

河口形状に及ぼす水理・海象条件と離岸堤効果の検討

日本大学工学部 学生会員 ○木村 将哉
 日本大学工学部 正会員 手塚 公裕
 日本大学工学部 正会員 長林 久夫

1. はじめに

砂浜海岸に位置する中小河川の河口形状は河川掃流力と漂砂の河口への押し込み量によって決定される。河口閉塞のモデル化は Ogawa et al¹⁾, 田中²⁾らによって提案されている。完全閉塞に至る経過において河口位置が右岸や左岸に大きく偏奇する現象があり、夏井川、滑津川、導流壁建設前の鮫川など多くの河川で確認されている。しかし、この現象に至る経移や、発生条件などは不明な部分が多い。本研究では、河口が偏奇する現象を把握する初歩的な実験を行い、河口形状の力学的パラメータを検討した。また、この現象に対する海岸構造物(離岸堤)の河口安定化への寄与についても検討を行った。

2. 実験概要

2.1 河口形状実験

実験は、縦 10m、横 4m の平面水槽造波装置内に前浜勾配 6°の砂浜を設置し、深さ 0.02m、川幅 0.1m の開削水路を中央部に設置し、海岸の波向き角が南東の夏井川河口の沿岸流を再現した。河川流量、潮位差は一定になるよう水中ポンプで調節し、波高、周期を表-1により変え実験した。水理・海象条件は 32 パターンとした。実験時間は 30 分とし、実験後の平面形状を写真撮影した。主な結果を写真-1 から写真-3 に示す。河口形状の流路が直進している安定河道、砂嘴が右岸から延長するものを蛇行河道、蛇行河道を経て河口が完全閉塞した後、河川流が砂州高の低い場所へと流れ、海岸と平行な水路が形成される偏奇河道に分類した。

2.2 離岸堤による河口安定化実験

離岸堤による河口安定化実験では、トンボロの形成による波エネルギーの減少効果に着目した。河口部右岸を基準とし、沖合位置、沿岸位置、堤間隔を設定し、河口閉塞実験で最も偏軌河道となるパラメータを選択し、それぞれの設置条件(表-2)を組み合わせ(12パターン)離岸堤による河口安定化を検討した。図-1 に離岸堤の設置位置図を示す。なお、これらの実験は現地を想定した縮尺模型ではなく、河口形状を決定する力学的パラメータを理解するための基礎実験であり、模型寸法へのフルードの相似則は考慮していない。

3. 河口形状に及ぼす力学的パラメータの検討

河口に堆積する砂州の高さは、波浪により河口部に輸送される漂砂と、河川の掃流力による漂砂の排出効果のバランスにより決定²⁾される。砂州堆積高さについて図-2 のような河口モデルを想定して、漂砂量 Q_s と河川掃流力 q_B の比の関数で示されると仮定した。

$$\frac{h_s + \eta}{H_b} = \frac{R}{H_b} = K \left(\frac{Q_s}{q_B} \right)^n \quad (1)$$

キーワード: 河口閉塞, 河口形状, 離岸堤

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中原 1 日本大学工学部水環境システム研究室 TEL024-956-8724

表-1 河口閉塞実験パラメータ

流量 (ml/s)	潮位差 (m)	波高 (m)	周期 (s)
100	0.09	0.04	0.80
			1.00
140	0.11	0.05	1.20
			1.40

表-2 離岸堤実験設置位置

堤数 (個)	沖合位置: Y (m)	沿岸位置: X (m)	堤間隔 (m)
1	0.30	0.20	0.05
2	0.40	0.30	0.10

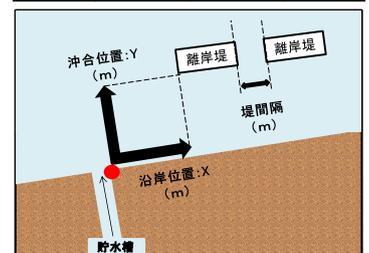


図-1 離岸堤の設置位置図

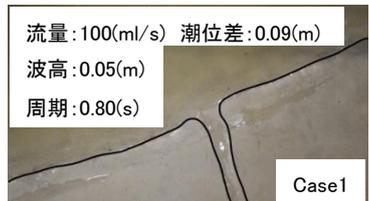


写真-1 安定河道

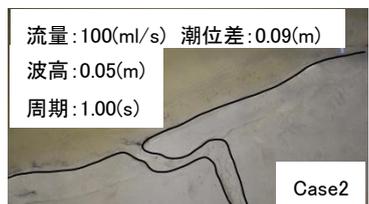


写真-2 蛇行河道

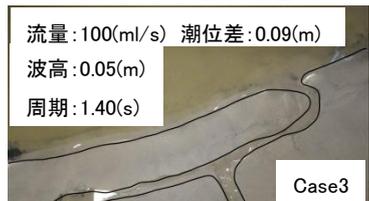


写真-3 偏奇河道

ここで、 h_s : 砂州堆積高、 η : 潮位差、 H_b : 碎波水深、 R : 海面からの遡上高 K : 定数、 n : 指数、 Q_s : 漂砂量、 q_B : 流砂量である。また、本実験では、 R を Saville³⁾の仮想勾配法より求め、図-2 の h_s 、 R 、 η の関係より h_s を R - η として求めた。

