

mitsubishi

三菱 クレーン用 制御方式



三菱電機エンジニアリング産業システム事業部の「産業機器用制御システム」は、品質システム規格 (ISO9001) の認証取得工場で製造しています。



クレーン用電機品はクレーンの構造,用途,電圧,制御方式などによりその仕様が異なります。またクレーンの使用ひん度によりモータ・抵抗器などの定格が変わり,さらにクレーンの設置場所,環境により電機品の仕様は大きく変わります。

三菱電機では各種の制御方式および制御機器を標準化して,ご使用に適した選定ができるようにまとめています。

1. 制御装置の仕様とその適用

クレーンの制御方式や操作方式およびモータ出力などが同じであっても,回路構成・使用部品の形名など特に電磁制御盤の内容はクレーンの用途などにより若干変わります。当社ではご使用になる電機品がそのクレーンに最適であるものを選定できるように,表1のように分類して準備しています。

また操作方式については表2に示す3種類がありますので,モータ出力や用途によりご使用になる操作方式を選定ください。なお床上押ボタン操作を行うときは,モータ出力とは関係なしに間接操作となります。

(また無線操縦のときはご照会ください。)

表1 制御装置の仕様と分類

	記号	適用の範囲		内容				単線図
		モータ出力	制御方式	操作電圧	電磁接触器	分岐NFB	OCR	
はん用 クレーン用	S	2.2kW~ 75kW	HM・FK・MB AS・CR制御方式	AC	ブランジャ形	なし	サーマル式	図1
中ひん度 クレーン用	M	制限なし	HM・FK・MB・AS・DY CR制御方式	AC DC	ブランジャ形	付	サーマル式 または電磁式	図2
高ひん度 クレーン用	H	制限なし	FK・AS・DY BL・CR制御方式	DC	クラッパ形	付	サーマル式 または電磁式	

注:(1)HM制御:ハイストロク制御 FK制御:二次抵抗制御 MB制御:油圧押し機ブレーキ制御 AS制御:うず電流ブレーキ自動制御
DY制御:DCダイナミック制御 CR制御:サイリスタ制御 BL制御:リアクトル制御
(2)S仕様は標準, M・H仕様は受注生産品です。
(3)ご指定なき場合にはS仕様にてお見積り致します。

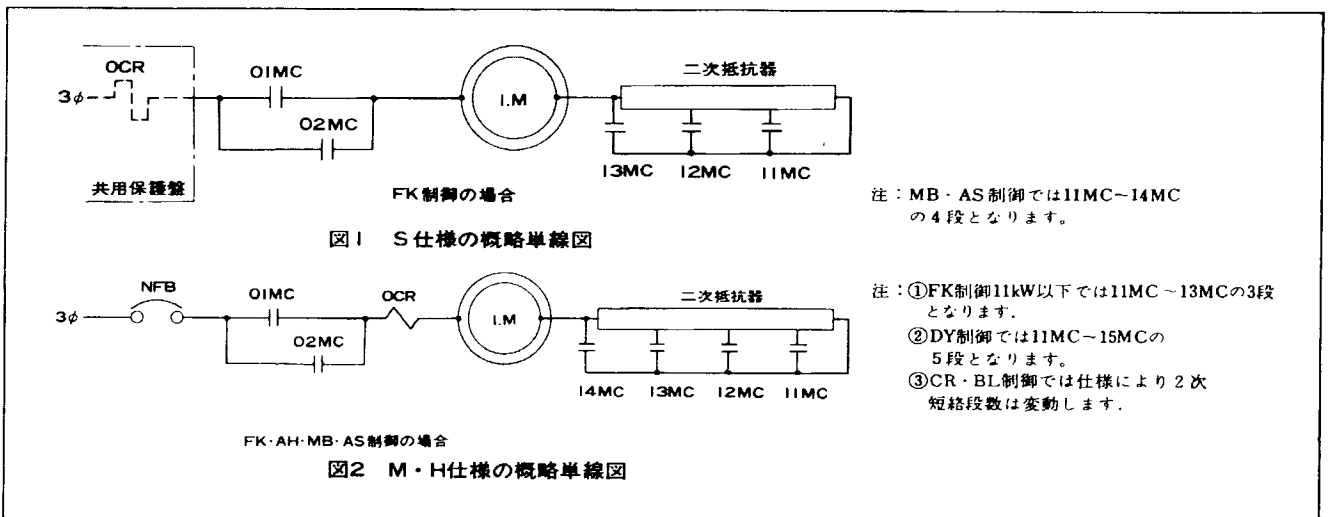


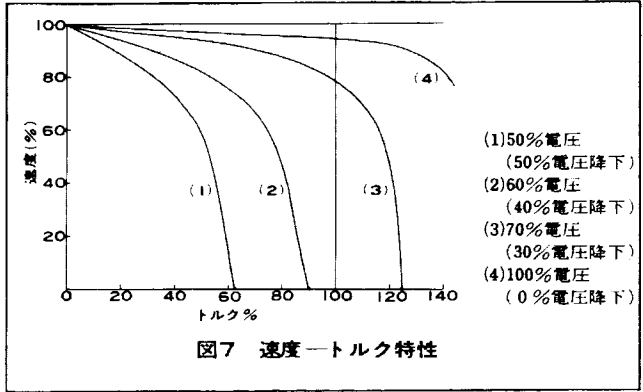
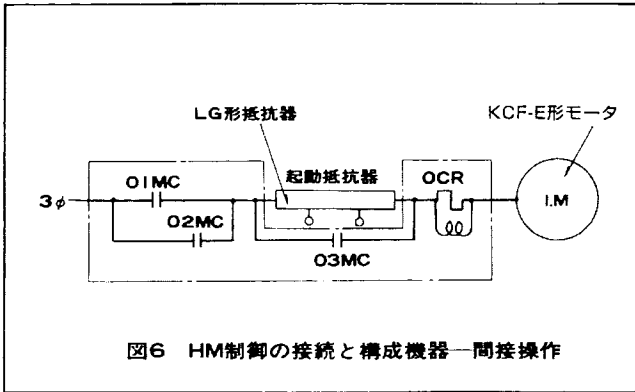
表2 操作方式の分類と適用

