

立命館大学大学院 学生員 ○川田康裕
 (株)大日コンサルタント 正会員 後藤 隆
 (株)大日コンサルタント 正会員 柴田正晴
 立命館大学理工学部 正会員 小林紘士

1) はじめに

本研究で対象としている橋梁は、図 1 に示すように断面形状は中央部に開口部を持つ箱型断面であり、中央一面吊りの斜張橋(支間長 152.4m)である。固有振動数は、たわみ 1 次 0.824Hz、ねじれ 1 次 0.861Hz と近接した低い値である。そのため、この橋には、風による振動現象が発生する恐れがあると考えられた。

本研究では、縮尺 1/50 の 2 次元剛体模型を用いて、動的応答風洞実験を行い、風による振動現象の発生の有無を明らかにし、風による振動が発生する場合には、抑止のための対策を見出すことを目的とする。

2) 実験方法

2 次元剛体模型は縮尺 1/50 で模型長 1172mm、檜部材よりできている。模型は図 2 に示す。鉛直曲げ、ねじれ 2 自由度にバネ支持して、立命館大学理工学部所有のゲッチンゲン型風洞にて一様気流を作用させ応答実験を行った。また、風洞実験に関する相似則に合致するように鉛を付加して重量、極慣性モーメントを調整した。各諸元を表 1 に示す。ただし、桁の剛体模型の重量には、タワー、ケーブルの質量効果は含めていない。

模型の回転運動の中心は模型中心で、箱桁の中央高さに設定した。振動の計測は模型の支持シャフトの変位をレーザー変位計により測定した。気流の迎角は 0° 、 $\pm 3^\circ$ 、 $\pm 5^\circ$ (頭上げ正)とし、気流特性は一様流で風速 0~8m/s の範囲で模型のたわみ、ねじれ応答を観測した。

3) 実験結果及び考察

設計基本断面の応答結果を図 3 に示す。縦軸は振幅の 2 乗平均平方根 (rms.) である。たわみ応答の場合は模型の桁高 $D=0.079\text{m}$ で除し無次元化している。横軸は風速を模型の固有振動数 f (たわみ $f_y=3.86\text{Hz}$ 、ねじれ $f_\theta=4.03\text{Hz}$) と桁高 D で除し無次元化している。比較的振幅の大きい渦励振現象は、 $\alpha=-3^\circ$ 、 $\pm 5^\circ$ にお

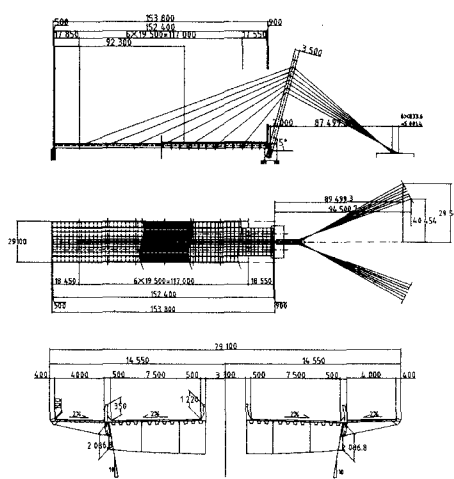


図 1 橋梁の一般図及び断面(単位 mm)

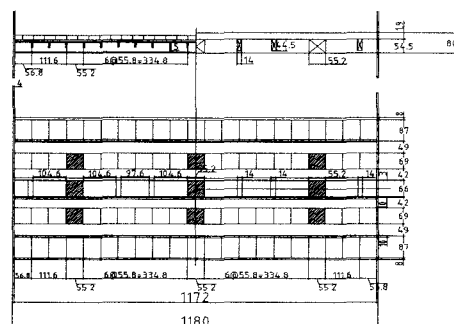


図 2 1/50 縮尺 2 次元剛体模型(単位 mm)

表 1 各種諸元値

	実橋	縮尺 1/50 の箱型大橋 2 次元剛体模型	
重量	23.722t/m	9.489kgf/m 11.121kgf/model	
極慣性モーメント	1472.0t ² /m	0.2355kgf ² /m=0.024kgf ² /m/m 0.2760kgf ² /model=0.0282kgf ² /model	
構造減衰率	たわみ	たわみ	ねじれ
	0.020	0.019	0.020
固有振動数(Hz)	たわみ	たわみ	ねじれ
	0.824	3.86	4.03
固有振動数比	1.0449	1.0440	
風速倍率		10.67 倍	

