

無加川における掃流砂量計の観測事例

日本工営株式会社 ○ 松山洋平・濱原能成・永野統宏・鎌田篤志・伊藤隆郭
 国土交通省 北海道開発局 網走開発建設部 治水課 今村雄一・河合崇*)
 北見工業大学 渡邊康玄
 *)現所属：国土交通省 北海道開発局 帯広開発建設部 治水課

1. はじめに

近年、河床砂礫が流失し、基岩が露出してさらに河床低下が進行する現象が各地で報告されている¹⁾。本州では新潟県信濃川河口の大河津分水路²⁾や宮崎県小丸川³⁾の河床低下が報告されており、小丸川では掃流砂に着目した河床変動解析も行われている³⁾。河床低下の原因は種々の議論があるものの、河川施設の倒壊等、河川管理上の問題となっている。

北海道内では河床低下問題は河床形状の把握、地質調査、数値解析等の手段により解析する試み^{4),5)}があり、河床低下問題は流域規模の土砂供給・輸送問題と関わるとの指摘もある⁶⁾。流域の土砂移動動態を解明し、適切な対策を講じるための基礎的な方法として掃流砂観測があり、河床低下対策の検討や数値解析結果の検証等にも用いることが可能である。砂防区域では姫川、富士川等でパイプ式ハイドロフォンによる掃流砂観測⁷⁾、足洗谷では音響法・観測枠・重量計等による掃流砂観測⁸⁾が行われている。

北海道内では無加川に設置されている重量式掃流砂量計が唯一の掃流砂観測事例である。寒冷地かつ急流河川における掃流砂量計の適用性は未知の部分もあり、本報告では重量式掃流砂量計の概要と、観測結果、寒冷地河川への適用性について報告する。

2. 無加川における河床低下

北海道北見市内を流下する無加川は一級河川常呂川水系の支川であり、流域面積536.1km²、幹川流路延長74.6km、計画高水勾配は概ね1/180である。無加川の計画高水流量は700m³/sであり、平成18年8月には613m³/sの既往最大流量を観測している。

無加川は全川を通じて単列砂州卓越領域で⁹⁾交互砂州が発達し、一部の砂州上は樹林化が進行している。近年、KP4.0～7.2では河床低下が顕著であり、河床は基盤が露出している。KP4.0より上流では経年に河床低下が進行し、平成24年10月から平成29年10月にかけて最深河床高、平均河床高がいずれも3m程度低下している。平成24年にはKP5.2～7.2区間に覆礫($d_{60}=45\text{mm}$ 程度)が行われているものの、河床低下は進行している。

最近では平成30年7月出水によりKP3.0～4.0区間の河床は前年度からさらに低下し、平均河床高は最大0.5m程度、最深河床高は最大0.7m程度の低下が

みられる。KP6.2より上流は平成29年時点と比して堆積し、最大2.0m程度河床が上昇している。

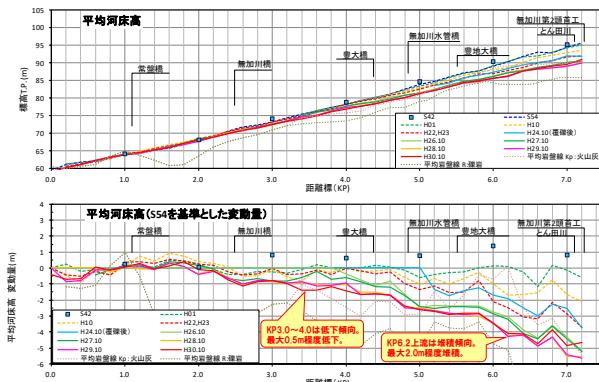


図-1 無加川における平均河床高の変遷



写真-1 河床低下による低水護岸損壊(KP3.4付近)

3. 掃流砂量計の概要

無加川KP4.6付近に設置されている重量式掃流砂量計はJFEアドバンテック・日本工営⁸⁾によって開発されたものであり、4隅にロードセルが内蔵され、単位時間当たりの流砂重量を計測して掃流砂の水中重量と流下速度の時間積分値により掃流砂量を算出するものである。また、同時に水位を計測し砂礫重量の計測精度を向上することが可能である。構造の模式図を図-2に示す。

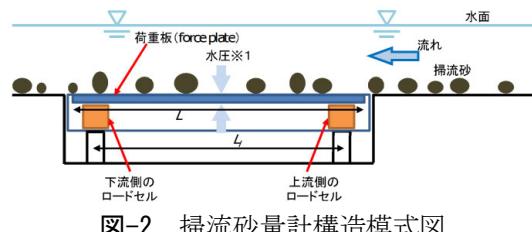


図-2 掃流砂量計構造模式図

北見市は2019年2月には日最高気温が-9.7°C、日最低気温が-28.2°Cを記録するほど寒冷な地域であり、掃流砂量計には以下の防寒対策を行った。

- ・リチウムイオンバッテリーの使用
- ・データロガー・センサーによる保護
- ・FOMA回線によるデータの常時チェック
- ・本体内部への凍結防止液の充填

4. 計測事例

令和元年8月8日～9日に最大時間雨量18.5mm/h、総雨量90.5mm(留辺蘂)の降雨があった。図-3に示すように、降雨前は0.25m程度であった水深がピーク時には0.9m程度となり、約±5kgの荷重が計測されている。 $d_{60}=0.04\text{m}$ とすれば、このとき $\tau_*=0.016$ から0.06に上昇したこととなる。水位ピーク付近の計測値の解析例を図-4に示す。8月9日12:00～12:30を抽出すると、通過重量の累積が513,494kgf/m(単位幅当たり)となるが、床止工上流は土砂の堆積が進行しておらず、流砂の通過ではなく、流水の重さの時間変化が累積したものと考えられる。

