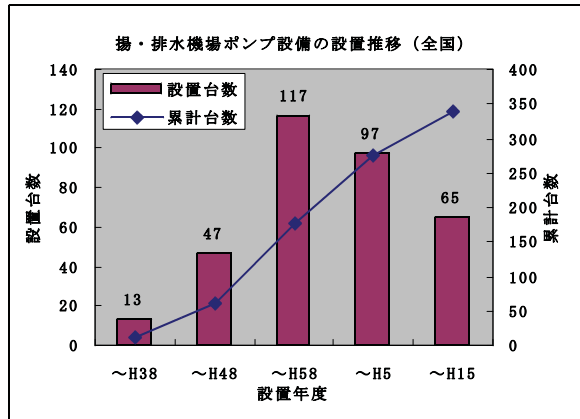


機械設備の効率的な維持管理システムの構築

関東技術事務所 施工調査課 小栗 富士夫

1. はじめに

機械設備（図－2 参照）は、高度経済成長期の昭和 40 年代以降から急速に整備されてきた。そのため近年では、老朽化した設備も多くなっており、老朽化に伴う故障発生が増加が危惧されるとともに、整備・更新に要する維持管理費も年々増加するものと予想される。このような環境の中、今後の維持管理は信頼性を落とさずに効果的かつ効率的な点検・整備を実施し、故障の防止と設備寿命の延命化が求められている



図－1 揚・排水ポンプ設備の設置推移（全国）

このことから維持管理活動上、現在が大きな変革点と言える。

関東技術事務所では、データに基づく維持管理の技術支援を行うことを目的に、全国に先駆けて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、総合的に評価・支援する「維持管理システム」の構築を目指している。

平成 20 年度は、関東地整管内にある「排水ポンプ設備、60 施設、175 台」と「トンネル換気設備、11 ヶ所、74 台」を対象に、下記の内容について取り組んだ。



揚・排水ポンプ設備 トンネル換気設備 水門設備 道路排水設備

図－2 機械設備

2. 維持管理システムの構築と機能

限られた財源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維持管理に移行していくことが不可欠である。整備時期でも全ての施設に関して定期整備間隔（例：10 年整備等）を定めて行う時間基準保全方式から各設備の状況に応じて状態監視項目と管理基準値を定め、維持管理計画の立案することが必要である。関東技術事務所では、これらを実現するため維持管理データ収集の仕組みとデータの解析手法の検討を行っている。

2. 1 情報管理（データの収集）

維持管理システムのデータベースを構築する上で、各施設管理事務所が保有する設備台帳、運転記録表、点検整備記録表、故障記録表などのデータを収集することが前提であり、以下のデータによって構成される。

- 1) 設備一般情報
- 2) 各施設の固有情報
- 3) 各施設の点検整備情報
- 4) 各施設の運転情報
- 5) 各施設の故障情報

収集したデータを解析することで、過去の故障事例の把握や信頼性評価・危機管理に活用することができる。

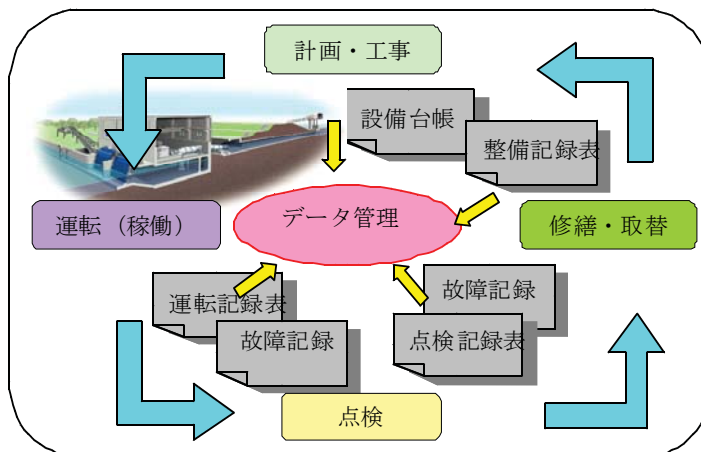


図-3 システム概要

2. 2 設備保全と状態監視の調査

現在、定められた時間計画に従って保守点検や整備等を実施する時間計画保全が主体であるが、設備診断結果に基づく機器の状態を監視し、寿命を予測する状態監視保全へ移行する必要がある。過去のデータを解析することにより機器の故障や劣化がどのような部位に、どの程度の運転時間で発生しうるかが判断できる。

