

混合砂礫床のアーモアコート形成に関する研究

鳥取大学工学部

正員 道上 正規

愛媛大学工学部

正員 鈴木 幸一

ジョモケニアッタ農工大学

M.S.Ibrahim

鳥取大学大学院

学正員 ○渡邊 征爾

1. はじめに 従来、Gesler¹⁾ や平野ら²⁾によると、Armor coatの形成は比較的大きな砂粒子が停止するような水理条件になると、細かい砂のみが河床表層砂から抜け出るものと考えられていたが、ここでは、河床の粗粒化現象が、停止・揺動している粗砂の下部の空隙を埋めるように、細砂が粗砂の底部に沈み込んでおこるという仮説をもとに提唱された沈み込みモデルを使い、実験によって得られたデータを使ってその妥当性を検討する。

2. 沈み込みモデルの概説 ここでは、図-1に示すように、粗粒化現象は細砂が河床表層砂から抜けだす現象というより、停止・揺動している粗砂の下部の空隙を埋めるように、細砂が粗砂の底部に沈み込む現象が支配的ではないであろうかという仮説に基づいて、河床表層砂の粒度分布を推定する式を以下に示す。いま、 d_c 以上の粒径の砂が停止するような掃流力 τ が作用していると、 d_c 以上の粒径の砂の下に、 d_c 以下の粒径の砂の一部がその存在割合に比例して沈み込むものとする。つぎに、停止している砂がその下に作り得る空間を図-2の斜線のように V_s とすると、

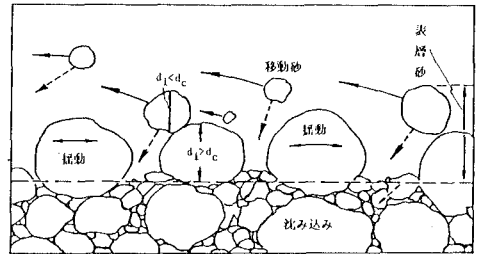


図-1 停止砂の揺動と細砂の沈み込みの模式図

$$V_s = \alpha(1 - \pi/8) d_i \quad (1)$$

となる。ここに、 α は比例定数である。また、 $V_s/(\pi/8)d_i$ に粒径 d_i の砂の元河床での存在率 i_b をかけたものが、粒径 d_i の停止している砂全体についての空間率 P_{vi} になり、

$$P_{vi} = \alpha(8/\pi - 1) i_b \quad (2)$$

で表わされる。したがって、 d_c より大きい粒径の砂全体についての空間率 P_v は、

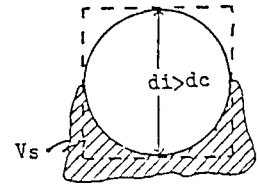


図-2 停止砂の作る下部空間

$$P_v = \sum_{d_c}^{d_L} P_{vi} = \sum_{d_c}^{d_L} \{ \alpha(8/\pi - 1) i_b \} \quad (3)$$

である。

ここに、 d_L は元河床砂の最大粒径である。このような空間に、粒径 d_c 以下の粒径の砂が元河床に存在する割合 i_{b0} に比例した量だけ沈み込むものとする。粒径 d_i の砂で粒径 d_c より小さい粒径の砂だけの割合 P_{mi} は、 d_s を元河床砂の最小粒径とすると、

$$P_{mi} = i_{b0} / \sum_{d_s}^{d_c} i_b \quad (4)$$

であるから、粒径 d_i の砂の沈み込む割合 P_{si} は、

$$P_{si} = P_{mi} \cdot P_v \quad (\text{ただし、} d_i < d_c) \quad (5)$$

で表わされる。したがって、河床表面に移動しながら残っている粒径 d_i の砂の割合 $i b'$ は、 $d_i < d_c$ に対しては、

$$i b' = i b_0 \{1 - \Delta c_i\} \quad (\Delta c_i < 1) \quad (6)$$

$$i b' = 0 \quad (\Delta c_i > 1) \quad (7)$$

である。ここに、

$$\Delta c_i = \alpha \left(\frac{6}{\pi} - 1 \right) \left(\frac{\sum i b_0}{\sum i b_0} \right),$$

