

I-532

弓削大橋塔の耐風性検討

愛媛県今治地方局建設部

市川 淳二

住友重機械工業(株) 正員 ○ 平田 鋼三、正員 宮崎 正男

1. はじめに 弓削大橋は、愛媛県越智郡弓削町(弓削島～佐島)に建設が予定されている橋長325m、中央径間175mの三径間連続鋼斜張橋である。本橋は、道路幅員が2車線片歩道の9.75mと狭いため2面吊りケーブルを採用し、主塔は構造上基礎工を小さくでき経済的で、周囲の景観にもマッチした逆V型形式を採用している。本橋の主塔(図1)は斜張橋の代表的な形式であるが、近年、同形式の主塔でケーブル架設後の完成時においても、橋軸方向風による面内振動の発生事例が報告されており、本橋でも耐風性の確認及び制振対策の検討が必要と考えられた。本報告では、橋梁完成時の塔の耐風性を把握し、制振対策の検討、効果の確認結果を述べる。

2. 試験方法 試験は、桁、ケーブルが存在しない塔模型(縮尺1/40の三次元弾性模型)単独状態で実施した。なお、塔に再現した重量は、塔のみの重量であり、振動モードの相似も行った。

3. 試験結果

1) 基本特性の把握

橋軸方向風による振動応答を図2に示す。これによると、実橋風速19m/s付近より面内曲げ1次のギャロッピングが発生した。この振動は、構造減衰が完成時の構造減衰率($\delta=0.02$)では、発振風速が40m/s付近まで向上するが、本橋の発散振動照査風速(65m/s)以下であった。ただし、 $\delta=0.04$ 程度となれば、照査風速以下での振動発生はなかった。

また、乱流中($Iu=10\%$)での応答は、一様流中に比べ、若干発振風速が向上する反面、以後の振動応答は、一様流中と殆ど同じであった(図3)。

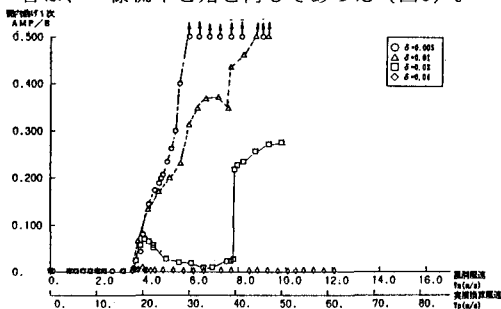


図2 振動応答図(一様流、面内振動)

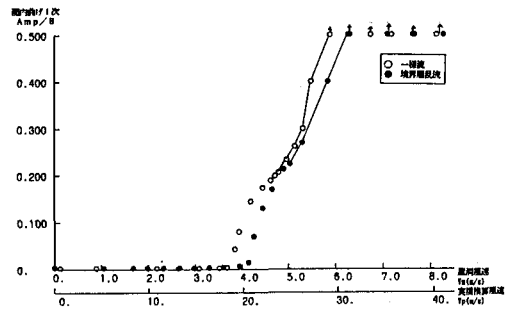


図3 気流の違いによる振動応答(面内振動)

2) 制振対策手法の検討

1)の結果より、TMD等の構造力学的制振手法による制振対策が考えられたが、完成後のメンテナンスによる経済性を考慮し、デフレクターによる空気力学的制振手法の利用を決定した。

3) デフレクターの形状及び設置位置の検討

図4に、今回検討したデフレクターを示す((1)と(3)は、配置位置を変更したものである。)

デフレクター(1)を対象として、設置位置の違いによる耐風性の比較を行ったものが図5である。設置位置により、

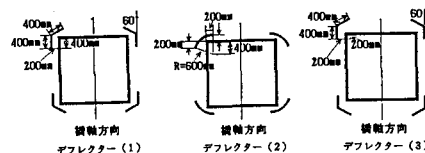


図4 検討したデフレクター

振動特性の著しい違いが発生した。いずれの設置位置に対しても、照査風速以下で振動の発生が確認された。デフレクター(2)に対しては、塔頂より塔高の56.5%まで設置されれば、振動は発生しなかった（図6）。また、デフレクター(3)に関しても、デフレクター(2)と同様である。ここで、デフレクター(2)、デフレクター(3)が橋軸方向風に対し、ほぼ同じ制振効果を示した原因として、デフレクター(3)の周りの流れの剥離状況がデフレクター(2)に近づいたためと考えられる。

