

電気式戸閉装置の構造と機能について

1. はじめに

車両の側引戸用戸閉装置(がわひきどようとうじめそうち)は、乗客と直接接する装置であること、一つ一つが独立したシステムであること、また、車両に搭載される数が多いことから、安全性、信頼性、機能性が高く、また、省メンテナンスであるシステムが求められている。日本国内では従来から空気式の戸閉装置が使用されることが多かったが、最近は制御性を高くし乗客や荷物が挟まったときの安全性を高めることや、自己診断機能などによるメンテナンス作業の軽減を志向し電気式の戸閉装置を採用するところも増えてきている。なお、国外では電気式の戸閉装置は古くから採用されている。本稿では電気式の戸閉装置について、その方式や安全性の確保の方法の例を紹介する。

2. 電気式戸閉装置の構成例

電気式側引戸戸閉装置はモータの回転運動を側引戸の直線運動に変換して動作させる方式や、リニアモータを使いリニアモータの直線運動でそのまま側引戸を開閉する方式がある。また、両開きの側引戸の場合、2つのモータによってそれぞれの扉を引き分ける方式と、左右の扉を連結し連動させる機構を使い1つのモータで動かす方式とがある。どちらの方式を使用するかは鉄道事業者側の考え方(安全性、経済性など)で決められる。左右の連結機構としては、ラック・ピニオン式、ベルト式、ボールネジ式などがある。全閉位置では機械的なロック装置により側引戸を施錠し、安全性を確保する。このことによりモータの駆動電源を落としても戸閉め状態が保たれるため省エネの面からも有用である。

以下に電気式戸閉装置の例を紹介する。

(1) 回転モータ+ボールネジ方式

この方式はドライバーでネジを回すとナットが動く要領で、回転モータでネジを切った軸をまわすことにより、ナットにあたる部分に接続されたドアが開閉する仕組みになっている。図1に1つのモータにて両開きの側引戸を開閉する方式の概念図を示す。左右の引戸を引き分けるためにネジは中央を境にして反対向きにネジを切った形にしてあり、左右のドアが反対方向に動作するようになっている。

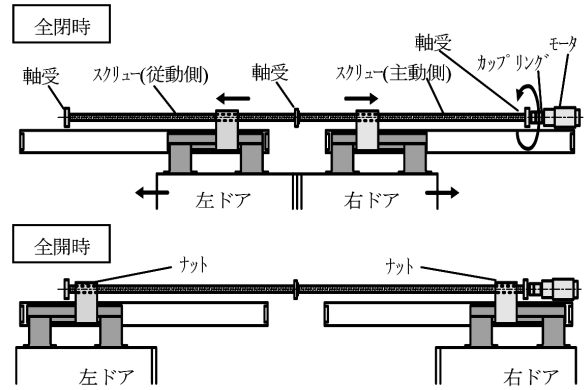


図1 回転式モータ(1モータ)+ボールネジ方式

(2) リニアモータ方式

リニアモータ方式はリニアモータそのものの動きを側引戸の開閉運動に適用している。回転モータ方式のように回転運動を直線運動に変換する機械的機構がないので、乗客や荷物が扉に挟まれたりした場合の検知が早いため安全性が高いことやメンテナンス作業が少ないなどの特徴がある。リニアモータは固定子に永久磁石、可動子にコイルを配した永久磁石リニア同期モータが採用されている。図2に2つのリニアモータにて両開きの側引戸を開閉する方式の概念図を示す。リニアモータの可動子に側引戸が直接連結されるシンプルな構成となり、リニアモータの直線運動に従い扉が開閉される。

