

無線による 列車制御システム (ATACS)

馬場 裕一* 立石 幸也* 森 健司* 青柳 繁晴*
武子 淳* 齋藤 信哉* 鈴木 康明* 渡邊 貴志*



1830年に鉄道が開業して以来、安全を確保するための様々な仕組みが発明され、鉄道の安全と効率的な輸送に大きく貢献してきた。しかし、地上設備による制御、コストの低減、より一層の安全性向上、新たなサービスの提供などの面で課題が残されている。鉄道制御システムのフルモデルチェンジを目的に、これまでの地上設備主体の制御方式に変えて、情報技術をベースに地上・車上の制御分担を機能面から配置した安全・シンプルな列車制御システムATACS (Advanced Train Administration and Communications System) の開発を行っている。本論文では、ATACSの仕組みと、これまで実施してきた現車試験の概要、2003年秋から実施するATACSプロトタイプ現車試験の概要について報告する。

●キーワード：列車制御、車上位置検知、デジタル無線、ムービングブロック

1 はじめに

世界最初の鉄道開業は、1830年のリバプール・マンチェスター鉄道（英）といわれている。線路の分岐点に見張り人を置くことにより、手合図で危害・注意・無難の3現示を出していた。列車本数の増加にともない様々な事故が発生し、それを防止するために各種の保安装置が発明・導入されてきた。1834年に危害と無難を示す合図柱が導入されたのに続き、1837年に発表されたモールス電信機を用いて隣接駅と連絡を取って列車を運転する「空間間隔法」が1858年に施行され、現在の列車保安装置のベースとなっている。列車の位置を検知するための「軌道回路」は米国 William Robinsonにより1872年に発明され、翌1873年にはペンシルバニア鉄道に導入された。

一方、駅における列車の進路の構成を安全・効率的に行うために、John Saxbyが1856年に現在の機械連動機の基礎をなす連動機を発明した。また、継電連動装置は米国において1920年代のCTCの成功により、これを見本として誕生したもので、1927年に米国で使用され始めた。

これらの技術は当時、画期的な技術で、鉄道の安全と効率的な輸送に大きく貢献し、現在では最も安全・正確な交通機関と位置付けられるまでになっている。今日の鉄道信号システムは上記の設備の改良・改善を重ね技術の蓄積の上で成り立っている事は言うまでもない。

このような「安全の仕組み」により、一定水準の安全と輸送効率を確保してきたが、地上設備による制御のためコストの低減、より一層の安全性向上、新たなサービスの提供などの面で課題が

残されたままとなっている。現在及び将来の技術動向を展望の上、鉄道の制御システムを原点から見直し、新しく構築するとしたらどのような姿になるかといった視点で、21世紀にふさわしい新しい列車制御システムATACSの開発を行っている。

2 新しい列車制御システム

近年、移動体通信やコンピュータ等の情報通信技術は進展著しいものがある。また、これらの技術は列車という移動体の制御に適した技術であるとも言える。鉄道制御システムのフルモデルチェンジを目的に、これまでの地上設備主体の制御方式に変えて、情報通信技術をベースに地上・車上の制御分担を機能面から配置した安全・シンプルな鉄道制御システムがATACSである。本システムでは地上制御装置は自律分散システムとして機能するとともに、地上ネットワークで結合されており、車上装置も地上とは別のネットワークとして構成されている。そして、地上・車上間も無線伝送路により有機的に結合された自律分散ネットワークとして構築されている。