4) デフレクターの決定

3)より、デフレクター(2)、デフレクター(3)において、面内振動に対して制振効果の有効性が確認された。次に、デフレクター設置時の橋軸直角方向風による耐風性検討（面外振動）を行いデフレクターの決定をした。デフレクター(2)、(3)とも、橋軸直角方向風により面外振動が発生し、デフレクターがない場合に比べて、双方とも振動応答量が同程度増大した。そこで、それぞれのデフレクター設置時の面外振動の空力減衰を求めたところ、図8となり、デフレクター(2)の方が、空力特性が悪いため、塔独立状態となる架設時のことを考慮して、デフレクター(3)を採用した。なお、気流の乱れに対しても確認を行い、照査風速以下では有意な振動は発生しなかった。

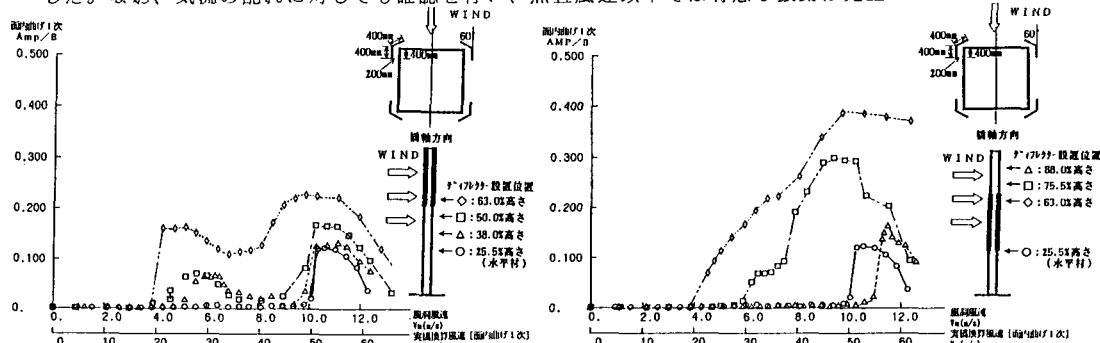


図5 デフレクター設置位置による応答特性（デフレクター(1)、面内振動）

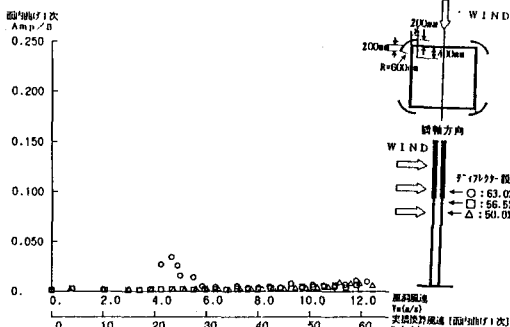


図6 振動応答図（デフレクター(2)、面内振動）

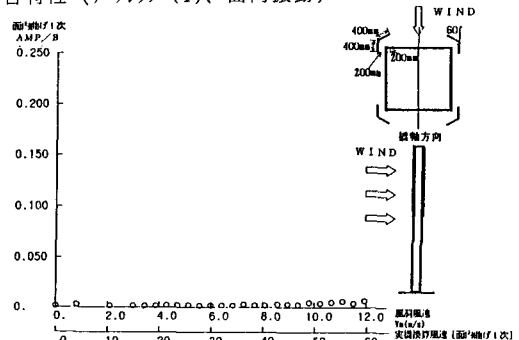


図7 振動応答図（デフレクター(3)、面内振動）

4. まとめ 弓削大橋の完成時塔（逆V型主塔）の風洞試験の結果、橋軸方向風による面内曲げ1次のギャロップが発生した。その制振対策として、空気力学的対策であるデフレクターを用い、デフレクターの形状、設置位置等の検討を行い、安全性を確認した。

なお、本橋の架設時及び完成後においても、追跡調査を行い、デフレクターの効果について更に検討を加えたい。

最後に、本試験にあたり貴重なご指導、ご意見を頂いた建設省土木研究所佐藤構造研究室長、谷口橋梁計画官に謝意を表します。

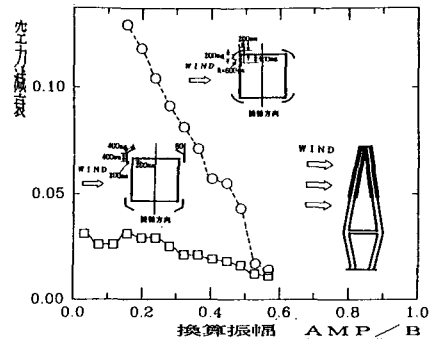


図8 空力減衰の比較