

## 海底人工粗度を用いた海水交換促進に関する基礎的研究

九州大学工学部 学生員 ○吉村文宏 鞠承洪 小橋乃子 和田真人

九州大学工学部 フェロー 小松利光 正会員 矢野真一郎 藤田和夫 柴田敏彦

## 1. はじめに

複雑な海岸線をもつ内湾や高度に利用化が進んだ都市港湾などの多くはいずれも深刻な水質汚濁問題を抱えており、海域環境の改善が急務となっている。そこで本研究では海底面に比較的小規模な構造物を複数個設置することで潮汐残差流を制御し、外海水と内湾水の海水交換を促進する方法を提案している。本手法の効果についてはこれまで主に数値実験により検討がなされており、海底粗度の配置を工夫することによって海水交換を促進するような流況パターンを創造・制御できることが明らかとなっている。今回は新たに開発された潮汐発生装置付の大型平面水槽を用い、それら海底人工粗度の効果を実験的に確認した。

## 2. 実験方法

(1) 実験水槽 実験に用いた水槽は図-1に示すような幅4.0m長さ6.0m高さ0.32mのアクリル製の海域部と起潮装置から構成されており、潮汐はフロートを上下させることにより海域の水位変動をコンピュータで自動制御した。実験を行う際に、湾奥端から2.5~4mの地点にアクリル製のBOX（幅1.25m×奥行き1.5m高さ0.32m）を左右対称に設置し、海域部のほぼ中央部の狭窄部（1.5m×1.5m）において流速の測定を行った（図-2参照）。また、座標系としては図-2に示すようなx-y平面座標を用いた。

(2) 実験方法 測定領域内の流況を調べるためにx方向に5点（30cm間隔）、y方向に6点（25cm間隔）の計30点において流速を測定した。周期的に潮汐を発生させた状態で各点毎に水路床から6cmの地点に電磁流速計を設置しx,y2方向の流速を測定した。また、平均水深は10cm、発生させた潮汐は周期120秒、振幅2cmとした。得られた5周期間の流速の時系列データを時間平均することで各点の潮汐残差流を算定した。実験に用いた粗度は主流方向に残差流生成能力をもつ人工粗度（以下、主方向粗度と呼ぶ）で、これまでの研究成果<sup>2)</sup>から有効な粗度形状の一つであると考えられる1/4球型粗度（粗度高さ $k=2.1\text{cm}$ 、相対水深 $h/k=4.76$ ）とした（図-3参照）。

3. 実験結果 主方向粗度の配置による流況パターンの変化を調べるために粗度を配置しない場合（CASE1）、粗度を配置した場合（CASE2,3）について潮汐残差流を測定した。各CASEの粗度の配置と、得られた潮汐残差流の結果を図-4に示す。粗度を配置していないCASE1では、海域の形状によって作られる潮汐残差流を示している。この結果を見ると測定領域の入口付近に一对の強い地形性渦が形成されているものの、その背後では顕著な残差流は生成されていないことがわかる。そこでこの残差流を更に強めるために、この渦対の大きさに相当する領域に1/4球型粗度を粗度を15cm×15cmに一個の割合で配置した（図-4(b)参照）。図中の矢印は主方向粗度に対して流れやすい方向を示しており、中央部分では-y方向に、両端の部分では+y方向に流れやすくなるようになっている。その結果、CASE2の潮汐残差流は粗度の影響によってCASE1と比べて強化され、粗度の配置領域だけでなく

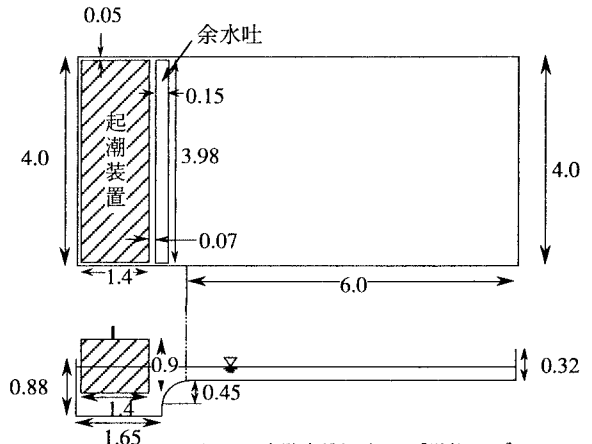


図-1 実験水槽概略図 [単位 (m)]

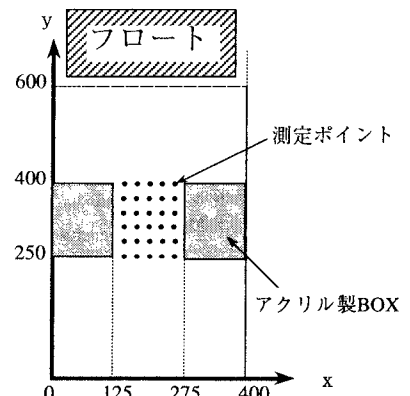


図-2 実験に用いた座標系 [単位 (cm)]

