

- 鉄道一般
- 車両
- 施設
- 電気
- 運転・輸送
- 防災
- 環境
- 人間科学
- 浮上式鉄道

データ一元化システムで鉄道設備の台帳・検査記録を管理する

鉄道では、軌道や土木、電力、信号などの各分野において、さまざまな設備を抱えています。これらの鉄道設備の状態を良好に維持するため、各分野でさまざまな検査が実施され、そのデータが管理されています。従来、これらのデータは分野ごと・検査ごとに個別に管理され、保守に活用されるという使われ方が一般的でした。一方、近年では、他分野で取得されたデータを活用した自分分野の設備の診断法が提案されつつあります。そこで、これらデータの統合により鉄道設備全体の維持管理の効率化を目指し、一元化システムの開発を進めていますので報告します。



吉田 尚史
Takafumi Yoshida
軌道技術研究部
軌道管理研究室
副主任研究員



田中 博文
Hirofumi Tanaka
軌道技術研究部
軌道管理研究室
主任研究員



西本 正人
Masahito Nishimoto
軌道技術研究部
軌道管理研究室
主任研究員(上級)



三和 雅史
Masashi Miwa
軌道技術研究部
軌道管理研究室長

はじめに

鉄道では、**図1**のように、軌道や土木、電力、信号などの各分野においてさまざまな設備を抱えており、設備ごとにキロ程(☞参照)などの位置情報とともに設備台帳として管理されています。これらの設備を良好な状態に維持するために、各分野でさまざまな検査が日々実施され、それぞれの分野で管理している設備台帳データとともに検査データが記録・管理されています。例えば軌道変位(☞参照)データは、走行安全性や乗り心地を考慮して定められた管理値を超えた場合、あるいは

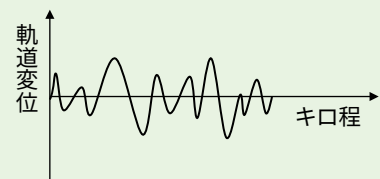
超えないように保守を計画するのに活用されます。また、レールの傷に関する検査データは、傷の発生箇所のキロ程と傷の状態を帳票に記録して管理しており、レール交換基準として定められた傷の状態に達した場合、あるいは達する前にレールが交換されます。このように、多くの場合、ある検査種別の検査データはその検査項目で定められた管理値との比較に用いられます。一方、各分野ではほかにもさまざまな検査が実施されており、適切な保守方法の決定のためにこれらの検査結果が相互に活用される場合もあります。

☞ キロ程

例えば1k234mというように表される、線路の始端からの線路延長のことです。ただし、線路改良などにより線路延長は増減することがあり、キロ程と線路延長は必ずしも一致しません。後述のLABOCSでは、このようなキロ程と線路延長の不一致をデータ上で補正する機能があります。

☞ 軌道変位

軌道の正規の位置からのずれのことで、上下方向のずれを表す高低変位、左右方向のずれを表す通り変位、左右レールの高さの差を表す水準変位などがあります。軌道変位はレール上を連続的に測定され、右図のように波形データで管理されます。



さらに、近年では、複数分野で取得されたデータを活用した設備の診断・管理手法が提案されつつあります。

以上のように、各分野で取得・管理されているデータを統合できれば、適切な保守方法を効率的に選択でき、設備の維持管理の品質を向上させることが可能になると考えられます。そこで鉄道総研では、台帳データや検査データを一元的に管理できる鉄道設備統合管理システム（一元化システム）の開発に取り組んでいます¹⁾。

LABOCS

一元化システムの開発には、軌道保守管理データベースシステム (LABOCS)²⁾ を活用します。LABOCSとは、図2のように、キロ程をベースとした設備台帳データや波形データの処理に特化し、さまざまな角度から分析・加工できる機能を備えたシステムで、JR各社や一部の民鉄に導入されています。ただし、現行のLABOCSで扱えるのは波形や台帳データのみであり、画像や映像、音声のように位置情報としてキロ程をもたないデータを扱うことはできません。

位置情報の統一化

キロ程をもたないデータをLABOCSで扱えるようにするための方策として、緯度経度情報の活用を検討しました。近年では、GPS機能を備えたカメラが普及しており、画像や映像データの多くは緯度経度情報を保持しています。この緯度経度情報をキロ程と対応付けることで位置情報を統一化できれば、キロ程による一元管理が可能になると考えられます。そこで、一元化システムでは、図3のように、緯度経度をキロ程へ変換する機能を設けることで、位置情報の統一化を実現しています。

