

大阪大学大学院 学生員○千 受京
五洋建設(株) 小柳桂泉
大阪大学大学院 石川裕夏
大阪大学工学部 正会員 出口一郎

1. はじめに ; 日本においては海岸侵食により消失される砂浜の面積は1年で160haに至っている。砂浜の土砂は主に河口からの流出土砂によって供給され、河口部では河口砂州、河口テラス等の様々な地形を形成し、時には河口閉塞を起こしながら周辺の海浜上に配分される。河口部では多岐にわたる時間スケールを持つ波、河川流、潮流等の様々な外力が重合して作用していることから、従来から数多くの研究がなされてきたにも関わらず、現象の究明はまだ不十分である。すなわち、様々な河口地形がどの要因によって形成され、海浜変形をもたらす土砂移動はこの河口地形の形成、変形とどのような関係にあるのか、海岸侵食と河口流出土砂量との定量的な検討、あるいは沿岸域の土砂環境に及ぼす河口流出土砂の影響といった問題は残された重要な研究テーマである。本研究では波および河川流を主な外力とする平面2次元実験を行い、河口砂州地形形成の支配的要因を検討すると同時に数値予測モデルにより再現計算を行い、より正確な予測手法の確立を目指す。

2. 河口砂州形成過程の水理実験 ; 初期地形は現象を単純化して地形形成要因と外力の関係を容易に見出すために、河道中心に対して対称で、海浜勾配 1/10、河床勾配 1/200、川幅は 112cm とした。実験ケースは表-1 に示す 4 種類の入射波に対し、初期河口地形(水深)は 3 ケース変化させた全 11 ケースの実験を行った。

波の入射角は一樣水深部で河道中心線に対して 30°、河口円弧部の初期曲率半径は 25cm とし、移動床では中央粒径 0.4mm の砂を 6cm の厚さで均一に敷いた。河口水深 6cm、12cm のケースについては 2 段階の河川流量を与えた実験を行い、固定床上で波高と海浜流の測定、移動床で汀線移動及び断面変形、沿岸漂砂量の測定を行った。これらの中、ケース W6 は波が河口前面では碎波せずに河道内に伝播し、他の全ケースは河口より数 10cm 沖で碎波した。

測定された汀線の時間変化の一例を図-1 に示す。全ケースの中、河川流がない場合に、河口水深 (h_r) が 6cm 以上及び波高が 6cm のケースは造波後 60 分まで河口が閉塞し、河口水深 3cm、波高 6cm の際ならびに河口水深 6cm、波高 5.5cm 以下のケースでは造波後 60 分まで閉塞しなかった。特に入射波の沿岸方向エネルギーフラックスが小さいケース W2、W3、W4、W6 での河口周辺の地形変化は微弱であった。また、閉塞が生じない場合は左岸(沿岸漂砂の下手側)での汀線後退が顕著であり、閉塞が生じた場合の左岸の汀線後退は造波初期で生じ、後退した汀線はその後右岸からの漂砂移動により回復した。

表-1 実験ケース

CASE	h_r (cm)	H_b (cm)	T (sec)	Q (l/sec)
W1	6.0	6.0	1.2	0
RW1	6.0	6.0	1.2	6.509
RW1-1	6.0	6.0	1.2	16.961
W2	6.0	6.0	0.8	0
W3	6.0	5.0	0.8	0
W4	6.0	5.5	1.0	0
W5	12.0	6.0	1.2	0
RW5	12.0	6.0	1.2	6.509
RW5-1	12.0	6.0	1.2	16.961
W6	12.0	5.0	0.8	0
W7	3.0	6.0	1.2	0

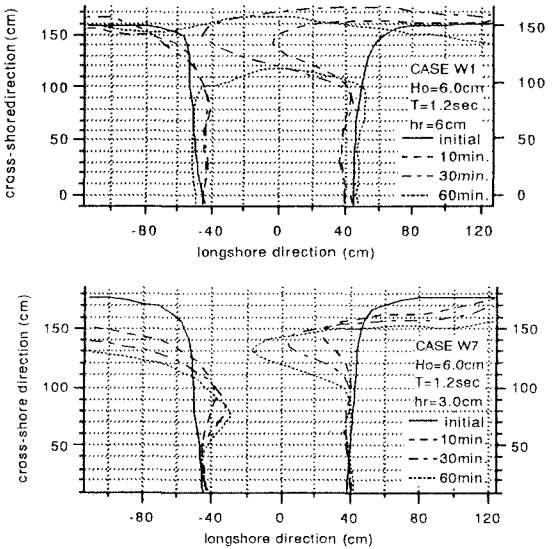


図-1 砂州形状(実験結果)

