

クレーン用三相誘導電動機の制御装置

Control Equipment for Three-phase Induction Motors for Crane Use

藤田 茂 惟*
Shigenobu Fujita

藤沢 奎 二*
Keiji Fujisawa

市川 博 昭**
Hiroaki Ichikawa

要 旨

クレーン用三相誘導電動機に関する新しい JEM 規格が制定されたのを機会に最近の制御関係について総合的に触れ、速度制御方式、操作方式あるいは制動方式など、従来より踏襲されている方式に加え、新製品や改良品につき紹介した。

1. 緒 言

一般産業の中で荷役機械の果たす役割は大きく、中でもクレーンの占める位置は重要である。クレーンの性能、ひいてはその制御装置の性能が産業の能率増進に与える影響は甚大である。

したがってクレーン用電動機の制御装置は

- (1) 製鋼クレーンのように高速、高ひん度、かつ低速を必要とするものには、クレーンの用途、種類
- (2) 横行、走行など負荷が正のみのもの、巻上、俯仰などのように負荷が正負に変わるものなど負荷の種類
- (3) 大形製品運搬用には見通しの良い機上運転、機械据付など微調を行なうものには床上運転などの作業性

を検討し最も目的に合致し高性能、かつ経済性の良い制御方式および器具の選定を行なわなければならない。

以下、クレーン用三相誘導電動機の JEM 規格改訂を機会に、改めてクレーン電気品としての各種用途に対する制御器具および装置について、現在用いられている方式と今後の傾向について述べる。

2. 速 度 制 御

クレーンの速度制御は円滑な加速減速により始動停止時の荷振れの防止、衝撃の緩和、着床の精度を良くするために行なわれる。したがってバケットクレーンの巻下のように特に制御を必要としないもの、組立用のように停止精度を必要とするものなど、その目的に応じて適切な方式を選ぶ必要がある。

2.1 正トルクのみ制御

横行・走行・旋回など常に正負荷の制御には、一般に二次抵抗制御が用いられ、さらに用途により減速用の装置を併用することがある。

2.1.1 一次電圧制御

小容量の横行、走行用電動機にはかご形誘導電動機を使用する場合がある。一般のかご形誘導電動機は始動電流が大きいため、一次抵抗制御⁽¹⁾により電流制限を行なう方式が用いられる。日立製作所では始動トルクが大きく始動電流の小さいかご形モートル(日立製作所商品名マグネトロモートル)を発表⁽²⁾し好評を得ている。

マグネトロモートルの制御は一次側にリアクトルを使用し、熱損失を少なくしている。リアクトルにはタップを設け、トルク調整可能としている。その速度-トルク曲線の一部を図1に示す。

2.1.2 二次抵抗制御

電動機の二次抵抗により速度-トルク特性が比例推移することは良く知られている。この方式は負荷の大きさにより速度が大きく変化する、軽負荷で低速が得られないのが欠点である。そのため

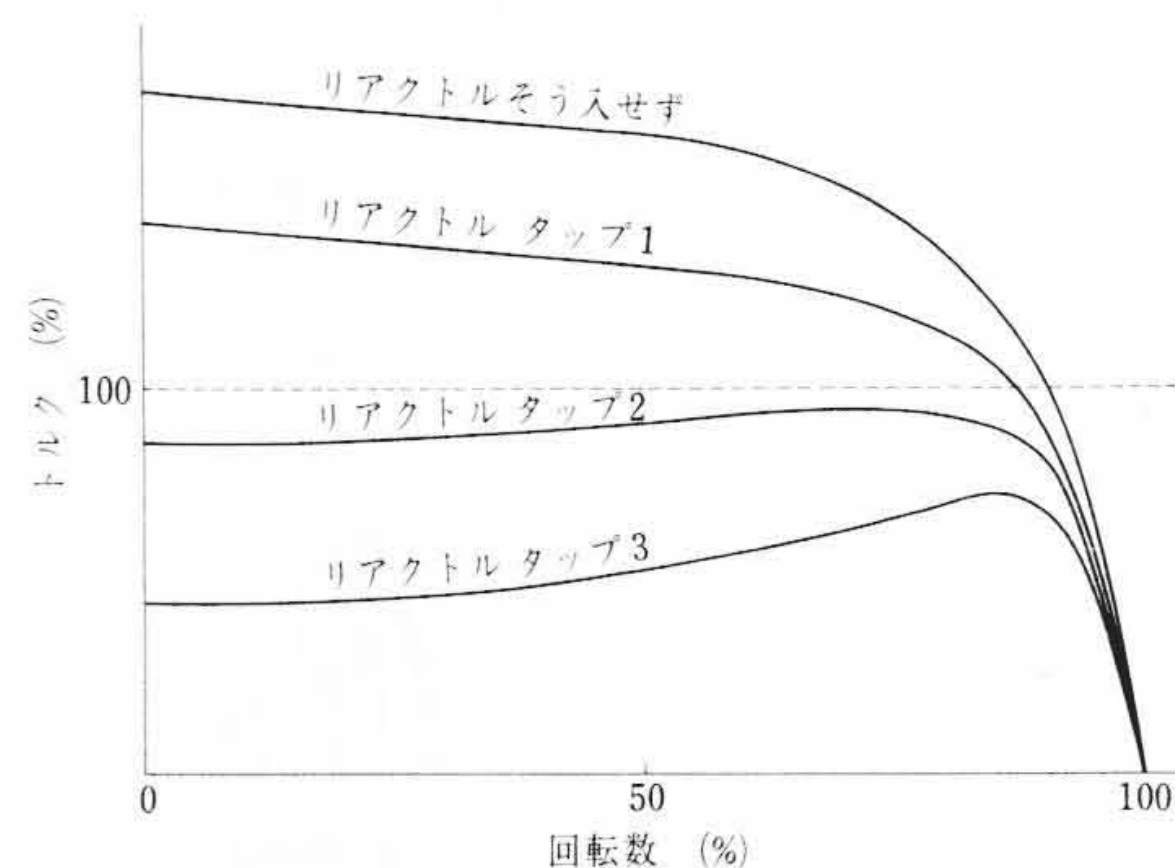


図1 マグネトロモートル速度-トルク特性の一例

走行などでは制御器に惰行(コースチング)ノッチを設け、適当に減速したところで制動する方法が用いられる。さらに GD^2 の大きいものや、最近の高速クレーンなどでは惰行に時間を要し、また直接制動すると衝撃が大きいため減速用の制動装置(たとえば後述の CF ブレーキ、IB、ダイナミックブレーキ制御)を併置し低速を得る方法も用いられている。

2.1.3 並 列 運 転

橋形クレーンなどスパンの長いクレーンには電動機を両脚に設置して並列運転を行なう。誘導電動機の並列運転の方法に、負荷が両電動機にほぼ均一に掛かるものには共通二次抵抗法⁽³⁾、大幅に変わるものにはパワーセルシン法⁽⁴⁾などがある。これらは起動時に両電動機の位相を一致させる必要がある。また電磁ブレーキなど制動機にバラツキがあるため両電動機は停止時に同期はずれを生ずることがある。そこでパワーセルシン法の場合、駆動モートルを止め次に電磁ブレーキを掛け完全に停止してからセルシンの励磁を消し、最後まで同期を保持する方法が用いられる。

しかし電氣的に同期を取り得たとしても車輪の径差、スリップなど機械的要因で幾何学的に位置のズレをガーダーに生じ、このズレが積算され、ついには思わぬ事故をまねく恐れがあるためなんらかの方法で時々ガーダーのねじれを矯正してやる必要がある。

2.2 負荷が負となる場合の制御

巻上、俯仰、引込のように負荷が正および負になるものは、負負荷のとき二次抵抗制御では同期速度以下の運転ができない。そこで低速を得るための種々の方法が考案され、最近ではサイリスタを使用する制御が漸増している。

2.2.1 CF 制 御⁽⁵⁾

CF 制御とは日立製作所の CF ブレーキを用いた巻下制御の名称で、サーボリフタ(電動油圧押し上げ機の日立製作所商品名)に主誘導電動機の回転速度に応じた周波数の二次電圧を供給し、これによる押し上げ力とブレーキパネ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、自動的にブレーキしながら主誘導電動機

