

樋門遠隔監視操作システムの概要と今後の課題

The summary and problem of the system of remote control and watch for sluices

水工事業本部 水工第2部 佐藤 二三男¹⁾
佐々木 慎治²⁾



1)



2)

1. はじめに

近年、我が国では気候変動などの影響から、長期にわたる前線の停滞や、大型台風の襲来など、集中豪雨が発生しやすい気象傾向にある。これにより各地の河川では、計画規模を上回る超過洪水が多発しており、今後もこの状況の増加が危惧されている。

また、世界有数の火山・地震多発国である我が国は、東海沖地震などに代表される大規模地震発生 of 切迫性が指摘されており、これに伴う大規模津波の発生により、国民の生命や財産への甚大な被害が懸念されている。

上記に対し、河川管理施設である樋門操作については、現状では樋門操作員によるゲート操作が基本となっており、その多くは、地域住民に委託している。

万一、大規模出水や津波が発生した場合は、樋門操作員についても緊急避難する必要があり、樋門操作を適切に実施することが不可能な場合が想定される。

このため、IT 技術を活用し遠隔地から樋門を、

集中管理・操作する樋門遠隔監視・操作システム整備の構築が切望されている。

樋門遠隔監視・操作システムは、異常洪水や津波発生時において、遠隔地から樋門状況及び周辺情報を河川管理者側が画像や水位データ等により的確に把握でき、緊急時に迅速な操作対応が可能であり、治水安全性の確保や操作の省力化の面で期待されている。

本稿では、設計事例により上記のシステム概要を紹介するとともに、今後の課題について述べるものである。

2. 樋門遠隔監視操作システムの概要

樋門遠隔監視操作システム（以下「遠隔化」という）は、従来からの樋門操作員（以下「機側員」という）が直接樋門ゲート操作を行う事に替り、遠隔地から監視操作・集中管理を行うものであり、洪水時初動対応の充実、異常時の後方支援、施設の運用・情報管理の効率化及び運転操作の省力化を図ることを目的としている。

