

流砂観測データベースシステムの構築とハイドロフォンの観測事例について

国土技術政策総合研究所 ○鈴木 拓郎, 水野 秀明 (現土木研究所), 小山内 信智
地圏総合コンサルタント 高橋 健太, 山下 伸太郎

1. 背景及び目的

国土交通省では、山地河川を流れる流砂量を時系列的に把握することを目的とする全国流砂観測に、平成 21 年度から取り組んでいる。その一環として、国土技術政策総合研究所（以下、国総研）では流砂観測を効率的に実施するために、観測手法やデータ形式の統一化を図るとともに、全国の観測データをデータベース化するための流砂観測データベースシステムを構築している。本報では、流砂観測データベースシステムの概要や運用方法を説明する。また、ハイドロフォンによる掃流砂計測手法の統一化を目指して開発した手法について、その適用性を検証するために直接観測結果と比較した事例を説明する。

2. 流砂観測データベースシステムの概要

流砂観測で実施しているのは、水位計による水位観測、濁度計による浮遊砂観測、ハイドロフォンによる掃流砂観測である。ハイドロフォンによって取得されたデータは鈴木ら¹⁾による手法を用いて解析するため、高分解能のデータ（100KHz）が必要となる。1つのデータロガーを用いて観測するため、水位計、濁度計も同様の形式とし、5秒間のデータを取得するように統一した。1回のデータ容量が比較的大きくなるため、データ保存容量と回収頻度を勘案して観測頻度を15分に1回とした。

観測データがデータベースに登録されるまでのデータの流れは図-1の通りである。観測データは容量が大きいため、国総研が開発した専用圧縮プログラムによって圧縮処理がなされる。その際に観測所、計測機器等の情報が付帯情報として圧縮ファイルに付与される。圧縮ファイルは国総研に集約され、国総研が開発したデータベースシステムに入力すれば、自動的に解析処理がなされ、流砂量の解析結果がデータベースに登録される。

3. ハイドロフォンの仕様の一統化

ハイドロフォンデータは、次式のような音圧値と流砂量の関係式を利用した鈴木ら¹⁾の手法によって解析する。

$$Sp = \alpha Qs \cdot R \cdots \cdots (1) \quad R = f(N) \cdots \cdots (2)$$

ここで Sp は音圧平均値、 α は比例係数、 Qs は流砂量、 R は検出率、 N は単位時間当たりの粒子衝突個数であり、式(2)は R が N のみの関数であることを示している。これらの関係式を利用して Qs と平均粒径 d を算出するが、詳細は割愛する。 α は、設置したハイドロフォンに個別に粒子を衝突させる現地キャリブレーション実験から算出する。また、式(2)は個別の衝突波形を重ね合わせる数値計算によって予め算出しておく。粒子の衝突波形の特性は金属管の直径・長さや設置方法によって変化することになるため、全国のデータを統一した基準で管理できるよう、金属管の仕様や設置方法を全て統一することとした（図-2、3）。金属管は、耐摩耗用モルタルを用いて埋設することとし、金属管に衝突しない掃流砂の発生を抑えるために、モルタルが周囲の河床よりも盛り上がるようにした。

