

II-354

河口流出流と流出土砂の堆積に及ぼす波浪の影響について

北海道開発庁 正員 植田 彰

大阪大学工学部 正員 出口一郎

大阪大学工学部 正員 榎木 亨

1. はじめに： 最近河口流出土砂の減少に伴う海岸侵食が各地で問題になっている。著者らはここ数年河口流出土砂がない場合の波浪及び河口流出流による河口周辺の地形変動あるいは波浪が存在しない状態での流出流、流出土砂の挙動及びそれらに及ぼす河口処理工としての海岸構造物の影響について理論的、実験的な検討を加えてきた。本研究は、河口流出土砂を伴う流出流及び流出土砂の堆積に対して波浪がどのような影響を及ぼすかということについて実験的な検討を加えたものである。

2. 河口流出流及び流出土砂の堆積に及ぼす波浪の影響に関する実験： 長さ15m, 幅5m, 深さ0.6mの平面水槽内に海底勾配1/10の平行等深線をもつ模型海浜を作成し、その上に長さ約7m, 幅0.5m, 河床勾配1/100の模型河道を作成して実験を行った。模型海浜は造波板に対して 20° の角度で作成し、造波板背後のせきの高さ及び流量を変化させることによって、河道水位、流出流速を調整した。また、流出土砂は、河道内に設けた深さ10cm, 長さ1mの給砂槽内の砂量が一定になるように供給し、固定床海浜上に堆積させた。河口流出流及び、海浜流の流速は、小型水平方向2成分電磁流速計及び投入したトレーサーをビデオ撮影することによって、波高及び平均水位は容量式波高計によって測定した。

表-1

実験条件は、基本的にはさきに著者らが行った河口流出土砂の堆積形状に関する実験条件に基づいて設定した。すなわち、河口水深 h_0 は約6.5cm, 実験砂の粒径 D は0.15mm及び0.35mmである。これらの底質に対する水深6.5cmにおける移動限界流出流速 U_c は、岩垣公式及びChezy式を用いるとそれぞれ約33cm/s及び39cm/sとなる。一方、逆流が存在する場合は、流れの流速によっては波は流れを遡上し得ない。その限界流速 U_{rc} を $h_0=6.5$ cmの河口水深において波の周期 $T=0.6$ s-1.4sの範囲で求めるとほぼ36cm/s以下となる。この値と、さきにも止めた U_c を比較すると $U_{rc}=U_c$ であり、さらに実験に使用した水槽の造波能力を考慮すると、河口流出土砂と波浪を共存させた場合は波浪は河道を遡上し得ない。以上の点を前提として表-1に示す実験諸元を決定した。実験波周期 T は0.8s, 河口流出流速 U_{00} は42-47cm/sである。流出土砂の堆積は、造波開始2時間後に波及び流れを止め静水状態で計測した。

Case No.	H_0 cm	D mm
1	4	0.15
2	4	0.35
3	1.5	0.15
4	8	0.35
5	---	0.15
6	---	0.35

3. 河口流出流の低減に及ぼす波浪の影響： 図-1に河口周辺で測定されたトレーサーの流跡を示す。図(a)は流出流のみの場合、図(b)-(d)はそれぞれ流出流と $H_0=1.5$ cm, 4cm及び8cmの波浪が共存する場合の流況である。これらの図から明らかなように、 $H_0=1.5$ cmの場合は、流出流のみの場合の流況と同様の流況を示し、河口より150cm沖においても周囲水の水平方向連行が生じている。しかし、 $H_0=4$ cmの場合は $X=150$ cm付近から流出流は広がりを見せ、顕著な周囲水の連行は示さず、 $H_0=8$ cmの場合になると流出流は海域に出た直後から水平方向に広がり、図中破線で示す入射波の砕波点より沖側においてはもはや明確な流出流は存在しない。しかし、いずれの場合も河口左右両岸海岸は河川流によって完全に分断され、図(d)に示す $H_0=8$ cmの場合においても河口を横断するような沿岸流は発生していない。

図-2は電磁流速計で測定した河道中心線上測線における流出流速 U_0 を河口流出流速 U_{00} で無次元化した流速の低減の様子を示したものである。図の横軸は、河口原点から沖側にとった距離 X を河口幅 B で無次元化した距離をとってある。図より明らかなように、 $H_0<4$ cmの場合において $U_0/U_{00}\sim 1$ となる領域は $X/B\sim 4$ で、この地点はいずれの場合も図中矢印で示す入射波の砕波点よりも沖側である。また、 $X/B>4$ の領域における流速低減の様子には顕著な

差異はない。しかし、 $H_0=8\text{cm}$ の場合は、 $X/B=2$ 付近から急激に流出流速が低減する。この場合の砕波点は、 $X/B=3$ であることから、流出流が持つ離岸方向運動量が砕波後の急激な波高減衰によって生ずる大きな driving force

