

メンテナンス大転換時代の到来 —スマートメンテナンス構想—

東日本旅客鉄道株式会社 JR東日本研究開発センター テクニカルセンター所長
横山 淳



鉄道設備のメンテナンスはいま大きな転換点を迎えています。

それはICT技術の発展により大量のデータの取得と現場での処理が可能となったため、設備のコンディションを正確に把握し、将来の状態も予測できるようになってきたからです。またビックデータを分析することにより、非常に合理的な設備のライフサイクルマネジメントも可能となります。

このように大量データをリアルタイム処理することにより、これまで画一的にしかできなかった検査や修繕のタイミングを現在の設備状態に応じて最適化できるということは、メンテナンスの世界を根本的に変えることになります。

今後は、このことを前提に現場におけるメンテナンス手法を再構築することが急務の課題となり、テクニカルセンターではその具体化のための手法・システムの確立を目指しています。

1. はじめに

これまで鉄道設備のメンテナンスは長年にわたり、画一的な検査周期や整備基準値などを目安とした事後保全方式を中心に行ってきました。これは検査そのものに手間がかかり、また取得したデータも研究所など大型コンピュータのある箇所しか処理できないなどの限界があり、どうしても最大公約数的な検査周期や整備基準値によらざるを得なかったためです。

しかしながら、さまざまなテクノロジーが発達し、検査頻度を向上することによる大量データの取得が可能となり、また現場におけるPCレベルでのデータ処理ができるようになると事情は一変します。

現場においては、これまでの時間基準保全（TBM）に代わって状態基準保全（CBM）が可能となり、個々の設備状態及び将来の予測値による合理的な意思決定を行うことができることとなります。また大量の設備データ、修繕データを分析することによって、中長期的なメンテナンス戦略もより具体的に策定できるようになり、合理的なライフサイクルマネジメントが可能となります。

つまり、

- ①現場における検査、修繕
- ②ライフサイクルにわたる修繕戦略

というメンテナンスの意思決定が具体的なデータに基づいて最適化が図られることとなります。

現在鉄道以外の分野でも、スマートグリッド、スマートシティなど、いまあるリアルタイムデータを使って、より賢く（スマートに）意思決定をしていくことを前提としたシステムの構築が盛んに行われています。

鉄道メンテナンス分野でも、より賢い、スマートメンテナンス

システムの確立が急務と言えるでしょう。

2. スマートメンテナンスとは

電力供給の世界においてスマートグリッド構想、つまり電力の流れを供給側・需要側の両方から制御し、最適化を図ることができる送電網の構築が議論されています。

このように現在の状態をデータとして把握し、その状況に応じて最適な意思決定をすることをスマート化として解釈することができます。

IBMなども smarter planet 構想（より賢い地球）を掲げ、都市内における渋滞を解消するための信号機のリアルタイム制御を行うことによる交通流動の最適化、また医療分野においても標準的な医療行為に代わって、個々人の事情に応じたテーラーメイド治療などを実施しています。

このように鉄道メンテナンスの分野でもスマート化する、つまりこれまででは過去の知見・研究により最大公約数的に決められていた意思決定の根拠（多くはルール、規程などの形で示されていた検査周期や整備基準値など）に代わって、今現在のリアルタイムデータを分析して「より賢く」意思決定しようというのがスマートメンテナンス構想です。

これには二つの側面があります。

ひとつはリアルタイムの設備状態データを分析することによって、日々の設備管理を最適化する手法。

もうひとつは、蓄積された大量の設備データを分析・処理する（データマイニング）することにより、ライフサイクルマネジメントを最適化する手法です。

それではこのスマートメンテナンス構想の二つの側面について保線における具体的事例を用いて述べることにします。

3. 日々の設備管理のスマート化

保線分野における在来線の軌道変位管理では、3ヶ月に一度の軌道検測データを基に線路のどの場所をいつ修繕するかを意思決定しているのですが、その時の目安が軌道整備基準値です。この基準値は過去の研究により、大まかな通過トン数による分類（線路等級）ごとに決められていますが、その基準値を超えたら修繕するというを前提にしており、メンテナンスとしては事後保全的（これをTime Based Maintenance：TBM）と言えます。

一方、近年の検査技術の発展により、軌道変位などが営業列車に搭載した装置で検出できるようになり、毎日でもそのデータの取得が可能となってきます。その結果、いつ修繕するかについては実データを用いた分析や予測手法により決定することができます（これをCondition Based Maintenance：CBMと呼びます）。

