

防衛大学校土木工学教室 学生○田村 太

" " 正員 林建二郎

" " 正員 藤間功司

" " 正員 重村利率

1. はじめに

本研究は、海底に設置された有限高さを有する構造物等に作用する波力特性を明らかにすることを目的として、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に対する三次元効果（底面境界及び円柱端等の影響）を調べる実験を行ったものである。

2. 実験装置および方法

実験は、水平方向に正弦振動振動する振動台上に固定された鉄枠製ガラス張り水槽を用いて行った（振動流発生装置）。実験装置の概要および用いた座標系を図-1に示す。

水槽の振動に伴って生じる自由水表面の動揺を防ぐために、水槽上表面にはアクリル板製上蓋が設けられている。水槽内の上部に水平設置された底面に相当する端板（595*480*5mm）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 $D=5$ cm）は、端板内および上蓋内に設けられた孔およびスリット孔を通る支持棒（外径 3mm）を用いて三分力計に片持梁形式で接続されている。この三分力計を用いて、試験円柱に作用する流体力の水平二分力（ F_x ：振動流方向、 F_y ：振動流の直角方向）を測定

した。試験円柱上面と端板下面との隙間間隔は極力小さく（1mm以下）なるように設置した。測定に用いた試験円柱の長さ h は、2.1cm, 4.2cm, 6.3cm, 8.4cm, 10.5cmの5種類である。水槽の振動周期は5secに固定し、振動振幅の範囲は1-18cmとした。従って、 β 値（ $=Re$ 数/ KC 数）は500であり、 KC 数の範囲は1.3-22.7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 100HzでAD変換しパソコン内のフロッピー内に記録した。サンプリング個数は4000個とした。

3. 結果および考察

三分力計の検定を行うために、 F_x 、 F_y 方向のそれぞれに各種静的荷重を載荷した。その検定結果を図-2に示す。載荷荷重と出力電圧との線形性は両方向とも良好である。

F_x, F_y の各無次元値 $F_x/(\rho ghD^2)$ 、 $F_y/(\rho ghD^2)$ と KC 数との関係を、 h/D をパラメータとして図-3 a), b)に示す。 F_x, F_y の値はゼロアップクロス法による代表値である。 $F_x/(\rho ghD^2)$ は、 KC 数に対して指数関数的に増加している。その大きさに対する h/D の影響は明確でない。 $F_y/(\rho ghD^2)$ は、 $F_x/(\rho ghD^2)$ より

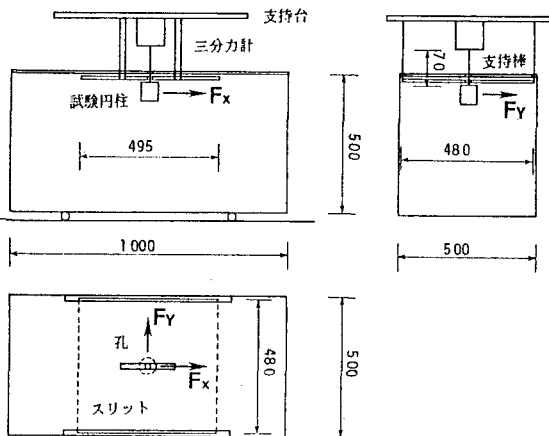
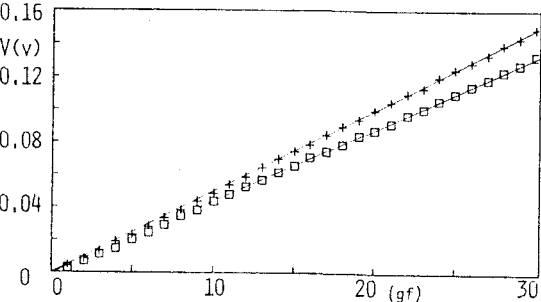


図-1 実験装置の概要および座標系

図-2 検定結果 (□: F_x , +: F_y)

かなり小さく、その大きさに対する h/D の影響が若干認められる。

F_x の評価にモリソン式を適用した。式中の抗力係数 C_d 、質量係数 C_m の算定には次式をそれぞれ用いた。

$$C_D = (F_{xd}/h) / \{1/2 \cdot \rho \cdot D \cdot (U_{max})^2\} \quad -- (1)$$

$$C_M = (F_{xn}/h) / \{1/4 \cdot \rho \cdot \pi \cdot D^2 \cdot ((dU/dt)_{max})^2\} \quad -- (2)$$

