

NO8 語句解説 ー電気鉄道の電動機とその制御 1ー

1. 鉄道の電気車を駆動する電動機として、直流電動機が広く使われてきた。近年、パワーエレクトロニクス技術の発展によって、電気車用駆動電動機の電源として、可変電圧・可変周波数の交流を発生することができるインバータを搭載する電気車が多くなった。誘導電動機には(1)と(2)があり、(1)は二次側(回転子)巻線の電力を回生することによって速度を制御することが可能であるが、運転特性が悪い、スリップリング・ブラシの保守が必要であるため現在ではほとんど用いられていない。電気車システムでは、構造が簡単で保守が容易な(2)三相誘導電動機をインバータで駆動し、誘導電動機の制御方法としてすべり周波数制御が広く採用されている。電気車の速度を目標の速度にするためには、誘導電動機が発生するトルクを調節して電気車を加減速する必要がある。誘導電動機の回転周波数はセンサで検出されるので、回転周波数にすべり周波数を加算して得た(3)周波数で誘導電動機を駆動することで、目標のトルクを得ることができる。電気車を始動・加速するときには(4)のすべりで運転し、回生制動によって減速するときには(5)のすべりで運転する。最近はさらに電動機の制御技術が進展し、誘導電動機のトルクを直接制御することができる(6)制御の採用が進んでいる。また、電気車用駆動電動機のさらなる小型・軽量化を目指して、永久磁石形同期電動機を適用しようとする技術的動向がある。

(1) 巻線形 (2) かご形 (3) 一次 (4) 正 (5) 負 (6) ベクトル

2. 交流電源ー整流器ー平滑用コンデンサーインバータで構成される回路によって電動機を駆動する場合、(1)の大きな負荷を減速するときには、電動機からインバータに電力が流れ込む。このとき直流電圧が上昇するので、(2)とパワー半導体デバイスとの直列回路を平滑コンデンサと並列に設け、パワー半導体デバイスをスイッチングして電流を調整することによって、電動機からの電力を消費させることができる。この方法を一般的に(3)制動と呼んでいる。一方、電力を消費するのではなく、逆変換できる整流器を介して交流電源に電力を戻し、他の用途などに有効に使うこともできる。この方法を一般に(4)制動と呼んでいる。

(1) 慣性モーメント (2) 抵抗 (3) 発電 (4) 回生

3. 電気式ブレーキに関する記述として、誤っているものを次のうちから一つ選べ。

- (1) 電気ブレーキは、速度が低下してもつねに一定の制動トルクを発生させる制動である。
- (2) 回生ブレーキは、電動機を発電機として運転し、その動力を電源へ返還することによって制動するものである。
- (3) 逆転ブレーキは、正開店中に電源甘露を逆回転の接続に切り替え、逆回転トルクを発生させて急激に制動を加えるものである。
- (4) 発電ブレーキは、回転エネルギーで発電し、抵抗でジュール熱としてエネルギーを消費することによって制動するものである。
- (5) 単相ブレーキは、巻線形三相誘導電動機を単相で運転し、二次抵抗を調整して制動トルクを発生させる制動方法である。

誤っているもの：(1)

電気ブレーキは、ある速度以下になると制動トルクを発生させることができない。

3. 直流電気車の駆動用電動機には大きな (1) が要求され、長い間、直流 (2) 電動機が使用されてきた。この電動機の制御に古くから使われてきたのは抵抗制御方式であるが、その後、パワー半導体デバイスの進化によってサイリスタを使用したチョップ制御が導入され、電動機のみめ細かい制御が可能となり、エネルギー効率も向上した。現在では、パワー半導体デバイスとして IGBT などを使用した大容量の変圧可変周波数 (VVVF) 変換装置が開発され、電動機の高い制御が可能となっている。この電動機として、主に我が国では、構造が簡単で堅ろう、保守が容易な (3) が使用されており、1 台の変換装置で複数台の電動機制御が容易である。また、その電動機の制御方式には、可変電圧可変周波数変換装置の出力電圧を V 、出力周波数を f 、電動機電流を I_M 、すべり周波数を f_s とすると、定加速域では (4) 制御、定出力域では (5) 制御、さらに高速の特性域では V 一定・ f_s 一定制御が一般的に適用されている。

- (1) 始動時のトルク (2) 直巻 (3) 三相かご形誘導電動機 (4) V/f 一定・ I_M 一定・ f_s 可変
 (5) V 一定・ I_M 一定・ f_s 可変

4. 電気鉄道のき電方式には直流き電方式および交流き電方式がある。交流電気鉄道は単相負荷であるため、き電変電所では、一般に電力会社から三相電力を受電して、三相-二相変圧器で 90° 位相差の 2 組の電気車電圧に適した単相電力に変換して、別方面または上下線別いき電している。この三相-二相変圧器を (1) 結線変圧器と呼んでいる。我が国では、直流 (2) V 方式や交流 (3) kV 方式が主に用いられており、新幹線には交流 (4) kV が採用されている。直流 (5) V や (6) V など地下鉄や路面電車に用いられている。海外の主要国では直流 3000V 方式と交流 25kV 方式が用いられている。

我が国では両方式ともレールを電流の帰路とするため、レールからの (7) が種々の障害を発生させる場合がある。直流き電方式では、線路に近接して水道管などの地中埋設金属があると、(7) は大地より抵抗の低い金属体を通り、変電所付近で流出してレールに戻るため、地下水が (8) として働き、流出部分が腐食する。このような現象を電食といい、これを防止するために、変電所間隔の短縮、帰線抵抗の低減、流電陽極や (9) の設置などが行われる。交流き電方式では、この (7) があるため、架線を通る電流とレールを通る電流とが (10) ので、併設された電話線に影響を及ぼす通信誘導障害を発生させる場合がある。また、(7) 以外に電気鉄道周辺に影響を及ぼすものとして、パンタグラフの (11) によって生じるアーク放電に起因する電波があり、ラジオ放送、テレビ放送、無線通信などにノイズとして混入する場合がある。

- (1) スコット (2) 1500 (3) 20 (4) 25 (5) 600 (6) 750
 (7) 漏れ電流 (8) 電解液 (9) 排流器 (10) 等しくない (11) 離線

5. 電気車の最大牽引力は、主電動機の最大トルクだけからは決まらず、 \times (1) の値以内という制限があり、この値以上のトルクを加えれば、(2) を起こしてしまう。空気制動 (空気ブレーキ) の場合も、全制輪子 (車輪に押し当てるブレーキシュー) 圧力 $\leq (1 \times (3)) \times$ (制輪子を持つ車軸上の全重量) \times (4) の条件があり、この限界値を超える圧力を加えると、(5) を引き起こしてしまう。

- (1) 車軸上の重量 (2) 空転 (3) 制輪子と車軸の摩擦係数 (4) 車輪踏面とレールの粘着係数
 (5) 滑走

粘着係数 (空転せずに出しうる最大の車軸周引張力)、車輪踏面 (鉄道車両用車輪のレールと接触する部分)、滑走 (何らかの理由で車輪と軌条 (レール) の間の摩擦力が低下し、制動時に車輪がロックし、そのままレール面を滑る現象)