

技術報 河川陸閘の遠隔化に関する検討

社会基盤システム事業部 電気通信部 ○上田瑛久 / 岩崎貴志 / 小野直樹

海岸陸閘や河川陸閘は全国的に多数設置されており、津波や高潮などによる水害の危機が差し迫った際にこれらを閉鎖することで水害を防ぐ役割を担っている。東日本大震災の際には、これらの陸閘を閉鎖しようとして津波に巻き込まれ死亡するなどした水防団などの作業者が多数いた。このような背景から、水防団等の関係者の安全を確保し迅速に陸閘を閉鎖するための遠隔化の取組が全国で進められている。本稿では筆者が取り組んだ交通量の多い都市河川における河川陸閘の遠隔化に関する基本設計業務について報告する。

キーワード：遠隔化、Jアラート、河川陸閘、衛星回線

1. はじめに

陸閘は全国の様々な場所に設置されており、河川堤防に設置されているものは河川陸閘、海岸堤防に設置されているものは海岸陸閘である。堤防には普段の通行のために切れ目がある箇所があり、陸閘はこれらの場所に設置されている。津波や高潮などによる水害の危機が迫った際には陸閘を閉鎖することで堤防と同等の役割を果たし、水害を防ぐことができる。本業務では、高潮や津波の防護施設として設置されている河川陸閘について閉鎖操作者の安全確保及び施設操作性の向上を図るため、全国瞬時警報システム(Jアラート)を活用した自動操作化のための基本検討を行った。



図-1 河川陸閘の一例

2. 存在した課題

1) 閉鎖時における人員の確保

本業務の設計対象である河川に設置されている河川陸閘には手動タイプと電動タイプがある。閉鎖時は、現状ではどちらも作業者が現地へ駆けつける必要がある。当該治水事務所には54基の河川陸閘があり、閉鎖する場合は各地域一帯の施設を同時に全て閉鎖する必要があるため、多数の人員が必要になる。水防団員の減少や高齢化により、人員の確保が難しくなっており、遠隔化による省人化の実現が求められている。



図-3 手動陸閘閉鎖の様子(2018年台風21号)
(出典：治水事務所公開動画)



図-2 海岸陸閘の一例



図-4 電動陸閘閉鎖の様子(夜間閉鎖訓練)

2) 交通量の多い路線の閉鎖

設計対象の河川は大都市圏にあるため、日常的に交通量が多い橋梁が多い。これまでは閉鎖前の交通規制を有で行っており、完全に閉塞するまで時間を要していた。今後、遠隔化を進めていくにあたっては、無人でも道路利用者の安全を確保しつつ、陸閘を閉鎖する仕組みが求められる。

3. 解決する技術

1) システム構成の検討

河川陸閘の自動閉鎖を実現するために、Jアラートを活用するシステムの構成を検討した。管内では既に水門向けの遠隔設備があり J アラート受信機が設置されている。これを活用して、治水事務所に河川陸閘用の遠隔親局を新たに設置することとした。電動タイプの河川陸閘には遠隔子局を設置し、既存の機側装置と接続することとした。

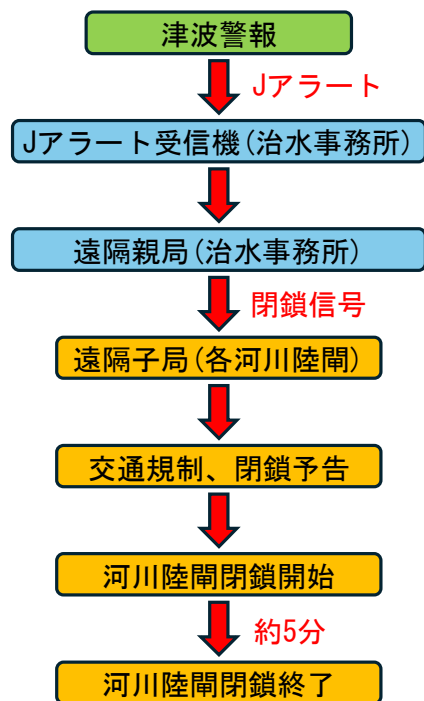


図-5 Jアラート受信から閉鎖までのフロー



図-6 既設Jアラート受信機(治水事務所)

