

## 河口部における波と流れの相互作用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 学生会員 大堀 文彦  
 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

近年、海岸侵食が問題化しており、毎年 160ha もの国土が失われていることが報告されている。そのため、突堤やヘッドランド工法により堆砂を促したり、ダムの放流や工法の検討によって河川からの土砂供給量を増加させたりする対策が行われている。しかし、これらの対策は局所的な漂砂制御効果を目的とするものがほとんどであり、抜本的な解決を図るには漂砂現象のさらなる解明が望まれる。河口域やその沿岸域は波と流れが共存する複雑な場であり、このような場を対象として問題の解決を図るには、この相互作用を明らかにする必要がある。波と流れの相互作用については古くから様々な研究が行われてきたが、これまでに実施された研究のほとんどは 2 次元的な場を対象として周期波について検討を行っている<sup>1)</sup>。しかし、問題となる河口部では、河川からの流れが波を変化させると共に波によって流れもその方向を含め変化するという 3 次元的な相互作用を生じさせる。したがって、これらの検討に関しては 3 次元的な場における波と流れの相互作用を考究する必要がある。

本研究は、波・流れ共存場における両者の相互作用を解明するための基礎的な研究として、3 次元水槽内に河口部を模した水路と斜面を設置し、海域から河川に流入する風波を想定した周期波を伝播させ、斜面周辺部における波や流れの変化を実験的に検討したものである。

### 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、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 のような単純な河口部を想定した全長 7.2m、深さ 0.46m、幅 20cm の直線水路および水路前面部両脇に全長 1.8m、幅 3.6m の 1/6 勾配の斜面を設置した。静水深  $h$  を 20cm とし、水路は両端とも開放し、水路上流端の水中ポンプにより水路内に流れを発生させた。なお本実験では、波・流れの相互作用に焦点をあてているため、水路を河床勾配無しの固定床として他の影響を最小限に抑えた。測定範囲は水路出口周辺の斜面前面部である。水路内において一定の流れを発生させ、安定した後造波させた。入射波は風波を模した周期波であり、継続的に造波させて水槽内が定常状態になってから計測を行った。

実験条件は、波のみ・流れのみ・波と流れの共存場の 3 種類に大別され、それぞれ水路内の水深平均流速を 3 種類 (10cm/s, 20cm/s, 40cm/s)、周期  $T_i$  を 2 種類 (1.2s, 1.6s)、波高  $H_i$  を 2 種類 (3.0cm, 5.0cm) 変化させた。電気容量式水位計 (KENEK 製 CHT6-30) を用いて、水路出口周辺を 0.1m、他を 0.2m 間隔の計 60 点で水位変動を計測した。また、超音波ドップラー流速計 (SonTek 製 SP-16M00) を用いて、水位変動と同位置 ( $z=12\text{cm}$ ) において流速を計測した。計測結果は、ローパスフィルターにかけた後各成分のデータを時間平均し、平均水位、平均波高、平均流速として用いた。

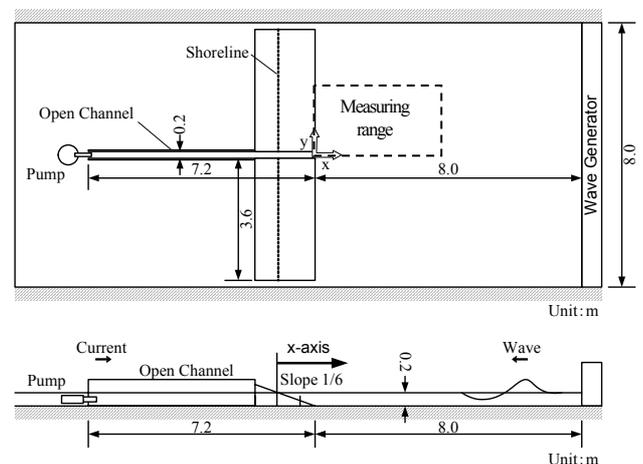


図-1 実験装置図

### 3. 実験結果および考察

図-2 に、水路内平均流速  $\bar{U} = 20 \text{ cm/s}$  における流れのみの場合と波と流れが共存する場合の平均流速分布の比較を示す。波は周期  $T=1.2\text{s}$ 、波高  $H_i=3.0\text{cm}$  である。同図より、どちらの場合も水路から流入した流れが水槽内に循環流を形成しているが、波がある場合の流速は流れのみの場合に比べて、水路延長線上において小さく、その周辺部において大きくなっていることが確認できる。これは、流れが波の影響によって抵抗を受けたために、水路直角方向に広がった循環流を形成し、主流方向が水路延長線から離れる方向に変化しているものと考えられる。水深平均流速  $\bar{U} = 10 \text{ cm/s}$  において波と流れが共存する場合には、循環流の流速は流れのみの場合に比べて小さくなっている。流れに比べて波の影響が大きいため流れが直線的に進行できず、偏向しているものと考えられる。水深平均流速  $\bar{U} = 40 \text{ cm/s}$  において波と流れが共存する場合には、水路出口周辺部の流速はより大きくなっており、 $\bar{U} = 20 \text{ cm/s}$  の場合と同様の傾向にある。

