

(解説)

新交通日暮里・舎人線の概要とコストダウンを目的とした新技術

An Outline of the Nippori-Toneri Line and Technologies Used to Reduce Total Line Costs



沓屋 篤*
Atsushi Kutsunoya



友永 浩*
Hiroshi Tomonaga

The Nippori-Toneri Line is a rubber tired fully automated guideway transit system now under construction in Tokyo. It is scheduled to open in fiscal year 2007. The line is approximately 9.8km long and has 13 stations. It starts from Nippori Station on the JR Yamanote Line. This paper describes, in outline, the system which Kobe Steel designs, develops and constructs. The paper also gives details about a new kind of technology, Device Centralized Interlocking System, which reduces the overall life cycle cost of the line.

まえがき = 当社は新交通システムにおいて、1975年の沖縄国際博覧会のKRTシステムから、1981年国内初の無人運転システムとして開業した神戸ポートアイランド線以降も、東京ゆりかもめなどのゴムタイヤ式新交通システムや、広島瀬野川スカイレール、名古屋ガイドウェイバス志段味線など、今日に至るまで国内外に多数の実績を有する。

これらの実績をもとに、新交通日暮里・舎人線整備事業において、信号通信・自動列車運転・運行管理・駅務管理などのシステムの一括設計・施工を受注した。

本稿では、その新交通日暮里・舎人線のシステム概要を紹介するとともに、コストダウンを目的として採用した新技術である機器集中運動について解説する。

1. システムの概要

新交通日暮里・舎人線は、JR山手線日暮里駅を起点とした約9.8kmの標準型新交通システムである。東京都の区部北東部交通不便地域の解消、沿線地域の発展を目的として、平成19年度開業を目指し現在建設中である。本路線のルートを図1に示す。

1.1 システムの主要諸元

システムの主要諸元は以下のとおりである。

- 1) 建設区間：日暮里駅(仮称)～見沼代親水公園駅(仮称)
- 2) 路線長：約9.8km
- 3) 駅数：13駅
- 4) 軌道構造：複線高架軌道構造
- 5) 案内方式：側案内方式
- 6) 分岐方式：水平可動案内板方式
- 7) 電気方式：交流600Vキ電

8) 運転方式：自動列車運転装置による無人運転(本線、車庫内とも)

9) 列車編成：5両固定連結

10) 表示速度：約29km/h(最高速度60km/h)



Note : Station names are provisional.

図1 路線図
Fig. 1 Route map

*機械エンジニアリングカンパニー 新交通システム部

11) 所要時間：日暮里駅（仮称）～見沼代親水公園駅
（仮称）間約 20 分

1.2 サブシステムの概要

次にサブシステムごとの概要を以下に紹介する。

1) 信号保安設備

信号保安設備は列車運行の保安を確保するための設備で、基本的機能は次のとおりである。

- ・列車間隔制御による列車相互の衝突防止
- ・線形条件による速度制限
- ・安全な進路の確保

本設備は、その目的から運行上の他の全ての制御に優先するよう、独立したシステムによって構成するとともに、その信頼性も非常に高いものとしている。さらに、装置自体の故障に対しても危険側の動作が行われないう、故障時には安全側の出力となるフェールセーフ機能を持っている。

装置構成は列車検知（TD）装置、自動列車制御（ATC）装置、連動（IL）装置などから成り、これら各装置を有機的に結合することで、総合的に安全な列車の運行を確保する。

2) 自動列車運転設備

自動列車運転設備は、列車の定速運転制御 / 加減速制御や停留場での定位置停止制御など、列車の自動運転にかかわる制御や情報の伝送を、信号保安設備による保安を確保された下で行うものである。

自動運転における各停留場及び舎人車庫での制御を行う自動運転（ATO）ローカル制御装置、各停留場及び舎人車庫と中央指令所との間で列車に関する制御情報や状態情報の授受を行う駅間伝送装置、及び中央指令所と全線の列車との間で制御情報や状態情報の授受を行う ATO データ伝送装置などにより構成される。

3) 運行管理設備

運行管理設備は本線上における列車運行を一括管理し、運行管理中央処理装置と構内伝送路、信号用構内 LAN との接続、自動列車運転装置地上設備の駅間伝送装置などの情報伝送系により運行の自動化を行う。通常はあらかじめ設定された運行計画をもとに、列車運行に伴う進路制御や列車制御、案内制御などを自動的に行い、それらの状態を表示する機能を持つ。異常時には列車の出発抑止などの一時的処置を自動的に行い、マンマシン機能により指令員が適切な処理をできるよう情報を提供する。なお運行状況は詳細に記録され、各種の実績統計を出力する。

