

維持管理データの蓄積及び活用

ゲート設備編

関東地方整備局関東技術事務所
施設技術課 田中 義光

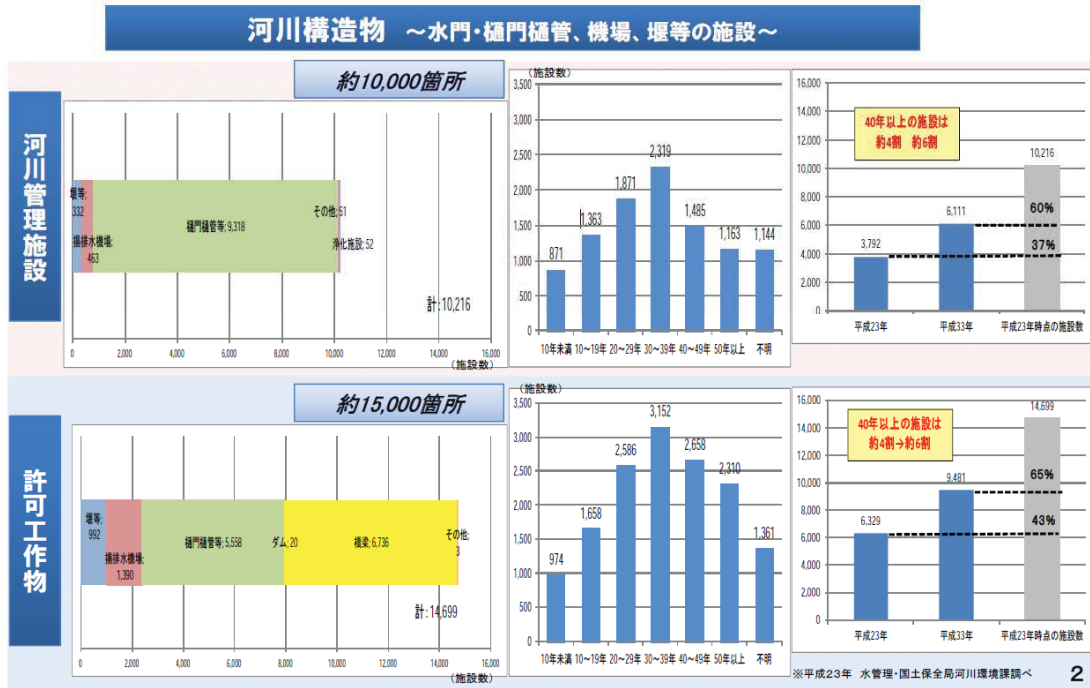
* 維持管理データの蓄積及び活用

概要

- 維持管理の現状とインフラ長寿命化
- 1. 維持管理で扱う情報（データ）
- 2. 維持管理情報の重要性
- 3. 情報の収集と蓄積（点検・整備・更新時）
- 4. 活用事例
- 5. 今後の技術的なニーズ

*維持管理データの蓄積及び活用

河川管理施設と許可工作物の現状 《直轄管理区間》



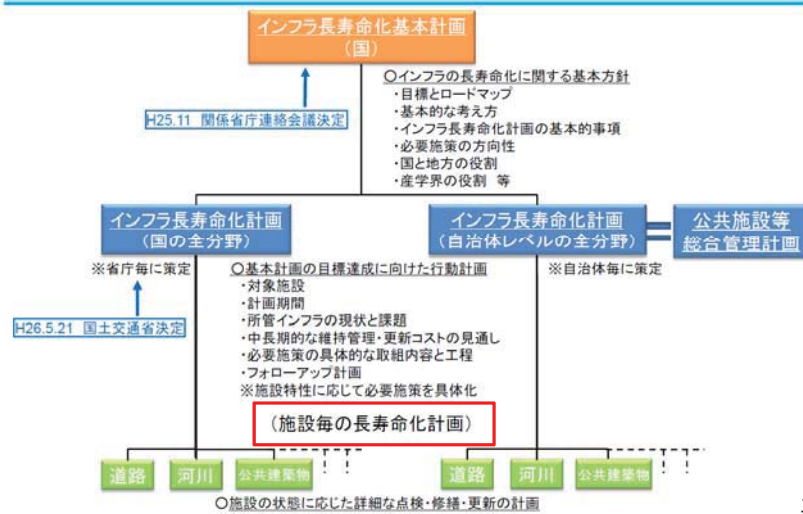
出典：国土交通省HP

老朽化が進む河川管理施設

*維持管理データの蓄積及び活用

インフラ長寿命化に向けた計画の体系(イメージ)

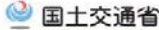
国土交通省



- 「社会資本メンテナンス元年」の成果や課題を踏まえ、インフラ長寿命化計画に基づく行動計画ととりまとめ
- 将来にわたる必要なインフラ機能の発揮に向けた取組により、メンテナンスサイクルを構築・継続的に発展
- 国民の安全・安心の確保、トータルコストの縮減・平準化、メンテナンス産業の競争力確保の実現

出典：国土交通省HP

*維持管理データの蓄積及び活用

国土交通省 インフラ長寿命化計画(行動計画)のポイント 

国土交通省 インフラ長寿命化計画(行動計画) 平成26～32年度(2014～2020年度)
(平成26年5月21日社会資本の老朽化対策会議決定)

位置づけ・意義

国土交通省の**具体的な取組を確定・見える化し、**
メンテナンスエンジニアリングの構築に向けた道筋を提示した、「メンテナンスの指針」

メンテナンスサイクルを全国に根付かせ、メンテナンス元年の危機感と行動を未来へ継承

主な取組内容(所管者・管理者の2つの立場)

