

## 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)

広島市役所 正員 ○西田 直美  
山口大学 正員 菊地 政文  
山口大学 正員 羽田野 装義  
山口大学 正員 斎藤 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、 $K_C$ 数( $K_C = UT/D$ ,  $U$ 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った。特に、直方向力に関しては最大値に着目した。また、 $K_C$ 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。

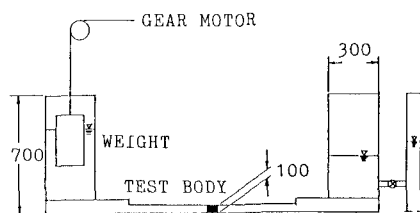


図1. 実験装置

従来直方向力の算定に使用されてきたモリソン式中の抗力係数、質量係数と $K_C$ 数との関係を図3, 4に示す。 $C_D$ は $K_C = 7.2$ 最小値をとり、 $K_C$ 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 $C_M$ は、 $K_C$ 数が小さくなるにつれて2に近づく傾向がある。次に、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

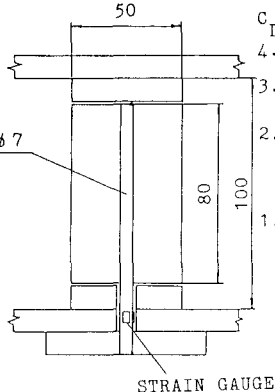
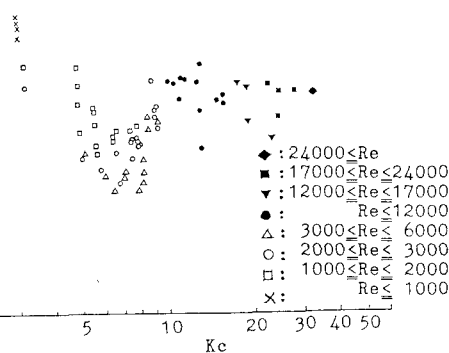
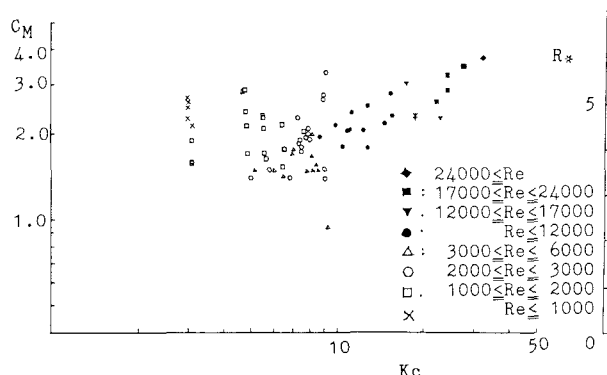
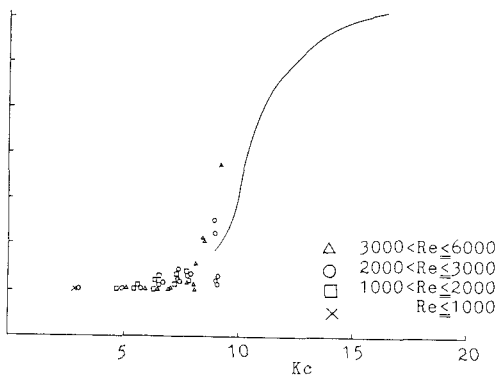


