

首都高速道路公団 正員 戸田 透
 首都高速道路公団 正員 ○山崎和夫
 川崎重工業(株) 正員 佐野信一郎
 川崎重工業(株) 正員 酒井洋典

1. まえがき

首都高速葛飾江戸川線KE21工区の構造の概用は、図1,2に示すように、中央径間220mの一面吊りマルチケーブル型の4径間連続鋼床版箱桁形式の斜張橋である。その平面線形はS字曲線を成しており、かつ左右の塔の規模を異にした非対称構造である。したがって、本橋の耐風性状は、斜張橋本来の問題以外に、構造的特徴に起因する3次元的問題および一本柱一面吊り形式の主塔の橋軸面外の安定性の問題が考えられる。このうち、主塔の安定性とその防振対策については、59年度年次講演会で発表した所である。^{1) 2)}

本報告は、S字形曲線斜張橋の主桁の原設計断面の空力性状、防振対策としてのフェアリングの撰定および有効設置範囲、壁高欄等の影響ならびに東西の風向の影響等について、風洞実験の結果を述べる。

2. 実験概要

(1)部分模型風洞実験 本橋は平面線形がS字形曲線を成しているの、線形に応じて主桁の路面が図3のようにカントを有している。最も、きついカントを有する断面に対して部分模型による風洞実験を行い、その結果に基づいて数種類のフェアリングを付した場合の各制振効果を比較検討して形状を選定した。

(2)全径間模型風洞実験 本橋は部分模型実験に基づいて縮尺 $\frac{1}{64}$ の全橋模型を製作し、原設計断面の耐風性状、フェアリングの付設範囲とその効果、壁高欄・防音板の影響、東西の風向による影響について検証した。実験の対象にしたフェアリング、壁高欄・防音板の付設範囲を図4に示す。壁高欄・防音板は現実的な必要から親塔側側径間東側に予定されている。実験模型は幾何学のおよび力学的相似を出来る限り満足させ、かつ支承の挙動も実際と一致させるよう工夫した結果、動的特性は計算値と極めて良い一致を見ている。

3. 実験結果

(1)部分模型風洞実験結果 基準にした原設計断面では、西風に対して $\alpha \geq +3^\circ$ 東風に対して $\alpha \geq +5^\circ$ の迎角に対して実橋換算風速20m/s、45m/s付近で各渦励振により、たわみおよび振れ振動が発現したが、適当なフェアリングを断面両側の張出部先端に付設すれば制振され、そのうち、FB-2というタイプが、最も効果的であることが確認された。

(2)全径間模型風洞実験 原設計断面とフェアリング(FB2)、壁高欄・防音板との組合せに対する実験結果を概括すると表1のとおりである。図5は原設計断面の $\alpha = +6^\circ$ の場合のV-A曲線の一例、図6はフェアリングの効果を、また図7は東西の風向による影響を示すものである。

(3)まとめ 以上の実験結果を要約すれば i) 原設計断面の空力性状としては、キャロッピングやフラッターは発生せず、迎角 $+5^\circ$ 以上で20~25m/sの風速で渦励振による振動が発生する。ii) 渦励振は適当なフェアリングを桁張出部両端に付設することにより抑制され、特に本実験結果ではFB-2タイプが効果的だった。iii) フェアリングの付設範囲は長い程、有効であるが、P₃₆~P₃₈に付設すれば十分効果がある。iv) ただし、壁高欄・防音板の設置により、フェアリングの効果は低減される。特にP₃₆~P₃₇側径間へ防音板を設置した場合、その影響は著しい。v) 東西の風向による応答は東風に対する方が顕著で、壁高欄・防音板の存在は、その影響はさらに著しい。

4. あとがき

実験結果により検証、確認されたフェアリングの形状、付設範囲ならびに壁高欄・防音板の設置範囲は、本橋の設計に採用されている。なお、本検討に当り、ご指導戴いた「S字形曲線斜張橋の設計施工に関する調査委員会」委員長である埼玉大学田島教授他委員各位さらには実験に際しご助言戴いた東京大学伊藤教授に深く感謝致します。

(参考文献) 1) 戸田他: 曲線斜張箱主塔の耐風安定性とその防振対策 (部分模型実験), 土木学会年次学術講演会 I - 293, 1984 2) 大野他: 同 (全体模型実験), 同 I 294, 1984

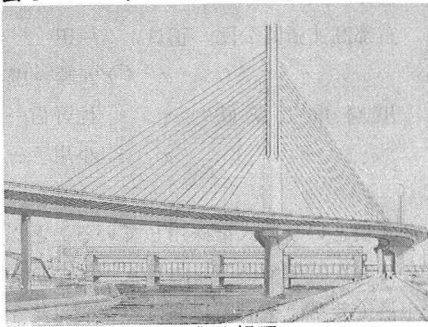


図1 完成予想図

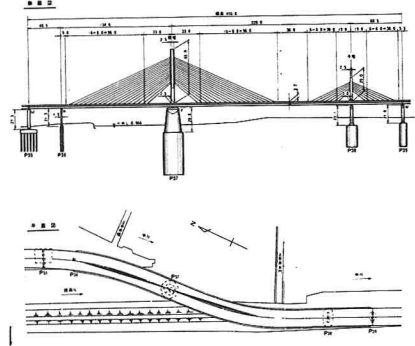


図2 同一般図

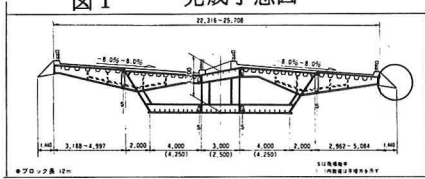


図3 主桁断面図

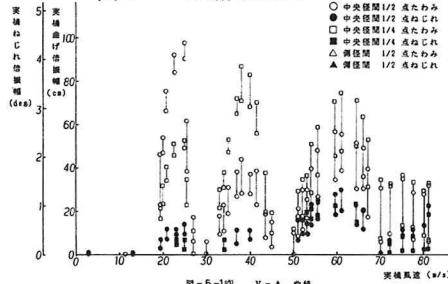
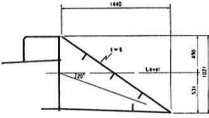


