

流砂水文観測の長期安定化に向けた故障実態の分析と改善事例

国土技術政策総合研究所 赤澤史顕、海老原友基、鈴木啓介  
株式会社コルバック 吉村暢也、○張成美

1. はじめに

国土交通省では流域内における土砂流出状況の変化把握や流域管理のために、流砂水文観測を実施している。

本報告は、全国で平成21年頃から蓄積された流砂水文観測データおよび機器点検報告を基に、使用している観測機器の稼働状況および故障の傾向を分析するとともに、耐久性向上に向けて実施された工夫の事例を取りまとめ、観測の長期安定化に向けた技術情報を紹介するものである。

全国で実施している観測箇所を図-1に示す。



図-1 観測箇所

2. 観測機器の稼働状況

令和6年度末時点のデータに基づき、全国の流砂水文観測における観測機器の稼働状況を取りまとめた結果を以下に述べる。

2.1 最新の稼働状況

令和6年度末時点における各種観測装置の設置数を表-1に示す。また、ハイドロフォンについては現在複数の型式が導入されているため、型式別の設置数を表-2に示す。

表-1 全国の設置状況 (R6 年末時点)

観測装置	箇所数	備考
水位計	89	
濁度計	110	
パイプ型ハイドロフォン (0.5 m)	71	肉厚版を含めた
パイプ型ハイドロフォン (2.0 m)	68	
プレート型ハイドロフォン	17	軽量版を含めた

表-2 ハイドロフォン型式ごとの集計 (R6 年末時点)

ハイドロフォン型式	箇所数	備考
パイプ型	68	L=0.5m+L=2m
パイプ型 (肉厚版)	3	L=0.5m(1本)
プレート型 (標準版)	15	
プレート型 (軽量版)	2	
合計	88	

※1箇所複数基設置は1箇所とした

2.2 機器故障の傾向

機器点検報告によると、観測装置の故障要因は主に以下の3タイプに大別される。

- ・流砂外力等による物理的な損傷による故障
- ・雷サージや漏電等の影響による電気的な故障
- ・観測装置に至る配管部の損傷による故障

過去の点検報告に基づき、機器設置以降の全データを集計した結果を表-3に示す。同表によると、水位計および濁度計においては電気的な故障の発生割合が高い傾向にある。一方、ハイドロフォンにおいては電気的要因と物理的要因がほぼ同程度であった。また、配管部の損傷も一定の割合で発生していることが確認された。

今後の機器設置に際しては、これらの故障傾向を踏まえた対策を講じる必要があると考える。

表-3 観測機器の故障の傾向

	不具合報告件数			
	電気的	物理的	配管部	不明
水位計	39	12	7	7
濁度計	106	15	7	8
ハイドロフォン	35	32	7	6
浮遊砂サンプラー	0	31	0	1

2.3 観測装置の稼働状況分析

観測データを基に、連続して正常に稼働した期間について観測装置ごとに分析を行った。

連続稼働期間の定義は、機器設置(または交換)から故障(または現在)に至るまでの期間とした。また、故障の判断は、観測データから異常値判定する手法<sup>1)</sup>のうち、故障に関連する項目を使用した。

各観測装置の連続稼働年数を箱ひげ図として図-2に示す。同図の四分位範囲(25%~75%)をみると、連続稼働期間は、水位計が1.5~7.5年、濁度計が0.4~0.9年、ハイドロフォンが0.5~4年であった。特に、濁度計については、連続稼働期間が短い傾向となっており、今後対策が必要と考える。

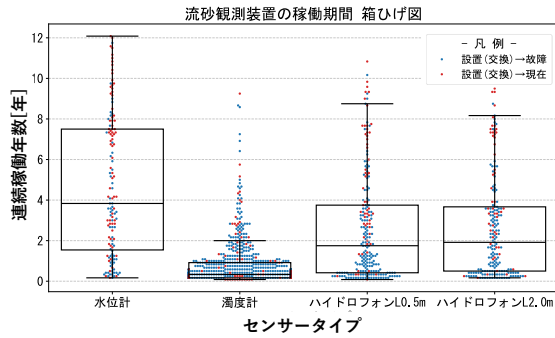


図-2 観測装置の連続稼働年数

### 3. 耐久性を向上させるための工夫

全国の流砂水文観測の観測台帳および機器点検報告によると、正常に観測するために工夫されている事例があり、以降に主な事例を整理した。

#### 3.1 濁度計・水位計

特に濁度計については、太陽光や障害物の影響によって異常値を出力することがある。また流砂外力によって水位計・濁度計が損傷したケースもある。

工夫事例としては、保護カバーを設置して太陽光や流砂外力に対応している事例が複数ある(図-3 など)。また、濁度計の設置向きを変更するだけで太陽光の影響に対して効果があった事例も報告されている。



図-3 濁度計保護カバーの事例\*2)

#### 3.2 ハイドロフォン

ハイドロフォンは、移動礫をセンサー部に衝突させて音を計測していることから、物理的な故障の割合が多い傾向にある。

##### (1) ハイドロフォンの強度

従来はパイプ型ハイドロフォンが採用されていたが、観測環境が厳しい箇所においては高強度タイプであるプレート型ハイドロフォンの採用が増えてきた。

##### (2) 周辺摩耗対策

ハイドロフォン周辺の摩耗が進行することにより、機器の損傷やセンサー感度の変化が生じるので、摩耗対策を実施している事例が複数ある。

対策としては、堤冠コンクリートと同等の耐摩耗強度を有するエポキシ系耐摩耗材、また 4 倍強度の耐摩耗材、ラバーsteelが行われている(図-4 参照)。



図-4 耐摩耗対策の事例

### (3) 校正方法

ハイドロフォンは、センサー管の変形等により音響特性が変化することから、校正係数(比例係数)の見直しが行われている事例がある。この見直しは、機器点検時に現地にて簡易打撃試験を実施して行われている(現地での作業時間は2時間程度、図-5 参照)。



図-5 ハイドロフォンの簡易打撃試験

### 3.3 配管保護

石張り箇所等では、配管の固定が困難なケースがある。その場合の工夫として H 鋼等で保護している事例が報告されている(図-6 参照)。



図-6 配管部の保護

### 4. 今後の方針

今回の分析により観測機器の故障実態を把握し、その発生頻度が比較的高いことを確認した。一方で、正常な観測を維持するために現場で工夫されている事例も複数存在することが分かった。これらは今後の観測実施に向けた有効な情報であると考えられる。

今後は、下記について検討を進め、成果については技術情報として共有することが重要である。

- ・観測機器ごとに生じやすい故障の傾向と対策すべき内容の整理。
- ・収集した工夫事例を体系的に整理し、現場で活用できる技術資料の作成。
- ・効果が十分に整理されていない工夫事例については、必要に応じて追跡調査を行い整理する。

### 参考資料・文献

- 1) 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](https://www.nilim.go.jp/lab/rbg/tech_info/ryuus-a/kansokukekka.pdf)
- 2) 濁度計保護カバー資料：国総研砂防研究室 HP、  
[https://www.nilim.go.jp/lab/rbg/tech\\_info/ryuus-a/dakudokei.pdf](https://www.nilim.go.jp/lab/rbg/tech_info/ryuus-a/dakudokei.pdf)
- 3) 桜井ら：山地河川における流砂水文観測データ(平成 21~25 年度)、国総研技術資料 第 886 号
- 4) 鈴木ら：山地河川における流砂水文観測データ(平成 26 年~令和 4 年)、国総研技術資料 第 1331 号