

流砂観測施設台帳や故障履歴に基づくパイプハイドロフォンの適用性の検討

国土交通省 北陸地方整備局 河川部 後藤 健, 宮島 邦康, 土居 崇史
 国土交通省 金沢河川国道事務所 岡嶋 康子, 南 憲長, 横山 悠
 日本工営株式会社 ○松田 悟, 林 聖也, 窪寺 洋介, 長山 孝彦

1. はじめに

現在、山地流域における流水・流砂観測が全国的に実施され、データの蓄積がなされている¹⁾。機器の運用に際して出水時の礫の衝突に伴う等によるパイプ型ハイドロフォンの変形等に伴う故障事例が報告されており²⁾、変形に強いメリットを有するプレート型ハイドロフォンの設置事例が増えつつある。本研究では、全国でのパイプ型ハイドロフォンの設置事例に関して流砂観測施設台帳（以下、観測施設台帳）を基に整理し、機器設置場所の場の条件と故障事例の有無から故障が想定される場の条件の同定ができるか検討した。また、事例整理を通して見えてきた整理しておくべき施設情報等、今後の場の条件に基づく現場適用性の検討に資するデータの蓄積のための留意点についても取りまとめる。

2. 事例収集と整理

国土技術政策総合研究所砂防研究室（以下、国総研）がとりまとめる全国の観測施設台帳と流砂観測機器の故障・破損に関する報告書（以下、故障報告書）を基に整理する他、国土交通省北陸地方整備局管内の湯沢砂防事務所、立山砂防事務所、金沢河川国道事務所、関東地方整備局管内の富士川砂防事務所、近畿地方整備局管内の紀伊山系砂防事務所での既往業務報告書に記載の最新事例を含めて整理した。

収集した流砂観測箇所は 152 箇所、パイプ型ハイドロフォンが設置されている箇所は 94 箇所、この中で粒径情報の記載がある観測箇所は 65 箇所であった。なお、観測施設台帳及び故障報告書様式は国総研 HP 内の

技術資料として公開されている³⁾。

今回の整理においては、共著者との協議を経て観測施設台帳と故障報告書から得ることができる場の条件と故障履歴の関係について整理を行った。場の条件としては、機器故障の原因となり得る外力に関する河床勾配、流域面積、粒径の情報を整理した。粒径の整理では、観測施設台帳に掲載されている粒度分布図又はそのもとになっている分析結果の表から図 1 に示すように機器の変形に影響を及ぼすと考えられる最大粒径相当の 95%粒径、現場の代表値としての平均粒径相当の 60%粒径、当該箇所が全体として大きい粒径を含んでいるかの確認のため 30%粒径をそれぞれ求めて整理に用いた。1 箇所に複数の粒径情報が掲載されている場合は、それぞれの分布について整理した。

なお、パイプ型ハイドロフォンが変形等の故障を生じる要因としては、故障発生時の出水の規模も関係してくるはずであるが、観測施設台帳と故障報告書における記載がないため、今回は出水の規模に関する検討は行わず、故障報告書への記載の今後の課題として後述する。

