線路閉鎖手続き支援システムの開発

川見　豊顕*　　佐々木　敦*　　田中　豊*

JR東日本では、保守作業の安全性向上を目的に、列車の運行と保守作業の分離をコンセプトに各種手続きのシステム化などの開発・導入を推進してきた。その取組みの一環として、輸送総合システムの列車ダイヤデータとモバイル端末などのITを活用した「新しい線路閉鎖の仕組み」の構築を行った。

このシステムは中央東線及び篠ノ井線において現在試使用中であり、その結果を受け、他線区への拡大を検討する予定である。

●キーワード：線路保守作業　線路閉鎖作業　TID情報　CTC　モバイルコンピューティング

1　はじめに

現在、保守作業は、原則として線路閉鎖手続きを行い、作業区間に列車を進入させない措置をしたうえで行われているが、その手続きは「関係者間の連絡打合せと注意力」に依存しており、しかも煩雑なものである。

そこで、煩雑な線路閉鎖手続きを簡便にし、安全なものにすることを目的に、輸送総合システム及び運転状況表示装置（TID）等の既存のシステムを活用し、モバイル端末や無線パケット通信等のITを活用するとともに、コストの低減を図るため可能な限り汎用機器を用い、システム構築を行った。

その概要について以下に述べる。

また、現在開発を進めている本システムに付加することが可能な「保守係員による保守用車進路構成システム」についても併せて紹介する。

2　「新しい線路閉鎖の仕組み」の概要

「新しい線路閉鎖の仕組み」は、表１に示す４つの機能から構成されている。

本システムの特筆すべき事項は、計画作成時に列車間合い等の誤入力を防ぐため、パソコン画面上に列車ダイヤを表示して保守作業計画を作成・登録を可能にするとともに、作業実施時にも、CTC指令員と保守係員との間の打合せミスを防ぐため、双方が打合せ内容を画面で確認できるようにするなど、使い勝手の良いヒューマンマシンインターフェースの確立を図ったことである。

表１：各機能の概要

機　能	内　容
線路閉鎖手続き支援機能	○輸送総合システムの列車データを活用して保守区端末の画面に列車ダイヤを表示し、作業計画の事前登録・承認及び列車と作業計画との競合をチェック ○指令室のダイヤ表示装置に、作業の「未着手」「着手中」「終了済」を保守作業シンボルの色分により表示
運行状況把握機能	○現地でモバイル端末により､TID情報の在線・遅延情報を取得し､運行状況を把握
作業区間防護に対応する機能	次の２通りの作業区間防護方法に対応可能 ○CTC指令員が「線路閉鎖てこ」を扱うことによる作業区間防護 ○現地で保守係員が「軌道短絡器」を使用することによる作業区間防護
作業の着手申込み・終了報告機能	○保守係員がモバイル端末により着手申込み・終了報告を行い、「線路閉鎖てこ」による作業区間防護方法の場合には、CTC指令員が「線路閉鎖てこ」を扱い、承認操作

