

電気式戸閉め装置 “Rack ☆ Star” テクニカルレポート

ナブテスコ株式会社
鉄道カンパニードア技術部

弓 達 利 博



1. はじめに

当社において2004年当時、海外市場への製品展開を図り市場調査したところ、製品仕様は欧州規格に基づくものが大半であり、駆動源は電気式が主流で、乗降客の安全性を第一優先とした要求であった。また、我々ドアメーカーは戸閉め装置のみのサプライヤーではなく、ドアリーフおよびドア周辺機器まで含めたドアシステムサプライヤーとして求められていることが分かった。

当社としては、海外市場へ参入すべく技術競争力/コスト競争力を備えた製品開発を実施してきた。

2012年に都市交通車両向け電気式側引戸装置“Rack☆Star pocket”(図1参照)の受注(東武鉄道(株) 60000系・西武鉄道(株) 30000系・他)に漕ぎ着けることができたので、その概要を紹介する。

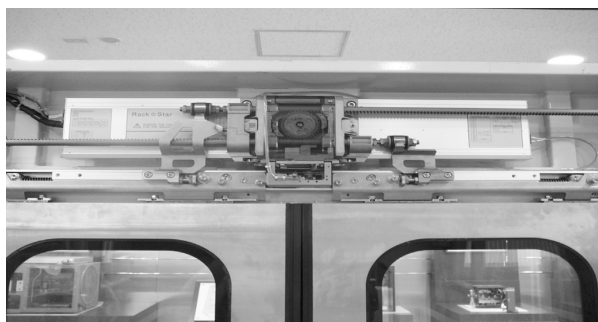


図1 Rack☆Star pocket

2. 新製品の特長

2.1 小型・軽量

省スペース配置と据付け時間の短縮を図り、駆動源に薄型モータを採用、引き分け機構にラック&ピニオン方式を採用、アルミニウム部品・樹脂ギアの多用により、質量12kg、幅880mm×高さ195mm×奥行き90mmの世界最軽量・最コンパクトなオペレータ部(ドライブユニット+コントロールユニット)を達成した。

2.2 確実なロック機構

特に電気式でポイントになるドア全閉位置でのメカニカルロックとして、遊星ギア機構を使用し、ワンモータでドア開閉駆動とロック駆動を可能とした。更に、モータの駆動力でロックするアクティブロック機構で、かつ両扉を同時にロックするダブルロック方式(図2参照)とすることで高い安全性と信頼性を実現した。

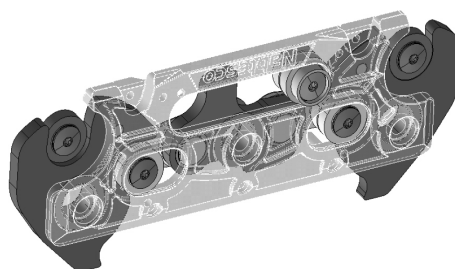


図2 アクティブロック機構

2.3 艤装の容易化

信頼性と省メンテナンスをコンセプトにして、多機能な戸吊装置の開発を実施してきた。アルミ製レールに潤滑剤密封ベアリング内蔵の樹脂製戸車を走らせる方式として定期的な給脂作業をなくした。また、レールと戸車の接触部の形状を工夫し、ドアリーフの枕木方向のモーメント抵抗を軽減させた。更に、踊り止め調整の不要化、レール方向の扉位置調整の容易化を図ることにより(図3参照)、ドアリーフの設置作業時間を短縮することができた。

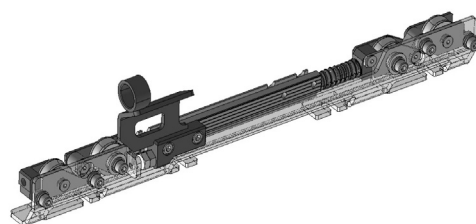


図3 多機能 戸吊装置

2.4 保守の容易化

オペレータ部を標準仕様対応部分と追加仕様対応部分に区分してユニット化した。これにより、多種多様の仕様に早急に対応できる構成となったばかりでなく、メンテナンス作業においてもユニット交換(図4参照)による作業性の容易化がなされた。

ラック&ピニオンギア駆動であるにもかかわらず、樹脂材と金属材の最適利用により、オイルフリー化を達成したので定期的な給脂作業が不要となった。DCブラシレスモータの採用により、ブラシの交換が不要となった。

