

I-A 235 並列斜張橋・名港西大橋の全橋模型風洞試験

JH名古屋建設局 正会員 長井 正 正会員 佐久間 智
 川重・日立共同企業体 正会員 田中 洋 正会員 下土居秀樹
 川重・日立共同企業体 正会員 畑中章秀

1. はじめに 名港西大橋は、中央径間405mを有する3径間連続鋼斜張橋であり（図1）、供用中のⅠ期線に加えて、建設中のⅡ期線が完成すれば、偏平箱桁を有する斜張橋同士の並列橋（図2）となる。Ⅱ期線の計画段階で並列模型による2次元パネ支持試験が実施され、2橋の道路中心間隔が50mであれば、乱流中の試験結果では空力干渉が問題とならないことが予測された。また、実施設計段階では、さらに、Ⅰ期線の耐風制振フラップを取り除いた断面でも安全性に問題ないと判断されたが、その後検査車レールの位置の変更もあり、今回完成系および架設系について全橋模型風洞試験により最終的な耐風性の検討を行なわれた。このうち、完成系の試験において、Ⅰ・Ⅱ期線の振動数比（Ⅰ/Ⅱ）に応じて、両橋の対風応答が敏感に変化するという興味ある結果が得られたので、ここにその試験結果を示す。

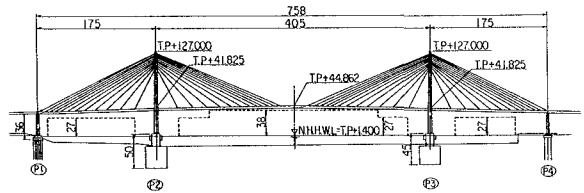


図1 名港西大橋一般図

2. 風洞試験の概要 風洞試験は、日立造船(株)所有の大型風洞を使用し、3次元弾性模型の縮尺は1/100とした（図3）。ケーブルについては、ピアノ線（ケーブル2本を1本に置換している）を用い、その周囲にシリコンチューブを付加することにより、抗力についても相似させた。

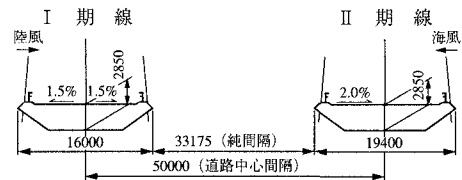


図2 並列桁の状況

表1に一樣流中の試験ケースを示す。風洞試験の試験パラメータとして、風向は海風（Ⅱ期線が上流側）と陸風（Ⅱ期線が下流側）とし、迎角は $0^\circ + 3^\circ$ とした。Ⅰ期線とⅡ期線の鉛直たわみ対称1次モードの固有振動数の解析値は表2に示すとおり、それぞれ、0.295 Hzと0.297 Hzで、両橋の振動数比（Ⅰ/Ⅱ）はほぼ1に近いが、他の振動モードでは0.93～1.01である。一方、Ⅰ期線の実橋振動実験の計測値は解析値より大きく、振動モードにより8～16%増である。Ⅱ期線完成後の実橋の振動数も同様の傾向が予測されるが、振動数比（Ⅰ/Ⅱ）のばらつきを考慮して、表1に示すように 1 ± 0.05 と変化させた。なお、振動数の調整は、Ⅰ期線弾性模型の重量調整用の鉛を付加したり、取り除いたりすることにより行った。

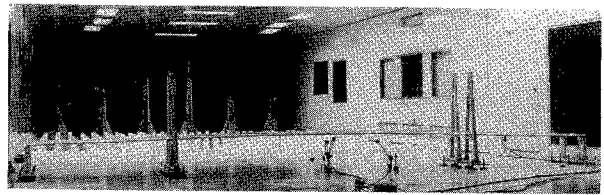


図3 境界層乱流試験の状況

表1 試験ケース（一樣流試験）

試験No.	風向	迎角(deg)	振動数比(Ⅰ/Ⅱ)
1	海風	0	1.05
2			1.05
3			1.00
4			0.95
5	陸風	0	1.05
6			1.05
7			1.00
8			0.95

表2 固有振動数の解析値と実橋計測値

振動モード	Ⅰ期線		Ⅱ期線		B/A	A/C
	解析値(A)	計測値(B)	解析値(C)			
水平たわみ対称1次	0.229Hz	0.258Hz	0.245Hz	1.13	0.93	
鉛直たわみ対称1次	0.295	0.325	0.297	1.10	1.01	
鉛直たわみ反対称1次	0.381	0.413	0.373	1.08	0.98	
側径間連続対称モード	0.626	0.725	0.631	1.16	1.01	
鉛直たわみ対称2次	0.836	0.950	0.813	1.14	0.97	

3. 試験結果および考察 海風・陸風ともに顕著な振動が発生した迎角+3° について述べる.