Yasuhiro KAWATA, Takashi GOTO, Masaharu SHIBATA, Hiroshi KOBAYASHI

いて、たわみ、ねじれ共に発生している。特に $+5^\circ$ の場合の振動は大きな値となっている。また、 $\alpha=0^\circ$ 、 -3° においてたわみ、ねじれの連成フラッターが発生している。 $\alpha=-3^\circ$ のフラッターは、実橋に換算して約75m/sと十分高い風速で発生している。

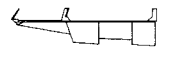
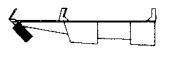
以上より、渦励振を対象とし制振対策を行う。まず迎角 $\alpha=-3^\circ$ について応答試験を実施した。制振対策断面の一部を表2に示す。

プレートに関しては、完全封鎖のAタイプは効果が無かった。B~Eについては、長いほど応答振幅は小さくなったが、完全に振動を抑えるためにはEタイプ(実橋で1.8m)を付加しなければならない。高欄の対策に関しては、どのタイプもたわみ、ねじれ共に完全に振動を抑制することができた。その他、中央開口部を変化させてみたが高欄ほどの効果は得られなかった。また、車歩道高欄を嵩上げしたが、それ単独では効果が無かった。

他の迎角についても調査した結果、次のような傾向が伺えた。

- 1) 高欄の対策は負の迎角に効果があるが、正の迎角には逆効果である。
- 2) 車歩道高欄を高くすることは正の迎角に効果があるが、負の迎角には逆効果である。

表2 制振対策断面 (一部)

<設置基本断面>	<プレートA-E>	<高欄A-D>	<高欄C+車歩道高欄>
			
何の対策も施さない。	箱桁から端部を完全封鎖(A) 耳継ぎの斜めプレートをもとの長さの1, 2, 3, 5倍に延長(B-E)。	Aタイプ(50%閉塞) Bタイプ(50%閉塞) Cタイプ(50%閉塞) Dタイプ(25%閉塞)	高欄Cタイプ(正方形充実率50%)と、車歩道高欄を50cm嵩上げたものの組み合わせ。

以上より今回の実験では、最終的に高欄Cと車歩道高欄50cm嵩上げを組み合わせた断面を用いて全迎角に対して実験を行った。応答結果を図4に示す。これを見ると迎角 $\alpha=-5^\circ$ 以外はすべて振動を抑制できた。迎角 $\alpha=-5^\circ$ については発現風速は高風速域に移行したが、振動振幅は設計基本断面の場合より大きくなった。

4) まとめ

高欄Cと車歩道高欄50cm嵩上げを組み合わせた断面を採用することにより振動をほぼ抑えることが出来た。ただ迎角 $\alpha=-5^\circ$ の場合の振動も抑える断面をさらに追求すると共に、フラッターについても調査する必要がある。

【謝辞】 本研究を遂行するにあたり御協力頂いた立命館大学理工学部4回生の吉田晶氏に謝意を表します。

- 【参考文献】**
- 1) 本州四国連絡橋公団：明石海峡大橋耐風設計要領・同解説，1990
 - 2) 社会法人 日本道路協会：道路橋耐風設計便覧，1991

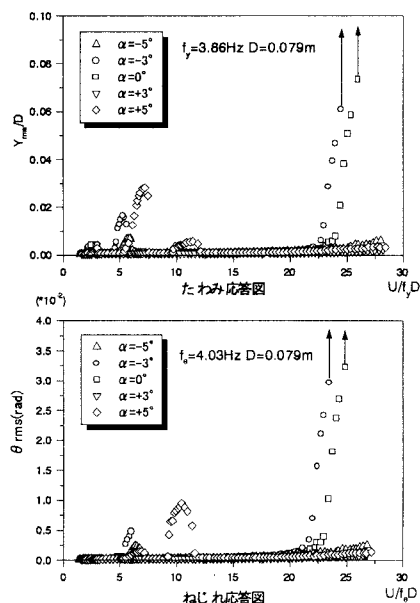


図3 基本断面応答図

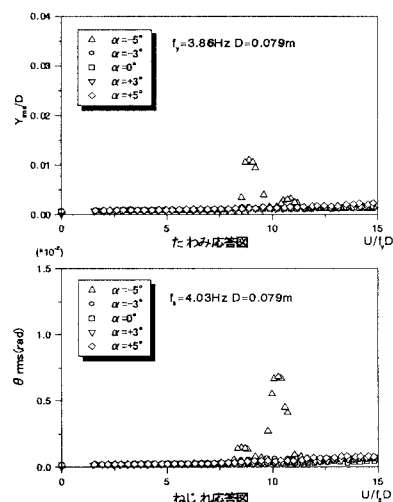


図4 高欄C+車歩道高欄に対策を施した断面の応答図