

掃流砂計測機器の現地比較検討

株式会社ハイドロテック ○野中理伸
 京都大学大学院農学研究科 水山高久
 京都大学防災研究所 堤 大三

1. はじめに

掃流砂計測の手法として、日本では、パイプにマイクロフォンを組込んだハイドロフォンが、多く使われてきている。ただ、欧州などでは、Geophone という、河床に振動センサーを組込んだ鋼板を設置する手法が多く使われている。Geophone は、ハイドロフォンに比べ、出水時の変形や、土砂が堆積しにくいという特長があるが、比較的感度が悪く、小さな礫には反応しないという問題もある。昨年、水山教授がイタリアで開催された『掃流砂と土石流のモニタリングに関する国際ワークショップ』において、日本のハイドロフォンを紹介されて以降¹⁾、欧州では、Geophone を補完する目的でパイプ型ハイドロフォンを設置する計画があり、徐々に設置されている。

今回、京都大学防災研究所穂高砂防観測所の足洗谷で、既設のハイドロフォンの上流に、スイスで製造された Geophone を設置した。また、同じように鋼板ではあるが、振動センサーではなく、ハイドロフォンで使っている音響センサーの検出ユニットを組込んだプレート型ハイドロフォン(仮称)を設置し(図1参照)、比較検討を行った。

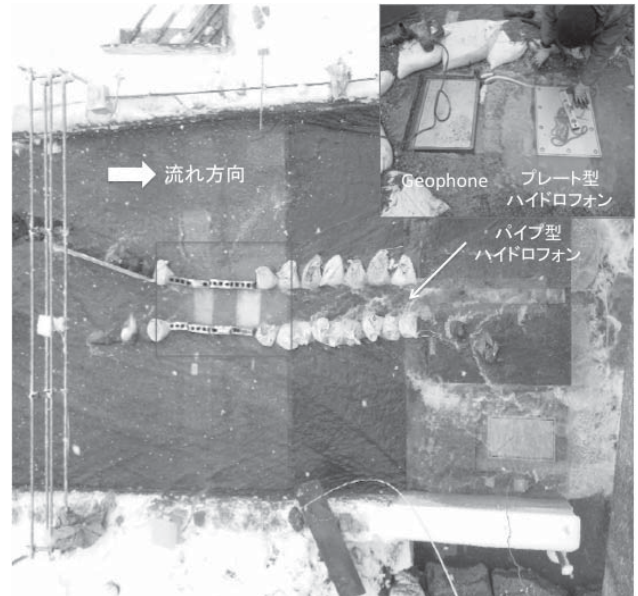


図1：京都大学防災研究所穂高砂防観測所足洗谷に設置した機器

2. 検討手法

昨年12月の設置以降に大きな出水がないため、石を流しての実験結果と、2月18日に発生したと思われる河道閉塞で水位が低下した後に水位が上昇し、それに伴い少量ではあるが土砂流出が観測された図2の記録で検討する。河道閉塞の場所は確認できていないが、湛水量の規模としては、200~300 m³と推定される。

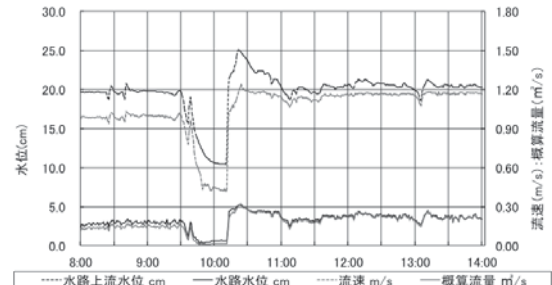


図2：2月18日の水位、流速、流量

3. 実験による検討結果

簡易水路(図1)を作り、上流端から平均重量で、650g、160g、50g、22g、11g、3gの6種類の石を1分間に10個と20個流す実験を行った。図3に実験に用いた160g、22g、3gの石を示す。図4に160g、図5に22g、図6に3gの礫を流した時のセンサーの出力波形を包絡線検波した時系列をそれぞれ示す。各

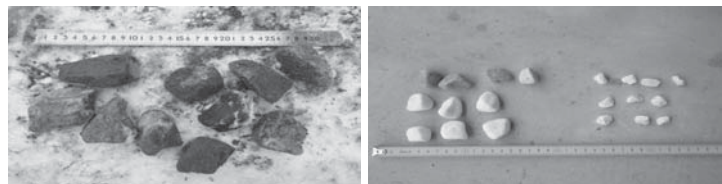


図3：実験に用いた石(左から120g、22g、3g)

図(図7も含)とも、1段目：プレート型ハイドロフォン、2段目：Geophone、3及び4段目：日本製の振動センサーである。図4、5より Geophone に衝突後、約40cm下流に設置されたプレート型ハイドロフォンに衝突していることが分かる。また、プレートに同じ石が2~3回衝突し、その波形の振幅が同程度の大きさで記録されることが確認できた。これは、パイプ型ハイドロフォンでは、起こりにくい現象である。また、小さな礫の場合、振動センサーでは検出が困難であるが、マイクロフォンを用いたハイドロフォンのセンサーでは検出が可能であることが分かる(図6)。

