

立命館大学理工学部 正会員 小林 敏士
大阪大学工学部 正会員 小松 定夫

〔概説〕

長方形角柱は気流の作用により限定振動を発生する事がある。鉛直方向の限定振動に対して、カルマン渦のみならず、角柱の振動時に前縁からはく離する気流が重要な意味を持つ事が側面圧力の測定により明らかとされた⁽¹⁾。本報告では、側面圧力の変動がはく離流のいかなる挙動により生ずるものか調べる目的で、上下方向に振動中の長方形断面角柱の側面付近の気流の可視化を行なう。そして側面に作用する変動圧力をも同時に測定し、両者の関連について調べる。角柱の寸法は、高さ $D=75\text{ mm}$ 、幅 $B=225\text{ mm}$ 、長さ $L=680\text{ mm}$ である。

〔風洞実験〕

気流の可視化および圧力測定の実験装置の略図を図-1に示す。気流の可視化の方法は、直径 0.14 mm のタングステン発熱線を、図に示す位置に取り付け、流動パラフィン塗布し、導線を電気加熱して発煙させる。そして適当な時間後にストロボを発光させて撮影する。変動圧力は、角柱のスパン中央部に設けた直径 2 mm の圧力孔を利用し、圧力計で測定した。角柱は長辺が気流方向となるよう設置し(迎角 $\alpha=0^\circ$)、振動数 $N=3\text{ Hz}$ 、振幅 $Y_0=5\text{ mm}$ で上下方向に正弦的に加振した。実験風速は $V_r=V/ND=3.6, 7.3, 10.7$ とした。図-2に、使用した角柱の風速・応答曲線と共に、実験風速、振幅を印で示す。

〔実験結果〕

図-3に実験結果の一例を示す。4枚の写真は、 $V_r=7.3$ の時の角柱の各位相角における煙の様子を示したものである。ここに位相角は角柱が最上位にある時を 0° としてある。各写真の下のは撮影時刻における変動圧力係数から時間平均圧力係数 $\bar{C}_p$ を引き去った変動分 $\tilde{C}_p$ を各測点位置にプロットしたものである。圧力係数は角柱側面を押す力を正とする。

前縁からはく離した流れが、角柱の位相角 $\phi=58^\circ$ において前縁付近に渦を形成している(図のA点)。位相角が進むにつれてその渦は発達しながら後流側へ、側面に沿って移動している。角柱の各振動サイクルでこのような現象が繰返されている。それぞれの位相角における $\tilde{C}_p$ の分布図は、渦の直下の $\tilde{C}_p$ が負となっている事を示している。そして、その $\tilde{C}_p$ が負となる領域は、時間の経過と共に、渦の移動に伴って下流側へ移動している。図-4はこれと同風速において角柱を固定した時の流れの様子を示すものである。振動中の角柱の側面付近で見られたような明確な渦は認められない。

ここで例示した結果の風速は、図-2のばね支持実験結果に示すように限定振動の発生する風速である。図-3に示した圧力変動から、 $\phi=58^\circ, 138^\circ$ の時、後流側に見られる正圧(図のB,Cで示す領域)、 $\phi=238^\circ$ における負圧(図のDで示す領域)はそれぞれ角柱を励振する働きを有する事がわかる。このように前縁からはく離した流れが渦を形成し、その渦の流下に伴う圧力変動が角柱の限定振動を発生させる要因の一つとなっている事が推察される。

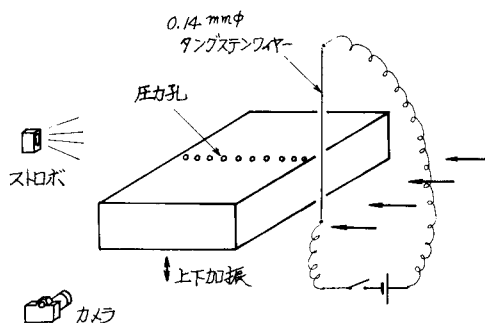


図-1 実験装置

(1) 小林・小松, 限定振動の発生機構に関する実験的考察, 土木学会第32回年次学術講演会, 昭和52年10月

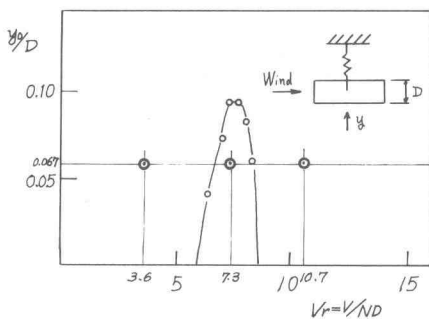


図-2 角柱の応答

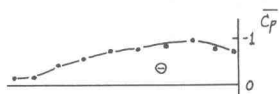
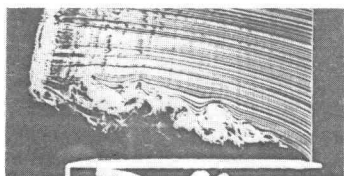


図-4 固定角柱上側面上の気流および平均圧力係数($V_r=7.3$)

図-5 は $V_r=3.6, 10.7$ において可視化実験を行なった結果である。この図からも、前縁から渦が発生し流下する様子が認められる。渦の流下速度、ステールは風速によって変わっている。

〔結語〕

角柱の振動に伴ない、前縁から渦が発生する事が認められた。そしてそれが限定振動の発生要因の一つとなっている事が推察された。今後、後流の様子をも調べ、カルマン渦と限定振動との関連についても調べる予定である。

(a) $V_r=3.6$

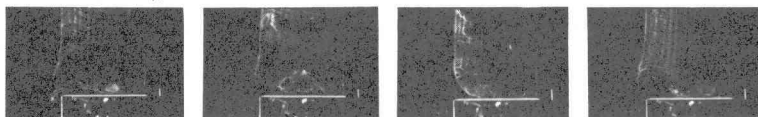


図-5

(b) $V_r=10.7$

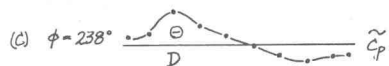
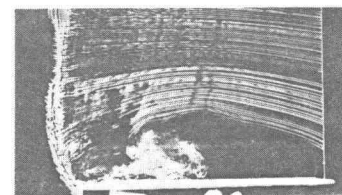
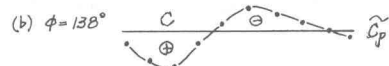
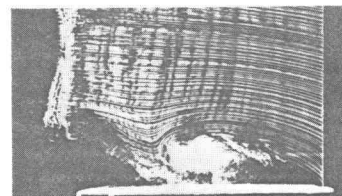
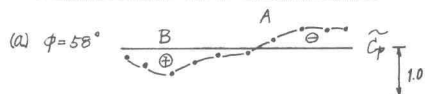
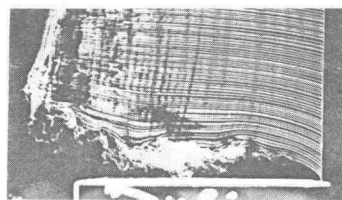
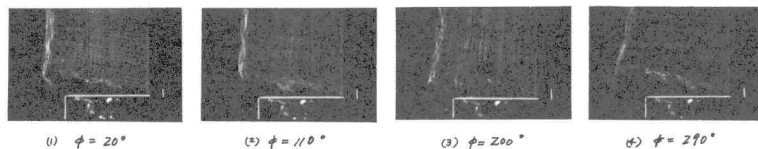


図-3 振動角柱上側面上の気流および圧力係数の変動分 $\tilde{C}_p$ ($V_r=7.3$)