

トピックス

ユニバーサルデザインホームドアの開発 — 東急大井町線 大井町駅可動式ホーム柵 —

生産本部 技術部



図1 大井町駅1番線側UDホームドア

1 はじめに

プラットフォーム上での転落事故などを防止するためにホームドア（可動式ホーム柵含む）の設置が求められており、「1日の利用者数が10万人以上の駅については優先して速やかに実効性の高い転落防止対策を実施する」との指針^①が出されている。

このような動きに伴い当社ではホームドア製品の新規開発を行い、オリジナル製品として東急大井町線大井町駅に可動式ホーム柵（以後、ホームドアとする）を納入した。

大井町駅ホームドアは都内初のホームドア整備の助成を適用し、国と東京都、品川区から補助金を受け設置した。本ホームドアは要求仕様により、TASC（Train Automatic Stop Control）なしの車両非連動式の制御システムとしており、製品として乗務員のユーザビリティが重要な要素となる。そこで、鉄道車両において鉄道総研との共同研究で培ったユニバーサルデザイン（以下、UD）技術を適用し、乗務員操作性の向上だけでなく、乗客の視認性や清掃性への配慮を行い、先行製品との差別化を図った。以下に、独自設計した制御システムと合わせて紹介する。

2 製品概要

東急大井町線は5両編成の普通列車と6両編成の急行列車が混在して運用する路線であり、大井町駅が終端駅となる。大井町駅のプラットフォームは二番線あり、ホームドアは6両分×2＝12両分を設置した。大井町駅1番線の設置状況を図1に示す。

本体戸袋は白色を基調としており、扉には大井町線の路線カラーとなるオレンジ色を配色した。戸袋と扉の間には黒色のアクセントを入れて稼働部と固定部の境目を明確にし、乗客の視認性を意識している。この他にも乗務員や清掃員の使いやすさを意識したデザインを採用しており、設計コンセプトを明確にするために本製品をUDホームドアと称している。

制御システムは、駅の機器室に設置した総合制御盤からCANbus通信を使って動作指令を個別制御盤に送り、各個別制御盤によりドアの開閉を制御する方式を取っている。個別制御盤は1扉1制御盤としており、1ドアの開閉は対向する扉の個別制御盤間の伝送線を使い、互いの扉の動作を連動し制御している。

表1 基本寸法および仕様

項目		仕様
ドア開口		2480mm
寸法	戸袋	幅 2340mm × 高さ 1325mm × 奥行 200mm(一体柵) 幅 1150mm × 高さ 1325mm × 奥行 200mm(分離柵)
	扉	開閉ストローク 800mm, 1240mm, 1680mm 高さ 1200mm 透明窓付(ボンディングによるホーム側平滑仕様)
質量		約 430kg/開口
駆動装置	駆動方式	グリス密封式リニアガイド+タイミングベルト方式
	駆動源	PWM 制御方式 DC ブラシレスモータ
	開(閉)時間	標準 3.5 秒(4.0 秒) 設定範囲 3.0~4.5 秒(3.5~5.0 秒)
安全装置	支障物検知	3次元距離画像センサ
	戸挟み検知	駆動モータの過負荷検出
	非常解除	扉脇の手动開ボタン押下により手动開閉可能
	異常表示	上部表示灯の点滅により表示
	非常停止	駅係員操作盤内の非常停止ボタン押下により, ATC 地上装置へ停止コードを送信し車両を停止
制御装置	システム	CANbus 伝送による番線単位の総括制御方式
	操作盤	乗務員操作盤(1号車, 5号車, 6号車), 駅係員操作盤(1-2号車間)
	表示盤	駅係員表示盤(駅務室), 運輸司令所表示盤(運輸司令所)
	ATC 送信	ドア閉/故障状態/ドア開/非常停止ボタン(駅係員操作盤内)の情報を送信

2. 1 基本寸法および仕様

基本寸法および仕様を表1に示す。

ドア開口は2480mmと大開口を用意した。そのため車両停止位置については、±590mmのずれを許容できる。4ドア1両分を5つの柵体で構成しており、中央の3つは隣り合うドアの片扉を前後にオフセットして一つの戸袋にしまい込む一体柵（図2）とし、車端部は800mmの短い扉を1枚しまい込む分離柵（図3）とした。したがって、大井町駅では60柵体48開口を設置した。