また、交換作業の容易化として、配線レス化(コネクタIN)による配線作業時間短縮も考慮した設計としている。

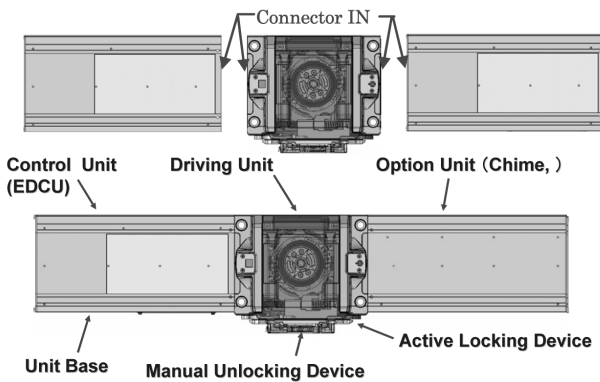


図4 オペレータ部分のモジュール構造

2.5 開口部一式製品メニュー化

日本市場では、主にオペレータと戸吊装置の供給であったが、Rack☆Starシリーズ開発においては、海外市場を視野に入れ、ドアリーフおよびドア周辺機器まで含めたドアシステム(図5参照)の製品開発を実施してきた。

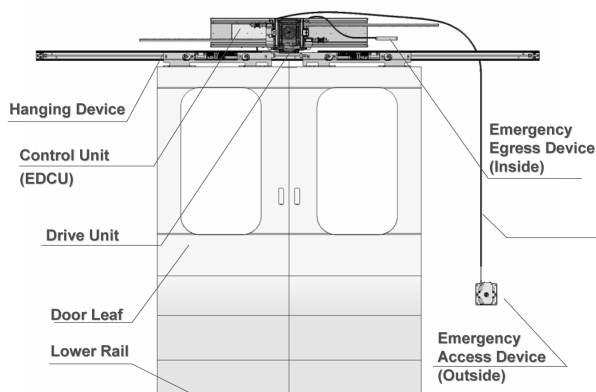


図5 ドアシステム全体構成

2.6 高信頼性

本製品開発の設計検証は、欧州規格EN14752に基づき、全項目完了している。以下にその一例を記す。

2.6.1 ドア衝撃力試験

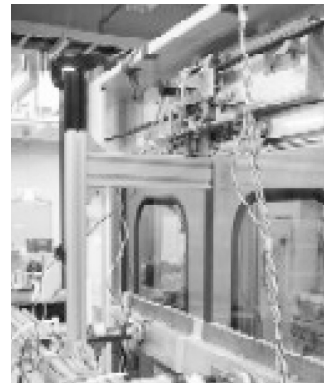


規格: ピーク力300N以下

有効力150N以下

結果: 合格

2.6.2 乗客保持力試験



規格: 1000N/mの乗客負荷が作用して塑性変形無し、又は機能低下無きこと。

結果: 問題なし

2.6.3 カント試験



規格: カント角3°にて障害物検知試験を行う。

結果: 問題なし

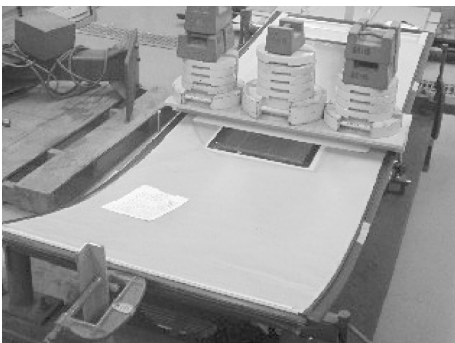
2. 6. 4 量産試作の耐久試験



規格:150万回繰り返し動作試験による耐久性の確認。

結果:問題なし

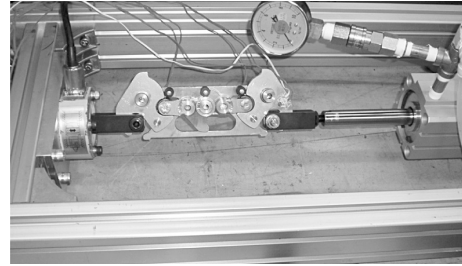
2. 6. 5 ドアリーフ強度試験



規格:中央部集中荷重 1500N時、撓み 8mm 以下

結果:中央部集中荷重 1500N時、撓み 7.2mm

2. 6. 6 ロック強度試験



規格:ロック保持力 1200N 以上

結果:ロック保持力 2020N

3. おわりに

妥当性確認としては、中国北京地下鉄において、ドアシステムとして2011年3月より約2年間の現車評価試験を実施し、高い評価を頂いた。国内においては、「構造がシンプルで扱い易い」「開閉時の音が静か」「艤装作業が簡単」等の感想を頂いており、開発コンセプトが正しかったと実感している。

また、海外市場でニーズがあるプラグドアタイプの改良としてRack☆Star eco-plugを開発中であるが、これは2014年度の受注に向けて活動中である。

以上、当社の都市交通車両向け新製品について本稿で紹介してきたが、これに留まらず、都市間交通車両・高速車両、それぞれの車両に適したドアシステムを提案していき、世界的にもドアはナブテスコと言われるように、今後更に精進していく所存である。