

米国ワシントン・ダレス国際空港に導入する新交通システム

New Transportation System Introduced to US Washington Dulles International Airport



畝田 隆 司*¹ 増川 正 久*² 安川 雅 夫*³
永 田 博*⁴ 山 下 博*⁵

1. はじめに

当社は、国内はもとより香港やシンガポールといった東アジア及び東南アジア諸国の都市内交通、空港内旅客移動の需要にこたえ、独自に開発してきたクリスタルムーバに代表される次世代のAPMシステム（Automated People Mover：全自動無人運転車両）を市場に投入してきた。

現在、APMは世界各国で導入が進んでいるが、取り分け、米国では空港内の移動システムとしての需要が大きく、将来性のある重点市場としてとらえている。米国向案件の第一号としては、現在、マイアミ国際空港向けAPMが建設中であるが、これに続き、2003年3月、ワシントン空港公団よりワシントン・ダレス国際空港向けAPMシステムを受注し、現在鋭意設計を推進中である。ダレス空港は、世界の賓客を迎える米国の表玄関・ハブ空港として注目度が高く、路線の長い大規模商談であったが、海外輸出向けに開発したクリスタルムーバの機能・デザインが高く評価されたこと、また、車両制御では最新方式の採用が高く評価されたことから受注に至った。本報ではダレス空港APMシステムと、それを支える技術を紹介する。

2. システム概要

ダレス空港向けクリスタルムーバシステムは、図1に示すように空港メインターミナルと2つのコンコースとを結び、航空機乗降客の移動に供されるもので、空港南端に車両基地を配している。今回契約分の第一期工事は、4駅、本線部分が約3.5 kmの路線で、車両基地部分を除き地下トンネル構造である。将来的には更に増設されるコンコースを結ぶ環状

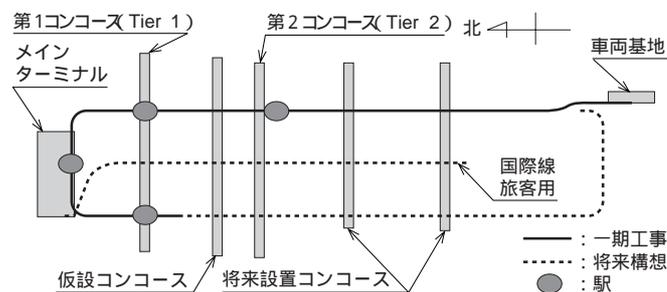


図1 路線図

線や国際線旅客用の路線も計画されており、非常に拡張需要の高い案件である。

クリスタルムーバシステムは、表1に構成を示すように、中心となる車両と、その運行を支える運行管理、信号、電力、メンテナンス設備等のサブシステムからなる総合的な輸送システムである。空港の連続運用に対応したサービスを提供するため、クリスタルムーバも24時間運行されるが、時間帯による需要変動に柔軟に対応し、輸送力を調整できるシステムとなっている。ピーク時間帯には7編成の列車（3両／編成）が114秒間隔で運行し、この場合の輸送力は6821 PPHPD（Passenger Per Hour Per Direction）である。車両の運行は自動列車制御装置（ATC：Automatic Train Control）による全自動運転であり、運行状況や、電力等のシステム状況は、中央コントロール室で集中して制御・監視・管理される。

3. 車両と制御

3.1 車両の概要

本システムに導入されるクリスタルムーバは、当社が独自に開発し、既にシンガポール地区で営業運転に入っている輸出戦略車両である。クリスタルムーバは、ゴムタイヤ&サイドガイド方式のAPM車両で、当初は3両編成で運行し、将来的には輸送量の増加に伴い、4両編成に増車される予定で

表1 APMシステムの構成

サブシステム	主たる構成要素	機能
車両	車両	輸送単位
運行管理装置	運行管理装置	全システムの運用・管理
信号装置	RCBTC装置	信号・保安機能
通信装置	LCX伝送装置	地上車両間の通信
自動運転装置	ATC装置	車両の自動運転
電力・電路設備	変電設備・電車線	システム・車両への電力供給
軌道	走行路面、案内軌条、転てつ器	車両の走行路線
駅設備	プラットフォームドア	乗降客の安全確保
メンテナンス設備	車両基地メンテナンス機器	車両他設備のメンテナンス