図2 一体柵



図3 分離柵

柵体については、扉、戸袋への集中荷重や風圧荷重に対する強度を検討した。強度検討では、実物による荷重試験とFEM解析とを突き合わせることで、応力集中部を含め50m/sの風が吹いても耐えられることを確認している。

ドアは、リニアガイドにより案内された扉に、タイミングベルトを通じてDCブラシレスモータの駆動トルクを伝えることで開閉している。また、戸閉め時は3次元距離画像センサによる支障物検知と、万が一挟まれた場合の戸挟み検知を機能させている。

2. 2 システム構成

制御システムの基本構成は、各番線全体を総括制御する総合制御盤と、各扉を制御する個別制御盤、ドア開閉を操作する操作盤からなり、その状態をATC装置に送信する仕組みとしている。図4にシステム構成図を示す。

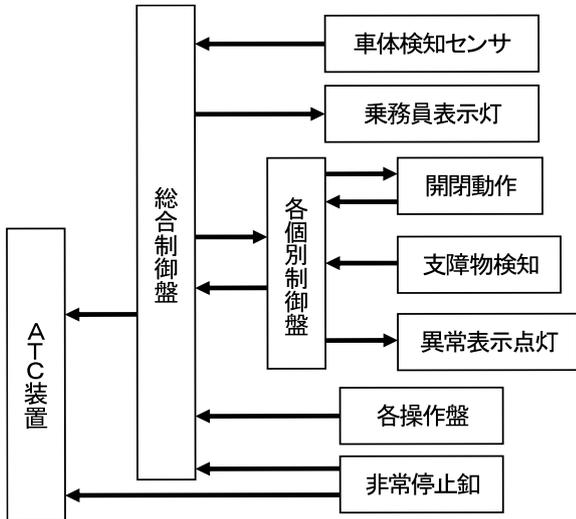


図4 ホームドアの基本システム構成図

仕様上、車両から情報を受け取るシステムではないが、総合制御盤からホームドアの状態をATCに送る機能を有しており、その機能により安全を確保している。

ドアの開閉操作はホームドアの操作盤から行っており、その情報をいったん総合制御盤で受け取り、そこから個別制御盤に指令を送ることでドアの開閉を制御している。この総括制御については独自設計としているため、多様なオプション要望に対応することが可能となっている。

各ドアについては、扉を制御する2台の個別制御盤を相互通信により連動させ制御しており、支障物検知や戸挟み検知などもドアごとに制御している。

2. 3 支障物センサ

支障物センサは安全性向上のため、3次元距離画像センサを採用した。3次元距離画像センサは水平・垂直方向にレーザ光を走査しながら距離計測を行うセンサで、一般的に使用される光電センサが線の検知であるのに対して、このセンサは設定した3次元検知範囲内の支障物を検知することができる。このセンサの採用により、車両ドアに挟まって外側に飛び出した支障物を検知する性能が格段に高められた。

2. 4 在線・編成両数検知および乗務員表示灯

車両非連動式制御システムであるため、在線列車が5両編成なのか6両編成なのか、また、定位置に停車しているのか、車両、地上設備からの情報を受け取ることが

できない。そこで、列車の両数と、定位置停車を確認するための車体検知センサを別途用意した。図5に車体検知センサを示す。

この車体検知センサにより得た両数、定位置停車情報およびホームドア状態の情報をを用い、ドア開閉操作や確認作業を補助する乗務員表示灯も設置している。図6に乗務員表示灯を示す。この表示灯により乗務員は定位置停車、ドアの開閉状態、異常の有無を確認することができる。



図5 車体検知センサ

図6 乗務員表示灯

3 UDの適用

当社初のホームドア製品ということもあり、大井町駅については、他社製品との差別化ポイントとして、鉄道総研との共同研究で培ったUD技術を全面的に適用した。

今回のUD適用ポイントは、車両非連動式を採用したことに伴う、乗務員の操作性向上、乗客の視認性向上、判読性向上、ホーム清掃員の清掃性への配慮にある。以下にそれぞれ採用したUD技術について紹介する。

3. 1 乗務員操作盤

大井町向けのホームドアが車両非連動式であるために、乗務員は車両のドア開閉と合わせてホームドアのドア開閉も同時に行う必要がある。そこで、実際に東急大井町線に乗務する乗務員58名（内女性16名）の協力のもと行ったUD実験⁹⁾により乗務員操作盤の形状を確定した。図7に大井町駅で使用している乗務員操作盤を示す。