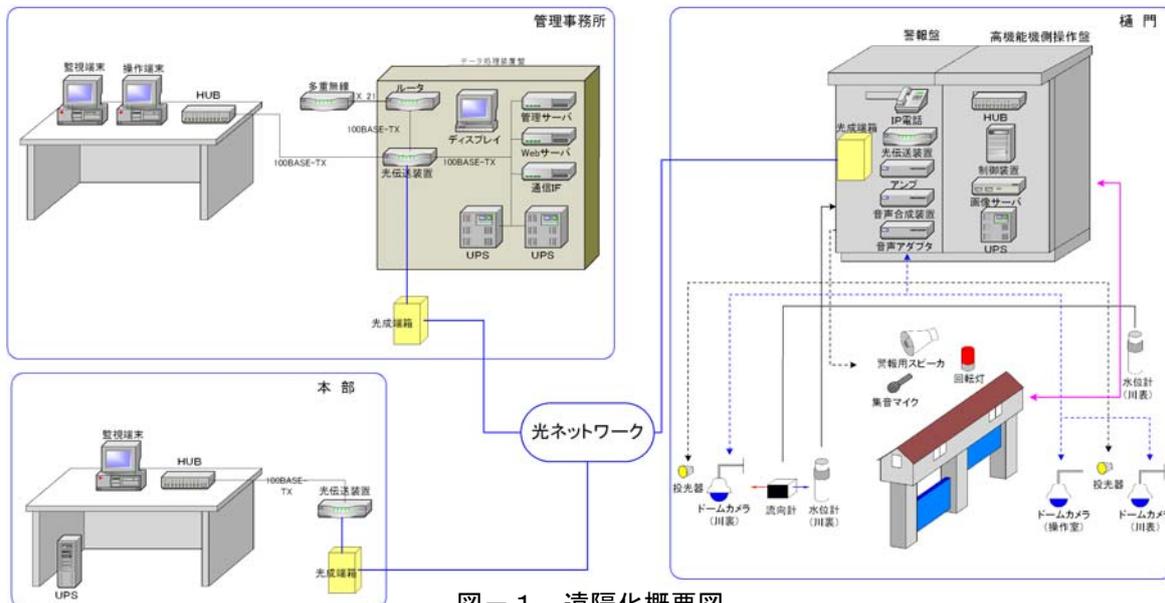


図-1. 遠隔化概要図

3. 樋門遠隔監視操作システムの検討

遠隔化システムは、河川管理者の現行運用体制を考慮し、信頼性、安全性、操作性、耐久性、経済性に優れ、緊急時対応や維持管理が容易であることを基本条件として、図-2に示す検討フローにより、以下の各項について検討を行った。

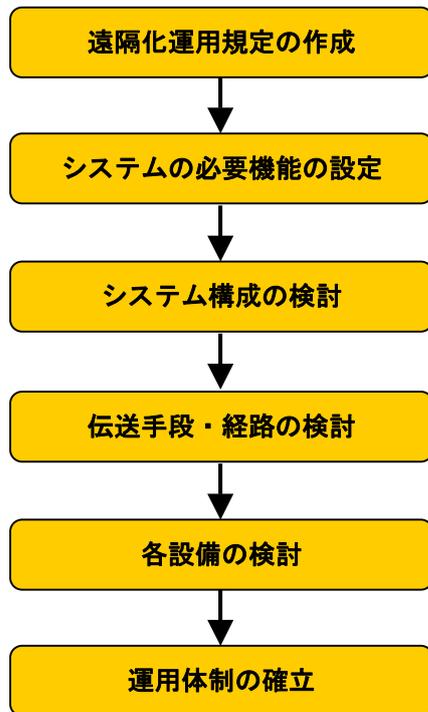


図-2. 樋門遠隔化フロー図

3-1. 遠隔化運用規定の作成

遠隔化の検討は、予め各河川及び樋門における操作管理上の問題点を抽出し、これにより以下の運用規定を定めた。

(1) 平常時の運用規定

- ・施設の保守管理（巡視・点検整備など）

(2) 出水時の運用規定

- ・水理／水文情報の収集
- ・近隣住民への警告
- ・河川内の監視
- ・樋門のゲート操作

上記の運用規定によりシステム構築に必要な機能を選定し、更に必要となるシステム構成の検討及び設備機器を選定した。

3-2. システムの必要機能の設定

遠隔化は、従来の機側員による監視・操作を遠

隔地（河川事務所、水防拠点など）から実施するものであり、遠隔監視・制御する機能、データ管理機能、運転支援機能などで構成される。

遠隔化に要求される機能は、システムの規模や運用管理体制に応じて構築する必要があることから、以下の機能について検討した。

- ① 監視機能
- ② 制御機能
- ③ データ管理機能
- ④ 運転支援機能

以下、各機能の内容について記載する。

(1) 監視機能

① 運転監視に必要な機能

遠隔地から樋門を監視制御を実施するためには、従来の機側員操作と同等の操作環境が必要である。機側操作盤情報、操作室内の環境、堤内外の流況・安全性を操作端末やカメラ映像などで監視する。

（画像1参照）

② 安全管理に必要な機能

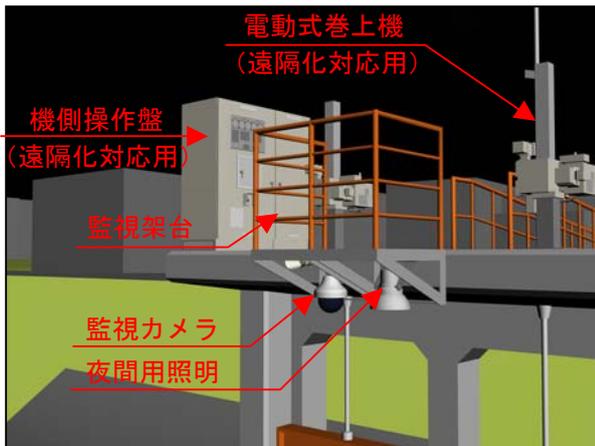
万一、ゲート操作による急激な水位上昇や機側員が機械に巻き込まれた場合、重大事故に繋がる可能性があるため、遠隔化ではカメラによる映像監視が必須であると共に、機側への警告・警報設備を設置する必要がある。

