

保守係員の安全に関する研究開発

JR東日本研究開発センター 安全研究所 田中 豊



JR東日本では、「安全」は経営のトッププライオリティーであると位置づけ、会社発足以来、種々の施策を実施してきました。その結果、安全性は数段向上しましたが、まだまだ、色々な安全上の課題が存在しています。

このため、当社では、1999年から「安全計画21」に着手し、「お客様の死傷事故ゼロ」と「社員及び協力会社社員の死亡事故ゼロ」を目標に取り組んでいます。ここでは、鉄道の安全を支える保守係員の安全性を向上するための研究開発の概要を紹介します。

1 はじめに

JR東日本では、「安全」は経営のトッププライオリティーであると位置づけています。

当社の「ニューフロンティア21」及び「安全計画21」における安全の目標は、「お客様の死傷事故ゼロ」と「社員及び協力会社社員の死亡事故ゼロ」です。

鉄道の安全は、「フェールセーフ」と「多重系」の考え方に基いて構築された列車運行システムとそれを確実に操作することで保たれています。

その前提となるのは、信号システム、線路、架線、車両などの列車運行システムの各構成要素が、その機能を十分発揮できる状態に保守（メンテナンス）されているということです。

ここでは、線路、架線などのメンテナンスに従事する係員の安全性向上を目的とした研究開発を中心に、その取り組みについて紹介します。

2 研究開発の背景

当社の発足からこれまでの14年間の労働災害（死亡）の発生状況をその原因別に見ますと、触車・感電によるものが、全体の約50%を占めています。これらの殆どは線路や電車線の工事に関連して発生しており、その対策が急がれているところです。

特に、触車事故は、線路の保守作業時に一番多く発生しています。

線路保守作業時の安全確保については、新幹線及び東京圏のATOS区間等のシステム化された線区を除けば、システム化が遅れた分野であり、従来から大きく分けて後述の2つの方式によって行われています。

●線路閉鎖工事

作業箇所列車を侵入させないように両端停車場の関

係する信号機に停止信号を現示して作業の安全を確保するものであり、停止信号の現示は線路閉鎖責任者からの要請に応じて駅長又は指令員の取扱いに依存しています。

線路閉鎖工事の特殊なものとして、線路保守時のパラスト（砂利）突き固め用のマルチプルタイタンパ（MTT）等の保守用機械を使って作業を行う「保守用車使用」がありますが、この場合も、停止信号の現示や保守用車の駅への出入りに伴う進路構成は、線路閉鎖責任者と駅長又は指令員の連絡打合せにより行っています。



図1：線路閉鎖工事の手続き

●列車間合い作業

列車と列車の運転間合いを縫って作業を行うもので、この作業は、「列車見張り員」が見張りダイヤに基づいて列車の接近を監視していて、列車が接近した時には作業を一時中断して線路外に退去し、列車が通過後に作業を再開する方法です。作業の安全は見張りダイヤと「列車見張り員」の注意力に依存しています。

これらの方式は、図1に示した「線路閉鎖工事の手続き」から判るように、「作業の安全」を「関係者間の連絡打合せと注意力に依存」して行われており、これまでもミスを防ぐための様々な取り組みが行われています。それでも、手続きを一つ間違えば大事故につながる恐れを内

包しています。

このような認識のもと、従来の「人の注意力に依存」した作業形態からの脱却が重要との認識の高まりを受け、1997年に「保守作業安全システム構築プロジェクト」を設置しました。

ここで、

- 線路閉鎖区間への列車の進入防止
- 列車と保守用車の衝突防止
- 触車事故の防止

を図ることを目的に、種々の検討を行い、1998年1月に最終報告が行われました。

その報告の基本的な考え方は、確実に作業箇所列車を進入させないため、保守作業は「列車運行と保守作業を分離」して作業区間に列車を進入させないような作業環境の整備を目指していくものです。

報告で盛り込まれた主な取組み事項は、表1のとおりです。現時点で一部を除いて殆どが開発を完了し、導入又は試み使用中となっています。

表1：保守作業の安全性向上に向けた取組み

No	取組み概要
1	地方幹線における保守作業のシステム化
2	線路閉鎖手続きのシステム化
3	モバイル端末を活用した列車運行状況把握のシステム化
4	限界支障防護機能付きバックホーの導入
5	作業区間用防護無線装置の開発
6	TC型列車接近警報装置の導入拡大
7	軌道短絡器の使用拡大
8	保守用車短絡走行の実現
9	ATOS区間対応の保守用車用ATSの開発
10	保守用車用踏切制御装置の開発