3 情報技術をベースとした列車制御

列車制御システムを基本に戻って考察してみると、制御システムは、鉄道開業間もない時期から

- (1) 検知：列車等の位置を検知
- (2) 伝達：その位置を相手（他の列車、駅の進路構成装置、保守係員等）に伝達、受信

(3) 制御：受信した位置にもとづき制御（速度制御、進路制御、踏切警報制御等）

の3つの要素から構成され現在まで変わりがなく、軌道上を走行するという鉄道の本質に変化がない限り、将来とも変わらないと考えられる。

以下に、この検知、伝達、制御の3つの視点での現状システムの分析およびATACSにおける改善方策の考え方を示す。図1は、その結果をまとめたものである。

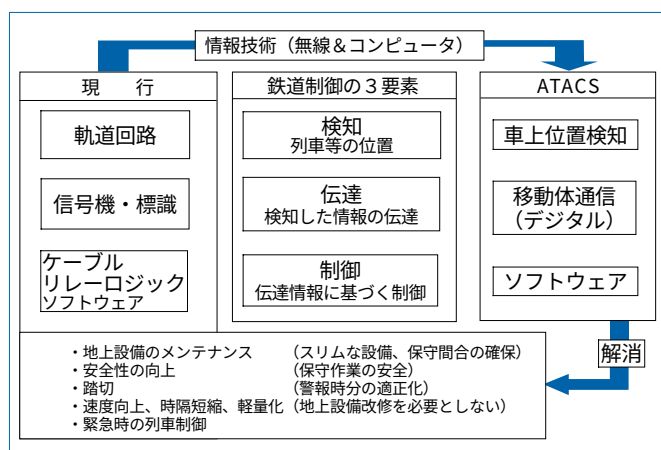


図1：列車制御の3要素

3.1 検知（列車位置検知）

現在まで、列車の位置検知は、最も確実な手段としての「軌道回路」を基本としてきたが、

- ・車両の軽量化に伴う列車検知性能のより一層の向上が必要である。
- ・運転時隔の短縮を実施する場合、閉そく割り等の変更に人手、時間、コストを要している。
- ・今後とも増大が予想される保守用車両・機械の位置検知がなされず、安全が係員の注意力に依存している。
- ・軌道回路等の設備のメンテナンスコストが大きいなどの課題を抱えている。

ATACSでは、上記の課題を考慮し、列車の位置検知は地上ではなく、列車自らが検知する車上位置検知とする。

3.2 情報伝送

現在、運転に必要な情報は、列車の在線位置や進路の開通状態を表示する信号機や線路脇に設置した標識を運転士が目視により得ている。この方式は列車の停止位置が信号機の設置個所で明示され、人間の感覚とマッチしているという優れた面を有するが、

- ・速度向上や運転時隔の短縮を実施する場合、信号機の現示変更や信号機の移設を必要とするケースが多々あり、そのために人手、時間、コストを要している。

- ・信号機等の設備のメンテナンスコストが大きい。
 - ・周辺環境によっては、信号の視認性確保に対策が必要となる。
- などの課題がある。

ATACSでは、現行の信号機に代えて、地上と車上を無線通信により行う方式とする。

3.3 制御

受信した列車位置情報に基づき、列車の運転操縦制御、進路制御および踏切の警報・しゃ断制御などが行われるが、これらは膨大な地上設備によっており、

- ・建設コスト、メンテナンスコストが大きい。
- ・線路の配線変更等に伴う切替工事に人手と時間を要している。
- ・踏切の形態ごとに配線が異なる。
- ・踏切警報開始地点を一定にしているため、列車の速度によって警報時間にバラツキが生じる。
- ・膨大なケーブルの維持・管理が必要である。
- ・また今後は、保守間合いの確保等の理由から、複線区間においては双方向に運転が可能なシステム（単線並列運転システム）が望まれる。

などの課題がある。

ATACSでは、現在の軌道回路をベースとす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えて、コンピュータと簡明な論理（ソフトウェア）による制御とする。

4 開発目的・期待効果

ATACSの開発目的は、「鉄道システムのフルモデルチェンジ」である。その期待効果は以下の3つである。

- ・コストダウン
- ・安全性向上
- ・輸送効率向上

(1) コストダウン

重装備の設備でコストの高い構造によって支えられている現在のシステムを、少ない設備と人手をあまり必要としない仕組みにチェンジすることにより、低コストなシステムを実現する。

(2) 安全性向上

軌道回路をベースとする現在のシステムでは、列車に情報を伝えるパイプが脆弱である。現在、課題として残されたままとなっている保守作業の制御システムへの包含や、災害時における緊急時の列車制御を情報伝達能力の向上により解決することを目指しており、これにより鉄道システム全体の安全性の向上が期待できる。

(3) 輸送効率向上

現在のシステムでは、閉そくを使用して一律に制御を行ってい

るため、高性能車両が導入されても、それまでの車両性能に合わせた制御になっている。また、速度向上や時隔短縮等の輸送効率の向上を実現するためには、地上設備の大幅な改良が必要となり、多くの期間、人工、コストを必要としている。ATACSでは、列車それぞれが自列車の性能に応じて自律的に制御を行い、またムービングブロックを採用することによって輸送効率の向上を図る。

図2にATACSシステムの概要を示す。

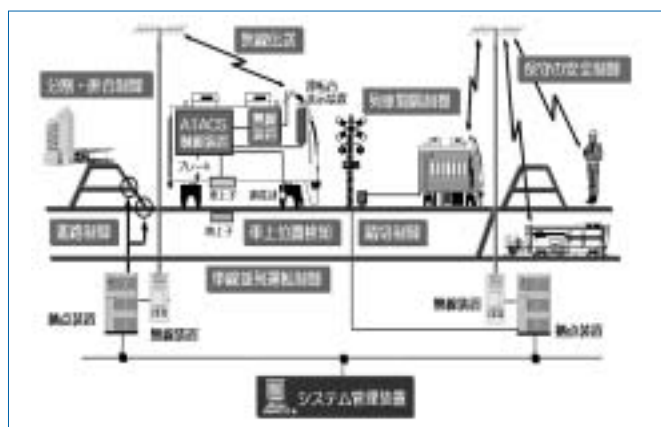


図2：ATACSシステム概要

5 システム構成

5.1 装置構成

ATACSは、地上に配置する在線管理装置、システム管理装置、拠点装置、無線基地局および各装置間を結ぶ伝送回線と、車上に配置する車上無線局、車上制御装置、列車前後の運転台に設ける運転台表示装置、車上制御装置と運転台表示装置を結ぶ伝送装置で構成する。

