

# 機械設備点検補修工事に関する一考察

株式会社 中央コーポレーション 新銀 武  
 株式会社 中央コーポレーション 高橋 孝典  
 株式会社 中央コーポレーション ○似内 俊介

## 1. はじめに

北上川上流の水門・樋門・樋管・陸閘は1970～1980年代に設置されたものも多く、経年劣化や洪水による損傷から修繕を要する施設も数多く存在するが、その基準となる点検・整備の具体的な判断基準は確立していない。本稿では、弊社で行っている独自の判断基準による年点検の紹介と、年点検結果に基づき修繕工事に至る経緯の一例を報告する。

(2) 過去の大きな洪水として、昭和22年9月のカスリン台風(連続雨量:約300～500mm)、昭和23年9月(1日雨量:約200～400mm)のアイオン台風による洪水が挙げられる。岩手県ではそれぞれの洪水で30,000戸前後の家屋被害を受けている。これらの洪水を契機に岩手県側では国の直轄事業の5大ダムの建設が急がれることとなった。

## 2. 水門点検・整備の概要

### 2.1 北上川水系河川整備計画の概要

(1) 北上川は、岩手県岩手郡岩手町から宮城県石巻市に至る一級河川であり、河川の概要は以下のとおりである。

1. 流域面積：10,150 km<sup>2</sup> (全国4番目)
2. 延長：249 km (全国5番目)
3. 北上川上流(岩手県側)は岩手県の面積の5割、人口の7割が北上川流域
4. 上流(岩手県側)は下流(宮城県側)に比べて急勾配
5. 岩手県一関市の区間では狭窄部

北上川上流区域は岩手県側で、狭窄部上流では勾配が急激に緩やかになり地形的に洪水が起きやすい。

表-1 距離と標高・川幅の関係図

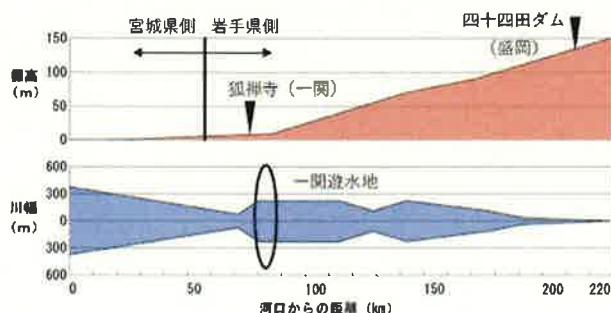


写真-1 岩手県一関市の洪水位

(3) 近年の洪水として、

1. 平成14年7月、梅雨前線や台風の影響で岩手県全域に豪雨
2. 平成19年9月、秋雨前線や温帯低気圧の影響で県北部に記録的な豪雨
3. 平成25年8月、盛岡・花北地域で短時間での記録的な集中豪雨

が発生しており、北上川流域に多大な被害をもたらしたが、北上川水系河川整備計画等により、堤防や遊水地が整備されたこともあり、家屋の被害は大幅に減少している。

岩手県側の完成堤は約50% (平成26年3月時点) となっており、継続的に治水対策が進められている。

## 2.2 河川水門

河川水門とは河川の制御を行う施設で、河川を横断して設置される堤防の機能を持つものである。樋門・樋管とは本川の洪水時に支川や水路への逆流を防ぐための施設であり、その区別は明確ではないが、比較的に大きいものを「樋門」小さいものを「樋管」とすることが多い。門扉の形状や開閉方法により、さまざまな種類がある。(写真-2, 3, 4, 5)

また、道路等により設けられた、堤防の切れ間に設置される開閉可能な門扉を陸閘と呼ぶ。(写真-6)

