

シリーズ「鉄道施設インフラの海外展開」③②

AGT・APMの海外展開の取り組み



AGT研究所
主宰

増川 正久
MASUKAWA MASAHISA

1. AGT、APMとは

日本では新交通システム(写真①)と呼ばれることが多いAGTですが、海外ではAGT (Automated Guideway Transit) とかAPM (Automated People Mover) と呼ばれています。米国では主な用途が空港内のサテライト間の移動手段として50年近い歴史と豊富な実績があるため、同じAPMでもAirport People Mover (空港の移動設備) (写真②) という意味で使われています。

ヨーロッパでは、フランスの地方都市向け地下鉄として3都市6路線でAGT(写真③)が運営されています。



写真① 新交通システムゆりかもめ

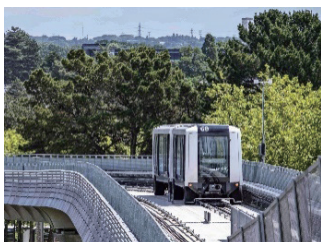


写真② 米国マイアミ空港のAPM

2. 世界のAGT、APM

世界には31のAGT路線がありますが、日本は10路線、毎日の利用者数が50万人を数え、フランスの6路線、30万人を離し世界第1位のAGT大国といえます。

APM(写真④)は米国を中心に世界16カ国35空港に40路線が稼働しています。



写真③ フランスレンヌ市のAGT

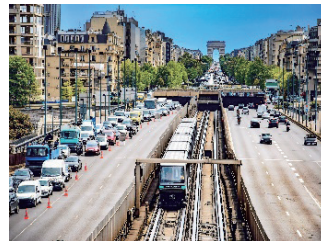


写真④ チャンギ空港 APM

AGT、APMを合わせると世界17カ国で67路線の全自動無人運転のシステムが稼働しています。

3. ゴムタイヤ地下鉄

フランスのパリ(写真⑤)、マルセイユ、リヨン、カナダのモントリオール、メキシコシティ(写真⑥)、札幌、チリのサンチャゴなど5カ国では、急勾配に対応できるシステムとして鉄輪をゴムタイヤに置き換えたゴムタイヤ地下鉄が運行され、30路線、総路線長約500km、車両は約6,000両にのびます。AGT・APMは、ゴムタイヤ地下鉄の急勾配に強い特徴に加え、フレキシブルな線形計画ができるように最小カーブ30mが曲がるように台車の車軸を2軸から1軸にして全自動無人運転化したシステムです。



写真⑤ パリのゴムタイヤ地下鉄



写真⑥ メキシコシティのゴムタイヤ地下鉄

4. APMとAGTの違い

1971年米国フロリダ州タンパ国際空港に初めて登場したAPM(写真⑦)は、軌道の中心にガイドレールを配置し、バスをベースにしたウエスティングハウス社製の全自動無人運転車両でした。

それに対し、日本のAGTは、1981年、神戸のポートアイランドに初めて登場しました。軌道の両側にガイドレールを配置し、電車をベースにした6両編成の川崎重工製全自動無人運転車両(写真⑧)でした。

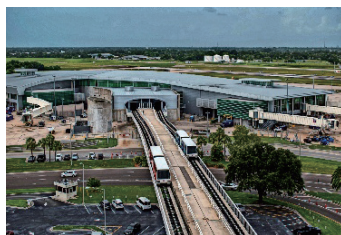


写真7 タンパ空港 APM



写真8 ポートアイランド線

5. 国際競争入札の本格化

米国ではウエスティングハウスから事業を受け継いだアドトランツ、フランスのマトラ、日本の新潟鐵工が自国向け AGT、APM を製作してきましたが、1990 年代に入ると、海外の市場に目を向けるようになり、そのはしりとしてマトラが 1996 年に台北市の復興南北路を通る 10.9km、12 駅、全線高架の木柵線 (写真14) を供給しました。

