

II-160

非平衡状態での河口砂州の崩壊実験

東北大学大学院 学生員〇邵 小敏

東北大学工学部 正会員 山路弘人

東北大学工学部 正会員 首藤伸夫

1. はじめに

発達した河口砂州により河口位置がきわめて偏倚している場合、または河口が閉塞されている場合に大出水があると、流れは砂州を乗り越え、これを洗掘して新河口を形成する。土屋ら¹⁾は、通常の流砂量公式を用いた河床変動計算では、砂州崩壊速度が過小に見積られることを報告しているが、その原因については明確には述べていない。小川ら²⁾は砂州崩壊の実験から、流砂量の非平衡性、流れが不等流である事による底面摩擦力の修正などを考える必要があることを指摘している。ここでは、移動床実験を行なった結果を報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験は図-1に示す幅15cm、高さ45cm、長さ5.5mの水路で行なった。下流末端には量水堰が設置されている。水路中央部3m区間はガラス張りとなっており、ここに砂州の模型を粒径0.33-0.43mm、比重2.65の川砂で作製した。砂州の斜面は安息角よりも緩やかなものとした。単位幅当たりの流量を、74.64、106.5、211.8 cm²/sの3種類にかえて実験した。水面及び砂面の時間的変化は、2台のカメラで5秒間隔で撮影した。

3. 実験結果と考察

本実験の範囲では、砂州崩壊過程は流量の違いにあまり左右されなかった。以下には、流量211.8 cm²/sの場合について述べる。

図-2が、時間的な経過である。水路最上端で一定量の流量を供給しても、砂州直上流の断面 $x=0$ では、砂州頂部位置の変化にともない、当然の事ながら水位が変動する。水が砂州の頂部を越え、裏法肩及び裏法から図-2に示すような経過で洗掘されていく。下流水平部に流された砂は、 $t=50$ s頃には明確に認められる反砂堆をつくり、水面もこれを反映して跳水となった。

砂面の連続式に基づいて流砂量 q_b を算定し、無次元漂砂量 $\phi = q_b / (\sqrt{s} g d_{50}^3)$ として、時間的場所的变化を図-3に示す。ここに、 s は砂の水中比重、 d_{50} は中央粒径である。 $x=130$ cmに流砂量の最大がみられる。ここは、堆積洗掘の分岐点で、この点を決定することは、今後の解析に際し重要な意味を持つものと考えられる。

図-4は、流砂量と流速の関係を示したものである。ここで、流砂量には斜面勾配の影響を補正しなくてはならない。補正係数 $f = (1 - \tan\theta/\mu_r) \cos\theta)^{-1/2}$ を使い、修正された無次元流砂量は $\phi_s = f\phi$ で与えられる。 θ は斜面勾配、 μ_r は砂の水中での静止摩擦係数である。なお、局所的な流速も、

