

国土交通省技術センターの紹介③

国土交通省関東維持管理技術センターの 活動概要（その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～

国土交通省 関東維持管理技術センター 副センター長 **すずき まさる**
(関東地方整備局 関東技術事務所長) **鈴木 勝**

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。

【前号掲載の活動概要（その1）から続きます】

2. 分野別、技術開発の 主な取組み

(3) 機械設備の取組み

① 故障情報の解析

1) 機械設備の故障情報の整理・分析

機械設備の過去の故障情報を整理・分析することにより、故障頻発箇所の絞り込み（図-1、2）、主要な故障モードおよび故障原因等の把握を行っている。

このような解析によって設備の弱点が明確になり、致命的機器を抽出するFMEA（故障の影響解析）やシステムのリスクを評価できるFTA（故障のツリー解析）等の信頼性評価手法を活用できるようになる。

故障実績の多い河川ポンプ設備の主原動機、主ポンプ設備、河川用ゲート設備の開閉装置については、状態監視保全に資する診断技術の普及に努めている（②項参照）。

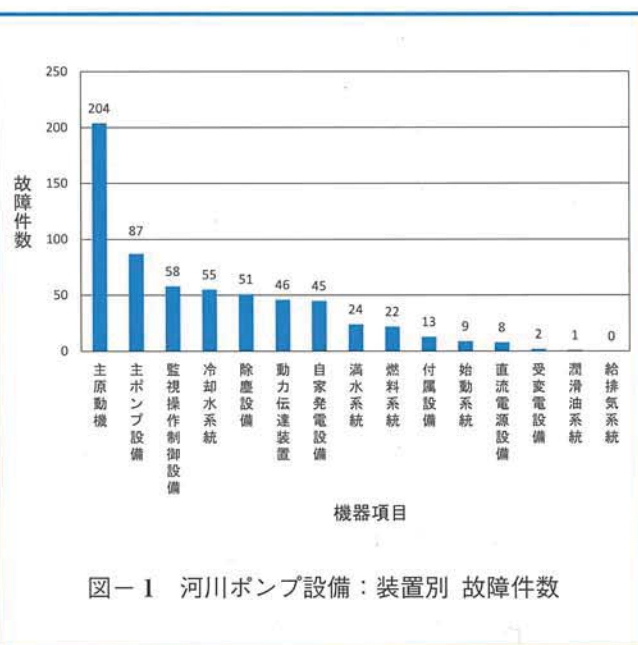


図-1 河川ポンプ設備：装置別 故障件数

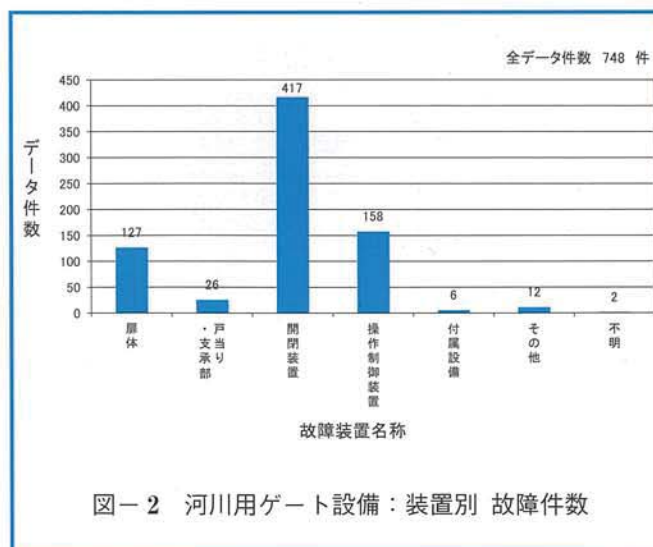


図-2 河川用ゲート設備：装置別 故障件数

2) 排水ポンプ設備のリスク分析・仕様改善

排水ポンプ設備が構成機器とシステム設計によって潜在的に有するリスクを、故障情報に基づき定性的・定量的に分析し、維持管理や危機管理に資する取組みを行っている。

具体的には、一般的に故障が多い機器を特定し、設備仕様の改善を提案するとともに、排水ポンプ設備を対象とした予備品の選定および管理を計画的に実施する手法の検討等を行っている。

