわずかの巻上げ巻下げ、すなわちインチングを行う必要がある。インチングはコン



第17図 荷重0 (フックのみ) 巻上げ



第18図 荷重0 (フックのみ) 巻下げ



第19図 各ノッチに対する速度

トロアのハンドルを停止ノッチと第1ノッチの間を急速に往復させ、所要の微小距離を上下させるものであつて、ハンドルの操作1回あたりの距離がなるべく小さいものが良い。第20図はインチングのオシログラムで、これをまとめたものが第1表である。

3.4 特 長

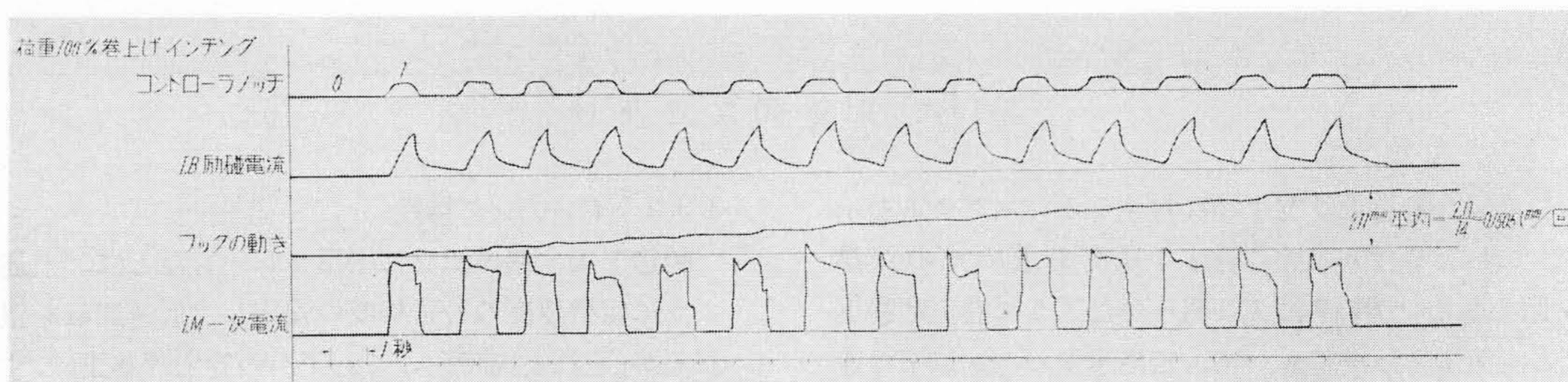
IB 制御方式の特長は

- (a) 構造が簡単で摩擦部分がないから保守が容易で調整の手数を要しない。
- (b) 制動トルクの調整が容易である。
- (c) 定格速度の $1/10$ 程度の安定した低速度を容易に

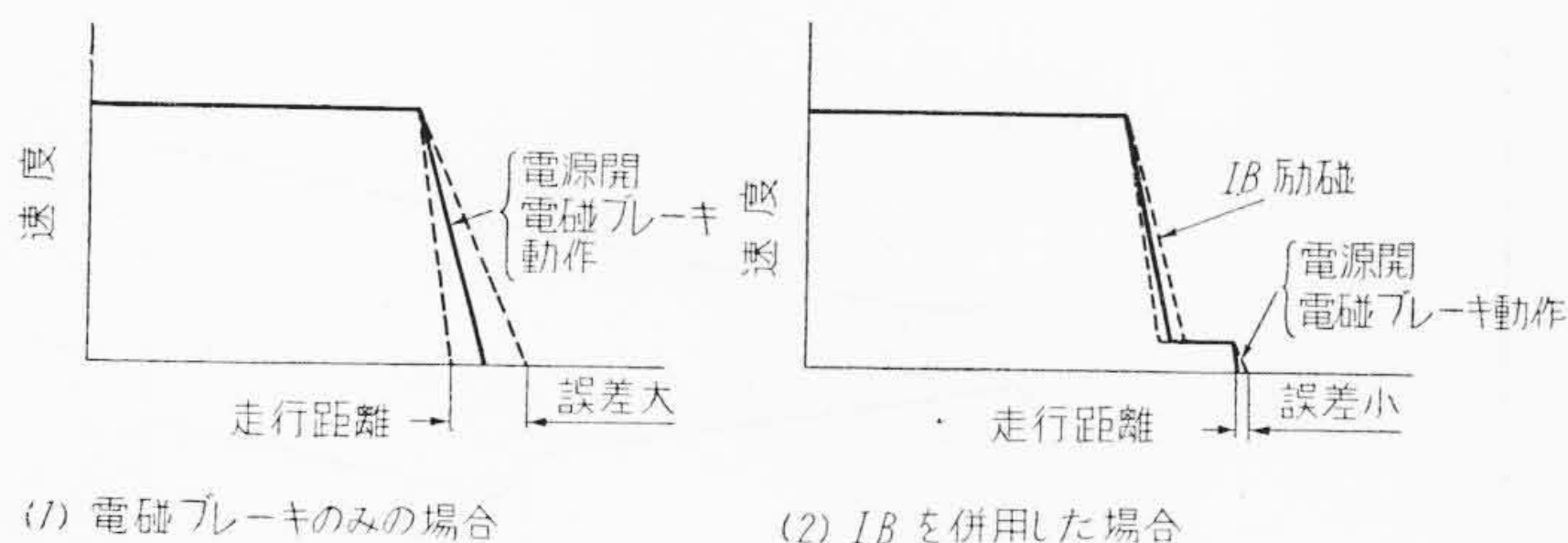
第1表 インチング特性

荷 重	100 %		50 %		0	
	巻上げ	巻下げ	巻上げ	巻下げ	巻上げ	巻下げ
操 作 回 数	14	11	27	14	22	24
全 移 動 距 離 (mm)	2.11	6.86	2.80	7.52	3.87	6.86
平均移動距離 (mm)	0.1505	0.623	0.104	0.537	0.286	0.286

注：巻上速度 6 m/min



第20図 荷重100% 巻上げインチング



第21図 位置制御

うることができる、自動制御を行えばレオナード制御と同等の特性をうることができる。

(d) 上記のような低速を出しうるから、電磁ブレーキの負担が軽くなり、その寿命が長くなる。

(e) 価格はほかの方式より若干高いが、レオナード制御方式より安価である。

(f) 既設のクレーンに対し、ごくわずかの改造で適用できる。

なお IB 制御方式を採用する際には次の点を考慮する必要がある。

(i) IB の回転部分の GD^2 が相当大きい。したがって加速減速時間の短いことを要求される用途や、使用頻度の非常に高い用途には適当でない。

(ii) 横行トロリー線を2～4本追加する必要がある。

3.5 適用範囲

IB 制御方式は特性、価格などの点から定格速度の $1/10$ 程度の低速度を要求されるクレーンで電動機容量10～50kW、操作頻度 200 回/時以下程度のものに適用できると考える。

3.6 位置制御への応用

以上主としてクレーンの巻上げ巻下げ速度の制御のみについて述べたが、最近製鋼用の特殊クレーンなどにおいて、自動運転を行う場合、横行、走行の停止位置を制御する必要のあることがある。

このような用途に対しても IB 制御方式を応用できる。

この場合第21図のようにあらかじめ定められた停止位置の若干手前まで全速で走り最初のリミットスイッチにより IB を励磁して $1/10$ 程度の速度に下げ、次のリミットスイッチで電動機の電源を切ると同時に電磁ブレーキをかければ、荷重の変化、電源電圧、サイクルなどの変動があつても、正確な位置に停止させることができる。

4. HM 制御方式

HM 制御方式とは、油入直流電磁ブレーキ、日立製作所

名 HM ブレーキに電動機の回転速度に応じた直流励磁を与え、これによる押上力(磁引力)と、ブレーキスプリングによる制動荷重との差を制動力として、電動機軸に作用させながら電動機を低速運転する、機械的制動力の電圧制御による速度制御方式である。

