

河川上流に敷かれたマウンドの流送過程

鳥取大学工学部 正 員 道上正規
 京都大学農学部 正 員 藤田正治
 鳥取大学工学部 正 員 檜谷 治
 鳥取大学大学院 学生員○光辻悦馬

1. はじめに アーマーコートの発達した礫床河川でも、河床材料に藻類が繁茂するとウォッシュロードが藻類に付着し、環境上の問題が生じる可能性がある。その除去法として砂のマウンドを河川上流に置き、礫層に掃流砂を人為的に供給するものが考えられる。本研究では掃流砂が通過する礫層内の高さ方向の領域と通過時間を計算し、土砂水理学的な点からこの方法が有効になるための掃流砂の粒径、流量について実河川を対象として検討する。

2. 計算方法及び条件

擬似等流近似の下に一次元河床変動計算によって河川上流の砂のマウンドの変形・移動過程を計算する。

ただし掃流砂量式には芦田・道上式¹⁾、抵抗則にはマ

ニングの式を用いた。河床は図1のように単純化し、粒径 d_r の礫を一層の厚みで敷いた河床上を粒径 d の掃流砂が流下する過程を考える。ここで、砂の堆積面が礫頂部より Δ だけ下になれば、理論河床を礫頂部から $\Delta/4$ 下がった位置とし、礫の遮蔽効果を考慮した有効摩擦速度を摩擦速度に遮蔽係数を乗じて求めた。遮蔽係数は堆積面の高さの関数となるが、従来の研究²⁾に従うと図2の描点のようになり、ここではそれを図のような折れ線で近似した。また、砂を含まない礫層の部分の空隙率は高さ方向に一定とし、堆積面における砂の存在率は礫の細密充填状態に対して計算された砂の占有面積比に等しいものとした。

3. 実験のシミュレーション

計算方法の精度を調べるために実験のシミュレーションを行った。実験条件は、勾配0.0135、単位幅流量 $222.3\text{ cm}^2/\text{sec}$ 、礫層の粒径 2.5 cm 、マウンドの粒径 0.6 mm で、計算条件は砂と礫の空隙率は共に0.4、 Manningの粗度係数0.023である。 Manningの粗度係数は水深の実験値から逆算して求めた。上流端に敷いた三角形のマウンドの変化過程の実験値と計算値を図3に示す。計算値は通水初期を除けばほぼ実験値を再現

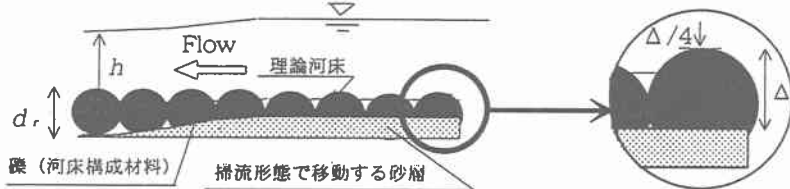


図1 河床状況説明図

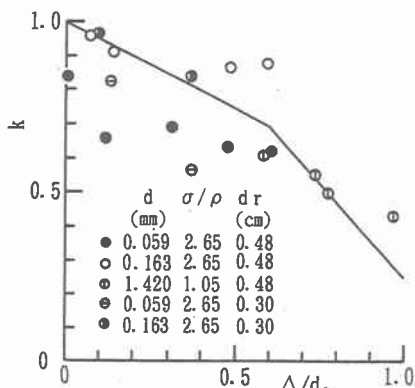


図2 遮蔽係数と砂の存在高さの関係図

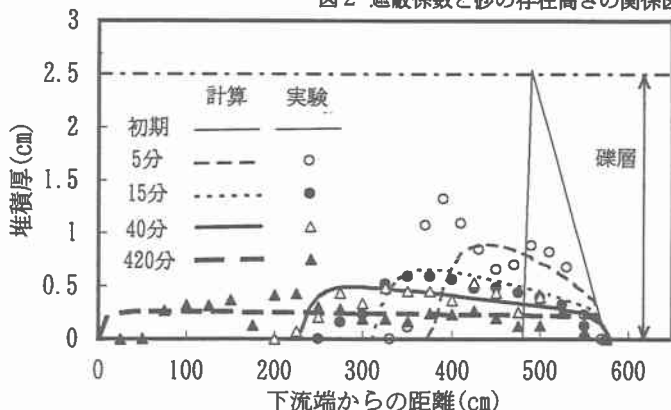


図3 堆積厚の時間的変化

している。これは遮蔽係数が適切に与えられているからであり、以下の現地の計算にもこの方法を適用する。

4. 実河川への適用

(1)対象河川の概要と計算条件 対象河川は日野川支川の俣野川で、平均勾配0.016、平均河幅14mである。河床の礫層は河床材料調査³⁾により10cmの礫で構成されているものとする。マンニングの粗度係数は0.04である。計算区間は1300mで上流端に長さ70m、高さ50cmの縦断形状が三角形のマウンドを設置した。流量とマウンドの粒径を変えてマウンドの変形・移動過程を計算した。ただし通水時間は最大30日とした。

