

## 部分模型を用いた連続斜張橋主桁（上下線分離）の耐風性検討

阪神高速道路 正会員 ○川田 歩美, 正会員 杉山 裕樹, 正会員 平山 靖之, 正会員 安積 恭子  
大日本コンサルタント 正会員 中村 正人, 正会員 西岡 裕次郎

### 1. はじめに

大阪湾岸道路西伸部に計画している世界最大規模の多径間連続斜張橋（図-1）は、主桁形式として鋼1箱桁の上下線分離構造を想定している。本橋は長スパン、広幅員であるが故にたわみやすく、耐風設計により適切な制振対策を行うことが重要な課題である。主桁の耐風設計において実施してきた風洞試験（部分剛体模型によるバネ支持模型試験）のうち、本稿では渦励振の低減に着目した対策として、主桁の両側に取り付けるフェアリング形状の検討を報告する。

### 2. 風洞試験

風洞試験の実施にあたり、主に維持管理性に配慮して桁高、断面幅を設定し、図-2に示すように主桁基本断面を設定した。主桁断面の空力対策として採用する主桁側面の張出し部材（外側フェアリング）は、ケーブル定着位置の維持管理性、また事前の検討で最も耐風安定性の高かった台形形状を基本とする。主桁内側の下フランジ（内側フェアリング）はフラッター性の向上のため面取りを基本とする。図-3、表-1に示すように実橋の構造諸元を基に縮尺率 1/60 の断面模型を作成し、バネ支持模型試験によりたわみの渦励振に着目してフェアリング形状の比較検討を行う。

検討ステップとしては表-2に示す3段階を想定し、①主桁基本断面の耐風安定性を確認したのち、②①で最も結果の悪かった

迎角を対象に外側、内側フェアリング形状を変化させた断面で検討し、③それらを組み合わせて最も耐風安定性が良かった最良断面について確認試験を実施する。

主桁の渦励振発生により懸念される事象を表-3に示す。渦励振は一般にI使用性照査を満足することで、その他の性能が損なわれることはない。また本路線は10分間平均風速が20m/s以上となる場合に通行止めの措置を取ることから、使用性照査は風速20m/s以下を対象とする。道路橋耐風設計便覧<sup>1)</sup>による使用性照査に対する許容振幅を参考に、加速度換算で100gal程度以下となる許容振幅を設定して使用性照査を行った。

キーワード 耐風設計, 上下線分離桁, 主桁風洞試験, 渦励振, フェアリング

連絡先 〒650-0023 神戸市中央区栄町通一丁目2-10 阪神高速道路(株) 神戸建設部 TEL078-331-9831

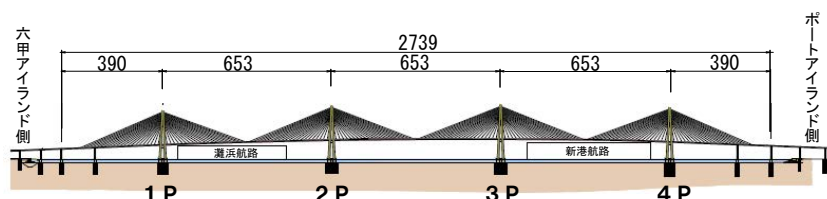


図-1 対象橋梁一般図（単位：m）

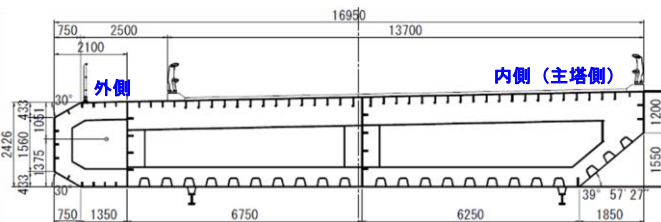


図-2 主桁基本断面（分離桁の片側）

表-1 構造諸元（最低次モード）

単位長さ当たり等価質量	29.8 t/m
単位長さ当たり等価極慣性モーメント	6,978 tm
鉛直たわみ固有振動数	0.132 Hz
ねじれ固有振動数	0.597 Hz



図-3 主桁風洞模型

表-2 ばね支持模型試験ケース

検討ステップ	減衰	気流	風向	迎角
①主桁基本断面の確認	0.02	一様流	1種	-3°, 0°, +6°
②フェアリング形状検討				最悪迎角を基本
③最良断面の確認				-3°, 0°, +3°, +6°

