

宇都宮大学工学部 学生員 高山博行
 宇都宮大学工学部 学生員 羽鳥定久
 宇都宮大学工学部 正 員 田中 仁
 宇都宮大学工学部 正 員 須賀亮三

1. はじめに

河口砂州の形成・成長に関する研究は、従来その多くが二次元的現象に限定されたものが多く、その三次元的挙動について言及したものは、ほとんど存在しない。そこで、本研究では平面水槽を用いて河口前面における流出土砂の堆積特性について実験を行い、その成果を基に、河口前面におけるテラス地形の予測に関する検討を行った。

2. 実験方法

実験には幅350 cm、長さ540 cm、深さ60 cmの平面水槽を用いた。実験装置及び実験条件等の詳細については前報¹⁾に示したので、ここでは省略する。海浜部はベニア製の固定床であり、勾配は 1/10 である。沖側の一様水深部の深さは25 cmとし、海浜部に幅30 cmの河道を設け、沖に向けて導流堤（両側）を設置した。実験で用いた底質粒径は $d_{50} = 0.02$ cmの豊浦標準砂である。本研究では、河川流による排出土砂の河口前面での堆積過程（河口テラスの形成）に焦点を絞り、波浪を作用させない状態で一定の河川流量を流し、同時に給砂を行った。地形測定には、水陸両用連続式砂面計を用いた。

3. 実験結果

河川流量の大小により各ケースのテラス地形は、それぞれ岸沖方向に細長く成長してゆくものと、横断方向に成長してゆくものとに大別できる。その顕著な例を図1(a), (b)に示す。テラスの非対称性に関しては全11ケースのうち、1ケースを除いて顕著ではなかった。以下ではある程度テラスが対称性を保持しているものについて、簡単なモデルによりテラス形状の予測を行う。

まず、図1に示されたテラス形状のaspect ratioを支配する最大要因は、河口部における流れの土砂輸送能力であると考えられる。そこで、aspect ratio B/L と無次元掃流力 τ_* との関係を調べた結果が図2である。ただし、河道内では平衡状態の土砂輸送が生じると仮定し、供給土砂量と土研公式とから τ_* を逆算した。また記号の定義は図3に示した。砂面はテラス外縁においてほぼ水中安息角で堆積しており、ここではテラス形状を代表するスケールとして上部の平坦面における諸元を採用した。本実験データを基に τ_* と B/L の関係から次の回帰式を得る。

$$B/L = 1.08 - 0.972\tau_* \quad (1)$$

次に、テラス形状の相似性について着目し、図3に示した X, Y 座標をそれぞれ B, L で規格化して無次元化すると形状を最も良く表現する関数型は次式のようなであった。

$$X^* = X/B = 0.5 \sin(2.9\theta)$$

$$Y^* = Y/L = \cos^2(2\theta) \quad [\text{ただし } -45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ] \quad (2)$$

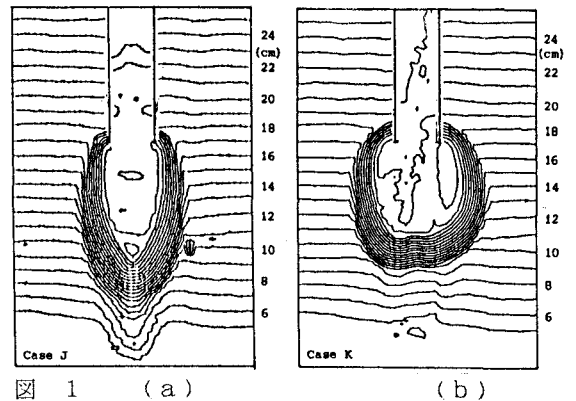


図 1 (a)

(b)

実測形状と上式により与えられる形状との残差の自乗の平均値が最小となる様にべき乗 n の値を定めた。 n と B/L との関係として最小自乗法により次式を得た。

$$n = 1.02 (B/L)^{-1.08} \quad (3)$$

テラス形状が式(2)により与えられれば、座標系 (X', Y') における無次元面積 A^* は次式で与えられる。

$$A^* = 2n \int_0^{\theta} \sin(2.9\theta) \sin(2\theta) \cos^{n-1}(2\theta) d\theta \quad (4)$$

