

国土交通省関東維持管理技術センターについて (2)

～急速に進む構造物の老朽化に対応するための 技術開発を効率的に推進します～

みや たけ いち ろう
宮 武 一 郎*

前号に続き、今号では関東維持管理技術センターの活動概要のうち、機械設備の取組み、地方公共団体への支援等について紹介する。

きるグラフの自動作成など、利便性のよい機能も備えた「機械設備維持管理システム」(図-1)を構築し、運用しているところである。

1. 分野別、技術開発の主な取組み

1) 機械設備の取組み

(1) 概要

機械設備においては、効率的な維持管理に大きく影響する整備や更新を適切な時期に実施できるよう設備の状態を定量的に把握しながら故障発生を未然に防止する「状態監視保全」を推進している。そしてこれに必要となるのが、「状態監視」と「診断」である。「状態監視」とは、機器の動作値及びその傾向により、設備の機能、不具合状況、劣化傾向を把握することであり、「診断」とは、点検では把握することができない状態を把握し機器の健全度を明らかにすることである。

関東維持管理技術センターでは、この「状態監視」と「診断」の調査・試験・普及に取り組んでいる。

(2) 機械設備維持管理システム

① 機械設備維持管理システムの概要

状態監視保全の実施は、まず点検等で得られた情報をもとに劣化傾向を把握することから始まる。このため、状態監視保全には劣化を検出できる情報が不可欠である。

そこで国土交通省では、年間を通して実施している点検や運転、これに付随して得られる不具合等の情報を蓄積するとともに、蓄積情報から代表的な測定値の概略の変化を一目で把握で

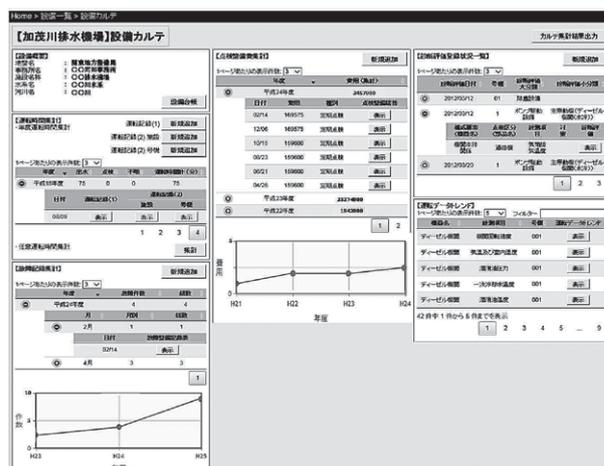


図-1 機械設備維持管理システム画面

② 機械設備維持管理システムの普及

機械設備維持管理システムを用いて的確に劣化傾向を把握していくためには、適切に点検が実施されることはもとより、この情報の取得と蓄積が行える持続的な体制が必要である。これには、機械設備の点検等を実施する技術者や施設管理担当者など、機械設備維持管理システムを利用する関係者の理解度が大きく影響する。

そこで、機械設備維持管理システムの利用に関する説明会(写真-1)を点検業務等の受注者と施設管理事務所の職員を対象に開催することで、関係者の理解を深め、この利用促進と状態監視の普及を図っている。



写真-1 機械設備維持管理システム説明会

③過年度維持管理情報のデータベース化

状態監視を機能させるためには、多くの適切なデータを必要とする。しかし、機械設備維持管理システムが稼働を開始してから4年しか経過していないため、状態監視の実施で使えるデータ量の少なさが課題である。

そこで、各設備に紙媒体で残る建設当時の施工管理記録やその後の点検・整備の記録など履歴情報の電子化を実施し、これを機械設備維持管理システムへ登録することで課題の解決を図りながら、状態監視効果の早期発現に取り組んでいる。

④機械設備維持管理システムの機能改良

機械設備維持管理システムは、施設管理事務所において実施される機械設備の状態監視以外にも、設備台帳としての役割や共有された故障情報の活用、故障内容の分析や維持管理コストの検証などでも利用している。

また、点検技術や状態監視技術の向上に機械設備維持管理システムが適切に対応することも重要である。

そこで、機械設備の状態監視を一層充実させていくために必要なデータベースの利便性向上と、機械関連技術等の変化に対応しつつ運用の効率化を図るシステムの機能改良を計画的に実施している。