	モータ出力	制御方式への適用	操作内容
直接操作	2.2kW~45kW	HM・FK・MB制御方式	制御器でモータの一次,二次回路を直接開閉する。
半間接操作	2.2kW~55kW	FK・MB制御方式	モータの一次は電磁接触器で開閉し, 二次回路は制御器で直接開閉する。
間接操作	制限なし	HM・FK・MB・AS・BL DY・CR制御方式	モータの一次,二次回路とも電磁接触器で開閉する。

2. 制御方式とその適用

制御方式	ハイストローク制御	二次抵抗制御	油圧押し機ブレーキ制御	
形式	HM制御	FK制御	MB制御	
適用負荷用途	プラス負荷 (横行・走行・旋回など)		マイナス負荷 (巻上・引込など)	
単線図			<p>MB:速度制御用油圧押し機ブレーキ</p>	
速度トルク特性	<p>(1) 50%電圧 (2) 60%電圧 (3) 70%電圧 (4) 100%電圧</p>			
特徴	制御範囲	30%~100%	-20%~-30%	
	変動率	低速にてきわめて大	低速にてきわめて大	約20%
	その他	回路が簡単、クッションスタートができる	回路が簡単、保守容易	静止時は停止ブレーキとなりより安全性増す
注意事項	低速制御が困難 負荷により(1),(2),(3)のいずれかを選択	軽負荷時の低速制御が困難 特に速いクレーンは電気制動を併用	ブレーキライニングの摩耗に要注意 特に使用率(%ED)の高い用途には不向き	
制限容量	15kW	なし	75kW (90kW)	
説明書ページ	6頁 3-1	7頁 3-2	9頁 3-3	
	標準	標準	準標準	

制御方式	うず電流ブレーキ自動制御	DCダイナミック制御	
形式	AS制御	DY制御	
適用負荷用途	いずれの負荷でもよい (巻上・引込・横走行定位停止など)	マイナス負荷 (巻上など)	
単線図	<p>ASB: 渦流ブレーキ</p>		
速度トルク特性			
特徴	制御範囲	+20% ~ -50%	-15% ~ -50%
	変動率	約10%	高速にてきわめて大
	その他	負荷変動にかかわらず速度一定	GD ² の増大によるトラブルがない
注意事項	高速までの制御が困難 (600r.p.mまで) 特に使用率 (%ED) の高い用途には不向き	軽負荷時の巻下げ制御が困難である	
制限容量	200kW	なし	
説明書ページ	11頁 3-4	13頁 3-5	
	準標準	準標準	



3.2 FK制御方式（二次抵抗制御）

交流巻線形モータをクレーンの横行、走行などの駆動機として使用する場合、モータ二次側に接続された外部抵抗値を変えることによりモータの速度を変えることができます。当社ではこれをFK制御方式と呼んでいます。

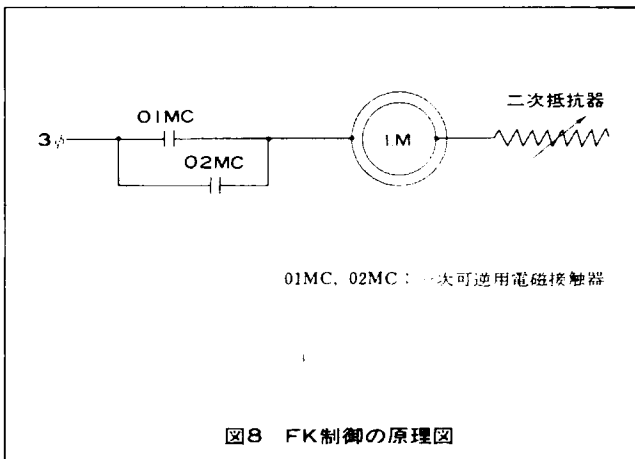
この方式は交流巻線形モータの速度制御のうちで最も基本的(原理的)なもので、安価で取扱いも簡単ですから、横行、走行などのプラス負荷の用途に最も広く使用されています。

特長

1. 二次抵抗値を変えることにより、簡単に速度制御ができます。
2. どんな容量のモータでも制御できます。
3. 回路構成が簡単なため、保守が容易です。
4. 巻下げなどのマイナス負荷のときは同期速度以下の速度制御ができません。
5. 負荷変動による速度変動が大きく、特に低速領域の速度変動は顕著です。

