

○首都高速道路公団 木 暮 深
東京大学 伊 藤 学
建設省土木研究所 成 田 信 之

1. 概 要

横浜港横断橋は将来東京湾岸道路の一部になるとともに、横浜市の主要な幹線道路となる横浜高速湾岸線の一部をも構成し、横浜港口部の航路を本牧ふ頭から大黒ふ頭へと横断する3径間連続トラス斜張橋(200m+460m+200m)である。当初上層の横浜高速湾岸線のみが開通し(Ⅰ期完成)、将来下層の国道357号線が供用される(Ⅱ期完成)予定である。

本報告では、横浜港横断橋の風洞実験について述べる。実験は大きく3つにわかれている。実験Ⅰでは、2種類の基本主構断面を想定しその1/67.2の二次元模型を作成し、自励振動・渦励振に対する安定性を調べた。その際下路鋼床版の一部をグレーチングにしたものとの比較も行ない最適断面を決定している。その結果得られた最適断面のⅠ期完成時・Ⅱ期完成時のそれぞれについて、主に渦励振の抑制に重点をおいて、フラップ・フェアリング・端部高欄・減衰率の影響を調べているのが実験Ⅱである。更に実験Ⅲでは、振動モード・橋軸方向形態の変化等を直接実験に取り込む為に1/80の全体模型を作成して試験を行なっている。なお架設系に対する実験についても順次報告していく予定である。実験は建設省土木研究所工学実験施設フッター風洞及び東京大学工学土木工学科橋梁研究室所属全径間風洞で行なった。

2. 実験ケース

表-1に各実験ケース条件の一覧表を示す。図-1には実験Ⅱのモデル概念図を、図-2には1/80全橋モデル写真を示す。

実験	模型系	完成系	特 徴				迎 角				
			フェア リング	高欄	フラップ	グレー チング		流 れ			
Ⅰ (2次元)	A-1	Ⅱ 期	74°	—	—	—	一様流	0, 1, ±3, ±5, ±7			
	A-2					有					
	B-1		—			—		0, 3, 5, 7			
	B-2					有					
Ⅱ (2次元)	A-3	Ⅱ 期	74°	有	—	一様流	5				
	A-4							5, 7			
	A-5		—				1.0 m	7			
	A-6		50°				—	0, 5, 7, -1			
	A-7						1.0 m	5, 7			
	A-8		34°				下		5		
	A-9							上		6, 7	
	A-10		60°				0.5 m		0, ±1, ±3, ±5, 6, ±7		
	A-11						—	5, 7			
	A-12						0.5 m	0, ±1, ±3, ±5, ±7			
	A-13	—									
	Ⅲ (立体)	A-14	Ⅰ 期				60°	有	—	一様流	0, ±5
		A-15	Ⅱ 期							乱 流	0
A-16		一様流		0, ±5							
A-17		乱 流		0							

表-1 風洞実験ケース

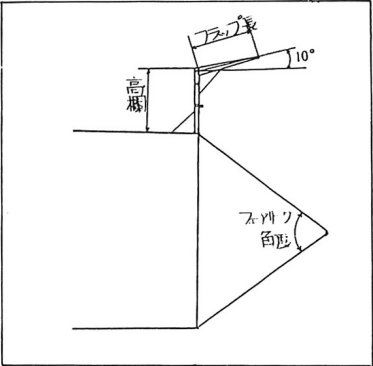


図-1 実験Ⅱモデル概念図

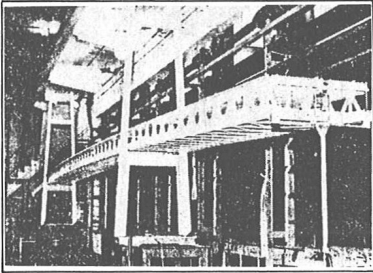


図-2 実験Ⅲ全橋模型写真

3. 実験結果

実験Ⅰ (1) 基本主構断面の耐風安定性の比較 自励振動の限界風速は両案ともに充分高く安全である。渦励振については、鉛直たわみモード・ねじれモードの振動の発現が両案ともに予想されるが、モデルBで観察された迎角 0° 付近の渦励振はモデルAではみられない(図-3参照)。(2) 下路鋼床版グレーチング化の影響 下路鋼床版の一部グレーチング化の耐風安定性に対する影響は、両案ともほとんど観察されなかった。

