

# Minertia Motor

(平滑電機子形 真流パワーサーボモータ)

KK安川電機製作所八幡工場技術部\*

福田 光 之

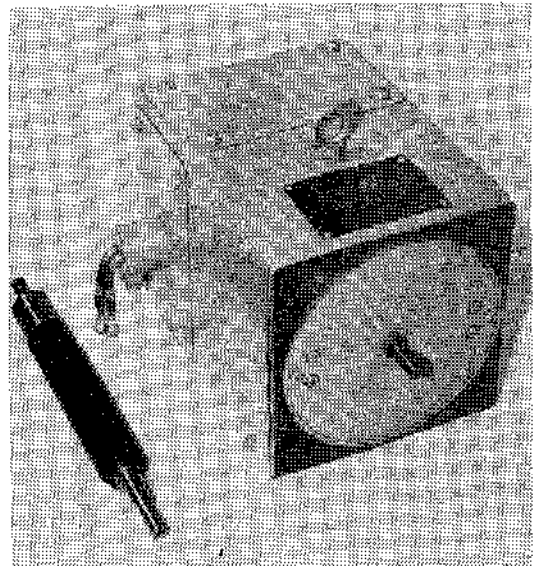
## 1. ま え が き

高性能のサーボアクチュエータには、現在、ほとんど油圧機構が用いられている。油漏れによる静止指令時の動き、油温変化や発泡作用による誤差などの精度上の諸問題や、長ストロークの場合の大形化などのいろいろの問題があるにもかかわらず、電気サーボが伸びなやんでいる。その原因は、応答の良い電源が利用出来る今日でも、電動機の性能がその発達を害しているようである。

従来の電動機を制御性という見地から見なおし、極端なまで許容トルクを増し、慣性を減じ、時定数を短くしたものを開発した。回転子表面のコイルを装着した平滑電機子の構造の直流電動機で、電気的にも機械的にも最小の慣性であるという意味を持たせて **Minertia Motor** (= Minimum Inertia Motor) と命名した。

## 2. 構造概略

普通の直流機はスロットと称する巻線を巻装する溝をもっているが、この分は外表面にコイルを巻いている。回転子の径は普通のものの50%以下、長さは200%程度の細長い回転部分にして  $GD^2$  をへらした、固定子の界磁起磁力は、小形の標準品は永久磁石、大形は界磁コイルによる。また、小形は全閉構造、大形は冷却装置付を標準とした。図1に全閉形の外観と回転子を示す。



第1図 標準 Minertia Motor の外観  
と回転子仕様 MM-13EM

## 3. 特 性

平滑電機子形という特異な構造で、いろいろな制御上の利点が見出された。表1にその概要を示す。

標準シリーズの定格特性表を表2に、寸法重量表を表3に示す。

第1表 Minertia Motor の構造の利点

要 目	普通構造との比	平滑電機子構造により改善される理由
L/R が小	約 10%	(1) コイルが表面にあるためLが格段に減少する (2) 空隙がひろいこともLの減少に役立つ
$GD^2$ が小	約 10%	(1) Lが少ないので整流能力が改善され細長い回転子が作れる (2) シャフト外周の磁束密度が楽なので細長く作りやすい (3) 空隙磁束密度を極端に高くとれるので回転子コアの体積が小さい (4) コイルが冷えやすいので軽いコイルに出来るのでこの $GD^2$ も小さい
最大トルクが大	約 400%	(1) Lが小さいので整流能力が高く電流を強く流せる (2) シャフト外周の磁束密度が楽なのでシャフト径を太く作りやすい

