

I - B 32

水平プレートによる吊床版橋断面の空力改善効果について

川田工業(株) 正会員 ○畠中 真一 宮地 真一
枝元 勝哉

1. まえがき

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ている。しかしながら、その断面は偏平矩形断面に近く、また、桁の剛性も低いことから、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現が予測される。筆者らは、吊床版橋のねじれフラッター対策法として水平プレートに着目し、風洞実験によってその効果を確認してきたが、1段のみの水平プレートを取付けた場合には、その取付け位置と迎角の関係により、十分な制振効果が得られない場合のあることが判明した¹⁾。そこで本研究では、2段水平プレートを設置した吊床版橋についても風洞実験を実施し、その空力改善効果を検証することとした。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たことから、ここに報告する。

2. 風洞実験の概要

実験に使用した風洞は、川田工業(株)所有の水平回流式ゲッチング型風洞(閉鎖型測定洞:幅 2.0m×高さ 2.5m×全長 15.0m)である。本研究では、文献²⁾を参考に、表-1に示すような桁断面を有する縮尺 1/12.5 の模型($l=1620\text{mm}$)を作製した。水平プレートは幅 20mm のものを作製し、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た。基本断面 Model-R に対して、水平プレートを上段に取付けた断面を Model-U20、下段に取付けた断面を Model-L20、2段取付けた断面を Model-UL20 とし、これらを使用してばね支持試験と三分力試験を実施した。なお、ばね支持試験では鉛直振動に関する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 $\delta=0.06$ に設定した。表-2に実験条件を示す。

3. 試験結果と考察

①たわみ渦励振 迎角 α を $\alpha = -3^\circ$ とした一様流中のばね支持実験で得られた鉛直たわみ振幅 η と風速 V (および実橋換算風速 V_F) の関係を図-1に示す。図からわかるように、Model-R(図中の●記号)では風速 $V \approx 2.0\text{m/s}$ においてたわみ渦励振が発現している。Model-U20(図中の△記号)においても同様の渦励振が確認でき、上側1段のみの水平プレートがこの渦励振の発現に与える影響は小さいものと考えられる。一方、Model-UL20(図中の□記号)においてはこの渦励振の発現が抑えられており、2段水平プレートは対象とした吊床版橋のたわみ渦励振の抑制に対しても有効に機能していることがわかる。

②ねじれフラッター 迎角 α を $\alpha = -3^\circ, 0^\circ, +3^\circ$ としたばね支持実験により得られた、フラッター発現風速の実橋換算値 V_F と迎角 α の関係を図-2にまとめる図からわかるように、Model-R(図中の●記号)では、 $\alpha = -3^\circ \sim +3^\circ$ の各迎角範囲において、 $V_F = 30 \sim 40\text{m/s}$

表-1 模型基本断面及び対策断面(単位 mm)

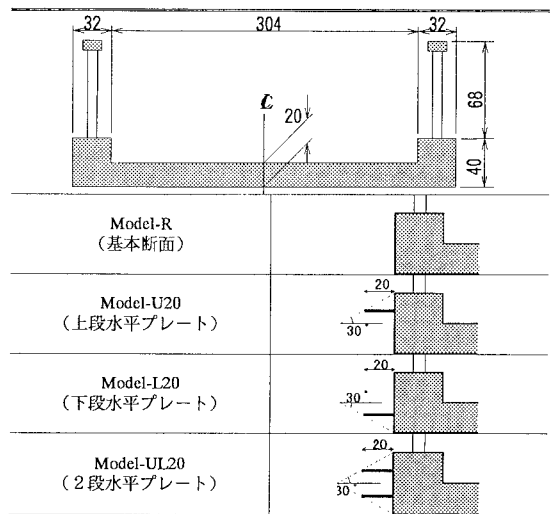


表-2 ばね支持実験条件

	想定した実橋	ばね支持実験	
		所要値	実験値
重量	3.126 t/m/Br.	32.4 kgf/model	10.8 kgf/model
極慣性モーメント	0.522 $\text{tf} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m/m/Br.}$	0.0346 $\text{kgf} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m/model}$	0.0346 $\text{kgf} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m/model}$
振動数	たわみ	1.21 Hz	2.44 Hz
	ねじれ	1.74 Hz	3.60 Hz
構造対数減衰率	たわみ	—	0.02
	ねじれ	—	0.02

