

II-25

波による河口砂州の形成に関する実験

東北大学大学院 学生員 ○和田 尚大
 東北大学大学院 正 員 田中 仁
 東北大学大学院 正 員 山路 弘人

1. はじめに

外洋に面し、砂が多く堆積する河口では、地形は刻々と変化しており、ときに閉塞傾向を呈し河川の流下能力の低下につながる。近年、このような場所で予め砂州の存在を前提とした河道計画が注目され始めている。これは河口砂州の波浪・塩水遡上阻止効果を積極的に利用していかうとするものである。

このような自然の営力を考慮した河道計画を実現していくためには、波浪などの外力に対応した河口砂州の挙動を把握することが非常に重要となる。そこで著者らは砂村ら（1994）による浸透性の砂浜海浜におけるバームの高さの定式手法を準用し、波浪によってできる河口砂州の平衡高さ算定式を過去に提案している。本研究ではさらに河口砂州の長さに着目し、与えられた底質・波浪条件下で形成される砂州の長さがどのようなパラメータによって決定されるのか、定式化を試みた。

2. 砂州高さと長さに関する考察

以下に述べる各種記号を図-1のように定義する。著者ら（1997）は砂州の平衡高さ H_R は波の遡上高さ R と密接に関連しているものと考え、砂村ら（1994）が示した浸透性の砂浜海浜における波の遡上高さを表す式をもとに平衡砂州高さ算定式を導いた。

$$H_R / H_0 = 0.227 (H_0 / L_0)^{-13/20} (\sqrt{g H_0} / w_0)^{-1/2} F(D_*) \cdots (1)$$

ここで、

$$F(D_*) = \left\{ f(D_*) \right\}^{-1/2} \phi(D_*)$$

$$w_0 = \sqrt{s g D} \left(\sqrt{2/3 + 36/D_*} - \sqrt{36/D_*} \right)$$

また、 H_0 、 L_0 は沖波の波高と波長、 w_0 は底質の沈降速度、 D は無次元粒径（ $= \sqrt{s g D^3} / \nu$ ； ν は動粘性係数）、 ϕ は海浜堆積物の粗度と透水性に依存する減少係数、 D は底質粒径、 s は水中比重、 g は重力加速度である。

