

Ⅱ-412

PTVによる閉鎖性湾内流況の可視化実験

大成建設(株)技術研究所	正員	○高山百合子	正員	大谷英夫
同上	正員	石野和男	正員	勝井秀博
通産省中国工業技術研究所	正員	宝田盛康	正員	山崎宗広
同上	正員	上嶋英機		

1.はじめに

閉鎖性湾の海水交換機構を考える場合、物質輸送を支配する潮汐残差流および湾口部に形成される剥離渦の挙動を十分に把握する必要がある。そのためには、湾全域にわたる流速の経時変化を、時空間的に細かく計測することが要求される。そのため、流速計を用いた点計測は不可能で、従来、フロートの追跡による方法が主であったと考えられる（例えば、上嶋ら¹⁾）。また、村上ら²⁾は、従来のフロートによる計測は、フロートの流れている位置での測定しかできないとの理由で、フロートに糸を付けメッシュ化し、あるインターバルで投入する方法を用いた。近年、レーザーライトシートを用いて水流中の微細粒子をCCDカメラで撮影し、広域の流速場を瞬時に解析する画像処理流速計PTV（Particle-Tracking Velocimetry）が開発された。この方法は、水理学の分野でも組織渦の計測に有力な方法であると考えられている（中川ら³⁾）。そこで本研究では、昨年報告した湾口渦と湾内循環流の関係⁴⁾について定量的に計測することを目的に、PTVを用いて湾内流況の定量的計測を行った。

2.可視化実験方法

実験で用いた模型湾の概要を図-1に、諸元を表-1に示す。この湾は、YANAGI(1976)⁵⁾の実験条件と相似型とした。湾内には500 μ m程度の微細粒子を少量水面に浮かべ、水槽の側壁から潮汐振幅程度の厚みを持ったレーザーライトシート（LLS）を照射した。本実験の特徴は、流速が1cm/s程度と小さいため水中の微細粒子は沈降してしまうことである。そのため、微細粒子は表面張力により水面に浮遊させた。撮影は、水槽上部に設置したCCDカメラを用い、画像は光ディスクに1/30sに1画像の割合で、10周期間記録した。CCDカメラのシャッタースピードは、多光量が得られるよう設定を解除した。前述のように、流速の小さい流れ場を対象としたため、シャッタースピードの設定を解除しても、静止画像上のトレーサ粒子の流跡は点として得られた。

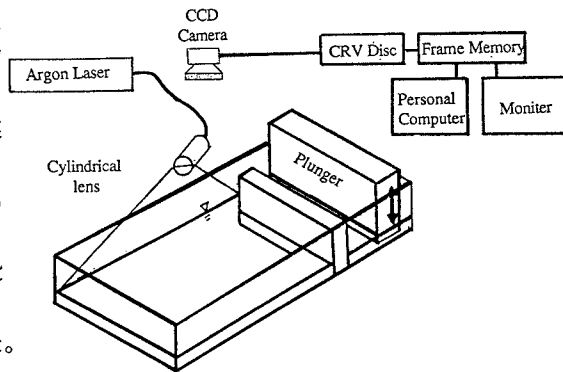


図-1 可視化および画像解析装置

表-1 模型湾諸元

湾寸法	0.97×0.97 m
湾口幅	0.2 m
湾口長	0.1 m
水深	0.1 m
潮汐周期	69 sec
潮差	0.01 m

3.画像解析システム

PTVは、日本カノマックス(株)のCURRENTを用いた。この画像解析システムについては中川ら³⁾により詳しく述べられている方法と同じである。流速ベクトルは、4枚のフレーム画像上でのトレーサ粒子の移動量により計算される。4枚のフレーム画像の間隔は、流れ場に応じて決定する必要がある。速い流れ場では再生画像の時間間隔は短くても流速ベクトルの算出が可能だが、遅い流れ場では長く設定しなければならない。本研究が対象とする閉鎖

