

超音波を用いた移動河水の氷厚推定手法の精度検証

(国研)土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○横山 洋
 (国研)土木研究所寒地土木研究所 正会員 伊波 友生
 (国研)土木研究所寒地土木研究所 正会員 大串 弘哉
 北見工業大学工学部 正会員 吉川 泰弘

1. はじめに

網走川下流の塩水遡上区間では特殊堤護岸部にコンクリート矢板が施工されている。冬期のコンクリート矢板では、凍害、塩害に加え、頻繁に生じる河水の衝突・接触が原因とみられる複合劣化が進行している。河水の矢板への衝突力は氷の接近速度、平面積、氷厚により算定される¹⁾。流水中を移動する河水氷厚の実測は困難であるため、著者らは ADCP を用いた氷厚推定手法とその精度について検証を進めてきた²⁾が、他手法との精度のクロスチェックは未実施である。本稿は河水流下を模した氷板流下実験で、ADCP と音響測深器による氷厚推定を同時に行い、両者の値を比較して推定精度を確認した。

2. 氷板流下実験の概要

図-1に河水流下実験箇所を示す。実験地点であるKP3.1は塩水遡上区間である。実験はなるべく多くの水位条件で検証するため、実験中の網走潮位差が大きい2019年3月15日9時から16時にかけて実施した。現地水深は9時で約2.1m、16時で約1.5mであった。

図-2に計測機器設置状況を示す。ADCP (RDI Workhorse 1200kHz sentinel) と音響測深器 (カイジョーPS-20R) は河床から上向きに設置し、水位計 (応用地質S&DL mini)、氷の通過時刻確認のためビデオカメラ (Panasonic WV-SPW631LJ) を設置した。実験は平面形状95cm×50cm、氷厚3種類(目標値15cm, 20cm, 25cm)の直方体にて作成した氷 (密度平均900kg/m³) で行った。実験サイクルは図-3に示すように、氷を投入し、音響測深器、ADCP 上でそれぞれ約1分静止状態を保つよう陸側から氷を係留する (静止計測)。その後、氷を静かに上流側へ牽引してADCP、音響測深器上を再度通過させ (移動計測)、氷を引き上げた。実験は同一氷厚の氷を各2回投入し、計6回実施した。

3. 氷厚推定方法

ADCPによる氷厚推定値はボトムトラッキング機能を利用し、超音波発射部から河氷底面までの距離と水位から算出した。また音響測深器による氷厚推定値も同様に、送受信機と河氷底面までの距離と水位から算出した。算出前に記録データからノイズと判断される部分は除去す



図-1 河水流下実験箇所

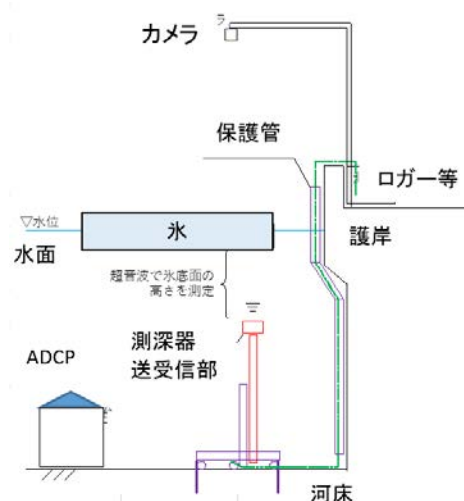


図-2 計測機器の設置概況

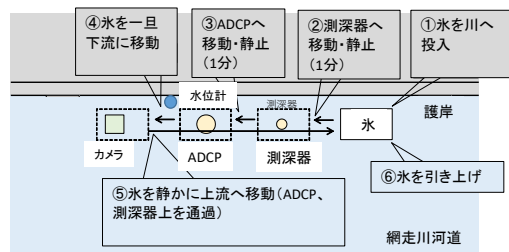


図-3 ADCP・音響測深器上の河水通過方法

キーワード 氷厚の推定, 超音波, 河水流下実験, ADCP, 音響測深機

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 (国)土木研究所寒地土木研究所 TEL011-841-1639

