

天竜川上流域で実施した流砂量観測における工夫 —観測の長期安定化対応—

国土交通省中部地方整備局 天竜川上流河川事務所 吉田桂治^{※1}、岡本明^{※2}、小澤朋晃、室井亮人^{※3}
株式会社コルバック ○吉村暢也、遠藤哲雄
株式会社建設技術研究所 家田泰弘、井内拓馬、清野真義、中西宏彰、近藤 圭悟
(^{※1} 現：一財団法人砂防フロンティア整備推進機構 ^{※2} 現：長野県駒ヶ根市 ^{※3} 現：浜松河川国道事務所)

1. はじめに

天竜川上流域の与田切川および小渋川流域では、移動土砂の時系列的な実態を把握するために流砂量観測を実施している。しかし、観測対象が土砂移動であるために観測環境が厳しく、装置の破損による欠測の発生や性能劣化に伴う精度の低下が課題となっている。

本報告は、これまでの観測で生じた課題を整理し、それらに対する対応策とその効果を紹介するとともに、今後の方針について説明するものである。

なお、使用している観測装置と観測開始年を表-1に、観測位置図を図-1にそれぞれ示す。

表-1 天竜川上流域での流砂量観測

観測箇所	観測開始 (蓄積年)	観測装置	設置位置
与田切川	2006.1 (20)	水位計、濁度計、流速計、 ハイドロフォン、 トロンメル施設(2000/9~2023/6)	砂防堰堤 水通し部
小渋川(大河原、 鹿塩川、生田)	2015.4 (11)	水位計、濁度計、流速計、 ハイドロフォン	床固工 水通し部
天竜川本川宮ヶ瀬	2010.7 (16)	水位計、濁度計、浮遊砂サン プラー	護岸位置

(蓄積年)：2025.12末までの観測データ蓄積年数

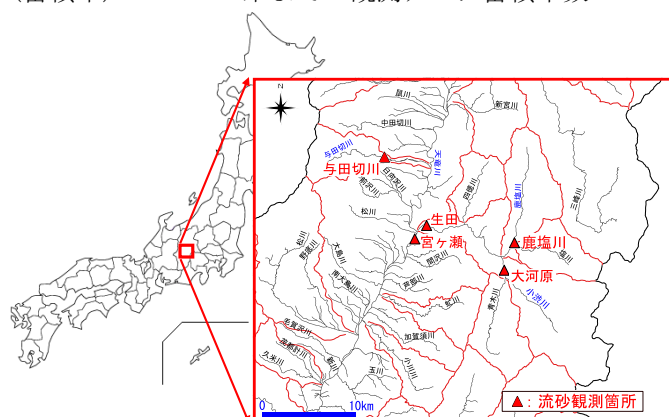


図-1 観測位置図

2. 観測における課題

天竜川上流域の5観測箇所において、11年から20年間にわたり流砂量観測を実施してきた(表-1参照)。これまでの観測実施により生じた、観測方法や維持管理における課題を以降に整理する。

(1) 機器点検作業の効率化

機器の点検は、月に1回の頻度で水位の低い平時に現地へ赴き実施している。主な点検項目は、データの回収、外観調査、および点検時の動作確認(バイタルチェック)である。

課題としては、点検作業が水位の低い平時となるため、出水時の挙動やセンサー劣化状況を把握すること

は難しく、故障の有無のみを確認するに留まっている点が挙げられる。

実際、昨年度の観測では、出水時の電源装置異常など、平時のデータ確認だけでは特定できない不具合が3件発生した。現行の平時による点検のみでは、こうした異常を見逃すリスクがあり、点検精度と効率化が課題となっている。

(2) 観測精度の確保

使用しているハイドロフォンと濁度計について、経年的な性能劣化が課題となっており、定期的に校正係数を見直す必要がある。

ハイドロフォンについては、センサー部の変形やマイクの感度低下等により性能劣化することが既往文献^{*1)}において報告されている。また濁度計についても同様に性能劣化が生じていることが指摘されている^{*2)}。

(3) 機器の耐久性

移動土砂を直接計測する流砂量観測の環境は非常に過酷であり、機器の耐用年数が短くなる傾向にある。本観測においても過去に機器故障が複数回発生しており、その都度機器交換を実施している。

機器交換の頻度については、流砂量が比較的少ない箇所では10年程度交換せずに連続計測できているケースがある一方で、流砂量が多い箇所では2~4年の間隔で故障が生じ、交換を余儀なくされている状況にある。各箇所における連続使用年数の傾向は以下のとおりである。

- ・流砂量が比較的少ない箇所の連続使用年数
最短：4~6年、最長：8~16年
- ・流砂量の多い箇所の連続使用年数
最短：2年、最長：4年

上記のように、流砂量が多く観測環境が厳しい箇所においては故障頻度が著しく高く、長期安定観測に向けた機器の耐久性向上が大きな課題となっている。

3. 課題に対する対応

3.1 機器点検作業の効率化

流砂量観測は、出水時の流砂量を計測しているため、出水時に正常な観測が維持されているかを確認することが重要である。そのため、回収した観測データを利用して異常値判定を行い、異常値発生の有無の確認を行った。

