

機械設備の維持管理への取組み

田中義光

1. はじめに

我が国においては、高度成長期より急速に整備された多くの社会資本が老朽化している実態があり、今後でもできる限り既存のインフラを安心して利用し続けることのできる維持管理手法の確立が急務となっている。このような状況に鑑み、関東地方整備局は河川・道路の戦略的な維持管理手法に係る調査・試験を所掌とする「関東維持管理技術センター」（以下「維持管理技術センター」という。）を平成25年7月に設置した。

維持管理技術センターは、国土交通省の関係部署と情報共有を図るとともに各地方整備局・土木研究所・国土技術政策総合研究所と連携して業務を実施し、成果については効果的に普及できるよう努めている。本稿では、維持管理技術センター業務の柱の1つである機械設備（ポンプ設備、ゲート設備、トンネル換気設備等）に関する具体的な取組みについて紹介する。

2. 機械設備に関する取組み

2.1 基本的な実施方針

機械設備に関して、「老朽化設備の増大」「維持管理費用の増大」「専門技術者の減少」等の課題に対応するため、点検等で得られる維持管理情報を横断的に集約するとともに、設備の状態監視保全手法及びそのツールとなる診断手法の確立・普及を図り、現場における維持管理業務を支援するものである。以下に具体的な事項を示すとともに、主な取組みに関しては3. ～7. 項に述べる。

2.2 維持管理情報のデータベース構築

維持管理上必要となる情報の信頼性を確保するため、維持管理技術センターが情報を一元管理してデータベースを構築し、当該データを用いて設備毎及び横断的な解析を行っている。

2.3 維持管理データの有効活用

次のとおり設備の管理事務所（以下「各事務

所」という。）にデータベースの有効活用手法を提案している。

- (1) 点検データに基づく傾向管理
- (2) 故障情報に基づく点検内容の精査
- (3) 故障情報に基づく技術の改善
- (4) 中長期保全計画の立案(主要機器の整備更新計画・予備品管理計画等を含む)

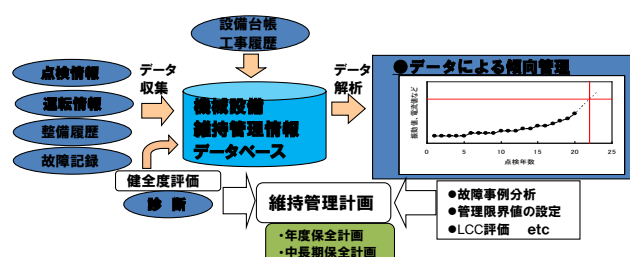


図-1 維持管理データの有効活用

2.4 状態監視保全技術の確立・普及

状態監視保全は、各機器の劣化あるいは性能の低下具合を適切に把握し、その状態に合わせた保全を行うものであり、時間計画保全と比べて不要不急の保全を回避できるメリットがある反面、判断を誤ると故障を起こしてしまうリスクもある。現状において、河川ポンプ設備のように普段稼働しないが出水時などに確実な稼働を求められる待機系設備に対する手法は確立していない。

維持管理技術センターでは、河川ポンプ設備・河川用ゲート設備、トンネル換気設備等の致命的な機器(故障を起こすと設備の機能が喪失する機器)に関する健全度の評価に資する診断について具体的な手法の調査試験を実施し、状態監視保全技術の確立・普及促進に努めている。

3. 機械設備維持管理システムの整備

3.1 WEBシステムの整備

機械設備のデータベースは「機械設備維持管理システム」（以下「維持管理システム」という。）といい、各地方整備局共通の統一システムである。

関東地方整備局では、平成26年度より河川系の設備について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を行っている。関東地方整備局では、ネットワーク環境とユーザ



図-2 維持管理システム (設備カルテ抜粋)

利便性を考慮してWEBシステムを採用しており、維持管理技術センターでデータベースの整備・メンテナンスを担当している。

3.2 データの一元管理

データベースの信頼性を確保するために、①データ種別と格納する場所の明確化、②入力ルール(形式・データ長)の明確化、③標準機能以外の拡張ルールの明確化を図り、各事務所が作成する情報に統一性を持たせている。

これらのルールは、マニュアル化して各事務所へ配布するとともに、不明疑義に対する問い合わせ窓口として関東技術事務所が個別の案件にも回答する体制をとっている。

3.3 データの信頼性確保

3.3.1 データ精査

設備を管理する各事務所から定期的及び必要に応じて臨機に情報を収集するものとして、設備台帳(新設時あるいは改造時)、点検情報、運転情報、故障情報、整備情報等がある。

これらの情報全てについて、データの取扱ルールに沿ったものであるか確認し、各事務所との対話によって適正な内容への修正等を行っている。

3.3.2 説明会の開催

毎年各事務所の機械設備管理担当職員と実際に機械設備点検業務の請負者(担当技術者)を対象として、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。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。説明会は、河川系と道路系の各事務所及び点検業務請負者に分けて実施しており、マニュアルでは分かりにくい細部の説明、モデルケースによる入力演習、個別の判断が難しい事項に関する質疑応答を織り交ぜるなど、理解度を高めて頂

