

# 水平プレートでフラッターを止める

## ～水平プレート付き吊床版橋断面のねじれフラッター特性～

### Aerodynamic Stability of Ribbon Bridge Section with Leading Edge Stabilizers

畠中 真一  
Shin-ichi HATAKENAKA

川田工業(株)技術開発本部技術研究室

枝元 勝哉  
Katsuya EDAMOTO

川田工業(株)技術開発本部技術研究室  
係長

宮地 真一  
Shin-ichi MIYACHI

川田工業(株)技術開発本部技術研究室  
主幹

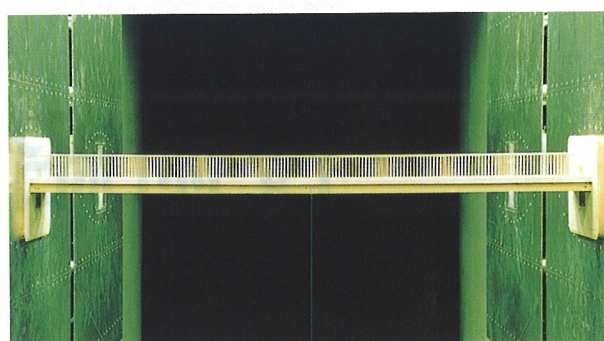
吊床版橋は近年、景観を考慮した橋梁に多く採用されるようになってきました。しかし、その断面は偏平矩形断面に近く、また、桁の剛性も低いため、低風速域での渦励振や高風速域におけるフラッターの発生が懸念されます。そこで、水平プレートを設置した吊床版橋について風洞実験を行い、その空力改善効果を検証することとしました。その結果、吊床版橋の耐風対策として有益な結果が得られましたので、ここに報告します。

### 風洞実験の概要

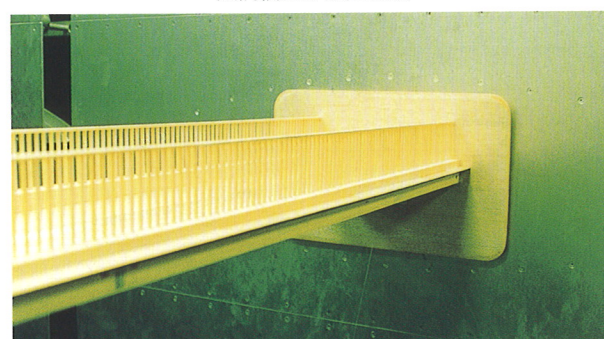
実験には、当社所有の水平回流式ゲッチングン型風洞（閉鎖型測定洞：幅2.0m×高さ2.5m×全長15.0m）を使用し、文献1）を参考に、表1に示すような桁断面を持つ模型（模型長 $l=1620$  mm）を作製しました<sup>2)</sup>。また、水平プレートは幅20 mmのものを準備し、桁コーナーとプレートの先端を結ぶ傾斜角が30°となるよう水平に設置しています。風洞実験にあたっては、基本断面Model-Rに対して、水平プレートを上段に取り付けた断面をModel-U20、下段に取り付けた断面をModel-L20、2段取り付けた断面をModel-UL20として、それぞればね支持試験と三分力試験を行っています。なお、ばね支持試験では鉛直振動に関する実橋との重量相似が困難であったことから、スクルトン数による相似を考え、構造減衰率を $\delta=0.06$ に設定しました。その他の実験条件は表2のとおりです。

表2 ばね支持実験条件

|          | 想定した実橋                           | ばね支持実験                             |                                    |
|----------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|          |                                  | 所要値                                | 実験値                                |
| 重量       | 3.126tf/m/Br.                    | 32.4kgf/model                      | 10.8kgf/model                      |
| 極慣性モーメント | 0.522 tf·s <sup>2</sup> ·m/m/Br. | 0.0346 kgf·s <sup>2</sup> ·m/model | 0.0346 kgf·s <sup>2</sup> ·m/model |
| 振動数      | たわみ                              | 1.21Hz                             | 2.44Hz                             |
|          | ねじれ                              | 1.74Hz                             | 3.60Hz                             |
| 構造対数減衰率  | たわみ                              | —                                  | 0.02                               |
|          | ねじれ                              | —                                  | 0.02                               |



風洞模型の設置状況



水平プレート付き模型(Model-U20)

表1 基本断面および対策断面（ $s=1/12.5$  単位はmm）

|  |  |                          |
|--|--|--------------------------|
|  |  | Model-R<br>(基本断面)        |
|  |  | Model-U20<br>(上段水平プレート)  |
|  |  | Model-L20<br>(下段水平プレート)  |
|  |  | Model-UL20<br>(2段水平プレート) |

