

九重 “ 夢 ” 大吊橋の耐風対策

九重町 谷 克浩 協同エンジニアリング 長岡 聡
川田工業 本摩 敦 北村 匡範 正会員 畠中 真一

1. はじめに

九重“夢”大吊橋は、大分県玖珠郡九重町に建設された無補剛人道吊橋であり、同形式の橋梁としては日本一の主径間長 390m を有する。図1に示す通り、本橋は鳴子川溪谷の上空 173m に位置しており、谷筋の強い風が常時作用すること、柔性に富んだ橋梁形式であることから、計画当初より風による有害な振動の発生が懸念された。本橋の耐風性安定性を確認するために実施した部分模型風洞試験結果を以下に報告する。



2. 試験概要

本橋では、台風常襲地域の宮崎県に隣接することを勘案した基本風速を設定し、フラッター照査風速を 67m/s とした。また、架橋位置は傾斜した溪谷上にあり、この地形の影響を受けた気流傾斜角と強風時の橋体の姿勢変化を考慮して、迎角 α を $\alpha = -10^\circ \sim +6^\circ$ の範囲で耐風安定性の確認を行うものとした。また、過去の耐風対策の実績¹⁾から床版中央部には通風用の部分開床構造(グレーチング)を設けるものとし、グレーチングの下にはフィンピッチに合わせて丸パイプを配置した目隠し用の横棧を設置した。これは通風を確保しつつ視界を遮り、高さに対する歩行者の恐怖感を緩和させるためである。対策断面は表1に示すようにパイプ径を変化させて開床部の開口率を変化させたもの、扁平断面のフラッター対策として効果のある水平プレート(PL)²⁾、そして一般的なフェアリング、以上3つの対策を組み合わせることで効果を確認した。なおその際、最終断面の選定に重点を置き、特定の試験ケースで一旦空力安定性に問題があると判断された断面については、極力他の試験ケースを省略しつつ、必要な試験ケースのみを選択して実

表1 各モデルの形状

対策	部分開床構造(グレーチング+目隠し用横棧)			導流形状		
	φ19×2段	φ13×2段	φ19×1段	基本	水平 PL	フェアリング
断面図 (平面図)						

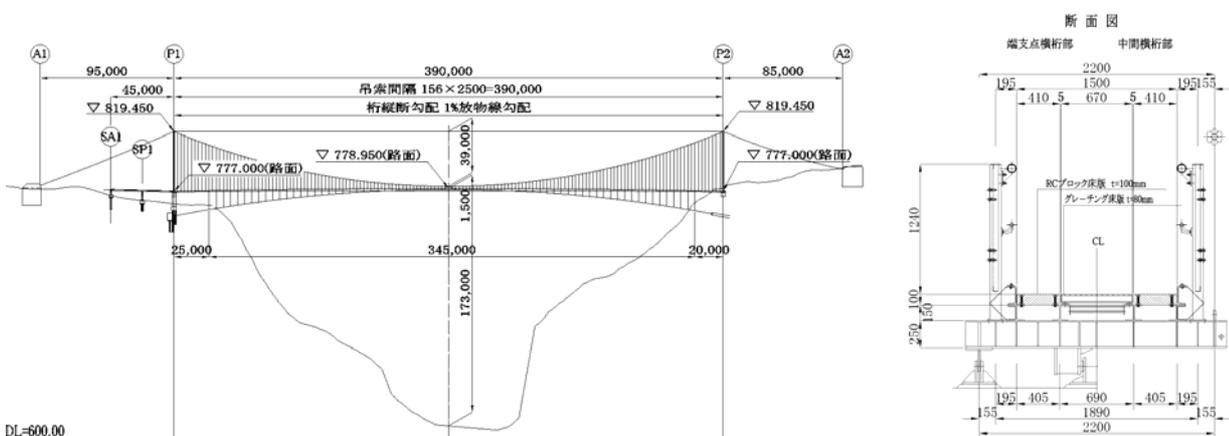


図1 九重“夢”大吊橋 全体一般図

キーワード：吊橋 風洞試験 フェアリング グレーチング 耐風安定性

〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 TEL 03-3915-0147 FAX 03-3915-4214 mail: trc2006@kawada.co.jp

験を行うこととした。今回使用した風洞施設は、川田工業(株)所有の水平回流式ゲッチング型風洞(幅 2.0m×高さ 2.5m×長さ 15.0m)であり、試験模型として縮尺 1/9 の 2 次元剛体模型(模型長 1.62m)を製作し、ばね支持試験および3分力試験を実施した。以下では、ばね支持試験の結果について述べる。風洞試験諸元を表2に示す。

表2 風洞試験諸元

項目	実橋値	模型 (縮尺 1/9 模型長 1.62m)		
		所要値	実験値	
重量	1044.7 kg/m	20.9 kg/model	20.9 kg/model	
極慣性モーメント	961.1 kg・m ² /m	0. 237 kg・m ² /model	0. 237 kg・m ² /model	
固有振動特性	たわみ	0.321 Hz	—	0.90 Hz
	ねじれ	0.451 Hz	—	1.29 Hz
	振動数比	1.405	—	1.433
構造減衰率	たわみ δ_h	—	0.02	0.02
	ねじれ δ_θ	—	0.02	0.02(0.03)