(2)掃流砂の通過領域 図4は粒径1, 5, 10mmのマウンドを設置したときの下流端、下流端から500及び1000m地点の最大堆積厚及び最終堆積厚と流量の関係を示したもので、図中の斜線部が掃流砂の通過領域を表す。通過領域が大きい方がウォッシュロードの除去効果が良いとすると、1mmで $Q > 2\text{m}^3/\text{sec}$ 、5mmで $Q > 12\text{m}^3/\text{sec}$ 、10mmで $Q > 20\text{m}^3/\text{sec}$ という条件が求められる。ここで、この河川では $Q > 2\text{m}^3/\text{sec}$ の発生確率が70%、 $Q > 10\text{m}^3/\text{sec}$ が5%だから平水時にマウンドを流すとすればマウンドの粒径は1mm、洪水時なら5mm程度でも良いことになる。また図4によると下流より上流の方が除去効果大きいことが分かる。

(3)掃流砂の通過時間 図5は粒径1mmのマウンドを設置したときの掃流砂の通過時間と流量の関係を示したもので通過時間は下流の方が長い、 $Q > 2\text{m}^3/\text{sec}$ ではおよそ50時間以内となっている。また、 $Q < 2\text{m}^3/\text{sec}$ になると急激に通過時間は長くなる。

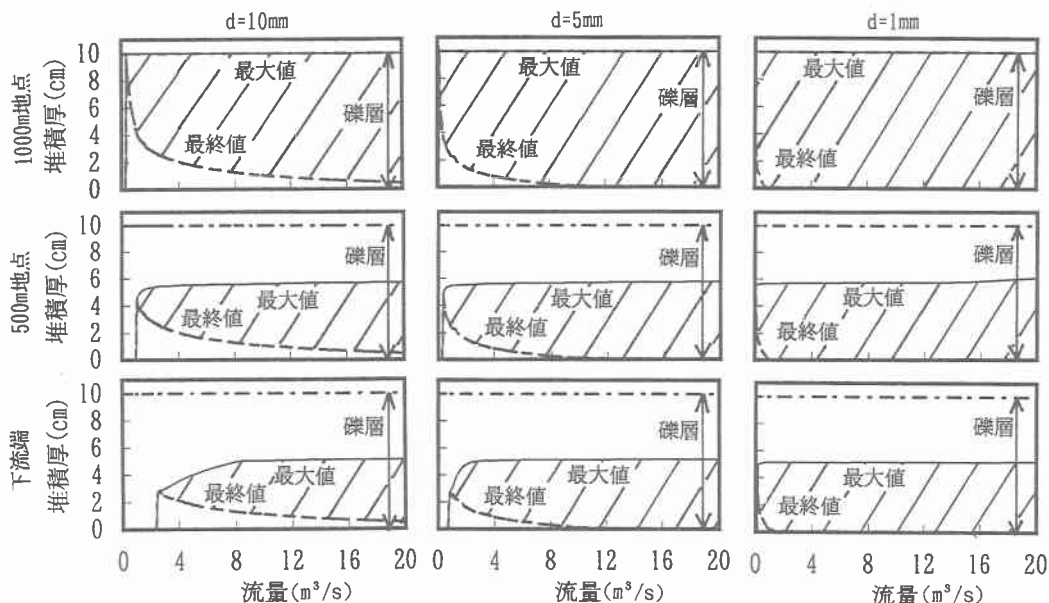


図4 最大・最終堆積厚

5. おわりに 今後は礫や藻に付着したウォッシュロードが掃流砂によって除去されるメカニズムを明らかにする必要がある。

参考文献

- 1) 芦田ら：土論、206号、1972.
- 2) 芦田ら：土論、375号、1986.
- 3) 中電技術：俣野川河床材料調査報告書、1995.

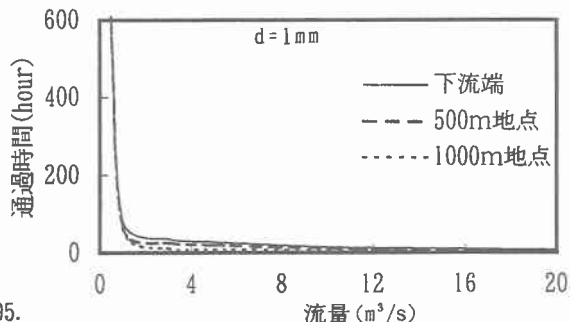


図5 通過時間