図2. 測定部

図3.  $C_D$ と $K_C$ の関係図4.  $C_M$ と $K_C$ の関係図5.  $R^*$ と $K_C$ の関係

別はパラメーター $R_*$  ( $=2C_D K_C / (\pi^2 C_M)$ ) でされている。 $R_* \leq 1$  のときは慣性項が卓越し、逆のときは抗力項が卓越する。 $R_*$  と  $K_C$  数の関係を図5に示す。図中、実線は Sarpkaya (1976) 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  $R_*$  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断定できない。ただ、 $K_C \leq 7$  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  $F_{xmax}$  を無次元化したもの  $F_*$  ( $=F_{xmax} / (0.5 \rho U^2 D L)$ ),  $L$  は円柱長さ) と  $K_C$  数の関係を図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  $\beta$  はストークス数 ( $=D^2 / (\nu L)$ ) 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は従来知られており、また、ほくろ渦との関連も研究されてきた。揚力のスペクトルピークから算出したストローハル数  $St$  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  $n$  個のペアの渦がほくろすると思えば、 $K_C$  数とほくろ渦のストローハル数  $St$  との間には、 $K_C \cdot St = 2n$  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  $K_C$  数の関係を、図9に示す。図中、実線は Sarpkaya (1976) のデータである。また、揚力が発生するときには、円柱回りの循環があり、回転力が発生すると思われる。回転力の最大値の無次元係数  $C_T$  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。

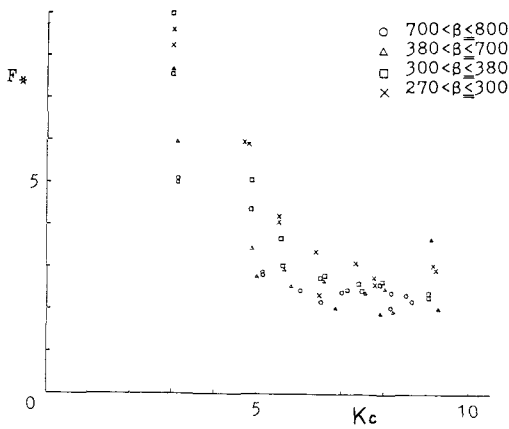


図7. 直方向力の最大値と  $K_C$  の関係

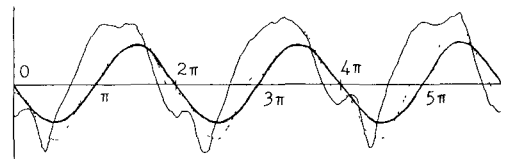


図6. 直方向力の算定値、実測値、および主流の比較

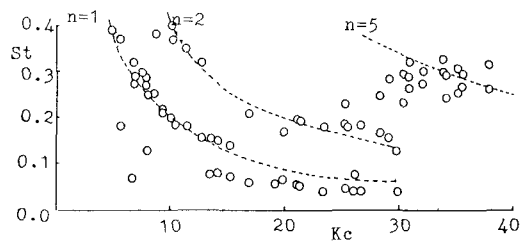


図8.  $St$  と  $K_C$  の関係

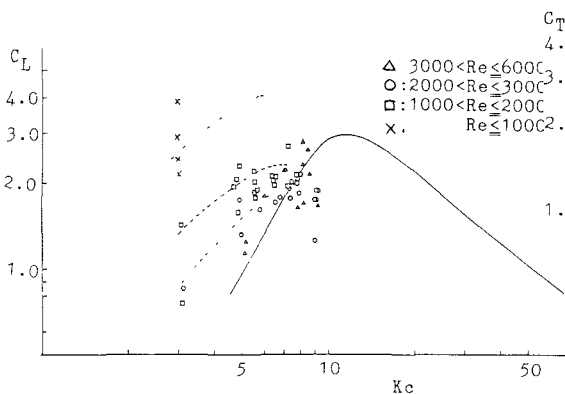


図9.  $C_L$  と  $K_C$  の関係

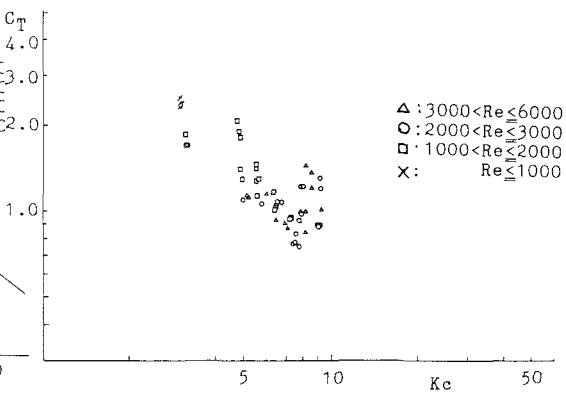


図10.  $C_T$  と  $K_C$  の関係