

II - 332 振動流中の円柱に作用する流体力と流体力係数について(2)

九州大学応用力学研究所 正員 蒲地 政文
 山口大学工学部 正員 羽田野 袈裯義
 山口大学工学部 正員 齊藤 隆

波力算定の為の基礎的な実験資料を得るために、振動流中の円柱に作用する流体力を測定した。今回は、KC数($KC = UT/D$, U は振動流の最大流速, T は振動流の周期, D は円柱直径)の低い場合について実験を行なった。特に、直方向力に関しては最大値に着目した。また、KC数の低い場合は、揚力も卓越するため、揚力の計測、更にそれに関連して回転力の計測も行なった。

実験には、開口U字型の振動流装置を用いた。図1にその概略を示す。実験円柱は、直径5cm、長さ8cmの塩化ビニル製であり、テストセクション中央部に直径7mmのしんちゅう棒で固定されている。図2にその概略を示す。流体力は、しんちゅう棒に貼付された歪ゲージを用いて測定された。

従来直方向力の算定に使用されたきたモリソン式の中の、抗力係数、質量係数とKC数との関係を図3、4に示す。CDはKC=7で最小値をとり、KC数が小さくなるにつれて大きくなる。この傾向は、Bearmanら(1985)の結果と一致する。また、CMはKC数が小さくなるにつれて、一定値(約2)に近づく傾向がある。つぎに、モリソン式の最大値には、2つあることが知られており、その

区別は、パラメーター $R^* (= 2C_D K_C / (\pi^2 C_M))$ の値でなされている。すなわち、 $R^* < 1$ のときは、モリソン式中の慣性項が卓越し、逆の場合には式中の抗力項が卓越する。 R^* のKC数に対する変化を調べるため

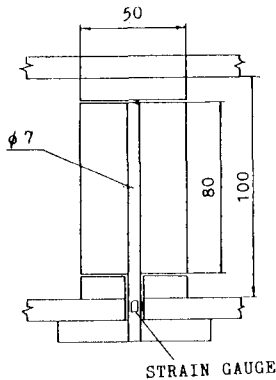


図2. 測定部

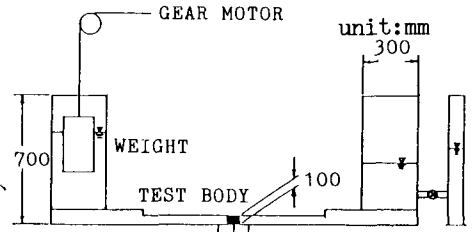


図1. 実験装置

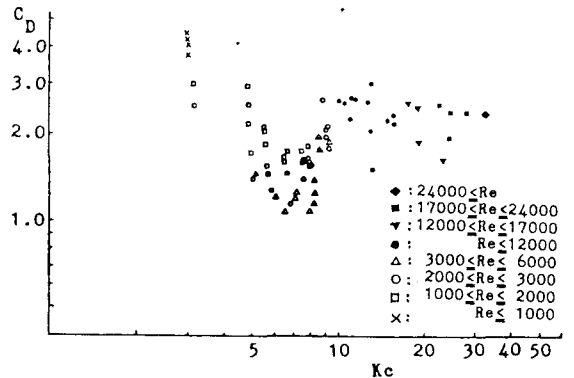


図3. C_D とKCの関係

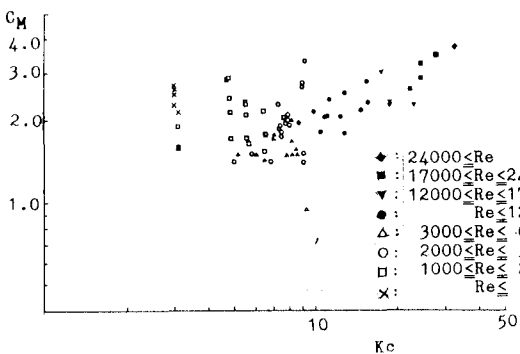


図4. C_M とKCの関係

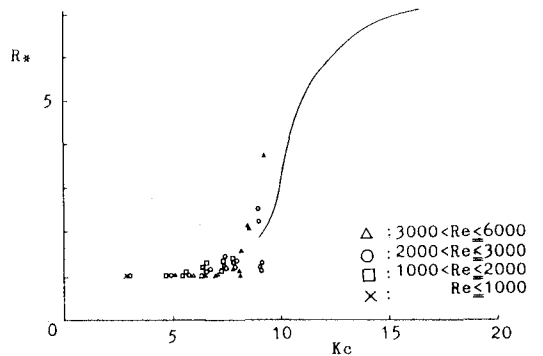


図5. R^* とKCの関係

に、 R_c と K_C 数の関係をプロットしたものが図5である。図中、実線はSarpkaya(1975)のデータから算出したものである。 K_C 数が小さくなるにつれて、 R_c は1に近づくようであるが、1より小さくなるか否かは、データ数が少ないために断定できない。ただ、 $K_C < 7$ では、慣性項が卓越してくることは予想される。 $K_C = 8.64$ のときの直方向力の実測値、モリソン式による値、流速のデータを図6に示す。 K_C 数が小さくなるにつれて、流速と直方向力の位相差は $\pi/2$ に近づく。直方向力の最大値 $F_{X_{max}}$ を無次元化したもの F_*

