

維持管理の省人化・高度化について

第3章 河川施設の機能喪失リスクを低減するための対応方策

(3)維持管理の省人化・高度化

- ①点検・評価の省人化・高度化に関する取組
- ②施設操作の省人化・高度化に関する取組
- ③その他の維持管理の省人化・高度化に対する取組

「①点検・評価の省人化・高度化に関する取組」についてのご意見

■急所施設における点検・評価の効率化

- ・機能喪失リスクの早期把握と予防的対応のためにセンシング・モニタリング技術の活用による不可視箇所 の常時監視や専門技術者の評価を共有することによる知見の蓄積が必要

■急所施設以外における点検・評価の効率化

- ・点検の効率化、設備稼働時間や運転サイクルに基づく時間計画保全・事後保全の実施、リモートメンテナンス、AI画像判定による現場作業の省力化・無人化の推進が必要

■技術の活用による点検・評価の効率化

- ・データの取得・比較を容易にするために設計図書や点検記録のDX化やIoT技術の活用が必要
- ・更新・DXのメリット波及のために急所ではない施設を実証フィールドとして活用することが必要

「②施設操作の省人化・高度化に関する取組」 についてのご意見

■操作施設の自動化、無動力化、遠隔化推進時の必要項目

- ・ 操作時の誤認を防止するために施設操作基準類の整備が必要
- ・ 運転操作可能な監視制御設備の更新時にシステムの標準化を実施すべき
- ・ 操作基準・権限、責任分担の明確化が必要

■操作施設の自動化、無動力化、遠隔化推進時の留意点

- ・ 施設更新時における現地手動操作・応急対応・セキュリティの確保が必要
- ・ 機能不全時のバックアップ体制の構築が必要

■操作施設の自動化、無動力化、遠隔化技術の定量化

- ・ 専門技術の定量化によるクライテリアン（基準）の策定が必要

「③その他の維持管理の省人化・高度化に対する取組」についてのご意見

■維持管理の省人化推進のために技術的に必要な取組

- ・操作マニュアルの電子化、**AR**の活用によるナビゲーションなど熟練者でなくとも一定品質を確保したうえで、運転操作を迅速かつ確実に行えるような**ICT**技術の活用が必要
- ・ドローンやセンサーによる監視、**AI**による自動判定技術を利用して、機械による維持管理の代替が必要
- ・機械と人の操作領域を明確化すべき

■維持管理の省人化推進のために制度的に必要な取組

- ・施設の管理体制を見直し、管理責任を明確化にしたうえで外部委託を検討すべき
- ・民間の経験も活用し、操作の単純化を検討すべき

■維持管理の省人化推進時に考慮すべき点

- ・省人化は施設点検、操作に関する市場や担い手の規模を縮小させる可能性があるため、関連業種の育成や賃金値上げといったインセンティブの構築が必要

①点検・評価の省人化・高度化に関する取組(点検・評価の効率化)

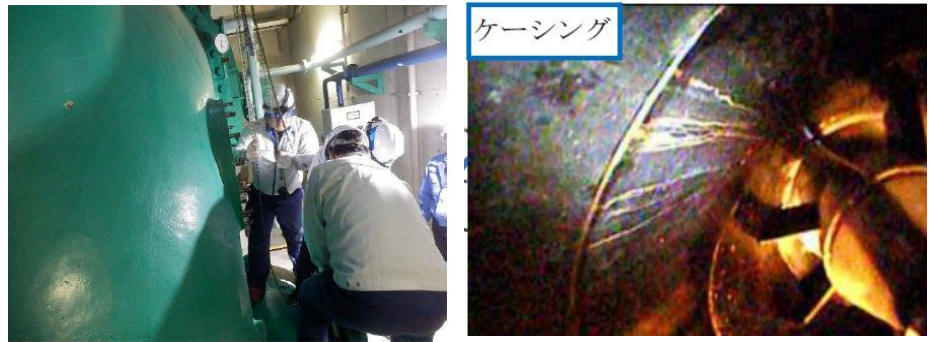
- 急所施設についてはセンサーの設置による不可視部分の常時監視、精密診断等による高度化・高頻度化を行う。
- 急所施設以外の施設については、施設の実情等を踏まえた上で、例えば、点検頻度を減らすといった省力化を行うほか、将来的に常時監視による点検作業の効率化を目指すとともに、熟練者のリモートメンテナンス体制を構築する。

