

水理実験におけるハイドロフォンを用いた流砂量計測

財団法人建設技術研究所 正会員 ○小田 晃・長谷川祐治
 京都大学大学院農学研究科 正会員 水山高久
 株式会社ハイドロテック 野中理伸
 筑波大学大学院農林工学系 正会員 宮本邦明

1. はじめに

近年、水系一貫の土砂管理を行うための基礎資料を得る目的で実際の河川において流砂量のモニタリングが各地で実施されている¹⁾。その中で、流砂が金属管等に衝突する回数から流砂量を間接的に推定する方法（ハイドロフォン）が開発され、実用化に向けて検討が行われている²⁾。

一方、水理実験における流砂量計測法として、水路から流出する土砂量をふるい等で直接採取する方法がある。この計測方法は、砂もしくは砂と水を直接採取するため、時間変化が激しい流砂量、あるいは長時間にわたる流砂量を計測する際には労力が多大である。また、通常は下流端でしか流砂量を計測できないため、模型の途中断面における流砂量計測が困難であった。

そこで、流砂量計測の簡素化と模型の途中断面における流砂量計測を実現するため、本研究では水理実験におけるハイドロフォンを用いた流砂量計測について検討した。今回は、地形模型下流端での流砂量計測に、実験用に開発したハイドロフォンを使用し、従来の土砂採取による流砂量計測結果との比較を行ったのでその結果を報告する。

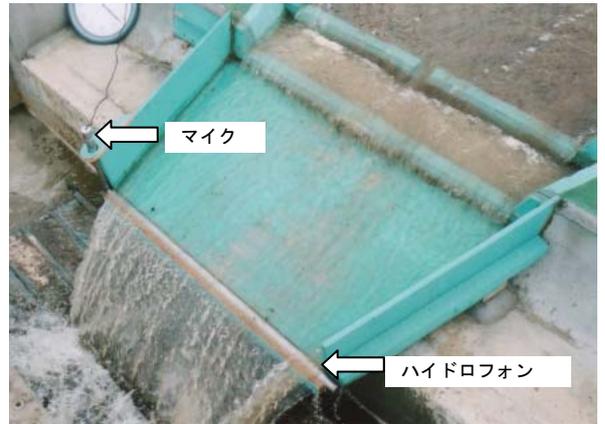


写真-1 ハイドロフォンの設置状況

2. ハイドロフォンの概要

ハイドロフォンは流砂が金属管に衝突する回数（以下、Pulse）から流砂量を間接的に推定する方法である。使用した金属管は外径 27.2mm、内径 25.2mm の円形断面である（写真-1）。Pulse の採取間隔時間は 5sec に設定した。Pulse を入力するチャンネル（以下、ch）は感度毎に 4ch あり、各 ch は ch1 を基準として 4.7 倍ずつ感度が高くなるように設定した。

表-1 実験条件諸元

実験	実験種別	流量 (ピーク流量)	河床材料		流砂が衝突する部分の幅
			平均粒径	95%粒径	
実験A-1 実験A-2	地形模型実験	21.95ℓ /s	1.42mm	5.0mm	90cm
実験B		30.57ℓ /s	3.00mm	7.5mm	90cm
実験C		37.8ℓ /s	2.85mm	10.0mm	45cm
実験D	矩形断面水路実験	9.62ℓ /s (定流実験)	1.30mm	4.0mm	59cm

3. 実験概要

ハイドロフォンによる流砂量計測を実施した実験は表-1 に示す 4 種類 5 ケースである。いずれの実験も混合砂を使用している。実験 A・B・C は洪水波形を対象とした実験であり、実験 D は矩形断面水路（幅 1.0m・水路勾配 1/80）の定流実験である。なお、実験 A は

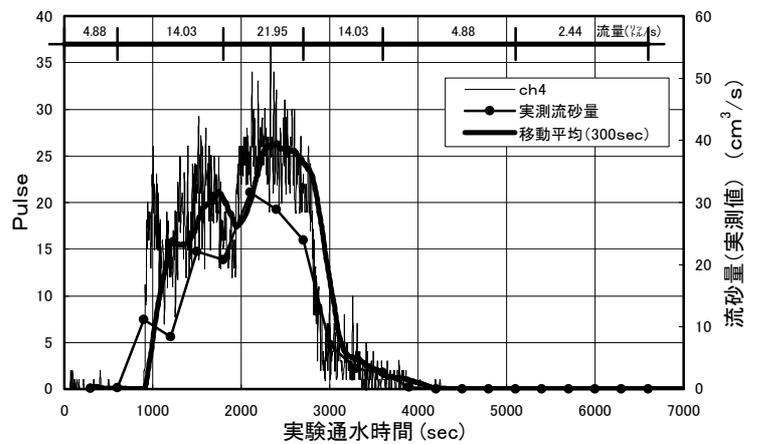


図-1 Pulse と流砂量の比較（実験A-1）

キーワード 掃流砂量、ハイドロフォン、計測、実験、パルス

連絡先 〒300-2633 つくば市遠東 904-1 (財) 建設技術研究所 TEL 029-847-3781 FAX 029-847-3418

同一の波形を2回続けた実験であり、1波形目の実験をA-1、2波形目の実験をA-2とした。模型下流端から流出する砂はハイドロフォンによるPulseとの比較のため、ふるいにより採取した。ふるいによる採取時間間隔は3分～5分間隔である。

