

九州大学応用力学研究所 正員 中村泰治

九州大学工学部 学生員 中島正道

九州大学応用力学研究所 渡辺公彦

1. はしがき

偏平構造断面柱の渦励振は、エッジトーンといふ渦励振にほかならぬことが風洞実験によって先に明らかとなった。^{1,2)} 今回、水槽実験により流れの観察を試み、上記風洞実験の結論と別の角度より確認することができたので報告する。

2. 実験装置

深さ×幅×長さ = 40 cm × 40 cm × 1,000 cm の水槽に模型を鉛直におき、電航台車によって移動させ ($V = 4 \text{ cm/s}$)、台車に固定したカメラで静止するものは振動する模型の断面まわりの流れを撮影した。模型は 1:5 H (幅員 $d = 4 \text{ cm}$, 桁高 $h = 0.8 \text{ cm}$) および 1:2 H ($d = 2 \text{ cm}$ または 4 cm) の真鍮製 H 型断面柱で、厚さ 2 mm の床板と厚さ 1 mm の桁よりなる。模型の長さはいずれも 38 cm である。模型には電航台車に設置した加振装置によって振幅 1.5 mm の曲げ振動を与えることができる。その周期は必要に応じて意にかえられた。流れの可視化は水素気泡法によった。模型の変位は加振装置の板はねに張った歪ゲージによって求められ、振動変位とカメラのシャッターパルスと同時にペン書きオシロスコープに記録した。なお、桁高 h を基準にした模型のレイノルズ数は約 240 または 600 であった。

3. 流れの観察結果

以下に示す図はすべて 1:5 H 模型に因するもので、1:2 H 模型の結果については諸君当日発表する。図 1 は 1:5 H 模型の静止時の流れを示す。模型後方にカルマン渦の形成がみられるが、その周期は $T_0 = 1.86 \text{ s}$ であり、ストローハル数 $St(d) = fd/V$ と求めると 0.55 となつて風洞実験とよく一致する。注目すべきことは、前縁で斜雑した剪断層が模型後方のカルマン渦として渦巻く前に、後縁直前で渦巻いてこれを乗越える (クリップする) ことである。すなわち、エッジトーンの形成がカルマン渦の形成に先行する。図 2 は模型直後に長さ 4 d のスプリング板を置いた例である。この場合、上下の剪断層は互干渉できないのでカルマン渦はできないうえ、エッジトーンは渦が後縁で周期的にクリップする現象として残っている。なお、図 2 にみえるパターンは図 1 の場合ほど規則的ではなく、時々、規則性がくずれることに注意しておこう。図 3 ~ 図 5 は、共振流速付近で、振動周期を $T = 1.73 \text{ s}$, 1.86 s , 2.50 s と次第に増した場合を示す。図はいずれも振動の下死点における流れであらう。振動柱体では、振動によって生じた前縁斜雑渦がよくみえる。この渦によって柱体に振動揚力が発生することは小林の図に示したとおりである。³⁾ 図 4 をみると、上面の前縁斜雑渦が下流後縁をクリップした状態であるが、このとき同時に下面の後縁に 2 次渦が誘起する。⁴⁾ このため下流では、上下の渦がそれぞれ 1 対のキノコ状のものとなる。このようなパターンは偏平構造断面柱に特有なものと思われる。また、あまり明瞭でないが、後縁 2 次渦は静止柱体 (図 1) にもみられる。共振流速付近で周期と次第にまると、前縁斜雑渦の側面上位位置がかわる。すなわち、物体の励振力が大きくかわるのである。

図 6 は図 3 と同じ振動状況のもとに、スプリング板を挿入した時の流れを示す。図 3 と図 6 とを比較して注目すべきことは、柱体後方の流れが大きく異なるにもかかわらず、柱体面上の前縁斜雑渦の位置は両方ほぼ同じかわるることである。このことは渦励振に因する風洞実験結果と符号する。なお、図 6 には図 3 でみられた後縁 2 次渦はみられる。すなわち、後縁 2 次渦の渦励振に与える影響は小さいと考へてよい。図 7 と図 8 は、共振周期 $T_0 (= 1.86 \text{ s})$ の半分の周期で振動させた場合の流れを示す。物体周囲の流れは、この場合も、スプリング

