

水理模型実験におけるハイドロフォンを用いた流砂量計測（その2）

—粒径と感度の関係について—

財団法人建設技術研究所 ○小田 晃・長谷川祐治
 京都大学大学院農学研究科 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 宮本邦明

1. はじめに

河川における流砂量のモニタリング方法として、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）が実施され始めている¹⁾。このハイドロフォンの水理模型実験への適用について、前回、Pulse 数と流砂量の時間変化、並びに総 Pulse 数と総流砂量の関係が良好であることを示した²⁾。

しかし、課題として、粒径と Pulse 数の関係の把握が残されている。衝突音の振幅と粒径の関係については、澤井らの研究がある³⁾。本研究は、衝突音の振幅ではなく、Pulse 数の卓越する感度と粒径の關係に着目し、流砂の粒度分布の推定を目標に、第1段階として一様砂を対象とした実験を実施したので報告する。

2. 実験概要

水路は幅 1.0m、水路勾配 1/50 の直線矩形直線水路を使用し、定流の給砂実験とした。水路下流端に幅 60cm に狭めた斜路を設置し、斜路の下流端には流砂量と Pulse 数の応答性が良好である円形L型の金属管（外径 27.2mm・内径 25.2mm・直線部の長さ 1.0m）を設置して Pulse 数の計測を行った。通水中の総給砂量はすべて同じとし、空隙込みで 4.125ℓ とした。流量は 10ℓ/s（平均土砂濃度 0.075%）と 20ℓ/s（平均土砂濃度 0.0375%）の2種類で、330秒間通水した。使用する一様砂は、粒径 1.0mm, 2.0mm, 4.0mm, 8.0mm, 16.0mm の5種類である。なお、本システムで使用したアンプ感度の指標（以下、感度）とチャンネル番号（以下 ch）は表-1に示す8種類である。

表-1 感度の指標とチャンネルの関係

感度	ch1	ch2	ch3	ch4
3	3.0	7.1	16.6	38.9
5	5.0	11.8	27.6	64.9

3. 実験結果と考察

3.1 粒径と総 Pulse 数の関係

図-1に粒径と総 Pulse 数の関係を示す。これらの図から、粒径 1.0mm の砂は Pulse が得られず、粒径 2.0mm の砂は、最も感度の高い ch4 だけで Pulse が得られた。これは、今回使用したシステムの Pulse を感知する回路の設定が原因と考えられる。すなわち、粒径 1.0mm の砂が金属管に衝突したときの音を、流水が金属管を越えるときに生じる音と同様に、雑音としてカットしたと考えられる。

また、粒径 16.0mm の砂は感度の違いによる総 Pulse 数の変化は見られない。この傾向は感度 3 の場合も同様である。粒径が 16mm 程度の大きさであれば、どの感度であっても確実に Pulse を記録できることが確認された。

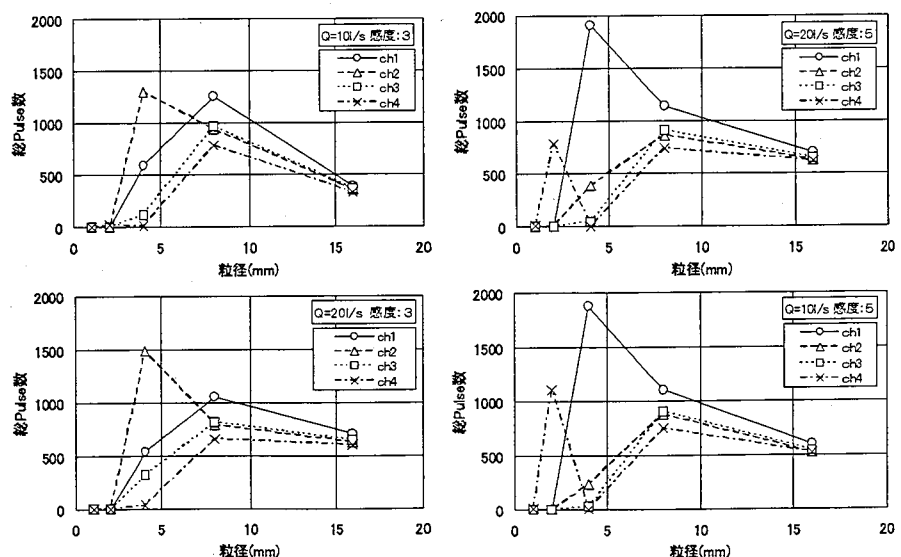


図-1 粒径と総 Pulse 数の関係

3.2 土砂濃度と総 Pulse 数の関係

図-1 から分かるように、土砂濃度（流量）が異なっても粒径と総 Pulse 数の関係の傾向はほぼ同じであるが、感度が異なるとその傾向は粒径 4.0mm を境に変化する。そこで、総砂量と同じ条件下で、感度が等しく土砂濃度が異なる場合の総 Pulse 数について、この図から、総 Pulse 数はどの感度であっても、土砂濃度の違いには大きく関係しないことが示された。

3.3 粒子数と総 Pulse 数の関係

一様砂であれば総流砂量と総粒子数は比例する。したがって、総流砂量の増加に伴い総 Pulse 数は増加する²⁾ことから、総 Pulse 数が増加すると粒子数は増加する。図-3 に一様砂の推定総粒子数と総 Pulse 数の関係を示す。これらの図から、8.0mm と 16.0mm の粒径の砂は総 Pulse 数の増加に伴い粒子数も増加している。しかし、粒径 4.0mm の砂は、感度の低いケース（図-3 上図の●）以外は総 Pulse 数が増加すると粒子数が減少する傾向にある。この原因は、前回の報告²⁾でピーク時の Pulse 数の低下原因と推定した、金属管内での残響音と考えられるが現時点では詳細は不明である。