制御の原理

図8における巻線形モートルの二次抵抗を変えると、モ



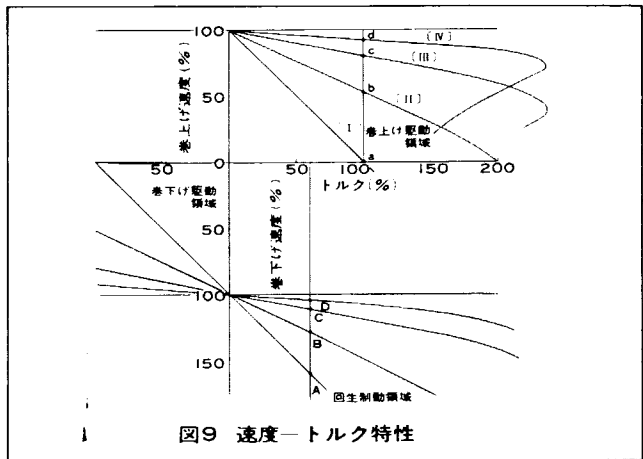
ートルのトルク特性は図9に示すように変化します。

巻上げのときは、制御器ノッチを進めることにより二次抵抗は順次短絡され、図9の曲線(I)~(IV)のような曲線となり、これと負荷直線(L)との交点、a、b、c、d、でモートルトルクと負荷トルクとはバランスします。すなわち、巻上げの場合は二次抵抗を加減することによってa、b、c、d、の4段階の速度が得られます。

一方巻下げのときは、モートルトルクと負荷トルクの方が一致しますので同期速度以下ではバランスせず、同期速度をこえてモータが誘導発電機となってはじめて負荷に反抗するトルクを発生しバランスします。これは負荷によってなされた仕事を電力にかえて電源に返していることになり回生制動の領域になっていることを示します。この領域では、二次抵抗の値が大きいほど負荷とバランスして、速度が上昇します。

したがってマイナス負荷の場合は二次抵抗は早目に短絡し(A)から(D)への移行を早く行ないオーバスピードとなることをさげなければなりません。

