

機械設備の効率的な維持管理手法について ～H21年度の解析事例～

関東技術事務所 施工調査課 武田 直人

1. 背景

住民の生命・財産等を守るために社会資本として設置されたゲート設備やポンプ設備をはじめとする機械設備の施設数は図-1に示すとおり昭和40年代から急激に増加しており、今後は特に寿命を迎える設備が増加する傾向で老朽化に伴う故障の発生や施設停止等トラブル発生の頻発が危惧される。

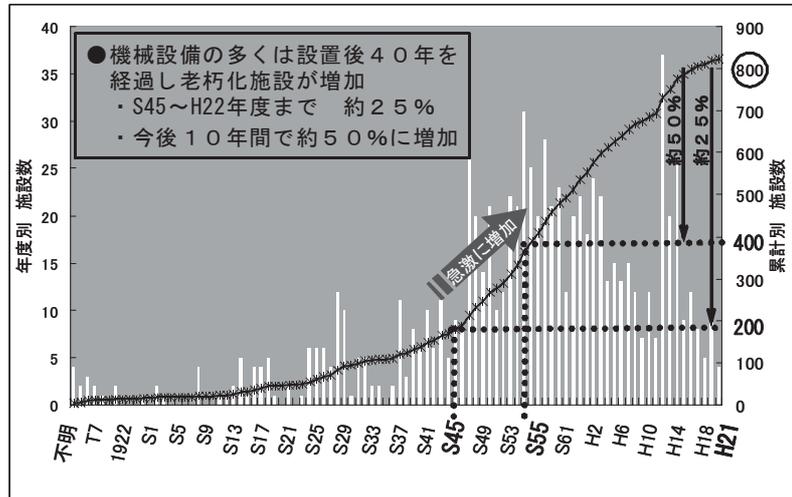


図-1 河川用ゲート設備・河川ポンプ設備の年次別設置施設数の推移

これらに対応するための維持管理費用の増加が予想されるなか、限られた予算の中で設備を効率的に運用していくには、これまでの一律的な維持管理から設備の状況に応じた効率的な維持管理への移行が求められている。

2. 機械設備の効率的な維持管理の取り組み

直轄管理の施設では、設備の信頼性を確保しつつ、設備の状態に応じた維持管理を実現するための考え方を示した「河川用ゲート設備、河川ポンプ設備点検・整備・更新検討マニュアル(案)」により点検結果をもとに施設毎の維持管理を実施するため取り組みを開始している。

関東技術では、効率的な維持管理を実現するため施設管理事務所が保有する維持管理データを継続的に収集し、施設管理事務所への技術的サポートを目的とした図-2「機械設備の履歴管理システム」の構築を進めている。その効率的な維持管理を行うために①設備の健全度をどのように評価するかが大きな課題であり、それを解決するため②点検データの傾向から設備の状態を把握する手法を検討している。

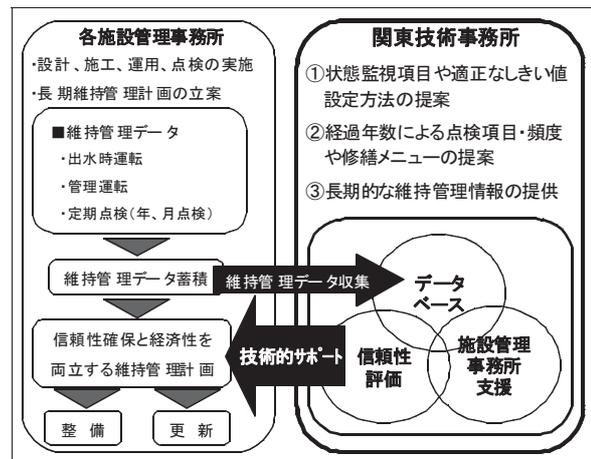


図-2 機械設備の履歴管理システム

H21年度では、過年度データの収集成果により状態監視項目や適正なしきい値設定方法の提案として、点検整備データにおける相対管理値で傾向管理が行えないか検討を行った。

