

# 3601 変周式 ATS と併用可能な車上速度照査式 ATS の開発

## Development of New ATP System Interoperable with Existing ATP System

正 [電] ○新井 英樹 (鉄道総研)

正 [電] 真部 健一 (鉄道総研)

正 [電] 福田 光芳 (鉄道総研)

正 [電] 佐藤 和敏 (鉄道総研)

Hideki ARAI, Kenichi MANABE, Mitsuyoshi FUKUDA and Kazutoshi SATO  
(Railway Technical Research Institute, 2-8-38, Hikari-cho, Kokubunji-shi, Tokyo)

We are developing the new ATP system interoperable with the existing ATP system, which is introduced into almost all narrow-gauge lines of JR companies. In this new ATP system, a speed reference profile is generated at the on-board, and the brake is automatically activated when the train speed exceeds the reference speed. Therefore, the safety function of this new ATP system is higher than that of the existing ATP system. Moreover, this new ATP system has the advantage to reduce initial costs by using most of on-board and ground equipment of the existing ATP system effectively. In this paper, we describe the outline of this new ATP system and the results of field tests on the transmission between the on-board and the ground.

Keyword : ATP system, ground coil, track circuit, MSK modulation, resonance frequency signal

### 1. はじめに

現在、JR 会社のほとんどの在来線線区において、自動列車停止装置(Automatic Train Stop, 現在 ATS-SN, ATS-ST, ATS-SW 等がある, 以下 ATS-Sx と呼ぶ)が導入されている。ATS-Sx は、地上子と車上子および車上受信器から構成されており、列車が停止信号に接近した時には、地上子から変周信号を車上子に送信することにより、運転士に対して警報を与えると同時に、運転士により一定時間(5 秒)内に確認扱いが行われない場合には、自動的に非常ブレーキが動作する機能を有している。しかし、確認扱いが行われた後は、自動列車停止機能が失われ、その後の運転誤りに対しては防護できないという本質的な問題を抱えている。

筆者らは、この問題を解決する方法として、変周信号に MSK 変調波を重畳送信できる新型地上子を開発し<sup>1)</sup>、停止信号機までの距離情報をデジタル情報として伝送することにより、車上で速度照査パターンを発生させる新しい ATS システムの開発を進めている<sup>2)</sup>。しかし、このシステムでは、速度照査パターン発生後の信号現示変化への追従性に問題があることがわかった。そこで、レールを介して信号現示情報をデジタル情報として伝送する機能<sup>3)</sup>を付加することにより、現示追従性も良く、保安度も向上させた新しい ATS システムを構築することが可能となった<sup>4)</sup>。

本稿では、この新しい ATS システムの概要について述べるとともに、直流電化区間にて、新型地上子およびレールと車上間でのデジタル情報伝送について現車試験を実施したので、その結果について報告する。

### 2. 新しい ATS システムの概要

筆者らが提案した新しい ATS システムの概略図を図 1 に示す。現行 ATS-Sx のロング地上子の位置に新型地上子を取り替え設置する。新型地上子からは、現行地上子同様の 103kHz(R 現示以外の時)、130kHz(R 現示の時)といった変周信号と 468±12kHz、48kbps の MSK 変調波を同時送信する。この MSK 変調波によるデジタル情報伝送により、新型地上子から主体信号機までの距離、その閉そくの勾配、次

閉そく区間長、次々閉そく区間長等を車上に伝送する。例えば、主体信号機が停止現示の場合、新型地上子からは 130kHz 変周信号と同時に主体信号機までの距離情報等が、車上に伝送される。車上では、130kHz 変周信号受信をトリガとして、自列車のブレーキ性能に合わせた速度照査パターンを生成する。一方、主体信号機が停止現示でない場合、新型地上子からは 103kHz 変周信号と同時に主体信号機までの距離、次々閉そく区間長等の情報が、車上に伝送される。また、信号現示情報は、新型地上子からではなく、レールを用いた情報伝送により、車上に伝送される。

