

現地実験結果を活用したハイドロフォンの維持管理手法の提案

東北地方整備局 新庄河川事務所 窪田敏一, 阿部勝博, 矢倉広和, 松橋憲吾
日本工営(株) ○田淵 陽介, 笠原 亮一

1. はじめに

流砂量観測施設は、出水時の土砂流出特性の把握や流域監視、総合土砂管理の基礎データとして活用することを目的に全国的に設置されている。新庄河川事務所管内では、管内の土砂流出特性を把握するため、国総研式の流砂量観測装置を15箇所に設置している。立谷沢川の瀬場観測所では、上流域で発生した近年の災害（H23年池の台地区深層崩壊）を踏まえて、下流域の土砂流出特性の把握を目的にパイプ型ハイドロフォン（2.0m, 0.5m）による観測を実施している。

本稿では、瀬場観測所設置のパイプ型ハイドロフォン（2.0m, 0.5m）を対象に観測の実態把握や精度向上の基礎資料とすることを目的に実施した現地実験結果を報告するとともに、キャリブレーションの側面を含めたハイドロフォンの維持管理手法を提案する。

2. 現地実験ケース

現地実験の目的は、CASE①：検知できる下限粒径の把握、CASE②：流下する土砂の観測率や干渉の影響による計測値の減衰把握とした。なお、CASE②については、河床礫と崩積土の観測値の違いを把握するため、河床及び崩壊地の材料調査から把握した粒径の試料を用いた（表-1）。

表-1 実験時の給砂試料粒径

目的	試験ケース	粒度(mm)	粒度分布構成	備考
①	①-1	1mm以下	単一粒径	
	①-2	1-2		
	①-3	3-5		
	①-4	5-7		
	①-5	7-10		
②	②-1	5-13	単一粒径	池ノ台崩積土 D_{50} 相当
	②-2	13-20		肘折地区 崩積土 D_{50} 相当（参考）
	②-3	20-40		瀬場溪床堆積物（細粒主体） D_{50} 相当
	②-4	60-80		瀬場溪床堆積物（粗粒主体） D_{50} 相当
	②-5	崩壊地①	混合粒径	池ノ台崩積土（ $D_{50}=13\text{mm}$ ）
	②-6	崩壊地②		池ノ台崩積土（ $D_{50}=4.8\text{mm}$ ）

3. 現地実験手法

現地実験は、ハイドロフォン上流に設置した簡易水路（幅 0.5m×長さ 1.8m）に既知粒径の試料を自然流下させ、ハイドロフォンで5秒間観測する。ハイドロフォンを通過した試料は、ネットで捕捉し、質量を把握した上で、ハイドロフォンの計測値と比較する（図-1）。実験中の水理条件を把握するため、ハイドロフォン位置において水深・流速を計測し、流量を算出した（表-2）。



図-1 簡易水路設置状況

表-2 試験中の水理条件

流域	観測所	水路幅(m)	水深(cm)	流速(m/s)	流量(m³/s)
立谷沢川	瀬場 2.0m	0.5	5.5	1.23	0.034
	瀬場 0.5m		8.0	1.21	0.048

4. 現地実験結果・考察

4.1. 下限粒径の把握（CASE①）

図-2 に下限粒径流下時の実測値と計測値の関係及び観測波形を示す。下限粒径は、平常時に観測される流水ノイズによる計測値と観測波形から、計測の有無を判断した。L=0.5m のハイドロフォンは、1-2mm 粒径で計測値の上昇がみられるものの、観測率及び観測波形の変化は、明確に粒径を計測した時に比べて小さい。L=2.0m のハイドロフォンは、3-5mm 粒径で計測値の上昇及び観測波形に変化が認められる。ハイドロフォンの下限粒径は、L=0.5m, 2.0m とともに粒径 3mm 以上で計測可能と考えられる。観測率は、L=0.5m のハイドロフォンで75～180%とばらつきが小さい（図-2）。

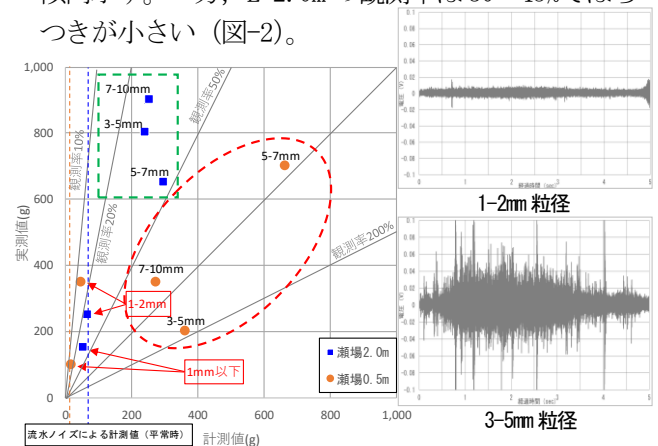


図-2 実測値と計測値の関係及び観測波形（L=0.5m）

4.2. ハイドロフォンの観測率 (CASE②)

