

II-387

振動流中で渦励振動している円柱に作用する流体力の評価について

防衛大学校土木工学教室 学生員○檜垣 太

" " 正会員 林建二郎

" " 正会員 藤間功司

" " 正会員 重村利幸

1. はじめに: 本研究は、海洋構造物の渦励振動量をよりの確に評価する事を目的として、振動流中で渦励振動している円柱に作用する流体力の直接計測を行い、円柱固定時の流体力との比較を試みたものである。

2. 実験装置および実験方法: 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を用いて行った。実験装置の概略を図-1に示す。支点と引っ張りバネを用いて、水槽内に水平設置されたアクリル製試験円柱(外径 $D=3.0\text{cm}$,長さ $=48\text{cm}$)は、鉛直方向(Y方向,揚力方向)にのみ振動する。円柱に組み込まれた二分力計を用いてセグメント円柱(長さ $=3.0\text{cm}$)の単位長さあたりに作用するX方向、Y方向の流体力 ΔF_X と ΔF_Y を計測した。自由水表面の動揺を防ぐために水槽上面に上蓋を設けた。円柱は上蓋内に設けられたスリット孔(幅 $=20\text{mm}$)を通る2枚の端板(長さ $=40\text{cm}$,幅 $=5\text{cm}$,厚さ $=2\text{mm}$)で支持されている。実験は、作用揚力の2次および4次の周波数成分と円柱が共振している場合($f_w/f_{nw}=1/2, 1/4$, f_{nw} :円柱の水中固有周波数($f_{nw}=1/0.926\text{ Hz}$), f_w :振動流周波数)で行った。KC数の範囲は4~40とした。また、比較のために同円柱を固定した場合に作用する流体力も同様に計測した。

3. 実験結果および考察: 円柱の渦励振動量 y の実効値を Y_{rms} 、最大片巾振幅を Y_{max} とする。振動円柱に作用する ΔF_X と ΔF_Y の実効値をそれぞれ ΔVF_X および ΔVF_Y とする。ただし ΔVF_Y は二分力計で計測されたY方向の力からセグメント円柱部の慣性力(=セグメント円柱部の質量*振動加速度)を引いたものである。 ΔVF_Y は二分力計で計測されたY方向の力からセグメント円柱部の慣性力と水中付加質量力を引いたものである。円柱固定時の ΔF_X と ΔF_Y の実効値を ΔRF_X 、 ΔRF_Y とする¹⁾。

図-2 a), b), c) は $f_w/f_{nw}=1/2$ 、図-3 a), b), c) は $f_w/f_{nw}=1/4$ の場合である。図-2 a) と図-3 a) に、円柱が第2次および第4次周波数成分と共振している時の円柱振動量 Y_{rms}/D および Y_{max}/D のKC数に対する変化特性を示す。 $f_w/f_{nw}=1/2$ の時は $KC>4$ で振動が生じ、その後、 $KC\approx 10$ で最大の振動値を取り、 $KC>15$ で減少している。 $f_w/f_{nw}=1/4$ の時は $KC>18$ で大きな振動値を取り、 $KC>30$ で減少している。

図-2 b), c) と図-3 b), c) に、固定時と振動時における ΔF_Y ならびに次式(1), (2)で定義される ΔF_Y の増幅率 (M_{Ya} , M_{Yw}) のKC数に対する変化特性をそれぞれ示す。

$$M_{Ya} = \Delta VF_{Ya} / \Delta RF_Y \quad \text{---(1)}$$

$$M_{Yw} = \Delta VF_{Yw} / \Delta RF_Y \quad \text{---(2)}$$

$$M_X = \Delta VF_X / \Delta RF_X \quad \text{---(3)}$$

$f_w/f_{nw}=1/2$ の場合、 M_{Ya} 、 M_{Yw} は $KC=5.5$ 付近でピーク値 ($M_{Ya}=5.6$, $M_{Yw}=2.3$) を示し、その後 KC 数の増加に伴い減少している。 $f_w/f_{nw}=1/4$ の場

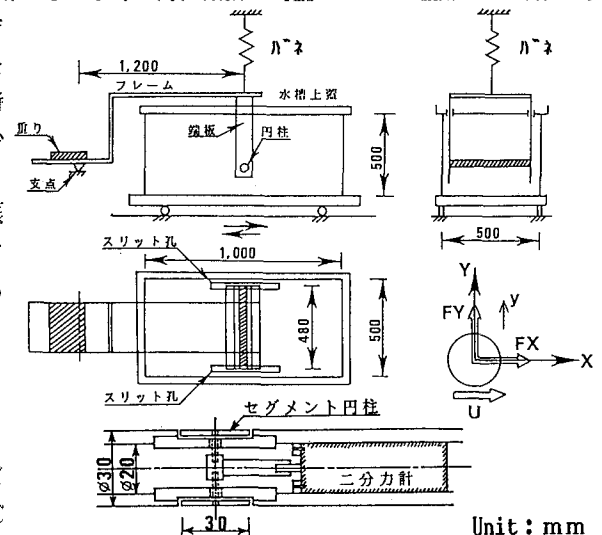


図-1 実験装置の概略

Unit: mm

合、 M_{Ya} 、 M_{Yw} は $15 < KC < 21$ で大きな増幅率（ $M_{Ya}=2.1$ 、 $M_{Yw}=1.4$ ）を示している。特に振動量が急な増加を示すところで大きな値を取っているようである。

