

I-352 東京港連絡橋吊橋補剛桁の耐風検討

首都高速道路公団 正 板 倉 正 和 東京大学 正 藤 野 陽 三
 首都高速道路公団 正 伊 東 昇 東京大学 奇 光 洙

1. はじめに 東京港連絡橋は首都高速12号線のうち東京港第一航路を渡る部分に建設中の吊橋である。中央径間は570m、全長約800mであり、上層には首都高速道路、下層には臨港道路および新交通システムの二層構造で計画されている。本橋の耐風性検討としては、現地の風観測調査結果の解析¹⁾、主塔三次元弾性模型による風洞実験結果²⁾についてすでに報告しているが、ここでは、これらに引き続いて行った補剛桁部分模型による風洞実験結果及びそれに基づいて行った補剛桁断面の検討結果について報告するものである。

2. 実験の諸元 実験は東京大学橋梁研究室のエッフェル型風洞を用いた。模型断面は図1に示すような形状であり、縮尺は1/66.7とした。実験は2シリーズに分けて行った。第1シリーズでは、主として化粧板、防護柵、風防等の付属物による耐風性の変化について調べた。また、第2シリーズでは、第1シリーズの結果をふまえ所要の耐風性能を有する断面構成について検討を行った。模型の構造減衰は0.03と設定したが、構造減衰による発振風速の変化を調べるために、一部のケースでは $\delta = 0.04 \sim 0.05$ とした。また、気流については、主として一様流とした。

3. 付属物の耐風性に及ぼす影響（第1シリーズ）

第1シリーズの実験ケースは表1に示す6ケースである。Case1における風速とたわみ振幅、ねじれ振幅の関係を図2,3に示す。第1シリーズの実験では、ケース・迎角により発振風速は異なるが、図2,3に示すようなフラッターが、どのケースでも発生した。フラッターは曲げとねじりの連成したものであるが、ねじれ成分の卓越したフラッターであった。

各ケースの発振風速—迎角曲線は、図4に示すような結果であり、どのケースにおいても限界風速内での発振が見られた。歩道部の防護柵のみをつけたCase1が最も良い耐風特性を示しているが、迎角 -3° で所要値を下回っている。また、化粧板を取り付けたCase2,3では、さらに $+3^\circ$ でも所要値以下で発振した。下路歩道部に風防を取り付けたCase4では著しく耐風性が低下しており、迎角 0° でも所要値を下回っている。また、新交通部の防護柵は、正の迎角において耐風性を低下させる要因となっている事がCase5の結果からわかる。

以上より、Case1~6の耐風安定性はいずれも十分とは言えず、付属物を取り付けることにより限界風速がさらに著しく低下する事がわかった。これは、本補剛桁がトラス構造であるにもかかわ

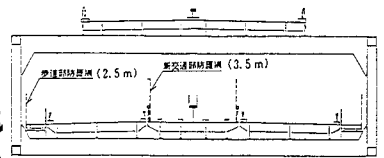


図1 第1シリーズの補剛桁模型の断面 (Case5)

表1 第1シリーズの実験ケース

実験ケース	上層、下路部の 下面の化粧板	歩道部の 風防	歩道部の 防護柵	新交通部の 防護柵
CASE 1	無	無	有	無
CASE 2	上層、下路部とも	無	有	無
CASE 3	上層のみ	無	有	無
CASE 4	無	有	無	無
CASE 5	無	無	有	有
CASE 6	無	有	無	有

注：1). 歩道部風防の高さ 2.0 m
 2). 歩道部防護柵の高さ 2.5 m
 3). 新交通部防護柵の高さ 3.5 m
 4). 乱流の強度 $I_u = 11.4\%$
 5). 迎角は吹き上げを+とする

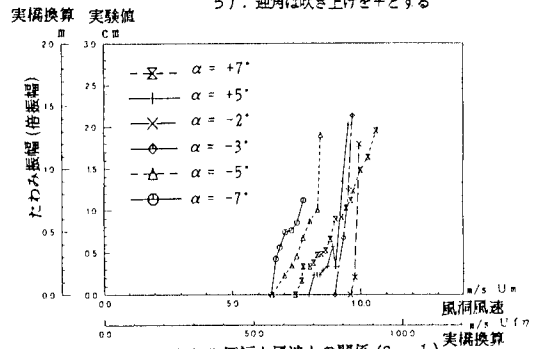


図2 たわみ振幅と風速との関係 (Case 1)

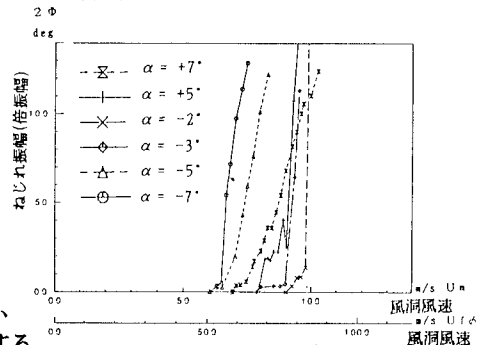


図3 ねじれ振幅と風速との関係 (Case 1)