* 日立製作所習志野工場

** 日立製作所日立工場

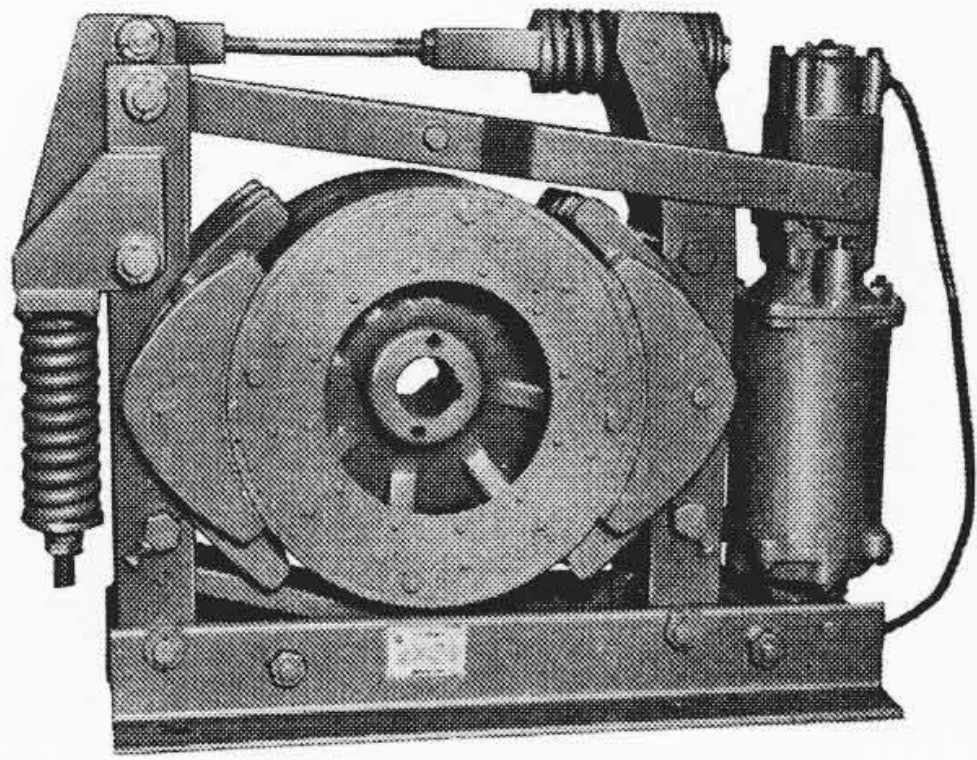
(形式 LS-HY₂)

図2 CFブレーキ

を低速運転させるものである。

CFブレーキはサーボリフトおよび機構部より成り、機構部には周波数に応じたサーボリフトの押上力によって制動トルクを効果的に変えるため独特のレバーリング機構を採用している。図2はCFブレーキの外観である。

ブレーキドラムおよびシューは、CF制御時に生ずる摩擦熱を効率よく放散させるために特殊な構造としている。

制動トルクは容量により若干の差異はあるが電動機定格トルクの220～300%程度である。CFブレーキのシリーズは制動トルクを標準数R20/3の数列とし、6～250 kg-mの12機種である。表1に標準仕様を掲げた。これは新しいJEM 1202による電動機にも適用でき、電動機の使用率が25%ED、40%EDの両者に共用できる。60%ED以上のものは原則としてCF制御は行なわない。

なお走行などの正負荷に使用する場合電動機駆動トルクを適当に選ぶと、所要の低速を得ることができるので応用範囲は広い。

2.2.2 IB制御⁽⁶⁾

IB制御とは渦電流を利用して電磁的に制動する方式の日立製作所の名称である。IBは、自由に回転できる渦流円筒と固定された磁極および励磁コイルから構成され、制動トルクは励磁電流が大きいほど、速度が速いほど大きくなる。そして直結する誘導電動機が同期速度の1/5速度で回転しているときの発生トルクの大きさで定格を表わす。表2はその標準値を示したものである。

(1) 簡易制御

負荷にかかわらず一定の励磁電流を流して低速を得る方法である(速度-トルク特性は表3参照)。この方式はCF制御と同様速度変動率が比較的大きいが、励磁電流を任意に選ぶことにより定

格負荷における所要の速度を得ることができるとともにコントローラのノッチにより励磁電流、二次抵抗を変化して設定速度を変えることができる。

(2) 自動制御

三相誘導電動機の二次電圧が速度に比例することを利用し、所定の速度の電圧にコントローラであらかじめ設定し、一方負荷の変動による回転数の変化を電動機の二次電圧で検出し、この両電圧の差を取り出す。この電位差によりサイリスタの点弧角を制御することによりIB励磁電流を自動的に調整し、速度の自動制御を行なうものである。その基本回路を図3(速度-トルク特性(表3))

表1 ブレーキの標準仕様

形	式	定格制動 トルク (kg-m)	サ ー ボ リ フ タ				
			押上力 (kg)	衝 程 (mm)			定 格
				全衝程	有効衝程	遊び	
LS ₆	HY ₂	5.6	20	50	45	5	連 続
LS ₈	HY ₂	8	30	50	45	5	連 続
LS ₁₁	HY ₂	11.2	30	50	45	5	連 続
LS ₁₆	HY ₂	16	30	50	45	5	連 続
LS ₂₂	HY ₂	22.4	30	50	45	5	連 続
LS ₃₂	HY ₂	31.5	50	75	65	10	連 続
LS ₄₅	HY ₂	45	50	75	65	10	連 続
LS ₆₃	HY ₂	63	50	75	65	10	連 続
LS ₉₀	HY ₂	90	75	100	80	20	連 続
LS ₁₂₅	HY ₂	125	75	100	80	20	連 続
LS ₁₈₀	HY ₂	180	125	150	120	30	連 続
LS ₂₅₀	HY ₂	250	125	150	120	30	連 続

表2 IB標準仕様表

新JEMクレーンモートル

IM…40%ED		IB…10%ED		IM…25%ED, IB…6%ED				IBの最低 回 転 数	
出力 (kW)	極 数	ト ル ク (kg-m)		出力 (kW)	極 数	ト ル ク (kg-m)		rpm	
		50 c/s	60 c/s			50 c/s	60 c/s		
11	6	10.7	8.9	13	6	12.7	10.6	200	240
15	6	14.6	12.2	17	6	16.6	13.8	200	240
22	6	21.5	18	25	6	24.5	20.5	200	240
30	6	29	24.5	33	6	32	27	200	240
37	6	36	30	40	6	39	33	200	240
45	6	44	37	50	6	49	41	200	240
55	8	72	60	63	8	82	69	150	180
75	8	98	81	85	8	111	93	150	180
90	8	117	98	100	8	130	108	150	180
110	10	179	149	125	10	203	170	120	144
132	10	215	179					120	144

注：IBの絶縁級はFまたはH種絶縁とする。

表3 各種巻上制御の比較

	CF 制 御	IB 簡易制御	IB 自動制御	発電制動制御	リアクトル制御	リアクトル制御
特 性						
速度変動率	大	大	3~5%	大	3~5%	3~5%
軽負荷時	容 易	容 易	容 易	困 難	容 易	困 難
制御性	やや劣る	普通	すぐれている	普通	最もすぐれている	すぐれている
保守	普通	容易	やや困難	容易	やや困難	困難
制限容量	75 kW	なし	なし	なし	なし	なし
価 格	きわめて安価	安 価	小容量は安価、大容量は普通	普通	高 価	やや高価

