

中小河口における閉塞要因の実験的検討

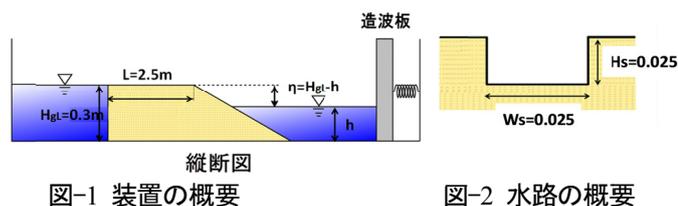
日本大学工学部 学生員 齋藤 聡明
 日本大学工学部 正会員 手塚 公裕
 日本大学工学部 正会員 長林 久夫

1 はじめに

砂浜海岸に河口を有する河川は閉塞しやすく、人工開削による効果は数日程しか続かないことも報告されている。開削水路の閉塞条件は河川流と潮汐流による流砂量収支によって決まるが、河口の砂州高や位置に関する検討は少なく、本研究では効果的な開削条件を見出すために、これらに関する実験的検討を行った。

2 実験概要

装置概略図を図-1に示す。長さ20m、幅0.8mの二次元造波水路の終端から6m地点に堆積長2.5m、堆積高0.3m、前浜勾配1/10、平均粒径97.24 μ mの砂浜海岸を設けた。また、水中ポンプを用いて河川流量と潮位差を任意に設定することが可能で、図-2に示す高さ0.025m、幅0.05mの開削水路を有する河口モデルで実験を行った。



2.1 開削水路拡張実験

河川流による開削水路の拡張に関する実験を行った。通水時間を10分とし、表-1のパラメータで実験を行い、レーザー変位計を用いて拡張後の水路形状を計測した。

2.2 開削水路の開口・閉塞実験

開削水路の開口と閉塞に及ぼす河川・海象条件に関する実験を行った。表-1のパラメータで30分間実験を行い、砂州の縦断形状から最大堆積高と頂点位置を求めた。

表-1 実験パラメータ

実験名	流量Q(ml/s)	潮位差 η (m)	波高H0(m)	周期T(s)
開削水路拡張実験	100	0.015	—	—
開削水路の開口・閉塞実験	150	0.035	0.02、0.03	2
	250	0.055	0.04、0.05、0.06	3

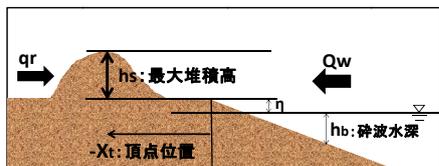


図-3 砂州堆積変化モデルの概要

キーワード: 河口閉塞、人工開削、河口砂州形状

連絡先: 〒963-8642 郡山市田村町徳定字中河原 1

3 実験結果および考察

3.1 開削水路拡張実験

図-4、図-5は開削水路の拡張後の形状を示したもので、縦軸は初期深さ H_s 、横軸は初期幅 W_s で無次元化している。図-4は潮位差 η による変化を表したもので、 η の増加に対し水路深さが増加している。図-5は流量 Q を変えたもので、流量が増加することで水路幅は増加するが水路深さが埋め戻しにより減少することが示された。

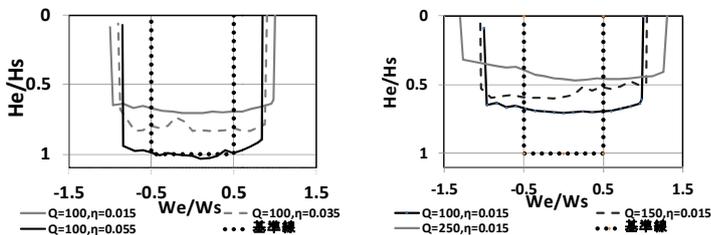


図-4 水路横断形状(潮位差) 図-5 水路横断形状(流量)

次に、これらの実験値を基に、Ogawa et al¹⁾や田中²⁾によって提案されている河口閉塞開口の数値モデルを用いた検討を行う。

$$(1-\lambda)Lh \frac{dB}{dt} = e_r q_r B - e_w (1-\lambda) Q_w \quad (1)$$

ここで、 B :水路幅、 h :水路水深、 λ :砂の空隙率、 t :時間、 q_r :流砂量、 e_r :流れによる土砂排出の効率、 e_w :波浪による沿岸漂砂の押し込みの効率、 Q_w :沿岸漂砂量である。また、流砂量は Einstein の式を用いた。

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

ここで、 q_r^* :掃流砂量、 γ_s :砂の比重、 g :重力加速度、 d :粒径である。 q_r^* は土研式(佐藤・吉川・芦田)を適用し評価している。また、拡張実験では漂砂量 Q_w を0となり、 e_r は式(1)から次式が得られる。

$$e_r = \frac{(1-\lambda)Lh}{q_r t} \log \left| \frac{B}{B_0} \right| \quad (3)$$

図-6、図-7に無次元水路幅と深さに及ぼす q_r の関係を示す。これらは、水路幅に対しては流量増加の影響が大きく、水路深さは流量が大きいものほど埋め戻し効果が大きく、 q_r の増加に伴って水路深さが増加することを示している。

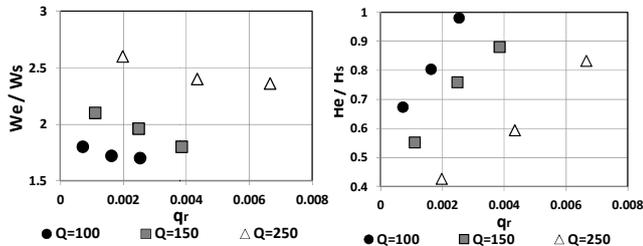


図-6 水路幅と q_r の関係 図-7 水路高と q_r の関係

図-8 に式(3)から求めた e_r と q_r の関係を示す。 q_r が大きくなることで開削水路一杯の安定した水流となり e_r は一定値に近づく。また、 q_r が小さい場合は水路内に水が側壁に沿って流れるため侵食量は大きくなり、 e_r は大きくなる。