- ・急所施設について(常時監視、精密診断)
- ・センサーによる常時監視



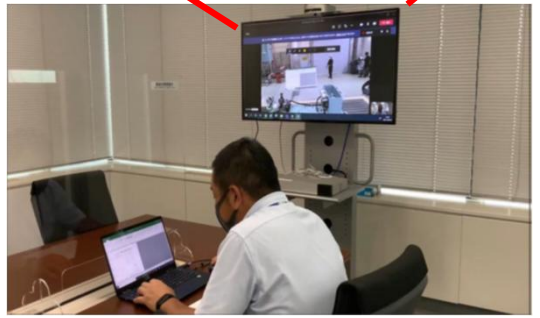
排水ポンプにセンサーを設置して運転データを監視

- ・工業用内視鏡撮影(精密診断例)



ポンプの目視観察ができない箇所(主軸、ケーシングなど)を内視鏡にて点検

- ・その他の施設について(点検効率化)
- ・点検合理化技術の導入(ヘッドマウントディスプレイ)



遠隔者への点検情報の共有

現場情報を共有することにより、正確な点検箇所の把握や点検結果の入力作業を効率化
非常時に点検事業者が機器メーカーからの遠隔指示を受けて、応急対応が可能

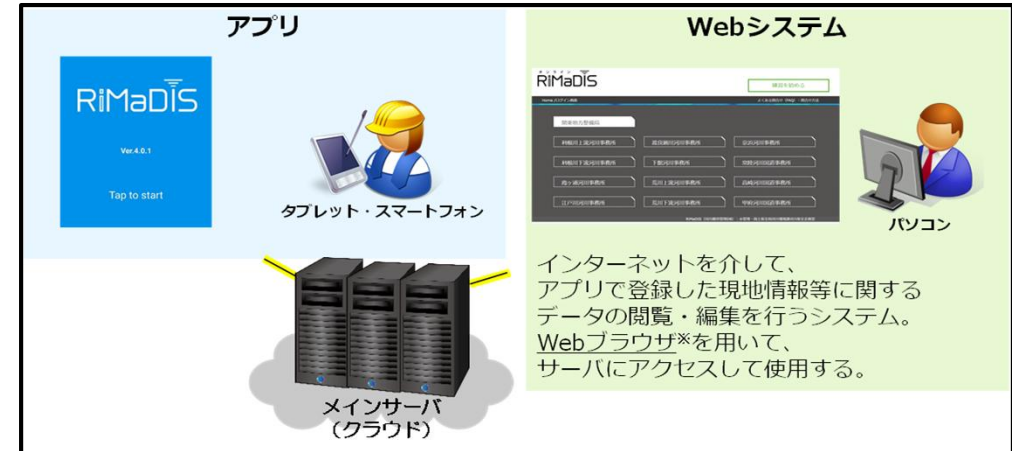
①点検・評価の省人化・高度化に関する取組(点検記録のDX化)

- 現在、各施設管理者は損傷や劣化状況の点検データをタブレットにて記録し、システムにデータを蓄積。
- 将来的にはドローン等を活用して点検記録の自動化を目指す。

・現状の取組

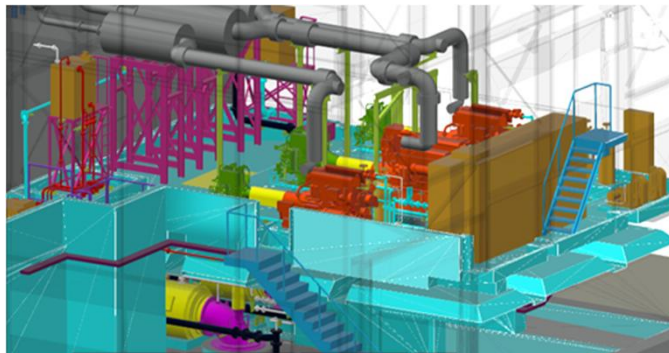


タブレットを利用した点検記録



クラウドサーバーを介した記録の保存、閲覧

・将来の取組



- 構成する機器・部品等に対する属性情報の付与
- ・機器仕様
 - ・品質管理記録
 - ・維持管理記録(点検結果,故障・不具合経過等)

