

I-245

「鋼10径間連続箱桁橋の風洞実験」

東京湾横断道路（株） 香川 祐次，加藤 久人
三菱重工業（株） 斎藤 通，本田 明弘

1. 概要……川崎市浮島と対岸の木更津市を直結する東京湾横断道路（総延長約15Km）のうち，木更津側約4.4Kmは橋梁構造（図1）として建設される。このうち，木更津人工島側のP3～P13は中央部に航路確保のため長さ240m，高さ約40mのスパンを有する全長1630mに及ぶ10径間連続箱桁橋である。図2に断面の形状を示す。断面形状のうち点線で示す張り出し部は，将来の交通量の増加に対応して追加される予定である。本橋の耐風性に係る特徴としては，次の2点が挙げられる。

- ① 長大スパンを有するため 振動周期が極めて長く，1次モード鉛直振動の周期は3.3秒に及ぶ。
- ② 桁高が橋軸方向に暫変し，張り出し部取付前（4車線時）において支点付近で縦横比が2.3となるようなブラフな断面である。

東京湾横断道路（株）では，これらの特性を踏まえ，流動解析による机上検討，また2次元及び3次元の風洞実験を順次実施し，本橋の耐風安定検討を行なった。

2. 風データ……照査風速は，東京湾横断道路橋梁設計基準による再現期間100年に対する高度10mでの10分間平均風速 $V_{10}=49\text{m/s}$ をもとに，設計風速 $V_d=67.7\text{m/s}$ を定めた。さらに限界風速は， $V_{cr}=1.2V_d=81.2\text{m/s}$ とする。実験に用いた乱流の特性は，木更津着岸点に設置した3成分風速計の観測データをもとに，現地風の特性を適切に再現する表1の3種類（A,B,C）とした。

3. 実験模型……本橋は全長1630mに及ぶ長大橋であり，その模型化に当たっては下記2項目に留意しつつ，部分模型実験において縮尺の大小に関する相似性（表2）の確認の後，縮尺を1/170と定め，P3～P13の全てを模型化することとした。

- ① 多径間橋の3次元性や高次にわたる振動モードを再現し，空力特性の定量評価を行なうためには，全径間を模型化する必要がある。
- ② 全径間を模型化した場合，模型の縮尺が小さくならざるを得ず，場合により空力特性の再現性や最小構造減衰の確保に問題が生じる可能性がある。

実験模型は，橋脚を含めた橋全体を模型化し，外形材は檜製のブロック（長さ15cm程度）とした。剛性棒はアルミ製とし，所要の剛性及び質量分布を確保した（表3）。支承部分の模型化に細心の注意を払った結果，模型固有の構造減衰は9次以下のモードに関して0.02以下を確保できた。

4. 実験結果……流動解析及び2次元実験では，発散振動と渦励振の両者が発生することが予想された。しかしながら，3次元実験では以下の結果が得られた。（表4）

- ① 2次元実験でみられた発散振動は発生しなくなった。
- ② 渦励振については，風速の増加に伴い，1次から高次のモードまで順次発生が観測された。
- ③ 渦励振振幅は構造減衰率の増加に伴いやや減少するものの， $\delta \approx 0.05$ においても無次元振幅0.015を上回る振動が発生した。
- ④ 現地風を反映した乱流を用いた実験においても，上記渦励振振幅の大きな減少はみられなかった。

これらは，構造が10径間連続で振動モードが複数あること及び桁高が変化し，3次元性が強いことからみられた現象と思われる。特に発散振動については，中央部の断面が振動しやすい形状にも拘わらず，両端部の側径間で減衰力が作用し，振動の発生が抑止されたものと思われる。一方，渦励振については，3次元実験において，1次からおよそ5次に至るモードの振動が30m/s以下の風速で発生した。今後，渦励振振幅について車両通行に関する使用性や桁の疲労強度に関する安全性に対して検討が必要と思われる。