⑤機械設備維持管理システムの活用

状態監視とは別に、機械設備維持管理システムに蓄積されている故障情報の整理・分析を進めている。これは、故障頻発箇所を絞り込み(図-2、3)、主要な故障モード及び故障原因等を把握し機械設備の弱点を見出すことで、整備・

更新の検討段階において効果的な設計が可能となる手法の構築に取り組んでいる。

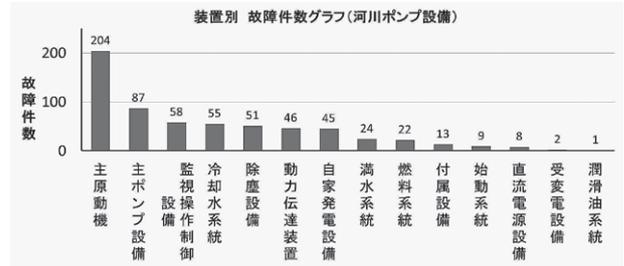


図-2 河川ポンプ設備の故障傾向

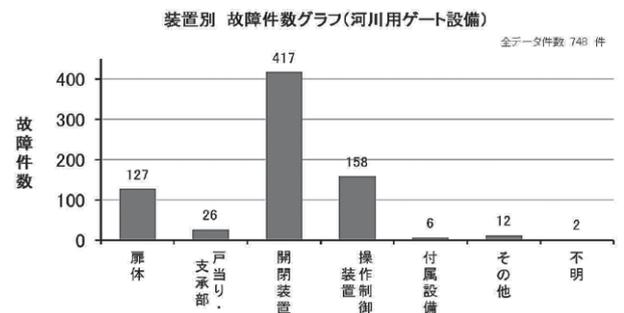


図-3 河川用ゲート設備の故障傾向

(3) 測定データに基づく傾向管理手法の確立

状態監視のうち、点検時に取得した測定データを経年で整理することにより設備や機器の劣化状態を把握し、将来整備の必要な機器等の選定及び故障時期の推定に役立てるためのデータ管理(トレンド管理)が「傾向管理」である。

傾向管理としては、点検等で取得した各種測定データから「傾向管理評価グラフ」を主とした「傾向管理評価シート」を作成し、急激な変化があり予防保全値を超える場合に、劣化程度を詳細に調べるなど次の行動に移す手法の試行・検証と、施設管理事務所における実施の支援に取り組んでいる。

傾向管理による維持管理の具体例として、点検時の測定データに急激な変化が生じた事象を紹介する。

ゲート設備の開閉装置を構成する開放歯車について、これが適切に作動するために必要な隙間(バックラッシ)を傾向管理することとしていることから、経年で整理した傾向管理グラフ(図-4)を作成した。

E77水門 開閉装置 中間ギヤ バックラッシ

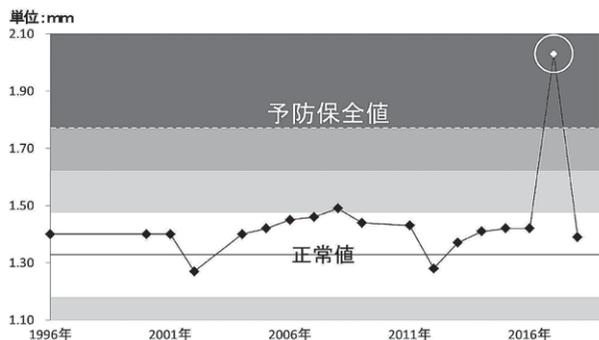


図-4 傾向管理グラフの例

このグラフから、平成29年（2017）の測定で急激な変化が生じているとともに、状態監視を行ううえで機器の破損を防ぐための措置を講じる目安である予防保全値を、突然超過したことがわかる。

この歯車は、以前から多くの傷を確認しており点検で注視してきた箇所であったため、傷の拡大による歯の異常摩耗を危惧した。そこで、この状況を再確認したところ、以前からの傷に進行や増加、歯の異常摩耗などは認められなかったため経過観察の措置とした。