5.2 地上装置

5.2.1 在線管理裝置

在線管理装置は、ATACSシステム内に在線する全ての車上制御装置のIDを管理し、拠点装置が故障し再立上げを行う際に使用する装置で、フェールセーフなハードウェアで構成される。

5.2.2 システム管理装置

システム管理装置は、駅中間は線路キロ程、駅構内は分岐器を主体に従来の軌道回路に相当する線路ブロック単位に入力する線路閉鎖設定、列車と同様に位置情報を持つ保守用車の進路設定、線路閉鎖と同様に中間は線路キロ程、構内は線路ブロック単位に5km/h刻みで設定する臨時速度制限、必要な保守作業間合いを確保するための単線並列運転を設定する制御や、システム故障時等のシステムモード設定変更、システム全体の動作状況を監視するシステム監視等の機能を持つ。

5.2.3 抛点装置

拠点装置は、車上装置から受信した位置情報による列車追跡、要求された進路を安全に構成する連動制御、進路と列車位置による列車間隔制御、システム境界で進路開通を条件にATS-ATACSの車上自動切換えを可能とするシステム境界制御、列車位置と速度による踏切制御等の機能を持つ。

5.2.4 無線裝置

無線局は、拠点装置と接続し車上と交信する無線基地局、車上制御装置と接続し地上と交信する車上無線局で構成する。

デジタル無線は400MHz帯で、4周波繰返しでゾーンを構成し、伝送速度が9,600bpsである。列車制御や列車状態表示に必要な情報量から地上→車上へは1周期(960ms)を16スロットに分割し、12スロットを列車制御用として使用し、残り4スロットを線路データベースバージョン等の情報伝送用として使用している。車上→地上へは1周期12スロットとして列車位置、列車長、踏切制御情報等の列車状態用として使用する。これにより、1無線基地局では、上下線で12列車の制御が可能となる。

ATACSは、軌道回路に代わって無線を使用して列車を制御することから、無線は常に安定してシステム内全列車と通信しなければならない。このため、無線基地局間隔は約3km毎に設置し、要求される伝送品質を満足する構成としている。また、制御情報には、誤り訂正符号を付加することや、誤り検出符号によりデータの正誤検出を行うことにより安定した品質の確保を目指すとともに、暗号化等を行うことによってセキュリティを高めている。

図3に無線概要を示す。

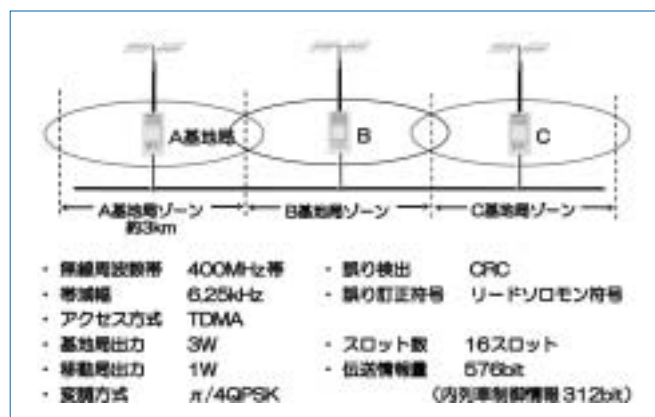


圖 3：無線概要

5.3 車上装置

5.3.1 車上制御装置

車上制御装置は、列車自ら位置を取得し、それに列車長を付加して列車位置を確定し拠点装置へ送信する。その位置情報と、拠点装置より送られる停止限界から速度照査パターンを作成し、そ