以上のように、新型地上子を通る度に、車上では情報が更新されていくことになるが、列車が地上子と地上子間を走行中に、主体信号機の信号現示が“R”から“Y”へと上位変化した場合でも、レールを用いた情報伝送により、信号現示情報を車上に伝送しているため、速度照査パターンを消去することができ、現示追従性の問題を解消している。ここでは、レール情報伝送を付加することにより現示追従性を向上させたシステムについて説明したが、現示追従性は劣るものの、導入コストを抑えるため、レール情報伝送は用いずに、新型地上子の設置数を増やしたシステムも考えられる。

新しい ATS システムの特長をまとめると、以下の通りである。

- ①車上速度照査パターンの採用により、現行 ATS-Sx と比較し、保安度が向上する。
- ②新型地上子からは、現行地上子同様の変周信号も送信されるため、現行 ATS-Sx と互換性が保てる。
- ③現行 ATS-Sx のための、膨大なインフラを有効活用できるため、導入コストの低減が図れる。
- ④レール情報伝送による現示追従性の向上が図れる等、線区ニーズに合わせたシステム構成の自由度がある。

なお、ここでは、新型地上子およびレールを用いた情報伝送の詳細な仕様や伝送する情報内容については、割愛させていただくが、詳細については、参考文献 4) を参照されたい。

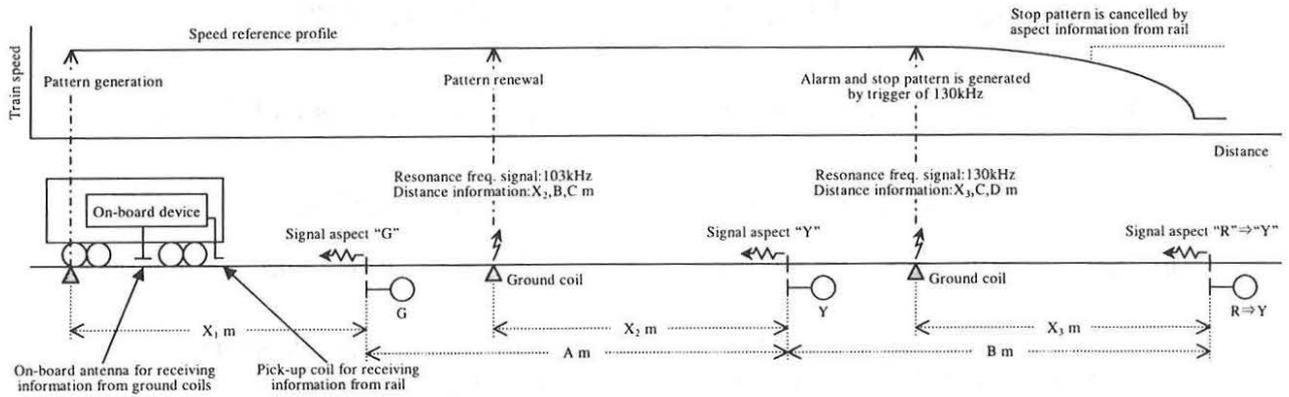


Fig. 1. Outline of new ATP system

### 3. 地上一車上間伝送の現車試験

新型地上子-車上子間およびレール-受電器間における情報伝送試験を、2003年9月に、東海道本線東刈谷-刈谷間の直流電化区間にて実施した。試験区間の概略を図2に示す。下り線走行時にレール情報伝送試験を、上り線走行時に新型地上子伝送試験をそれぞれ実施した。なお、交流電化区間における情報伝送試験については、2002年12月に実施済みである<sup>5)</sup>。