3.4 感度と総 Pulse 数の割合の関係

図-4 に感度と総 Pulse 数の割合の関係を粒径別に示す。総 Pulse 数の割合とは、各ケースで得た ch1 から ch4 までの総 Pulse 数の合計を基準とした各 ch の総 Pulse 数の割合である。

これらの図から、粒径 4.0mm の砂は感度が 5.0~7.1 の範囲で最も総 Pulse 数の割合が大きい。すなわち、本システムでは粒径 4.0mm の砂はこの感度の範囲での応答性が高い。また、粒径 8.0mm と粒径 16.0mm の砂は、各感度とも総 Pulse 数の割合が 0.2~0.3 であり、図-1 と同様に感度の違いによる差はほとんど見られない。

4. おわりに

粒径による感度特性が示された。今後は、混合砂の粒度分布を Pulse の計測結果から推定するための方法について検討する予定である。

参考文献 1)水山高久ら：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 2)小田 晃ら：水理実験におけるハイドロフォンを用いた流砂量計測，平成 15 年度砂防学会研究発表会概要集，p. 272-273, 2003 3)澤井健二ら：衝突音による粒径別流砂量測定法に関する研究，水工学論文集，第 41 巻，p. 991-996, 1997

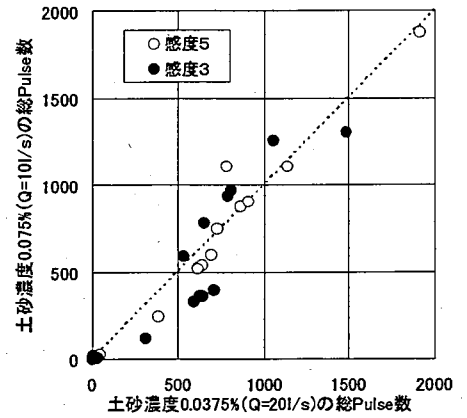


図-2 土砂濃度別の総 Pulse 数の比較

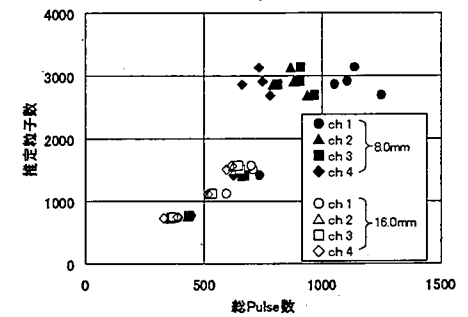
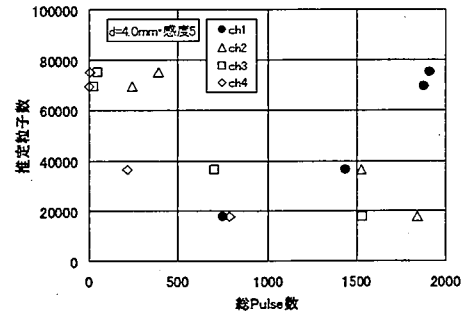


図-3 粒子数と総 Pulse 数の関係

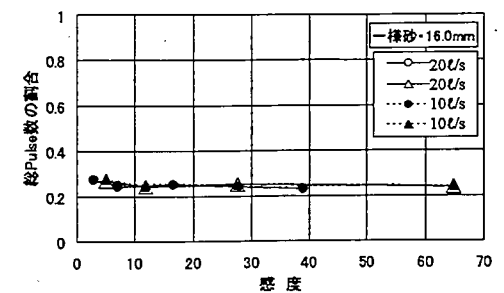
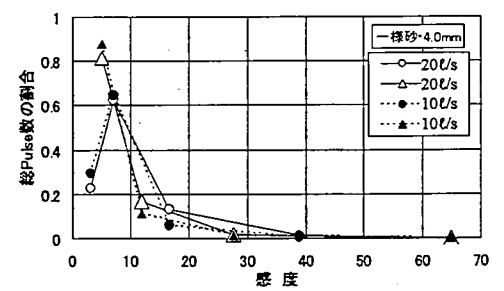
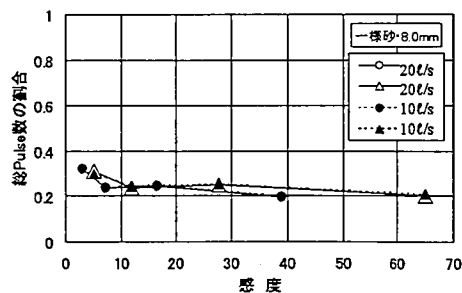
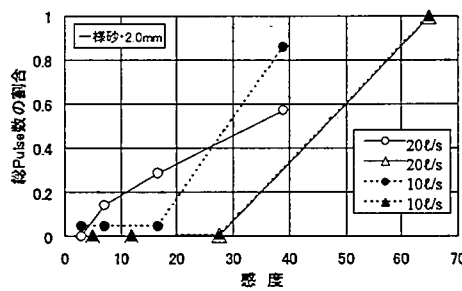


図-4 感度と総 Pulse 数の関係