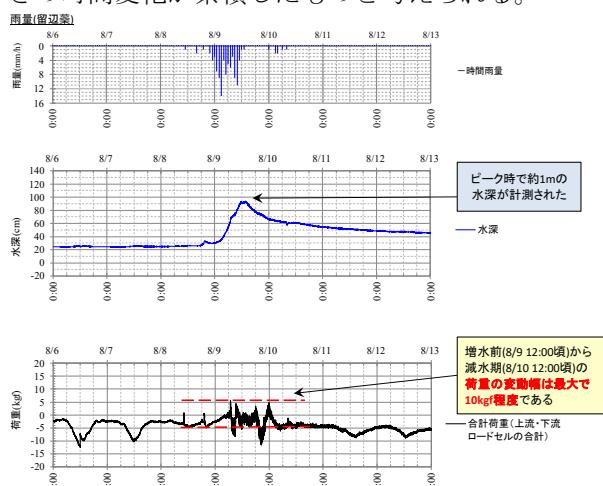


図-3 2019年8月降雨による計測値

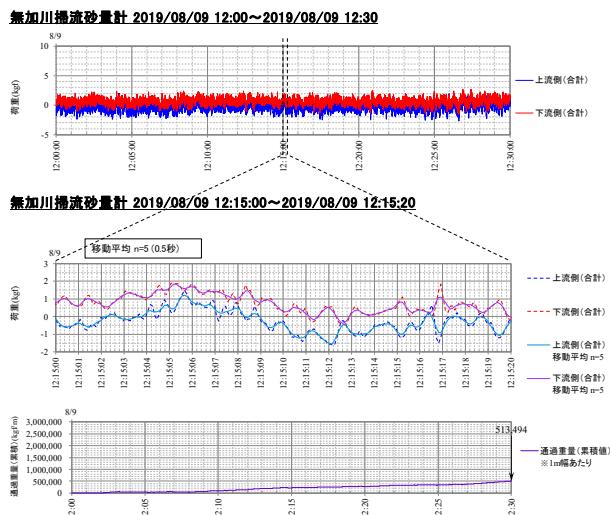


図-4 2019年8月降雨ピーク時付近の解析例



写真-2 2019年8月降雨ピーク時・出水後の水面形

5. 適用性試験の実施

寒冷地河川に設置された掃流砂量計は、寒冷な気候であっても正常に稼働する必要がある。写真-3に示す円柱形の錘、観測地点周辺の河床材料を使用して計測値の検証、寒冷時の性能の検証を行った。

水中重量5.0kgfの礫(群体)を0.35m/sの速度で移動させた場合の計測値を図-5に示す。計測荷重の合計値は約4.5kgf、計測値から算出される砂礫移動速度は0.41m/sであり、概ね一致した。このことから概ね良好な精度で掃流砂の観測が可能と考えられる。



写真-3 適用性試験に使用した錘・河床材料

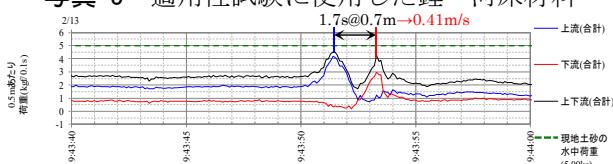


図-5 試験時の荷重計測例

6. おわりに

本観測事例により、重量式掃流砂量計を用いることにより寒冷地かつ急流河川においても掃流砂観測が適用可能なことが示された。今後は掃流砂量の計測を継続し、掃流砂観測資料を蓄積して無加川流域の土砂移動特性を把握し、河床変動解析や河床低下対策に資することが課題である。また、北海道内をはじめとする他地域の寒冷地・急流河川に対しても流砂量観測を行い、観測事例を蓄積していくことが望ましい。

【参考文献】

- 1)及川,清水,木村,山口：石狩川上流部の河床における粘板岩の摩耗現象,平成21年度 土木学会北海道支部論文報告集 第66号,2009.
- 2)常山,小川,見田,浅見,保要,丸山,福岡：大河津分水路床止め工群改修の経緯と河床の安定化について,河川技術論文集 第19巻,pp.93～98,2013.
- 3)宮崎,橋本,原田：小丸川における河床変動計算と土砂収支に関する一考察,第4回土砂災害に関するシンポジウム論文集,pp.191～195,2008.
- 4)及川,岩崎,山口,清水,井上：河床における岩盤上の流砂の集中度合に関する実験的検討と数値シミュレーション,土木学会論文集B1(水工学)Vol.68,No.4,pp.I-949～I-954,2012.
- 5)森田,川尻,渡邊,田中：河道水面下における表面波探査の適用性に関する基礎的研究,土木学会論文集B1(水工学)Vol.73, No.4,pp.I-547～I-552,2017.
- 6)及川,岩崎,山口,清水,木村：流砂の摩耗作用による岩盤侵食に関する実験的検討と数値シミュレーション,土木学会論文集B1(水工学)Vol.67,No.4,pp.I-751～I-756,2011.
- 7)田中,内田,蒲原,桜井：近年の山地流域における流砂観測による成果と課題,土木技術資料57-7,pp.22～25,2015.
- 8)後藤,長山,杉山,伊藤,宇都宮,横山,堤,水山,藤田：掃流・土石流の石礫流下量の計測のための水中荷重計の開発と水理実験～穂高砂防観測所における試験計測～,第62回砂防学会研究発表会概要集,pp.B-96～B-97,2013.
- 9)例えば：第46北海道開発技術研究発表会(指定課題・河川部門)(2003)河道特性の把握と新河道計画への活用(その3)