4) 通信設備

通信設備は、通常時にはシステムを効率的に運用し、異常時には迅速な回復のために必要な連絡、状況監視などの手段を提供するもので、輸送サービスを安全、迅速、正確に行うために欠くことのできないものである。

その主な目的により次のように分類される。

- ・指令業務連絡（運転・電力指令電話、列車無線、転てつ電話）

- ・一般業務連絡（業務電話、列車無線、保守無線）
- ・非常通報（非常発報装置、沿線電話、インターホン、列車無線）
- ・状況監視（ITV 監視）
- ・旅客サービス（案内放送、案内表示、時計、インターホン）
- ・総合伝送路（光データ伝送、光画像伝送、メタリック回線）

5) 駅務管理設備

駅務管理設備は、中央指令所から各駅の駅務機器の動作状態を監視しており、異常時には遠隔操作により当該機器への対応が可能なものである。

自動券売機、自動改集札機、自動精算機、駅務管理装置などから構成され、他の交通機関との乗車券の共通化を考慮したシステムとしている。

6) 防災監視設備

防災監視設備は、列車の安全運行をサポートすることを目的とし、「火災」、「設備異常」、「地震」、「強風」、「低温」などの異常発生を、駅防災盤及び駅間伝送装置を経由し、中央指令所の防災 / 設備監視卓、保守区の防災 / 設備監視卓に表示する。

また、中央指令所からの駅設備操作信号を駅間伝送装置を介して駅設置設備に伝送する。

7) 車庫管理設備

車庫管理設備は、電子連動装置、運行管理装置、ATO データ伝送装置、ATO ローカル制御装置と相互に連携し、車両の出入庫及び転線のための進路制御及び操車を蓄積データ又は逐次入力指示にもとづいて自動的に行うものである。

自動制御の対象進路は、分界点～出入庫点検線及び車庫内の全進路としている。

1.3 システムの特徴とコストダウン

本路線は、路線及び地域の特性から以下の特徴を持つ。

- 1) 利用者の大半が通勤・通学者であるため、ピーク時の需要が大きい。
- 2) 既成市街地であつ完成された道路への導入となるため、周辺環境との調和が要求される。
- 3) 運営のスリム化のため極力省力化を要する。

これら諸条件を踏まえ機種選定に当たっては、安全性、信頼性、低公害性、快適性、運行の多様性、経済性などが評価され、ゴムタイヤ式新交通システムによる無人運転方式が採用された。

特に経済性に関して、ゴムタイヤ式新交通システムは、元々一般鉄道、地下鉄に比べて低廉なシステムとして開発 / 導入が進められてきたが、1981 年開業の神戸ポートアイランド線以降数々の路線が開業し、実績が築き上げられるにつれ、新交通システム自体にも更なるコスト低減を求めるニーズが高まりつつある。

本システムでは、安全性、信頼性を確保しながら、建設費、保守運営費を含めたライフサイクルコスト低減のために、当社は大小様々なコスト低減策を盛り込んでいく。その中で、運行管理システムの機能見直し、駅務管

理方式の見直し、通信システムの簡素化とともに、国内の新交通システムとしては初めて「機器集中連動方式」を採用した。この方式について、次章に説明する。

2. 連動装置の概要

連動装置は、列車の衝突防止または脱線を防止するため、走行する区間を当該列車にのみ予約、または占有させた状態（進路を開通）とするため、転てつ器の転換を行い、列車の進行を指示する信号を制御するものである。過去、連動装置は継電器（リレー）によりその論理回路を構成されているものが主流であったが、近年はマイクロコンピュータを用いた電子連動装置が主流となりつつある。

3. 従来システムの問題点

過去日本では、連動装置は分岐のある駅（主に折返しのある端末駅や車庫との接続駅）の各信号通信機器室ごとに装置を個別に設置し、転てつ器などの制御を行う方法が常識となっていた。

そのため、連動装置の設置スペース/機器への電力供給/空調設備の容量増大/メンテナンス箇所の分散など、問題点が指摘されてはいたが、連動装置を集約設置することは、装置の故障時に全線が一斉に運行不能に陥るため、装置の信頼性に関する十分な実績が不足していた状態では、分散設置することで運行不能となる範囲を最小限に留めるという設計思想から、採用には至っていなかった。

また、集約設置するには、従来信号通信機器室内で架間のメタルケーブル接続により行っていた情報授受を、全路線に渡り光媒体によるネットワークで結ぶ（全路線メタル接続ではケーブル量が膨大となり非現実的である）必要があるとともに、伝送の誤りにより間違った情報を授受した場合に重大事故に直結する信号保安設備には、フェールセーフ性を持つ伝送路が必須であった。

さらに、列車の在線する位置を検出する列車検知（TD）装置と自動列車制御（ATC）装置については、列車との伝送を行っているため、信号通信機器室からの送受信可能距離には制約がある。

