

箱根西麓・三島大吊橋の計画(3) 耐風対策

(株)フジコー 宮澤 俊二 大村 正弘 岩井 大
川田工業(株) 正会員 小笠原 照夫 ○畠中 真一

1. はじめに

箱根西麓・三島大吊橋は、静岡県三島市に建設予定の人道吊橋であり、主径間長400mを有する国内最大規模の人道吊橋である。建設場所は図1に示すように、富士山や駿河湾を見通せる風光明媚な高台に位置し、多くの一般客の利用が期待される。本橋は、図2、図3に示すように、幅員1.6mの無補剛吊橋であり、谷筋からの高度約70mに架かる極めてフレキシブルな構造となり、特に海側からの強風を受けた場合の振動現象が懸念されたため、風に関する安全性の検討が進められてきた。本稿では、この橋の耐風安定性を確認するために実施した部分模型風洞試験の結果を報告する。

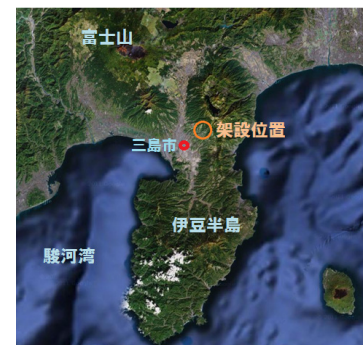


図1 架設位置

2. 試験概要

耐風検討の一環として、架設地点周辺の自然風特性を把握するため、事前に約1年間の現地風観測が行われ、近隣の気象官署における過去の観測データと、3次元風況予測システムによる地形風解析の結果¹⁾より、本橋架設地点でのフラッター照査風速は $V_H = 63\text{m/s}$ と推定された。地形の影響を受けた気流の傾斜や、風荷重による橋体のねじり変位の推定結果より、接近風の吹上げ角(迎角: α)の範囲を $\alpha = -15^\circ \sim +10^\circ$ と定めて耐風安定性の確認を行うものとされた。また、ねじれ振動に関する構造減衰率 δ_θ は、類似形式橋梁での実測²⁾において $\delta_\theta = 0.04$ を上回る値が測定されたことを参考に、本橋では $\delta_\theta = 0.03$ と仮定して検討を行った。風洞試験諸元は表1に示す通りである。本橋の高欄には、開口率90%程度の通風性の高い格子が用いられ、耐風性能への寄与は、床版開口やフェアリングの効果が大きいと予想されることから、表2に示す対策断面について風洞試験を行い、耐風性能の比較検討を行った。

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ン型風洞(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次元剛体模型を製作し、バネ支持試験および3分力試験を実施した。本稿では、バネ支持試験の中から、代表的なケースについて結果を示す。

表1 風洞試験諸元

項目	実橋値	模型(縮尺1/9 模型長1.62m)	
		計画値	実験値
質量	995.5 kg/m	19.81 kg/model	19.81 kg/model
極慣性モーメント	849.5 kg・m ² /m	0.209 kg・m ² /model	0.209 kg・m ² /model
固有振動数	たわみ	0.2445 Hz	—
	ねじれ	0.3415 Hz	—
振動数比		1.40	—
構造減衰率	たわみ	—	0.02
	ねじれ	—	0.03

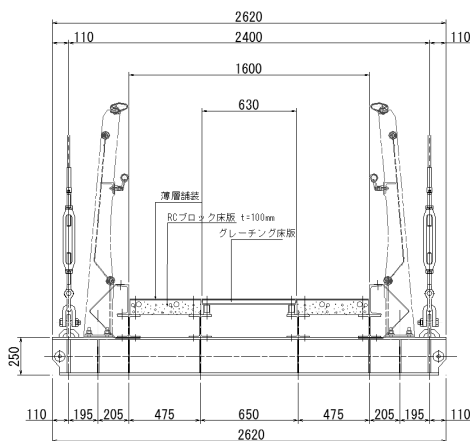


図2 標準断面

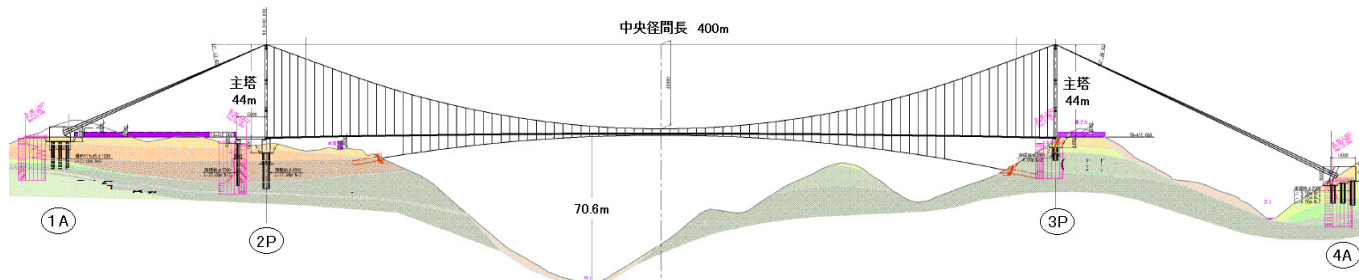


図3 箱根西麓・三島大吊橋一般図

キーワード: 吊橋, 風洞試験, 耐風安定性, グレーチング, スリット, 床版開口

〒321-3325 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 122-1 TEL 028-687-2217 FAX 028-677-5892 mail: trc2006@kawada.co.jp

