

I-237 1面ケーブル橋梁の連成フラッター解析と2&3次元風洞試験

日立造船(株) 正員 田中 洋 日立造船(株) 正員 山村信道
日立造船(株) 砂田博幸 日立造船(株) 山口映二

1. まえがき

モノケーブル吊橋、1面ケーブル斜張橋などが連成フラッターを生じる場合には、中央スパン部と側スパン部で鉛直曲げ・ねじれモードの連成状態が異なるため、2自由度の連成解析、及び、2次元模型試験では正解を得難いと考えられる。本研究では、此花大橋(旧名：北港連絡橋)¹⁾と類似のモノケーブル吊橋(想定諸元)について、非定常空気力係数を用いた多数モードの連成解析²⁾³⁾⁴⁾と風洞試験により、この問題を考察した。

2. 解析と風洞試験の概要

実橋(想定)と3次元模型(縮尺比1/100)の諸元をFig.1~3に示す(2次元模型:1/50)。主塔位置の桁支点は、橋軸直角(水平)方向のみ支持して支点モーメントを低減するLeonhardt方式を考えた。各1次の鉛直曲げ・ねじれモード(Fig.4)から見て、中央スパン部と側スパン部には逆位相の連成モードが生じる。解析では、この影響を考慮するため、さらに2次・3次の鉛直曲げモード(全体次数では、6次・8次)を加えて、4次元の連成解を求めた。風洞試験は、日立造船(株)の汎用大型風洞を使用し、非定常空気力係数は強制振動法と自由振動法を併用して精度を確認したうえ、強制振動法の計測値を解析に用いた。

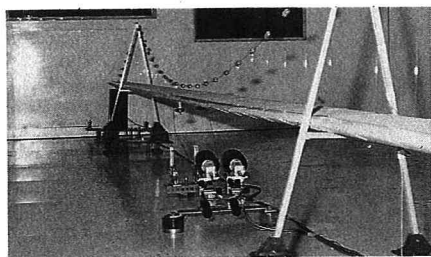


Photo 1 3-dim. Model

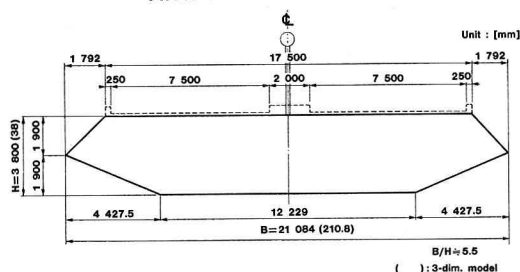


Fig. 2 Tapered Box Section

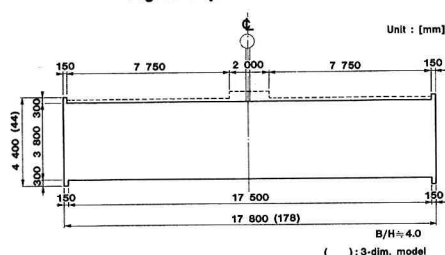


Fig. 3 Rectangular Box Section

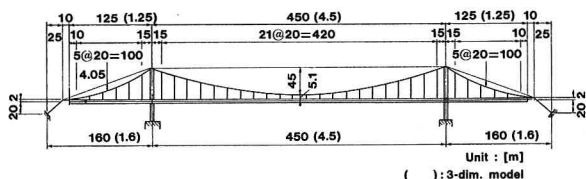
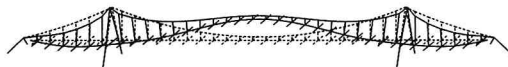


