

I-382

二層構造の補剛トラス桁を有する吊橋の全径間風洞試験

○ 首都高速道路公団 正員 半 野 久 光
首都高速道路公団 正員 小 坂 寛 巳
新日本技研（株） 奇 光 洙

1. はじめに

首都高速12号線は港区芝浦埠頭から江東区有明に至る約5kmの路線である。そのうち、東京港第一航路を横断する橋梁は中央径間 570m、側径間 114mの吊橋で、上層に首都高速道路、下層に臨港道路、新交通システムおよび歩道をおく二層構造の補剛トラス桁を有している。図-1に本橋の構造一般図を示す。

このような特徴を有する本橋は、架橋地点での風観測を行い、主塔の全体模型および補剛桁の部分模型による風洞試験を行うなど種々の耐風検討を行ってきた。しかし、部分模型では振動モードや橋軸方向の構造変化の要因、さらに乱流の影響等が十分に考慮

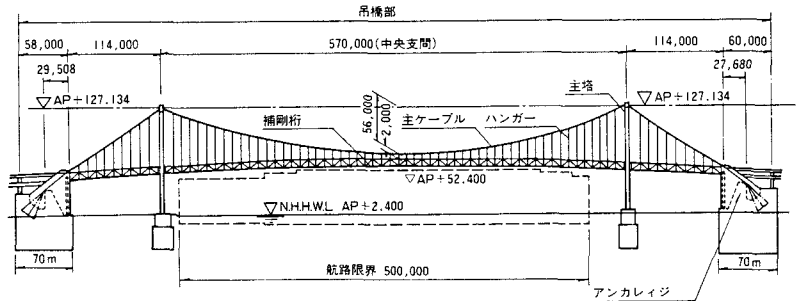


図-1 構造一般図

しにくいため、三次元弾性模型による全径間風洞試験を行うこととした。

2. 試験の概要

表-1 模型の諸元

これまでの検討の結果、完成時の主塔については耐風上問題のないことが判明したが、補剛桁は低風速域で発散振動が生じたため、上層の首都高速を分離構造とし、下層中央部の新交通システム軌道部をグレーチング構造とすることとした。こうした状況から、さらに補剛桁の詳細な耐風検討を行うこととした。

項 目	実 橋	全 径 間 模 型
縮 尺 (1/n)	—	1/70
橋 長 (1/n)	798.0 m	11.4 m
主 塔 高 (1/n)	119.034 m	1.7 m
主 溝 間 隔 (1/n)	29.0 m	0.42 m
振 動	鉛直たわみ	1次 0.168 Hz
	2次 0.239 Hz	2, 343 Hz
ね じ れ	水平たわみ	1次 0.111 Hz
	2次 0.149 Hz	4, 199 Hz
対 数 減 衰 率	たわみ	0.03
	ねじれ	0.03

(1) 試験装置

本試験に用いた模型は、縮尺1/70、全長11.4m、高さ1.7mの三次元弾性モデルとし、模型の相似則は重力、慣性、減衰、風速パラメータを満足させることとした。主ケーブルは剛性と重量を相似させ、主塔は剛性棒を中心に形状を相似させた外装材で構成することとした。補剛桁については曲げおよびねじり剛性を相似させた剛性棒を四分割し、図-2に示すように上下弦材の裏側に配置することとした。特に、本橋のように補剛桁がトラス構造で、付属物が耐風安定性を考える上で重要な場合、剛性棒による風の乱れの影響を小さくするよう配慮し、このように配置することにした。構造減衰率は本四公団風洞試験要領より0.03とした。

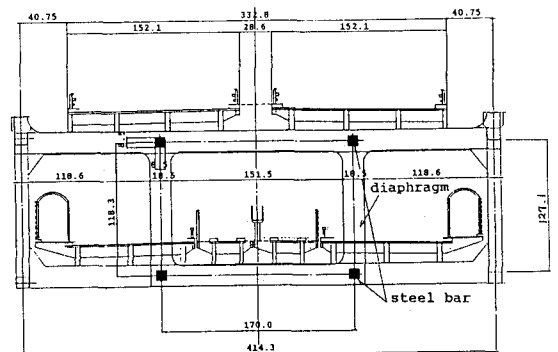


図-2 補剛桁の断面

構造減衰率は本四公団風洞試験要領より0.03とした。

表-1に模型の諸元を示す。なお、風洞施設は東大工学部橋梁研究室のゲッチンゲン型（還流型）風洞を使用することとした。

(2) 試験ケース

本試験は一様流（迎角 0° 、 $\pm 3^\circ$ ）、乱流（迎角 0° ）について行うこととした。風速の範囲は本橋の設計風速の1.2倍の領域（風洞風速では10m/s程度）とした。なお、補剛桁の振動振幅の測定は、桁の主要点について光学式変位計を用いて測定した。また、乱流の試験は格子乱流（中心間隔28cm、巾7cm）によって行うこととした。写真-1に全径間風洞模型の状況を示す。

