

レーダを用いた掃流砂計測に関する水路実験

(株)ニュージェック(京都府立大学大学院)○高原 晃宙
京都府立大学大学院 松村 和樹
高濱淳一郎

1. はじめに

現地河川において、流砂量計測の試みは今までにさまざまな手法が考案・開発されてきた。流砂量の計測手法には、流砂を直接採取し計測する「直接法」と流砂を直接採取するのではなくセンサを用いて得られたデータを流砂量に変換する手法である「間接法」がある。間接法は、メンテナンス等にかかる費用が少なく済み、直接法と異なり長期間の流砂計測が可能、そして土砂の採取作業が不要である等の特徴があることから間接法にかかる期待は大きいと言える。過去にさまざまなセンサを用いて流砂の計測を試みている例が多くあるが、それらの手法が確立されているとは言い難い。そこで、本研究では新たな流砂の計測手法を確立することを目的とした。

用いたセンサは、レーダである。高原ら(2009)は、レーダを用いた流砂計測の可能性を示したことから、実際に開水路を用いて水理実験を行った。今回は、その成果を発表する。

2. 実験材料および方法

2.1 実験装置

用いた水路を図-1に示す。幅0.12m、高さ0.15m、長さ4mの総アクリル製開水路である。水路底面には、粗度としてテーピング用テープを貼り付けた($n=0.016$)。水路上流に給砂装置を設置し、単位時間あたりの流下土砂量を調節した。水路下流の両岸には、電磁波を照射するための送信アンテナと受信するための受信アンテナを1本ずつ設置している。使用したレーダの諸元を表-1に示す。

2.2 実験方法

実験条件を表-2に示す。勾配は1/200、単位幅あたりの流量 q は $300\text{cm}^2/\text{s}$ 、扱う輸送材料の粒径 d はすべて均一粒径、水深 h は5.0cmとした。使用材料は、人工軽量骨材

($1.29\text{g}/\text{cm}^3$)を用いた。また、これら1ケースにつきさまざまな輸送濃度を有する掃流

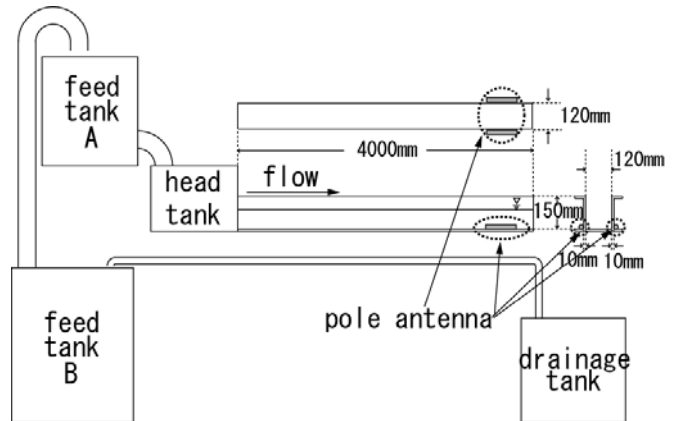


図-1 実験装置概略図

表-1 レーダ仕様諸元

パルス幅	0.5×10^{-9} 秒
パルス繰り返し周波数	1MHz
送信電力	20MW
アンテナ形式	モノポール アンテナ
アンテナ間隔	140mm
データ取得周期	30Hz
受信分解能	128×10^{-12} 秒
受信点数	256 点

表-2 実験条件

No.	slope	$q(\text{cm}^2/\text{s})$	$d(\text{mm})$	$h(\text{cm})$	$C(\%)$
1	1/200	300	9.50	5.0	0.53
					~
					4.06
2	1/200	300	4.75	5.0	0.81
					~
					2.16
3	1/200	300	2.00	5.0	0.29
					~
					1.05

砂を複数回発生させた。流下した材料を水路下流端で採取し輸送濃度 C を算出した。受信アンテナによって得られた信号強度は、コンピュータ本体にデジタルデータとして取り込まれる。得られたデジタルデータを、画像解析処理ソフトを用いて画像解析を行った。それらの例が図 - 2 である。縦軸はレーダ波形振幅量 (V)、横軸は電磁波照射時間 (s) である。また、それぞれの図には材料を流下させなかった時すなわち流水中で得たレーダ波振幅量も載せている。図 - 2 で示しているように、掃流砂がアンテナ間を通過した時、流水中のみと比較してレーダ波振幅量の値に変化が起こっていることがわかる。本研究では、この変化部分に注目した。変化している箇所の $c(t)$ を積算し、変化箇所の時間で除した値を単位時間あたりのレーダ波振幅量 P_t (V/s) とした。今回、算出した単位時間あたりのレーダ波振幅量 P_t と輸送濃度 C の関係性を見ることにした。