性湾では、流速が湾口付近では大きく、湾奥などの停滞域では小さいため、湾口付近と湾奥とで再生画像の時間間隔を個々に設定し、それぞれの解析結果を重ね合わせた。また、潮汐周期の各位相毎に解析結果を重ね合わせ、流速ベクトルの個数を増加し、瞬間流速の平均化を行った。流速ベクトルの算出後、補間演算を行い、可視化空間の等間隔メッシュ上の格子点でのトレーサ粒子速度を算出した。補間には、連続式の1次のテーラー式を計算する方法を用いている。補間は31×31のメッシュ上に行われるため、精度向上のためには補間前には900～1000程度の数のベクトルが必要である。

4. 実験結果

図-2は上げ潮スタート時から15秒後、図-3は35秒後、図-4は55秒後の流速ベクトルである。図-2では、湾内に半時計周りの循環流が形成され、湾口付近には剥離渦が見られる。図-3では、湾口付近の剥離渦は図-3aよりも湾奥に移動している。図-4の時刻には、剥離渦はさらに湾奥に移動し、湾中央の水平循環流に取り込まれようとしている。以上のように、PTVを用いた湾内水平循環流の可視化実験では、湾全体の流況だけでなく、湾口付近に形成される剥離渦とその挙動まで詳細に表現することができる。

5. まとめ

PTVを用いた本可視化手法は、湾口部の渦の挙動と湾全域の流況を同時に計測することができることを確認した。本手法は、潮汐残差流と湾口渦の挙動から得られる海水交換機構を説明するための有力な手段である。なお、本研究は、通産省中国工業技術研究所と民間4社（中国電力(株)、大成建設(株)、五洋建設(株)、(株)プリジストン）による官民連帯共同研究「海域環境制御のためのミチゲーション技術の確立に関する研究」の一環である。

最後に、本研究にあたり新日本製鐵（株）津田宜久氏らより貴重な御指導を受けたことを記し、感謝の意を表します。

〈参考文献〉

- 1) 上嶋ら(1984): 瀬戸内海の海水交換機構、第31回海岸工学講演会論文集, PP.665-669.
- 2) 村上ら(1993): 潮汐エネルギーを利用した海水交換促進に関する水理模型実験, 水工学論文集第37巻, PP.441-418.
- 3) 中川ら(1994): PIVによる吹く断面開水路流れの流速計測方法, 水工学論文集第38巻, pp.697-702
- 4) 大谷ら(1994): 湾口渦の制御による水平循環流改变に関する一考察、第49回土木学会年講論文集Ⅱ, pp876-877.
- 5) YANAGI(1976): Fundamental study on the tidal residual calculation I. J.O.S. of Japan Vol.32, pp.119-208.

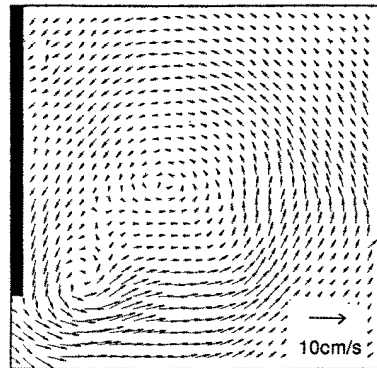


図-2 流速ベクトル 3/14周期

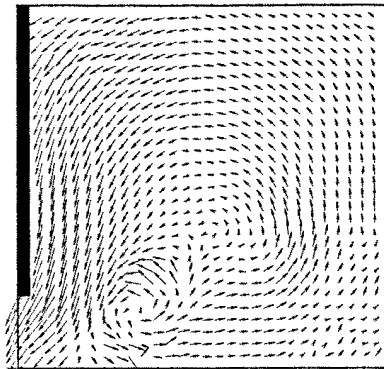


図-3 流速ベクトル 7/14周期

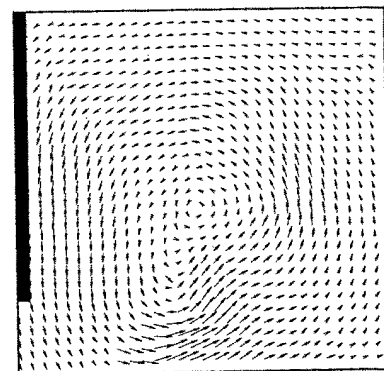


図-4 流速ベクトル 11/14周期