

I-338 東神戸大橋主塔の耐風性に関する実験的研究

阪神高速道路公団	正員	北沢 正彦
阪神高速道路公団	正員	関本 宏
川崎重工業株式会社	正員	○酒井 洋典
川崎重工業株式会社	正員	小川 一志

1. まえがき

東神戸大橋は中央径間長485m、側径間長200mを有するダブルデッキの長大斜張橋である。主塔は高さ150mの2本の塔柱が下部水平材（高さ27m）および上部水平材（高さ71m）で連結されたラーメン構造となっており、上部水平材より上の約80mの部分では2本の独立した片持ばりになっている。そのため、塔柱の剛性は弱く風によって振動しやすい構造になっていて、原断面では橋梁完成時においても橋軸方向の風で塔がギャロッピングを起こすことが京都大学における調査で明らかとなった。そこで主に橋軸方向の風に対する主塔の空力的制振対策として塔柱矩形断面の角部を隅切りする方法が開発された¹⁾。ここでは、京都大学の研究成果を踏まえて、より大きな3次元弾性模型により橋梁完成時および塔独立時における主塔の耐風性を実験的に検討した結果について報告する。

2. 実験概要

本検討では次のことを目的として実験を実施した。

(1)図1に示すように、ケーブルの幾何学的形状、質量、伸び剛性まで相似させた3次元弾性模型（半橋模型、縮尺1/65）を用いて、橋梁完成時の耐風性を調べる。

(2)塔独立時の耐風安定性を調べるとともに、もし振動を抑える必要がある場合には機械的制振装置の設計に必要な資料を得る。

(3)図2に示すように上部水平材より上の塔柱だけを対象とした一本柱模型（縮尺1/30）を用いて、ゴンドラレールが主塔の耐風性に及ぼす影響について調べる。またケーブルの存在が主塔の耐風性に及ぼす影響について検討を加える。

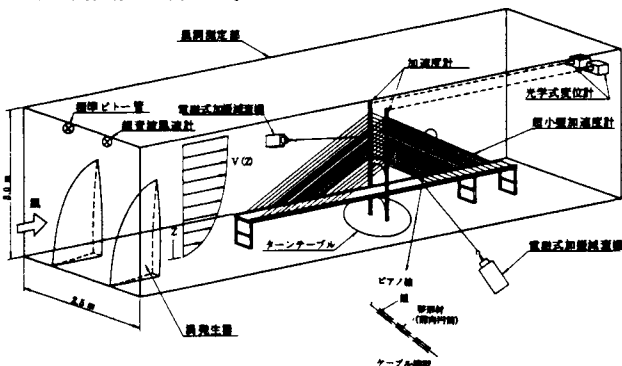


図1 実験状況（橋梁完成系）

実験は一様流中、格子乱流中および乱流境界層中で実施された。

3. 実験結果

(1)図3に一例を示すように、橋梁完成時における主塔の耐風安定性はよく、橋軸方向の風に対して実橋風速80m/s（主塔の設計風速は67m/s）以上まで渦励振やギャロッピング等の不安定振動は発生しない。ただ、格子乱流中および乱流境界層中の高風速域において主に塔面内曲げモード（気流直角方向）のバフェティ

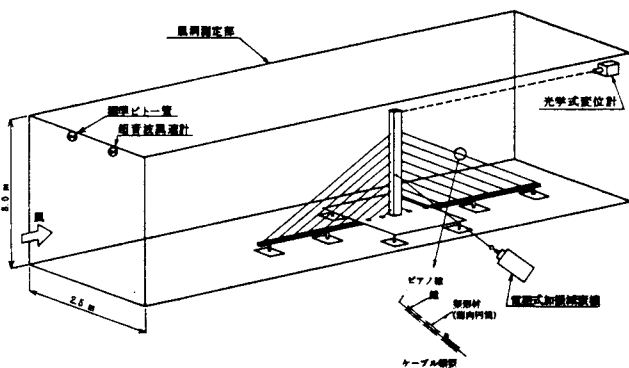


図2 実験状況（一本柱模型）

ングが若干発生する。（設計風速内の最大応答振幅は実橋倍振幅で0.3 m程度。）

また参考までにケーブルの耐風安定性についても調べてみたが、Wake resonance等の不安定振動は認められず、主塔と同様に格子乱流中および乱流境界層中においてバフェティングが発生する。

(2)塔独立時の場合、橋軸方向の風 ($\beta = 0^\circ$)

