

第2章 技術の概要

第1節 技術の目的

§5 技術の目的

本技術は、ICTを活用したモニタリングにより、設備の劣化状況を診断する技術を導入し、ストックマネジメントの効率的な実施に資することを目的としている。

【解説】

下水道事業におけるリソース(ヒト・モノ・カネ)は課題を抱えている。ヒトの面では、地方公共団体の下水道職員は、平成27年度には平成9年度約47,000人のピーク時の約6割に減少している。また、モノの面では、下水処理施設約2,200箇所の約60%に、機械・電気設備の標準的な耐用年数15年を超えている設備が存在する。さらに、カネの面では、人口減少による使用料収入の減少等により、下水道事業の収支は厳しい環境にある。

このような下水道事業環境を背景に、適切な維持管理・改築など計画的かつ効率的に施設管理を行うためのストックマネジメントの重要性が増している。

本技術は、老朽化が進む膨大な下水処理場設備を適切に管理し、ライフサイクルコストの低減や投資の最適化を図り、ストックマネジメントの効率的な実施に資するため、ICTを活用したモニタリングにより設備の劣化状況を診断する技術である。また、本技術の導入効果について、以下の事項を実証成果としている。

<実証成果事項>

- ①設備信頼性向上により故障を予防することによる損害低減効果
- ②設備補修点検周期の延伸によるコスト縮減効果
- ③劣化診断の効率化による作業量・時間の低減効果
- ④劣化診断の高度化による計測誤差低減、劣化診断及び劣化予測の精度向上効果
- ⑤モニタリングデータ蓄積による劣化診断及び劣化予測の精度向上効果
- ⑥実証設備の設置環境下における劣化及び耐久性に関する調査(分解調査)

図2-1に技術の全体概要と実証成果の位置付けを示す。

本技術は、ICTを活用した振動センサーモニタリング技術とその補完的な位置づけとしてのタブレット点検技術、またそれらを用いてクラウドサーバ上に蓄積した情報を元にした設備劣化診断/劣化予測技術を要素技術としている。これらにより、劣化診断及び劣化予測の精度向上や劣化診断の作業量・時間の低減を図り、劣化診断結果によっては補修点検周期の延伸が可能となる。

また、連続測定 of 振動センサー情報を常時監視することにより、故障を未然に防止して損害低減する効果やタブレット端末活用による点検作業の効率化により、点検に係る作業量・時間を低減する効果を期待できる。

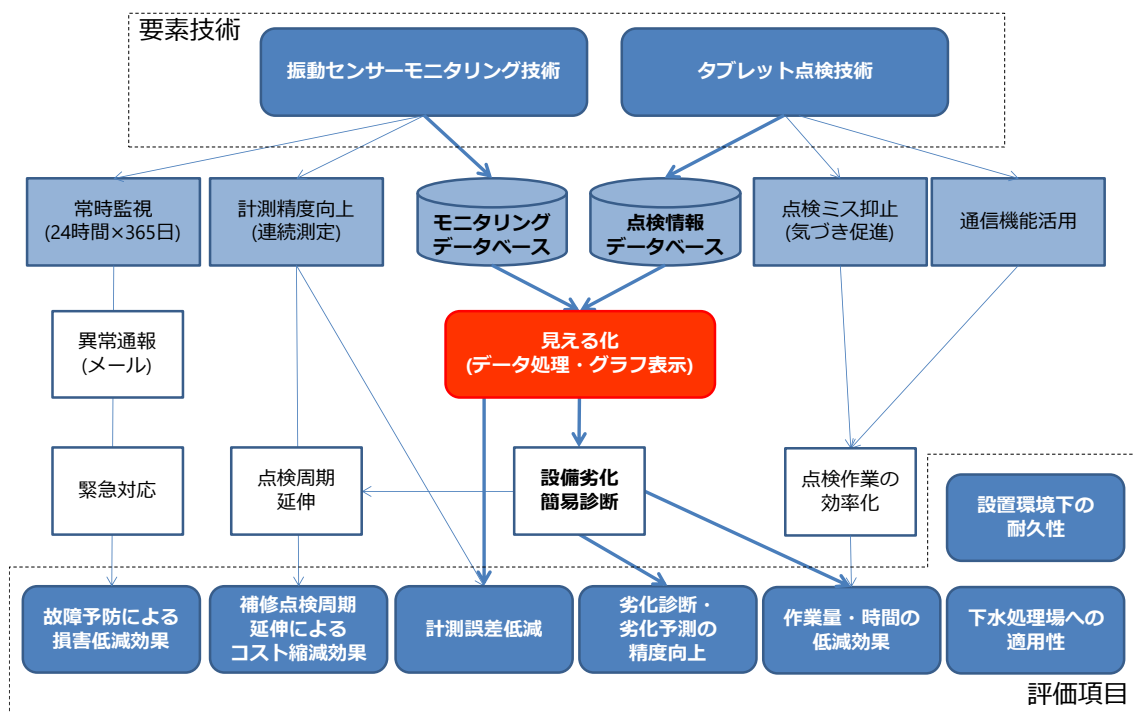


図 2-1 技術の全体概要と実証成果の位置付け

§ 6 技術全体の概要と特徴

本技術は、ICTを活用したモニタリングにより、設備の劣化状況を診断する技術を導入し、ストックマネジメントの効率的な実施に資する技術で、次の要素技術から構成される状態監視技術である。

- ・ 振動センサーモニタリング技術
- ・ タブレット点検技術
- ・ クラウドサーバ上に蓄積した情報を元にした設備劣化診断技術/設備劣化予測技術

これらの要素技術により蓄積した情報を可視化することで、モニタリングデータに基づき設備劣化の簡易診断情報を提供する。加えて、設備劣化簡易予測により、中長期の保全計画策定のための情報を提供する。

本技術の導入により、故障予防による損害低減、補修点検周期の延伸によるコスト縮減、診断効率化による作業量低減、タブレット端末利用による利便性向上といった効果が期待できる。

【解説】

本技術は、図 2-2 に示すとおり、①ISO・振動法等の既存技術に基づき設備診断データを常時監視する振動センサーモニタリング技術と、②点検結果をクラウドサーバに登録するタブレット点検技術から構成され、それぞれの蓄積データを可視化し、設備劣化の簡易診断情報と劣化予測結果を提供するものである。

なお、各要素技術については、本節の当該セクションを参照されたい。

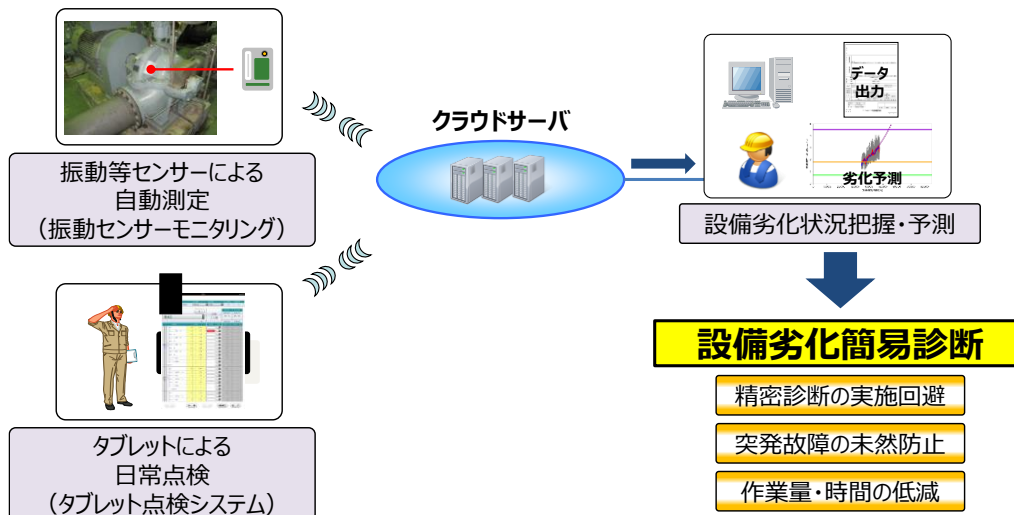


図 2-2 本技術の全体構成イメージ

下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015年版-では、修繕・改築計画の策定に際し、設備の劣化状況を総合的に評価して健全度を算出している。その健全度情報等から劣化予測を行い、対策の必要性を判断している。また、同ガイドラインでは、

設備の劣化状況の調査例(図 2-3 修繕・改築実施フロー例の赤枠で囲んだ部分)として、主ポンプや送風機の回転機械に対して振動診断による方法を例示しており、本技術はその振動診断の位置付けで活用可能である。

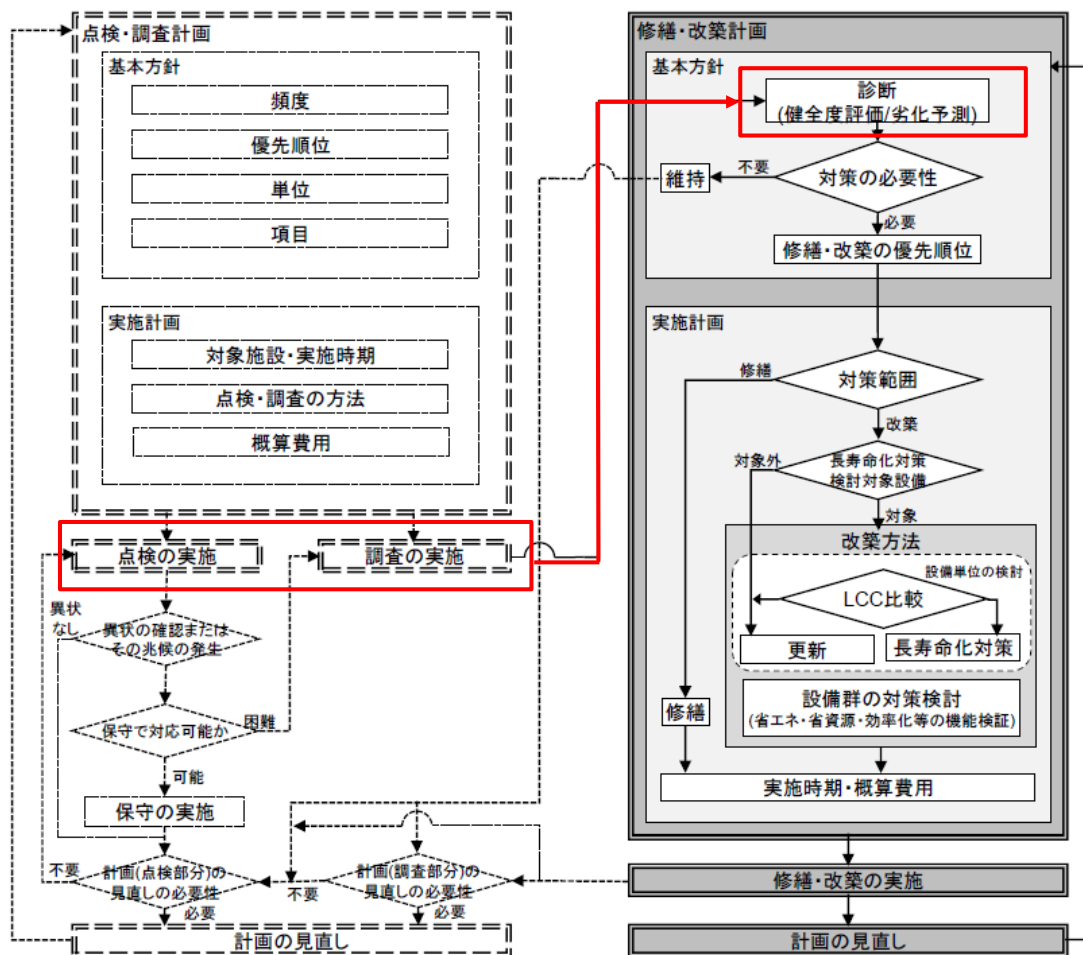


図 2-3 状態監視保全設備の修繕・改築実施フロー例

本技術における「設備劣化簡易診断」は、設備の状態を迅速に効率よく把握するステップであり、その目的は主に次のとおりである。

- ①劣化傾向管理による異常の早期発見
- ②自動停止等による設備の保護
- ③設備劣化精密診断を実施するかどうかの決定

一方、「設備劣化精密診断」は、「設備劣化簡易診断」で異常と判定された設備の状態を詳細に解析し、とるべき保全アクションを決定するステップであり、その目的は主に次のとおりである。