また、今回の実験のように一定の河川流が流れる場合には、すべてのケースで河口の流水断面積が減少するものの、流量により一定の開口部が維持され、閉塞はしなかった。

3. 数値予測手法による河口砂州形成過程の再現計算

著者らはすでに実験室スケールでの小さい初期曲率半径を有する河口地形において河口砂州形成の予測計算にone-line theoryを拡張して再現を試みたが、小規模の砂州形成にはある程度再現性が認められた。しかし、ケースW1, W5, W7などの大規模な砂州には適用できないことが明らかになった。本研究では3次元水深変化予測モデルを用いて波浪場、海浜流場及び水深変化の相互作用を考慮して河口砂州形成の再現計算を行った。波浪場の計算は非定常緩勾配方程式を用いて計算し、流れ場の計算はN-S方程式を鉛直方向に積分し、時間平均を取って得られる連続式とx-y方向の運動方程式をADI法で差分化して定常状態に達するまで繰り返して解を求めた。水深変化の計算はフラックスモデルに基づいた平均流のみによって輸送される平衡状態における局所漂砂量式を用いて行った。図-2はケースW1, W7の再現計算として造波後10分、30分で、波流れと河口地形の相互作用を考慮して計算を行った60分後の水深変化を示す。実験結果と比べると右岸砂州の形成位置が実験よりも若干沖側になっているものの、河口閉塞に至るまでの河口砂州形成過程がよく再現できた。なお、これらの計算において、浮遊砂による水深変化量は高々10%以下であった。

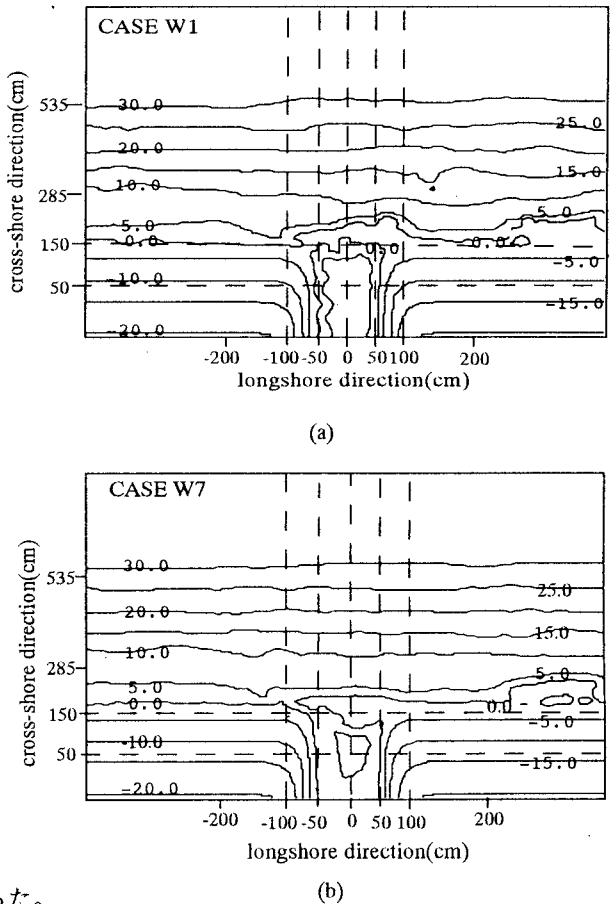


図-2 計算結果（ケースW1とケースW7）

4. 考察

河口砂州形成の実験において、斜め入射する波浪のみが作用する場合は、来襲波の諸元に関わらず沿岸漂砂の上手側(右岸)から河口砂州が伸延し、河口水深があまり小さくない場合は河口閉塞を生じさせた。海浜部水深と河口水深の差により河口では沿岸流の逓減による沿岸漂砂の不連続が生じ、河口閉塞に対する限界河口水深が存在することが推定されるが、今回の実験ではその限界水深は見出すことはできなかった。また、今回の実験に与えた一定の河川流がある場合には河口の流水断面積の減少が抑えられ、河口閉塞は生じないことが分かった。また、3次元水深変化予測モデルを用いて、波浪場の厳密な計算ならびに波流れと地形の相互作用を適切な時間ごとに考慮することにより小規模の砂州から河口閉塞に至るまでの河口砂州形成の一連の過程が再現できた。今後はスケールの異なる現地河口に適用するつもりである。

<参考文献> 1) 千受京・出口一郎外2人(1996)、“one-line theoryによる河口砂州形成過程の予測の試み”、土木学会関西支部学術講演会、II 114-1~2
 2) 榎木亨編著、“波と漂砂と構造物”、技報堂出版、482p,1991