

鉄道一般

車両

軌道

構造物

防災

電力

信号通信
情報

材料

環境

人間科学

浮上式鉄道

検査診断技術の課題と展望

本稿では、鉄道サービスを提供するための土木、軌道、電気設備や車両などの検査診断技術およびこれらを含むメンテナンスに関する課題と展望について述べます。また、鉄道総研で現在取り組んでいるメンテナンスに関する研究開発として、「新しい状態監視保全技術」と「構造物のリニューアル技術」について、その概要を紹介いたします。



佐藤 勉
Tsutomu Sato
研究開発推進室
担当部長
【専門分野】コンクリート工学

はじめに

安全で安定した鉄道サービスを提供するためには、土木、軌道、電力、信号など非常に多くの設備や車両の検査診断を継続的かつ的確に実施することが求められます。メンテナンスの重要性はますます高くなるとともに、設備や車両の長寿命化や検査診断技術の向上、効率化などによるコスト低減への要請も大きいと言えます。ここでは、土木構造物などの現状を踏まえ、検査診断技術の課題と展望について述べたいと思います。また、鉄道総研において現在取り組んでいるメンテナンスに関する研究開発の概要について紹介いたします。

社会資本の高齢化

我が国では、高度成長期に社会資本が集中的に整備されたため、今後急速に社会資本の老朽化が進行すると予想されています。国土交通白書¹⁾によると、建設後50年以上経過した社会資本の割合を平成22年度とその20年後で比較すると、例えば道路橋は約8%が約53%に、港湾岸壁は約5%が約53%に急増するとのこと。また、米国

の道路構造物は、わが国より30年早く高齢化し、メンテナンスに予算が十分投入されなかったため、1980年代には「荒廃するアメリカ」と呼ばれるほど、構造物の劣化対策が問題となりました。

鉄道構造物に関しては、2002年に実施された103の鉄道事業者へのアンケート調査結果²⁾(図1参照)によると、コンクリート構造の桁や高架橋などは、普通鉄道で総数約10万連あり、そのうち、昭和20年代以前に施工されたものが約20%です。また、昭和40年から50年にかけての高度成長期に施工されたものが27%と多く占めていることが分かります。橋脚や橋台などは、普通鉄道で総数約13万基あり、そのうち、明治・大正時代に施工されたものが30%を占めています。道路橋と比較して、鉄道構造物は古い構造物の割合が多いと言えます。このような構造物のうち、長い年月を経たものでも健全な状態にあるものも数多くありますが、構造物の中には各種の変状などが生じているものもあり、今後とも的確な検査診断が求められるなど、メンテナンスの重要性が増していくものと言えます。

