

# I-263 饒波川橋塔風洞実験および制振対策

横河ブリッジ 正員 今田 安男  
 沖縄開発庁 中川 博勝  
 沖縄開発庁 座嘉比 堅夫  
 横河ブリッジ 真喜志 一寛  
 横河ブリッジ 正員 清田 鍊次

## 1. まえがき

饒波川橋は、台風の常襲地帯である沖縄県に架設される最初の斜張橋である。本橋の一般図を図-1に、塔一般図を図-2に示す。一般に、斜張橋および吊橋などの塔架設時において、渦励振などの振動が発生する事例が報告されている。このような振動は、限定されたものではあるが振幅によっては作業性や安全性に支障をきたす場合がある。本橋においても、設計時の簡易計算によると、塔架設時に渦励振の発生が危惧された。そのため、塔架設時の耐風安定性を検証するために風洞実験を行ない空力対策を施した。しかし、沖縄は強風の子想される地域であり、一層の安全性を期して簡易な制振装置を設置した。そして、塔独立時の振動実験によりその構造減衰率と装置の制振効果を確認した。本報告は、その概要を報告するものである。

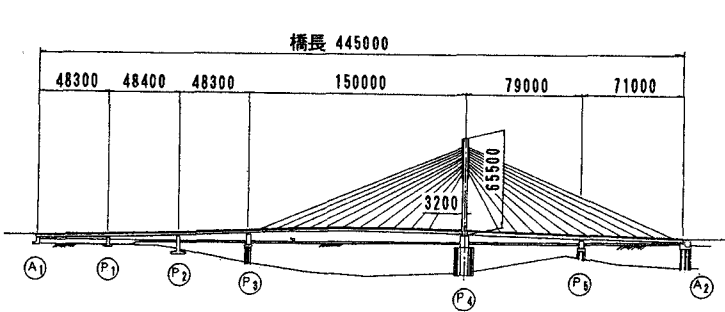


図-1 一般図

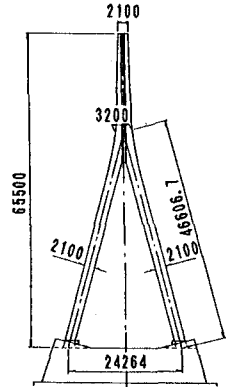


図-2 塔一般図

## 2. 風洞実験概要

風洞模型は、相似率50、塔高1310mmの弾性模型とし、架設用の作業足場を配置した構造とした。実験で対象とした振動モードは、塔面外曲げ1次( $f=0.797\text{Hz}$ )、2次( $f=4.522\text{Hz}$ )および塔面内曲げ1次モード( $f=3.221\text{Hz}$ )である。実験は、塔完成系において架設足場を取り除いた系(架設足場なし)および架設足場を配置した系(架設足場あり)を対象とし、一様流中でその耐風安定性の検証を行った。

風洞実験結果を表-1に、偏角 $0^\circ$ における風速-振幅曲線を図-3に示す。塔完成系については、偏角 $0^\circ$ で面外のギャロッピングが発生する。ギャロッピングの発振風速は $20\text{m/s}$ 程度で設計風速を大きく下回るが、完成時には面外方向のケーブルが設置されるため支障はないものといえる。一方、面内方向については、渦励振などの振動は確認されなかった。塔架設系については、偏角 $0^\circ$ で実橋換算 $0.67\text{m}$ の渦励振が発生する。架設足場なしのときのギャロప్ప

表-1 風洞実験結果

実験系	塔完成系		塔架設系		対策断面	
	架設足場なし		架設足場あり 風向:エレベーター反対側		架設足場あり 風向:エレベーター反対側 ネット閉塞(4脚)	
偏角 $\beta$ (deg)	共振風速 (m/s)	実橋振幅 (mm)	共振風速 (m/s)	実橋振幅 (mm)	共振風速 (m/s)	実橋振幅 (mm)
0	*23.4	ギャロッピング	25.0	670	23.4	230
10	21.9	790	25.0	560	23.4	190
20	22.2	665	—	—	26.5	95
30	発振せず		25.7	35	発振せず	
45	発振せず		発振せず		発振せず	
90	発振せず		発振せず		発振せず	

\* ギャロッピングは発振風速を表す。

グが発生したのに対して、架設足場による制振効果はみられるが、加速度レベルで1630galであり架設機材の安全面から何らかの制振対策が必要とされた。制振対策としては、架設足場を利用した空力学的特性を改善する方法に着目した。実験の結果、塔の一本柱部分の防護ネットの4隅を完全に閉塞した場合、振幅は実橋換算0.23mとなり最も効果的であった。対策断面についての振幅-構造減衰率曲線を図-4に示す。モデルの構造減衰率は0.007と設計基準値と比較して小さい値である。実橋の構造減衰率を0.01と考えれば、実橋の最大片振幅は0.05m(125gal)となり架設機材に対する許容振幅内(300gal)となる。なお、面外曲げ2次および面内1次モードについては、耐風上何等问题がないことが確認された。

