

II-283

壁に近接した円柱に作用する振動流の流体力（2）

山口大学工学部 正 斎藤 隆
 山口大学工学部 正 羽田野袈裟義
 山口大学工学部 学○宗野 行展
 新井組 藤原 尚

1. 序

前報¹⁾に続き、壁に近接して設置された円柱に作用する流体力の2成分（直方向力・揚力）を同時測定して得られた結果を報告する。今回は、揚力の変動特性、向きなどについて新たな知見が得られた。実験装置は、第41回年講²⁾と同じである。

2. 実験結果

主流の加速度、直方向力、揚力の変動特性の一例を図-1に示す。直方向力の最大値は左右両方向とも同程度で、ピークは、主流の反転時および反転後最大流速前の位相で生じる。但し、図では直方向力の第2のピークは片方しか出ていないこと、および直方向力の出現形態が図の左右の向きで異なることが多いことのためモリソン式の C_d と C_m を最大直方向力とその位相を用いて評価する場合に注意を要する。一方、揚力については引力が斥力に比べて大きく、主流反転時に斥力のピークが認められる。但し、 e/D や KC 数により揚力ピークの出現形態は多様である。

次に、モリソン式を用いてフーリエ平均法により得られた C_d 、 C_m を KC 数に対してプロットしたのが図-2および3である。図-2より C_d は、 $e/D=0$ と0.2の場合を除けば e/D の増加とともに減少する。前報¹⁾で、 $e/D=0\sim0.4$ の範囲で e/D による C_d 値の系統的な差が認められなかったことを考え合わせると、 C_d は0.1~0.4の間で最大となるとみてよいであろう。従って、 C_d 値は、円柱と壁の接近に伴う遮蔽効果と、円柱・壁間に高速流が生じることの両方により増大すると考えられる。 C_m 値の特性は前報¹⁾と同様で

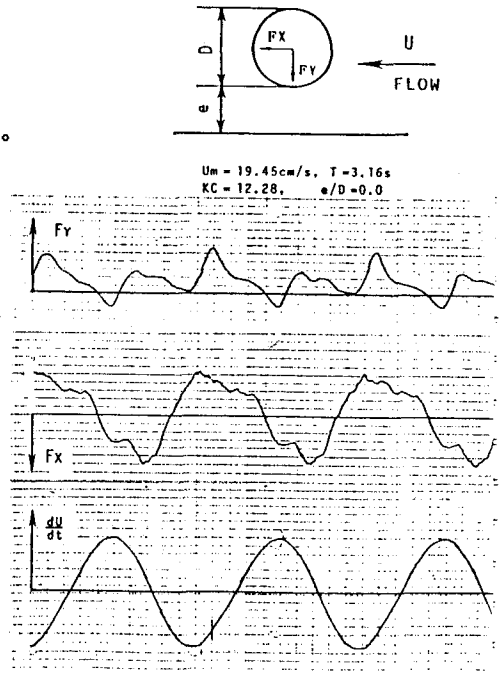


図-1 流体力の定義と変動波形

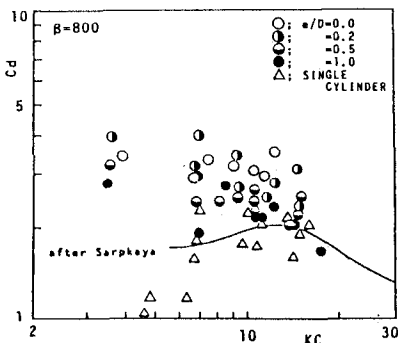


図-2 C_d と KC 数の関係

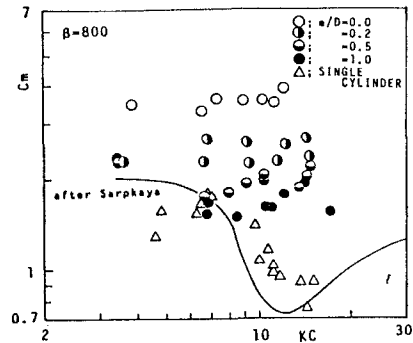


図-3 C_m と KC 数の関係

ある。単円柱の場合には C_m の値は KC 数により変化するが、円柱と壁が近接した場合には、 KC 数による変化は殆ど認められず、 e/D が減少する程 C_m は増大する。これは e/D が減少する程付加質量が増大することの結果といえる。