2009 年には木柵線の北側に 14.8km、13 駅の内湖線が開通し、すぐに木柵線との直通運転が始まり、名前を文山線に変更し現在に至っています。

6. シンガポールの AGT

台北の木柵線開通後、マトラ、アドトランツ、新潟鐵工に三菱重工が加わり海外の AGT 市場での受注競争が始まりました。

1996 年にシンガポールの地下鉄北東線のセンカン駅、プンゴル駅周りの巨大団地を周回する AGT 路線の引き合いがあり、この 4 社が競合し、三菱重工の AGT が採用されました。これはシビル工事を含むフルターンキー工事であり、現地のシンガポールテクノロジー (現センブコープ) が土建、三菱重工が E&M を担当しました。

シンガポールは、マライオンで有名な南部の中心街の再開発のため、住民を北部の新興住宅街に移動させる政策を推し進めました。センカン (写真9) 及びプンゴル (写真10) はその中でも新しい最大級の規模のエリアで、1990 年に入って建設が始まり、現在ではセンカンが 6.5 万世帯、24 万人、プンゴルは 5 万世帯 19 万人が住む巨大団地となっています。



写真9 センカンの街並みと AGT



写真10 プンゴルの街並みと AGT

地下鉄北東線のセンカン駅を中心に東側に複線 4.4km、5 駅の東ループ、西側に複線 6.3km、8 駅の西ループの AGT 路線があります。

同じく地下鉄のプンゴル駅を中心に東側ループに 7 駅、西ループに 7 駅、複線 10.3km の AGT 路線があります。

また、東西の複線を中央で重ね、中央の地下鉄との乗換駅に最短 90 秒間隔で車両を発着させるため、駅の出入口に急勾配 60 パーミルと小カーブを組み合わせた立体交差 (写真11) が配置されています。このような線形も AGT ならではのものです。写真奥に見えるのが、佐藤工業が設計施工したプンゴル駅です。

センカン・プンゴルの AGT は最終計画の 60 万人の人口規模に合わせ、現在の 16 編成 (2 両連結) 及び 25 編成 (1 両) に加え、新たに 25 編成 (2 両連結) の車両が発注されています。

既設の車両基地 (写真12) は、軽量で半径 30m のカーブが曲がれるという AGT の特徴を生かし、地下鉄の車両基地の屋上部分 3.5ha を用いて設置されていますが、輸送量増強車輛を収容するため、2027 年の完了を目指し 11.1ha への拡張改修工事が行われています。



写真11 プンゴル駅南の立体交差



写真12 センカン・プンゴル車両基地

7. マカオ LRT

センカン・プンゴル LRT の入札から 14 年後の 2010 年に、マカオの空港のあるコタイ島とマカオの陸部を結ぶ AGT 路線 (写真13) の引き合いがありました。コタイ島は、マカオの大陸側とサイバンブリッジで接続されていましたが、橋げたの内部に将来の軌道交通敷設のためのスペースが設けられており、軽量の AGT が選定されました。フランスのマトラはドイツのシーメンス、米国のアドトランツはカナダのボンバルディアに経営移譲されていたので、三菱重工、ボンバルディア、シーメンスの 3 社による入札となり、三菱重工が受注し 2019 年に営業を開始しました。



写真13 マカオ LRT の AGT



写真14 台北の AGT 木柵線

8. AGTの軌道構造

高架のAGT・APMの軌道は、降雨時の走行面の水はけをよくするため、幅400mm～600mm、高さ250mm～300mmのコンクリート製の桁(写真⑮)を2本用います。走行面はコンクリート打ちっばなしですが、雨天時のスリップ防止対策として軽くほうき目を横方向に入れ、樹脂モルタルなどによるコーティングはしないのが一般的です。

ヨーロッパのAGTは、ゴムタイヤ地下鉄から発展したシステムで、地下軌道を前提にしているため、鋼製軌道を用い、地上区間は横方向にグルーピングをつけてスリップを防いでいます。