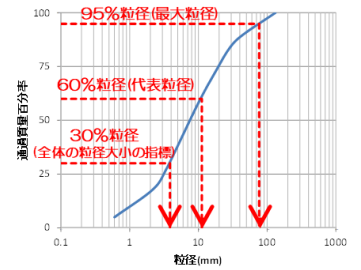


図 1 粒径情報の整理イメージ

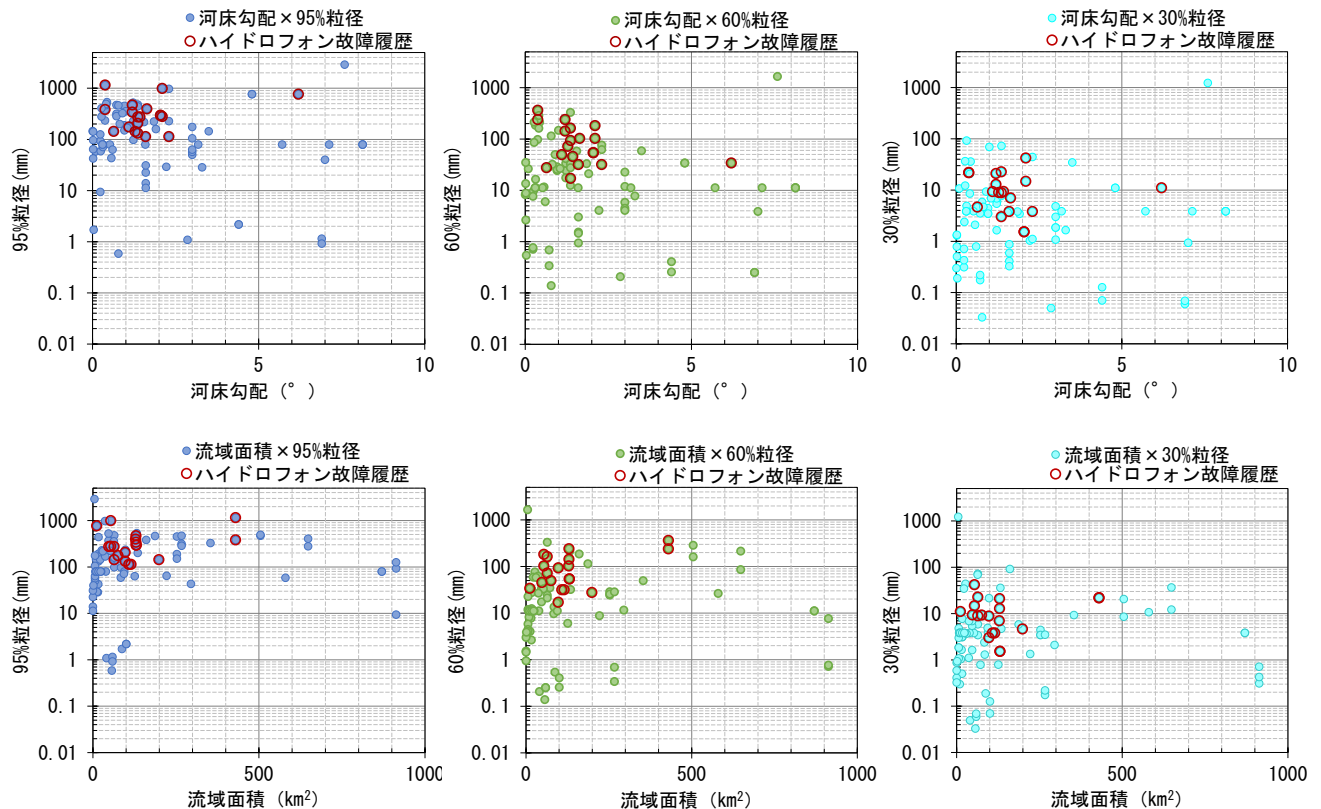


図 2 観測所台帳で整理された河床勾配・流域面積と観測地点の粒径情報の関係

3. 整理結果

整理結果を図 2 に示した。河床勾配と粒径(95%粒径, 60%粒径, 30%粒径)のプロット, 流域面積と粒径(95%粒径, 60%粒径, 30%粒径)のプロットを示し, パイプ型ハイドロフォンの故障履歴が整理されている箇所的事例について別途プロットの外枠を濃色で示している。

河床勾配が 1° 以下の箇所においても故障履歴が確認されており, 流域面積も大小に因らずに故障履歴が確認されている。一方で, 粒径情報では, 粒径の大きい箇所において故障履歴が発生しているような分布となっており, 後述の通り整理情報に課題はあるが, パイプ型ハイドロフォンの故障の可能性に関する場の条件として粒径情報が検討材料になることが示唆された。故障履歴の分布が粒径の大きい箇所に分布とはいえ, 具体の数字で見ると, 下端で最大粒径 100 mm 程度と山地河川で考えると大きい礫径ではない。

4. 事例収集整理での課題と想定される対応

事例集整理を行う上で得られた現状の課題とそれに対して想定される対応を以下の表 1 の通り整理した。

表 1 観測箇所情報整理の課題と対応

| | 観測所情報の課題 | 課題に対する対応 |
|--------|---|--|
| 観測施設台帳 | 粒径情報の記載がない箇所がある。 | 観測施設台帳に記載する。 |
| | 砂防堰堤の設計で実施される巨礫調査の結果や, 流砂量観測で設置される浮遊砂サンパターで捕捉された細粒土砂の粒度分析結果が掲載されている事例がある。 | 河川砂防技術基準(調査編)では, 材料が砂の場合, 容積法に基づく粒度調査手法が標準とされているが, 具体の調査方法が分かる調査実施業務報告書名等の出典を記載する。材料調査箇所や観測位置近隣の河床の写真が, 河床材料の傾向把握の一助となる可能性があるため添付する。 |
| 故障報告書 | 1 箇所で複数の粒度分布が示されている箇所もあり, それらが何処の試料分析結果であるかの情報がない。 | 調査位置を平面図や横断面図で図示し, 低水路内, 水際, 州やテラスなど, どういった位置に該当するかの情報を記載する。 |
| | 故障破損理由として出水時における機器自体の流失や配管, ケーブルの断線に伴う機器の故障事例がある。 | 配管の固定方法, 固定位置等に留意する他, パイプの変形有無については, 機器流失やケーブル断線の直前までに取得されたデータを基に検討することが可能である。 |
| | 故障時の出水規模等の情報がない。 | 近隣の雨量(最大時間雨量, 連続雨量)や水位・流量, 各々観測所情報と併せて記載する。 |