$$\frac{d_c'}{d_c} \quad \frac{d_s}{d_s}$$

$$d_c' : \text{前段階で停止した限界の粒径} \quad (8)$$

一方、停止している砂の割合は変っていないから、 $d_i > d_c$ に対しては、

$$i b' = i b_0 \quad (9)$$

とする。したがって、粗粒化後の河床表層の各粒径 d_i 砂の存在率 $i b$ は、

$$i b = i b' / \sum i b' \quad (10)$$

として求めることができる。なお、各粒径別の限界掃流力 τ_{ci} は修正Egiazaroff式により求める。

3. 沈み込みモデルを用いた数値シミュレーションと実験結果の比較・検討

図-3は、実験結果（実線）および沈み込みモデルによる計算結果（破線）であり、代表的な掃流力（摩擦速度 u_* ）に対する河床砂の粒度分布を示したものである。なお、実験は図-4に示す元河床の状態から掃流力を段階的に低下させながら河床にArmor coatを形成させようとしたものである³⁾。実験結果より u が低下するにつれて河床表面が粗くなり、 u_* が6.56 cm/secまで低下した時に河床が最も粗くなっていることがわかる。また、計算結果はこの実験結果をある程度再現できていると思われる。なお、計算の際に用いた係数 α は0.9としている。

4. おわりに 本研究は、Armor coat形成過程に関して沈み込みモデルを提案し、初期の粒度分布を与えることによってArmor coat河床の粒度分布を推定する方法を示した。また、実験データを用いた検証の結果より、ある程度Armor coat河床の粒度分布の推定することは可能であることがわかった。しかしながら、 α のわずかな変化によっても粒度分布が大きく変わってくるので、今後この α に関するいっそうの検討が必要であると思われる。

参考文献

- 1) Geslier, J.: Self-Stabilizing tendencies of alluvial channels, Proc. ASCE, Vol. 96, WW2, pp. 235-249, 1970.
- 2) 平野宗夫: Armoringをともなう河床低下について土木学会論文報告集、第195号、pp. 55-65, 1971.
- 3) 道上正規・鈴木幸一: 混合砂礫河床における増水・減水時の平衡流砂量、第32回水理講演会論文集、pp. 389-394, 1988.

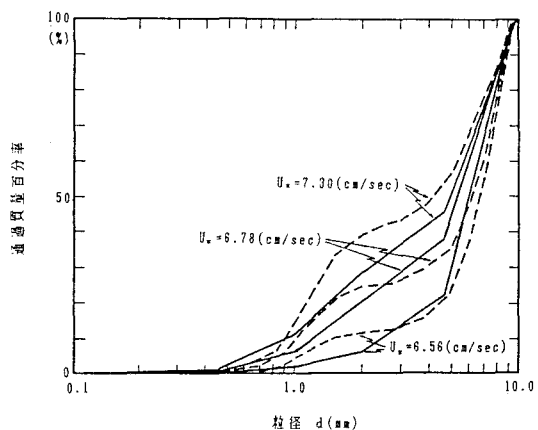


図-3 u_* の変化にともなう河床の粒度分布の変化

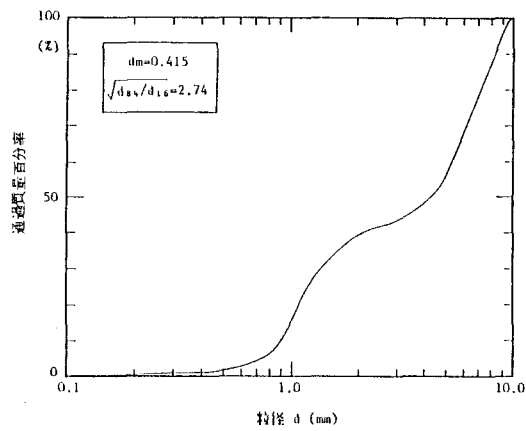


図-4 実験砂の粒径加積曲線