本論文で対象とする点検・整備業務は、北上川上流に整備されている水門・樋門・樋管・陸閘及び排水機場や係船設備の点検・整備を行う業務である。



写真-2 水門（樋門）設備  
（ワイヤー式ローラーゲート）



写真-3 水門（樋管）設備  
（ラック式ローラーゲート）



写真-4 水門（樋管）設備  
（油圧リンク式ゲート）



写真-5 水門（樋管）設備  
（フローティング起伏ゲート）



写真-6 陸閘設備  
（横引き陸閘ゲート）

### 3. 点検手法

#### 3.1 点検基準

一般的な点検の際に準拠する主な基準を下記に示す。

1. 「機械工事共通仕様書」  
平成 25 年 3 月 国土交通省
2. 「機械工事施工管理基準」  
平成 22 年 4 月 国土交通省
3. 「河川用ゲート設備点検・整備・更新検討マニュアル」  
平成 20 年 3 月 国土交通省
4. 「ダム・堰施設技術基準」基準解説編・設備計画マニュアル編  
平成 26 年 9 月  
「ダム・堰施設技術基準」基準解説編・マニュアル編  
平成 23 年 7 月  
(社)ダム・堰施設技術協会
5. 「ゲート点検・整備要領」  
平成 17 年 1 月  
(社)ダム・堰施設技術協会

公に示されている基準等に点検概要や点検項目は示されているが(案)である。前項「2.2 河川水門設備」に示したように、水門には様々な形式が存在する。その形式に最適な基準を適用し点検に反映させることが点検者に求められる。

弊社では上記の基準を準拠しながら、独自の点検方法を提案、管理者との協議を経て実業務にて活用している。次の項目より以下その点検方法を紹介する。

#### 3.2 設備の点検と記録

弊社では、上記 3.1 に示す基準から主に「河川用ゲート設備点検・整備・更新検討マニュアル」を参照し、「年次定期点検記録表」「点検結果総括表」を作成し使用している。(表-2)

「年次定期点検記録表」での判定は、G:良好、N:異常の二段階としており、簡略化することとした。

N:異常ありの判定内容についての評価は、後述の「点検結果総括表」へ記載している。緊急度

と処置内容について評価を行っている。

判定及び評価の手順を、表-3 に示す。

[ 閉閉装置 ]

| 区分     | 点検項目    | 点検内容   | 判定方法  | 判定  |     |     |
|--------|---------|--------|-------|-----|-----|-----|
|        |         |        |       | 1号  | 2号  | 3号  |
| 開閉装置全般 | 清掃状態    | 汚れ     | 目視    | G   | G   | G   |
|        | 外観      | 変形、損傷  | 目視    | G   | G   | G   |
|        |         | 損傷     | 目視    | G   | G   | G   |
|        | 塗装      | 剥離     | 目視    | G   | G   | G   |
| 劣化     |         | 目視     | G     | G   | G   |     |
| 構造体    | 構造全体    | 振動     | 触診、指触 | 1.2 | 0.2 | 0.7 |
|        |         | 異常音    | 聴診、聴覚 | G   | G   | G   |
|        | フレーム    | たわみ    | 目視    | G   | G   | G   |
|        |         | 変形     | 目視    | G   | G   | G   |
|        |         | 溶接部の割れ | 目視    | G   | G   | G   |
|        | ボルト、ナット | ゆるみ、脱落 | 目視、触診 | G   | G   | G   |
|        |         | 損傷     | 目視    | G   | G   | G   |
|        |         | 腐食(孔食) | 目視    | G   | G   | G   |
| 動力部    | 主電動機    | 振動     | 触診、指触 | G   | G   | G   |
|        |         | 異常音    | 聴診、聴覚 | G   | G   | G   |
|        |         | 温度上昇   | 測定    | G   | G   | G   |
|        | 電流値     | 測定 閉   | 3.9   | 1.8 | 3.8 |     |
|        |         | 測定 開   | 3.0   | 1.4 | 3.0 |     |
|        |         | 測定 閉   | 205   | 205 | 205 |     |
| 絶縁抵抗値  | 測定      | 100    | 100   | 100 |     |     |