の範囲内を走行可能とする。列車速度が、停止パターンを越えた場合は、システムが自動的にブレーキ制御出力を行う。

列車には伝送装置を設け、前後に設ける運転台表示装置と車上制御装置を接続し、1編成1制御装置で構成する。図4に車上装置構成を示す。

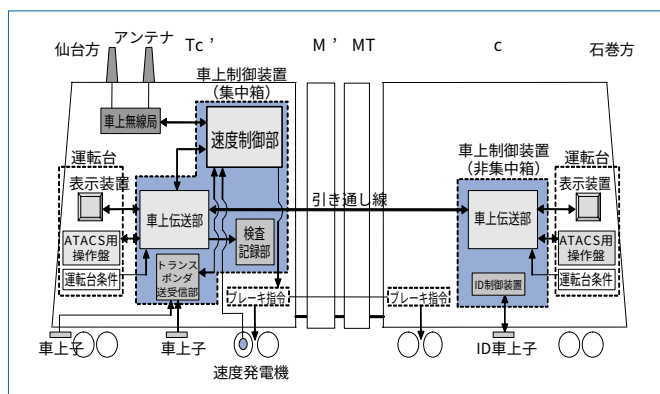


図4：車上装置構成

5.3.2 運転台表示装置

運転台表示装置は、前後の運転台に設け、ATACSにより列車を運転する乗務員が必要とする信号と情報を表示する。

現車試験で使用した表示装置には、現行速度、走行可能速度、構内進路開通、停止限界、速度照査パターン接近、ブレーキ出力状態、各種状態表示等を表示した。ATACSでは、車上～地上間の伝送情報量が飛躍的に増加するため、様々な情報を乗務員に提供することが可能になる。今後、各方面からの意見を聞き、表示すべき内容とデザイン等について検討を行っていく予定である。図5に、2000年度に実施した現車試験で使用した運転台表示装置を示す。

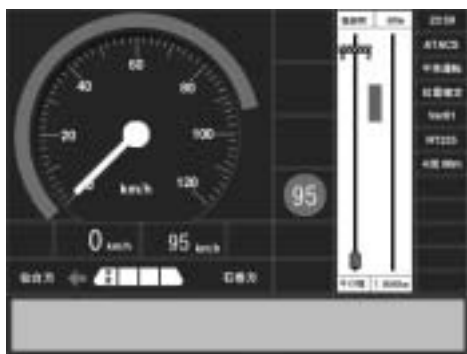


図5：運転台表示装置

6 機能

ATACSの機能には、列車追跡機能、列車間隔制御機能、構内連動制御機能、踏切制御機能、臨時速度制限機能、単線並列機能、システム進入・進出機能、保守作業の安全制御がある。以下に各機能の概要を示す。

6.1 列車追跡機能

拠点装置は、車上制御装置から約1秒周期で送信されてくる列車位置を連続的に追跡する。

列車の追跡は、拠点装置、車上制御装置ともに共通の線路データベースを持ち、車上装置から受信した列車位置情報を拠点装置で線路ブロック上に展開することで行う。

また、構内の分岐の箇所における車上での列車位置認識は、拠点装置が進路条件に対応する経路情報を車上に送信することで行う。車上制御装置は移動距離から算出した自列車位置を、拠点装置から送られてきた経路情報に基づく線路ブロック上にプロットすることで現在位置を認識する仕組みとしている。図6にATACSにおける位置認識の仕組みを示す。

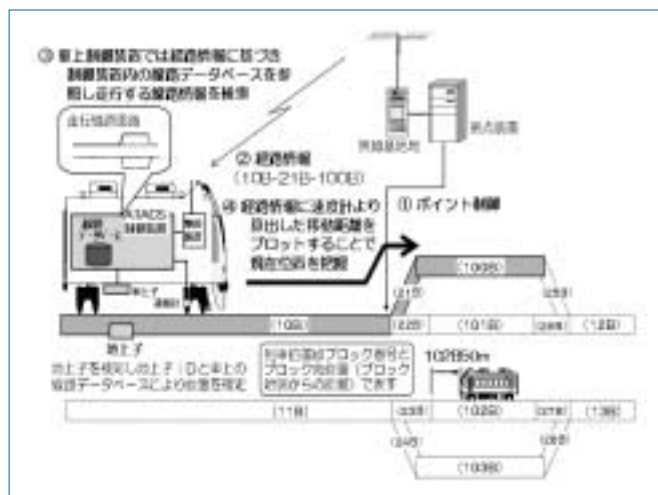


図6：線路ブロック構成例

6.2 列車間隔制御

6.2.1 車上位置検知

電源投入時の初期位置は、車上トランスポンダが滞泊個所に設けた地上トランスポンダの固有データを読み込み、車上で持つ線路データと照合して位置取得をする。この位置に方向性を持つ列車長を付加し、線路ブロック内の列車位置を確定する。列車走行による位置移動は、速度発電機を使用して走行距離を積算して算出し、移動後の位置を毎周期拠点装置へ送信する。

速度発電機は、走行による誤差が発生するため、必要な個所にトランスポンダを設置し通過時に固有データを読み込み、位置補正を行うことで誤差の縮小化を図る。なお、列車位置の算出は0.1m単位とする。