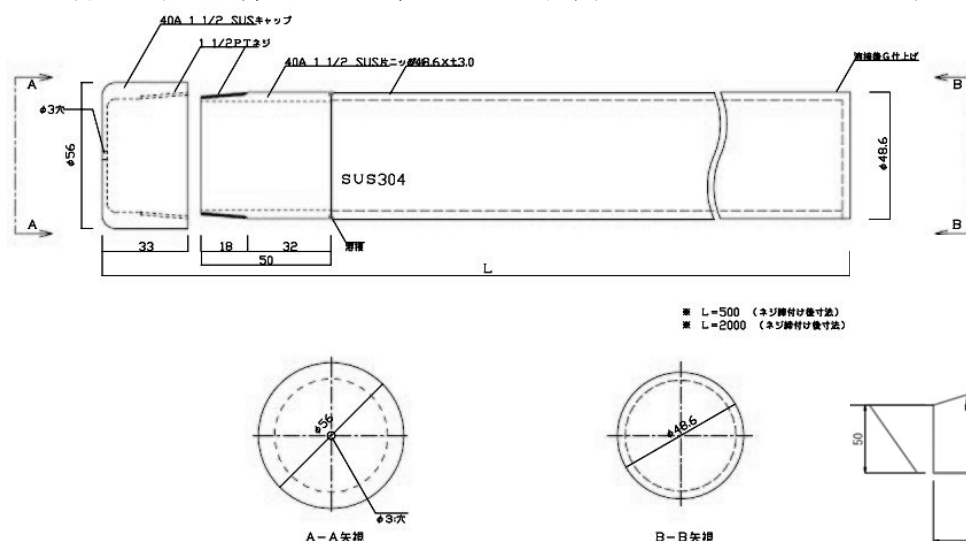


図-2 金属管の仕様

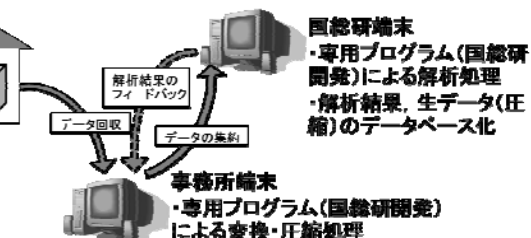


図-1 流砂観測データの取得からデータベース化までの流れ

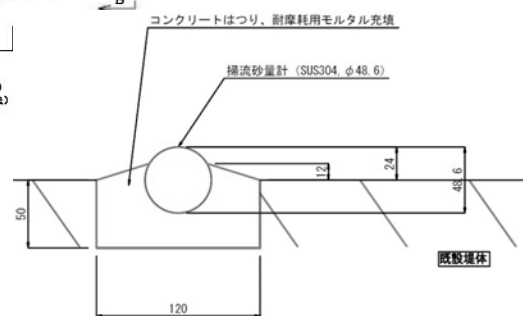


図-3 金属管の設置方法

α 及び式(2)を算出するための現地キャリブレーション実験は、天竜川水系と田切川坊主平えん堤にて実施した。ハイドロフォンの金属管の上流側に簡易水路を設置して、上流側から砂礫を投入した。直径約 5,7,12mm の砂礫をそれぞれ 30 回程度個別に衝突させ、 α の平均値を算出した。また、12mm の波形を用いて、鈴木ら¹⁾の手法により式(2)を算出した。

4. ハイドロフォンの観測事例

坊主平えん堤においては、天竜川上流河川事務所によって流砂を直接採取する方式の流砂計測装置が 2000 年 9 月に設置され、流砂量観測が実施されている²⁾。そこで、ハイドロフォンによって得られたデータを現地キャリブレーション実験で得られた α 、式(2)を用い

て解析した結果と、本観測施設を利用した直接観測結果を比較することにより、本手法の適用性を検証することとした。

観測を実施したのは 2010 年 9 月 23～24 日である。長野県南部では、前線の影響により 23 日に総雨量が 30mm 程度となった。坊主平えん堤においては最大水位が約 28cm となり、小規模の出水であった。直接採取は 1 時間毎に実施した。坊主平えん堤における流砂観測では、伊藤ら³⁾によって 0.425mm 以上の成分が掃流砂であることが示唆されているため、本研究でも直接観測結果において 0.425mm 以上の成分を掃流砂とした。図-5 に直接観測結果及び、ハイドロフォンの解析結果を示す。掃流砂量は単位時間 (秒)、単位幅 (メートル) 当たりの通過体積 (立方センチメートル) で示している。直接観測結果では、23 日の午前 11 時前後に掃流砂量が増大しているが、残念ながらデータロガーの不調により、その時間帯のハイドロフォンデータを計測することができなかった。しかしながら、その後の時間については、直接観測結果と解析結果は比較的良好に一致していた。



