

漂流氷板がコンクリート構造物に衝突する現象の現地観測と画像解析

寒地土木研究所 正会員 ○阿部 孝章
 寒地土木研究所 正会員 横山 洋
 寒地土木研究所 正会員 大串 弘哉

1. 目的

北海道のような積雪寒冷地域においては、冬期間に河川表面に結氷が生じる。気象条件や流況にもよるが解氷期にはこれらの氷が破片となって河道内を流下し、護岸等の構造物に衝突することが確認されている。北海道のオホーツク海に注ぐ網走川では、こうした氷が衝突することで、コンクリート護岸等の構造物において損傷・摩耗を生じることが報告されている¹⁾。沿岸域において流氷等が構造物に及ぼす検討^(例えば²⁾)は古くからなされているが、感潮域など河川流がある場での漂流氷板の挙動・そしてコンクリート護岸等構造物に及ぼす影響は明らかになっていない。

そこで本研究では、実河川における漂流氷板の挙動を明らかにすることを目的とし、詳細な現地観測を実施した。更に、現地観測で得られた映像に画像解析を施し、漂流氷板挙動の抽出を試みた。



写真-1 ビデオカメラ設置状況

2. 手法

河道における漂流氷板の流下現象に関する現地観測は、2017年～2018年の冬期間に実施した。写真-1のように、網走川の河口から3.1 km 地点右岸にビデオカメラを設置し、上方から撮影が可能となる構造とした。その際、撮影範囲は漂流氷板が護岸周辺を漂流または衝突してから離脱するまでの一連の映像を取得可能となる範囲とした。

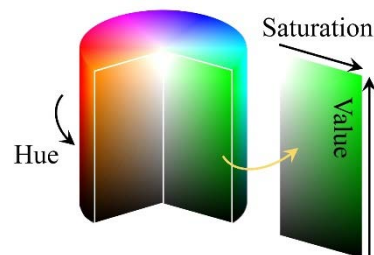


図-1 H, S, V 各値と色の対応

氷板の挙動を抽出するにあたっては、大きく分けて映像内に写されている護岸部分の領域、開水面の領域、氷板の領域を判別することとした。具体的には、映像中で開水面は比較的暗くなり、氷板は白く写ることを利用し、二値化を施した。その上で、元の画像より HSV 色空間；色相 (Hue)、彩度 (Saturation)、明度 (Value) (図-1) に基づく各ピクセルの値の情報から、H, S, V それぞれに関する閾値を設けて、同映像に対しては同じ閾値の設定において、一連の画像から氷板の領域を自動的に抽出した(図-2)。これにより漂流氷板の挙動を把握することとした。

3. 結果

図-3 に示したのは、現地調査で得られた映像と、本手法により自動抽出した漂流氷板のスナップショットの比較である。(1)は2月27日、(2)は3月1日に取得された氷板の挙動を示している。(1)の映像では、概略的には解氷とともに盛んに流下する氷板が捉えられている。但し、氷板のうち厚いものはほぼ、網羅的に抽出できているが、薄いものでは一部抽出できていないものがある。加えて、護岸部周辺で水面に反射した護岸の像を誤って氷板とし

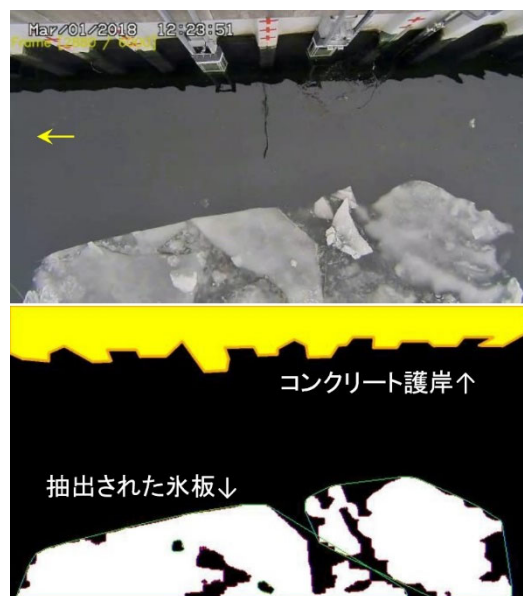


図-2 元画像（上段）と抽出画像（下段）の例

キーワード 結氷河川, コンクリート矢板護岸, 漂流氷板, 衝突, 画像解析

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3-1-34 (国研) 土木研究所寒地土木研究所 TEL: 011-841-1639

