

回転中心の位置による偏平矩形断面柱の応答特性

九州工業大学 学生員 ○ 指方 由紀
 九州工業大学 正 員 久保 喜延
 九州工業大学 正 員 加藤九州男
 九州工業大学 学生員 廣中 忠孝

1. まえがき

筆者等は橋梁断面に生じる空力弾性振動の発生機構を解明するために、H型断面柱及び偏平矩形断面柱を用いて実験し、物体の振動に伴ってその前縁より剥離した渦が作るフローパターンが風速の増加とともに変化し力の作用点が移動することで、橋梁断面にたわみ振動・ねじれ振動が発生するということを導いてきた¹⁾。また、ねじれ中心を偏心させることで、応答を励起するのに前縁剥離渦よりも後縁剥離渦の方が重要な役割をしていること、前縁の振動速度と流体の速度とで形成される相対速度が振動を励起する条件になっているのではないかと考えてきた²⁾。これまでの研究では、ねじれ中心の偏心位置は偏平矩形断面柱の中心付近に設けていたが、本研究では空力弾性振動の発生メカニズムの解明のため、ねじれ1自由度応答実験において、さらにねじれ中心を上下流に偏心させた場合の、励振現象の変化や物体表面上の流れとの関係を調べることとした。

2. 実験方法

実験には、測定部断面が1070mm×1070mmの空力弾性実験用風洞を使用した。実験模型として、 $B/D=6$ (断面幅: $B=300$ mm, 断面高: $D=50$ mm) の偏平矩形断面柱に圧力測定用の圧力孔を10個設けたものを使用した。応答実験は、ねじれ1自由度系で行い、支持点を図1に示すように①から⑦まで移動させ、模型が水平に設置できるようにカウンターウェイトでバランスをとり、極慣性モーメントが変わらないようにした。ただし、極慣性モーメント $I=0.02136$ (kgf/m²)、振動数 $f=2.973$ (Hz)、構造減衰率 $\delta=0.009155$ とした。非定常圧力測定は各振動応答において、ねじれ変位が倍振幅で $2\phi=0.5$ (deg.)となる発振風速域で行った。

3. 実験結果と考察

ねじれ中心を偏心させた1自由度応答実験を換算風速 ($V_r=V/fD$) に対して表現したものを図2に示す。また、偏心位置によるフラッターの発振風速の変化を $2\phi=1.67$ (deg.)について図3に示す。図2,3から、ねじれ中心が模

