

I-331 撫養橋(箱桁橋)の対風応答特性

本州四国連絡橋公団 田中淳之 ○秋山晴樹 (株)ニチゾウテック 植田利夫

1. まえがき 本四連絡橋・撫養橋は全長534m(107m+160m+160m+107m)で規模の大きい四径間連続箱桁橋である。本橋の特徴は約54m離れて小鳴門橋(トラス補剛吊橋)に並列していること、将来の完成系では、2つの箱桁が並列するが、当面1箱桁の暫定系として建設されたことである(図1)。本文ではその暫定系(未舗装状態)において実施した構造減衰の調査と自然風中の対風応答観測結果を述べるとともに三次元風洞試験結果と対比して考察を加えた。

2. 風洞試験結果と暫定系断面 一様流中の二次元風洞試験の結果、原設計案は10m/s強で渦励振20m/s弱からギャロッピングの発生が予想された。耐風対策はフラップ、上部スカートと腹板側部プレートの組合わせが良好であった。前2者は主として渦励振、後者はギャロッピングに効果を発揮する(1)。その後、本橋は変断面であるのでプレートの取り付け位置の他検査車レールの検討も含め一様流および乱流中の三次元風洞試験が実施された。その結果、各支間中央約1/3の区間のプレートの位置を桁下面から1mに保持する、レールは桁側面下方に沿わせることになった。また、フラップ、スカートを設置しない場合一様流中では渦励振が残るが、乱流中では消滅しバフェッチングのみになり、疲労強度上も問題がないと判断された(2)。以上の結果から、暫定系の架設は管理路及び各種管路の添架を兼用するプレートのみを設置して行い、対風応答観測結果をまっけてフラップ、スカートの設置の是非を判断することになった。

3. 固有振動特性 常時微動測定の他、トラッククレーンを利用した後輪落下、ブーム先端・重錘の周期的昇降などにより加振し、その後の自由減衰振動測定を行った。振動の測定には5台のサーボ型加速度計を用いた。固有振動数を計算値と比較して表1に示す。加振時の振幅は約4mmであるが、常時微動の場合より若干振動数が小さくなっている。振動の大きさに関連する支承部の摩擦が原因の1つと考えられる。1次、2次の低次振動に関する自由減衰振動を得るにはブーム先端・重錘の周期的昇降の方法が良好であった。振動振幅と構造減衰の関係を図2に示す。振動変位は3~4mm程度である。1次モード(0.547Hz)では0.06~0.12とばらつきがみられるが、2次モード(0.82Hz)では0.06~0.07と比較的安定した値が得られた。風洞試験で仮定している0.02の3倍~6倍である。

4. 対風応答特性 昭和61年2月初~6月初の4ヶ月間風と振動を測定した。風向・傾斜角・風速は2台のエースペンにより、また、振動は前述の加速度計により検出した。図1に示すように橋軸方向はほぼ南北(22'のずれ)で、小鳴門橋は本橋の西側に位置する。観測期間中種々の風向のデータが得られたが、この中最大振幅を示した記録の一部を図3に示す。また、西風($W \pm 22.5^\circ$)について評価時間60秒の平均風速と最大振幅(加速度、倍振幅)の関係を図4に示す。平均風速10m/s付近で乱れの強さは0.1~0.2、平均傾斜角は $\pm 6^\circ$ 以内であった。図4から一様流中の風洞試験で発生していた渦励振は殆ど見られず、乱流中の風洞試験と同じようにバフェッチングが観測されているようである。振動のスペクトル解析の結果、1次振動モードが卓越していることが確認された。乱流中の風洞試験結果を構造減衰を0.06、測定時の重量及び振動数を用いて概略補正したところ、観測された応答とほぼ一致することがわかった。

5. あとがき 以上の観測結果からプレートのギャロッピング抑制効果が検証された。また、乱れの影響が、構造減衰が大きいため明確ではないが、乱流中の風洞試験通り渦励振の発生も殆ど見られないこと、予想されたバフェッチングよりも小さいことなどから、暫定系の撫養橋自身については問題がなく、フラップ、スカートを当面施工しないことになった。今後、舗装後の暫定系について小鳴門橋を含めた動態観測が実施される。また、将来、完成系では並列する箱桁同士の空力的振動(1)の問題も検討されよう。その時点で改めて総合的な検討がなされようと考えている。