このATC/TD装置は、本来であれば路線長に応じて各設置駅の機器がその受持区間を均一になるように配置することが最も経済的であるが、連動装置と極めて密接なインターフェースを持つため、連動装置と同じ信号通信機器室に設置されていることが多い。

このような事情から、連動装置は列車折返しを行う路線の端末駅に設置されることが多く、この駅にATC/TD装置を設置すると、路線の両端に機器を配置することになり、受持区間を均一にする観点からは無駄が多かったのである。

4. 機器集中連動方式の概要

今回、日暮里・舎人線においては、製造コスト、工事コスト及びランニングコストの低減を目的として、国内の新交通システムとしては初めて、各連動駅の機器室に

設置されていた電子連動装置の「論理部」を中央（舎人車庫信号通信機器室）に集約設置することとした。

論理部を集約することにより、万一論理部に障害が発生した場合には、全線において運行不能となる可能性があるが、従来の分散設置されている電子連動装置の連動論理部を評価した結果、連動論理部は高い冗長性を有している上、論理構築時の人為的ミスを除けば、装置としての信頼性は極めて高く、また十分な実績を有しており、論理部を集約しても問題にはならないものと判断している。

従来の駅信号通信機器室には、転てつ器やその他の端末設備とインターフェースを行う「電子端末部」を残し、中央に設置される電子連動論理部との間は光ファイバケーブルを用いた伝送路により接続している。

この光伝送路は「連動用光LAN」と呼び、フェールセーフ構成となっており、伝送路上で故障が発生した場合は、必ずその伝送路経路上の下流側への信号の受渡しは「0（ゼロ）」固定の意味を持つ側となるように構築されている。したがって、電子端末部などの機器は受信した内容が「0（ゼロ）」側の意味であれば、列車運行にとって安全な側（例えば列車を停止させる側）に制御を行うようにあらかじめ設計することにより、トータルなフェールセーフ性を確保している。

また、ATC/TD地上設備についても、専用の光LAN（電子端末と同じくフェールセーフ機能を有した伝送路）により各駅のATC/TD機器間は接続される。

この伝送路を用いて、各ATC/TDの受持区間の境界部分における列車在線情報の受渡しを行うとともに、電子連動の論理部と中央（舎人車庫信号通信機器室）において「TD装置の検出した列車在線状態情報」や、「ATC装置への速度制限信号」の情報授受を行う。

図2に電子連動装置の構成比較図を示す。

5. 機器集中連動方式の採用によるメリット

電子連動論理部の集約設置により、駅内の限られた機器室スペースの削減が実現されるとともに、空調/電力容量も低減できた。

従来、電子連動装置やATC/TD装置の保有している情報を運行管理計算機や中央指令所の表示/制御用機器と授受するために、列車集中制御（CTC）装置が設けられていたが、このたび採用した連動装置及びATC/TD装置用の光伝送路により、中央との情報授受が行えるため、CTC装置も全廃できた。

また、装置の構成が単純な階層構造となったことと、構成装置部品数量の削減により、メンテナンス性の向上/障害発生時の切分けの簡便化/予備部品の削減などにも寄与している。

さらに、電子連動～ATC/TD装置間の情報授受を光伝送路経由の中央一括で行うことにより、ATC/TD装置は従来電子連動の配置されている駅に付帯して設置されていたものを自由に配置することができた。

