

堆砂ピットの出水時観測によるハイドロフォン観測精度の検証

関東地方整備局富士川砂防事務所 萬徳 昌昭、一場 敏、菊池 瞳、小林 幸博、山野 利勝
京都大学防災研究所 藤田正治
株式会社 建設環境研究所 ○叶 正興、富田邦裕、重村一馬、荒木 隆

1. はじめに

現在、ハイドロフォン等の観測結果から実際の流下土砂量を推定するために、現地でハイドロフォンとその直下流に設置した堆砂ピットによる出水時観測を行い、ハイドロフォンの観測データとピット堆砂量の相関を検討する方法が行われているが、その精度や適用条件について検討された事例が少ない。

本報文では、富士川砂防管内大武川第 50 床固工に設置されたハイドロフォンと堆砂ピットのセットによる複数の出水時観測結果を用いて、様々な観測条件におけるハイドロフォン観測結果とピット堆砂量、堆砂粒径の関係を整理、分析し、観測精度、課題等について考察を行った。

2. 観測機器及び実施概要

(1)観測機器の概要

富士川水系・釜無川の右支川である大武川の下流端付近(第50床固工)において、平成22年からハイドロフォン・濁度計等の観測機器による流砂量観測が実施され、平成25年にはハイドロフォンの観測結果を検証する目的として、ハイドロフォンと堆砂ピット(2m×2m×1.5m)のセットで出水時の流砂観測を始めた。平成28年にさらなる精度向上を図るため、堆砂ピットに土砂流入調整装置（以降、調整装置と称す）を追加し、観測を続けている(図-1参照)。

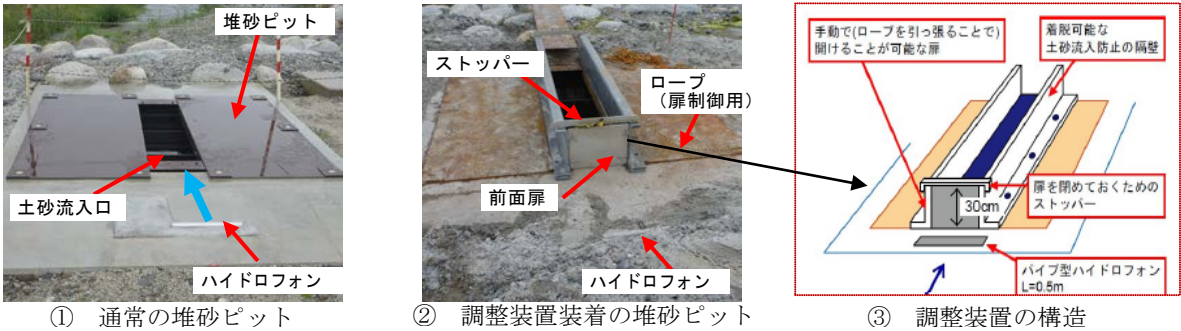


図-1 大武川第50床固工におけるハイドロフォンと堆砂ピットの設置状況

(2)出水時観測の実施状況

堆砂ピットを設置した後、出水時調査を行った出水のうち、規模が比較的大きい7出水(累計雨量 100mm 以上、水深 20cm 以上)を抽出し、比較検討を行った。対象出水と及び観測結果の概要を表-1 に示す。

表-1 代表出水における観測結果の概要

年次	主な出水 (出水時調査実施)	最大降雨 強度 mm/h	累計雨量 mm	最大水深 [m]	検知粒径の 下限値d [mm]	Wp ピット※ 捕捉量 [m³]	W _H ハイドロフォン 累計計測量 [m³]	W _H /W _p [%]	水深20 cm 以上 [時間]	調整装置
H25	1 台風18号(H25.9.16)	35	191	0.62	1.0	6.40	2.00	31.3	6.5	無し
	2 台風26号(H25.10.15～16)	18	169	0.38	3.0	5.10	0.08	1.6	13.5	無し
H26	3 台風18号(H26.10.5～6)	22	188	0.40	3.0	5.00	0.05	1.0	8.5	無し
H27	4 台風18号(H27.9.9)	29	190	0.63	0.7	6.70	1.60	23.9	9.0	無し
H29	5 台風21号(H29.10.22～23)	31	263	0.82	0.4	5.80	2.00	34.5	19.0	あり
H30	6 台風24号(H30.9.30～10.1)	36	136	0.66	3.0	5.50	2.05	37.3	6.5	あり
R01	7 台風19号(R1.10.12～13)	43	389	1.24	0.4	6.60	3.00	45.5	4.0	あり

(3) 観測結果の分析・考察

1) 土砂流入調整装置の設置によるピット堆砂量の影響

調整装置がない場合とある場合の出水時におけるピット堆砂の時系列の 1 例を図-2 に示す。これによると前者は、水位上昇の初期に堆砂が進み、ピーク水位到達の前にピットが満杯になる。一方、後者の方

は、水位の上昇が緩やかにもかかわらず、ピット堆砂量はほぼ水位上昇と共に増加し、水位のピークまでの堆砂時系列を捉えている。その理由として、土砂流入の調整装置がない場合は、水位がある程度上昇すると、土砂はピット上流から流入するだけでなく、開口(スリット)の両側からも多くの土砂が入ってくるものと推定される。なお、この側面からの流入土砂は、ハイドロフォンを通過していないため、ピット堆砂量とハイドロフォン観測量の相関を考慮する時にその影響を除去する必要がある。

