

手取川上流域における流砂量観測に基づく砂防堰堤の効果に関する考察

国土交通省 金沢河川国道事務所 本田正和^{*}、杉崎亮太
※現 能登復興事務所

日本工営株式会社 ○松田悟、山田理沙、松永一慶、古谷智彦、木佐洋志

1. はじめに

手取川上流は牛首川流域（手取川本川）と尾添川流域に大別される。手取川ダム完成以降牛首川から下流への土砂供給が断たれ河床洗堀のおそれがあることから「流す砂防」として尾添川では既設砂防堰堤のスリット化等が進められてきた。今回対象としている瀬戸砂防堰堤では、透過型砂防堰堤の出水時の土砂の動きについて考察がなされ 2 門ある透過部の違い等を考察している¹⁾。本発表では、手取川上流で実施される 2 箇所（透過型砂防堰堤と台形断面を有する床固）の流砂観測点での 2022 年 8 月 4 日の出水時の観測データから堰堤の効果を検討した他、観測データと CCTV カメラの画像を基に透過型砂防堰堤の堆砂肩の形成に関して考察した。

2. 手取川上流域における流砂観測の状況

2.1 観測箇所概要

手取川上流の 3 箇所（細谷第 1 号砂防堰堤、白峰床固群、瀬戸砂防堰堤、2024 年 3 月時点）で、掃流砂観測を実施しており、取得したデータを基に移動礫の量と質（粒径）の把握を試みている。特に白峰床固群と瀬戸砂防堰堤は、それぞれ下流のダム領域（手取川ダム）への流入、下流の河川領域への流入を把握できる位置にある（図-1）。



図-1 流砂観測所位置

2.2 流砂観測項目

手取川上流域では、表-1 に示す通りパルス式ハイドロフォン・掃流砂観測柵・圧力式水位計等による流水・流砂観測を実施しており、データは 1 分毎の計測値をデータロガーに記録している。パルス式ハイドロフォンで得られるパルス数からは、掃流砂観測柵の計測値と併せて掃流砂量を推定している。本発表で示す白峰床固群（図-2）、瀬戸砂防堰堤（図-3）では、上流の風嵐水位観測所での流量観測結果を基に作成した H-Q 式（白峰）、水理模型実験²⁾を基に作成された H-Q 式（瀬戸）を用いて流量を求めている。

表-1 手取川流域の掃流砂観測地点諸元

観測地点	観測開始 (年・月)	観測機器	流域面積 (km ²)	河床 勾配	水通し幅 (m)
細谷第 1 号 砂防堰堤	2004.11	パルス式ハイドロフォン	14.1	1/12	40
白峰床固群	2006.10	パルス式ハイドロフォン、水位計、 掃流砂観測柵	139	1/70	60
瀬戸 砂防堰堤	2019.12	パルス式ハイドロフォン、水位計、 掃流砂観測柵、底面流速計、 濁度計	187	1/82	49 透過部幅 6m×2 門

3. 白峰床固群と瀬戸砂防堰堤の比較

2022 年 8 月 3 日から 4 日にかけて北陸地方を南下する堤体前線に伴い石川県内では記録的な大雨となった。この時の出水を挟む前後の出水のデータを流量と掃流砂量の関係図として整理した（図-5）。現地の粒径情報等を踏まえて平衡流砂量式を合わせて記載している。

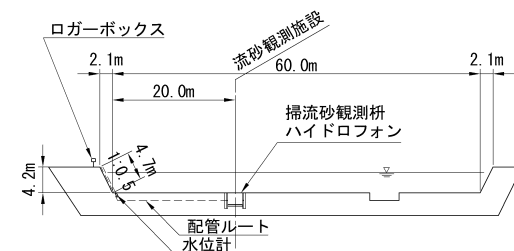


図-2 白峰床固群観測所

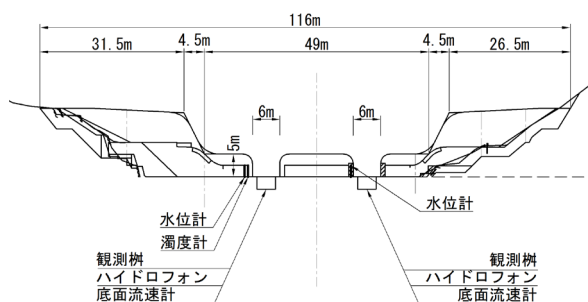


図-3 瀬戸砂防堰堤観測所

白峰床固群では、概ね流量に応じた掃流砂量が流れる傾向がみられる。8 月 4 日の出水のあと 9 月 19 日の出水では、若干ながら出水後半での流量に対する掃流砂量が多くなる傾向（上流域での河道への土砂供給が生じた場合に見られるとされる左回りループ³⁾を描く）がみられたが、8 月 4 日出水後のすべての出水で左回りループを描いているわけではないことから、一時的、部分的に河道内に流れうる土砂が存在したものと推察される。

