

# ATS-DK を活用した自動運転システムの開発

藤田 浩由\* 野村 拓也\*\* 青柳 孝彦\*\*\* 森田 隼史#

## Development of Automatic Train Operation System Based on ATS-DK

Hiroyuki FUJITA Takuya NOMURA Takahiko AOYAGI Shunji MORITA

ATO (Automatic Train Operation) system based on ATC (Automatic Train Control) is used to automate driving and maneuvering on several lines such as new transport system or subway system in Japan. In order to reduce train operating costs further on local lines, it is desired to realize automatic driving system conducted by a staff who does not have a train driver's license. Aiming to realize low-cost automatic train operation, we have developed the ATO system based on ATS (Automatic Train Stop) -DK with permissible speed profile. In this paper, we show the concept of the ATO system based on the ATS, and report on the specifications of this system and the functional field test results.

キーワード：ATS, ATS-DK, ATC, ATO, 自動運転, 前頭乗務係員, フェールセーフ, GoA 2.5

### 1. はじめに

少子高齢化や人口減少などの状況の中、地方線を含めた鉄道ネットワークの維持の課題として、列車運行のコスト低減が挙げられる。その解決策の一つとして、列車の運転操縦を自動化し、前頭に動力車操縦免許を持たない係員（以下、前頭乗務係員）が添乗する形態（2.1節で後述する GoA 2.5）が考えられる。既に日本国内でも新交通システムで無人運転が実施されているほか、舞浜リゾートラインなどで運転士を必要としないドライバレス運転が実施されている。これらの運転方法では、ATO (Automatic Train Operation: 自動列車運転) 装置により、運転操縦の自動化が実現されているが、ATCにより安全を確保し、その枠の中で運転機能を担うことを基本としている。ATCは、地上の軌道回路あるいは誘導ループコイルから常に速度信号など保安制御情報を受信し、ATOはATCの保安制御の下で走行制御を行うことが基本となっている。一方、在来線の多くでは地上信号機とATSによって列車制御を行っており、特に地方線ではこれをATCに置き換えることは経済的に困難な場合が多い。点制御式と呼ばれるATSでは、保安制御情報は地上子を通じたときのみ受信される。つまり、ATCのように連続的に受信されないという制約があるが、ATS-DK<sup>1)</sup>などの連続速度照査式ATSは、車上装置にて自列車位置と停止位置および速

度制限区間を認識して連続的な速度照査を行っており、これをベースにすることで、一般線区で使用実績のあるATSを置き換えることなく、ATO機能の実現が期待できる。そこで、著者らはATS-DKをベースとした自動運転システムの検討、および検討結果に基づき開発した量産版試作装置を用いての機能評価試験を実施し、前頭乗務係員が乗務する形での自動運転実現のためのシステム開発を実施した。

本稿では、ATS-DKをベースとした自動運転システムの前提条件、構成、制御概要について、ATCをベースとした自動運転システムとの比較を含めて述べるとともに、開発したシステムの機能検証試験について、その内容と結果を報告する。

### 2. ATS-DK をベースとした自動運転の考え方

#### 2.1 システムの概念

自動運転の自動化レベル (Grades of Automation, GoA) は、IEC 62267 (JIS E 3802):「自動運転都市内軌道旅客輸送システムの安全要求事項」により定義されている<sup>2)</sup>。現在、国土交通省の「鉄道における自動運転技術検討会」(座長: 東京大学 古関教授)での検討において、運転士以外の緊急停止操作等を行う係員が列車の先頭車両の運転台に乗務する形態が検討項目として加えられ、GoA2.5と仮称されている<sup>3)</sup>。GoA2.5を含めた鉄道の乗務形態による分類 (自動化レベル)を表1に示す。

ATS-DKをベースとした自動運転システムは、GoA2.5相当のシステムとして検討されており、列車先頭部に乗務した前頭乗務係員が線路上の障害となる事象を発見した場合の緊急停止操作、列車防護、緊急時の旅客の避難誘導等を行い、従来の運転士が行っていた主な







\* 信号・情報技術研究部 信号システム研究室

\*\* 信号・情報技術研究部 信号システム研究室  
(現 西日本旅客鉄道株式会社)