4. 計測結果

4.1 水路下流端におけるPulseと流砂量の時間変化

図-1、2に代表的なPulseと実測流砂量の時間変化の比較図を示す。

Pulseの移動平均による線も示した。対象としたPulseはch3である。移動平均の時間は実測流砂量の採取間隔と同じとした。図-1（実験A-1）より、実測流砂量のピークとPulseのピークがほぼ一致しており、Pulseの流砂量変化に対する応答性は良好であることが示されている。図-2（実験C）は実測流砂量がピークとなる時期において、Pulseが減少する傾向となっている。ピーク前後においては流量が多いため金属管に衝突する砂の速度が増加し、また、流出する砂の粒径も大きくなる。このために衝突音が大きくなり、金属管内での残響音が長く残り、その間のPulseが正確に採取できなくなったと考えられる。

図-3に、実験A-1のch3における各実測流砂量採取時と同じ時刻に記録したPulseとの関係を示す。Pulseの流砂量に対する関係は直線で近似できる。

4.2 Pulseの合計数と総流出土砂量の関係

図-4にch3で記録したPulseの合計数と実測による総流出土砂量の関係を示す。Pulseの合計数と総流出土砂量はほぼ比例している。なお、実験Cは図-2に示すように実測流砂量のピーク時においてPulseが極端に減少するためこの図からは除いた。

5. おわりに

ハイドロフォンを水理実験に使用し、Pulseと実測流砂量の相関が良好であることが示された。Pulseから流砂量を推定する精度の向上のためには、流砂量が増加した場合でも確実に衝突音を採取できるような感度の設定、もしくは残響音を吸収する工夫が必要と考えられる。今後は上記の工夫も含めて、砂の粒径、流出する砂の速度等とPulseの関係、複数のchの使用、並びに模型の途中断面における流砂量計測についても検討する。

参考文献

1) 浦真・下井田実・有澤俊治・村松道康・植野利康・横山康二・浜名秀治：与田切川における土砂流出モニタリングについて（その1），平成13年度砂防学会研究発表会概要集，p.308-309，2001
 2) 水山高久・野中理伸・藤田正治：常願寺川津之浦下流砂防堰堤におけるハイドロフォンによる流砂観測，砂防学会誌，Vol.55，No.3，p.56-59，2002

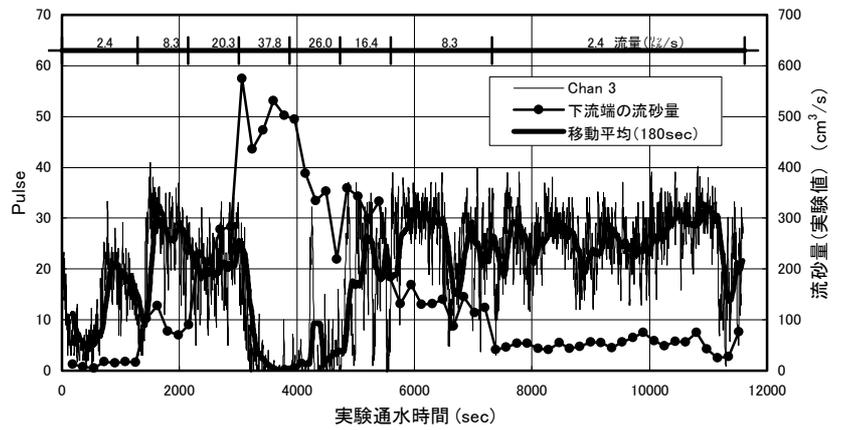


図-2 Pulseと流砂量の比較（実験C）

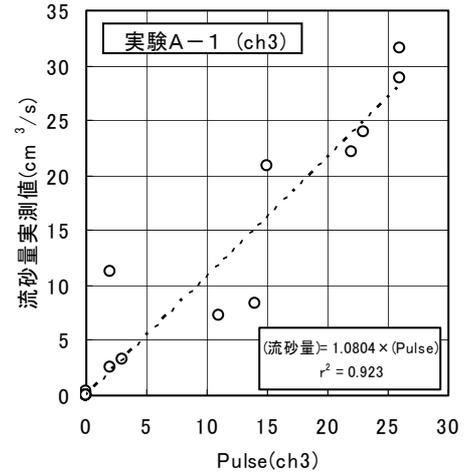


図-3 Pulseと実測流砂量の関係

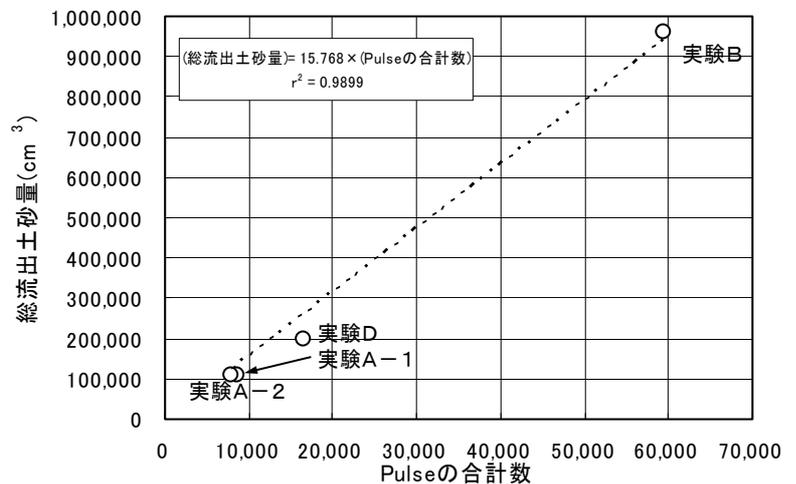


図-4 Pulseの合計数と総流出土砂量の関係