4. 小規模出水時（2月18日）の検討結果

図7に小規模出水のあった2月18日の10時32分から5分間の各センサー出力を包絡線検波した出力波形の時系列を示す。図より、振幅が図6と同程度であり、最大粒径が1cm程度であったと思われる。プレート型 hidroフォンのみが衝突を検出していることが分かる。なお、出水ピーク時の波形は、センサーのトリガー設定の問題で記録出来ていなかった。次に、プレート型 hidroフォンとパイプ型 hidroフォンの比較を行った。比較のためプレート型も従来の変換器を用いてパルス数として記録した。図8に両センサーで観測されたパルス数の時系列を示す。図より両センサーの時系列はかなり一致していることが分かる。一方、掃流砂のピークが4分ずれていることが分かる。このずれは、プレート型が幅50cm、パイプ型が幅30cmであり、今回実験のようにガイドの水路がないため、流れの偏りが原因であると思われる。掃流砂の偏りが少ない、もう少し大きい規模の出水のデータを用いてさらなる検討を実施したい。

5. まとめ

Geophone は、1cm 程度以下の小石には反応しないことが確認された。大きな出水がまだ発生していないため Geophone の特長を十分確認するまでには至っておらず、今後も観測を継続しデータの蓄積を行う。音響センサーを組込んだプレート型 hidroフォンについては、パイプ型 hidroフォンと同程度の感度を有することが確認できた。今後、適切なプレートの大きさの検討、プレート型専用の変換器の開発を行い、毎年の出水でパイプが変形しセンサー交換が必要になる現場への導入を試みたい。また、振動センサーを同じプレートに組込むことにより、マイクロフォンでは振り切ってしまうような大きな礫へも対応できるセンサーの開発も行う予定である。

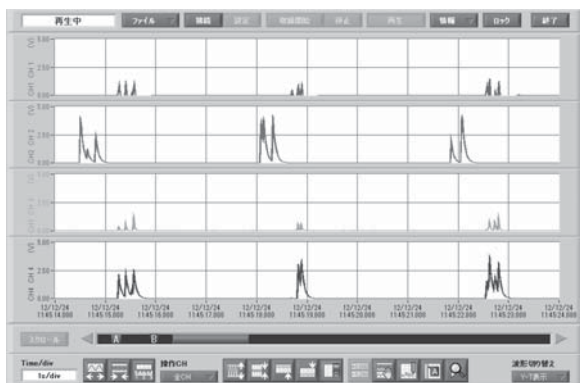


図4：160gの礫を流した場合

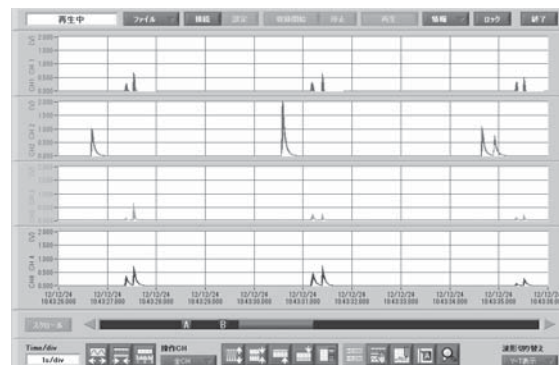


図5：22gの礫を流した場合

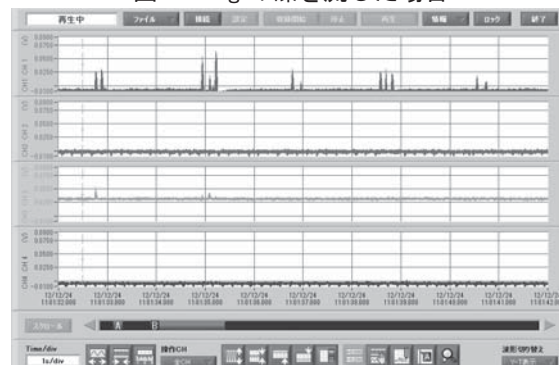


図6：3gの礫を流した場合



図7：10時32分から5分間の各センサーで包絡線検波した出力波形の時系列

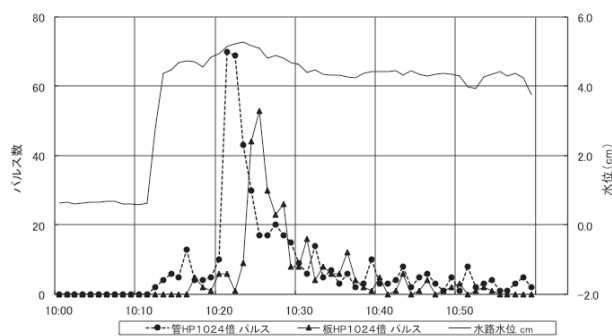


図8：パイプ型 hidroフォンとプレート型 hidroフォンのパルス計測の比較

参考文献

- 1) 水山高久ほか；報告『掃流砂と土石流のモニタリングに関する国際ワークショップ』 砂防学会誌 Vol. 65、No5、P. 79