

鷹島肥前大橋の架設系最大張出時の半橋模型風洞実験

長崎県 本田 好司 中村 泰博

三菱重工橋梁エンジニアリング 正会員 今金 真一

三菱重工業 正会員 斎藤 通 正会員 本田 明弘 正会員 ○杉山 貞人

1. はじめに

鷹島肥前大橋は長崎県鷹島と九州本土を結ぶ中央支間 400m の 5 径間連続斜張橋である。本橋は長支間であることに加え幅員が 11.5m と狭いため、低風速から渦励振が発生し高次モードの渦励振も設計風速内で発生する可能性があり、耐風性に十分留意する必要があった。以上の事から完成系主桁断面の部分模型風洞実験¹⁾が行われ、図2に示される高欄（横棧高欄）の下部に垂直板（物止板）を設置した空力的な制振対策により耐風性を満足する事が確認された。ただし、架設系主桁断面では、図3に示されるように高欄が架設手摺となるため、完成系桁断面と空力特性が異なる可能性がある。以上の事から、架設部材や張出桁先端の巻き込みによる流れの3次元性を考慮した半橋模型風洞実験を実施した。

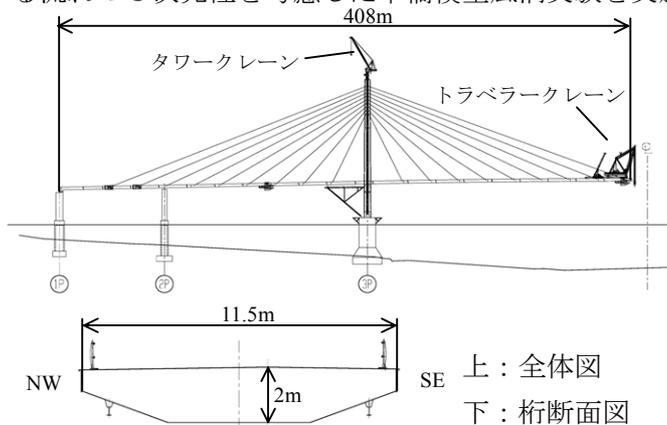


図1 鷹島肥前大橋一般図

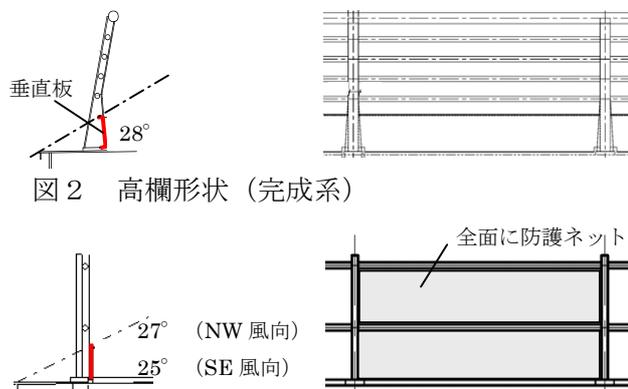


図2 高欄形状（完成系）

図3 高欄形状（架設系）

2. 実験概要

風洞実験は、縮尺 1/50 の 3 次元半橋模型を用いて実施した。模型は構造的に最も不安定になる閉合直前の状態とし、架設機材はトラベラー・クレーン、移動防護工等を再現した。なお、タワー・クレーンに関して、詳細な形状が未決定であった事、対象になったモードが桁卓越モードであり全体振動系に大きく影響を及ぼさない事などの理由から、再現していない。ただし、耐風性評価の段階で、構造的な影響（振動数、等価質量）の補正を実施している。表1に実橋と模型の振動諸元を示す。模型においても実橋のモード形状を概ね再現できている。なお、ねじれ1次モードについても模型で再現し耐風性を満足する事を別途確認している。

表1 振動特性

モード 次数	モード形状 —:解析値 ○:実測値	実橋	模型(実測値)	
		振動数 f_p (Hz)	振動数 f_m (Hz)	減衰率 (δ)
鉛直 1次		0.31	3.55	0.010
鉛直 2次		0.64	7.80	0.013
鉛直 3次		0.92	10.58	0.012
鉛直 4次		1.17	14.07	0.012
鉛直 5次		1.30	16.25	0.025



写真1 半橋模型

キーワード 風洞実験, 渦励振, 架設部材

連絡先 〒851-0392 長崎市深堀町5丁目717番1号 三菱重工業(株)長崎研究所 TEL095-834-2842

3. 実験結果

迎角 3° , 0° , -3° の実験を行ったが、ここでは最も不安定となった 3° の実験結果を記述する。

①. 基本特性（一様流、迎角 3° , 垂直板、架設機材有） ※以降架設機材とはトラベラークレーンを指す

風速-応答曲線を図4に示す。1次モードの渦励振は発生しなかったが、2次モード以降の渦励振は風速15m/s程度から発生し（無次元風速2程度で発生）、その振幅はNW風向で10~17cm、SE風向で20cm程度となる。風向により応答特性が変化したのは、桁断面や架設機材の形状の非対称性によるものであると考える。