桜井ら(2016)にてハイドロフォン等の観測機器の異常判定について示される他, 内田ら(2012)ではハイドロフォンの変形がある場合に音響特性が変化することが示されている。また, 国総研作成の流砂量変換プログラムで出力された CSV ファイルに記載される「メンテナンス情報」の値も管の変形の判定に資する情報になる³⁾。これらを参考に出水時のデータ, 特に断線等の影響がある前後の時間帯のデータに関しても整理し, 故障報告書に記載することで, 事例整理時の参考となる。

5. パイプ型ハイドロフォンの適用性について

パイプ型ハイドロフォンの変形に対しての対応策は, より肉厚の厚い管のパイプ型または, プレート型等の壊れにくい躯体の機器に更新することが考えられる。プレート型ハイドロフォンの設置事例は, 富士川水系

春木川の栃原砂防堰堤や熊野川水系川原樋川支川の赤谷地区など含めて全国の山地河川での設置事例が出てきている。一方で, 野中ら(2017)などで肉厚の厚いパイプ型ハイドロフォンやプレート型ハイドロフォンは感度が弱いことが報告されていることから, 現地での計測対象に対して適応した仕様であるかの確認が必要となる。通常流れる計測対象の土砂が細かいが, 大きい粒径も存在しているような場合は, 機器の変形等の故障リスクを理解した上で, 維持管理(修繕の可能性)も踏まえた観測実施が必要となる。

また, 袖部に設置された配管の留め具が取れた事例や図 3 に示すように, 堰堤上流法部に敷設された固定されていない配管(FEP管)が出水時の洗堀により露出し, 断線した事例なども報告されていた。機器の適用性だけでなく配管や配線にも留意すべき点(固定方法や洗堀の影響を加味した埋設深の設定)があることが分かる。

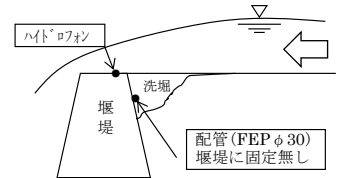


図 3 堰堤上流部の洗堀による断線事例(故障報告書の記載事例を基に作成)

6. おわりに

現時点で整理されている観測施設台帳及び故障報告書の記載内容に基づいたパイプ型ハイドロフォンの事例整理により故障発生事例のある場の条件について検討した。統一化されていない情報が含まれていることから, 故障しやすい条件の線引きが難しい状況にあるが, 場の条件として粒径情報を整理しておくことで, 現場に適用性のある機器選定の一助となる。今回は観測施設台帳等の記載にまた, 故障条件については, 出水規模が大きいことや落雷による過電圧等の原因による故障もあるため故障履歴報告への記載時に降雨(時間雨量, 連続雨量)や流量情報, 落雷等の有無を明記することで, 故障事例の分析に活用し資するデータ蓄積ができ, 機器選定時の参考資料となり, 連続的な観測体制構築につながるものと考えられる。

【謝辞】

資料収集にあたり, 京都大学防災研究所穂高砂防観測所, 国土技術政策総合研究所砂防研究室, 湯沢砂防事務所, 立山砂防事務所, 富士川砂防事務所, 紀伊山系砂防事務所から資料提供をいただいた。ここに記して感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 国総研資料第 887 号, 2016。(題目省略, 以下同様)
- 2) 光永ら, 砂防学会誌, Vol.68, No.1, pp.83-87, 2015.
- 3) 国土技術政策総合研究所 砂防研究室 HP 内技術資料 (http://www.nilim.go.jp/lab/rbg/tech_info.htm).
- 4) 国土交通省水管理・国土保全局, 河川砂防技術基準調査編, 第 4 章第 3 節-20, 2014.
- 5) 桜井ら, 平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. A82-A83, 2016.
- 6) 内田ら, 平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集, p434-435, 2012.
- 7) 野中ら, 平成 29 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 494-495, 2017.