謝辞……尚，本橋の耐風性検討に対して多大な御助言を頂きました中央大学岡内先生を初め，東京都立大学成田先生，建設省土木研究所横山室長に謝意を表します。

実験対象

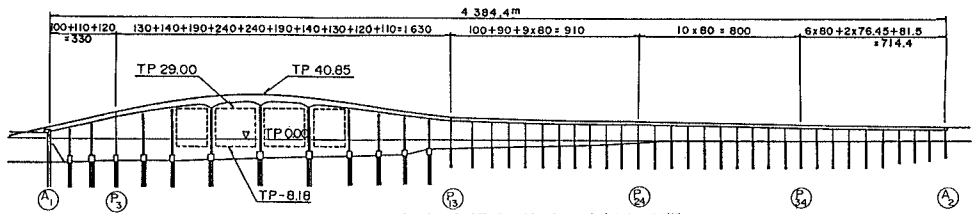


図 1. 東京湾横断道路 橋梁区間

表 1. 乱流特性

		乱れ強さ(%)		乱れのスケール(m)		備 考
		主流方向	鉛直方向	主流方向	鉛直方向	
実験	現地観測結果	4	2	440	30	
	乱流A	4.0	2.5	390	140	剛 翼
	乱流B	8.1	5.2	260	110	
	乱流C	8.3	4.8	490	90	

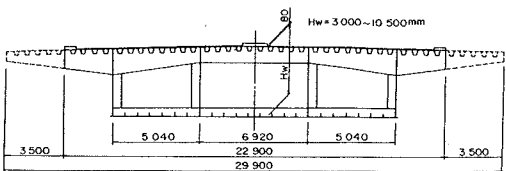
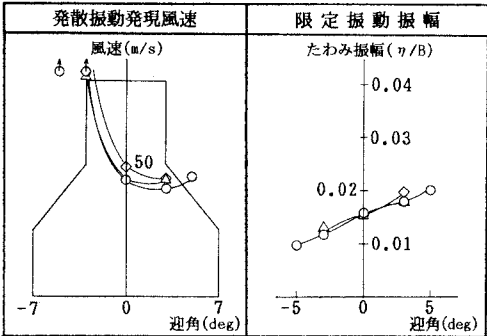


図 2. 桁断面の形状

表 2. 模型縮尺の影響
(中央径間中央点 4車線時)



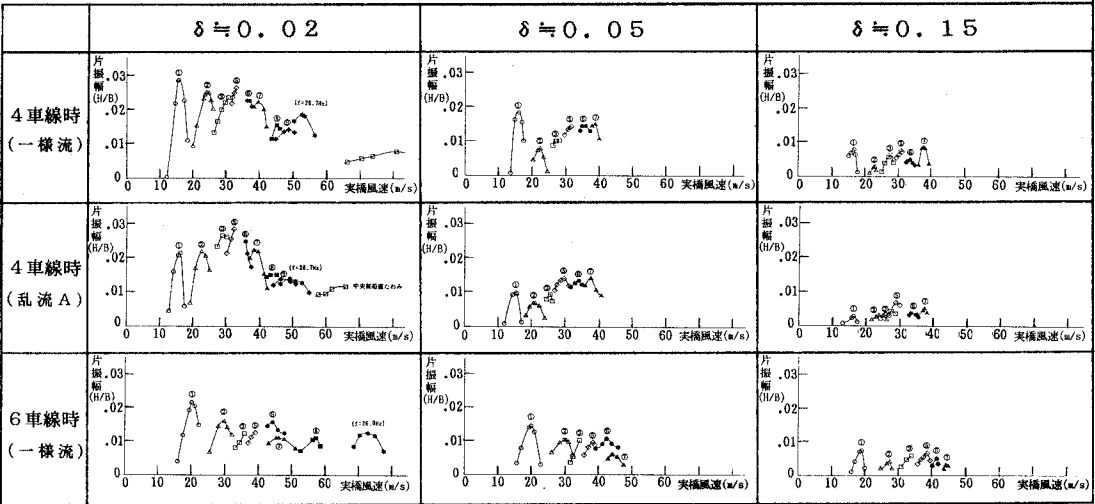
注) ○: 縮尺1/30, △: 縮尺1/90, ◇: 縮尺1/170

表 3. 3次元模型振動モード(4車線時)

MODE No.	実橋振動数 (Hz)	模型振動数 (Hz)	振動モード図
1	0.335	7.76	
2	0.502	11.48	
3	0.600	14.51	
4	0.628	15.15	
5	0.681	16.45	

注) ○: 模型実測結果

表 4. 3次元実験結果(迎角0°)



注) 代表長Bは6車線時の幅員(29.9m)とした。