### 3. H21年度の解析事例

#### 3-1 点検整備データによる事例<水中ポンプ軸受の振動値>

A揚水機場における振動測定を解析した結果を図-3に示す。A揚水機場は、2台の水中ポンプ（ $1.0\text{m}^3/\text{s}\times 1\text{台}$ ,  $0.4\text{m}^3/\text{s}\times 1\text{台}$ ）が設置されて24時間稼働している。

水中ポンプ軸受の振動計測結果に軸受不具合の予兆があることを確認できた。

振動という症状が起こる原因として、①羽根車の欠損②軸受の摩耗による振れ回り③回転体の重心ズレ④水中部の渦の発生のいずれかの項目に該当して振動が起きる。

解析結果として、以下の管理方法が有効であると判断した。

- ①月・年点検の傾向管理項目で故障に至る因果関係を確認できた振動計測値を今後のしきい値として用いる。
- ②これまで振動に関しては、基準値に対して評価する絶対評価を「写真-1 水中ポンプ軸受」採用してきたが、個々の機械の正常運転時の実データを正常値とし、正常値を基準として一定比率の注意値・危険値を設定し、これを相対管理値と扱い健全度を評価する。ここでは、振動に関して「ISO 10816振動管理値」の比率を準用し、注意値は正常値の2.5倍、危険値は正常値の6.3倍として検討を行った。

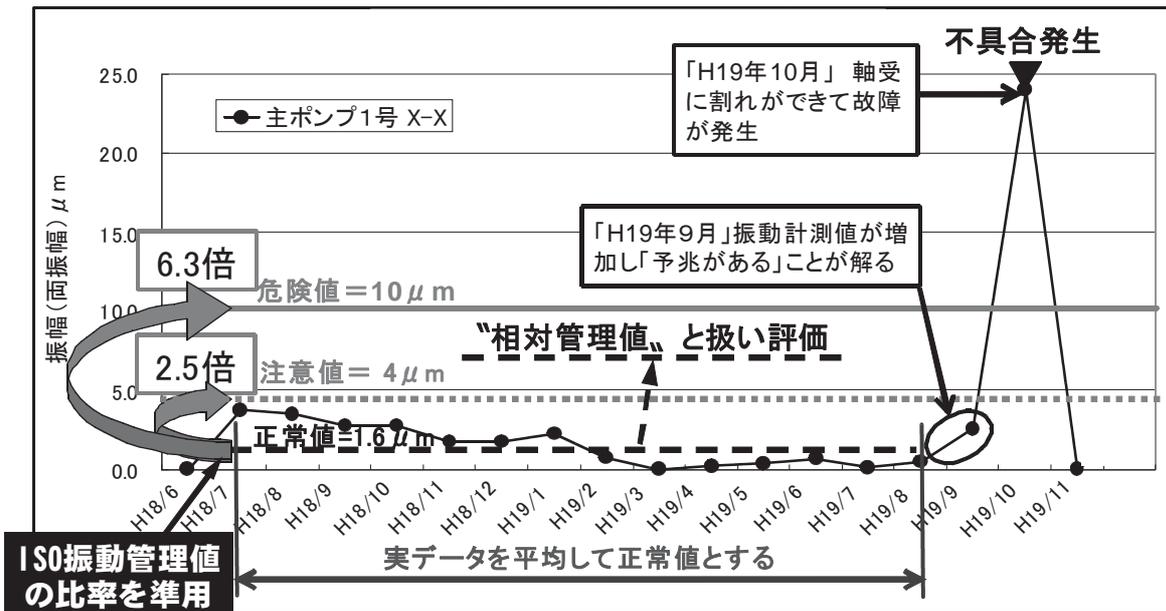
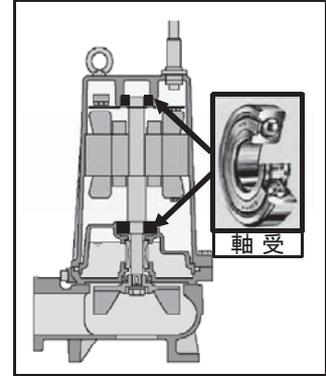


