

S4-7. ATACS の開発とプロトタイプ試験

〔電〕立石幸也 青柳繁晴 森健司 〔電〕武子淳 齋藤信哉 鈴木康明 ○黒岩篤
(東日本旅客鉄道株式会社)

Development of ATACS and the pilot test

Yukiya Tateishi[member], Shigeharu Aoyagi, Kenji Mori, Kiyoshi Takeshi[member], Shinya Saito,
Yasuaki Suzuki and Atsushi Kuroiwa (East Japan Railway Company)

In the present railway signaling system, train location is detected by the track circuit, and train control signals are indicated to prevent collisions between trains.

Recent remarkable progress in the field of information technology makes possible a new train control system where train itself detects its location and communicates with other trains through radio transmission. Therefore, we have been developing the new train control system called "ATACS (Advanced Train Administration and Communications System)". ATACS is the new train control system using information technology.

In this paper, we describe the outline of the long-term field test of ATACS and its interim test report.

キーワード：列車制御、デジタル無線、移動閉そく、列車間隔制御、列車検知

Keywords : train control, digital radio transmission, moving block, train interval control, train detection

1. はじめに

現在、当社では鉄道の制御システムを原点から見直して新しく構築する視点に立ち、21 世紀にふさわしい新しい鉄道制御システムの構築を目標として (1)コストダウン、(2)安全性向上、(3)輸送効率向上を目指し、無線による列車制御システム ATACS (Advanced Train Administration and Communications System) の開発を行なっている。

本報告では、2003 年 10 月から実施している ATACS プロトタイプ試験の概要と、試験の中間報告について述べる。

2. ATACS の概要

現在の列車制御方式は軌道回路を基本としているのに対し、ATACS では列車自ら検知する車上位置検知方式である。また現行のシステムでは運転に必要な情報は地上に設置した信号機や標識から得ているのに対し、ATACS では無線で情報を受信し車内信号で表示している。これに加え ATACS では、現在の軌道回路をベースとする制御方式における膨大な地上設備と複雑なリレーロジックによる制御に代わり、コンピュータと論理 (ソフトウェア) による制御を実現している。

列車間隔制御に関しては、ATACS では先行列車との距離情報を元に速度照査パターンを発生させ、列車間隔に応じて自列車の減速や停止を行うため、現行

の方式に比べて運転時隔の短縮が期待できる。

図 1 に ATACS と現行の列車間隔制御の比較を示す。

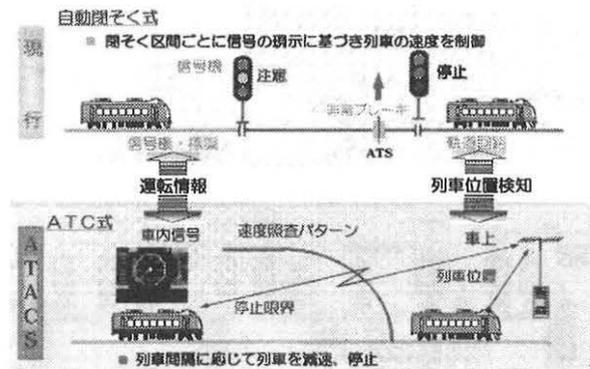


図 1 現行と ATACS の列車間隔制御の比較

3. 試験の目的

ATACS の開発では、これまで行なってきた第 1 期試験 ('97.9~'98.2) と第 2 期試験 ('00.10~'01.2) の結果を踏まえ、部外の学識経験者を交えてシステムの検討を実施してきた。今回のプロトタイプ試験はこれらの検討結果を受け、長期耐久性を含む地上・車上トータル性能を評価するため仙石線の全編成 (18 編成) に ATACS 車上装置を搭載して実施している。