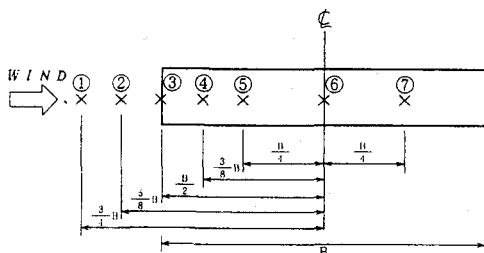


図1 供試体断面図とねじれ中心位置

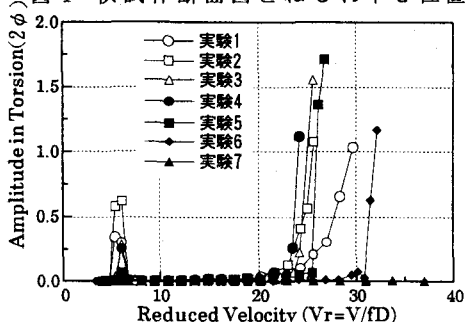


図2 ねじれ中心の変化による応答特性

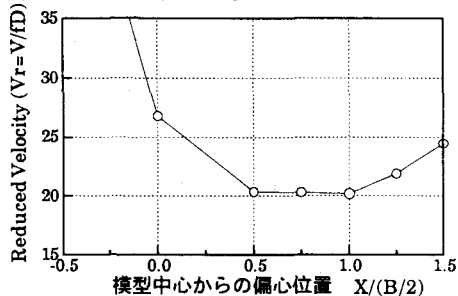


図3 偏心位置によるフラッター発振風速

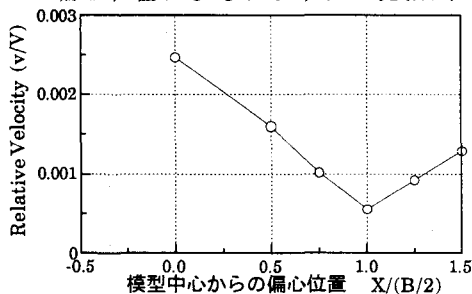


図4 回転中心と相対速度との関係

型の後流側から前縁側に偏心すると、フラッターの発振風速が低風速側に移っているが、ねじれ中心が模型の外部に出るとフラッターの発振風速は再び高風速側に移っている。一方、接近流速に対する前縁の振動速度を相対速度と定義し、図4に回転中心の移動との関係を示す。フラッターを誘起する前縁での剥離は、ある一定の相対速度で生ずると考えてきたが、図4によると、フラッター発振風速と相対速度は似かよった挙動をしているため、必ずしも相対速度のみが振動を励起する条件にはなっていないのではないかと考えられる。また、全実験ケースのフラッター発振風速域で振幅 $2\phi=0.5(\text{deg})$ に合わせた位相差分布を図5に、それぞれの実験ケースにおける変動圧力係数の変化を図6に示す。今までの研究で前縁剥離渦よりも後縁剥離渦の方が励起力が大きいことから、位相差分布図より求めたフローパターンを示すと、図7のようになる。ねじれ中心が⑥にある時は、支配的である後縁渦との距離が短いので作用するモーメントが小さくなり、フラッターの発振風速は高風速側になると考えられる。③、④、⑤にねじれ中心がある場合は、後縁渦との距離が長くなり、作用するモーメントが大きくなるため、フラッター発振風速は低風速側に移ると考えられる。このときの前縁渦による励起力はこの付近に中心があることになるので、後縁渦のものと比べてかなり小さいといえる。模型の外部にねじれ中心がでる①、②では、前縁剥離渦と後縁渦が打ち消し合うようなモーメントを形成するため、励起力が小さくなり、そのためフラッター発振風速は再び高風速側に移ると考えられる。

4. まとめ

回転中心を偏心させることによって、応答がどのように変化するかを位相差分布からの剥離渦の挙動と対応させて考察を行ってきた。その結果、応答の励起に深く関与しているのは前縁剥離渦よりも後縁剥離渦であること、前縁剥離渦の振動速度と流体の速度とで形成される相対速度が振動を励起する条件であるとは必ずしもいえないこと、回転中心と渦とが形成する回転モーメントが振動を励起する条件になっているのではないかと考えられる。

5. 参考文献

1)久保, 三河, 安田: 流れの可視化による構造断面柱の表面流れに関する考察, 土木学会第45回年次学術講演会概要集, 2)久保, 三河, 廣中: 回転中心の移動による矩形断面柱の応答特性, 土木学会第46回年次学術講演会概要集

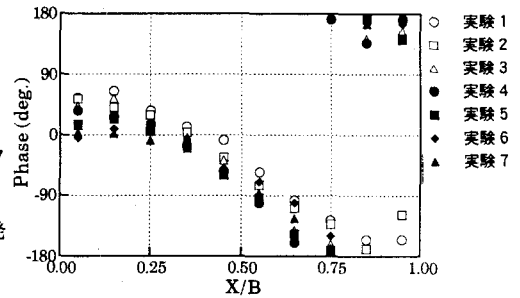
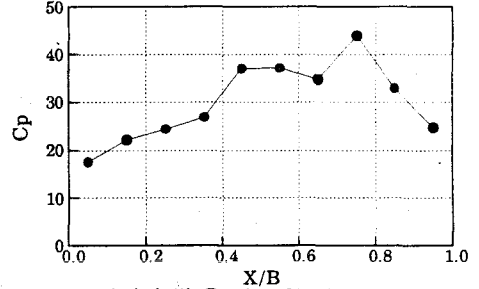
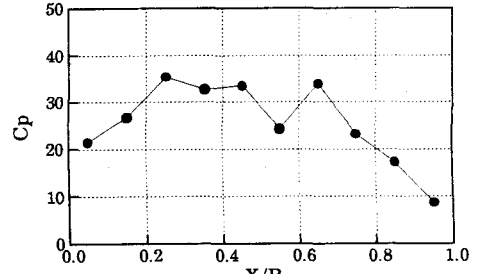


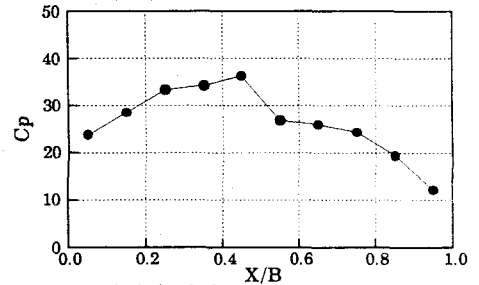
図5 位相差分布図 ($2\phi=0.5\text{deg}$)



(a)実験① ($Vr=27.6$)



(b)実験③ ($Vr=24.3$)



(c)実験⑥ ($Vr=31.5$)

図6 表面圧力係数

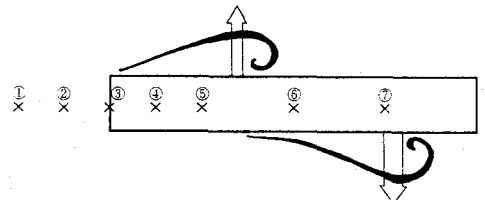


図7 フラッター域での推定フローパターン