\*\*\* 九州旅客鉄道株式会社

# 日本信号株式会社

表 1 鉄道の乗務形態による分類（自動化のレベル）

自動化レベル※	乗務形態のイメージ [ ] 内は係員の主な作業	国内の導入状況
<b>GoA 0</b> (TOS : On Sight Train Operation) 目視運転	 運転士（および車掌）	路面電車
<b>GoA 1</b> (NTO : Non-automated Train Operation) 非自動運転	 運転士（および車掌）	踏切がある等の一般的な路線
<b>GoA 2</b> (STO : Semi-automated Train Operation) 半自動運転	 運転士 [列車起動, ドア扱い, 緊急停止操作, 避難誘導等]	一部の地下鉄等
<b>GoA 2.5</b> (IEC および JIS には定義されていない) 緊急停止操作等を行う係員付き自動運転	 先頭車両の運転台に乗務する係員 [緊急停止操作, 避難誘導等]	なし
<b>GoA 3</b> (DTO : Driverless Train Operation) 添乗員付き自動運転	 列車に乗務する係員 [避難誘導等]	一部のモノレール
<b>GoA 4</b> (UTO : Unattended train Operation) 自動運転	 係員の乗務なし	一部の新交通等

※IEC 62267 (JIS E 3802) : 自動運転都市内軌道旅客輸送システムによる定義

運転操縦を自動列車運転装置（車上に搭載する自動運転演算部ならびに車両に力行・ブレーキ制御出力を行う継電器部を含んだ総称）が行うこととしている。

本システムは、踏切が存在するような一般線区を対象に、保安装置を ATC に置き換えることが困難な線区における自動運転を、ATC をベースとした自動運転システムと比較して安価に実現することを目指して開発した。

## 2.2 前提条件

本システムの開発にあたっては、検討の前提として線区、列車、前頭乗務係員に対して以下の条件を設定した。

線区については、ATS-DK（常時パターン制御方式：当該信号機が停止現示でない場合、次信号機を停止現示として速度照査パターンを発生させる方式）導入線区であること、自動閉そく区間および特殊自動閉そく区間の本線上の運転のみを対象とし、入換信号機および入換標識、誘導信号機による制御は行わないこととした。

走行する列車については、ATS-DK 送受信器および自動列車運転装置搭載車両で本線列車のみとし、自動運転列車は駅の通過運転をしないこと、編成長ならびに各駅の停止目標を固定とすること、前進のみを対象とすることとした。また、自動運転に対応する車両も現状の手動運転区間を走行する可能性があるため、その場合の ATS の作用や、運転取扱いに影響を与えないよう、ATS-DK の基本機能を変更しないこととした。

前頭乗務係員については、列車防護、ブレーキ操作などを行うために列車に乗務する係員（車掌）に相当する者とし、作業に必要な適性、知識および技能を有しており、かつ自動列車運転装置の取扱いに必要な教育を受けたものとした。

## 2.3 自動列車運転装置のフェールセーフ化

元来 ATS の位置付けは、運転士が適切な運転操縦を行う前提でのバックアップ装置である。しかし、自動運

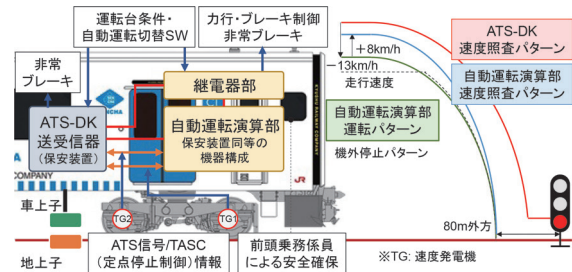


図 1 提案する自動運転システムの概略図

転を行うためには、システムの通常機能によって停止信号を冒進させないことが必要であり、この確実な実現が主要な課題となる。

そこで、従来の ATC ベースで実現される ATO とは異なり、自動運転制御を担う装置にも実績のあるフェールセーフ構成を適用し、ATS-DK 送受信器と組み合わせることで安全を確保する仕組みを導入することとした。これは従来にはなかった考え方であり、今後、ベースとなる ATS の基本機能を変更することなく、自動運転を実現する場合における一つの方向性を示すものと考ええる。具体的な実現方法については、4 章にて詳述する。