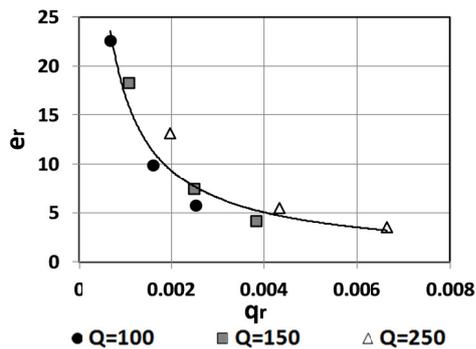


図-8 e_r と q_r の関係

3.2 開削水路の開口・閉塞実験

図-9 は河口砂州堆積形状の縦断形状の一例を示したもので、波高が増加する堆積高は増加し頂点位置が陸側に形成されている。また、波高が 0.04m より大きくなると堆積高が限界に達し始め、沖側部分で堆積が始まっている。これは C パラメータの中間型から侵食型の傾向であり、Sunamura・Horikawa による分類においてもこの傾向に属している。

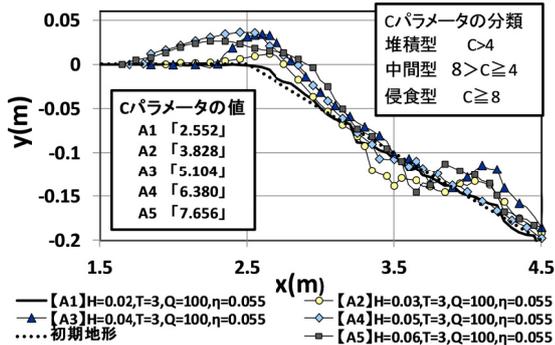


図-9 河口砂州の縦断形状

次に、図-3 の開削水路の砂州高が漂砂量 Q_w と掃流砂量 q_r の比で示されると式(4)のように仮定する。

$$\frac{h_{s+\eta}}{h_b} = K \left(\frac{Q_w}{q_r} \right)^n \quad (4)$$

ここで K:係数, n:指数である。本実験は波向が海岸に対し垂直なので漂砂量 Q_w は次式を用いた。

$$Q_w = \alpha (EC_g)_b \quad (5)$$

ここで、 α :定数、 $(EC_g)_b$:砕波点における単位幅辺りの波浪エネルギーフラックスである。また q_r については式(2)で評価し

ている。次に、図-10 に砂州堆積高 $(h_s + \eta)/h_b$ と無次元漂砂量 Q_w/q_r の関係を示す。これより、平均海面からの堆積高さは波の遡上高さに関係しており、砕波水深に対して一様の関係となる。しかし、 Q_w/q_r が小さい場合は周期によって違いがみられ、これを改善できる新たなモデルが必要である。

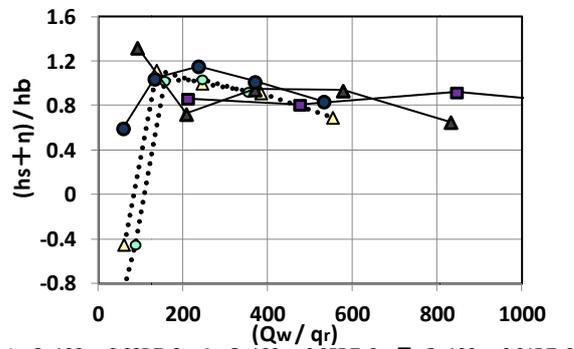


図-10 砂州堆積高と Q_w/q_r の関係

図-11 に砂州堆積位置に及ぼす漂砂量 Q_w の関係を示す。これは、漂砂量が増加することで頂点位置が陸側に形成されることを示している。また、周期が増加することで頂点位置は陸側に形成され、潮位差が減少することでも同じ傾向にあると解る。しかし、横軸は流砂量を考慮していないパラメータのため、今後はこれを考慮した数式モデルが必要である。

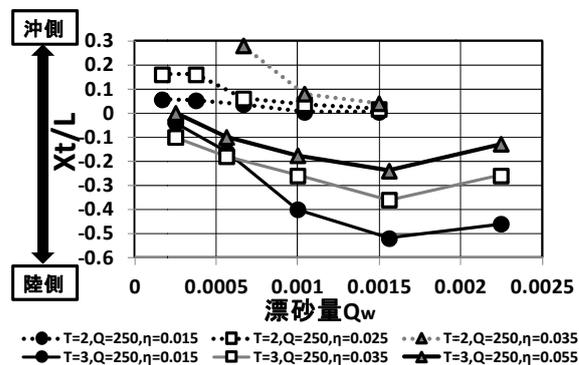


図-11 砂州堆積位置と Q_w の関係

4 まとめ

- (1)潮位差は水路深さを、流量は水路幅をそれぞれ決定する。
- (2)掃流砂による土砂排出効率、水路幅を満たす流量で安定した値をとる。
- (3)平均海面からの堆積高さは波の遡上高さに関係しており、8割ほどで砕波水深に対して一様の関係となる。
- (4)砂州頂点位置は潮位差が小さく、あるいは、高波高、または周期が長い場合において陸側に形成されやすくなる。

参考文献

- 1) Y.Ogawa, Y.Fujita and N.Shuto : Coastal Engineering in Japan 27(1984), pp.233-247
- 2) 田中仁: 河口域の流れと地形, 日本流体力学会(2005), pp40-42