

構造

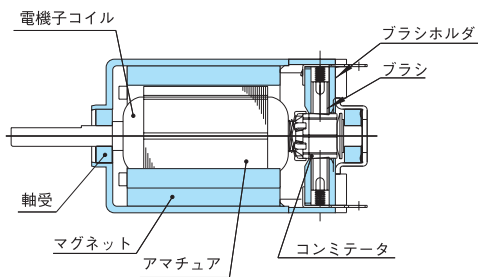


図-1

・ブラシ

ブラシは整流機構の役割を持った重要な部品であり、ブラシの寿命(摩擦による)が直流モータの寿命となっています。

・整流子(コンミテータ)

一般に、銅材質であるが高温時に銅が軟化するためこの対策として、微量の銀を混合しています。

・電機子コイル

一般に、マグネットワイヤーと呼ばれる電線が用いられます。ワイヤーの線径は、モータの仕様に合わせて選択され、溶接、半田付等の方法で、整流子片に接続されます。

・電機子(アマチュア)

電機子は、磁束密度を増加させるため、電磁鋼板を用いています。

・磁石(マグネット)

モータに用いられる磁石を大別すると、フェライト系、アルニコ系、希土類等に分類されます。磁石の特徴をもとに用途に応じて選択されます。

・軸受

用途に応じてボールベアリングとスリーブベアリングがあります。ペンディング荷重の大きい用途ではボールベアリングタイプが適します。

電流・回転トルク特性

マグネット界磁型のDCモータは、図-2のような垂下特性(回転速度)、増加特性(電流)を示します。

図-2のように、印加電圧Vを変化させると、回転速度-トルク特性は、Vの値に比例しますが、電流-トルク特性は極くわずかしかならずかしか変化しません。(詳細は電流・回転速度-トルクの関係式をご参照ください。)

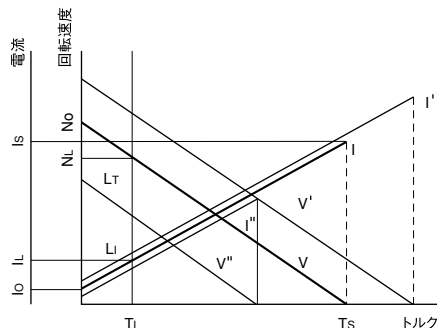


図-2

特性の見方

図-2のように印加電圧Vでは、モータに負荷トルク T_L を加えた場合、回転速度、電流はそれぞれ N_L, I_L となります。VからV' V''に変えた場合も同様に求めることができます。

無負荷回転速度 N_0 、停動(起動)トルク T_s は、印加電圧に比例しますので、例えば24Vのモータを20V、18Vで使用した場合の各々の値は、おおよそ表-1のようになります。

(無負荷電流 I_0 は停動電流に比べて十分小さいので無視する。)

定格電圧を大幅に変化させる場合(例 24V → 6V)は、実測によらなければなりません。

但し、定格電圧以外でのご使用はブラシの異常磨耗・起動不具合を起こす恐れがありますので使用条件でのご確認をお願いいたします。

電圧	無負荷回転速度 N_0	停動トルク T_s	停動電流 I_s
24V	5000r/min	40mN·m	1.0A
20V	$\frac{20}{24} \times 5000$ 4166	$\frac{20}{24} \times 40$ 33	$\frac{20}{24} \times 1$ 0.83
18V	$\frac{18}{24} \times 5000$ 3750	$\frac{18}{24} \times 40$ 30	$\frac{18}{24} \times 1$ 0.75

表-1

用語説明

用語/記号	内容
無負荷回転速度 N_0	無負荷時の回転速度
無負荷電流 I_0	無負荷時の流入電流
停動トルク T_s	モータ発生トルクの最大値。一般にDCモータの停動トルクは始動トルクに等しい。
負荷トルク T_L	<p>図-3のようにモータに半径Rのプーリを取り付け、プーリの円周上にFの力が働くとき、発生トルクT_Lは、$T_L = F \times R$で求められます。</p> <p>注意：電圧を印加した状態でロックすると焼損のおそれがあります。</p>

図-3

トルク、回転速度、電流の関係式

関係式は次のようになります。

$$N = \frac{V}{K_1} - \frac{r}{K_1 K_2} (T_0 + T_L) \dots\dots\dots(1) \text{ 式}$$