- ①異常の種類、および発生位置の同定

- ②同定した異常の危険度の把握、およびその進行の予測
- ③最適な修復方法、および修復時期の決定

このように、下水道施設の陸上回転機械設備の状態監視と診断では、「設備劣化簡易診断」を実施し、その結果に応じて「設備劣化精密診断」を実施するか否かを判断する手順が進められるのが一般的な状態監視方法である。

本技術は、下水道施設の陸上回転機械設備の「設備劣化簡易診断」を効率的に行うために適用するものである。図 2-4 に示すとおり、状態監視保全における計画・簡易診断のフェーズに適用し、クラウドサーバに収集、蓄積された振動センサーモニタリング情報と点検結果から、「設備劣化精密診断」を実施するか否かの判断する情報を提供する。

また、図 2-5 に示すとおり、従来技術では、手測定による年数回の振動モニタリングデータと紙帳票による日常点検記録データを人手により収集・蓄積し、設備劣化の簡易診断を実施していた。それに対し、本技術は、振動センサーによる連続モニタリングデータとタブレット端末による日常点検記録データを自動で収集・蓄積し、設備劣化の簡易診断を実施するものである。表 2-1 に、本技術と従来技術の特徴比較を示す。

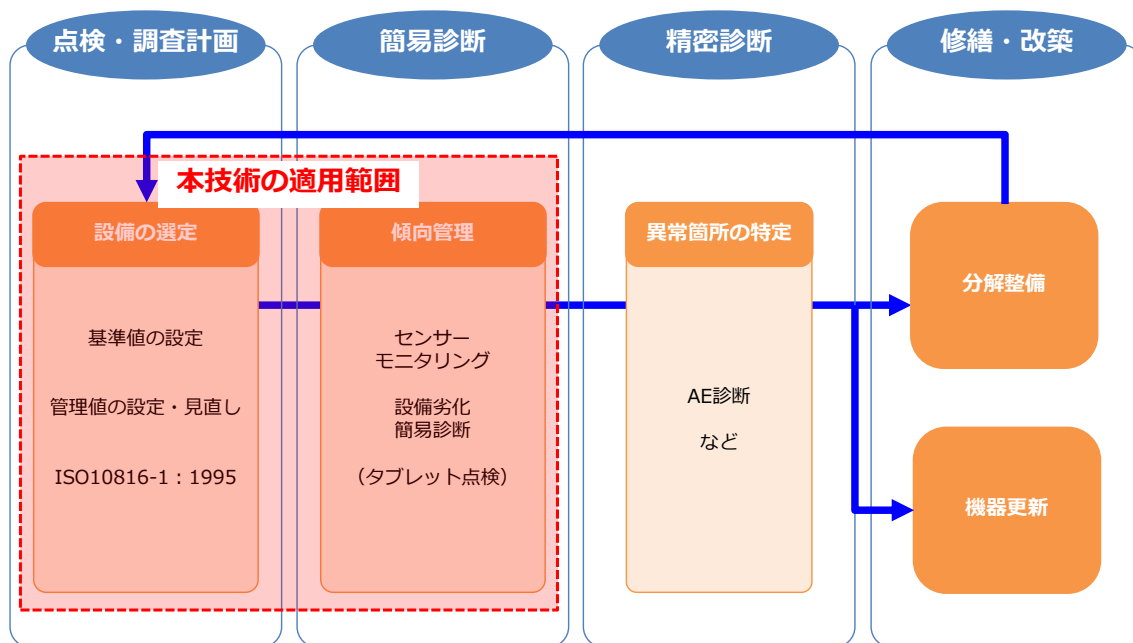
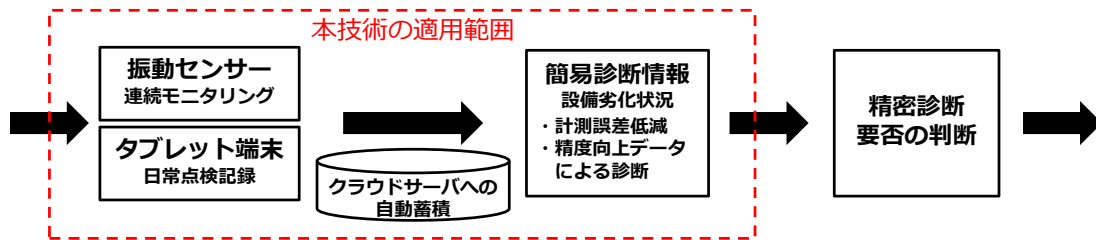


図 2-4 状態監視保全における本技術の適用イメージ

◆ 本技術



◆ 従来技術

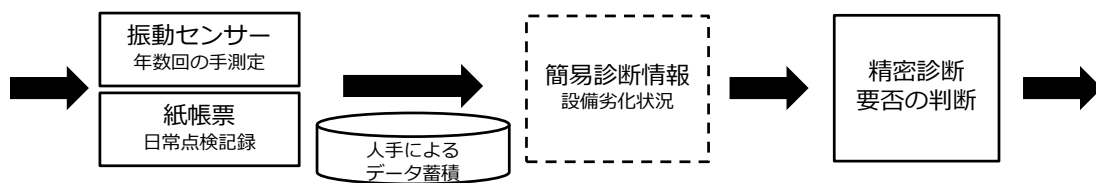


図 2-5 本技術と従来技術との比較

表 2-1 本技術と従来技術との特徴比較

技術	従来技術	革新的技術
センサーモニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ・ポータブルタイプの振動センサーを使用 ・設備を巡回して手測定によりデータを収集・蓄積 ・年数回の測定 	<ul style="list-style-type: none"> ・常設タイプの振動センサーを使用 ・自動測定によりデータを収集・蓄積 ・連続測定(最低10分周期)
タブレット点検	<ul style="list-style-type: none"> ・紙帳票を使用 ・設備を巡回して点検記録を記入することで収集 ・点検記録データを手入力して蓄積 	<ul style="list-style-type: none"> ・タブレット端末を使用 ・設備を巡回して点検記録を入力することで収集 ・点検記録データを自動で蓄積
設備劣化簡易診断	<ul style="list-style-type: none"> ・簡易診断情報を手作業でデータ処理・可視化 または振動データと点検記録データをそのまま利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・簡易診断情報を自動でデータ処理・可視化

振動法(振動速度)による設備劣化の状態判定は、下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015年版-でも採用されている ISO 10816-1:1995 等の絶対判定基準を利用して実施する。ISO 規格の絶対判定基準では、振動速度値に応じて優良・良好・注意・危険の各ゾーンが設定されており、そのゾーンにより設備劣化の状態を判定する。振動速度のゾーン境界値(ISO 10816-1:1995)は、図 5-7 を参照されたい。

図 2-6 に、実証フィールドにおける従来技術を利用した機器保全フローの例を示す。この例では、手測定による年 1 回の振動モニタリングデータから ISO 絶対判定基準に基づいて精密診断(図 2-6 では二次診断)ないし分解整備(図 2-6 ではメーカ調査)の要否を判断している。すなわち、振動速度値が A 判定(優良)の場合は監視を継続し、B 判定(良好)の場合は精密診断(二次診断)、C 判定(注意)、および D 判定(危険)の場合は、分解整備(メーカ調査)をそれぞれ実施している。

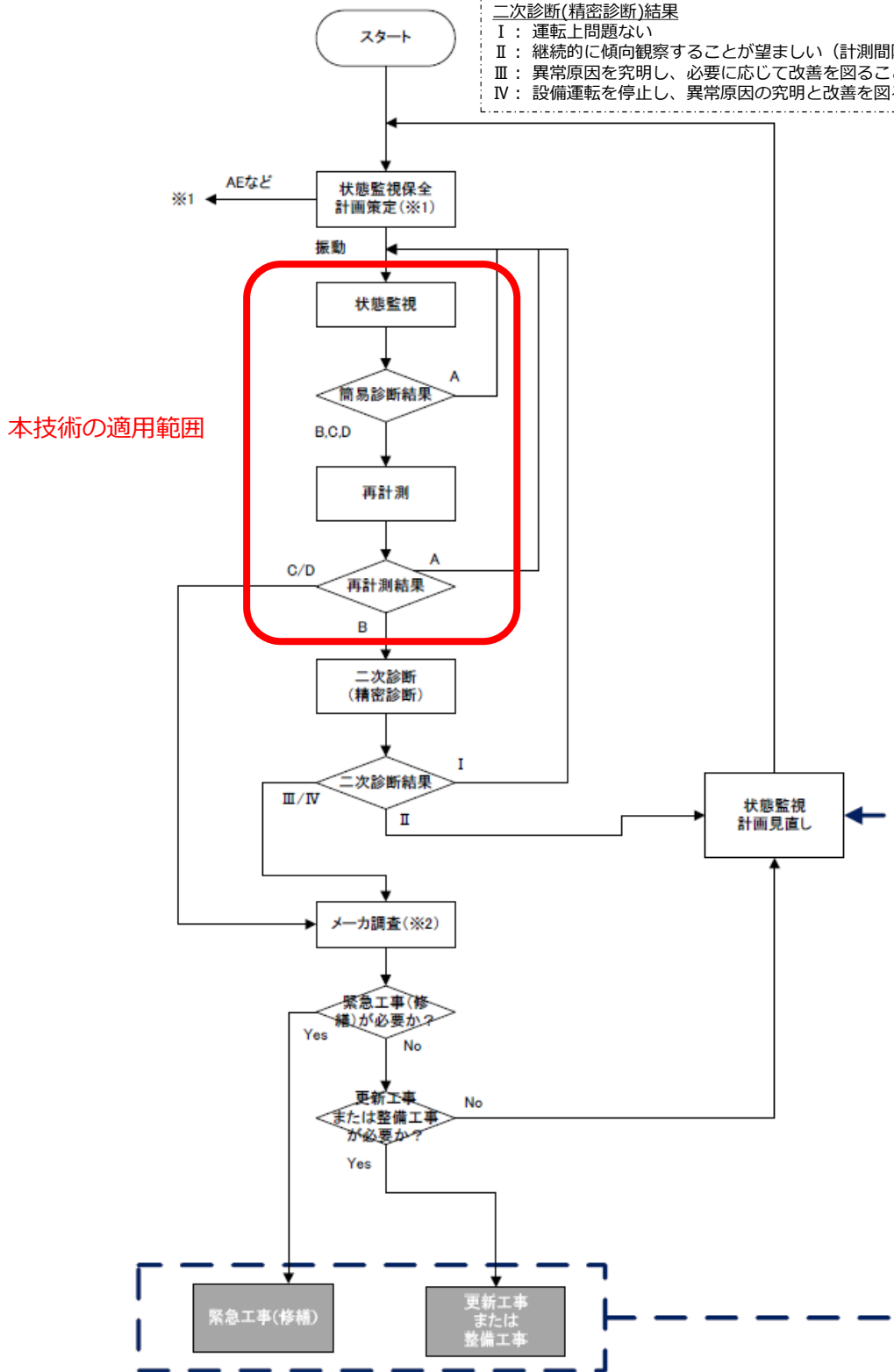
一方、本技術を利用した設備劣化の簡易診断フローでは、図 2-7 に示すとおり、連続センサーによる振動モニタリングデータから精密診断の要否を判断している。すなわち、A 判定(優良)、および B 判定(良好)の場合は監視を継続し、C 判定(注意)の場合に劣化予測を行い、D 判定(危険)の到達時期を予測した上で、当該到達時期に精密診断を実施する。

