

I-258

鶴見航路橋主塔の耐風検討(架設時)

首都高速道路公団 正員 森河 久

住友重機械工業(株) 正員 風間 浩二, 正員 宮崎 正男, 正員 平田 綱三

1. はじめに 鶴見航路橋は高速湾岸線(4期)の主要橋梁であり、大黒ふ頭と扇島の間にある鶴見航路上に架かる三径間連続一面吊り斜張橋(支間割: 254+510+254)である。

本論は同橋主塔の架設段階における制振設計データの収集を図ることを目的に実施した風洞試験の結果とこれを反映した制振設計の概要を報告するものである。主塔の一般図を図1に示す。

2. 風洞試験の概要 試験は、橋軸方向風による主塔面内方向の空力振動や橋軸直角方向風による主塔面外方向の空力振動の発生が予測される①全段架設完了系(図2)と両塔柱の相互干渉による空力振動の発生が予測される②10段架設完了系を対象として実施した。

風洞試験は縮尺 1/100 の3次元空力弾性模型を用いて実施した。また、試験には住友重機械工業株式会社平塚研究所の回流風洞(計測部寸法: 幅2mx高さ3mx長さ15m, 風速範囲: 0.3~60m/s)を使用した。

3. 風洞試験結果

①全段架設完了系

全段架設完了系に於いては、構造(対数)減衰率 $\delta=0.01$ では、橋軸直角方向風による渦励振(面外1次振動)が風速18m/s付近で発生し、その最大振幅は偏角 $\beta=180^\circ$ で約2.6m(塔頂)となることが明らかとなった。偏角と応答振幅の関係を図3に示す。また、この振動も減衰の増加によって( $\delta=0.03$ )、完全に制振できることが明らかになった。

②10段架設完了系

10段架設完了系に於いては、 $\delta=0.01$ の状態では、風向により異なった振動が発生した。まず、橋軸直角方向風では、面外同相, 面外逆相, 面内同相, 面内逆相の渦励振が発生した(図4)。最大応答振幅を示す偏角は図5に示すように振動モードにより異なる。(特に、ここで発生する面内振動はこれまで発生することが少なかった風軸方向の振動(いわゆるin-line振動)である。)また、橋軸方向風では、偏角 $\beta=100^\circ$ に於いて面内同相の渦励振が発生した。さらに、境界層乱流中の試験(乱れ強さ $I_u=5.5\%$ ,  $I_w=4.5\%$ , 乱れのスケール $Lxu=7.5cm$ , ベキ指数 $\alpha=0.13$ , デリヴァクター $k=8.5$ )を行った結果、渦励振振幅は各振動モードとも乱流によって低減することが明らかとなった。

4. 制振設計 風洞試験の結果から各架設段階の共振風速及び最大変位量を求めたものを図6, 7に示す。この中で、制振対策が必要なものは、架設時限界風速と間隔保持材の設置(二柱独立時に設置)を勘案して11段以上の面外振動(曲げ1次)と判断した。

風洞試験から得られる空力減衰をもとに求めた各段階における制振に必要な

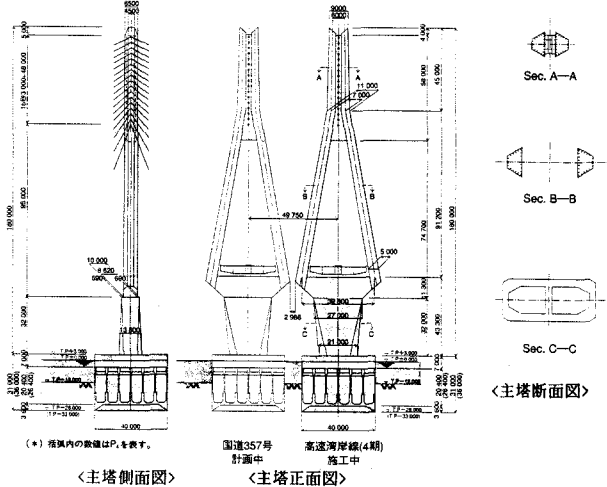


図1 鶴見航路橋主塔一般図

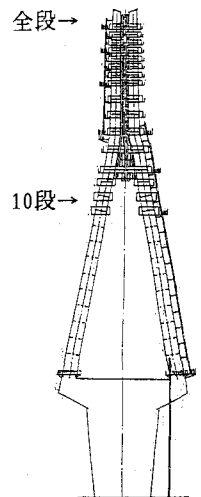


図2 架設主塔一般図

減衰を図8に示す。これは、TMD等の付加減衰によって実現可能な値となっている。

5. まとめ 鶴見航路橋主塔の架設時の耐風安定性検討を行い、全段架設完了系に於いては橋軸直角方向風により面外振動が発生し、10段架設完了系に於いては各モードの振動が発生する事が明らかになった。