($= F_{X_{max}} / (0.5 \rho Q U^2 D L)$)、 L は円柱長さ)と K_C 数との図7に示す。 F_* は K_C 数が小さくなるにつれて大きくなり、かつ、ばらつきも大きくなる傾向がある。図中 β はストークス数(= $D^2 / (\nu T)$)である。 K_C 数が小さくなるにつれて、揚力が卓越してくること、またその揚力はうなりを伴うことが従来知られており、また、はくり渦との関連も研究されたきた。揚力のスペクトルピークから算出したストローハル数 S_t と K_C 数の関係を図8に示す。振動流の半周期 $T/2$ の間に n 個のペアの渦がはくりすると考えると、 K_C 数とはくり渦のストローハル数 S_t との間には、 $K_C \cdot S_t = 2n$ という関係があることが導ける。 $n=1, 2, 5$ の場合の計算値が図8の点線であり、 K_C 数が小さい場合によく成り立っている。次に、揚力の最大値を無次元化した揚力係数 C_L と K_C 数との関係を、図9に示す。図中実線は、Sarpkaya(1975)のデータである。また、揚力が発生するときには、円柱の回りの循環があり、回転力が発生していると考えられる。回転力の最大値 $F_{M_{max}}$ を無次元化した回転力係数 C_T ($F_{M_{max}} / (0.5 \rho U^2 D^2 L)$)と K_C 数の関係を、図10に示す。回転力係数 C_T も、 $K_C = 7$ を境にして、それ以下では増加する傾向がある。

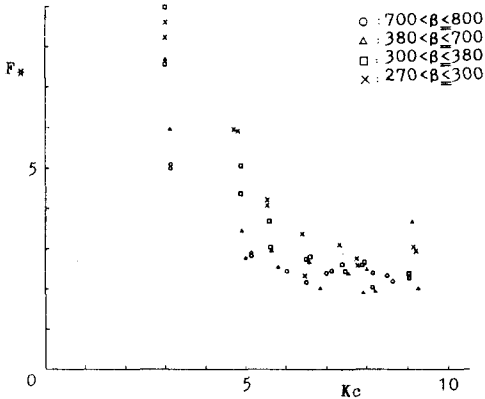


図7. 直方向力の最大値と K_C の関係

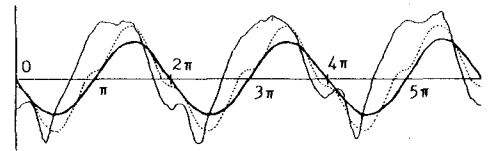


図6. 直方向力の算定値, 実測値, 及び主流の比較

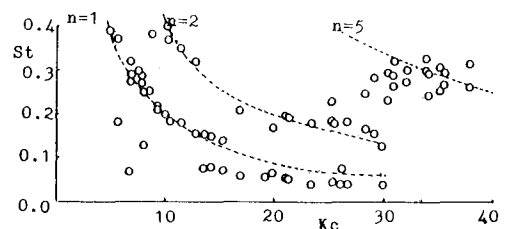


図8. S_t と K_C の関係

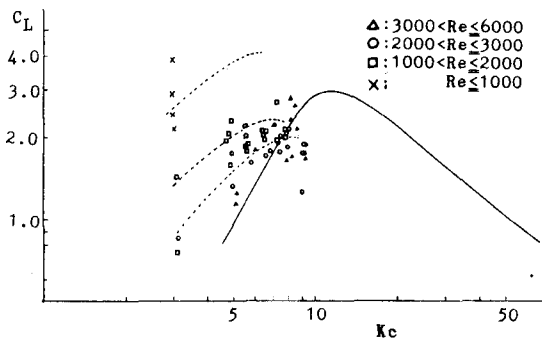


図9. C_L と K_C の関係

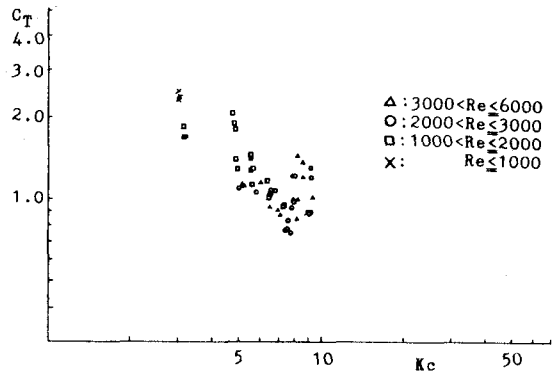


図10. C_T と K_C の関係