異常値発生の有無の判定は、国総研砂防研究室HPで公開している技術情報³⁾を参考として実施した。判定を実施した結果、下記に示す現象を確認することができ、各々対処した。

- (1) 電源異常：電圧低下による欠測
→すぐに電源装置を交換
- (2) 濁度計：太陽光の影響による異常値、土砂埋没による異常値
→太陽光については、非出水なので浮遊砂量=0とした。

- 土砂埋没については、点検時に土砂を除去
- (3)ハイドロフォン：出水時にレンジオーバー
- レンジオーバーした期間を記録

3.2 観測精度の確保

ハイドロフォンは性能劣化が生じるので、定期的に簡易打撃試験を実施してセンサー感度を求めて、校正係数の見直しを行うことで観測精度確保に努めた。

図-2 に与田切川のパイプ型ハイドロフォンのセンサー感度の変遷を示す。同箇所では横断方向 3 箇所で観測を行っており、中央については若干変形による感度上昇が認められ、左岸側については設置から 16 年が経過しており年々感度低下が生じている状況にある。

なお、他の観測箇所においても定期的に簡易打撃試験を実施して校正係数を見直している。

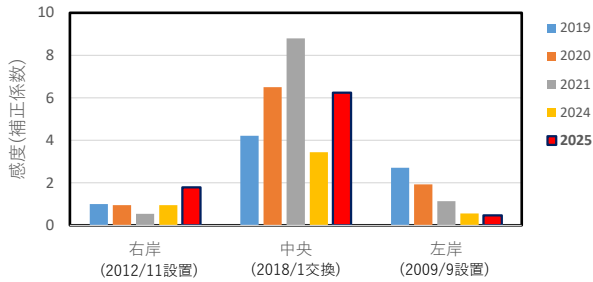


図-2 与田切川パイプ型ハイドロフォンの感度

現在は、センサー感度の変化傾向を把握するために短い間隔で簡易打撃試験を実施しているが、今後は試験実施間隔の決定やハイドロフォン交換の判断方法について検討する必要がある。また、濁度計についても宮ヶ瀬箇所において 10 年が経過した時点で濁度計校正試験を実施して校正係数の見直しを行った。

3.3 機器の耐久性

天竜川上流域で実施した耐久性向上のための対策について紹介する。

(1) 耐摩耗材

堤冠コンクリートと同程度の耐摩耗強度を有するエポキシ系の耐摩耗材をハイドロフォン周辺の摩耗対策として使用した。ただし、天端部の摩耗が激しい箇所においては早期に摩耗して補修作業を行っている。現在では、流砂量の比較的少ない箇所で使用している。

(2) プレート型ハイドロフォン

当初は、全ての箇所パイプ型ハイドロフォンを採用していたが、大河原箇所等において早期に破損が生じたため、流砂量の多い箇所ではプレート型ハイドロフォンを採用する方針とした。



図-3 ハイドロフォンの型式

(3) 濁度計保護カバー

太陽光および流砂外力に対応するための濁度計保護カバーである。太陽光の影響が生じていた鹿塩川および与田切川箇所について設置を行った。設置により現在のところ正常に観測できている。

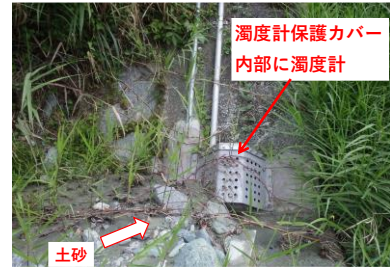


図-4 濁度計保護カバー

(4) 配管保護 H 鋼

水位計および濁度計の配管を流砂等の衝撃から保護するための H 鋼である。

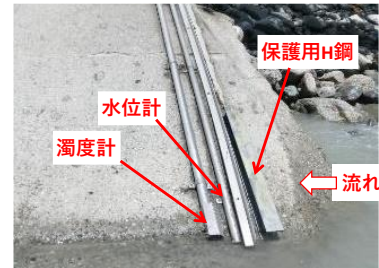


図-5 配管の保護 H 鋼

(5) ラバースチール

ハイドロフォンの周辺摩耗対策である。設置後の状況（生田箇所約 3 年経過）は、ラバースチール本体への損傷は生じておらず摩耗強度は有しているものとする。ただし、直下のコンクリート箇所若干摩耗が生じており、今後対応が必要となる可能性がある。また、維持管理または改良案検討のために効果の追跡調査が必要と考える。



図-6 ラバースチール

4. 今後の方針

天竜川上流域における流砂量観測の長期安定化に向けた対策事例を紹介した。今後は、各対策の有効性に関する追跡調査を継続し、得られた知見を新規観測拠点への展開や、既存機器の維持管理手法の高度化に活用していく方針である。

参考資料・文献

- 1) 泉山ら：ハイドロフォンの劣化等が掃流砂観測結果に与える影響に関する研究, R2 砂防学会研究発表会
- 2) 戎谷ら：六甲山系における浮遊砂濃度と濁度値の関係, R4 砂防学会研究発表会
- 3) 観測結果のエラーとその除去方法について：国総研砂防研究室 HP。
https://www.nilim.go.jp/lab/rbg/tech_info/ryuus/a/kansokukekka.pdf