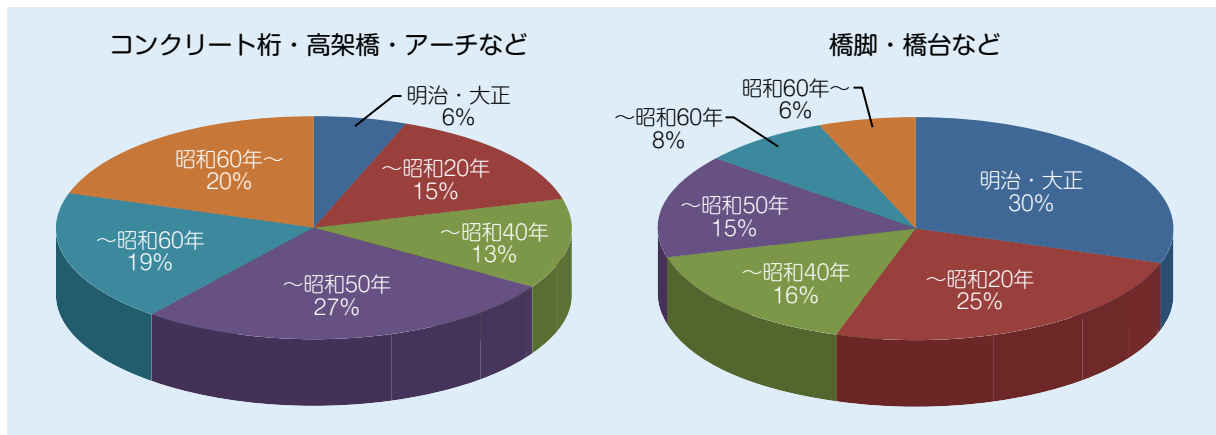


図1 普通鉄道におけるコンクリート構造物の建設時期概況 (2002年調査時点)²⁾

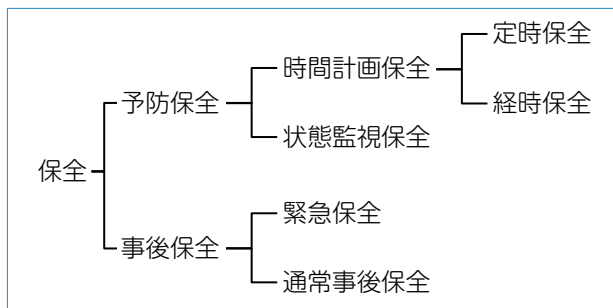


図2 保安全管理上の分類 (JIS Z 8115 信頼性用語³⁾より)

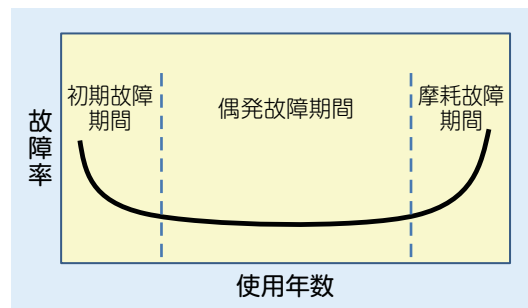


図3 バスタブ曲線と故障率のパターン

研究開発と技術継承

高齢化していく各種の鉄道設備を適切にメンテナンスするためには、検査診断に関する研究開発と技術の継承が必要と思われます。ICT技術などを活用して、検査診断技術の高度化、効率化に資する研究開発を進めること、さらに検査診断に必要なデータ項目を明らかにし、蓄積・共有化していくことも必要と思います。また、定期検査などで判断が困難な変状が発見された場合に、高度な専門技術者による診断や対策法を支援する仕組みも必要と考えられます。

設備の保全の考え方

設備の検査などのメンテナンスの方法としては、一般に予防保全または事後保全に分類されます。JIS Z 8115「信頼性用語」では、保全を図2のように

分類³⁾されています。ここでいう保全とは、設備が必要な機能を発揮できるようにするための検査、整備、更新を言います。

効率的なメンテナンスを検討するうえで、設備(部材・装置)毎の検査方法と取り替え・更新などの目安となるべき年数の判断が重要と考えます。

図3はバスタブ曲線と故障率のパターンを示したものです。バスタブ曲線とは、装置などの故障率の推移を概念的に表す曲線です。初期故障が発生した後、ごく稀にしか故障しない安定期となり、その後摩耗や劣化により再び故障が多発する過程を表したものです。しかし、図3に示すバスタブ曲線に多くの設備(部材・装置)が当てはまる訳ではありません。

また、例えば航空機分野では、従来から、エンジンをはじめとする多くの

装備品は、調子の良否に関係なく、一定の使用時間に達したら機体から取り外して分解手入れすることが実施されてきました。しかしこのような定期検査では、使用時間と故障との相関関係のない部品も多くあり、分解作業によりかえって初期故障の発生の可能性を作り出すこと、満足に作動している部品は、そのまま使用した方が、全体としての取り外しが少なく経済的で、故障も少なく、結果として品質が向上する場合があること、などが指摘されています⁴⁾。