## 3. システム概要

### 3.1 装置構成

本システムは既存設備（ATS-DK 送受信器等）に新たに自動列車運転装置（自動運転演算部および継電器部）、自動運転システム用の地上子等を追加したものである<sup>4)</sup>。本システムの概略図を図 1 に示す。

自動運転演算部は、ATS-DK 送受信器が演算する速度照査パターン（超過すると非常ブレーキを出力）の情報、および地上子情報に基づき目標速度となる運転パターンを作成し、それに従うように力行、ブレーキノッチ制御条件を出力する装置であり、ATS-DK 送受信器と同様のハードウェア構成のフェールセーフな装置としている。なお、

速度照査パターン（図1赤線）は、ATS-DK送受信器が常時保持しており、運転速度の+10km/hで速度照査している。自動運転演算部は、その範囲内で列車の速度制御を行うため、赤線に対して制御上の余裕（3km/h）を考慮した-13km/hの運転パターン（図1緑線）と、ATS-DKが持つものとは別の速度照査パターン（図1青線）の2種類の演算を行う。自動運転演算部での速度照査パターンは、運転パターンに対して+8km/hの速度照査を行うものであり、速度超過時には非常ブレーキを出力する。なお、この機能は、ATS-DK送受信器とは独立して制御される。ここでの距離演算は、実績のあるATS-DK送受信器と同じ論理を使用している。また、自動運転を行うためのスイッチ類として、臨時速度対応SW（ATS-DK送受信器に対する設定）および自動運転切替SW、走行開始要求ボタン、インチングボタン、自動運転用列車停止ボタンが設置される。一方、地上側の設備については、以前から使用されてきた共振周波数に加えて、デジタル電文

を送信できるATS-DK用地上子（以下、DK地上子）の他に自動運転システム用地上子として、TASC（定位置止）地上子、冒進防護地上子、第2直下地上子を設置する。

ATS-DK送受信器と自動運転演算部の主要機能構成を図2に示す。この図にあるように、本システムでは、ATS-DK送受信器と自動運転演算部の機能を組み合わせて安全性を確保することとしている。なお、ATS-DKについては、2.2節で述べた理由から、基本機能自体は変更しないことを前提としたため、位置不定時の頭打ちパターン発生、臨時速度制限パターン発生、および自装置の故障診断結果に基づく自動運転可否情報伝送機能の追加のみとした。そのため、主に自動運転実施時の信号冒進防護に関して、自動運転演算部側にATSを補完する機能を分担させることとした。

### 3.2 制御概要

本システムによる出発から停止までの基本的な走行制御イメージを図3に示す。図3の各段階における制御内容を以下に述べる。

#### 3.2.1 自動列車運転装置立上げ後の出発

始発駅（図3のA駅）で自動運転モードでの車両立上げ後や、手動運転での駅到着後に自動運転モードに切り替えた場合、自動運転演算部はATS-DK送受信器から25km/h頭打ち速度照査パターン発生および、装置が正常であることの診断結果を含む条件が整ったことを示す「自動運転可能」の通知を受け、転動防止ブレーキ（常用最大ブレーキ、以下、B7）出力、12km/hを頭打ちとする運転パターンを発生する。前頭乗務員は、信号機の現示により出発できることを確認し、走行開始要求ボタンを押下する。これにより、自動運転演算部は、力行ノッチを投入するとともにB7を緩解し、運転パターンに従って速度制御を行う。