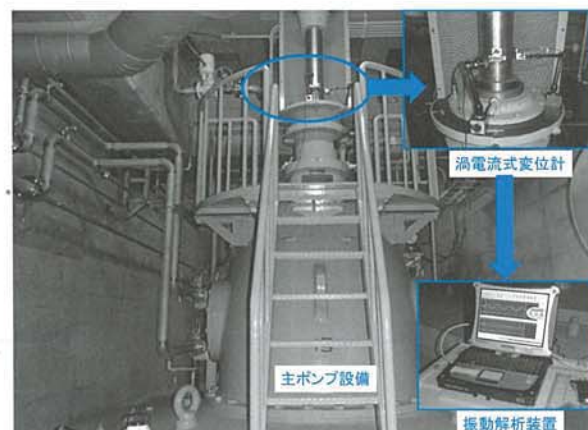
② 新しい状態監視技術の普及

1) 主ポンプ設備の診断技術

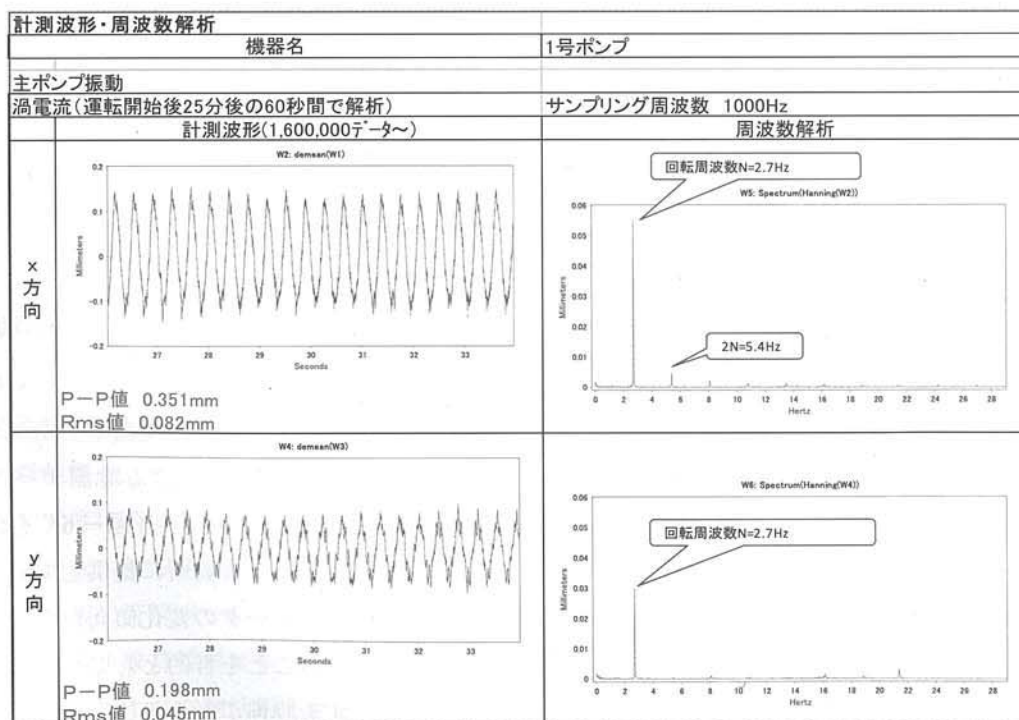
排水ポンプ設備は、普段は動かないが洪水時には確実に稼働しなければならない待機系設備である。このような待機系設備の不可視部分（羽根車や水中軸受等）の状態監視は、技術的に確立されていないため、従来は分解整備等を行わなければ状態を確認できなかった。そこで、関東維持管理技術センターでは、国立研究開発法人土木研究所（以下、「土研」という。）