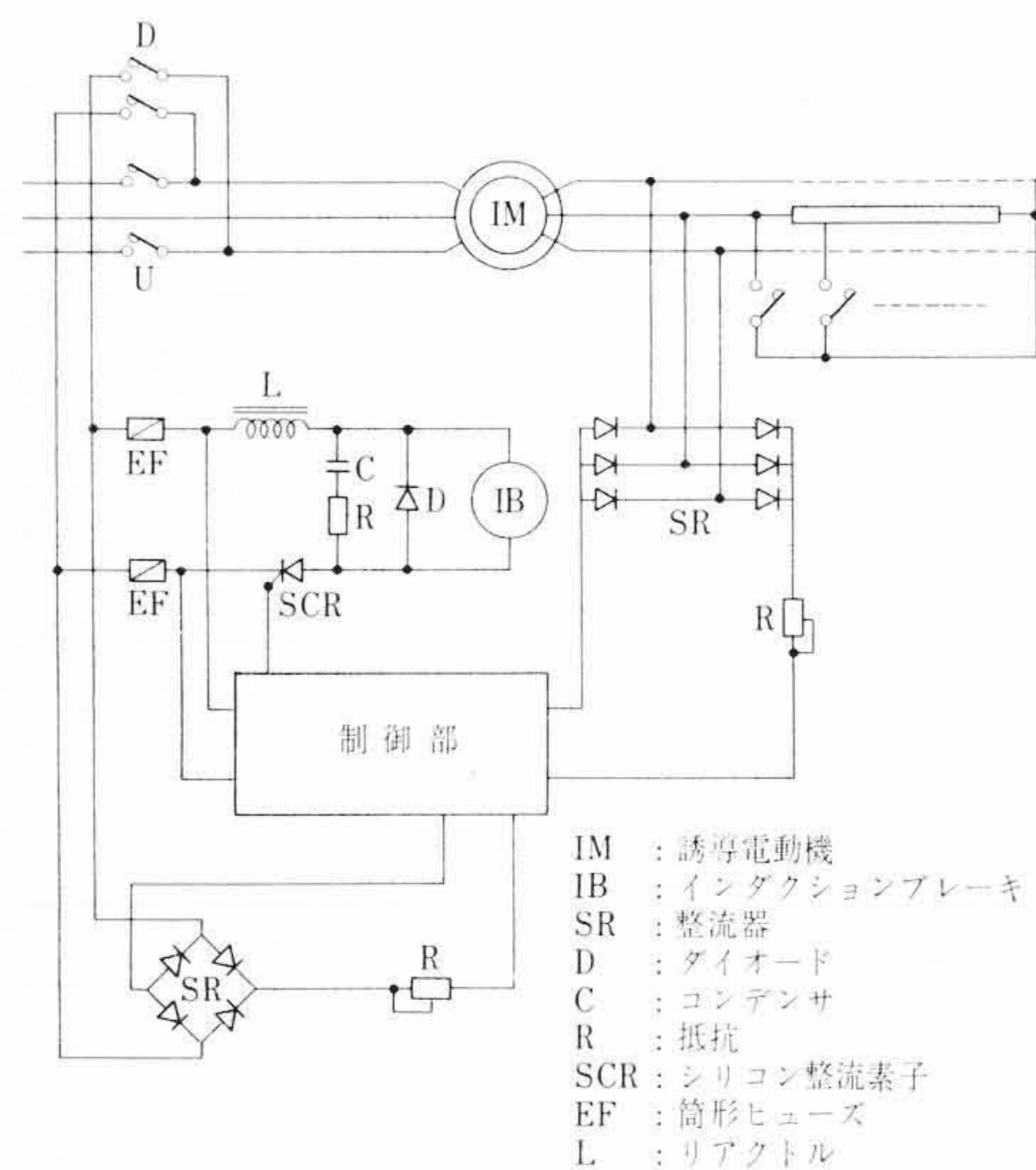


図3 IB基本回路

に示す。このように自動制御を行なえば速度変動率を3~5%程度にすることができる。また共づりを行なうものでも速度変動率を一致させるだけで使用することができるが、重要度によりさらに両者の速度を検出して負荷の不平衡による速度の変化を抑えることができる。

IBの自動制御装置には従来磁気増幅器が用いられていたが、現在ではサイリスタを使用するのが一般的となっている。

2.2.3 発電制動による制御

クレーンの巻下制御に発電制動 (dynamic braking) を用いる場合には、誘導電動機を交流電源から切り離し、固定子側に直流を入れて励磁する。回転子は荷重によって回転するので、回転子巻線に電圧が発生する。これを二次抵抗に消費させることにより回転エネルギーは次第に減少し、停止に至るかあるいは消費する電力と回転エネルギーが釣り合ったところで速度が一定となる。

この方式は速度変動率が悪く(表3参照)駆動トルクがないため低速になるに従い制動力が弱まり、フックロードのような軽負荷での巻下運転が困難となる、など欠点はあるが、前者は励磁電流を自動制御することにより変動率を3~5%程度にすることができる。後者は回生制動で巻下運転を行ない、停止地点近傍で制動するなど実用上支障のないところで使用されており一般に自動制御されない。

2.2.4 リアクトル制御

リアクトル制御は誘導電動機の一次側に可飽和リアクトルをそう入して電動機の印加電圧を変え速度制御を行なう方法と、二次側に可飽和リアクトルをそう入し、二次インピーダンスを変えて速度制御する方法の2とおりがある。一次電圧制御においてはさらに図4(a),(b)の2とおりがある。(a)はケーブルクレーンの「横行」あるいは、水平引込クレーンの引込みのように運転の途中において電動機の負荷が正負に変化する所に使用される。特に軽負荷の巻下低速が必要となるときに用いる方法であり、多くの巻上制御は(b)の方法で十分その目的を達することができる。

これは巻上、巻下の中間ノッチをリアクトルで速度制御するものであって、ごく軽い負荷の低速巻下は困難であるが、実用上発電制動と同様全速巻下を行なって何ら問題ないので、特別な場合を除き(b)の方式が用いられる。しかし巻下運転の低速度特性が議論の対象の一つになる場合があるので、各種制御との性能的、経済的な比較を表3に示す。

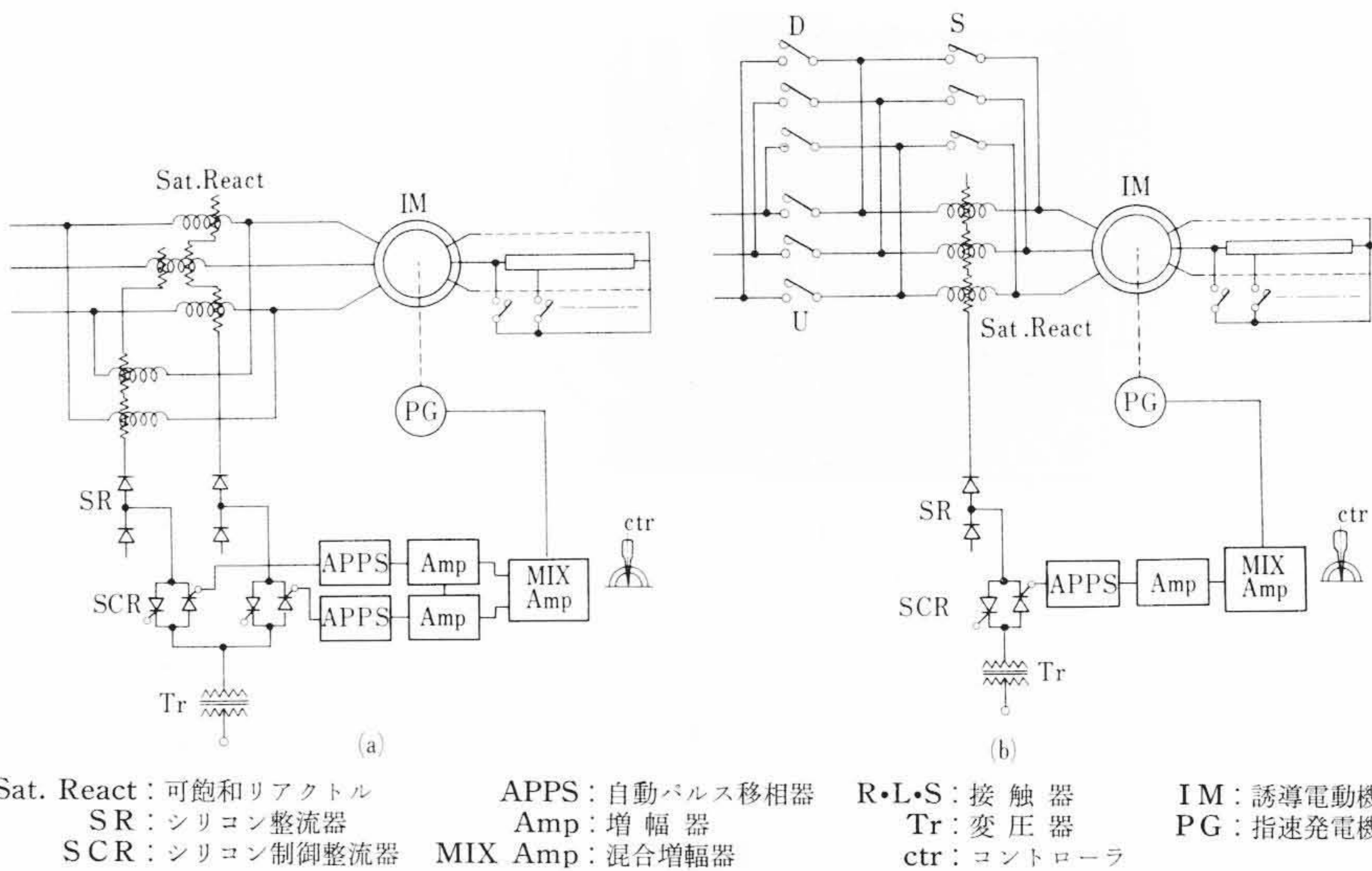


図4 リアクトル制御基本回路図

リアクトル制御においてコントローラをたとえば誘導形にし連続的に指令値を変化させるようにする⁽⁷⁾と、1ノッチ以下の低い速度でクレーンを使用することができる。造船クレーンなどで、荷の位置合せを精密に行なうことの必要な場合には威力を存分に発揮できる。