機側設備では、機側員や周辺住民への警告・警報の音声発信確認のため集音マイクや赤色回転等を設置し、周囲に対する安全性確保に配慮した。

（画像2参照）



画像-1. 操作端末概要



画像－２．機側設備概要

(2) 制御機能

遠隔化は、操作の必要性が生じた場合、確実に安全性の高い制御が要求される。

このため、ゲートの開閉を確実にできる機能を有するとともに、操作権を限定し、施設状況を映像により確認した上で操作場所における誤操作防止に十分配慮する必要がある。

また、監視・制御端末（パソコン）を一体とする場合は、故障で両システムが停止する可能性があることから、運用の重要性を考慮し、監視用、操作用それぞれ個別に以下の機能を有するものを設置した。（画像３参照）

- ① 監視用・操作用端末の切替機能
- ② ゲートの開・閉・停止機能
- ③ 異常時対応として非常停止機能
- ④ 操作権（遠隔・機側）切替機能



画像－３．操作端末概要

(3) データ管理機能

データ管理は、施設の運用及び維持管理性の向上から、諸データ（運転、水位・流向、故障、点検・整備など）の管理機能を有するものとし、各記録データは端末サーバに蓄積する一元管理を可能とした。

(4) 運転支援機能

遠隔化では、施設故障時を想定し、これの迅速かつ確実な対応を行う必要がある。

このため、運転支援機能は、機側フィールドサーバ内に運転支援機能を設置し、機側設備の故障発生時に後方支援が容易にできるよう、以下を Web ブラウザを介し操作端末で閲覧可能な機能とした。

