

II - 47

七北田川における河口閉塞

東北大学工学部 学生員 ○高橋 文彦
 東北大学工学部 正会員 田中 仁
 東北大学工学部 学生員 高橋 淳

1. はじめに

著者らは、昭和63年度より仙台市北部を流れる七北田川を対象に各種調査を行っている。七北田川の河口地形変化は複雑であり、河口の完全閉塞が生じる場合もある。本研究では、本年度に得られた主な調査結果を示す。また、砂州フラッシュから河口閉塞に至るまでの過程をモデル化し、測量結果をもとに比較・検討を行う。

2. 現地調査結果

現地調査によると、今年の5月下旬から11月上旬にかけて断続的に4回もの河口完全閉塞が、七北田川において生じたことが確認されている。閉塞が確認された期間の波浪・河川流量データ（図1）を見ると、閉塞に先立ち高波浪が来襲している。先の研究¹⁾によると、高波浪が汀線に垂直方向より入射する時に閉塞し易いとの報告があるが、今回の結果によるとそうでないものもある。

9月下旬に起こった集中豪雨時の洪水により砂州がフラッシュされ、その後11月上旬に河口が閉塞した。その間の地形変化を図2に示す。砂州フラッシュ後は右岸砂州の成長が見られるが、閉塞前後には左岸砂州を越えて砂が運び込まれた様子がうかがわれる。

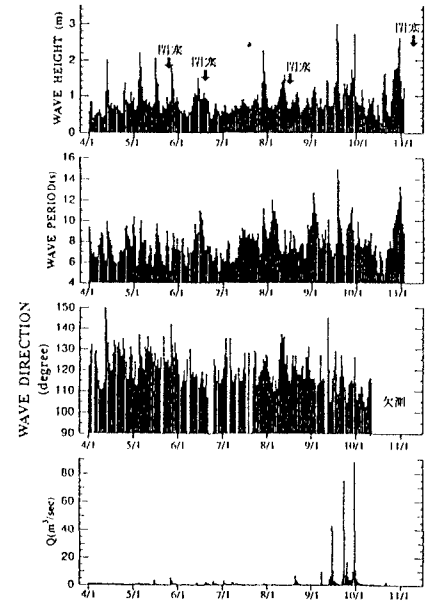


図1 外力経時変化

3. 河口断面変化の解析解と実測値との比較

河口幅予測モデルの基礎式は以下の通りである（図3）。この時、砂の体積保存式は次式で与えられる²⁾。

$$(1-\lambda)Lh\frac{dB}{dt} = c_p q_p B - c_w(1-\lambda)Q_w \quad (1)$$

ここに、 λ :砂の空隙率、 L :砂州幅、 h :河口水深、 B :河口幅、 q_p :Kalinske-Brown型の掃流砂量、 Q_w :Savage型の沿岸漂砂量、 c_p :流れによる土砂の排除効率、 c_w :波浪による土砂の流入効率である。(1)式に q_p 、 Q_w の式を代入し、これを解けば無次元化された解として次式が得られる。

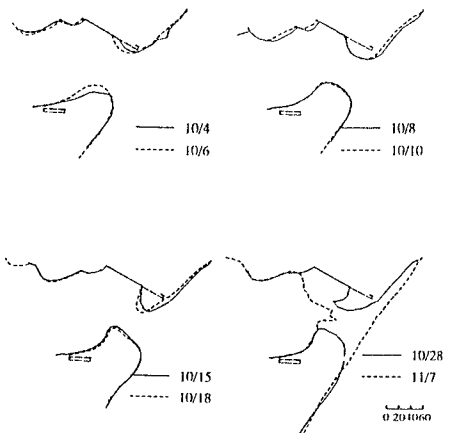


図2 汀線変化図

$$(B^* - 1) + \frac{A_1^*}{4} \log \left[\frac{(B^* - A_1^*)(1 + A_1^*)}{(B^* + A_1^*)(1 - A_1^*)} \right] - \frac{A_1^*}{2} \left\{ \tan^{-1} \left(\frac{B^*}{A_1^*} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{1}{A_1^*} \right) \right\} = -t^* \quad (2)$$