#### 3.2.2 直下地上子電文受信による位置確定

始発駅出発後、出発信号機直下のDK地上子から位置確定および進行情報を受信することで、ATS-DK送受信器は次信号機に対する速度照査パターンを発生し、

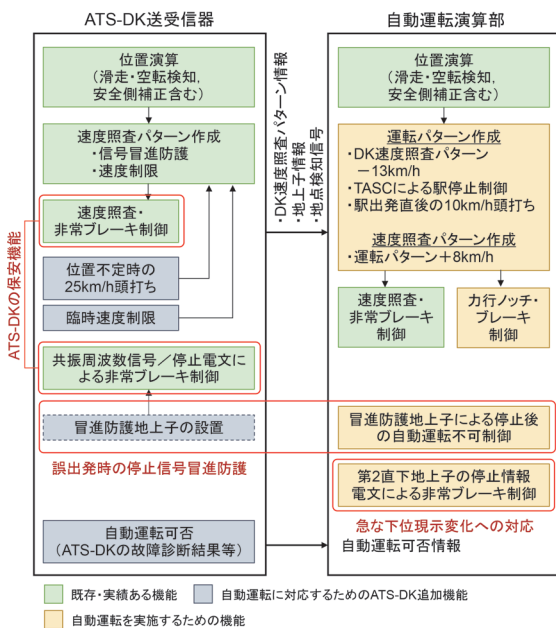


図2 主要機能構成

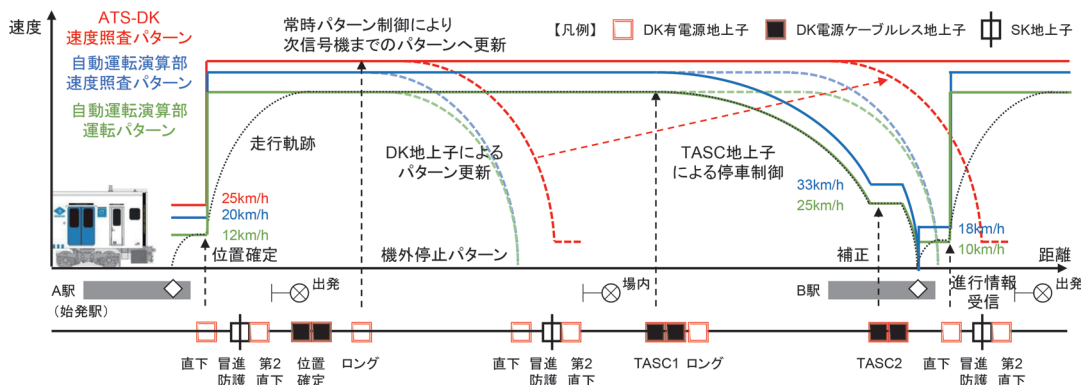


図3 基本的な走行制御イメージ

25km/h 頭打ち速度照査パターンを消去する。自動運転演算部は、次信号機の外方 80m で停止する運転パターン（機外停止パターン、図 3 緑点線）を発生し、運転パターンに従って速度制御を行う。

### 3.2.3 駅中間

次信号機に付随する DK 地上子から進行情報を受信することで、ATS-DK 送受信器は次々信号機に対する速度照査パターンに更新するとともに、自動運転演算部は、次々信号機の外方 80m で停止する機外停止パターンに運転パターンを更新する。また、曲線などの速度制限については、ATS-DK 送受信器は従来から持つ機能により、車上データベースから適宜速度制限パターンを発生し、自動運転演算部は当該パターンに対して -13km/h の運転パターンを発生させ、速度制御を行う。

### 3.2.4 TASC 地上子による停車制御

停止位置目標に対して、TASC 地上子は 2 箇所設置を基本とする。1 箇所目の地上子（TASC1）からの受信電文により自動運転演算部が TASC パターンを発生（図 3 緑線）し、2 箇所目の地上子（TASC2）からの受信電文により既発生 TASC パターンの補正を行う。なお、TASC パターンは、停止位置目標外方 70m 到達以前に 25km/h まで減速後、停止位置目標に停止する運転パターンとしている。停止精度は停止位置目標に対して ±2m 以内とする。

DK 地上子からの停止情報により発生した信号機外方 80m に停止する機外停止パターンと、当該信号機外方までに停止する TASC パターンが同時発生した場合には、自動運転演算部は信号機外方 80m に停止する機外停止パターンを消去する。また、自動運転演算部は、到着検知（停止位置目標 ±2m 以内に停止したと認識）した場合に、B7 出力とともに TASC パターンを消去する。

なお、停車後の出発制御は、前頭乗務係員の走行開始要求ボタン押下により開始し、出発後最初に受信する信号機付随地上子からの情報受信までは、10km/h 頭打ち運転パターンを発生させる（図 3 の B 駅）。

このほか、本システムでは、故障検知や取扱い不良に伴う自動運転不可機能や、臨時速度制限機能、自動運転区間外への誤進出防護機能、インチャージ機能などを有する。

## 4. ATC ベースの自動運転システムとの比較

本システムは、前述の通り連続的な速度照査を実施する ATS をベースとしているが、制御情報の更新は地上子によるため離散的な制御（点制御）となる。一方、ATC はレール伝送による連続制御を実現しており、これがシステム構成上の大きな差異となっている。この差異による制御への影響は、停止状態からの出発制御、急な下位現示変化への対応の 2 点が主要なものであるた