4.1 HM ブレーキの概要

4.1.1 構造

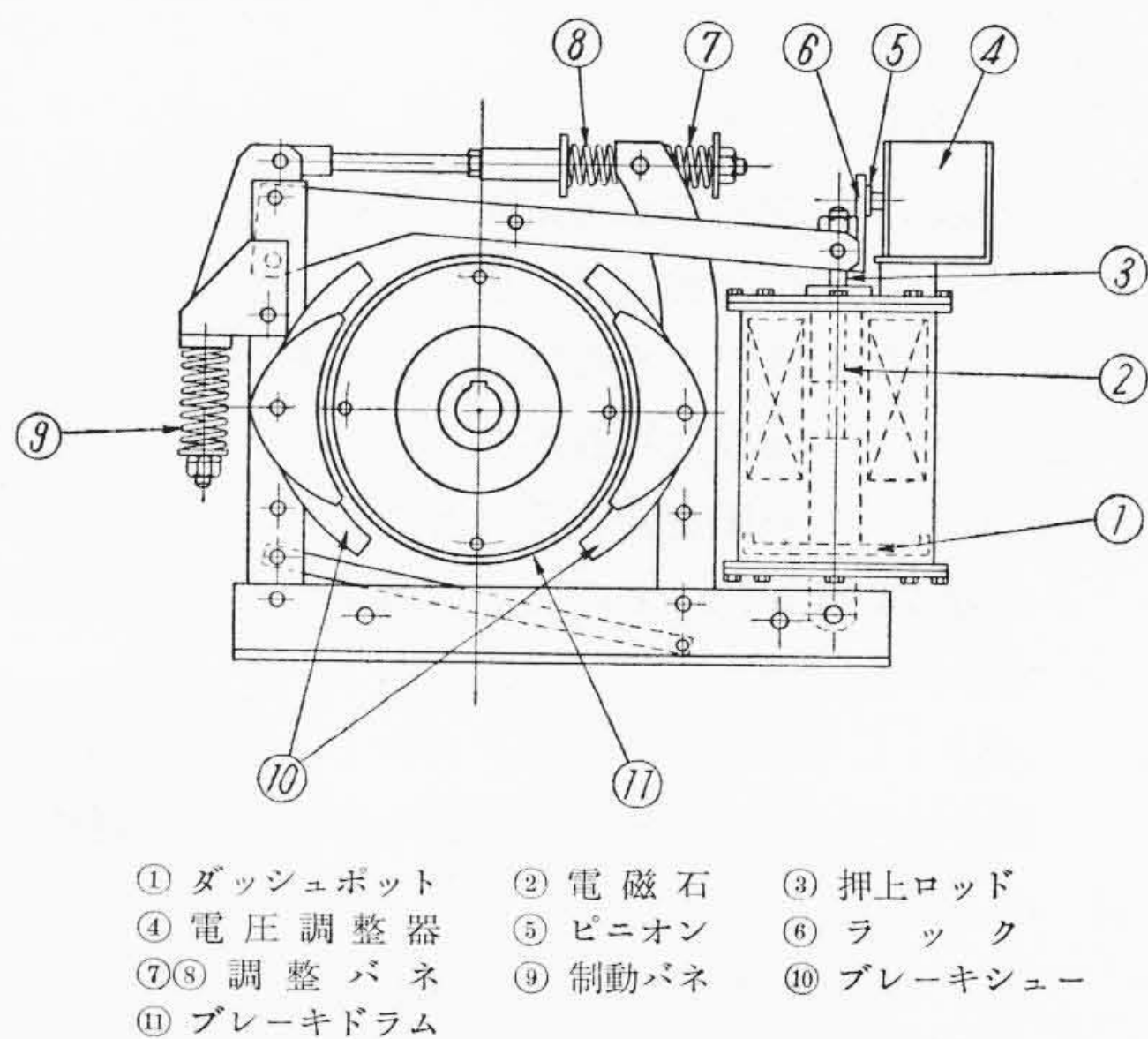
HM ブレーキの構造の一例を第22図に、外観を第23図に示す。

(1) HM の構造

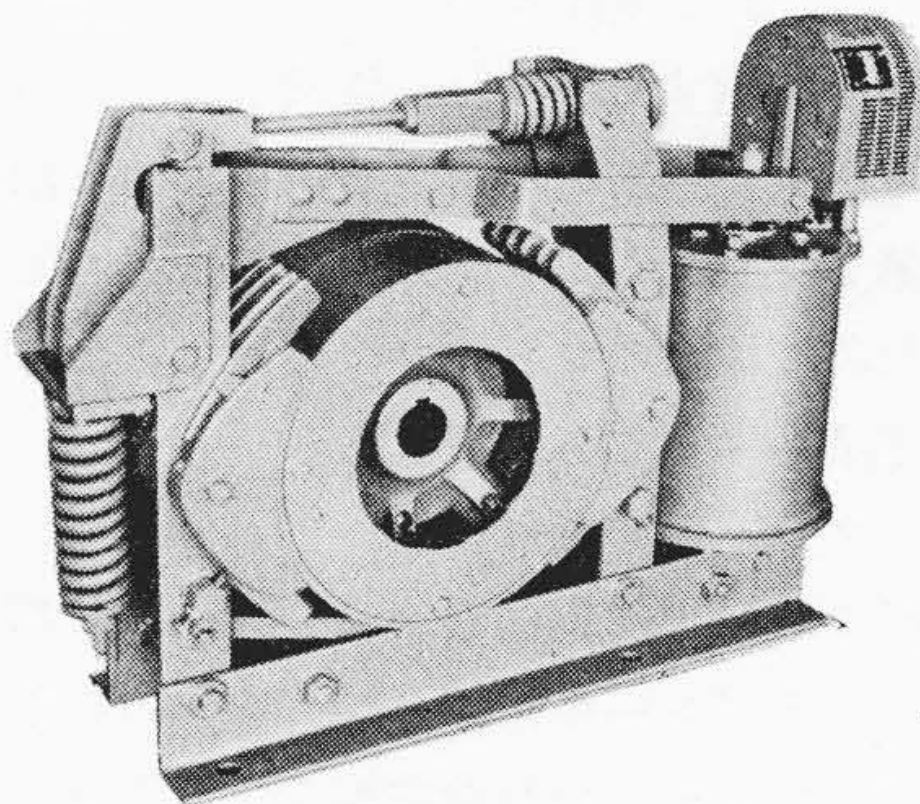
HM の主体は直流のプランジャー型電磁石②で、可動鉄心に調整可能なダッシュポット①を設け、ケース自体は電磁石の継鉄を兼ね、油入型に構成してある。このケース上部には、電圧調整器④を有し、ラック⑥と、ピニオン⑤を介し、電磁石押上ロッド③と連動して動作する。