板の有無によって変化しない。なお、図7に興味あることは、物体は $\frac{1}{2}T_0$ で振動するにもかかわらず、その下流では振動の影響が直ちに消えて、非振動時のカルマン渦の周期 T_0 に復帰することである。

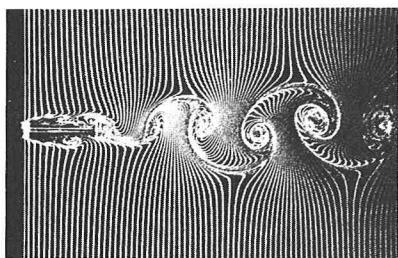


図1 1:5 H, 静止, $T_0 = 1.86s$

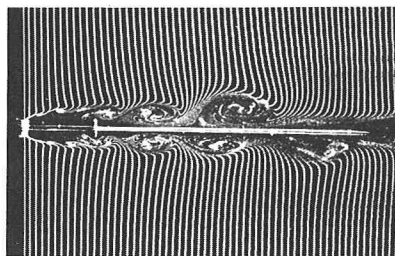


図2 1:5 H, 静止, スプリッタ板,
 $T_0 = 1.86s$

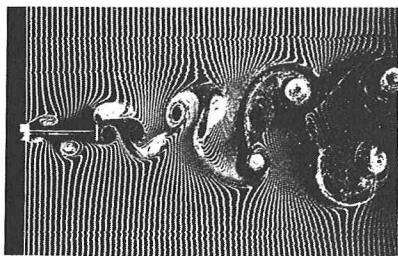


図3 1:5 H, 振動(下死点), $T = 1.73s$

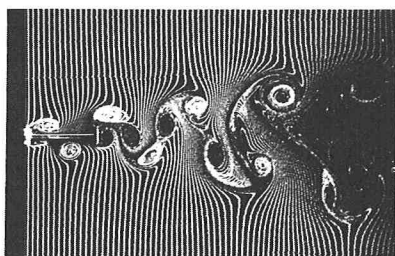


図4 1:5 H, 振動(下死点), $T = 1.86s$

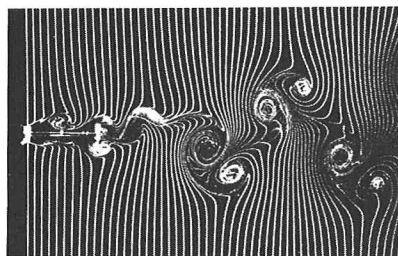


図5 1:5 H, 振動(下死点), $T = 2.50s$

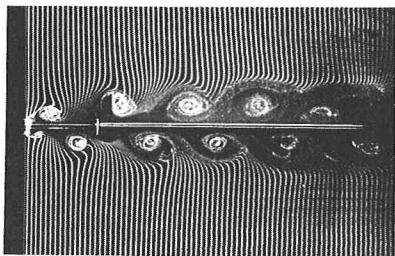


図6 1:5 H, 振動(下死点), スプリッタ板,
 $T = 1.73s$

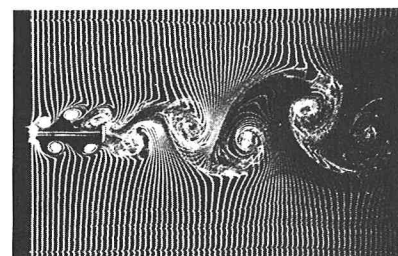


図7 1:5 H, 振動(下死点), $T = 0.86s$

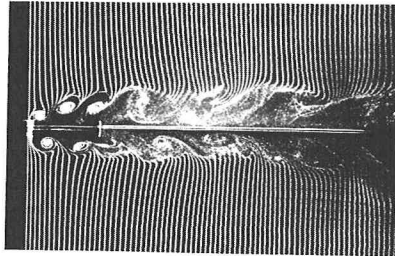


図8 1:5 H, 振動(下死点), スプリッタ板,
 $T = 0.86s$

- 1) 中村, 中島, 渡辺; 九大忘力研所報 59-9, 1983, 2) 中島, 中村, 渡辺; 本講義会前刷
3) S. Komatsu & H. Kobayashi; J. Ind. Aero. 6, No.3+4, 1980, 4) 白石, 松本; 土木学会論文報告集, 322, 1982