なお、本観測は、本州四国連絡橋公団の業務として、日立・瀧上撫養橋上部工架設工事共同企業体で実施された。関係者各位に感謝の意を表します。

最後に、土木学会・本州四国連絡橋耐風研究小委員会の御指導を頂いたことを記し、敬意を表します。
〔文献〕（1）土木学会・本州四国連絡橋耐風研究小委員会：昭和57年度・本州四国連絡橋の耐風に関する調査研究報告書，昭和58年3月 （2）田中，多田，長谷川：撫養橋の風洞実験，本四技報 No.33，昭和60年4月

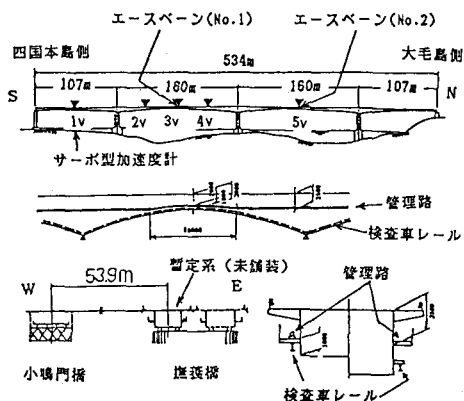


図1 撫養橋一般図および計測器の配置

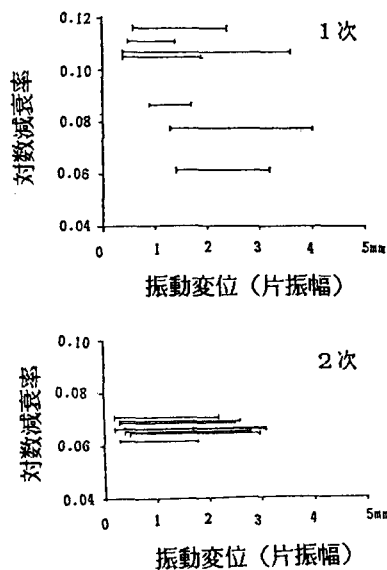


図2 構造減衰（対数減衰率）

表1 固有振動数（鉛直曲げ振動）

振動 次数	振動モード	常時微動	クレーン 加振(Exp)	有風時 振動	計算値 (Cal)	Exp/ Cal
1次		0.586	0.547	0.547	0.512	1.07
2次		0.859	0.820	0.840	0.811	1.01
3次		1.31	1.29	1.35	1.24	1.04
4次		1.45	1.41	1.41	1.44	0.98
5次		2.25	2.15	2.15	2.14	1.00

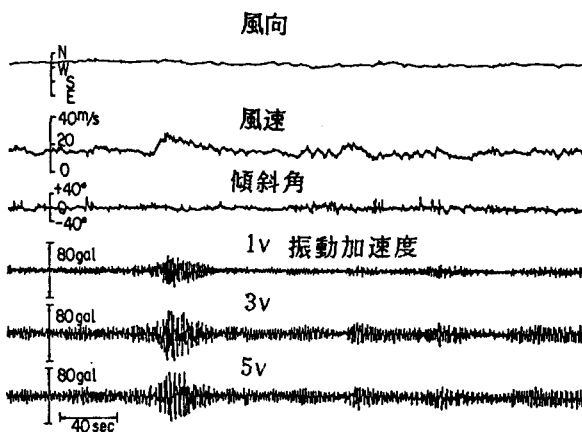


図3 観測記録一例

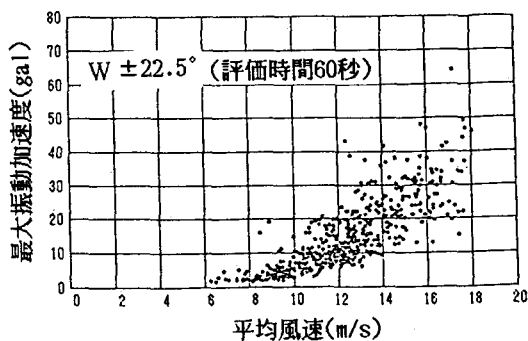


図4 平均風速 ～ 最大振動振幅