

九州大学 応用力学研究所 正員 溝田 武人

九州大学 応用力学研究所 正員 岡島 厚

九州大学 応用力学研究所 正員 中村 泰治

1. まえがき

地上又は海中構造物やその部材の基本的断面形状の1つである角柱は自然風や潮流のような流れの環境に対して非流線型である。このような角柱の耐風安定性に関する研究の一環として、そのまわりの流線と流体力に注目した研究を行っている。これまでは一様流中で静止させた角柱の断面比や迎角の変化に基づく、時間平均的な流れと流体力、および後流に生ずるカルマン渦による非定常流れと流体力について調べた。さらに一様流中で流れに直角方向に並進振動する角柱まわりの流れの特性として角柱の断面比と無次元流速の違いに基づく後流よみ点($X_{w.s.}$)の移動や、後流幅の変化の様子を調べた。そして振動角柱後流に生ずるカルマン渦と角柱の加振振動数の各々の成分の流速変動の場所的な増幅・減衰過程と角柱に加わる非定常揚力との関係を探り、角柱の揚力ヘスードバックされる意味において渦の形成領域に関する議論を行った。このような背景を踏まえ、本報告では、種々の加振振幅と無次元流速で振動する角柱まわりの時間平均的な流線と非定常流線を画き、角柱まわりの流れの変化と角柱の安定・不安定に関する議論を試みた。^(1,2,3) 実験はこれまでと同様に応用力学研究所のエッセル型風洞(測定部 幅×高さ×長さ=0.7m×3.0m×2.0m)で行い、流速の測定には角柱の振動座標に乗せたタレント型熱線流速計プローブを使用した。供試角柱の断面比は $D/H=2, 1$ で $H=15^{\circ}$ とした。一様流速は $U_{\infty}=9.56\sim4.19\text{ m/sec}$ 、角柱の加振振動数は $F=6.56\sim3.75\text{ Hz}$ 、無次元流速 $\nabla=U_{\infty}/F H=15.93\sim4.66$ 、無次元加振振幅 $A/H=0.10\sim0.0125$ 、実験レイノルズ数は $Re=U_{\infty}H/\nu=(9.89\sim4.33)\times 10^4$ である。 ν は空気の粘性係数である。角1,2,3,4は図1に示す。

2. 実験結果

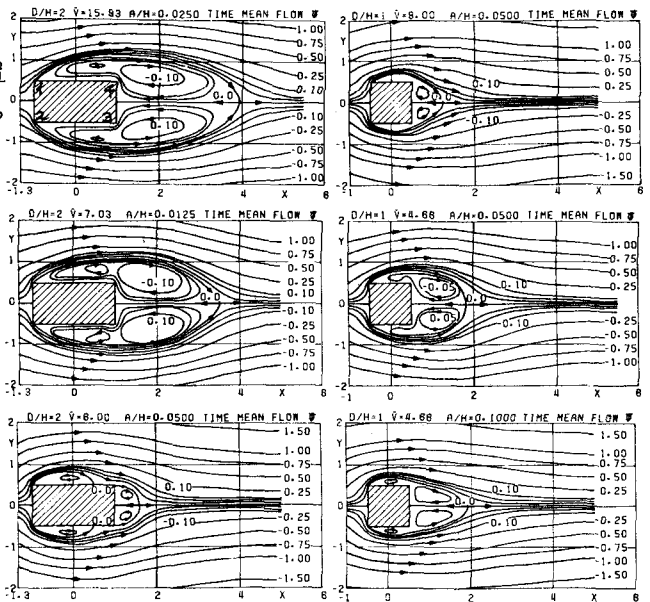
(1) 時間平均流線: 図1の $D/H=2, \nabla=15.93$,

($\nabla_{cr}=12.0$), $A/H=0.025$ によると $X_{w.s.}$ の位置や $\bar{\psi}=0.0$ を示されるY方向の幅も静止角柱の場合とほぼ同一であるが、中心軸上に沿う逆流流速は激しくなり振動の影響が現われる。 $\nabla=12.0$,

$A/H=0.05$ (図、略)では $X_{w.s.}$ は背面に急激に接近し、X方向には逆流域は短くなる。 $\nabla=7.03, A/H=0.0125$ と A/H が小さい場合には、 $X_{w.s.}$ は若干接近する。同一の ∇ で、 $\nabla=7.00$, $A/H=0.05$ (図、略); $\nabla=6.00, A/H=0.05$ で流

れの様相は一変し、再付着型の平均流線になる。 ∇ が低下すると共に上下面の再付着点は前方へ移動する。一方図2の $D/H=1, \nabla=8.00, A/H=0.05$ の場合は、静止角柱で $\nabla=10.0, A/H=0.10$ (図、略)と違って $\nabla=8.52, A/H=0.05$ (図、略)と

同様に $\bar{\psi}=0.0$ を示すY方向の幅が狭くなっている。図1 $D/H=2$ 角柱の時間平均流線 図2 $D/H=1$ 角柱の時間平均流線。さらに低い $\nabla=4.66$ で $A/H=0.05$ では $X_{w.s.}$ は後方に移動し、 $\bar{\psi}=0.0$ の幅も拡大しているが、同一の $\nabla=4.66$ でも $A/H=0.10$ と A/H を増すと、 $X_{w.s.}$ は後方に移動し、かつ $\bar{\psi}=0.0$ のY方向の幅は狭く変化している。



(2)非定常流線:

以下においゝ, 角柱の振動変位は $Y(t) = A/H \cdot \cos 2\pi Ft$ と表わし, $2\pi Ft = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ の瞬間における非定常流線を求めたが紙面の都合上その一部について載せる。流線は角柱の振動数の周波数応答成分による流速から求めた。まず図3に $D/H=2$ 角柱の結果を示す。 $\bar{V}=15.93, A/H=0.025$ では1周期間で流線は時間平均流線平からわずかにゆるぐ程度である。 $\bar{V}=\bar{V}_{cr}=12.0, A/H=0.05$ ではゆるぎは激しく変化している。特に $2\pi Ft=120^\circ$ は上向き最大の揚力を示す瞬間であって、角柱を上方に向かう流れによって、上面側が低圧になることにより上方への揚力が最大になると考えられる。 $\bar{V}=7.03, A/H=0.0125$ では低振幅であり、 $2\pi Ft=150^\circ$ 上向き最大の揚力になる。この場合のゆるぎは静止角柱に生ずるカルマン渦によって上向き最大の揚力が作用している流線とほぼ等しい。 $\bar{V}=7.00, A/H=0.05$ の場合は、い

ずれの位相の時でも上面と下面の一方又は両方で流れは再付着している。 $\bar{V}=6.00, A/H=0.05$ では再付着点の移動はさらに激しく、かつ $2\pi Ft=90^\circ$ の図のように有効迎角に対してまったく非定常的な流れになっている。次に図4に $D/H=1$ 角柱の結果を示す。 $\bar{V}=10.0, A/H=0.10$ では $2\pi Ft=140^\circ$ 下向き最大の揚力が作用しているが(角柱不安定)、 $2\pi Ft=120^\circ$ で角柱の後方に循環流が形成され、 $2\pi Ft=150^\circ$ ではその一連の流れとして角柱を下方へ進む流れが顕著である。そして下面側がこの位相で低圧となって下向き最大の揚力が作用しているが両条件とも $2\pi Ft=120^\circ$ のときには角柱の近くに循環流が形成されている。 $\bar{V}=4.66$ の流れでは $A/H=0.05$ 2角柱は安定である。図のように、 $A/H=0.10$ の $2\pi Ft=90^\circ$ では、 $D/H=2$ の $\bar{V}=6$ と同様に非定常性が大きい流れとなっている。最後に低速領域における両角柱の振動変位 Y と流れの再付着点 $X_{R.P.}$ の移動の様子と揚力変動の関係をとめて図5に示す。この付近の $\bar{V}$ においては角柱上面側の $X_{R.P.}$ が角柱前方へ移動する位相と、角柱の下方へ作用する揚力の位相が尤略合っていることが判る。

3. 結論

振動による再付着型の流れとなる過程は $D/H=2$ と1と異なる。 $\bar{V}_{cr}$ 付近で揚力が最大となる瞬間は低圧側の後縁の後方に流れの特徴があり、そこは流速のパワーが増加する所であった。低速領域での揚力と再付着点の移動の位相関係は尤略合っている。(文献)1)小林、阪大学位論文、53年 2)中村、渡辺、初回年報学術講演会、54年 3)白石、花井、初回風洞、55年

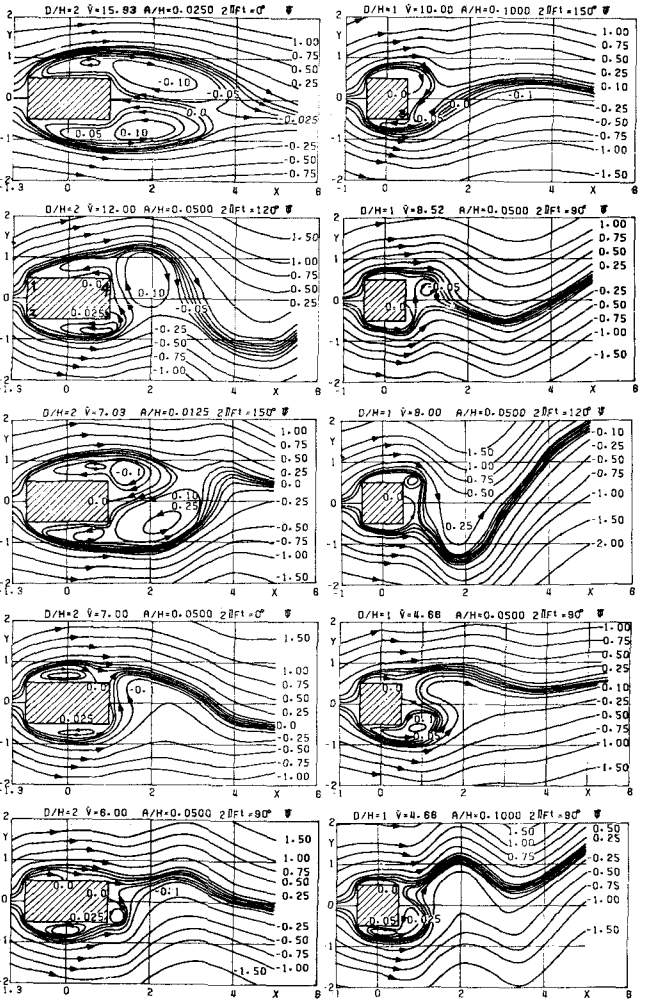


図3 $D/H=2$ 角柱の非定常流線

図4 $D/H=1$ 角柱の非定常流線

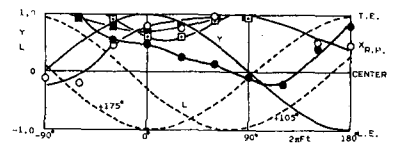


図5 再付着点の動きと揚力変動

D/H	$\bar{V}$	A/H	q_c	$X_{R.P.}$	q_c は
2	6.00	0.05	$\pm 105^\circ$	±105°	±105°
2	7.00	0.05	$\pm 180^\circ$	±180°	±180°
1	4.66	0.10	$\pm 175^\circ$	±175°	±175°

q_c は変位に

対する揚力の位相