<ul style="list-style-type: none"> ○新たな基準・マニュアルの運用開始 (例 道路橋等の5年に1回の近接目視、空港の3年に1回を標準とする路面性状調査等) ○新たなデータベースの稼働と将来的な機能の拡充 (例 港湾のデータベースの港湾管理者への拡大、中小鉄道事業者等のデータベースの稼働等) ○必要に応じた施設の集約化・撤去等 (例 社会構造の変化に伴う橋梁等の集約化・撤去への助言、港湾における施設の集約や利用転換等) 	<ul style="list-style-type: none"> ○資格制度の充実 (例 必要な能力と技術の明確化、関連する民間資格の評価・認定等) ○管理者間の相互連携体制の構築 (例 国・都道府県・市町村から構成される支援組織による市町村への技術的支援等) ○高度な技術力を有する技術者の活用体制の構築 (例 道路・河川・ダム分野において、国の職員等の派遣等の技術的支援体制の確立等)
--	---

計画の汎用性・拡張性の確保

- 計画に記載された個別の基準・マニュアル等のHPへの掲載
・行動計画を補足し、地方公共団体等が参照できるように、計画に記載された具体的な基準等の取組を掲載
- 計画策定後の新たな取組のHPへの掲載
・フォローアップや予算要求等を踏まえた新たな取組を継続的に掲載することで、計画自体を常に充実・進化

出典：国土交通省HP

*維持管理データの蓄積及び活用

*



Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Kanto Regional Development Bureau.

平成25年7月1日(月)
国土交通省関東地方整備局
関東技術事務所

記者発表資料

「関東維持管理技術センター」を設置します

～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～

1. 概要

我が国では、高度経済成長期時代に集中投資した社会資本が急速に老朽化しています。既存のインフラを安心して利用し続けることができるようにするためには、適切な点検及び修繕が不可欠です。このため、平成25年7月1日付けで「関東維持管理技術センター」を設置し、インフラの戦略的な維持管理・更新を実現するために現場で必要とされる技術開発等を効率的に推進します。

2. 主な業務

- ① 構造物の点検・診断、補修・補強等の維持管理技術の検討・開発
- ② 構造物の合理的な維持管理方法の検討
- ③ 点検結果や施設データ等維持管理に関するデータの一元的な管理、システム化
- ④ 維持管理に係わる地方公共団体への支援

3. 設置日

平成25年7月1日

* 維持管理データの蓄積及び活用



水門



樋管・樋門

出典：河川用ゲート設備点検・整備・更新マニュアル（案）
国土交通省HP（機械設備関係）

* 維持管理データの蓄積及び活用

1. 維持管理で扱う情報（データ）

- 「点検・整備・更新マニュアル」において規定
- 「維持管理計画」に必要な情報
 - 設備諸元台帳（設備台帳）
 - 中長期保全計画（40年以上のスパン）
 - 年度保全計画（年度の点検・整備）
 - 維持管理台帳（点検・整備・更新の履歴、
運転記録、故障履歴など）

国土交通省HP（機械設備関係）

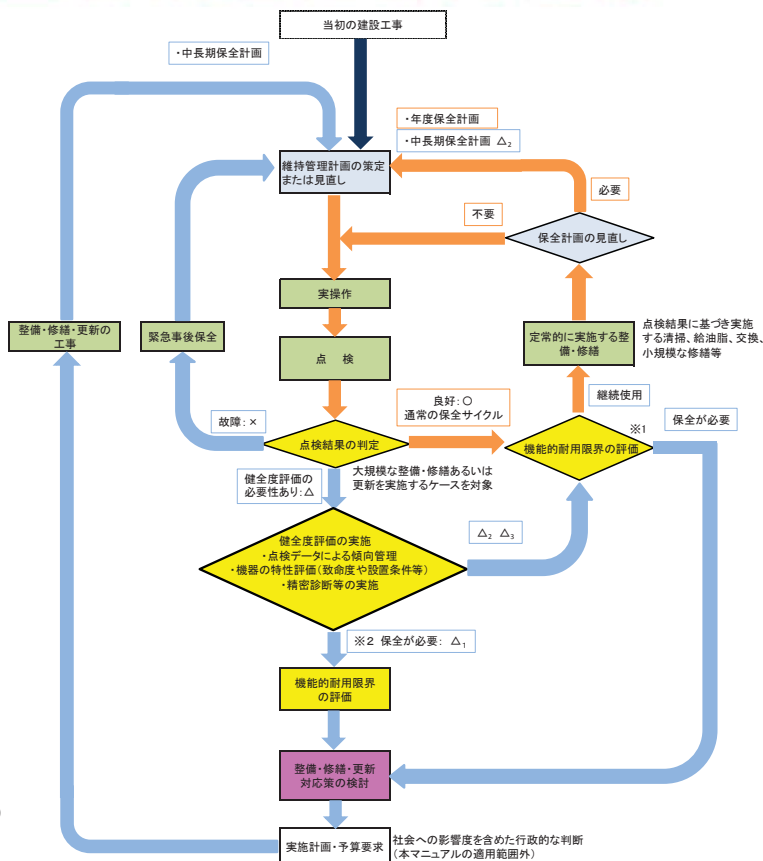
* 維持管理データの蓄積及び活用

「維持管理」について

凡例	
PLAN	P: 保全管理の仕組みを企画
DO	D: 保全管理の仕組みを運用
CHECK	C: 問題発見(故障発折)
ACTION	A: 問題対応(再発防止)