2) 河川陸閘周辺への安全設備設置の検討

河川陸閘を遠隔から自動で閉鎖する場合には、橋に人や車両が取り残されることを防止するために、閉鎖前から交通規制し、安全を確保する仕組みが必要である。また、閉鎖時に車両が円滑に迂回することができるよう、警報発令時には橋が通行止めとなることを平時から周知することも重要である。これらに有効であると考えられる安全施設を表-1に示す。また、橋周辺への設備設置案を図-7に、千葉県での先行事例を図-8に示す。

表-1 必要となる安全施設

必要設備	設置目的	設置理由
カメラ	周辺監視	橋に取残された車両や人の有無や、閉鎖後の状況確認のため
回転灯 スピーカー マイク	閉鎖時の警告	警報発令後、人や車両に警告を表示し橋からの退避や、橋への進入を防止するため
遮断機	車両の仮封鎖	警報発令後、車両の橋への進入を防止するため
警告表示板	車両への警告	警報発令後に車両に対して警告を表示し、橋を迂回してもらうため
周知看板	通行止めの周知	河川陸閘閉鎖時には橋が通行止めとなることを平時から周知するため

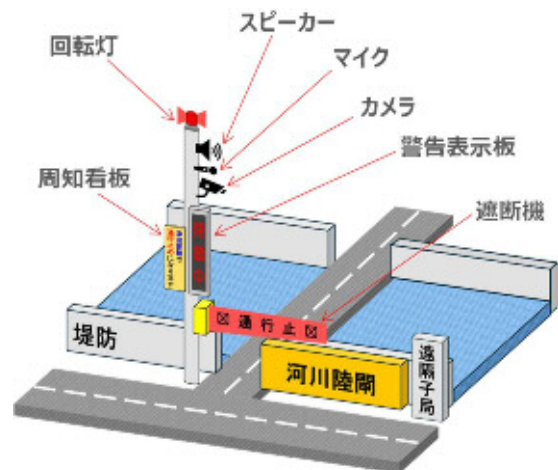


図-7 安全施設の設置案

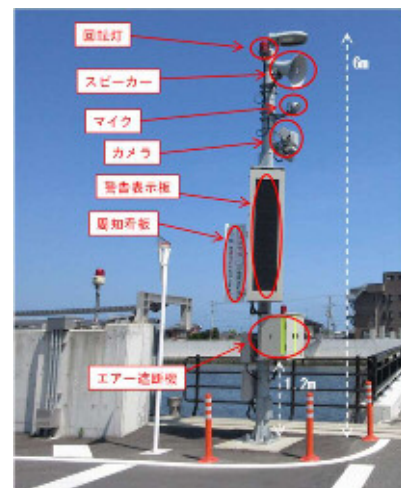


図-8 先行事例の一例(千葉県)

(1) 交通遮断機

河川陸閘を閉鎖する際、現状では作業員が現地に駆け付けた後に交通封鎖を行い、安全確保後に閉鎖が行われている。遠隔にて閉鎖する際には現地は無人であるため、遠隔で安全に交通の封鎖を行うための設備として、遮断機の設置が必要である。本設計において交通の封鎖を行うための遮断機について比較検討を行った。

比較対象として、以下の 3 つの方式の遮断機を検討した。比較検討により、河川陸閘へ設置する遮断機は河川陸閘閉鎖完了までの一時的な仮封鎖に適していることと、設置場所の制約が少ないことからエア型を選定した。

＜遮断棒＞

遮断機単体による一定時間以上の交通封鎖に適している。遮断棒の上下によって繰り返して封鎖と解除を行うこともできるが、設置費用では比較的高額となる。



図-9 遮断棒一例

(https://www.nagoya-denki.co.jp/products/road_closure/)

＜エア型＞

収納ボックスに格納されているバルーンに送風することによって展開し、一時的な交通封鎖に適している。収納する際は手でバルーンを折り畳み収納ボックスへ格納する必要があるが、送風を止めることでバルーンが収縮するため、早期に交通封鎖を解除することもできる。



図-10 エア型一例

(<https://www.advic.co.jp/air-crossing-bar/>)

＜シートシャッター＞

交通量が多い道路であっても通行中の車両の安全を確保しながら迅速に封鎖を行うことができる。費用面では比較対象の中では最も高額となると想定される。



図-11 シートシャッター一例

(https://www.nagoya-denki.co.jp/products/road_closure/)