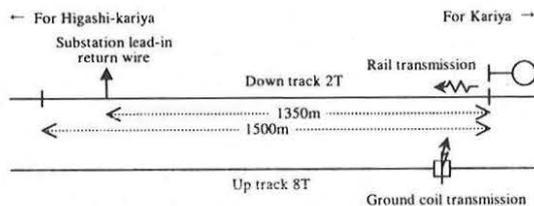


Fig. 2. Outline of test section

### 4. 現車試験結果

新型地上子-車上子間の情報伝送試験では、試験区間上り線に仮設した新型地上子から、103kHz変周信号とMSK変調波による固定デジタル情報を同時送信させ、試験列車がその新型地上子上を通過した時のMSK変調波受信レベル、キャリア検知(以下CDと呼ぶ)時間、受信デジタル情報内容を測定した。図3に、新型地上子上を117km/hで通過した際に車上受信器で得られた受信レベルの測定結果を示す。図3より、CD時間は19msであり、MSK変調波の伝送速度が48kbpsであることから、計算上、車上では912bitのデジタル情報が受信できることになるが、試験結果でも一致していることを確認した。また、現車試験において、合計28037bitのデジタル情報を新型地上子から受信したが、ビットエラーが発生することなく、十分な

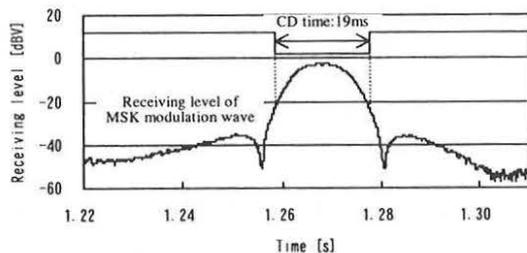


Fig. 3. Receiving level of MSK modulation wave

S/N比を確保した情報伝送であることを確認した。

一方、レール-受電器間の情報伝送試験では、図2に示すように、試験区間下り線の分倍周軌道回路に、 $1225 \pm 6\text{Hz}$ , 24bpsのMSK変調波を重畳送信し、車上でのMSK変調波受信レベル、受信デジタル情報内容を測定した。軌道回路進入端では、レール電流1.2A相当、また軌道回路進出端では、レール電流1.8A相当のMSK変調波を車上で受信できており、地上側仮設時に測定した1225Hz帯域のレール電流測定結果と一致していることが確認できた。また、現車試験において、合計43667bitのデジタル情報をレールから受信したが、ビットエラーが発生することなく、良好な情報伝送機能を有していることが確認できた。

### 5. おわりに

新しいATSシステムに使用される新型地上子およびレールと車上間でのデジタル情報伝送が、交流電化区間同様、直流電化区間においても安定していることが確認できた。なお、この新しいATSシステムについては、現在、JR7会社と共同で、実用化システムの仕様の詳細検討を行っている。

### 謝辞

現車試験の実施にあたり、御協力戴きました東海旅客鉄道株式会社の関係各位に、厚く御礼申し上げます。

### 参考文献

- 1)新井, 佐藤:「変周式ATSシステムの安全性向上に関する検討」, 鉄道総研報告, Vol.14, No.2, pp.35-40, (2000-2)
- 2)佐藤, 新井:「現行ATSを利用した車上速度照査式ATSの開発」, 平成13年電気学会産業応用部門大会講演論文集, No.70, pp.495-498, (2001-8)
- 3)福田, 佐藤, 澤田, 土屋:「車上速度照査式ATS用レール情報伝送方式の開発」, 平成14年電気学会産業応用部門大会講演論文集, No.186, pp.739-742, (2002-8)
- 4)佐藤, 福田, 大塚, 大串:「新しい車上速度照査式ATSの開発(第2報)」, 平成14年電気学会産業応用部門大会講演論文集, No.187, pp.743-746, (2002-8)
- 5)真部, 佐藤, 福田, 新井:「新しい車上速度照査式ATSの開発(第3報)」, 平成15年電気学会産業応用部門大会講演論文集(CD-ROM), No.3-15, (2003-8)