2.3 制御用器具

2.3.1 保護装置

現在多くの一般天井クレーンでは、モートルの保護を行わず単に短絡保護として筒形ヒューズ、あるいは配線用遮断器が用いられており、さらにモートルの保護を行なう場合には熱動過負荷継電器が用いられている。しかし始動ひん度の激しいクレーンモートルの過負荷保護には、熱動形では電動機との熱慣性が大幅に異なるため完全な保護ができない。またトロリー、機内配線の短絡事故のとき継電器に過電流強度がないので焼損する。したがって最近では電磁形の電流継電器が用いられる傾向にある。

直接および複合制御の保護器具は一括して共用保護盤に収納されるが、間接制御のものは制御盤に保護回路を含め、共用保護盤の形を取らないのが最近の傾向である。

2.3.2 盤用器具

電磁接触器は製鋼など重工業用として構造が単純で、保守が容易で性能上顧客の絶大なる信用を博しているクラッパ形が用いられる。一般天井クレーンには据付面積の小さい小形軽量の水平プランジャー形接触器が使用されている。

加速方式には日立製作所独特の電流制限器を使用しているため、巻上など過負荷の場合タイマー方式のように自動加速しない。運転者が過負荷であることがわかるので電動機を焼損することはない。

2.3.3 二次抵抗器

抵抗器は特殊鋳鉄製のグリッド抵抗体をプレス加工された一枚板のエンドプレートでささえたもので、据え付けたまま各段ごとに引出しが可能であり、さらに接続端子を片側に配列して修理、点検が容易にできるようにしてある。図5はその外観である。

なお製鋼関係では最近需要の多くなってきている特殊スチール製のグリッド抵抗体を用いた抵抗器も開発されている。

3. 操作用器具

3.1 制御器

クレーン用可逆制御器のうち、直接制御用の接触子としては従来

から回転するチップをもったいわゆるローラフィングを使用し、このチップを銅製のセグメントと接触させて制御を行っていたが、特に最近の高ひん度運転のすう勢に應ずるため、主回路開閉用として独特の押切り形接触子を用いたカム形制御器を製品化し、直接制御可能の範囲を拡大した。また間接制御用として、操作回路用の補助接触子を内蔵した主幹制御器がある。

3.1.1 直接制御用可逆制御器

主回路の開閉に使用されている接触子を K-105 と呼んでいるが、制御器の特長、性能はこの接触子によって決まるので、まず K-105 について述べる。

(1) K-105 の構造および性能

導電部以外はほとんど絶縁物で構成されているため電氣的にも信頼性が高い。図 6 に外観を示す。動作機構には押切り形を採用しているため遮断が確実で安全となっている。接点には摩耗の少ない特殊銀合金を使用し、可動、固定の両接点を共用とし互換性を持たせているほか、接点の交換が一方向からドライブで簡単にできるようにしてある。端子部も配線の便宜を考慮して向きを一方向にまとめ、線押えを付けてある。K-105 は制御器の一次側および二次側両開閉用に使われているが、一次側用接触子にはアークシュートを取り付けて遮断を確実なものとしている。K-105 の遮断試験のオシログラムを図 7 に示す。

操作回路用の補助接触子としては交流回路用として KD-1、直流回路用として K-2 と呼称する接触子を使用している。以上の性能を表 4 に掲げた。

(2) 構造と標準仕様

標準形の制御器はクランクハンドル付となっており、0 ノッチでハンドルのノブを押さなければ回転できない機械的インタロックが設けてある。外観を図 8 に示す。接点の交換ばかりでなく、接触子自体の取りはずし、配線なども簡単にできるようになっている。そのほか操作回路用の補助接触子が内蔵されている。また複合制御用として、一次側主回路電磁接触器操作用の補助接触子と二次側主回路用接触子を内蔵した複合制御器がある。以上述べた制御器の標準仕様を表 5 に示す。

3.1.2 主幹制御器

主幹制御器は一次側用および二次側用としていずれも補助接触器を内蔵し、この接触子によってそれぞれの電磁接触器を動作させている。電動機容量 55 kW を越えるものに適用されるほかに、一般の制御器だけではできない複雑な制御や特に高ひん度使用の場合に用いられる。補助接触子としては前述のように交流操作

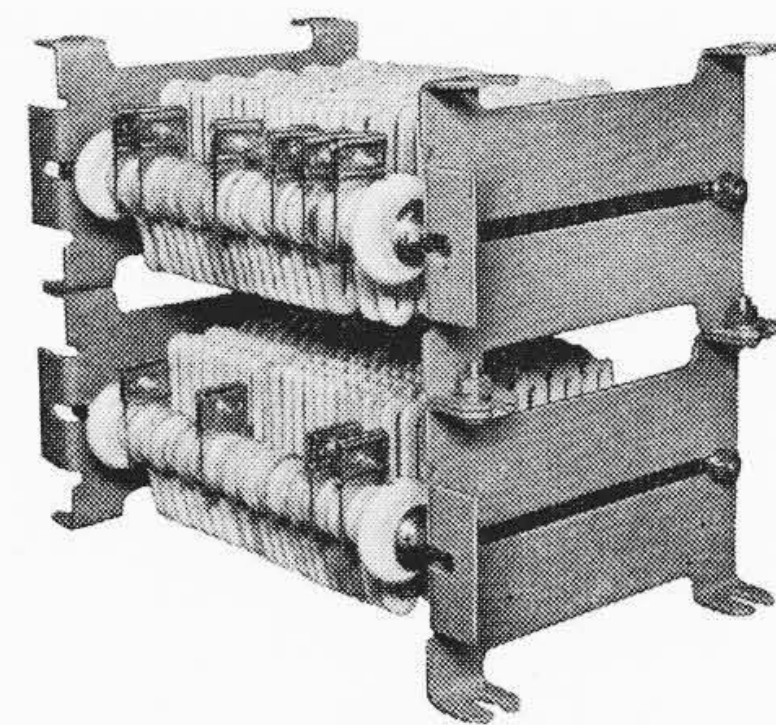
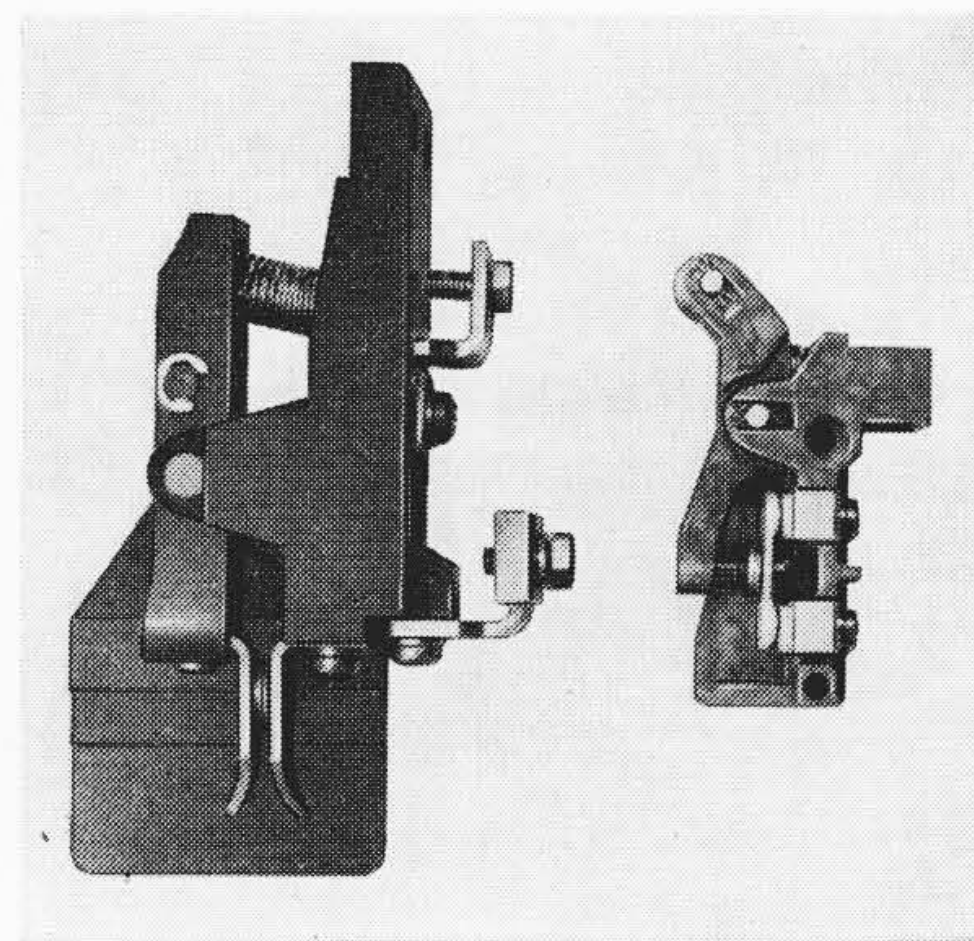