の先端技術チームの指導により、主軸の振動解析、工業用内視鏡によるポンプ内部の撮影などによって、不可視部分の劣化を把握する診断技術の現場導入を図っている。

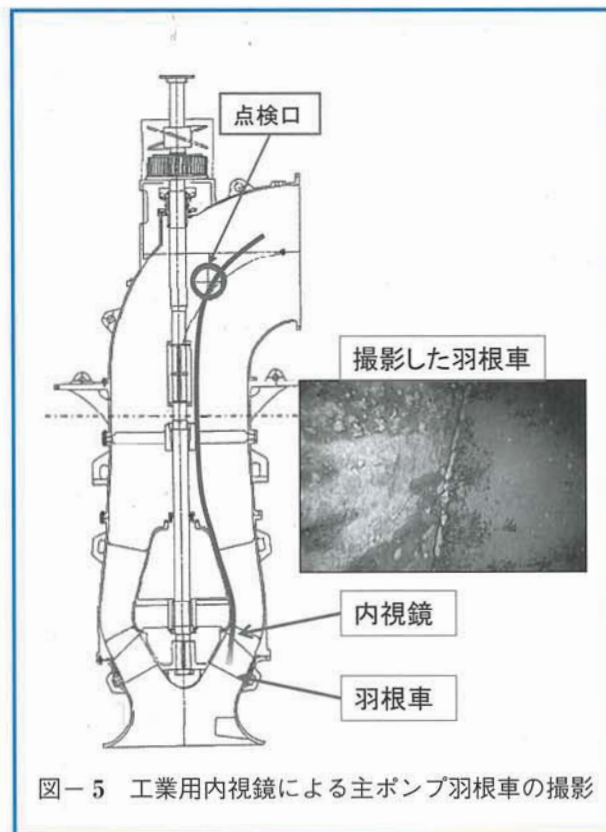
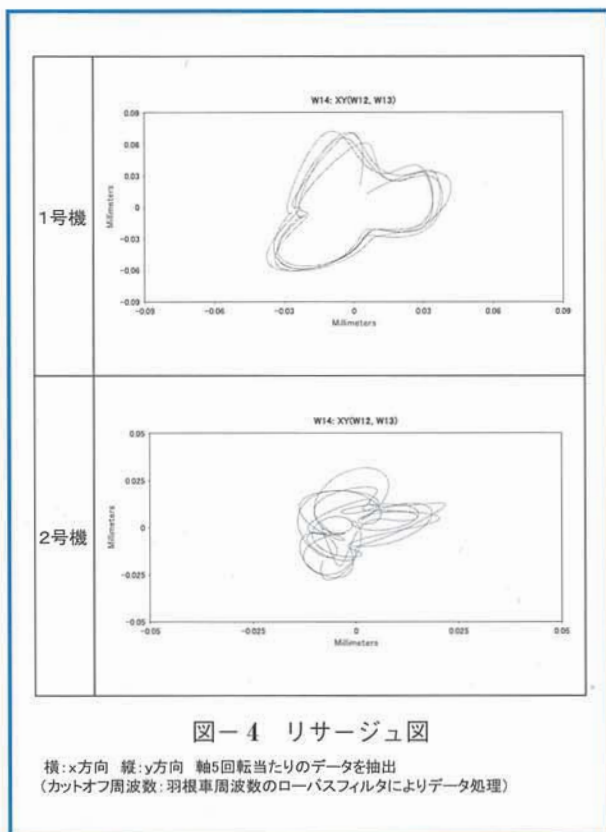
本手法では、写真－1に示した渦電流式変位計測センサにより計測したデータに基づいて、振動波形や発生周波数を確認することにより、異常兆候（主ポンプ主軸のアンバランス・曲がり、水中軸受のゆるみ、羽根車の摩耗等）を推定している。図－3の計測波形では回転数成分



写真－1 主ポンプ振動解析



図－3 主ポンプ主軸振動データ解析例



が高く、アンバランスが疑われるケースである。図-4は、主ポンプ主軸の軸に対して垂直方向の動き（軸芯の軌跡）を平面図にプロットし、軸の触れ回り状態を確認するものでリサージュ図という。図の形状や触れ回りの大きさ等を確認することにより、異常の有無を判定するものである。