図-4に、 ΔF_Y の場合と同様に上式(3)で定義される ΔF_X の増幅率（ M_X ）のKC数に対する変化特性を示す。 $f_w/f_{nw}=1/2$ の時は、 $5 < KC < 10$ の範囲で大きな増幅率（約2）を示す。 $f_w/f_{nw}=1/4$ の時は、 $KC > 17$ で増幅率は1以上となっている。

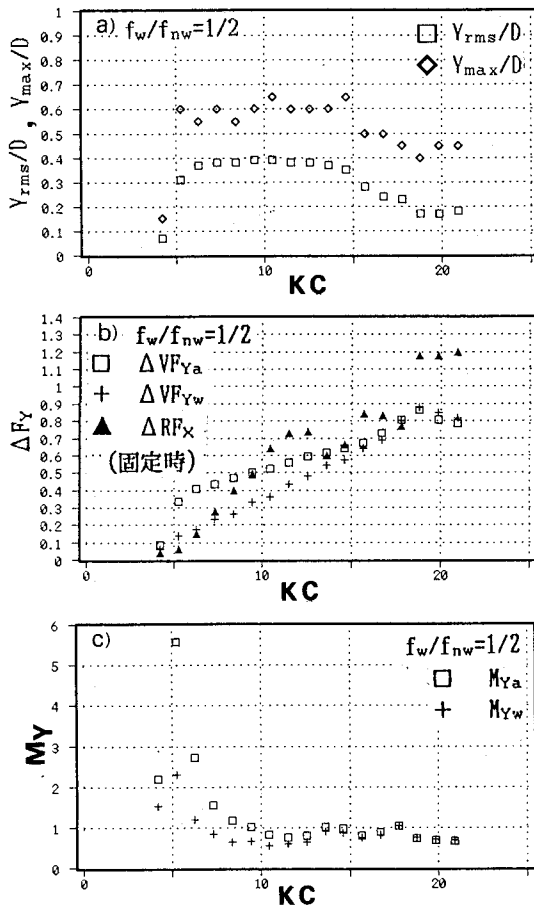


図-2 a), b), c)

振動量、 ΔF_Y および増幅率とKC数の関係

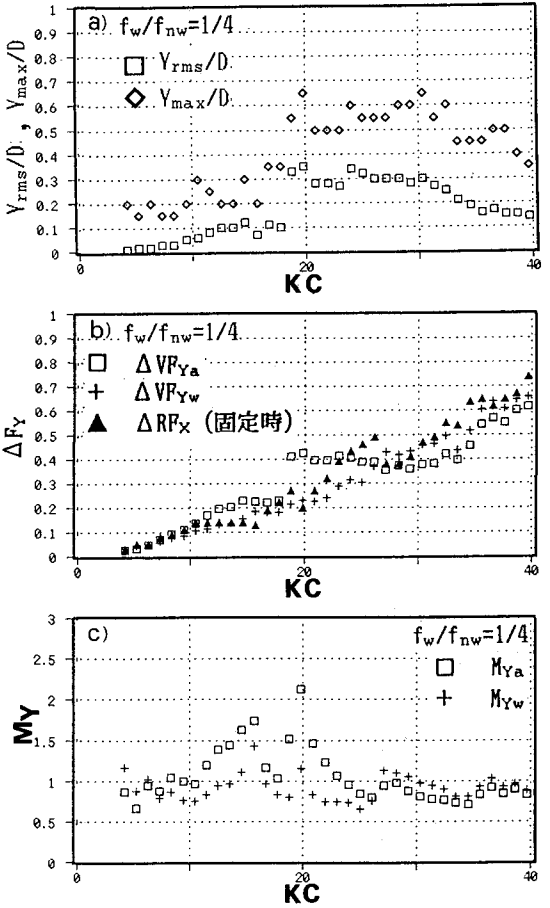


図-3 a), b), c)

振動量、 ΔF_Y および増幅率とKC数の関係

4. おわりに：

振動流中で渦励振動している円柱に作用する流体力の増幅率（ M_{Ya} 、 M_{Yw} 、 M_X ）はKC数と周波数比との関数となっている事を確認した。

参考文献

- 1) 林建二郎, 藤間功司, 重村利幸, 荻原洋聡 (1993): 振動流中における円柱の渦励振動特性と流れの相互作用現象, 海岸工学論文集, 第40巻, pp.841-845

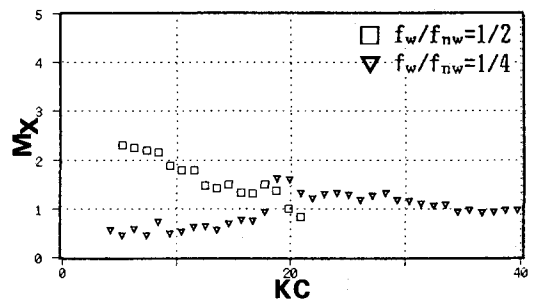


図-4 ΔF_X の増幅率とKC数の関係