

釧路川における津波防災対策について

—昭和樋門における樋門操作の遠隔化・自動化—

釧路開発建設部 釧路河川事務所 工務課 ○一色 秀敏
経田 千人
小池 俊夫

新釧路川の河口近くに市街地が広がる釧路地区では、洪水や津波発生時の対応として樋門の遠隔化・自動化を進めている。昭和樋門においては過年度に遠隔監視と操作を行えるよう整備を行っており、平成22年・平成23年の地震による津波には手動遠隔操作で対応した。職員が在庁していた為速やかに樋門操作を実施することが出来たが、今後遠隔操作が不可能となる事態も想定されることから自動で閉扉するシステムを構築し導入した。合わせてL1・L2地震に対する補強も実施した。本報告は、昭和樋門の遠隔監視・遠隔操作と自動化をどのような検討を行って実施したのか、またそのシステムの詳細について報告するものである。

キーワード：津波防災、樋門の自動化・遠隔操作、J-ALERTの活用

1. はじめに

釧路川は、道東の阿寒国立公園の屈斜路湖から流れ出て、釧路湿原国立公園を縦断して太平洋に注ぐ、流路延長約154kmの一級河川である。釧路川の下流域（新釧路川）には道東最大の都市である釧路市に人口・資産が集積しており、洪水被害等の軽減が強く求められる。

(図-1、写真-1)

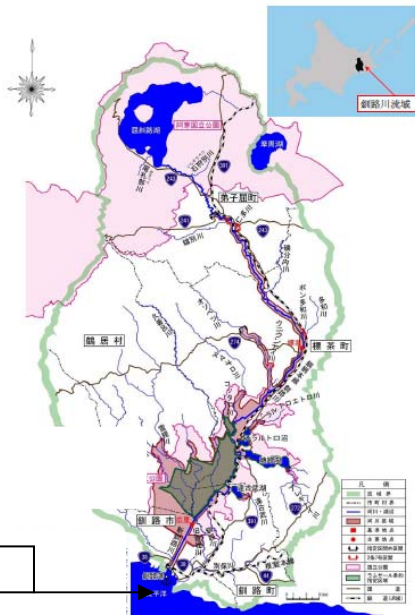


図-1 位置図



写真-1 釧路地区を流れる新釧路川

当地域は日本海溝、千島海溝に近い地震の多発地帯として知られるところであり、泥炭湿地など軟弱地盤が多く地盤の液状化などにより大きな被害を招く傾向にある。昭和27年に起こった十勝沖地震をはじめ、平成5年の釧路沖地震、翌平成6年の北海道東方沖地震、平成15年の十勝沖地震と大規模な地震を経験し、釧路開発建設部では地震に強い川作りに取り組んでいる。

平成17年9月に「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」が施

行され、平成18年には流域全体が「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域」に指定され、地震だけでなく津波防災も推進する地域となった。

また、東海・東南海・南海地震等の大規模地震発生の切迫性や平成16年のインド洋大津波の被災状況を受けて、平成17年3月に国土交通省は「津波対策検討委員会 提言」をとりまとめ、平成18年には提言を受けて水門等を津波や高潮の到達前などに、安全かつ迅速・確実に閉鎖するための考え方を示したガイドラインとして「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」¹⁾ (以下、「ガイドライン」) が策定された。

平成23年東北地方太平洋沖地震では新釧路川で河口より約1.1km上流まで河道内を津波が遡上し、海岸線では最大で約2mの水位上昇が観測された。

この地震と津波の影響を受けた地域では河川の多くの堰や水門等が損傷を受けたことから「東日本大震災を踏まえた堰・水門等の設計、操作のあり方について」²⁾

(以下、「操作のあり方」) が取りまとめられた。合わせて、地震による被害軽減のために平成19年3月に策定された河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説³⁾ (以下、「耐震性能照査指針」) が平成24年に改訂された。

当報告は、平成19年の遠隔監視・遠隔操作化及び平成23年度の津波被害軽減対策として自動化と耐震補強を実施した検討及び実施内容について報告するものである。

2. 昭和樋門について

釧路川下流域の新釧路川は大正9年の大洪水で釧路川が氾濫し釧路市で大水害が発生したため、河川水を安全に海へ流下させるため河口から1.1kmで釧路川を分流し、新水路として昭和6年に建設されたものである。昭和樋門は昭和27年に設置され、昭和53年、平成12年と改築されて現在の剛構造ラック式ゲートの樋門となった。(表-1、写真-2)