図5 V-A 曲線 (P-F-0 $\alpha=+6^\circ$)

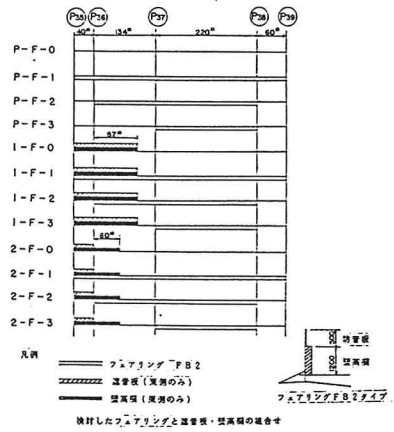


図4 実験ケース

表1 実験結果の総括

● 風速あり
○ ファタリングあり
○ 安定

1) 1次モード: 船首面びく、縦断面内面びく
2) 3次モード: 船首面びく、船尾面びく、ねじれ振動
3) 5次モード: 船首面びく、ねじれ振動

最大風速中 (実橋) 共振風速 (実橋)

	+6°	+5°	+4°	+3°	0°	-3°	-6°	
P-F-0	E 119° (82%) 306° (87%) 518° (67%)	114° (81%) 329° (83%) 515° (61%)	12° (80%) 14° (73%)	18° (82%)			27° (76%) 17° (77%)	
	W 1103° (23%) 312° (80%) 5150° (60%)	1155° (24%) 315° (81%) 5124° (74%)					30° (68%) 20° (74%)	
P-F-1	E 31° (81%)						30° (80%)	
	W 20° (75%)						19° (87%)	
P-F-2	E 25° (75%)						19° (87%)	
	W 19° (87%)							
P-F-3	E 5150° (59%)	5143° (59%)					5150° (60%)	
	W 22° (81%) 1190° (23%) 3175° (87%) 5188° (67%)	22° (81%) 1190° (23%) 3175° (87%) 5188° (67%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	5135° (60%)	24° (80%) 20° (80%)
1-F-0	E 118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)
	W 31° (82%)	28° (85%)						
1-F-1	E 118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)
	W 31° (82%)	28° (85%)						
1-F-2	E 118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)	118° (82%) 3179° (89%) 5154° (60%)
	W 31° (82%)	28° (85%)						
1-F-3	E 315° (87%) 5150° (63%)	1120° (207%) 3150° (807%) 5158° (607%)	1120° (207%) 3150° (807%) 5158° (607%)	1120° (207%) 3150° (807%) 5158° (607%)	1120° (207%) 3150° (807%) 5158° (607%)	1120° (207%) 3150° (807%) 5158° (607%)	1120° (207%) 3150° (807%) 5158° (607%)	1120° (207%) 3150° (807%) 5158° (607%)
	W 22° (81%)							
2-F-0	E 1193° (24%) 3175° (87%) 5188° (67%) 1125° (25%) 3175° (87%) 5188° (67%)	1145° (23%) 3175° (87%) 5188° (67%) 1125° (25%) 3175° (87%) 5188° (67%)	1145° (23%) 3175° (87%) 5188° (67%) 1125° (25%) 3175° (87%) 5188° (67%)	1145° (23%) 3175° (87%) 5188° (67%) 1125° (25%) 3175° (87%) 5188° (67%)	1145° (23%) 3175° (87%) 5188° (67%) 1125° (25%) 3175° (87%) 5188° (67%)	1145° (23%) 3175° (87%) 5188° (67%) 1125° (25%) 3175° (87%) 5188° (67%)	1145° (23%) 3175° (87%) 5188° (67%) 1125° (25%) 3175° (87%) 5188° (67%)	1145° (23%) 3175° (87%) 5188° (67%) 1125° (25%) 3175° (87%) 5188° (67%)
	W 40° (83%)	25° (82%)						
2-F-1	E 30° (82%)						30° (80%)	
	W 30° (82%)						25° (82%)	
2-F-2	E 30° (82%)						30° (80%)	
	W 30° (82%)						25° (82%)	
2-F-3	E 30° (82%)						30° (80%)	
	W 33° (87%)						19° (79%) 17° (80%) 16° (81%)	

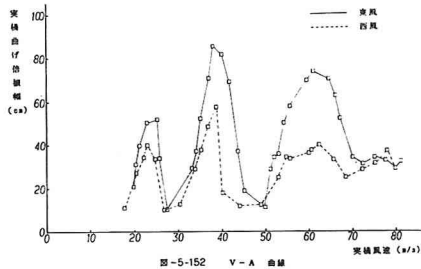


図6 V-A 曲線 フェアリングの効果 東風 $\alpha=+6^\circ$



図7 V-A 曲線 風向の影響