

(技術資料)

日暮里・舎人ライナーにおける軌道モニタリングシステムの更新

Renewal of Track Monitoring System for Nippori-Toneri Liner



福村孝史*¹
Takashi FUKUMURA

As ten years have passed since the track monitoring system was delivered to the Nippori-Toneri Liner, at the Tokyo Metropolitan Government Bureau of Transportation, an order has been received for the system renewal. This paper introduces the improvements associated with the renewal and new technologies whose introduction is planned:

- ① functional improvement of video relay server and video recording server along with the use of standard software, which has enabled a flexible response to the future addition of cameras;
- ② addition of roaming function to on-vehicle stations; and
- ③ addition of roaming function to the ground stations and connection of optical cables for improving the transmission rate.

まえがき = 日暮里・舎人ライナーに納入した軌道モニタリングシステムは導入後10年を迎え、システムの更新を受注した。更新に伴う改善点および導入予定の新技术を紹介する。

とバスの中間程度の輸送力を持つ新交通システムであり、専用軌道上を自動列車運転装置（ATO：Automatic Train Operation）による無人運転で運行を行っている。

1. システム概要と更新に至る経緯

1.2 軌道モニタリングシステムの概要²⁾

1.1 日暮里・舎人ライナーの概要¹⁾

電車線および走行路の状態を舎人車庫（中央指令所および保守区事務室など）から遠隔監視する目的で、軌道モニタリングシステムが導入されている。

東京都交通局が運営する「日暮里・舎人ライナー」は、荒川区の日暮里駅から足立区の舎人地区を結ぶ公共交通機関として建設された。日暮里駅を起点として西日暮里、扇大橋、舎人公園を経由し、終点の見沼代親水公園駅まで13駅、営業距離9.7kmの路線で2008年3月30日に営業を開始した（図1）。日暮里・舎人ライナーは鉄道

電車線および走行路の状態を舎人車庫（中央指令所および保守区事務室など）から遠隔監視する目的で、軌道モニタリングシステムが導入されている。

軌道モニタリングシステムは地上局、車上局、中央制御装置、遠隔監視装置で構成される（図2）。車上局より送信された映像は地上局で受信され、基幹光ネットワークを介して舎人車庫の中央制御装置に送信される。この軌道モニタリングシステムでは、車両先頭に搭載されたカメラ（車載カメラ）で車両進行方向の電車線および走行路の状態を撮影している。車載カメラの映像は、同じく車両先頭に設置された車上用アンテナから、軌道や駅舎に設置された地上局のアンテナにIEEE802.11g規格対応2.4 GHz帯無線LANで送信されている。全駅および車庫を巡る基幹の光ケーブルを利用したネットワーク（基幹光ネットワーク）を介して舎人車庫に伝送される。

車上用アンテナは車両の走行に併せて近傍の地上局に順次切り替わって接続するため、連続した映像をリアルタイムに確認することができるほか、録画機能も有している。



図1 日暮里・舎人ライナーの路線図
Fig. 1 Route map of Nippori-toneri Liner

1.3 更新に至る経緯

日暮里・舎人ライナー開業時に導入した軌道モニタリングシステムは、システム寿命である10年を迎えようとしている。時間の経過に伴ってシステムを構成する主要機器の供給や故障時の修理対応が終了したり、経年劣化

*¹ エンジニアリング事業部門 社会インフラ本部 都市システム部

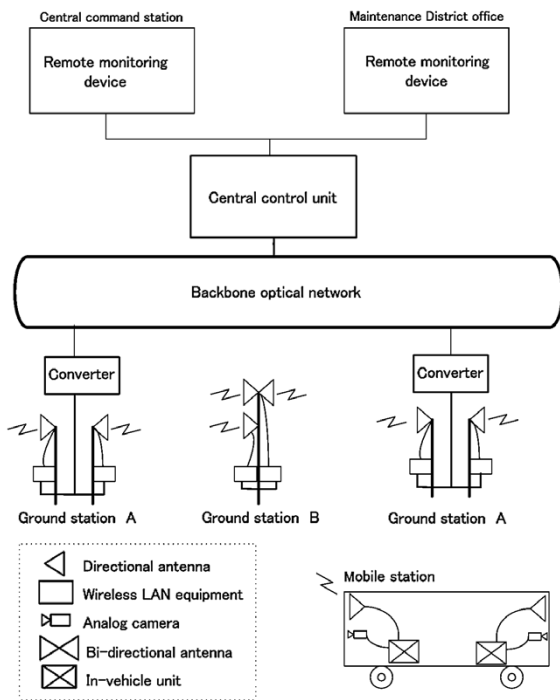


図2 システム構成図
Fig. 2 System configuration

により故障率が上昇するなど、システムの維持に支障が出る恐れが出てきた。

また、システムが同時に処理できるカメラ映像は、導入時にはサーバの機能により17編成(=34カメラ)分が上限であった。しかし、導入後の車両の増結により、18編成以上の車両が納入されたため、全ての車両の映像を処理することができなくなった。