① 故障診断支援機能

故障診断支援機能は、機側設備に故障が発生した場合、以下の故障原因・発生箇所の診断を目的とした機能である。

- ・電源、ゲート、開閉装置の故障
- ・センサの誤作動、動作不良
- ・制御回路の故障

② 復旧支援機能

復旧支援機能は、機側設備の故障判明時において、以下の復旧内容の説明支援を目的とした機能である。

- ・MCCB トリップ、漏電
- ・非常停止・上限
- ・開・閉過トルク
- ・3E 動作、接点溶着

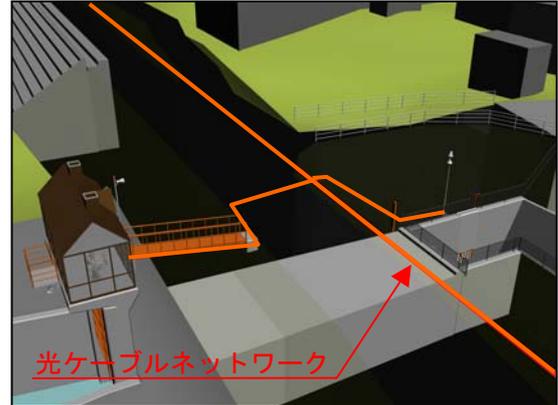
3-3. システム構成の検討

(1) 全体システム構成

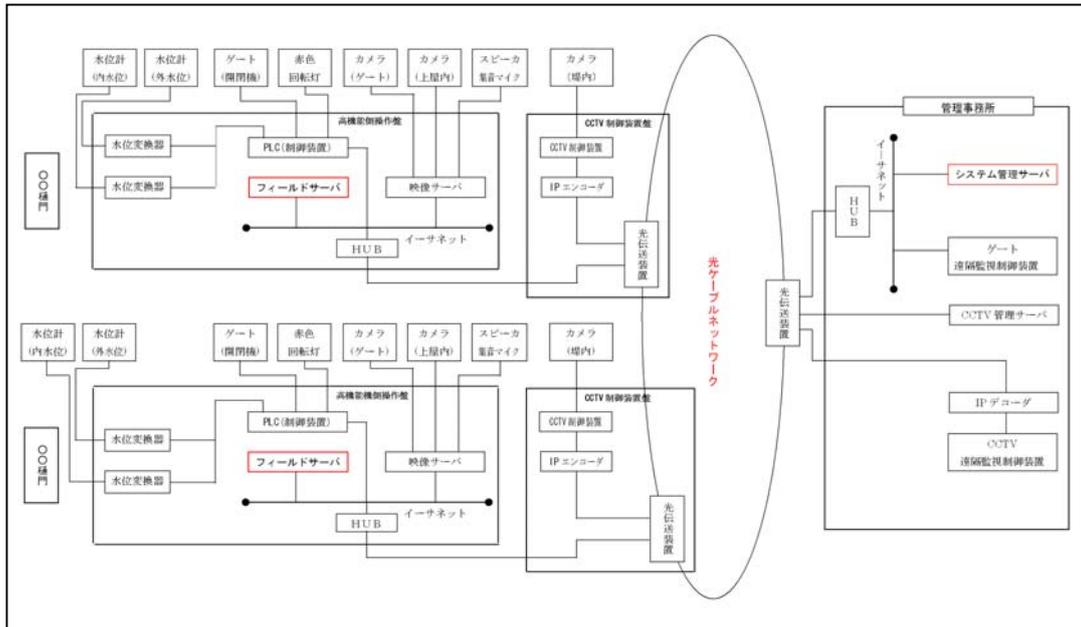
全体システムの構成については、施設の規模や必要機能に応じた最適なシステム選定が重要であり、一般的にはクライアント／サーバ方式、集中型 Web 方式、分散型 Web 方式などがある。

上記方式の中から、以下の特徴を有している分散型 Web 方式を採用した。（図－３参照）

- ① この方式は、機側にフィールドサーバを設置することでデータを保存できるため、システム管理サーバ異常時でも監視制御が可能であること
- ② 遠隔化施設を増設した場合であっても、既存設備の増設・改変が少なく、システム管理サーバへの負荷を低減できること。
- ③ 施設増設時に万一洪水・津波が発生した場合でも、既設遠隔操作が可能であること。



画像－４．光ケーブルネットワーク概要



図－３．遠隔化システム構成図

3-4. 伝送手段・経路の検討

遠隔化に必要な通信ネットワークは、整備された河川光ケーブルネットワークなどを利用し、遠隔地（管理事務所）システムと機側システムの接続には光伝送装置を介して行うこととしている。