*JR東日本研究開発センター　安全研究所

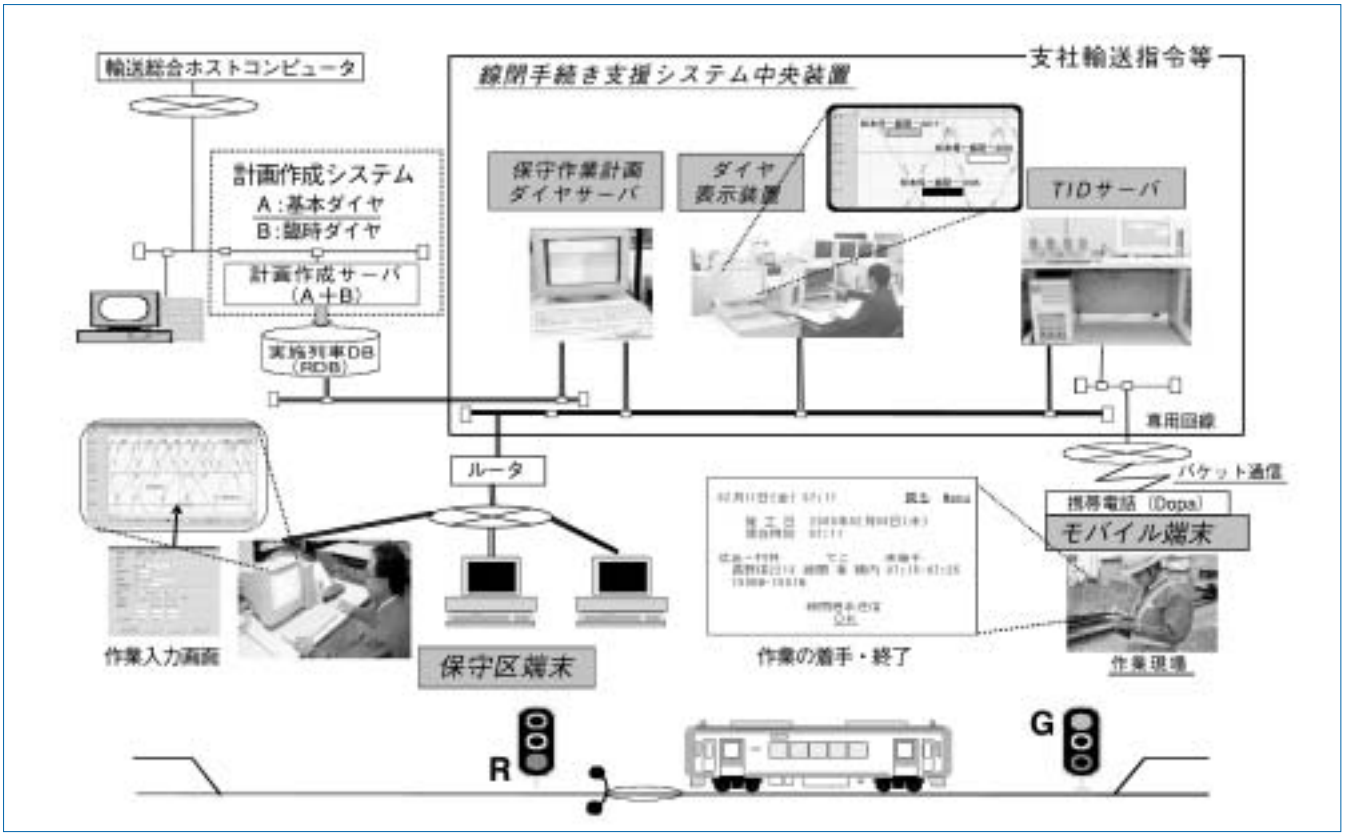

図１：システム構成図

3 システム構成及び各機器の基本機能

システムは、図１に示すように保守作業計画ダイヤサーバ、ダイヤ表示装置、保守区端末、TIDサーバ及びモバイル端末から構成され、各装置はＬＡＮ及び64kbps ISDN回線によりネットワーク接続されている。

また、TIDサーバからモバイル端末への情報伝送は、パケット通信による携帯電話回線を使用し、インターネットで広く用いられているHTMLで作成されたWebページを、モバイル端末のブラウザ機能で表示する方式を取っている。

各装置の主な機能は次のとおりである。

3.1 保守作業計画ダイヤサーバ

輸送総合システムが持つ列車ダイヤデータを実施ダイヤ（基本ダイヤ＋臨時ダイヤ）状態で受信し、要求に応じて保守区端末へダイヤデータを供給する。また、保守区端末で入力された保守作業計画を一括管理する。

3.2 ダイヤ表示装置

指令室に設置し、保守作業の実施状態を表示する。また、現地の線路閉鎖工事責任者からの要求に基づいてCTC指令員に「線路閉鎖てこ」の扱い時機を表示するとともに、CTC指令員が承認情報を入力する。

3.3 保守区端末

輸送総合システムの列車データを保守作業計画ダイヤサーバから受信し、画面にダイヤを表示させて作業計画を作成・登録するとともに、作業実施の２日前に、輸送総合システムの確定列車ダイヤデータにより、保守作業の実施の是非について最終チェックを行う。