(2) ブレーキの構造

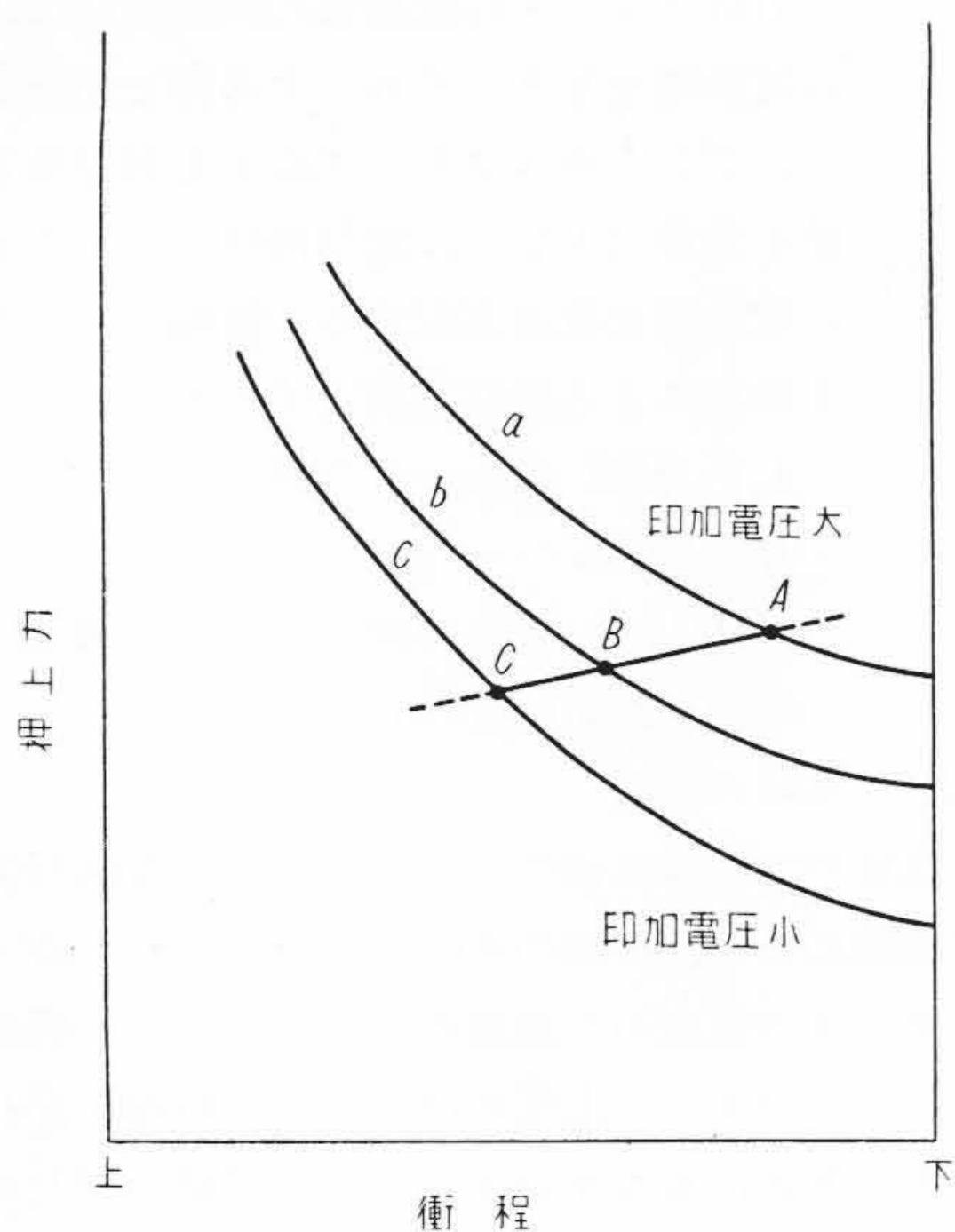
ブレーキ部は、ドラムをシューで制動するポスト型であり、無電圧のとき最大制動力を出し、かつ3



第22図 HM ブレーキ構造図



第23図 HM ブレーキ外観



第24図 電磁石の押し力—衝程曲線
ABC, HMの押し曲線の一例

個のスプリングを用い, HMの動作と関連し制動力が有効に変えられるようになっている。

4.1.2 動作特性

(1) HMの動作

一般に継鉄をもつ直流電磁石の押し力は, アンペアターン従つて印加電圧の自乗の函数として表わされ⁽²⁾, 第24図のような押し力曲線となる, 直流電磁石には次のような特長がある。

(A) 印加電圧を変えることにより, その押し力を第24図 a, b, cのように簡単にを変えることができる。

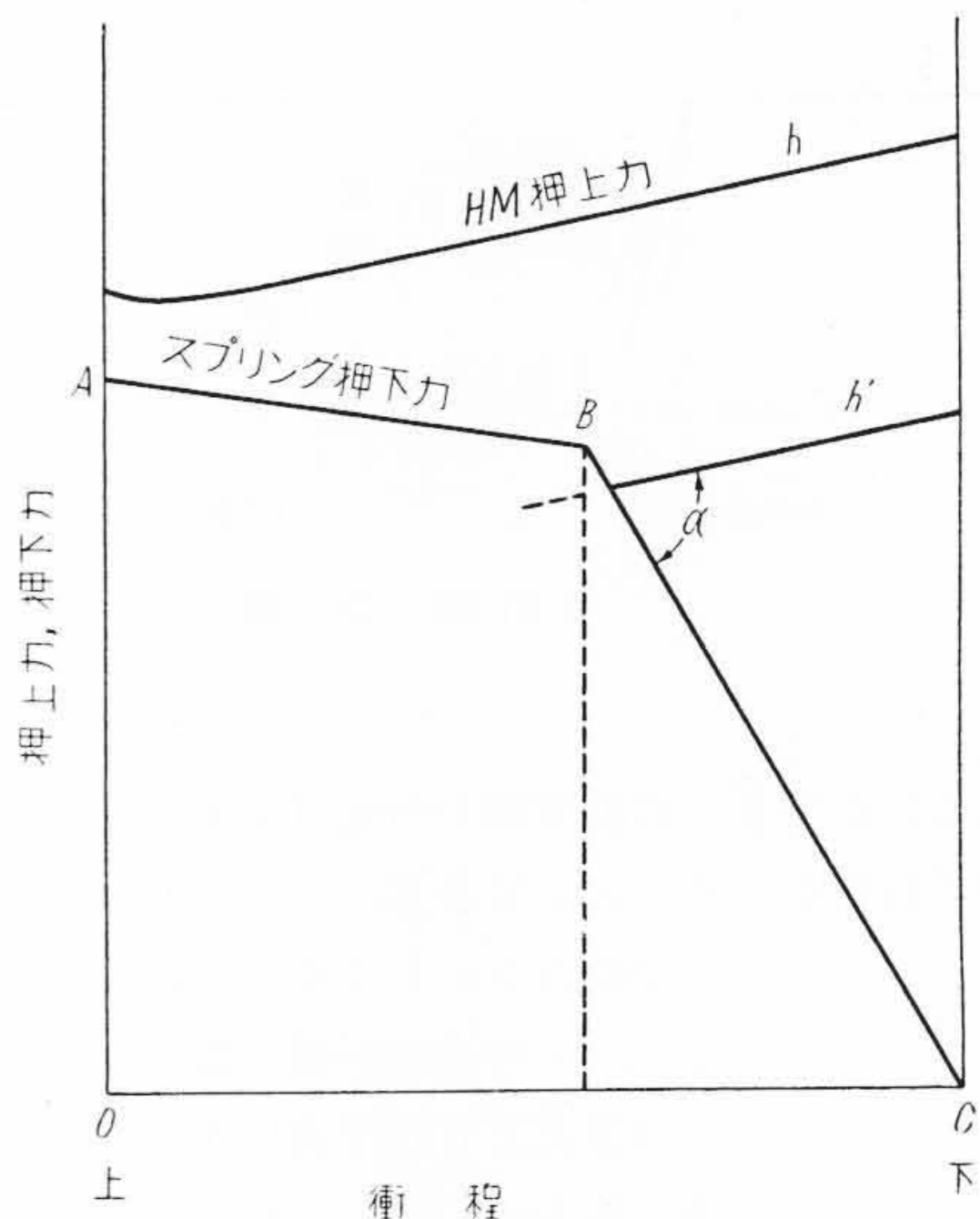
(B) したがつてスプリングによる負荷を適当に組合せれば, 電磁石の可動鉄心を任意の位置に止めることができる。

