

地方交通線向け列車制御システムの開発

安西 理* 八木 遵 石川 哲也 石瀬 裕之
黒崎 倫之 村山 健 佐々木 敦 (東日本旅客鉄道)

Develop of radio train control system for regional lines

Osamu Anzai*, Jun Yagi, Tetsuya Ishikawa, Hiroyuki Ishise

Noriyuki Kurosaki, Ken Murayama, Atsushi Sasaki (East Japan railway Company)

We develop radio train control system for regional lines for the purpose of cost cutting and enhancing safety. Main functions of the system are automatic blocking for single tracks, SPAD and overspeed preventions, and level crossing control. We need to develop the radio transmitter, since no GSM-R services are available in Japan. The system consists of on-board equipment, RBC, level crossing controller and radio. The prototype is to be made in 2010 and tested on site in 2011.

キーワード：地方交通線，コストダウン，安全性向上，無線，列車制御，停止点，閉そく管理装置，踏切，電子閉そく

(Regional lines , Cost cutting , Enhancing safety , Radio , Train control , Moving authority , RBC (Radio Block Center) , Level crossing , Electronic blocking system)

1. はじめに

当社管内には地方交通線と呼ばれる路線が 33 線区、約 2,300km あり、一般的に輸送量が少ない閑散線区である。その多くは単線でおもに特殊自動閉そく式にて運転を行っている。特殊自動閉そく式は当時の国鉄の線区経営改善の一環として昭和 50 年代から導入が進み、昭和 61 年には電子機器を利用した電子符号照査式（電子閉そく）が導入された。電子閉そくは導入からすでに 20 年以上経過しており、更新時期が迫っていることから、当社では汎用無線技術と既存の技術を利用した、地方交通線向けの列車制御システムの開発を行っている。ここでは開発の背景とコンセプト、システム概要、システム構成、主な機能について述べる。

2. 開発の背景

現在の地方交通線においては、閉そく装置、ATS などの運転保安装置、踏切保安装置など、制御に必要な情報は多数のケーブルにより伝送されている。また、ATS-SN（または Ps）地上子や踏切制御子など、地上に敷設する装置が多く、速度超過対策や踏切対策など必要な安全対策を行っていく上で、これらの現地設備の数が増加せざるを得ないシステムとなっている。

現地設備数の増加は設置コストとメンテナンスコストの増大を招き、輸送量の小さな地方交通線にとっては線区経

営を圧迫する要因になりうる。今後輸送量の劇的な増加を望めない地方交通線にとって、低コストで設備の維持管理を行うことは極めて重要である。

一方、地方線区の経営効率を高めるため当時の国鉄が開発した電子閉そくは、当社では小海線、大船渡線、山田線（宮古～釜石）、五能線の 4 線区で現在も使用されているが、導入後 20 年以上が経過し機器の老朽化が進んでいる。

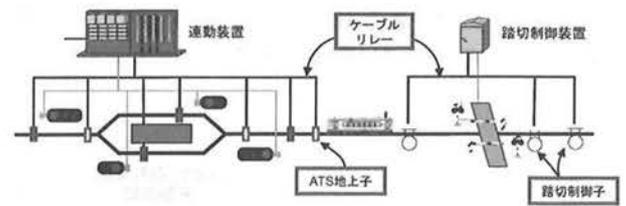


図 1. 現在の信号保安設備の構成例

3. 開発のコンセプト

本システムの開発におけるコンセプトは以下の 3 点である。

(1) コストダウン

本システムでは、地上装置と車上装置との間の伝送に無線を利用して、地上に敷設する制御ケーブル類を大幅に削減する。閉そく機能・連動機能・踏切制御機能などを同じ無線を用いて制御し、本システム内に機能を集約すること

で導入およびメンテナンスのコストダウンを図る。

(2)安全性の向上

本システムでは無線を利用した速度照査式 ATS 機能を装備することで最小限の追加費用で安全性を確保する。

(3)柔軟性・拡張性の高いシステム構成

本システムでは、線区に応じて使用する機能を選択でき、あとから機能追加ができる設計とする。各機能をソフトウェアにより実現し、運転条件などはデータの追加、変更により新しい機能に対応できるように、柔軟性と拡張性を持ったシステムとする。

4. 地方交通線向け列車制御システムの概要

今回の開発においては、基本的な機能に絞り込むこととし、その他の機能については将来の拡張性を確保し、次の段階で開発することとした。基本機能は次のとおりである。

(4-1) 列車の位置認識機能

無電源のトランスポンダ地上子による地点情報と速度発電機を用いた走行距離演算により、列車自身が位置を認識する。発生する誤差に対しては、適宜配置する無電源地上子により地点補正を行う。