なお、A 判定(優良)、B 判定(良好)、C 判定(注意)、および D 判定(危険)は、ISO10816-1:1995 で規定されている振動速度しきい値による絶対判定基準に基づいている。

なお、従来技術から本技術に診断方法を変えることにより、故障予防による損害低減や、補修点検周期の延伸によるコスト縮減、診断効率化による作業量低減、タブレット端末利用による利便性向上等の効果を得ることができる。

簡易診断結果(ISO判定)
 A: 優良 B: 良好 C: 注意 D: 危険

二次診断(精密診断)結果
 I: 運転上問題ない
 II: 継続的に傾向観察することが望ましい(計測間隔見直し)
 III: 異常原因を究明し、必要に応じて改善を図ることが望ましい
 IV: 設備運転を停止し、異常原因の究明と改善を図ることが望ましい



※1: 状態監視に基づく機器保全フロー(振動以外)
 ※2: 不具合発生時に行うメーカーによる調査

図 2-6 実証フィールドの従来技術を利用した機器保全フロー(抜粋)
 (ISO 絶対判定に基づく状態監視)

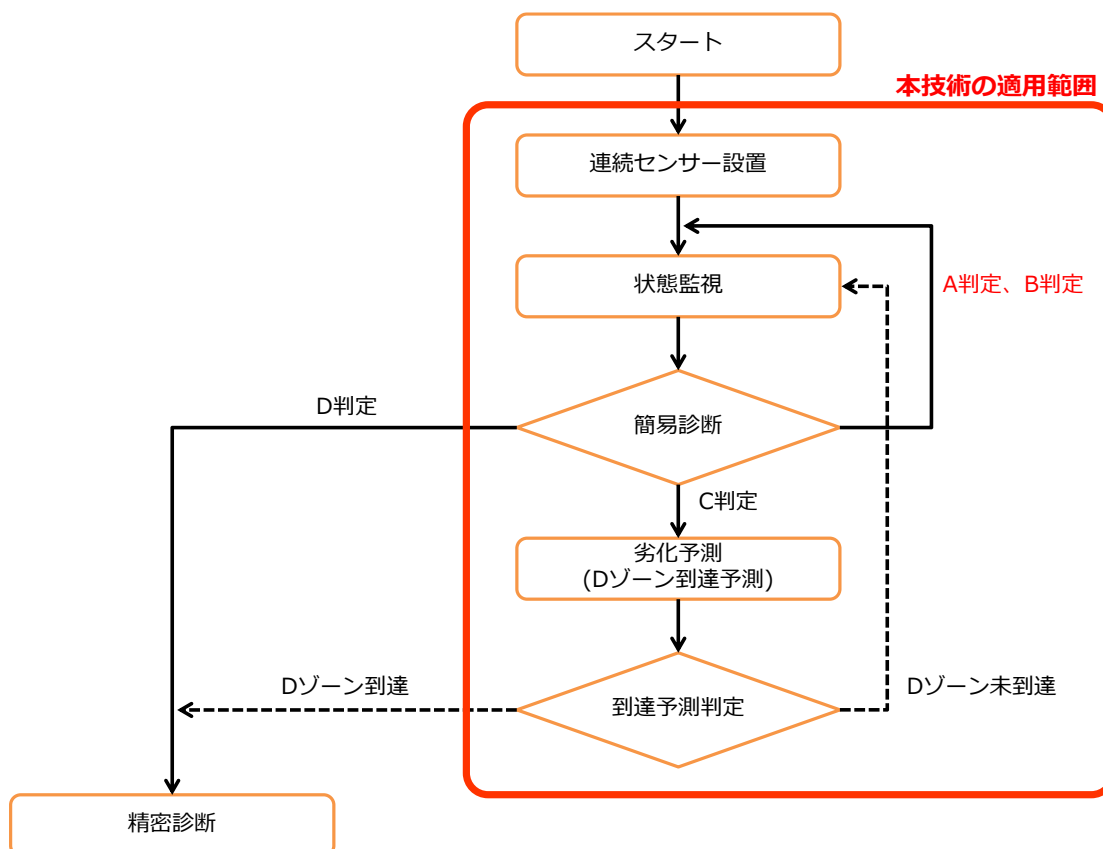


図 2-7 連続センサーを用いた設備劣化の簡易診断フロー

本技術を導入することで、以下の効果が期待できる。

(1) 故障予防による損害低減(資料編 5. 1 参照)

故障を未然に予防した場合、故障対応費の削減効果が期待できる。

実証においては振動連続センサーの測定周期(10分)により、突発故障発生の振動速度値の上昇を事前に検知できることを確認しており、設備を停止する等の対応を取ることで、故障を未然に防止することが可能となる。

(2) 補修点検周期の延伸によるコスト縮減(資料編 5. 2 参照)

補修点検の周期を延伸した場合、メンテナンス費用縮減の効果が期待できる。

実証においては補修点検周期の延伸効果(倍率)を仮定し、更新費やオーバーホール費用、故障対応費、日常・定期点検対応費の縮減効果を試算している。

また、精密診断の実施回避によるコスト縮減の効果も期待できる。

(3) 診断効率化による作業量低減

① センサーモニタリング技術による作業量低減

振動法(振動速度)による測定技術を従来の手測定から連続センサーに替えた場合に、作業量低減効果が期待できる。なお、実証結果からは、設備の簡易劣化予測を実施するために最低1日1回の振動測定が必要となり、従来の手測定での実現は現実的でないことから低減効果を期待できる。なお、本技術では、振動法の振動変位・振動速度・振動加速度のうち、振動速度を使用している。

② タブレット点検技術による作業量低減(資料編5.3参照)

点検結果を紙の点検帳票に記入する従来技術に替えてタブレット端末に直接入力することで、電子データとしてクラウドサーバに保存される。そのため、紙に記入した点検情報を電子データ化するための時間削減効果が期待できる。

なお、点検帳票を電子化することにより、入力ミスや入力漏れが無いか確認しやすくなり、点検情報の精度向上効果を期待できる。

(4) タブレット端末利用による利便性向上

タブレット端末が備える機能を使う副次的な効果として、以下の利便性向上を図ることができる。

① 中央監視システムの遠隔監視機能により、施設の運転データを参照することで、中央操作室オペレータとの情報共有や現地での運用状況を把握できる。ただし、遠隔監視機能のシステム構築には、別途費用が必要となる。

② サーバ等に保存した電子データ化した図面や取扱説明書等をサーバ等にタブレット端末からアクセスすることで、図面類を現地で閲覧する等、ペーパーレス化が図れる。

③ ビデオ通話機能により、タブレットを介して、音声や映像によりリアルタイムに遠隔地と情報共有できる。

§7 振動センサーモニタリング技術の概要と特徴

振動法(振動速度)による陸上回転機器の設備状態の常時監視を実現する技術である。

振動センサーを内蔵するセンサーノードを測定対象となる設備に設置することで、自動連続モニタリングされる。モニタリングデータは無線通信経路にてクラウドサーバに蓄積され、パソコンやタブレット端末から常時アクセス可能となる。

【解説】

振動法(振動速度)による設備劣化の状態判定は、下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015年版-でも採用されている ISO 10816-1:1995 等の絶対判定基準を利用して実施する。ISO 規格の絶対判定基準では、振動速度値に応じて優良・良好・注意・危険の各ゾーンが設定されており、そのゾーンにより設備劣化の状態を判定する。振動速度のゾーン境界値(ISO 10816-1:1995)は、図 5-7 を参照されたい。

本技術は、ISO・振動法等の既存技術を用いた、陸上回転機器の設備状態の常時監視を実現する技術であり、状態監視パラメータとして振動速度を採用している。実証研究における振動センサーモニタリング技術の特長は、次のとおりである。また、本技術の導入に最低限必要な振動センサーの仕様を参考用一般仕様として表 2-2 に示す。

<実証技術の特長>

- ・ 小型・軽量の振動センサー設置
- ・ 電池駆動・無線通信等による配線レスな構成
- ・ 常設型の連続測定(10分周期)
- ・ 蓄積連続データのグラフ表示機能
- ・ 測定値異常検知時の電子メール通報機能

<従来技術>

- ・ ポータブルタイプの振動計使用
- ・ 設備を巡回して手測定
- ・ 蓄積スポットデータのグラフ表示機能
- ・ 測定値異常検知時の通報機能は無し

表 2-2 連続センサーの参考用一般仕様

項目	参考用一般仕様	本技術における仕様
形状	小型・軽量	
寸法(mm)	L40×W30×H30相当	L40×W30×H20
重さ(g) 電池込み	最大100程度以下	40
マイコン	不問	32ビット RISCマイコンを内蔵
振動センサー	MEMSセンサー 測定周波数範囲 ~1,000Hz	MEMSセンサー 測定周波数範囲 12.5~1,000Hz
固定方法	マグネット相当	マグネット
電源	コイン電池相当	DC3.0V コイン電池CR2450×1
無線通信	不問	IEEE802.15.4準拠 ZIGBEE規格
耐用年数	5年程度	5年程度

図 2-8 にシステム構成イメージを示す。振動センサーを筐体内に内蔵するセンサーノード(以下、子機)を対象設備にマグネット等にて固定する(§ 25 参照)。子機は内蔵する電池により駆動するため、外部からの電源供給を必要としない。振動センサーにより一定周期で取得されたデータは、無線通信にてコーディネータ(以下、親機)に送信され、更に、携帯電話網等を介してインターネット上のクラウドサーバに送信、蓄積される。

また、子機は外部信号入力ポートを実装しており、電流、流量、吐出圧力、温度等の各種計装機器の測定データを振動モニタリングデータと同じ時系列での常時監視やクラウドサーバへの蓄積が可能である。従い、従来技術では手作業で集計し比較していた振動データと他のプロセスデータの関係性を、本技術では自動で確認することができる。

クラウドサーバに蓄積された連続センサーのデータは、PC やタブレット端末からアクセスし参照することで、設備状態の振動速度の傾向監視が可能となる。図 2-9 に振動速度の傾向監視グラフの表示例を示す。

加えて、振動値を連続測定することで、故障発生時の振動値の上昇を事前に検知し、測定値異常検知時の電子メール通報を受けて設備を停止する等の対応を取ることで、突発故障を未然に防止することが可能となる。