(1) 式から無負荷回転速度をNoとすれば、負荷トルクTLが零の時に無負荷となりますので、TL=0とすれば、次のようになります。

$$N_0 = \frac{V}{K_1} - \frac{r}{K_1 K_2} T_0 \dots\dots\dots(2) \text{ 式}$$

無負荷回転速度Noはモータの摩擦トルクToの大きさから定まることとなります。また Toが少ない場合は

$$N_0 = \frac{V}{K_1} \dots\dots\dots(3) \text{ 式}$$

(3) 式から無負荷回転速度は印加電圧に概略比例することとなります。また、停動(起動)トルクは、(1)式から回転速度Nが零のときの負荷トルクに等しいので、次のようになります。

$$T_L (\text{起動}) = K_2 \frac{V}{r} - T_0 \approx K_2 \frac{V}{r} \dots\dots\dots(4) \text{ 式}$$

起動トルクは印加電圧に概略比例します。電流Iは次のようになります。

$$I = \frac{1}{K_2} (T_0 + T_L) \dots\dots\dots(5) \text{ 式}$$

この式から、負荷トルクTL・摩擦トルクToが一定の場合、電流は印加電圧に無関係に一定となります。無負荷電流は、(5)式で負荷トルクTLを零とした値になりますが、摩擦トルクToは、回転速度によりわずかに変化しますので、印加電圧により若干変化することとなります。

モータの出力をP (W)、トルクをT (N・m)、回転速度をN (r/min) とすると、モータの出力P (W) は次のようになります。

$$P = 0.105 \times T \times N \dots\dots\dots(6) \text{ 式}$$

- N : 回転速度
- V : 印加電圧
- r : アマチュア回路の抵抗
- To : モータの摩擦トルク
- TL : 負荷トルク
- K1, K2 : モータ固有の定数

パルスジェネレータ付DCモータについて

DMNシリーズに搭載されているパルスジェネレータは、磁気式と光学式の2種類があります。いずれもインクリメンタル方式です。

●磁気式パルスジェネレータ

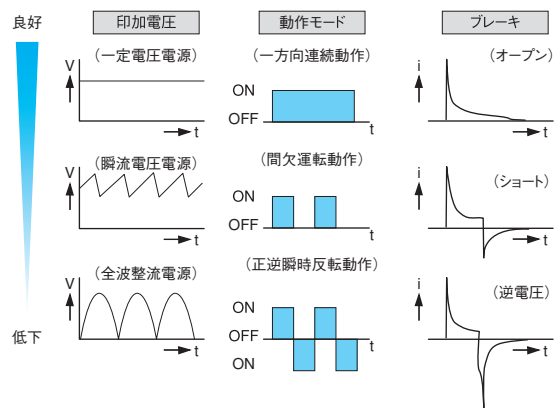
光学式に比べて、塵埃(磁性体を除く)、振動、衝撃に強く、構造もシンプルです。インクリメンタル方式では、出力パルスカウンタに送り、累積加算して位置を表示しますが、この信号系にノイズが入ると誤作動の原因になります。とくに、信号を磁気的に取り出している磁気式パルスジェネレータは、信号レベルも低く(5mA)ノイズの影響を受けやすいため、磁気シールドを十分に施すことや、信号ラインの距離をできるだけ短く(5m以下)するように配慮してください。

●光学式パルスジェネレータ

光源に寿命の長い発光ダイオード(LED)と、受光部にフォトトランジスタを採用しています。光学式は、モータの使用されている環境、とくに塵埃と温度に十分な配慮が必要です。主なトラブルの原因は、塵埃による光源部分の遮蔽と急激な温度変化(0℃以下、または40℃以上)によって発光ダイオードの光量劣化が大半を占めます。日本電産サーボではモータの使用条件を、周囲温度0~40℃範囲内で塵埃の少ないところを基準に設定しています。高温下では寿命が短くなりますのでご注意ください。

ブラシの磨耗要因について

ブラシ付DCモータのブラシ磨耗を大幅に促進させる要因には、下記の三つがあります。この要素が含まれる条件下では寿命が大きく短くなることがありますので、ご注意ください。



