

国土交通省国土技術政策総合研究所（現株式会社エイトコンサルタント） ○宮尾 保道
 国土交通省国土技術政策総合研究所 中野泰雄、寺田秀樹、水野秀明
 パシフィックコンサルタント株式会社 江島敬三

1. はじめに

豪雨によって生じる大量の土砂流出や大幅な河床変動、ダム貯水池内の堆砂、海岸の侵食など、土砂の移動に起因する防災・環境・利用上の問題が発生している。これらの問題を解決するためには山地流域から河口・海岸に至る流砂系を一貫して、総合的な土砂管理を行う必要がある。そのためには土砂移動の実態を推定しなければならない。

土砂移動の実態を推定する有力な手法として河床変動計算等が考えられる。しかし、再現計算に用いる流砂量式等やその係数の値によって計算結果が大きく異なる。そのため、河床変動計算の精度向上を図り、より高精度に流砂系の土砂移動の実態を推定することを目的として、土砂移動モニタリングが実施されている。¹⁾

土砂移動モニタリングを実施する過程で、様々な流砂量観測機器が開発された。しかし、それらの観測機器の計測精度は系統的に整理されていない。そこで、本研究は、流砂量観測機器の計測精度を水路実験によって系統的に明らかにすることを目的とする。なお、ここでは、流砂量観測機器の内、浮遊砂の観測機器について報告する。

2. 実験概要

実験に用いた水路は、高さ0.5m×幅0.25m×長さ10.0mの可変勾配水路である。給水は貯水槽より水中ポンプによって行った(図-1)。給水量は給水管に設置した電磁流速計で計測して流量 $Q=0.08\text{m}^3/\text{s}$ とし、水路勾配を調整して流速を設定した。給砂方法は、給砂装置により土砂を流水中に投入することとした。また、各種の流砂量観測機器は実験水路の下流部に固定して計測を行った。また、流砂量観測機器設置地点で、電磁流速計で深さ方向の流速分布を計測した。濁度計については、事前に、投入する土砂を用いて濁度と土砂濃度のキャリブレーションを行った。

今回、実験を行った流砂量観測機器は、自吸式ポンプ採水器、簡易採水器B型、河川水採取器、濁度計の4種である(写真-1~写真4) また、実験ケースを表-1に示す。

3. 実験結果

給砂装置により投入した土砂量を水路の流量で除した値を投入濃度 C とした。また、自給式ポンプでは、水深方向の計測を行った。水深方向の土砂濃度の計測値から濃度分布を推定して積分した値を計測濃度 C' とした。濁度計、簡易採水器、河川水採取器については、1/2水深で計測した値を計測濃度 C' とした。

図-2~図-4はそれぞれ流速ごとに、計測濃度 C' と投入濃度 C をプロットしたものである。いずれの流速のケースにおいても、概ね各流砂量観測機器による計測濃度 C' は投入濃度 C より低い値となる傾向であったが、濁度計による計測濃度 C' は 2m/s 以下のケースでは投入濃度 C より高い値であった。