(2) 周知看板

誘導表示板や遮断機は河川陸閘閉鎖の直前からの周知を行うが、平時から周知するための周知看板について検討を行った。周知看板を設置することで、日常的に橋を利用する車両に対して河川陸閘閉鎖時の円滑な迂回を促進することが期待できる。津波警報などの際に通行止めとなることを周知する看板の事例として、他県での事例を調査した。設置場所については、橋の手前 50m～500m の区間に複数設置し、橋の交通量が多い場合には橋の手前 500m 以上遠にも設置する方針として候補地を検討した。



(a) 宮城県事例



(b) 千葉県事例

図-12 周知看板の他県事例

(https://www.thr.mlit.go.jp/sendai/tunami_jyohou/syokukai.html)



図-13 設置イメージ図

3) 通信二重化による信頼性向上の検討

現状の河川陸間では自営光回線のみが構築されている。光回線が被災した場合でも遠隔閉鎖を確実にを行うために、無線回線をバックアップ回線とする通信の二重化を図ることとした。

(1) 無線方式の候補

採用する無線回線については、以下の 3 つを候補として比較検討を行った。

＜屋外無線 LAN＞

屋外無線 LAN は、離れた拠点間で無線によって LAN 回線を構築する方式である。機器は高価であり、対向で構築する際には見通しが必要となる。距離や通信速度、使用周波数などにより、いくつかのタイプがあるが、今回のバックアップ無線回線には、通信品質や機器のコスト面から 4.9GHz 帯の機器を候補とした。



図-14 屋外無線 LAN 機器一例
(<https://www.jrc.co.jp/product/gns6814>)

＜LTE＞

LTE(Long Term Evolution)は、携帯キャリア回線を用いることで任意の地点間の通信を行う方式である。サービス圏内であれば全国的に利用することができ、地点間の見通しが不要である。複数の SIM カードを使用できる機種もあり、2 社以上のキャリア回線による冗長回線を構築することも可能である。



図-15 LTE 機器一例

(<https://www.seiko-sol.co.jp/products/skybridge/lineup/mb-a130/>)

＜衛星回線＞

衛星回線は、衛星を経由することで任意の地点間の通信を行う方式である。機器は高価であるが、地上設備が被災するリスクが低く信頼性は最も高い。



図-16 衛星見通しの確認 (Superbird-B2)

(2) バックアップ無線回線の構築方針

前述の 3 つの無線方式を候補として、回線構築の方針を検討した。バックアップ無線回線は、自営光回線が切断等により使用不能となった場合のバックアップとの位置づけであるため、高い信頼性が求められる。

LTE 回線は携帯キャリア網の輻輳などでサービス停止時は使用できない懸念があるため不採用とした。衛星回線は機器費やランニングコストが比較的高額であるためすべての河川陸間に設置することは難しい。屋外無線 LAN は信頼性が高いが、送受間の見通しが必要であるため設置箇所の制約が多い。

よって、本設計では衛星回線と屋外無線 LAN を併用する方式を採用した。互いに見通しが確保できる河川陸間は一つのグループと考え、グループ内で屋外無線 LAN 回線を構築する。さらにグループ内で最も衛星回線の見通しが良好である河川陸間のみ衛星機器を設置することとした。

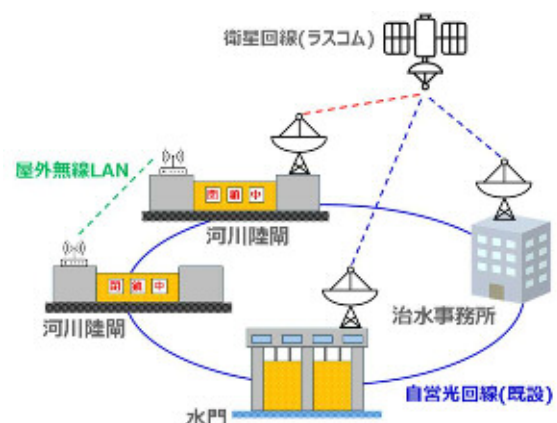


図-17 再整備後の通信回線の構成

4. まとめ

本業務では、交通量の多い都市河川における河川陸間の遠隔化に必要な設備構成から運用面にわたる一連の基本検討を行った。これらの成果を活かし、経済性、信頼性に優れた遠隔化設計に取り組んでいきたい。