

I - B91 吊床版橋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

川田工業㈱ 正会員 ○畠中 真一 川田工業㈱ 正会員 米田 昌弘
 川田工業㈱ 正会員 宮地 真一 川田工業㈱ 正会員 瀬戸内秀規

1. まえがき

近年、景観を考慮した人道橋などに吊床版橋が多く採用されている。しかしながら、吊床版橋は非常に柔な構造物で構造減衰も小さいことから、比較的規模が大きい場合には耐風安定性に関する検討が必要となる。従来、吊床版橋の空力的対策としてフェアリングが多く用いられてきたが、本研究ではより安価な水平プレート¹⁾に着目し、吊床版橋のねじれフラッターに及ぼす空力制振効果を風洞実験によって検討した。その結果、実務技術者にとって示唆に富んだ興味ある知見が得られたことから、ここに報告する。

2. 風洞実験の概要

実験で使用した風洞は、川田工業㈱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、無対策の基本断面(Case-b0)として図-1に示すような桁断面を有する模型($l=1620\text{mm}$)を縮尺1/12.5で作製した。水平プレートは幅 b が $b=20\text{mm}$ (Case-b20)、 30mm (Case-b30)、 40mm (Case-b40)の3体を作製し、図-2に示すように θ_u (水平プレートの先端と地覆のコーナー部を結ぶ線が地覆上面となす角度)が $\theta_u=30^\circ$ となる位置にそれぞれ設置することとした。ここに、幅が $b=20\text{mm}$ 、 30mm 、 40mm の水平プレートは、それぞれ実橋で $b=250\text{mm}$ 、 375mm 、 500mm に相当する。ばね支持実験では模型重量の所要値が非常に大きくなったことから、たわみ振動に関してはスクルトン相似を考え、たわみの構造対数減衰率を $\delta=0.06$ に設定した。表-1に実験条件を示す。

3. 試験結果と考察

迎角 α を $\alpha=-3^\circ$ 、 0° 、 $+3^\circ$ とした一様流中のばね支持実験で得られた、ねじれフラッターの発現風速

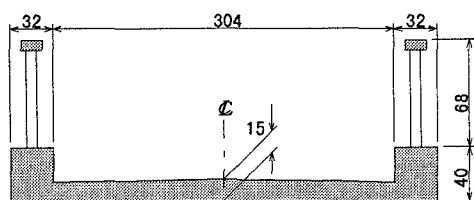


図-1 模型基本断面 (Case-b0)

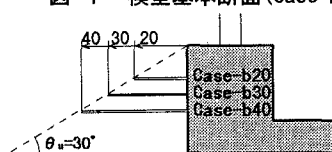
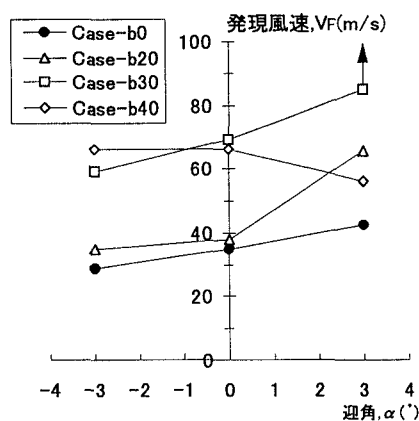


図-2 水平プレートの設置位置

表-1 基本断面のばね支持実験条件

	想定した実績	ばね支持実験	
		所要値	実験値
重 量	3.126tf/mBr.	32.4 kgf/model	10.8kgf/model
慣性モーメント	0.522 tf·s ² /m/Br.	0.0346 kgf·s ² /m/model	0.0346 kgf·s ² /m/model
振動数	たわみ	1.21 Hz	2.44 Hz
	ねじれ	1.74 Hz	3.60 Hz
減衰	たわみ	—	0.02
	ねじれ	—	0.02