6.2.2 列車間隔制御

列車自らが検知した列車位置情報を、デジタル無線により列車制御を行う地上の拠点装置へ送信する。拠点装置は、受信した列車位置情報を基に、列車走行に必要な進路を構成し、進路末端ま

での間で走行に支障となる条件検索（前方走行列車、システム境界、無線エリア境界等）を行い、列車が走行できる末端位置（停止限界）を算出して、再度デジタル無線により列車へ送信する。拠点装置より停止限界を受信した車上装置は、停止限界から現在位置までの速度照査パターンを作成し、列車は、その範囲内を走行する。列車速度が速度照査パターンを超過した場合、車上制御装置は、ブレーキ制御を出力し停止限界の手前に列車を停止させる。図7にATACSにおける列車制御の概要を示す。

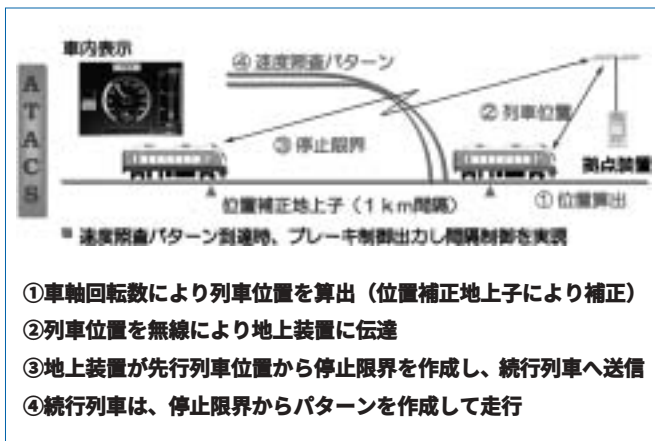


図7：ATACSにおける列車制御概要

6.3 構内連動制御機能

構内連動制御は、レールを分岐器主体に一定区分の線路ブロックに分割し、ブロックと分岐器の関係を明確化して進路制御を行う。この構成で、これまでと同様に進路競合、接近鎖錠、進路鎖錠、てっ査鎖錠等の連動における基本機能を実現している。

ATACSは、地上に信号機を設けなため信号機的位置関係による閉路鎖錠、軌道回路による列車検知と異なり列車位置情報によるため、列車が走行しているかどうかは瞬時に判別できることによる時間で処理していた時間鎖錠、列車は停止限界を越えて走行することがないという考えから過走防護は不要とする。

6.4 踏切制御機能

踏切制御は、現行の軌道回路と踏切制御子による警報制御に代わって、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以下となった場合、拠点装置に対して当該踏切の警報を要求する。また、警報の停止は、列車位置情報から踏切を列車後端が完全に通過したと認識することにより行う。

ATACSでは、踏切が警報していない場合、踏切手前に列車を停止させる制御を行うことにより、踏切無しゃ断時の衝突事故防止を考慮している。

図8にATACSの踏切制御及び特徴を示す。

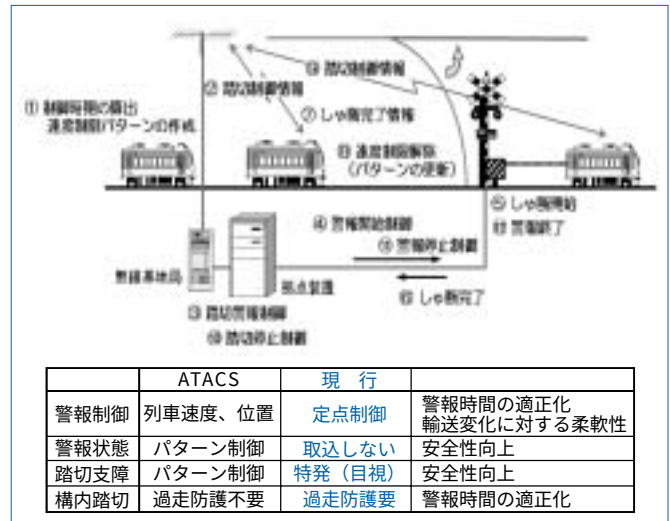


図8：踏切制御機能

6.5 臨時速度制限機能

システム管理装置で、指令員が任意の区間の臨時速度制限を設定すると、その情報が拠点装置を経由して車上制御装置に伝送される。

車上制御装置は、拠点装置から臨時速度制限を受信した場合、臨時速度制限を線路データに反映させ、臨時速度制限を入れた速度照査パターンを作成する。

列車速度が、速度照査パターンを超過した場合、通常制御と同様にブレーキ制御を出力するが、臨時速度制限以下となった場合はブレーキ制御を緩解し、その速度以下での走行を可能とする。また、速度照査パターンは列車長を加味し、列車最後尾が速度制限範囲を越えた時点で、速度制限を解消して通常パターン制御に戻る。図9に臨時速度制限制御を示す。

