

通勤電車の混雑環境を模擬できる戸閉装置用荷重試験装置の開発

松本 隆 安田 馨観 ○後迫 直樹 横倉 晃 (東日本旅客鉄道)

麻生 和夫 小山 健一 眞下 学 (東急車輛製造)

Development of the load test equipment for the door operating equipment
which can simulate the crowded condition in the commuter train.Takashi Matsumoto, Kiyomi Yasuda, ○Naoki Ushirozako, Akira Yokokura (East Japan Railway Company)
Kazuo Asou, Kenichi Koyama, Gaku Mashimo (Tokyu Car Corporation)

The door operating equipment of a train has an important role in keeping in safety and stability on the train operation, and its reliability must be more increased.

However, in the past, it has been difficult to examine and evaluate the influence of the crowded condition on the door operating equipment in the commuter train.

Then, we developed the load test device for the door which can simulate the door on the crowded train by giving force vertically to the side of the door and by slightly changing the position of the guide rail of the door.

キーワード：戸閉装置、試験装置、通勤電車、乗車率

Key Words：Door operating equipment, Test equipment, Commuter train, Boarding rate

1. はじめに

戸閉装置におけるドアの開閉機構について、特に在来線車両においては従来の空気シリンダ式に換わりモータ等を駆動源とした電気式が主流となりつつある。戸閉装置は列車の安全・安定性の確保上重要な役割を担っているため信頼性の高いものである必要がある。しかし、従来の試験方法では通勤電車の混雑環境による影響を試験、評価することが困難であった。そこで、従来行われていなかったお客さまによってドアが外側へ押される力や車内重量の増加による側出入口開口部の変形を再現することができる試験装置の開発に取り組んだ。

2. 押圧と車体変形

2.1 押圧

ラッシュ時にお客さまによってドアに対し車体外方向へ押される力（以下、押圧という）が加わるが、その力については、過去に乗車率との関係を検討した値を参考とした（図1）。なお、ドアへの押圧は1開閉動作時にドア周辺のお客さまがドアを開閉できるように体を引く行動をとると考えられるため、乗車率によって一概に決定できるものではなく参考値としている。図1によれば、乗車率が180%

を超える辺りから押圧が発生し、350%では約3kN もの力が発生すると考えられる。過大な押圧の作用により、ドアモータへの負荷増大やドアとレール間の摩擦発生等の影響が想定される。

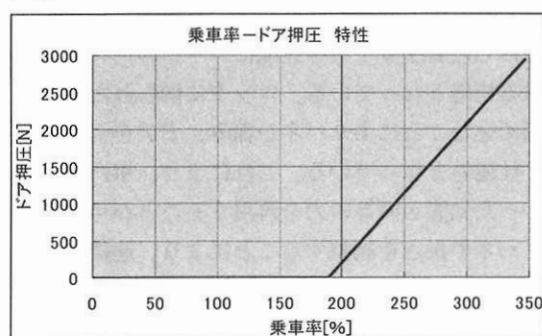


図1 乗車率による押圧の変化

2.2 車体変形

乗車率の変化に伴う車体変形について、4扉通勤電車(E231系中間車)をモデルに、空車時と満車時の変形量を3次元FEM解析で求めた。それによると、側構体は荷重増加とともに台車上は外に凸、車体中央寄り内側に凸、側は下には凸の変形を起こした。上レール部（戸閉装置

が取り付けられる部分)と下レール部の空車時・満車時の相対的な変位量を求めたところ、それぞれ上下方向・枕木方向への相対的な変位を示し、車体中央寄り2箇所と車端寄り2箇所のドアで変位量に違いがあることが分かった。これらのことから、戸閉装置が変形により受ける抵抗やドアとレール間の摩擦発生などによる負荷発生の可能性が推測される。