(C) 構造堅固にでき, うなりを生じない。

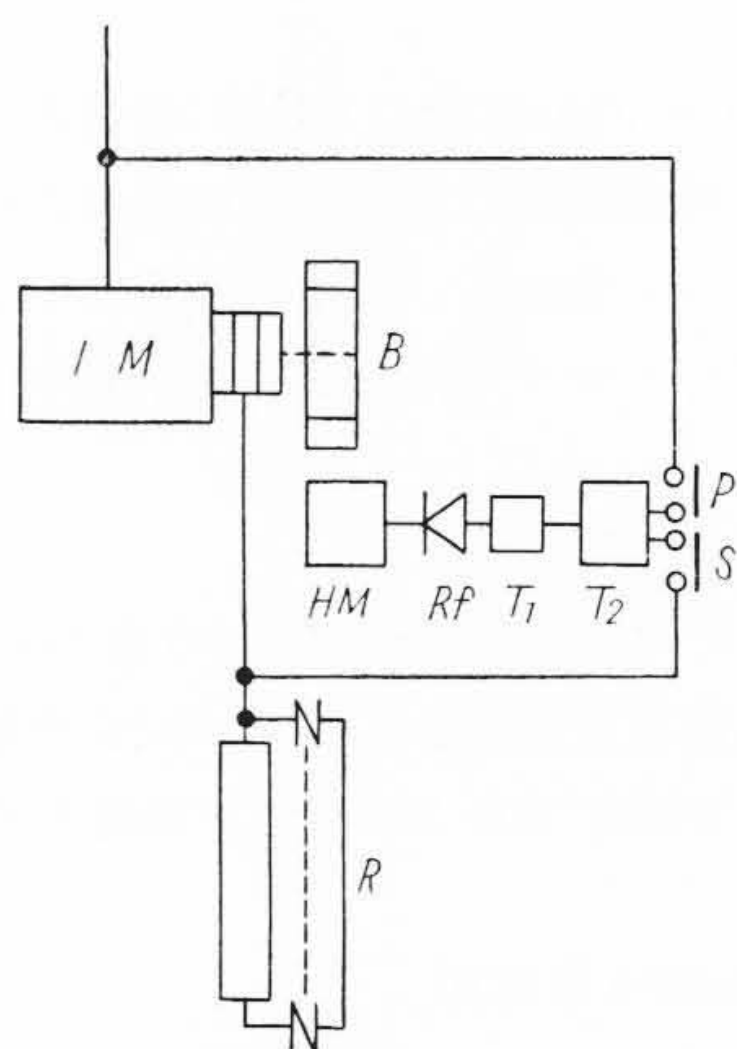
本HMは, 最大衝程においてアンペアターンあたりの押し力が最大となるよう電磁石の構造を経済的に作り, これと電圧調整器④の組合せによつて, 可動鉄心が接極するにつれ, 整流されてHMに印加される電圧を自動的に降下させ, 押し力と衝程との関係を第24図ABCを結ぶ曲線のようにしてある。このため接極時のショックは軽減され, しかも電磁石を小型とすることができる。

(2) ブレーキの動作

横軸にHMの衝程をとり, 縦軸にはHMの押し力に反抗するブレーキスプリングによる押下力をとつて, このブレーキの負荷曲線をかくと第25図ABCを結ぶ折線のようになる。ブレーキの制動力はB



第25図 HMブレーキ動作特性曲線

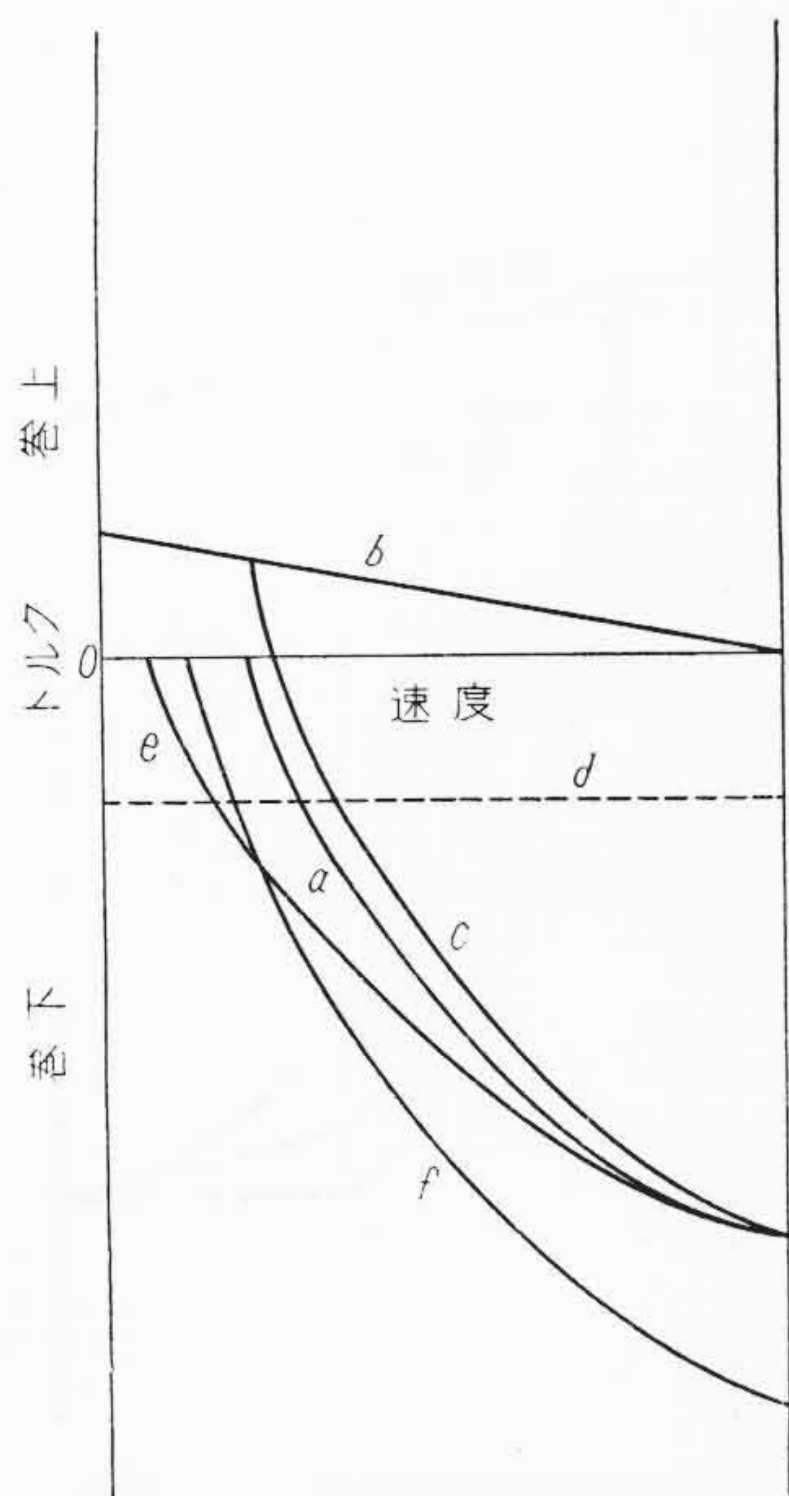


IM: 誘導電動機
B: ブレーキ
Rf: 整流器
T1: 電圧調整器
T2: 変圧器
PS: 切換スイッチ
R: 二次抵抗

第26図 HM制御結線図

C間を出し, AB間ではブレーキは開放される。

摩擦制動により低速運転を行う際, BC間で交わるHMの押し力と, この負荷曲線の交角 α が大きいため, 安定した制動力により低速が得られることになる。インテングの際は, 押し力特性, 負荷特性より見てわかるように, 押しロッドの起動加速力が大きく, かつブレーキを全開放しないよう印加電圧を調整できるので, 電動機の加速はゆるやかになり, 停止の際はすみやかに制動するという良好な特性であることがわかる。



a, e, f. HMブレーキの制動トルク曲線
b. 電動機トルク曲線
c. 合成トルク曲線
d. 負荷トルク曲線

第27図 HM制御速度トルク特性

4.2 制御方式と速度特性

4.2.1 制御方式

HM制御方式の標準結線図を第26図に示す。操作はコントローラによる手動操作を標準とする。

(1) 巻上げ

巻上げ時普通は二次抵抗制御だけでHM制御は行わない。このときは切換スイッチはP側を閉じ、第25図hで表わされる押上力によりブレーキをすみやかに開放し、電動機は全速運転に入る。特別の要求があれば軽負荷時のみHM制御を行うこともできる。