状態監視値のトレンドと機器の老朽化（故障発生率が上昇）の関係をデータ収集により明らかにするとともに、状態監視項目の管理基準値を定期整備データから機器の健全度を解析し、状態監視項目の適切な管理基準値を求める。

なお、傾向管理をすることでデータから設備の劣化具合を予知した事例を紹介する。

平成5年6月 振動測定記録

測定方向	①	②	③	④
X-X	2	26	-	-
Y-Y	2	22	22	14
Z-Z	6	46	26	22



②振動値が大



精密診断を実施



腐食していた

平成13年2月 振動測定記録

測定方向	①	②	③	④
X-X	2	26~34	-	-
Y-Y	2	20~28	22	14
Z-Z	8	36~50	28~36	16

精密診断時のポンプ羽根車（外周部）



図-4 排水機場の振動データから設備の劣化を予知した事例

2. 3 信頼性評価と故障解析

故障による社会的影響や損害などの増大を抑えるには、各機器に対し、高い信頼性が要求されるため、個々の部品1つ1つの把握と部品に起因する故障の想定・対応策を立てる必要がある。

1) FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) : 故障モード影響解析

定量的解析を用い、ボトムアップ手法である。故障が発生した場合のシステム影響度、発見難易度、発生確率を段階的に評価を行い、設備を構成機器ごとに分解し想定される故障を抽出することができる。

故障モードとは、故障原因そのものではなく、故障原因からもたらされる不具合事象であり、例として「腐食」、「摩耗」、「欠損」などがあげられる。

設備区分 : 主ポンプ設備

機器部分	部品名	故障	故障モード	原因	検出方法	影響			故障発生頻度 ($\times 10^{-6}$ 件数/供用時間hr)	故障等級(致命度) ($\times 10^{-6}$ 件数/供用時間hr) \times システムレベル	対策		備考
						機器	システム	社会的影響			普及までの所要時間	内容	
インペラ	羽根車	排水能力の低下	腐食	経年劣化	振動測定	4	4		0.158	0.632	5ヶ月	取替	
		停止	摩耗	異物混入	吐出圧測定								
		回転不良	欠損	水質	流量測定								
				キャビテーション	目視								
羽根車 ナット	羽根車脱落	腐食	経年劣化	目視	4	4		0.158	0.632	1ヶ月	取替		
	羽根車支持不良	破断	設計・施工の誤り										
		はずれ											

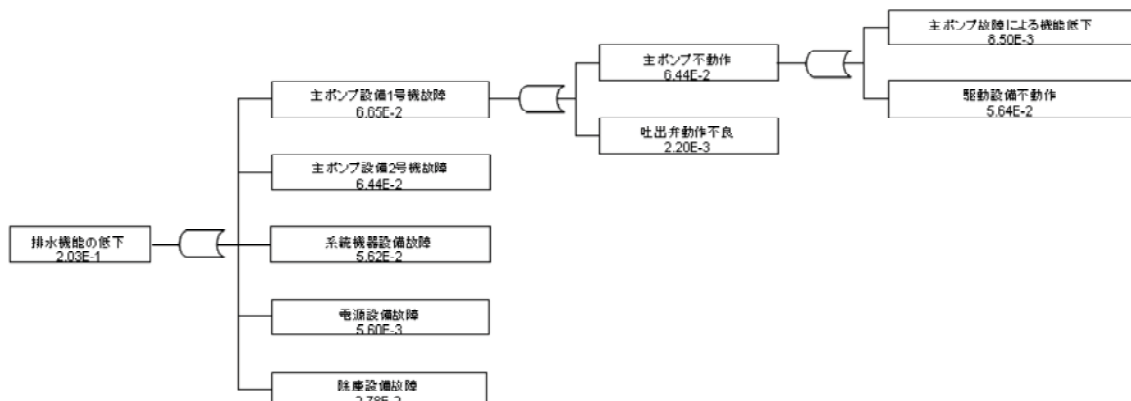
表－1 主ポンプ設備を対象としたFMEAシート事例

2) FTA (Fault Tree Analysis) : 故障の木解析

FMEAと逆にトップダウン手法であり、システムや機器の故障を発生させる望ましくない事象をトップ事象とし、その事故・故障要因を下位レベルまで展開することができる。

上記1)、2)の解析手法は、自動車や航空産業では用いられており一般的な手法といえる。FMEAとFTAを相互に実施することで、FMEAによってシステムの弱点に関する技術改善を検討し、FTAによってシステム全体のリスクを把握することで互いの特徴を補完し合いながら活用することによりシステムに致命的な影響を与える機器を網羅し、故障率の把握とリスク回避に役立てられる。