図-3 水中ポンプ軸受の振動測定結果

現状実施されている絶対評価の問題点は、①施設ごとに測定位置が同一ではなく、同一の管理値での管理は困難。②メーカーが推奨する現状の絶対評価の管理値は、実際の測定値に対して比較的大きな値となっており、状態の変化を判定するには大きすぎる。このような状況を考慮し以下に示すとおり、

- ①施設毎の正常値からの変化率に着目する。
- ②現場条件にあった変化を計測しやすい場所での計測を行う。

これによって、対象施設の劣化や故障状態が比較的初期の段階での認識が可能となる。

振動解析によって、振動計測で分解せずに不具合の予兆が解ることが判明したことで、大規模な整備や更新の実施時期の適正化を図ることが可能となる。また、管理値、評価フロー、評価方法や測定方法をまとめた傾向管理の評価シートの作成ができた。

しきい値とは、機械の管理方法を変更するきっかけであり、計測項目が注意値や危険値に達した場合、点検・整備レベルの変更として、計測頻度を増すことやメーカー詳細確認を行うなどの対策を取る必要がある。

### 3-2 点検整備データによる事例<水中ポンプの電流値>

B道路排水施設における電流値について解析した結果を図-4に示す。B道路排水施設は、3台の水中ポンプ(0.5m<sup>3</sup>/s×3台,1台予備)が設置されて道路のアンダーパス部で稼働している。

この事例では、水中ポンプの電流値に着目したところ正常値(定格値)より電流値が下がっていたことから、羽根車腐食などによって羽根車の隙間が大きくなり、負荷が少なくなっていることが想定できた。

また、経年により腐食した羽根車の交換後に電流値が正常値(定格値)に戻っていることが判明した。

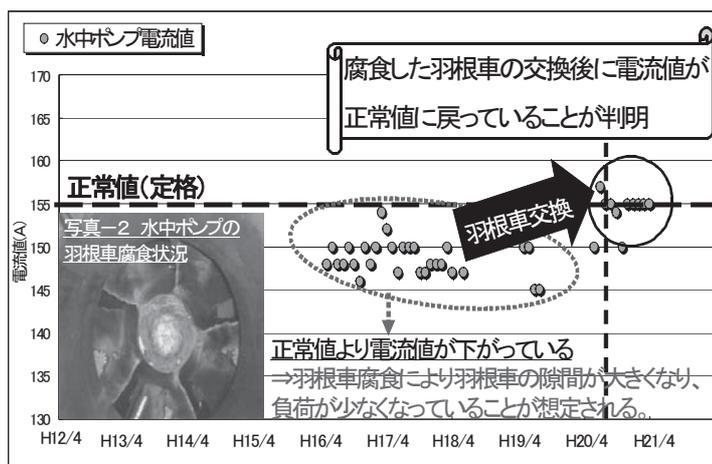


図-4 水中ポンプの電流値測定結果

評価手法として、電流計測で不具合の予兆が解ることが判明した。水中ポンプの分解整備が更新時期の判断指標として活用できる可能性がある。また、管理値、評価フロー、評価方法や測定方法をまとめた傾向管理の評価シートの作成ができた。

### 3-3 分解整備データによる事例<エンジンのデフレクション>

C揚排水機場におけるエンジンのクランク軸デフレクションの測定値を解析した結果を図-5に示す。C揚排水機場は、総排水量80m<sup>3</sup>/sで、6台(10m<sup>3</sup>/s×5台;揚排水兼用,30m<sup>3</sup>/s×1台;排水専用)の主ポンプが設置され、揚水ポンプについては24時間稼働している。

エンジンのクランク軸デフレクションの測定結果から、変位の増加が確認された。

このきっかけにより、詳細点検を実施したところ、上下方向に約2mmの軸心ズレが発生していたが、分解調整をしたことにより故障を未然に防ぐことができた。故障が進展した場合には、クランク軸の破断などエンジン機能の停止、すなわち排水機能が失われる重大災害となっていた。

原因は、確定することはできないが構造体の変位によるものと思われる。機械設備は構造物と一体となって機能しているため、傾向管理データの変化は、機械自体の経年変化など老朽化が起因するだけではなく、土木構造物の変化にも着目する必要があることを示す事例の一つである。