②. 垂直板の影響について（一様流、迎角 3° , 架設機材有、SE風向）

図5に垂直板の有無による影響を示す。なお縦軸は、スクルートン数 ($Sc=2m\delta/\rho B^2$, m :質量, δ :対数減衰率, ρ :空気密度, B :幅員) と無次元振幅 (η/B , η :渦励振振幅) を乗じた値である。垂直板をつける事で、渦励振振幅が2割~5割程度低減したが、完成系ほど顕著な制振効果が認められなかった。以上の事から、垂直板の高さがほぼ同じでも、高欄の形状が異なるとその効果が変わると考えられる。

③. 架設機材の影響について（一様流、迎角 3° , 架設機材有、SE風向）

上記実験で1次モードの渦励振が発生しなかった原因として、架設機材の影響が考えられたため、架設機材を外した実験（重量は載荷）を行った。図6に架設機材の有無による影響を示す。架設機材が設置されると全てのモードで振幅が低減するが、1次モードの制振効果が最も大きい。この原因として、架設機材が1次モードで最も振動する桁先端に設置されたためだと考えられ、同様な性状が既往の実験²⁾でも確認されている。以上より、架設機材が移動すると制振効果が大きく変化する可能性があり留意が必要である。

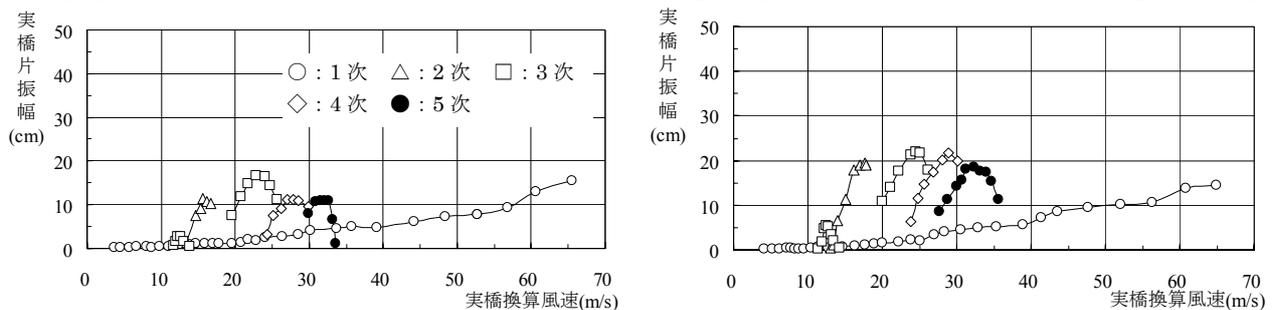


図4 風速-応答曲線（左：NW風向，右：SE風向）

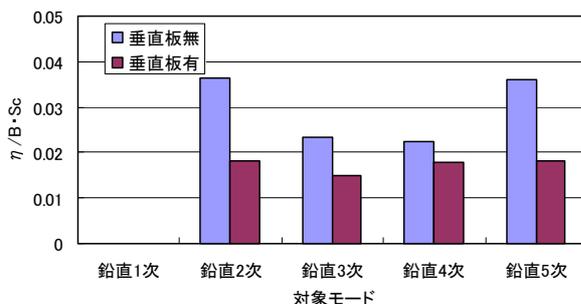


図5 垂直板の影響（架設機材有）

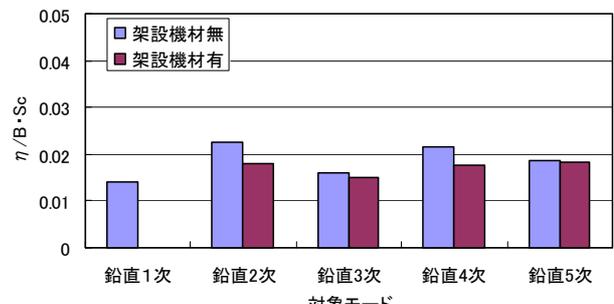


図6 架設機材の影響（垂直板有）

4. まとめ

架設部材を再現した架設系最大張出し時の半橋模型を用いた風洞実験の結果以下の事が明らかとなった。

- ・ 一様流では風速15m/s程度から2次モード以降の渦励振が発生する事が明らかになった。
最終的には、架橋位置の風環境（乱れ強さ、平均迎角）³⁾を考慮した耐風性検討を行い、現状断面（垂直板有、架設機材有）で耐風性を満足することを確認した。
- ・ 垂直板による制振対策では、高欄形状の影響により制振効果が変わると考えられる。
- ・ 本橋では架設機材は制振効果を有していたが、その設置位置により、各モードの制振効果が変わるため、架設機材を移動するときには、留意が必要である。

1) 本田, 大廻, 深谷, 今金, 本田, 杉山, “鷹島肥前大橋主桁の耐風性について”, 土木学会第59回年次学術講演会, 2004

2) 宮崎・本田・大塚・堤・所・納富・熊脇, “大島大橋の上部工施工”, 橋梁と基礎1999年12月号, 1999

3) 本田, 今金, 所, 杉山, “鷹島肥前大橋架橋位置周辺の風特性について”, 土木学会第57回年次学術講演会, 2002