図 5 二次抵抗器



(左から K-105 (アークシュートなし), KD-1)

図 6 接 触 子

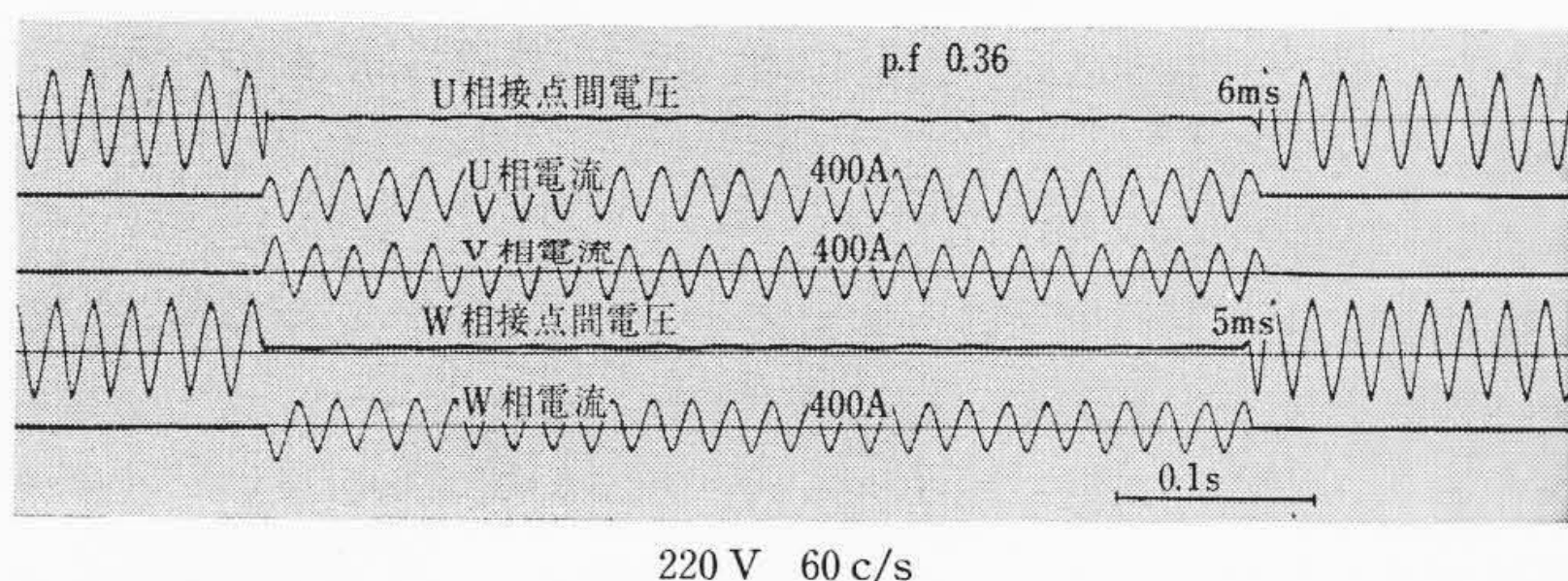
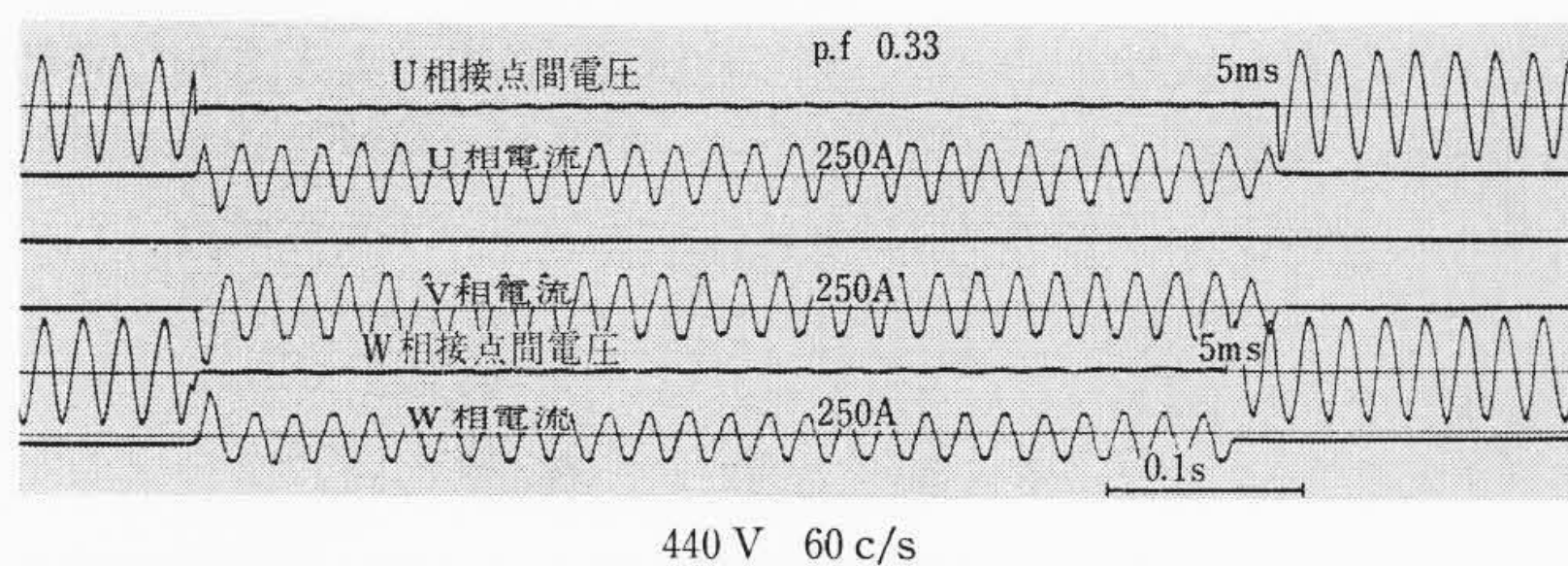