瀬戸砂防堰堤では、福島ら（2022）で示される傾向と同様に流量に応じて掃流砂が流下しておらず、出水の前半後半共に変則的な流量-掃流砂量の分布を示す。8 月 4 日の出水時には、出水ピーク後の減水時でも、概ね同程度の掃流砂量が流下、またその継続が分かる。9 月 19 日出水では、水のピークの後に土砂のピークが生じている。一部切り欠きがあるものの、概ね台形断面を呈する白峰床固群観測所と比較して、スリットの堰上げによる土砂の調節効果が示された。

4. 瀬戸砂防堰堤で形成された堆砂肩の高さに関する考察

瀬戸砂防堰堤の上流は湾曲した河道となっており、通常は左岸側（外岸側）に滞りが位置し、堆砂敷の右岸側（内岸側）に土砂が堆積する傾向にある。このため右岸側で堆砂肩が透過部付近まで迫ってくるような状況となっている。出水時の堆砂状況について、砂面計等を用いた連続的な堆砂状況把握の事例⁴⁾もあるが、瀬戸砂防堰堤ではそれに相当する計測機器がないため、出水時の堰上げによる堆積と出水後半の土砂の流下までの堆砂状況の実態が把握できていない。現状では連続的な把握は困難であるものの、CCTV カメラ画像による堰上げや減水時の状況にかかる画像情報が得られているため、これらを活用した堆砂状況把握を試みた（図-6）。減水時に堆砂面が水面から出たタイミングと同時刻の水深の値を堆砂肩の高さと仮定し、別途流量条件から推定される堆砂肩高さと比較した。流量条件から求める堆砂肩高さは、水山ら（1989）で示される式を用いた。

結果として CCTV 画像で確認した堆砂肩の高さの方がされた高さ 1m 程度低く推定された (図-4)。これは、10 分毎に更新される CCTV 画像であるため、水面上に堆砂面が出てからの時間経過分、若干水面が下がっている可能性と減水時に堆積土砂が一部洗われる可能性が要因として想定される。出水後に UAV 等による地形測量でより正確に把握可能であるが、長雨等に伴い安全に現地での確認ができない期間が続く際にカメラ情報と併せて堆砂状況を把握できる可能性がある。

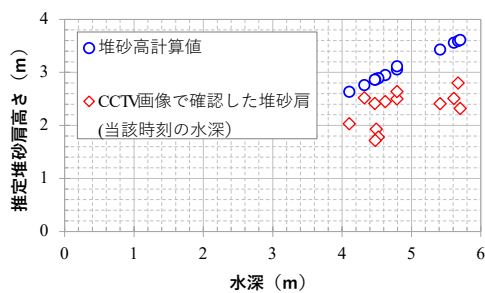


図-4 堆砂肩の高さの推定結果

5. おわりに

手取川上流域の白峰床固群・瀬戸砂防堰堤での流砂観測データを比較した。白峰では出水後の観測でヒステリシスループが確認された事例もあるが、その後の出水前後での河道内状況の情報があると、流域内で生じた土砂移動現象と観測データ

の関係にかかる考察が深まると考えられる。出水前後の河道内状況は観測データの考察に資するため、適宜土砂の堆積状況や粒径情報を取得しておくことが望ましい。また、ハイドロフォン等の流砂観測機器のみならず、CCTV カメラの情報との組み合わせで現象の把握を試みた。精度等の課題があると考えられるため、別途地形の計測結果との比較なども踏まえて、検討を進めていきたい。

【参考文献】

- 1) 福島将史・杉崎亮太・松田悟・林聖也・木村詩穂, 令和 4 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 289-290, 2022 (題目省略, 以下同様)
- 2) 二俣秀・森田賢治・宮本憲治・田方智・貝塚和彦・杉山実・伊藤隆郭, 平成 23 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 338-339, 2011.
- 3) 桜井亘・内田太郎・泉山寛明・井内拓馬・杉山実・松田悟・伊藤隆郭, 砂防学会誌, Vol.72, No2, p25-31, 2019.
- 4) 三輪賢志・長谷川真秀・川合康之・長山孝彦・伊藤隆郭・古谷智彦・朝原康貴・水山高久・藤田正治, 令和 5 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 269-270, 2023.
- 5) 水山高久・阿部宗平・矢島重美, 新砂防, Vol.42, No.4 (165) pp.28-30, 1989