日本とヨーロッパのAGTのガイド方式は両サイドにH鋼のガイドレールを設置するサイドガイド方式(写真⑮)が主で、米国のAPM、AGTは中央に1本のセンターガイド方式が一般的です。

鉄道車両は車両の荷重を支える機能と操舵機能を鉄輪とレールが兼用するシステムですが、AGTは車両の荷重はゴムタイヤ車輪、操舵は案内輪とガイドレールの二つに分けられています。こうすることにより、AGTは鉄道車両のように、レールのメンテナンス不良により脱線事故が起こることがなく、メンテナンス経費を少なく出来るのが特長です。米国で1971年に初めて運行を開始したウエスティングハウスのAPM(写真⑦)は、中央に敷設されたガイドレールを両側の案内輪で挟む方式です。ヨーロッパのAGTはサイドガイド方式ですが、案内輪をガイドレールに密着させて走行します。

日本のAGTは、米国、ヨーロッパのどちらのシステムとも違い、案内輪をガイドレールに密着させない構造になっており、ガイドレールの調整が殆どいらぬシステムです。

タイヤには、左側通行か右側通行かによって自然に右側や左側に転がっていく特性があります。日本のAGTはこのタイヤの特性に対しアライメント設定によって直進性を与えています。曲線部では案内輪(写真⑯)はガイドレールに連続して当たりながら通過しますが、直線部では案内輪とガイドレールは時々軽く接触するだけで走行します。

また、分岐は案内輪の下の分岐輪をL型鋼で引っ掛ける簡単な構造で分岐ガイドを切り換える転轍機も鉄道用と同じものを使用しますので、ローコストで尚且つ極めて信頼性が高いシステムです。



写真⑮ AGTのコンクリート走行路とガイドレール



写真⑯ AGTの案内輪

ゴムタイヤの案内輪を用いるモノレールは、常に案内輪を両サイドからコンクリート桁に密着させて走行しますので、案内輪と接触するコンクリート桁の仕上げ精度によって乗り心地や最高速度が決まります。そのため、モノレールのコンクリート桁は、厳しい精度管理の元、工場で製作されます。それに対し日本式のAGTは案内輪とガイドレールを密着させていませんので、モノレールほどの精度がいらず、現地の土建業者でも現場施工が可能という特徴があります。

9. マカオLRT以降の市場

マカオLRT以降の市場において三菱重工は、米国のAPM市場の更新、新設工事、シンガポールのセンカン、プンゴルの輸送量増強工事、マカオの延伸工事を中心に活動をしています。

ボンバルディアはアジア市場を中国の中車に設計、製造を委託し、タイのゴールドライン、シンガポールブキットパンジャンLRTのシステム更新、香港空港の第三滑走路のAPMを中心に活動をしています。2021年アルストムに鉄道事業を委譲しました。

2001年にマトラを吸収したシーメンスは、フランスのレンヌ市のb線に新型のAGT(写真③)を走行させ、海外のAGT、APM市場への参入を狙っています。

まとめ

以上、海外におけるAGT、APMの展開、特徴についてご紹介しました。

1999年三菱重工が香港国際空港に、2003年に新潟トランスが台北の桃園空港にAPMを供給して以来、日本のシステムは、7カ国11空港で14路線が稼働しています。

AGTは、最小半径30mのカーブを曲がり、60パーミルの急な傾斜を上り下りできますので、道路の上の空間を利用して既存の道路の上に設置できるという特徴を生かして、現在、世界の9カ国で31路線が稼働中です。

海外市場では、三菱重工がCrystal Mover、アルストムがInnovia、シーメンスがNeo Valというブランドで地下鉄の丸の内線と同じ2.8m幅の車両でAGT、APM市場で競い合っています。

これに中国の中車、韓国のウージンが加わり、世界の都市、空港の新路線の計画にAGTの特徴を生かした提案が増えていくと予想されます。