その概念図を図1に示します。

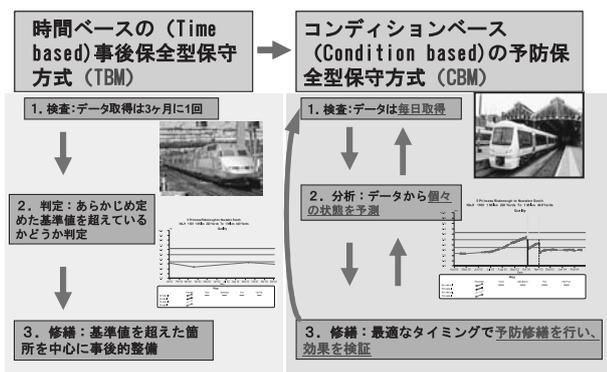


図1 TBMとCBM概念図

また、CBMでは修繕の結果・効果も具体的な数値として正確に把握でき、これをその後の修繕計画・方法などにも反映することができます。

このようにTBMに代わってCBMに移行することにより、これまで修繕の根拠としていた目安値（保線で言えば「整備基準値」）は意味がなくなり、修繕の根拠はリアルタイムデータを分析した結果の判断（多くは現場責任者のその時々々の判断）になります。

これは長年、規程などに定められた基準値を守ることを第一としてきた現場技術者の役割を根本的に変えるものであり、あるべき技術者像も変わってきます。事実、このCBMが先行しているイギリスなどでは現場技術者の教育方針も見直されています。

4. 設備のライフサイクルマネジメントのスマート化

線路関係におけるデータは、設備そのものの諸元データ、検査データ、修繕の記録データなど膨大なものになりますが、その多くはフローの情報としてその場で確認した後は特に活用されていないのが現状です。

しかしながら、近年のコンピュータ技術の発展などにより膨大なデータを分析する手法、いわゆるビッグデータ分析を用いることにより、いままで見えてこなかった様々な事柄がわかってくる可能性があります。

保線の例で言えば、具体的なあるカーブにおけるレール磨耗と通過する列車種別、通り変位の関係などを分析することなどが考えられます。この場合、曲線半径が同じ多くのカーブの平均的な傾向ではなく、具体的なカーブを特定して分析することがミソで、個々の部位別の本当の傾向がわかることにより、その特定の場所に合った最適な対策も講じることができるようになります。

このような個々の場所ごとのデータを組み合わせることにより、例えば特定の駅間（東北線の浦和・大宮間上り線など）の状態（レールなどの設備、軌道変位の状況、故障率、動揺の分布など）とそれを維持するための手間（修繕コストなど）との関係がある程度定量的に把握することが可能となります。つまり輸送を支える線路状態というサービスレベルとそれを実現するためのコストとのトレードオフ関係が見える化され、経営的観点から見た選択が可能となります（あるサービスレベルを前提にすればコストダウンを図ることができる、あるいはコストを一定とした時にサービスレベルの向上が可能など）。

そのためには様々な信頼性理論や故障率などをどう定義するかなどのリスク分析手法が必要となりますが、データを蓄積することにより精度が向上し、1、2年といった比較的短期的な修繕戦略はもちろん、10年単位の長期的修繕計画が正確に立てられることになります。

このように、提供できるサービスレベルと必要なコストを一緒に提案できるメンテナンス手法を確立することができれば、メンテナンスを経営的戦略のよりいっそう重要な要素として位置づけることができます。

これまでメンテナンスをする立場から「ある一定の保守間合いは必要」と主張していましたが、ある路線の区間によっては「終夜運転を週末に実現しながら一定レベルの保守水準を保つためにはどれくらいのコストがかかる」といった経営戦略上の具体的提案をしていくということがメンテナンス技術者の重要な役割になるでしょう。

これらを支えるICT技術の発展は目覚ましいものがありますし、データはどんどん蓄積されていきます。

これらを駆使すれば、具体的データに基づいた非常に正確な設備のライフサイクルマネジメントを行うことも夢ではありません。スマートメンテナンスを実現するということは、これまで主にルールや規程などを根拠に意思決定していたものが、現場のデータと現場技術者の判断が主体的に意思決定していくことになり、メンテナンスのプロセスが180度変わるといって良いほど大きなパラダイム変化になります。

実現までに超えるべきハードルは高いのですが、世界レベルの高いメンテナンス手法の確立を目指していきたいと思っています。