キーワード：吊床版橋、水平プレート、渦励振、ねじれフラッター、風洞実験

〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 Tel:03-3915-3301 Fax:03-3915-3771

程度の風速でフラッターが発現する結果となっている。これと比較して Model-U20(図中の△記号)では、迎角 $\alpha = -3^\circ$ 及び 0° におけるフラッター風速 V_F は 3~5m/s 程度しか上昇していないものの、迎角 $\alpha = +3^\circ$ におけるフラッター風速は $V_F \approx 65\text{m/s}$ 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る。一方、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発現しなかった(V_F は 80m/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 $V=5.0\text{m/s}$ ($V_F \approx 30\text{m/s}$) の一様流中で実施した三分力試験結果を図-3に示す。

図-3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。すなわち、先の図-2の結果とも考え合わせると、 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る。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ることがわかる。

さらに、Model-UL20 の C_M 勾配に着目すると、Model-U20 の正の迎角範囲と Model-L20 の負の迎角範囲を併せたような C_M 特性となっていることがわかる。

以上ことから、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る。

4. まとめ

本研究の結果から、吊床版橋の渦励振や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う予定である。

【参考文献】

- 1) 島中 他：吊床版橋断面のねじれフラッター特性に及ぼす水平プレートの空力制振効果について，土木学会第52回年次学術講演概要集，平成9年9月。
- 2) 徳山 他：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。

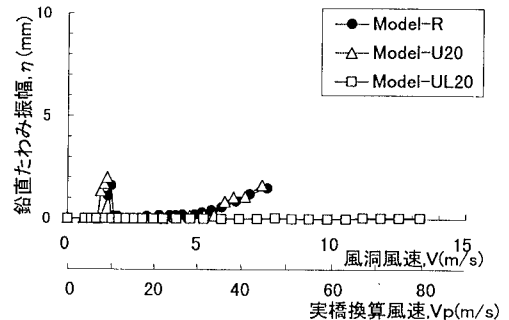


図-1 Model-R, -U20, -UL20 のたわみ応答 (迎角 $\alpha = -3^\circ$)

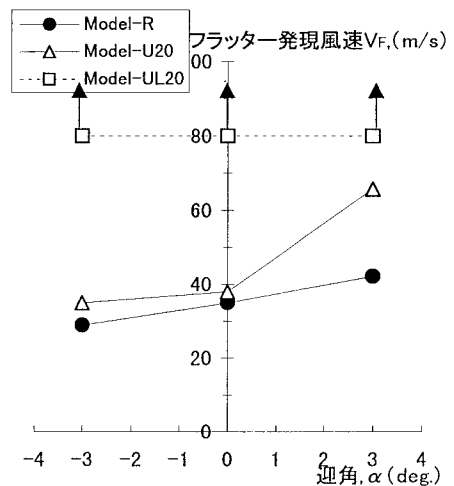


図-2 $V_F - \alpha$ 曲線

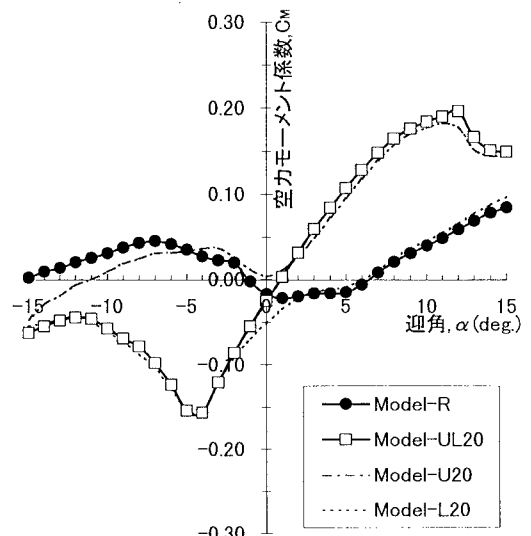


図-3 空力モーメント C_M 特性 ($V=5\text{m/s}$)