

I - 359 8 角形断面を有する A 型主塔の空気力について

J H 名古屋建設局 正員 桜山 好幸 正員 鈴木 裕二
 正員 井瀬良則
 三菱・宮地・住重 J V 正員 富田 昇
 三菱重工業 正員 平井 滋登

1. はじめに

名港中央大橋は中央径間長590mを有する鋼斜張橋であり、A型形状であるその主塔の高さは海面上195mに達している。この塔に関しては、完成時の橋軸方向風に対する面内曲げ発散振動を防止するため、塔柱断面を長方形から45°面取り断面(変形8角形)¹⁾に変更することが行われている(図1参照)。

これまでの検討の結果、本橋の設計においては風荷重の占めるウェイトが大きくなり、より合理的な荷重の設定が要求されている。しかしながら塔の空気力に関しては、吊橋をはじめとするH型タイプを想定した資料が中心であり、形状の差異が空気力に及ぼす影響については不明なところが多い。従って、設計に用いる風荷重の合理的な設定を目的とし、塔に作用する空気力の実験的検討を実施した。あわせて「45°面取り断面+A型」という形状面の特徴が空気力に及ぼす効果についても考察を加えた。

2. 試験概要

風洞試験は、縮尺120分の1の主塔単体の3次元剛体模型を用い、荷重変換器により空気力の計測を行った。45°面取りの塔柱断面に加えて、面取り部を補った長方形断面も試験対象とした。

3. 試験結果

- ①45°面取り断面の空気力 塔全体の空気力を構造軸基準で評価し、その風向による変化を図2に示す。橋軸直角方向の空気力は斜風時(風向30°)付近で最大となる。本州四国連絡橋公団の耐風設計基準(1976)には、長方形断面を有する吊橋の塔の抗力係数として1.8という値が規定されているが、これと同一の定義でこの風向30°の空気力を換算すれば1.08となり、両者の単純比較では3分の2程度の小さい値となっている。
- ②塔柱断面形状の影響 45°面取りと長方形の差異を図3に示す。橋軸直角方向の空気力は両者ともに斜風時で最大となり、最大値は45°面取りが長方形に比べ小さくなる傾向を示す。また、橋軸方向の空気力は橋軸方向風(風向90°)で最大となり、特に45°面取り断面では長方形より3割近い空気力の低減がみられる。
- ③風速の鉛直方向分布の影響 45°面取り断面における一様流と境界層乱流(べき指数約1/6)での空気力の差異を図4に示す。ここでは、塔高65%高さを基準高度として整理した値を示しているが、基部回りモーメントについてはほぼ同等、水平力については境界層乱流中で小さく、塔高65%を基準とした風速で塔の風荷重を評価することは妥当であると思われる。

4. 考察

一様流中の空気力(3.の①②)を構造軸基準から風軸基準に変換するとともに、風軸方向の投影面積を用いて、単位投影面積当たりの抗力係数を算定した結果、以下のことがまとめられる(図5)。

- ・橋軸直角方向風(風向0°)では、45°面取り断面と長方形断面の抗力の差はほとんどない。
- ・橋軸方向風(90°)では、投影面積は同一であるが、単位面積当たりの抗力係数の違いにより、長方形断面より45°面取り断面の抗力が低減する。
- ・斜風時には、45°面取り断面では投影面積が長方形断面より小さくなり、抗力が低減する。

5. おわりに

上記の試験結果より、名港中央大橋の主塔に作用する空気力が実験的に明らかになり、本州四国連絡橋公団の耐風設計基準(1976)の規定に比べて小さい値が得られている。なお、設計風荷重としては、別途検討したガスト応答係数を加えて設定し、設計作業に反映させることとしている。

なお、本研究は名港大橋調査特別委員会(委員長:埼玉大 伊藤學教授)の御指導を得て行われたものである。

参考文献 1)横山・鈴木他, 土木学会第46回年講, I-246, 1991.