3 触車事故対策

触車事故防止対策の理想的なシステムとしては、1996年2月の中央線への導入を皮切りに、東京100キロ圏を対象に順次導入されている「ATOS（東京圏運行管理システム）」の「保守作業管理システム」があります。このシステムは、図2に示すような構成となっており、線路保守作業に伴う線路閉鎖の手続きや保守用車の進路構成、保守作業者が直接行うもので、安全を確保するために

「信号機の制御」と「保守作業」の相互チェックをフェールセーフ機能を持った電子連動装置で行っています。

また、保守作業を開始する直前列車通過の確認を自動進路制御装置を介して行うことにより、通過確認時のヒューマンエラーの防止を図っています。



図2：ATOS保守作業管理システム

しかしながら、このシステムは導入に多額の経費を必要とするため、すべての線区に導入すると言う訳には行きません。

このため、比較的輸送密度の高い地方幹線においても、東京圏のATOS区間の仕組みに準じて保守作業の着手・終了の手続きや保守用車進路構成等をシステムで安全かつ効率的に実施できるようにすることを目的に開発したのが、表1の項目1「地方幹線用保守作業管理システム」です。

そのシステム概要は、図3に示すとおりです。



図3：地方幹線用保守作業管理システムの概要

このシステムは、地方幹線に導入されている運行管理システムをそのまま使用することができるとともに、光ケーブルが完備されていない線区や継電連動装置を使用している駅においても導入が可能なため、導入コストの低減を図ることができます。

また、同表の項目2及び3は「線路閉鎖手続き支援システム」として開発が完了し、長野支社管内の中央東線及び篠ノ井線において試み使用されているもので、前述の「地方幹線保守作業管理システム」よりも機能を限定し、保守作業の計画及び保守係員と指令等との間で行われている線路閉鎖手続きを支援することで手続きを簡素化すると共に、ヒューマンエラーの防止を図ることが出来るものです。

このシステムについては、汎用のモバイル端末やパケット無線通信回線を用いることで、比較的低いコストで保守作業の安全性レベルを高めることが可能となりました。

[詳細P67:「線路閉鎖手続き支援システムの開発」参照]

4 保守用車の衝突防止対策

保守作業に使用する保守用機械（保守用車と呼んでいる。以下同じ。）と列車、保守用車同士の衝突を防止することも保守作業の安全を考える上では極めて重要なことです。

そのような事故防止を目的として、第8項の「保守用車の短絡走行の実現」があります。これは、従来、保守用車は、保守作業時の踏切故障等の防止のため、主に絶縁走行で使用してきたので列車に対する保安システムを使用することができず、列車に対しては、保守用車使用手続きのように係員の取扱いにより停止信号を現示しています。

このため、もし手続き上のミスが発生すると保守用車がいるにも拘らず、列車に対して進行信号が出される恐れがあります。

これを防止するために、保守用車を列車と同様に短絡走行させることにより、手続き上のミスが発生した場合であっても、列車に対しては停止信号を出すことによって、列車と保守用車の衝突を防止しようとするものです。

そのイメージは、図4に示すとおりです。

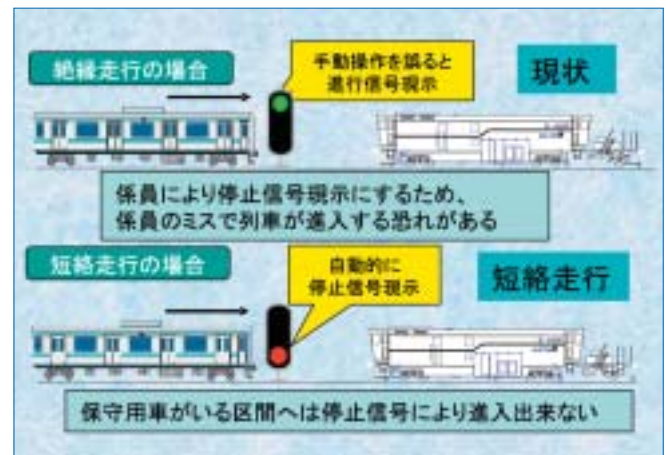


図4：保守用車の短絡走行

これまで述べたことは、在来線の保守作業を対象としたものですが、新幹線における保守作業の安全性向上にも取り組んでいます。

新幹線では、高速で運転する列車の安全を考慮して、列車を運転する時間と保守作業を行う時間を明確に分けて、保守作業は、終列車から始発列車までの夜間に行っています。

ここで問題になるのは、新幹線では大型の保守用機械を使ってメンテナンス作業を行っていますが、これらの保守用車同士が衝突すると、その復旧作業に多大な時間を要することです。