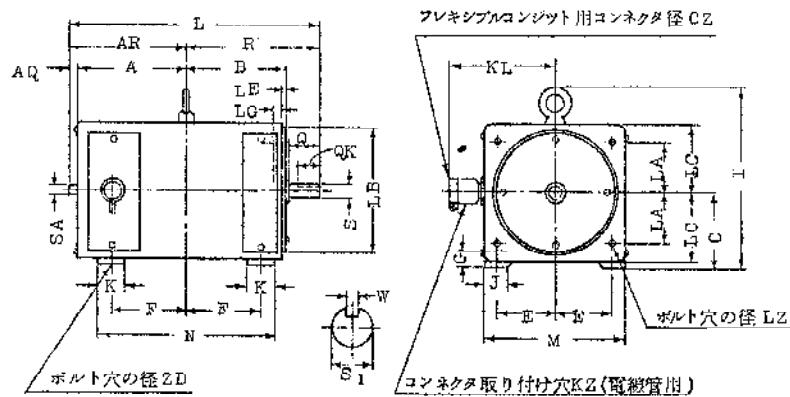
\*八幡市藤出2346

トルク脈務が少	格段に少ない	(1) スロットがないので主磁束の脈動がない (2) 空隙がひろいので電機子反作用が少なく直線性が高い
停止時死角がない	格段に少ない	(1) スロットがないからいわゆるスロットロックがない
振動がない	格段に少ない	(1) スロットがないので磁束変動が少なく、振動がない

第 2 表 ミナーシャモータ特性一覧

仕様 ワク 番号 MM-	定格トルク kg·cm	定格電流 A	電機子抵抗 (75°C)Ω	GD <sup>2</sup> kg·cm <sup>2</sup>	機 械 的 時 定 数 ms	L/R ms	定格出力 W	端子電圧 (3,000rpm にて) V	励磁特性
3EM	3	5.7	0.73	0.98	4.9	0.15	90	25	永久磁石形
6EM	6	7.1	0.6	2.5	4.4	0.25	180	34.5	〃
13EM	13	7.8	0.88	6.4	4.9	0.48	390	63	〃
25EM	25	10.8	0.73	12.4	4.0	0.52	750	83	〃
50SM 50SR	50	11.8	1.06	30.5	4.4	1.0	1,500	146.5	〃 2.28A100V
100SR	100	31.8	0.25	68.5	4.4	2.1	3,000	106.5	3.9A100V
200SR	200	61.1	0.095	211	4.9	3.6	6,000	108	4.7A100V

第 3 表 ミナーシャモータ外形図



寸 法 表

ワク番号	A	B	C	E	F	G	I	J	K	L	M	N	ZD	軸 端			
														Q	AQ	QK	W
MM-3	87	75	70				140			195	140			23	8	15	4
MM-6	125	95	85	70	65	19	198	30	40	260	160	170	9	28	10	20	4
MM-13	135	105	95	77.5	75	20	218	30	40	285	180	190	9	33	10	25	5
MM-25	145	120	105	87.5	85	20	238	30	40	315	200	210	9	38	10	30	5
MM-50	165	155	115	95	100	20	266.5	40	50	380	220	250	11	43	15	35	5
MM-100	185	170	115	95	120	20	266.5	40	50	425	220	290	11	53	15	45	7
MM-200	210	190	135	110	140	25	316	40	50	480	260	330	15	63	15	55	7

ワク番号	軸 端				ク ラ ン ジ						端 子 箱			重 量 kg
	R	AR	Sh6	SA	LA	LBh7	LC	LE	LG	LZ	KL	KZ	CZ	
MM-3	100	95	10	8	40	130	70	3	10	7	100	15	15	10
MM-6	125	135	12	10	50	145	80	3	10	9	110	15	15	18
MM-13	140	145	15	10	55	165	90	3	10	11	120	15	15	26
MM-25	160	155	17	10	65	185	100	3	14	11	130	15	15	32
MM-50	200	180	20	15	75	205	110	3	20	15	150	28	25	50
MM-100	225	200	25	15	75	205	110	3	20	15	150	28	25	65
MM-200	225	255	30	15	85	245	135	3	20	18	175	32	31	115

注 (1) 端子箱は左右どちらにも取り付けられる。  
 (2) MM-25以上は側面に強制冷却ファンがつく。ファン重量は13kg,

特記したいことは、

- 1) 最大トルクが定格（熱的連続トルク）の10倍とれる。
- 2)  $GD^2$  は普通構造の約  $\frac{1}{10}$  程度である。
- 3) トルクの脈動が僅少である（空間的にも、時間的にも電流はトルクに比例すると思つてよい）。
- 4) スロットのロック現象がない。
- 5) 振動がない。

