

I-256 明石海峡大橋全橋模型の静的変形

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

1. まえがき 明石海峡大橋は神戸市と淡路島の間建設されている全長3,910mの超長大吊橋である。吊橋はスパンが大きくなるに従い振動数が低下し、暴風時の変形量も増大するため、本橋の耐風安定性を確保する事は従来の長大吊橋に比べてはるかに難しく、風荷重による変形量を精度良く評価するという事はこれまで以上に重要である。そこで、従来の長大吊橋のように部分模型による耐風性の評価だけでなく、できるだけ実橋を忠実に再現した全橋模型を用いて風洞試験を行うことにより本橋の耐風性を検証することとして、現在土木研究所構内の大型風洞施設において実験が進められているところである。

ここでは、一様流中の全橋模型試験でみられた静的変形(特にねじれ変形量)に着目し、耐風性を評価する上での問題点を考察した。

なお、一連の実験は、土木研究所と本州四国連絡橋公団とによる「超長大橋梁の耐風設計法に関する共同研究」の一環として、耐風委員会・大型風洞試験作業班の協力のもとで行われているものである。

2. 試験条件 大型風洞施設¹⁾における気流は、主流方向の乱れ強さが1%以下であり、断面内の平均風速分布の偏差は±3%以内である。従って、気流の一様性は十分保たれていると考えられる。

模型設計については、既に報告されている²⁾³⁾⁴⁾が、縮尺1/100で製作された全長約40mの空力弾性模型である(図-1参照)。静的載荷試験及び動的載荷試験により、模型の主要な剛性及び重量の相似が良好であることは確認されている⁵⁾。

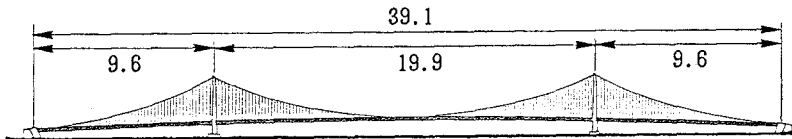


図-1. 全橋模型一般図(単位:m)

3. 試験結果及び考察 以下に、設計の基本とした断面(図-2参照)の試験結果を実橋および模型の解析結果と比較して示し考察する。

ねじれ変形量に関しては、既に行われている部分模型試験の結果より、本橋のフラッター特性が気流の傾斜角の影響を比較的大きく受けることが分かっており、実橋との整合が要求されたが、図-3に示す様に若干の差が見られた。

まず、実橋の解析結果と模型の解析結果の差であるが、これは模型製作上の制約によるものであり、具体的には、塔の伸び剛性が相似できないこと、さらにハンガーの補剛桁への取付部の剛性により見かけ上のハンガー取付位置が高くなっていること、桁の剛性を相似させるためのV字型バネが水平たわみにより力を受け、ねじれ剛性が低下すること等によるものである。

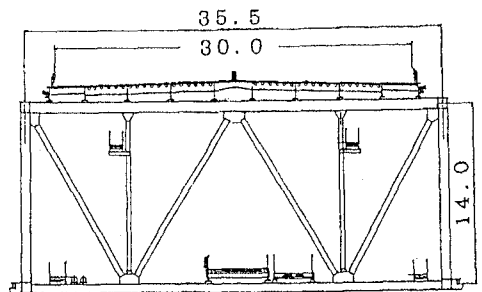


図-2. 補剛桁模型断面(単位:cm)

次に、模型の解析結果と風洞試験結果との差であるが、これは一つには解析モデルの問題(特に塔と補剛

桁との連結部の条件)ともう一つには解析手法の問題があるものと考えられる。今回の実験と解析の過程において、吊橋補剛桁の風によるねじれ変形量に関しては、定常空気のモーメント成分により発生する変形よりも、抗力により補剛桁が水平方向にたわんだ際に、ハンガーが補剛桁を引き戻そうとする力がトルクとなって発生する変形量が支配的であることが分かった(図-4参照)。