そのため、東京都交通局にシステム全体の更新を提案し、2016年度よりシステムの更新を開始することにした。

1.4 更新計画

2014年度および2015年度にシステム更新に伴う事前検討を行った。更新に際しては、①IEEE802.11j対応4.9 GHz帯無線LANを使用したシステム、②IEEE802.11g対応2.4 GHz帯無線LANを使用したシステムの2種類を検討するため、フィールド試験を実施した。以下にそれぞれの特徴を記載する。

①IEEE802.11j対応4.9 GHz帯無線LAN

- ・無線機の通信距離が長く、軌道上の地上局の台数が抑えられる。
- ・電波法による無線局登録および第3級陸上特殊無線技師免許が必要となるが、一般ユーザとの帯域干渉がない。
- ・既設設備と接続できないため、一括での更新が必要となる。

②IEEE802.11g対応2.4 GHz帯無線LAN

- ・無線機の通信距離は4.9 GHz帯に比べて短い
- ・無線手続き・免許などが不要であるが、開放された帯域のため、一般ユーザとの帯域干渉がある。
- ・既設設備と接続できるため、運用しながらの更新計画が立てやすい。

フィールド試験結果を踏まえた協議の結果、予算に応

じて部分的に更新ができる②IEEE802.11g対応2.4 GHz帯無線LANを使用したシステムを採用することにした。

具体的には以下のステップで更新を行うこととした。

- ①中央制御装置および遠隔監視装置の更新
- ②車上局の更新
- ③基幹光ネットワークの更新
- ④地上局の更新

2. システム構成および更新に伴う改善点

2.1 中央制御装置および遠隔監視装置

2.1.1 既設システム構成

舎人車庫内に設置された中央制御装置は、映像中継用サーバと録画用サーバから構成される。

映像中継用サーバは、車両の進行方向を認識し、進行方向の映像データを遠隔監視装置や録画サーバへ中継する機能を持つ。

録画用サーバは選択した2編成分の映像データを録画する機能を持つ。録画した映像データは1週間保存され、遠隔監視装置で再生することが可能である。

その他には、映像中継用サーバと録画用サーバの機能停止に備えてバックアップサーバが別途設置される。

中央指令所、保守区事務室、総合試験室に遠隔監視装置がそれぞれ設置され、映像データを映像中継用サーバ経由でリアルタイムに表示する機能を持つ。

また、録画用サーバで保存している映像データをリアルタイム映像から切り替えて表示することが可能である。さらに、その中から選択した映像を静止画像データとして出力することも可能である。

2.1.2 更新に伴う改善点

遠隔監視装置画面表示イメージを図3に示す。新型の中央制御装置および遠隔監視装置を導入するにあたり、以下の改善を行う。

- ・映像中継用サーバの機能向上により、サーバの台数を削減し、最大24編成まで対応可能とする。
- ・録画用サーバの容量アップにより、録画可能な映像の数を2編成から全編成(18編成)とする。
- ・遠隔監視装置で表示できる最大画面数を17映像から36映像へ拡大する。
- ・既設システムはソフトウェアを最大17映像表示できるよう製作していたため、17映像以上の映像の追加はソフトウェア改修が必要であった。新システムで



図3 遠隔監視装置画面表示イメージ
Fig. 3 Display image of remote monitoring device

は拡張可能な標準ソフトウェアを採用することにより、将来的なカメラ追加へ柔軟に対応する。

2.2 車上局

2.2.1 既設システム構成

車上局の構成を図4に示す。カメラサーバおよび無線LAN機器を内蔵した車載ユニット、車載カメラ（アナログカメラ）および車上用アンテナから車上局は構成される。

アナログカメラで撮影された映像は、車載ユニット内部のカメラサーバにてデジタルデータに変換され、無線LANおよび車上用アンテナにより、軌道や駅舎に設置された地上局のアンテナに送信される。

2.2.2 更新に伴う改善点

新型の車上局を導入するにあたり、つぎの改善を行う。

- ・地上局のローミング制御機能に対応した無線LANを採用し、地上局の切り替え時の伝送遅れを改善する。
- ・映像の圧縮方式をMotion JPEGからH264へ変更し、映像の圧縮率を高くすることにより映像の品質（フレームレート）を向上する。
- ・既設車上局ではまれに起動不良が発生していたため、起動不良が発生した場合の電源のオートリブート機能を追加する。

