

線閉・保守作業手続きシステムの開発

Development of "Railway track closing procedure system"



道下 一幸*



内田 敏博*



佐竹 渉*

"Railway track closing" is a method of ensuring safety by displaying stop signals for the work location and not allowing trains to enter the section. Previously, requested procedures and confirmation were mainly by telephone.

To avoid human error during maintenance work, the "Railway track closing procedure system" was developed and was made beginning to use by the Nagano Branch for the Chuo East and Shinonoi lines.

●キーワード：線路閉鎖、CTC、保守係員、進路構成、モバイル端末

1. 開発目的

線路内で保守の作業を実施する場合は、列車が作業区間に進入させない手続き（線路閉鎖、略して線閉）を行う。

線路閉鎖工事では、線路閉鎖の手続きを誤り列車が線路閉鎖工事区間に進入すると、「列車脱線」または「保守係員等の触車」等の重大な事故につながる可能性があり、線路閉鎖手続きの安全性を高めることが必須である。

当社在来線では、1996年2月の中央線に東京圏輸送管理システム（ATOS）が導入され、現在、首都圏を中心にATOSを展開している。ATOS区間の線路閉鎖の手続きは、ATOSの「保守作業管理システム」を活用して安全度の向上が図られている。しかし同システムは導入に多額の経費を必要とするため、当社管内のすべての線区に同システムを導入することは困難である。

そこで、当社ではATOS導入計画のない列車集中制御装置（CTC）区間の線路閉鎖手続きの安全性を高め、かつ線路閉鎖手続きを短時間で確実に実施できる線閉等システム（線閉・保守作業手続きシステム）の開発を進めている。

2. システム概要

線閉・保守作業手続きシステムは、表1のコンセプトのもと開発を進めた。また、システム構成を図1に示す。

本システムは、作業計画の入力・管理を行う計画系と作業計画に基づき線路閉鎖区間の設定や進路制御を行う制御系で構成される。

制御系は、現行のCTC中央装置に接続され、あらかじめ設定された作業計画などに基づき、CTCの「線路閉鎖てこ」や「進路てこ」の操作を、現地で保守係員みずからモバイル端末を使用して行う。

表1 システム開発のコンセプト

- ① 列車運行と保守作業の分離
⇒システムによる、事前に登録された線路閉鎖の設定
- ② ヒューマンエラー防止
⇒システムによる、作業計画・着手・終了手続き（確認会話が不要となり、言い間違い・聞き間違いのミス撲滅）
⇒CTC「線閉操作卓」による、システム線閉の設定（線閉設定範囲の線閉でこの操作誤り防止）
- ③ 業務効率の向上
⇒モバイル端末による、作業着手・終了・進路設定（CTC指令員による作業着手・終了の受付、進路設定が不要）
⇒線閉設定自動通告機能による、作業着手可能連絡（設備係員からの、作業着手可否の確認が不要）

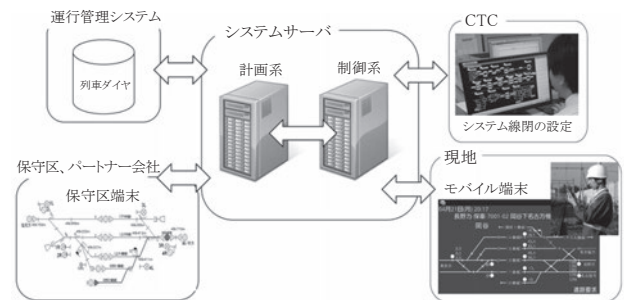


図1 システム構成

3. 開発した機能

3.1 保守係員による進路設定可能なシステム

本システムでは、CTC中央装置と接続された制御系サーバが、計画系サーバからの作業計画及び保守係員によるモバイル端末操作により、CTCの進路制御が行えるような仕組みを導入した。このように、CTC指令員を介さずに進路制御を可能とした当システムの線閉を「システム線閉」と名称する。