図-5は、流速 2m/s とした場合の、計測濃度 C' と投入濃度 C の比(C'/C)と投入濃度の関係をプロットしたものであ

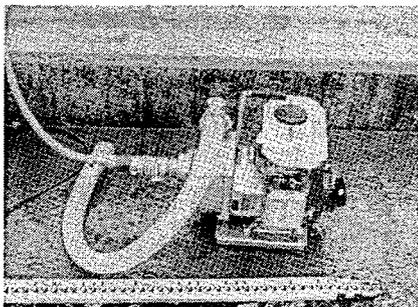


写真-1 自給式ポンプ

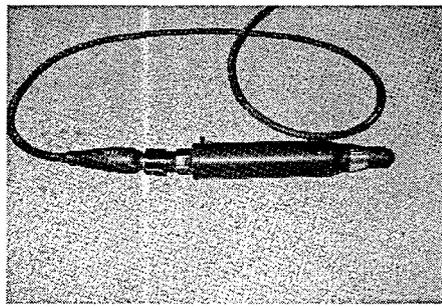


写真-2 濁度計

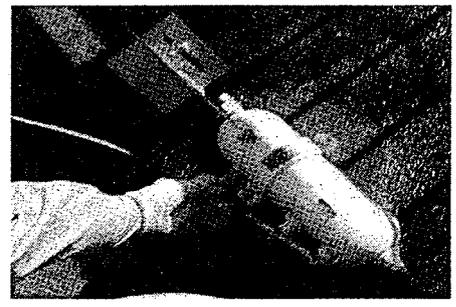


写真-3 簡易採水器B型

チェーンブロックで上下

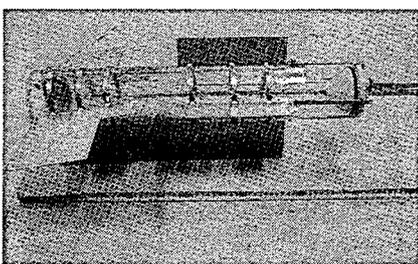


写真-4 河川水採取器

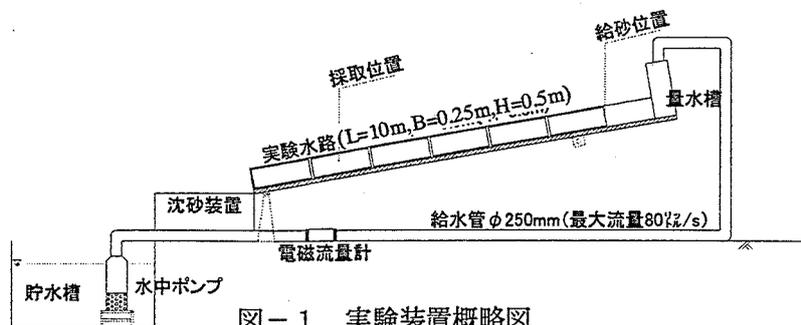


図-1 実験装置概略図

る。C/C は計測精度を表しており、C/C が 1 に近いほど精度が高いといえる。図-5より、流砂量観測機器ともに投入濃度 C によって C/C の値が変化しないことから、流水中の土砂濃度は計測精度に影響を及ぼさないと考えられる。

図-6は土砂濃度を 0.02%とした場合の、計測濃度 C と投入濃度 C の比 (C/C) と流速の関係を示したものである。各流砂量観測機器ともに流速が速いほど、計測濃度 C は投入濃度 C よりも低く計測される傾向であった。

4. 考察

①自給式ポンプ：吸い込み流速が速い (2.5m/s) 場合は計測濃度 C が高く、遅い (1.4m/s) 場合は計測濃度 C が低く計測された (図-2～図-4)。これは、吸い込み流速が速い場合は、吸い込み口周辺の土砂を吸引するためと考えられる。吸い込み流速 1.4m/s で流速 1m/s 及び、吸い込み流速 2.5m/s で流速 2m/s という吸い込み流速と流速が同等の場合には、C/C は 0.7～0.8 と高い精度で計測された。自給式ポンプの計測精度を向上するには、吸い込み流速と流水の流速を一致させる事が重要である。

②簡易採水器 B 型及び河川水採取器：流速 2m/s 程度で以下では C/C が 0.8～1.0 程度と高い精度であった。これは、流水の流速と観測機に取り込む流速が同等であったためと推察される。

③濁度計：C/C が 0.8～1.4 とばらつきがあるものの流速が 3m/s の速い流速でも他の流砂量観測機器と比較して高精度であった。ばらつきが生じたのは、実験中、濁度計のセンサ部に気泡が付着することが確認されており、その際に異常値を示した可能性がある。なお、本実験では流下させる土砂を用いてキャリブレーションを行ったが、濁度計による濁度は粒径によって変化するので、現地で計測を行う際は粒径を推定し、土砂濃度に変換する等の困難が生じる。

5. まとめ

今回、浮遊砂の流砂量観測機器の精度に着目して、実験を行った。この結果、簡易採水器、河川水採取器では概ね高精度の計測が可能であることが分かった。しかしながら、現地ではこれらの 2 種の浮遊砂量観測機器をワイヤによってユニック車等を用いて流水中に投入する。このため目標の水深での計測を行うことが難しく、流速が 3m/s を超えると潜水しにくいという欠点もある¹⁾。また、自給式ポンプは今回の実験では最も観測精度が低い結果となったが、流速が 4m/s 程度の速い流速でも確実に水深方向の計測を行うことが可能である¹⁾。濁度計は自動計測が可能で出水時においても連続的な計測を行うことが出来る。

現地で流砂量の計測を実施する際は、計測目的や計測場所、対象とする規模、求められる精度等を総合的に判断し、流砂量観測機器を選定することが重要である。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局砂防部砂防課他、「流砂系の土砂移動実態に関する研究」、平成 13 年度国土交通省国土技術研究会概要集、p7-1