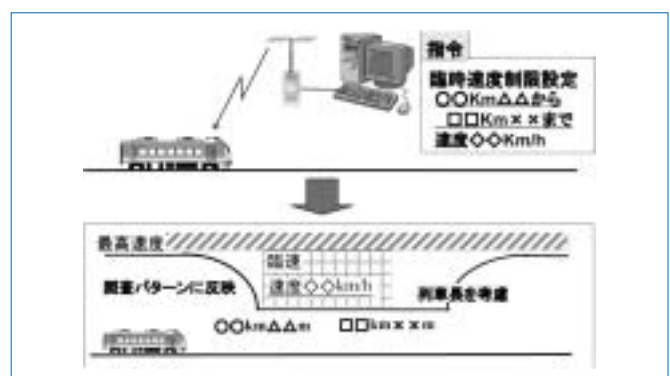


図9：臨時速度制限制御機能

6.6 単線並列運転機能

単線並列運転機能は、複線区間において、工事等の理由により一線が使用できない場合等に、他の一線を単線運転として列車の運行を継続するための機能である。

ATACSでは、データによって列車間隔制御、踏切制御を行っ

ているため、従来のように地上に設備を増やすことなく、容易に単線並列運転機能を実現することができる。

6.7 システム進出・進入機能

ATACS区間への進入、進出は、境界となる区間に切換線路ブロックを設定し、この区間を走行中に制御方式の自動切換をする。

進入は、切換線路ブロックの手前に設置したトランスポンダを通過して列車位置を確定し、拠点装置と無線により接続を開始する。切換線路ブロックを走行中に、システム進入となる境界進路の開通と内方停止限界を受信した場合に、車上制御装置は制御状態をATS→ATACSに切替える。

進出は、進入と同様の切換線路ブロックを設定し、このブロック内を走行中にシステム進出となる境界進路が開通した場合に、車上制御装置は、制御状態をATACS→ATSに切換え、一定区間走行後、無線送信を停止する。

また、ATACSでは軌道回路が設備されていないため、ATACS非搭載車がシステムに進入すると大変危険である。そこで、システム境界にATACS非搭載車検知装置を設備し、ATACS非搭載車がATACSシステム内に進入した場合には、本装置が列車の進入を検知し、関係列車に緊急停止信号を出す。

6.8 保守作業の安全制御

現在、保守作業は制御システムと切離され、係員の注意力のみで行われている。ATACSでは、保守作業と列車運行の整合を図り、管理・制御する他、保守用車制御、保守用車の構内進路制御等を行う。図10に保守作業の安全制御を示す。

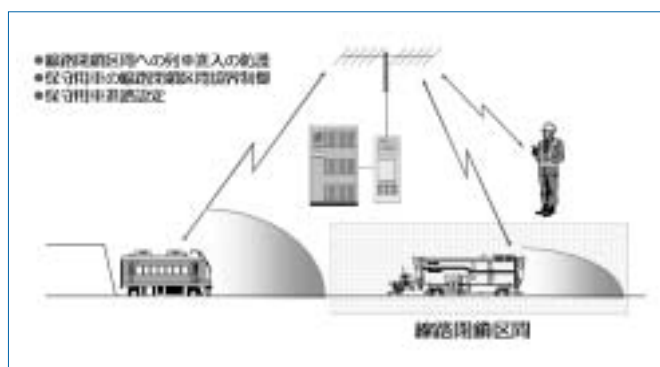


図10：保守作業の安全制御

6.9 列車防護制御

ホームの非常ボタンや踏切支障報知装置、踏切障害物検知装置の動作など（現行は特殊信号発光機によっているもの）により緊急に列車を停止させたい場合への対応として、ATACSでは列車防護制御を行う。

当該地上設備の動作条件を拠点装置に取り込み、その防護すべ

き範囲を関係する列車に送信することにより、車上では防護範囲手前までの速度照査パターンを発生させて、列車を当該箇所の手前までに停止させる。

6.10 無線伝送制御

6.10.1 ハンドオーバー制御

無線基地局は各々制御範囲を持ち、制御範囲内にいる列車と通信を行う。携帯電話などの移動体通信においてもハンドオーバー制御は行われているが、ATACSでは列車制御に用いるため、列車が制御範囲を出て、他の無線基地局の範囲に入った際にも制御が矛盾することなく確実に継続して行われなければならない。そこで、基地局を移動する際、移動先の無線スロットをあらかじめ確保することにより制御の連続性を保証する仕組みとし、これらの制御は地上ネットワークにより接続された拠点装置間で行う。図11にATACSと携帯電話のハンドオーバーの比較を示す。