表-1 昭和樋門諸元

項目	諸元
樋門名	昭和樋門
築堤名	釧路市街右岸築堤
距離標	2.8
断面形状	3.5×2.5×26.0~2連
樋門流域面積	20.95km ²
樋門流出量	27.3m ³ /s
流入河川	第1号幹川(普通河川)
完成年度	平成12年度



写真-2 昭和樋門

当樋門は上流の湿原から流下する堤内排水と、背後地の住宅地側から流れる第1号幹川(普通河川)を新釧路川へ排水している。津波進入時には背後に住宅地が多いことからより被害が大きくなることが懸念された。

平成19年度には「ガイドライン」¹⁾に則り管理レベル向上のため開閉機を電動化し、光ファイバー網を用いた遠隔監視・遠隔操作化を実施した。

また、平成22年チリ沖地震や平成23年東北地方太平洋沖地震では津波の遡上を遠隔操作で防ぐことが出来たが、「操作のあり方」²⁾の策定を機に再検討し、遠隔装置に機材を追加することで津波発生時に自動で閉扉するシステムを構築した。

合わせて「耐震性能照査指針」³⁾が改訂されたことから、耐震性能の調査検討を行い、L1・L2地震により被災する恐れが確認された門柱・操作台梁部・函体の補強と、函体と翼壁が地震動で滑動・沈下した際に移動量が伸縮目地の限界値を超える恐れが確認された為、必要な補強対策を検討し、被災する恐れのある門柱等にはアラミド繊維や炭素繊維シートによる補強、滑動沈下対策として翼壁下部をセメントを用いた深層混合処理工法(MITS工法)による地盤改良を平成24年度に実施している。(写真-3、4、5)



写真-3 アラミド繊維シートによる門柱・操作台補強



写真-4 炭素繊維シートによる函体補強



写真-5 MITS 工法による地盤改良

3. ガイドライン等を考慮した検討内容について

「ガイドライン」¹⁾の考察手順（図-2）に沿って、管理レベルを向上すべく検討した内容を以下に示す。

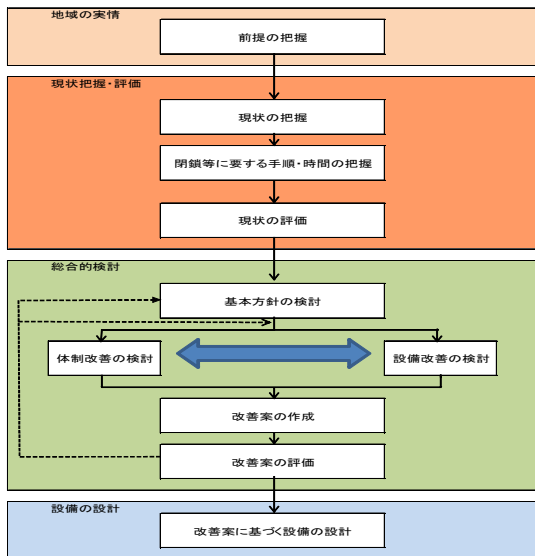


図-2 考察手順（「ガイドライン」¹⁾より）

(1) 地域の実情、前提の把握

新釧路川は釧路市・釧路町を流れる一級河川釧路川の下流に位置する。この管内は千島海溝を震源とする地震多発地域であり地震防災についてのみならず、津波防災についても対策を講じる必要がある。新釧路川の背後地は住宅地が隣接しており、樋門の操作の遅れによる逆流において被害を受ける可能性が高い。

また、チリ沖地震や東北地方太平洋沖地震のように遠くの地震においても津波の襲来を受けやすい地域である。

(2) 現状把握・評価

樋門操作体制については、洪水時は樋門操作員に指示するが、津波警報以上の警報が出た場合は安全のため操作員は避難することとしており、操作できない。

また、河川事務所・開建本部から樋門に向かうには新釧路川を渡る必要があるが、地震による橋の倒壊や津波警報等による橋の通行止めにより緊急時に職員が向かうことが出来ない状況が従来から懸念される。

津波襲来の状況を検討し、近郊地震が発生したときの津波到達時間を計算すると40分程度と短い時間で到達が予測された。これらの条件を「ガイドライン」¹⁾に当てはめると、当時はシステムレベル1であったが閉鎖時の緊急性が高い樋門に当たり、システムレベル6（遠隔化及び自動化）が必要と評価した。（図-3）

