

実務に役立つ機械シリーズ

ーモータと電力・制御技術コースー

NO.1

モータと電力



コガク

目次

学習のねらい.....	1
第1週 モータと電力	3
1.1 DC モータ	4
1.1.1 モータとは	4
1.1.2 DC モータ	7
1.2 AC モータ	11
1.2.1 誘導電動機の原理	11
1.2.2 単相誘導電動機	14
1.3 ステッピングモータ	16
1.3.1 ステッピングモータの種類	16
1.3.2 ステッピングモータの制御	18
1.3.3 励磁方法	20
1.3.4 自起動周波数	21
1.4 モータと電力	23
1.4.1 電力について	23
1.4.2 電力量について	24
1.4.3 正弦波について	24
1.4.4 ベクトル表示について	26
1.4.5 交流の電力	29
『まとめと練習問題』.....	32
第2週 モータの駆動技術	33
2.1 インダクションモータの駆動	34
2.1.1 インダクションモータの種類と特徴	34
2.1.2 インダクションモータの特性	34
2.1.3 始動方法と制動方法	37
2.2 三相モータの駆動方法	40
2.2.1 三相モータの主回路	40
2.2.2 モータの正・逆転	44
2.2.3 スターデルタ始動回路	45
2.3 モータの制動・各種モータ	47
2.3.1 モータの制動	47
2.3.2 各種モータ	49
2.4 DC モータ・ステッピングモータの制御	53
2.4.1 DC モータ制御の種類	53
2.4.2 DC モータの始動と制動	53
2.4.3 DC モータの各種制御	56
2.4.4 DC モータの各種駆動回路	58
2.4.5 ステッピングモータの制御	63
『まとめと練習問題』.....	69

第3週 負荷・トルク計算	71
3.1 慣性モーメントの計算	72
3.1.1 モータ選定の手順	72
3.1.2 慣性モーメント	74
3.2 トルクの計算 (1)	78
3.2.1 モータにかかるトルクの計算	78
3.2.2 モータの仮選定	82
3.3 トルクの計算 (2)	83
3.3.1 加速トルクの計算	83
3.3.2 実効トルクの計算	84
3.3.3 特性チェック	85
3.3.4 モータの制御	86
3.4 モータ選定の考え方	87
3.4.1 モータ制御システム	87
3.4.2 サーボモータへの要求	90
3.4.3 サーボモータの選び方	92
『まとめと練習問題』	100
第4週 インバータ制御・サーボ制御	103
4.1 インバータ制御	104
4.1.1 汎用インバータ	104
4.1.2 汎用インバータの原理	105
4.2 インバータ制御回路技術	107
4.2.1 基本回路	107
4.2.2 制御特性	109
4.2.3 使用上の注意	111
4.3 インバータの応用	115
4.3.1 瞬時電圧降下 (瞬停) 時の運転	115
4.3.2 簡易位置決め装置	117
4.3.3 ベクトル制御によるインダクションモータのサーボ制御	118
4.4 サーボシステム	119
4.4.1 サーボコントローラの選定	119
4.4.2 サーボコントローラの仕組み	120
4.4.3 入出力信号とサーボアンプ	122
4.4.4 サーボモータの選定	128
『まとめと練習問題』	133
STEP UP	134
練習問題の解答	135
索引	137

■ 第 1 週 ■

モータと電力

【学習のポイント】

英語で motor という、いろいろな意味があります。

たとえば、動かす人や物、自動車、運動筋肉（神経）、それとモータなど。

したがって、日本語で使われる電動機といった意味以外にも数々の場面で使われることになります。いわゆる物理的な力を引き起こす元になるもの、と考えればよいでしょう。

昔々の機械式時計がデジタルに置き換わってから久しいですが、実際の物を動かすロボットになってきますと、従来のモータの働きにとって代わるものはまだ現れていません。確かに、超音波モータやバイオモータなどは考案されましたが、全面的に主役を占めることはまずないでしょう。

モータ以外のアクチュエータ (actuator: 駆動するもの) としては、油空圧シリンダや電磁ソレノイドなどがあげられます。

この週では、各種モータの原理と使い方を中心に学習します。

子供のころに、小学校の理科の時間でエナメル線を巻いてモータを作った経験のある人や、ラジコンやミニ四駆をニッカド電池で走らせたことのある人は、どうかひとつそのころを思い出しながら、新鮮な気持ちでページを読み進めてください。

