

鉛直分布を考慮した掃流砂観測手法の検討
 Monitoring Method of Bedload Considering Vertical Concentration Profile

○堤 大三・天野唯子・長谷川祐治・市田児太郎・野中理伸

○Daizo TSUTSUMI, Yuiko AMANO, Yuji HASEGAWA, Kotaro ICHIDA, Michinobu NONAKA

For monitoring bedload transport in mountainous stream, pipe hydrophones are one of the effective method. The pipe hydrophone system has been practically utilized in many rivers in Japan. The pipe hydrophone is usually installed on a river bed perpendicular to the water flow. The pipe hydrophone detects an acoustic pulse caused by sediment collision to monitor the bedload. Because of the detection method, the sediment passing through the pipe with no collision on the pipe cannot be detected by the system. To solve this disadvantage, we propose a set of horizontal and vertical pipe hydrophones. We install the horizontal and vertical hydrophone in the Ashi-arai-dani observation flume and conducted a field experiment. The experimental results shows the possibility to monitor total bedload by this hydrophone set.

1. はじめに

山地河川における掃流砂の観測には、間接法が有効である。間接法の一つであるハイドロフォンは、河床に設置した金属パイプ（センサー部）に掃流砂粒子が衝突する音を利用した計測手法であり、既に実用化が進んでいる。しかし、この方法は、あくまでもハイドロフォンセンサーに衝突した粒子をカウントするものであり、センサー部を飛び越えて流れるような掃流砂粒子を取りこぼすという欠点がある。そこで、河床に横置きに設置する従来型のハイドロフォンセンサーに加えて、河床に対して垂直に

設置する縦置きハイドロフォンを用いて、掃流砂の鉛直方向の分布を考慮した観測を行い、掃流砂の全量を計測する手法について検討を行った。

2. 縦・横型ハイドロフォンを用いた計測仮説

従来通りの横型ハイドロフォンに加えて縦型のハイドロフォンを加えた計測システムによる掃流砂計測原理についての仮説を以下に示す。図-1は、非現実的な掃流砂の鉛直分布（均一分布）と現実的な分布（河床近傍に集中）を示している。ここで、横型ハイドロフォンと縦型ハイドロフォ