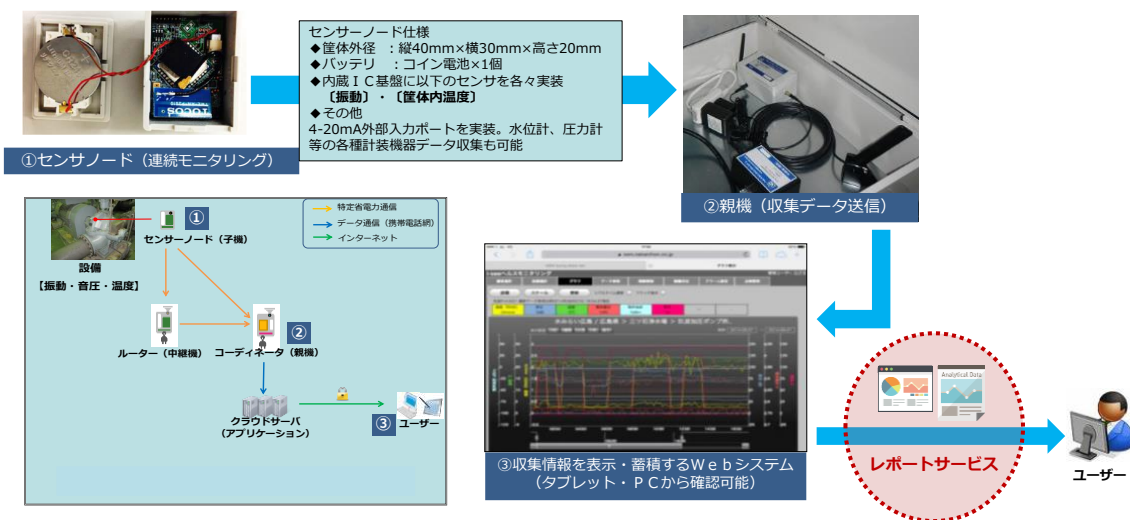


図 2-8 センサーモニタリングシステム構成イメージ

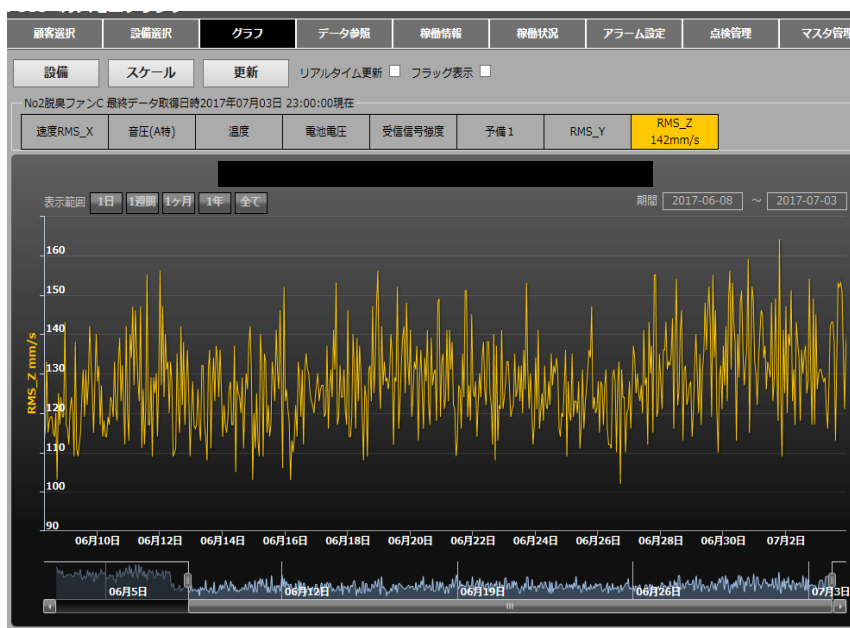


図 2-9 振動速度の傾向監視グラフ表示例

連続センサーによる振動センサーモニタリング技術は、従来技術である手測定タイプの測定器(センサー)を現場に持ち込み測定する間欠監視方式と比較し、以下のメリットがある。

- ①測定作業の無人化が可能
- ②測定者の技能や測定位置のズレによる測定結果のバラツキを排除可能
- ③あらかじめしきい値を設定しておくことで、異常検知時の電子メール通報が可能
→突発故障の未然防止が可能

また、クラウドサーバに蓄積されたデータを集計し、そのレポートを設備の簡易劣化診断情報として活用できる。図 2-10 に振動モニタリングレポート例を示す。

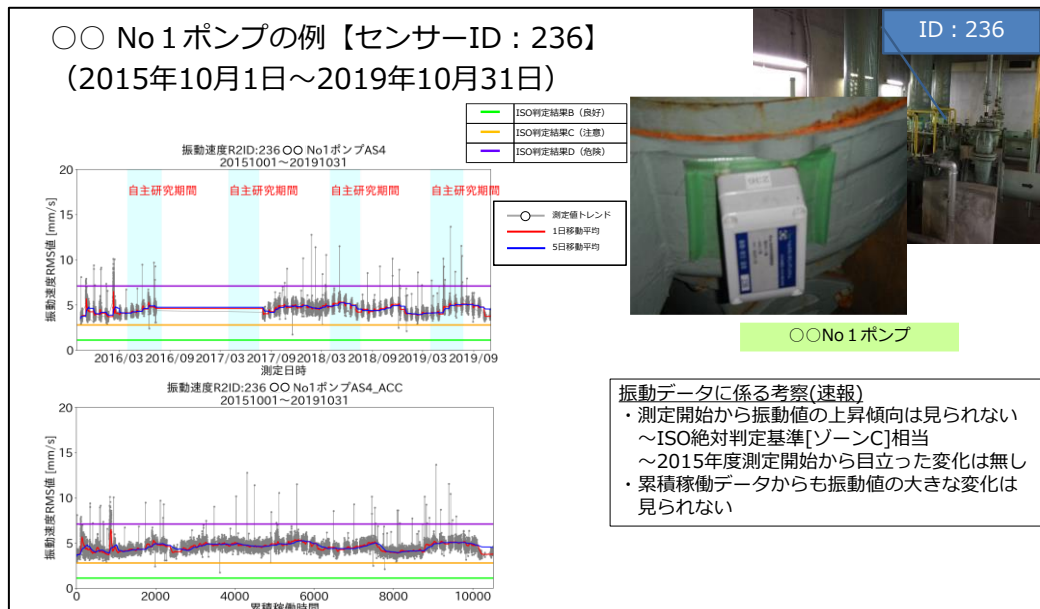


図 2-10 振動モニタリングレポート例

§8 タブレット点検技術の概要と特徴

点検情報を紙の点検帳票に記入する従来技術に替えて、点検情報をタブレット端末に直接入力することでクラウドサーバに蓄積する技術である。

予めクラウドサーバに登録した点検帳票のテンプレートに、点検情報を直接入力することで、点検情報は無線通信経路にてクラウドサーバに蓄積され、パソコンやタブレット端末から常時アクセス可能となる。

【解説】

点検情報とは、設備状態に係る計器指示値や五感判定等の情報である。点検者が污水处理施設や中継ポンプ場等の現地に携行するタブレット端末に、点検情報を入力することで、携帯電話網等を介してクラウドサーバにデータ送信、蓄積される(タブレット端末の仕様についての留意点は §26 参照)。

クラウドサーバに蓄積された点検情報は、PC やタブレット端末からアクセスし参照することで、設備状態の傾向監視が可能となる。図 2-11 にタブレット点検状況例を示す。



タブレット端末と画面例

タブレット端末入力画面
・前回点検値表示機能により前回値を見ながら点検が可能

・管理値を逸脱した場合、色で作業
者へ異常を認識させる。(気づき、
誤記入力)

・オフライン対応により、電波環境
が悪い地下での点検にも対応

○汚泥掻き機							
現場操作値	現場操作の確認		○	○	良		
	表示灯の確認		○	○	良		
	電流[A]	1-1 (1.4~2.5)	1.5	良	1.2	異常	
		1-2 (1.4~2.5)	1.6	良	16	異常	
		2-1 (1.4~2.5)	1.7	良	1.8	良	
2-2 (1.4~2.5)		1.8	良	1.8	良		
本体	外観(汚れ、損傷、発熱、ボルト固定状態等)		○		未		
	チェーン、スプロケットの異音		○	△	異常		

図 2-11 タブレット点検状況例

図 2-12 にタブレット点検のシステム構成イメージを示す。点検帳票のテンプレートは、システム構築時にクラウドサーバに登録する。点検作業時に点検帳票テンプレートをタブレット端末に取込み、その点検帳票テンプレートに入力した点検情報は、携帯電話網等を介してクラウドサーバのデータベース(DB)に蓄積される。

また、クラウドサーバに蓄積されたデータを集計し、月報等として活用することも可能である。図 2-13 に月報出力例を示す。

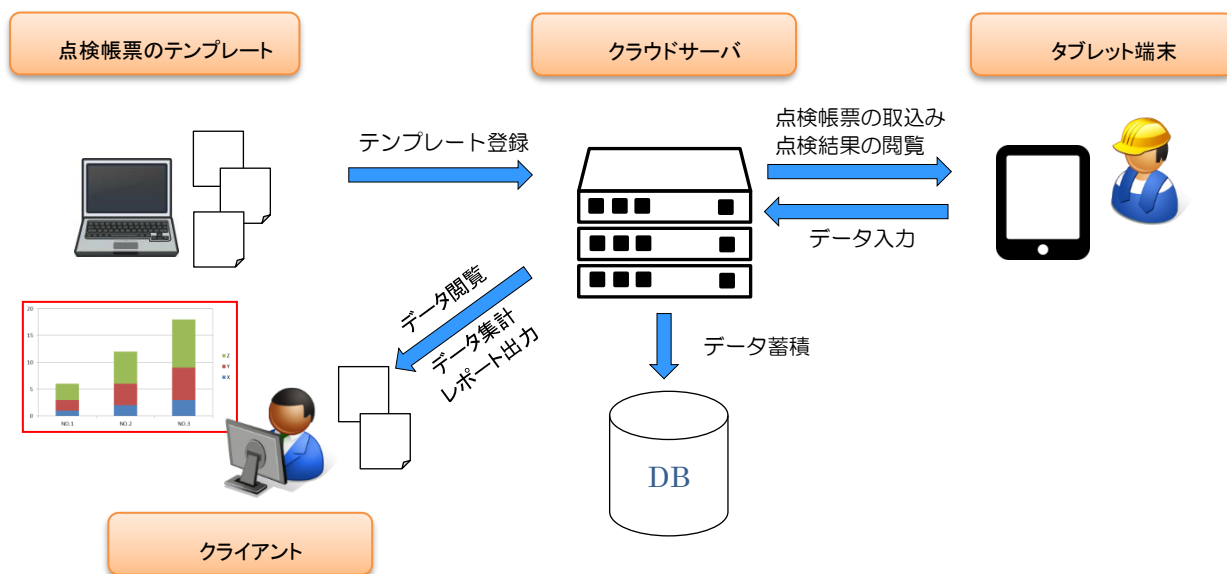


図 2-12 タブレット点検のシステム構成イメージ

〇〇〇 ポンプ場月点検表

令和1年12月03日(火)

