

I -27 角柱後流の影響による下流側円柱の空力振動特性に関する研究

徳島大学大学院 学生員 ○片山 真文 徳島大学工学部 フェロー 宇都宮 英彦
 徳島大学工学部 正員 長尾 文明 徳島大学工学部 正員 野田 稔

1.はじめに 従来,並列円柱の相互作用によって大きな振動が発生するウェークギャロッピングの発生原因は,上流側円柱の後流であることはよく知られている.しかし,円柱の剥離点はレイノルズ数の影響を受ける.本研究では,上流側円柱を単なる後流発生源とみなし,レイノルズ数の影響を除くために上流側の物体を角柱に置き換え,部分模型を用いて,2自由度ばね支持応答実験および,スモークワイヤー法を用いた可視化実験を行なった.そして,上流側角柱断面の断面形状や角柱と円柱の相対的な配置状況(偏心量)が,下流側円柱の振動特性に及ぼす影響を明らかにすることが目的である.

2.実験概要 実験に使用した風洞は,2自由度ばね支持応答実験では,押し込み式 N.P.L 型風洞(測定胴部:0.9m×1.5m×4m)を使用し,可視化実験では,吸い込み式 N.P.L 型風洞(測定胴部:0.3m×1.0m×2.0m)を使用した.角柱の剥離点から円柱(直径 $D=40\text{mm}$)の中心までの水平距離を $3D$ に固定して並列に配置するため,Fig.1 に示すように,上流側に再付着型の角柱

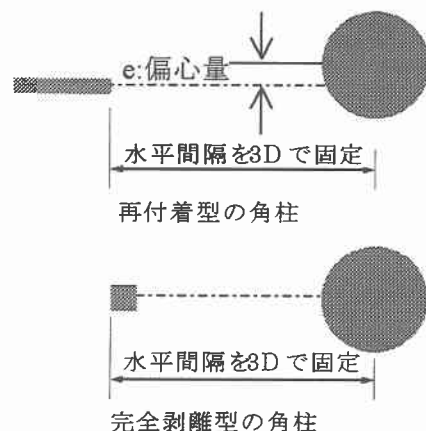


Fig.1 模型の支持方法

柱(辺長比 $b/d=8$)を設置した場合は角柱後縁から円柱の中心までの

Table 1 測定ケース

	上流角柱の断面(mm)	偏心量(mm)
2自由度ばね 支持応答実験	5×40	0,2,5,6,5,8,11
	5×5	0
可視化実験	5×40	0,2,5,8
	5×5	0

水平距離を,また完全剥離型の角柱(辺長比 $b/d=1$)を設置した場合は角柱前縁から円柱の中心までの水平距離を $3D(120\text{mm})$ にして並列に配置した.そして下流側円柱を上方に移動させることによって偏心量を与えた.下流側円柱の振動は,デジタルビデオカメラまたは荷重計により水平変位,鉛直変位を測定し,ペンレコーダーで振幅を読み取った.スモークワイヤー法を用いた可視化実験では,角柱と円柱の間にニクロム線を上下に張り,塗布した流動パラフィンを加熱することによって煙を発生させ,角柱後流の状況を視覚的にとらえている.

3.実験結果

(1)辺長比の影響 Fig. 2 に2自由度ばね支持応答実験の結果を示す.ここから明らかなように,完全剥離型断面を上流側に配置した場合の円柱の応答が,再付着型断面を配置したケースより大きくなっている.さらに,風速の増加に対して応答が急激に増加したあとは,各角柱断面においても応答増加量は一定になることが分かる.しかし,上流側角柱の厚み d が一定の場合,完全剥離型の断面,再付着型の断面に関係なく発振風速はほぼ一定であることが分かる.したがって,発振風速は断面形状に影響されることがなく,上流側角柱の厚み d によって決定されるものと考えられる.ここで Fig. 3 にスモークワイヤー法を用いた可視化実験

Table 2 構造諸元

	2自由度ばね 支持応答実験	可視化実験
円柱径 $D(\text{mm})$	40	40
振動数 $f(\text{Hz})$	3.13	1.74
対数減衰率 δ	0.0035	0.0133
スクルートン数 Sc	12.5	15.2

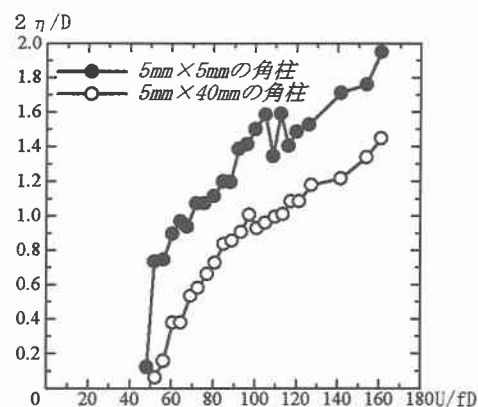


Fig. 2 各角柱断面での振動応答の変化

の結果を示す。上流側角柱が $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ の完全剥離型断面の後流は、煙が最も濃いところの幅がほぼ変わらず、全般的に煙の濃い部分の幅が広い。しかし、上流側角柱が $5\text{mm} \times 40\text{mm}$ の再付着型断面の後流は、煙が最も濃いところの幅がせまく、全般的にも煙の濃い部分の幅がせまい。この違いが、2 自由度ばね支持応答実験より明らかとなった上流側角柱が完全剥離型断面の場合に付着型断面よりも下流側円柱の応答が大きくなっていることの理由であろうと考えられる。