車両のドア開閉スイッチと同様から押し上げるのがドア開、上から押し下げるのがドア閉となっているため、開閉スイッチを見なくても手探りで操作することができる。そのため、乗務員はプラットホーム上の監視に集中でき、乗客の安全性を確保することが可能となる。



図7 乗務員操作盤

3. 2 扉の明確化

これまでのホームドアは戸袋と扉の色が同色であったり、意識されて配色されているものが少なかった。ホームドアの色は、健常者にとってはあまり不便に感じるものではないが、色弱者にとっては扉と戸袋の境目がわかりにくくなる場合がある、など注意が必要である。カラーユニバーサルデザイン機構によると、色弱者は、日本では男性20人に一人、女性の500人に一人おり、300万人以上いるとされている。ここで、D型色覚、P型色覚の色弱者にとって見分けにくい色使いの例として、既存のホームドアに対する色覚シミュレーションの結果を図8に示す。

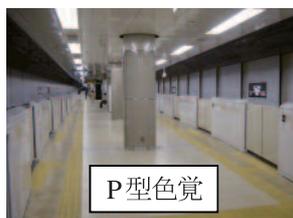


図8 色覚シミュレーション例

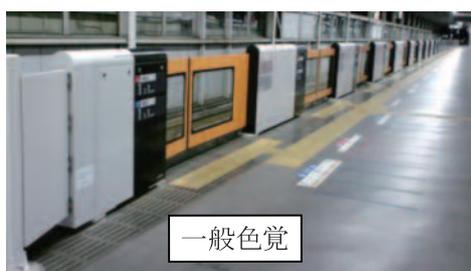


図9 大井町駅ホームドア色覚シミュレーション結果

図8のD型色覚、P型色覚シミュレーション結果を見ると、従来の色彩では扉と戸袋の境目が見分けにくいのがわかる。そこで、大井町駅ホームドアでは、扉色が大井町線の路線カラーであるオレンジ色としたことを考慮し、戸袋端部に黒色の帯を入れて明らかな明度差をつけ、

可動部と固定部の境目を見分けやすくした。図9に大井町駅ホームドアに対する色覚シミュレーション結果を示す。

3. 3 見やすい名板

名板は、バリアフリー整備ガイドラインに沿って、ドアに向かって左側に号車・ドア番号、車いすスペース、優先席、弱冷房車などの標記を取り付け、右側に注意喚起標記を取り付けている。また、号車・ドア番号標記は、黒地に白抜き文字を採用することにより、文字を大きく見せる効果を活用し、判読性を向上している。

3. 4 清掃への配慮

通常ホームドアは、ほぼプラットホーム上面に接するように設置されている。しかし、ホームドアがプラットホームに接していると、洗浄水がたまったり、雨水がたまったりした場合に排水しにくくなる、という問題がある。

そこで、大井町駅ホームドアは戸袋部で50mm弱の隙間を設けて設置し、排水するのに十分な隙間を確保した。この隙間を空ける効果は、図8と図9を見比べるとわかるように色弱者がどの位置にホームドアが立っているのかを判別しやすくすることにも寄与している。

4 今後の展開

大井町駅ホームドアは、当社最初のホームドア製品として一から取り組んで創り上げ、制御システムやUDなど独自性を盛り込みながら導入することができた。

今後は大井町駅ホームドアで得た知見を活かし、独自性、信頼性、多様性（オプション性）の高い製品を開発し、多くの鉄道事業者に選択してもらえる製品をラインナップしていきたい。

5 おわりに

今回、UDホームドアを開発し、大井町駅に納品するに当たり東京急行電鉄株式会社をはじめ多くの関係各社に協力いただいた。本稿の紙面を借りて謝辞を申し上げます。

参考文献

- (1) 国土交通省鉄道局、「[第6回ホームドアの整備促進等に関する検討会]の結果について」、国土交通省鉄道局ホームページ、(2011年8月10日)
- (2) 平井俊江、他：「通勤近郊鉄道のユニバーサルデザイン化の研究—第6報 ホームドア(可動式ホーム柵)操作盤の研究—」、東急車輛技報 61号、42-47、(2011)、東急車輛製造(株)

(谷口宏次、長本昌樹、竹中肇、玄地一夫 記)