

駅構内論理装置の開発



西山 淳*



岡田 徹也*

ネットワーク信号制御システムの開発では、光ネットワークの使用によるケーブル削減と配線の2重化を行い、信号工事の配線における施工性・信頼性の向上などを実現した。一方、信号設備を制御する論理装置は、連動、ATS、踏切など機能別となっており、システム構成が複雑である。このことが、工事設計、施工、保守の煩雑化、稼働率低下の一因となっている。

そこで今回、各論理装置を統合した駅構内論理装置を開発し、信号システム全体の信頼性を向上させる。また、制御論理の再構築、連動範囲の分割機能などの開発を行い、施工性、改修に対する柔軟性などの向上を図る。あわせて、信号設備の制御や遠隔監視に用いる各種データを一元化し、設計支援ツールや遠隔監視制御装置の充実を図ることで、設計の簡素化やきめ細かな遠隔監視制御機能を実現する。

●キーワード：装置統合 制御論理 軌道回路予約 機能改良 データ一元化

1. はじめに

ネットワーク信号制御システムの開発では、駅構内の信号設備の制御を、銅線ケーブルによる電圧制御から、光ケーブルによる情報制御へと変革することで、ケーブルの削減による施工性の向上、制御ケーブルの二重化による信頼性の向上などを実現した¹⁾。

一方、駅構内のうち特に機器室に着目すると、信号機・ATS・踏切などの信号設備を制御する論理装置は、連動装置をはじめとして、機能ごとに別々の装置となっている。これらの装置は相互に制御条件を授受しながら動作しているため、信号設備の改良工事をする際の設計・施工や、設備保守の手続きが煩雑になったり、システムの稼働率低下の一因となったりしている。

そこで今回、これらの課題を解決して、信号システム全体の信頼性、施工性、改修に対する柔軟性などの向上を図るために、駅構内論理装置（以下、構内LC（Logical Controller））の開発を行っている。

2. 開発の概要

構内LCの開発に着手するにあたり、現在の信号システムの課題をまとめたところ、以下の事項が挙げられた。

- (1) 複雑なシステム構成による信頼性の低下
- (2) 機能改修の影響範囲の広さによる改修容易性の低下
- (3) 工事施工時の制約が多いことによる工程の長期化
- (4) 信号設備の制御表の多様さによる設計の複雑化
- (5) 遠隔監視機能の拡張性の乏しさによる保守性の低下

これらの課題を解決するために、構内LCの開発にあたり、次の(1)～(5)の開発に取り組むことにした（図1）。

- (1) シンプルなシステム構成
 - ・論理装置の統合・全駅共通のシステム構成
 - ・アダプタによる段階的構築
- (2) 機能改修の影響範囲の縮減
 - ・制御論理の再構築
- (3) 工事施工の制約の軽減
 - ・連動範囲の分割制御
 - ・稼働中の機能改修
- (4) 設計の負担軽減
 - ・設計支援ツールの充実
- (5) 遠隔監視機能の改良の容易化
 - ・遠隔監視制御装置の再構築

なお(4)・(5)については、信号設備の制御や遠隔監視に用いる各種データを一元化することによって実現する。

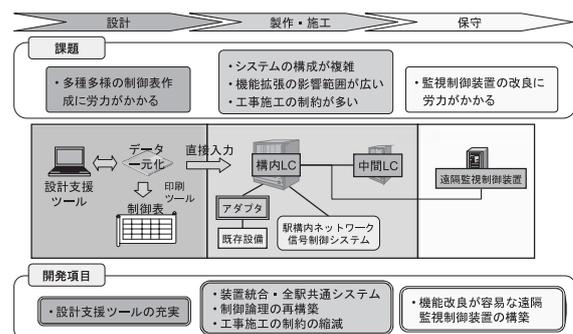


図1 駅構内論理装置開発の概要

構内LC、設計支援ツール、遠隔監視制御装置について、現状の分析と開発項目の概要について、以下に述べる。

3. 開発項目

3.1 構内LCの開発

3.1.1 論理装置の統合・全駅共通のシステム構成

現在の電子連動装置は、信号設備の制御内容を決定する論理部と、制御内容に従って設備を制御する数種類の制御部とに分かれていることが多い。論理部から信号設備までを結ぶインターフェースも多様であり、設計・施工・試験を複雑にする要因となっている（図2左）。

また、装置の一部が故障すると駅の進路制御に支障をきたすため、システム全体としての信頼度は、各部単体の信頼度より低くなる。さらに、銅線ケーブルで電圧制御している設備は、多数の芯線を接続しなければならないため、現場での施工・試験が多く、手間がかかる。