3. 構造減衰と制振効果の確認

振動実験により塔独立時の構造減衰と制振装置の効果の確認を行った。制振装置は、塔頂部とP5橋脚にワイヤーロープを設置し、先端部に重錘を吊したものである。図-5に制振装置の概要図を示す。

振動実験は、塔頂からA2に張り渡したPC鋼より線をジャッキにて引き込み塔頂に約40mmの変位を与え、急速解放させることにより自由振動を観測した。各実験ケースの自由振動波形を図-6に示す。自由振動波形は、光学式非接触変位計より計測した塔頂部の変位波形である。実験結果より、塔独立時の構造減衰率は0.012であった。一方、制振装置を設置した場合、構造減衰率は、重錘重量0.6tonに対して0.017、重錘重量1.2tonに対して0.04となる。本装置は、十分な制振効果があると確認された。

4. あとがき

本橋は、風洞実験より、塔独立時において渦励振の発生が予測されたが、架設足場の防護ネットを利用した空力特性の改善により許容振幅内に抑制できることが確認された。また、今回設置した簡易な制振装置によって十分な減衰の向上が確認された。なお、実験に使用した風洞は東京大学工学部橋梁研究室の空力弾性試験用風洞である。実験に当たり、御指導頂いた東京大学藤野陽三教授に謝意を表します。

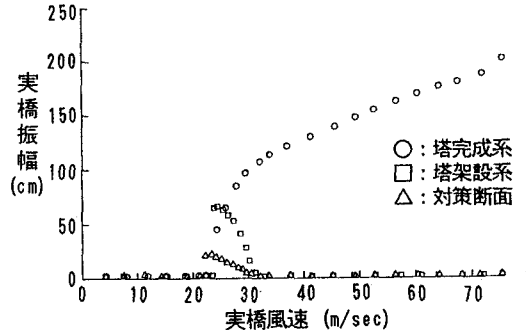


図-3 風速-振幅曲線

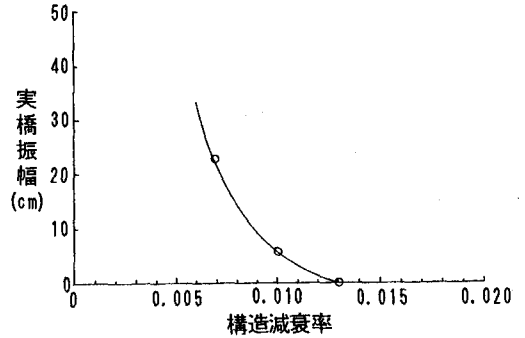


図-4 振幅-構造減衰率曲線

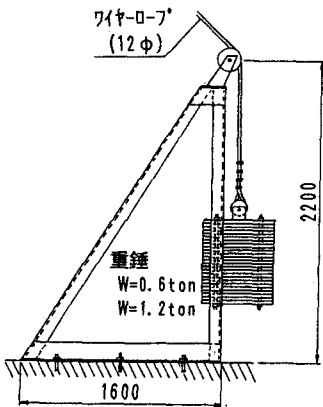


図-5 制振装置

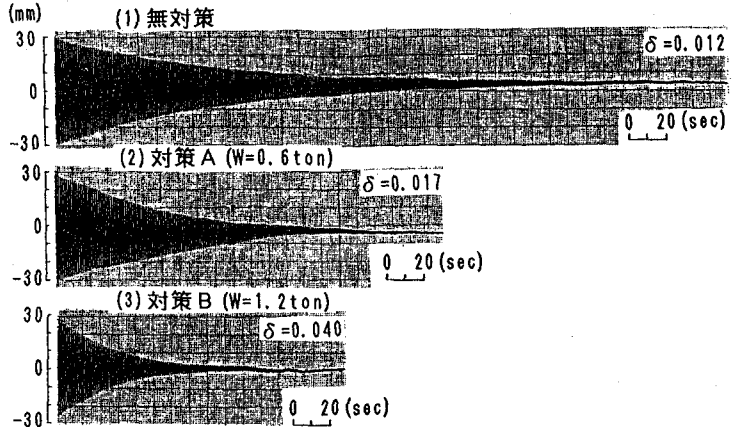


図-6 自由振動波形