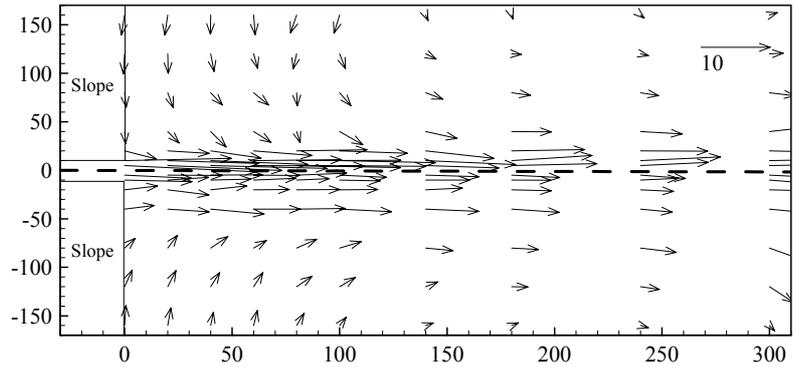


図-2 平均流速分布の比較  
(上 :  $U=20\text{cm/s}$ , 下 :  $U=20\text{cm/s}, T_i=1.2\text{s}, H_i=3.0\text{cm}$ )

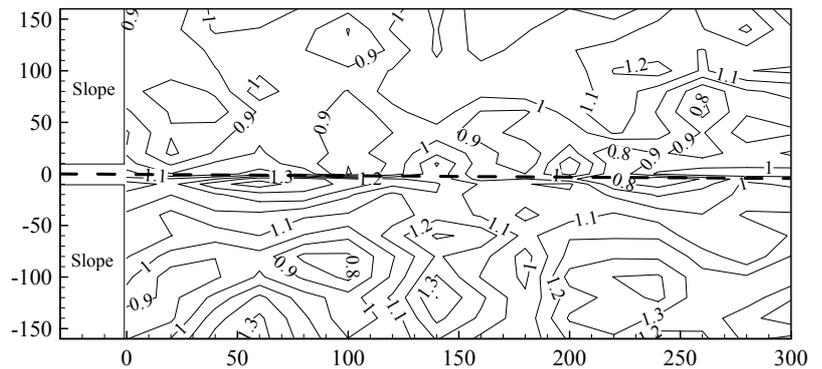


図-3 波高/入射波高比 ( $H/H_i$ ) 分布の比較  
(上 :  $T_i=1.2\text{s}, H_i=3.0\text{cm}$ , 下 :  $U=20\text{cm/s}, T_i=1.2\text{s}, H_i=3.0\text{cm}$ )

図-3 に、周期  $T=1.2\text{s}$ 、波高  $H_i=3.0\text{cm}$  の波が入射する場合に、波のみの場合と流れと波が共存する場合の波高/入射波高比分布の比較を示す。流れの平均流速は  $\bar{U} = 20 \text{ cm/s}$  である。同図より、全体的な波高の分布傾向は似ているが、流れの影響によって波高が増大していることが確認できる。特に、流速が大きな水路出口付近において波高の増大が顕著であるが、循環流が形成されている測定範囲全域においても波高が増大している。 $\bar{U} = 10, 40 \text{ cm/s}$  の場合も含めて比較すると、流速が大きくなるにつれて流れの影響も大きくなり、波高が増大することが確認されている。また、波高について比較すると、入射波高  $H_i=5.0\text{cm}$  では砕波を伴い波高の増大は抑えられており、周期については、周期の長い  $T_i=1.6\text{s}$  において波高の増大が顕著であった。これらのことから、波高の増大は流速・波の周期・入射波高によって特徴づけられ、流速の大きな場に周期の長い波が作用する場合ほど波高が増大しやすいと考えられる。

### 4. おわりに

本研究により、3次元的な波・流れ共存場における波と流れの相互作用による現象が確認できた。以下に主要な結論を述べる。

- 1) 河口部のような波と流れの共存場では、波と流れの相互作用が卓越し、波高は流れにより増大し、流れは波によりその流向と大きさが変化する。
- 2) 波高の増大は、流れの強さや波の波高、周期などによって特徴づけられ、その大きさによって波の影響や流れの影響が変化する。

今後は、これらの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】森信人・岡崎拓人・金井聡・角野昇八：波・流れ共存場における波高減衰に関する基礎的研究，海岸工学論文集，第53回，pp.41-45，2006。