

重信川における新技術を用いた 樋門等の操作負担軽減に向けた取組

松山河川国道事務所 河川管理課 水田 沙和
松山河川国道事務所 河川管理課長 浅田 聖一
松山河川国道事務所 河川管理課係長 小田 友之

樋門等の操作員は、全国的に高齢化・後継者不足が課題となっている。樋門操作は、現地で確認を行いながらの操作となり、夜間・荒天時の作業には危険を伴う状況である。このような状況から、重信川のかきつばた樋門では樋門操作員の負担軽減の取組として、360°カメラとAIによる人物検知機能等を用いた検証を進めている。本稿では、その取組内容と今後の展開について報告する。

キーワード 河川管理施設の操作、新技術、AI技術、人物検知

1. はじめに

重信川は、愛媛県の中央部に位置する一級河川である。松山市をはじめとする3市2町沿いを流れ、流域内には約60万人の人口が集中し愛媛県全体の40%を占めている。現在、重信川における機械設備を有する国管理の河川管理施設として5施設の樋門がある。洪水時に確実な操作が行えるよう河川巡視による確認や施設点検を継続的に行い、補修等を行っている。また、上記の他に許可工作物として取水門12施設、排水門8施設があり、同様の適切な維持管理を各管理者に促しているところである。



図-1 樋門位置図

表-1 樋門一覧表

No	施設名	所在位置	
		左岸	右岸
1	塩屋排水樋門	0K/200+51	
2	かきつばた樋門		6K/200+96
3	森松樋門		8K/600+50
4	船川樋門	13K/600+5	
5	南野田樋門		13K/600+70

2. 樋門操作員の役割と課題について

重信川においては各施設毎に2名を配置、計10名に操作及び管理を委嘱している。

平常時には、樋門及び樋門を操作するための機械、器具が常に良好な状態を保持するよう点検（出水期：月2回、非出水期：月1回）及び整備を行うほか、施設周辺の清掃を行う。また、河川水位の上昇により本川から支川へ洪水等の逆流が予想される出水時には樋門警戒体制に入り、操作室にて水位の変動を監視し、必要に応じてゲートの開閉操作を行う。操作員が現地に到着して以降解除基準を満たすまで、場合によっては長時間に渡って樋門の管理上必要な気象及び水象の観測、関係機関との連絡並びに情報の収集を行わなければならない。これらの作業は河川利用及び出水時等の河川管理に重要な役割を果たしているが、ゲートの開閉操作の実施にあたって、動作に支障となるような流出物が発見された場合にはそれらを除去する作業が発生することも想定されるため、

夜間や荒天時には危険な場合がある。毎年、操作員に対して説明会を開催し、操作の役割や注意事項とあわせて、個人にも安全管理の意識を高めてもらえるよう周知を行っている。

昨今の建設業界は、技術者の高齢化や深刻な人材不足に直面しており、i-constructionや新技術の積極的な活用が推進されている。多くの現場で担当者一人当たりの生産性向上が求められており、省力化や作業の簡素化に向けて技術の開発や様々な試行に取り組んでいる。土木事業に携わる関係者が人材不足への対応に注力している中、現場作業員に与える負担の大きさや危険の解消、高齢化という課題の解決に向けて新技術を活用することで対応できるのではないかと考えている。

今回、操作員の負担軽減に向けての取り組みとして実施した、「南野田樋門」における無動力ゲート導入の検討及び「かきつばた樋門」における360°カメラによる監視とAI技術を用いた人物検知の検証について報告する。

3. 現況樋門の対策と取り組みについて

直轄区間の5樋門は、全て扉体にローラーが取り付けられた引き上げ式の鋼製ローラーゲートである。重信川の現況樋門においては以下の方法で操作員の負担軽減や人員不足の補完を行っている。

(1) 開閉操作の遠隔化

樋門地点において、避難の目安となる水位を超え、さらに上昇が見込まれる際には操作員は避難することとなっている。退避している間、操作が必要な状況となった場合には事務所及び重信川出張所からの遠隔操作によって開閉操作が可能である。遠隔操作にあたっては、CCTVカメラによる周辺状況の確認や放送等の手段による警告等を行いながら必要な措置を講じている。しかしカメラの死角に人物がいた場合、予期せぬ接触事故を起こす可能性があるので安全面に考慮しながら操作を行う必要がある。

