

九州大学応用力学研究所・正員・溝田武人, 正員・岡島厚

1. まえがき

一様流中にある角柱の迎角を $\alpha = 0^\circ \sim 10^\circ$ の間で変化させ、角柱に加わる平均抗揚力の変化とそのまわりの流れとの対応関係について、角柱断面比を細かく変えて、検討する。すでに Bearman & Trueman¹⁾は背面圧力係数 C_{pb} が最低になる臨界断面比 $(D/H)_{cr} = 0.62$ (D, H は角柱の幅と高さ)の角柱後縁にスボイラーを付け C_{pb} が回復する様子を求め、 $(D/H)_{cr}$ 角柱に α を与えて、同じく C_{pb} が回復することを確かめている。一方 Nakamura & Tomonari²⁾は一様流中で角柱の前後縁にスボイラーを付けたり、乱流中にD型断面を置くことにより $(D/H)_{cr}$ を変化させ、各々の断面でギャロッピング不安定が始まる D/H が $(D/H)_{cr}$ にほぼ一致することを確かめている。溝田・岡島³⁾はタンデム型熱線プローブを使って角柱まわりの流速を測定し D/H の変化に伴って、伴流よどみ点 $X_{w.s.}$ の位置の変化と C_{pb} の変化が非常に良く対応することを示した($\alpha = 0^\circ$)。さらに $(D/H)_{cr}$ を境にして α の変化に伴う $X_{w.s.}$ の移動の方向は逆になることを確かめた。本報告は角柱の $(D/H)_{cr}$ を中心として D/H および α をさらに詳細に変化させて、角柱表面の圧力分布 C_p および角柱まわりの流れの変化の間の対応関係を調べたものである。

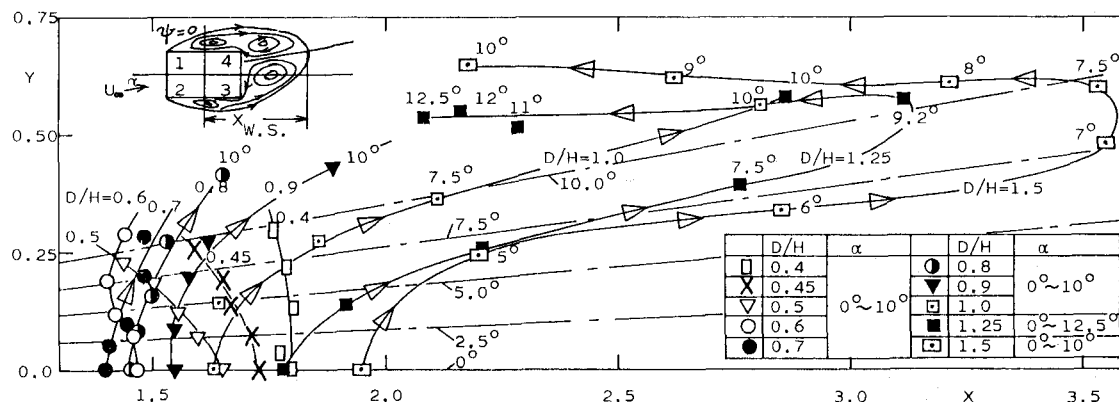
2. 実験条件

供試模型の断面比は $D/H = 0.4 \sim 1.5$ で、 $H = 150\text{mm}$ 一定とした。種々の D/H の角柱は $D/H = 0.4, 1.0$ 角柱に樹脂製の角柱を適宜付加してゆく。角柱のスパン長は 700mm と各々 800mm の端板を取付けて C_{pb} のスパン方向分布を一様にし、流れの2次元性を保った。角柱まわりの流速の測定はタンデム型熱線プローブに依った。他の実験条件、方法の説明は省略する。一様流速 U_m は $U_m = 6.90\text{m/sec}$ 一定とした。

3. 実験結果

(1) 伴流よどみ点 $X_{w.s.}$ の移動: 図1に伴流よどみ点 $X_{w.s.}$ ($U=V=0$)の α の変化に伴う移動の様子を示す。既述のように、 $\alpha = 0^\circ$ では $D/H = 0.4 \rightarrow 0.6$ の過程で $X_{w.s.}$ は前方へ動き、 $0.7 \rightarrow 1.5$ で後方へ移動する。まず0.4角柱では $X_{w.s.}$ は α の増加と共に前方へ移動する。0.45, 0.5角柱ではその動きがさらに顕著になる。しかし、 $(D/H)_{cr}$ に近い0.6角柱に到ると α の増加に対し $X_{w.s.}$ はあまり動かなくなり、0.7, 0.8, 0.9, 1.0角柱では逆に α の増加と共に後方へ移動し、 $(D/H)_{cr}$ 以下の D/H の場合と著しい対照を示す。 $\alpha = 0^\circ \sim 2.5^\circ \sim 5^\circ$ の $X_{w.s.}$ の後方への移動の程度は、 $D/H = 1.0 \sim 1.5$ で最も激しくなる。さらに1.25角柱では $\alpha = 2.5^\circ \sim 9.2^\circ \sim 10^\circ$ 、1.5角柱では $\alpha = 7^\circ \sim 7.5^\circ \sim 8^\circ$ で $X_{w.s.}$ は逆方向へ移動し角柱側へと接近する。

