

I-253

超長大橋梁の全橋模型風洞試験

—補剛桁模型の設計検討—

石川島播磨重工業㈱ ○正員 鈴木政直 正員 樋上琇一
 横浜国立大学 正員 宮田利雄
 建設省土木研究所 正員 横山功一
 本州四国連絡橋公団 正員 保田雅彦

1. はじめに

全橋模型の精度は実橋構造・空力特性の再現性に大きく影響を与える。明石海峡大橋の全橋模型は補剛トラス桁の幾何学的形状および構造特性を精度良く再現するために、模型縮尺は 1/100、全橋長さ 39.9m の大型模型となっている。この大型模型は、塔、ケーブル、桁のそれぞれについて、構造特性と空力特性を相似し、これらを組み立てた結果における実橋の 3 次元対風挙動を再現する方針で設計された。ここでは、桁模型についての設計方針、構造、および性能試験結果の概要を述べる。

2. 桁模型の設計方針

剛性相似…桁断面の空力特性相似に影響をおよぼす恐れのある剛性棒は使用せずに、桁の曲げ剛性とねじれ剛性を相似する。ねじれ剛性相似において、模型のセン断中心は実橋と同じトラス中心に位置するものとする。質量相似…桁の質量、極慣性モーメントに加え重心を相似する。セン断中心と重心を相似することにより実橋の桁の回転中心の橋軸方向変化を模型で再現する。減衰相似…桁模型単独の構造減衰を「明石海峡大橋耐風設計要領」に記されている値であるねじれ $\delta = 0.02$ 、曲げ $\delta = 0.03$ 以下に抑える。模型耐力…高風速における実橋挙動を調べるため、模型はフラッター照査風速 78m/s の風荷重載荷状態で 5° のねじれ振動、ならびに 90m/s で 2° のねじれ振動を照査できる耐力を有する。

3. 模型の構造

桁模型は図-1 に示すように実橋トラスの 4 パネル分を 1 ブロックの剛体模型として、ブロック間を 4 本の V 字形状のパネで結合した [剛体ブロック + V 字パネ] 構造である。中央径間と側径間の桁はそれぞれ 36 ブロックと 34 ブロックの模型で構成され、各ブロックは 2 パネル毎のハンガーで吊られる。模型材料は一般には桧が用いられているが、トラス材は軽量で剛性の高い 0.3mm カーボンプレート + 硬発泡スチロール複合材で作り、床版の路面はアルミ材で作られている。V 字パネはリン青銅製である。

ブロック模型は複合材で、出来る限り剛な構造として、V 字パネの強さで剛性を相似する。実橋補剛桁の曲げ剛性は弦材の伸び剛性で決るので、図-2 a に示す V 字パネ変形で弦材伸び剛性を再現する。一方、ねじれ剛性は図-2 b に示す V 字パネで再現する。4 本の V 字パネはいずれもトラス中心に向いており、これによりセン断中心はトラス中心となる。質量、極慣性モーメント、さらに重心の 3 つを同時に相似するためには、模型断面の質量分布を実橋のそれに近いものとする必要がある。トラス材に軽量、かつ剛性の高い複合材を、また路面に比重の大きいアルミを使用した理由はこのためである。

4. 構造性能試験

剛性は吊りパネで支持した固定-自由端の 5 ブロック模型により計測した。表-1 に所要値比を示す。曲げ、ねじれ剛性ともに所要値に対して誤差は 10% 以内である。5 ブロック模型に、風荷重に対応する曲げモーメントを加えた状態でのねじれ剛性を図-3 に F.E.M 計算値とともに示す。風荷重載荷状態ではねじれ剛性が小さくなり、5 ブロック模型は計算と同様の挙動を示すことが確認された。質量相似は気流を乱さないように鉛を弦材の中、およびブラケットの陰に入れ、適切な分配としたことにより、良い精度で相似できた。また、5 ブロック模型の減衰は、ねじれと水平曲げについては所要値以下である。鉛直曲げの減衰は空力減衰の影響を受け $\delta = 0.04$ 程度となった。

5. 空力性能試験

V 字パネは模型主構幅の 20% の長さとなっており、外見上、突起物としては大きい。このため、部分模型試験で V 字パネが桁断面の空力特性におよぼす影響を調べた。図-4 に示すように V 字パネの存在によるフラッター特性、三分力特性の変化は小さい。