るとともに、水深が浅い場合の測定距離は往復距離で記録されたため、片道距離に修正した。

4. 氷厚推定値

氷厚推定結果の一例を図-4に示す。11時34分から11時41分にかけて、厚さ0.2mの氷板を河川に投入して図-3の手順に従って静止および移動計測を行った。音響測深器による氷厚推定値は、観測当初に値の変動が若干見られるものの、静止計測、移動計測ともに概ね実測値と一致している。ADCPによる氷厚推定は4本のビーム計測値それぞれからの算定値および4本の平均値を示した。各ビームでのばらつきが見られ、4本の平均値は静止計測では実測値の半分、移動計測では実測値とほぼ同程度である。

図-5に音響測深器およびADCPによる氷厚推定値と実測値の相関を示す。いずれの機器も静止計測は移動計測に比べて氷厚の推定精度が良好である。静止計測では音響測深器がADCPに比べて精度よく氷厚を推定できている。一方移動計測は全般的に推定精度が低い。実際の河水は移動することが多いため、移動計測時の精度が低い原因と解決策は今後の課題である。

続いて水深や氷の厚さによる推定精度の影響について検証する。図-6にADCPによる氷厚推定値と実測値の差と現地水位、図-7に実測氷厚との関係を示した。両者ともに相関が見られないことから、水位（水深）ならびに実際の氷厚の大小は、氷厚推定精度に対しては影響を及ぼしていないといえる。

5. まとめ

氷厚推定をADCPのボトムトラッキング機能と音響測深器により実施した。以下に得られた結果をまとめる。

- ・音響測深器、ADCPともに、静止計測が移動計測に比べて氷厚推定精度は良好であった。
- ・氷厚推定精度は、現地水深や氷の厚さによる影響は見られなかった。

氷厚の推定精度は、静止計測に限定すれば音響測深器による計測が最も良好であった。しかし矢板に衝突する河水を対象とすると、また河川流動なども把握できるADCPを観測機器に用いることのメリットは大きい。引き続き簡易かつ一定の精度が得られる氷厚推定手法の開発を進める予定である。

参考文献

- 1)阿部ら：結氷時河川津波による漂流氷板の衝突力評価に関する研究，河川技術論文集，第18巻，pp.411-416
- 2)横山ら：複合劣化が生じた河川コンクリート構造物に対する河水衝突外力の計測，河川技術論文集，第25巻，pp.175-180

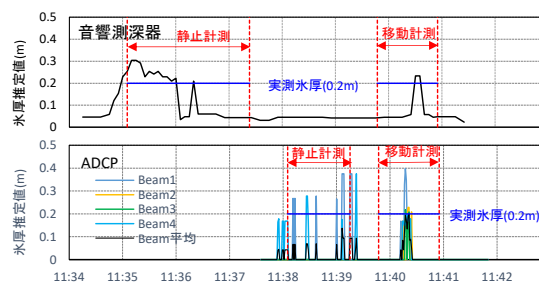


図-4 氷厚推定結果 (11:34~11:43)

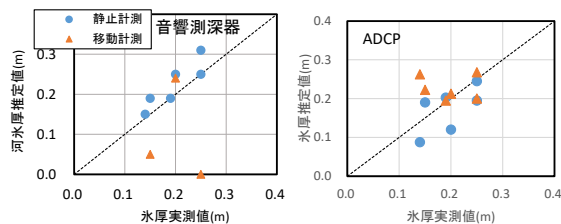


図-5 氷厚推定値と氷厚実測値の相関

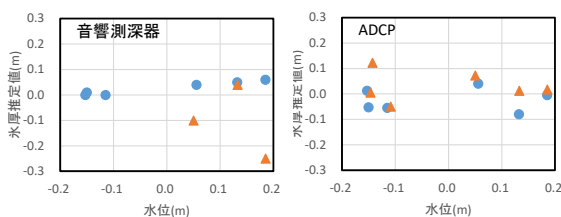


図-6 氷厚推定誤差と現地水位の相関

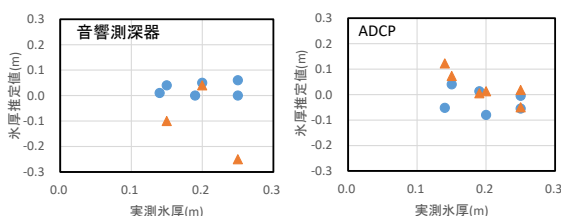


図-7 氷厚推定誤差と実測氷厚の相関