風洞試験から得られる空力減衰から制振に必要な減衰を求めた結果、付加減衰 $\delta = 0.02 \sim 0.04$ 程度を付加することにより制振が十分可能であることが明らかとなった。

同主塔は現在建設中であるが、アクティブTMDを用いた減衰付加方式の耐風安定化対策を適用して建設を進めている。

最後に、本検討に際し、御指導・御助言をいただいた「鶴見航路橋の設計施工に関する調査研究委員会(委員長:伊藤 学 東京大学名誉教授・現 埼玉大学教授)」の方々には厚く感謝の意を表します。

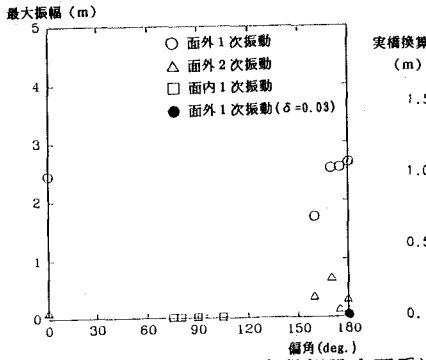


図3 偏角-最大応答振幅図(全段架設完了系)

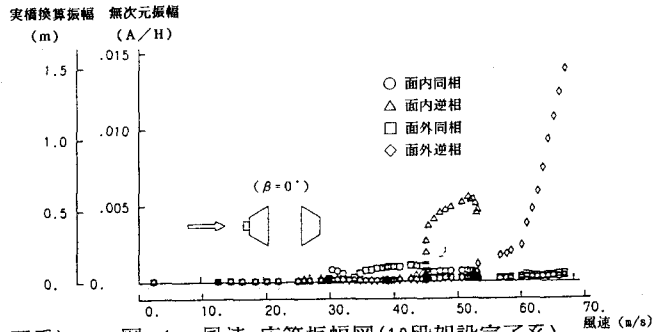


図4 風速-応答振幅図(10段架設完了系)

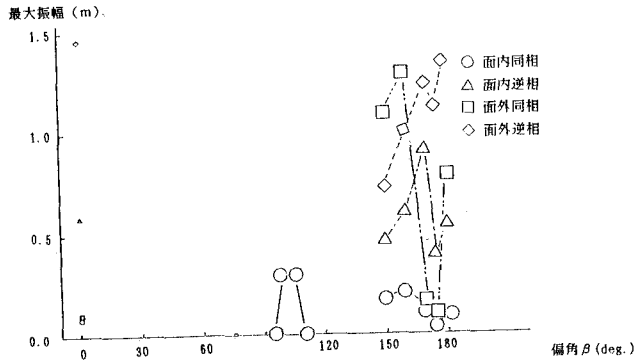


図5 偏角-応答振幅図(10段架設完了系)

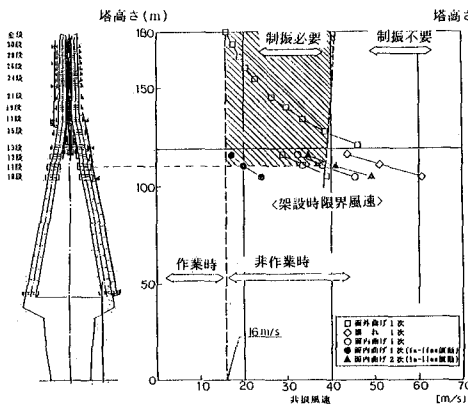


図6 架設時限界風速と渦励振共振風速の関係

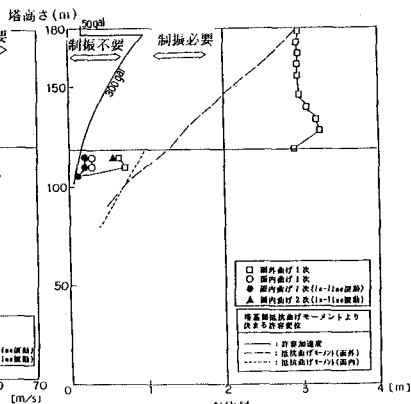


図7 許容振幅と推定最大振幅の関係

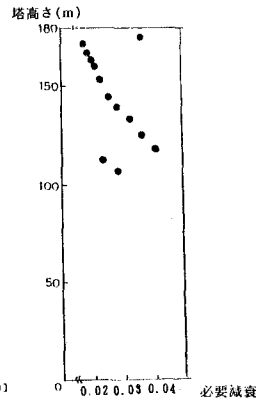


図8 架設段階と必要減衰の関係