め、以下に示す制御機能の追加を行った。これらの制御機能の追加により、システム上の構成は異なるものの、必要な安全は確保できるものと考えた。

### 4.1 停止状態からの出発制御

停車駅出発時および機外停止後の再出発時において、ATC ベースのシステムではレール伝送により出発許可あるいは現示情報を車上に直接与えられるのに対し、本システムでは点制御であるがゆえに、次地上子通過まで情報を与えることができない。そのため、直近の信号が停止状態において、前頭乗務係員のヒューマンエラーにより誤出発した場合に対して、停止信号現示箇所内方への進入を防護する措置として、出発時の次地上子情報受信までの頭打ちパターンの発生ならびに直下地上子内方への冒進防護地上子の設置を行うこととした。

冒進防護地上子は誤出発が発生し、さらに「速度制御異常」、「電文不受信」が同時発生した場合においても信号機外方に停車できるようにすることを目的とする。停止信号現示時に冒進防護地上子の内方に進入した場合、それ以降は自動運転不可とし、停止信号を冒進しない仕組みとしている。場内／出発信号機に対する地上子配置を例とすると、設置条件は図 4 に示す通り、冒進防護地上子として SK 直下用（ATS-DK 導入以前より使用されている 103/123kHz の共振信号のみを送信）を 1 個設置する。原則として、本地上子は信号機建植位置から 30m 以上離れた位置に設置する。自動運転不可となる条件は、カウント方式を採用しており、①「123kHz のみ」を 2 回連続受信、②「123kHz + 直下停止」と「123kHz のみ」を連続受信することとしている。「123kHz のみ」または「123kHz + 直下停止」を受信すると、自動運転演算部は非常ブレーキ出力するとともに冒進防護判定のカウント値を 1 加算する。冒進防護判定のカウント値が「2」となると自動運転不可の判定となる。カウント値が「1」のとき、地上子から進行情報を受信すると冒進防護判定のカウント値をクリアする。

また、このカウント方式を維持するため、直下地上子から後述する第 2 直下地上子までの間に冒進防護地上子以外の地上子を設置しないこととする。

### 4.2 急な下位現示変化への対応

ATS-DK をベースとする本システムでは、連続伝送を行う ATC と異なり、停止のための制御情報を得られ

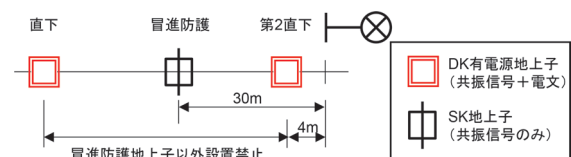


図 4 場内・出発信号機に対する地上子配置

る箇所に限られる。そこで、冒進防護地上子を通過した後、信号機が下位現示（急な下位現示変化）となった際に、停止のための制御情報を得ないまま、信号機の内方に進入することを回避するために図4に示すように第2直下地上子を設置する。第2直下地上子は、DK中間地上子（103kHz+電文）を使用し、いわゆる自爆と呼ばれる事象（ATS車上子が先頭輪軸より後方に設置されるため、自列車により内方の軌道回路を短絡することで停止現示となり、ATSなどが作用して列車が停止する事象）が発生しない距離だけ、閉そく境界の手前（今回の仕様では信号機外方4m）に1個設置する。

第2直下地上子は自動運転演算部の機能にのみ作用するものであり、停止情報受信時の非常ブレーキ制御は自動運転演算部が担う。なお、急な下位現示変化が生じた場合の信号機内方への進入は、停止情報受信のタイミングによっては、ATCベースのシステムにおいても発生し得る事象である。このような場合、進行が現示された時点で、連動装置や閉そく装置の機能により他列車の在線がないことや、競合する進路が設定されないことが担保されているほか、内方に進入した後は、列車が在線する軌道回路の落下により安全が確保される点は同じである。

停止現示時の「第2直下停止」電文を受信すると、自動運転演算部は非常ブレーキを出力し、停止後に10km/h頭打ちパターンを発生させる。その後、地上子から進行情報を受信すると当該パターンは消去される。