図-4 は揚力の各サイクルの最大値を用いて、 $CL = F_{Ymax} / (0.5 \rho U_m^2)$ により求めた揚力係数 CL を KC 数に対してプロットしたものである。 $CL \sim KC$ の関係は e/D によりかなり変化している。単円柱の場合には $KC = 10$ 付近で最大となるが、 $e/D = 0.2 \sim 1.0$ では CL の最大が $KC = 5 \sim 7$ へ移っている。 $e/D = 0$ では CL は KC によらずほぼ一定値となっている。また、 $e/D = 0.2$ のケースでは CL の値の変化が小さい。次に、揚力の向きについて検討した。図-5 は各サイクルでの引力の最大値 F_{Ya} と斥力の最大値 F_{Yr} の比の平均を求めて KC 数に対してプロットしたものである。図より、 $e/D = 0$ では引力が斥力に卓越しており、 KC 数が多い程それが顕著であること、 $e/D = 1.0$ では F_{Ya}/F_{Yr} は $0.8 \sim 1.2$ と 1 に近く単円柱の特性に近いこと、その中間の $e/D = 0.2 \sim 0.5$ では KC 数 8 以上では引力が卓越し、それ以下の KC 数では斥力が卓越することなどが認められる。

最後に、 $\beta = 800$ 、 $KC \approx 13 \sim 3$ における揚力の出現形態を示せば次のようである。

(I) $e/D = 0$, (KC 大 $\rightarrow$ 小)

引力ピークは反転直後 $\rightarrow$ 最大流速時 $\rightarrow$ 最大流速時前後

斥力ピークは反転時

大きい引力ピークにひきついて大きい斥力ピーク

(II) $e/D = 0.2$, (KC 大 $\rightarrow$ 小)

引力ピークは最大流速時 $\rightarrow$ 反転直後

斥力ピークは反転 $\sim$ 最大流速時の間

最大引力ピークにつづいて最大斥力ピーク

(III) $e/D = 0.5$, (KC 大 $\rightarrow$ 小)

引力ピークは反転直後と最大流速時に同程度のもの

$\rightarrow$ 最大流速時 $\rightarrow$ 最大流速時前後 $\rightarrow$ 反転時

斥力ピークは反転直後と最大流速時 $\rightarrow$ 最大流速時直前

$\rightarrow$ 反転 $\sim$ 最大流速の間

図-5 において、すべての e/D に共通して KC 数が小さいと斥力の割合が増すことが示されたが、これは反転時に斥力ピークが生じることと結びついている。 KC 数が小さいことは反転の重力性が増すことを意味する。今後、 $\beta = 800$ 以外について調べると共に、可視化により流れ構造を調べ図-4、5 との関係づけをする必要がある。

参考文献

- 1) 斎藤ら(1988); 第43回土木学会年講 pp662-623
- 2) 蒲地ら(1986); 第41回土木学会年講 pp663-664

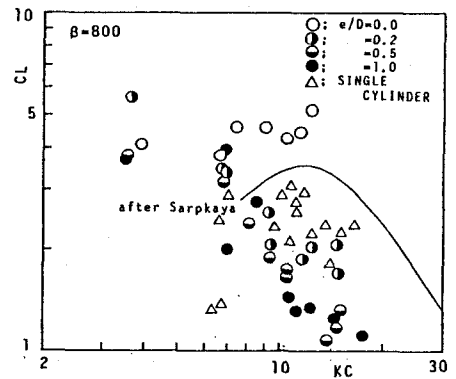


図-4 CL と KC 数の関係

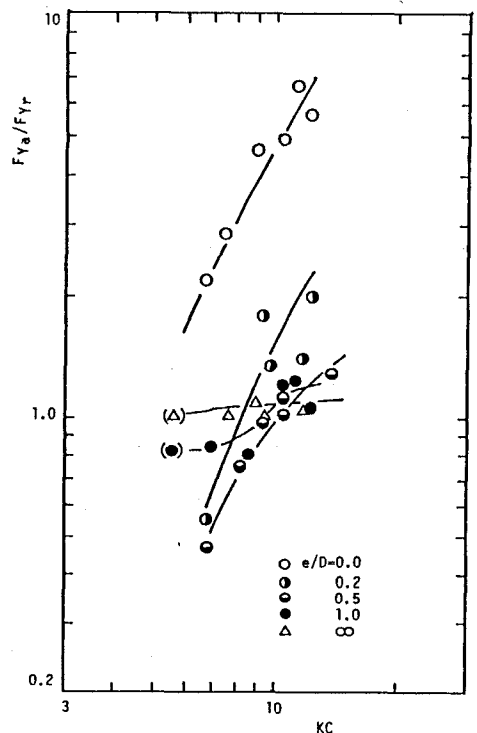


図-5 F_{Ya}/F_{Yr} と KC の関係