以上のような理由でFK制御方式単独ではマイナス負荷の生ずる用途には一般に使用されず、横行、走行などに主として使用されます。



回路と特性

FK制御にはその操作方式により直接操作・半間接操作・間接操作の3つの方式があり、モータ容量や用途により使い分けされています。

間接操作のとき二次側の加速用電磁接触器は限時方式により順次閉成していききます。

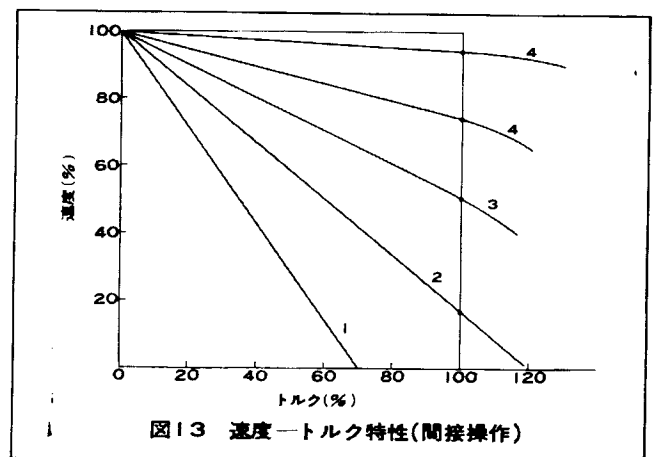
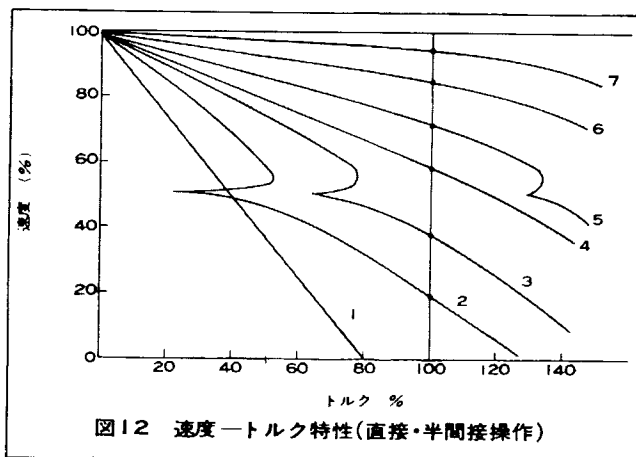
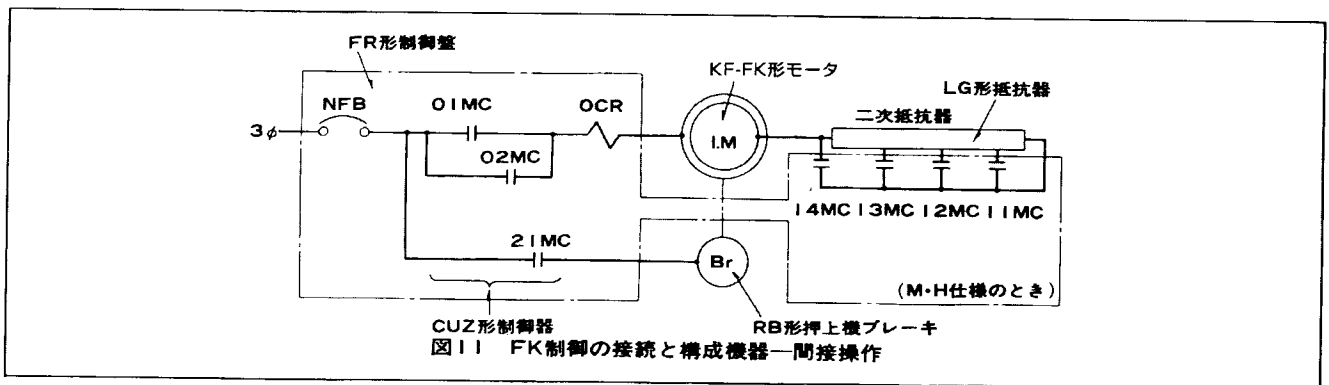
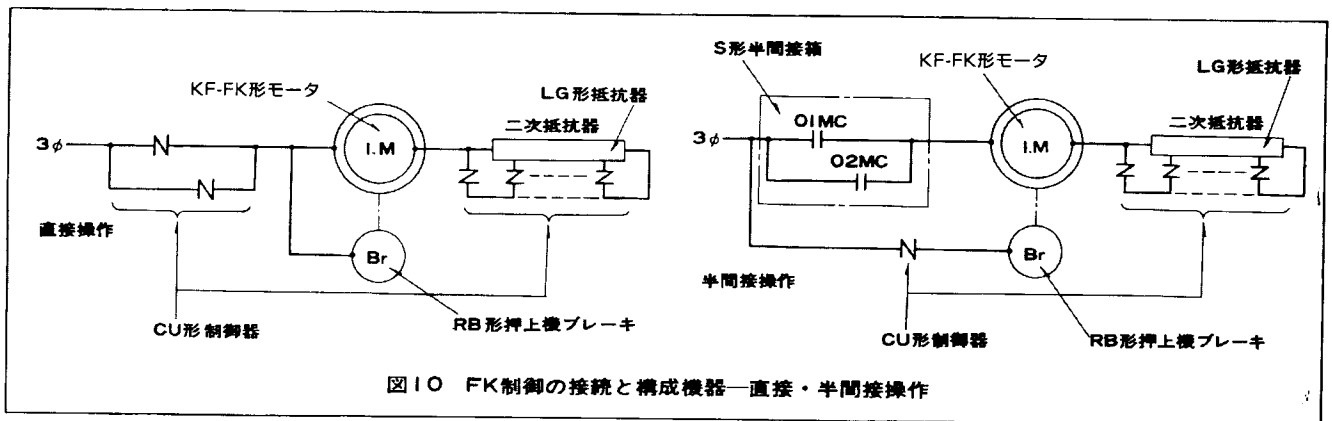
直接・半間接操作によるFK制御の速度—トルク特性は図12に示します。モータ二次側の抵抗器は不平衡・平衡短絡を繰り返しながら短絡されていきますので途中のノッチでは曲線2・3のごとく中間速度でいったんトルクカーブが落ちこむ特性となります。(ゲルゲス現象)しかし二次抵