図-4 現地キャリブレーション実験の様子

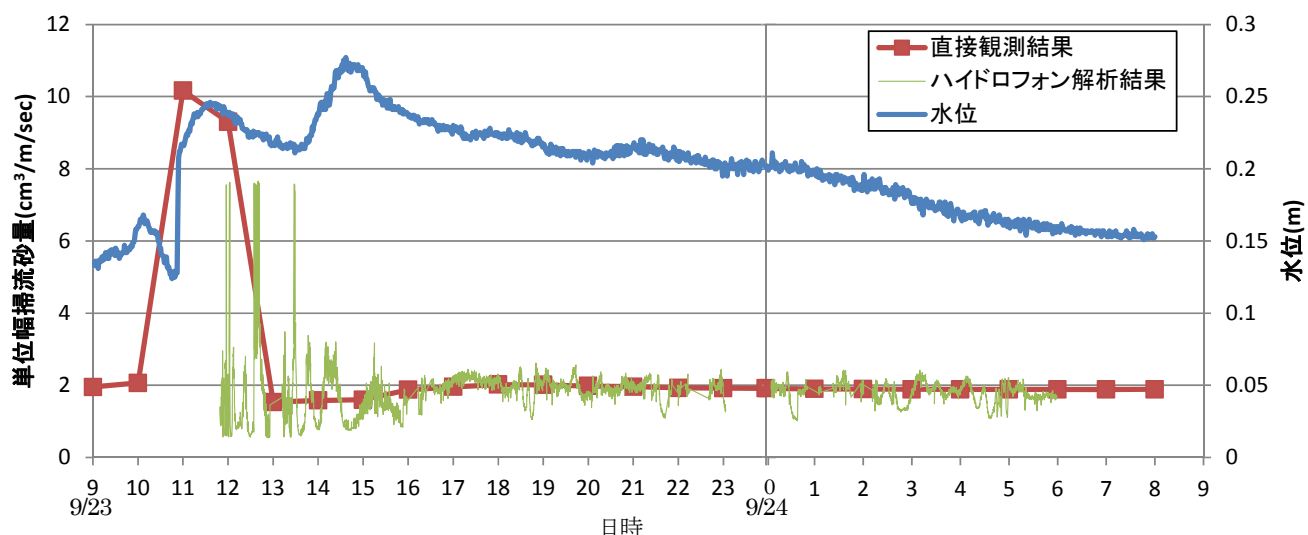


図-5 掃流砂観測結果

5. まとめ

今回の観測の出水は比較的小規模であったが、データが取得できなかったピーク時以降のハイドロフォンの解析結果は、直接観測結果とよく一致していた。ハイドロフォンによる解析結果は平常時（掃流砂がほぼ流れていないと考えられる）には、今回の結果よりも 2 オーダーほど小さい値になることを確認しており、少なくとも今回程度の流砂量規模までは、鈴木ら¹⁾の手法を用いたハイドロフォン観測が可能であると考えられる。今後も観測を実施し、より大きな規模の出水時においてもハイドロフォンによる流砂観測の適用性を検証する予定である。

なお、天竜川上流事務所には観測施設を利用する際にご尽力をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

6. 参考文献

- 1) 鈴木ら：音圧データを用いたハイドロフォンによる掃流砂計測手法に関する基礎的研究，砂防学会誌，Vol.62，No.5，p.18-26，2010
- 2) 伊藤ら：天竜川水系と田切川における流砂計測，砂防学会誌，Vol.61，No.6，p.19-26，2009
- 3) 伊藤ら：ハイドロフォンパースによる流砂量及び粒度計測に関する考察，平成 20 年度砂防学会研究発表会概要集，p.308-309，2008