3.4 TIDサーバ

TID中央装置から列車運行状況データを受信し、携帯電話回線を介してモバイル端末からの要求に応じた運行状況を提供する。また、モバイル端末からの線路閉鎖工事の着手申込み及び終了報告時にダイヤ表示装置への情報伝送を中継する。

3.5 モバイル端末

モバイル端末に添付されているブラウザソフトにより、現地から運行状況の確認要請情報及び保守作業の着手・終了情報をTIDサーバに送信し、運行状況の表示画面及び着手・終了承認画面等を表示する。

4 各機能等の概要

4.1 線路閉鎖手続き支援機能

4.1.1 保守区端末での作業計画

作業計画は、図２に示すように、輸送総合システムのダイヤデータを活用して、保守区端末の画面上にビジュアル表示される作業予定日の計画ダイヤを見ながら計画する。

作業計画を入力する線路閉鎖区間・間合いをマウスでクリックすると、作業計画の詳細入力画面が表示され、必要項目を入力すると作業計画が自動的に作成される。

計画作業を登録する際にシステム上で作業の競合がチェックされ、競合している作業がある場合には確認メッセージが表示され、競合している作業の内容を同じ画面上で確認することができ、責任者間で作業内容の調整を行なったうえで登録可能となる。

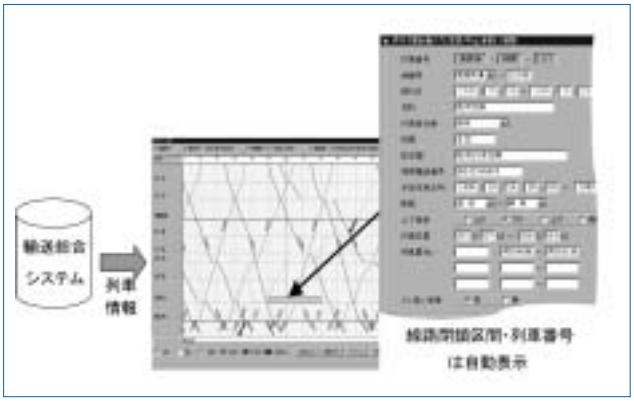

図２：保守区端末での作業計画入力

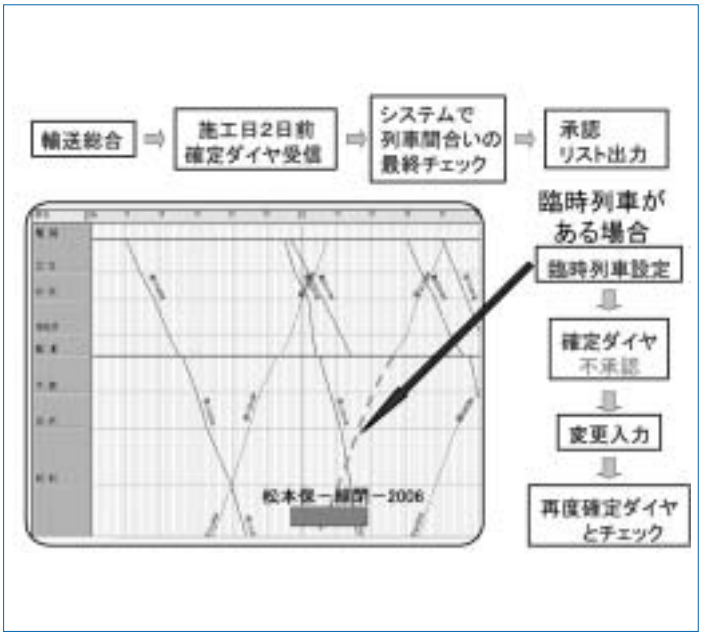

図３：確定ダイヤによる最終チェック

4.1.2 確定ダイヤによる最終チェック・承認

従来、CTC指令員の読合せによっていた列車ダイヤと作業計画の競合チェックは、ダイヤが確定した時点で、輸送総合システムの確定ダイヤと登録された作業計画を重ね合せ、システム上でチェックされる。

