

天竜川水系における新技術を用いた耐久性の高い流砂観測計画

国土交通省中部地方整備局 天竜川上流河川事務所 佐藤保之※1, 高木将行※2, 藤田隼平
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, 伊藤巧, 西尾潤太
株式会社コルバック 吉村暢也, 遠藤哲雄
(※1 現 国土交通省北陸地方整備局立山砂防事務所, ※2 現 株式会社建設技術研究所)

1. はじめに

天竜川上流域支川の与田切川および小渋川では、流域内の土砂動態を把握することを目的として、流砂観測を実施している。小渋川・与田切川・天竜川では、図1に示す位置にて表1の観測を実施している。

表1 天竜川上流域での流砂観測状況

流域・観測所	観測機器	観測開始 (観測年数)
与田切川 (与田切観測所)	水位計, 流速計, ハイドロフォン, 濁度計, トロンメル※1	2006.1 (17年)
小渋川 (大河原, 鹿塩, 生田観測所)	水位計, 流速計, ハイドロフォン, 濁度計	2015.4 (7年)
天竜川 (宮ヶ瀬観測所)	濁度計, 浮遊砂サンプラー	2010.7 (12年)

※1: 掃流砂および浮遊砂を水深の高さごと(上中下段)に採取し、通過土砂の質と量を計測可能な施設



図1 流砂観測所位置図

図2に全国の直轄砂防事務所管内で実施した流砂観測データと比較して、土砂移動の傾向を比較した。これより、掃流砂量傾向としては、大河原と鹿塩川は全国データと比べると多い。

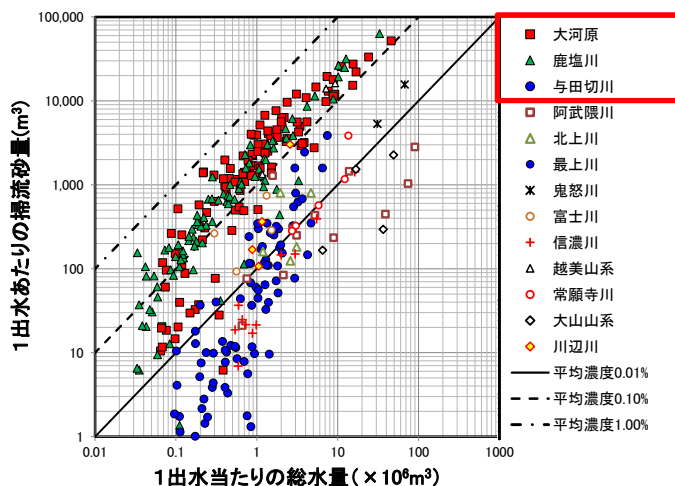


図2 1出水あたりの総水量と掃流砂量との関係

主に小渋川流域では他の流域と比べて掃流砂量が多いため、出水時に河道内に設置している流砂観測機器への影響は大きい。そのため、図3に示すような主に摩耗を原因とした損傷が発生している。