システム線閉は、設備指令用の専用端末から日時、区間を設定しておくことで、保守区やパートナー会社の保守区端末から次に述べる「作業計画」の入力が可能となる。

また、設備指令でシステム線閉を設定する際、計画系サー

バが、「計画された列車ダイヤ」と「設定するシステム線閉」の整合性チェックを行い、システム線閉の計画可否の判断を行う。さらに、システム線閉設定日の2日前に確定する列車ダイヤとの照合を行い、最終的なシステム線閉設定可否の判断を行い、列車運行時間帯へのシステム線閉設定を防止している。

3.2 保守作業計画の入力

保守作業の計画を各保守区やパートナー会社に設置した保守区端末から入力し、入力された作業計画は計画系サーバに登録される。登録された作業計画は、ダイヤが確定しシステム線閉の設定が確定すると自動的に作業計画が承認される。

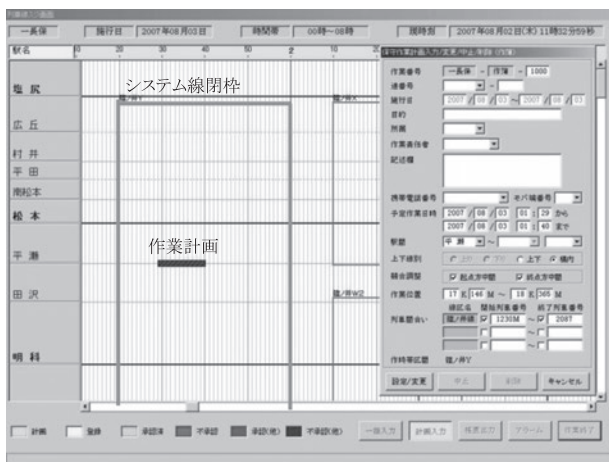


図2 作業計画入力画面

保守区端末の作業登録画面では、図2に示すようにシステム線閉の枠が表示されており、その枠内をマウスで作業区間の開始時刻から終了時刻までをドラッグする。その後、作業番号、モバイル端末番号、作業責任者名、作業内容などを入力し、作業登録となる。表示されているシステム線閉枠外にまたがって作業計画を登録することはできず、また視覚的にシステム線閉を確認できることから、システム線閉の中に予定作業時間を間違いなく計画できる仕様である。

また、同一区間で複数の作業が競合した場合、互いの作業内容の調整を促すメッセージが表示される。さらに単線区間の隣接駅の出発進路が同時に設定されるような場合(=作業区間は競合していないが進路が競合している場合)も、作業競合をしていると判断してメッセージを表示する。

保守用車使用の作業計画では要求進路の入力が必要となるが、これについても視覚的に容易に入力が可能な画面を作成した。(図3)

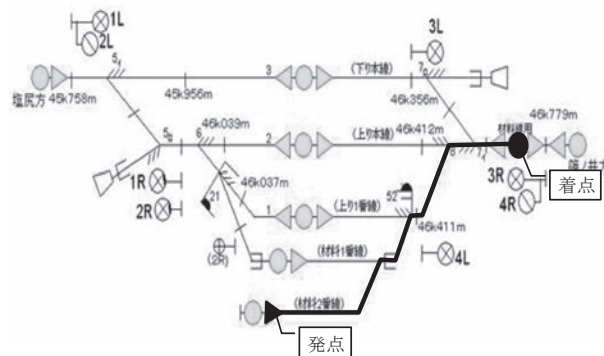


図3 保守用車進路の入力画面

入力は作業計画入力画面に構内配線図を表示し、それに則って発点、着点を選んで保守用車の進路を入力する。また前進路の着点が次進路の発点となるようにすることで、保守用車進路が連続した計画でしか入力できないようにして作業計画時のヒューマンエラーを防いでいる。

3.3 線閉操作卓

システム線閉を設定するときは、CTC指令員があらかじめ決められた時刻になったら、決められた作業区間の列車の運転状況などを確認してから「線路閉鎖てこ」を扱い、作業区間の進入側の信号機を停止信号にする。

システム線閉区間は数駅間にわたって設定されるため、扱う線路閉鎖てこが10カ所以上になることがある。そのためシステム線閉設定までに時間がかかる上に、誤った線路閉鎖てこを扱う可能性があり、列車の運転支障や作業着手の遅延が発生することが考えられる。