点検者氏名

設備	機器名	点検項目		設備	機器名	点検項目				
		点検結果	評価			点検結果	評価			
発電機室	発電機 (エンジン)	油濡れ	○	電	発電機	計器確認	○			
		Vベルト	○			表示灯確認	○			
		異音・振動	○			計器確認	○			
	発電機ファン	異音・振動	○		直流電源装置	蓄電池	表示灯確認	△		
		油量・汚れ	○				液位	○		
	潤滑油	油量・汚れ	○		蓄電池	液位	○			
		配管の濡れ	○			外観・液濡れ	○			
	制御盤	運転時	電圧		20.00 V	計器類	蓄電池	液位	○	
			電流		0.00 A			外観	○	
			周波数		51.40 Hz			N1ポンプ井水位計 (投入式)	清掃	未実施(良好)
			各種予備・表示		○				防波管内確認	清掃実施
	計器類	運転時	回転速度		1542.00 RPM	N2ポンプ井水位計 (投入式)	清掃	未実施(良好)		
			油圧		0.40 kg/cm ²		防波管内確認	清掃実施		
			油温		< 40.00 °C	流入渠水位計 (投入式)	清掃	未実施(良好)		
			冷却水温		< 40.00 °C	防波管内確認	良好			
バッテリー	液面・濡れ	○	脱臭ファン	油脂確認・補充	良好					
	蓄電池電圧	25.40 V		脱臭状況確認	○					
その他	静電(ガス色)確認	○	受水槽	槽内確認	○					
	配管確認	○		ブロー動作確認	○					
運転方法	※※		貯留槽 (ポンプ井)	酸素・有害ガス濃度測定						
周囲状況(運転時)	天気	晴		測定箇所	槽内	槽外				
	気温	10 °C		酸素濃度(%)	21.00	21.00				
運転時間	09 : 30 ~ 10 : 15			可燃性ガス(%)	0.00	0.00				
備考				硫化水素(ppm)	0.00	0.00				
				一酸化炭素(ppm)	0.00	0.00				
蓄電池寿命予告				* 12月04日(水) 東北電力保去組合 月次 点検実施						
				自家発電 無負荷運転 実施						
				* 自家発電計測時間						
				前月(最終巡回日) 17.8 H 今日(最終巡回日) 18.3 H						
				* 当月L送電外続出量 42 kwh						
				(宮城県環境衛生公社回収)						
				評価 ○:良好 △:運転に支障なし ×:運転に支障あり						

図 2-13 タブレット点検月報出力例

タブレット点検技術は、従来技術である紙の点検帳票による点検と比較し、以下のメリットがある。

- ①電子データ化の転記(データ入力)作業が不要
(作業時間の削減と転記ミスの排除、月報等の作成までを自動化)
- ②現地での過去データの閲覧が可能
- ③現地での入力ミスや入力漏れを軽減可能
- ④点検結果の比較やグラフ化による傾向管理が容易(§ 29 参照)
- ⑤タブレット端末が備える機能を利用することによる副次的効果を楽しむ

§ 9 設備劣化診断技術の概要と特徴

設備劣化診断は、振動センサーモニタリング技術とタブレット点検技術で収集、蓄積したデータを、グラフ表示により設備劣化傾向を可視化する技術である。主として振動センサーのモニタリングデータの可視化し、設備劣化の簡易診断情報を提供する。さらに、設備劣化の簡易診断情報を中長期保全計画に反映し、保全対象となる設備の選定や保全実施要否の判断の一助とする。

なお、本技術の振動速度値の判定基準は、下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドラインに例示されている ISO 規格 (ISO10816-1:1995) を採用する。

【解説】

図 2-14 に示すとおり、設備劣化診断においては、振動センサーモニタリング技術とタブレット点検技術で収集、蓄積したデータをグラフ表示・可視化し、その傾向から劣化傾向の簡易診断を実施して精密診断の要否を判断する。なお、主として振動センサーのモニタリングデータ技術の可視化情報から簡易診断を実施し、タブレット点検技術の点検情報は、必要に応じて振動センサーのモニタリングデータの補完情報として利用する。

加えて、設備劣化予測技術 (§ 10 参照) と合わせて、設備劣化の簡易診断情報を中長期保全計画に反映し、改築対象となる設備の選定や改築実施要否の判断の一助とする。中長期保全計画に反映の運用方法については、§ 30 を参照されたい。

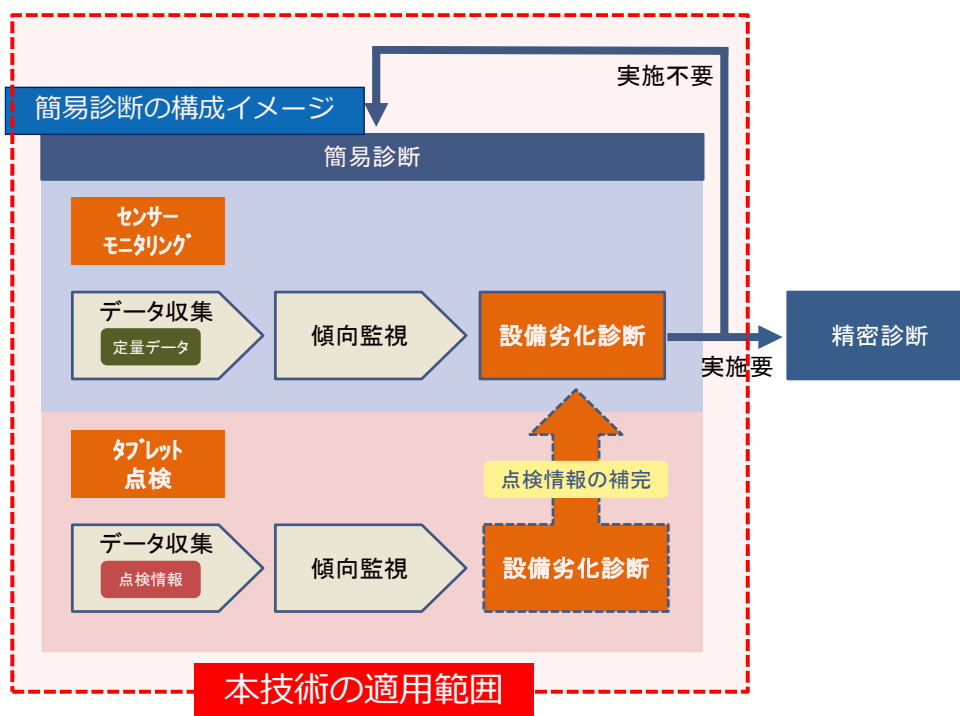


図 2-14 設備劣化診断技術の構成イメージ

図 2-15 に振動センサーモニタリング技術とタブレット点検技術のグラフ表示例を示す。センサーモニタリング技術のグラフ表示例は、振動センサーから収集、蓄積したデータを処理し、振動速度値の ISO 絶対判定基準(ISO10816-1:1995)とともにグラフ表示している(§ 30 参照)。一方、タブレット点検技術のグラフ表示例は、触診による日常点検結果の定性情報をプロットして、グラフ表示している。

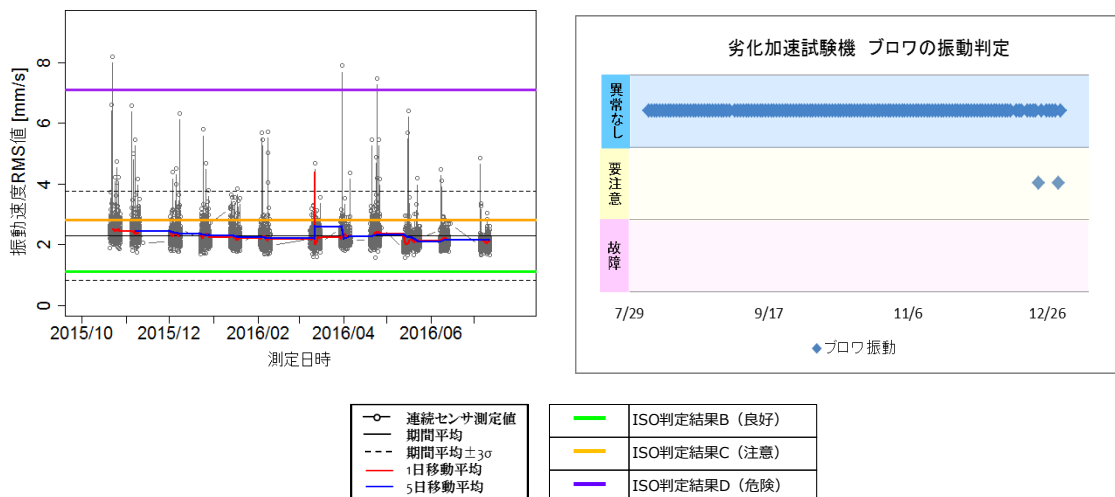


図 2-15 振動センサーモニタリング技術 (左図)・タブレット点検技術 (右図) グラフ表示例

(1) 振動センサーモニタリング技術

図 2-16 の振動センサーモニタリング技術のグラフ例に示すとおり、振動センサーで収集したモニタリングデータには、設備停止時のデータや複数の設備が同時運転した際の共振データ等が含まれる。そのため、不要データ除去のデータ処理を行ったモニタリングデータについて、その傾向をグラフ表示により可視化する(不要データ除去のデータ処理は § 30 参照)。

可視化した振動モニタリングデータからの精密診断要否の判断は、A 判定(優良)、および B 判定(良好)の場合は監視を継続し、C 判定(注意)の場合に劣化予測(§ 10 参照)を行い、D 判定(危険)の到達時期を予測することで実施する。なお、A 判定(優良)、B 判定(良好)、C 判定(注意)、および D 判定(危険)は、ISO10816-1:1995 で規定されている振動速度しきい値による絶対判定基準に基づいている。

ただし、劣化傾向の簡易診断において、地方公共団体等の下水道事業者が既に保有する判定基準を本技術で収集・蓄積・表示したデータに適用することも可能である。

なお、下水道施設の機械設備には、ISO10816-1:1995 で規定されている絶対判定基準の C 判定(注意)や D 判定(危険)に相当する、元々振動値の高い設備が存在する。それらの設備はメーカーに問題ないこと確認し、運用を継続することになる。運用の詳細については § 30 を参照されたい。

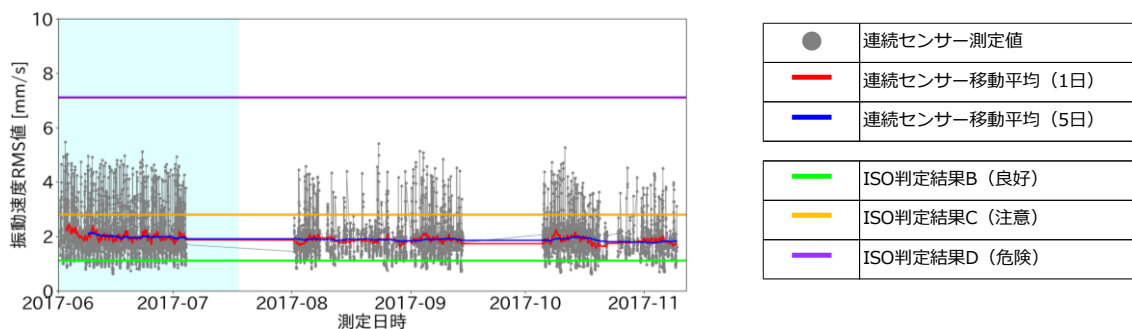


図 2-16 センサーモニタリング技術のグラフ例

(2) タブレット点検技術

タブレット点検技術で収集した点検日毎の点検帳票データを集計し、現場計器の読み値等の定量データも五感判定等の定性データもグラフ表示により可視化する。

図 2-17 にタブレット点検技術のグラフ例を示す。左側のグラフ例は定量データである軸受温度の推移である。点検時に軸受温度を放射温度計で手測定した値が記録されるが、点検日毎の帳票に個別に記録された数値が連続したグラフ表示されている。また、右側のグラフ例は定性データである触診による振動判定の推移である。点検時の触診による判定結果(異常なし/要注意/故障)が記録されるが、点検日毎の帳票に個別に記録されたが連続した判定結果がグラフ表示されている。