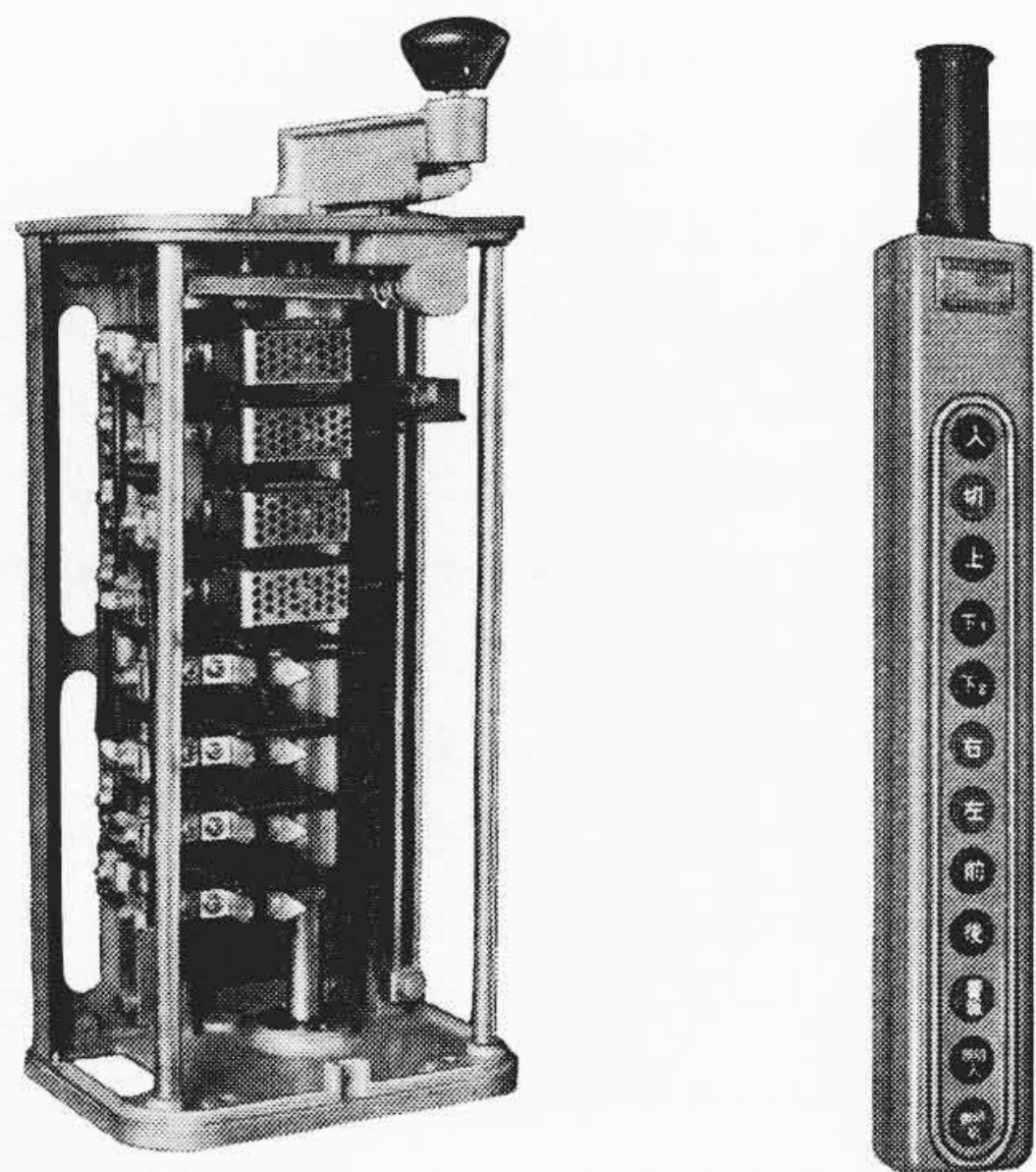
図 7 主回路用接触子 K-105 遮断試験オシログラム

表 4 接 触 子 性 能 表

種 類	定 格 電 流	性 能			用 途
		遮断電流量	電氣的寿命	機械的寿命	
K-105	AC 440V 50A	AC 440V 250A	50 万回以上	500 万回以上	主 回 路
	AC 220V 90A	AC 220V 450A			
KD-1	AC 440V 3A	AC 440V 30A	100 万回以上	500 万回以上	操作回路

表 5 制 御 器 の 標 準 仕 様

用 途	直 接 制 御				複 合 制 御			
	形	式	適用電動機容量	電 圧	形	式	適用電動機容量	電 圧
一 般 用	VC ₅₂	KR	2.2~25 kW	440V	VC ₅₂	KR ₂	2.2~25 kW	440V
	VC ₇₃	KR	30~45 kW	440V	VC ₇₃	KR ₂	30~45 kW	440V
巻 上 用	CF 制御	VC ₇₂	KRH	2.2~25 kW	VC ₇₃	KRH ₂	2.2~55 kW	440V
		VC ₇₃	KRH	30~45 kW		KRH ₂		
	IB 制御	VC ₇₂	KRE	2.2~25 kW	VC ₇₃	KRE ₂	2.2~55 kW	440V
		VC ₇₃	KRE	30~45 kW		KRE ₂		
走 行 用	VC ₆₂	KRT	2.2~25 kW	440V	VC ₆₂	KRT ₂	2.2~25 kW	440V
	VC ₈₃	KRT	30~45 kW	440V	VC ₈₃	KRT ₂	30~55 kW	440V



(形式 VC₅₂-KR カバー
取りはずした外観)
図 8 直接制御用可逆制御器

図 9 ペンダント
スイッチ

表 6 交流電磁ブレーキの標準仕様

形 式	定 格	制 動 トルク (kg-m)	相 数	定 格 (分)	概 略 電 流 (A)		電 磁 石 仕 様	
					200 V 50 c/s	220 V 60 c/s	衝 程 (mm)	磁 引 力 (kg)
LS ₃	SA ₂	2.8	1	60	2.5	2.1	25	4.5
LS ₄	SA ₂	4	1	60	2.5	2.1	25	4.5
LS ₆	SA ₂	5.6	1	60	2.5	2.1	35	5
LS ₈	SY ₃	8	3	60	1.7	1.3	25	20
LS ₁₁	SY ₃	11.2	3	60	1.7	1.3	25	20
LS ₁₆	SY ₃	16	3	60	1.7	1.3	25	20
LS ₂₂	SY ₃	22.4	3	60	2.2	1.7	25	30
LS ₃₂	SY ₃	31.5	3	60	2.2	1.7	25	30
LS ₄₅	SY ₃	45	3	60	2.3	1.8	30	35
LS ₆₃	SY ₃	63	3	60	2.5	2.0	35	45
LS ₉₀	SY ₃	90	3	60	2.5	2.0	35	45
LS ₁₂₅	SY ₂	125	3	60	4.5	3.5	40	50
LS ₁₈₀	SY ₂	180	3	60	5.8	5.0	40	60

として KD-1 を、直流操作用としては K-2 を用いている。このようにすべて補助接触子のみで構成されているために、制御器自体が小形であり、ハンドル操作も非常に軽くなっている。

3.2 ペンダントスイッチ

床上操作を行なうもので一般に小形のホイスト付クレーンなどに用いられる。図 9 はその代表的なものである。

3.3 無線遠隔制御装置

日立製作所では真空管式の国産 1 号機を開発し⁽⁸⁾、その後トランジスタ方式を発表⁽⁹⁾しているが、さらに安価で取扱いの容易な標準形を開発した。本方式はインタロックチャンネルを設け、これを二重変調し、動作信号と組み合わせて 3 信号 1 動作とし、さらに誤動防止回路を備え、安全性を高めている。操作盤は携帯に便なる構造を有し、押ボタン操作またはハンドル操作で、小形軽量化されている。