図-3 $V_F-\alpha$ 曲線

キーワード: 吊床版橋, 水平プレート, ねじれフラッター, 風洞実験

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

V_F (実橋換算値)と迎角 α の関係を図-3にまとめる。

図-3からわかるように、基本断面の Case-b0(図中の●記号)では、 $-3^\circ \leq \alpha \leq +3^\circ$ の迎角範囲において $V_F=30 \sim 40\text{m/s}$ 程度の風速域からねじれフラッターが発現する結果となっている。これに対し、Case-b20(図中の△記号)では、 $\alpha=-3^\circ$ と $\alpha=0^\circ$ で $V_F=38\text{m/s}$ 程度であったねじれフラッター風速が、 $\alpha=+3^\circ$ においては水平プレートの効果で $V_F \approx 65\text{m/s}$ まで上昇している。また、Case-b30(図中の□記号)では、 $\alpha=-3^\circ$ で $V_F=59\text{m/s}$ 、 $\alpha=0^\circ$ で $V_F=70\text{m/s}$ 、 $\alpha=+3^\circ$ で $V_F \geq 84\text{m/s}$ とすべての迎角範囲できわめて良好なねじれフラッター特性を有していることがわかる。一方、Case-b40(図中の◇記号)でも $-3^\circ \leq \alpha \leq +3^\circ$ の迎角範囲でねじれフラッター風速が 55m/s 以上となっているが、 $\alpha=+3^\circ$ でのねじれフラッター風速は Case-b30 よりも大幅に低下している。それゆえ、 $\theta_u=30^\circ$ の位置に水平プレートを設置する場合、今回の実験では幅 $b=30\text{mm}$ (実橋では 375mm) が最も良好なフラッター特性を示すと考えられる。

次に、ねじれフラッター特性と静的空気力係数との相関性を把握するため、 $\alpha=-3^\circ$ 、 0° および $+3^\circ$ における $V=8\text{m/s}$ の空力モーメント係数勾配 $\Delta C_M / \Delta \alpha$ とねじれフラッター風速 V_F の関係を整理した。その結果を図-4～図-6に示す。これらの図からわかるように、いずれの迎角においても $\Delta C_M / \Delta \alpha$ が増加するにしたがってねじれフラッター風速が明らかに上昇する傾向が認められる。すなわち、水平プレートの空力制振効果は、空力モーメント係数勾配 $\Delta C_M / \Delta \alpha$ によって概ね推定できると考えられる。

4. まとめ

本研究により、水平プレートは吊床版橋のねじれフラッター対策としてもきわめて有効であることがわかった。今後は、 θ_u を変化させた場合についても風洞試験を実施し、水平プレートの有効性に関する実験データを蓄積していく所存である。

【参考文献】

- 1) たとえば、米田 他：偏平箱桁断面に対する水平プレートの空力制振効果に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol.42A，1996年3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。

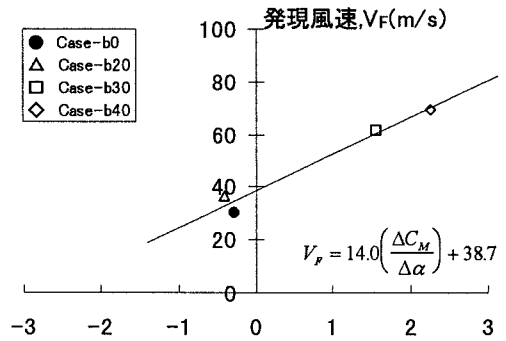


図-4 $\Delta C_M / \Delta \alpha - V_F$ 曲線 ($\alpha = -3^\circ$)

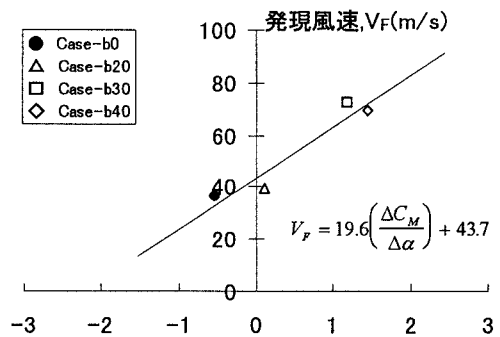


図-5 $\Delta C_M / \Delta \alpha - V_F$ 曲線 ($\alpha = 0^\circ$)

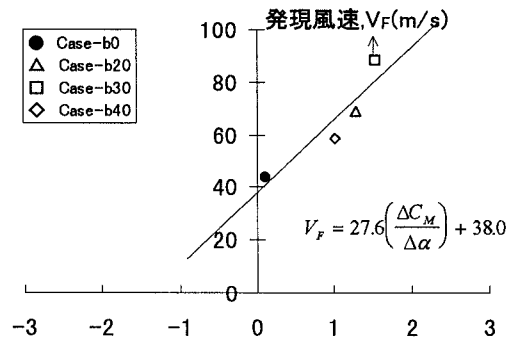


図-6 $\Delta C_M / \Delta \alpha - V_F$ 曲線 ($\alpha = +3^\circ$)