表-2 年次定期点検記録表

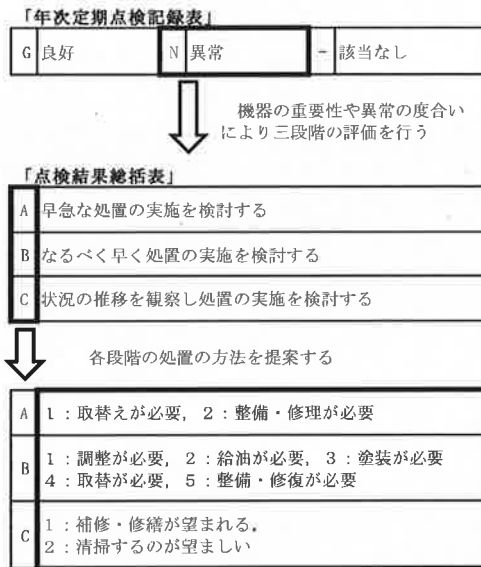


表-3 判定及び評価の手順

#### 3.3 傾向管理(トレンド管理)

「河川用ゲート設備点検・整備・更新検討マニュアル」では、経年劣化(変化)と不具合事象の予測や傾向を把握するため、トレンド管理を実施することとなっており、トレンド管理に有効(効果的)とされる項目が記載されている。

点検者は対象となるゲート設備等の重要度やトレンド管理を実施した場合の有効性を考慮し、

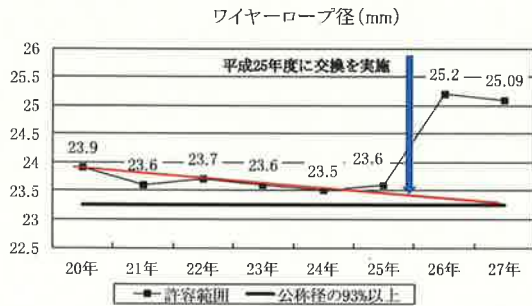
トレンド管理項目を決定し実施する。

弊社では20年ほどの各計測データの蓄積が存在する。そのデータを基に重点的に監視する項目を決定している。具体的には、ワイヤーロープ径、電圧・電流値・絶縁抵抗値、機械の振動値（デジタル振動計にて計測）、開閉速度（1m開・閉の所要時間）などの計測項目を重点項目とし、グラフ化を行い計測値の変化を監視している。

例として、表-4 にワイヤーロープ式ゲートにおけるワイヤーロープ径のトレンド管理表を示す。縦軸は測定した径（mm）、横軸は年度を表している。測定位置の若干の違いなどによる影響があるものの、計測値をプロットし測定値を回帰すると傾向を把握することができる。

回帰直線（赤線）では、平成27年には限界を割り込むと考えられるので、平成25年度の点検後（青矢印）に巻上ワイヤーロープの交換を実施している。

表-4 ワイヤーロープ径



他の項目で重視しているものは、開閉装置の電流値である。

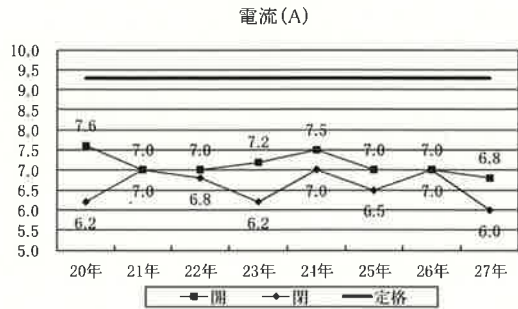
開閉装置に関しては分解整備が望ましいが、年点検時は目視点検であるため、各測定・点検結果より推測する必要がある。

前年度以前からの電流値の増加・低下は、機器（モーターなど）の劣化や吊上げる扉体の抵抗増大を示すものである。よって、トレンド管理により状態の変化をつかむことで早めの対策を検討することができる。

表-5 は電流値のトレンド管理表である。本業務で電流値の異常が発生したことはないが、設備の劣化と共に異常が発生する可能性があるた

め、今後も継続して観察することが必要である。

表-5 開閉装置の電流



### 3.4 整備

日常的な維持管理のための簡易な整備（グリスアップ、潤滑油の補充など）については、点検作業と並行して行っている。長年の給油作業によってグリスが過剰にたまる場合や、グリスが乾燥・固着している場合は、状況を報告し分解整備を実施している。

また、グリスが行き渡らない場合には、内部部品の摩耗あるいは腐食が進行している可能性があり、部品交換の検討も行っている。

写真-7 はグリスアップ時の点検により発見された不具合の例である。



写真-7 開閉装置の分解後

給油ニップルよりグリスガンでの給油は可能であったが、ハンドルの操作力が重く、内部のベアリングの異常が予想された。（手動操作力の設計基準：98N以下、実測：200N以上）