鉄道における各種の設備(部材・装置)においても、それぞれの劣化の進行傾向を把握することが適切なメンテナンス方法を検討するうえで重要と言えます。また、不具合によりシステム全体に大きな影響を及ぼすような部材・装置の場合、劣化の進行傾向を

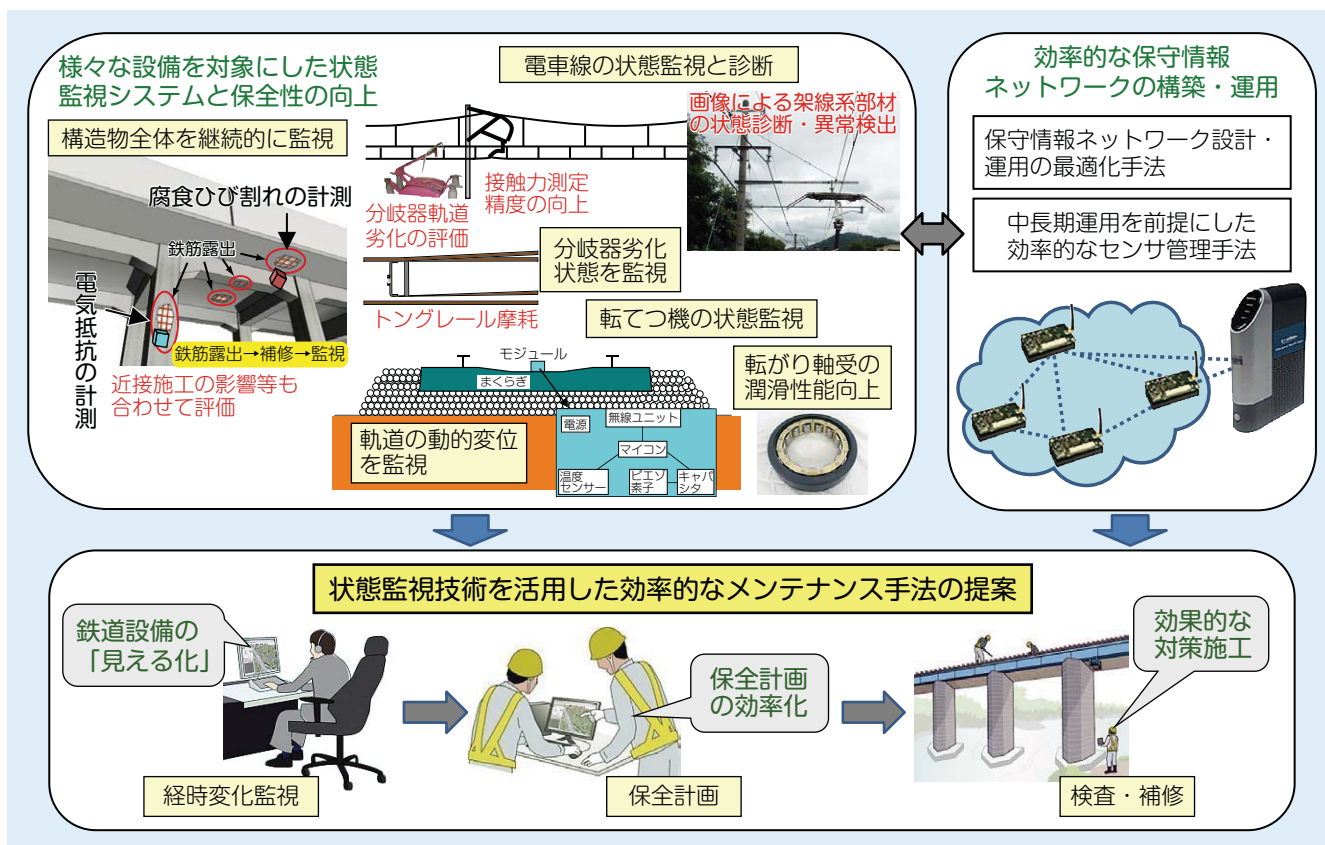


図4 新しい状態監視保全技術

管理することが可能なものは状態監視により可能な延命化を図り、傾向を管理できないものは経過年数に伴い定期的に取り替え・更新し、機能に致命的な結果を生じさせないことを考えて行く必要があります。また、不具合によりシステム全体に大きな影響を及ぼさない非致命的な部材・装置の場合は、可能な限り継続使用し、機能低下や不具合が発生した時点で対応することとし、費用対効果を最大限引き出すことも必要と言えます。

