

(Ⅱ - 5) 振動流中の底面上に置かれた有限長円柱に作用する流体力に対する実験的研究

防衛大学校土木工学教室 学 生○赤木俊仁

正 員 林建二郎

正 員 藤間功司

正 員 重村利幸

1. はじめに

海底に設置された有限高さの没水構造物（例えば人工漁礁）に作用する波力に関する研究においては、作用流体力の三次元性を考慮する必要があるが、この点に関する研究はまだ少ないようである^{1), 2)}。本研究は、この波力の三次元性に対する基礎的研究として、波動場特性を簡単に表現した一様振動流中の底面上に置かれた有限高さを有する円柱に作用する流体力の三次元性を調べる実験を、模型円柱の設置方法に改良を加え前報³⁾に引き続き行ったものである。

2. 実験装置および方法

実験は、水平方向に正弦振動する振動台上に固定された鉄枠製ガラス張り水槽（1×0.5×0.5m）を用いて行った（振動流発生装置）。実験装置の概略を図-1に示す。

水槽の振動に伴って生じる水槽内自由水表面の動揺を防ぐために、水槽上面にはアクリル板製上蓋を設けた。底面に相当する端板（400×400×5mm）を、上蓋の下側に水平設置した。この端板は、水槽上部の支持台に固定されている。試験円柱（アクリル製、外径D=3cm）は、端板内に開けた孔にとりつけたガイド用円柱に通し、三分力計に片持梁形式で接続した。試験円柱外面とガイド用円柱内面との間隙は2mmとした。

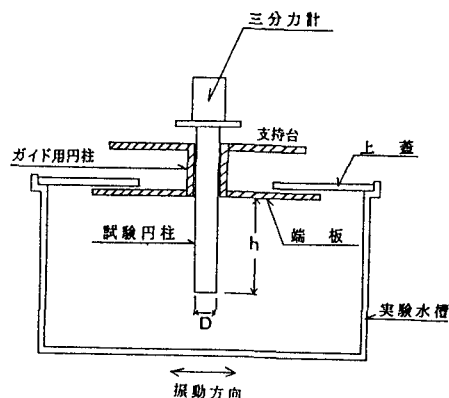


図-1 実験装置

三分力計を用いて、試験円柱に作用する流体力の水平方向二分力（ F_x ：振動流方向、 F_y ：振動流の直角方向＝揚力方向）を測定した。試験円柱の長さ h は、3cm, 6cm, 20cm, 50cmの4種類である。水槽の振動周期（＝振動流周期 T ）は2.5secに固定し、振動振幅 A は1～9cmとした。従って、 KC 数（ $=2\pi \cdot A/D$ ）の範囲は2.1～18.8であり、 β 値（ $Re/KC=D^2/(\nu T)$ ）は約360である。水槽変位量を示すポテンシオメーターからの出力信号および三分力計からの出力信号は、サンプリング周波数20HzでAD変換しフロッピーディスク内に記録した。

3. 結果および考察

F_x の解析には、次式で示されるモリソン式を用いた。式中の抗力係数 C_D 、質量係数 C_M の算定には最小自乗法による方法を用いた。式中、 u ：振動流主流速、 du/dt ：振動流加速度、 ρ ：水の密度である。

$$F_x = C_D \cdot \rho \cdot D \cdot h / 2 \cdot |u| u + C_M \cdot \rho \cdot \pi D^2 h / 4 \cdot du/dt \quad \text{--(1)}$$

F_y の解析には、揚力式を用い、式中の揚力係数 C_L の算定には次式を用いた。

$$C_L = F_{y\max} / \{ \rho \cdot D \cdot h / 2 \cdot (u_{\max})^2 \} \quad \text{--(2)}$$

式中の $F_{y\max}$ はゼロアップクロス法による実測値 F_y の最大値、 $u_{\max}$ は振動流速 u の最大値である。これら解析に用いたデータ数は、振動流の20周期分に相当する1000点である。

これら C_D , C_M , C_L と h/D の関係を KC 数をパラメータとして図-2 a), b), c)にそれぞれ示す。これら図より以下のことが明かである。a) C_D および C_L は h/D の増加に伴い増加する。b) 一方、 C_M は h/D の増加に伴い減少する。c) これら各係数と h/D の関係におよぼす KC 数の影響は明確に認められない。