そのため、本線路に対して従来4箇所であったATC/TD装置設置駅を2箇所に集約した。

図3に本線路機器配置図を示す。

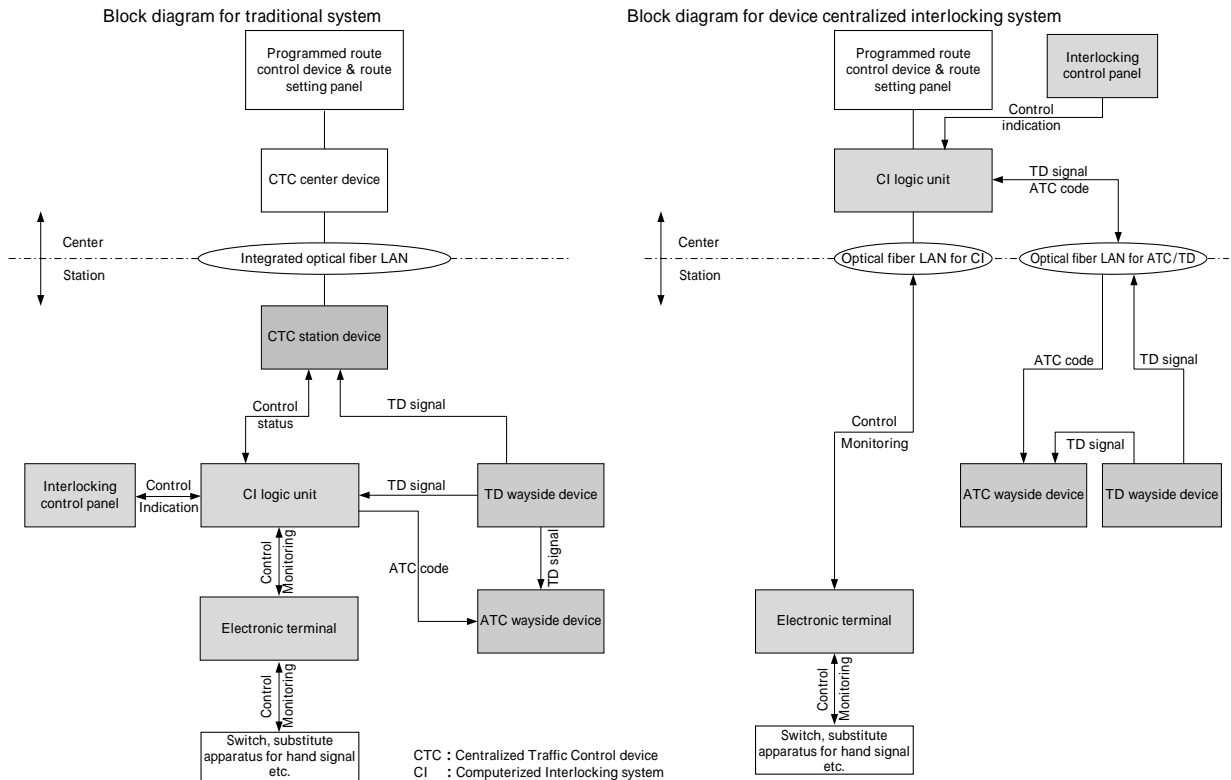


図2 電子連動装置の構成比較図
Fig. 2 Comparison diagram of CI system

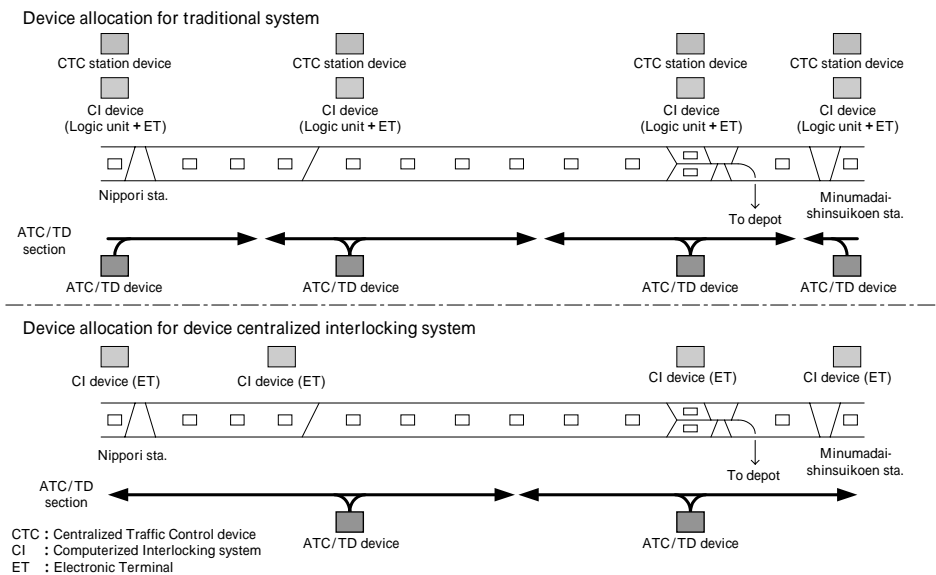


図3 本線路機器配置図
Fig. 3 Comparison diagram of device allocation

むすび = 電子連動装置の集約設置は、今後は主流となることが予想される。

また、導入した伝送路を用いて端末機器の予防保全としての遠隔監視なども可能であり、保守性のさらなる向上が期待できる。

導入にあたり注意すべき点として、路線線形の変更がない限り、保安に関する論理を導入後に変更することは通常ありえないが、全路線の連動論理を一括して管理しているため、保安に直接関係無い微細な条件変更でも再検査範囲が大きくなる可能性がある。

そのため、設計時に微細な変更 / 調整が必要と予想される部分(列車接近警報や案内表示の接近表示条件など)

については、別回路にて構成するなどの配慮が必要である。

最後に、東京都地下鉄建設㈱に対し深く感謝の意を表するとともに、本プロジェクトの完遂に向けて全力で取り組む所存である。