機械設備における急激な変化の見落としは、重大故障に発展しかねない。これを見落とさず、予防保全の不要も適切に判断した、効率的な維持管理の事例である。

傾向管理は、劣化や異常が疑われる部位を容易に発見できる手法であり、その部位に特化した点検を実施することで機械設備の状況が明確となるため、故障の防止と予防保全の確実な実施が可能である。

また、この事象では問題となった測定データが発生した原因も追求した。その結果、測定手法が最も疑われたため、適正な手法を確認したうえで再測定したところ、従前と同様の測定データを得たことから従前と同じ管理へ戻している。このように、傾向管理は測定方法など保全作業の品質管理にも有効である。

(4) 診断

①待機系機械設備の診断技術

洪水時に稼働するゲート設備や排水ポンプ設備、降雨時に稼働する道路排水設備のような待

機系設備は一般的な機械に比べ運転頻度と運転時間が非常に少ない。

現在、高頻度・長時間で運転されるエレベータや工場プラントなどでは機器の運転状態で診断する技術が一般化しつつある。

しかし、低頻度・短時間の運転では、機械各部の温度が機器の状態判断ができる範囲まで上昇しないなど、診断に必要な測定データを得ることが難しいことから、待機系設備を運転状態で診断する技術は確立されていない。

このため、待機系設備で機器内部（例えばポンプの羽根車や水中軸受）の劣化状態を確認する場合、多額の予算を要する「分解」を実施しなければならないことが課題である。

そこで、国立研究開発法人土木研究所（以下、「土研」という）の先端技術チームと連携しながら、排水ポンプ設備のポンプ主軸振動測定・解析を踏まえた状態の想定や、ポンプ内部の工業用内視鏡による可視化（図-5）といった、できるだけ分解を回避しながら劣化状態を把握できる「診断（精密診断）」技術について、現場導入を進めている。

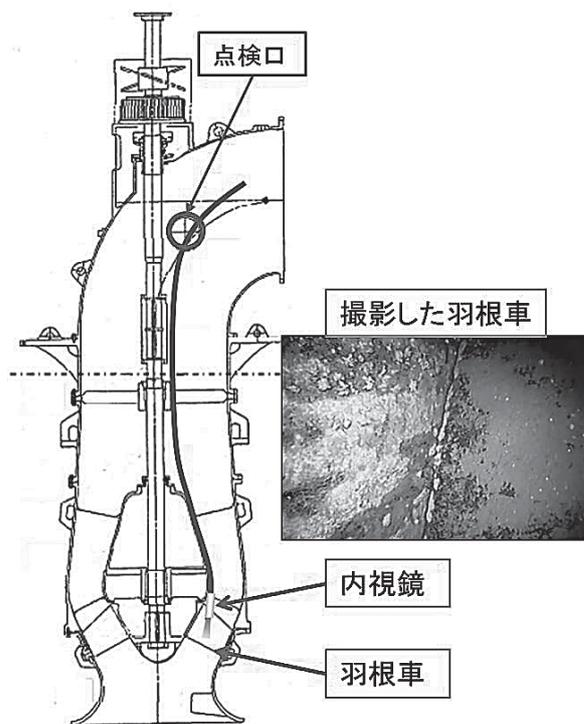
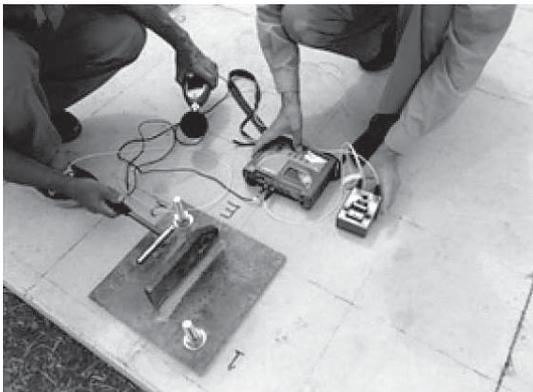