上式の積分はシンプソン公式により行った。

以上のテラス形状に関する成果をもとに土砂量の連続条件を考えると、次式を得る。

$$hL_1b + \frac{h+h_1}{2}L_2b + \frac{A+A'}{2} \frac{h_1+(h_2+h_3)/2}{2} = q_b b t \quad (5)$$

ただし q_b は単位当りの給砂量(空隙を含む)、 t は給砂時間を表す。上式の第3項は未知量であり、他はすべて既知量である。上式中の h_1, h_2, h_3 は

$$h_1 = h + L_2 \tan \phi \quad (6)$$

$$h_2 = h + (L_2 + L) \tan \phi \quad (7)$$

$h_3 = h + (L_2 + L) \tan \phi + (L' - L) \tan \phi = (L' - L) \tan \theta$ (8)と表される。 L' は式(8)より次式を得る。

$$L' = (h + L_2 \tan \phi + L \tan \theta) / (\tan \theta - \tan \phi) \quad (9)$$

また、実験結果を踏まえて、 $B/L = B'/L'$ とする。式(1)により $B/L = f_1(\tau)$ 、 A^* は n の関数、 n は B/L の関数となっているので、 $A^* = f_2(\tau)$ と表される。従って式(5)中の A, A' は

$$A = A^* BL = f_1 f_2 L^2 \quad (10)$$

$$A' = A^* B' L' = f_1 f_2 L'^2 \quad (11)$$

となり、式(5)は L のみを未知数とする方程式となる。ここで L が求まればテラス上面の外縁から安息角で下方に向かう母線を描けば、堆砂斜面形状を得る。以上の手法により予測されたテラス地形と実測形状との比較を図4に示した。両者は比較的良好な一致を示している。

3. まとめ

河口テラスの形状がその後の河口閉塞過程に重要な意義を持つものとしてテラス地形の予測方法を検討してきた。今後、現地データとの比較を行い、本モデルの妥当性を検討したい。最後に、本研究の一部は文部省科学研究費(自然災害特別研究, 研究代表宇都宮大学教授 須賀寛三)の補助を受けて行われたことを付記する。

参考文献

- 1) 田中 仁・須賀寛三・高山博行・羽鳥定久: 河口部の流れと河口砂州の形成に関する研究, 第31回水理講演会論文集, pp. 737~742, 1987.

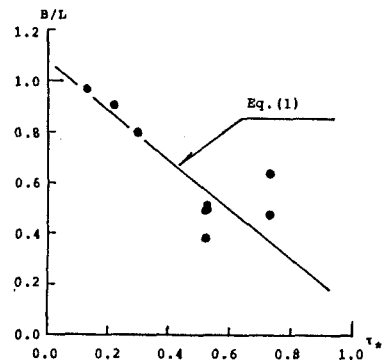


図 2 B/L と τ の関係

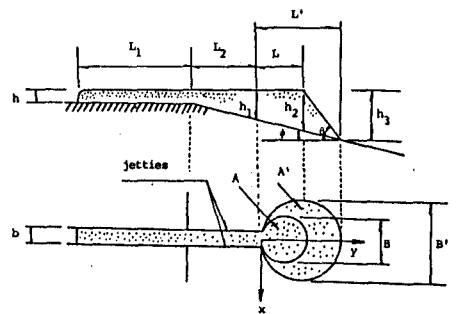


図 3 記号の定義

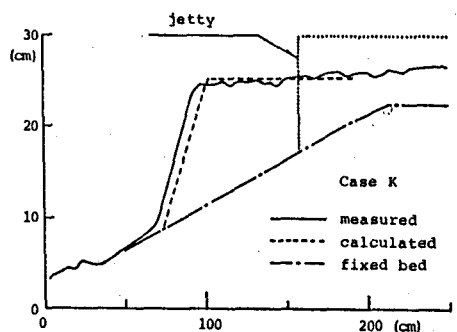


図 4 実測値と予測値との比較