(注) RCBTC：Radio Communication-Based Train Control

LCX：Leaky Coaxial Cable

ATC：Automatic Train Control

*¹機械事業本部プラント・交通システム事業センター交通システム・機械技術部長

*²機械事業本部プラント・交通システム事業センター交通システム・機械技術部プロジェクトグループ長

*³米国三菱重工(株)交通システム事業部ワシントン・ダレスAPMプロジェクト外務所

*⁴機械事業本部プラント・交通システム事業センター交通システム・機械技術部プロジェクトグループ主席

*⁵技術本部広島研究所機械研究室主席

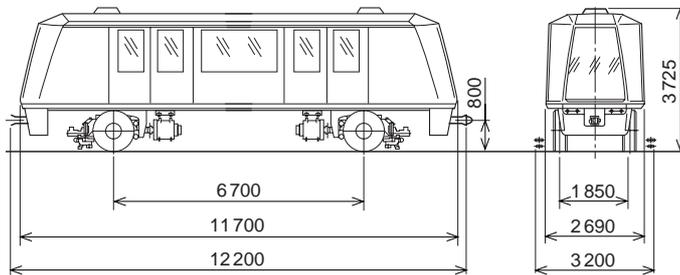


図2 車両形式図

ある。車両技術はクリスタルムーバシステムのコア技術であり、当社独自の技術が随所に導入されている。ベースは国内新交通システム車両であるが、空港内旅客輸送に適合するように大型化されている。車両の形式を図2に示し、車両の主要諸元を表2にまとめる。車体は軽量アルミニウム合金製とし、台車はサイドガイド方式ステアリング台車で、駆動装置を持つ動台車である。乗り心地に関しては、車両自身の振動特性と路面凹凸性状から生じる二つの要因を総合的に分析している。その結果を反映した、車両振動特性の適正化設計、及び路面凹凸性状の適正な施工管理を実施することにより、良好な乗り心地を実現することが可能となっている。また、保安面では、車両衝突解析により、変形・崩壊モードに方向性を持たせ、かつ衝突エネルギー吸収構造を設けることにより、車体構造の最適化を図っている。APMシステムでは、信号保安システムにより車両同士の衝突防止が図られているが、手動運転時の人為的ミスにより、万一衝突した場合でも客室を守る構造となっている。

デザイン面では、車両先頭面形状を大胆にカットすることにより、クリスタルをほう彿させる洗練された都会的な豊かさと落ち着きを表現したエクステリアとなっている。インテリアデザインは、乗客に対する情報を客室コーナ部に集約して機能性の向上を図るとともに、現代的なイメージを表現している。

生産面では、APM車両は、材料搬入から板金、構体製作、塗装、艤装、台車組込み、防水試験やシーケンスチェックまでの一貫生産ラインを持つ、全長370mの三原・和田沖工場で作られる。完成後、隣接する試験線において、形式試験と全自動無人運転での連続走行試験を行い、性能と信頼性を確認後、出荷される。

3.2 車両制御システム

車両の運行を制御するATC装置は、安全運行を支えるATP (Automatic Train Protection)、自動運転制御を行うATO (Automatic Train Operation)、システムの運転指令・運行監視・運行記録を担うATS (Automatic Train Supervision) から構成される。ダレス空港APMのATC装置には、最新の無線通信ベース方式を採用した。これは、車両の絶対位置を検出するための単位ブロック(車両の安全を確保するため路線を一定の区間に分割し、その区間内には絶対に1本の列車しか進入させない。この区間のことで、以下、閉塞とよぶ)を、従来の路線上に敷設した誘導ループによらず、ソフトウェア上のロジックに仮想的閉塞として設定する

表2 車両の主要諸元

項目	諸元
編成 (両)	3(将来4)
定員 (人/両)	9(内座席8)
車両質量 (t/両)	16.9
車両寸法 (mm)	長11700×幅2690×高3725
案内方式	側方案内2軸4輪ステアリング方式
電気方式 (V)	直流750
軌間 (mm)	軌間1850, 案内間面3200
車両性能	最高速度 車両性能 80 km/h
	運行 70 km/h
	加速度 1.0 m/s ² (3.6 km/h/s)
	減速度 常用最大 1.0 m/s ² (3.6 km/h/s) 非常 1.3 m/s ² (4.7 km/h/s)
車体構造	アルミニウム合金
主電動機	三相誘導電動機 連続定格80 kW × 2台/両
制御方式	VVVFインバータベクトル制御(各軸個別制御) (応荷重制御・回生ブレーキ付)
ブレーキ方式	回生ブレーキ併用電気指令式空気ブレーキ (保安ブレーキ/駐車ブレーキ付) (応荷重制御・滑走制御付)

ものである。この方式は、閉塞の境界の変更や分割数が、ソフトウェアの変更で容易にできるため、進路や運行速度の設定に柔軟に対応できることから、非常に自由度の高い制御システムといえる。車両の位置検出は、路線上に置かれた車両の絶対位置検出用のタグと呼ばれる検出体と車軸の回転数を演算処理し検出され、制御指令は、直線部で約250mおきに設置された地上側アンテナから2.4 GHzの空間波で車上側の制御装置に送信される。従来のシステムに比べ、地上側の設備が少なく、建設コスト的にも非常に優れたシステムである。

4. ま と め

ワシントン・ダレス国際空港のメインターミナル拡張工事は既に開始されている。本プロジェクトは、当社にとって世界No.1市場である米国向APMの実績づくりの試金石となる最重要プロジェクトである。本プロジェクトを成功させ、お客様に満足いただくとともに、商品ブランド“クリスタルムーバ”を、米国さらには世界中に拡販していきたい。

最後に、ワシントン空港公団を始め、日頃ダレス空港APMプロジェクトに関し、ご支援、ご指導ご協力いただいている関係方面の方々に深く感謝の意を表すとともに、プロジェクト玉成にむけて、今後引き続き尽力していく所存である。本システム完成後、ダレスクリスタルムーバが多くの人に利用され、輸送システムとして、ワシントン・ダレス国際空港のますますの発展に寄与することを願う次第である。



畷田隆司 増川正久 安川雅夫 永田博 山下博