本試験は、安全性・信頼性の検証と、異常時を含めた総合的な機能を確認することを目的としている。



図 2 ATACS プロトタイプ試験の目的

4. 地上装置

4.1 地上装置構成

プロトタイプ試験における地上システム構成を図3に示す。試験区間は仙石線のおおば通～東塩釜間約18kmであり、この区間に ATACS の地上設備を設置している。

試験区間には拠点装置(後述)、拠点装置によって制御される現場端末をそれぞれ配置し、メインとなる宮城野機器室にはシステム内の列車を管理する装置を配置している。

各拠点装置と現場端末間、及び各拠点装置間は2重系の光回線によって接続されている。

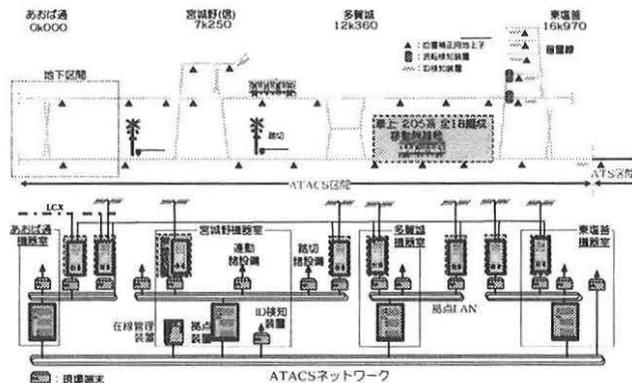


図 3 プロトタイプ試験地上システム構成

4.2 拠点装置

拠点装置は、①列車追跡、②連動制御、③列車間隔制御、④システム境界制御、⑤列車位置と速度による踏切制御等の機能を有する。

本プロトタイプ試験ではおおば通、宮城野、多賀城、東塩釜の各駅に拠点装置を設置している。

5. 車上装置

5.1 車上制御装置

車上制御装置は、列車自らが検知した在線位置、拠点装置より送られる経路・停止限界から逐次速度照査パターンを作成する。列車速度がブレーキパターンを超過した場合は自動的にブレーキ制御出力を行なうことで速度制御を行なう。また、ATACSでは列車の認識を車両単位でなく編成単位で行うことから、車上装置は1編成1制御装置としている。

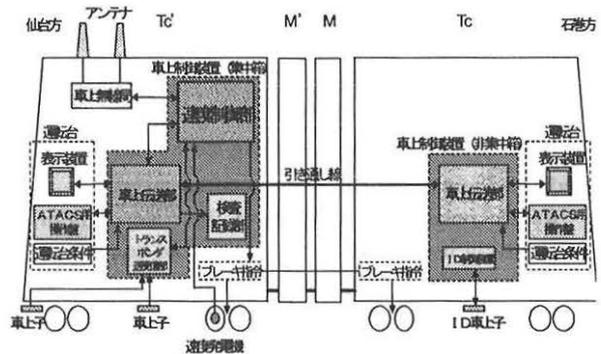


図 4 車上システム構成

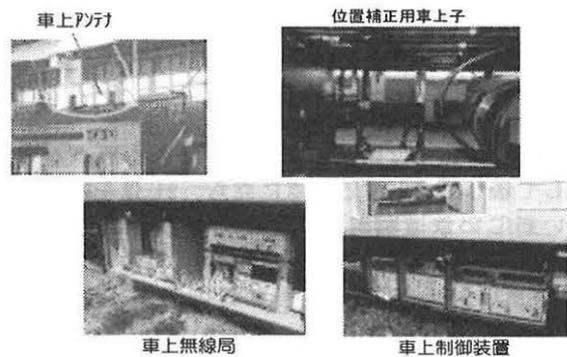


図 5 ATACS 車上装置

5.2 運転台表示装置

本試験では、夜間に実列車を使用したコントロールランを実施しており、図6で示す表示装置を仮設し試験を行なっている。

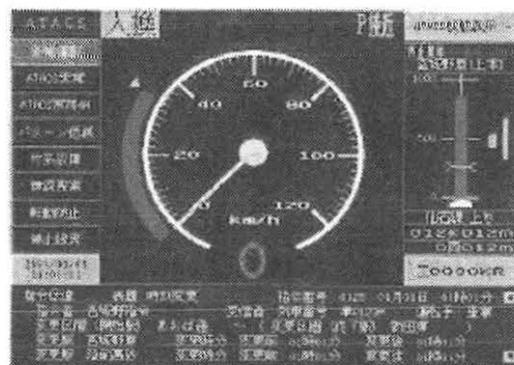


図 6 運転台表示装置

図 6 では、中央の速度計の外側に表示される円弧状の帯が進行を指示する信号であり、帯の長さにより許容速度を示す。走行速度がパターンに当たった際にはその外側に△で目標速度が表示される。画面左側には保安装置のモードやブレーキ出力状態を表示する。