このため、それらの保守用車が衝突しないように、「新幹線保守作業安全システム」を開発し、当社管内の新幹線全線に導入しています。従来の新幹線保守用車接近警報装置は、各々の保守用車に無線機を取り付け、他の保守用車からの無線を受信した場合に警報が鳴る仕組みとなっています。

無線は場所や時間帯によって遠くまで届いたり、近くでも届かなかったりするため、警報距離が一定ではありませんでした。

そこで、新しいシステムでは、保守用車の位置を測定し、デジタルデータ通信でその位置情報等を送受信することにより、互いの速度に応じた適切な距離で警報が鳴るようにしました。

また、より安全性を高めるため、万が一保守用車のオペレータがブレーキ操作を行わない場合には自動的に非常ブレーキがかかる機能も持っています。さらに、保守係員用及び線路閉鎖区間用の送受信機もっており、線

路閉鎖区間への保守用車の進入や触車事故の防止の機能も持っています。



図5：新幹線保守作業安全システム

5 感電事故防止

電車線工における感電死亡事故は、従来の電気を流したまま作業を行う、所謂、活線での「はしご」や「絶縁タワー」中心の活線作業から、軌陸車、架線作業車、架線延線車などの導入による機械化施工の推進と、停電による作業への切換え、加えて電車線のインテグレート化（図6）等による検査業務の改善などを行ったことにより、ここ数年は発生していません。



図6：インテグレート架線

しかしながら、電車線の工事に関連しては、き電停止工事の区間を誤認したケースなど、活線とき電が停止された線との識別が困難（目に見えない。）などが原因と考えられる事故が依然として後を絶ちません。

このため、電車線に電流が流れていることを検知、表示する「加圧表示装置」の開発等を進め、感電事故の撲滅を目指しています。

現在開発を進めている「直流加圧表示装置」は、直流電化区間の架線の停電・加圧状態を表示する装置で、接地されたガラス容器内に取付けられた金属箔が帯電するとクーロン力により金属箔が開くという「箔検電器」の原理を応用したものです。この装置を架線と大地間に取り付けると架線の停電・加圧状態が一目で判別できるようになり、安全性を飛躍的に向上させることが出来るようになります。図7は、当該装置の試作品の概観を示したものです。

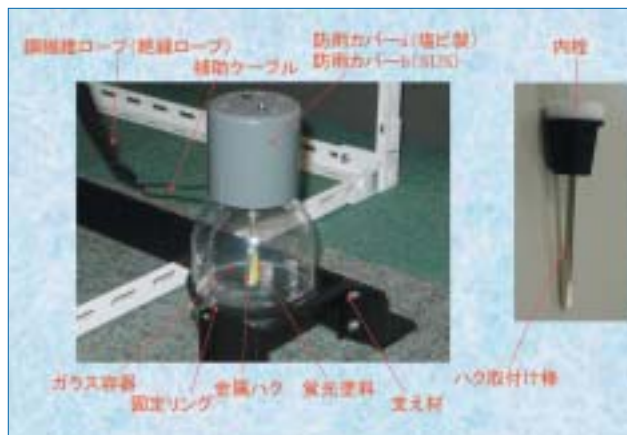


図7：直流加圧表示装置の試作品

6 おわりに

保守係員の安全に係わる研究開発の概要について、紹介して来ました。

保守作業は、安全で正確な輸送を提供する上で必要不可欠なものです。

しかしながら、列車運行の短い合間を縫って行わなくてはならないことや、夜間での作業が主体にならざるを得ないこと等、他の業務に比較して制約の多い条件下で行われているのが実態です。

このような実態を少しでも改善し、安全で快適な作業環境下で保守作業を行うことが出来る様に、IT等の最新の技術を取り入れると共に、汎用技術を有効に活用する等、導入コストにも配慮した実用的なシステムの研究開発を進めていきたいと考えています。