抗器の選定により加速には支障のない様にしてあります。このように直接および半間接操作方式はほかのMB制御方式でも同じ短絡方法をとっています。

図13のように間接操作の場合は、二次抵抗器は平衡短絡されていきますので直接・半間接操作のようなトルク特性の落ち込みはありません。

なお、始動時のトルクは通常、モータ定格トルクの70%となるように二次抵抗器を選定しますが、ご要求により約50%に選定することもあります。

また、停止時のショックをやわらげるためPR制御(自動ブランピング)、SP制御(単相制動)も製作致します。



3.3 MB制御方式（油圧押し機ブレーキ制御）

交流巻線形モータをクレーンの巻上げ用駆動機として使用する場合、巻下げ時に低速を得る安価な方法として、油圧押し機ブレーキによって、速度制御する方法があります。当社では、これをMB制御方式と呼んでいます。この方式は安価にもかかわらず、20～50%の巻下げ時中間速度が容易に得られるので小容量クレーンに広く用いられています。

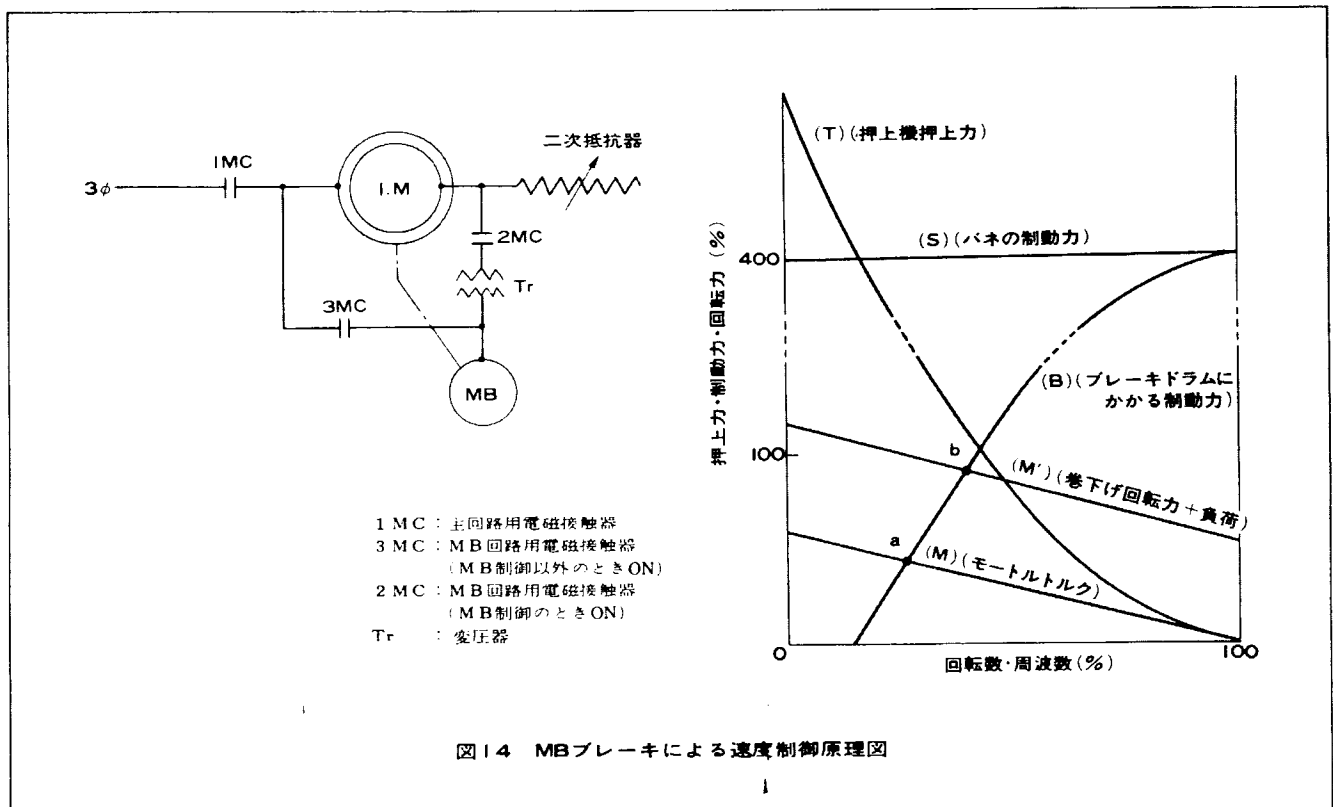
特長

1. 巻下げ時、簡単な方法で20～50%の中間速度が得られます。100%負荷の最小巻下げ速度は20～30%。速度変動率は15～20%。
2. 静止時にも制動力があるので、より安全性が高くなります。
3. 巻下げ時低速を得る方法としては、最も簡単な方法で安価です。
4. とくに直接操作では使用機器が少ないので保守が簡単です。
5. プラス負荷の場合はMB制御致しません。
6. MBブレーキのライニングの摩耗に注意する必要があります。
7. 特に使用率の高いクレーンには不向きです。(60%EDが限度)。

制御の原理

図14において1MC, 2MCの接触器が開成し, 3MCが開成した状態ではMBブレーキの押し機にトランス(Tr)を介してモータの二次電圧が供給されます。始動時においては、二次周波数は一次と同一であるため押し機は最大の押し力を発揮しますが、モータの回転数が増加するとともに、二次電圧、二次周波数はスベリに比例して減少するため、押し力も減少しほぼ図14の曲線(T)に示すような特性になります。ブレーキホイールにかかる制動力は、この押し力も減少しほぼ図14の曲線(T)に示すような特性になります。ブレーキホイールにかかる制動力は、この押し力とバネによる制動力(S)との合成ですから同図(B)のようになります。

この制動力に対してモータのトルクが同図(M)のようであれば曲線(B)と(M)との交点aにおいて制動トルクとモータのトルクとが釣り合い、モータ速度はa点の速度で安定します。しかし、巻下げにおいては、負荷自身による巻下げトルクがモータトルクに付加されるため、それを考慮すると図4(M')のようなトルクとなり速度の安定点はb点に移ります。この速度は一般に荷重の大小により異なり、荷重が重ければ速度は高くなり、軽ければ低くなって大体巻下げ速度20～50%の領域において安定します。巻上げ運転時は普通MB制御は行いませんので、図14において2MC開放, 1MC, 3MC閉成の状態では運転されます。