△1, △2, △3の評価については42項「健全度の評価」を参照。
 ※1: 実操作や点検の結果必要に応じて実施
 ※2: △2評価後、維持管理計画に基づき整備・修繕・更新を行う場合を含む

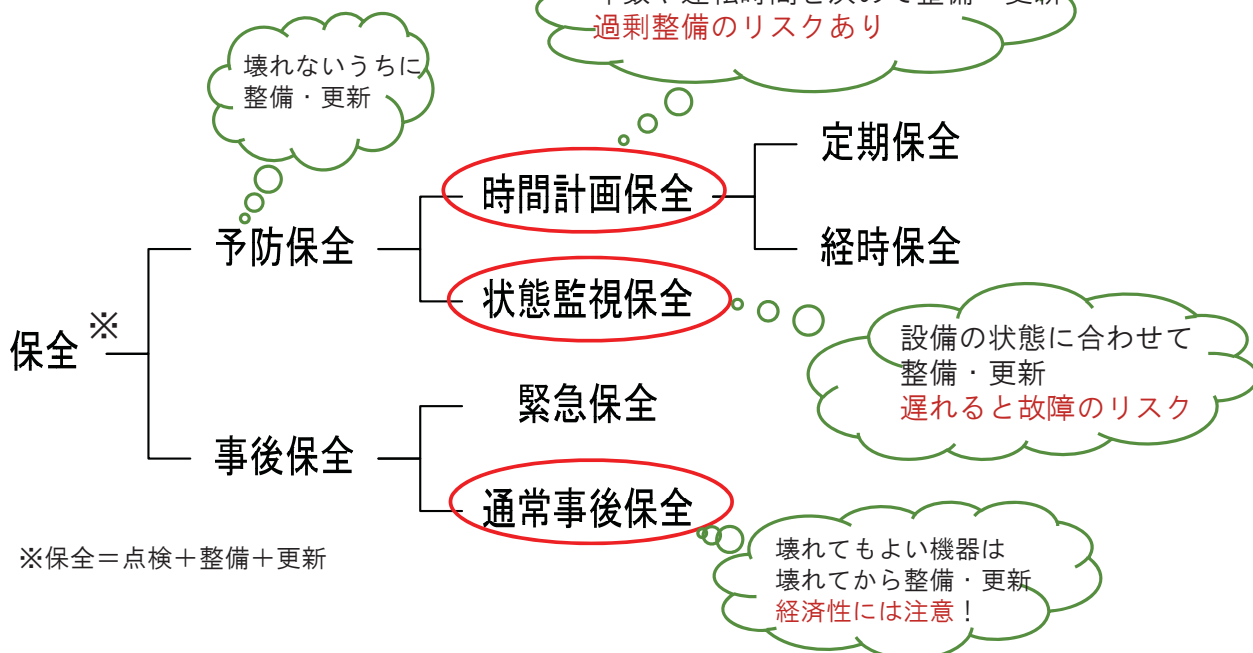
x	故障状態
△1	早急に措置を講ずるべき状態
△2	2~3年以内措置を講ずるべき状態
△3	経過観察



出典：
河川用ゲート設備点検・整備・更新マニュアル（案）

* 維持管理データの蓄積及び活用

保全方式について



※保全 = 点検 + 整備 + 更新

維持管理情報を活用して効果的な保全を実現する。

* 維持管理データの蓄積及び活用

2. 維持管理情報の重要性

維持管理情報を活用する必要性

維持管理手法の適切な「意思決定」プロセスに活用するため

情報を管理する内容

収集・蓄積・分析・提供及びこれらを実現する要素技術

信頼性

収集・蓄積における重要事項

誰が行う、収集の項目、種類（電子・紙）、方法を定める

分析における重要事項

提供先（活用者）のニーズに適合した内容と方法であること

提供における重要事項

情報を管理する体制、技術的手法（ネットワークなど）が適切であること

* 維持管理データの蓄積及び活用

維持管理情報活用場面

- 改築・更新時の計画・設計（標準仕様に対して）
故障実績の考慮、現場条件の考慮
- 点検
「現場条件」「故障実績」「くせ」に合わせた点検
計測データによる傾向管理（状態監視保全・潜在故障発見）
- 中長期保全計画
機器別の整備・更新サイクル実績（時間計画保全）、運転記録（時間・回数）
寿命（横断的解析）
- 健全度の評価（中長期保全計画の見直し）
点検結果、計測データによる傾向管理、診断による判定結果
- 施設運営全般・広報
運転記録（稼働実績（点検・実稼働）・時刻）
- リスク管理・危機管理
故障実績、予備品情報
- 信頼性工学に基づく評価（FMEA・FTAなど）
構成機器の故障率、寿命（横断的解析）⇒基準・指針類へ反映