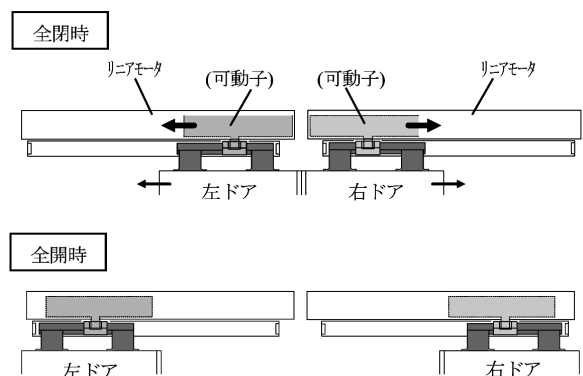


図2 リニアモータ(2モータ)方式

(3) 回転モータ+ラック・ピニオン方式

回転モータによってピニオンを回転させ、側引戸に結合されたラックを動作させることによって側引戸を開閉する方式である。図3に1つの回転モータ

にて両開きの側引戸を開閉する方式の概念図を示す。ピニオンの回転により上ラック、下ラックを動作させ、左右の側引戸を開閉する。

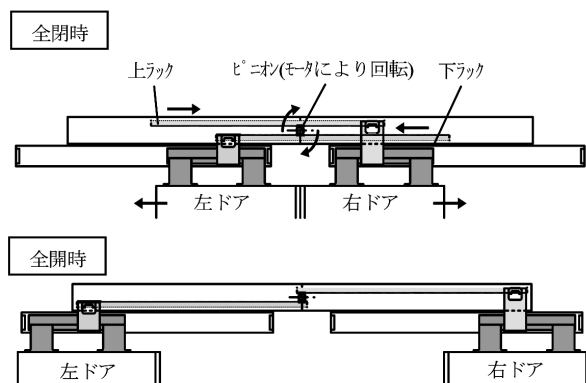


図3 回転モータ(2モータ)+ラック・ピニオン方式

3. 開閉方法について

側引戸の開閉方法については、運転台のスイッチで運転手、または車掌扱いによって開閉する方式、信号装置と連動し、駅停車時に自動で開閉する方式、駅停車時に側引戸の近傍に取り付けられた扉の開閉スイッチを乗客が操作することによって開閉を行う方式などがある。

4. 安全確保の方策

戸閉装置には高い安全性が求められている。以下、いくつかの安全確保のための方策を紹介する。

(1) 開指令の二重化

戸閉装置は扉を必要な時に開けなければならないが、同時に必要の無い時に絶対に扉を開けてはならないということが求められる。このため、扉の開指令を二重化し、万が一誤って片方の回路が短絡するなどして加圧された場合でも扉を開けない方式をとる場合がみられる。戸閉装置側では二つの独立した信号が入力されることにより、開指令を有効とし扉を開ける。

(2) インターロック

車両用側引戸にとって一番危険なことは走行中に扉が開くことである。これを防ぐために車両の速度信号を戸閉装置に取り込み、走行中には駆動装置を動かさない処置が取られている。また、車両側に扉が全閉位置にあるという信号と扉が閉位置で

ロックされた信号を送っている。これにより車両側でもドアが開いているときは車両を発車させないよう、また、万が一走行中にドアが開いた場合には車両を停止させるようになっている。

(3) 戸挟み安全機能

側引戸に乗客や乗客の持ち物が挟まれた場合の安全機能について紹介する。戸挟み検知方法については、戸先ゴムに埋め込んだセンサによる検知もあるが、電気式ではその特徴を活かし、モータの電流が異常に上昇することやモータの位置のずれにより検知する方法などがとられる。検知後の動作としては、閉方向の推力の強弱を繰り返す方式、検知位置から開方向へ扉を開ける方式など、鉄道事業者側の考え方で決められる。

(4) 非常開放機能

車両用側引戸は前述のように開くことに制限が設けられているが、万が一乗客が車両外へ脱出する必要がある場合には開かなくてはならない。このため、車内や車外に非常解錠スイッチを設け、ロック装置を外し、乗客の手で、扉を開けられるようにしている。ロックを外す機構としては、解錠スイッチで直接外すものや、ワイヤなどで接続することにより、離れた場所にあるスイッチの操作で外すものがある。非常解錠スイッチはロック装置の近くに設けられ、直接ロック装置を外す機構や、離れた場所におかれ、ワイヤなどで接続することによりロック装置を外す機構がある。解錠スイッチ車両の電源が無くとも解錠できる機構となっている。

5. 高機能化によるメンテナンス軽減

電気式戸閉装置では、コンロトウラ部分にメモリーを持ち、ロードによって装置の状態を確認したり、また情報制御伝送用装置と連携して運転台のモニタに装置の情報を表示したり、運転台からの操作により一斉に開閉試験を行い、開閉時間や電流値により側引戸に障害物の有無などの異常が無いか、また異常の兆候が無いかどうかを診断する機能を有するものがある。こういった機能を活用することで、メンテナンスの軽減に役立てることができる。

(富士電機(株) 車輛技術Gr 梅澤 幸太郎)