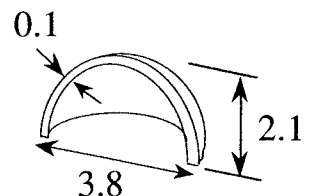


図-3 1/4球型粗度 [単位 (cm)]

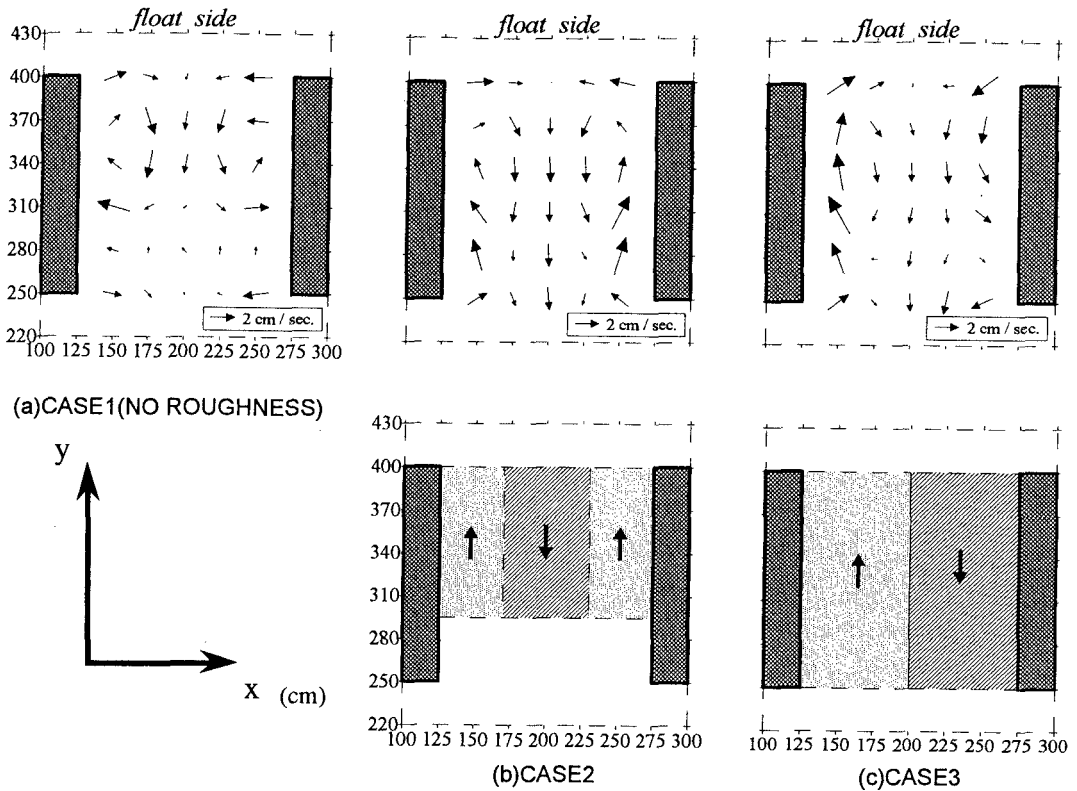


図-4 実験結果 (上図: 潮汐残差流、下図: 粗度配置  
但し、図中の矢印は粗度の流れやすい方向を示している。)

測定領域全体に渡るスケールで渦対が増幅されている。次に、既存の残差流を変化させ新たな時計周りの環流をつくるよう粗度を左右反対称に配置した (CASE3)。結果を見ると時計まわりの残差流が生成されてはいるものの、期待された通りの測定領域スケールの左右対称の環流ではなく左手に流速が片寄った形となっている。これは地形性渦が予想以上に強かったため、粗度によって+y方向に生成されると想定した $x=180\text{cm}$ 付近では地形性渦に押し流されてしまい、地形性渦と主方向粗度によって作られる潮汐残差流の方向とが一致する $x=150\text{cm}$ 付近では相乗効果で+y方向に強い残差流が得られたものと考えられる。

#### 4. まとめ

潮汐発生装置付大型平面水槽を用いて主方向粗度の効果を実験的に検討した結果、以下のような知見が得られた。

- 1) 主方向粗度を水槽底面に配置することにより既存の環流を強化し、流速・環流の空間スケールともに新たな潮汐残差流を創造することができた。
- 2) 主方向粗度のみで強い潮汐残差流の向きを反転させることは難しいが、粗度の配置を変えることによって潮汐残差流のパターンを変化させることが可能であるということが実験的に確認された。

今回は主方向粗度の配置による潮汐残差流の変化を測定するのみに留まったが、今後は海底粗度による海水交換の促進や、より現実的な密度流場での効果についても実験的に検討して行きたい。

**参考文献** 1) 小松利光・矢野真一郎・鞠承洪・小橋乃子; 方向性を持つ底面粗度を用いた潮汐残差流の創造と制御, 水工学論文集, 第41巻, pp.323-328, 1997 2) 和田真人・鞠承洪・小橋乃子・小松利光・矢野真一郎・藤田和夫・柴田敏彦; 抵抗に方向特性をもつ底面粗度の開発について, 平成8年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.332-333, 1997