実験Ⅱ (1) フラップの効果 フラップを取付けると渦励振に対する耐風安定性が向上する。特にモデルA-4・10では迎角 5° , 7° で渦励振が発現しなくなる。

(2) フェアリング形状の影響 フェアリング形状が渦励振に及ぼす効果は単純に結論できない。注目すべき特徴としてはモデルA-11において迎角 5° に対して、モデルA-8においては迎角 5° , 7° に対して渦励振が完全に抑制されたことである(図-4)。(3) 高欄の影響 端部高欄を除去すると、迎角 5° の鉛直たわみモードの渦励振は完全に抑制され、ねじれモードの渦励振の振幅も小さくなった。(4) 構造減衰の影響 減衰率の増加に従い渦励振の振幅は小さくなる。減衰率0.03では迎角 6° , 7° に対して微小な振幅が残るだけとなり、減衰率が0.04以上になると渦励振は完全に抑制される。(5) 一期完成断面の耐風性 一期完成断面では、減衰率が0.02の場合迎角 5° , 7° で渦励振の発生のおそれがあるが、減衰率の低下にともないその振幅は減少する。また、その渦励振も実橋寸法0.5mのフラップで完全に抑制される。

実験Ⅲ 全体模型による風洞実験の結果は、正の迎角のもとで渦励振がより促進されるという事実が認められなかった点を除き、二次元風洞実験の結果と定性的にはよく一致している。

(1) 一期完成時、二期完成時ともに風洞風速8m/s(実橋換算約70m/s)まで、限定振幅渦励振、発散振、自励振共に発生しなかった。(2) 一様中では、構造減衰に打ちかつ程ではないが、たわみ振動の空力減衰が低下する風速域が認められる。たとえば、一期完成時の1次モードでは2~2.3m/secあたりであって、構造減衰がなければ渦励振発生の可能性なしとしない。また、ねじれ1次振動についても同様に空力減衰が低下する風速域が観測された(図-5参照)。(3) 乱れた気流のもとでは、上記の渦励振の徴候はまったくみられない。乱流中のパフェッティング振動は各振動モードを含んでいるが、支配的なのはたわみ1次振動である。(4) I期完成系とII期完成系を比較すると、下路鋼床版のない一期完成の方がより安定であり、パフェッティング振幅も小さい。

4. まとめ

横浜港横断橋の風洞実験を行ない耐風安定性を確認した。その結果、渦励振に対してより安定性がある基本主構断面Aを採用しフェアリング先端角度を 60° とした。この場合渦励振発生の可能性がまったくないとは言えないが、経済性等を考慮し、実橋完成後渦励振が問題となった場合だけ、実橋寸法0.5mのフラップを取付け対処することとした。

参考文献：土研資料1639号 横浜港横断橋耐風性調査報告書(1980)

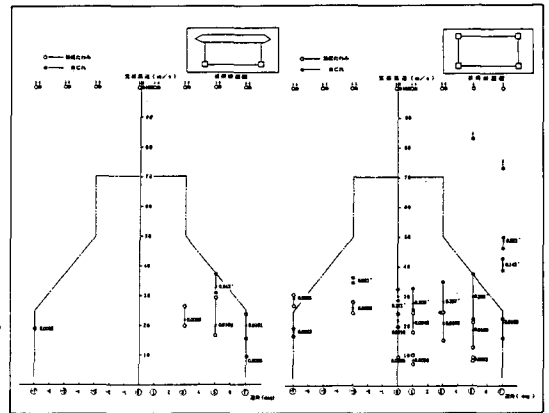


図-3 発振風速-迎角曲線(実験Ⅰ)

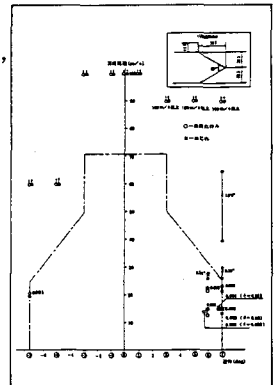


図-4 発振風速-迎角曲線(実験Ⅱ)

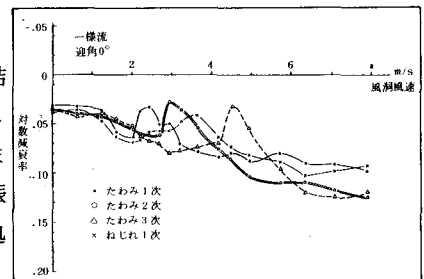


図-5 減衰率-風速曲線(実験Ⅲ)