て抽出している領域が僅かに見られる。これらの誤検出は HSV の閾値を微調整するか、追加で別の抽出条件を設定することで改善する可能性はあるものの、護岸部分に衝突し損傷や摩耗をもたらすような氷板挙動の抽出が目的であれば、現在の閾値でも所望の目的は果たせるものと考えられる。(1)の(a)に対して(b)3分53秒後、(c)7分40秒後の映像と画像解析による抽出結果を示しているが、漂流氷板の挙動のうち、画面上に輪郭が明瞭に現れた氷板は抽出に成功している。時系列的な位置の変化も良好に抽出できていることが別途確認されている。

次に、翌々日の3月1日に取得された映像の解析結果であるが、2月27日に比較して漂流氷板は群体ではなく、開水面上で、単体として漂流している様子が確認された。2月27日に比較してサイズの大きい氷板が確認された。氷板内の薄い部分は水面部（黒色）と誤検知されているが、全体像としては概ね良好に捕捉することに成功している。(a)では護岸からやや離れた部分を流下する氷板、(b)では護岸に接触し反射しつつ流下する氷板の捕捉に成功している。(c)は、画面全体を覆う程の巨大な氷板が流下した時刻を抽出しているが、氷厚が薄い部分を広範囲に開水面と誤検知している。ここで示した(2)の結果については、捉えられた氷板が画像の範囲内から逸脱しており、氷板の単体としての移動速度の評価、すなわち運動量の変化や衝突力の評価に活用するのは困難であろう。これは画角の調整や複数台のカメラを活用して撮影範囲を拡大することで改善の可能性がある。尚、薄氷の場合で抽出のための閾値を設定しても抽出が困難であった場合もあり、図-4の3月22日がその事例である。水面下の薄氷で断片的にしか氷板と認識できていない。解決には図-3の事例にも共通であるが、ピクセル単位だけでなく、周辺ピクセルとの接触判定に基づく氷板範囲の抽出も有効となる可能性がある。

4. まとめと今後の課題

本稿では、コンクリート護岸等に衝突して損傷・摩耗を引き起こす可能性のある漂流氷板について、現地観測と画像解析手法に基づき自動的に抽出することを試みた。結果として、漂流する氷板群や単体の氷板について、一定の閾値を設定することで映像からそれらの挙動を効率的に抽出できることが確認された。水面の反射部や薄氷に関しては誤検知が見られたため、他の映像や抽出条件の改良を通して精度改善を行う必要がある。

参考文献

1)横山ら、河川技術論文集, Vol.25, pp.175-180, 2019. 2) 河合ら、海洋開発論文集, Vol.26, pp.909-914, 2010.

(1) 2018年2月27日

二値化閾値: 80 / HSV範囲: $0 < H < 140, S \geq 35, V < 120$

(a)16:01:04

(b)16:04:57

(c)16:08:44



(2) 2018年3月1日

二値化閾値: 117 / HSV範囲: $40 < H < 140, S \geq 35, V < 120$

(a)12:23:51

(b)12:25:42

(c)12:28:39

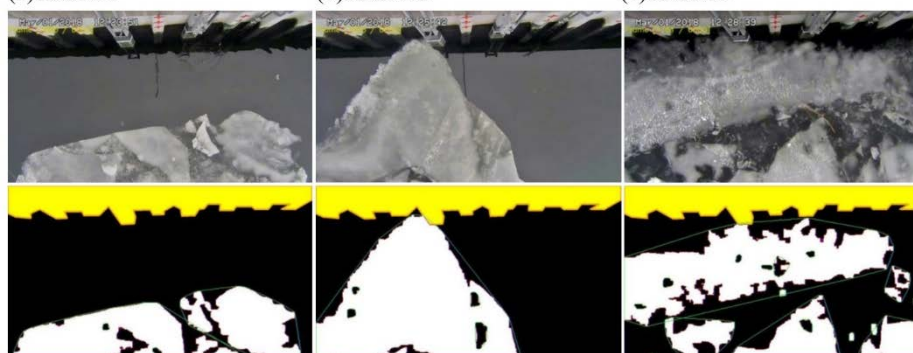


図-3 解氷期の現地観測で得られた映像と抽出画像の比較

(3) 2018年3月22日

二値化閾値: 145

HSV範囲: $S \geq 60, V < 100$



図-4 抽出が困難であった例