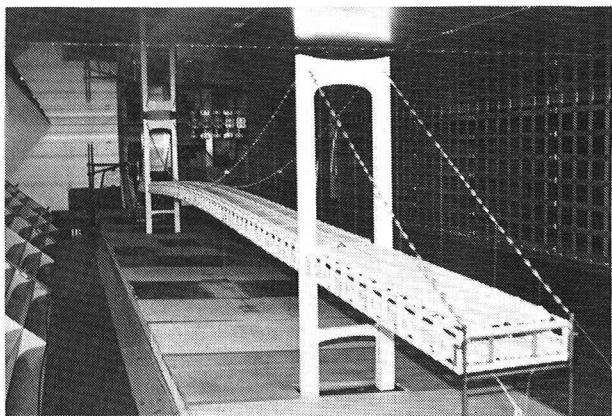


写真-1 全径間風洞模型の状況

3. 試験結果

(1) 一様流における試験

一様流の試験では、設計風速の1.2倍の範囲内において有意な振動は生じず、部分模型による風洞試験結果と同様に図-2に示す補剛桁断面の耐風安定性が確認された。図-3に風速と対数減衰率の関係を示す。

(2) 乱流における試験

乱流の試験では、比較的顕著な鉛直ガスト応答が見られた。図-4に風速と振動振幅の関係を示す。この結果から、補剛桁の設計風速に対する中央径間の1/4点、1/2点での応答値は、実橋換算で各々32cm、22cm程度と推測される。しかし、10分間の最大振幅は平均値の3倍近くなるため、この応答値はさらに大きくなると思われる。一方では、風洞内気流の変動風速の鉛直成分のパワースペクトルと Bush & Panofskyの式を用いた実橋での予想スペクトルとを比較すると、試験値は実橋の予想値を2倍程度大きく評価しているようである。したがって、実際のガスト応答値は中央径間の1/4点、1/2点で各々50cm、35cm程度になると考えられる。一般に、ガスト応答は疲労に対する影響と歩行者に対する影響が懸念されるため、本橋におけるガスト応答による影響を検討した。その結果、疲労に対しては活荷重たわみに比較するとガスト応答値がかなり小さく、あまり問題ないと考えられる。また、歩行者に対しては若干振動を感じさせる領域ではあるが、最大応答値を生じさせる風速が平均風速で20m/s、最大風速で30 m/s近くなり、実際にその状況において通行する歩行者はほとんどいないと思われ、影響は小さいと考えられる。したがって、本橋に対するガスト応答による影響はほぼないと思われよう。

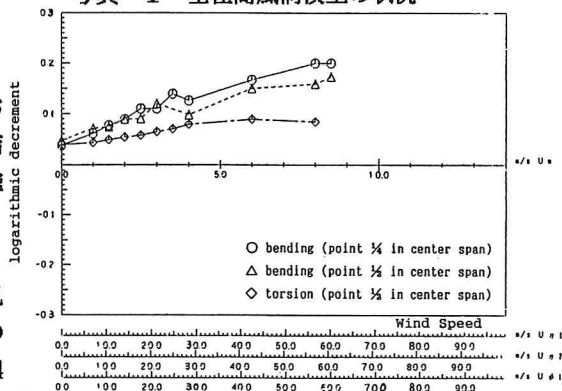


図-3 風速と対数減衰率

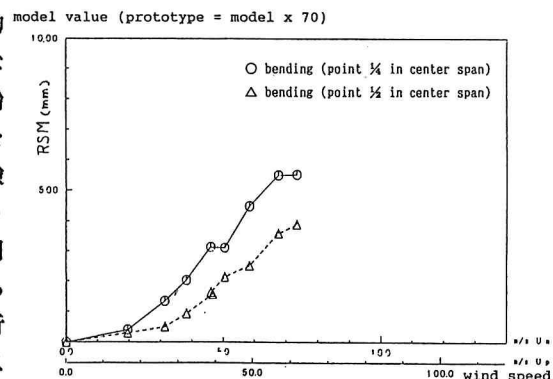


図-4 風速と振動振幅

4. あとがき

本試験の結果、一様流では補剛桁の部分模型の試験結果と同様に全く問題のないことが確認され、乱流においても鉛直ガスト応答は見られたものの実橋に対しての影響はあまりないことが確認できた。なお、本試験に当たって、多大なる御指導と御協力を頂いた、東大工学部総合試験所藤野陽三助教授に感謝致します。