そこで構内LCでは、装置を統合してシステム全体の信頼度を向上するとともに、設備の制御は光ケーブルによる情報制御のみとする（図2右）。

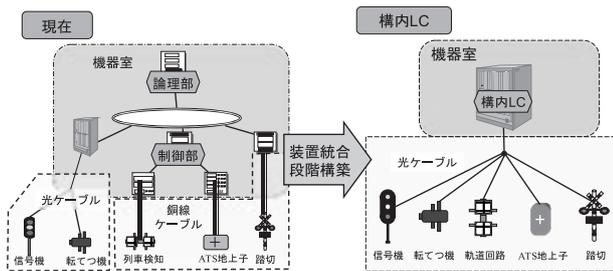


図2 論理装置の統合

構内LCの故障率を予測したところ、装置数の減少と、電圧制御から情報制御への変更により、現状の6分の1程度を期待できることが分かった。また、光ケーブルへの統一により仕様・機能の標準化が図られ、ケーブル敷設量の削減により現場での作業が減少する。これらは、万一の装置故障時にも復旧の早期化につながる。

さらに、構内LCに接続されるケーブルは電源ケーブルと光ケーブルのみとなるので、電源の雷害対策、構内LC内部の電磁ノイズ対策を適切に施すことにより²⁾、雷などへの耐性も確保できる。

3.1.2 アダプタによる段階的構築

論理装置を統合するメリットは大きい反面、連動装置とATS・踏切は取替の時期が異なることが多い。

そのため、構内LCからの光ケーブルによる情報制御を従来の銅線ケーブルによる電圧制御に変換するアダプタを信号設備の種類ごとに開発することで、構内LCの段階構築を可能にする。

3.1.3 制御論理の再構築

現在の汎用形電子連動装置は、連動論理に軌道回路予約方式を用いており、連動表の進路区分鎖錠欄で示される軌道回路を順番に予約（鎖錠）することにより、着点までの進路を確保する³⁾。連動論理に必要な予約情報は、連動装置の内部に軌道回路（一部は転てつ器）に対応するように記憶されており、信号機や転てつ器の制御論理は関係する予約情報を用いて制御を決定する。

一方、ATS・踏切論理は従来の結線の考え方を踏襲しており、制御に必要な信号機・転てつ器などの情報を、連動論理とは別に集約している。

そのため設計者は、連動・ATS・踏切の設計を別々に行う必要がある上、それぞれの設備の制御がほかの設備の制御に及ぼす影響について、細心の注意を払わなければならない（図3左）。

そこで構内LCでは、ATS・踏切も含めて軌道回路予約方式を深度化した制御方法を採用。予約情報は軌道回路に集約し、連動に加えてATS・踏切などの制御に必要な情報も記憶させる。そして各設備の制御論理は、関係する軌道回路の予約情報を用いて制御を決定する。

この制御方法を採用すると、従来あった設備どうしの直接の連鎖（相互作用）を、予約情報を通じた間接的なものに変えられる。そこでさらに、各論理を設備ごとに集約した構成とすることで、改良工事で設備の制御内容を変更する際の影響範囲を局所化することができる（図3右）。

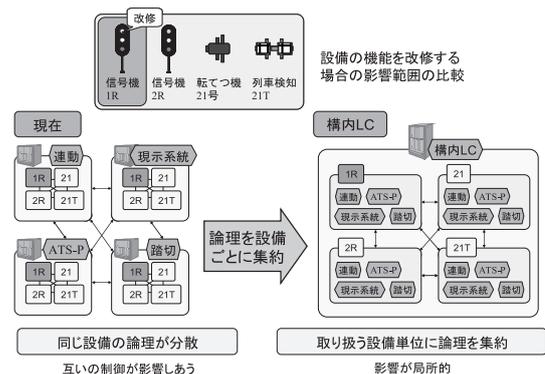


図3 制御論理の再構築

3.1.4 連動範囲の分割制御

現在の電子連動装置は信号試験をする場合、装置全体を停止する必要がある。このとき、列車の運転や他作業は同時に行えないため、工事工程の調整作業が煩雑になっている（図4左）。

そこで、信号試験を行う際には構内LCの系構成を1つ増やし（これを予備系と呼ぶ）、常用系と制御範囲を分割する。常用系は駅の一部の設備を制御して列車運転などを行い、予備系は残りの設備を制御して信号試験を行う。