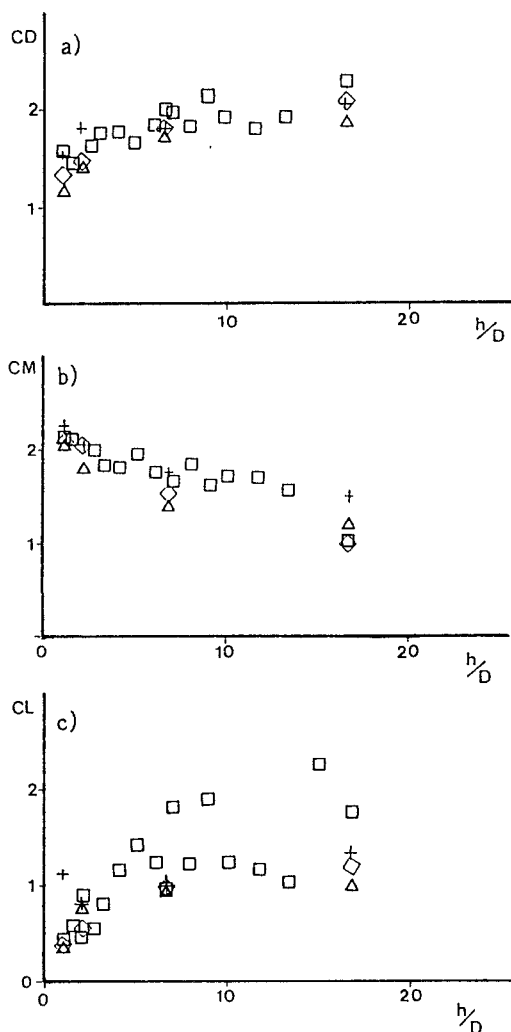


図-2 CD, CM, CL と h/D との関係

(+ $KC=6.3$ □ $KC=10.5$ ◇ $KC=14.6$ △ $KC=18.8$ --- $\beta=500$, ● $KC=10, \beta=1000$, ▲ $KC=20, \beta=500$)

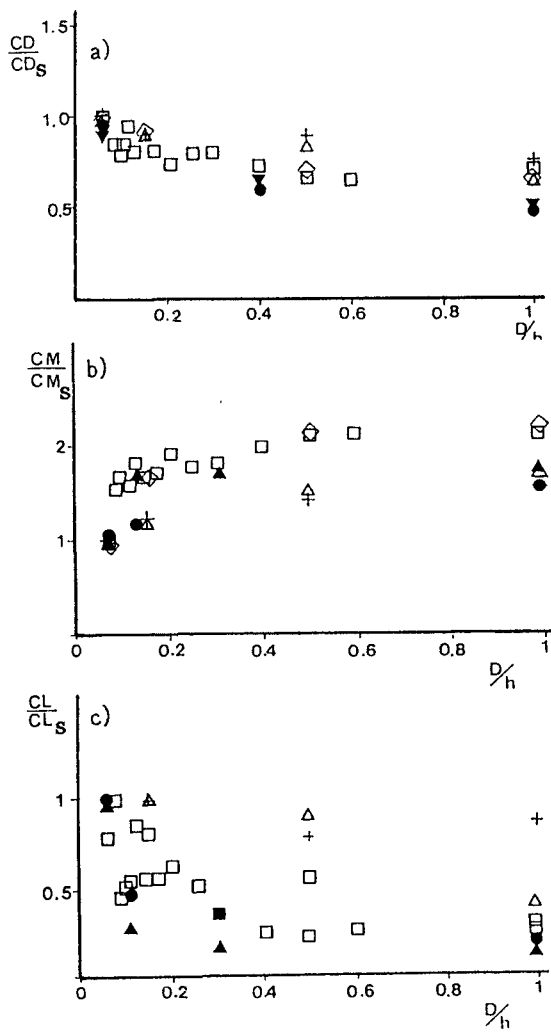


図-3 $CD/CD_s, CM/CM_s, CL/CL_s$ と D/h の関係

次に、 $h/D=16.8$ の場合における CD, CM, CL の値を基準値 CD_s, CM_s, CL_s として得られた、 $CD/CD_s, CM/CM_s, CL/CL_s$ と D/h の関係を KC 数をパラメータとして図-3 a), b), c)にそれぞれ示す。また、図中には、有限高さを有する3次元円柱を強制動揺装置を用いて静水中で振動させて得られた星野らの結果²⁾をも同時に示している (● $KC=10, \beta=1000$, ▲ $KC=20, \beta=500$)。星野らの場合における基準値 CD_s, CM_s, CL_s は、 $h/D=20$ の場合の CD, CM, CL 値である。模型の設置方法、実験方法等および実験条件が異なるために厳密な比較は出来ないが本実験結果と同様な傾向が認められる。今後は、可視化実験による後流渦の観察、円柱まわりの流速計測、局所流体力の計測等を行い流体力の3次元性についてさらに詳しく調べたい。

＜参考文献＞

- 1) 星野, 中村, 小寺山: 振動流中の3次元円柱周りの流れの可視化と円柱に加わる流体力についての実験的研究, 日本造船学会論文集, 第169号, P85~92, 1991.
- 2) 田村, 林ら: 底面上に置かれた円柱に作用する振動流の流体力について, 第17回関東支部概要集, 1990.