

波と流れの相互作用による河口部周辺地形の変形に関する実験的研究

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○ 桑原 真吾
 名古屋大学大学院工学研究科 正 会 員 李 光浩
 名古屋大学大学院工学研究科 正 会 員 水谷 法美

1. はじめに

河川から海へ流入する砂が海岸に供給される経路と機構を議論することは、海岸侵食問題を考える上で不可欠である。しかしながら、この砂供給のプロセスにはいまだ不明な点が多く存在する。海岸への砂の供給源である河口部は、波と流れが共存する場であり、波と流れが相互に作用し合うために複雑な流動場が形成されることが示されている。波と流れの相互作用は波高の増大や流向の変化などを引き起こすが、これらの現象が漂砂環境や地形変化に及ぼす影響は十分把握されておらず、河口部で発生する代表的な地形変化である河口テラスの形成や、河口閉塞・流路の変化などについて、その機構の解明が求められている。特に河口テラスに関しては平面水槽を用いた実験的検討が行われているが、波のみを作用させた検討のみが行われており、波と流れの相互作用の影響に着目すると十分とはいえない。

本研究では、海岸を模した砂浜斜面と流入河川を模した水路を平面造波水槽内に設置して構成した水理模型実験を実施し、河口部およびその周辺地形の変化、河口部に形成される河口テラスの波・流れによる変形を計測する。これにより、波と流れが共存することにより形成される流動場が河口部およびその周辺の漂砂環境、地形変化に与える影響について明らかにしようとするものである。

2. 実験概要

名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻の長さ 28m、幅 11m（有効幅 8m）、深さ 0.8m の平面造波水槽を用いて水理模型実験を行った。造波水槽内に、図-1 に示す単純な河口部を想定した全長 7.2m、深さ 0.46m、幅 20cm の水平勾配直線水路と、その両脇に全長 1.8m、幅 3.6m の 1/6 勾配の斜面を設置した。斜面は海岸を、水路は海に流入する河川を想定している。静水深は 20cm とし、斜面上および水路内には珪砂（中央粒径 0.45mm）を 10cm の厚さで敷いた。河口部を想定し、斜面と水路の接点部の砂を沿岸方向に 1/6 勾配で整形した。上記の地形を初期状態とし、水路上流端の水中ポンプにより水路内に流れを 3 時間作用させて河口テラスが形成された状態、その後流れと波を同時に作用させ 1 時間経過した状態の計 3 段階をケース毎に計測した。本実験では、プロペラ式流速計（KENEK 製 VRT-400-20）を水路上流端から 3.6m の位置に設置して水路内の流速を計測した。砂面については、測定範囲を覆うように設置したフレーム上の台車に、ポテンションメーター、砂面計（正豊工学実験装置製作所製 MT-E.P.I.-2）および波高計（KENEK 製 CHT6-30）を設置し、これらを用いてフレームのたわみを考慮した地形平面分布を測定した。測定範囲は、水路中央・斜面法先を中心に岸沖方向・沿岸方向共に 2.5m である。沿岸方向の測定間隔は 2~10cm とし、計 71 断面について計測を行った。実験条件は、水路内の水深平均流速（約 30cm/s）と入射波の周期 T (1.2s) を一定とし、入射波高 H_i を 3 種類（3.0cm, 5.0cm, 8.0cm）変化させた。さらに水路内の流れがない場合についても計測を行い、波と流れの相互作用の有無による変化を把握した。

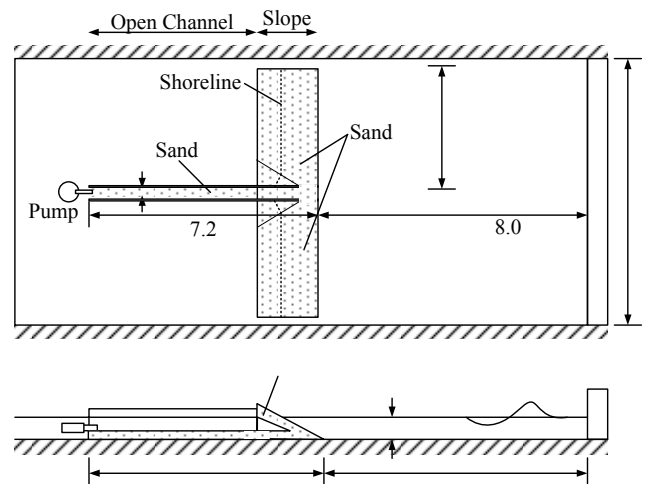


図-1 実験装置図

3. 実験結果および考察

図-2 に、初期地形とテラス形成段階における地形平面分布の一例を示す。図中の上下が岸沖方向、左右が沿岸方向であり、図の下部から上部へと流れが作用し、数字は水槽底面からの砂層厚(mm)を示す。同図から、流水断面積が急激に増大する河口部において顕著な堆積が見られ、河道内の堆積と河口テラスの形成が見てとれる。図-3 に、波高 $H_i=3.0\text{cm}$ 、周期 $T=1.2\text{s}$ のもとで水路内平均流速 $U=30\text{cm/s}$ が作用する場合の、テラス形成段階から波・流れ作用後までの地形変化量を示す。同図より、波と流れの相互作用などによる河口部の堆積から流れが湾曲し、斜面を侵食して新たな流路を形成している。左岸側は侵食が支配的だが、流れがない状態において波が河口テラスに入射する場合、沿岸方向の流れの生成が報告されており、これにより生じた沿岸方向流れが侵食を引き起こしたと考えられる。