式中、 F_{xd} は最大振動流速 U_{max} が生じる位相での F_x の値、 F_{xn} は、最大加速度 $(dU/dt)_{max}$ が生じる位相での F_x の値である。

F_y の評価には揚力式を適用した。式中の揚力係数 C_L の算定には次式を用いた。

$$C_L = (F_y/h) / \{1/2 \cdot \rho \cdot D \cdot (U_{max})^2\} \quad -- (3)$$

式中、 F_y はゼロアップクロス法による実測値 F_y の代表値である。

これら C_M 、 C_D 、 C_L と KC との関係を h/D をパラメータとして図-4、図-5、図-6にそれぞれ示す。また、これら図中には、前記の3次元効果が無い場合の代表的結果である、Sarpkaya等¹⁾の実験値(β 値=499、 h/D が十分大)を比較のためにそれぞれ実線で記入している。実験値(C_D 、 C_M)の $KC < 6$ の範囲における散らばりは、 F_x の値がこの KC 数範囲では小さいことによる読み取り誤差によるものと思われる。

本実験値のこれら各係数値と KC 数の関係においては、 h/D の影響は明確に認められないが、Sarpkaya等の結果とは以下の差が明確に認められる。

a) C_M の本実験結果は、 KC 数の増加に対し多少減少している。しかし、その減少の仕方はSarpkaya等の場合に比べて小さい。

b) C_D の本実験結果は、Sarpkaya等の値の約1/2である。

c) C_L の本実験結果は、Sarpkaya等の値よりかなり小さい(約1/6)。

これら差は、3次元効果によるものと考えられる。 C_L の大きな減少は、3次元効果のため円柱後流渦の円柱軸方向相関性が低下したためと思われる。

参考文献

1) Sarpkaya and Isaacson, Mechanics of wave forces on offshore structures, Van Nostrand Reinhold Company, 1981.

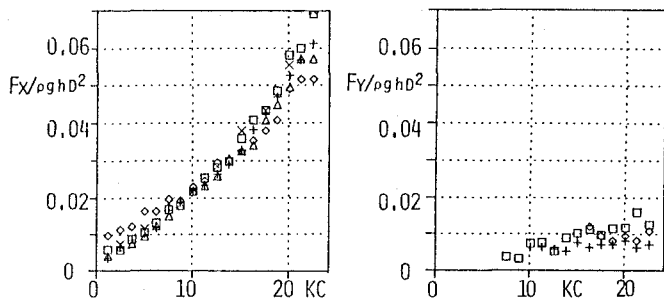


図-3 $F_x/(\rho g h D^2)$ 、 $F_y/(\rho g h D^2)$ と KC 数との関係
($\diamond h/D=0.42$, $\triangle h/D=0.84$, $+ h/D=1.26$, $\times h/D=1.68$, $\square h/D=2.1$)

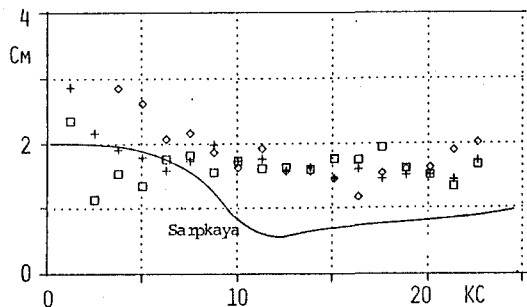


図-4 C_M と KC 数の関係 (記号は図-3を参照)

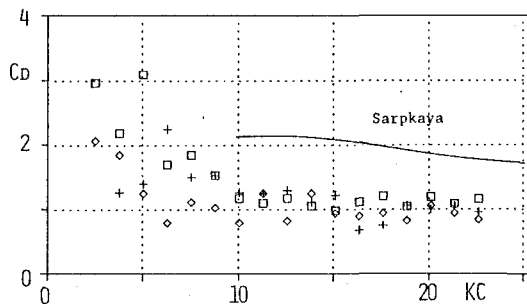


図-5 C_D と KC 数の関係 (記号は図-3を参照)

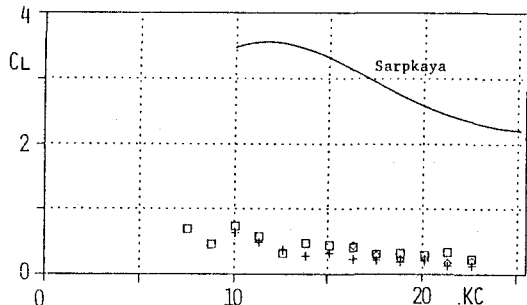


図-6 C_L と KC 数の関係 (記号は図-3を参照)