

荒川横断橋梁(仮称)主塔の風洞試験

石播・宮地・川田 JV 正員○杉本高志

東京都 建設局 第五建設事務所 正員 森田雅文 本間信之

石播・宮地・川田 JV 正員 上島秀作 正員 黒田眞一 正員 松田一俊

1 はじめに

荒川横断橋梁(仮称)は東京都荒川河口の地下鉄東西線荒川鉄橋の南側に架かる中規模の鋼斜張橋である(図-1)。耐風設計上の問題点は、橋軸方向の風で、主塔が橋軸直角方向にギャロッピングを起こすことである。基本計画の段階で制振対策として、主塔(基本)断面に対し既に国内で実績¹⁾²⁾がある空力プレート(図-2)を採用することが決定された。本風洞試験では、空力プレートのサイズと設置位置を選定し、その制振効果を実証するため、2次元バネ支持試験(一様流, 乱流)と3次元弾性模型試験の2段階で行った。

2 2次元剛体模型バネ支持試験

試験は固有振動数の低い P1 主塔を対象とし、空力プレートの幅(L), 主塔縁端からの設置位置(d)の最適値を調査した。バネ支持条件を表-1に示す。

橋軸方向($\beta=0^\circ$)で最も不安定となり、実橋風速 10m/s 程度でギャロッピングが発生した(図-3)。一様流中の試験が終了した段階で、最も耐風性の良い断面は、 $L=240\text{mm} \cdot d=240\text{mm}$ であった(図-3)。また参考に CFD により、主塔静止時の流れの可視化を行なった(図-4,5)。空力プレートにより、剥離せん断層が小さく抑えられていることがわかる。

さらに格子乱流中での試験を実施した結果、最良断面に関しても、 $\beta=45^\circ$ において渦励振が発生することがわかった。渦励振振幅は最大振幅で 0.140m であるが、これは初通過破壊の許容振幅以下である。疲労に対しては、振動の発生する風向($\beta=45^\circ$), 風速(11m/s)が極めて限定されることより、疲労が問題となる可能性は小さく、以降の3次元弾性模型試験結果と併せて評価することとした。

3 3次元弾性模型試験

3次元試験では、2次元試験で決定した空力プレートの設置範囲を決定すると共に、乱流中における耐風安定性の最終確認を行なった。試験フローとしては、まずギャロッピングの発生し易い橋軸方向($\beta=0^\circ$)

の一様流中において、空力プレートの必要設置長を調査した。さらに耐風安定性の良好なケースに対し、乱流中での試験を行なった。また P2 主塔が風上側となる $\beta=170 \sim 180^\circ$ に対しても試験を実施した。(写真-1)

無対策の主塔では、風速 10m/s 程度からギャロッピングが発生し、2次元試験結果と良く符合している。空力プレートは設置区間上部 37%で十分振動が抑制される事が分かった(図-6)。そこでプレート設置区間案として上部 37%区間, 上

キーワード: 主塔制振, ギャロッピング, 空力プレート

連絡先住所: 横浜市磯子区新中原町 1 石川島播磨重工業(株)技術開発本部, tel:045-759-2135, fax:045-759-2183

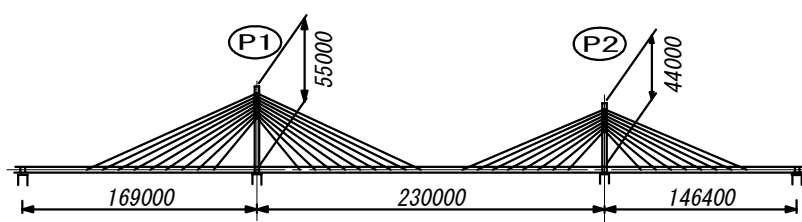


図-1 荒川横断橋梁(仮称) 一般図

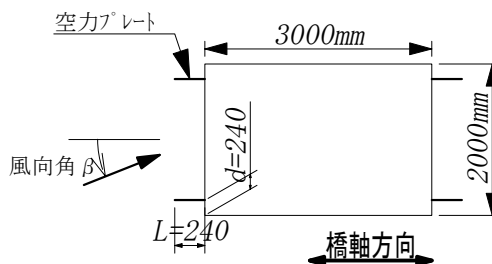


図-2 主塔断面図

表-1 バネ支持試験条件 (模型縮尺 1/37)

物理量	単位	実橋	相似比	模型所要値	模型実際値
等価重量	kgf/m	6841	$1/37^2$	4.997	5.022
振動数	Hz	0.49	—	—	5.36~5.43
構造減衰	—	0.02	1	0.02	0.020~0.022
風速倍率	—	—	—	—	3.34~3.38