(2) ゲートの無動力化の検討

無動力式ゲートは支川の水位と本川の水位の内外水位差によりゲートが自動開閉する仕組みとなっている。これにより操作員による操作が不要となる。近年のゲリラ豪雨や津波の発生により急速な水位上昇が生じた場合にはゲート開閉動作の高速化が求められるようになっていくことから、開作業が間に合わない場合の対策として、四国内において無動力ゲートの導入が推進されているところである。以上を踏まえ、重信川においては「南野田樋門」で無動力化に向け今年度より設計を実施し設置を

検討している。

樋門ゲートの構造に求められる規定として、「水門及び樋門のゲートは、確実に開閉し、かつ、必要な水密性を有すること」とある。種々の利点が挙げられている無動力化であるが、従来の動力式ゲートと比較して水密性において確実性が劣る。吐口部に流木や土砂等の流下物が確認される場合には、気象条件によっては危険な環境の中でそれらを取り除く作業が必要であり、夜間や荒天時の作業による危険性を完全に解消するには至らない。前述の通り、危険性を解消するという目的を果たすには、無動力化の対象地の選定が大変重要である。

まず対象となる樋門の背後地の土地利用状況を確認する。ゴミ等の漂流物や流木の排出量が少ない場所であることが望ましい。さらに堤内側の地盤高と本川の計画高水位との高低差、河川の特性等の把握を行う。以上のような外力からの影響を整理して、完全に閉塞できない状態に陥るリスクが少ない樋門において無動力化を図る必要がある。検討中の南野田樋門においても以上の条件を整理し、樋門出口の不完全閉塞への対応及び水理上最適となるゲート構造を選定する。

前述のように開閉操作の遠隔化やゲートの無動力化には、予期せぬ接触事故や不完全閉塞による浸水被害のリスクを孕んでいるため、後述する新技術を活用することとした。



図-2 無動力式ゲート参考事例

4. 新技術を用いた試行について

「かきつばた樋門」において360°カメラを設置し、撮影した映像にAI技術による人物検知システムの導入を試行している。本検証では約30万円/機程度の安価な360°カメラを堤内側と堤外側に2機設置した。撮影可能範囲は半径25m程度である。夜間や荒天時の状況確認を容易にし、接触事故等のリスクを減らすことを目的とした検証である。本検証の結果について考察する。



図3 かきつばた樋門 使用カメラ及び設置状況
(上：堤内側、下：堤外側)

(1) 考察

今回使用したカメラは広範囲を撮影でき、楕円形の映像で表示される。魚眼レンズや気象観測用レンズのように画面の中心は真っすぐに写るが、中心から離れる程横方向に倒れたようになる。この特徴によって端に写ったものは人物として検知されなかった。さらに画面の端に写る物は実質的な距離に加えて、歪みの発生により遠近感が強調されてしまい解像度が落ちるため、同様に検知しない結果となった。カメラの性能上、一定の距離まで近づき、カメラの中央（設置箇所の下部付近）に接近すると人物とそれ以外を判別することができた。映像の歪みによって認識しない点については、円形の映像に歪み除去の補正をかけ、平面的になるように最大限広げることによって大きく改善され、人物検知の精度が向上した。



図4 補正前映像

濃霧や降雨等の気象条件による映像の乱れには「画像鮮明化装置」を取り入れ、それらのノイズを取り除くことにより大きく効果が見られた。

また夜間の撮影では検知しやすい状況を特定するためいくつか検証を行った。照明を使用した検証では図-5(下)の「画像鮮明化装置」と照明を併用した場合のようにカ

メラに近づいた対象物に光が強く当たり、映像が白飛びしてしまうことで、人物検知の障害となることが実証された。よって夜間においては照明のみ使用した場合の方が検知度が良いことが分かった。次に、「画像鮮明化装置」及び赤外線照明を導入した場合の検証では、図-6(下)のように暗い環境下でも物体の輪郭がはっきりした映像となり、検知度が大変向上することが分かった。



図5 照明点灯前後の識別状況（夜間）
(□：検知、○：検知不可)

