

I - B 366

宇品大橋の耐風性検討

三菱重工業(株) 正員○山本 信哉、 正員 本田 明弘
 広島高速道路公社 栗原 廣行、田邊 喜久夫、(株)長大 正員 山崎 明

1. まえがき

宇品大橋は、広島市に建設された最大支間 270m の単弦ローゼで補剛された三径間連続鋼箱桁橋であり、特に長大スパンの桁橋においては耐風性の確保が必要条件¹⁾である為、風洞実験による検討を実施した。図1に一般図及び桁断面図を示すが、同規模の桁橋と比較すると中央径間に設置されたアーチで補剛されているために、中央径間の桁高が薄いことが特徴的である。また、桁の横断勾配も P28~P29 の径間は片勾配で、壁高欄上 2.5m の充実した目隠し板が設置され、三次元性の強い橋梁である。

本橋の振動特性を表1に示すが、鉛直曲げの対称モードと逆対称モードの振動数が極めて接近しており、桁橋とアーチ橋の中間的な動特性を示すことが判る。更に高次では左右の側径間が卓越する対称・逆対称のモードも接近している。また単弦であるためにアーチ部分が橋梁面外方向に変形するモードに関しては、類似した形式の新北九州空港連絡橋²⁾と比較すると、吊材に箱断面が用いられているために、面外の剛性は高い。

2. 風洞実験概要

極めて三次元性の強い形状であるため、縮尺 1/60 の三次元弾性体模型を用いて風洞実験を実施した。特に模型の設計においてアーチ部の剛性を再現するために、桁との接合部付近に調整用のコの字バネを設置して振動性状を実橋と相似にした。また気流条件については、一様流のほか、風洞噴出し口に設置した翼列ダンパーをアクティブ駆動して生成した乱流も用いた。

3. 実験結果

表2に示す一様流中での風洞実験結果を見ると、鉛直曲げ4種類のモードの渦励振が発生しているものの、高風速でのギャロッピング振動は発生しない。

この原因を調査するために、全橋模型において桁高の薄い中央径間の外形材を取り外し、外形材分と等価な付加重量を設置した状態で応答特性を確認したところ、風速 50m/s 付近から急激に応答が発達するギャロッピング振動が観測された。この結果から、「本橋の完成状態におけるギャロッピング振動は、桁高の薄い中央径間に作用する空力減衰によって安定化が計られている。」事が判明し、東京湾アクアライン³⁾と同様に変断面形式そのものがギャロッピング対策となっている。

渦励振に関しては模型の減衰及び気流の乱れをパラメータとした実験を実施した結果を表3に示すが、走行車両の想定される風速 10~15m/s 付近の渦励振は、対数減衰率 0.06 程度あるいは $I_u=6\%$, $I_w=4\%$ 程度の乱れで微小振幅となり、近接する海田大橋⁴⁾の実測結果をも考慮すると、現実的には発生する可能性は少ないものと考えられた。また高風速の 30m/s 付近で生じる渦励振は、対数減衰率 0.15 程度あるいは $I_u=10\%$, $I_w=6\%$ 程度の乱れで微小振幅になり、風速 10~15m/s 付近の渦励振と比較して励振力は大きいものの、発生応力の照査の結果問題は無いため、特に対策は施していない。

更に橋梁のガスト応答に着目した実験では、風洞内で発生させる乱流の空間分布特性も変化させて調査したところ、照査風速 42.3m/s において側径間の卓越するモードによる発生応力が一部許容値を超過したため、鋼材材質を局所的に変更して許容応力度以下にした。

4. まとめ

以下に上記の結果をまとめる。

1) 宇品大橋の桁形式においては、中央径間をアーチで補剛する事により桁高を薄くでき、結果として同規模の桁橋で問題となる「ギャロッピング振動」に対して安定化が図られることが、全橋弾性体模型を用いた風洞実験を通じて明らかとなった。

2) 宇品大橋の渦励振に関しては、橋体の減衰特性・気流の乱れ特性によっては発現する可能性も否定できないが、同規模の桁橋と比較して励振力は小さく、これらの影響を敏感に受ける耐風特性を有している。

なお、本実験に対して貴重なアドバイスを頂戴した、建設省土木研究所の佐藤室長に謝意を表します。

[参考文献]