※他仕様環境、条件下に於いてもブラシ磨耗要因は異なります。詳細については別途お問い合わせください。

ギヤヘッドの選び方

ブラシ付DCモータは速く回転することにより、ブラシ付DCモータを制御用や動力源として用いるためには、ギヤ機構、ベルトまたはチェーンなどによって減速して使用することが多いといえます。

DMNシリーズには、標準化された多種多様なギヤヘッドが用意されています。

モータにギヤヘッドを直結して使用する場合の出力トルクTGは、次のように計算します。

$$TG = TM \times i \times \eta$$

ただし

TG：ギヤヘッドつきモータの出力トルク

TM：モータの定格トルク

i：ギヤヘッドの減速比分母

η ：ギヤヘッドの効率（ギヤの効率を参照ください。）

減速比が大きくなれば、比例してギヤヘッド出力トルクは増加します。

しかし実際には、ギヤヘッドのギヤ大きさ、使用材料などにより、機械的強度は制約され、ギヤヘッドの種類により許容トルクが決められており、常用トルクとして記載してあります。

ギヤヘッドは、この常用トルクで使用すれば、定格寿命2000時間まで使用できます。機械的強度は、常用トルクに対し、余裕をもった安全設計になっています。

また、実用上は負荷に変動をともなう場合が多く、負荷の性質によって寿命は大きく変化しますので、次表に示すようなサービスファクタ（寿命係数）を用いて、ギヤヘッドの選定を行ってください。

常用トルクとの関係は次のようになります。

$$TGS > SF \times TGL$$

ただし TGS：ギヤヘッドの常用トルク

SF：サービスファクタ

TGL：負荷の必要トルク

クラス 負荷条件	サービスファクタ		
	5時間/日	8時間/日	24時間/日
A 一様負荷	0.8	1.0	1.5
B 軽い衝撃負荷	1.2	1.5	2.0
C 中程度の衝撃負荷	1.5	2.0	2.5
D 重い衝撃負荷	2.0	2.5	3.0

ギヤヘッドの軸受について

ギヤヘッドの軸受は、含油軸受と、ボールベアリングとがあります。一般に含油軸受は定格荷重以内で温度条件の厳しくない場合に、ボールベアリングは耐久性を求められる場合にご使用ください。

ギヤの効率

モータにギヤヘッドを直結して使用する場合は、ギヤ効率による出力低下を計算に入れる必要があります。

一般に1段あたり10%のロスを見て、n段の場合(0.9)nで計算されます。

$$\eta T = \eta 1 \times \eta 2 \times \eta 3 \dots \dots \dots \eta n$$

ただし

ηT ：全効率

$\eta 1$ ：第1段目の効率=0.9

ηn ：第n段目の効率=0.9ⁿ

本カタログには、この全効率を考慮に入れてモータとギヤヘッドを直結した時の出力トルクを表示してあります。また、DMNシリーズのギヤヘッドのギヤ段数、およびギヤ効率は、次の通りです。

サイズ	ギヤヘッド機種名	2段	3段	4段	5段	ギヤ段数
		0.81	0.73	0.66	0.59	
□61	6DG□	3~18	25~120	150~450	500~1800	減速比(分母)
□61	6DG□F	3~9	12.5~36	50~180	—	
□80	8DG□	3~18	25~180	187.5~450	500~1800	
□80	8DG□F	3~18	25~36	50~180	—	

ギヤヘッドの出力軸とベンディング・スラスト荷重

ギヤヘッドの出力軸にかけられるベンディング荷重の位置と、瞬間最大許容荷重、およびスラスト荷重（軸をケース側に押す、あるいは引く力）は、次表の通りです。

極端に大きな荷重を長時間にわたってかけないように、また、ベンディング荷重をかける位置は、なるべくケース寄りをしてください。

ギヤヘッド機種名	減速比(分母)	最大常用トルク※ N·m	瞬間最大許容ベンディング荷重 N				スラスト荷重 N
			シャフト先端からの距離				
			20mm	15mm	10mm	5mm	
6DG□	3~1800	0.98	118	59	49	49	29
6DG□F	3~180	2.45	118	69	59	59	29
8DG□	3~180	3.92	225	127	108	108	49
	187.5~1800	3.92	333	186	157	157	49
8DG□F	3~180	9.8	294	186	157	157	69