回路と特性

MB制御には、その操作方式により、直接操作・半間接操作・間接操作の3つの方式があり、モータ容量や用途により使い分けされています。

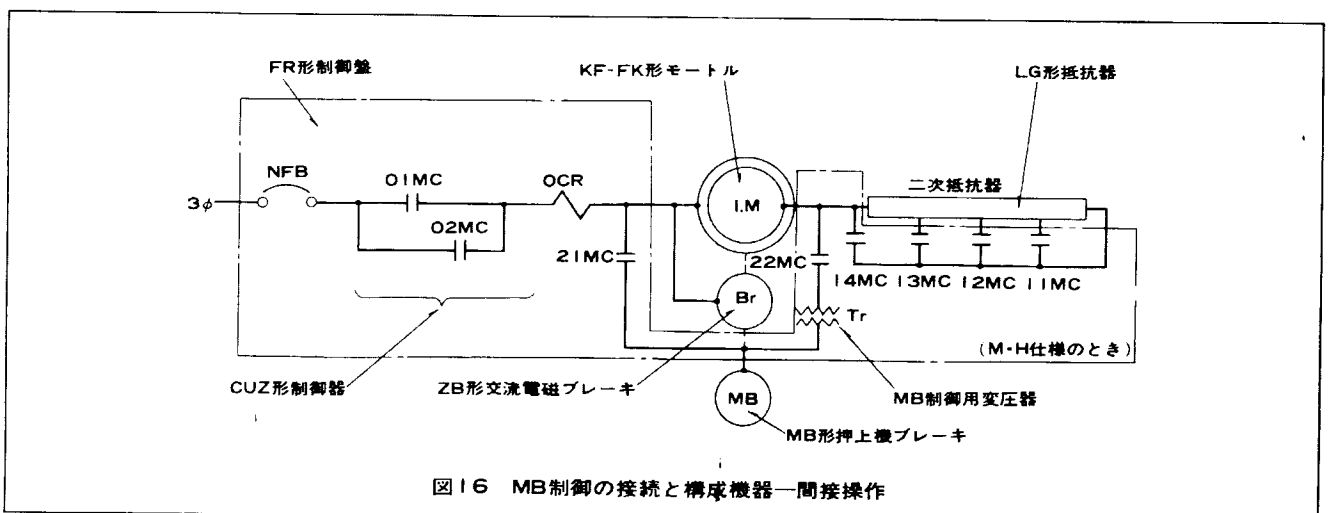
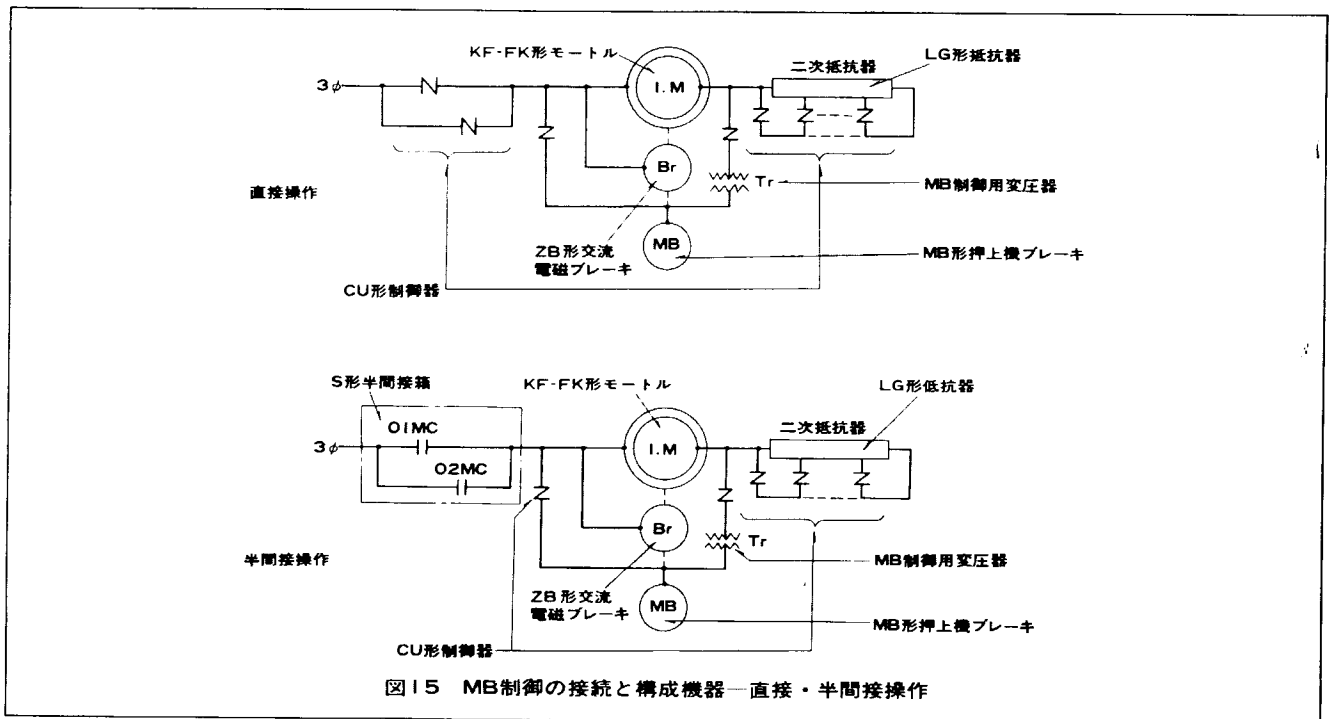
間接操作のときモータ二次側の加速用電磁接触器は限時方式により閉成していきまますので、制御器をOFFノッチから急に4ノッチにすすめても、加速用電磁接触器は順次閉成していきまます。しかし、巻下げ時MB制御以外のノッチでの運転ではオーバスピードになるのをさけるために、限時継電器の一部をとばして一気に最終段電磁接触器を短絡するようになっています。

直接および半間接操作の場合、図17のように巻下げ1～3ノッチでMB制御されます。巻下げ4～7ノッチでは回

生制動の領域となり、巻下げ速度は100%以上になって安定します。したがって巻下げ4ノッチ以上ではCU形制御器をいったいに最終ノッチまで進めなければなりません。

間接操作の場合は図18のような特性となります。MBブレーキの制動によってMB制御する領域は、巻下げ1～2ノッチです。巻下げ3～4ノッチでは二次抵抗制御に切替えられ、回生制動の領域に入り、巻下げ速度は100%以上になって安定します。したがって巻下げ3ノッチ以上では加速用限時継電器の一部をとばして一気に最終段電磁接触器を短絡します。

なおMBブレーキのモータは、1次側に接続したときと2次側に接続した時とともに同一方向に回転しているか確認ください。



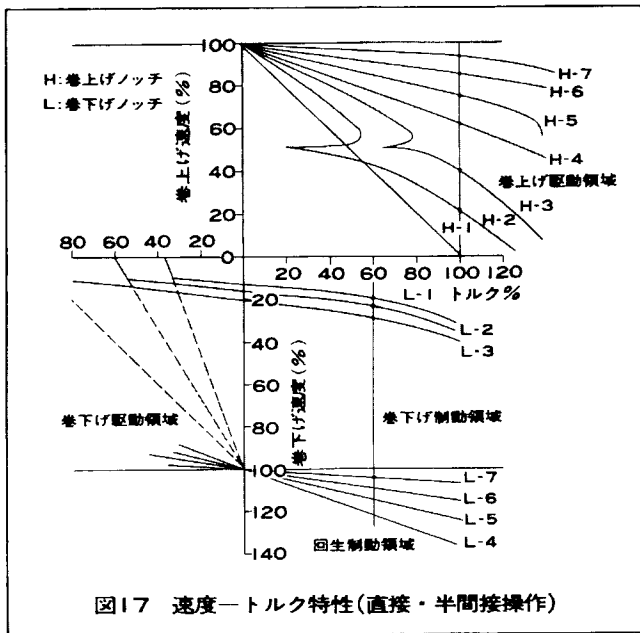


図17 速度—トルク特性(直接・半間接操作)