ここに、 $B^* = B/B_0$, $A_1^* = \sqrt{A_1/A_2}/B_0$, $t^* = A_2 t/B_0$ であり、 B_0 は $t=0$ の河口幅

$$A_1 = \frac{e_r K d (\sqrt{g n Q})^{2m+1}}{(1-\lambda) L h (s g d)^m h^{7/6(2m+1)}}$$

$$A_2 = e_w Q_w / L h$$

また、 s : 砂の水中比重、 g : 重力加速度、 d : 底質粒径、 Q : 流量、 n : マニングの粗度係数、 K : 定数(=10)、 $m=2$ である。(2)式から得られる河口幅の変化の様子を図4に実線で示した。

(2)式は理論上、 $t \rightarrow \infty$ で平衡状態に達するが、ここでは平衡状態の河口幅の99%に至る時刻をもって t_∞ とする。この時 t_∞ は、無次元化された次式によって与えられる。

$$t_\infty^* = A_1^* \left[a^* - \frac{1}{4} \log \left| \frac{1 + A_1^*}{1 - A_1^*} \right| - \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{1}{A_1^*} \right) \right] + 1 \quad (3)$$

ここで a^* は、 $A_1^* > 1$ の時、0.711であり、 $0 < A_1^* < 1$ の時、0.723である。 t_∞ と A_1^* の関係を図5に示した。

モデルの計算初期値には、10月4日に行った汀線測量の結果から、河口幅 $B_0=80\text{m}$ 、砂州幅 $L_0=70\text{m}$ を与え、波浪と河川流量の条件としては、この期間の平均値を用いた。この時、 $A_1^*=0.0072$ を得た。過去の計算²⁾によって、 $e_r=0.48$ 、 $e_w=1.00$ という値が得られているが、本研究では実測値との整合性を考慮し、 $e_w=0.85$ とした。この条件の下で、平衡状態での川幅 B_∞ とそれにかかる時間 t_∞ は、それぞれ0.58m、約35日となり、実測値が計算値と類似した形で経過していることが、図4から分かる。河川流がない場合、つまり $A_1^*=0$ の時、河口幅変化は直線的になり、 $t^*=1$ で完全閉塞に至る。本研究の計算値は、この場合に酷似した結果となった。

4. おわりに

継続的な現地調査と詳細な外力データ収集によって、河口部地形変化モデルの改良を行い、より精度の高い解析を行う予定である。

謝辞：本研究を進めるにあたり、資料を提供して頂いた運輸省塩釜工事事務所、宮城県仙台東土木事務所の方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 田中 仁：七北田川の河口閉塞と河口砂州フラッシュ，水工学論文集第35巻，pp.275-280，1991
- 2) 兜山博之他：河口開口位置変化の予測モデル，海岸工学論文集，第41集，pp.456-460，1994

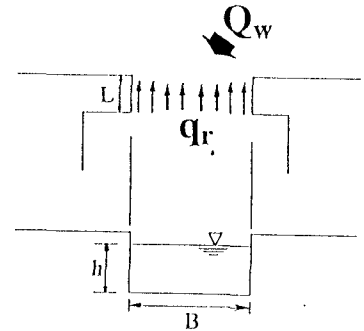


図3 河口幅変化モデルの説明図

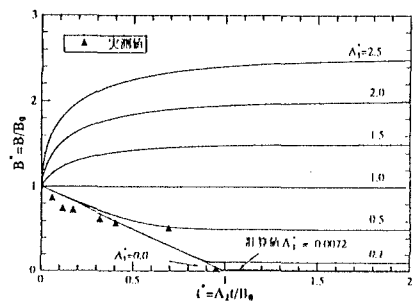


図4 河口幅の経時変化

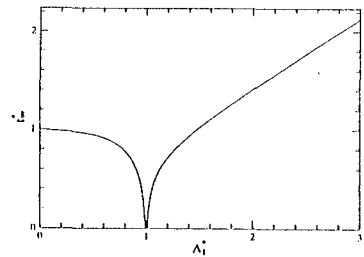


図5 平衡状態までに至るまでに要する時間