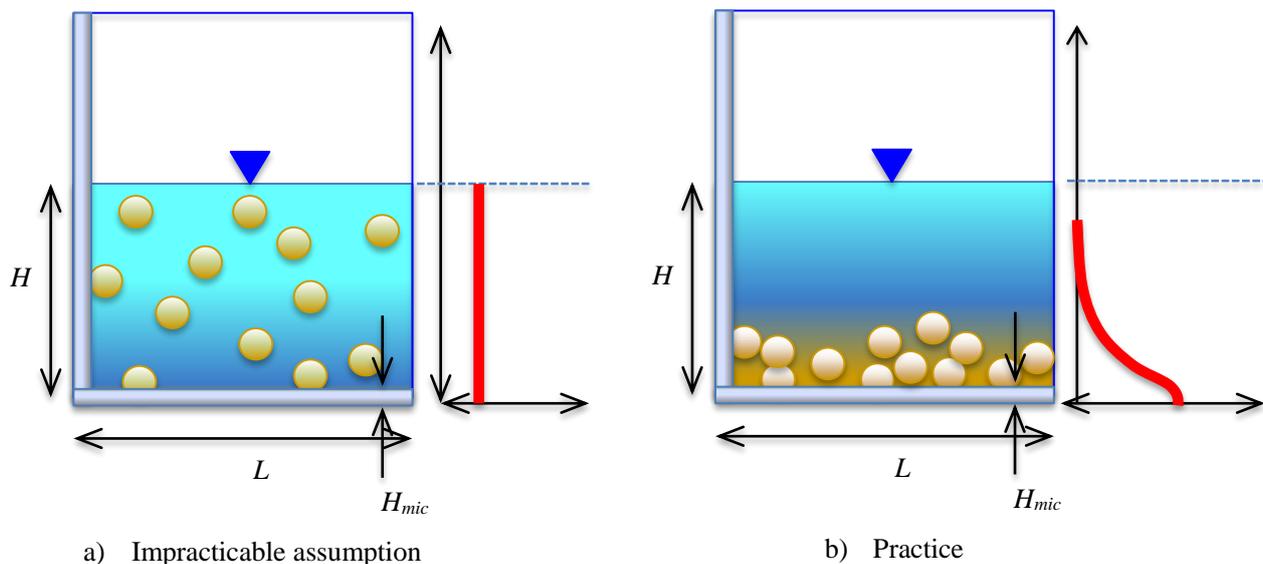


図-1 縦・横ハイドロフォンによる計測原理：現実・非現実的な掃流砂鉛直分布の比較

ンによって得られる検出値（例えば、パルス）をそれぞれ A_h , A_v とすると単位長さあたりの検出値は、掃流砂が均一に分布している場合

$$(A_h / L) = (A_v / H) \quad (1)$$

となる。ここで、 L : 横型 hidroフォン長さ、 H : 水深である。しかし、現実には掃流砂は鉛直方向に分布を持っており、

$$(A_h / L) > (A_v / H) \quad (2)$$

であると考えられる。そこで、縦横 hidroフォンの比 R を考えて、

$$R = (A_v / H) / (A_h / L) \quad (3)$$

とすると、 $L \times H$ の断面を通過する掃流砂の仮想的な総検出値 A_t は、

$$A_t = A_h R (H / H_{mic}) \quad (4)$$

と表すことができる。ここで H_{mic} は hidroフォンパイプの検知部高さである。

3. 現地実験

上記の式(3)の R が、縦横型 hidroフォンによって実際にどのように計測されるかを実験によって検討した。縦横型 hidroフォンは、穂高砂防観測所足洗谷の観測水路に設置した。コンクリート水路の右岸側一部を板で 0.35m の水路に仕切り、河川水の供給量を調整して流量を設定し、水深 0.05 m と 0.11 m での実験を行った。供給する砂礫は粒径 2.0-3.0, 3.0-4.7, 4.7-7.0, 20-25 mm の 4 種類をそれぞれ 200g 程度準備し、それぞれ 3 回ずつ供給しその際の hidroフォンによる検出値を記録した。

4. 実験結果

横型・縦型 hidroフォンによる単位長さ当たりのパルス検出値とそれらの比 R 値を図-2 に示す。パイプ hidroフォンによる検知下限粒径である 2-4 mm のパルスは縦・横共に、過小評価されているが、 R の値も大きめに算出されている。一方で、粒径 20-25 mm の砂礫の場合、水平 hidroフォンで Gain 64 でほぼ正確に検出されており、 R が 0.1 程度と小さく算出されている。これらの値から断面通過掃流砂量を推定することが可能と期待される。今後、実験だけでなく実際の掃流砂観測によって、全掃流砂量の推定を実施する予定である。

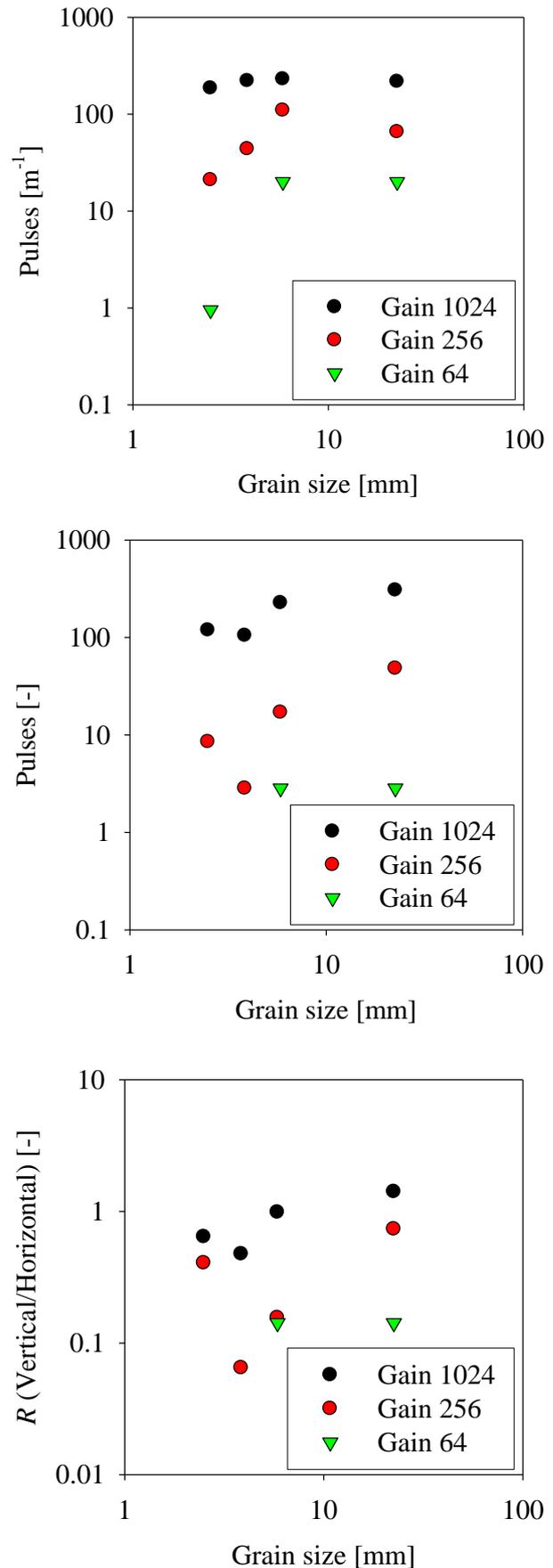


図-2 縦・横型 hidroフォンによる検出値とレスポンス比