※ギヤヘッドの常用トルクは減速比によって変わります。上表の数値は最大値です。減速比の詳細はギヤヘッドごとに御確認下さい。

モータとギヤヘッドの組み合わせ

ピニオン軸のモータにギヤヘッドを組み合わせるときは、ピニオンとギヤが強く当たらないように、静かに左右にまわしながら行ってください。

無理に組み合わせると、ピニオンやギヤにキズがつき、騒音のもとになったり、寿命が低下し、また、思わぬ事故の原因にもなります。

組み合わせに使用されるボルトの種類

モータとギヤヘッドを組み合わせる場合に使用するボルトの種類は下表の通りです。

ギヤヘッド		
機種名	減速比	ボルト
6DG□	全機種	M4×45
6DG□F	全機種	M4×60
8DG□	3~180	M5×50
	187.5~1800	M5×60
8DG□F	3~18	M5×50
	25~180	M5×60

直流モータは、小型・高出力で、速度制御が容易であり、また、電池・バッテリー電源等で駆動できる使いやすいモータです。その反面選定を誤ると、焼損やブラシの異常摩耗を起こすことがあります。ここでは、電源、取付姿勢、回路付き等の一般的な注意事項や問題について説明します。

・過負荷運転、拘束

過負荷運転及び、拘束状態は、定格を超えた負荷トルクが加わった状態であり、過大な電流が流るために、モータが焼損することがあります。過負荷、拘束状態での使用は絶対に避けてください。(5秒以上の拘束は、モータにダメージを与えます。5秒以上の拘束はしないでください。)

・電圧印加

必ず定格電圧(±10%)で使用し、サージ電圧を避けてください。サージおよび逆極性から保護する回路構成を組み込んだモータを特注品として製造することもできます。詳しくはご相談ください。

・定格外の電圧印加

定格を超える電圧を印加しますと温度上昇値が高くなり焼損したり、寿命低下につながる場合があります。また、振動に起因する火花によってコンミテータの表面が荒れ、ブラシが機械的な磨耗を受ける場合があります。

定格を下回る電圧を印加しますとセルフクリーニング効果の低下により始動できなくなる場合があります。

定格仕様の±10%の運転を考慮して製作されています。この範囲から外れる場合にはご相談ください。

・電源電圧の波形によるブラシの摩耗促進

ブラシの磨耗には、ブラシとコンミテータとの磨耗による機械的な磨耗と、整流の火花に起因する電氣的磨耗があり、後者の磨耗が大半を占めています。このためブラシの磨耗は電源電圧の波形に大きく影響され、一般に安定化直流電源の使用を推奨しています。電源を整流して使用する場合は、全波整流にコンデンサ等の平滑回路を併用し使用してください。

・環境条件

直流モータの生命は、整流作用にあります。コンミテータ表面にホコリ、油、水等が付着すると、整流作用が悪化し良好な整流作用が失われ、ブラシ磨耗が促進しますので十分気をつけてください。

・ブラシ取付位置の移動

ブラシの取付位置は、時計方向、反時計方向の回転速度や電流等の特性差が少ない位置に固定してあります。基本的にはマグネット磁極の位置に対して定めてあります。ブラシを固定しているブラシホルダーや、アトカバー等を不用意に移動、回転させますと、マグネットとブラシとの位置関係がずれることにより、回転方向で特性が変わったり整流作用が悪くなり、ブラシが異常磨耗することがあります。ブラシの位置は絶対に移動させないようにしてください。

・取付状態

取付状態は、一般的にモータ軸水平で使用する構造となっています。出力軸上向き、あるいは下向きなどの場合には、ベアリングやグリス、ワッシャー等に特別な配慮が必要となります。詳しくはご相談ください。

なお、ギヤヘッドのグリスがモータへ流れ込むような取付姿勢は避けてください。(出力軸上向き等)

モータを取り付ける際に使用するネジは、外形図に記載されてあります。ネジ深さを確認していただき選定いただけますようお願いいたします。ネジ深さを超えて使用した場合、モータ本体、ロータ、減速ギヤに接触し、焼損、ギヤ破損等の恐れがありますので、ご注意ください。