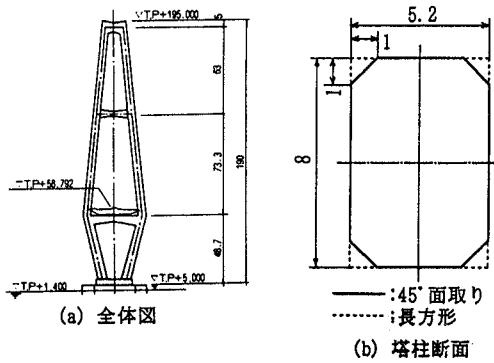


図 1. 主塔形状

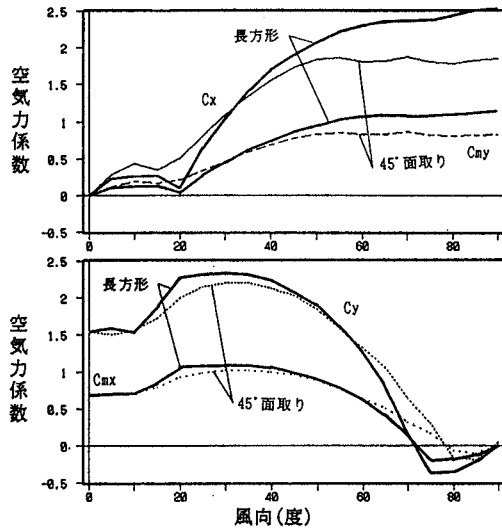


図 3. 断面形状の影響(一樣流)

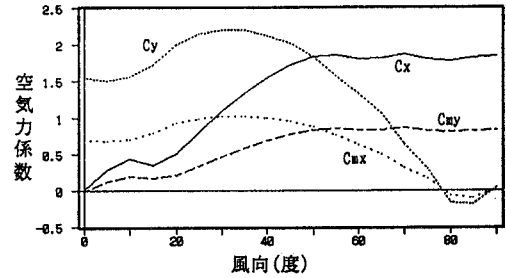


図 2. 空気力係数(45°面取り, 一樣流)

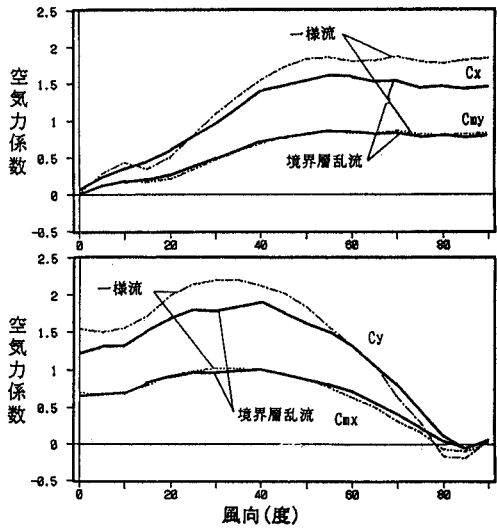


図 4. 風速の鉛直方向分布の影響(45°面取り)

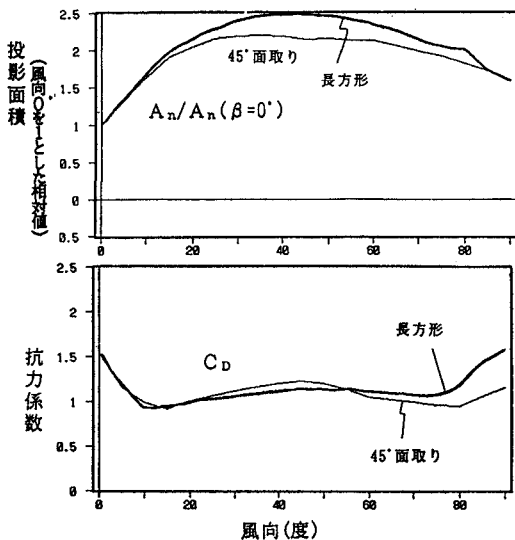


図 5. 投影面積と抗力係数(一樣流)

注) 記号説明

ρ : 空気密度
 V : 風速
 B : 塔柱幅員(8m相当)
 H : 塔高(190m相当)
 空気力係数:

$$C_x = \frac{F_x}{1/2 \rho V^2 B H} \quad C_y = \frac{F_y}{1/2 \rho V^2 B H}$$

$$C_{mx} = \frac{M_x}{1/2 \rho V^2 B H^2} \quad C_{my} = \frac{M_y}{1/2 \rho V^2 B H^2}$$

* 風向によらず分母は共通であり、塔全体に作用する構造軸基準の空気力の大きさを表す。

投影面積:

A_n = 風軸方向の塔全体の投影面積(風向により異なる)

抗力係数:

$$C_D = \frac{F_D}{1/2 \rho V^2 A_n}, \quad F_D = F_x \sin \beta + F_y \cos \beta$$

* 単位投影面積あたりに作用する抗力の大きさを表す。