(4-2) 閉そく管理機能

地方交通線の大部分が駅間を 1 閉そくとする閉そく方式である。これらの線区では首都圏のような高密度運転の必要性がないため、現在と同様駅間 1 閉そくの固定閉そくとし、駅間への進入・進出をチェックすることで閉そくの鎖錠・解錠を行う。

特殊自動閉そく(軌道回路検知式)では OT・CT といった短小軌道回路を用いたチェックイン・チェックアウト、電子閉そくでは電子符号と構内軌道回路を用いて閉そく管理を行っているが、本システムでは列車が自ら保有する位置情報と列車を識別できる ID 情報(車両 ID)をキーに、構内軌道回路がある路線では軌道回路条件を併用することとした。

(4-3) 列車位置追跡

車上から送信される位置情報をもとに、地上の閉そく管理装置において、無線通信エリア内に在線している列車の位置を追跡する。追跡エリア内で滞泊する列車に対しては閉そく管理装置が位置を記憶し、再度その列車が車上装置を立ち上げた際には、記憶した位置を車上に送信する。

(4-4) 信号冒進防止・速度超過防止

停止信号に対する停止制御のほか、曲線・分岐器などにおける速度超過防止機能を併せ持つ。地上から受信した進路情報と車上装置が保有する列車位置、線路データをもとに、速度照査パターンを発生させる。ATS-P と同じようなパターンによる連続的な速度照査を行う。

(4-5) 踏切制御

車上から送信される位置情報をもとに、踏切の警報開始、警報終了の制御を行う。踏切から警報状態を列車に送信することによって、踏切が警報していないときには、列車を踏切手前に停止させる。また、障害物検知装置や支障放置装置が動作した際にも列車を停止させる。

5. システム構成

本システムの構成を図 2 に示す。システムを構成する装置は、車上装置、地上装置(閉そく管理装置)、踏切制御装置、デジタル無線機(各基地局と車上用無線機)である。

6. 各装置の機能概要

(6-1) 車上装置

車上装置の構成を図 3 に示す。

① 車上装置本体

Tc 車(運転台付車両)に車上装置 1 台を搭載する。気動車に多く見られる両運転台車両には 1 台を搭載、中間車には搭載しないものとする。

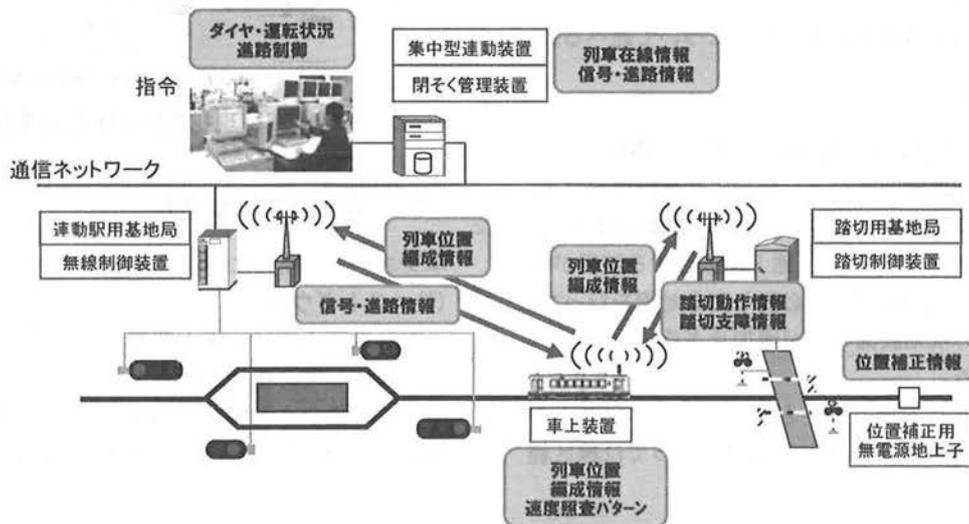


図 2. 地方交通線システム概要図

また、車上装置には装置固有の識別情報 (ID) を付与する。ID は閉そく管理するエリア内で重複しないよう、ユニークな固定情報とする。

車上装置本体は、おもに無線制御を担当する無線制御部と、パターンに対する速度照査およびブレーキ指令等を担当する列車制御部に分け、おもに次の処理を担当する。

[無線制御部]