3. 荷重試験装置概要

押圧・車体変形を模擬するための試験装置の開発にあたり、以下の条件を仕様とした。

①ラッシュ時を想定した車内からのドア押圧の再現

→ドアへ連続的に3.0kNまでの荷重を与えられる。

②お客さま乗車時の車体変形の再現

→上レール部・下レール部の各取付座を調整可能とすることで、車体変形を模擬できる。

③実際に近いドア開閉扱いの再現

→再開閉も含めた実際に近いドア開閉扱いの繰り返し状態を与えられる。

以上の仕様を満たす荷重試験装置として、図2のような装置を製作した。

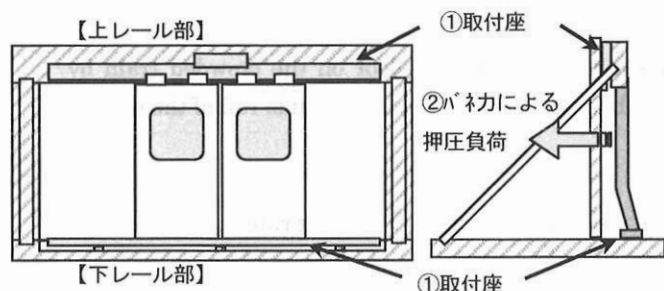


図2 荷重試験装置の概略図

①については、実際と同じく室内側から押圧を与えるのではなく、外板側よりドアを引っ張ることで押圧を再現させる機構とした。動力源としてはバネの反発力を利用し、ドアへ直付けしたL字ガイドを先端にローラの付いたロッドで引っ張る構造となっている。ロッドに切られたネジをナットで締め込むことによりバネが縮み、ドアを引く力が増していく仕組みとなっている。これにより、車内側から押圧がかかった状態と同等の力を再現することが可能である。また、バネの長さを調整することにより、連続的に最大約3.0kNまでの押圧を再現することが可能である。なお、ドアが戸袋に納まった状態では押圧は作用しないので、ドアが開口部にきた際に順番に押圧が掛かる（若しくはその反対）ために、バネ機構を開口部分へ横並びに配している。ドア一枚の窓部分に対して、5本のバネ機構が2段（計10本）装備されている（図3）。

②については、上レール・下レールの取付座を寸法別に用意し、取付座によって戸閉装置の位置を強制的に変化させ変形を与える仕組みとした（図4・5）。取付座は乗車率250%と350%を模擬できる2種類を用意した。

③については、戸閉装置本体を試験装置へ取付け、制御機等を配線で接続できるようにした。制御機は、戸閉装置を実際に近いドアの開閉動作をさせながら試験ができるよう、任意の開閉パターンを設定できるようにした。

荷重試験装置の全景を図6に示す。

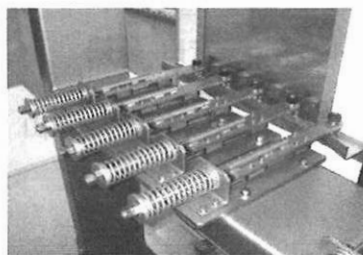


図3 バネ機構



図4 上レール部取付座

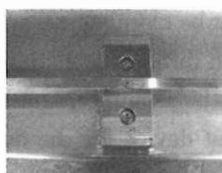


図5 下レール部取付座



図6 荷重試験装置全景

4. 試験結果

荷重試験装置に対し、戸閉装置を搭載して検証を行った。試験内容に関しては、押圧のみ可変させた試験、車体変形のみを加えた試験、押圧・車体変形を組合せた各試験を行い、更に戸閉装置の耐久性を検証するための連続開閉試験を行った。

試験結果の一例として、押圧を増加させた場合のドアが閉じる時間への影響について示す（図7）。この図からは、押圧が一定値を超える辺りから急激にドアが閉じる際の時間が長くなるという傾向が分かる。

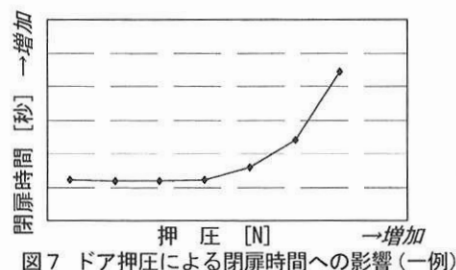


図7 ドア押圧による閉扉時間への影響（一例）

5. まとめ

従来の試験方法では、通勤電車の混雑環境による戸閉装置に対する影響を試験、評価することが困難であった。

本試験装置の開発により、混雑環境に起因するドアへの押圧発生や車体変形に伴う変位量を模擬した試験を実施することが可能となった。