表-3 桁の渦励振発生により懸念される事象と照査項目

I 使用性照査	振動に伴う利用者の不快感, 不安感
II 疲労耐久性照査	発現風速での繰り返し振動による疲労破壊
III 構造安全性照査	大振幅の発生による構造の初期過破壊

### 3. フェアリング形状の検討結果

#### ①主桁基本断面の確認

主桁基本断面に対するたわみ試験結果を表-4 に示す。いずれの迎角に対しても許容振幅を超える渦励振が発生した。特に迎角+6°では実橋値で 20cm を超えており、以後の検討は迎角+6°を対象として進めることとした。

表-4 主桁基本断面に対する試験結果

迎角	実橋風速 (m/s)	実橋振幅 (cm)	使用性照査 (最大加速度)
-3°	3.2	13.8	× (477gal)
0°	3.2	17.4	× (602gal)
+6°	4.1	26.4	× (521gal)

#### ②-1 外側フェアリングの形状検討

外側フェアリングについて形状を変化させた代表的な結果を表-5 に示す。なお内側フェアリングは基本断面と同一形状としている。主桁基本断面と比較して振幅が小さくなる断面はあるが、大きな改善は見られず、いずれにおいても使用性照査を満足しない結果となった。

表-5 外側フェアリング検討形状に対する発現振幅 (実橋値)

A1	A2	A3	A4
19.8(cm)	27.6(cm)	21.6(cm)	21.6(cm)

#### ②-2 内側フェアリング形状検討

外側フェアリングを A1 で固定し、内側フェアリングについて形状を変化させた代表的な結果を表-6 に示す。B1 の形状は迎角+6°では振動が発生しない結果となったため、A1 B1 の組合せ断面で他の迎角の確認試験を実施したところ、照査を満足しない渦励振が発生した。このため、内側フェアリングを B1 に固定し外側フェアリングの形状検討を再度実施することとした。

表-6 内側フェアリング検討形状に対する発現振幅 (実橋値)

B1	B2	B3	B4
0.0(cm)	21.0(cm)	19.2(cm)	15.6(cm)

表-7 フェアリングの組合せ検討に対する発現振幅 (実橋値)

A1 B1	A5 B1	A6 B1	A7 B1
23.4(cm)	13.8(cm)	10.8(cm)	11.4(cm)

#### ③フェアリングの組合せ検討と確認試験

A1B1 の組合せ断面で最も大きい振幅が発現した迎角-3°について、外側フェアリングの形状を変化させた代表的な結果を表-5 に示す。外側フェアリング A6 (下側の角度 40°) で最大振幅 10.8cm まで振幅が低減するが、使用性照査は満足しない結果となった。表-7 に、本検討で選定したフェアリング最良断面 (A6 B1) (図-4) の全迎角に対する確認試験結果を示す。各迎角の渦励振振幅は比較的小さくなり、迎角+6°では使用性照査を満足することを確認した。一方、迎角 0°の発現振幅が最も大きいため、これを低減するための追加の制振対策を検討することが今後の課題となる。

表-8 フェアリング最良断面の確認試験

迎角	実橋風速 (m/s)	実橋振幅 (cm)	使用性照査 (最大加速度)
-3°	2.8	10.8	× (470gal)
0°	3.2	13.2	× (457gal)
+3°	3.8	9.6	× (224gal)
+6°	4.7	5.4	○ (92.5gal)

### 4. まとめ

本検討では上下線分離桁の耐風性向上のため、風洞試験によりたわみ渦励振発現振幅を低減するフェアリングの最適形状を検討した。フェアリングの構造細目により渦励振発現振幅は敏感に変化し、外側あるいは内側フェアリングをある断面で最適形状としても、それぞれの組合せによっては発現振幅が大きく異なることを確認した。

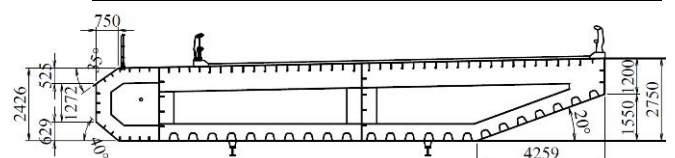


図-4 フェアリング最良断面

#### 参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会：道路橋耐風設計便覧 (平成 19 年改訂版), 2007. 12.