* 維持管理データの蓄積及び活用

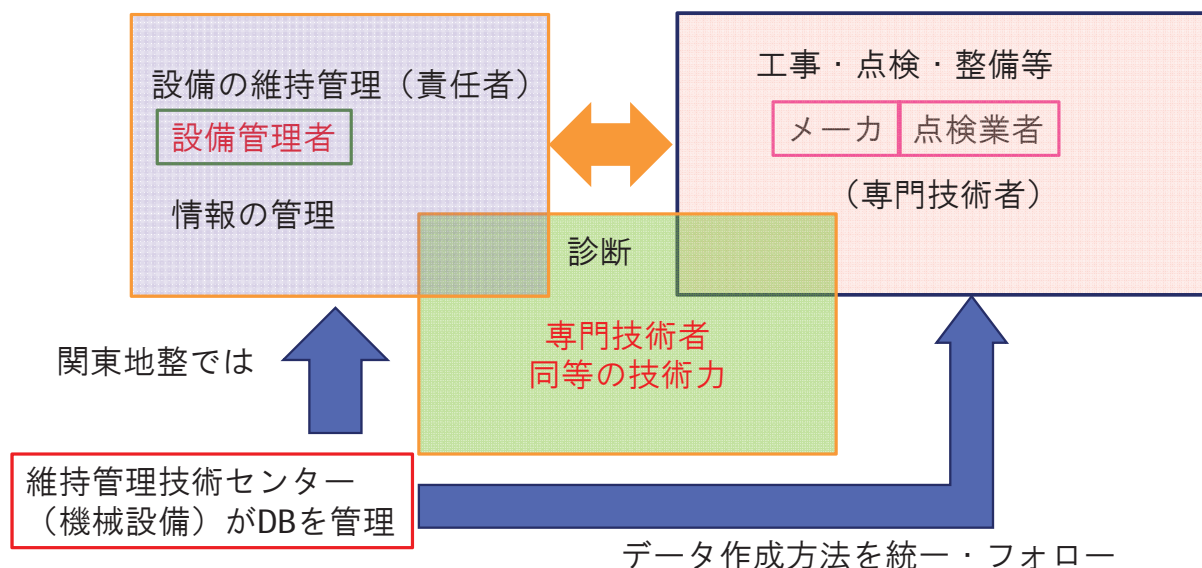
3. 情報の収集と蓄積

- 工事履歴
設備の建設、増設、整備、修繕、更新がいつどのように行われたか
- 故障情報
いつ、何が、どのように故障したか、原因、復旧費用
- 点検情報
設備・構成機器・部品の定性的な「状態」(A/B/C・×△○など)
各計測数値(電流・圧力・流量・時間・抵抗値・振動・温度など)
- 整備・修繕・更新情報
工事履歴(前述)
各劣化や摩耗に関する計測数値、(整備等の後)初期の計測数値
- 予備品情報
施設毎に、何が、いくつ、どこにあるのか(さらにその状態)

* 維持管理データの蓄積及び活用

誰が情報を収集・蓄積するのか

情報の管理は、**設備管理者**の責務だが、設備管理に係る関係者との連携が不可欠



* 維持管理データの蓄積及び活用

機械設備維持管理システム

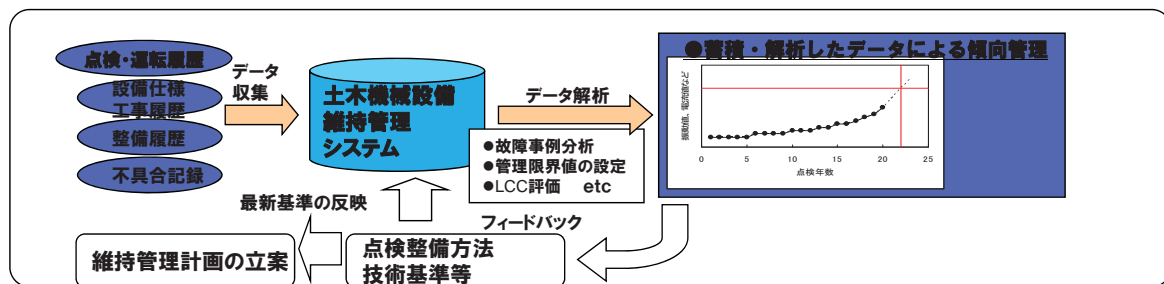
土木機械設備維持管理システムの目的

土木機械設備に関する各種データを効率的かつ効果的に利活用

- 点検データに基づく傾向管理
- 故障情報に基づく点検方法の精査
- 故障情報に基づく技術(仕様)の改善
- 基準、指針、要領等の改訂
- 維持管理計画(中長期保全計画)の立案



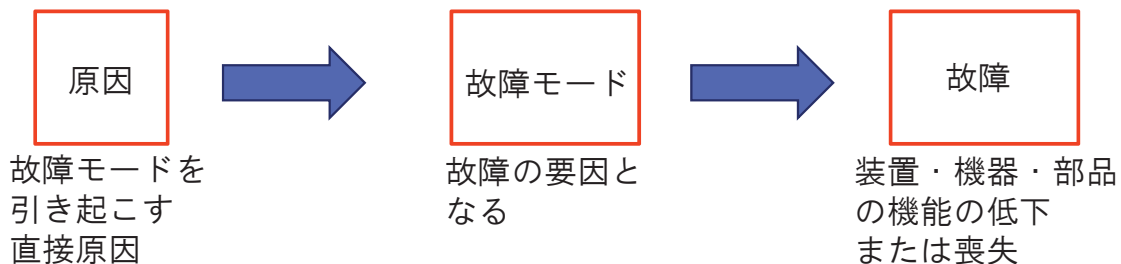
設備カルテ画面 (H27WEB版)