これにより、分解したときの部品の計測値で予兆が解ることが判明した。

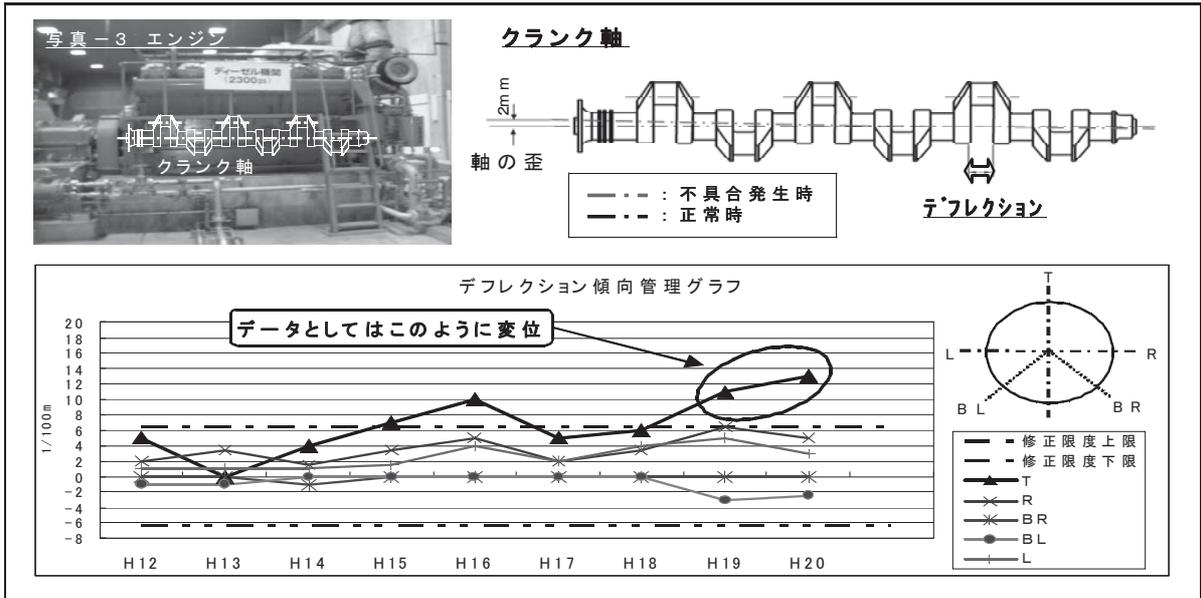


図-5 クランク軸デフレクション測定結果

#### 4. 成果のイメージ

機械設備の経過年数や劣化状況に応じた最適な整備時期や整備内容で実施できるように検討を行い、各施設管理事務所の維持管理業務の技術的サポートを行っていく。

- ①状態監視項目や適正なしきい値設定方法の提案
- ②経過年数に応じた点検項目、点検頻度や修繕メニューの提案
- ③長期的な維持管理情報の提供

#### 5. まとめ

##### 5-1 データベース化の必要性

点検や修繕結果をもとに施設毎の維持管理を行うためには、施設管理事務所が保有する維持管理データを継続的に収集・蓄積し、地整内の類似の施設で分析評価に活用することが有効であり、維持管理情報のデータベース化が急務となっている。理由を以下に示す。

- ①統計的に観ることで弱点が解る客観的な評価もできる。
- ②点検できない箇所の状態が解る可能性が高い。
- ③事例により他の部位もこれに類することがあるか解る。

また、データベース化により次のことが可能となる。

- ・将来的には、データ蓄積により施設情報が充実し、施設毎の「故障原因からもたらされる不具合事象」「故障率の算出」が可能となることで、例として腐食に問題があれば塗装仕様を変更するなどの設計の見直しができることになる。

##### 5-2 今年度以降の取り組み

今年度以降は、事例紹介した水中ポンプ軸受の振動値のように、過去のデータを収集して解析することで不具合に伴うしきい値を示すことができたため、今後も継続してデータ収集解析を行い施設毎に状態監視項目や適正なしきい値設定方法の提案に取り組んでいく。