

振動角柱周りの流れの可視化

立命館大学理工学部 正 小林 敏士

概説

一様流中に弾性支持された角柱は、円柱のカルマン渦による振動と類似した振動現象を示す。図-1は辺長比が $1/4$ の長方形断面を有する角柱の一様気流に対する応答を示したものである。図中・印は気流直角方向の無次元応答振幅 $\eta_0 = \eta_0/b$ 、○印は静止模型の後流の変動周波数である。横軸は無次元風速 $V_r = V/ND$ である。(但し、 η_0 : 流管振幅, D : 模型高さ, N : 模型の振動数, V : 平均風速) また $V_{r,cr}$ は後流周波数と固有振動数の一致する風速である。図からわかるように、 η_0 の最大となる風速は $V_{r,cr}$ とかなりずれている。また、 $V_{r,cr}$ より低風速でも振動が発生している。このような現象は、模型の前縁からはく離した流れと気流に平行な長辺との相互作用に関連していると考えられる。そこでその相互作用について調べるために、振動中の角柱の長辺上の流れの可視化を試みる。

実験方法

可視化の方法はスモークワイヤー法によった。図-1に示した長方形断面の模型の上面、スパン中央部に4本のタンゲステンワイヤーを張り、一様流中で $N=30$ Hz, $\eta_0=0, 0.013, 0.040, 0.067, 0.093$, $V_r=5, 10, 15$ として上下方向に加振した。模型の振動の任意の位相角で発煙させ、一定時間後にストロボを用いて煙の様子を撮影した。

結果

撮影結果の例を図-2~4に示す。

図-2は模型が静止している場合、図-3, 4は $\eta_0=0.067$ で加振中である。それぞれ(a)~(d)は(c)に示すような位相角における写真である。(c)の矢印の始端が発煙時刻、先端が撮影時刻である。振動時の気流の様子は静止時の場合とかなり異なっていることがわかる。

$V_r=5$ (図-3) の場合、(a)のA点で渦が認められる。そして位相角の進むにつれ、その渦は(b)のB点、(c)のC点、(d)のD点に移動している。F, G, H点の渦は、前のサイクルのA~D点に見られた渦の続きと考えられる。前縁からはく離した渦が長辺上を流下するの約2周期分の時間を要している。その流下速度は約 $V = B/2T = 0.45$ m/s となり、平均流速 $V=1$ m/s の約1/2である。ここにTは模型の加振周期である。

$V_r=10$ (図-4) の場合、渦の位置は $V_r=5$ の場合ほど明確でないが、それぞれ図のA~D点と考えられる。渦はほぼ1周期分の時間で長辺上を流下し、その速度は約 $V = B/T = 0.9$ m/s である。平均流速 $V=2.3$ m/s の約1/2の速度である。

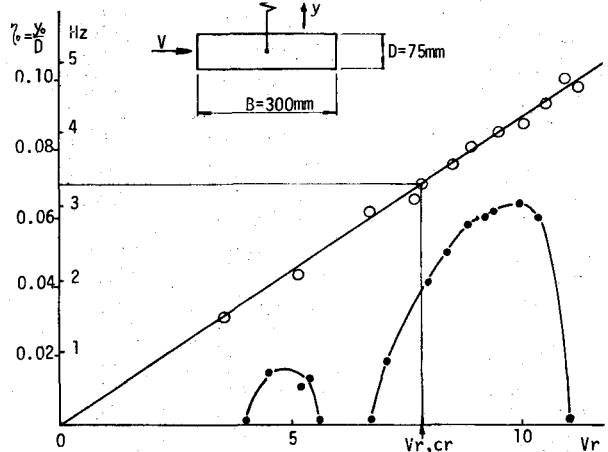


図-1 長方形断面模型の上下振動と後流の変動周波数

結代

模型が振動することにより前縁から渦がはく離する事がわかった。長辺の長さとの渦の流下速度との関係が振動の発生に對し、重要な意味を持つてゐるものと推察される。



図-2 静止模型の場合($V_r=5$)

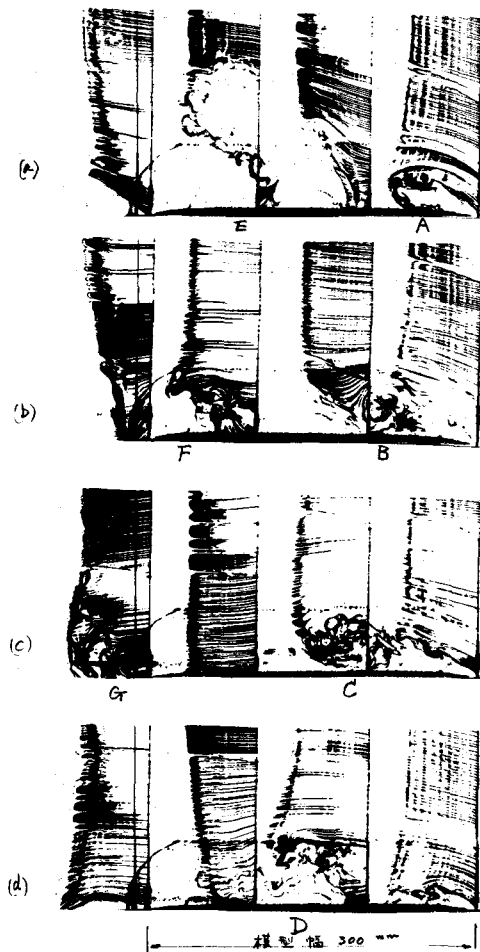


図-3 $V_r=5$, $y_0=5$ mm の場合

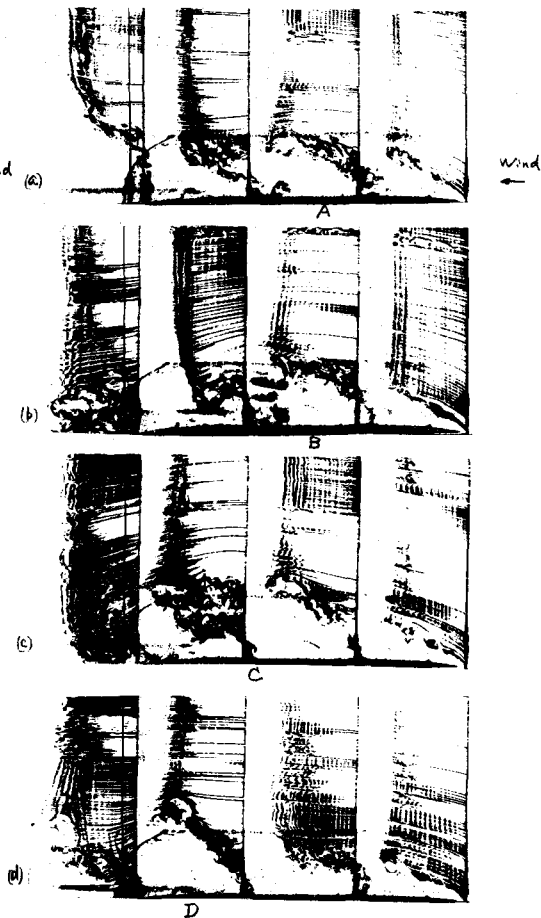


図-4 $V_r=10$, $y_0=5$ mm の場合