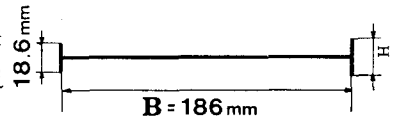


九州工業大学 正 員 久保喜延
清水建設 正 員 邑本興正
九州工業大学 学生員 宮地真一

1. まえがき 橋梁断面のねじれフラッターは前縁からの流れのほく離によって生ずる現象であり、前縁形状が主たる要素となってこの現象を支配するものと広く認識されているが、後縁形状が前縁からのほく離流にどの程度影響を与えるかについてはあまり検討されていない。これらのことを検討するために、本研究では偏平H型断面を例にとり、前縁フランジ高をウェブ（幅員）の10%と固定して後縁フランジ高を変化させた場合の空力応答特性について、一様流中と正弦風中での検討を行なった。これらの検討により、現在考案されている種々の耐風制振策に対して基礎的データを提供することができると考える。

2. 実験および結果 実験には九州工業大学開発土木工学科所有の測定断面40cm×40cmのゲッチングン型風洞を用いた。Fig. 1に示すように、模型はホウの木製で、ウェブ長Bを186mmに、前縁フランジ高を18.6mmに固定した1:10模型を基本とし、後縁フランジ高Hを $H/B = 0.0, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20$ と変化させた5個の模型について自由振動実験と、正弦風中での空力伝達関数を求める実験を行なった。自由振動実験における条件は、ねじれ振動数5.7Hz、極慣性モーメント $0.0065 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$ 、構造減衰率は $\delta_s = 0.003$ であった。これらについて迎角 α を 0° から 6° まで 2° 毎に変化させて応答特性を調べた。また、正弦風中での実験には、Fig. 2のような5枚の翼列を加振することによって、正弦風を発生させ、その中に置かれた供試模型の揚力変動を検出した。以下、自由振動実験および正弦風中での空力伝達関数についての結果および考察を述べる。

自由振動実験結果：Fig. 3 および Fig. 4は、それぞれ $\alpha = 0^\circ$ および 6° の場合において後縁形状を変化させたときの応答結果である。 $\alpha = 0^\circ$ の場合をみると、 $V_r = 0.6$ あたりで渦励振と称される現象が現われている。この振動振幅は、後縁形状が大きくなるにつれて増大しており、この振動に対して後縁形状の影響はほとんど無いとはいえず、逆に後縁の幾何学的形状がかなり支配的である。更に詳しい議論をするために、流れの可視化および表面圧力分布の動きについて検討していく予定である。この図の高風速側（ $V_r > 1$ ）に現われているねじれフラッターに着目すると、フラッター発振風速は後縁フランジ高の変化と共に低風速側に移り、後縁フランジ高のフラッター特性への影響も大であることがわかる。渦励振およびフラッターの何れの現象に対しても、後縁フランジの存在が前縁からのほく離流の位相を進めるといふ役目をしているものと思われる。その意味で、耐風安定策を考える場合には、前縁側形状のみならず後縁側形状にも十分な注意が



Name of Model	H/B
10 - 0	0.00
10 - 5	0.05
10 - 10	0.10
10 - 15	0.15
10 - 20	0.20

Fig. 1 Model of H-section

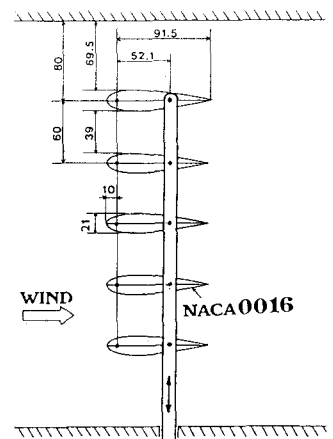


Fig. 2 Generator of Sinusoidal Gust

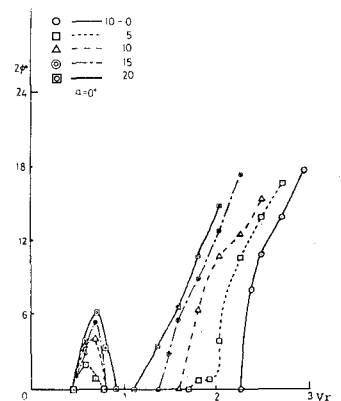


Fig. 3 Aerodynamic Responses of H-section with some Trailing Edge Geometries at Angle-of-attack 0 deg.