図-5 工業用内視鏡による主ポンプ羽根車の撮影

さらに、新たな技術の調査・検証も継続し診断の実施範囲拡大を図ることで、維持管理の効率化に取り組んでいるところである。

②ジェットファン吊金具打音点検

道路トンネルの換気や排煙に用いられるジェットファンの多くは、あと施工アンカーによりトンネル覆工から吊り下げられている。このアンカー金物や周辺コンクリートの劣化は目視と打音によって確認しているが、音には明確な判定基準がないため、判定は点検員の経験にゆだねられているのが現状である。このことから、打音の特徴を調査し、打音と不具合との定量的な関係性を把握するため、アンカーボルトの有効長と打音周波数の関係性を調べる試験（写真－2）等を行い、様々な打音を収集・解析し、打音点検の定量的な評価手法の確立に取り組んでいるところである。



写真－2 ジェットファン用アンカー打音構内試験

2. 地方公共団体等への支援

関東維持管理技術センターでは、地方公共団体等に対し、河川施設、道路構造物及び機械設備に関する技術的支援及び研修を行っている。

1) 技術的支援

地方公共団体からの依頼を受け、損傷が発見された当該地方公共団体の管理構造物について技術的支援（例：合同現地調査、詳細調査や対策検討等に関する技術的助言等）を実施している（写真－3）。



写真－3 地方公共団体管理橋梁への技術的支援

2) 研修等

地方公共団体職員等の技術力育成のため、定期点検要領に基づく道路橋及びトンネルの点検に最低限必要な知識・技能等の習得を図ることを目的とした「道路構造物管理実務者研修」（写真－4）等、河川施設・道路構造物・機械設備の維持管理に関する研修において、研修講師、現地での点検実習、研修の運営を担当している。

このうち、「道路構造物管理実務者研修」（橋梁初級Ⅰ研修、橋梁初級Ⅱ研修、トンネル研修）については、平成26年度（定期点検要領の策定後）から現在までで、受講者数（地方公共団体等職員のみ）の合計が延べ1,000名を超えている。



写真－4 研修の状況（橋梁点検実習）

【地方公共団体等の職員を対象とした維持管理に係る研修等】（関東地整主催）

- ①道路構造物管理実務者研修
（橋梁初級Ⅰ）、（橋梁初級Ⅱ）、（トンネル）
- ②河川管理実務者研修
（例：河川施設の点検実習等）
- ③機械設備維持管理（河川）研修
（例：維持管理関連座学等）
- ④排水機場ポンプ設備運転操作講習会
（例：故障事例紹介・診断技術実演等）

《参考：センター活動以外》

- ICT 施工技術講習会（例：土工や舗装工におけるICT 機械施工や三次元設計データの体験や実習等）
- 調査・診断・措置に関わる講習会（例：コンクリート構造物の長寿命化に関する技術の講習等）
- ETC を活用した工事車両の入退場システム等の現場見学会（例：ETC を活用した工事車両や作業員の入退場システムの実体験等）



写真-5 （地方公共団体等主催）講習会における講義

また、地方公共団体等が主催する研修や講習会への講師派遣（写真-5）、当該研修・講習会用に建設技術展示館内（関東技術事務所構内）の会議室の貸与や展示物の案内（写真-6）等を行っている。

その他、直轄管理施設の点検・診断、不具合への対応等として、直轄国道事務所の技術検討会委員への参画、直轄技術職員や橋梁検査員・橋梁点検員への技術指導を行っている。平成28年度からは関東地方整備局管内の都県毎に設置されている道路メン



写真-6 橋梁撤去部材（関東技術事務所構内）の案内状況

テナンス会議にオブザーバーとして参画し、地方公共団体による老朽化対策の取組み好事例の情報提供等を行っている。

3. 多様な機関との連携等

国土交通省国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という）や土研と連携して、技術開発や地方公共団体への支援、関係機関との意見交換等を行っている（図-6）。

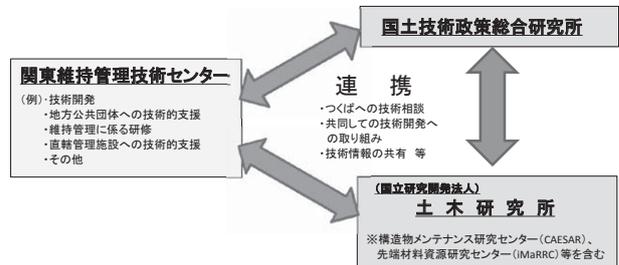


図-6 国総研・土研との連携イメージ

また、東京都市大学総合研究所（都市基盤施設の再生工学研究センター）（以下、「東京都市大」という）と連携して、MEMSセンサーを用いた可搬型車両重量推定システムの現場適用性検証等の研究を進めている。