く工夫をしている。また、各事務所や請負者からの意見や質疑に応じて、マニュアル自体も改良を加えている。

4. 維持管理データの有効活用

4.1 各設備での活用

4.1.1 傾向管理による健全度の評価

点検時の計測データを用いた傾向管理によって、各設備を構成する主要機器の「健全度の評価」を的確に行えば、状態監視保全の適用範囲を拡大できる。機械設備の傾向管理は、圧力、回転数、電流、振動、温度等のパラメータに着目して実施している。図-3に示すグラフは、ある河川ポンプ設備の主原動機排気温度を約7年間にわたりプロットしたものである。

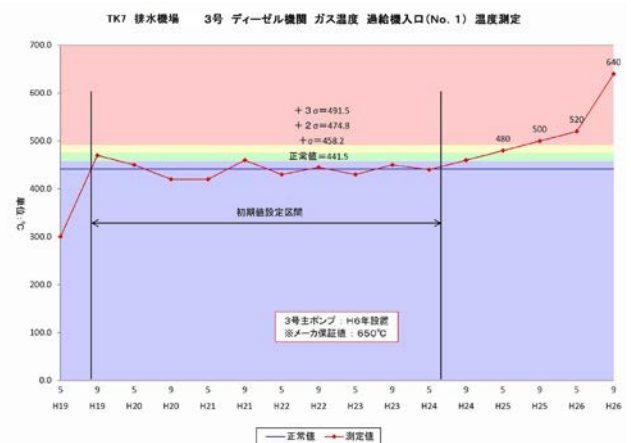


図-3 主原動機排気温度の計測事例

この主原動機の過給機は、平成26年度における点検の結果、案内環が硫酸腐食により一部脱落して動翼と干渉し、排気温度が上昇していることがわかった。図-3では約2年前から上昇傾向を認めるが、メーカーの指定する正常範囲(650°C以下)にあるため、単年度の計測値データだけでは異常を断定することは難しい。しかし事例のように傾

向管理を行えば、正常範囲にある数値との相対評価によって異常傾向を把握し、整備等の保全タイミングを判断する健全度の評価が可能である。

維持管理技術センターでは、関東地方整備局管内の主要施設に優先順位を設け、年間13施設程度選定して点検データを遡って収集・解析し、主要機器の傾向管理を幅広く実施している。その評価結果を「傾向管理評価シート」(表計算ファイル形態で以後継続利用できるもの)としてまとめ、各事務所へ報告している。

4.1.2 保全計画の見直し

施設毎に作成する維持管理計画には、年度毎に実施する点検等の内容を定める「年度保全計画」と、主要機器の整備や更新を中長期的な視点で資金計画とともにまとめる「中長期保全計画」を盛り込むこととされている。

各施設に関する過去の維持管理情報のうち、主要機器の整備・更新データと故障データを蓄積することによって、時間計画保全の精度も向上させることができ、より現実的な中長期保全計画の策定・見直しが可能となる。

4.2 横断的な解析

4.2.1 機器の故障情報の解析

図-4及び5は、河川ポンプ設備と河川用ゲート設備の故障箇所と件数を統計した事例である。

このような統計によって、設備の弱点を知ることが可能となり、また構成機器の故障内容や原因、故障率等を把握することによって、致命的機器を抽出するFMEAやシステムのリスクを評価できるFTA等の信頼性評価手法を活用できるようになる。

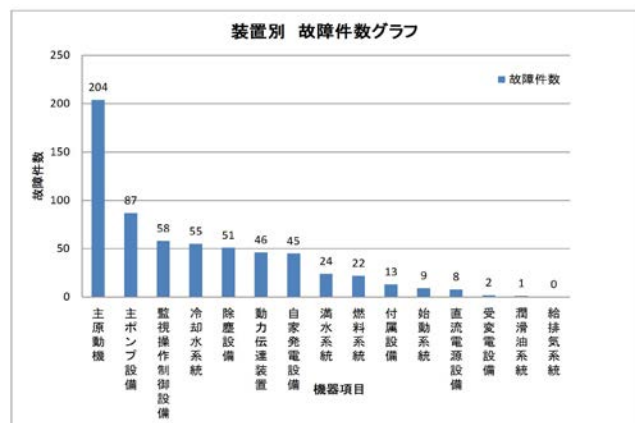


図-4 河川ポンプ設備の故障傾向

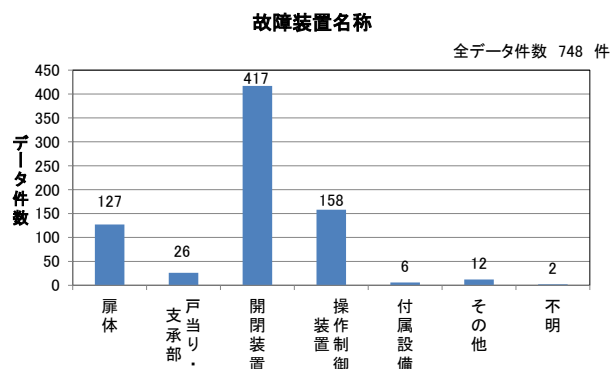


図-5 河川用ゲート設備の故障傾向

4.2.2 主要機器の整備・更新サイクルの解析

河川用ゲート設備及び河川ポンプ設備の「点検・整備・更新マニュアル(案)」には、主要機器の修理や整備間隔の標準年数が示されており、現場における時間計画保全の目安となっている。