鉄道総研における取り組み

鉄道のメンテナンスに関する研究開発は、これまで劣化・損傷のメカニズムの解明、検査診断技術の自動化・高精度化、維持管理計画策定手法、効率的な補修・取り替え技術、メンテナンスフリー構造の開発と材料の長寿命化

に関するものなど、多岐にわたって行われてきました。これらの成果は、検査から措置に至る作業のシステム化や長寿命化などによって、低コスト化につながられているものと思われます。鉄道総研におけるこれまでの研究開発の対象としては、構造物や軌道の分野では、検査診断技術や構造・材料の耐久性向上のほか、劣化メカニズムや補修・取り替えに関するものを多く実施してきました。車両分野では、劣化メカニズム解明と材料の長寿命化が多く、電気分野では、特に電車線に関する検査診断技術や構造・材料の耐久性向上が多くなっています⁵⁾。

現在は、ICT技術の利用による設備の状態監視方法に関する研究開発や鉄道構造物の効率的な補修・取り替え技術の開発などにも取り組んでいます。

新しい状態監視保全技術

現在、取り組んでいる「新しい状態監視保全技術」の研究開発テーマ⁶⁾では、土木構造物、電車線設備や軌道などの鉄道設備の状態変化を継続的に監視するため、各種センサーの開発や情報ネットワークの活用法、経年変化予測法などを検討しています(図4)。

様々な設備を対象とした状態監視は、対象物の計測項目、計測部位、センサーの測定精度の検討など、対象物の計測技術の確立や計測データに基づく状態変化予測法の構築が重要と考えています。さらに、取得した実データに基づくこれらの有効性、妥当性の検証も必要です。また、鉄道設備の中長期にわたる状態変化を継続的に監視するため、センサーの耐久性向上および更新作業の容易化を図るとともに、保守情報ネットワークの設計・運用の最適化技術の