Fig. 1 Mono-Cable Suspension Bridge

1st Bending Mode ($f = 0.2424\text{Hz}$): Mode No.4



1st Torsional Mode ($f = 0.2999\text{Hz}$): Mode No.5



2nd Bending Mode ($f = 0.3745\text{Hz}$): Mode No.6



3rd Bending Mode ($f = 0.4927\text{Hz}$): Mode No.8



Fig. 4 Lowest Vibration Modes

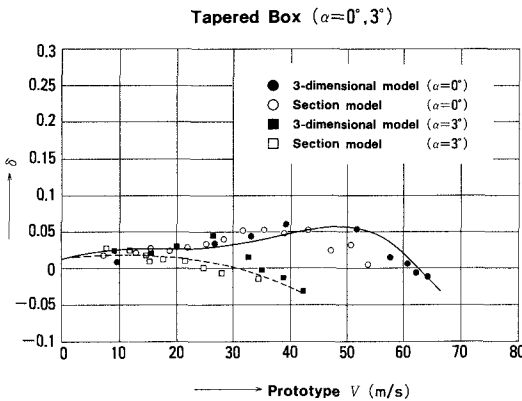


Fig. 5 Logarithmic Decrement (Tapered Box)

3. 解析値と試験結果の比較

連成解析値(図中の実線及び破線)と風洞試験による $V-\delta$ 曲線をFig.5,6に比較する。梯形断面の迎角($\alpha=0^\circ$)は完全な連成振動であり、発振風速の付近では、鉛直曲げ・ねじれモードがほぼ1:1の連成を生じた。梯形断面の迎角($\alpha=3^\circ$)では鉛直曲げ成分が小さく、ねじれ1自由度に近い。矩形断面の場合はねじれ1自由度(ストール)フラッターが発生した。Fig.5,6の結果を次に考察する。

- ① $V-\delta$ 曲線・発振風速の解析値と3次元模型の試験結果は、どの場合も良好な一致を得ている(梯形断面の $\alpha=0^\circ$ に対する連成解析で2次・3次の鉛直曲げモードを除くと、発振風速が数(m/s)低下する)。
- ② 梯形断面($\alpha=0^\circ$)の2次元模型は実橋風速 $V \approx 45$ (m/s)で発振したが、その結果に側スパン部の逆位相連成の影響を解析的に補正した $V-\delta$ 曲線(Fig.5)は、解析値・3次元模型試験に準ずる結果を得ている。

4. まとめ

1面ケーブル橋梁の連成フラッターに特異な問題点を提起し、連成解析では高次モードを加える必要があり、2次元模型試験では空力減衰・発振風速が過小評価される場合があることを示した。連成時の振動数、振幅比、位相差なども連成解と3次元模型試験の結果が良好な一致を得た。これらの詳細については、当日発表の予定である。

<参考文献>

- 1) 岡 正英, 重見五男, 田中 洋ほか: モノケーブル自碇式吊橋「北港連絡橋(仮称)」の詳細設計, 日立造船技報, 第48巻2号, 1987.12
- 2) 山村信道, 田中洋, 植田利夫: 立体振動系と2次元風洞模型の相似側(第2報完), 日立造船技報, 第51巻1号, 1990.6.
- 3) 田中 洋, 山村信道, 辰巳正明: 非定常空気力係数を用いた長大橋梁の連成フラッター解析, 土木学会 第45回年次学術講演会講演概要集, 1-426, 1990.9
- 4) 田中 洋, 山村信道, 辰巳正明: 長大橋梁の非定常空気力係数による連成フラッター解析, 風工学シンポジウム(1990), 風工学会, PP.61-66, 1990.12

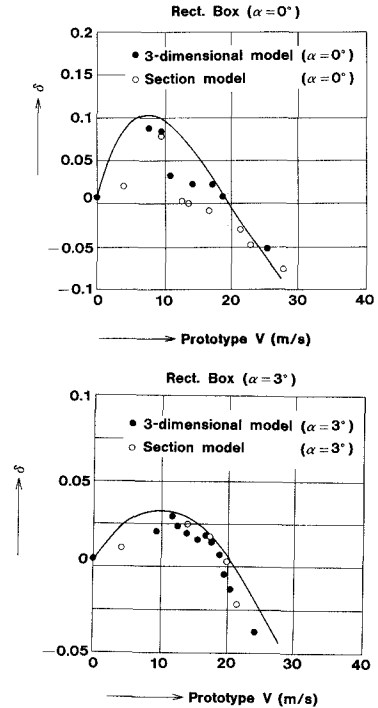


Fig. 6 Logarithmic Decrement (Rectangular Box)