4. 制 動 機

クレーンに用いられる制動機は巻上の場合には停止および荷重の保持に、横行、走行においては円滑に停止するために重要な役割を演ずる。

4.1 電 磁 ブレーキ

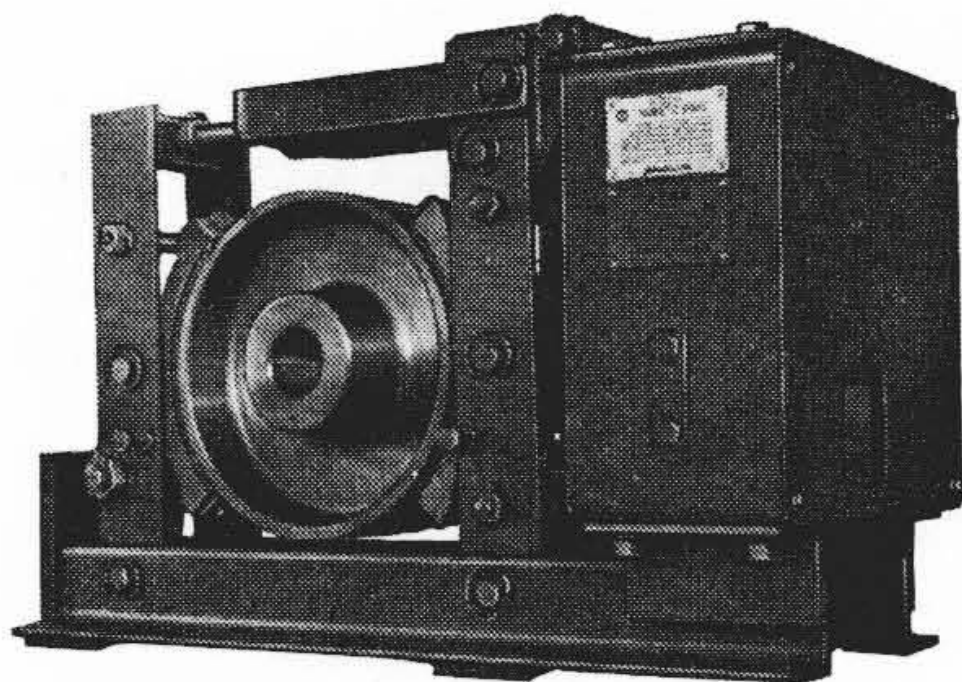
電磁ブレーキとして一般に使用されているものに交流操作式と直流操作式の両者があるが一長一短があり、現状ではこれらの長を生かして使い分けるのが実情である。すなわち一般用クレーンで電動機容量の比較的小さいものには交流電磁ブレーキを、比較的大きいものあるいは特に使用条件が過酷なものには直流電磁ブレーキを採用している。日立製作所においては、標準として巻上用 75 kW までの電動機には交流操作を、75 kW を越えるものには直流操作を使用している。そのほか容量に関係なく使用条件によって直流電磁ブレーキを選定する場合もある。

4.1.1 交流電磁ブレーキ

交流電磁ブレーキは直流電磁ブレーキやサーボリフタブレーキと比較して、電源の入切に対する応答時間が早く、価格も低廉なため最も広く使用されている。しかし電磁石接極時の衝撃や大きな起動電流、電磁石のウナリなど交流電磁ブレーキ特有の問題もある。特に接極時、電磁石より発する衝撃の大きさは電磁ブレーキ本体の寿命に重大な関係があるため交流電磁ブレーキの場合はこの衝撃の緩和と衝撃に対する耐久性という面で工夫がこらされるのが普通である。

(1) 標準機種と仕様

交流電磁ブレーキのシリーズは 13 機種からなっており、これらの定格制動トルクが標準数 R 20/3 の数列の値になっている。定格トルクは 2.8 kg-m～180 kg-m にわたり、このうち 2.8 kg-



(形式 LS₃₀-SY₃)

図 10 交流電磁ブレーキ

m～5.6 kg-m の 3 機種は単相交流操作であり、8 kg-m～180 kg-m の 10 機種は三相交流操作である。なお本シリーズは JEM 1202 「クレーン用全閉外扇巻線形低圧三相誘導電動機」にも通用できるように考慮してあり、同規格電動機の 25%ED および 40%ED の両者に共用である。標準機種とその仕様をまとめて表 6 に示す。

(2) 単相交流電磁ブレーキ (形式 LS-SA₂)

ブレーキ操作用単相電磁石のケースを衝撃緩和のためのエアダシュポットと一体とし、ブレーキライニングの交換も簡単にできるような構造としてある。

(3) 三相交流電磁ブレーキ (形式 LS-SY₃ または LS-SY₂)

(a) 構造と動作

ブレーキは大別して制御部、電磁石部およびオイルダシュポットから成っており、その外観を図 10 に示す。制動はブレーキバネの押圧力と電磁石可動コアの自重との和によってかかり、制動の釈放は電源投入時の電磁石の吸引力によりブレーキバネを圧縮して行なわれる。制動部のうち、ブレーキバネをセットしたバネロッドはそのまま一方を支点として上に持ち上げることができ、ブレーキドラムを取りはずすことなくブレーキライニングの交換を行なうことができる。電磁石部分はその心臓部ともいえるコイルボビンに特殊鋼を使用して過酷な条件に耐えるよう考慮が払われている。電磁石接極時および釈放時の衝撃を緩和するためオイルダシュポットには密封形の圧縮および伸長両効きのものを使用しているが、交流電磁ブレーキの応答性の特長をそこなわないよう特に留意してある。

(b) オイルダシュポット

オイルダシュポットは電磁石の吸引時および釈放時の衝撃に対しこれを緩和するための装置であるが、電磁石動作時の可動コアの速度が磁極間の距離が減少するに従って大きくなるのに対し、オイルダシュポットの抗力は速度が大きくなるため電磁石の接極時の衝撃を緩和するには非常に効果が高い。このダシュポットの抗力の大きさはそのまま電磁ブレーキの特性に影響するため選定に問題がある。すなわち抗力によって電磁石の起動から接極までの時間が長くなる場合は緩衝としての効果はあるが、起動電流がその間流れるためコイルの温度上昇の点で問題があり、さらに交流電磁ブレーキの特長である速応性を減殺することになる。一方電磁石の釈放時の衝撃というのはブレーキ LS-SY₂ および LS-SY₃ の場合可動コアが落下して電磁石ケースの底部を強くたたくために生ずるもので、ブレーキライニングが摩耗しないうちは、可動コアがケースに当たる前にブレーキライニングがブレーキドラムを締め付けるため衝撃はほとんどない。しかしブレーキライニングがある程度摩耗して可動コアがケース底部をたたくようになると衝撃は飛躍的に増大する。このためオイルダシュポットを電磁石釈放時にも効くようにしてある。ダシュポットを取り付けた場合の動作状況を