BIM/CIMを活用した点検記録



出典: <https://www.aktio.co.jp/products/model/s/300360/>

- ・BIMデータを活用した屋内用ドローンの自律飛行
- ・画像解析による不具合進行の継続監視
- ・急所に該当しない施設で実証し、点検のメリハリ化につなげる

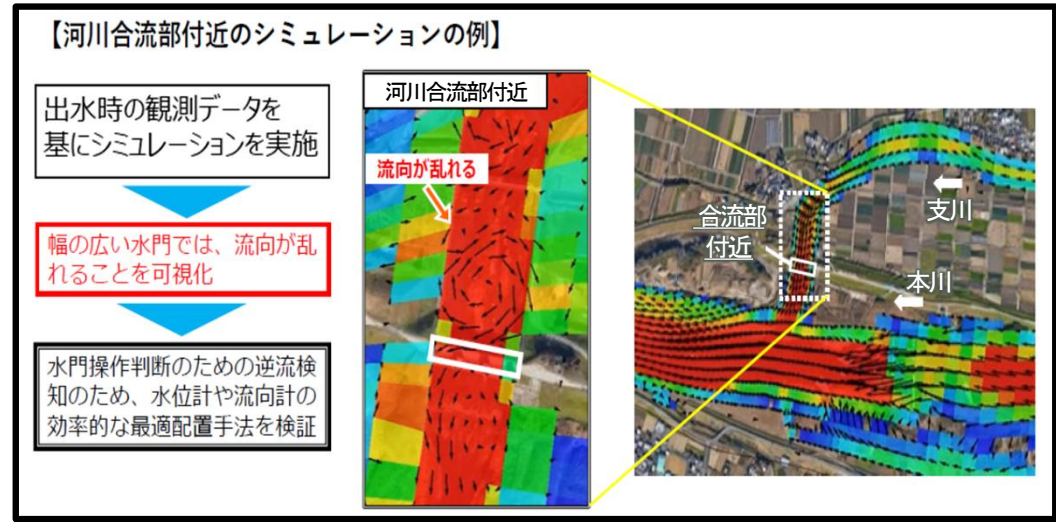
ドローンを用いた点検記録の自動化

②施設操作の省人化・高度化に関する取組(操作施設の自動化・無動力化)

- 施設操作にあたっては、逆流・安全確認が必要であることから、これらを補完する技術の導入を進める。
- 施設の操作の自動化を実装するタイミングや技術について、地域的・社会的な合意を得られることも重要。
- ゴミの流入防止策など、施設が無人でも安定的に動作することも重要。

