

地盤－流体－構造物系の可視化実験手法の開発に関する研究

防衛大学校 学 ○岩月 駿

正 野々山栄人 宮田喜壽 多田毅

GeoEngineering Centre at Queen's-RMC 非 Richard J. Bathurst

1. はじめに

近年、透明土を用いた可視化模型実験技術を利用した研究が盛んに行われている¹⁾。他方、波力を主とし、自重を従とする組合せ変動作用を受ける洋上構造物と地盤の動的相互作用問題、特に変動作用下における構造物の安定・変形メカニズムや周辺地盤の変形挙動は十分に解明されていない。本研究では、透明土を用いた地盤－流体－構造物系の動的挙動の可視化実験手法の開発を進めている。本報では、まず流体－構造物系の挙動の可視化に着目し、その結果を報告する。

2. 実験概要

模型実験の概要および実験の様子を図-1, 図-2 にそれぞれ示す。暗室内に設置された幅 745mm, 高さ 400mm, 奥行き 99mm の両面強化ガラス製の観察窓付の平面土槽を用い、造波装置を用いて流体力を板状構造物に作用させる可視化模型実験を実施した。造波装置は、ピストン型で、振幅 50mm, 周期は 0.1~1.6Hz まで設定可能な装置である。初期水位は底面から 300mm とし、造波板の周期は 0.75Hz とした。また、板状構造物は高さ 500mm, 幅 2mm, 奥行き 95mm のアクリル板であり、その底面を両面 L 型アングルと粘着テープを用いて土槽底面に固定した。実験中の様子を CCD カメラで 1/120 秒間隔で撮影した。流体の動きは PIV 画像解析により可視化するために、流体内にはレーザー光を受けると、散乱するトレーサー（ポリマー粒子）を投入した。投入量は、流体の体積の 0.01% とし、トレーサーが流体中で離散するように十分な攪拌を行った。シート状レーザー発生装置（出力：100mW）を境界の影響が少なく流体挙動が把握できるように土槽中央断面に設置した。また、構造物の挙動を PTV 画像解析により可視化するために、アクリル板の側面に大きさ約 2mm, 間隔 20mm で夜光塗料を塗付し、マーカーとした。外力となる造波装置には変位計だけでなく、同様の夜光塗料を塗付して、画像解析でもその動きを可視化した。

3. 実験結果と考察

造波板および板状構造物上端の変位の時刻歴を図-3 に示す。造波板の変位については、画像解析結果と変位計より得られた変位の時刻歴と一致していることが確認できる。次に、図-3 中の流体の速度が最大となるゼロクロス点（図中の $t_a \sim t_d$ ）における流体および板状構造物の様子および流体の速度ベクトルを図-4, 図-5 にそれぞれ示す。また、図-3 中の時間 t_0 から時間 t_4 までの各区分における板状構造物の変位を図-6 に示す。板状構造物を境に流速が変化する挙動が追跡できている。板状構造物自体の変形挙動についても精度よく追跡できることが確認できた。

4. まとめ

本研究では、流体力を受ける板状構造物の動的挙動の可視化実験手法を開発し、流体および板状構造物の変形挙動を可視化した。今後は、透明な地盤内に板状構造物を設置し、流体力が作用する条件で、地盤－流体－構造物系の挙動の可視化を試みる。

参考文献：1) Iskander, M., Bathurst, R.J. and Omidvar, M: Past, present and future of physical modeling with transparent soils, ASTM Geotechnical Testing Journal, 38(5), pp.557-573, 2015.

謝辞：本研究は科学研究費補助金(21K04266)によるご支援を頂いた。可視化に関して株式会社ライブラリーの市原秀貢氏にはご助言とご協力を頂いた。ここに記して深く謝意を申し上げます。

キーワード 模型実験, 相互作用, 画像解析

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 TEL : 046-841-3810 E-mail : nonoyama@nda.ac.jp