（radiation 応力の岸沖方向勾配）とつり合う形で逸散させられるものと考えられる。このように、入射波が河口まで遡上し得ない場合においても、入射波の波高が大きく、砕波後に大きな radiation 応力の岸沖方向勾配が生ずる場合には、流出流は、波浪が存在することによって有意な影響を受けることがわかった。

4. 流出土砂の堆積に及ぼす波浪の影響： 図-3は流出流のみによる、図-4は流出流と $H_0=4\text{cm}$ の波浪が共存する場合の流出土砂の堆積形状を示したものであり、それぞれの図(a), (b)は流出土砂の粒径 D が 0.35mm 及び 0.15mm の場合に対応する。このとき、前者は河道内及び海域において掃流状態の移動が、後者は浮遊状態の移動が卓越していた。これらの図から明らかに、波浪が存在する場合の顕著な堆積域は、掃流あるいは浮遊という底質の移動形態にはかわらず、流出流のみによる堆積域よりも沖側で生じている。この傾向は、当然浮遊状態での移動が卓越する $D=0.15\text{mm}$ （図(b)）の方が顕著である。

しかし、掃流状態の移動が卓越する $D=0.35\text{mm}$ の場合（図(a)）に、波浪が存在すればなせ堆積域が沖側に移動するかという点に関しては、その理由を明らかにすることはできなかった。

5. 結論： 河口まで波が遡上し得ないような強い河口流出と波浪が共存する場合における流出流と流出土砂の堆積に及ぼす波浪の影響について実験的な検討を加えた。現在、これらの結果が再現できるような数値モデルを開発中である。

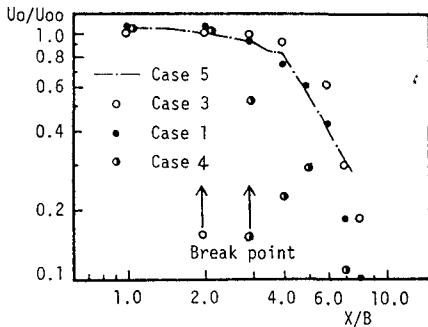


図-2 流出流速の低減

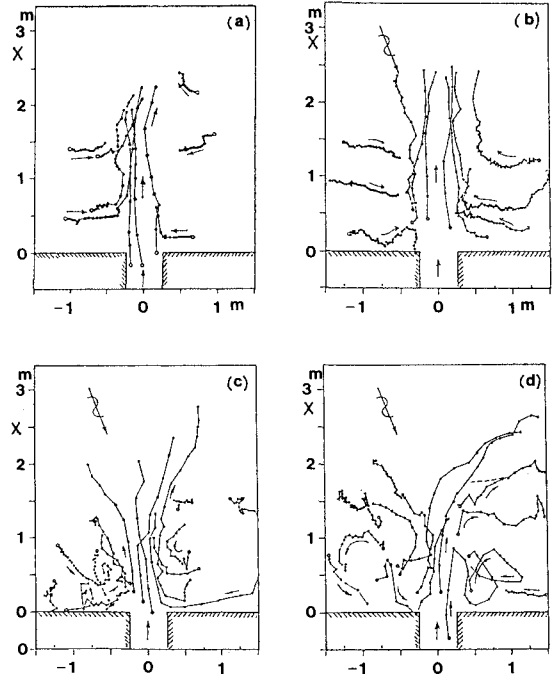


図-1 河口周辺の流況

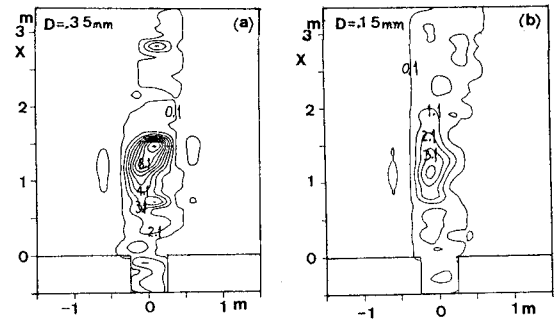


図-3 流出流のみによる堆積形状

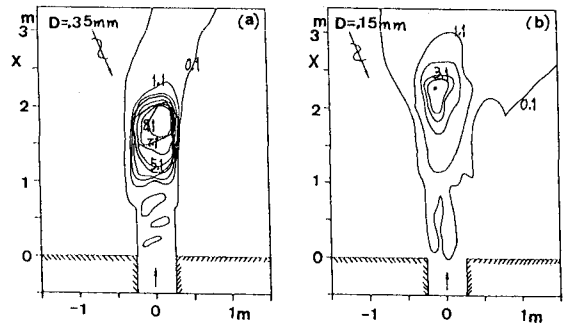


図-4 共存場における堆積形状