なお、図 2-18 に示すとおり、実証研究においてはセンサーモニタリング技術の方が、タブレット点検技術よりも多くの情報を収集できることから、より正確かつ早期に劣化傾向を把握できる結果となっている。従い、タブレット点検技術の点検情報は、設備のメンテナンス記録や現場指示計の読み値等を必要に応じて振動センサーのモニタリングデータの補完情報として利用する。

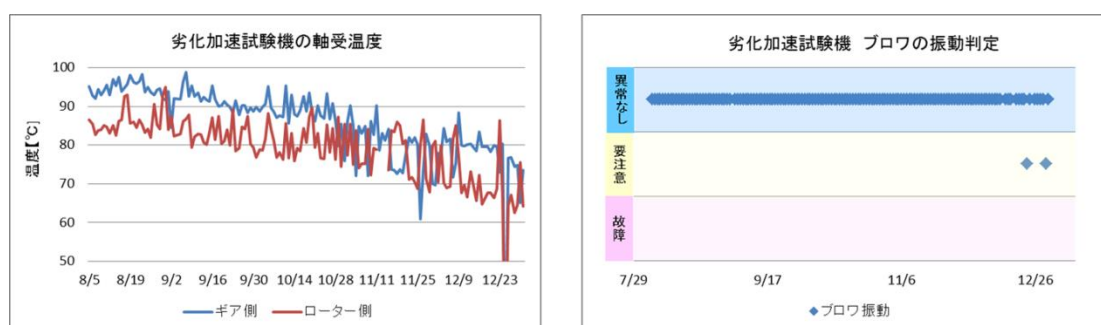


図 2-17 タブレット点検のグラフ例

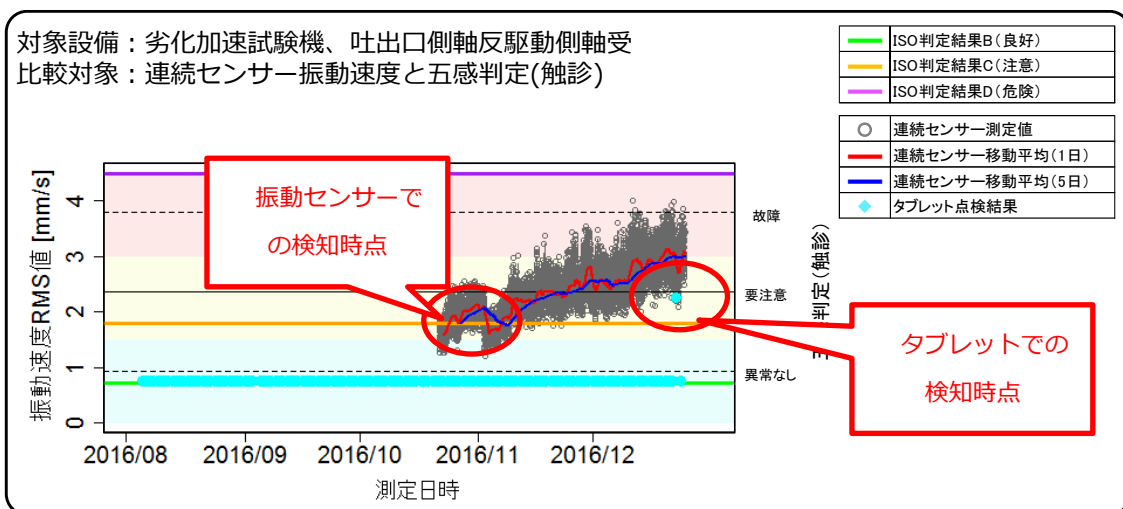


図 2-18 センサーモニタリング技術とタブレット点検技術の劣化傾向検知の比較

(3) 振動速度値判定に係る ISO 規格

振動測定データを判定する基準については、ISO 規格をはじめ数多く存在するが、常時連続測定振動データの蓄積データを活用した劣化診断および劣化予測の判断基準を明確化するため、本技術による設備劣化簡易診断においては、『下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015 版-』に採用されている ISO10816-1:1995 を用いて判定することを基本とした。なお、ISO10816 改訂規格の適用も許容するが、ISO 規格の特徴を理解した上で適用することが望ましく、導入団体の基準に基づき柔軟に適用可能である。

本設備劣化診断技術は、従来技術である手測定による振動測定と紙帳票による点検情報の組み合わせによる診断技術と比較し、以下のメリットがあることが実証研究において確認された。

- ①設備停止時や他号機運転時の振動値を排除した、同一運転条件における傾向管理が容易
- ②振動測定データが増えることで診断の精度が向上
- ③データ集計・可視化作業の省力化が可能

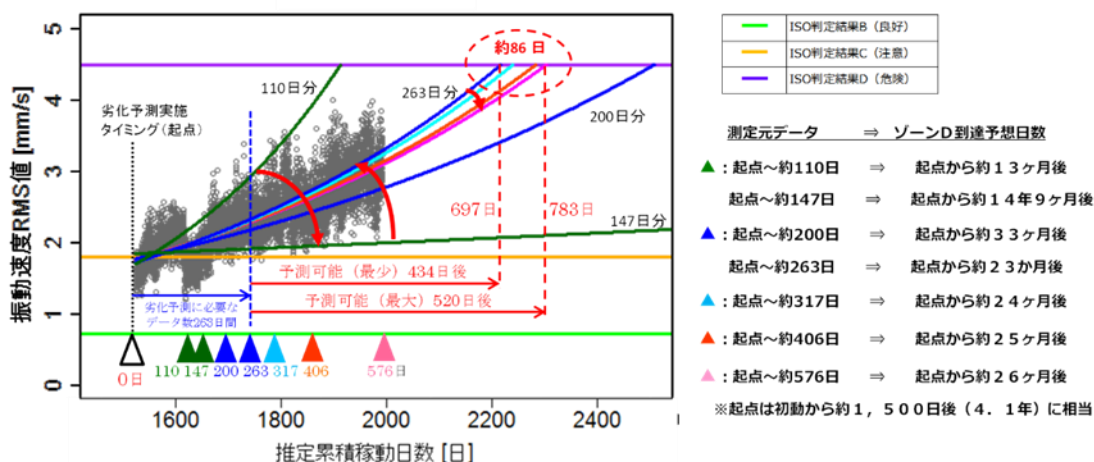
§ 10 設備劣化予測技術の概要と特徴

設備劣化予測は、センサーモニタリングで収集、蓄積し、設備劣化診断技術でのデータ処理後のデータに、指数近似曲線を用いて設備が異常状態に到達する時期を予測する技術である。

設備劣化診断技術で可視化したデータと合わせて、中長期の設備保全計画策定のための情報を提供することで、効率的なストックマネジメントの実施が可能となる。

【解説】

図 2-19 に示すとおり、設備劣化予測においては、センサーモニタリング技術で収集、蓄積し、設備劣化診断技術 (§ 9 参照) でのデータ処理後のデータを使用し、指数近似曲線を用いて設備が異常状態である D 判定(危険)に到達する時期を予測する。設備劣化診断技術で可視化したデータと合わせて、精密診断の要否を判断する。加えて、設備劣化の簡易診断情報を中長期保全計画に反映し、保全対象となる設備の選定や保全実施要否の判断の一助とする。中長期保全計画に反映の運用方法については、§ 30 を参照されたい。



- ・ 予測に必要なデータ日数：9カ月以上
- ・ 予測期間の精度：ゾーンD到達時期を約3ヶ月の範囲で予想できる可能性あり
- ・ 劣化予測に必要な最低測定周期：1日1回程度

図 2-19 実証研究における設備劣化予測結果

実証研究においては、劣化加速試験機の連続モニタリングデータについて1日1回以上、9ヵ月間以上にわたって収集したものを使用し、指数近似曲線を用いて劣化予測を実施した。その結果、約2年後に設備劣化傾向がD判定(危険)に到達する時期を、約3ヵ月間の範囲に絞り込むことができた。一方、約200日間未満の連続モニタリングデータを用いた設備劣化予測では、D判定に到達する時期にばらつきが生じ、設備劣化予測で取得すべきデータとして不十分であることを示唆する結果となった。

従って、指数近似による劣化予測曲線制定処理は、振動測定データのC判定(注意)を超えるところを目安に起点を設定し、9ヵ月間以上のデータを用いて行う。本技術は、中長期保全計画立案年度に設備劣化予測を実施し、保全対象となる設備の選定判断の一助とすることを想定しており、年単位での判断を前提としていることから、運用には支障のない精度である。

第2節 技術の適用条件

§ 11 適用範囲

本技術の適用条件、適用対象施設は次の通りである。

適用条件

振動センサーモニタリング技術は、陸上設置の中速回転設備(600rpm超)に適用する技術である。次の設備には適用できない。

- ・汚泥掻き寄せ機等の低速回転設備
- ・水中ポンプ等の軸受が水中にある設備
- ・ターボ送風機等の金属筐体で覆われ無線通信に適さない設備
- ・汚泥脱水機等の補機類の組み合わせで作動する設備
- ・ガスタービン等の高性能な振動測定器が必要な高速回転設備

タブレット点検技術は、全ての設備に適用可能である。

【解説】

振動センサーモニタリング技術は、振動速度値により設備劣化傾向を簡易診断するため、陸上設置の中速回転設備(600rpm超)に適用する技術である。従って、振動速度値が適用できない汚泥掻き寄せ機等の低速回転設備や、振動センサーを設置できない水中ポンプ等の軸受が水中にある設備には適用できない。

また、振動センサーが取得した計測値を無線通信にて送信するため、無線電波が届かないターボ送風機等の金属筐体で覆われる設備には適用できない。その他、汚泥脱水機等については付属の補機単体の診断は可能であるが、汚泥脱水機等の設備全体の劣化は判断できないため適用できず、ガスタービン等は簡易診断可能な範囲を超える高速回転の設備であることから、高性能な振動測定器が必要な高速回転設備にも適用できない。

タブレット点検技術は、全ての設備に適用可能である。

タブレット点検技術も携帯電話網等の無線通信にて入力したデータを送信するが、一時的にタブレット端末内に入力データを記憶し、電波状況が良好な場所で送信する機能を利用して運用することが可能である。

なお、本技術は、水質・水量・処理方式に依存することがないため、全ての処理場・ポンプ場施設に適用可能である。

§ 12 推奨条件

本技術の導入効果および導入コストを鑑み、以下の推奨条件を示す。

- ・精密診断の費用を多く要している施設
- ・設備の故障頻度が多い施設
- ・巡回点検箇所が多く帳票集計作業に時間を要する施設
- ・クラウドサーバ及び場内通信環境の整備が可能である施設（必須）

【解説】

本技術は、水質・水量・処理方式に依存することがないため、全ての下水道施設に適用可能であるが、導入効果および導入コストを鑑み、次の施設への適用を推奨する。

- ・精密診断の費用を多く要している施設
- ・設備の故障頻度が多い施設
- ・巡回点検箇所が多く帳票集計作業に時間を要する施設

本技術は、設備簡易診断結果に応じて精密診断の実施頻度を低減できる可能性があることから、精密診断の費用を多く要している施設への適用を推奨する。また、振動値異常の自動通報により故障停止を未然に防止できること、タブレット点検技術によりデータ入力作業量が低減できることから、設備の故障頻度が多い施設や巡回点検箇所が多く帳票集計作業に時間を要する施設への導入を推奨する。代表的なものとしては、汚水ポンプやブロワが該当すると考えられる。