作業計画登録以後に、それと競合する臨時列車が設定された場合は、その作業が自動的に抽出され、作業計画は不承認となる。それらの処理プロセスは、図３に示すとおりである。

4.1.3 作業計画帳票の出力

保守区端末から入力された作業計画及び承認された作業計画等の一覧表の出力も可能で、現場及び指令における作業計画の把握・管理が容易に行なえるよう配慮した。

4.2 運行状況把握機能

システムは、TIDサーバとモバイル端末及び携帯電話回線から構成され、以下の機能を有している。

図４：モバイル端末の外形

⑴TIDの情報を活用し、携帯情報端末（PDA）とPCカード一体型DoPaMAX※を接続したモバイル端末により、リアルタイムに列車運行状況を把握可能

※NTTドコモが提供する無線パケット通信サービス（最大データ伝送速度28.8kbps）

⑵運行状況を把握したい区間または列車番号をモバイル端末に入力することにより、必要な情報を要求・受信し、画面に表示

モバイル端末の外形は、図４に示すとおり、カードタイプのDoPaMAXを携帯情報端末のカードスロットに挿入することにより一体化したものである。

モバイル端末の画面は、自動的に昼間帯は白バック、夜間帯は青バックの画面とすることにより、視認性を向上させるよう配慮した。

現地での線路閉鎖工事開始列車の誤認を防止するため、線路閉鎖着手前に、図５に示すように区間を指定して運行状況が把握可能である。指定した作業区間を中心に５区間に在線する各列車の「列車番号」「遅れ時分」が上下線別に表示され、「遅れ時分」は、赤色で表示さ

れる。

この他に、線路閉鎖工事開始列車の運行状況が分かるよう、列車番号を指定して運行状況を把握できる機能も有しており、その場合は指定した列車の「走行区間」と「遅れ時分」が表示される。

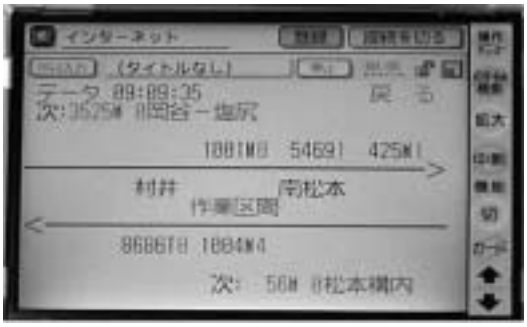

図５：運行状況（作業区間）の表示画面

4.3　作業区間防護に対応する機能

関係信号機に停止信号を現示し、作業区間を防護して安全に作業をする方法としては、

⑴CTC指令員が「線路閉鎖てこ」を扱うことによって停止信号現示にする方法

⑵保守係員が「軌道短絡器」を扱うことによって停止信号現示にする方法

の２通りの方式に対応出来るように考慮した。

4.4　作業の着手申込み・終了報告機能

システムは、運行状況把握システムのモバイル端末、携帯電話回線、TIDサーバ及びダイヤ表示装置から構成されており、次のような機能を有している。

⑴モバイル端末による着手・終了の内容がダイヤ表示装置に表示され、指令員が保守作業の実施状態を把握可能

⑵「線路閉鎖てこ」による場合は、モバイル端末に着手入力をすると、ダイヤ表示装置を通してCTC指令員にてこ扱いが要請され、CTC指令員がてこ扱い後に承認入力をすることにより着手承認をモバイル端末に表示

⑶軌道短絡器使用による場合は、現地で軌道短絡器を装着後にモバイル端末に着手入力をすると、ダイヤ表示装置に表示され、軌道回路の短絡事由が機器故障等でないことが指令で容易に判別可能

