

## (仮称)豊島大橋主塔の耐風安定性に関して

広島県 正会員 渡邊 聖 広島県道路公社 正会員 古家和彦 正会員○和田直生  
(株)長大 正会員 深谷茂広 三菱重工業(株) 正会員 所 伸介

## 1. はじめに

豊島大橋(仮称)は、離島振興を目的とした安芸灘諸島連絡橋の3号橋として計画されており、支間長540mの単径間吊橋として種々の設計検討が実施されているものである。本橋の補剛桁に関しては、オープングレーチング床版を用いた検討が既に実施されている<sup>1)</sup>が、本稿は、主塔の耐風安定性検討の一環として実施された一連の風洞試験結果を基に、橋梁完成系における本橋主塔の空力特性についてその概要をまとめるものである。

## 2. 風洞試験概要

縮尺1/50の三次元弾性体模型を用い、橋梁完成系を対象として応答試験を実施した。表1に実橋における振動諸元、及び実橋とモデルのモード形状を比較したものを示す。

モデルの振動数倍率の設定においては、本橋主塔の断面形状に隅切りが施されていることから、レイノルズ数の影響を考慮し、最低でも10,000以上のレイノルズ数域で試験が可能となるように配慮している。

また、橋梁完成系のモード形状の再現に際しては、ケーブルによる塔頂部の拘束効果を模擬するため、塔頂部に設置したバネを風路と結合し、さらに質量効果に関してはバネと風路の結合部分に質量を設置することによって調整を行っている。

図2に風洞試験実施状況を示す。



図2 風洞試験実施状況(模型縮尺1/50)

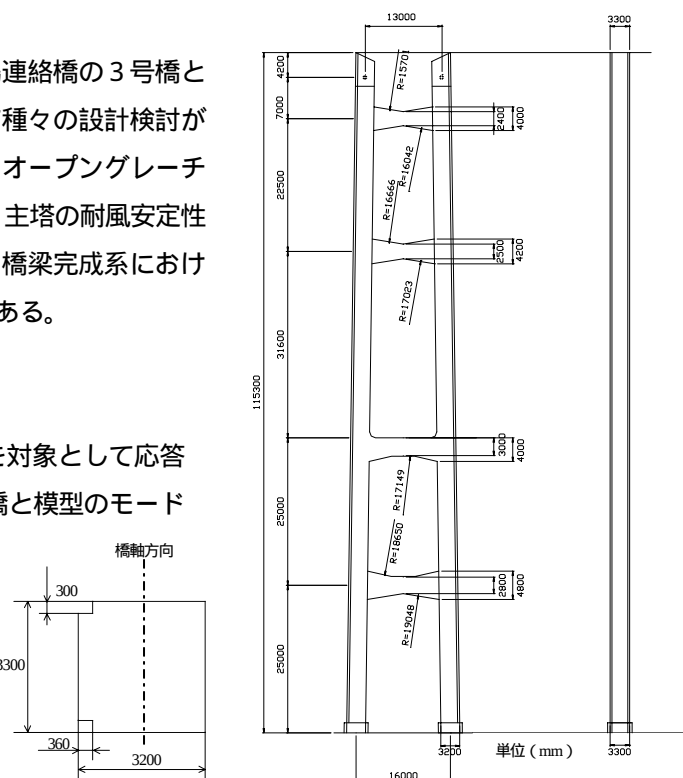


図1 主塔一般図

表1 実橋及び模型(縮尺:1/50)の振動諸元(橋梁完成系)

| 項目                                                                                                      | 面外1次                        | 面外2次                        | ねじれ1次                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                                                                                         | 実橋<br>(模型所要値)<br>(模型値)      | 実橋<br>(模型所要値)<br>(模型値)      | 実橋<br>(模型所要値)<br>(模型値)      |
| 振動数<br>単位: Hz                                                                                           | 1.02<br>(-)<br>(6.48)       | 3.13<br>(-)<br>(21.21)      | 2.21<br>(-)<br>(15.82)      |
| 一般化質量<br>実橋単位: $\text{ton} \cdot \text{s}^2/\text{m}$<br>模型単位: $\text{kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}$    | 36.12<br>(0.289)<br>(0.289) | 45.21<br>(0.362)<br>(0.368) | 77.90<br>(0.623)<br>(0.640) |
| 等価質量<br>実橋単位: $\text{ton} \cdot \text{s}^2/\text{m}^2$<br>模型単位: $\text{kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^2$ | 0.37<br>(0.150)<br>(0.152)  | 0.44<br>(0.177)<br>(0.174)  | 0.69<br>(0.277)<br>(0.272)  |
| 構造減衰<br>(対数減衰率)                                                                                         | -<br>(0.02)                 | -<br>(0.02)                 | -<br>(0.02)                 |
| モード形状<br>○: 模型モード計測値                                                                                    |                             |                             |                             |

キーワード: 吊橋主塔, 風洞試験, 橋梁完成系, 渦励振

広島県道路公社 〒730-0015 広島市中区橋本町7番14号 Tel: 082-227-8636 Fax: 082-227-8691

### 3. 風洞試験結果

図3に、一様流中における各モード毎の応答特性をまとめて示す。(風向:橋軸直角風向を0度と定義)