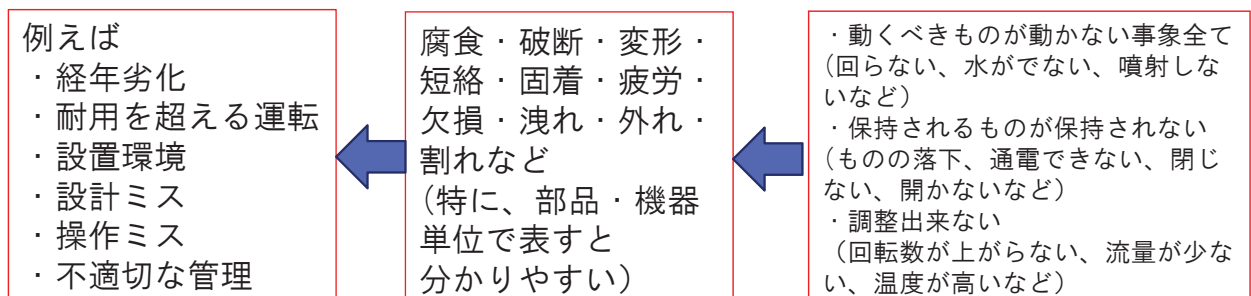
* 維持管理データの蓄積及び活用

故障情報の留意点

いつ、何が(装置・機器・部品) 以外に重要なこと



情報(伝達)の優先順位では

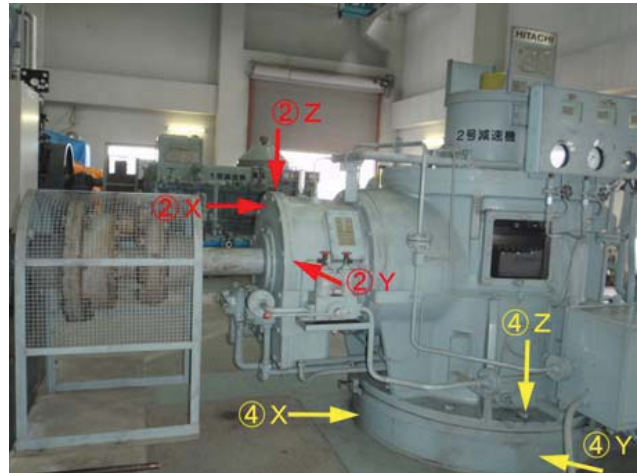
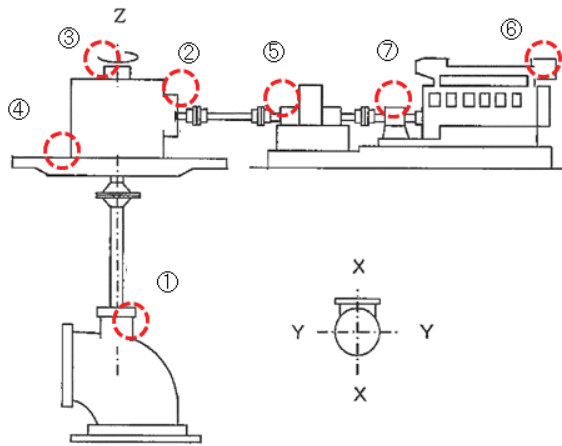


* 維持管理データの蓄積及び活用

計測データに関する留意点

点検時に計測するデータは、できる限り「同条件」「同一箇所」「同一方法」で計測しなければならない。

⇒ 運転後〇〇分、マーキング、計測器の統一、ハンディ加速度計ではマグネット（計測器を変更する場合、新旧の機器で比較計測を実施）



河川ポンプ設備の事例

出典：河川ポンプ設備状態監視ガイドライン（案）

* 維持管理データの蓄積及び活用

4. 活用事例

➤ 点検情報

計測データによる傾向管理

傾向管理評価シート（トレンドグラフによる相対評価）
機械設備維持管理システムにトレンドグラフ機能あり

➤ 整備・修繕・更新情報

構成機器の故障率、寿命（横断的解析）

→ 基準・指針類に反映

* 維持管理データの蓄積及び活用

傾向管理の考え方（1）

- ・健全性の指標となる「しきい値」をどのように決めるか
- ・計測データが時系列でどのように変化していくか
- ・これらを勘案して設備の劣化傾向を評価する

「しきい値」

絶対値評価：ある規定の数値（JIS規格値・メーカー基準等）を採用する

相対値評価：正常時のデータを基にした変化の割合で規定する

（相互値評価：同じ種類の機器等の計測データを相互に比較する）

点検・整備・更新マニュアル（案）では、「相対値評価」を行い、「絶対値評価」を併用する

- ・メーカー基準値以内であっても故障が発生した事例がある
- ・設備の劣化は時系列で進み、その傾向は計測値に現れることが多い
- ・絶対値で評価をする場合、直近の計測データによる評価に偏る

* 維持管理データの蓄積及び活用

傾向管理の考え方（2）

傾向管理を「健全度の評価」に活用する

正常値：装置・機器等が正常に稼働しているときの各計測値
ただし、正常値であっても異常傾向が見受けられれば経過に注視
⇒健全○ ただし、異常傾向がある場合の健全度の評価△3（要監視段階）