(2) 巻下げ

全速巻下は発電制動方式とし、停止ノッチ前の数ノッチにおいてHM制御を行う。このときは切換スイッチのS側を閉じ、HMを電動機の二次電圧で励磁し、第25図のような押上力により適当な制動力を与えながら低速運転を行う。

4.2.2 速度特性

巻線型誘導電動機の二次電圧はすべりに比例するので、制御中のHMの押上力は電動機速度によつて変化し、したがつて制動力も有効に変化する。

制御時におけるHMブレーキの速度制動トルク曲線は、第27図aに示される。このときの電動機トルクbと、この制動トルクaとの差cが電動機軸の合成トルクとなる。巻下げ運転はこの合成トルクcと、吊荷

による負荷トルクdとがつり合つた点で行われる。

本方式によれば、巻下げ時 $1/3 \sim 1/5$ の低速が得られ、速度変動率は10～20%くらいとなる。一般のクレーンにおいては、この程度の低速が得られれば実用上さしつかえないと考えられる。

4.2.3 速度調整方法

低速度の調整、制御法としては次の方法がある。

(1) 電動機トルクを調整する方法

HMブレーキの速度制動力曲線を第27図aのように適当に選び、二次抵抗によつて調整された電動機トルクと重畳する単純な方式である。本方式においては、過大のトルクはブレーキ中の熱となるに過ぎないので、電動機トルクは小さいことが好ましい。巻上げに本方式を使用するのは、軽負荷時だけであるから、電動機のトルクは大きくする必要はない。巻下げのさいの電動機は無負荷で運転できれば十分であるので、トルクは小さいことが要求される。巻下げHM制御時は、二次抵抗制御により電動機の速度トルク特性が変わり、HMブレーキの特性との合成特性もしたがつて変るから、電動機速度を数段に変えることができる。

(2) 電氣的に制動力を調整する方法

電動機トルクは(1)に述べた理由で小にとり、変圧器のタップを切換え、HMブレーキの速度制動力曲線を変えて速度調整を行うものである。この場合最大制動力は一定であり、タップの切換えにより制動力曲線は、第27図aをeのように簡単に変えることができる。このようにブレーキの印加電圧を変えて速度調整ができることは、本方式の大きな特長である。

(3) 機械的に制動力を調整する方法

これは制動用スプリングを調整し、最大制動力を変える方法である。第27図において最大制動力を大きくすることは、a曲線をf曲線のようにすることであり、HMの最大押上力に関係する。クレーン据付けの際、現場において使用目的に最適の速度を得るための調整法として非常に有効な方法である。

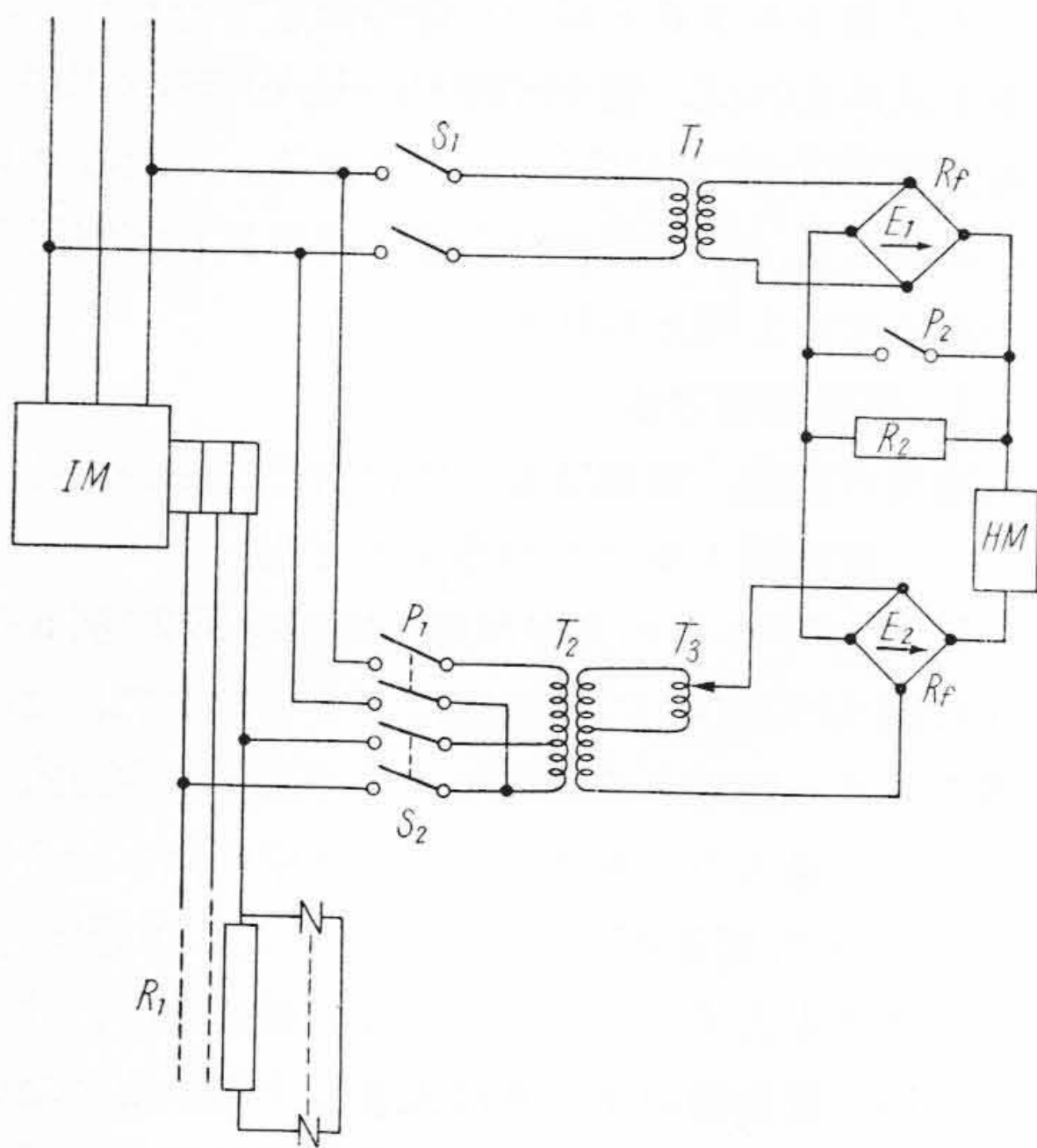
上述のように、本方式では有効、かつ簡単に速度調整、制御が行えることがわかる。

4.2.4 速度変動率改善の方式

本方式によれば、すでに述べたように、 $1/3 \sim 1/5$ 低速において速度変動率は10～20%くらいである。これをさらに良くするためには次の方式がある。

