

I-310

偏平矩形断面柱の回転中心位置によるフラッター特性

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
 北九州市 正 員 廣中 忠孝
 （研究当時、九州工業大学大学院生）

1. まえがき

著者等は、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、風速の増加と共に変化し、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、明石海峡大橋のような超長大橋の全橋模型を用いた実験から、風速の増加と共にねじれ中心が大きく移動することが判明している²⁾。このことから、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、前縁の振動数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られてきた³⁾。

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。本研究では、ねじれ1自由度応答実験において、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、その起因となる物体表面上の流れとの関係を調べることにした。

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。実験用模型は、 $B/D=6$ （断面幅： $B=300$ mm，断面高： $D=50$ mm）の偏平矩形断面柱を用いた。この模型の中央部には、変動圧力を測定するための圧力孔を10個設けている。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まで移動させた。その際に、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 $I=0.021(\text{kg}\cdot\text{m}^2)$ ，振動数 $f=2.94(\text{Hz})$ ，構造減衰率 $\delta=0.0092$ 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 $2\phi=0.5(\text{deg.})$ となる発振風速域で行った。

3. 実験結果および考察

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発振風速の変化を $2\phi=1.7(\text{deg.})$ について図3に示す。図2, 3から、ねじれ中心が模型の後流側から上流側に偏心すると、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な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する。図4に回転中心の移動との関係を示し、図5に接近流速と前縁の振動速度との関係図を示す。

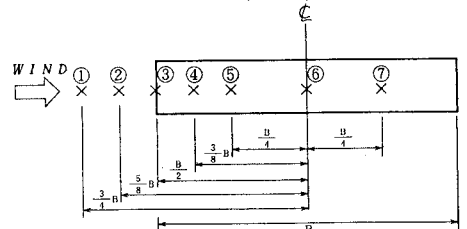


図1 供試体断面図とねじれ中心位置

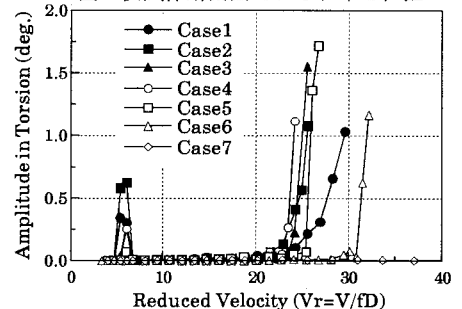


図2 ねじれ中心の変化による応答特性

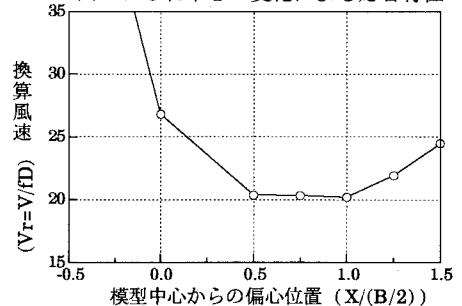


図3 偏心位置によるフラッター発振風速

いままで、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。しかし、図3, 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 $2\phi=0.5(\text{deg.})$ に合わせた圧力位(v/V)相差分布を図6に示す。圧力測定点1において、回転中心の位置と位相差の関係を図7に表す。図7から、回転中心が上流側に移ると、渦の発生は進んでいる。また、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8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、フラッター発振風速は高風速側になると考えられる。⑤, ④, ③とねじれ中心が前縁側に移る時は、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、前縁渦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ある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. 結 論

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圧力の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、振動を励起する条件は前縁の振動速度と流体の速度とで形成される相対速度のみではないということ、回転中心と渦とで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。

今後の課題としては、模型の断面比を変えたり、可視化実験を行うなどの検討を行う。

5. 参考文献

- 1) Y. Kubo, et al: Mechanism of aerodynamic vibrations of shallow bridge girder sections, JWEIA, 41-44
- 2) 金崎, 宮田, 横山他: 明石海峡大橋のフラッター特性, 第12回風工学シンポジウム
- 3) 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

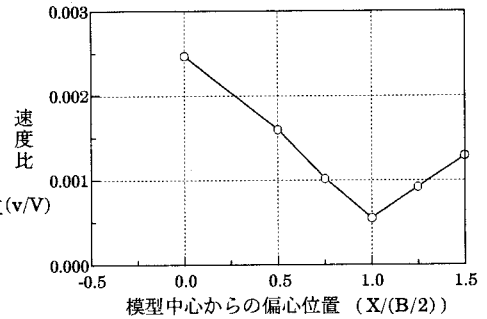


図4 回転中心と速度比との関係

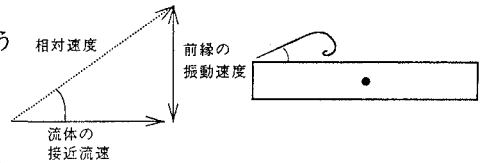


図5 接近流速と前縁の振動速度との関係

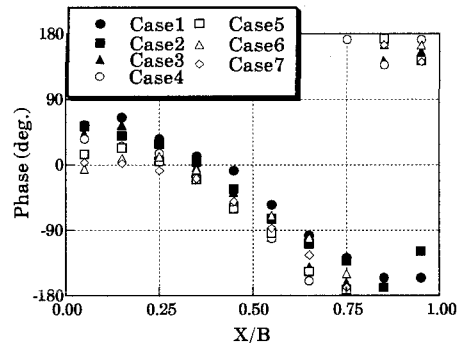


図6 位相差分布図

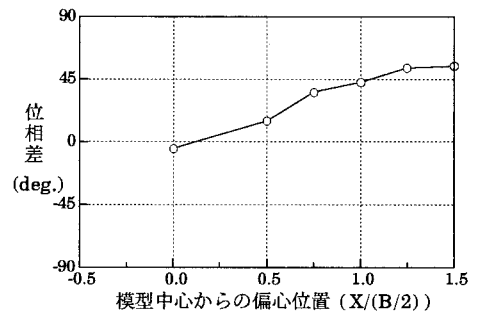


図7 圧力測定点1における位相差

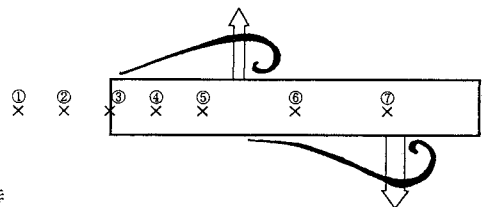


図8 フラッター域での推定フローパターン