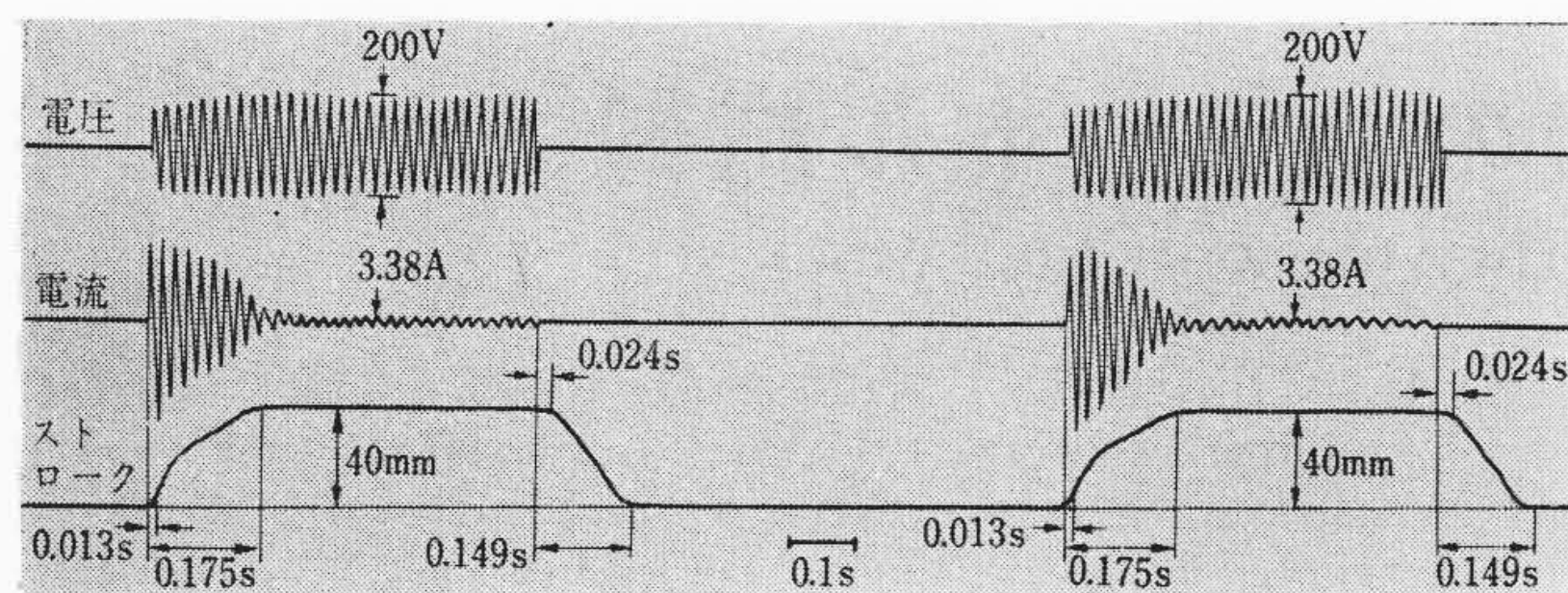
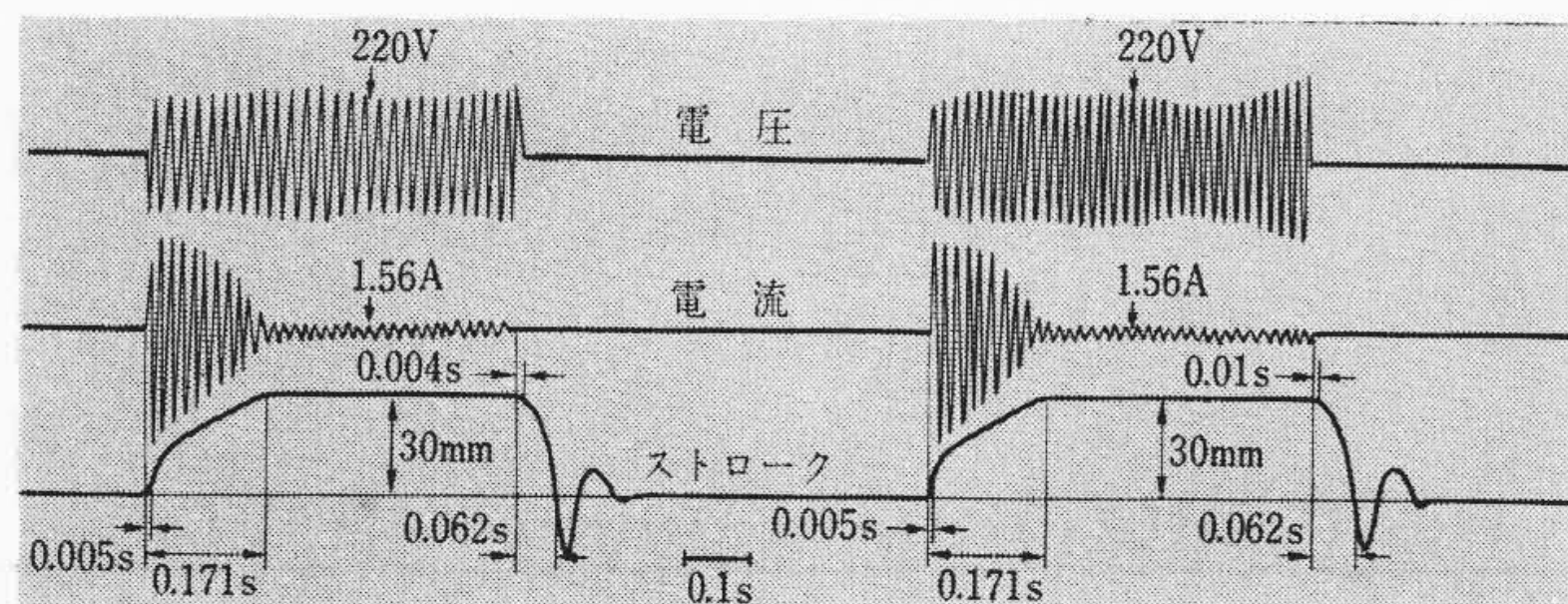
(両効き形ダッシュボット使用時ブレーキ LS125-SY₂)(片効き形ダッシュボット使用時ブレーキ LS45-SY₃)

図 11 オイルダッシュボット使用時の電磁ブレーキ動作特性

図 11 に示す。

4.1.2 直流電磁ブレーキ (形式 LS-SD)

直流電磁ブレーキは JEM-1120「圧延機および起重機用直流電動機用電磁ブレーキ」に準拠して製作されたものである。これは JEM-1109「圧延補機および起重機用直流電動機」に用いる電磁ブレーキについて規定されたものであるが、しかし交流電動機とともに用いる場合でも整流器を併用することにより適用される。直流電磁ブレーキは交流電磁ブレーキに比べて応答性は若干劣るが、動作時の衝撃が小さいので高ひん度での使用が可能で長期間の使用に耐えることができる。電磁コイルの絶縁は B 種で、すべて無機質の絶縁材料を使用し、日立サーモセットワニスを真空含浸してあるので絶縁性能はきわめて良好であり絶縁劣化のおそれがない。

直流電磁ブレーキには付属品としてブレーキコイルの時定数短縮のための直列抵抗と回路を切ったときコイルに誘起する電圧を下げて絶縁を保護するための放電抵抗がついている。標準仕様を表 7 に示す。

4.1.3 サーボリフタブレーキ (形式 LS-TY)

クレーンの横行、走行用のブレーキとしては制動時において、保持している荷に衝撃を与えないために動作時の衝撃の小さいものが望ましい。日立製作所においてはこのような用途に対してサーボリフタにより操作するブレーキを標準化している。サーボリフタの押上力は電磁石と異なり全衝撃にわたり一定であるので動作時の衝撃が小さく、しかも電源投入からブレーキ解放まであるいは電流遮断から制動までの過渡時間が電磁ブレーキに比べて長いために、起動、制動時に荷に与える衝撃が比較的小さい。ただし電磁ブレーキと異なり、ひん繁なインチング操作に十分追従で

表 7 直流電磁ブレーキの標準仕様

形	式	定格操作電圧 (V)	60 分 定 格		連 続 定 格	
			制動トルク (kg-m)	消費電力 (W)	制動トルク (kg-m)	消費電力 (W)
LS	SD ₂₀	110 または 220	13	0.20	10	0.18
LS	SD ₂₅	110 または 220	26	0.26	20	1.22
LS	SD ₃₃	110 または 220	72	0.9	55	0.7
LS	SD ₄₀	110 または 220	130	0.8	100	0.7
LS	SD ₄₈	110 または 220	260	1.4	200	1.0
LS	SD ₅₈	110 または 220	520	2.5	400	1.8
LS	SD ₇₆	110 または 220	1,240	3.8	930	2.7

表 8 サーボリフタブレーキの標準仕様

形	式	定格制動 トルク (kg-m)	サ ー ポ リ フ タ				定 格
			押 上 力 (kg)	衝 程 (mm)			
				全 衝 程	有効衝程	遊 び	
LS ₃	TY	2.8	15	30	20	10	連 続
LS ₄	TY	4	15	30	20	10	連 続
LS ₆	TY	5.6	15	30	20	10	連 続
LS ₈	TY	8	30	50	30	20	連 続
LS ₁₁	TY	11.2	30	50	30	20	連 続
LS ₁₆	TY	16	30	50	30	20	連 続
LS ₂₂	TY	22.4	30	50	30	20	連 続
LS ₃₂	TY	31.5	30	50	30	20	連 続
LS ₄₅	TY	45	50	75	45	30	連 続
LS ₆₃	TY	63	50	75	45	30	連 続
LS ₉₀	TY	90	50	75	45	30	連 続
LS ₁₂₅	TY	125	75	100	60	40	連 続
LS ₁₈₀	TY	180	75	100	60	40	連 続

きない面があるため用途が限られている。標準シリーズは交流電磁ブレーキと同様標準数 R20/3 の数列の値に定格制動トルクを決めてある。構造はサーボリフタを除けば制動部分は交流電磁ブレーキとほとんど同じである。サーボリフタブレーキの標準仕様を表 8 に示す。

5. 結 言

以上クレーン制御において最近一般に行なわれている制御方式およびそれに使用される制御器具について述べた。これらのうちには新製品やあるいはすでに従来より踏襲されてきている製品が含まれているが、クレーン用誘導電動機の JEM 規格が新しく制定されたのを機会に、その制御関係について総合的に記述した。

参 考 文 献

- (1) 榎本, 吉岡: 日立評論 別冊 30 123 (昭 34-7)
- (2) 小野, 磯本: 日立評論 45, 1300 (昭 38-8)
- (3) 松井, 園山: 日立評論 34, 77 (昭 27-2)
- (4) たとえば電気学会編 誘導機
- (5) 森泉: 日立評論 26, 390 (昭 18-7)
- (6) 渡辺, 藤田: 日立評論 46, 1642 (昭 39-10)
- (7) 市川ほか: 日立評論 47, 1834 (昭 40-11)
- (8) 渡辺, 原, 佐々木: 日立評論 42, 1085 (昭 35-10)
- (9) 市川, 藪: 日立評論 47, 873 (昭 40-5)