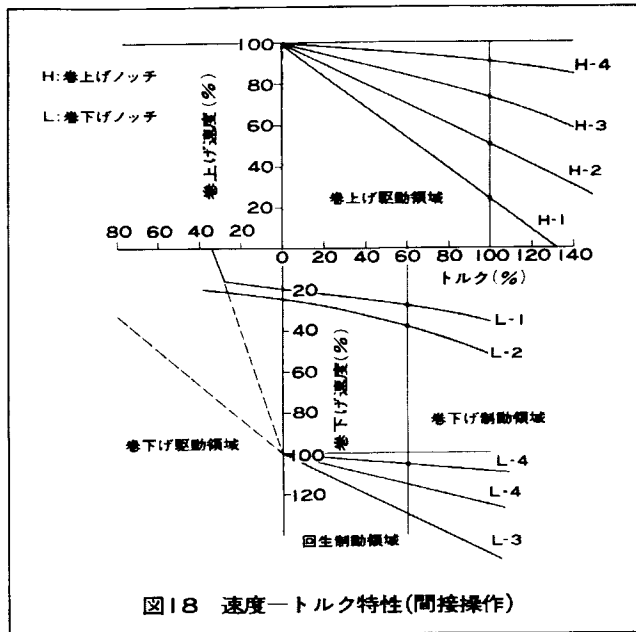


図18 速度—トルク特性(間接操作)

3.4 AS制御方式(うず電流ブレーキ制御)

交流巻線形モータをクレーンの巻上げ用駆動機として使用する場合、巻下げ制御用としてうず電流ブレーキを使用する方法があります。この方式は、制御器ノッチとは直接関係なしに、負荷の大小により、ASブレーキの励磁電流を自動調整する方式です。当社ではこれをAS制御方式と呼んでおり、負荷の大小とは無関係に、設定された一定速度で運転することができます。また、このAS制御方式はクレーンの巻上げ用のほかに、横・走行などの定位置停止制御にも応用できるなど巾広く利用されています。

ASブレーキの原理

ASブレーキの構造は図19に示す様に固定磁極と回転ドラムとを主体として構成されています。この固定磁極に直流励磁を与え、ドラムを回転させると、このドラムは磁極が作る磁束を切ることになり、ドラムにはうず電流を生じます。このうず電流と磁束の間に電磁力が生じ、これがすなわち制動トルクとして可動部分の回転を押える様に働きます。この制動トルクの大きさは励磁電流およびドラムと磁極との相対速度できまり、図20のごとく、励磁電流または、速度を増せば制動トルクが増大します。ここで注意し

なければならないことは、ASブレーキが制動トルクを発生しているときは、うず電流により多量の熱を発生しているということです。このためASブレーキは使用率15%EDと決められています。

特長

- 15~50%の中間速度が得られ、しかも荷重の大小にかかわらず、ほぼ一定に設定した速度で運転できます。
100%負荷の時の最小速度……………15%
速度変動率……………約10%
- 制動トルクはASブレーキの電磁力によるので機械的摩耗部分がなく、保守が容易です。
- 自動制御回路はIC、トランジスタ、サイリスタなどの半導体素子で構成されており、信頼度が高く保守が非常に簡単です。
- 高速での速度制御はASブレーキの発熱に注意しなければなりません。(約600rpmまで)
- 特に使用率の高いクレーンには不向きです。(60%EDが限度)

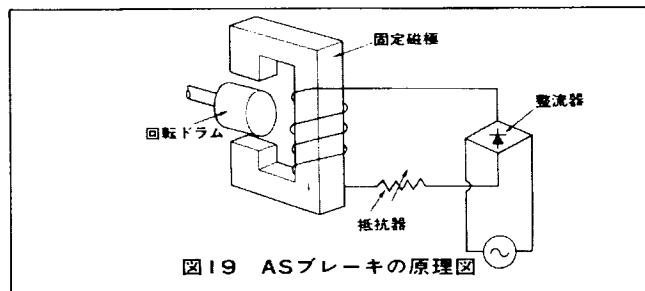


図19 ASブレーキの原理図

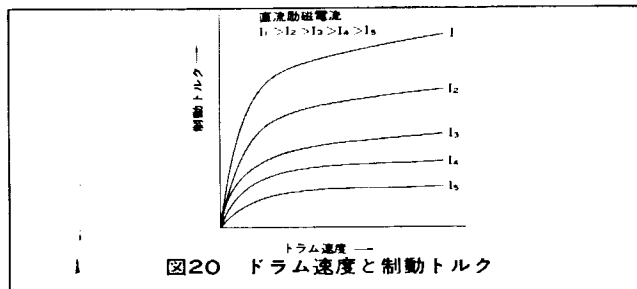


図20 ドラム速度と制動トルク

制御の原理

AS制御を採用しますとどのような負荷変動に対してもほぼ一定速度を得ることができます。

まず速度を一定にするためには、モータの速度を検出する必要があります。モータの二次電圧が速度に逆比例して直線的に変化することを利用して、速度として二次電圧を取り出します。一方、速度の基準値は電圧として与えられます。この基準電圧と速度に対応するモータ二次電圧とを比較して、その差をICおよびサイリスタによって増幅し、速度が基準値より高いときはASブレーキの励磁電流を多くして制動トルクを強め、低いときは励磁電流を少なくして制動トルクを弱めて、モータの速度ができるだけ基準値に一致するように自動制御を行います。この動作を図示すると図21のようになります。

