

河口砂州の開削に関する実験

鳥取大学工学部 正員 道上正規
○大日本土木(株) 正員 田中秀樹
鳥取大学工学部 正員 小田明道

1. はじめに 日本海側の河川では、その気候による流水の変化と季節風によって河口閉塞を引き起こしている。その結果、河川の漁船通行に支障、洪水時の内水氾濫や堤防決壊の要因となっている。本研究では、鳥取県中部に位置している橋津川がたびたび河口閉塞による、漁船の通行に支障をきたすことを考慮して、流出による河口閉塞部付近の開削時の河床変動を解析し、漁船の通行が可能な安定河道となるかどうか明らかにする。

2. 現地観測による砂州の変動 模型実験を行なうにあたり、現地との比較検討するために、現地観測を実施した。図-1が平板測量による河口砂州の変化である。平成2年1月時の季節風卓越期間における現地河口砂州の変化を示したもので、観測より砂州の堆積は季節風の有無に影響されることが解り、侵食は流出による作用で行なわれることが解った。また、河口部の完全閉塞は、砂州前部にできる堆積頂上部を越波した水が、堆積直下流部の谷部から右岸上流へと流出するときにできると考えられる。従って、河口部の閉塞パターンは次のようになる。①悪天候により導流堤に高波が打ち寄せ、河口堤防付近に砂州を形成する。②①の砂州の汀線が、波により上流へ後退するとともに、左岸から右岸に向けて、越流による2次流出が起こる。③開口幅がせばまり閉塞する。

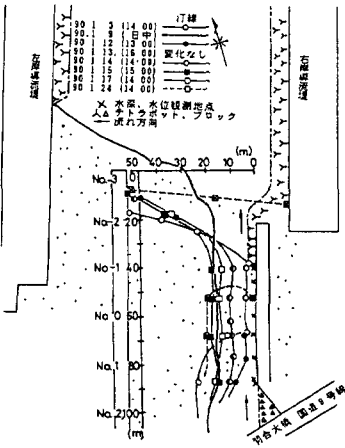


図-1 平板測量による河口砂州の変化

④悪天候により導流堤に高波が打ち寄せ、河口堤防付近に砂州を形成する。⑤④の砂州の汀線が、波により上流へ後退するとともに、左岸から右岸に向けて、越流による2次流出が起こる。⑥開口幅がせばまり閉塞する。

表-1 相似率換算表

	水路幅	λ_L	λ_v	$\lambda_{u_{*c}}$	λ_a	2.14	3	3.50	4.66	5	10	15	Q_p
実験	内 30cm	1/233	1/17	0.906	6.20×10^{-4}	—	0.19	—	—	0.31	0.62	0.93	Q_p (1/s)
模型	外 70cm	1/100	1/11	0.906	2.74×10^{-4}	0.59	—	0.96	1.26	—	—	—	Q_p (1/s)
導流堤	70cm	1/100	1/50	0.906	2.83×10^{-4}	—	—	—	—	0.14	0.28	0.42	Q_p (1/s)

河口閉塞を防ぐためには、次の結論が導き出せる。(1)導流堤内に大きな波を入れさせない。(2)平常の河川流出では開削に対して川幅は広すぎるので、レジーム則で規定される開口幅にしなければいけない。

3. 模型実験による砂州の変動 模型実験を行なうに先立って、模型諸元の決定をした。これには、Froudeの相似則を用いて、現地と実験で流砂力学的条件を合致させるため、摩擦速度と砂の移動限界摩擦速度の比 u_* / u_{*c} を1とした。このようにして得られたのが、表-1である。模型の諸元と実験条件を表-2、表-3に示す。ここで、橋津川の渇水・平水・豊水流量は

表-2 模型の諸元

	単純モデル(室内)実験	模型(屋外)実験
水路幅	30cm	70cm
模型縮尺	水平 1/233 鉛直 1/17	1/100 1/11, (1/50) 注1)
河床計測間隔	流れ方向 4.29cm 幅方向 2.15cm	10cm 5cm
ビデオカメラの設置	側面及び平面	平面
水位時間変化	計 測	計 測
縦断方向水面形	未 計 測 注2)	計 測
備 考	注1) ビデオによる側面および水面形時間変化の計測より解析	注2) 海岸工学研究室使用の鉛直縮尺

表-3 実験条件の一覧表

実験番号	河口砂州状況	流 量		流出形式	通行	記号
		実験 (1/s)	現地 (m³/s)			
単純モデル	RUN - 1 一部開放	0.31	5	個別	×	○
	RUN - 2 一部開放	0.19	3	個別	×	○
	RUN - 3 一部開放	0.62	10	個別	×	○
	RUN - 4 一部開放	0.93	15	個別	×	○
	RUN - 5 完全閉塞	0.62	10	個別	×	○
	RUN - 6 完全閉塞	0.93	15	個別	×	○
	RUN - 7 完全閉塞	0.31	5	個別	×	○
模 型	RUN - 8 完全閉塞	0.14	5	連続	×	×
	RUN - 9 完全閉塞	0.28	10	連続	×	×
	RUN - 10 完全閉塞	0.42	15	連続	×	×
	RUN - 11 完全閉塞	0.59	2.14	個別	△	△
	RUN - 12 完全閉塞	0.96	3.50	個別	△	△
	RUN - 13 完全閉塞	1.26	4.66	個別	△	△