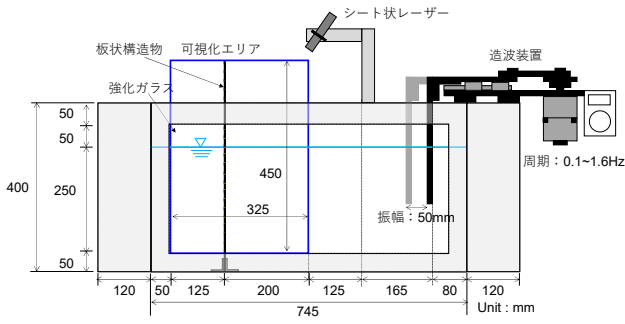


図-1 実験の概要

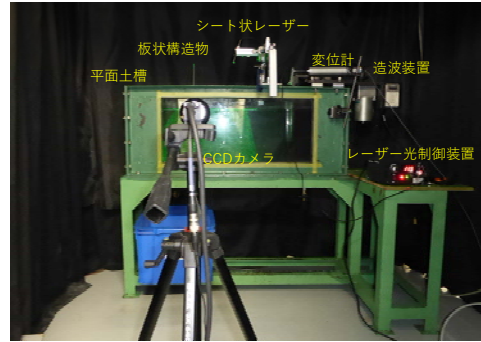


図-2 実験の様子

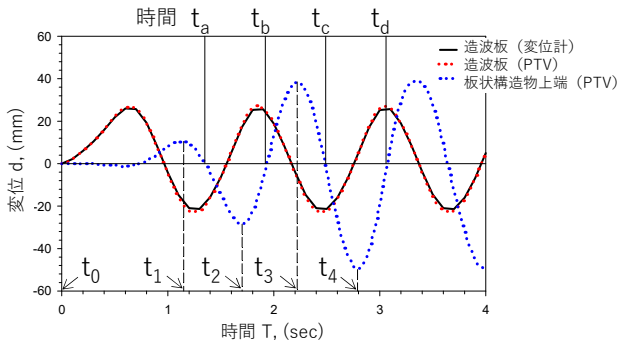
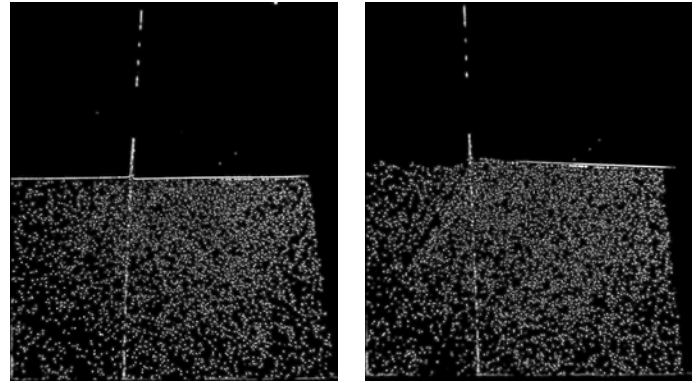


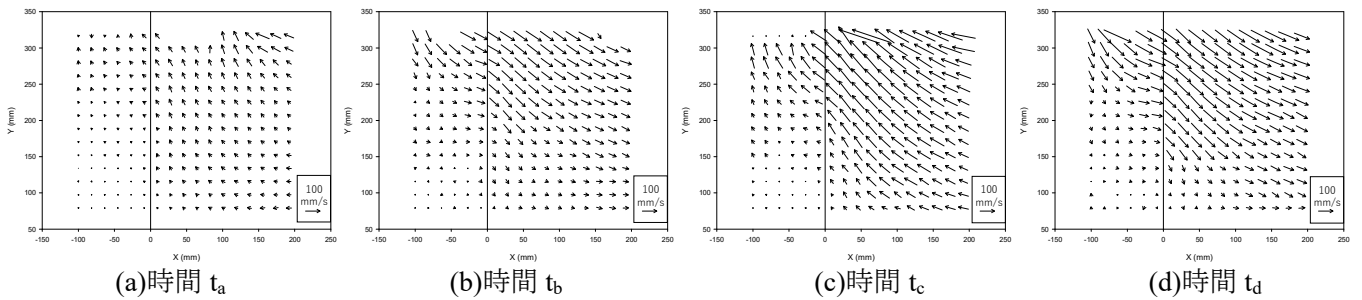
図-3 造波板および板状構造物上端の変位の時刻歴



(a)時間 t_a

(b)時間 t_b

図-4 流体力を受ける板状構造物の様子



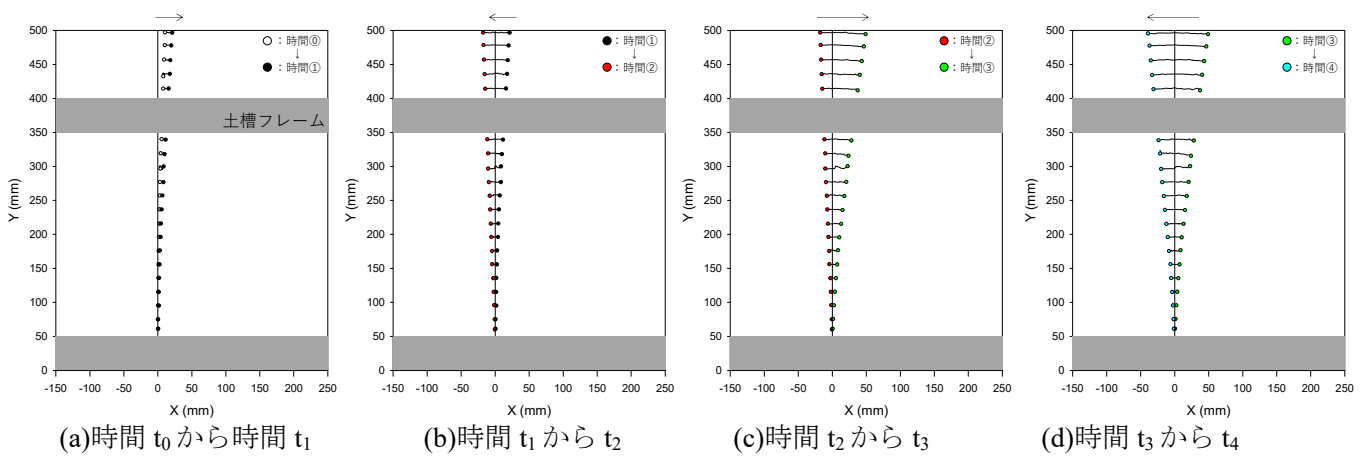
(a)時間 t_a

(b)時間 t_b

(c)時間 t_c

(d)時間 t_d

図-5 PIVによる流体の速度解析結果



(a)時間 t_0 から時間 t_1

(b)時間 t_1 から t_2

(c)時間 t_2 から t_3

(d)時間 t_3 から t_4

図-6 PTVによる板状構造物の変位解析結果