注意値：計測値がこの数値を超えた場合、概ね2～3年以内に整備等の措置をとるべき指標
⇒健全度の評価△2（予防保全計画段階）

予防保全値：計測値がこの数値を超えた場合、早急に整備等の措置をとるべき指標
⇒健全度の評価△1（予防保全段階）

点検や運転の結果、機能に支障が出ている場合は、整備・修繕の措置段階である

* 維持管理データの蓄積及び活用

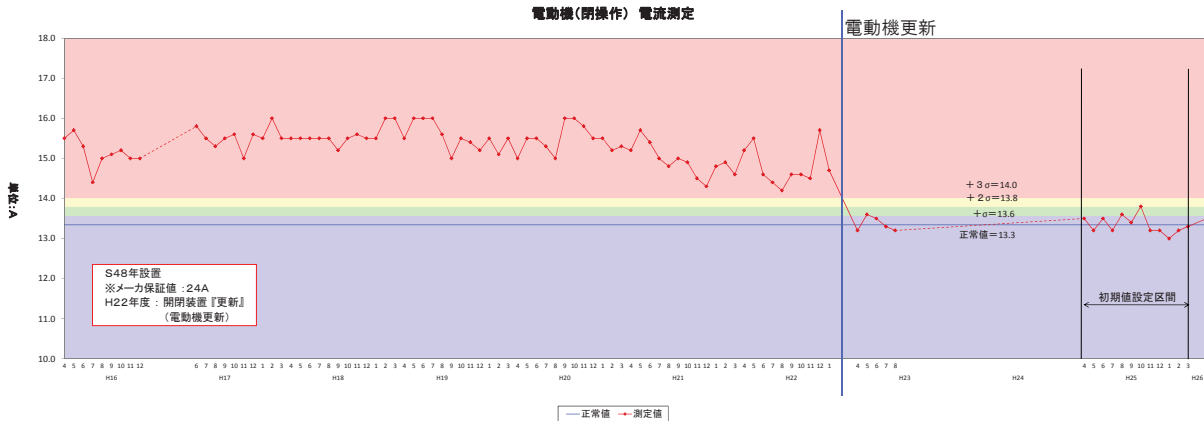
傾向管理の考え方 (3)

振動値：ISO10816-1「機械の振動 非回転部分にて測定された機械振動の評価」

- ・ 注意値 = 正常値 × 2.5
- ・ 予防保全値 = 正常値 × 6.3

振動値以外：JIS Z 9021 シューハート管理図

- ・ 注意値 = 正常値 (平均値) ± 2σ (JIS Z 9021 における警戒値)
- ・ 予防保全値 = 正常値 (平均値) ± 3σ (JIS Z 9021 における管理限界値)



JIS Z 9021 適用事例

* 維持管理データの蓄積及び活用

傾向管理評価シートの作成

H27年度より適用された「河川用ゲート設備点検・整備・更新マニュアル(案)」「河川ポンプ設備点検・整備・更新マニュアル(案)」においては、設備毎に維持管理計画を策定することが定められており、健全度評価を反映させた年度保全及び中長期保全計画の立案が求められている。

関東維持管理技術センターでは、各設備の維持管理計画に活用することができる「傾向管理評価シート」を作成している。

このシートは、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いる。

<p>機器名 傾向管理項目</p> <p>交換ポンプ 部品名称：① 流れ方向 (X-X') 駆動 健全度レベル：</p> <p>初期値 (m) 正常値 = 5.0 μm</p> <p>管理基準値 注意値：2.5 μm (初期値の2.5倍) 危険値：6.3 μm (初期値の6.3倍)</p> <p>許容値 メーカー保証値 = 80 μm または、JIS B 4301-2000付属書2図1</p>	<p>対処方法</p> <p>計測値の推移は、傾向管理グラフにより確認し、 ①注意値となった場合は、計測値を増やす等の対策を取り、健全診断(異常の原因を把握)する。 ②危険値となった場合は、健全診断(異常の原因を究明)し、メーカー詳細情報などを行い、対策を施す。</p>
<p>評価フロー</p>	<p>測定方法</p> <p>【計測箇所】 駆動軸として、水紋条件を確保する。</p> <p>【計測タイミング】 運転5分後以降とする。</p> <p>【計測時間】 数秒程度</p>
<p>評価方法</p> <p>駆動の評価には、大きく分けて絶対判定基準法と傾向判定基準法があるが、傾向管理を行う場合は一般に絶対判定基準法がもたらされる。</p> <p>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。 【設置時または修繕時直後における計測データがある場合】 設置時または修繕時直後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継続後安定するケースでは、継続後の安定時の計測データとする。 【設置時または修繕時直後における計測データが無い場合】 以下の条件を満たす直前データの平均値とする。 ① 許容値に急激な増減が無いこと。 ② 異常時の不具合コメントが無いこと。</p> <p>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、ポンプの駆動に際しては、鉄理機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。</p> <p>現状評価結果 (変化率) 増減検出・増増・増減 要対応 (急増・急減) 全体的に変化が少なく、近年の急増なし。</p>	<p>詳しい値 参考図表</p> <p>1. 許容値：JIS B 4301-2000付属書2図1 駆動基準値</p> <p>2. 管理基準値：ISO 10816-2 (2009) mechanical vibration</p> <p>3. 管理基準値：JIS B 9906 (2009) 機械振動-機軸部分における機械振動の測定と評価-一般的方法</p> <p>【注】H20、H24-H28、H29-H30、H31 それぞれ適用範囲が異なる。</p> <p>ナシによる特色 (製造年月による変化)</p>

* 維持管理データの蓄積及び活用

* 傾向管理の適用事例

中長期保全計画反映事項

- 構造体の板厚、塗膜厚
- 開閉装置の各部（電動機・減速機・軸受）温度
- 歯車 バックラッシ・歯当たり面
- 開閉時間
- ワイヤロープ外径・素線切れ数
- 配線・電動機（絶縁抵抗値）