●逆流・安全確認技術の例

・河川合流部付近での水理特性を考慮した
流行検知技術の開発



シミュレーションにより、水門付近での逆流開始前後の局所等の推理特性を解明し、水門操作判断に必要な逆流検知のための水位・流向等の計測センサーの最適配置手法を検証

●河川管理施設の操作規則の作成基準

操作規則の作成基準

第一 操作規則(以下「規則」という。)は、章別・条別に作成するものとする。

第二 章は、次に掲げるようなものとする。

- (1) 総則
- (2) 警戒体制
- (3) 操作の方法等
- (4) 雑則

第三 総則の章には、次に掲げる事項を記載する。

- (1) 規則の趣旨
- (2) 操作の目的
- (3) 用語の定義
- (4) 操作の基本方針

第四 警戒体制の章には、次に掲げる事項を記載する。

- (1) 警戒体制の実施
- (2) 警戒体制における措置
- (3) 警戒体制の解除

第五 操作の方法等の章には、次に掲げる事項を記載する。

- (1) 洪水・高潮時の操作方法
- (2) 津波のおそれがある時の措置

第六 雑則の章においては、次に掲げるような他の章に記載することが適当でない事項に関する条を設けるものとする。

- (1) 点検及び整備
- (2) 観測
- (3) 記録の作成と保存
- (4) 細則

第七 附則においては、規則の施行年月日及び改正年月日を記載するものとする。

また、遠隔操作等の機能を有する施設の場合には、その操作の方法を具体的に記載する。

(3) 平常時の操作方法

(1)に準ずるほか、農業、漁業、舟運等と密接な関連を有する施設について必要な場合には、潮位、流向等についても操作の基準とすることができる。

(4) 操作の方法の特例

この条においては、事故その他やむを得ない事情があるときは、(1)～(3)にない操作をすることができる旨を記載する。

(5) 操作の際に行う通知及び周知

この条においては、施設を操作すること又は操作しないことにより、公共の利害に重大な影響を生ずると認められるときの関係機関の範囲、通知の方法について記載する。

また、施設を操作すること又は操作しないことにより影響を生ずるおそれのある一般住民に対する周知について記載する。関係機関の範囲、通知及び周知の方法等について必要な場合には、別途細則を定めることができる。

(6) 操作等に関する記録

この条においては、施設の操作に関し記録しておくべき事項、例えば、操作の開始及び終了の時期、その際の気象及び水象の状況、操作したゲートの名称及び開度、操作の際又は操作しない際に行った通知及び周知の状況等の項目を記載しておく。

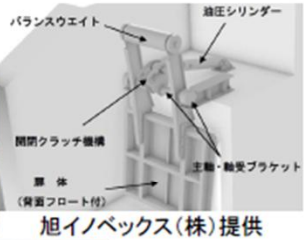
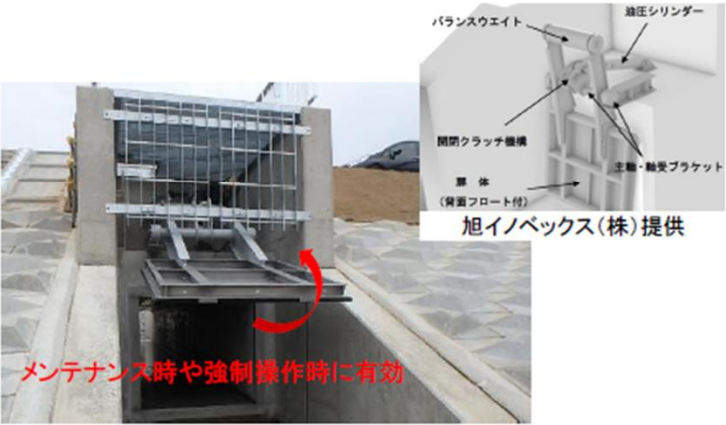
②施設操作の省人化・高度化に関する取組(省人化技術の導入)

- 更新に合わせて、省人化（自動化・操作支援）を容易にする構造等を組み込む。
- 自動操作、遠隔操作化により、操作員の常時対応不要や、夜間・出水時の人的に対応削減が期待できる。

【自動操作(フラップ化)のイメージ】



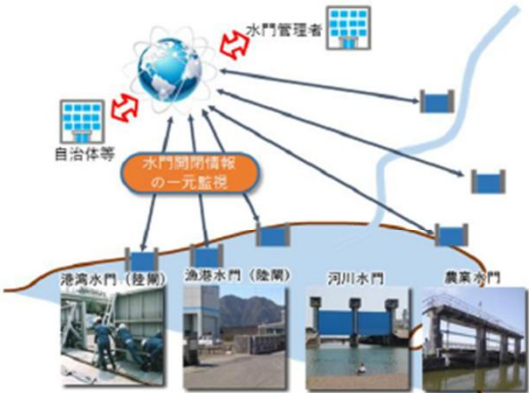
外水位側の水圧により、扉体が閉塞



油圧シリンダを付加することで、水位差以外でも操作可

【遠隔監視操作のイメージ】

- 監視カメラ、水位計等により、施設周辺の状況を確認しながらの施設操作。 複数の施設を少人数で広域的な施設監視、運転が可能。
- 遠隔操作の導入にあたっては、通信回線のセキュリティ対策の他、機側操作との操作権限等のルール作りが必要。