また、画面右側には運転上の参考となる情報を表示し、前方 1km 以内にある駅や踏切、徐行区間を絵で表示し、バーの長さにより停止限界までの距離を示している。

5.3 試験データの収集

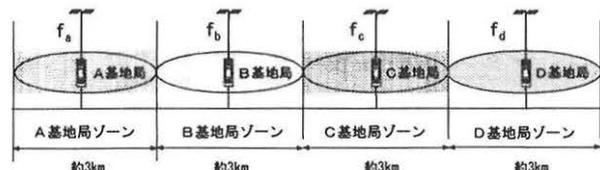
従来、車上装置の動作記録は個々の車上装置内で蓄積されるだけで、車上装置の動作記録容量が限界になる前に人手によるデータ収集が必要であった。

そこで、今回の試験では自動的に車上装置の動作記録を収集するために車上装置の動作記録を蓄積する地上装置(データサーバ)を設置し、ATACS 試験区間内で折返し運転をするあおば通駅に車上→地上間ログデータ用の通信装置を設置した。これにより列車があおば通駅に停車している間に自動で車上装置の動作記録を収集することが可能となり、モニターランの効率化を実現している。

6. 無線装置

無線システムの構成を図 7 に示す。ATACS の無線方式は在来線の列車無線のデジタル化で現在検討が進められている無線方式と同じ方式を採用している。

列車無線ではすべての列車に対して同一情報を伝送するため、線区単位で同一周波数を使用しているが、ATACS では個々の列車に対して個別の制御情報を伝送する必要があるため、基地局ごとに異なる周波数を使用し列車の移動に応じて周波数を切り替えて通信を行なっている。



・ 列車位置検知	400MHz帯	・ 誤り検出	CRC
・ 帯域幅	6.25kHz	・ 誤り訂正符号	リードソロモン符号
・ アクセス方式	TDMA		
・ 基地局出力	3W	・ スロット数	16スロット
・ 移動局出力	1W	・ 伝送情報量	576bit
・ 変調方式	$\pi/4$ QPSK		(内列車制御情報312bit)

図 7 無線システム構成

7. 試験結果概要

試験では、地上・車上装置の動作状態の確認、および無線伝送品質、位置検知精度などのデータ収集を営

業時間帯で長期間にわたって行うモニターラン試験と、営業運転終了後の夜間にブレーキ制御を含めた各種の総合的な機能検証を行うコントロールラン試験を組み合わせて機能検証を実施している。

7.1 モニターラン試験

モニターランは、ATACS 車上装置のブレーキ制御出力を行わないモードで動作させ、通常の営業列車の走行の中でシステムの動作状況を確認している。営業列車でデータを収集することにより、長期間にわたり多くの編成を使用することが可能である。

モニターラン試験では、日々の運行中に発生する様々な条件下でのデータ収集が可能であるため、ATACS のシステム全体の長期にわたる動作検証や、安全性に関する評価データの収集が可能となる。

7.1.1 運行表示・制御

モニターランの実施状況は、収集されたログデータ及びシステム管理装置と呼ばれる ATACS システムの監視装置よりエリア内の全ての列車の運行状況(列車位置、速度、停止限界等)及びアラーム発生をリアルタイムで確認できる。そのため異常発生時には迅速に障害の解析を行なうことが可能である。

7.1.2 モニターラン試験内容

モニターラン試験の主な内容を以下に示す。

(1)位置検知精度

列車が地上子のデータを検知して列車位置を確定、さらに走行距離を積算して列車位置を算出する際の精度の確認

(2)列車追跡機能

拠点装置において、車上制御装置から送信されてくる列車位置を連続的に追跡する機能を確認

(3)ネットワーク系構成制御

光回線で接続された拠点装置内、及び拠点装置間の設備の状態監視を行い、制御情報、故障情報をジャーナルデータとして蓄積する機能を確認

(4)ハンドオーバー処理

無線エリアの境界を走行する列車に対して、スムーズに無線局の変更が行われることの確認

7.1.3 車上制御結果

モニターランで取得したデータの一例として、ここでは特に踏切制御について述べる。

ATACS では踏切未警報による事故の防止のため、踏切が警報していない場合は踏切手前で停止する速度照査パターン(踏切パターン)を発生させ、踏切が警報を開始したことを確認した後、パターンを解除

する制御を行っている。

踏切の警報制御は、現行では列車が定点を通過したことを検知する方法によっているのに対し、ATACSでは車上制御装置が各踏切までの到達時間を算出し、その到達時間が必要警報時間となった時点で、拠点装置に対して当該踏切の警報を要求するシステムとしている。この際、駅の停車・通過も考慮することにより踏切警報時分の適正化を図っている。