1.1 DC モーター

1.1.1 モーターとは

すでに述べたように英語で motor という、いろいろな意味があります。

たとえば、何かを動かす人、何かを動かす装置、自動車、運動筋肉や運動神経、それと電気のモーターなどです。どれもが最終的には物理的な力を引き起こす仕組みのことを指しています。

本書で取り扱うのは、もちろん電気のモーターのことです。外部からコイルに電流を流すと、回転力や直進力が簡単に得られるのがモーターです。

実際に、モーターはさまざまなところに使われています。

携帯電話のマナーモードを知らせるメカニズム、オーディオ機器、洗濯機のような家電製品の中に。

自動車のウィンドウの開閉、電動車椅子の駆動に。

ロボットの関節軸の駆動、コンベアの移送、機械主軸の駆動に。

サイズの小さなものから大きなものまで。

パワーの少ないものから大きいものまで。

エンジニアとしては、そのあたりの使い分けを知る必要があります。

電動モーターの動く原理は基本的に同じです。

図 1.1 に示すように、N と S の磁極が作る磁界中に置かれた電線に電流を流すと、直角方向に電線を動かす力が発生します。これが有名なフレミングの左手の法則と呼ばれるものです。この Fleming's left hand rule は、この講座のテキスト中に何度か出てきます。

磁界の方向と電流の方向が決まると、電磁力の発生方向が決められます。それを覚えやすくしたものが図 1.2 になります。

電气的エネルギーを機械的エネルギーに変換するのが、この法則によって示されます。なお、合せてフレミングの右手の法則についても、図 1.3 と図 1.4 に示します。

これは左手の法則を逆にしたものです。磁界中で電線を動かすと、電線に起電力が発生して電流が流れます。機械的エネルギーを電气的エネルギーに変換するわけで、これが発電機の原理となっています。

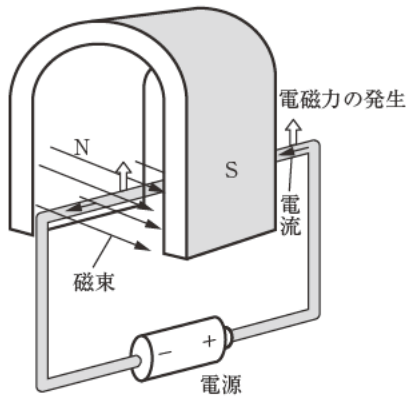


図 1.1 電磁力の発生

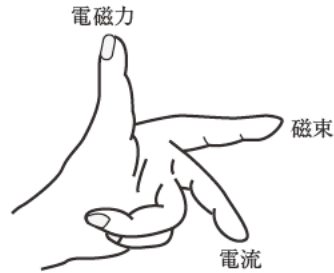


図 1.2 フレミングの左手の法則

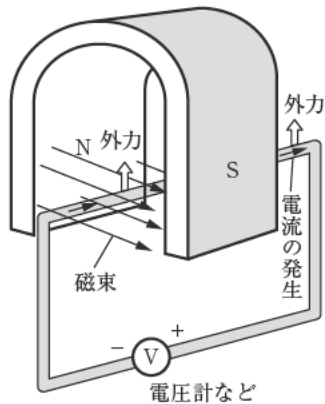


図 1.3 起電力の発生



図 1.4 フレミングの右手の法則

以上の左手と右手の法則はよく混同されがちです。左手が力の発生で、右手が電流の発生です。注意しましょう。

見方を変えていうならば、モータ（電動機）と発電機は同一原理の表裏で働いていることになります。

たとえば、図 1.5 (a) のように、模型店で買ってきたモータに電池をつなげばモータは回転します。

さらに、図 1.5 (b) のように、今度は電池をつながないでモータ軸を手で回してやるとモータから直流電圧が発生します。これをテスタなどで確かめることができます。豆電球を点灯させることも可能です。自転車についている発電機も同じ仕組みです。このような直流モータの基本原理が、さまざまなモータを生み出していくことにな