「線路閉鎖てこ」による場合の作業区間の防護と着手申込みの取扱手順は、図６に示すとおりである。

①保守係員は、現地でモバイル端末に、着手申込みを入力

②CTC指令のダイヤ表示装置に、着手申込み要請の警報が発生

③CTC指令員は、「線路閉鎖てこ」扱いにより、作業区間を防護

④CTC指令員は、ダイヤ表示装置に承認番号を入力

⑤モバイル端末に承認画面の表示

⑥保守係員は、モバイル端末の承認画面を確認の後、作業を着手

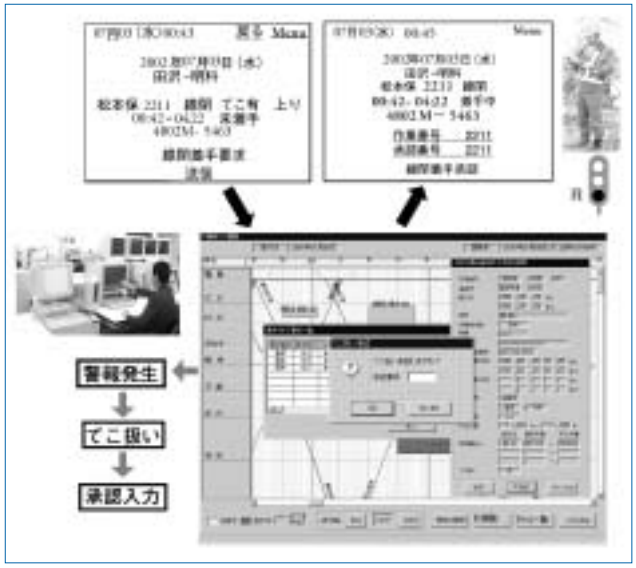

図６：作業区間の防護と着手申込みの手順

終了報告も上記と同様の手順となる。この間、ダイヤ表示装置の画面では、図７に示すように作業の着手前・作業中・終了後に応じて、当該作業の作業計画シンボルが 黄色 → 赤色 → 緑色 と変色する。

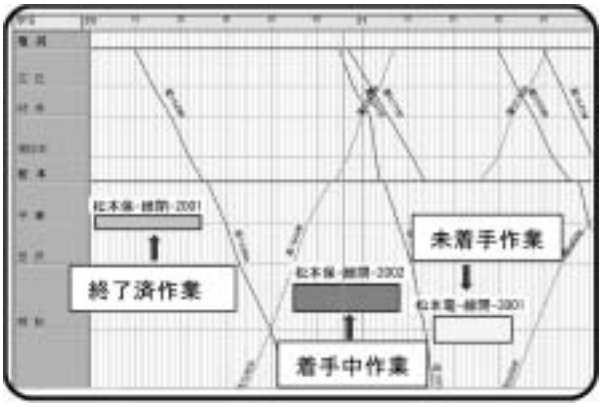

図７：ダイヤ表示装置の画面例

5　安全性の確保について

本システムは、前述したとおり、CTC指令員が「線路閉鎖てこ」を扱うことによって停止信号現示にする方法と、保守係員が「軌道短絡器」を扱うことによって停止信号現示にする方法の２つの作業区間防護方法に対応し

ている。

後者の「軌道短絡器」による場合は、保守係員自らが作業区間の防護を行うため、作業区間と防護区間との間に間違いは起こりにくいが、前者の「線路閉鎖てこ」による場合には、CTC指令員が防護した区間と実際の作業区間との間にヒューマンエラーによる錯誤が起こることが懸念される。

そこで、CTC指令員が作業区間を防護したことを保守係員に伝えるために入力する承認番号について、以下に示すような処理を行い、誤承認及び誤着手を防止し、安全性の確保を図った。

5.1 承認番号に対する処理

5.1.1 ダイヤ表示装置

CTC指令員は、ダイヤ表示装置により着手申込み要請を受け、作業内容の詳細を表示し、画面上で防護区間を確認して、当該区間の防護を行った後、図８に示すようにダイヤ表示装置に作業番号と同じ番号を承認番号として入力する。以上のことより、保守係員が着手申込みを要請している作業区間とCTC指令員が防護する区間とが不一致を起こす等のヒューマンエラーを防ぐこととした。