- ・ 車上無線機に対する送受信制御
- ・ 列車位置の算出
 - 無電源地上子から得られた地点情報をもとに速度発電機からの情報を用いて距離演算し、線路データと照合して列車位置を算出する。
- ・ パターンを発生させる電文の生成
- ・ 列車制御部への電文送出
- ・ 列車の編成、ID 情報の編集 など

[列車制御部]

- ・ 電文の受信
- ・ 速度照査パターンの発生
- ・ 速度照査およびブレーキ指令 など

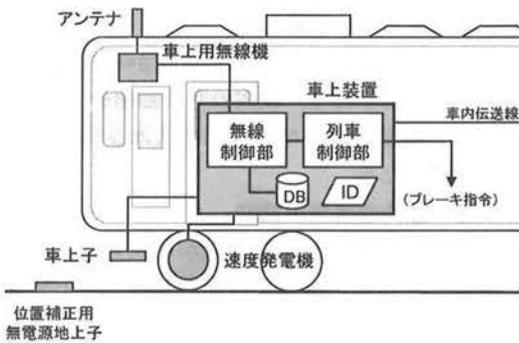


図 3. 車上装置のシステム構成

(停止信号に対する制御)

列車位置と ID は地上の閉そく管理装置に無線伝送され、閉そく管理を行う。一方、閉そく管理装置からは信号現示に応じた停止点情報 (進むことのできる地点の情報) を受信し、車上装置で速度照査パターンを発生させ、停止信号を超えないよう制御する。

(踏切に対する制御)

列車位置と ID・編成情報・速度情報などが踏切に無線伝送され、踏切の制御を行う。踏切からは警報発生などの動作情報や踏切支障の情報を受信し、踏切無動作や踏切支障時には踏切手前で列車を停止させるようパターンを制御する。

(曲線や分岐器制限に対する制御)

曲線制限や分岐器制限などの速度制限は、列車位置と車上装置が保有するデータから速度制限のパターンを発生させ、速度超過を防止する。

このように、本システムでは無線により情報伝送を行うことから制御ケーブルの多くが不要となる。位置確定や位置補正に使用する地上子もケーブルのない無電源地上子を

使用し、ケーブルを不要とする。

② データベース

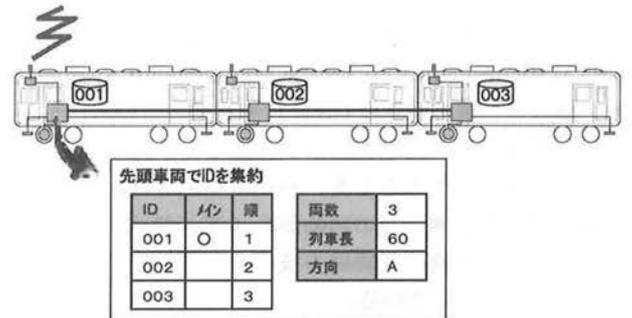
車上装置はパターン発生時などに参照する以下のデータを保有する。

- 車両データ：車両や ID に関する固有データ
 - 線路データ：進路と線路上の各種設備に関するデータ
 - 電文データ：電文内容、電文発生位置に関するデータ
 - 無線データ：各基地局に関するデータ
 - 地上子データ：位置補正用地上子に関するデータ
- なお、これらはデータベースとして、一括してバージョンを付与することで管理する。

③ 車上装置間の伝送

地方交通線では輸送量に応じて、拠点駅で分割・併合を行い、適切な輸送力の確保を行っている。本システムでは、終着駅での折返し時や分割・併合の際に、列車位置、運転方向、ID 情報などの情報を先頭運転台から他の運転台に引き継ぐことを可能とする。これにより、引き継いだ位置情報と運転方向からパターンを発生し、出発信号機に対する冒進を防ぐ。(図 4 参照)

車上装置間の伝送は車内に引通し線を設置し、電気連結器を介して伝送する。



先頭車両の車上装置にて ID を集約
両数・列車長を算出し、運転方向を記憶する

図 4. 車両間の情報伝送と編成情報

(6-2) 地上装置 (閉そく管理装置)

地上に設置する閉そく管理装置は、以下の機能を持つ。

- ① 中間閉そくの管理をする。
- ② 連動装置に中間閉そくの管理状態を送信する
- ③ 連動装置から連動条件や現場機器の条件を受ける
- ④ 各駅の無線制御装置から列車の ID と位置情報を受け、列車の追跡と把握を行う
- ⑤ 追跡している車両に対し、必要な情報を作成する
- ⑥ 各駅の無線 I/F 部へ列車制御に必要な情報を送信する
- ⑦ 車両 ID 表示装置に把握している情報を伝送する