(2) 角柱の表面圧力係数 C_p の変化: 次に図2(a)~(j)に $D/H = 0.4 \sim 1.5$ の $\alpha = 0^\circ \sim 10^\circ, 12.5^\circ$ における C_p は角柱

図1. $D/H = 0.4 \sim 1.5$, $\alpha = 0^\circ \sim 10^\circ, 12.5^\circ$ における $X_{w.s.}$ の移動

表面の剥離領域内部の3面, 2-3(下面), 3-4(背面), 4-1(上面) について示す。角の番号は図1に記入しとある。

まず上面4-1に沿う C_p は, $D/H=0.4 \sim 0.5$ まで $\alpha=0^\circ \rightarrow 10^\circ$ の過程で明確に低下し, 0.55 角柱ではほとんど変化せず, 0.6 角柱では $\alpha=10^\circ$ に到って回復傾向を示すがそれまではほとんど変化しない。 $D/H=0.7 \sim 1.5$ では α の増加に伴って $D/H < 0.6$ と逆に C_p はほぼ一様に回復する。次に下面2-3に沿う C_p の変化を述べると, $D/H=0.4 \sim 0.8$ では2-3面の比較的前縁側ではほとんど α によって変化しないが後縁側では α の増加につれて C_p は回復し, その傾向はこの範囲の D/H の角柱では D/H の増加につれて著しい。 $D/H=0.7 \sim 0.8$ では $\alpha=0^\circ$ まで C_p は回復傾向が見られる。 $D/H=0.8 \sim 1.0$ では $\alpha=0^\circ \sim 5^\circ$ 付近で α の増加につれて前縁側における C_p は少し低下する²⁾。しかし $D/H=1.25, 1.5$ ではほとんど変化しない。さらに背面3-4の C_p は $D/H=0.4 \sim 0.5$ まで $\alpha=0^\circ \rightarrow 10^\circ$ では特に中央部付近でさらに低下する。 $D/H=0.55 \sim 0.9$ では中央部の C_p が低く, $\alpha=0^\circ \rightarrow 10^\circ$ で C_p は回復する。 $D/H=0.7 \sim 1.5$ での背面の C_p の α の増加に伴う回復傾向は上面のそれとほぼ同様である。

4. 考察

図1のように, 0.6 角柱では $X_{w.s.}$ の位置は α の増加と共に前後方向にあまり移動しないにもかかわらず, 角柱背面の C_p は $\alpha=0^\circ \sim 10^\circ$ で大きく回復している。これらの条件での流速変動 $\bar{u}_{max}$ (R.M.S. 値) が最も小さくなる位置は背面近くにあり前後にあまり移動しないがその値は20%程度低下している。このことも C_p の回復の一因と考えられる。

得られた結果をまとめると, (1) $D/H=0.4 \sim 1.5$ の範囲で下面の C_p は α の増加に対し, 後縁側で回復傾向はあるが, あまり大きな変化は見られない。(2) $D/H \leq 0.5$ での α の増加に伴って $X_{w.s.}$ は角柱側に近づく背面と上面の C_p は低下する。(3) $0.7 \leq D/H \leq 1.5$ では α の増加と共に逆に $X_{w.s.}$ は下流側へ去り背面と上面の C_p は回復する。従って, 上下面の C_p の差が D/H で逆になり, $D/H < 0.6$ では正の法線力, $0.7 < D/H < 1.5$ では負の法線力になる。

$\alpha=0^\circ, 10^\circ$ の流れ線, $\bar{u}_{max}$ 分布等については当日発表の予定である。

参考文献

- 1) Bearman, P.W. and D.M. Trueman, The Aeronautical Quarterly, Vol. 23, pp. 229~237, 1972
- 2) Nakanura, Y. and Tomonari, Y., J. Sound Vibration, Vol. 52, No. 2, pp. 233~241, 1977: Transaction of Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 19, pp. 81~86, 1976: The Aeronautical Quarterly, pp. 153~168, 1981