・ノイズ発生

ブラシとコンミテータによる整流の火花に起因する電気ノイズが発生します。ノイズの低減についてはご相談ください。

・間欠駆動用ギヤヘッドについて

36G、43G、5C、Lタイプ等のギヤヘッドの構造は軸を固定しその

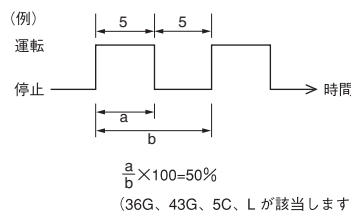


図-4

軸のまわりをギヤが回転し動力を伝達する構造のため連続の運転では対応が出来ません。ONとOFFとのデューティ比は50%以下1回のONは5秒程度以下にしてください。

・ブラシ交換について

DME44、60シリーズのモータはブラシ交換が可能な構造となっていますが、絶縁の低下、異常音、ショート等の不具合が発生しますので、ブラシ交換はしないで下さい。

仕様書の定格外で使用されると、ブラシ、コンミテータの異常摩耗、起動不良等が発生する原因となりますので事前に相談ください。

・負荷変動について

定格負荷以下のトルクであっても、変動が頻発に起こりますと予想以上のダメージがあります。運転条件、負荷条件にご注意ください。

・絶縁抵抗値

ブラシ付DCモータのため、使用時間の増加に伴ない絶縁抵抗値が低下します。カタログ掲載値は初期値です。

モータケースと電源GNDを共通にして使用する場合には注意が必要です。

・寿命

使用条件、使用環境により大きく変わります。詳細はご確認ください。

・モータとギヤヘッドの組み合わせ

ピニオン軸のモータにギヤヘッドを組み合わせるときは、ピニオンとギヤが強く当たらないように、静かに左右にまわしながら行ってください。

無理に組み合わせると、ピニオンやギヤにキズがつき、異常音、寿命の低下、モータロック等の故障原因となります。

・エンコーダ使用上の注意

絶対最大定格を超える電圧の印加は行わないでください。破損することがあります。

誤配線しますと、破損することがあります。

回転方向に対するA、Bチャンネルの進み遅れの関係を間違えると装置が暴走、破損する恐れがあります。

精密機器の為、エンコーダ本体やモータ出力軸には振動や衝撃を加えないでください。

使用電源は必ず絶縁トランスを使用した電源を使用してください。

(オートトランス【単変加圧器】を使用した電源は使用しないでください。)

使用電源にサージ電圧が発生もしくは発生の可能性がある場合には、電源間にサージアブソーバー等を接続しサージ電圧を吸収してから使用してください。

モータ電源等、高電圧のスイッチング電源と同一配線しますと、誤作動や破損の原因となりますので必ず別接続してください。

リード線を延長して使用する場合は波形歪みや遅延時間等を確認の上、使用してください。

絶縁抵抗や絶縁耐圧の測定は絶対に行わないでください。

・保管条件

※モータ設置後に於いても無通電期間が長期に亘る場合には以下の保管条件を考慮ください。

保管温度、保管湿度

-20℃～+60℃、10～90%RH(但し、結露なきこと)

上記範囲内の保管であっても、長期に亘る場合には周辺環境によっては腐食、故障の起きることがあります。

保管雰囲気

以下の雰囲気、場所での保管は避けてください。

- 1) 雨、水滴がかかる。
- 2) 腐食性のガス、液体等がある。
- 3) 高温多湿となる。
- 4) 結露の可能性がある。
- 5) 振動粉塵がある。
- 6) その他、特殊な環境下。(シリコン等)

保管期間

良好な条件での保管をされている場合、長期間品質は維持されますが、1年以上の保管をされている場合には、ご使用前に定格電圧、定格トルクにて15分程度のエージングを行うことをお勧めします。

その他の注意事項

下記の件でご使用上に不都合となる場合にはご相談ください。

1) ギヤヘッドの潤滑オイル

ギヤヘッド歯車の潤滑にグリスを使用しておりますが、時間とともにオイルが遊離しギヤヘッド勘合部から外部に出ることがあります。

2) プレス部分破断面、出力部の錆

保管中に錆の出る場合があります。

・その他

使用条件、保存環境等によりギヤヘッドからグリスの油分がにじみ出ることがあります。

ギヤヘッドのご使用には、問題ありませんが使用機器等を汚す恐れがありますので、ご注意ください。

DMN
29

DMN
37

DME
25

DME
33

DME
34

DME
37

DME
44

DME
60