3-5. 各設備の検討

(1) 監視カメラ

監視カメラは、遠隔地の遠隔操作員が動画あるいは準動画で確実に監視できることが必要であり、以下の3箇所（川表、川裏、操作室内）に設置した。

- ① ゲートの状態及び量水標監視（川表）
- ② 内水位の状態及び量水標監視（川裏）
- ③ 操作室内の監視



写真－１．川表カメラ設置状況



写真－２．川裏カメラ設置状況

(2) 警報機・赤色回転灯

出水時（津波発生時）ならびにゲート操作時には、近隣住民に対する、安全性の確保、操作状況を伝達する目的から警報機・赤色回転灯を設置した。（画像5参照）

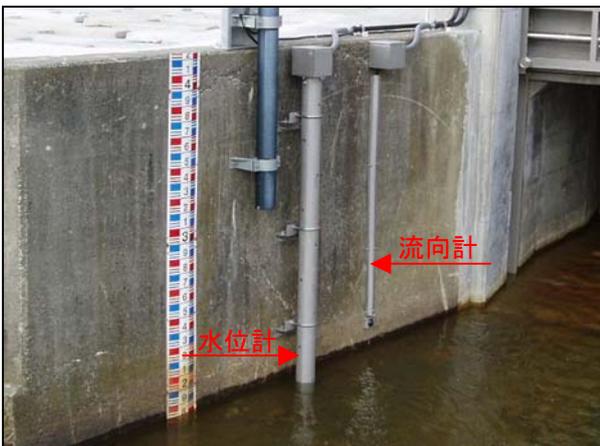


画像－5. 警報機・赤色回転灯

(3) 水位計・流向計

水位計・流向計は、本川及び支川の水位及び樋門管内の流向データを収集し、安全で確実な管理を目的とし、各機器の比較検討を行い機能性、経済性などを勘案、最適機種を選定した。

（写真3参照）

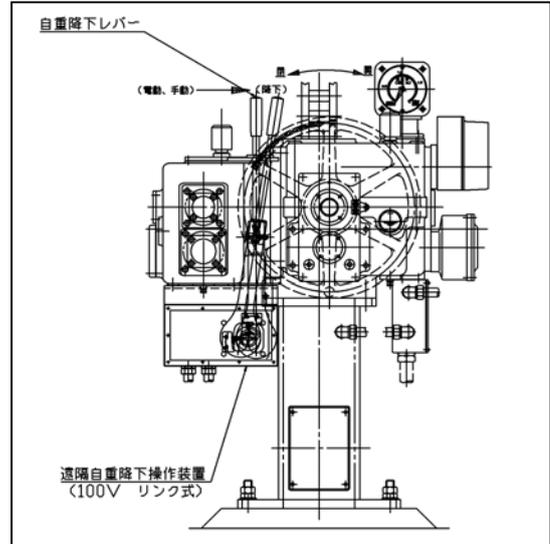


写真－3. 水位計・流向計設置状況

(4) ゲート開閉機

ゲート開閉装置は、遠隔化に対応するため、電気制御（電動式）とし、万一の故障時などを想定したバックアップ機能として手動操作も併用できる構造とした。

また、緊急閉操作や津波時、停電時に備え、遠隔地から自重降下操作が可能な構造とし、レバーを操作する電力は最小限の非常用電源（UPS）対応として100Vモーターを採用した。（図4参照）