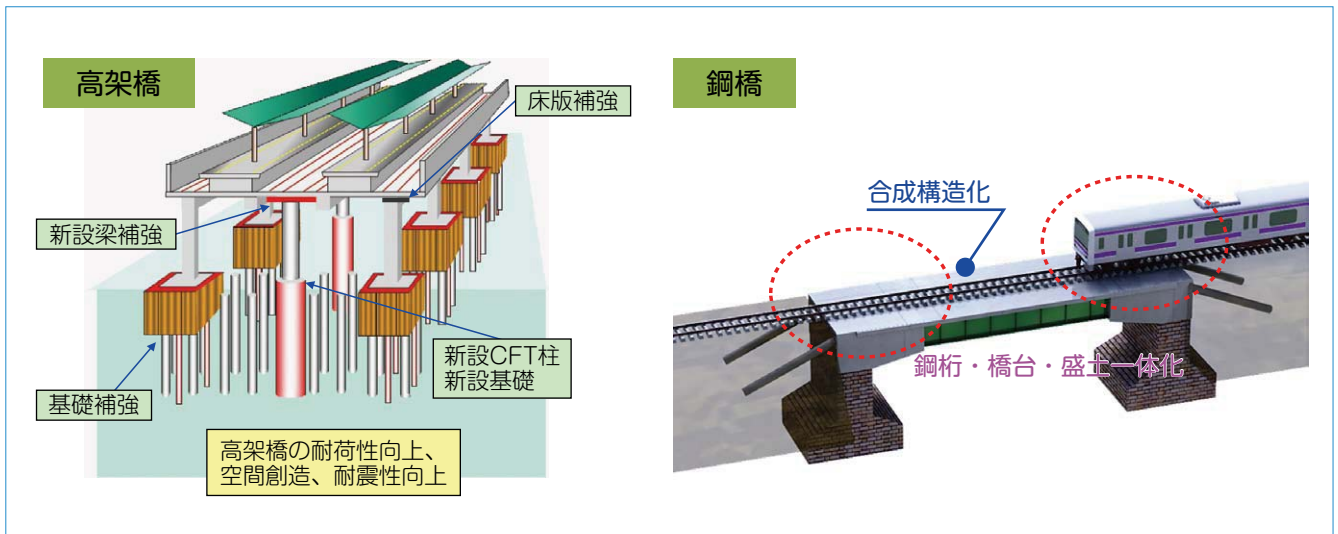


図5 高架構造物の大規模リニューアル技術

開発，さらに監視頻度の適正化など，効率的な状態監視手法の提案を行っていきたくて考えています。

また，設備の検査診断から措置に至る長期にわたるメンテナンスでは，膨大な量の情報をどのように管理し，どのように活用するかが重要です。劣化・損傷メカニズムの解明と検査診断データの蓄積・分析により，経年変化の予測精度の向上を可能とし，検査周期の適正化ならびに補修要否の適切な判断が効率的に実施されることにより，画一的な検査周期や保守基準からの脱却につなげられることを期待しています。

鉄道構造物の効率的な補修・ 取り替え技術の開発

リスクマネジメント手法を用いた鉄道構造物のリスク評価や，補修・補強箇所の優先順位の検討，アセットマネジメント手法を用いて，メンテナンスに用いる資金の配分計画などを検討するといった，維持管理計画法の研究開発も必要です。

劣化が進行した古い構造物に対しては，必要に応じて監視や補修による延命化処置を施し，さらに劣化が進んだ

場合には機能回復の観点から部分的補強などが行われてきました。しかしながら，今後必要になると考えられる既存構造物の機能や性能の大幅向上を目的とした，大規模リニューアル技術についても経済的な工法を検討していくことが重要です。鉄道総研では，既設土木構造物の構造形式を変更する技術やプレキャスト部材や異種部材を利用したリニューアル技術⁶⁾(図5)について研究開発に取り組んでいるところです。一方，閑散線区などに関しては，安全を担保しつつ，徹底した効率化を目指したメンテナンスの研究開発も必要と考えます。

おわりに

鉄道設備のメンテナンスに関しては，特に現場の実態をよく理解するとともに，実態に即した情報に基づき，研究開発を進めていくことが必要です。また，鉄道のメンテナンスに関わる技術者の長年の経験・知識とデータの蓄積・分析の継続が，メンテナンス技術の発展にとって極めて重要です。加えて，鉄道事業者間における情報の共有も必要と思われます。

鉄道総研では，検査診断などのメンテナンスに関する研究開発に今後とも力を入れて取り組んでいくとともに，研究開発成果を鉄道事業者の方々に活用していただけるよう努めていきたいと考えております。【RRR】

文献

- 1) 国土交通省：国土交通白書2011
- 2) 村田修：鉄道設備の診断はなぜ必要か，RRR，Vol.63，No.5，pp.2-3，2006
- 3) 日本規格協会：JIS Z 8115「信頼性用語」
- 4) 日本航空：航空実用事典WEB版 <http://www.jal.co.jp/jiten/>
- 5) 内田雅夫：鉄道総研におけるメンテナンスの研究開発の取組みと展望，RRR，Vol.65，No.11，pp.2-5，2008
- 6) 佐藤勉，土屋隆司，舘山勝：メンテナンスの革新，RRR，Vol.68，No.1，pp.22-25，2011