なお、クラウドサーバ及び場内通信環境の整備が可能であることは必須条件となる。

それぞれの導入効果および導入コストの詳細については資料編第5節導入効果の検討例を参照されたい。

§ 13 導入シナリオ例

本技術が導入される典型的なケースとして、二つのシナリオ例を示す。

- (1) 本技術を単独で導入して、ストックマネジメントの効率化を図る場合
- (2) 維持管理業務委託にて本技術を導入して、総合的な業務の効率化を図る場合

【解説】

本技術の導入が有効と考えられる典型的なシナリオ例を以下の(1)～(2)に示す。

(1) 本技術を単独で導入して、ストックマネジメントの効率化を図る場合

既に稼働している下水処理場においては、本技術を導入することでストックマネジメントの効率的な実施が可能となる。本技術は、既設設備を改造することなく導入が可能であるため、他の工事に影響なく、短い工期で導入することが可能である。主に地方公共団体職員の目線から、ストックマネジメントの精度を高めることを目的とした導入が想定される。

(2) 維持管理業務にて本技術を導入して、ストックマネジメントの効率化を図る場合

稼働中の下水処理場において、新たに維持管理業務を外部に委託する際、または維持管理業務委託の更新の際に、合わせて本技術を導入することでストックマネジメントの効率的な実施が可能となる。この場合、維持管理業務におけるデータ蓄積にも活用することで、総合的な業務の効率化を図ることが可能である。主に維持管理業務委託業者の目線から、機器点検に係る作業量・時間の低減を目的とした導入が想定される。

第3節 実証研究に基づく評価の概要

§ 14 技術の評価項目

実証研究における本技術の評価項目を以下に示す。

- (1) 設備信頼性向上により故障を予防することによる損害低減効果
- (2) 設備補修点検周期の延伸によるコスト縮減効果
- (3) 劣化診断の効率化による作業量・時間の低減効果
- (4) 劣化診断の高度化による計測誤差低減、劣化診断及び劣化予測の精度向上効果
- (5) モニタリングデータ蓄積による劣化診断及び劣化予測の精度向上効果
- (6) 実証設備の設置環境下における劣化及び耐久性に関する調査(分解調査)
- (7) 経費回収年による導入効果

【解説】

実証研究における本技術の評価項目とその概要は、次の通りである。

(1) 設備信頼性向上により故障を予防することによる損害低減効果

故障予防による故障対応費標準値からの低減効果の試算方法を確立し、自治体へのアンケート結果に基づく故障対応費標準値データから、本技術適用による損害低減効果を試算した。

(2) 設備補修点検周期の延伸によるコスト縮減効果

設備補修点検周期の延伸による標準値コスト縮減効果からの経費回収年の試算方法を確立し、自治体アンケート結果に基づく標準値データから、設備補修点検周期の延伸倍数を仮定して本技術適用による経費回収年を試算した。

(3) 劣化診断の効率化による作業量・時間の低減効果

センサーモニタリング技術導入による作業量・時間の低減効果について、従来技術である手測定を年1回(実証フィールド対象設備での実績)実施した場合の作業時間から試算した。また、劣化予測に必要な振動測定周期から、その最低測定周期で手測定を行った場合にかかる作業時間および換算費用を算出した。

タブレット点検技術導入による作業量・時間の低減効果について、従来技術である紙帳票への記録とデータ再入力の合計時間と比較し試算した。

(4) 劣化診断の高度化による計測誤差低減、劣化診断及び劣化予測の精度向上効果

センサーモニタリング技術は、連続センサーの計測誤差や振動センサー設置位置について、手測定による測定値と比較し、評価した。また、連続センサー測定値に含まれる不要データ(他号機運転時のデータ等)の除去と移動平均処理によるグラフ表示方法および劣化予

測処理方法を確立し、評価した。

また、タブレット点検技術は、タブレット端末を使用することによる副次的な効果を定性的に整理した。

(5) モニタリングデータ蓄積による劣化診断及び劣化予測の精度向上効果

実証フィールド設備に連続センサーを設置して、継続して四季を通じたデータを取得し、評価した。また、下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015年版-下での適用対象設備を選定する判定フローや、中長期の保全計画策定時における保全対象設備の選定フロー、劣化状態を判定する ISO 規格を整理し、評価した。

(6) 実証設備の設置環境下における劣化及び耐久性に関する調査(分解調査)

実証フィールド設備に設置した連続センサーを分解調査し、評価した。

(7) 経費回収年による導入効果

本技術の導入効果（§6 技術全体の概要と特徴参照）である突発故障の未然防止、補修点検周期の延伸、精密診断の回避、点検データ入力時間縮減等による費用縮減効果から、本技術導入による建設費および維持管理費の費用回収年を試算し、評価した。なお、タブレット端末利用による利便性の向上についてはあくまで副次的な効果であり、試算には含めず定性的な評価とした。

§ 15 技術の評価結果

実証研究における本技術の評価結果を以下に示す。

- (1) 設備信頼性向上により故障を予防することによる損害低減効果
- (2) 設備補修点検周期の延伸によるコスト縮減効果
- (3) 劣化診断の効率化による作業量・時間の低減効果
- (4) 劣化診断の高度化による計測誤差低減、劣化診断及び劣化予測の精度向上効果
- (5) モニタリングデータ蓄積による劣化診断及び劣化予測の精度向上効果
- (6) 実証設備の設置環境下における劣化及び耐久性に関する調査(分解調査)
- (7) 経費回収年による導入効果

【解説】

実証研究における本技術の評価結果を表 2-3～表 2-8 に示す。なお、表中の(1)～(7)は上記の評価結果番号に対応する。

表 2-3 評価結果一覧(センサーモニタリング技術・タブレット点検技術)

技術	評価項目	評価指標	評価方法	目標値	評価結果
センサー モニタリング	(3)劣化診断の効率化	作業量・時間の低減	実証フィールドでの従来技術を代替した場合の作業時間を測定	振動計測に係る100%の作業時間低減	振動計測に係る100%の作業時間低減→年間約10.5時間(14設備)
	(4)劣化診断の高度化	計測誤差低減	手測定による測定値との比較	手測定による測定値との一致(±10%以内)	手測定による測定値との一致(±10%以内)
	下水処理場への適用性	適用範囲・適用条件	機械設備への適用範囲を確認	ポンプ・送風機の機種別センサー設置可否の提示	水中軸受以外の設備に設置可能
				センサー設置面条件の提示	サイズ・温度条件・設置位置・固定方法を整理
(6)設置環境下での耐久性	劣化耐久性	設置センサー内部の分解調査により腐食等を確認	センサー内部劣化なし 5年程度の耐久性保有	センサー内部劣化なし	
タブレット 点検	(3)劣化診断の効率化	作業量・時間低減	実証フィールドでの従来技術を代替した場合の作業時間を測定	10%程度の作業時間低減	平均10%の作業時間低減
	(4)劣化診断の高度化	精度向上	タブレット点検導入効果を確認	タブレット端末利用による副次的効果を整理	遠隔監視、図面管理、ビデオ通話の効果を整理

表 2-4 評価結果一覧(設備劣化簡易診断 1/5)

技術	評価項目	評価指標	評価方法	目標値	評価結果
設備劣化簡易診断(1/5)	(1)故障予防	損害低減	国総研アンケート結果に基づく低減効果を試算	損害低減率試算方法の確立とその方法による試算	故障対応費標準値からの試算方法確立→0.06～0.51%の低減率
			劣化加速試験機・実証フィールド既設設備の故障対応標準値から低減効果を試算	国総研アンケート結果に基づく試算相当の損害低減率	劣化加速試験機の故障対応標準値から試算→0.10%の低減率
			突発故障発生前の振動値推移から故障検知への適用可否を検証	センサ最小測定周期(10分)にて突発故障発生前の振動値上昇を検知し、突発故障への適用可能	突発故障発生20-60分前の振動値上昇を検知し、突発故障への適用可能
			故障検知への適用による定性的な効果を整理	突発故障未然防止によるメリットを整理	復旧対応の迅速化・施設管理の相対的な信頼性向上等のメリットを整理

表 2-5 評価結果一覧(設備劣化簡易診断 2/5)

技術	評価項目	評価指標	評価方法	目標値	評価結果
設備劣化簡易診断(2/5)	(2)設備補修点検周期の延伸	コスト縮減	国総研アンケート結果に基づく縮減効果を試算	経費回収年の試算方法の確立とその方法による試算	延伸倍数(仮定)における標準値コスト縮減効果より経費回収年の試算方法確立延伸1.1倍で経費回収年8.5年
			劣化加速試験機・実証フィールド既設設備の故障対応標準値から縮減効果を試算	オーバーホール周期延伸倍数の可能性とそのコスト縮減率の提示	劣化加速試験機のオーバーホール費から延伸2倍の可能性があり試算→約50%のコスト縮減率
			補修周期を延伸した場合のリスクを整理	メーカー推奨補修周期を延伸した場合に想定されるリスクを整理	故障発生確率増大等のリスクを整理

表 2-6 評価結果一覧(設備劣化簡易診断 3/5)

技術	評価項目	評価指標	評価方法	目標値	評価結果
設備劣化簡易診断 (3/5)	(4)劣化診断の高度化	精度向上	センサーモニタリング蓄積データによる設備劣化簡易診断用の情報可視化	不要データ除去処理方法と移動平均処理方法の確立	不要データ除去処理方法と移動平均処理方法を確立
			タブレット点検蓄積データによる設備劣化簡易診断用の情報可視化	日毎の蓄積データのグラフ表示方法の確立	日毎の蓄積データのグラフ表示方法を確立
			劣化加速試験機のセンサーモニタリング蓄積データから劣化予測の精度を確認	劣化予測情報の可視化と目安となる予測精度の評価	1パターンによる劣化予測情報の可視化と予測精度 ^{*1} を確認
			精密診断により設備劣化簡易診断結果を検証	簡易診断結果がAE診断 ^{*2} 結果の劣化状態と同等	簡易診断結果がAE診断結果の劣化状態と同等を確認

※ 1 しきい値到達予測時期の幅と予測に必要なモニタリングデータ日数を1つの試験パターンで確認

※ 2 アコースティック・エミッション (Acoustic Emission, AE) とは、材料が変形あるいは破壊する際に、内部に蓄えていた弾性エネルギーを音波 (弾性波、AE波) として検出する精密診断方法

表 2-7 評価結果一覧(設備劣化簡易診断 4/5)

技術	評価項目	評価指標	評価方法	目標値	評価結果
設備劣化簡易診断 (4/5)	(5)モニタリングデータの蓄積	精度向上	実証フィールド既設設備のセンサーモニタリング蓄積データによる設備劣化簡易診断用の情報可視化	通年での可視化の確立	通年での可視化可能
			タブレット点検蓄積データによる設備劣化簡易診断用補完情報の確認	補完情報項目と補完方法の確立	2項目の補完情報可能性発現
			実証フィールドの設備において、ISO規格による絶対判定基準が適用可能な割合を整理	振動速度値がISO規格の優良・良好ゾーンである割合を整理	86%の設備が優良・良好ゾーンにて絶対判定基準適用可能(14%が注意・危険ゾーン)
			判定基準に適用するISO規格の整理	絶対判定基準ISO規格の整理と絶対判定基準適用不可の設備管理方法を整理	ISO10816-1:1995と関連ISO規格の整理 注意・危険ゾーンにある設備の管理方法をフロー化
			振動値が変化している既設設備の要因追跡調査	流量・圧力等のプロセス値変化との関連を確認	プロセス値により振動値も変化と推測 設備の劣化進行に伴い振動値の上昇傾向が顕著化