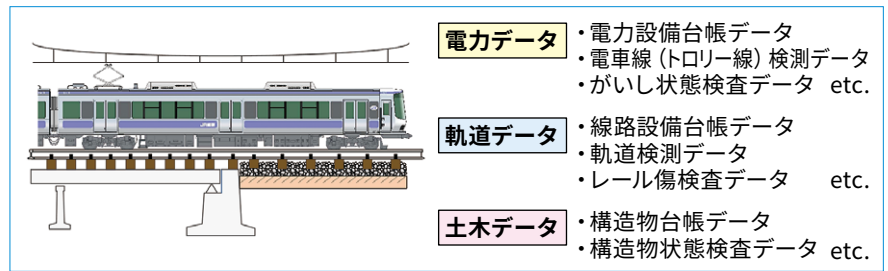


図1 各分野の鉄道設備に関するデータのイメージ



図2 LABOCSの概要

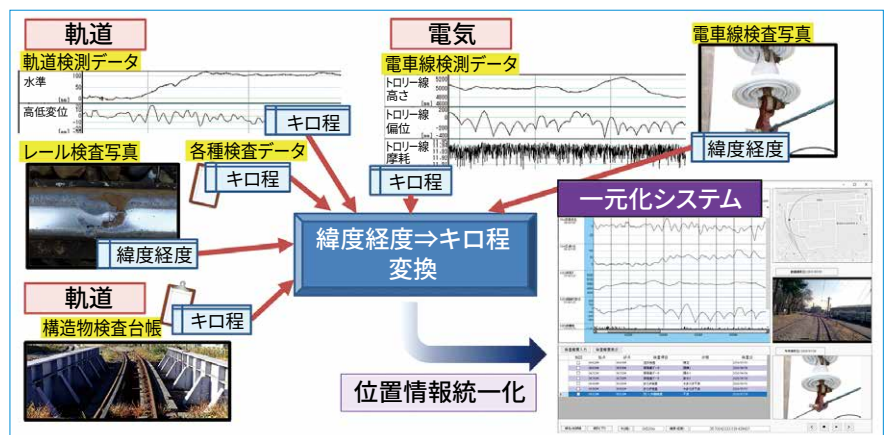


図3 一元化システムにおける位置情報統一化

一元化システムの概要

図4は、一元化システムのメイン画面のイメージです。以下では、一元化システムに実装を想定している機能について説明します。

検査データのチャート・区間統計量表示

図4の例では、各管理項目のチャートとともに、線区全線の、軌道変位の

100mロット σ 値(参照)の頻度分布と、 σ 値の時間推移図を示しています。

100mロット σ 値

ある100m区間の軌道変位波形のばらつきを表します。この値が大きな区間は軌道状態が悪いと考えられ、保守が必要となる可能性があります。



図4 一元化システムのメイン画面イメージ

σ 値の推移図については全線表示およびロット表示の切り替えが可能です。さらに、チャート上には、例えば同図の高低変位で赤や橙塗りしている区間のように、管理値超過箇所や超過見込箇所がわかる情報が出力されます。これにより、保守が必要な箇所および保守を実施する時期の検討に活用できます。

以上のような機能は、一元化システムでは他分野のデータにおいても適用可能です。例えば図4では電力関係データとして電車線（トロリー線）摩耗などのチャートを表示していますが、上記の軌道分野における表示例と同様に、摩耗量などの推移を表示し、トロリー線の交換箇所や交換時期を検討できます。

各種検査帳票・検査写真表示

従来は、検査帳票は検査種別ごとに別々に管理されるのが一般的であった

のに対し、一元化システムでは、図4の左下に示すような同一のリストで種々の検査結果をキロ程とあわせて表示します。そして、リスト上の任意の行をクリックすると、チャート画面が当該キロ程付近に移動し、同時に検査画像が登録されていればその画像も表示します。このように、個別検査の結果の確認と同時に、チャートや画像なども同一画面で閲覧できるようにすることで、不良判定箇所の軌道状態を容易に確認できます。

地図データ表示

チャートや各種検査データと地図を連携させることで、指定したキロ程を中心とした地図を表示するほか、保守が必要な箇所が可視化されるような地理情報システム (GIS) の機能を実装します。検査帳票に登録されている不良箇所情報について、検査種別ごとに地図上に表示させることで、保守が必要

な箇所を容易に把握できます。例えば図4の地図上にはレール傷が群発している区間があるため、前項で説明した左下のリストを参照することで傷発生区間を把握して、レール交換区間を検討するといった使い方ができます。

前方・床下画像表示

チャートのキロ程と紐づけた列車前方撮影動画を読み込み、指定したキロ程の画像を表示します。これにより、指定したキロ程の軌道状態や沿線環境を確認できます。また、チャートと連動させて映像を再生することで、例えば大きな動揺が発生した箇所について、軌道変位と合わせて周辺動画や床下画像（車両下部に設置されたカメラで撮影した線路の画像）を同時に確認できるといった使い方も可能となります。