図 8 に停車列車の場合の踏切制御の結果を示す。踏切をパターンによって防護することで踏切の安全を確保しつつ警報開始のタイミングを遅らせ、駅停車中に踏切警報が開始されたことを受けて踏切パターンを解除していることが確認できる。

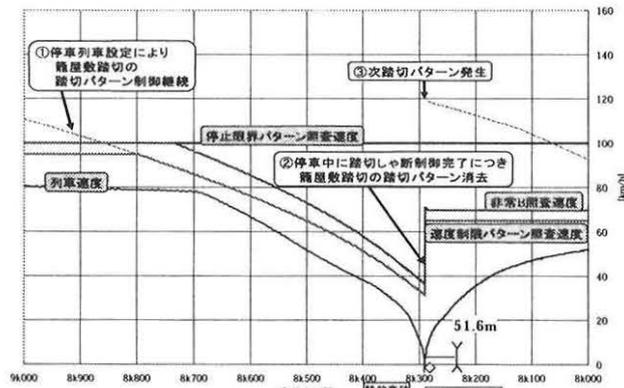


図 8 踏切パターン (停止列車の場合)

7.2 コントロールラン

7.2.1 試験概要

コントロールランは夜間に線路閉鎖相当の間合いを確保し、実際に ATACS によるブレーキ制御を行う機能確認試験である。コントロールランでの主な確認内容は、モニターランの確認項目に以下の項目を加えたものである。

(1) 列車間隔制御

- ・ 実列車の前方に仮想の列車を走行させ、仮想列車に対する速度制御パターンの生成・ブレーキ制御の確認
- ・ 前方に仮想列車を停止させ、その後方に列車が停止することの確認

(2) 速度制御

- ・ 曲線や分岐等の速度制限及び臨時速度制限に対し、ブレーキパターンを発生させブレーキ制御の確認

(3) 運転切替制御

- ・ ATACS 区間と ATS 区間の進入進出時の自動切替え機能の確認

7.2.2 ブレーキ制御

図 9 にブレーキ制御の結果を示す。

臨時速度制限のある区間に対し、非常照査パターンと常用照査パターンが作成され、これに基づいて列車の速度が制御されたことが確認出来る。

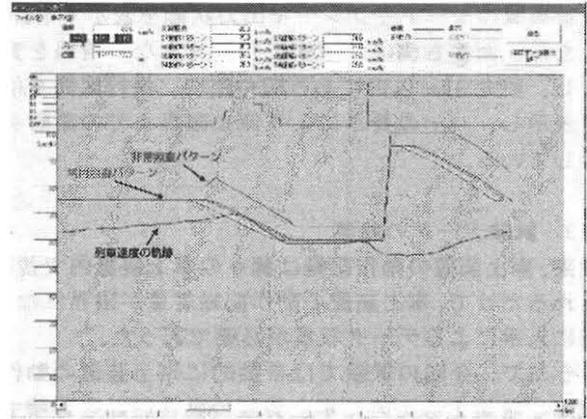


図 9 ブレーキ制御動作記録

7.2.3 無線伝送品質

コントロールラン時の地上・車上間の無線伝送品質を図 10 に示す。

プロトタイプ試験における ATACS の伝送情報は 576bit で 1 フレームを構成している。これまでの試験においてフレーム受信率は、無線伝送品質の設計目標値である 99.9% を確保している。

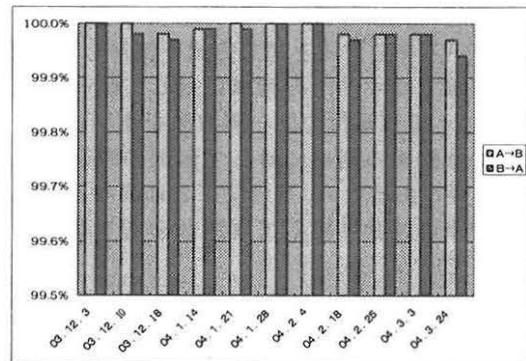


図 10 無線伝送品質 (フレーム受信率)

8. おわりに

ATACS は 1995 年に開発を開始し、2003 年 10 月から 2005 年 2 月までの計画で開発の最終段階となるプロトタイプ試験を実施するに至っている。

無線を用いた同様な列車制御システムは、海外においても開発が進められており、今後の列車制御システムのひとつの方向であると考えられる。今後は、プロトタイプ試験において性能の検証を進めるとともに、異常時を含めた運転取扱い等の整理を行い、早期の実用化を目指して開発を進めていく。