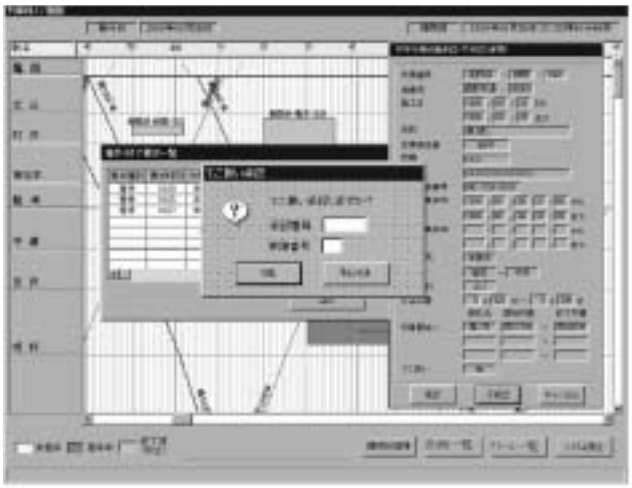

図８：ダイヤ表示装置の承認番号入力画面

5.1.2 モバイル端末

モバイル端末では、図９に示すように、着手承認画面に作業番号と承認番号を並べて表示させ、保守係員が作業番号と承認番号が一致していることを容易に確認出来るようにすることにより、文字化け等の発生を一目でわかるようにした。

5.1.3 データ伝送

TIDサーバとモバイル端末間の通信方式は、インターネットで標準であるTCP／IPを使用している。従って、HTMLファイルとしてやりとりするときに、伝送路上に

図９：モバイル端末の着手承認画面

ノイズが発生すると、HTMLファイルのパケットCRC（Cyclic Redundancy Check：巡回冗長検査方式）エラーとなり、そのパケットに含まれるデータが破棄され、画面表示が出来なくなる。

これにより、TIDサーバとモバイル端末間の通信においてビットエラー等の異常があった場合には、保守係員が一目で確認出来るので、TIDサーバとモバイル端末間の通信の信頼性は十分であると判断した。

また、ダイヤ表示装置とTIDサーバ間においては、承認番号を２重系で送受信するとともに、それぞれの系に２つの確認コードを付加し、ダイヤ表示装置及びTIDサーバで演算処理を行うことにより、伝送時にビットエラー等が発生した場合には、TIDサーバでエラー検知できるようにし、データの信頼性向上を図った。

なお、エラーを検出した場合は、ダイヤ表示装置及びモバイル端末に、それぞれエラーメッセージを表示し、承認行為に不備があったことをCTC指令員及び保守係員に通知することにより、安全性向上を図った。

6 総合機能検証試験の実施及び試行

2000年１月から１ヶ月間、中央東線及び篠ノ井線において、総合検証試験を実施した。

その結果、十分実用に耐え得るとの確証が得られ、保守現場及び指令等のユーザー側からも良好な評価を受け、2001年６月からは、同区間において「試使用」を開始した。

7 保守係員による保守用車進路構成システムの開発

現在、さらなる安全性向上を目指して、線路閉鎖手続き支援システムに付加することが可能な「保守係員による保守用車進路構成システム」の開発を進めているので、その概要について簡単に紹介する。

7.1 背景

線路保守作業には、マルタイなどの保守用機械（保守用車と呼ぶ。以下同じ）を使用して行う作業が数多くあるが、その保守用車の進路構成においては、保守係員がCTC指令員に着手を申込み、CTC指令員が進路を構成した後、保守係員に着手承認を行っている。

しかし、線路閉鎖手続きと同様、CTC指令員と保守係員との間で、要求した進路と構成した進路にヒューマンエラーが起こることが懸念される。

このため、それらを防止することを目的に、線路閉鎖手続き支援システムに付加することが可能な機能として、保守係員自らが保守用車の進路構成を行うことが可能なシステムの開発を進めている。

7.2 概要

本システムのシステム構成は、図10に示すとおり、線路閉鎖手続き支援システムをベースとし、そこに線路閉鎖手続き支援システムの各装置と接続でき、且つCTC装置とのデータ送受信を可能とする保守用制御サーバーを新たに開発し、設置する。