そこでCTC指令員の線路閉鎖てこ扱い誤り防止とシステム線閉設定支援を行うための「線閉操作卓」を開発した。

線閉操作卓は、事前に設定されたシステム線閉の日時、区間情報を参照し、システム線閉開始時刻になったらCTC指令員にシステム線閉の設定を提案する。(図4)



図4 線閉操作卓画面

CTC指令員は、システム線閉設定区間の運転状況などを確認したあとシステム線閉設定を承認することで、システムが線閉区間の複数のを一括で設定する。これによりCTC指令員の操作誤り防止と業務の効率化を図った。

3.4 モバイル端末

CTC指令員と保守係員による確認会話で行っていた各種手続きは、保守係員がモバイル端末を操作することで、保守用制御サーバを経由し各種手続きや確認などが行えるようにシステム開発を行った。また、モバイル端末は汎用品を使用することで導入時のコストダウンを図った。モバイル端末で行う機能を以下に記述する。

3.4.1 運行状況把握

これまでの、保守作業開始前に保守係員がCTC指令員に列車運行状況を電話で確認していたが、電話が接続できずに確認まで時間がかかったり、コミュニケーションエラーにより保守係員が誤認識したりする可能性があった。

本システムでは、保守用制御サーバが運転状況表示装置(TID)より列車の在線位置や遅延情報を入手し、保守係員のモバイル端末操作により該当区間の列車運行状況を表示し確認できるようにした。(図5)



図5 運行状況表示画面

3.4.2 線閉設定自動通告

保守係員のモバイル操作を最小限にすることを目的として、CTC指令員がシステム線閉を設定すると、保守係員のモバイル端末へ向けてシステム線閉の設定情報を自動通告する機能を開発した。(図6)

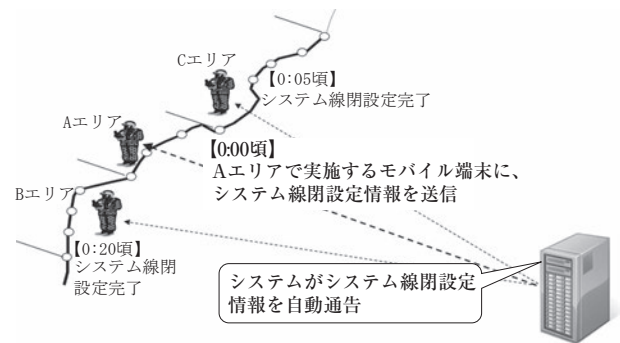


図6 線閉設定自動通告イメージ

自動通告は、事前に計画された作業区間とモバイル端末の端末番号を元に、システム線閉が設定された区間(エリア)内の作業計画が登録されたモバイル端末宛に行われる。

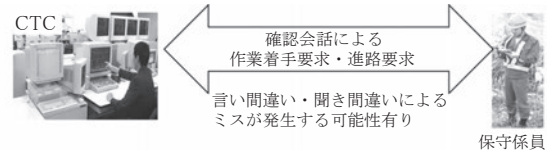
3.4.3 作業着手・終了手続き

保守係員はシステム線閉設定の通告を受けた後、作業着手が可能となる。つまりシステム線閉設定前に作業着手を試みても作業着手はできないシステムである。

また作業終了後、モバイル端末から作業終了の操作を行わないとシステム線閉が解除できないようになっており、誤って作業区間に列車が進入するようなことも発生しない。

さらに保守係員のモバイル端末により作業着手・作業終了を実施することで、保守係員とCTC指令員との確認会話が不要となる。そのことで言い間違いや聞き間違いがなくなり、ヒューマンエラー防止となる。(図7)

○現行のCTC指令による扱い



○線閉・保守作業手続きシステム

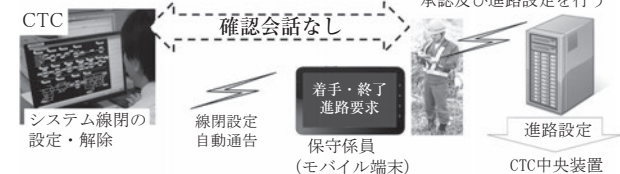


図7 作業着手、作業終了の比較

3.4.4 進路設定

モバイル端末での作業着手手続き後、あらかじめ入力された保守作業計画に基づき、モバイル端末の操作により進路設定を可能とした。(図8)