4. 情報発信

研究成果は、技術講演会等での発表（写真-7、図-7）、技術雑誌への投稿、ホームページへの掲載等により、情報発信している。

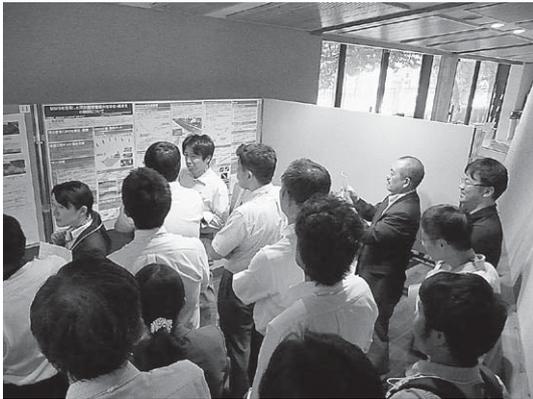


写真-7 (土木学会) 2018年度河川技術に関するシンポジウムにおけるポスターセッションの様子



図-8 米国土木学会ホームページにおける論文掲載

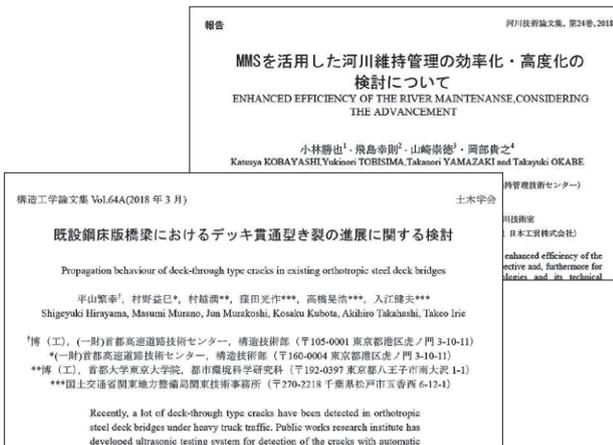


図-7 技術講演会等での発表論文の例

今年5月には、「第64回構造工学シンポジウム」(今年4月開催、主催：日本学術会議、土木学会ほか)で発表した論文が、土木学会構造工学委員会の第64回「構造工学シンポジウム論文賞」を受賞した(写真-8)。



写真-8 「構造工学シンポジウム論文賞」受賞の様子

また、東京都市大と連携して行った研究成果の一部を、同大学との共著により米国土木学会に論文投稿し、同学会ホームページに掲載された(図-8)。

その他、国土交通省国土技術研究会(写真-9)や土研新技術ショーケース、建設技術展示館(関東技術事務所構内)等において、技術センターの活動内容等を紹介するパネル展示を、また千葉県現代産業科学館での展示会や夏休み親子防災教室・夏休み親子体験教室といったイベントにおいて、社会資本の老朽化に関するパネル展示を行っている。

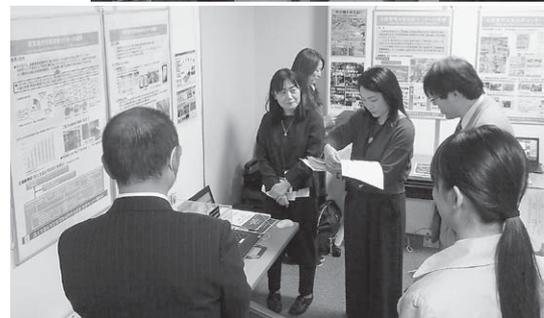


写真-9 平成29年度国土交通省国土技術研究会における技術センターパネル展示の様子

5. おわりに

建造物の戦略的な維持管理・更新を実現するために、今後も、国総研・土研・他の地方整備局及び大学等と連携を図りつつ、現場で必要とされる技術開発等を推進し、成果を現場にフィードバックしていくとともに、地方公共団体等への支援も積極的に行っていく。

一次号は北陸雪害対策技術センターです—