また、一定の供用年数を経過した場合、あるいは羽根車等の異常が懸念される場合、図-5に示すとおり工業用内視鏡による羽根車撮影を行う診断技術を提案している。

2) ジェットファン吊金具打音点検

トンネル覆工に固定されるジェットファンは、主にあと施工アンカーで支持されており、アンカー金物や周辺コンクリートの劣化の有無を目視と打音によって確認している。

平成26年度より、打音点検の定量的な評価手法の検討に着手し、ボルトの有効長と打音周波数の関係に着目した試験を行っている（写真-2）。



写真-2 ジェットファン用アンカー打音構内試験

③ 維持管理計画に関する支援

機械設備の点検時における計測データを用いて、「傾向管理評価シート」（図-6）を作成し、当該設備を管理する事務所に提供している。

数年分の点検データの変化傾向から設備の劣化状況を把握することを目的としており、各直轄事務所が作成する設備ごとの維持管理計画における中長期および各年度保全計画の立案に活用されている。

機器名		傾向管理項目	
立軸ポンプ	部品名称: ④ 流れ方向 (X-X') ※測定方法参照	振動	健全度レベル:
定義	初期値 (m)	新規据付時 正常値 = 5.0 μm	
	管理基準値	注意値: 2.5m = 12.5 μm 危険値: 6.3m = 31.5 μm (H25年度)	
	許容値	メーカー保証値 = 80 μm または、JIS B 8301-2000付属書2図1	
評価フロー			
定期点検 傾向管理グラフ 確認 危険値超過 注意値超過 急増急減 計測精度増加 実施 計測精度確認 実施 健全計画 メーカー詳細確認 実施 初期値 (mm) 正常値 = 5.0 危険値 = 31.5 振動以外 初期値 (mm) 標準値 (mm) 注意値 = 12.5 危険値 = 31.5			
振動の評価法には、大きくわけて絶対判定基準法と相対判定基準法があるが、傾向管理を行う場合は一般に相対判定基準法がもちいられる。			
1. 初期値設定 初期値 (正常値) の設定方法は、以下によるものとする。 【設置時または稼働初期段階における計測データがある場合】 設置時または稼働初期段階における計測データの値、または平均値とする。ただし、計測データが初期段階で一定期間漸減後安定するケースでは、漸減後の安定時の計測データとする。 【設置時または稼働初期段階における計測データが無い場合】 以下の2条件を満たす直近データの平均値とする。 ①計測値に急激な増減が無いこと。 ②点検時の不具合コメントが無いこと。			
評価方法	今回の初期値設定: 全体的に変化が少ない。 H24年度5月の値を初期値 (正常値) とした。(計測機器変更の為)		
2. 管理基準値設定 注意値は、初期値の2.5倍の値、危険値は6.3倍の値とする。 機器が正常であれば測定データは注意値以下に収まる。 ただし、ポンプの振動に関しては、絶対値での許容値が存在する場合は、許容値も含めて評価しなければならない。			
初期値 (m) 注意値: 2.5m (初期値の2.5倍) 危険値: 6.3m (初期値の6.3倍)			
現況評価結果	現状維持 (変化なし) / 増減繰反・漸増・漸減 要対応 (急増・急減) 全体的に変化が少ない。近年の急増なし		

対処方法	計測値の評価は、傾向管理グラフにより確認し、 ①注意値となった場合は、計測頻度を増やす等の対策を取り、簡易診断 (異常の有無を判定) する。 ②危険値となった場合は、精密診断 (異常の原因を究明) し、メーカー詳細確認などを行い、対策を施す。
測定方法	【計測箇所】 振動測定はポータブル振動計を用い、測定点にはマーキングを付けて測定を行う。測定データの環境及び測定条件は極力、同一条件で測定する。
	【運転条件】 運転条件として、水位条件を明記する。
	【計測タイミング】 運転5分後以降とする。
【計測時間】 数秒程度	1. 2.
しきい値 参考規格名	1. 許容値: JIS B 8301-2000付属書2図1 振動基準値
	備考: 振動ポンプ: 軸受中心における振動 定軸ポンプ: 電動機の上端軸受中心における振動 制振器付: 振動基準値
	2. 管理基準値: ISO 10816-3 (2009) mechanical vibration
3. 管理基準値: JIS B 9906 (2009) 機械振動一併回転部分における機械振動の測定と評価—一般の指針	
ノイズによる特色 (製造年月による変化)	「H10」、「H14~H18」、「H19~H23」、「H24」 それぞれ計測機器が異なる。

