

I-257

明石海峡大橋全橋模型の一樣流中でのフラッター特性

本州四国連絡橋公団	正会員	勝地 弘
本州四国連絡橋公団	正会員	保田雅彦
建設省土木研究所	正会員	横山功一
建設省土木研究所	正会員	金崎智樹

1. まえがき

本四公団では、明石海峡大橋（中央支間長1990m）の耐風安定性をより詳細に照査するため、建設省土木研究所との共同研究として全橋模型風洞試験を行っている。これまでに一樣流及び乱流中での試験が終了しており、引き続き斜風、架設系での試験を行う予定としている。本報告は、この全橋模型風洞試験のうち、データ整理が終了している一樣流中でのフラッター特性について報告するものであり、静的変形特性の報告と対をなすものである。

2. 試験概要

全橋模型は、縮尺1/100（全長40m）の三次元弾性模型である（図-1）。これは、補剛桁部材にカーボンファイバーを主体とする複合材を用いたり、曲げとねじれの剛性を相似する方法として剛性棒に替わるV字パネを用いるなどの新しい試みを行っている。^{1)~3),5)} また、風洞は本四公団が建設省土木研究所構内に建設した大型風洞施設（測定部寸法：幅41m×高さ4m×長さ30m）を用いている。^{4),5)}

明石海峡大橋の耐風安定性については、これまでに部分模型風洞試験によって詳細な調査がなされ、鉛直スタビライザー、センターバリアといった耐風対策によって、その耐風安定性が確保できることがわかっている（図-2）。全橋模型風洞試験では、これら対策の有効性の確認と最終の耐風対策を決定するため、耐風対策に着目して4種類の断面について試験を行った。また、気流条件として気流傾斜角0°及び+3°の2ケースを行った。

3. 試験結果

1) 模型の振動特性

表-1に模型の固有振動数の測定結果および実橋の解析結果から得られた模型の所要値を示すが、模型のねじれ振動数が若干高めであることがわかる。

2) 風速V-減衰 δ の関係

図-3にV- δ 曲線を示す。耐風対策を施さない基本断面では、フラッター限界風速 V_{cr} は約85m/s（実橋換算、以下同じ）、他の対策断面ではいずれも90m/s以上となった。実橋のフラッター照査風速は78m/sであり、直接的には全ての断面で耐風性を満足しているが、相似の簡略化などによる全橋模型と実橋との構造特性の違いを勘案して実橋の耐風性を推定することとしている。また、部分模型試験との比較についても、全橋模型では静的な変形（水平たわみ、補剛桁のねじれなど）が橋軸方向に変化して生じるため、直接には比較できないが、定性的には一致する傾向が見られる。

3) 風速V-振動数fの関係

フラッター発生までの各風速におけるねじれ対称1次振動モードに着目した振動数の変化を図-4に示す。これよりフラッター発生時には、振動数が無風時の85%程度に低下していることがわかる。この振動数の低下率は、別途行った部分模型試験での結果ともよい一致を見ることができる。

4) フラッターモード

フラッター時には、部分模型試験でも観測された曲げとねじれの振動成分が連成した曲げねじれフラッターが観測された。これに伴って、補剛桁の回転中心が風速の増加とともに移動したり、曲げとねじれの振動成分間に位相差が生じている。また、橋軸方向に回転中心及び曲げとねじれ振動成分間の位相差が変化する

現象も観測された(図-5、6)。これは、部分模型風洞試験からは予測できなかった現象であり、今後実橋の耐風性を評価する上での重要なポイントと理解している。

4. まとめ

以上の結果から、部分模型風洞試験で確認された耐風対策の有効性が全橋模型風洞試験でも確認できた。全橋模型風洞試験では部分模型風洞試験では見られなかった複雑な現象も観測されており、別途測定した非定常空気力をもとにしたフラッター解析や模型構造特性の解析などを通じて、これらを詳細に検討しているところである。また、明石海峡大橋の耐風安定性については一応確認されたが、今後乱流中、斜風での試験結果や架設系での試験結果を踏まえて、総合的に判断することとしている。

なお、本試験は本州四国連絡橋耐風委員会(委員長:宮田横国大教授)および同風洞試験作業班の指導のもとに行われているものである。

[参考文献] 1) 荒居ほか、2) 藤澤ほか、3) 鈴木ほか、4) 勝地ほか、「超長大橋梁の全橋模型風洞試験」に関する4編、土木学会第46回年次学術講演会概要集 1991.9 I-250~253

5) 勝地ほか:超長大橋梁の耐風安全性に関する大型風洞試験、構造工学論文集 Vol.38A 1992年3月

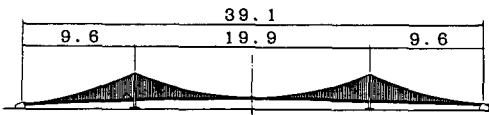


図-1 全橋模型一般図(単位:m)

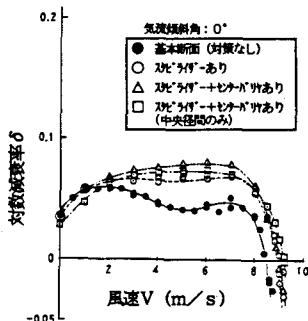


図-3 風速と減衰の関係

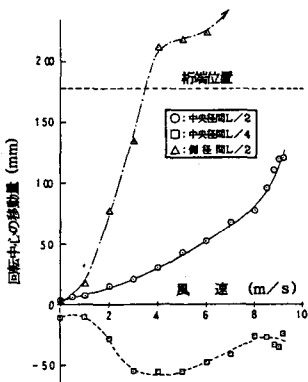


図-5 回転中心の移動

*実橋への風速倍率は10倍である。

表-1 全橋模型固有振動特性 (Hz)

	模型値	所要値	実橋値
鉛直曲げ対称1次	0.65	0.64	0.064
ねじれ対称1次	1.56	1.50	0.150
水平曲げ対称1次	0.39	0.39	0.039

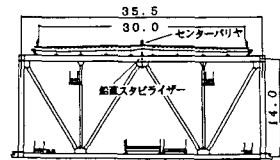


図-2 模型補助断面(単位:cm)

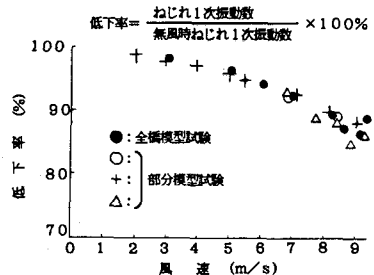


図-4 風速とねじれ振動数の関係

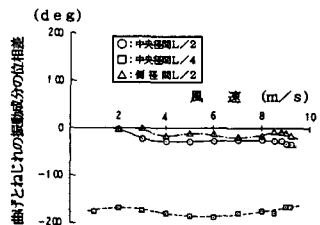


図-6 曲げとねじれの位相差