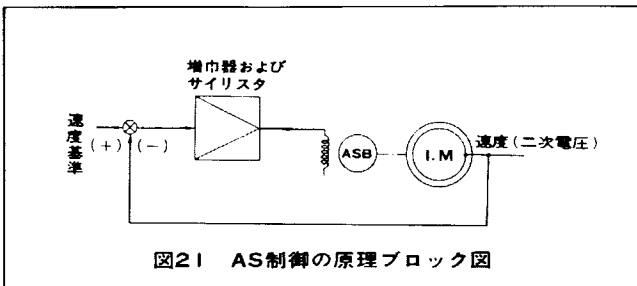


図21 AS制御の原理ブロック図

回路と特性

AS自動制御方式はすべて間接操作です。モータ二次側の加速用電磁接触器は限時方式により閉成していきますので、制御器をOFFノッチから急に4ノッチにしても、加速用電磁接触器は順次閉成していきます。しかし巻下げ時AS制御以外のノッチでの運転ではオーバスピードとなるのをさけるために限時継電器の一部をとばして、いっ気に最終段電磁接触器を短絡します。

また、OFFノッチに戻ったとき、約2秒間はASブレーキを最大励磁して停止用ブレーキの負担を軽減するようになっています。

図23はAS制御の速度-トルク特性を示したものです。CUZ形制御器からの速度基準指令により、巻上げ1ノッチおよび巻下げ1～3ノッチが自動制御される領域です。

巻下げ4ノッチでは二次抵抗制御に切替えられ回生制動の領域となり、巻下げ速度は100%をこえたところで安定します。

また、巻下げ4ノッチでは加速用限時継電器の一部をとばして、いっ気に最終段電磁接触器を短絡します。

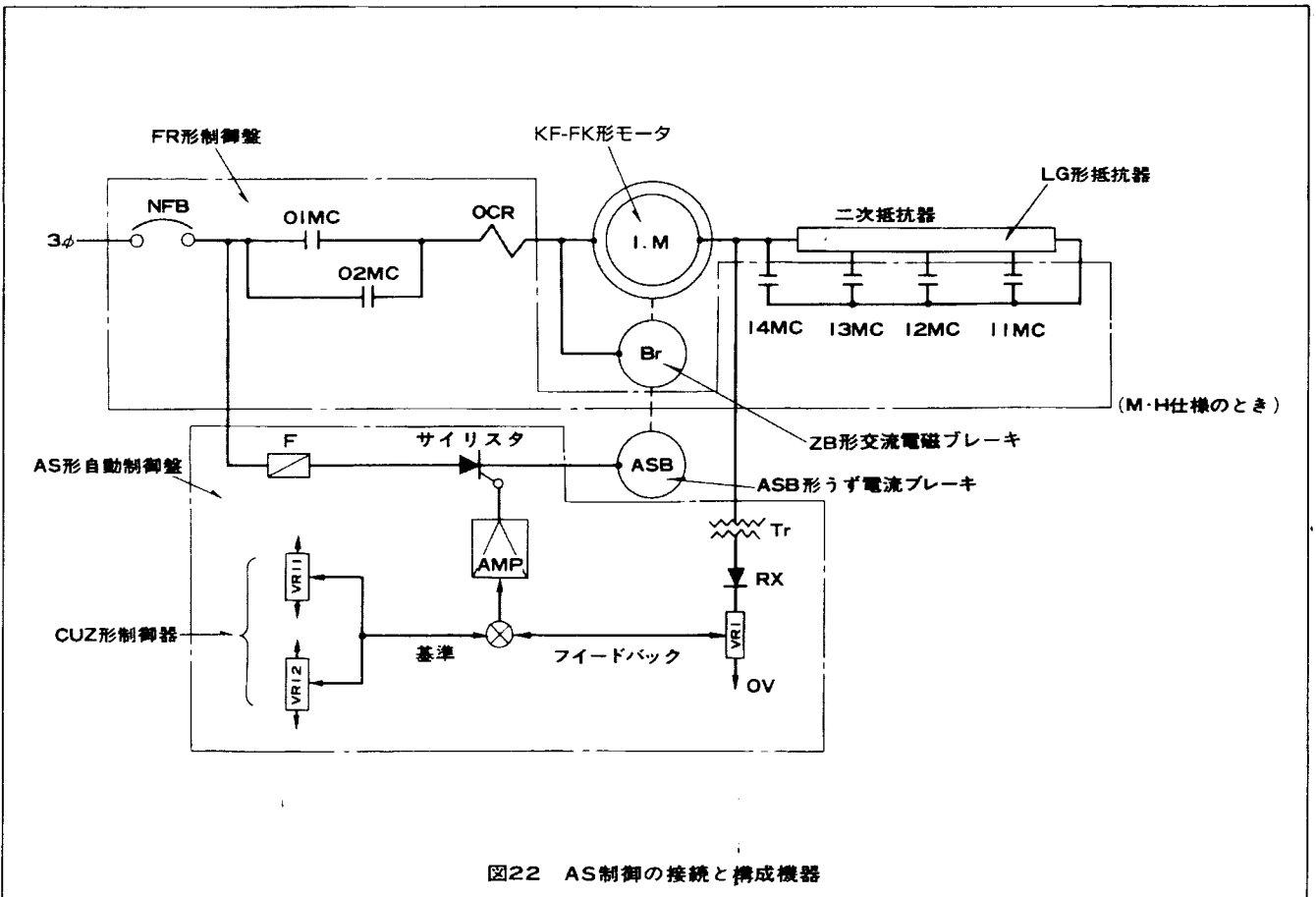


図22 AS制御の接続と構成機器