一元化システムの活用例

以上のように開発を進めている一元

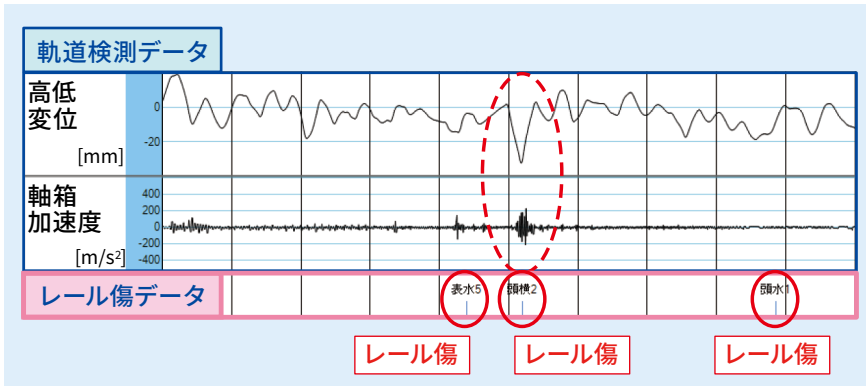


図5 軌道検測データとレール探傷車データの一元化例

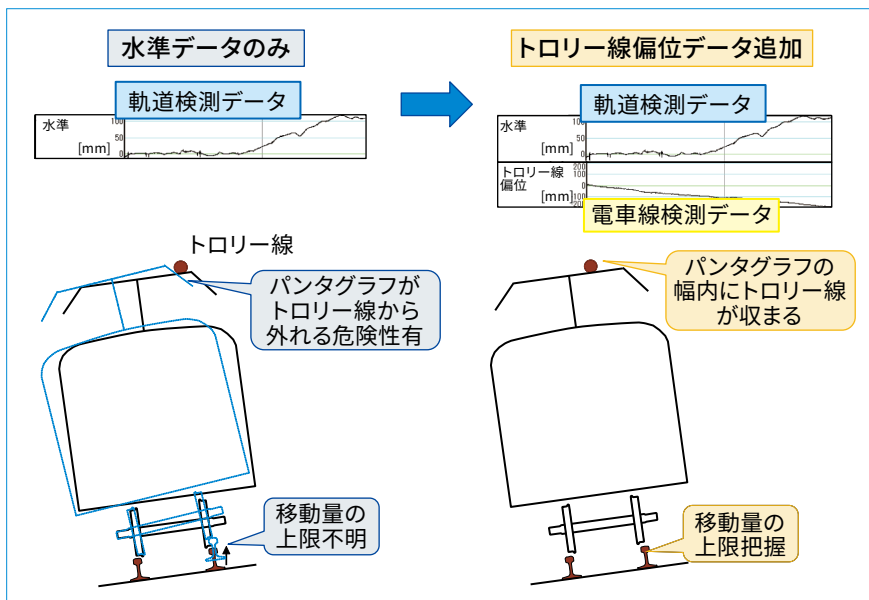


図6 軌道検測データと電車線検測データの一元化例

化システムについて、設備の保守計画への活用例を示します。

軌道状態情報を活用したレール保守計画例

鉄道事業者では、軌道の各種検査結果を基に、マルチプル・タイ・タンパー (MTT) という大型機械による軌道整備や、道床交換、レール削正、レール交換などの軌道保守計画を策定します。この際、1つの検査項目だけでなく、複数の項目の検査結果を総合的に評価し、適切な保守方法および保守時期を検討する必要があります。ここでは、一元化システムを活用したレール保守計画の検討例を示します。

図5に、軌道検測データとレール傷の管理台帳を表示した例を示しま

す。本図には、軌道検測車で測定された高低変位および軸箱加速度(☞参照)とレール探傷車の検査結果を同時に表示しています。ここで、軸箱加速度のデータのみを参照しますと、値が大きくレール凹凸が大きいと考えられる赤破線の箇所について、レールの削正が検討されます。一方、レール傷のデータも同時に参照しますと、実はこの箇所にはレール傷が存在していることがわかります。この場合、レールのごく

☞ 軸箱加速度

車軸を支える軸箱支持装置に設置された加速度センサーで測定した振動加速度のことで、レール凹凸との相関が高いことがわかっています。

表層を削り取るレール削正では傷を除去できないので、レール交換を計画するのがよいと判断できます。このように、別の台帳で管理されていたデータを合わせて表示することで、保守方法を適切に選択できます。

軌道分野と電力分野データを活用した水準整正計画例

軌道側で水準整正(左右レールの高さ調整)を計画する場合、例えば図6の左図のように、トロリー線の左右方向の偏位も把握して、パンタグラフがトロリー線から外れないようにする必要があります。ただし、これらのデータは軌道・電力の各分野で別々に管理されているため、分野間での事前打ち合わせが必要です。これに対し、一元化システムでは図6の右図のように、軌道変位とトロリー線の両方のデータを同一のチャート上で確認できます。そのため、上記の打ち合わせを経ることなく、各箇所における軌道の移動量の上限を把握でき、水準整正の計画に要する時間と手間を削減できます。

まとめ

鉄道設備に関するデータの一元化システムについて、設備の保守計画への活用例とともに紹介しました。

現状では、一元化システムはプロトタイプの開発まで進んでおります。今後も実用化に向けて、キロ程変換精度をさらに向上させるなど、システムの機能を充実させていきます。[RRR]

文献

- 1) 吉田尚史, 田中博文, 西本正人, 三和雅史: キロ程ベースでの位置情報一元化による鉄道設備統合管理システム, 鉄道総研報告, Vol.35, No.4, pp.41-46, 2021
- 2) 古川敦: パソコンで軌道を管理する-LABOCSの開発-, RRR, Vol.73, No.6, pp.16-19, 2016