必要であると思われる。Fig. 4 は $\alpha=6^\circ$ の場合の応答結果であるが、 $H/B=0.0$ 以外の断面では、風速の上昇に対して応答振幅が横ばいあるいは低下する領域が現われている。これは、 $\alpha=0^\circ$ の場合にも後縁フランジ高を大きくすると現われる可能性を有しており、渦励振とフラッターとが応答の面から区別できなくなっているものと思われる。これに似た現象はギャロップ現象が生ずる断面において構造減衰率を小さくした場合にも見られるため、これらの現象は、メカニズム的には同一であり、はく離流の位相と空気の作用点のみが重要な因子であると考えられ、現象の名称を区別する必要は無いと考える。Fig. 5 は、後縁フランジ高とフラッター共振風速 V_{cr} を各迎角毎に整理したものである。迎角があると、物体周辺の流れは対称とはならず、かなり複雑となるため、その応答も $\alpha=0^\circ$ の場合のような単調な傾向を示さない。しかしながら、Fig. 5 を見てもわかる通り、 $H/B=0.0$ では、迎角の増加と共に共振風速は単調に減少するのに対して、他の後縁高では逆に迎角の増加と共に共振風速は増加する傾向を有している。 $\alpha=6^\circ$ の場合には、 $H/B=0.0$ 以外では応答振幅が風速の上昇に対して横ばいとなる部分が現われているため、共振風速が低くなっている。

空力伝達関数： 風洞内に正弦風を発生させた場合の揚力伝達関数 $X_L(\omega)$ と後縁形状および迎角との関係について述べる。 X_L は次式で求めた。

$$X_L(\omega) = \frac{L_0}{\frac{1}{2} \rho U \left(\frac{dC_L}{d\alpha} + C_D \right) w_0} \quad L_0: \text{揚力変動の振幅} \quad w_0: \text{変動風速鉛直成分の振幅}$$

ω : 換算振動数, d : 模型の主流方向長さ, $\frac{dC_L}{d\alpha}$: 揚力勾配, C_D : 抗力係数
なお、 C_D, C_L は $V=5 \text{ m/s}$ のものを用いた。Fig. 6, および Fig. 7 はそれぞれ $\alpha=0^\circ$ および $\alpha=6^\circ$ の場合における各後縁フランジ高の揚力伝達関数をプロットしたものである。いずれの場合においても後縁フランジ高の影響は大きく、後縁フランジ高が増加する程 X_L は小さくなるものの、 $H/B=0.15$ と 0.20 では大差なくなっている。 $H/B=0.0$ のものは、 $k=0.4$ あたりでピークを持っている。それに対して他のフランジ高では、 k の増加と共に減少する傾向を有しており、今までに測定された橋梁断面の空力伝達関数とはほぼ同様の結果となっている。また、迎角に対する空力伝達関数は後縁フランジ高が低い程その影響を受け易いことは興味を持たれる。今回の実験での正弦風にはまたかなりの雑音が混入しているため、ローパスフィルターを通さなければ正弦風としての性質を十分に表わしていないと思われるが、従来の結果とほぼ同様なものが得られたことは、高周波成分の寄与が比較的小さいことを意味しているものと思われる。

あとがき 以上の実験の結果、次のことが判明した。① フラッター および渦励振には後縁形状が大きく関与している。② 空力伝達関数は後縁フランジ高が小さいもの程大きく、迎角の影響を受け易い。これらのことを踏まえて耐風制振対策を行えば、より合理的な対策が生まれるものと思われる。

参考文献 1) 中村 他, H型断面柱の低風速励振, 第34回年講概要集
2) 小西 他, 変動風による橋梁断面の動的応答特性, 第2, 3回附録シンポジウム論文集

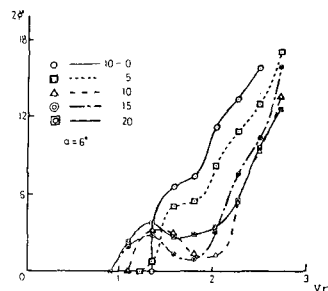


Fig. 4 Aerodynamic Responses of H-section with some Trailing Edge Geometries at Angle-of-attack 6 deg.

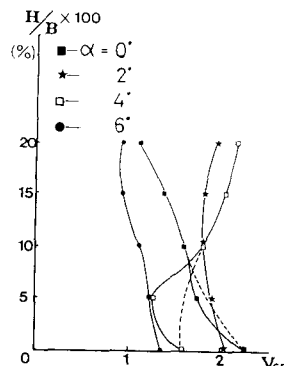


Fig. 5 Trailing Edge Geometries and Critical Wind Velocity

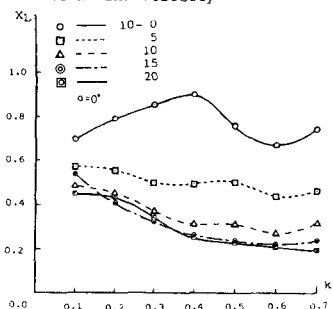


Fig. 6 Aerodynamic Transfer Function of H-section with some Trailing Edge Geometries at Angle-of-attack 0 deg.

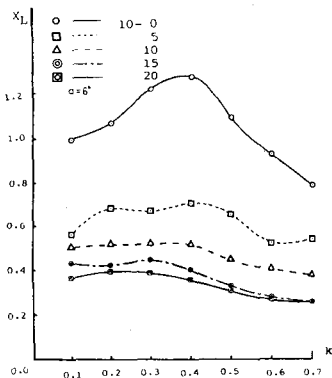


Fig. 7 Aerodynamic Transfer Function of H-section with some Trailing Edge Geometries at Angle-of-attack 6 deg.