3. 実験結果

縦軸を単位時間あたりのレーダ波振幅量 P_t (V/s) とし、横軸を輸送濃度 C (%) とした実験結果を図 - 3 に示す。 P_t の値が低い場合 C は小さくなり、 P_t が高い場合 C は大きくなるという明瞭な関係が見受けられた。なお、両者の相関関係は、0.82 であった。粒径別に見た場合でも、同様に正の相関関係を得ることができた。

レーダを用いて水中を移動する粒子を確認することができ、さらに輸送濃度の違いによっても得られる信号強度が異なった結果を示したことから、実河川での掃流砂の計測も可能ではないかと思われる。しかし、今回用いた材料は人工軽量骨材および均一粒径であったことから、自然材料や混合粒径での実験など今後もさらなる継続的な基礎研究を行う必要がある。

引用文献

高原晃宙・松村和樹・三好岩生 (2009): レーダによる砂礫粒子の検出に関する基礎実験, 砂防学会誌, Vol.61, No.5, p.37-41

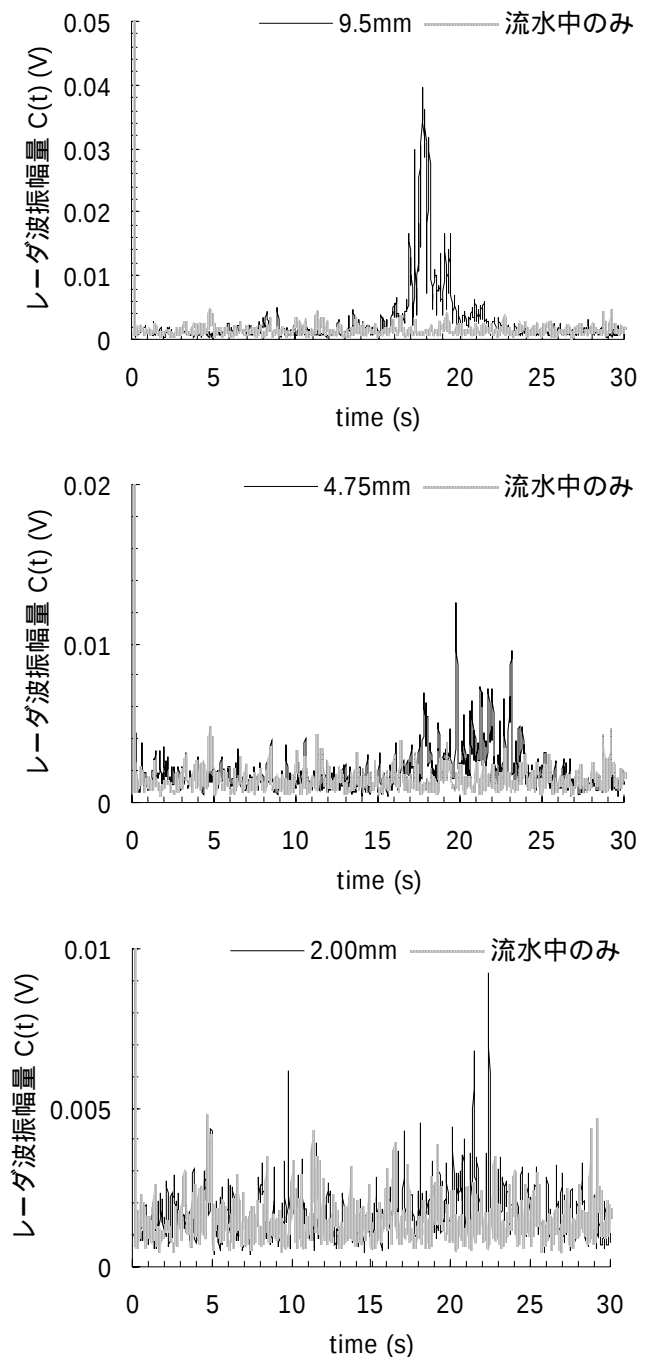


図 - 2 実験結果一例

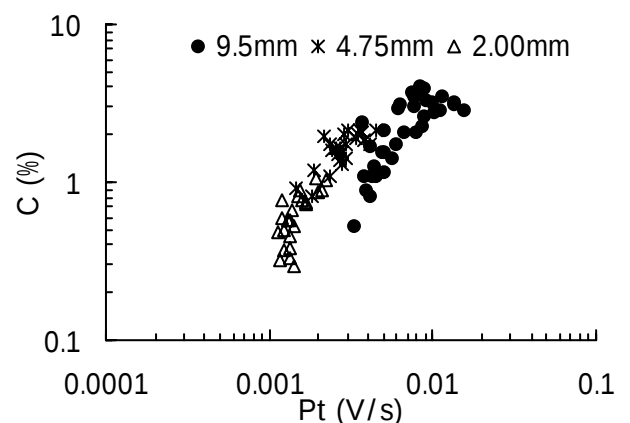


図 - 3 C と P_t の関係