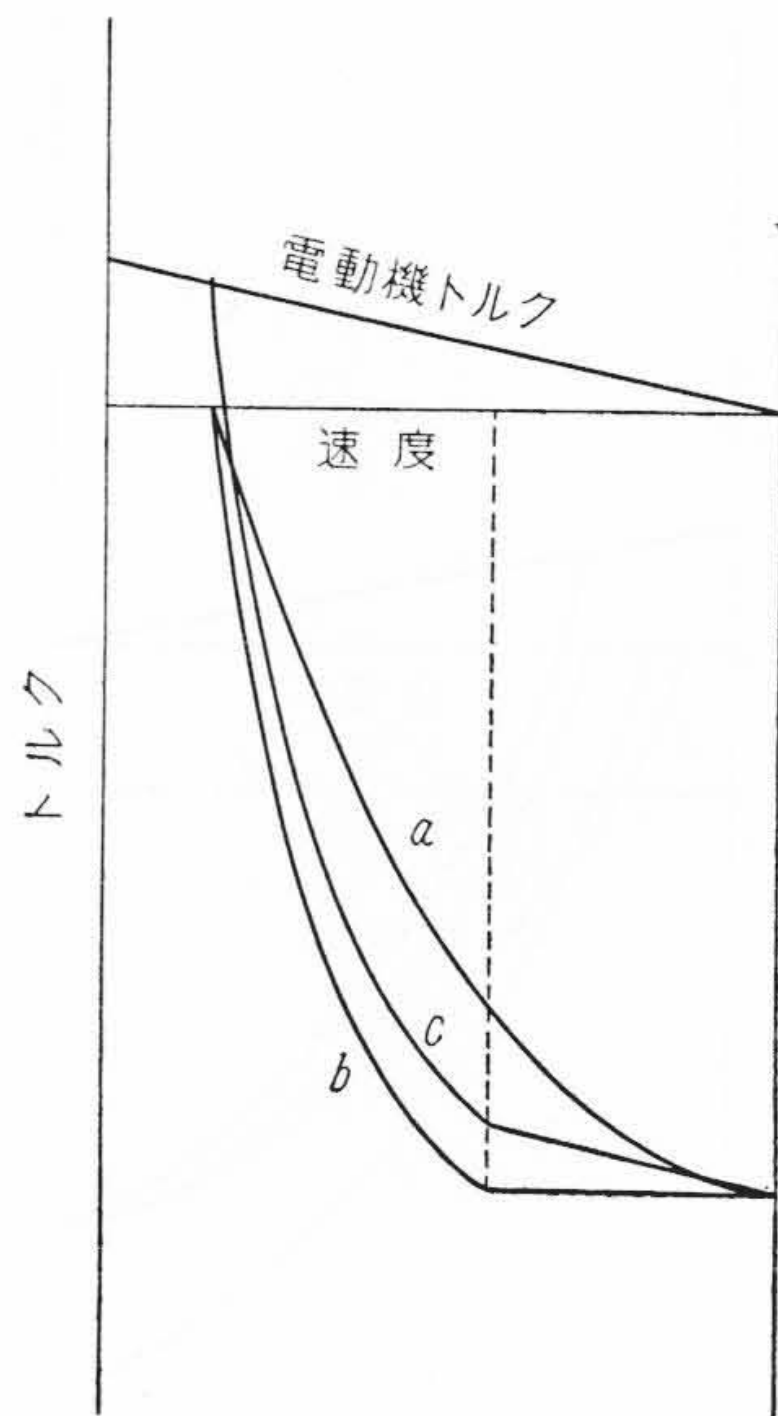
(1) 負荷選択法

負荷の大小を機械的⁽³⁾、電氣的方法により選択し、自動的に変圧器タップを切換えHMの制動力を調整し、負荷の大小による速度の変動を小にする方法で



IM 誘導電動機
Rf 整流器
T₁T₂ 変圧器
T₃ 電圧調整器
R₁ 二次抵抗
R₂ 調整用抵抗
P₁P₂ 巻上用切換スイッチ
S₁S₂' 巻下用切換スイッチ

第28図 差電圧制御方式結線図



(a) 標準方式制動力曲線
(b) 差電圧制御方式による制動力曲線
(c) 差電圧方式による合成トルク曲線

第29図 差電圧制御による速度特性

ある、HM制御方式が電圧制御であるので、この方法は特に有効であると考えられる。

(2) 差電圧制御法

HMに一次側からの定電圧と、二次側からの可変電圧の差を印加し、ブレーキを動作させるものであつて、結線図を第28図に示す。二次側からの供給電圧 E_2 を、一次側供給電圧 E_1 より大きくとり、ある速度において E_1 電圧と E_2 電圧が等しくなるようにすれば、HMの押上力はその速度において零となり、したがつて制動力は最大となる。そこで第29図