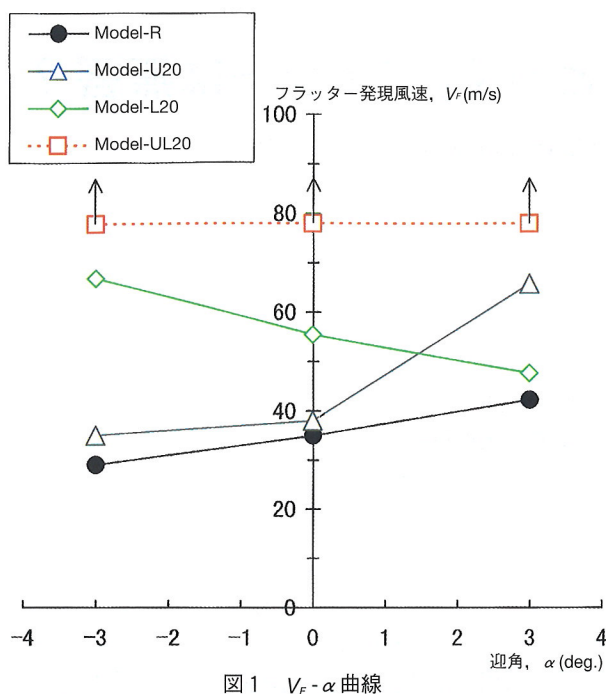


図1  $V_F$ - $\alpha$  曲線

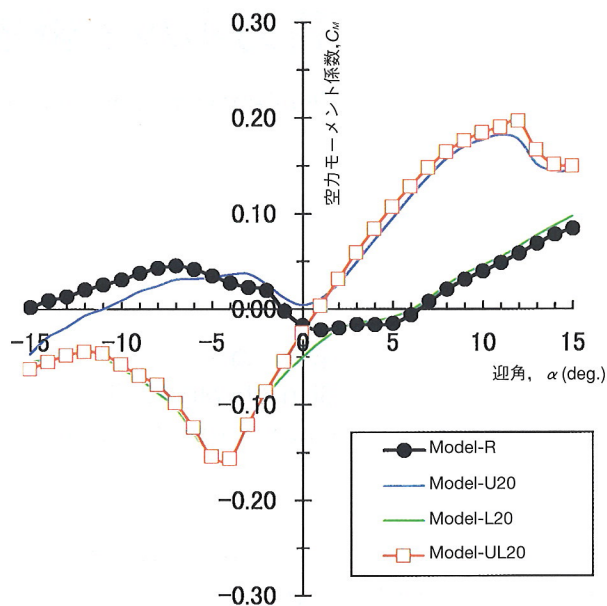


図2 空力モーメント曲線

## 試験結果と考察

迎角  $\alpha$  を  $\alpha = -3^\circ, 0^\circ, +3^\circ$  としたばね支持実験より得られたフラッター発現風速の実橋換算値  $V_F$  と迎角  $\alpha$  の関係を図1に示します。図からわかるように、Model-R (図中の●記号) では、 $\alpha = -3^\circ \sim +3^\circ$  の各迎角において、 $V_F = 30 \sim 40 \text{ m/s}$  程度の風速からフラッターが発現する結果となっています。これに対してModel-U20 (図中の△記号) では、迎角  $\alpha = -3^\circ$  および  $0^\circ$  におけるフラッター発現風速  $V_F$  は  $3 \sim 5 \text{ m/s}$  程度しか上昇していないものの、迎角  $\alpha = +3^\circ$  における  $V_F$  は  $65 \text{ m/s}$  まで上昇しており、水平プレートの制振効果が  $\alpha = +3^\circ$  において顕著に現れた結果となっています。一方、Model-L20 (図中の◇記号) では、迎角  $\alpha = -3^\circ$  における  $V_F$  は  $67 \text{ m/s}$  程度まで上昇しているものの、迎角  $\alpha = +3^\circ$  における  $V_F$  は  $5 \text{ m/s}$  程度しか上昇しておらず、Model-U20 とは逆に  $\alpha = -3^\circ$  において水平プレートの効果が顕著に現れていることがわかります。また、2段水平プレートを設置したModel-UL20 (図中の□記号) では、いずれの迎角においてもフラッターは確認されませんでした ( $V_F$  は  $80 \text{ m/s}$  以上)。

次に、フラッター特性と空力モーメント係数  $C_M$  の関連性を把握するため、風洞風速  $V = 5.0 \text{ m/s}$  (実橋換算風速  $V_F \doteq 30 \text{ m/s}$ ) の一様流中で実施した三分力試験結果を図2に示します。図2において、Model-R と Model-UL20 の空力モーメント係数  $C_M$  特性を比較すると、Model-UL20 では  $\alpha = -5^\circ \sim +10^\circ$  の迎角範囲において、 $C_M$  曲線の勾配が正になっていることがわかります。一方、Model-U20, L20 の  $C_M$  曲線を観察すると、それぞれ  $\alpha = 0^\circ \sim +11^\circ$ ,  $\alpha = -5^\circ \sim 0^\circ$  の迎角範囲において、 $C_M$  曲線は顕著な正勾

配を示しています。さらに、Model-UL20 の  $C_M$  勾配に着目すると、Model-U20 における正の迎角範囲と Model-L20 における負の迎角範囲の特性を併せ持ったような  $C_M$  特性となっています。すなわち、先の図1の結果とも考え合わせると、本断面の場合  $C_M$  曲線勾配の正負とフラッター発現風速の大小には明確な関連性があると言えます。

以上から、対象とした吊床版橋モデルに対し、上段のプレートは正の迎角において、また下段のプレートは負の迎角においてそれぞれ空力安定性の向上に寄与する特性を有しており、2段水平プレートはそれぞれのプレートの特性を併せ持つことにより正負両迎角範囲内で空力安定効果を発揮したものと考えられます。

## まとめ

本研究の結果から、吊床版橋のフラッターに対する2段水平プレートの有効性が確認されました。今後は、プレート幅や取付け位置を変化させた場合についても実験を行い、水平プレートの有効性に関するデータの蓄積を図るとともに、実橋への適用性についても検討を行ってゆきたいと考えています。

## 参考文献

- 1) 徳山ほか：吊床版橋の動的挙動について—車両走行試験と風洞試験—，プレストレストコンクリート技術協会第3回シンポジウム論文集，1992年11月。
- 2) 畠中ほか：2段水平プレート付き吊床版橋断面の空力特性について，構造工学論文集 Vol.44A, pp.943～950, 1998年3月。