図-6 傾向管理評価シート (案) の例

④ 機械設備維持管理システムの運用

1) 機械設備維持管理システムの整備

機械設備維持管理システム (図-7) は、揚排水ポンプ設備・ゲート設備・トンネル換気設備・道路排水設備等の河川や道路における機械設備の機能保全、危機管理対策および維持管理計画の立案等に資するため、設備台帳・点検情報・運転情報・故障情報等を蓄積するとともに健全度評価等の管理ツールを備えたデータベースである。関東維持管理技術センターでは、システムの普及および有効活用を図るとともに、データベースのメンテナンスを行っている。

なお、河川系機械設備の維持管理システムに

ついては、平成26年度より先行的に運用を開始しており、道路系についても平成27年度よりデータ整備に着手している。

2) データの信頼性確保

データベースの信頼性を確保するため、関東維持管理技術センターではデータの一括管理を行っている。具体的には、各直轄事務所が取得した点検・整備データについて、システムへの入力ルール (形式・データ長) が徹底されているか、必要な情報が漏れなく記入されているか等を確認し、各直轄事務所との対話によって適正な内容への修正を行っている。また、入力

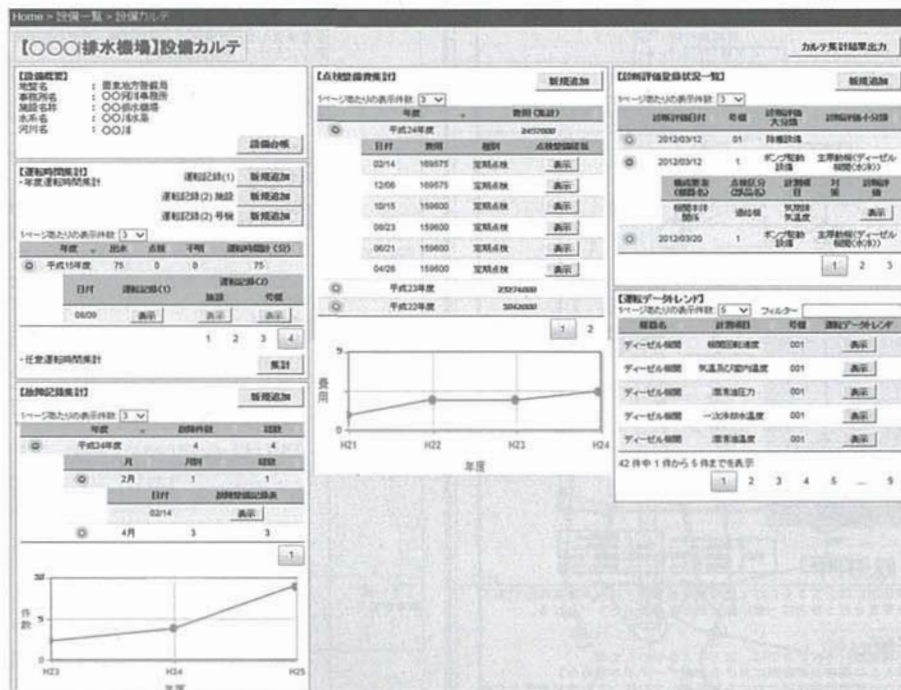


図-7 機械設備維持管理システム（画面例）

ールは、マニュアル化（図-8）して各直轄事務所に配布するとともに、不明・疑義に対する問い合わせ窓口として個別の案件にも回答する体制をとっている。

3) 説明会の実施

毎年、各直轄事務所の機械設備管理担当職員と機械設備点検業務の受注者（担当技術者）を対象として、機械設備維持管理システムデータの作成に係る説明会を開催している（写真-3）。

機械設備は構成機器が多いことから、維持管理システムへの入力項目が多く、マニュアルだけでは入力方法が確定できない事項も多いため、説明会を行うことにより理解が深まると考えている。