aのような制動力曲線はbのようになり、合成されたトルク曲線はcとなつて荷重の大小による速度変化も少なくなる。

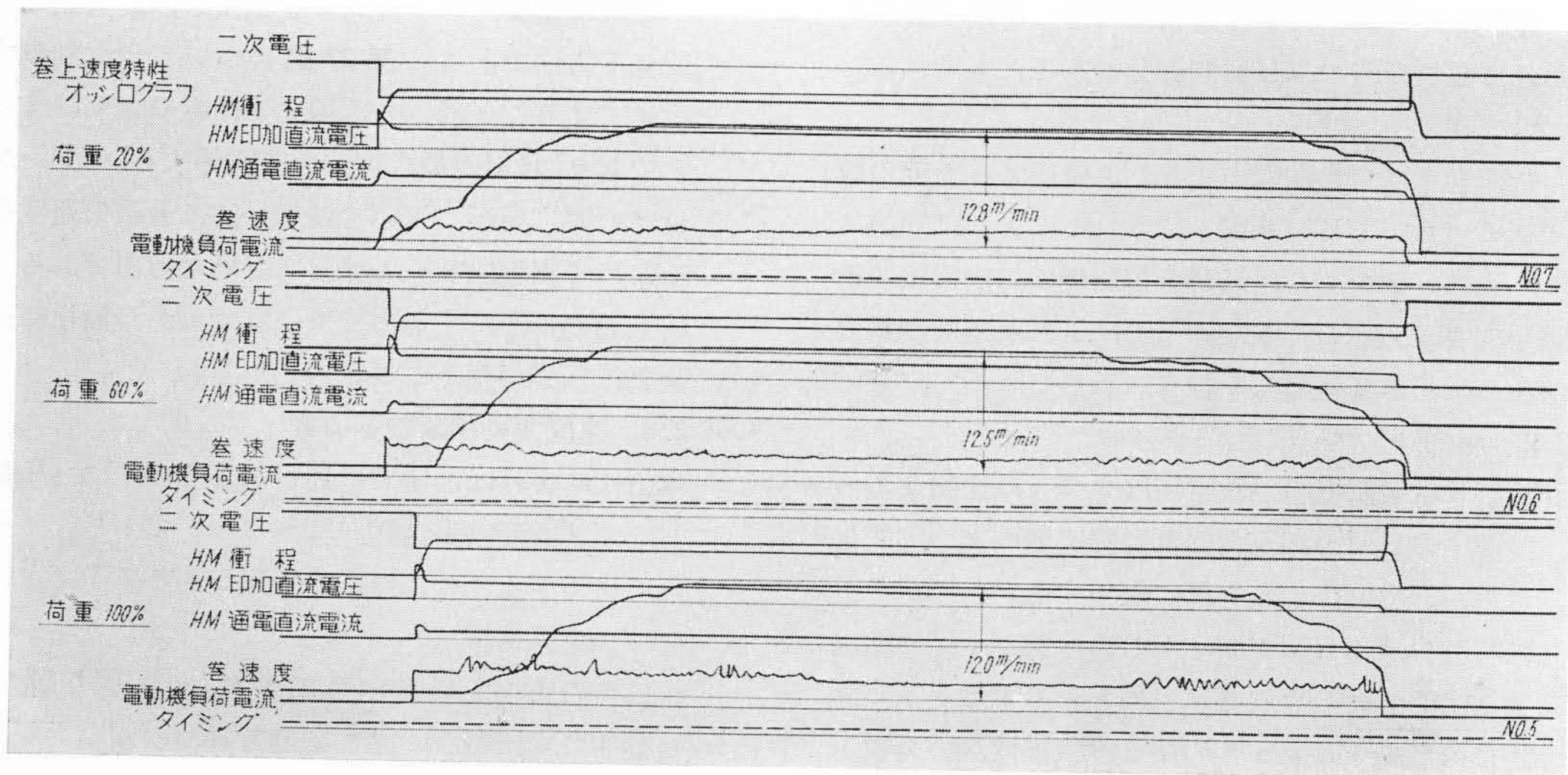
4.3 実施例

このHM制御方式を既設の5t天井クレーンに採用し、最も簡単な二次抵抗による方式で各種試験を行つた結果の概要を次に記す。

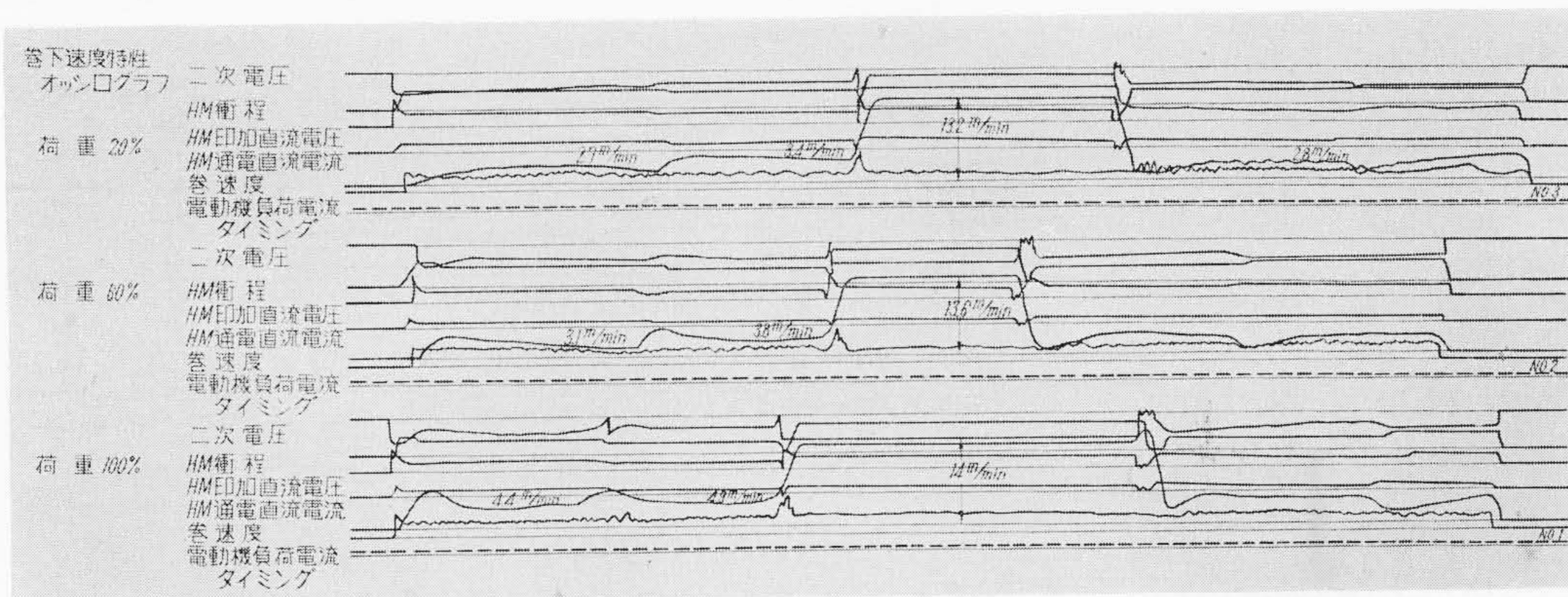
クレーン仕様

荷 重: 5t

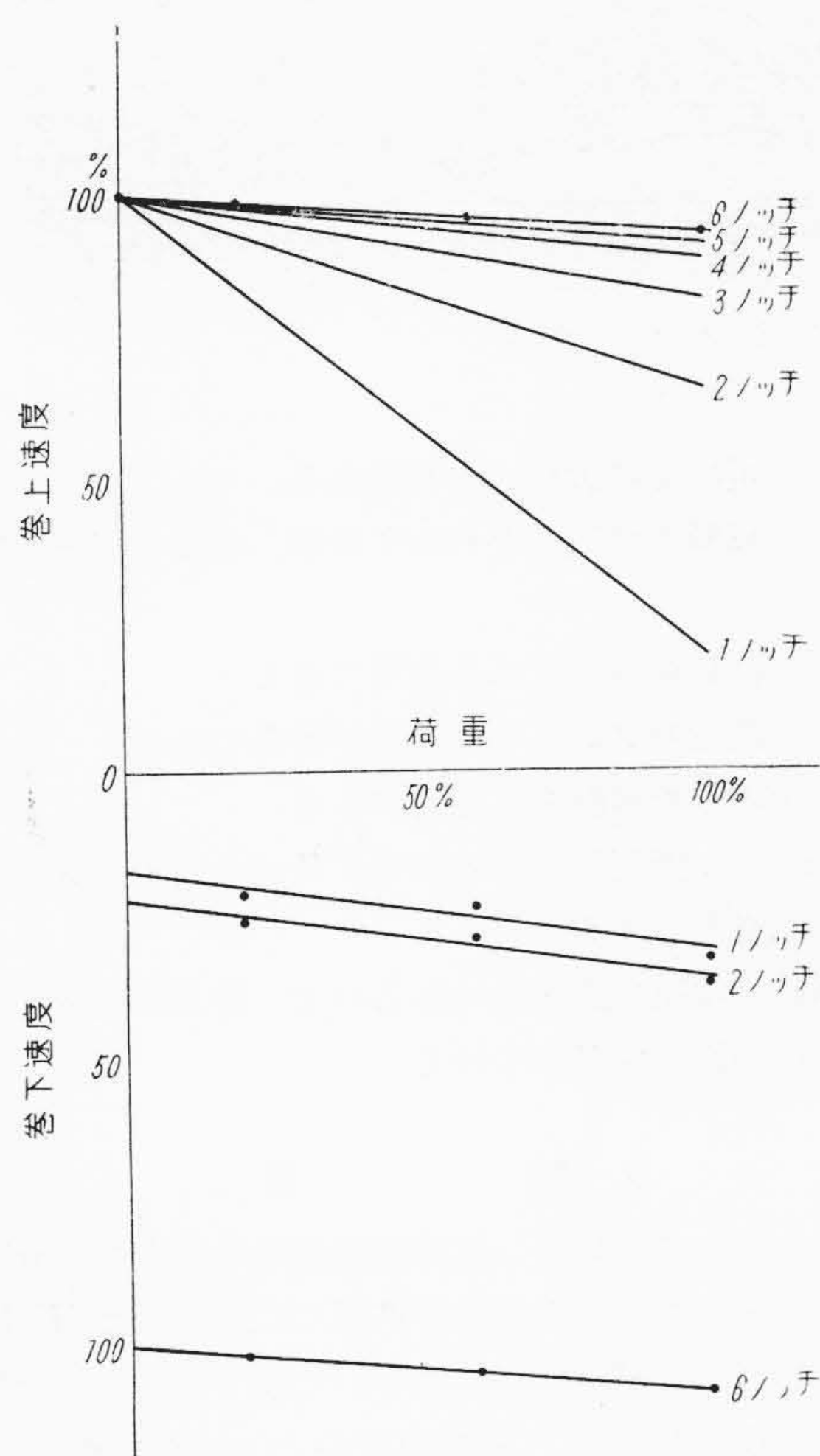
巻 上 速 度: 12m/min



第30図 巻上げ速度特性オシログラム



第31図 巻下げ速度特性オシログラム



第32図 HM制御速度荷重特性

巻上用電動機： 型式 TO—DR₆₀ 15 kW
200 V 50～8P

HMブレーキ： 型式 LS—MUD₆₀ 15 kW 用

制御器： 型式 VC₂—RMI

抵抗器： 型式 CA—G

単相単巻変圧器

4.3.1 速度特性

第30, 31図に荷重100, 60, 20%とした場合の巻上げ, 巻下げに対するオシログラムを示す。これより各

ノッチの荷重に対する速度を求めたものが第32図である。

巻下げオシログラムでわかるように, 押上ロッドはHM制御時全衝程を上らず, 電動機が昇速してくれば, ただちに適当な制動力を加え安定運転に入っている。

4.3.2 インチング特性

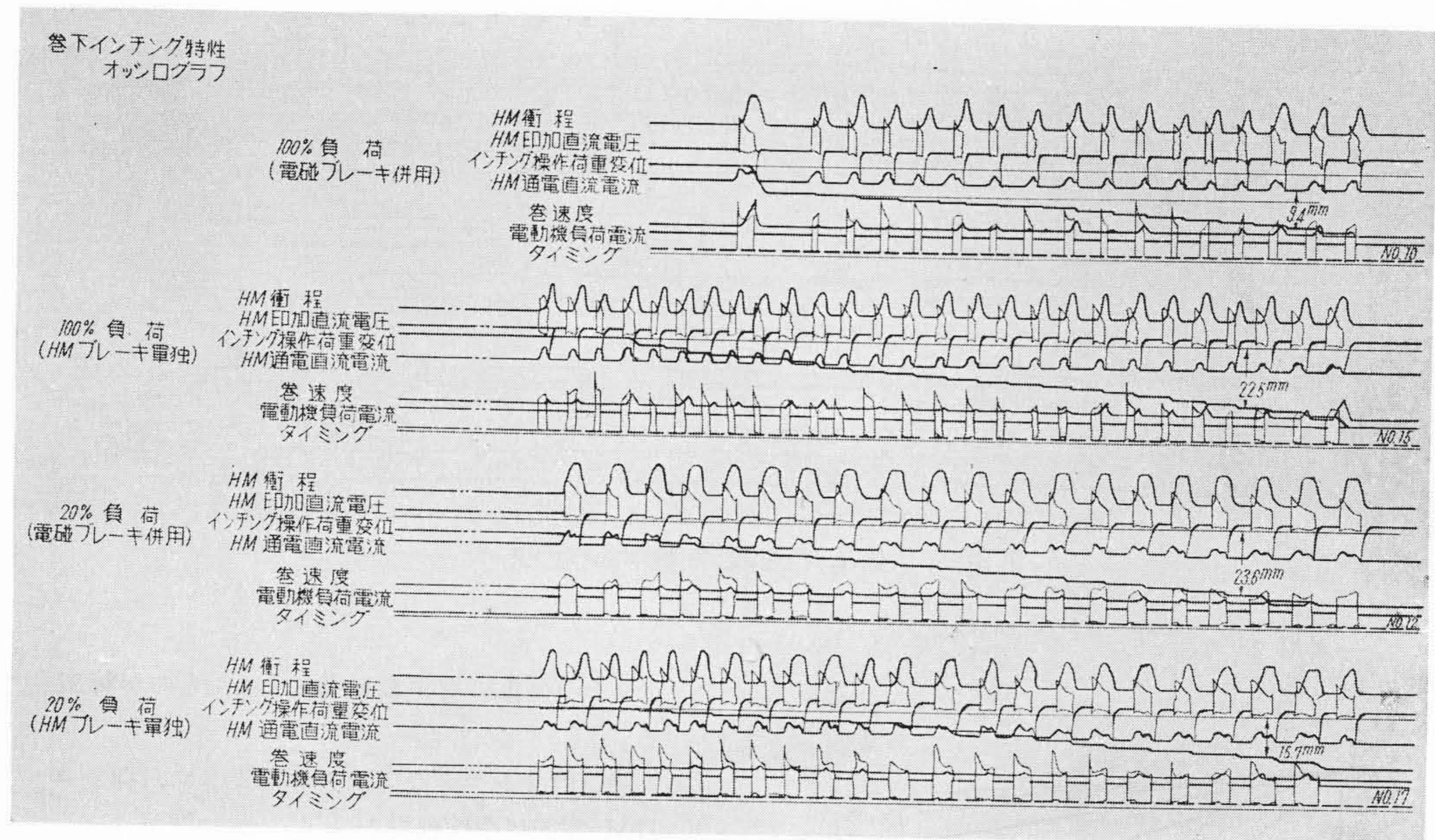
インチングは, IB制御方式の項で述べてあるように, 微小距離の上下に必要な操作であつて, 特に巻下げインチング特性が重要視される。これが良好であるためには, ブレーキに速応性がなければならない。従来の電磁ブレーキの例からみると, 1回のインチングから次のインチングを行う周期は, 0.6～1秒を要している。このうちコントローラのハンドルを, 停止ノッチ—巻下げノッチ—停止ノッチとする時間は, 操作者が荷重の大小, 動きを見ながら行うので多少変わるが, 0.25～0.4秒くらいである。本方式によるインチングも, これと同じように行うことができた。このHMブレーキによるインチング特性と, 電磁ブレーキを併用した場合のインチング特性を第33図に示す。

これをまとめたものが第2表である。オシログラムならびに表でわかるように, 定格荷重5tを吊つたときも, HM押上ロッドは電源の入り, 切りにすみやかに応動しているので, 荷の滑り現象はまったく見られず, 電磁ブレーキを併用した場合とほとんど変わらない。

以上の結果よりこの種小型クレーンでは, HMブレーキだけで速度制御のみならず, インチング, 停止もできることがわかる。

4.3.3 温度上昇