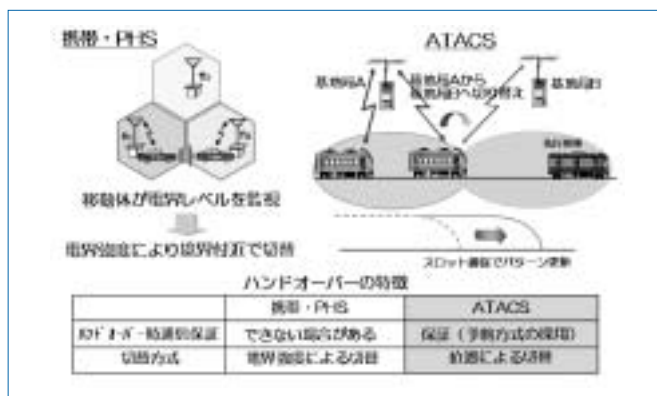


図11：ATACSと携帯電話のハンドオーバーの比較

7 開発工程

開発工程は、開発内容が非常に多岐におよぶため、いくつかのステップに分けて進めている。

- ・**1期**：1997年9月から1998年2月まで、仙石線苦竹駅～東塩釜駅間、約16kmの区間で実列車4編成を用いて走行試験を実施。本システムの基本となる、車上位置検知、無線伝送、列車間隔制御について検証を行った。
- ・**2期**：2000年10月から2001年2月まで、仙石線苦竹駅～多賀城駅間、約7kmで試験走行を実施。実用化に必要な応用技術を検証することにより、ATACSの実用化に向け、技術的な可能性の検証を行った。
- ・**プロトタイプ試験**：これまでの開発結果を踏まえ、長期間信頼性・耐久性の試験を行う。

図12に開発工程を示す。



図12：ATACS開発工程

8 第2期現車試験

8.1 試験概要

第1期、第2期と2回の現車試験を実施してきたが、ここでは第2期現車試験について示す。

第2期現車試験は、2000年10月3日から2001年2月21日まで、宮城県の仙石線苦竹～多賀城間で試験列車2編成を用いて行った。指令装置、システム管理装置、拠点装置、現設の連動装置や踏切装置から制御状態を入力するインタフェース装置を宮城野電車区に、無線基地局を宮城野電車区と中野栄駅に置き、位置取得や補正に必要なトランスポンダは、本線には約1km毎、電車区内には試験に必要な留置線に配置した。

車上装置と車上無線局は、103系（4両）1編成、クモヤ145（1両）1編成に機装した。

走行試験は、宮城野電車区内で入換進路により走行し機能を確認する構内走行を12日、昼間本線走行しブレーキ出力をしないで機能を試験するモニター走行試験を10日、深夜営業終了後本線走行し試験車両2編成よりブレーキ出力をして機能を確認するコントロール走行試験11日、延べ33日間行った。図13に現車試験構成を示す。

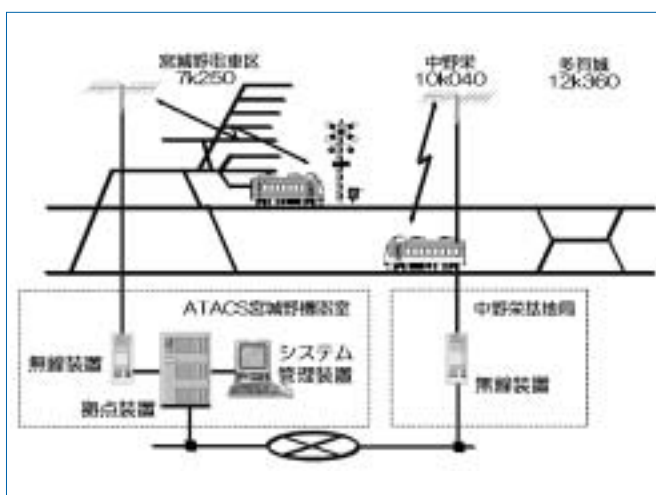


図13：第2期現車試験構成



図14：第2期現車試験地上設備



図15：第2期現車試験車上装置

8.2 試験結果

8.2.1 地上装置

システム管理装置に関しては、拠点装置からの情報による列車追跡、手動進路要求、キロ程による臨時速度制限や線路閉鎖、保守用車進路要求、線路データベースバージョン設定等について試験し正常に機能することを確認した。

拠点装置は、列車からの位置情報による列車追跡、軌道回路によらない進路制御、先行列車を含めた列車間隔制御、位置情報による踏切制御、システム内への進入とシステム外への進出の制御方式自動切換、立ち上げ時の位置確定等について試験し正常に機能することを確認した。