河川流によって排出される単位幅の流砂量 q_B は Einstein⁴⁾の式を用いた。

$$q_B = \sqrt{(\gamma_s - 1)gd^3} q_B^* \quad (2)$$

ここで、 γ_s : 砂の比重、 g : 重力加速度、 d : 粒径、 q_B^* : 掃流砂量である。掃流砂量 q_B^* は土研式(佐藤・吉川・芦田⁵⁾)より求めた。また、波浪により輸送される漂砂量は次式⁶⁾で評価した。

$$Q_s = \alpha P_1^n \sin \theta \cos \theta \quad (3)$$

ここで、 α : 漂砂量係数、 n : 漂砂量指数、 P_1 : 碎波点における単位幅当りの波浪エネルギーフラックス、 θ : 汀線の法線方向に対する碎波波浪の入射角である。 α 、 n は Savage⁷⁾の算出条件を適用し、 $\alpha=0.217$ 、 $n=1$ と評価した。

図-3 に河口砂州高に及ぼす掃流砂と漂砂の関係を河口形状実験で分類した河口形状別に区分したものを示す。ここで図-3 中の実線で区切られた 1 の領域を安定領域、2 の領域を混合領域、3 の領域を偏奇領域と仮定した。この図より掃流砂に対し漂砂量が多くなるほど河口形状が偏奇していくのがわかる。一方、海面からの遡上高と碎波水深の比による砂州堆積パラメータが河口形状を決定する因子と考えていたが、 R/H_b の増減による河口形状の領域分けが不明確であり今後の課題となる。

4. 離岸堤による河口安定効果の検討

Case3 の偏奇河道になるはずの条件に離岸堤を設置した結果を写真-4、写真-5 に示す。これは離岸堤背後に形成されるトンボロが河口部に輸送される沿岸漂砂を捕捉した効果によるものだと考えられる。写真-5 では、写真-4 より沖合位置を離れたことで蛇行河道であった河道が安定河道となった。これは、沖合位置を離すことでトンボロが発達する範囲が広がり、より多くの沿岸漂砂を捕捉したと考えられる。しかし、実験時間の延長や、設置位置をより離れた場合、トンボロの形成過程が変化し実験結果に差異が生じると考えられ、より詳細な検討が必要である。

5. まとめ

河口閉塞実験の結果より河口形状を 3 つに分類し、漂砂量の増加により河口形状が偏奇傾向になることが判明した。離岸堤実験では、離岸堤を設置したことにより河口が安定化傾向になることが判明した。

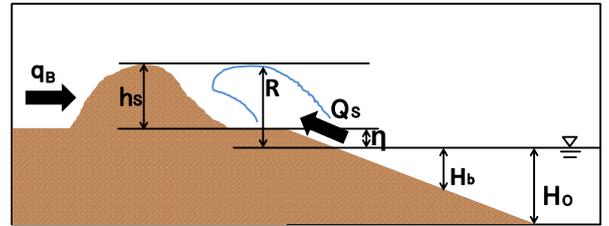


図-2 砂州高変化モデルの概要

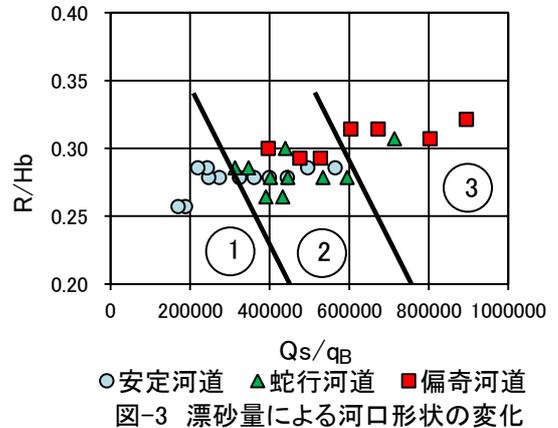


図-3 漂砂量による河口形状の変化

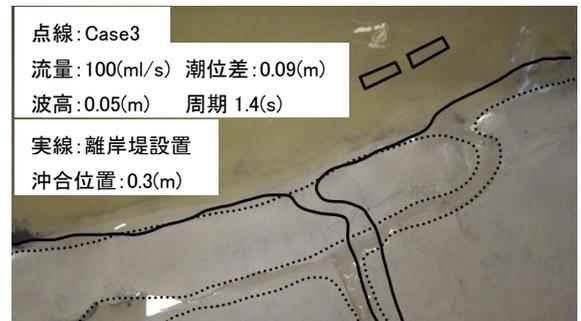


写真-4 離岸堤の有無による河口形状の相違

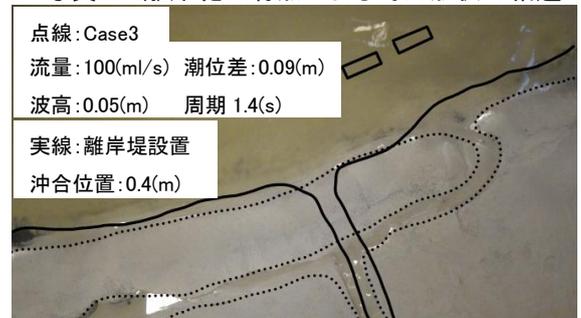


写真-5 沖合位置を離れた場合による河口形状の変化

参考文献

- 1) Y.Ogawa et al; Change in the cross-sectional area and topography at river mouth, Coastal Engineering in Japan, 27(1984), pp233-247
- 2) 田中仁; 河口域の流れと地形, 日本流体力学会(2005), pp40-42
- 3) 水理公式集(1999), 土木学会, 474p
- 4) 水理公式集(1999), 土木学会, 162p
- 5) 水理公式集(1999), 土木学会, 163p
- 6) 服部昌太郎, 海岸工学, コロナ社, 145p
- 7) 服部昌太郎, 海岸工学, コロナ社, 146p