そこで分解点検を行った結果、余分に給油されたグリスが底に溜まっており、水抜き孔（結露等の水分排出）を塞いでいる。その水分によりベアリングが腐食していたのが原因であると判明



した。(写真-8)

劣化したグリスを除去し、ギアの上に取り付けられているスラストベアリングを交換することで機能を回復した。



写真-8 ベアリングの腐食状態

### 3.5 損傷箇所等の記録

点検結果において発見された不具合は、3.2 設備の点検と記録に示した「年次定期点検記録表」によるABC三段階の判定に続き、「点検結果総括表」、「不良・不具合箇所報告及び今後の対策」へ記載し判定を行う。

弊社で採用し使用している「点検結果総括表」は、対策及び処置の項目に概算費用を追加し記載している。ある。およその修繕費用を記載することで、のちに実施される修繕工事の計画が容易となる。(表-6)

表-6 点検結果総括表

| 緊急度                   | 判定内容   | 健全度 |
|-----------------------|--|-----|
|                       |  |     |
| B なるべく早く処置の実施を検討する    | 1: 調整が必要 2: 給油が必要 3: 塗装が必要<br>4: 取替が必要 5: 整備・修理が必要 | △   |
| C 状況の推移を観察し処置の実施を検討する | 1: 補修・修繕が望まれる<br>2: 清掃するが望ましい                      | ○   |

| 名称      | 発生箇所及び状況        | 処理ランク |    |    | 対策及び処置 | 概算費用<br>(千円) |
|---------|-----------------|-------|----|----|--------|--------------|
|         |                 | 緊急    | 重要 | 軽微 |        |              |
| 扉体      | 塗装の劣化・剥離 鋼材の腐食  | △     | △  | △  | 塗替え塗装  | 1,900        |
| 管理棟(階段) | 塗装の劣化・剥離 鋼材の腐食  | △     | △  | △  | 塗替え塗装  | 350          |
| 開閉装置    | 1号ゲート全開時のロープゆるみ | ○     | ○  | △  | 下限の調整  | 30           |

「点検結果総括表」には、「不良・不具合箇所報告及び今後の対策」として、故障・不具合の見解や今後の対策などのコメント、状況写真を添付している。(表-7)

この報告書は点検結果による修繕工実施の検討や次年度の各種点検(月点検, 年点検, 管理運転など)の際に参考資料となる。

表-7 不良・不具合箇所報告及び今後の対策

| 設備名 | 発生箇所 | 発生状況 | 発生時期 | 発生回数 |
|-----|------|------|------|------|
| 設備名 | 発生箇所 | 発生状況 | 発生時期 | 発生回数 |
| 設備名 | 発生箇所 | 発生状況 | 発生時期 | 発生回数 |

### 3.6 施設の設備台帳管理

点検・整備業務で実施した修繕内容は、「設備台帳」に記載している。表-8 に参考として記載例を示す。

表-8 設備台帳の記載例

| 名称 | 目録 | 設計 | 概要 |
|----|----|----|----|
| 名称 | 目録 | 設計 | 概要 |
| 名称 | 目録 | 設計 | 概要 |

| 修繕記録 | 修繕 | 記録 |
|------|----|----|
| 修繕記録 | 修繕 | 記録 |
| 修繕記録 | 修繕 | 記録 |

古い設備については竣工時・改修時などの情報が不十分なものも多く存在している。そこで、弊社では長年携わってきた点検・整備業務において、設備台帳の整理を継続し実施している。既設の設備については可能な限り設計概要や機器の能力・型式について記載を行う。

修繕を行う場合についても、実施した修繕内容について、更新または追記を行っている。

なお近年、河川維持管理ではデータベース管理が実用化されつつあり、「設備台帳」は機械設備で台帳管理が整備される際の基礎データとなると考えられる。

#### 4. 修繕工事の実例

点検・整備業務により報告した不具合等の検討内容より、早急に修繕すべきと提言を行い、修繕工事に至った例を以下に記述する。

なお本工事は発注元より、点検から修繕への一連の流れが評価され、模範工事として表彰された。

##### 4.1 修繕工事の経緯

2013年8月9日に発生した大雨等による洪水は、岩手県雫石町で総降水量 351 ミリを観測し盛岡地域、花北地域を中心に 200 ミリを超える集中豪雨となった。各地域で降った雨は北上川へと集まるため、北上川流域でも多大な被害をもたらした。過去の洪水と比較して急激な水位上昇をもたらしており、各施設の使用状況など含めて見直しが必要となった。