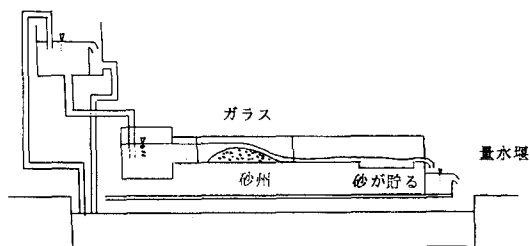


図-1 実験装置

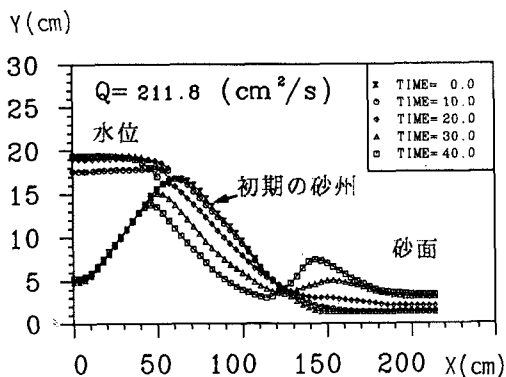


図-2 水位と砂面の経時変化

砂面及び水面の時間的場所的変化を考慮して求められなくてはならない。砂州上流での水位変化から、上流域での貯留量を補正して砂州上を流れる流量を決め、砂州各地点の水深を使って平均流速 u を求めた。さらに、砂を動かすのに有効な速度 u_E としては砂の移動限界流速以上の流速が有効であるとして、 $u_E = fu - u_c$ のように求めて $u^* = u_E^2 / (sgd_{50})$ で無次元した。ただし、 u_c は水平床での移動限界速度である。図中の直線は最小自乗法により求めた関係で、洗掘時、 $\phi_s = 10^{-2.41} (u^*)^{1.43}$ で、堆積時、 $\phi_s = (u^*)^{0.56}$ で与えられる。

図-5は、在来の式との差を見るもので、土屋らの流砂量式 $\phi_m = 6.47(1.55 - 0.2025 + 0.104\tau_*^{-1})\tau_*^{3/2}(1 - \tau_c/\tau_*)$ の、ここでの実験値 ϕ に対する比 α を示している。全体的に土屋らの値が小さい。すなわち、非平衡性の影響が無視できないことは明かである。 α の極大値の生ずる位置は時々刻々変化している。第一の極大値は、初めは砂州頂部に近い裏法に生じているが、次第に裏法下方に移動する。第二の極大値は、初めは明確ではないが次第に発達するとともに下流に位置を変える。こうした変化が何に基づいているかは今の段階では明かではないが、局所的な非平衡性が主原因であることは間違いないものと思われる。今後の重要な課題である。

4. おわりに

二次元的な河口砂州の崩壊の移動床実験を行い、流量の修正が必要であること、平衡状態の式では必ずしも正確な評価ができないこと、河口砂州の非平衡状態での掃流砂量を河床勾配により修正すると有効速度との間の簡単な関係が得られることが分かった。今後、移動床、固定床実験を追加し、流砂量、流速、剪断力などの詳細を検討する予定である。

【参考文献】

- 1) 土屋、山口：河口砂州の崩壊に関する研究、第11回水講、PP. 37~42. 1967.
- 2) 小川、首藤：河口砂州の崩壊に関する実験的研究、東北地域災害科学研究報告、第21巻、PP. 22~25. 1985.

図-5 平衡流砂量と非平衡流砂量の関係

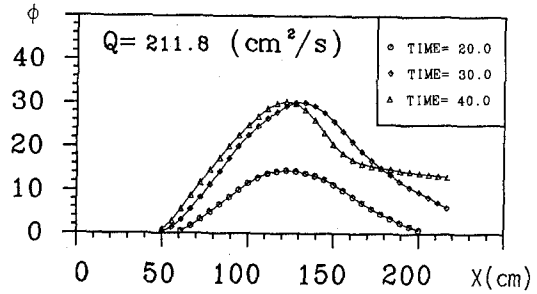


図-3 流砂量の経時変化

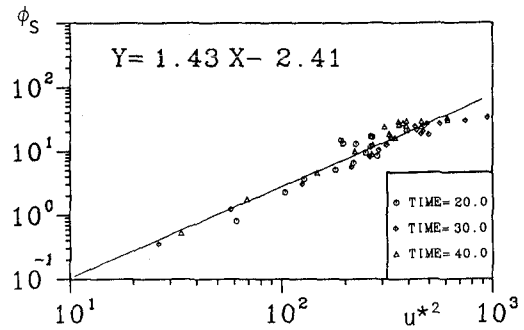


図-4 a 洗掘時の流砂量と流速の関係

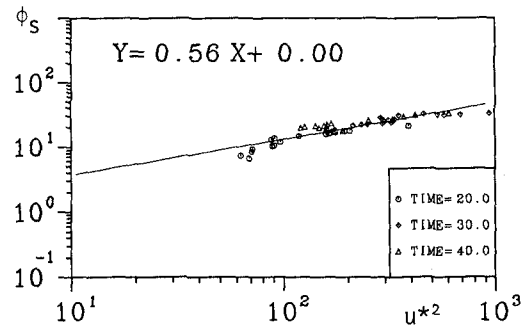


図-4 b 堆積時の流砂量と流速の関係

$$\alpha = \phi_m / \phi$$