3. 試験結果

ばね支持試験の結果、有害なたわみ振動の発現は確認されなかったため、図2~3、表3には、ねじれフラッターおよびねじれ渦励振についてのみ結果を示す。

- 表3に示すように、グレーチングを設けたのみの断面(A,B)では、迎角 $\alpha = +3^\circ$ の条件でフラッターの発現が確認された。
- 図2から判るように、水平 PL の設置(A→C)により迎角 $\alpha = +3^\circ$ での発散振動を抑えることができるが、実橋換算風速 $V_p=60\text{m/s}$ 以上で比較的大きな振幅が確認された。横棧の径を $\phi 19 \rightarrow \phi 13$ に変更し(C→D)、開口面積を拡大させたところ、振幅が大幅に減少した。
- 表3に示すように、水平 PL と部分開床構造により耐風安定性の向上が見られたが、迎角 α を $\alpha = +6^\circ$ まで変化させるとフラッターが発現した(D)。
- 一方、フェアリングの付加により、いずれのケースにおいても、照査風速 67 m/s 以上の風速までフラッターは発生しなかった(F)。
- なお、フェアリングを設置した断面(F)では、図3に示すように、 $V_p=10\sim 15\text{ m/s}$ の風速域でねじれ渦励振が観測された(▲)。このため乱流による応答の変化を確認するため、格子乱流($I_u=5\sim 7\%$)を作用させたとこ、渦励振振幅は $\theta=1^\circ$ 以下に低下した(●)。また、

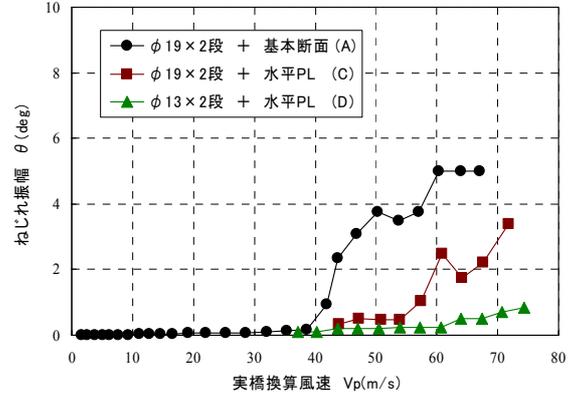


図2 水平 PL の制振効果 ($\alpha = +3^\circ$)

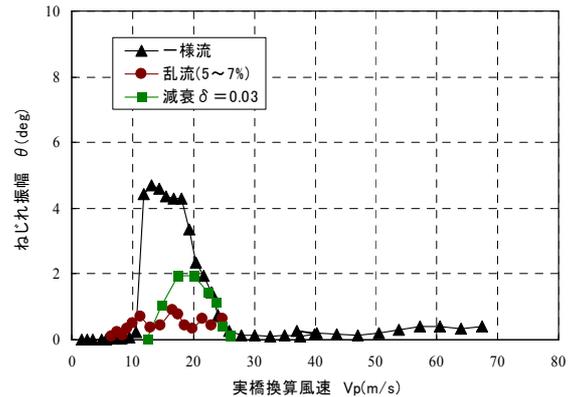


図3 19 x 2 段 + フェアリング(Fタイプ: $\alpha = +6^\circ$)

表3 風洞試験結果一覧 (— は実施せず)

	A	B	C	D	E	F
迎角 目隠し板→ ↓ 導流→	$\phi 19 \times 2$ 段	$\phi 19 \times 1$ 段	$\phi 19 \times 2$ 段	$\phi 13 \times 2$ 段	$\phi 19 \times 1$ 段	$\phi 19 \times 2$ 段
	なし	なし	水平 PL	水平 PL	水平 PL	フェアリング
$\alpha = -10^\circ$	—	—	—	—	—	○
$\alpha = -6^\circ$	—	—	—	—	×	○
$\alpha = -3^\circ$	○	○	○	—	—	○
$\alpha = 0^\circ$	○	○	○	—	—	○
$\alpha = +3^\circ$	×	×	△	○	—	○
$\alpha = +6^\circ$	—	—	—	×	×	○

4. おわりに

風洞試験から得られた知見をもとに、部分開床構造にフェアリングを併用した構造を本橋の最終断面とした。グレーチング下の横棧には、隙間から下の様子が見えないように配慮し、太径タイプ($\phi 19$)を採用した。以上の知見が今後、長大人道吊橋を計画する際の有益な情報となれば幸いである。最後に、本検討に対し、多大なるご協力とご助言をいただいた近畿大学理工学部社会環境工学科 米田昌弘 教授に深く感謝いたします。

【参考文献】 1) 柳崎, 田口, 高橋, 大野, 島田, 島中: もみじ谷大吊橋の設計と架設, 橋梁と基礎, Vol.34 No.7, pp.17~23, 2000 年
 2) 島中, 宮地, 枝元, 瀬戸内: 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, 1998.3