このため、過去の点検状況を考慮しながら、更新・修繕を要するものを提案し、実施した工事を紹介する。

##### 4.2 開閉装置の更新

点検・整備業務の点検結果より、減速機の潤滑油交換、発電機の冷却水交換、部品交換、塗替塗装などを提案し、さらに樋門・樋管開閉装置の交換を提案した。

提案施設の一例として、スピンドル式開閉機エンジン駆動の設備を挙げる。

スピンドル式とは、扉体を吊上げている丸鋼にらせん状の溝を付け、それに噛み合わせるギアの回転により扉体を上下させる機構である。(写真-9, 10)

更新対象とした設備の問題点として、主に下記が挙げられる。

1. エンジンの保管環境が良くないため、劣化が進んでおり、エンジンの始動が困難(写真-11)
2. 安全装置の組込みが容易でない(エンジンの制御が必要のため)
3. スピンドル式は扉体の自重降下機能を待たない(スピンドルとギアの切り離しは出来ないため)

以上の3点より、緊急時の動作に関する信頼

性が低いことを点検時報告で挙げていた。エンジン本体等の構成機器の更新か、設備全体の見直しが必要であった。



写真-9 スピンドル式開閉装置



写真-10 開閉機の内部



写真-11 エンジンの状態  
(鋼製カバーの取外し後)

修繕案は、緊急時の全閉操作に対応できる[自重降下]を備えた開閉装置への更新であり、開閉装置のクラッチをレバーで切り離し、扉体の重みで降下させることが可能になるラック式を提案した。(写真-12) これにより、全閉所要時間が大幅に短縮となる。

開閉装置の駆動方式をエンジン駆動からモー

ター駆動への変更し、操作盤搭載型開閉機（一体型）とした。全閉・全開での自動停止、過負荷等の異常の検出と非常停止（安全装置）が可能となった。

これらの修繕内容は、高齢化しつつある操作員にとって大きな負担である手動操作を無くし、度重なる改修により煩雑になった操作を簡素化するものでもある。



写真-12 ラック式開閉装置

#### 4.3 操作台の修繕

開閉装置の更新に伴い、装置が大型化するため操作台の拡幅が必要となった。しかし、操作台コンクリートは長年の凍結融解の繰り返しによって劣化が進行しており、現状のままでは施工が困難な状態であった。（写真-13）

そこで、操作台コンクリートの部分打替えによる補修を提案し修繕を行った。



写真-13 操作台コンクリートの劣化

コンクリート補修については、劣化部分を取り除き、差筋アンカーにより既設コンクリートと補修コンクリートの一体化を図った。

操作台拡幅について、写真-14 のように拡幅部材の下に補強部材を配置し、操作台側面を囲むことで、コンクリートの剥落を防止している。

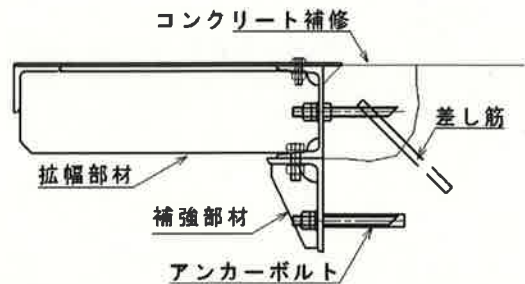


写真-14 補強部材

#### 5. まとめ

点検整備に求められるものは予防保全であり、本稿で紹介した水門点検の手法はデータ収集を重視している。点検整備業務での各種データの積み重ねは、発注者・受注者のいずれの担当者が代わっても、記録は失われるものではない。

傾向管理（トレンド管理）は予防保全に最も効果的であると実感しており、現在実施している項目の計測方法やそれ以外で有効と思われる項目の追加など、現在の手法を適宜見直して行く必要がある。

また、業務を行っていく上で点検・整備が容易にできない部分が存在する。弊社としては、点検の経験を設計・製作・施工に反映し、維持管理を容易にできるような製品を実現し提案していきたい。