1) 斎藤・本田、「長大箱桁橋の耐風性及び制振対策法について」、構造工学論文集 Vol.36A, 1990

2) 角 等、「全橋模型による中路式単弦ローゼ橋の耐風安定性検討」、土木学会第 52 回年次学術講演会, 1997

3) S. Hirai et al., 'Aerodynamic stability of Trans-Tokyo Bay Highway Bridge', Journal of wind engineering and industrial aerodynamics, Vol.49, 1993

4) 海田大橋工事誌

キーワード：箱桁橋、耐風設計、ギャロッピング、渦励振

連絡先：〒730-8642 広島市中区江波沖町 5-1 三菱重工業(株) 広島製作所 橋梁設計課(TEL:082-292-3124)

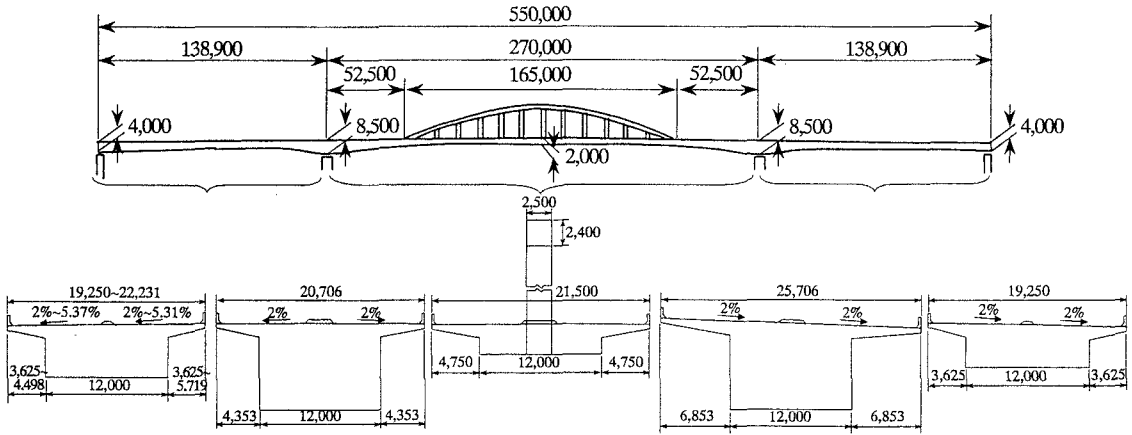


図1. 一般図及び断面図

表1. 振動特性

Mode:1	0.361Hz
Mode:2	0.397Hz
Mode:3	0.427Hz
Mode:4	0.538Hz
Mode:5	0.788Hz
Mode:6	0.788Hz
Mode:7	1.028Hz

表2. 一樣流中実検結果（北風橋軸直角風向）

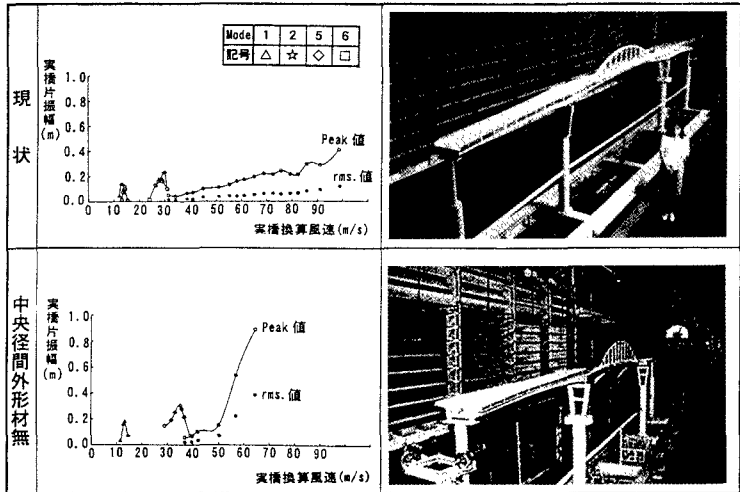


表3. 気流及び減衰による応答変化（南風橋軸直角風向）

	$\delta=0.02$	$\delta=0.03\sim0.04$	$\delta=0.06$	$\delta=0.15$	備考
一樣流					
乱流 A					u =6% w =4% Lu=260m Lw=85m
乱流 B					