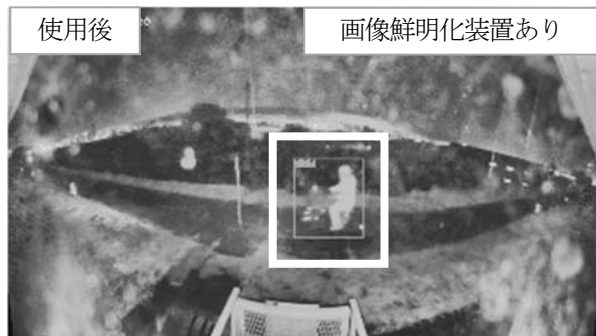


図6 赤外線照明 使用前後の識別状況（夜間）
(□：検知、○：検知不可)

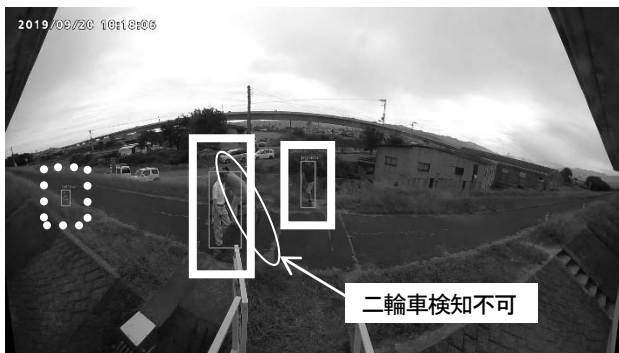


図-7 識別状況（昼間）

（実線□：検知、破線□：誤検知、実線○：検知不可）

5. 人物検知の精度向上のために

令和2年度は、さらに歪み等の発生を抑制する安価な多機能型カメラを設置し、同様の検証を行う予定である。これにより人物検知という用途に適した映像を撮影できるよう取り組む。また、本検証では映像解析技術としてディープラーニング(深層学習)を使用し、人物とそれ以外を検知して正確に識別できるようにA I本体にどのようなものが対象物となるのかを学習させていく。学習のために用いる「教師データ」は、検知率を向上させるために多量のデータが必要であり、データ数に比例してA Iの学習能力に役立つと考えられる。従って引き続き検証を行い、データを収集するとともに他事務所にもご協力頂きながらデータ確保に取り組み、検知度及び識別の正確性向上に努める。

6. 今後の展開

人物検知システムは防犯用の監視カメラや顔認証等に用いられてきたが、使用目的に応じて幅広く活用することができる。本論文では施設周辺や動作状況の監視、危険エリアへの侵入を検知してゲートの不完全閉塞や接触事故の発生を予防したりするための検証に取り組んでいるが、その他の河川管理に応用することも可能であると

考えられる。河川利用者の利用者別・利用時間帯別の実態把握を行うことにより、かわまちづくりの基礎データの収集に用いたり、不法投棄の監視強化、ダム放流時や水位上昇時の河川利用者の監視強化に役立つ。さらに動作を認識する機能によって堤防の漏水を捉えることも実現できるのではないかと考える。

また道路施設や港湾施設等の他分野に活用を広げることとも可能と考えられ、現場においては人影を検出する技術で作業時間外の人出入を検知し、窃盗被害防止や昨今の交通誘導警備員等の確保が厳しい状況を補う。さらに工事現場での安全管理のため資材運搬に使用する建設機械に取り付け、クレーン下や背後等に接近する人物を検知することにより危険予知でき、ヒヤリハットを引き起こす状況を察知したり事故を予防する。またトンネル内や高所作業、地下等の特に安全に配慮する必要があるような現場において作業員の入退場の管理等にも活用の幅を広げられるのではないかと。人物検知技術は防犯や安全管理に大変役立ち、省人化による人件費削減や事故防止によるコスト削減も可能とする。

7. まとめ

重信川のように急流河川で水位が上昇しやすい地形を持つ河川の操作員は、特に日頃から気象情報に注意を払い、適切な対応と素早い行動が求められる。高齢化や担い手不足が問題視される中、長時間危険な環境に拘束されることは大きな負担である。操作員に与える負担を少しでも軽減できるように様々な条件で試行を継続し、技術力及び精度の向上を図る。今回重信川で検証したA I技術による人物検知システムは、河川管理のみならず高齢化や人口減少による人材不足の解消や安全性の確保に大きな効果と期待が持てることを明らかにした。

参考文献

- 1) 社団法人日本河川協会：改定 解説・河川管理施設等構造令
- 2) 重信川水系河川整備計画（平成20年8月）