実施した結果を視覚的に現すツールとしてFT図(Fault Tree)を用いる。



図－5 排水機場設備を対象としたFT図の作成例

3. システムの利活用（各施設管理事務所支援）

3. 1 日常管理の効率化

設備台帳や点検・整備記録表などの情報管理（データ集約）を関東技術事務所で一元的に管理することにより、日常管理の効率化が図れる。また、施設管理事務所毎に異なる保存電子媒体を統一（電子データ化）することで入出力の容易さと情報提供に役立てられる。

3. 2 維持管理計画の立案

解析したデータに基づいた整備・更新計画の立案をすることで、既存の設備を有効に活用するストックマネジメントができる。それにより、新設するコスト縮減を図ることも可能である。また、製造に関する情報やリコール情報などを周知することで交換時期の策定や部品供給における迅速な対応が図れる。

3. 3 危機管理体制の強化

過去の故障事例を把握することで故障発生時に同一事例を参考とした対応の迅速化や維持管理上の注意点など支援を行う。また、施設毎に「くせ」というのを把握し、各機器の弱点を重点的に点検を行うことでリスク回避となる。

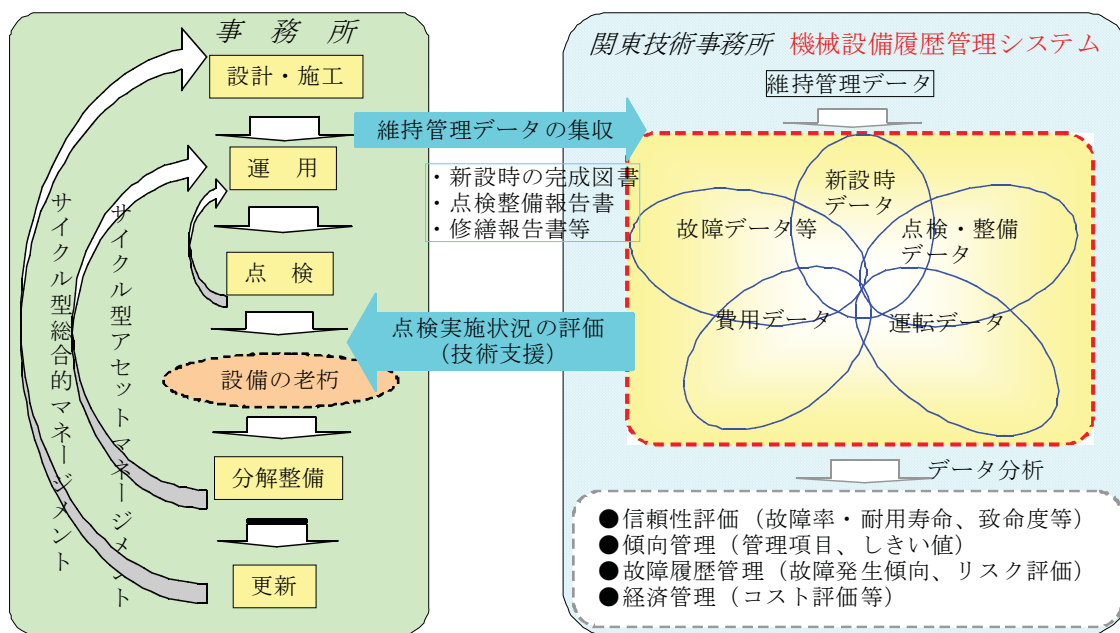


図-6 運用体制

4. 今後の取組

現在、構築段階であるシステムの本格運用は平成 22 年度を目処としている。システムの利活用によって施設管理事務所への支援はもちろんのこと、設計基準や点検・整備指針に反映することも目的としている。

平成 21 年度は「揚水ポンプ設備」、「水門設備」、「道路排水設備」について調査・分析を行う予定である。なお、平成 20 年度に調査・分析をした「排水ポンプ設備」と「トンネル換気設備」についても、引き続きデータの収集・分析を実施していくため施設管理事務所にはご協力をお願いするとともに、システムの利活用を進めていく予定である。