8.2.2 無線局

無線は、無線基地局と車上無線局間でビット誤り率、受信レベル、フレーム受信率を測定した。

平均ビット誤り率は、フェージング等による品質劣化に対応するため2台の受信機によるダイバーシチ受信方式を採用したことにより 6.0×10^{-5} となり設計レベルを確保した。

受信レベルは設計レベルを確保することができた。フレーム受

信率についても、無線基地局から車上無線局へは99.9%、車上無線局から無線基地局へは99.5%以上を確保し、設計値を確保することができた。図16に無線伝送品質を示す。

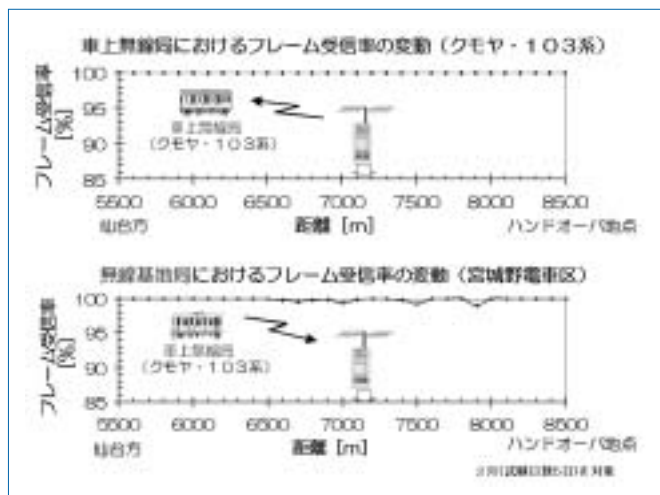


図16：無線伝送品質

8.2.3 車上制御装置

車上装置は、トランスポンダ受信による位置確定、速度発電機の距離積算による移動距離算出、停止限界受信による速度照査パターン作成、列車速度の速度照査パターン超過時によるブレーキ制御出力、臨時速度制限受信時の速度照査パターンへの反映、踏切制御のためのパターン接近時間算出や一定時間後の到達位置予測、システム進入と進出等について試験し正常に機能することを確認した。

このシステムの基本となる列車位置検知精度は、誤差の最大値が0.26%（平均0.18%）となり、目標とした0.3%をクリアする結果となった。試験中は、降雨、積雪があり滑走の発生もあったが、滑走検知処理により適正な位置補正が行われたことも確認できた。

試験列車2編成による間隔制御試験は、先行列車の位置情報を基に拠点装置が間隔を最小80mとして停止限界を作成して後方列車に送信し、後方列車は、これにより速度照査パターンを作成し、速度25km/h、45km/h、65km/h（間隔150mのみ）で、速度照査パターンにあてて方法で実施した。制御結果は、全て停止限界の手前に停車し、間隔制御が正しく行われることを確認した。

9 プロトタイプ試験

第1期、第2期試験及び部外の学識経験者の方々に協力をいただき、システムについて討議をしていただいた結果を受け、今年度から実用化を目指した、システムの長期耐久試験を仙石線において実施する。

9.1 試験目的

試験は大きく「長期耐久試験による安全性・信頼性の検証」、「実用化に向けた各種機能の試験、運転取扱いの検証」、「システム検討会で整理された留意事項の確認」の3つを目的に行う。

(1) 長期耐久試験による安全性・信頼性の検証

長期間、数多くのデータ収集を行うことにより、車上位置検知、進路制御、踏切などの機能の安全性確認を行うとともに、地上及び車上の各装置の信頼性検証を行う。

(2) 実用化に向けた各種機能の試験、運転取扱いの検証

実用化に必要な各機能及び、2期試験までの結果を踏まえての改良を施した機能、異常処理などの妥当性確認を、運転取扱いの検討と併せ検証する。

(3) システム検討会で整理された留意事項の確認

システムのダウン後の復旧処理など、システムのメンテナンスやシステム故障を考慮した機能の検証を行う。

9.2 試験構成

試験は、仙石線あおば通～東塩釜（約18km）に、4拠点装置、8無線基地局を設置し実施する。車上装置は、実用に近い形で、数多くのデータ収集と、機能確認を効率的に行うため、仙石線に所属している全編成（18編成）に搭載する。

9.3 試験スケジュール

試験は、2003年10月から2年間程度の予定で実施する。試験に際しては、長期間にわたり営業時間帯での各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行うモニターラン試験と、営業運転終了後の夜間を利用し、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効率的に機能の検証を実施する。

10 おわりに

ATACSは1995年に開発を開始し、今年度から開発の最終段階となるプロトタイプ試験を実施する。

同様な無線を用いた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ている。

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の整理を行い、早期の実用化を目指して開発を進めていきたいと考えている。