この時、互いに他の系に属する設備を制御しない（または定位に鎖錠する）ことが安全を担保する要件になるので、両系が協調してこれを保証する（図4右）。

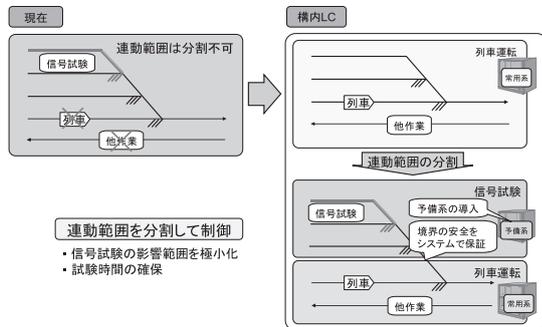


図4 連動範囲の分割制御

3.1.5 稼働中の機能改修

連動などの改良にともなう制御プログラムの変更がなく、その影響範囲を明らかにできれば、関係する設備の使用を一時中止することで、構内LC全体を停止しなくても必要な信号試験を行える。また、前述の制御論理の再構築を行うことで、設備の制御内容を変更する際の影響範囲を局所化する。これらを通して、構内LCの稼働中に行える機能改修の範囲を明らかにする。

3.2 システム全体の基盤となるデータの構築

現在の電子連動装置の設計や保守の品質は、まだ設計者のノウハウや注意力に依存する部分が残っており、これらの品質維持が課題となっている。

そこで構内LCの開発と並行して、このノウハウをコンピュータで処理できるように明確にし、設計や保守で必要になる設備属性・制御定数などを抽出してモデル化を行う。このモデルを元に、システム全体の基盤となるデータを構築するとともに、それを制御論理の設計や遠隔監視制御装置のデータに使用することで、システム全体のデータを一元化する。さらに、このデータを構内LCや遠隔監視制御装置に直接入力することで、データ変換に伴うミスを防止する（図5）。

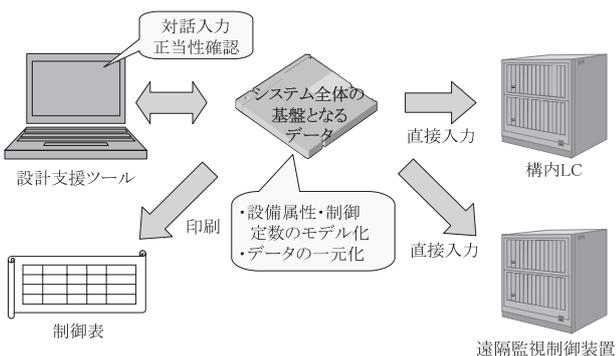


図5 システム全体の基盤となるデータの流れ

3.3 設計支援ツールの充実

現在の電子連動装置では、連動・ATS・踏切などの機能別になっている制御論理の設計を個別に行っている。また、機能間で制御条件を授受しており、その条件を変換する必要があるが、その際にデータ化されていない制御図から情報を読み取らなければならない場合があり、ノウハウが必要である。さらに、ある機能を改修すると他の機能にも影響が及ぶので、設計が複雑となっている。

そこで構内LCでは、対話的な入力ですべての基盤となるデータを編集でき、データの正当性も確認できる設計支援ツールを開発する。ここで、制御図の情報も必要によりデータに含むようにする。

3.4 遠隔監視制御装置の再構築

現在の遠隔監視制御装置は、導入する駅の論理装置の種別に合わせて作られている。そのため、ネットワーク信号制御システムの水平展開や機能改修を行う際にソフトウェアの改修を要することが多く、改修容易性や保守性が低い。

そこで構内LCの開発に合わせて、システム全体の基盤となるデータから、論理装置の種別をはじめとする駅別の設定項目を抽出し、ソフトウェアの改修をすることなく水平展開や機能改修が可能な、遠隔監視制御装置を開発する。

4. 開発スケジュール

構内LCの開発スケジュールを図6に示す。構内LCの開発と並行して、設計支援ツール・遠隔監視制御装置の再構築の開発も進める。

	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度以降
構内論理装置の開発		検討	駅構内論理装置の開発	遠隔監視制御装置の再構築	モニターラン
設計支援ツールの開発			設計支援ツール		導入

図6 開発スケジュール

5. まとめ

構内LCは、上記の開発を行うことで、信頼性・施工性の向上、改修に対する柔軟性などの向上をめざす。今後は、構内LC本体を始めとした各システムの開発を進めるとともに、モニターランに向けた準備を始める。

参考文献

- 1) 国藤隆、樋浦昇；ネットワーク信号制御システムの開発について、JREA, Vol.48, No.5, pp.30839-30842 (2005)
- 2) 国藤隆、加藤尚志、服部鉄範、平野善之、樋浦昇；ネットワーク信号制御システム小形制御端末の開発、JR EAST Technical Review, No12, pp.32-38 (2005)
- 3) 北原文夫、宮崎孝俊、渡辺敬一郎；東京圏輸送管理システムにおける新電子連動装置、鉄道と電気技術, Vol.5, No1, pp.25-30 (1994)