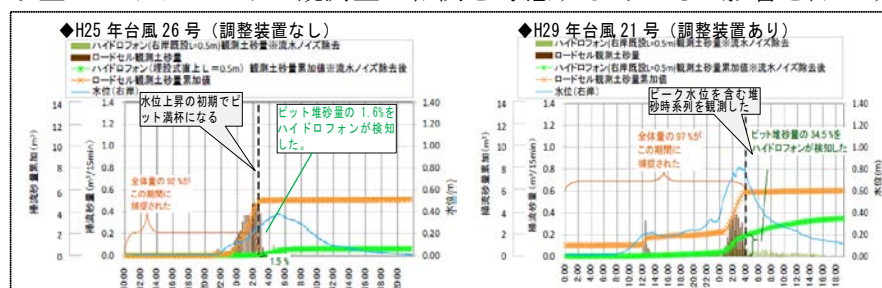


図-2 調整装置の有無によるピット堆砂傾向の比較

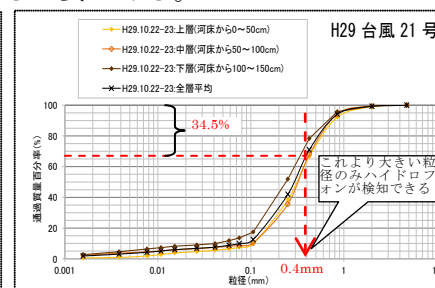


図-3 ピット堆砂粒度組成によるハイドロフォンの検知限界粒径の推定(H29台風21の事例)

2) ハイドロフォン計測値とピット堆砂量の相関

代表7出水の観測結果について、ハイドロフォン観測堆砂量(W_H)とピット堆砂量(W_P)の関係を図-4に示す。観測データが1:1直線の下側に位置するのは、ハイドロフォンでは流下土砂の全量を検知できないためである。ハイドロフォン観測量とピット堆砂量との比(W_H/W_P)と最大水深の関係を図-5に示す。同程度の水深条件で調整装置のない場合がある場合に比べて W_H/W_P の比が小さいのは、調整装置がない場合は開口部(スリット)の側方から土砂流入の影響があるためと考えられる。また、各出水の最大水深と推定するハイドロフォンの検知限界粒径の関係を図-6に示す。調整装置の有無に関係なく、水深の増大に伴いハイドロフォンの検知限界粒径が小さくなるような傾向が見られる。なお、ここにいるハイドロフォン検知限界粒径は、ピットに入った土砂はすべてハイドロフォンに衝突(衝突率1)したものととしてカウントし、各出水におけるピット堆砂の粒度組成に基づき、ピット堆砂量とその直上流に設置したハイドロフォンによる土砂量の割合より推定したものである(図-3参照)。

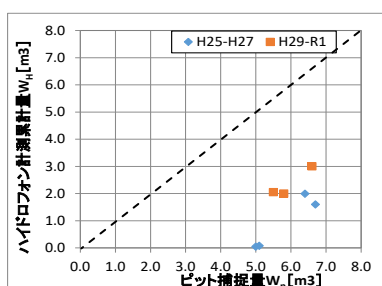


図-4 ピット堆砂量とハイドロフォン観測値

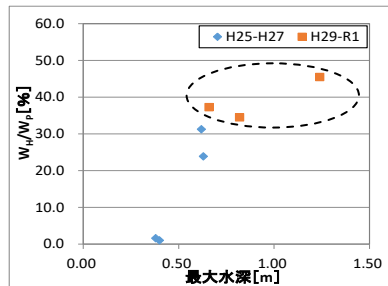


図-5 最大水深と W_H/W_P の相関

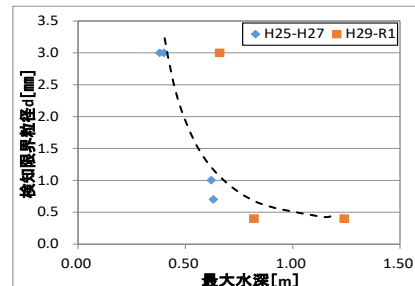


図-6 最大水深とハイドロフォン検知限界粒径

3. 結論と今後の課題

堆砂ピットに土砂流入調整装置設置の有無による出水時のハイドロフォンと堆砂ピットを用いた流砂量観測結果の整理と考察から以下のことが確認できた。

- ・現地設置のハイドロフォンとスリット開口式の堆砂ピットの観測結果によりハイドロフォンの流砂量換算式を求める際に、スリット側方から流入する土砂の影響を受ける。その対応策として本文で報告するような側方からの土砂流入を防止する調整装置の設置が有効である。
- ・この分析方法では、ハイドロフォンの検知限界粒径が水深の増加に伴い小さくなる傾向が見られる。これには掃流力の増大に伴い、土粒子運動量の増大やハイドロフォンへの衝突率の変化等も影響していると考えられ、今後さらなる検証が必要である。
- ・様々の出水条件におけるハイドロフォンと堆砂ピットの観測データを蓄積、解析し、ハイドロフォン観測結果と実際の流下土砂量の相関関係を確立するための調査・研究を続けること必要である。