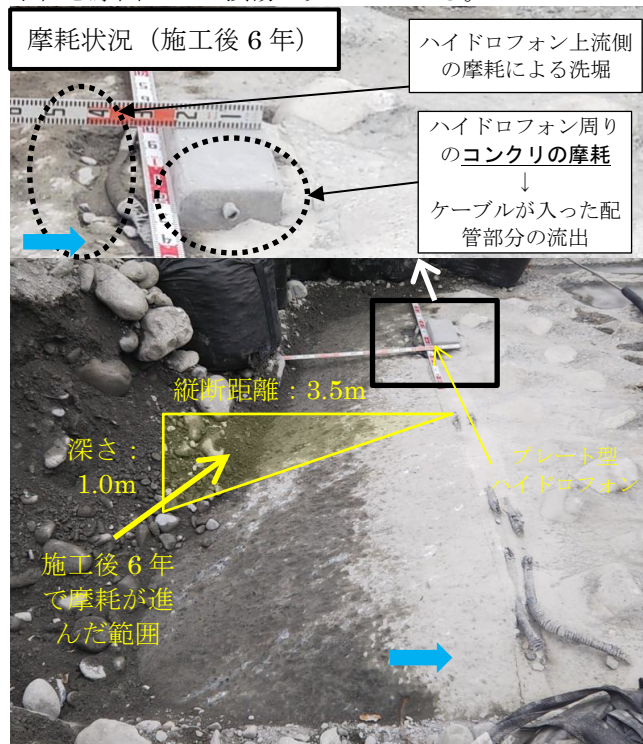


図3 摩耗を原因とした流砂観測機器の損傷状況

これまでの流砂観測により観測データの蓄積は進んでいるが、近年、大規模な出水や経年劣化等による故障・損傷が発生し、観測精度の低下や欠測が課題となっている。また、詳細な流域内土砂動態を把握するためには、主要支川合流点などに観測箇所を追加設置することが望ましいが、維持管理コストが増加することになる。これに対して、従来の観測機器に加えて耐久性の高い補強対策を検討する必要がある。また、こういった直接観測に代わる手法として、新技術を用いた非接触型のモニタリング手法について検討を行った。これは、大規模な出水でも欠測しにくい観測手法や、観測値の検証や欠測時の代替観測手法として、従来の手法を補間するモニタリング手法を模索している。

本研究では、この耐久性の高い補強対策の1例を紹介するとともに、下記に示す従来の手法を補間する新技術を用いたモニタリング手法について紹介するものである。

○耐久性の高い補強対策

・ラバースチールを用いた耐摩耗対策

○新技術を用いたモニタリング手法

- ・IoTセンサーを活用した簡易観測
- ・AIによる流砂・水文データ予測

2. 耐久性の高い補強対策

2.1. 過去の断線事例

耐久性の高い補強対策を実施するため、下記に過去の断線事例を整理した。

- ・断線は施設の水通し天端、天端上流側の河床高付近に配管が設置されていた場合に生じている。
- ・施工時に深い位置に配管を設置し、その上をモルタルで覆う形にしても、その周りの摩耗、もしくはモルタルの流出により損傷を受ける。

2.2. 耐久性の高い流砂観測機器の検討

耐久性の高い流砂観測機器の配置を行うため、下記に示すように、それぞれの断線の原因に対する対策を図り、それを踏まえた構造を検討した。図 4 に検討結果となる耐久性の高い施設構造のイメージを示す。

【断線の原因】配管を設置する施設の摩耗

- 対策方針：・配管を設置する施設の表面部材および流砂観測機器の周りを耐摩耗素材にする。
- ・摩耗を受けやすい河床付近に設置しなくてはいけないハイドロフォンおよびそこからのびる配管の周りは耐摩耗素材として実績のあるラバースチールを用いる。