らず、各層の床構造が各々閉塞されているためと思われる。従って、所要の耐風安定性を得るためには、補剛桁断面に何らかの改良を行うことが必要と考えられる。

4. 開口部の耐風性に及ぼす影響(第2シリーズ)

第1シリーズの結果をふまえ、所要の耐風安定性を有する補剛桁断面の改良方法について検討した。改良方法としては、①開床構造を設ける、②断面のねじり剛性を大きくする、の2つが考えられるが、②については上部工死荷重による下部構造への影響が考えられるため、ここでは①により検討し。上路については、①路肩部グレーチング化、②中央分離帯グレーチング化、③上下線分離による中央部開床化の3案、下路については新交通部をグレーチング化対象と考え、①軌道以外すべて、②軌道線間以外すべて、の2案を検討対象とし、これらの組み合わせから表2に示す8ケースについて実験を実施した。このうち、Case7とCase14の断面を図5.6に示す。尚、この時点までに防護柵の高さ・ネットの充実率などが決定しており、第2シリーズの実験ではこれらを所要値に合わせている。

第2シリーズの発振風速一迎角曲線を図7のようになった。この結果から以下のことが考察される。

- 開床構造の設置により耐風安定性がかなり向上する。
- 上路のみ、または下路のみに開床構造を設けた場合(Case10, 11)は所要値以下での発振が見られ、上下層両方に開床構造の設置が必要と考えられる。
- 下路新交通部の軌道線間以外をグレーチングとして、上路を上下線分離により開床化することは、耐風安定性を著しく向上させる。

5. まとめ 以上

の検討結果から、本補剛桁において所要の耐風安定性を確保するために、下路については新交通部の軌道線間以外のグレーチング化、上路については路肩及び中央分離帯のグレーチング化(Case8)、または上下線分離により2mの開床部の設置(Case13, 14)が必要であることがわかった。将来の道路管理等も考慮し、本補剛桁の断面として、ここではCase14の断面を選定することとする

<参考文献>
1) 寺山, 長谷川「首都高速12号線気象観測調査」, 土木学会第41回年次講演会概要集
2) 伊東, 藤野, 奇, 岩本「東京港連絡橋主塔の対風応答特性について」, 土木学会第42回年次講演会概要集

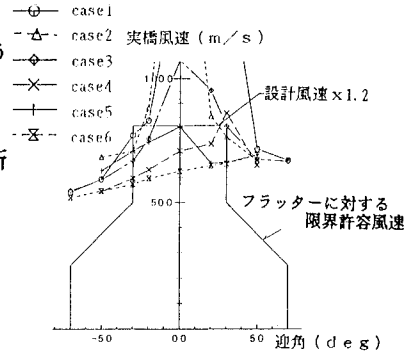


図4 第1シリーズの発振風速一迎角曲線

表2 第2シリーズの実験ケース

実験ケース	上路部の分離	グレーチング設置箇所			
		上路部	上路部	下路新交通部	下路新交通部
Case 7	分離	なし	なし	あり	あり
Case 8	なし	あり	あり	なし	あり
Case 9	なし	あり	あり	あり	なし
Case 10	なし	あり	あり	あり	あり
Case 11	なし	あり	あり	あり	あり
Case 12	分離	なし	なし	あり	あり
Case 13	分離	あり	あり	あり	あり
Case 14	なし	あり	あり	あり	あり

- 注: 1) 歩道部防護柵の高さ 2.5 m
2) 新交通部防護柵の高さ 2.0 m
3) 迎角は吹き上げを+とする
4) グレーチング制孔率 上路 5.5 %
..... 新交通 8.5 %
5) 防護柵の充実率 2.5 %
6) 柵落防止柵の充実率 3.0 %
7) 上路部の分離の図() は分離柵(実線)を示す

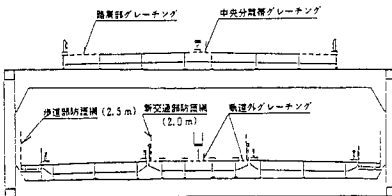


図5 第2シリーズの補剛桁模型の断面(Case8)

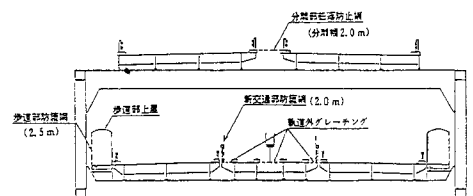


図6 第2シリーズの補剛桁模型の断面(Case14)

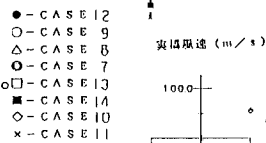


図7 第2シリーズの発振風速一迎角曲線