以下は年度保全計画（点検）事項

- 制動装置（ブレーキ）ライニング厚み
- 潤滑油・グリス（特に露出歯車部）性状

* 維持管理データの蓄積及び活用

傾向管理の課題（1）水門開閉装置 ピニオンギア

状況：開閉装置のドラム駆動用ピニオンギア摩耗



劣化途上にあるピニオンギア
（注意：左の設備とは異なるギア）



摩耗したピニオンギア

傾向管理

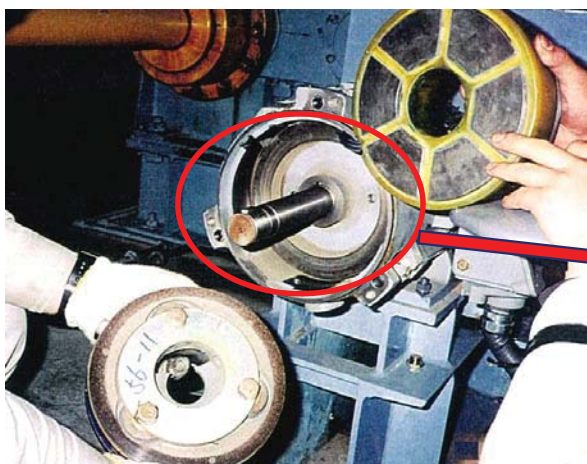
- ・ 歯当たり 目視 計測
- ・ 振動 → 速度実効値・噛合周波数の確認などはこれまでの点検では行われていない