L=0.5m のハイドロフォンは、観測率 15%~200%以上とばらつきが大きい傾向を示す (図-3 赤枠)。一方、L=2.0m のハイドロフォンは、観測率が 50%以下を示し、下限粒径の把握 (CASE①) の観測結果と同様の傾向となった (図-3 緑枠)。L=0.5m のハイドロフォンの計測値にばらつきが大きいのは、ハイドロフォン長が短く、砂礫の衝突 (音圧) による影響が出やすいものと推測される。複合粒径の場合、観測率は 25%未滿となり、単一粒径を流下した場合よりも観測率が低くなる傾向が確認された。

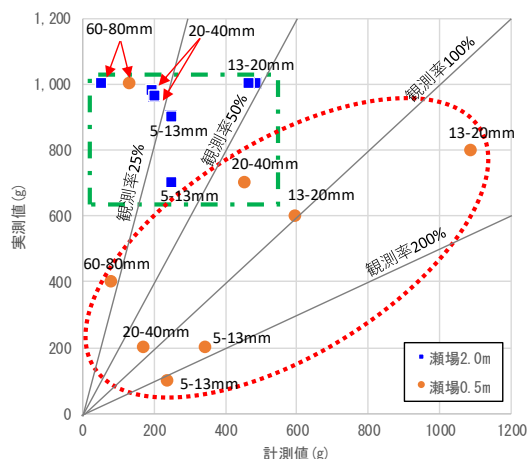


図-3 実測値と計測値の関係 (単一粒径)

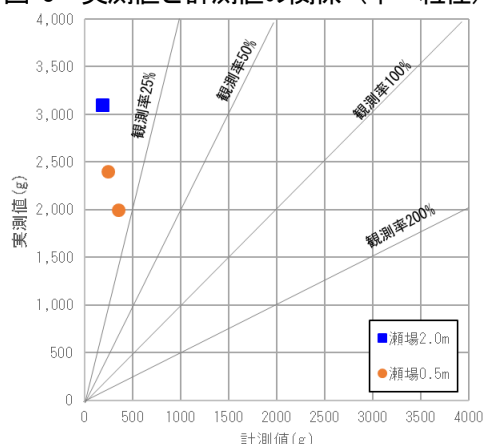


図-4 実測値と計測値の関係 (複合粒径)

4.3. 計測粒径と実績粒径の関係

計測粒径と実績粒径の関係を図-5 に示す。単一粒径の計測値は、L=2.0 より L=0.5m のハイドロフォンが小さい傾向を示す。計測粒径は、ともに 60mm 以上になると実測値の差が大きくなる (図-5 緑枠)。

複合粒径の場合の計測値は、D₅₀ 以上を示しており、投入土砂と整合性があり、ハイドロフォン長の違いによる計測粒径差も相対的に小さい (図-5 赤枠)。L=0.5m のハイドロフォンは、粒径条件を変化させた場合でも 25mm 以上の計測値にならないことが確認された。

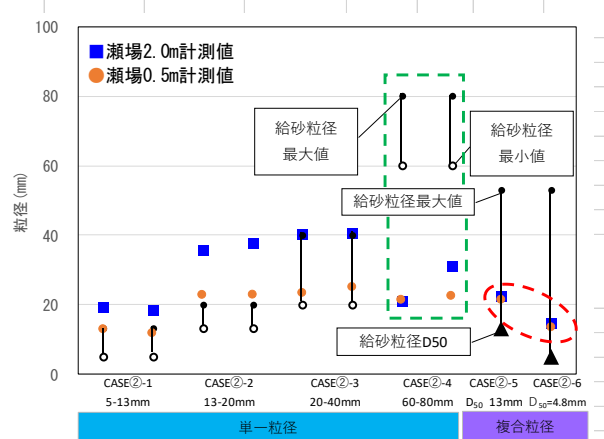


図-5 試験粒径と計測粒径の関係

5. まとめと維持管理手法の提案

現地実験により、ハイドロフォンの下限粒径 (CASE①) は、L=0.5m、2.0m とともに 3mm 以上の粒径であれば計測可能と考えられる。流下する土砂の観測率や干渉の影響による計測値の減衰把握 (CASE②) は、試料の礫径や流下条件 (単一・複合) によって、観測率が異なる。また、観測率及び観測粒径は、ハイドロフォン長の違いにより同試料流下ケースでも異なる。

現地実験結果を踏まえて、ハイドロフォンの精度向上及び維持管理を行うため、以下の取り組みが必要と考えられる。

① ハイドロフォンの現地実験データの蓄積

ハイドロフォンの現地実験は、近年増加傾向であるものの、実施例は少なく、今後も粒径や流下条件等を変更し、観測データを蓄積する必要がある。観測データを蓄積することで、現地条件に合わせたキャリブレーション式の設定が可能となり、観測精度の向上につなげる。

② 維持管理手法への展開

ハイドロフォンの維持管理は、観測データ確認や打音テストによって行われている。既往手法は、断線・故障等判断するもので、観測精度について考慮されていないことから、キャリブレーションの側面を含めた維持管理手法が必要である。ハイドロフォンのキャリブレーションには、簡易水路を用いた手法が有効であるが、施設が大規模となるため容易に行えない。今後、現地の観測条件を踏まえたうえで、高頻度かつ容易に実施できる維持管理手法が必要である。

謝辞：本稿の作成にあたり、資料提供などのご協力を頂いた新庄河川事務所に謝意を表します。