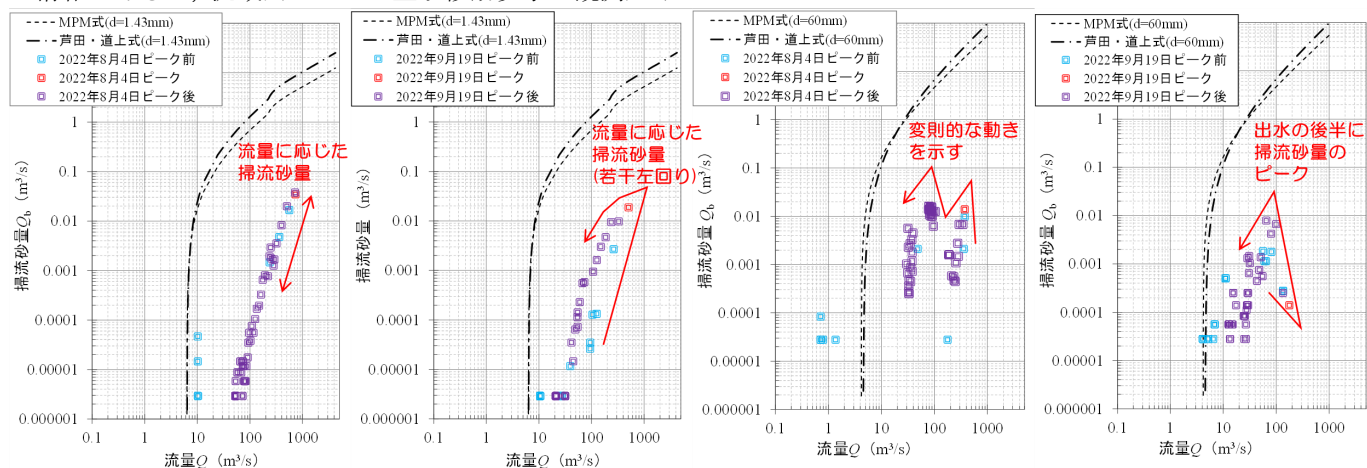


図-5 白峰床固群 (左 2 つ) と瀬戸砂防堰堤観測所 (右 2 つ) 出水時の流量-掃流砂量の関係 (2022 年 8 月 4 日出水及び 2022 年 9 月 19 日出水)

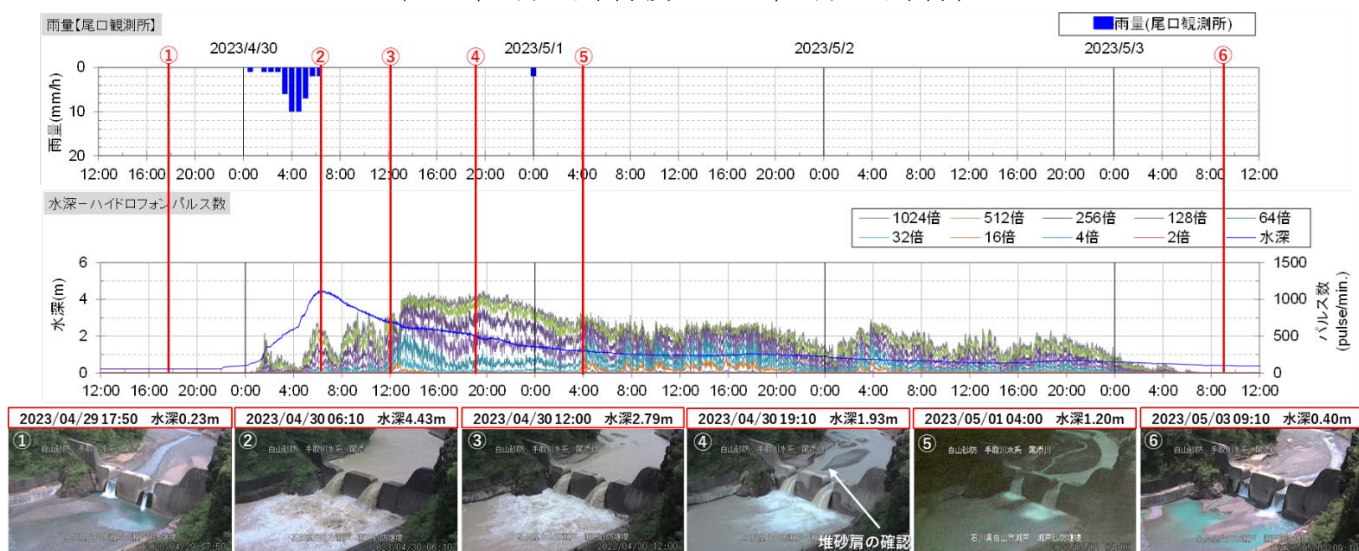


図-6 瀬戸砂防堰堤における出水時の水深とハイドロフォンパルス数の観測データと CCTV カメラ画像での堆砂数の確認 (2023 年 4 月 30 日に生じた出水の例)