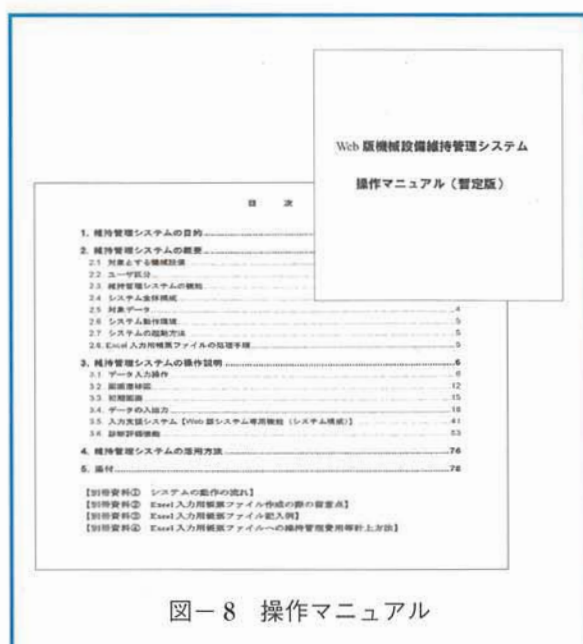


図-8 操作マニュアル



写真-3 説明会実施状況

また、各直轄事務所や点検業者からの意見や疑義に応じて、マニュアル自体の改良も加えている。

3. 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、道路構造物および機械設備に関する技術的支援およ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－4）。



写真－4 地方公共団体との合同現地調査の状況

(2) 研 修

地方公共団体等の職員の技術力育成のため、定期点検要領に基づく道路橋およ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－5）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、現地での点検実習の運営、研修関係資料の作成等を担当している。



写真－5 研修の状況（上：講義，下：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・診断技術講習等）

《参考：センター活動以外》

- i-Construction（ICT 施工）技術講習会・技術見学会（例：マシンガイダンスによるバックホウ掘削等の講習・見学等）
- i-Construction 実技講習会（例：UAV・GNSS・ICT 建機等を使った実践的な実習）

4. 直轄管理施設への技術的支援

直轄管理施設の点検・診断、不具合への対応等として、直轄事務所の技術職員・橋梁検査員・橋梁点検員への技術指導(写真-6)を行っている。また、技術検討会の委員、関東地方整備局管内の都県ごとに設置されている道路メンテナンス会議のオブザーバーとして、参画している。

5. 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・直轄管理施設への技術的支援、関係機関との意見交換等を行っている(図-9)。

6. 情報発信

技術講演会等における発表(図-10)、技術雑誌への投稿、ホームページへの掲載(図-11)等による情報発信を進めている。

また、国土交通省国土技術研究会、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を紹介するパネル展示(写真-7、8)を行っている。



