

海底傾斜に伴う潮汐残差流に関する実験

名古屋大学大学院 ○ 学生員 和田 清

名古屋大学工学部 学生員 津山弘之

名古屋大学工学部 正 員 高木不折

1. はじめに 沿岸海域での潮流現象のなかで、循環流のような定常流、特に潮汐残差流が物質輸送や海水交換に大きい効果をもつことは既に多くの指摘がなされている。しかしながら、潮流の非線形効果によって生成される潮汐残差流の発生維持メカニズムは複雑で、水理模型などで定量的に再現させることは未だ困難なのが現状である。本研究では、残差流速の算定に必要な内部流速を計測するために「差温式微流速計」を試作し、境界層理論に基づく水平・鉛直循環流について水理実験により若干の検討を行ったので、その結果の一部を報告する。

2. 理論的基礎 Yasuda¹⁾ は潮汐振動流が形成する海底境界層 (Stokes層) が、海底傾斜の作用によって水平循環流を形成することを理論的に解析している。対象とするモデル海域は、Fig. 1 に示すような長方形湾とし潮汐は湾口より単一の潮汐波が進入するものとする。Fig. 2, Fig. 3 はそれぞれ $\ell/L = 0.2$, $h_1^* = 5$, $h_2^* = 20$ の場合において無次元化された湾口での残差流の鉛直分布および流線関数を示している。ただし、 ℓ : 湾長, L : 摩擦がないと仮定した時の基本潮汐に共振する湾長, $h_1^* = \beta h_1$, $h_2^* = \beta h_2$, $\beta = 1/\delta$, δ : 境界層厚である。同図から明らかに水平循環流を形成していることがうかがわれる。

3. 差温式微流速計²⁾ 本研究で用いた差温式微流速計は流れを乱すという欠点はあるものの、1) 簡単な構造、2) 安価、3) 低流速の測定に適する、などの利点をもつ。著者らはすでに用いられていた³⁾ この流速計に若干の改良を加えた。流速計の概要をFig. 4 に、またFig. 5 に流速計の校正曲線を示す。

4. 水理実験 実験装置全体の平面図を示せばFig. 6 のようである。模型部分は木製の不透性斜面を一樣勾配 ($S = 1/13.2$) で設置し、湾口での接続部分はなめらかに斜面とすりつけた。潮汐発生システムはいわゆる水供給式で、回転方向が自在なポンプを取りつけその回転数などをマイコンで制御することにより任意の波形を得ることができる。本実験では、安田の解と比較するためにTable 1に示す条件下で、