ドラムにシェーを圧着する摩擦制動によるブレーキでは, 制動片の摩耗と発熱が問題となり, ブレーキライニングの温度上昇によつて適用限界が定まるものである, これに関してはすでに研究報告⁽¹⁾⁽⁴⁾されており,



第 33 図 巻下げインチング特性オシログラム

第 2 表 HMブレーキ巻下げインチング特性

荷 重	100 %		20 %	
	HM ブレーキ	電磁ブレ ーキ併用	HM ブレーキ	電磁ブレ ーキ併用
操 作 回 数	22	13	21	26
全移動距離 (mm)	22.5	9.4	15.7	23.6
平均移動距離 (mm)	1.02	0.72	0.75	0.91
最大移動距離 (mm)	2.4	2.1	2.1	1.65

注：巻上速度 12 m/min

日立製作所ではCF制御で多数の実績を有し、本方式の実施にこの経験が生かされ問題なかった。

4.4 適用および特長

以上述べたように本方式は、HMブレーキ単独で巻下げ時 $1/3 \sim 1/5$ 程度の低速と、優秀なインチング特性が得られる特長をもっており、電動機容量 30kW 以下のものに適用できると考えられる。次に本方式の特長を列記する。

- (a) 巻下げにおいて $1/3 \sim 1/5$ の低速が得られる。
- (b) インチング特性がきわめて優秀である。
- (c) 小型クレーンでは、本方式のブレーキだけで速度制御、インチング、停止および荷重の保持が十分できる。
- (d) 変圧器のタップ切換えにより、また制動パネの調整によつて簡単に使用目的に適する速度が得られる

ので、現場での調整は容易である。

(e) HMの構造はきわめて簡単、頑丈で点検が容易である。

(f) 軽負荷巻上げにも適用できる。

(g) 既設のクレーンの改造が容易である。

一方次の点を考慮する必要がある。

(i) 摩擦制動であるのでブレーキライニングの交換を必要とする。

(ii) 電圧制御方式であるので、巻下げ速度は電源電圧の影響を多少うける。

5. 結 言

以上主としてクレーン用誘導電動機の安定な低速運転の新方式として、日立製作所が新たに開発したIB制御方式、およびHM制御方式について述べた。これを要約すると、IB制御方式は定格速度の $1/10$ 程度の低速を得るに適し、HM制御方式は電磁ブレーキなしで $1/3 \sim 1/5$ の低速と、優秀なインチング特性が得られるので、据付面積を縮少できるという利点がある。本稿が関係諸氏に多少なりとも御参考になれば幸と考える次第である。

参 考 文 献

- (1) 森泉：日立評論，26，390（昭 18-7）
- (2) 電気工学ハンドブック，807 電学会 1951
- (3) 実用新案公報 1957（昭 32）
- (4) 平栗：日立評論，25，146（昭 17-3）