【断線の原因】河床変動が生じる箇所への設置

対策方針：河床変動が生じにくい深さへの設置

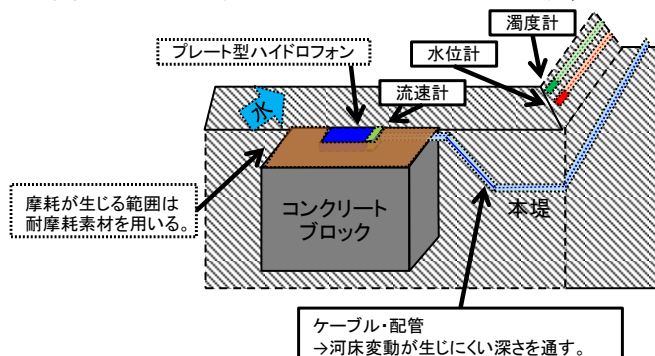


図 4 耐久性の高い施設構造のイメージ

2.3. 耐久性の高い流砂観測機器の設置

図 5 に設置状況を示す。施工してから出水の経験がないため、今後のモニタリングを継続する。

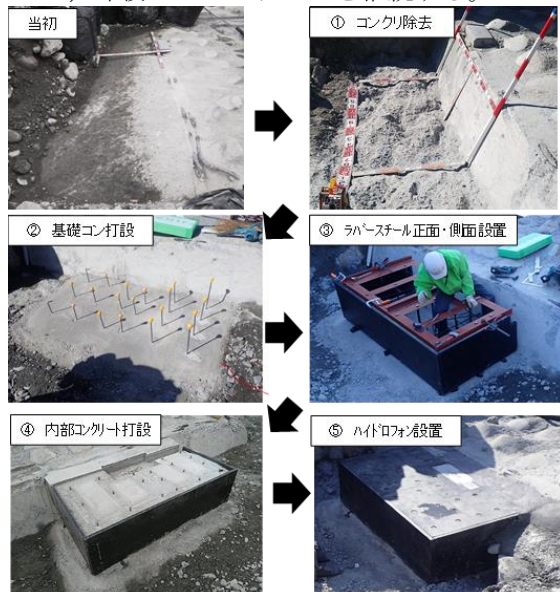


図 5 耐久性の高い流砂観測機器の設置

3. 新技術による流砂量モニタリング方法の検証

3.1. IoT センサーを活用した簡易観測

IoT センサーの試行として、水位や堆砂状況の変化を把握するため距離センサーを砂防堰堤の袖裏に設置し、水位や出水時の流下状況を把握するためインターバルカメラを左岸袖法肩に設置し右岸側の水通し天端を撮影した。観測期間（2022/9/29～11/29）には顕著な降雨は発生せず、河床の変動はほとんど確認できなかった。なお、一時的に 10cm 未満の変動が計測されているが、これらは堆砂高の変動ではなく、落葉や雨粒等のノイズが計測されたものと考えられる。

3.2. AI による流砂・水文データ予測

既往研究²⁾にて、坊主平カメラからのテストデータを使用し AI 水文データ予測を実施した結果、概ね一致し、AI 画像解析を利用した簡易水文データ予測の可能性が示唆された。本研究では、坊主平カメラ以外でも AI 画像解析により水文データ予測を実施した際に、同様の精度を確保できるかを検証した。

対象とする異なる観測所のデータは、坊主平と同様、比較的狭い流路となっている鹿塩橋とした。AI 画像解析予測結果の結果、鹿塩橋観測では水位、流量の予測には課題が残ったが、掃流砂に対する予測結果は坊主平よりも精度よく予想できた。これより、画角の違いにより予測精度の傾向に違いがあることが確認された。

観測地点	坊主平（与田切川）	鹿塩橋（鹿塩川）
取得できる CCTV カメラ画像		
CCTV カメラ画角	横から、近い	上から、狭い
対象流路	主流路のみ	主流路のみ
流路幅	やや狭い	やや狭い
常時流水	少ない	やや少ない
周辺情報	画像奥に自然斜面	護岸、人家、道路等
支障物等	特になし	画像左に家屋、奥に道路が走っており、時折走行車が写る
AI 画像解析による水文データ予測結果	水位、流量、流砂量ともに精度良く予測可能	水位、流量と比較すると流砂量の方が精度良く予測可能

図 6 観測所の特徴と AI 画像解析予測結果の概要

4. まとめ

新技術を用いた耐久性の高い流砂観測計画として、耐久性の高い補強対策と新技術を用いたモニタリング手法について検討を行った。

今後は、今回設置した耐久性の高い流砂観測機器の施設状況および流砂観測データについてモニタリングを行っていき、出水後の損傷状態について観察を実施する予定である。

また、IoT センサーおよび AI に用いるデータの実測値に対する精度向上を図り、直接観測の損傷時に代替手段として用いることが出来る手法として技術向上をする予定である。

参考文献 1) 岡本ら，砂防学会研究発表会 (R1)，Pb-11
2) 家田ら，砂防学会研究発表会 (R3)，R1-16