故障モード

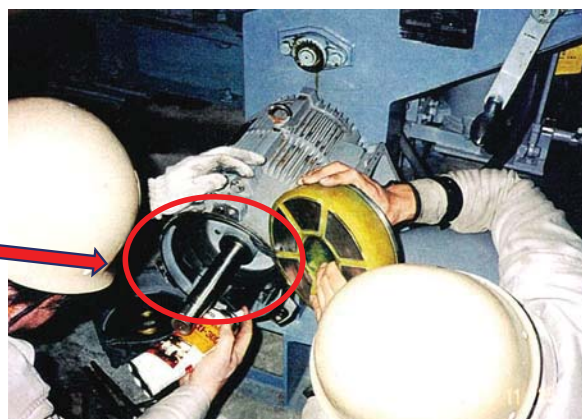
- ・ 摩耗（スコアリング・剥離？）

* 維持管理データの蓄積及び活用

* 傾向管理の課題（２） 停止期間が長い部品の固着・ゆるみ



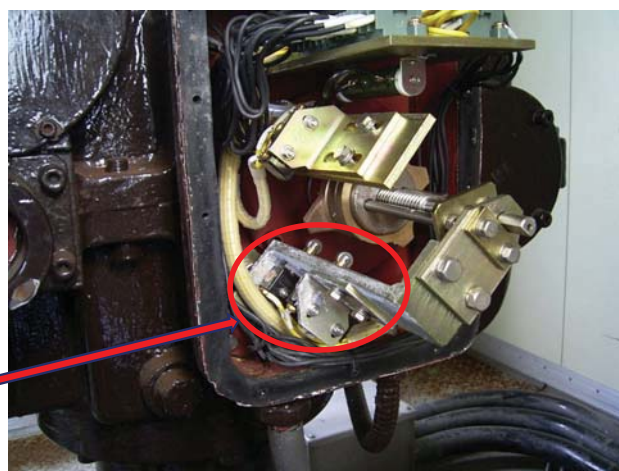
開閉装置に採用される電磁ブレーキは内部でライニングが固着することがある



ワイヤーロープウインチ式では年点検時に分解確認を行う
小形ゲート等で採用されるラック式開閉装置では実施にばらつきがある

* 維持管理データの蓄積及び活用

* 傾向管理の課題（３） 電気・電子部品 事後保全となる



開閉装置内部のリミットスイッチが故障
普段は目視確認できない
→ 予備品を検討

*維持管理データの蓄積及び活用

*傾向管理の課題（４）突発事象（A）

ゲート設備ワイヤーロープの損傷事例



ワイヤーロープ用滑車(シーブ)が異物を噛み込みストランドが落ち込んだ状態

・現場条件（塵芥の多少など）に合わせた管理方法の検討が必要

一般論としては、ワイヤーロープの傾向管理手法をさらに明確化したい

*維持管理データの蓄積及び活用

*傾向管理の課題（４）突発事象（B）

ゲート設備ワイヤーロープの損傷事例



素線切れ11本

素線切れ11本

シーブに異物が入り、素線切れした事例

過去の故障事例を反映させた維持管理の検討が必要

・異物の入りにくい構造

・目視確認位置
・計測位置



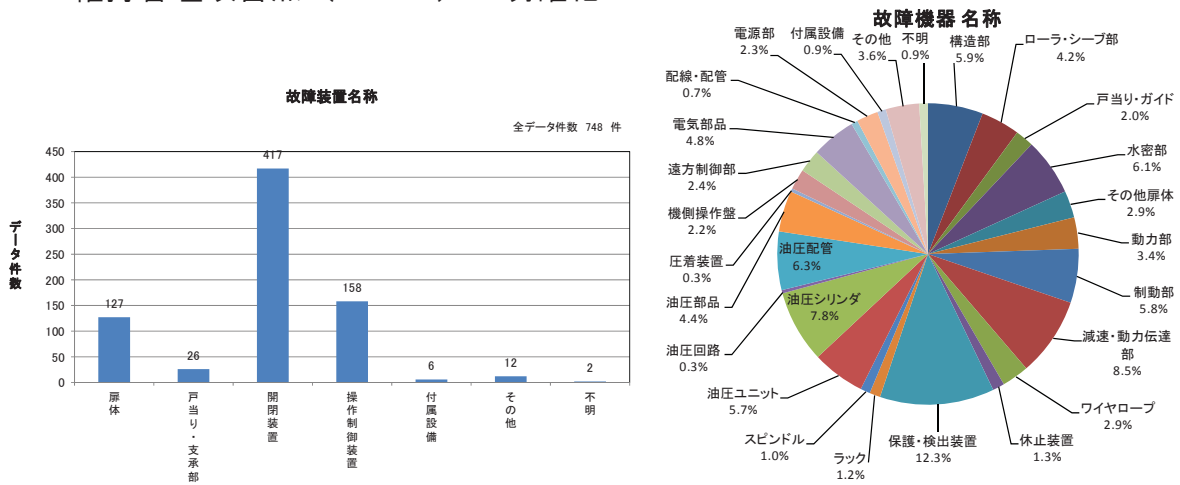
異物による変形を起こしている素線

異物

* 維持管理データの蓄積及び活用

故障情報の活用事例

- ・ 設備構成による信頼性評価ツール（FMEA・FTA）に活用
- ・ 維持管理改善点（ニーズ）の明確化



ゲート設備（水門・樋門樋管・堰・閘門）の故障傾向※

※：H27年度 関技調べ（直轄以外の設備も含む）

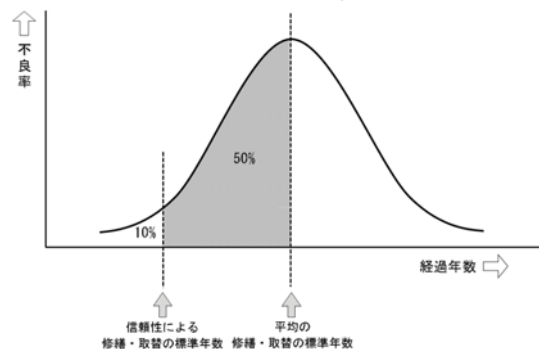
* 維持管理データの蓄積及び活用

主要機器の寿命算定（河川用ゲート設備）

表 ゲート設備の標準年数

機器・装置名	種別	信頼性による標準年数	標準年数（平均）	備考
扉体構造部	更新	29	58	
開閉装置電動機	取替	21	39	
油圧押しブレーキ	取替	25	50	
減速機	取替	26	49	
ワイヤロープ	取替	16	35	(待機系)
機側操作盤	取替	16	35	

参考：B10とB50（平均）



ゲート設備構成機器の寿命は、平均年数で見ると扉体で58年、機側操作盤でも35年程度。

信頼性による標準年数は、管理する設備全体を100としたときに、10%の機器が更新や取替となる年数。平均は50%なので参考図に示すとおり平均より短くなる。維持管理上は、10%年数を超えた時点から設備の状態をよく確認する必要があり、診断の実施などの目安になる。平均年数は、維持管理計画更新・取替・修繕を見込むための目安にできる年数である。

出典：河川用ゲート設備点検・整備・更新マニュアル（案）

* 維持管理データの蓄積及び活用

5. 今後の技術的なニーズ

油圧機器のメンテナンス技術

Ex. 油圧配管・油圧シリンダ

低速かつ待機系回転機械の状態監視技術

Ex. 歯車・伝導軸・軸受

不可視部分の状態監視技術

Ex. 配管（埋設部など）・水密ゴム・戸当たり

耐食性・耐久性が良好で安価な素材

Ex. 塗装・ワイヤーロープ

電子機器の状態監視技術（予備品対応難しいもの）

Ex. 配線・PLC・変圧器 等

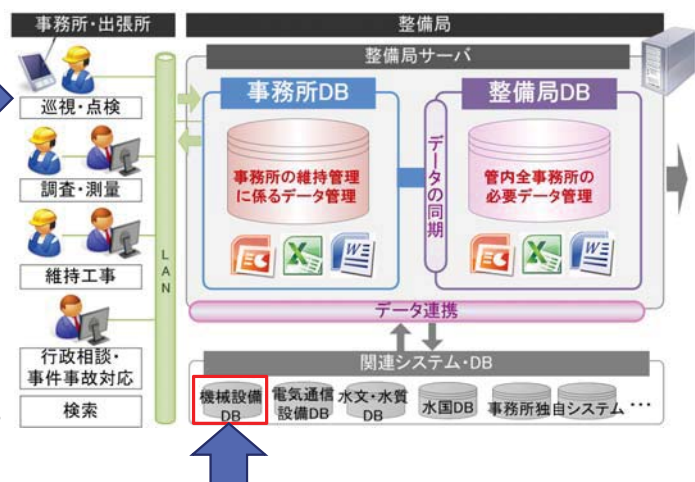
* 維持管理データの蓄積及び活用

点検作業自体の合理化

Ex. 現場におけるデータ化（タブレット等の普及）



河川巡視ではタブレット端末を用いたデータの電子化が進んでいる



機械設備では点検結果を現場で電子化するまでに至っていない場合が多い

機械設備は点検項目が多いので、入力様式はエクセルファイルを用いている

* 維持管理データの蓄積及び活用

点検作業自体の合理化

Ex. (例えば)

ワイヤーロープの計測箇所・方法

温度計測位置

絶縁抵抗計測箇所・方法

振動計測方法（本当に変位でよいのか、計測箇所）

ブレーキのライニング厚計測方法（最小部？）

歯当たり面計測方法

* 維持管理データの蓄積及び活用

H25年度実施テーマより、機械設備の維持管理に関する成果を公表しています

http://www.ktr.mlit.go.jp/kangi/index_kangi00294.html

- ・「排水ポンプ設備のリスクマネジメントに関する調査」
- ・「機械設備の履歴管理システム調査・分析」

(H28年度公開予定)

- ・「河川用ゲート設備の点検・診断手法に関する調査試験」