に対しては実橋風速9~12 m/sで塔面内逆位相モードの微弱な渦励振（最大応答振幅は実橋倍振幅で0.13 m, $\delta = 0.02$ ）ならびにバフェティングが発生するだけで、耐風安定性は問題ない。

これに対し、橋軸直角方向の風 ($\beta = 90^\circ$) では図4に示すように最大応答振幅が5 m程度にも達する塔面外曲げ1次モードの渦励振が発生するのに対して、ねじれ1次モードの渦励振（最大応答倍振幅2 m程度）および塔面外曲げ2次モードの渦励振（最大応答倍振幅0.5 m程度）が発生する。また格子乱流中および乱流境界層中では高風速域でバフェティングが発生する。しかしこれらの振動については、スライディングブロック等により主塔に減衰を付加する方法で十分制振できることを確認している。

(3)一本柱模型実験より、本取付位置の場合にはゴンドラレールは主塔の耐風安定性にあまり影響を与えないものと思われる。

また図5に示すように、ケーブルが塔の近傍に存在することにより渦励振の応答振幅が低減することが確認されている。

4. まとめ

本検討により、橋梁完成時ならびに塔独立時で橋軸方向の風の場合については主塔の耐風安定性に問題はないが、塔独立時で橋軸直角方向の風の場合には、主塔は大振幅の渦励振を起こすことが確認された。しかしこの振動についても機械的制振対策によって十分制振できることが確かめられた。

最後に、本実験に対して御指導・御助言をいただいた京都大学土木工学科白石教授・松本助教授に深く感謝いたします。

5. 参考文献

- 1) 長田・白石・松本他；長大斜張橋塔部の空力制振対策に関する実験的研究，第41回土木学会年次学術講演会 1-320，昭和61年11月

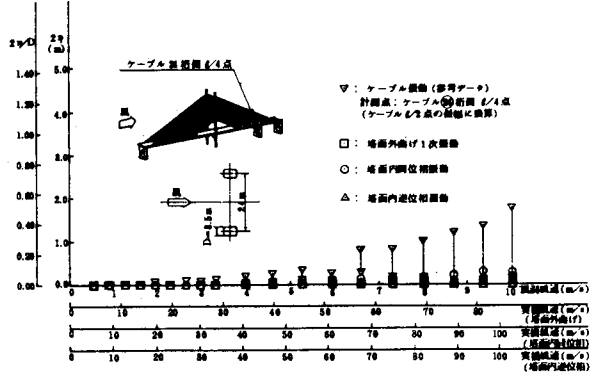


図3 V-A図（橋梁完成系、ゴンドラレール無、乱流境界層、 $\beta=0^\circ$ ）

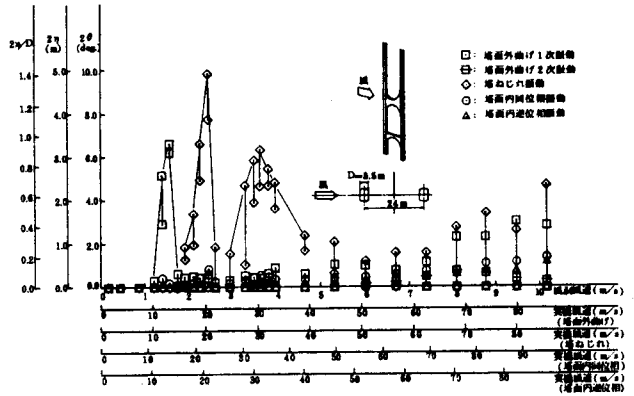


図4 V-A図（塔独立系、ゴンドラレール無、乱流境界層、 $\beta=90^\circ$ $\delta=0.01$ ）

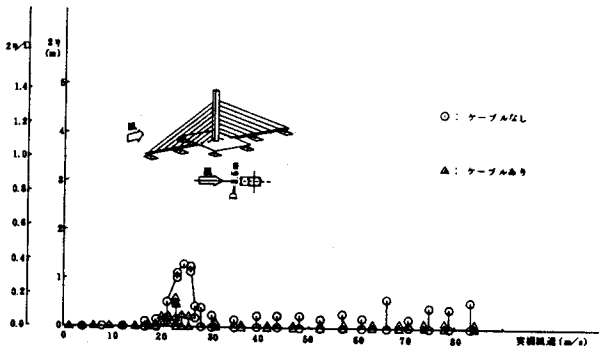


図5 ケーブルの存在が塔の耐風応答に与える影響（一様流、隅切りなし）