2.3 地上局および基幹光ネットワーク

2.3.1 既設システム構成

地上局は二つの地上局AとBで構成される。地上局Aは指向性アンテナ1台および無線LAN1台から成り、地上局Bは双指向性アンテナ1台と指向性アンテナ1台および無線LAN2台から成る。

車上局からの映像データは、近接の地上局Aまたは地上局Bで受信される。

地上局Aは駅舎の両端部に設置され、車上局あるいは地上局Bから受信した映像データを指向性アンテナで受信する。受信した映像データは、各駅信通機器室設置の変換器（メディアコンバータ）から基幹光ネットワークを介して、舎人車庫に送信される。

地上局Bは車上局と地上局Aとの中継局として駅間軌道上に設置される。地上局Bは車上局から送信された映像データを双指向性アンテナで受信し、指向性アンテナにより地上局Aに送信する。

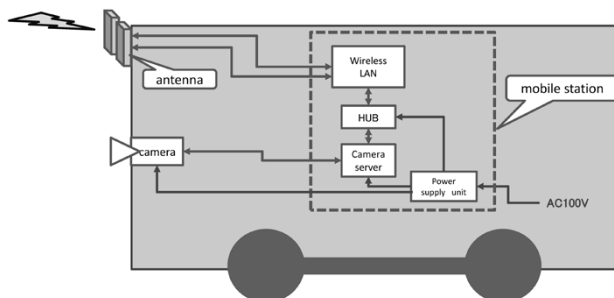


図4 車上局の構成

Fig. 4 System configuration around mobile station

表1 システム比較
Table 1 System comparison

item	Pre-update	After Update	Remarks
Roaming function	-	◎	
Switching time	△	◎	
Video quality	○	◎	Stability of roaming at the time of image
Video transmission rate to the central	△	◎	
Other necessary construction work	-	Optical cable laying	From the radio on the track to the nearest station

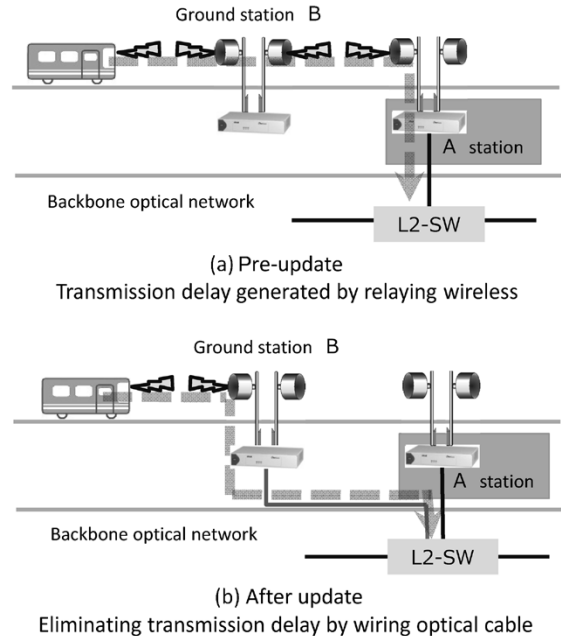


図5 駅間の地上局の光ケーブル接続

Fig. 5 Optical cable connection of ground station between station buildings

2.3.2 更新に伴う改善点

新型の地上局導入するにあたり、以下の改善を行う(表1)。

- ・ローミング制御機能を追加することにより、地上局の切り替え時の伝送遅れを改善する。
- ・駅間の地上局Bを光ケーブルで接続することにより、無線中継で発生する伝送遅れが解消される。この結果、中央への伝送速度と伝送容量が向上する。(図5)
- ・将来的な要望（車内監視など）に対応可能な伝送容量を確保する。

むすび=本システムの更新検討を行うにあたり、フィールド試験の許可など多大なご協力とご支援をいただいた東京都交通局に感謝申し上げます。本システムの更新完遂に向けてまい進していく所存である。

また、更新に伴い無線通信システムの伝送容量が向上した。このため、本システムの無線通信を利用した将来的な機能拡張（車内映像のモニタリング、車内情報表示板等への文字映像情報配信など）を検討し、有意義な提案を行っていきたい。

参考文献

- 1) 沓屋 篤ほか、神戸製鋼技報. 2004. Vol.54, No.3, p.101-104
- 2) 吉川ほか、鉄道電気テクニカルフォーラム論文集. 2011. Vol.24th, p.283-286