図4に迎角+3°での異なる振動数比(I/II)に関する風速-応答図を海風および陸風別に示す. 迎角+3°では, 振動数比1.05と1の場合に顕著な渦励振の発生が認められる. いずれも上流側のII期線よりも下流側のI期線の方が大きな振幅となっており, 振動数比1では鉛直たわみ対称1次モード, 振動数比1.05では側径間卓越対称モード(側径間卓越対称モードは, 振動数比が1.01)の渦励振が現れている. 振動数が近接することにより空力干渉が生じ, 下流側のI期線に顕著な振動が生じたものと考えられる.

陸風では, いずれの振動数比においても顕著な渦励振が認められ, 振動数比(I/II)に応じて鉛直たわみ対称1次モードの渦励振の応答振幅が大きく変化する. 振動数比(I/II)が1以外で上流側のI期線は大きな振幅を呈しているが, その振幅はI期線単独のパネ支持試験の結果(ただし, 本試験とは高欄の位置や形状が若干異なる)¹⁾とほぼ対応しており, I・II期線の固有振動数が異なる場合には, 並列橋として干渉影響が少ないと考えられる. 一方, 振動数比1の場合には, 下流側のII期線で大きな振幅の渦励振が発生している. これは, 上述の海風の場合と同様である.

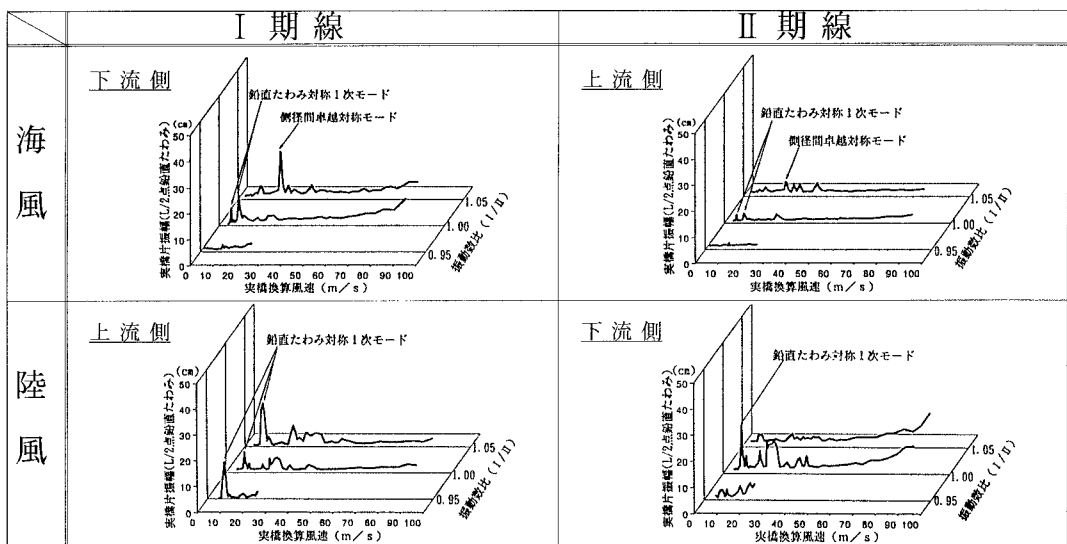


図4 迎角+3°の風速-応答(最大値)図

なお, 一様流中での風洞試験結果について述べたが, 現地の風特性を考慮した乱れ強さが $Iu=10\%$ の境界層乱流中では, 渦励振は消滅し, パフェッティングのみとなる(図5).

4. あとがき 並列橋の対風応答については, 従来, 2橋の純間隔や高低差などの影響が指摘されてきたが, 本論文で示したように2橋の振動数比も重要なファクターとなることがわかった.

なお, 本風洞試験は, 名港大橋の設計施工等に関する調査研究委員会(委員長: 埼玉大, 伊藤学教授)の御指導の下に実施した. 関係各位の方々に感謝致します.

参考文献 1) 日本道路公団, 名港西大橋工事誌, 昭和61年3月

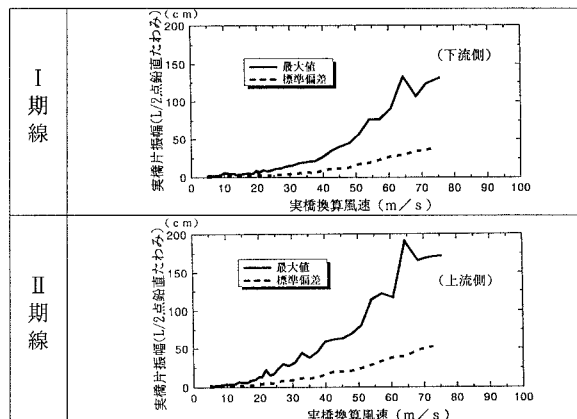


図5 境界層乱流中の風速-応答図〔海風・迎角+3°, 振動数比(I/II)=1.05〕