表-1 実験ケース一覧表

名称	流速 (m/s)	土砂濃度 (%)	採取位置 (水面からの水深)
自吸式ポンプ (吸い込み流速 2.5m/s)	1.0	0.02, 0.1, 0.5	2割、5割、8割
	2.0	0.02, 0.1, 0.5	2割、8割
	3.0	0.02, 0.1, 0.5	2割、8割
自吸式ポンプ (吸い込み流速 1.4m/s)	1.0	0.02, 0.1, 0.5	2割、5割、8割
	2.0	0.02, 0.1, 0.5	2割、8割
	3.0	0.02, 0.1, 0.5	2割、8割
河川水採取器	1.0	0.02, 0.1, 0.5	5割
	2.0	0.02, 0.1, 0.5	5割
	3.0	0.02, 0.1, 0.5	5割
簡易採水器	1.0	0.02, 0.1, 0.5	5割
	2.0	0.02, 0.1, 0.5	5割
	3.0	0.02, 0.1, 0.5	5割
濁度計	1.0	0.02, 0.1, 0.5	5割
	2.0	0.02, 0.1, 0.5	5割
	3.0	0.02, 0.1, 0.5	5割

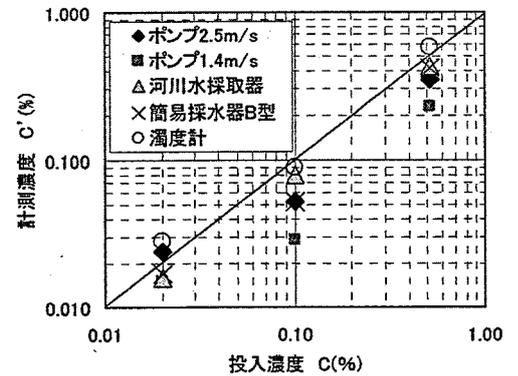


図-2 計測濃度と投入濃度の関係 (流速 1m)

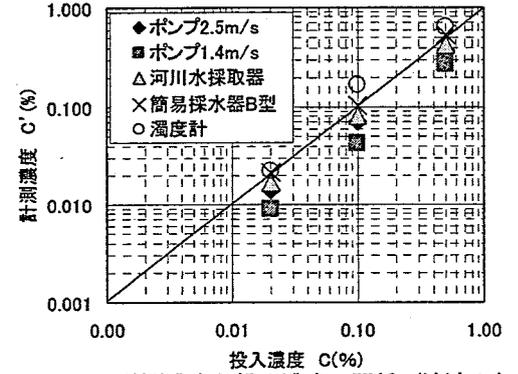


図-3 計測濃度と投入濃度の関係 (流速 2m)

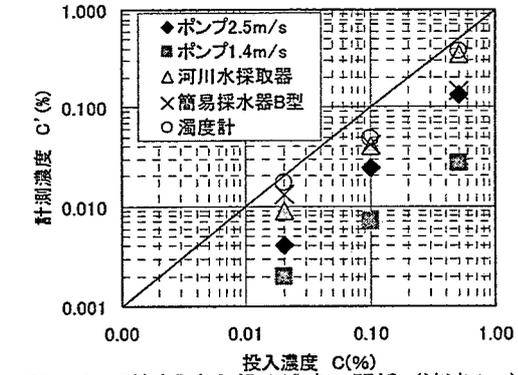


図-4 計測濃度と投入濃度の関係 (流速 3m)

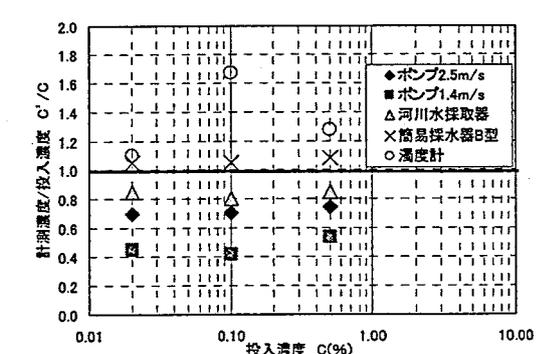


図-5 C/C と土砂濃度の関係 (流速 2m/s)

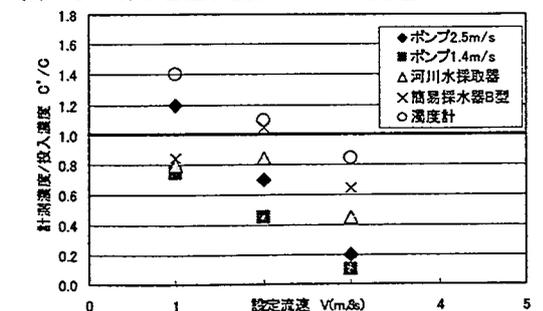


図-6 C/C と流速の関係 (土砂濃度 0.02%)