また、自動運転演算部では、直下地上子から受信した電文に設定された「信号機までの距離」+4m走行しても第2直下地上子からの電文を受信できなかった場合、第2直下地上子の検出処理に何らかの異常があったと判断し、信号機が停止現示であるか否かに関わりなく非常ブレーキを出力することとしている。

## 5. 機能検証試験

4章までに検討した本システムの機能仕様を実証するため、量産版試作装置を用いた機能検証試験を行った。機能検証試験の内容について、以下に述べる。

### 5.1 評価項目の抽出

本システムの機能検証を実施するにあたり、正常時および異常時における安全性と取扱い誤りに対する安全性が網羅される内容として評価項目の抽出を行った。具体的には、立上げ処理、運転モード判定、地上子判定、速度・移動距離算出、速度照査パターン作成、自動運転制御などの基本機能のほか、自動運転可否判定、故障検知、異常検知などの異常時処理や、取扱い誤り時の処理までシステムの機能毎に整理し、計217項目を抽出した。

なお、ATCベースの自動運転との差異で取り上げた、



図5 供試車両への量産版試作装置の仮設状況

停止状態からの出発制御、急な下位現示変化への対応のために追加した機能についても評価項目中に含んでいる。

### 5.2 試験方法

各評価項目については、判定基準を含む確認方法を一件一葉形式で作成し、メーカ工場内試験、定置試験、構内走行試験ならびに本線走行試験の4つのフェーズで構成した機能検証試験に振り分けた。メーカ工場内試験は試作装置単体で実施し、定置試験以降は供試車両として準備したBEC819系、2両編成に各種SW・ボタン類と併せて図5のように仮設することで、現車での検証を行った。機器故障および取扱いを再現する異常時試験は、構内走行試験での検証を基本に実施したが、実機での再現が困難な異常時試験は、メーカ工場内でのシミュレータと組合せて検証を行うこととした。本線走行試験は、営業線3駅2中間にて、常時パターン方式の導入ならびに自動運転システムに必要な地上子を仮設したうえで、営業速度・実設備配置における機能確認を目的に実施した。

なお、各機能が仕様通り動作しているか否かについては、ATS-DK送受信器ならびに自動運転演算部の動作状態記録データ（100ms周期で地上子受信状態、リレー入出力状態、速度・距離積算状態、各種パターン制御状態等が記録される）の解析により検証した。

### 5.3 試験結果

機能検証試験の結果、自列車位置の認識精度は良好であり、ATS-DKや地上子情報からの速度照査パターンに基づいて自動運転演算部が作成する運転パターンによる制御が問題なく実施できることを確認した。また、本システムにて新たに追加した地上子情報に関しても正常に受信できること、その機能が仕様通りに動作することを確認した。機能検証試験を通して、正常時および異常時における安全性と装置の扱い誤りに対する安全性を確認できたことから、本システムが実用上問題なく使用できるという検証結果が得られた。

機能検証試験の結果のうち、制御機能検証結果のほか、自動運転制御の前提となる距離積算精度ならびに停止目標に対する停止位置精度について詳細を以下に述べる。

#### 5.3.1 制御機能確認

各試験において、運転モードの判定、地上子情報や

SW 類などの外部入力、車上データベースを用いた制御機能などについての確認を行った。ここで、始発駅出発時の制御状態の例を図6に示す。図6より、位置不定時の頭打ちパターンの発生、地上子受信による位置確定および各種制限速度に対するパターン制御に応じて、力行・ブレーキノッチが指示され、運転パターンに追従するように走行している様子が確認できる。このような制御状態の確認により、自動運転システムの機能が仕様通り動作しており、5.1節で抽出した評価項目のうち制御機能に関する項目を満足したことから、実用上問題ないという検証結果が得られた。

### 5.3.2 距離積算精度

本システムの距離積算は、ATS-DK 送受信器で実績のあるアルゴリズムを使用している。そのため、距離積算精度の検証にあたっては、ATS-DK システムの距離積算誤差の許容値である地上子間距離に対して±3% または±4m 以下となることを確認することとした（地上子間距離 133m 以上の場合は 3% 超過で異常判定、133m 未満の場合は 4m 超過で異常判定）。構内走行試験と本線走行試験のすべての設置地上子に対して検証し、測量した地上子間距離と自動運転演算部の距離積算に基づく地上子検知位置との比較を行った。