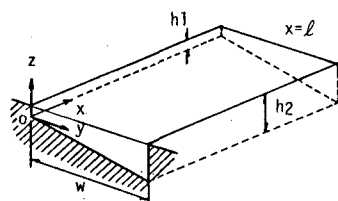


Fig.1 Model basin for the theoretical analysis

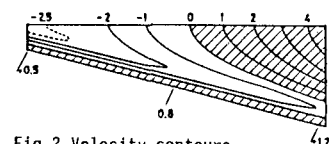


Fig.2 Velocity contours

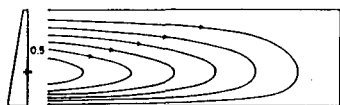


Fig.3 Streamlines

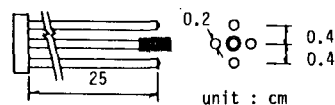


Fig.4 Schematic illustration

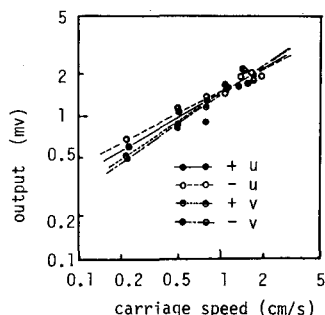


Fig.5 Calibration curve

流速を測定するとともに、その流況を水面に浮かべたフロート
トを計測用ビデオで撮影することによりとらえた。

5. 結果および考察 周期的定常状態のフロートによる
Lagrangian 残差流を Fig. 7 に示す。同図から残差流は
浅水域で湾内に入り込み深水域では流出する形となっており、
表層の動きであるにもかかわらず、この傾向は前節の解析解
の場合と同様である。一方、Fig. 8 は差温式微流速計デー
ターによる調和解析後の恒流成分 (Eulerian 残差流) を
示している。湾中央から湾奥部にかけては前述の環流傾向が
見られるものの、湾口部の浅水域では流出する形となってい
る。安田は h^* が小さい場合、つまり振動流が形成する境界
層厚に比べて水深がそれほど大きくない場合には、潮汐残差
流は下層では湾口へ向かって流れ、上層では逆に湾奥へ流れ
る二層構造をなしているが、水深がより深くなると上層はさ
らに湾口へ向かう三層構造を形成することを示している。こ
のことから推察すれば、測定点が水面下 1.5cm であるので
下層の特性が顕在化したのではないと思われる。Fig. 9
は湾口部中央 (A 点) において B. T. 法により求めた流速の
パワースペクトルを示している。ただし、データ数: 380,
最大ラグ数: 32, サンプル間隔: 3sec である。同図
から x 方向流速成分には基本振動周期成分が卓越するものの、
y 成分については顕著な周波数成分は見られない。この y 成
分データを一潮時にわたってみれば、転潮時に一時的には
負の成分があらわれるもののほとんどの領域で正の成分が卓
越している。斜面と底面振動境界層の複合効果によるこの正
の成分は、流れのシアが振動流の振幅分布のみならず位相
分布によって生み出され、残差流分布に影響を与えるものと
考えられる。このように、残差流を考える場合には、単に水
深方向に積分するのではなく 3 次元的な構造の把握が必要不可欠であることを示唆しているものと思
われる。

6. おわりに 以上、海底傾斜に伴う潮汐残差流について差温式微流速計によるデータを中心に
述べたが、潮汐振動流の鉛直構造の詳細はまだ十分に明らかにされておらず、今後流速計の精度向上
とともに進行所存である。

(参考文献)

- 1) Yasuda, H : J. Oceanogr. Soc. Japan, vol. 40, pp124 - 134, 1984
- 2) 谷口真人他: 筑波大学水理実験センター報告, No. 6, pp87 - 92, 1982
- 3) Benseman, R. F. : J. Sci. Instr., vol. 41, pp100 - 101, 1964
- 4) 安田秀一: 中国工業技術試験所報告, No. 16, pp21 - 40, 1982

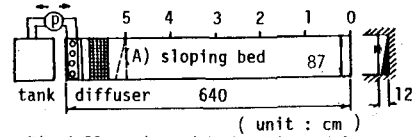


Fig. 6 Plan view of hydraulic model
Table 1 Experimental condition

Tidal period	111.6 sec
Tidal range	0.71 cm
Shallow water depth	3.2 cm
Deep water depth	12.2 cm
Inclination	13.2°

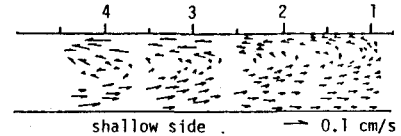


Fig. 7 Lagrangian residual currents

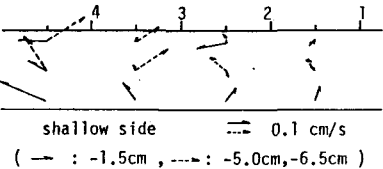


Fig. 8 Eulerian residual currents

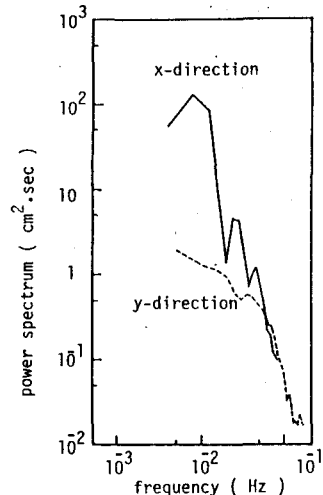


Fig. 9 Power spectrum of current velocities