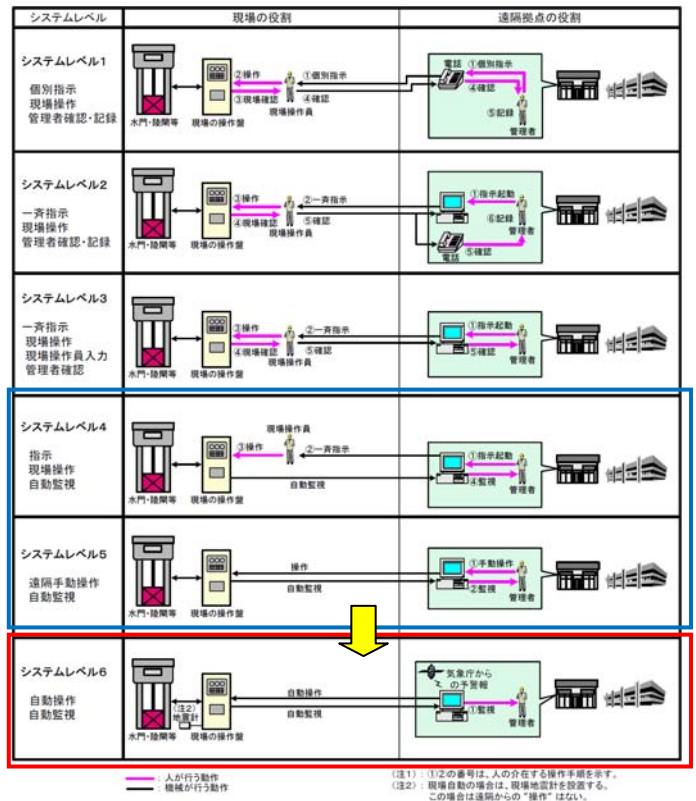


図-3 システムレベル毎の運用管理イメージ（「ガイドライン」¹⁾より）

(3) 総合的検討

基本方針の検討として体制と設備の両方から改善の検討を行った。

津波警報等発令時には津波遡上範囲内であり樋門操作人の安全を確保する事と交通網の寸断の恐れがあり、樋門操作人・職員を向かわせることが出来ない恐れがある。

その為、緊急時には人に頼ること無く樋門操作を行う遠隔操作・自動化を行い、操作の確実性を向上させる必要があるとの結果を得た。



写真-6 監視・操作端末 (河川事務所)

(4) 設備の設計

a) 平成19年度システム整備内容

当該樋門は市街地に有り商用電源を引き込むことが容易な事、樋門監視用のCCTVカメラが設置されており光ファイバー網も整備されているのでネットワークを用いた遠隔監視・遠隔操作化を実施出来る環境が整っていた。ただ、平成19年度当時は自動化に対して、自動動作の情報源となる防災気象共有化システム(開発局)を計画整備中であり、津波警報等発令時に自動的に閉扉するシステムを構築できなかつたため、遠隔監視・手動遠隔操作(システムレベル5)までの整備を実施した。

実施内容として開閉機を商用電力を用いて電動化し、樋門上屋に機側操作盤を設置、河川事務所、開建本部に監視端末と操作端末を設置し、洪水時は樋門操作人の手動操作で、樋門操作人が操作できない事態や津波警報以上の発令時には遠隔操作で樋門操作を行い、万が一電源喪失しても現地で手動により開閉操作が可能となるシステムを構築した。(写真-6)

遠隔化を実施した後、平成22年のチリ沖地震や東北地方太平洋沖地震による津波に対して、河川事務所からの遠隔操作により閉扉し津波の逆流を防ぐことが出来た。(写真-7)

この時は職員が在庁している時間帯に津波警報が発令され、津波到達時に適切に遠隔操作によって閉扉する事が出来た。ただ、職員が在庁していない休日・夜間に津波が襲来した際に職員が河川事務所に登庁してからの樋門操作で閉扉が間に合うかという課題を残した。

b) 平成24年度システム整備内容

東北地方太平洋沖地震を契機に取りまとめられた「操作のあり方」²⁾と「ガイドライン」¹⁾に基づき、地震津波対策をテーマとして再度樋門の管理を検討し、津波到達想定時間と職員の登庁時間を精査した。

釧路沖の500年間隔地震発生時の昭和樋門までの津波到達時間が、職員が登庁する時間より10分程度早い結果となり、システムレベル6の気象情報等により自動閉扉するシステムを整備しなければ津波による背後地の被害を防げないとの結果に至った。



写真-7 津波到達時の昭和樋門 (H23.3.11)

この時期には「J-ALERT」(全国瞬時警報システム)が本格運用されており、津波の情報を受信して自動的に閉扉するシステムが構築する事が出来たので、遠隔操作システムに機能追加を行った。

