

Ⅱ-9 不動の大径礫を伴う河床の掃流砂量特性

(株)世紀東急工業 正会員 ○尾崎 雅恒
徳島大学工学部 正会員 岡部 健士
徳島大学工学部 正会員 竹林 洋史

1. はじめに

幅広い粒径範囲の砂礫からなる山地河床では、中・小規模の出水時に大径礫に被覆されていない砂礫面上で、細粒成分の選択的流送が生じることが多い。しかし、このような状態に対して従来の混合砂礫床の流砂量計算法を適用すると、平均粒径が大きいために細粒成分の粒径別移動限界掃流力が過大評価され、それらの流送量が過小に評価される恐れがある。筆者らは、前報^{1), 2)}において上述のような選択的流砂量の計算をし、それを用いた一次元河床変動計算の結果と従来の流砂量計算によるものと比較を通して、選択的土砂輸送を的確に評価することの重要性を指摘した。本報告では、一次元河床変動実験を行い、その再現計算より選択的流砂量計算の有用性を検証する。ただし、流砂の形態は掃流砂に限定している。

2. 不動礫を考慮した掃流砂量計算法の要点

図-1 は、細粒成分の選択流送を伴う河床低下過程の模式図である。時間の経過とともに、河床面上に完全露出の状態に転在する大径礫の存在密度が増加していく。このような状況下においては、流砂現象の生起場が大径礫とその後流の遮蔽面を除いた一部の河床面に限定される(図-2)。前報¹⁾で紹介した流砂量計算法は、上述のような流砂生起場の掃流力(有効掃流力)を的確に評価したのち、その表層のみの粒度分布に対して従来の平衡流砂量計算法を適用するものであった。見かけの掃流力から大径礫の形状抵抗を分離して有効掃流力を求める際、本研究では不動の大径礫が存在する河床を想定しているために、大径礫の移動限界を的確に評価する必要がある。移動限界については、Egiazaroffをはじめとする種々の議論があるが、その大半は、摩擦係数が一定であると仮定している。しかし、河床に存在している全粒子において摩擦係数が一定であるとは考えにくい。そこで、粒径による摩擦係数の変化を考慮した新たな移動限界式を誘導した。これは、 $d_j/d_m \geq 1$ について修正 Egiazaroff 式に鈴木ら³⁾が提案した移動限界式を適用したものであり、次式はそれをまとめたものである。

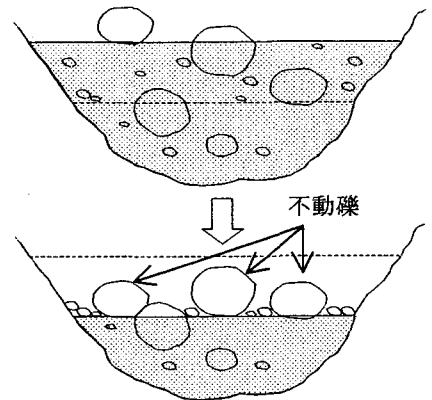


図-1 河床低下過程の模式図

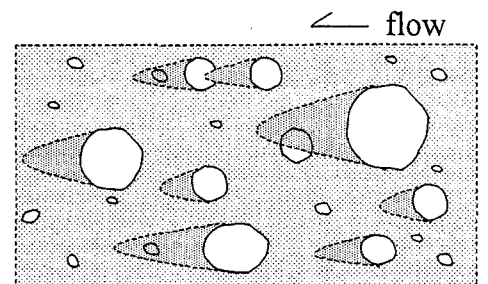


図-2 山地河床の模式図

$$\frac{u_{*cj}^2}{u_{*cm}^2} = \frac{\sqrt{3} + k_{Lm}}{\sqrt{(d_j/d_m + 1)^2 - 1 + k_{Lj}}} \cdot \left\{ \frac{\log_{10} 19}{\log_{10}(19d_j/d_m)} \right\}^2 \cdot \frac{d_j}{d_m} \quad (1)$$

ここに、 k_L : 抗力と揚力の比である。

3. 一次元河床変動実験の概要

実験には、水路幅 30cm (全幅 1m)、全長 15m の可変幅多目的水路を用いた。河床材料としては、平均粒径が 1.38mm の混合砂と 30mm、15mm の大径のガラス球を混成させたものを用いた。なお、使用した河床材料の粒径加積曲線は図-3 に示す通りである。実験においては、下流端から 5m まで 9cm

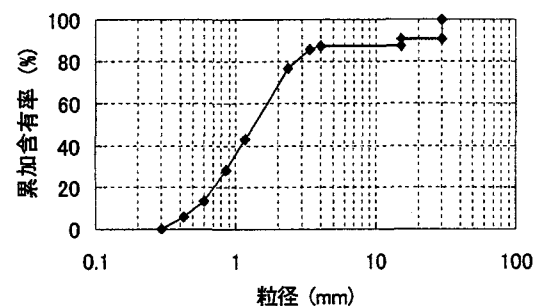


図-3 河床材料の粒度分布図

の厚さで平坦に仕上げ、残りの 50cm は混合砂を用いて逆勾配の河床面に仕上げ、所定の水理条件で通水した。このとき、30mm のガラス球は $10 \times 15 \times 3\text{cm}$ 内に 1 個、15mm のガラス球は厚さ 3cm の層を 1.5cm の 2 層に分け各層内に 1 個、それぞれについて横断、縦断方向に一様乱数を発生させ、それに合わせて配置した。水理条件としては、水路勾配 1/100 とし、一定流量 $0.01\text{m}^3/\text{s}$ の水を流した。また、下流端での流れは限界流とし、上流からの給砂量は $0\text{m}^3/\text{s}$ とした。