保守係員がモバイル端末により要求した保守用車用の進路情報は、保守用制御サーバーからCTC装置を経由して駅の連動装置に伝えられ、進路が構成される。

また、安全性については、CTC指令員が保守作業のために停止信号を現示した一定の区間内を対象に、システムによる保守用車の進路構成を可能としている。

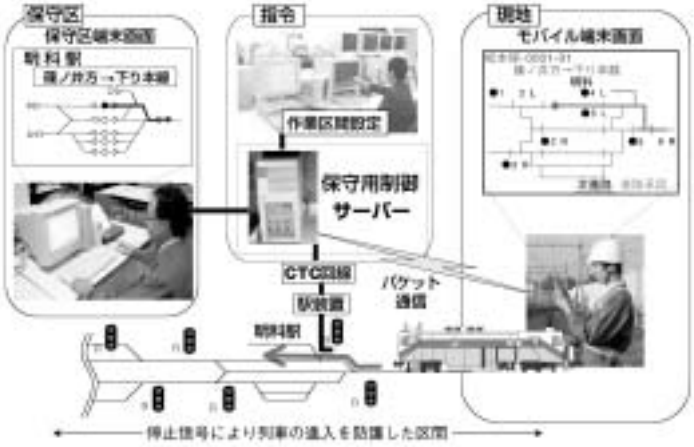

図10：システム構成図

このシステムの特長は、低コストな汎用装置を活用して、保守係員自らが保守用車の進路構成を行うことが可能となったことであり、これは、CTC指令員が保守作業のために停止信号を現示すること、CTC装置を経由して、連動装置が進路を構成すること、そして、それらの情報を保守用制御サーバーでチェックすることにより実現可能となっている。

また、図11、図12に示すように、保守区端末における保守用車の進路計画画面、モバイル端末における保守用車の進路要求画面ともビジュアルにわかりやすく表示し、誤認識等のヒューマンエラーの防止を図っていることも特長の一つである。

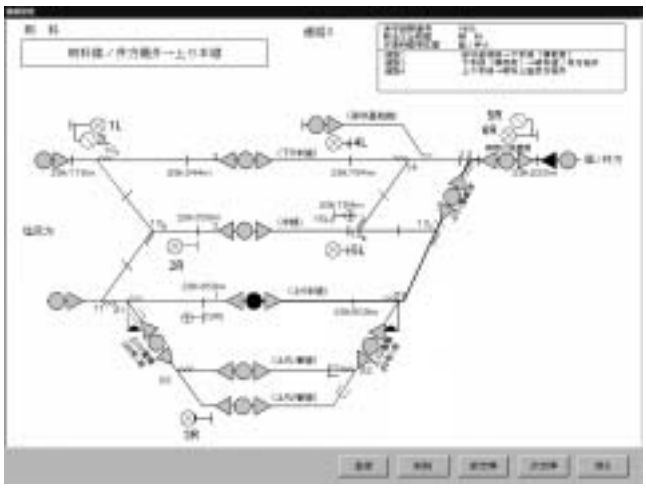

図11：保守区端末における保守用車の進路計画画面

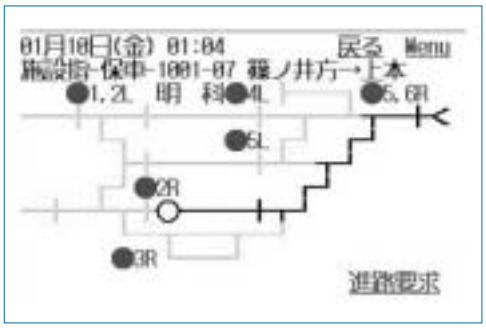

図12：モバイル端末における進路要求画面

8 まとめ

今回、線路閉鎖手続き支援システムの開発を通して、線路閉鎖手続きに関するヒューマンエラーを防止し、保守作業の安全性の向上を図った。本システムは現在「試使用」中であり、その後、全社展開される予定である。

一方、保守用車の進路構成時に起こるヒューマンエラーを防止し、さらなる安全性の向上を目指して「保守係員による保守用車進路構成システム」の開発を進めており、2003年度、現地試験を行う予定である。

参考文献

1）田中豊，佐々木敦，岡部栄治，阿部等：ITを活用した新しい線路閉鎖の仕組みの構築，JREA，Vol.43，No.6，pp.21～24，2000.6.