3. 試験結果

図4は、迎角 $\alpha = -6^\circ$ でのねじり応答の結果の例であるが、グレーチング幅が 500mm 相当となる G50S00(図中○)では、振幅 6° を超えるような振動が発生した。この段階で表 2 下段に示す 4 種のフェアリングを用いて対策を試みたが、いずれも比較的大きなねじり振動が発現した。そこで、フェアリングを F90 に固定して、床版開口による振幅低減効果について検討を進めることとした。グレーチング幅を 630mm 相当まで拡大した G63S00(図中▲)では、大幅に振幅が低減されるものの、実橋換算で $V_p=10\text{m/s}$ 以上となる風速域で、振幅 1° を超えるような振動が発現することが確認された。

歩行者の安心感や、グレーチングの製品規格の観点から、グレーチング幅をさらに拡大することは好ましくないと判断されたため、床版の地覆付近にスリットを設け、床版の開口部を増加させることとした。G63S20(図中■)に示すように、スリット幅 20mm 相当の開口を設けたケースでは、フラッター照査風速範囲内の振動を抑えることができた。ただし実橋では、図 5 のように断続的なスリットとなることから、G63S20 と同等な開口面積を有する断続スリットとしたケース(図中◆)についても応答を確認したところ、連続スリットと同等の制振効果が確認された。

図 6 にたわみ応答の一例を示す。G63S20 では迎角 α が $\alpha = -15, -10, -6, -3, 0, +3, +6$ の場合には、 $\alpha = 0^\circ$ (図中□)と同程度の小さな応答であったが、 $\alpha = +10^\circ$ とした場合にやや大きな振幅が観察された(図中●)。振幅の安定しない不規則な振動であったことから、プラス側に迎角が大きくなると気流の乱れの影響を受けやすくなる傾向があるものと判断される。なお、スリット幅を 2 倍(G63S40: 図中○)に拡大したところ、たわみの振幅もほぼ半減することが判明した。

4. おわりに

一連の風洞試験結果より総合的に判断して、630mm のグレーチングに幅 20mm 相当のスリット開口部を断続的に併設した断面を候補として 2015 年の完成に向けて最終的な詳細検討を進めている。

謝辞 本検討に対し、『三島大吊橋建設に伴う技術評価委員会』(委員長: 宮田利雄 横浜国立大学名誉教授, 委員: 米田昌弘 近畿大学理工学部社会環境工学科教授, 勝地弘 横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院教授, および、三島市役所都市整備部: 植野良裕技監, 岡本康孝土木課長, 古長谷忠土木課管理係長) には多大なるご協力とご助言をいただきました。深く感謝いたします。

【参考文献】 1) 宮澤, 大村, 岩井, 森野, 加藤, 石原: 箱根西麓・三島大吊橋の計画 (2) 現地風観測および気流解析, 土木学会第 67 回年次学術講演会, 平成 24 年 9 月発表予定
2) 谷, 枝元, 伊藤, 本摩, 畠中: 九重“夢”大吊橋の実橋振動試験, 土木学会第 62 回年次学術講演会, 平成 19 年 9 月

表 2 対策断面形状

名 称	断 面
G50S00	
G63S00	
G63S20	
フェアリング	

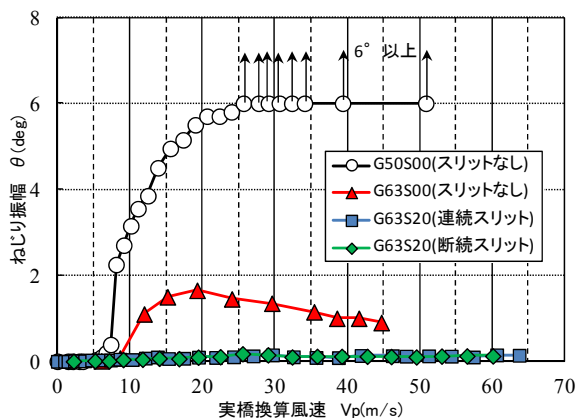


図 4 ねじり応答 ($\alpha = -6^\circ$)



図 5 断続スリットの実橋 CG

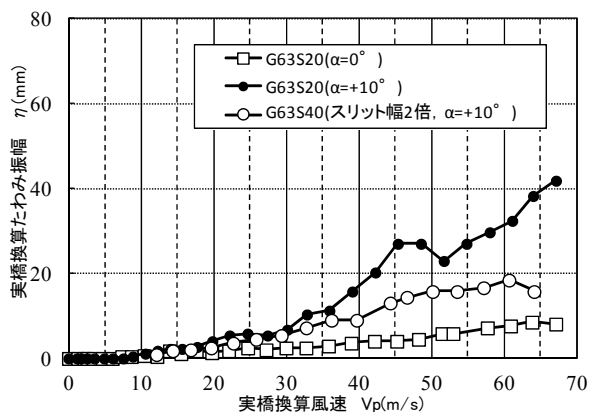


図 6 たわみ応答(実橋換算値)