それぞれ2.14、3.50、4.66 (m³/s) となっている。実験は、単純モデル砂州の開削実験と、模型実験の2種類に分けて行われ、ポイントゲージによる計測データを計算機で処理し、等高線図と等深線図を作成した。このマップで最深河床部を通る漁船航路を定めて、その通路の河床断面図を作成した。漁民の聞き取り調査が

ら、漁船通行限界水深を50cm程度とし、通行の可・不可・限界を表一3の通行欄に○×△で示した。また開

削時の侵食パターンとして、一部開放砂州の開削は側方侵食型であり、完全閉塞砂州の開削は越流侵食型となった。開削時の侵食特性は次のようであった。a. 側方侵食の場合①開口部上流側の砂州が一部侵食される。②開口部が広がる。③開口部が平衡状態になる前後から、砂州最狭部より下流にかけて鉛直方向の河床低下が顕著になる。④砂州の最狭部よりかなり下流で堆積が広がる。b. 越流侵食の場合①越流するまで、砂州上流の水位がせき上げられる。②越流後、砂州の頂上部が下流に押しだされるように開削される。③ほぼ均等水深の浅瀬を形成し平衡状態となる。(越流部の幅が広いほど水深は浅くなる。)

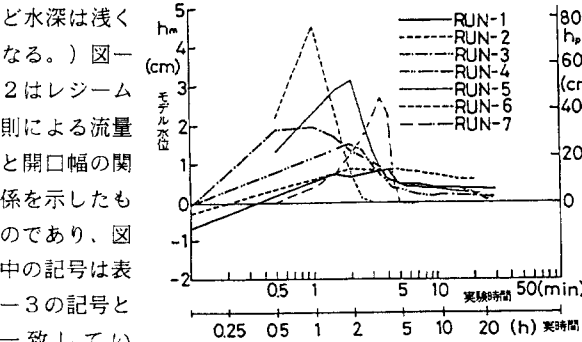


図-3 水位変化

実験の実流量と実開口幅で示されており、これを相似則で現地換算したものは、レジーム則に完全に適合しなかった。また砂州上流側では、水位上昇はみられたが、これを図3、4に示した。これから、一部開放砂州と完全閉塞砂州では、水位上昇に違いがあることが解る。これらの水位上昇を考慮した流量でレジーム則を適用したものが、図-2の黒塗りの記号である。図中より、水位上昇を考慮するとかなりレジーム則に近くなった。次に開削後の砂州付近の侵食と堆積を示したものが図-5、6である。これより、侵食・堆積のパターンは側方侵食・越流侵食とも砂州最狭部前後が侵食され、下流部に堆積するパターンとなっていることが解った。

3. 結論 本研究から、流量と開口幅及び水深の関係について次のことが解った。a. 側方侵食の場合：①開口幅はレジーム則に従う。②流量5～10m³/sで水深方向侵食が急激に進む。しかし、流量の増加にともなって開口幅の流量は増加するが、下流部には堆積が発達する。b. 越流侵食の場合：①開削する前、砂州の上流の水深上昇が著しく、これを考慮した流量を用いると、開口幅はほぼレジーム則に従う。ただし、完全越流(全面越流)の場合はこれに当てはまらない。②水深は開口部において横断方向に様である。この場合流量の増加にともない水深は増加する。ただし、完全越流(全面越流)は、台形状の浅瀬を形成するため航路確保は困難である。これらのことから、河口閉塞の解決法として、導流堤により波の侵入を防ぎ、河道改修により流速を増加させ、土砂のフラッシュを促進することが考えられる。

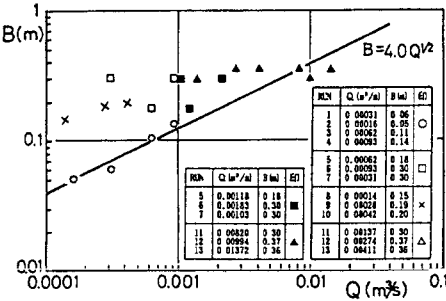


図-2 レジーム則 (実験)

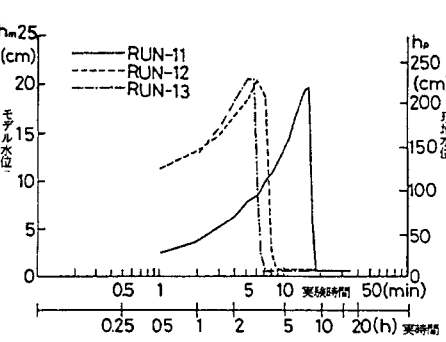


図-4 水位変化

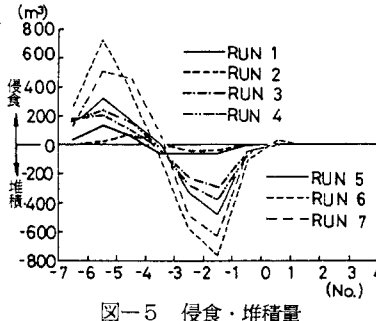


図-5 侵食・堆積量

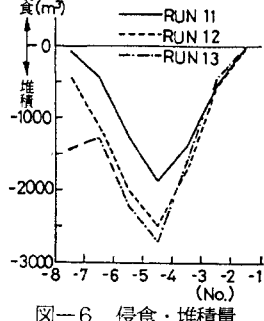


図-6 侵食・堆積量