6. おわりに

本検討は、本州四国連絡橋耐風委員会風洞試験作業班の活動の一環として実施されたものである。

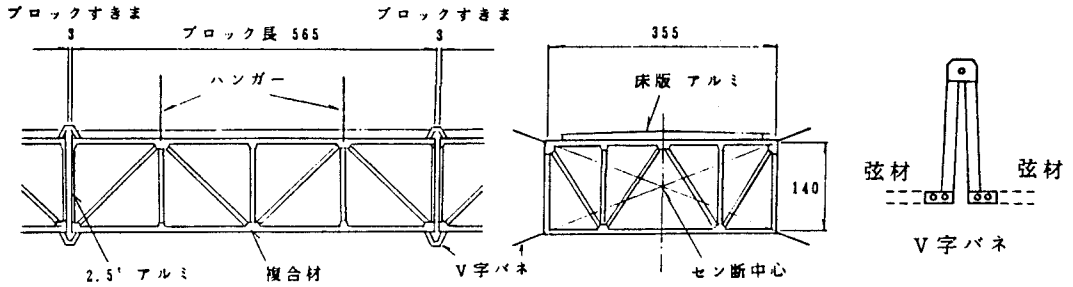
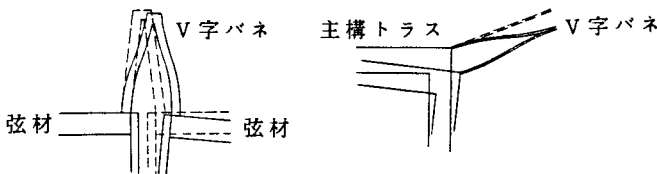


図-1 桁模型



a) 伸び剛性の再現 b) ねじれ剛性の再現

図-2 パネの変形状態

表-1 パネ所要値比

剛性		パネⅠ	パネⅡ	パネⅢ
水平曲げ	E I II	0.967	0.917	0.980
鉛直曲げ	E I V	1.056	0.990	1.042
ねじれ	G J	0.912	0.900	0.987
対象		塔近辺	側径間端部 中央径間中央	側径間中央 中央径間1/4

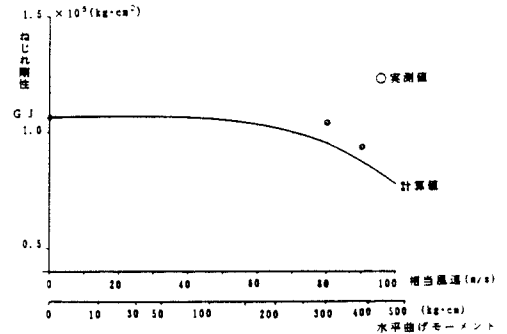
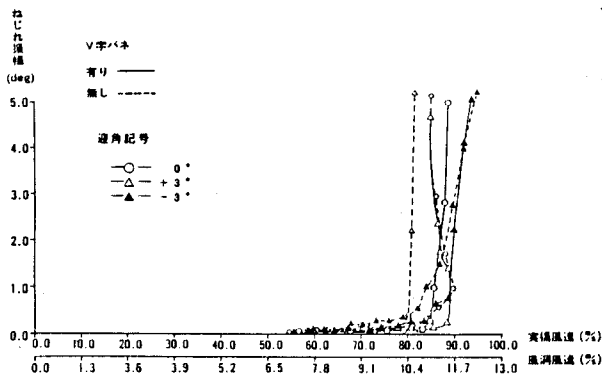
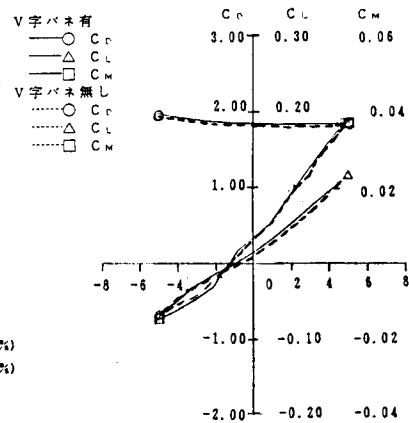


図-3 曲げモーメント載荷時の
ねじれ剛性



a) フラッター特性



b) 三分力特性

図-4 V字パネの有無による空力特性の違い