写真-6 直轄事務所職員等との橋梁合同点検

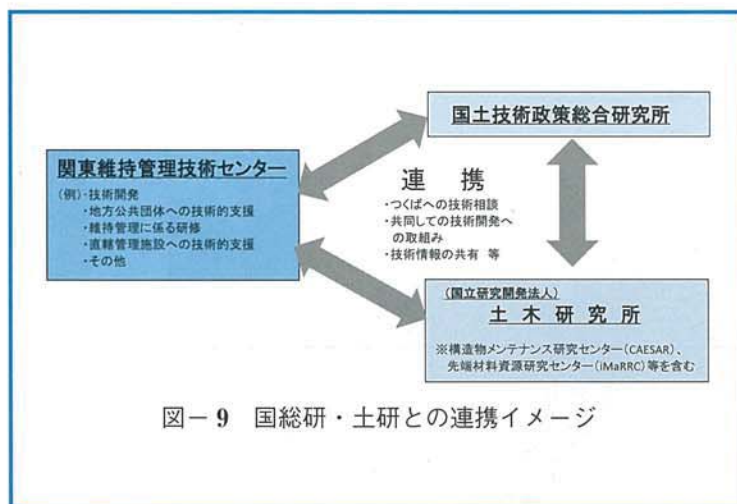


図-9 国総研・土研との連携イメージ

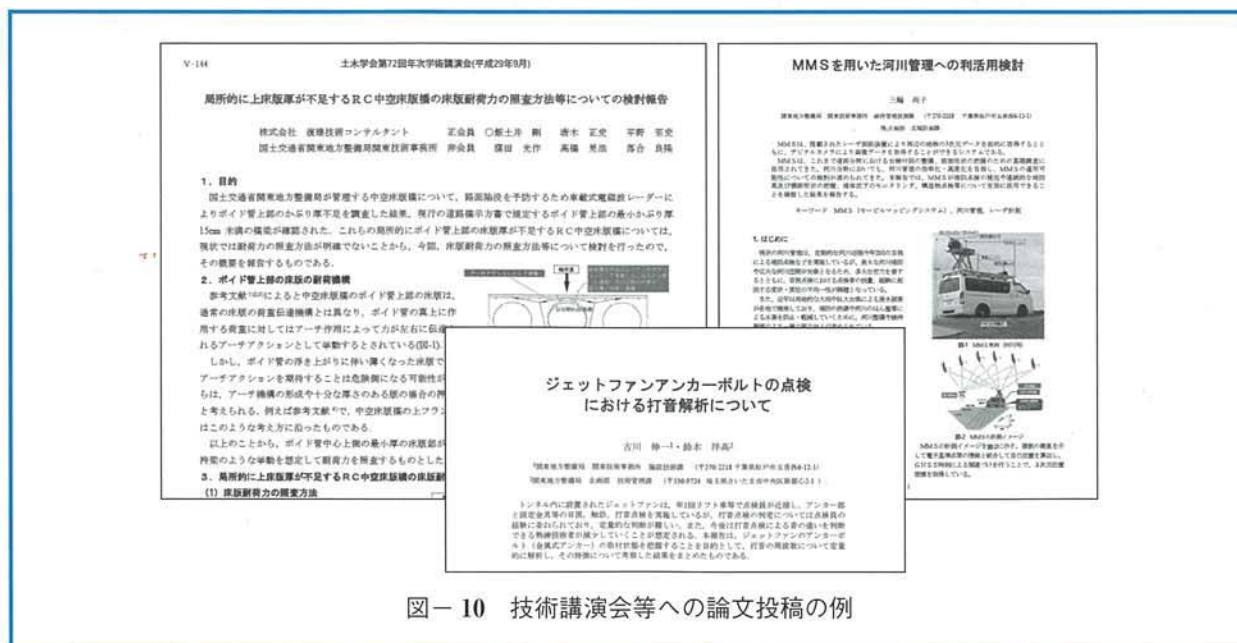


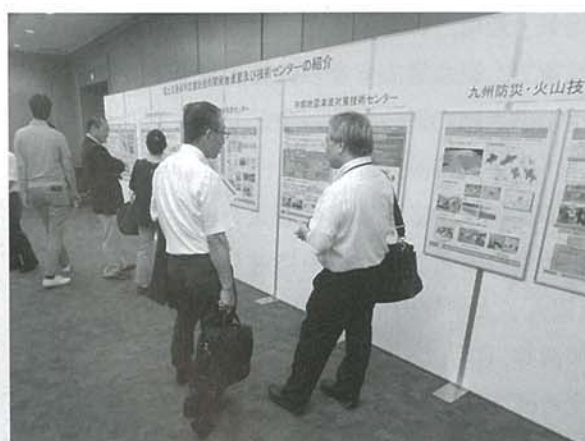
図-10 技術講演会等への論文投稿の例



図－11 関東維持管理技術センター・ホームページ



写真－7 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状況



写真－8 土研新技術ショーケース2017における技術センターパネル展示の状況

7. その他

夏休み親子防災教室等のイベントや建設技術展示館（関東技術事務所構内）において、社会資本の維持管理に関するパネル展示（写真－9）を行っている。



写真－9 「道路の老朽化に関するパネル展」の開催状況（船橋防災センター内）

8. おわりに

今後も、国総研、土研、他の地方整備局等と連携を図りつつ、技術開発等を進め、その成果を現場にフィードバックしていくとともに、管理者として必要な技術力の育成や地方公共団体・直轄管理施設への技術的支援も積極的に行っていくことにより、より一層の効率的かつ効果的なメンテナンスサイクルの実現を図っていく。

（次号は、北陸雪害対策技術センターを紹介します。）