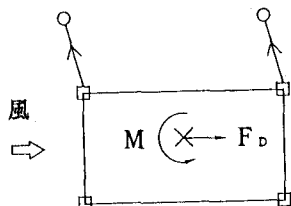


図-4. ハンガー張力によるトルク

暴風時のねじれ変形量は、従来の1,000m級吊橋ではわずかであり、耐風性を評価する上でそれほど重要視されていたとは言えない。しかしながら、今回の試験及び解析により、2,000m級の吊橋では従来考えられていた以上に

大きなねじれ変形が生じる可能性が示されたわけであり、このねじれ変形量が静的設計及び耐風安定性に及ぼす影響に対しては、十分な照査が必要であると考えられる。なお、今回の全橋模型試験結果については、上述したねじれ変形量の誤差を解析により補正することとしている。

また、水平たわみ量に関しては、解析結果と良い一致がみられ(図-5参照)、これまでの風荷重による設計手法の精度が確認された。

鉛直たわみ量に関しては、水平たわみ量に比べて値が小さいために、変位を計測するカメラ軸の設定誤差の影響を受け易く、精度のよい比較ができなかった。しかしながら、鉛直たわみが耐風特性に与える影響は小さいと考えられ、模型の鉛直たわみ量に実橋のそれと多少の差があったとしても実橋の耐風性を評価する上での問題は少ないと考えられる。

4. まとめ 明石海峡大橋の一樣流中での全橋模型風洞試験結果及びそれを補足する解析の結果より、本橋の静的変形特性に関して以下のことが分かった。

- (1) 明石海峡大橋のような超長大吊橋では、暴風時に比較的大きなねじれ変形が生ずる。
- (2) 超長大吊橋のねじれ変形は、主に補剛桁が水平方向にたわんだ際に、ハンガーが補剛桁を引き戻そうとする力がトルクとなって引き起こされる。
- (3) 大きなねじれ変形量は、実橋の耐風安定性に与える影響も大きいことから、さらに精度のよい解析手法の開発が望まれる。

【参考文献】 1)~4) いずれも土木学会第46回年次学術講演会概要集 1991.9 I-250~253

5) 勝地他: 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

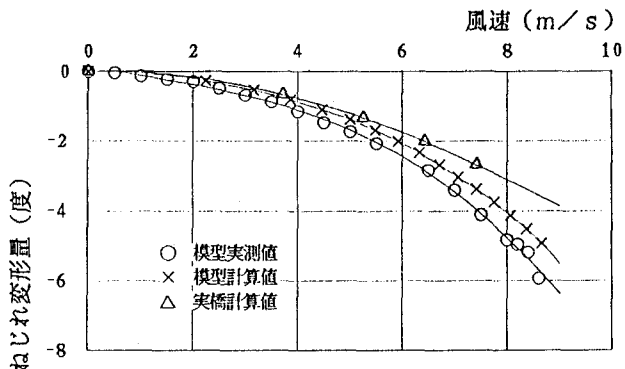


図-3. 暴風時ねじれ変形量(中央径間中央)

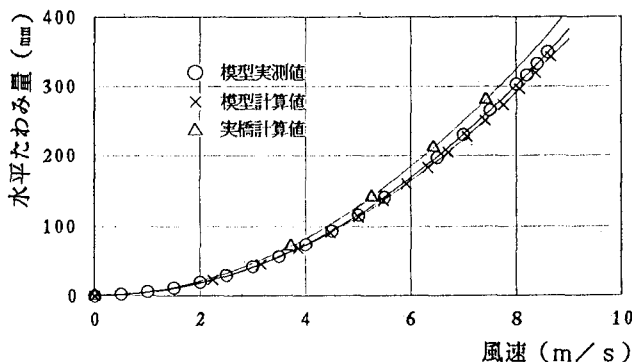


図-5. 暴風時水平たわみ量(中央径間中央)