

「開口一箱桁断面を有する超長大吊橋」大型全橋模型の桁形状模型化検討

JFE 技研 正会員 村上 琢哉 土木研究所 正会員 村越 潤
 土木研究所 正会員 麓 興一郎 本州四国連絡橋公団 正会員 秦 健作
 石川島播磨重工業 正会員 松田 一俊 三井造船 正会員 吉住 文太
 三菱重工業 正会員 本田 明弘 住友重機械工業 正会員 宮崎 正男

1. はじめに

日本の海峡横断プロジェクトの中には、中央支間が 2,000m を超える超長大吊橋の構想があるが、プロジェクトの実現に向けては、経済性ととも耐風安定性を満足した桁断面形状の開発が必要となる。耐風安定性については、フラッター発現風速 80m/s 以上が必要と考えられており、現在、各研究機関で種々の断面が検討されている。著者らは、開口一箱桁断面を提案し、2次元部分模型風洞試験によりその性能を確認してきた¹⁾²⁾。本断面は、1) 利用者の快適性に配慮し、走行車線部の舗装は確保していること、2) 供用上必要と思われる遮風壁、検査車レールを耐風安定化対策として活用していること、3) 断続開口部の開口ピッチが 6m 程度であれば、一箱桁断面と同じ設計が可能であること、に特徴を有している。ここでは、開口一箱桁断面を用いた 3次元全橋模型による橋梁全体系の耐風性検討の実施に先立ち、模型縮尺の変更がフラッター特性に及ぼす影響、開口部グレーチングの簡易模型化の妥当性をバネ支持試験により検討した結果について報告する。

2. 試験条件

検討対象断面を図-1に示す。両者共に桁幅 32.26m、桁高 5.52m を有する開口一箱桁断面であり、耐風安定化対策として、桁中央部には橋軸方向に断続的な開口部、桁端には遮風壁、桁下には検査車レールが設けられている。さらに、断面 A では桁中央部に充実型防護壁が、断面 B では中央防護柵上に高さ 3m の遮風壁が設置されている。試験条件を表-1に示す。実橋値は、中央径間 2,800m、全長 5,000m の想定吊橋であり、模型縮尺の変更の影響を検討するために、縮尺 1/31.55, 1/65, 1/125 のバネ支持試験を適宜実施した。また、中央開口部グレーチングの簡易模型化が耐風性に及ぼす影響を検討した。すなわち、全橋模型では、中央開口部の桁上にグレーチング模型（0.3mm 厚のエッチング加工板）を載せる簡易構造（図-2（b））を検討しているが、非開口部と充実型防護壁の間に隙間が生じることとなる。ここでは、縮尺 1/65 模型を用いて、通常構造である非開口部において充実型防護壁との隙間が生じない模型（図-2（a））とのフラッター発現風速の比較検討を行った。

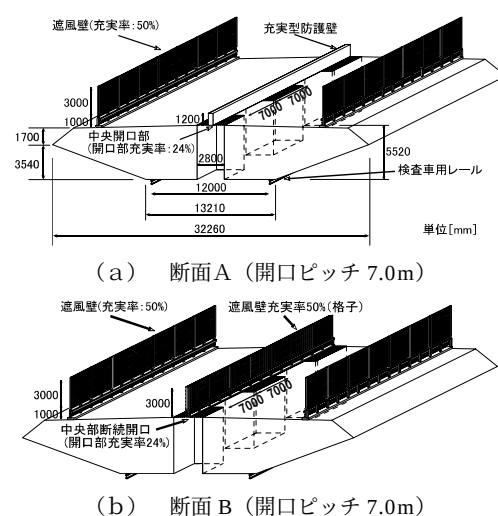


図-1 検討対象断面

表-1 バネ支持試験条件

縮尺	実橋	1/31.55		1/65		1/125	
使用風洞	—	3m (W) × 1.0m (H)		2m (W) × 3m (H)		1.05m (W) × 1.3m (H)	
模型寸法	桁幅 B=32.26m	1.02m (B) × 2.7m (L)		0.496m (B) × 1.59m (L)		0.258m (B) × 1m (L)	
アスペクト比 (L/B)	—	2.64		3.19		3.71	
項目	所要値	所要値	実験値	所要値	実験値	所要値	実験値
質量 (kg/m)	25244	25.3610	25.3610	5.9750	6.0226	1.6156	1.6378
慣性モーメント (kg・m ² /m)	333066	0.3361	0.3360	0.0187	0.0187	0.0014	0.0014
たわみ振動数 (Hz)	0.062Hz	0.489	0.528	1.008	1.010	1.550	1.575
ねじれ振動数 (Hz)	0.157Hz	1.238	1.295	2.551	2.501	3.925	3.921
振動数比	2.532	2.532	2.45	2.532	2.48	2.532	2.490
減衰 (δ: たわみ)	—	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
減衰 (δ: ねじれ)	—	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

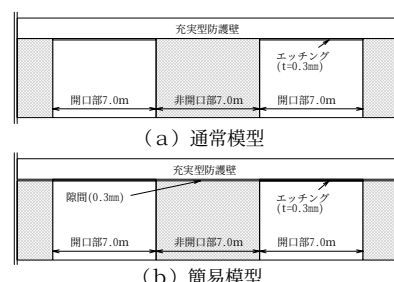


図-2 中央開口部の模型化

キーワード 超長大吊橋、開口一箱桁、遮風壁、フラッター

連絡先 〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町 1-1 JFE 技研（株） TEL044-322-6337