波と流れが存在する場合には、波と流れの相互作用により波高が増大し、波速が減少することが報告されている。流下断面積の増大に伴う流速の減少や河口テラス上の浅水変形に加え、この効果が河口部に局所的に作用することによって急激な堆積が引き起こされると考えられ、波と流れの相互作用による複雑な流動場の形成も相まって、河口部は様々な地形変化を示す。

図-4 に、 $H_i=3.0\text{cm}$ 、 $T=1.2\text{s}$ の条件で流れが作用しない場合に対する地形変化量を示す。同図より、波のみが作用した後は河口テラスの沖側部分が大きく洗掘される一方、河口テラス上に大規模な堆積が生じ、この堆積が河口閉塞に寄与していることが伺える。よって、河川からの流入量が少ない場合には、河口テラスの存在が河口閉塞を引き起こす要因となりうると考えられる。流れが作用する場合には河口テラス沖側において堆積が生じており、この差は流れの存在によるものと考えられる。

$H_i=5.0\text{cm}$ 、 $T=1.2\text{s}$ のもとで水路内平均流速 $U=34\text{cm/s}$ が作用するケースに関しては、斜面部においてバーの形成やそのすぐ岸側の侵食が見られ、テラス状の地形が形成されることが確認された。波と流れの作用などによって河口テラスを形成する砂が周辺に運ばれ、河口テラスであった範囲は斜面に似た地形となっている。このように、河川から流出した土砂は堆積して河口テラスとなり、波と流れの作用によって沿岸方向へと輸送される。

4. おわりに

波流れ共存場における河口テラスの変形過程を水理模型実験結果に基づいて検討した結果、波と流れの共存により形成される流動場が河口テラスの形成やその変形、河口閉塞のような河口部での地形変化に大きな影響を与えること、波と流れの相互作用により河口テラスから海岸に土砂が運ばれること、などが明らかとなった。今後は、これらの実験データを元に現象の解明を進めていく予定である。

【参考文献】李・大堀・水谷・桑原:河口から流出した流れと波の相互作用に関する研究, 海洋開発論文集, 第 24 巻, pp.897-902, 2008.

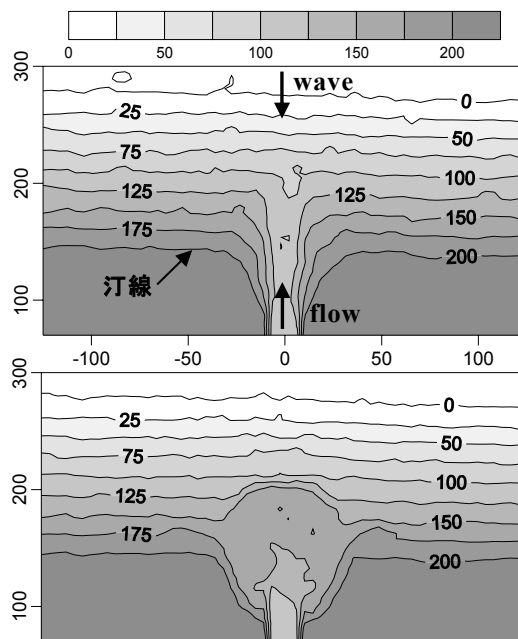


図-2 地形分布図 (上:初期地形,下:テラス)

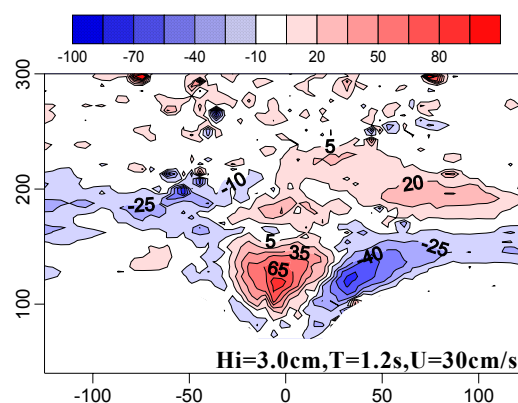


図-3 波・流れ作用時の地形変化量図

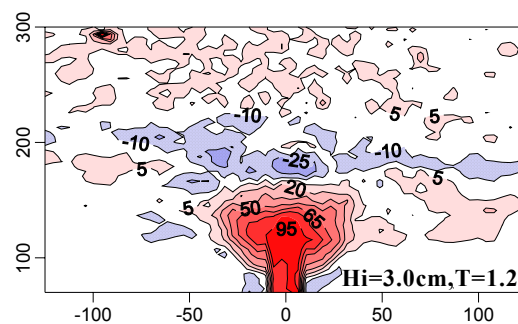


図-4 波のみ作用時の地形変化量図