遠隔操作システムのイメージ



事務所等からの施設操作

「①点検・評価の省人化・高度化に関する取組」の記載案

265 ① 点検・評価の省人化・高度化に関する取組

266 点検・評価に携わる担い手不足に対応するためには、施設の重要度や機能喪失時の影響に
267 応じた、メリハリのある点検・評価体系へ見直していくことが必要であるとする。

268

269 ○急所施設の重点管理

270 急所施設については、機能喪失リスクの早期把握と予防的対応を強化する観点から、IoT
271 技術やセンサーによる常時監視体制の活用、定期的な不可視部調査、専門技術者による診断
272 等を重点的に実施していくことが望ましい。

273

274 ○急所施設以外の省力化

275 急所施設以外の施設については、施設の実情等を踏まえた上で、例えば、点検頻度の削減
276 といった省力化を行うほか、将来的に常時監視による点検項目の削減を目指すとともに、熟
277 練技術者によるリモートメンテナンス体制の構築を目指す。さらに、限られた人員で必要な
278 管理水準を確保するため、ロボット等によるリモート点検、AI 画像判定、点検記録のデジタ
279 ル化、複数施設の集中管理に資する技術開発を進め、その導入可能性を整理していくことが
280 望ましい。

「②施設操作の省人化・高度化に関する取組」の記載案

282 ② 施設操作の省人化・高度化に関する取組

283 施設操作の担い手不足に対応するためには、遠隔化・自動化を着実に進めていくことが必
284 要であるとする。その際には、安全性や運用面への配慮を十分に行いながら進めることが
285 重要である。

286

287 ○安全確保技術の導入と操作の定量化

288 遠隔からでも流向（逆流など）を的確に把握するための検知技術、CCTV 等による周辺の安
289 全確認機能、ごみや土砂等の流入防止策などについては、その活用を図ることが望ましい。
290 また、熟練者が行ってきた操作判断については、可能な限り定量化し、客観的な基準として
291 整理していくことも重要である。さらに、自動化の導入に当たっては、地域的・社会的な合
292 意形成との整合にも配慮する必要があると考える。

293

294 ○基準の標準化と責任の明確化

295 操作画面やインターフェースについては、標準化の考え方を取り入れ、ヒューマンエラー
296 の低減を図ることが望ましい。また、遠隔化・自動化に当たっては、サイバーセキュリティ
297 の確保を前提として、操作規則における権限や責任分担の考え方を明確にするとともに、地
298 域住民等の社会的理解にも配慮しながら導入を進めていくことが適当である。

「②施設操作の省人化・高度化に関する取組」の記載案

300 ○フェールセーフとバックアップ体制の構築

301 通信断、停電、誤作動時においても機能停止に至らないよう、フェールセーフの考え方を
302 十分に取り入れることが必要である。また、遠隔操作が不能となった場合に備え、速やかに
303 現地での機側操作へ切り替えられるバックアップ体制のあり方や、必要となる制度面の課題
304 についても、今後、関係者において検討していくことが望ましい。

「③その他の維持管理の省人化・高度化に対する取組」の記載案

306 ③ その他の維持管理の省人化・高度化に対する取組

307 維持管理の省人化をさらに進めるためには、技術の汎用化と民間活力の活用についても検
308 討していくことが必要であると考える。

309

310 ○操作の単純化と外部委託

311 マニュアルの電子化や AR（拡張現実）等を活用したナビゲーションにより、操作・点検プ
312 ロセスの単純化を図ることが望ましい。これにより、専門技術者以外の者による補助的対応
313 や、外部委託の活用可能性についても、業務の性質や安全性を踏まえつつ検討していくこと
314 が考えられる。

315

316 ○将来を見据えた管理容易化

317 現地作業の削減にとどまらず、施設の無動力化や電動化、統廃合を通じて、将来の維持管
318 理負担の軽減に資する施設のあり方を検討していくことが望ましい。他方で、省人化の進
319 展が人材不足の深刻化や技術力低下につながらないように、維持管理業務に対する適切なイ
320 ンセンティブの付与や専門業種の育成についても配慮していくことが重要である。