維持管理システムの整備データは、これらの年数を見直すために活用されるべきデータであることから、維持管理技術センターでは今後のデータを抜けなく収集するとともに、できる限り過去の紙ベースのデータについても当該システムに格納させるべく電子化を行っている。

5. 状態監視保全技術の確立・普及

維持管理技術センターでは、精密診断に関して以下の取組みを実施している。

5.1 河川ポンプ設備

5.1.1 ポンプ設備の振動解析

土木研究所先端技術チームの指導により、河川ポンプ設備の振動解析による精密診断を実施している。

診断は、羽根車、主軸や水中軸受を主な解析対象とし、主軸の変位波形・周波数分布に基づいて実施するほか、減速機の歯車・軸受の診断も行っている。

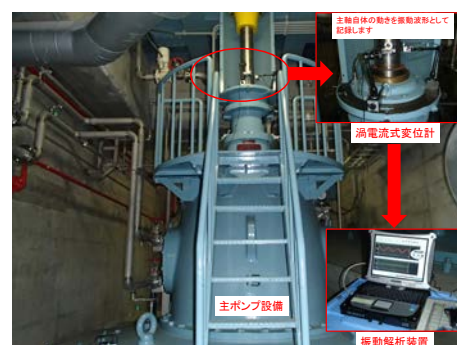


写真-1 主ポンプの振動計測・解析

5.1.2 工業用内視鏡による診断

振動による精密診断によって、羽根車や水中軸受に異常が疑われる場合、確定診断として工業用内視鏡を用いて羽根車や水中軸受部を撮影し、劣

化や破損の有無を確認することが効果的である。

維持管理技術センターでは、現実的に活用できる適用機種（工業用内視鏡）の検討、撮影・評価方法の立案を行っており、実際に現場のポンプ設備を用いて適用性試験を実施している。

5.2 河川用ゲート設備

河川用ゲート設備については、精密診断手法が明確になっていないため、扉体・開閉装置・操作制御設備等を対象とした診断技術の検討を実施しており、平成29年度迄にまとめる予定である。

5.3 ジェットファン取付アンカー打音点検

換気を行うためにトンネル内に設置されるジェットファンは、覆工に後施工アンカーで取付けられる。本課題では、アンカーの点検手法である「打音」に着目し、「異常」と「正常」の音の違いを定量的に把握できないか検討を進めている。調査・試験方針については、土木研究所トンネルチーム、国土技術政策総合研究所橋梁研究室の助言を得るとともに、橋梁研究室の模擬供試体（後施工アンカー定着部の多様な不具合を再現したもの）を活用した試験を実施している。



写真・2 ジェットファン取付アンカーの打音点検

6. 故障データに基づく技術改善

図-4及び図-5より、河川ポンプ設備では主原動機や主ポンプ、河川用ゲート設備では開閉装置での故障が多いため、これらの診断手法及び機器の製作仕様改善に関するニーズが高いことがわかる。

5.項に示す状態監視保全技術はこれらのニーズに基づくものであり、さらに河川ポンプ設備では、主原動機における電動機の採用検討も進めている。

7. 経済性評価の実施

状態監視保全の適用範囲を拡大するためには、点検や定常的に実施する整備に加え傾向管理や診断の実施に要するコストが必要となる。従って、LCCを低下させるためには、通常 of 保全サイクルと主要機器の大規模な修繕・整備、更新に要する「費用のかかり方」を把握し、①状態監視保全によって整備・更新サイクルを延伸させることのできる主要機器の明確化、②主要機器の整備・更新費用、③点検（定常的に実施する整備を含む）及び診断に要する費用を総合的に勘案して中長期保全計画を見直していく必要がある。

維持管理技術センターでは、点検や整備に要する費用を施設別に記録し経済性を解析するとともに、新たに提案する各種の診断手法に関する経済性（実施費用）も重要な検討課題としている。

8. おわりに

機械設備の維持管理をとりまく課題に対処するためには、各関係者が真摯に技術力を培い、現場の維持管理に関する有用な技術を早期に普及させる必要がある。

維持管理技術センターでは、維持管理データベースの構築、活用手法の明確化、設備の状態監視保全手法あるいはそのツールとなる診断手法の確立・普及を目指すとともに、今後は管理者として必要な技術力を有する人材の育成、同じような機械設備を管理する地方自治体への支援についても取り組んでいく予定である。

謝 辞

平素より機械設備関係業務に関して、ご指導・ご助言を賜っております土木研究所先端技術チーム及びトンネルチーム、国土技術政策総合研究所橋梁研究室の皆様には厚く御礼申し上げます。

田中義光



国土交通省関東地方整備局
関東技術事務所 施設技術
課長
Yoshimitsu TANAKA