次に砂州長さ L_R の定式化を行う。

$$\tan \theta = H_R / \alpha L_R \quad (\alpha \equiv \text{const})$$

と表される。前報のように

$$\tan \theta \propto (g T^2)^{1/4} D^{1/4} H_b^{-1/2}$$

$$H_b / H_0 = 0.563 (H_0 / L_0)^{-1/5}$$

の関係を用いて整理すると、最終的に

$$L_R / H_0 \propto (H_0 / L_0)^{-1/2} \phi \cdots (2)$$

の比例関係が得られる。 H_b は砕波波高である。

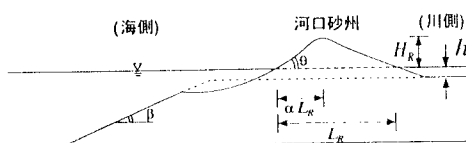


図-1. 記号の定義

3. 砂州の形成実験

河口部における砂の挙動は一般的に非常に複雑であるが、ここでは波により形成される砂州に着目していくため、次のように簡略化した地形を設定して実験を行った（図-2）。

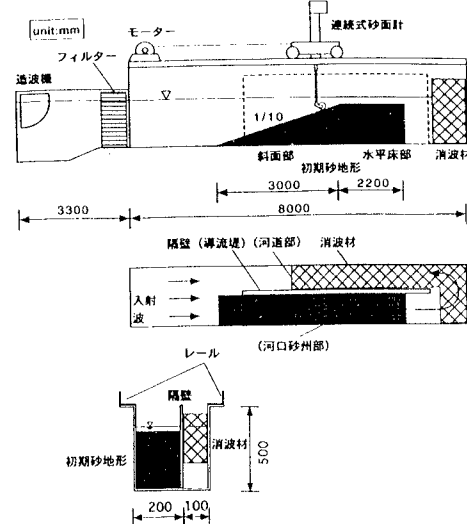


図-2. 実験装置

これは導流堤を備えた河口と、それに隣接する河口砂州をモデル化したものであり、砂州部分は洪水時の越流によってフラッシュされ河口部水面以下に低減した地形を想定している。これを初期地形として $h=0.0$ の下、波を作用させ、その変化を観察した。長さ11.3 m、幅30 cm、深さ50 cmの水路を隔壁で仕切り、一端に無段変速式の造波機をとりつけた。波を作用させながら、一定時間おきに台車に設置した連続式砂面計で地形の変化を測定し、地形が平衡に到るまで続けた。なお砂州を越流した水は河道部分をとおって環流できるので水路内の静水位はどこも一定に保たれる。また導流堤周りの水流が地形変化に影響を与えないよう、隔壁端を移動限界水深より深くなる地点まで十分離してある。初期地形の海底勾配は1/10、底質の中央粒径は0.26 mmである。表1に示すケースについて実験を行った。波によって砂の堆積傾向は異なるが、ここではフラッシュ後の砂州が回復する過程を考察するため、砂州頂が水面上に現れる場合を選んで行った。

表-1. 実験条件

	周期T(sec)	沖波波高 H_0 (cm)	波形勾配 H_0/L_0
case1	1.5	2.6	0.0074
case2	1.13	4.5	0.023
case3	1.3	4.2	0.016
case4	1.81	2.4	0.0047
case5	1.81	3.4	0.0066
case6	1.5	3.9	0.011

4. 実験結果

いずれのケースも地形の変化が平衡に到るまで5～20時間程度要した。地形の時間変化の例を図-3に示す。実験開始とともに斜面部の砂が岸方向に運ばれ堆積し始める。始め砕波点付近が急速に洗掘されるが、次第に浸食部分は沖に向けて拡大する。しかし実験終了時まで移動限界水深以下の砂はほとんど運搬されないことがわかる。砂州自体は遡上する波が越流しなくなるまで高まるが、その後は沖方向へと伸張し、砂が沖から供給されなくなり、斜面上を往復する砂の量が等しくなると、平衡に到る。

いま底質粒径を一定値とすれば、先ほどの無次元化した砂州幅と波形勾配の比例関係から、実験値と(2)式をあわせて示すと図-4のようになる。図中の実線は(2)式に比例定数を4.0を導

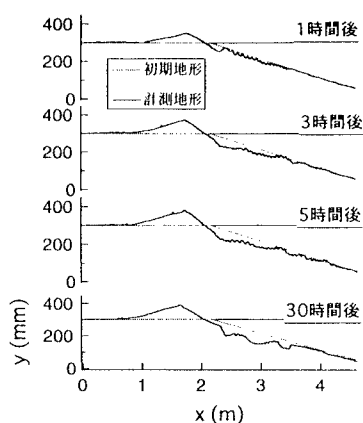


図-3. 地形の変化 (case3)

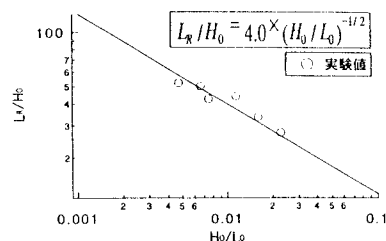


図-4. 実験値と理論値の比較

出したものであり、このとき実験値の傾向を上手く説明することができる。

5. おわりに

本研究では過去に提案した波浪・底質条件から河口に発達する砂州の平衡高さを推測する手法を用い、波浪と河口砂州長さの関連性を示すパラメータを決定した。次に小型水路を使った砂の堆積実験を行い、実験スケールの砂州長さもこのパラメータを適用して波浪と関連づけることが可能であると示された。

参考文献

- 1) Okazaki, S. & Sunamura, T.: Quantitative predictions for the position and height of berms, Geographical Review of Japan Vol.67 (Ser.B), No.2, pp.101-116, 1994
- 2) 和田尚大・田中 仁: 河口砂州の現地調査と平衡高さ算定式の提案, 海岸工学論文集, 第44巻, pp.596-600