(2)偏心量の影響 2 自由度ばね支持応答実験で上流側角柱を $5\text{mm} \times 40\text{mm}$ として偏心させた場合、Fig. 4 から分かるように偏心量 e/D が 0.05 のように小さければ偏心させない場合と応答はほとんど変わらない。しかし、偏心量が 0.125, 0.1625, 0.2 と増加するとそれに伴って発振風速が増加する。しかし、一旦円柱が振動し始めると、風速のわずかな増加に伴って応答が急激に増加し、偏心させない場合と同じ程度の応答になり、それ以上の風速においては偏心させない場合と同じ応答振幅となる。さらに偏心量が 0.275 のように大きくなると、円柱は発振しなくなる。Fig. 5 にスモークワイヤー法を用いた可視化実験の結果を示す。下流側円柱を上方に偏心させると、偏心量が大きくなるにつれて、円柱の上下面を流れていた角柱後流が円柱の下側のみを通るようになる。偏心量が 0 及び 0.05 の場合、下流側円柱は風速 $U/fD=53.16$ において振幅 0 から振動が発達するが、偏心量が 0.125 及び 0.2 の場合、その風速では下流側円柱が発振しないことを考慮すると、円柱の上側、下側をある程度の量の角柱後流が通らなければ振幅 0 から振動が発達しないことを示している。

4.まとめ 上流側角柱の厚み d が同じ場合、上流側角柱が完全剥離型断面の場合再付着型断面よりも下流側円柱の応答が大きくなる。また、円柱の上側、下側をある程度の量の角柱後流が通れば、偏心させても下流側円柱は振幅 0 から振動が発達することが分かった。しかし、各角柱断面においても応答増加量は一定になる理由は明らかではなく、角注後流の風速分布などを測定してさらなる検討を行いたい。

<参考文献>

片山真文 ‘角注後流の作用による円柱の空力振動特性に関する研究’ 徳島大学工学部 卒業論文 2001
 藤沢伸光 ‘並列ケーブルのウェークギャロッピングに関する一実験’ 第 13 回風工学シンポジウム 1994

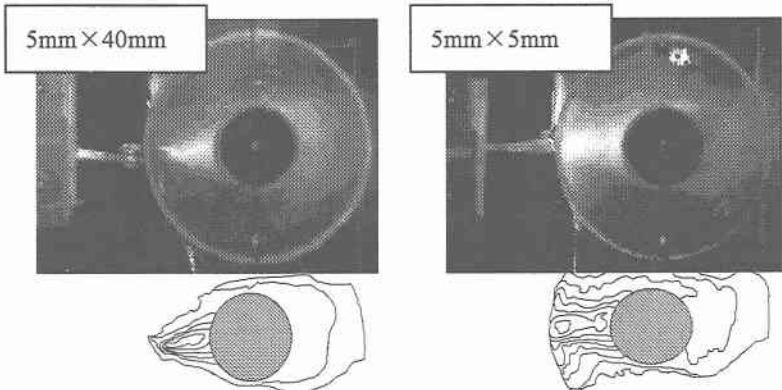


Fig. 3 下流側円柱が振動する風速($U/fD=53.16$)において円柱を静止させ煙の流れを平均化処理したものと煙の等濃度線

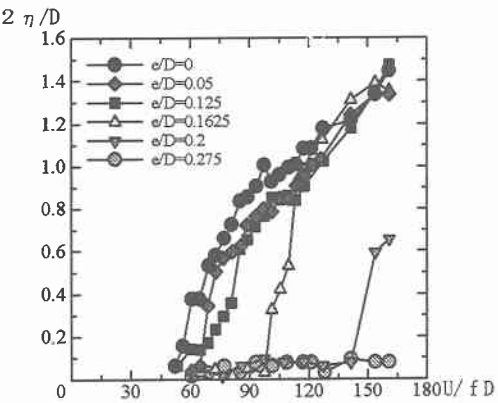


Fig. 4 偏心量の影響

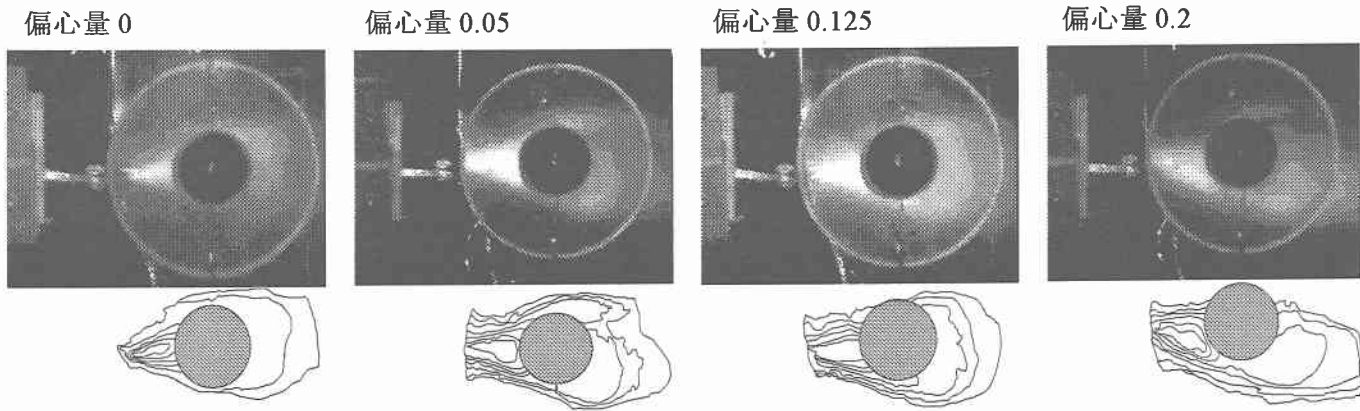


Fig. 5 下流側円柱振動風速において円柱を静止させた時点の煙の流れの平均化処理と煙の等濃度線