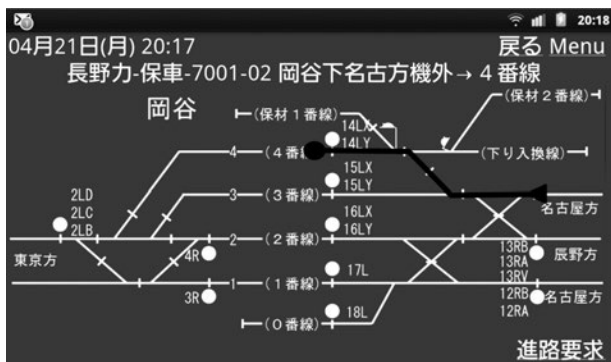


図8 進路設定画面

進路設定は、保守用車進路のようにあらかじめ一つの進路を計画する方法の他、駅構内全ての転てつ器を任意に転換できる機能も開発した。その結果、分岐器検査などの作業において効率よく作業をすることが可能となった。

また信号機検査など、信号機を停止現示以外に制御するような作業についても、システムが隣駅の出発信号機を停止現示とするような制御ができていたことを確認して安全に作業着手、信号の現示ができるようにした。

3.5 複線化対応

複線区間では、上下線で異なる列車間合い時間に作業を実施しているところがある。よって複線区間に対応するため、上下線で別々にシステム線閉の設定、作業計画が行える機能を開発した。(図9)

システム線閉の設定については、単に上下線別に設定できるようにするだけではなく、駅構内の中線(上下共通の番線)を上下どちらのシステム線閉に含める／含めないの選択や中線のシステム線閉が上下線で重なっている状態で安全にシステム線閉解除ができる機能などについて開発した。

また作業計画についても、上下線を渡るような進路設定を行うときに、上下線のシステム線閉設定状況を確認したうえでシステム線閉未設定区間への進路設定が計画・制御できないようにした。

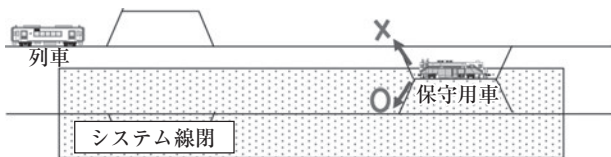


図9 上下線別システム線閉設定イメージ

4. 導入効果

篠ノ井線において2005年度から単線タイプの運用を開始し、現在に至っている。本システムの導入後、これまで誤った線路閉鎖手続きなどでの事故は発生していない。これはシステム導入による効果もあると考えられるが、それよりもシステム線閉方式導入による列車運行と保守作業時間帯の分離による効果が大きいものと考えられる。

さらにシステムによる作業着手・終了、進路構成を行うことにより、CTC指令員の負担が大幅に減っており、このことも事故防止に効果が出ていると考えられる。

また本システム導入により作業効率はかなり向上したことがわかった。従来、作業着手および進路設定などを電話対応で行っており、CTC指令員の負荷が増加することによる安全性低下を防止することが目的で、1晩に受け付ける作業数を10件に制限していた。

システム導入により、第1のメリットとして、電話回線が話中であることによる待ち時間が無くなった。作業着手、進路設定などの手続きに要する時間が最大10分程度の時間がかかっていたが、手続きが1分以内に完了することが可能となった。

第2のメリットとして、進路設定が可能なシステム線閉が導入されることにより、保守作業の作業設定日の自由度が上がった。保守部門は作業件数に配慮することなく作業計画を策定することが可能となった。

5. 今後の展開

本システム開発の最終段階は「複線化対応」である。「複線化対応」機能の試作および工場内試験は2014年5月に完了した。

中央東線において2014年6月から現地試験を開始し、2014年11月末までにシステムの機能確認を実施した。運用ルールの徹底および操作方法の教育実施後、システム使用開始となる。

今後、CTC線区の保守作業量等を考慮して、本システムを展開していく計画である。