表 2-8 評価結果一覧(設備劣化簡易診断 5/5・全体効果)

技術	評価項目	評価指標	評価方法	目標値	評価結果
設備劣化簡易診断(5/5)	(3)劣化診断の効率化	作業量・時間の低減	劣化予測曲線制定に必要な最低測定周期を確認	従来技術(手測定)による本技術の代替可否を評価	1日1回程度の計測が必要で従来技術では代替は現実的ではない
	下水処理場への適用性	適用範囲・適用条件	普及展開に向けた建設費・維持管理費用の確認	導入モデルケースの策定と費用関数の整理	処理量別導入モデルケース ^{※1} を策定し、費用関数を整理
			本技術適用にあたり適用対象設備の選定フローを整理	ストマネガイドラインに沿った選定フローの整理	選定フローの整理 実証フィールドでの適用例として14設備を抽出
			本技術適用にあたり設備劣化簡易診断タイミングとフローを整理	保全に係る中期計画・次年度計画における対象設備の選定フローを整理	中期計画(5年間)・タ刊年度・次年度計画(翌年)における対象設備選定フローを整理
			本技術適用にあたり突発故障検知時の緊急連絡フローを整理	維持管理会社が運転管理を受託する場合の緊急連絡フローを整理	本実証研究での連絡フローに即して緊急連絡フローを整理
全体効果	(7)費用	経費回収年	処理量別導入モデルケースにおける経費回収年の検討	5年程度	5年程度を確認

(1) 設備信頼性向上により故障を予防することによる損害低減効果

全国 55 下水処理場へのアンケート結果の故障対応費から、実証フィールドにおける工事履歴調査による低減効果を勘案し、本技術適用による損害低減効果を汚水ポンプ 0.51%、曝気ブロワ 0.26%と試算した。(資料編第 5 節導入効果の検討例 p137 参照)

また、実証研究の結果からは、突発故障による設備停止の 20 分から 60 分前に事前検知しており、突発故障の未然防止の可能性があるとされた。

(2) 設備補修点検周期の延伸によるコスト縮減効果

全国 55 下水処理場へのアンケート結果の標準値データから、設備補修点検周期の延伸倍数 1.1 倍と仮定し、本技術適用による経費回収年をそれぞれ、8.5 年と試算した。

(3) 劣化診断の効率化による作業量・時間の低減効果

センサーモニタリング技術導入による作業量・時間の低減効果について、従来技術である手測定を年 1 回(実証フィールド対象設備での実績)実施した場合の作業時間から 10.5 時間と試算した。また、劣化予測に必要な振動測定周期は最低 1 日 1 回と推定され、その最低測定周期で手測定を行った場合にかかる作業時間および換算費用は年間それぞれ、1,200 時間および 300 万円程度と試算した。

タブレット点検技術導入による作業量・時間の低減効果について、従来技術である紙帳票への記録とデータ再入力合計時間と比較し、約 10%の効果と試算した。

(4)劣化診断の高度化による計測誤差低減、劣化診断及び劣化予測の精度向上効果

- ・センサーモニタリング技術の計測誤差について、手測定による測定値と一致(誤差±10%以内)することを確認した。
- ・振動センサーの設置位置について、手測定値との比較により、軸受けに接する部材上のできるだけ軸受の直近に設置することを確認した。
- ・連続センサー測定値に含まれる不要データ(他号機運転時のデータ等)の除去と移動平均処理によるグラフ表示方法および指数近似曲線を用いた劣化予測処理方法を確立した。
- ・設備が異常状態である D 判定(危険)に到達する時期を 3 ヶ月半程度の時間幅で予測可能であると確認した。
- ・簡易診断結果から得られた設備の劣化状態の判断は振動データに基づくものであるが、精密診断や分解調査により設備の劣化状態を評価した結果、簡易診断結果と同等であり、簡易診断結果に信頼性があることを確認した。
- ・タブレット点検技術について、タブレット端末を使用することによる定性的な副次的な効果を確認した(図 2-20)。



図 2-20 タブレット点検端末利用による副次的効果

(5)モニタリングデータ蓄積による劣化診断及び劣化予測の精度向上効果

実証フィールド設備に連続センサーを設置して、4年3ヵ月(1,561日)間継続して四季を通じたデータを取得し、通年で設備劣化簡易診断情報として可視化可能であることを確認した。また、簡易診断結果から得られた劣化状態の判断について精密診断や分解調査により評価した結果、簡易診断結果と同等であることを確認した。

これらの結果から、劣化簡易診断による判断に信頼性があると確認された。これに伴い後段の導入検討にて、センサー設置の適用対象設備を選定する判定フロー(図 2-21)や、中長期の保全計画策定時における保全対象設備の選定フロー(図 2-22)を適用するものとする。なお、本技術の振動速度値の判定基準は、下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドラインに例示されている ISO 規格 (ISO10816-1:1995) を採用することとした。

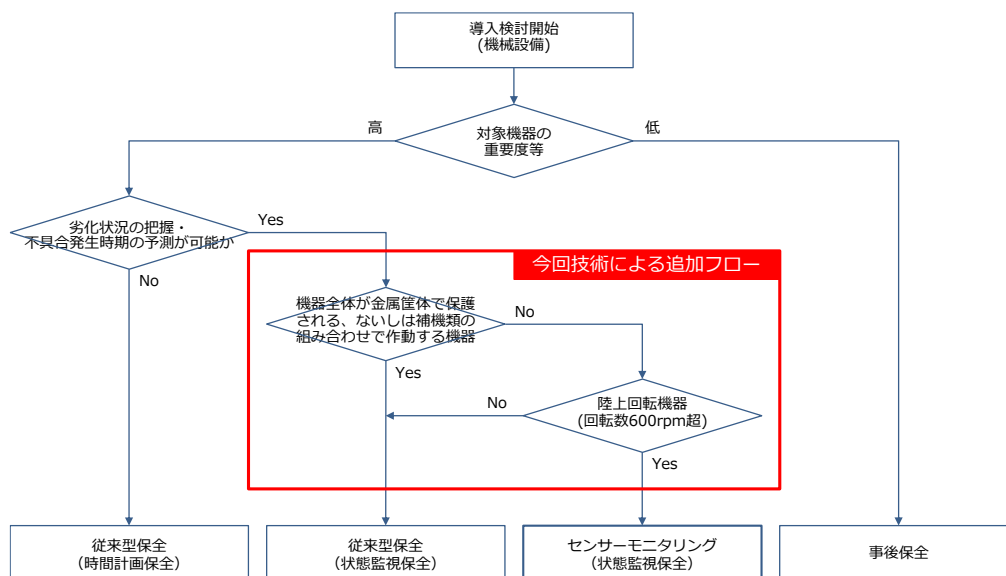


図 2-21 適用対象設備の選定フロー

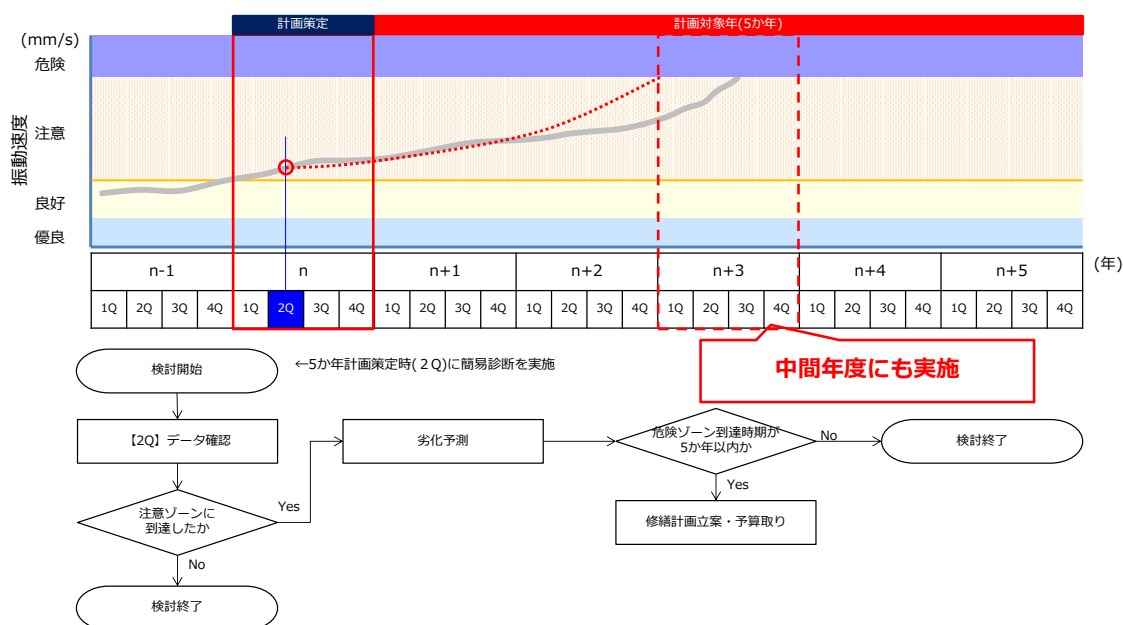


図 2-22 保全対象設備の選定フロー

(6) 実証設備の設置環境下における劣化及び耐久性に関する調査(分解調査)

4年3ヶ月(1,561日)間実証フィールド設備に設置した連続センサーを分解調査し、劣化が認められないことを確認した。

(7) 経費回収年による導入効果

本技術の導入効果である精密診断の回避、突発故障の未然防止、点検データ入力時間縮減による費用削減効果から、本技術導入による建設費および維持管理費の費用回収年を試算し、表 2-9 の通り、減価償却資産(電子機器)の耐用年数である5年程度であることを確認した。

表 2-9 処理規模別の経費回収年

処理規模	対象機器 (台数)	建設費 (千円)	維持管理費 ¹⁾ (千 円)	導入効果 ²⁾ (千円)	経費回収年 (年)
1万m ³ /日	汚水ポンプ(4台) ブロワ(4台)	5,833	616	1,955	4.7
5万m ³ /日	汚水ポンプ(4台) ブロワ(4台)	5,833	616	2,009	4.5
10万m ³ /日	汚水ポンプ(6台) ブロワ(5台)	7,493	696	2,102	5.9

- 1) 維持管理費には、**センサーモニタリング技術が提供する付属するサービスにデータ分析費用を付加**した。対象機器台数(センサー設置数)によりデータ量が異なることから、**8台の場合で100千円/年に設定**した。
2) 導入効果には精密測定回避、故障対応費の低減、点検時間の削減効果が現れることで検討した。

[注]1万m³/日、5万m³/日で対象機器数が同数でも導入効果額が違う
～故障対応費の算出において、劣化起因の故障対応標準費が1万m³/日より5万m³/日規模の方が高いため

なお、クラウドサーバに蓄積されたデータを集計し、そのレポートを利用者に提供するサービス等を設備の簡易劣化診断情報として活用している。振動モニタリングレポート例は図 2-10 を参照されたい。