4. 実験結果とその再現計算結果

再現計算条件として、交換層厚さ 0.03m、粗度係数の初期値 $n=0.025$ と設定した。また、粗度係数が掃流力に影響を及ぼすと考えられるため、実験結果より粗度係数を算出し、水深と粗度係数の関係（図-4）を導き再現計算に適用した。実験結果を図-5、本研究の再現計算結果を図-6、従来の再現計算結果を図-7に示す。これらを比較すると、本研究の再現計算結果は、従来のそれよりも河床変位量の差が顕著であり、実験結果にも類似していることが分かる。

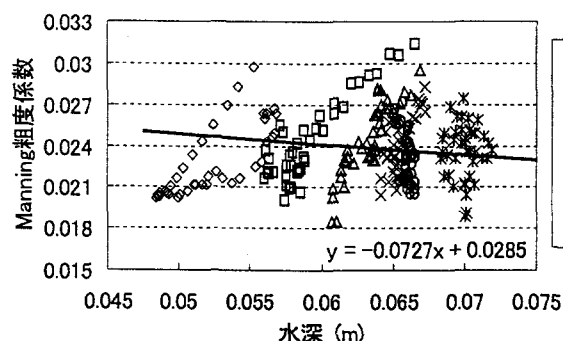


図-4 水深と Manning 粗度係数の関係

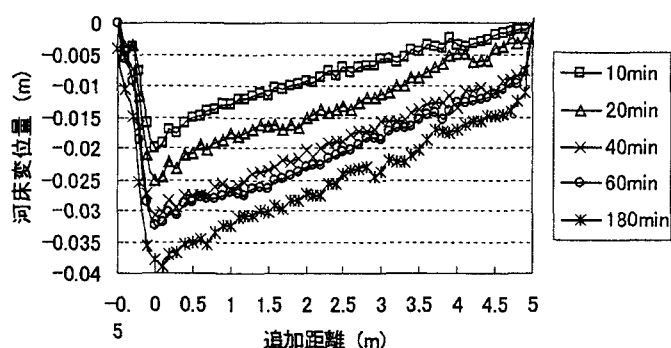


図-5 実験結果

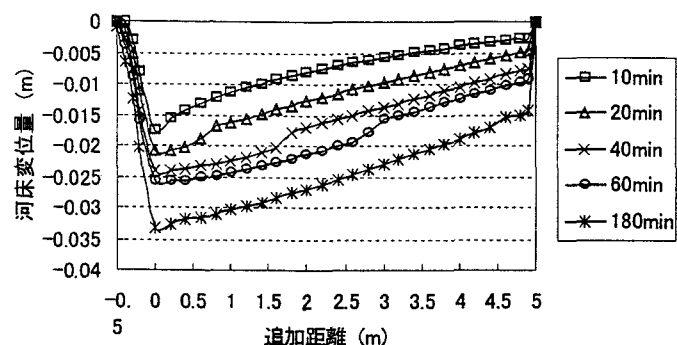


図-6 本研究の再現計算結果

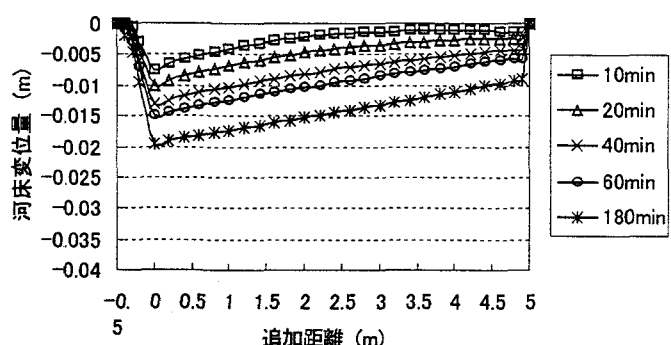


図-7 従来の再現計算結果

5. おわりに

本研究では、一次元河床変動実験を通して不動の大径礫を伴う河床の部分的な砂礫面で生じる細砂の選別流送量計算法の有用性を検証した。本研究の再現計算結果は、従来のそれよりも実験結果に類似したものとなった。また、本研究の流砂量計算法は、従来のそれより細粒成分の流送量が多く、より実現に近い流砂現象を再現できた。よって、本研究の計算法の妥当性が示された。今後、計算精度をより向上させるために、大径礫群の取扱いを検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 尾崎雅恒, 岡部健士, 竹林洋史: 抵抗分離法に基づく混合砂礫床の掃流砂量の計算法, 四国支部第7回講演概要集, pp.166~167, 2001.
- 2) 尾崎雅恒, 岡部健士, 竹林洋史: 大径礫の形状抵抗効果を考慮した一次元河床変動計算, 四国支部第8回講演概要集, pp.171~172, 2002.
- 3) 鈴木幸一・門田章宏・山本裕規: 各粒径砂礫への掃流力と限界掃流力の補正を考慮した粒径別流砂量の推定, 土木学会論文集, 第621号, pp.91-99, 1999.