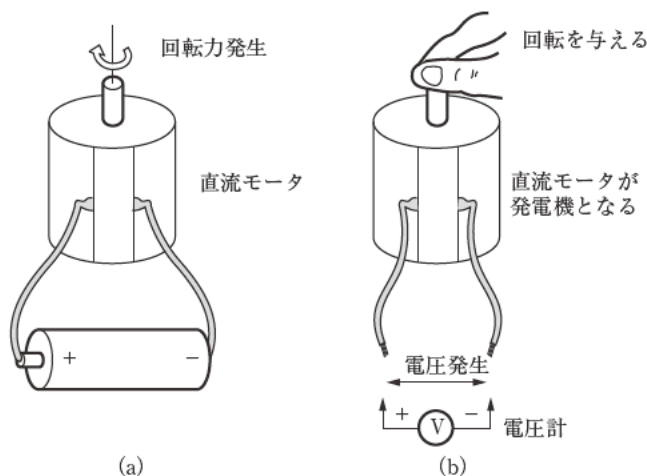


図 1.5 モーターと発電機

ります。

外側の磁界そのものを回転させる方式の誘導モーターや、直線状に移動するリニアモーターなどへ変化します。

また、DC モーターに加える電圧を高くすると、それに比例して回転速度が上昇します。加える電圧の向きを逆にすると、回転方向も逆になります。発電する電圧も同様に、回転速度を上げると出力電圧が上昇し、回転方向を逆にすると出力電圧のプラスマイナスも逆になります。

では、これらのモーターにはどのような種類があるのかをまとめて図 1.6 に示します。

この分類方法にしても、電源、構造、トルクの大小、用途などによって異なってきます。ここでは大きく電源で分けて、さらに構造や回転原理で分けています。

モーターを使う側からすれば、要求仕様を満たすものであれば何でもよいわけで、その構造および回転原理は知らなくてもよさそうですが、ある程度の原理を知っておかないと、機械設計や故障対策で困ります。

なお、DC は Direct Current で、直流を示します。AC は Alternating Current で、交流を示します。

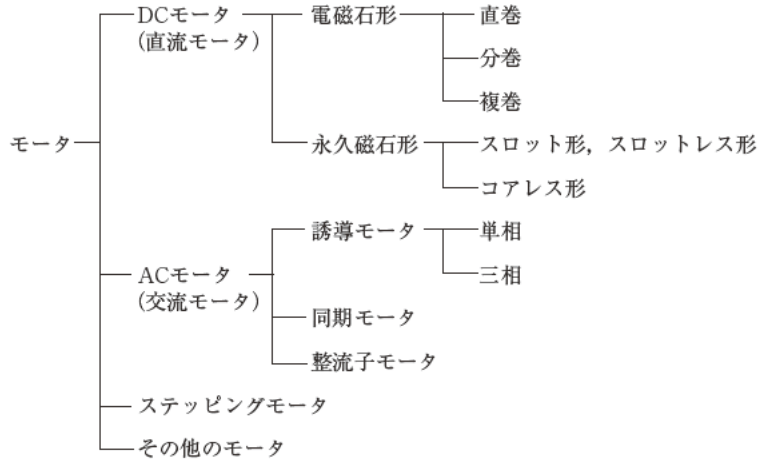


図 1.6 モータの種類

1.1.2 DC モータ

DC 直流モータの基本原理を図 1.7 で説明します。

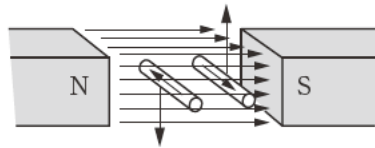


図 1.7 磁界中の 2 本の導線に発生する電磁力

前述のフレミングの左手の法則を思い返してもらうとよいでしょう。一様な磁界中に 2 本の導線を入れて、左の導線にはむこう向きに、右の導線にはこちら向きに電流を流すとします。その結果、左の導線は下向きに、右の導線は上向きに電磁力が発生します。

このことを利用して回転力が得られるように、図 1.8 に示すように 2 本の導線をループ状に接続して、整流子およびブラシを介した電源を加えます。

整流子は回転しながら、固定したブラシと接触しています。これでコイルに流れる電流方向を 180°ごとに逆転させて、常に同一方向へ回転力が得られるようにしています。

図 1.9 で説明しますと、コイルのうちで左側の N 極に近い導線部分では常にむこう向きに電流が流れ、右側の S 極に近い導線部分では常にこちら向きに流れることとなります。