#### 4. 使用上の注意

##### 4.1 一般

約4年間程いろいろな用途に試用して来てみたが、この間経験した注意事項を述べてみたい。

主として平滑電機子という構造と、小形標準の永久磁石構造に起因することである。

##### 4.2 使用電源について

遠応性の高いものを用いるとモータの性能をフルに發揮出来ない。ただし、直入起動が出来るとか、それ程性能の良い必要がない時、電源の値段を安くするためにこのモータを用いることは有意義である。

##### 4.3 モータ保護について

熱的には表2の定格トルク定格電流まで許容される。10倍トルクが出しうるといふのは時間にして、せいぜい2秒位までである。使用状態での電源トルクの2乗平均値(7ms)は表2の定格電流(定格トルク)以下である必要がある。

$$I_{7ms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$$

$$I_{rated} < I_{rms}$$

ただし、短時間しか使用しない場合は定格電流をこえてさしつかえることもあるが、冷却が良いため一般に熱的定数が短く、充分注意を要する。この場合、熱的定数

のよく似た熱リレーを用いて保護することが出来る。

##### 4.4 保守について

永久磁石構造のものは、分解したら再着磁の必要がある。このための着磁コイルは常に装着されている。着磁用の電源に1秒前後電流を流せば良い。放電管による瞬間着磁は磁石の表皮効果のため、充分着磁出来ないことが多い。

刷子は、普通のサーボ用途ではほとんどへらない。このモータでの唯一つの消耗品であるが、年に2回程度の点検でよい。ただし、運転開始後1~2ヶ月は注意して見守り、異常なヘリ方のないことを確めた方がよい。

#### 5. 応用例

現在までの事例としては、大体下記の程度である。

##### 1) 高性能サーボ用

ならい工作機 (1次元旋盤その他)

EPC (薄鋼板)

高速プレス送り

##### 2) 一般サーボ用

プレーナバイト送り(直入起動位置停止)

プレーナバイト上下(直入起動)

工作機可逆運転 (プレーナその他、大形機)

##### 3) その他

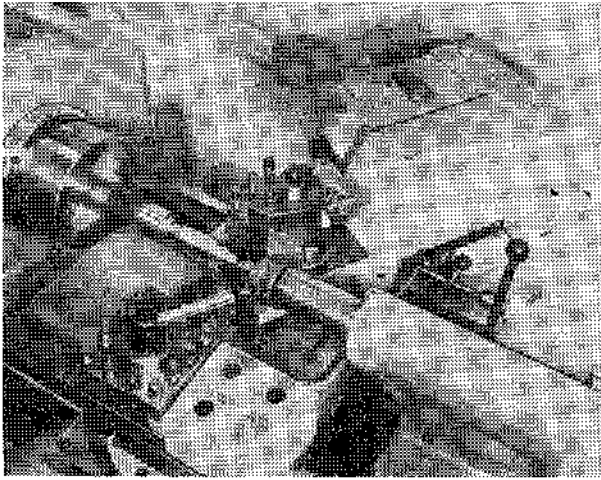
ガラスエッチグラインダ

各種計量設備 (電流-トルク直線性を利用したもの)

スクリュウダウン (大形)

ループコントローラ (中形)

この他、いろいろと応用分野がひろげられている。参考までに二次元ナライ旋盤に利用した時の応用例写真を図2に示す。



第2図 Minertia サーボを用いたナライ  
旋盤・棒番 MM—6EM 使用

## 6. むすび

約4年越しの諸実験で電気サーボの操作部用として充

分の性能をもっていることを確めた。また、信頼度もま  
ず普通のモータと同程度のもにすることが出来た。今  
後高性能サーボの分野に更に進出してこの方面のお役に  
たちたい。各種用途への利用によつて、いろいろとご批  
判ご叱正をいただき、ますます高性能化へ努力する所存  
である。

### 文 献

- 1) 福田光之 “Minertia” Motor 計測と制御  
昭37—6 468頁
- 2) 福田光之 “Minertia” Motor 安川電機  
昭和36—7
- 3) 福田光之 平滑電機子形直流機の特長および製作  
法について 電学九交連 昭35
- 4) 福田光之 平滑電機子形直流高性能サーボモータ  
電学九交連 昭35
- 5) 平塚道夫・田中洋一 電気式ナライ制御装置  
安川電機 昭37—4