比較の結果、測量データに対する距離積算誤差は概ね ±3%、±4m の許容値以内であったが、速度発電機が取り付けられている両軸が同時に滑走した際に通過または滑走して停車後に初めて検出した地上子において許容値を超える箇所があった。この滑走は非常ブレーキが出力され、停車間際に滑走検知減速度の閾値を超過したことにより発生したものである。なお、許容値を超過した場合において、積算値はすべて正の値（内方側）であったこと、および新規に受信する地上子情報により位置補正がなされ、速度照査パターンの補正が行われることから、システム仕様通りの動作であることを確認した。

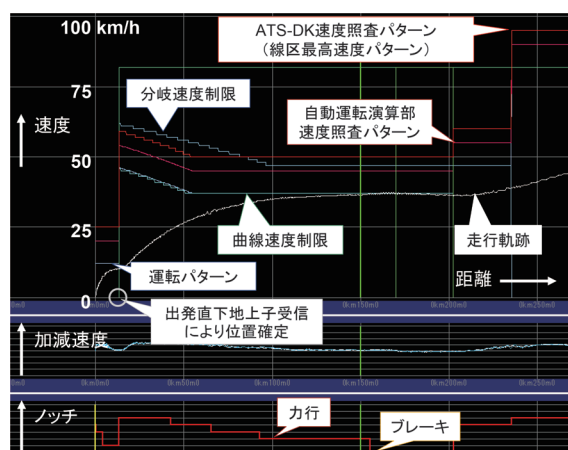


図6 始発駅出発時の制御状態の例

### 5.3.3 定位置停止精度

本システムでは、TASC 地上子より受信した停止位置目標までの距離を使用し、TASC パターンを発生させ、停止位置目標付近に停車させる。停止位置目標の±2m 範囲内に停車する仕様であるため、その基準に対する検証を実施した。本線走行試験における 68 試番を対象に、停止位置の実測による検証を行った結果、すべて仕様範囲内に停車していることを確認した。

## 6. おわりに

本稿では、実績のある連続速度照査機能を持つ ATS を活用することで、ATC に置き換えることなく前頭乗務係員が乗務した状態での自動運転を実現する ATS-DK をベースとした自動運転システムについて、前提条件から機能検証試験結果までを述べた。

本システムは、自動運転演算部に実績のあるフェールセーフ構成を適用するとともに、冒進防護地上子や第2直下地上子による制御機能の追加により、システム全体で安全を確保できると考えられる。また、機能検証試験を通して、正常時および異常時における安全性と取扱い誤りに対する安全性を確認できたことから、実用上問題ないという検証結果が得られた。

以上より、自動運転演算部を含むシステム全体として安全を確保するという考え方により、ベースとなる ATS の基本機能を変更することなく、自動運転を実現する場合の一つの方向性を示すことができたと考える。

本システムは、2020年12月24日より香椎線西戸崎～香椎駅間において、運転士が乗務した状態の営業列車での実証運転を開始した。前頭乗務係員の資格要件などについては、国土交通省の「鉄道における自動運転技術検討会」での議論を踏まえ、今後検討がなされるものと考えられるが、将来、いわゆる GoA2.5 に該当する自動運転システムとして導入されることで、運用コストの削減が期待される。

## 文献

- 1) 藤田浩由, 新井英樹, 佐藤和敏, 門脇雅明, 貞苅路也: 車上データベースを用いた ATS-Dx の開発, 鉄道総研報告, Vol.24, No.3, pp.5-10, 2010
- 2) 森貞晃: AUGT(自動列車運転の安全性規格) の JIS 化について, 鉄道と電気技術, Vol.24, No.4, pp.19-23, 2013
- 3) 鉄道における自動運転技術検討会 令和元年度とりまとめ (本文): [https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo\\_fr1\\_000058.html](https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_fr1_000058.html) (参照日: 2021年6月1日)
- 4) 森田隼史, 内田敏博, 細川公孝, 青柳孝彦, 藤田浩由: ATS-DK をベースとした自動列車運転装置の開発, 第57回鉄道サイバネ・シンポジウム, No.516, 2020