4. J-ALERTによる自動閉扉システム構築について

「J-ALERT」(全国瞬時警報システム)は、対処に時間的余裕がない大規模な自然災害や弾道ミサイル攻撃等についての情報を、国から人工衛星を経由して瞬時に地方自治体へ伝達するシステムである。地方自治体は防災無線に接続し、避難や予防措置などを促し被害の軽減に貢献することが期待され、導入により地方公共団体の危機管理能力が高まるとされている。(図-4)



図-4 J-ALERT運用のイメージ

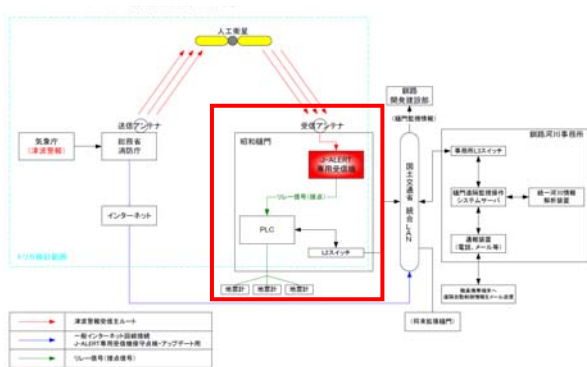


図-5 津波警報受信システム構成

昭和樋門の自動閉扉システムは、J-ALERTから伝達される情報の内、津波警報、大津波警報を衛星から受信して門扉を自動で閉扉するシステムとした。

津波警報受信システムの構成を図-5に示す。

平成19年整備したシステムに追加した設備は次の通り。

- ・ J-ALERT受信機
- ・ 地震計を樋門3箇所に設置
- ・ 樋門自動制御装置（PLC）の改良
- ・ 自家発電装置 (写真-8)

事務所の操作卓には次の機器を追加した。

- ・ 画像情報蓄積装置 (写真-9)

門扉の自動操作は、J-ALERTにより、津波警報、大津波警報発令を受信したときにゲートを閉扉する。実際には気象庁より警報発令後約90秒後には閉扉を開始できる。

また、J-ALERTが受信できない状況下にある場合には、地震への対応として3つの地震計のうち2つが震度4以上を記録したときに自動的に閉扉を行う。

上記の条件の内どちらかに該当する事象（トリガー）が起きた場合にPLCが動作して樋門を自動的に閉扉する事とした。



写真-8 樋門追加機材
(左上より受信機、地震計、PLC、発電機)



写真-9 事務所操作卓（中央のPCを追加）

5. 自動化における特徴

(1) J-ALERT受信機の設置箇所について

昭和樋門は河川事務所や開建本部から新釧路川を挟んだ対岸側に有り、接続する光ファイバー網はループ化がされておらず橋梁が落ちるなどしてケーブルが切断すると、遠隔監視・操作を行う事が出来ない。その為、先行して自動化された他開建の樋門では事務所操作端末とJ-ALERT受信機がセットになっている例が多いが、当該樋門については受信機を樋門機側に設置して樋門側で閉扉するシステムとした。これにより職員や樋門操作人が樋門にたどり着けない状況においても樋門が自動的に津波情報を入力し閉扉する事が可能となり、津波による被害を減少させることが可能となる。

(2) 自動操作時の状況把握について

自動操作が行われる際には、動作時の樋門周辺の状況を監視用カメラで撮影し、自動操作開始～完了までの間自動的に録画する機能を取り付けた。

(3) 内水排除の対策について

自動閉扉する際の門扉の開度について、全閉すると内水が貯まり住宅地への2次被害が起こる恐れがある。平成22年、平成23年の津波対応では引き波の時間帯に開扉して内水排除を行っていた。

これらを踏まえ津波の襲来時の水位とゲートの開度と堤内側への流入についてシミュレーションを行い、2門の内の片側は全閉、もう1門は全閉よりも30cm開けて停止する設定とし、津波を防ぎつつ内水を排除できることとした。

(4) 電源の確保について

電動の樋門のため、商用電力が停止したときの対策として自家発電機を設置し、動作に万全を期する事とした。

6. 今後の課題と対応について

自動化を整備した後、津波の襲来や震度4以上の地震は幸運な事に発生していない。この為実運用上の課題は生じていないが実際に動作してみて分かる問題などを一つずつ解決していき、修正が必要な部分は修正を行いながら運用していく必要がある。

今後も遠隔化・自動化については樋門操作人のなり手不足も相まって進んでいくと思われるため、今現在稼働している樋門の問題点を集めて、解決策を模索しながら今後の整備に役立てていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 「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」(平成18年3月 国土交通省)
- 2) 「東日本大震災を踏まえた堰・水門等の設計、操作のあり方について」(平成23年9月 国土交通省)
- 3) 「国交省河川構造物の耐震性能照査指針」(平成24年4月)