3. 試験結果

計測されたフラッター発現風速は、形状補正係数 κ （＝フラッター発現風速（実験値）／ゼルベルグ式³⁾による計算値）を用いて示した。本検討の場合、ゼルベルグ式による計算値は45.6m/sである。また、本断面は別途実施された静的風荷重解析で正のねじれ変形角を示している²⁾ことから、主に正迎角の耐風性が重要となる。

3. 1 縮尺の影響検討

試験結果を図-3に示す。これより、断面Aにおいては、縮尺1/125模型の方が、縮尺1/65模型よりも κ が小さく、両者の差は開口ピッチ7.0m断面では、5～8%、開口ピッチ3.5mでは10%程度であることがわかる（同図(a)(b)）。一方、断面Bでは、縮尺1/125と縮尺1/65における κ の違いは概ね5%以内であるが、開口ピッチ3.5mの迎角+3°では7%と断面Aと同様な違いが見られる（同図(c)(d)）。また、縮尺1/31.55模型においては、他の縮尺よりも10%以上高いフラッター発現風速を示しており、特に迎角+3°においてその傾向が強い。一方、断面同士を比較すると、断面Aのフラッター発現風速の方が高く、迎角+3°においては約20%以上高くなっていることがわかる。

3. 2 開口部模型化検討

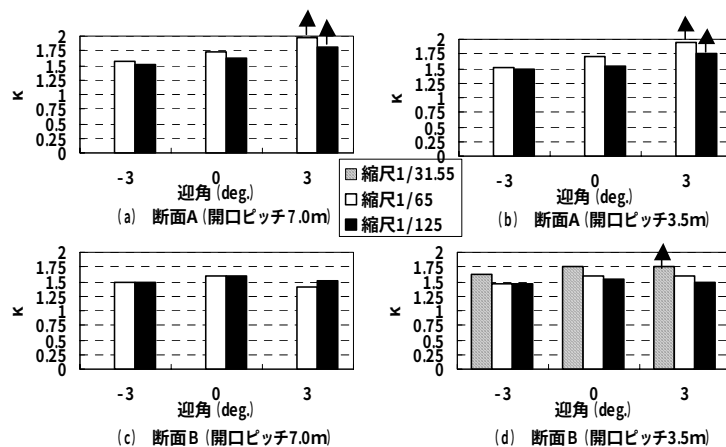
断面A（開口ピッチ7.0m）の試験結果を図-4に示す。これより、迎角 $\alpha = 0^\circ$ では、 κ が0.06程度の差異があるものの、ほぼ同じ傾向を示していることがわかる。さらに、別途実施された三分力試験結果において同一の静的空気力特性を示したことから、簡易模型による影響はないと言える。また、正迎角については、フラッター発現風速80m/sである $\kappa = 1.75$ を上回っていることがわかる。

4. まとめ

開口一箱桁断面の全橋模型風洞試験に先立ち、部分模型による検討を実施した。その結果、今回試験した範囲では、大型模型（縮尺率が小さい模型）の方が高いフラッター発現風速を示し、小型模型による試験は設計上安全側であること、充実型防護壁を有する断面Aがより高いフラッター発現風速を有することが明らかとなった。また、グレーチングの設置方法の簡易模型化も特に問題のないことが示された。以上の結果と経済性を考慮して、断面A（開口ピッチ7.0m）を選定して、全橋模型試験（模型縮尺1/125）を実施することとした。なお、本検討は、（独）土木研究所、本州四国連絡橋公団、（財）土木研究センター、及び民間9社（著者5社、川重、川田、清水、日立）による「経済性を考慮した超長大橋の耐風設計法に関する共同研究」の一環として実施されたものである。

参考文献

- 1) 所他：“超長大橋を想定した開口1箱桁断面のフラッター特性”，土木学会第55回年講，I-B58，pp.118-119，2000
- 2) 村上他：“中央開口一箱桁断面を有する超長大吊橋の耐風安定性検討”，第17回風工学シンポジウム論文集，pp.393-398，2002.12
- 3) Selberg, A. : Oscillation and Aerodynamic Stability of Suspension Bridges, ACTA Polytechnica Scandinavia, Ci13, 1961



（備考） 図中の矢印はその数値以上であることを示す。

κ = フラッター発現風速（実験値）／（ゼルベルグ式による計算値）

図-3 縮尺の影響検討結果

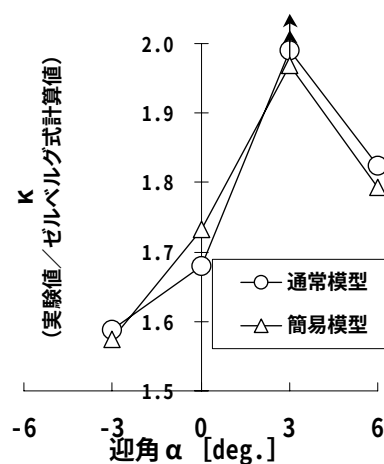


図-4 開口部模型化検討結果