部 58%区間を選定し、これらに対して乱流中の試験を行った。どちらの空力プレート設置区間を採用しても、全風向についてギャロッピングは発生しないことが確認された。

また、2次元剛体模型試験で確認された $\beta = 45^\circ$ における渦励振も、乱流中における3次元弾性模型試験では発生しなかった。これは、2次元模型試験に比較して、流れの3次元性により風による励振力が小さくなったものと推測され、実橋でも振動発生の可能性は小さいと考えた。一方、乱流中ではガスト応答が発生したが、許容振幅以下である。

4 まとめ

本業務における結論を以下に列挙する。

(1) 主塔の空力プレート設置方法

- ・本主塔基本断面ではP1主塔において、風速 10m/s 程度でギャロッピングが発生し、制振対策が不可欠である。
- ・空力プレートの断面は、板幅 $L=240\text{mm}$ 、プレート位置 $d=240\text{mm}$ の位置が最適である。また、塔頂より 37%区間に設置すれば十分な制振効果が得られる。

(2) 最終主塔形状の耐風安定性の評価

- ・乱流中ではガスト応答が発生するが、風向 $\beta = 0 \sim 45^\circ$ においては許容振幅以下である。
- ・今回試験範囲外の $\beta = 90^\circ$ (橋軸直角方向風)のガスト応答の特性は評価できていない。しかし、この風向は概ね河川の流れ方向に相当し、気流の乱れは比較的小さいと予想される。従って、ガスト応答は、本体構造に問題を発生させるような振幅レベルに達しないと考えられる。

* 追記

空力プレートの設置区間は、景観を考慮するとともに製作、架設上から、主塔の上部 48%区間(P1 主塔では 26.4m/55m)とした。

【参考文献】

- 1) 亀井ら：中島大橋(仮称)の耐風安定性に関する調査，橋梁と基礎 94-11 号，pp9-14, 1994.11
- 2) 本田ら：浦上川歩道橋主塔の耐風安定性に関する実験的研究，土木学会第 47 回年次学術講演会論文集 I-265, pp.706-707, 1992.9



写真-1 3次元弾性模型(縮尺 1/37)

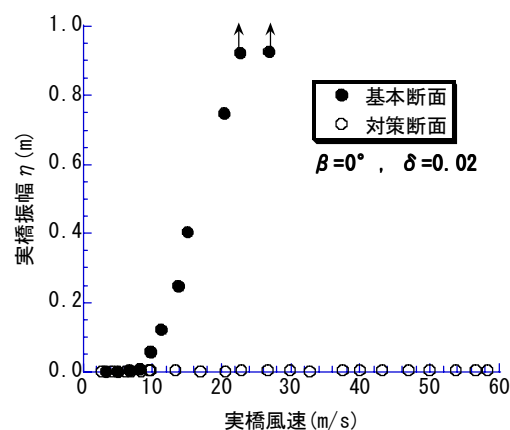


図-3 空力プレートの効果

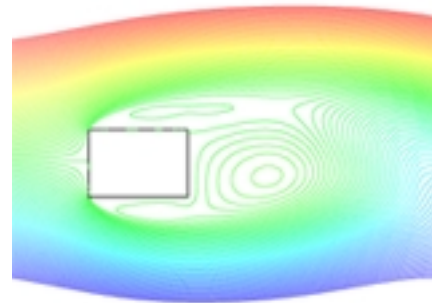


図-4 CFDによる流れ可視化(基本断面)

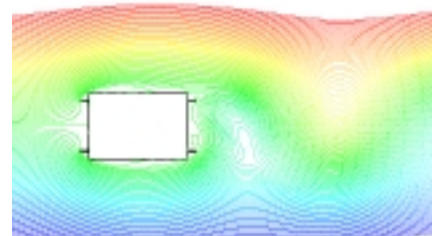


図-5 CFDによる流れ可視化(対策断面)

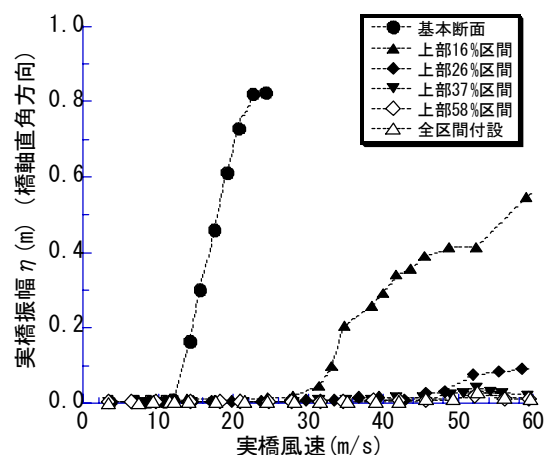


図-6 空力プレート設置長の検討