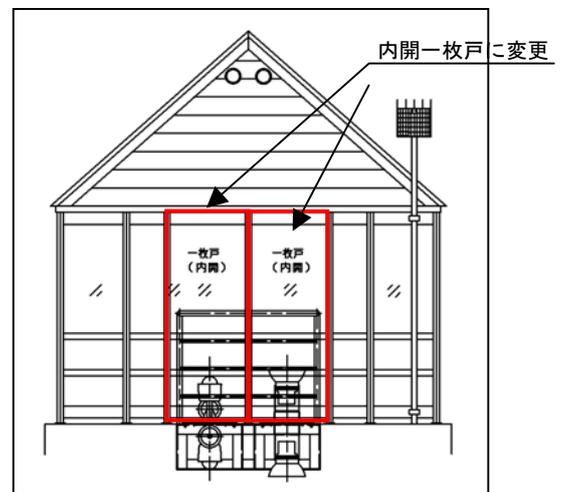
図－4. 遠隔化対応開閉機図

(5) 操作室

操作室は、降雨に対する機器の保護、機側員の安全性の確保、ならびに関係者以外の立入制限を目的に設置されている。

このため、既設樋門を遠隔化する場合は、操作室設置による増加荷重に対する門柱構造照査を実施、その安全性について確認した。

また、既に操作室が設置されている箇所については、カメラ・照明機器のメンテナンス用扉を設置するなど部分的な改造を行い、維持管理性能の向上に配慮した。（図5参照）



図－5. 操作室改造図

5. 今後の課題

今後懸念される異常洪水や津波などの災害から、地域住民の安全を確保するためには、河川管理施設を集中管理できる遠隔化が求められている。

現在の設計事例における運用状況の結果を踏まえ、今後の樋門遠隔化については、以下の課題解決が必要であると考えます。

(1) バックアップ対策

① 供給電力

洪水・津波発生時には、停電が想定される。

現状では、機側は無停電電源装置 (UPS) を設置し、停電が発生した場合、10 分程度は閉操作可能な状況である。

特に防災上の重要拠点においては、停電時の確実な操作を可能とするバックアップ電源として、小型の非常用発電機などの併設についても検討する必要がある。

② 通信ケーブル

遠隔化は、光ケーブルを介し遠隔地からの樋門操作を行うため、万一事故などで物理断線した場合は、多重無線により機側水位など諸データのみ蓄積・伝送する事としている。

このため、想定される光ケーブル断線のバックアップ機能として、第三者に対するセキュリティ確保を前提とし、例として無線 LAN などによる操作制御方法を考案する。

(2) 遠隔自動化

万一津波が発生した場合には、迅速な樋門操作が求められるが、これらが休日や深夜に発生した場合は、人為操作では時間的に限界がある。

このため、監視センサーなどの設置により誤作動防止の安全対策を充実させるなど、自動操作移行のための高度化を促進する。

(3) 観測機器の設置と維持管理

水位計・流向計は、川表及び川裏呑吐口に設置しているが、洪水時の著しい流入や局所的な土砂堆積があった場合などは、誤作動につながる可能性がある。

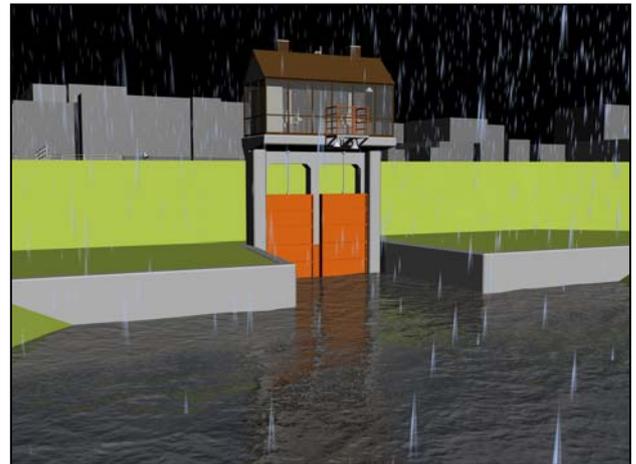
このため、各観測機器の設置は、支川の流入状況を的確に把握し、落水や渦流の発生しやすい箇所への設置は極力避けることが基本であるが、遠

隔化の試行期間を定め、各設置箇所の特성에応じた土砂堆積の維持管理や設置箇所の移設などを適宜、改善していくことが重要である。

(4) 操作運用

遠隔操作は、作成した「操作マニュアル」及び「操作時チェックリスト」に基づいて実施することとしている。円滑な操作を実施するためには、以下についての継続実施が肝要である。

- ①遠隔操作員の OJT 等を含めた総合的な定期演習の実施
- ②システム障害を想定した応急対策訓練の実施
- ③操作マニュアル、チェックリストの定期的な見直し



供用時想定画像

〈参考文献〉

- ・河川管理施設等構造令 : (社) 日本河川協会
- ・河川砂防技術基準 (案) 同解説 設計編 : (社) 日本河川協会
- ・水門・樋門・樋管 遠隔監視操作システム技術資料 : (社)ダム・堰施設技術協会
- ・樋門等の遠隔操作監視システムガイドライン(案) : 河川局 治水課
- ・津波・高潮対策における水門・陸閘等管理システムガイドライン : 農林水産省 農村振興局 : 農林水産省 水産庁 : 国土交通省 河川局 : 国土交通省 港湾局