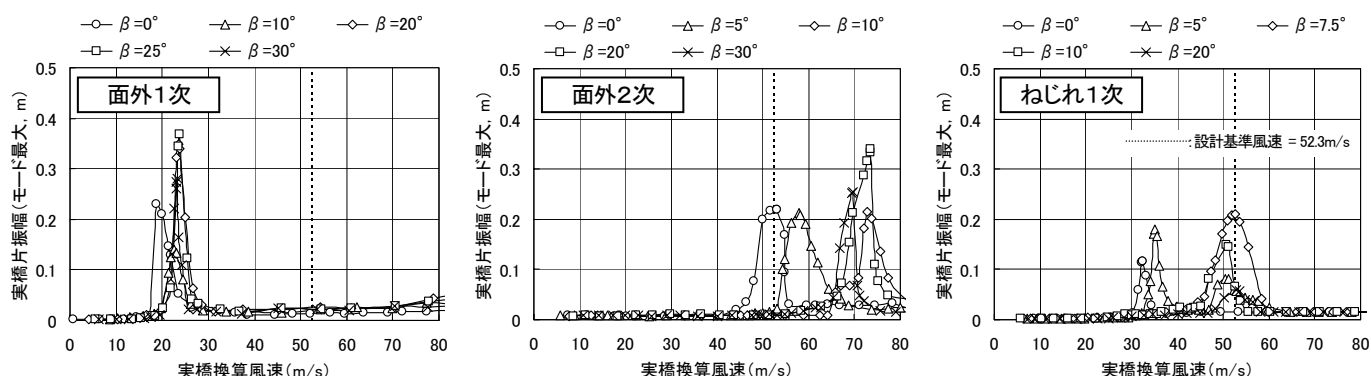


図3 各モードの応答特性(一様流中,  $\delta = 0.02$ )

上図より、設計風速域内において支配的な空力現象は渦励振振動であり、各モードともに風向によって発生風速域、振幅が変化する特性を示すことが判る。渦励振振幅及びその無次元共振風速の風向特性についてまとめたものをそれぞれ図4、図5に示すが、振幅についてはある風向偏角の場合に振幅が増大するという他の隅切り断面にも見受けられる特徴が現れている。また、無次元共振風速に着目すると、風向偏角が大きくなるにしたがって発生無次元風速が高くなる傾向にあることが判る。既往の並列角柱の検討結果<sup>2)</sup>によれば、ある並列間隔の領域においては角柱の間隔が広がるにしたがって単独柱の特性が現れて無次元風速が大きくなることが報告されているが、一方、本橋断面の流れの可視化写真(図6)を見ると、風向偏角が大きくなるにしたがって単独柱としての流れのパターンに近づく傾向にあることから、ここで得られた渦励振発生風速の風向特性は、「風向偏角の増加が見かけ上の並列間隔の増加と類似の効果をもたらす」ために生じたと考えられる(図7)。尚、ねじれ振動においてのみ発生風速の風向特性に離散的な変化が現れているのは、塔柱が逆相に振動することの影響によるものと考えられるが、詳細については今後の課題とするところである。

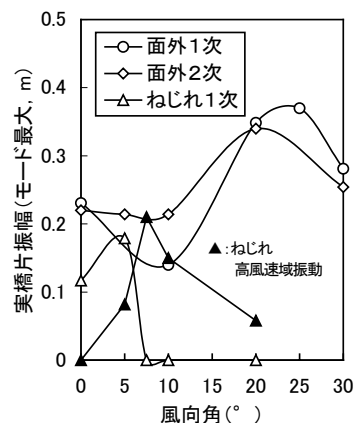


図4 風向特性その1  
(振幅)

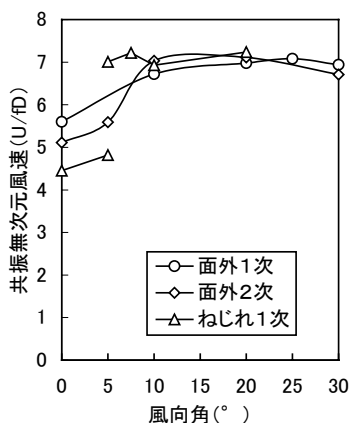


図5 風向特性その2  
(共振無次元風速)

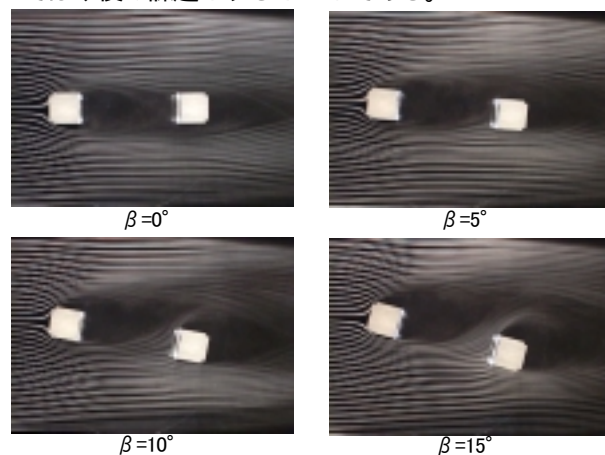


図6 可視化試験結果

### 4. あとがき

現在、乱流試験を実施中であるが、今回得られた一様流試験結果とともに、渦励振発生風速に応じて初通過並びに疲労の両面から安全性の照査を実施していく予定である。

最後に、本研究に御指導と御助言を頂きました京都大学 松本勝教授、ならびに本橋技術検討委員会(委員長:京都大学 白石成人名誉教授)の方々へ感謝の意を表します。

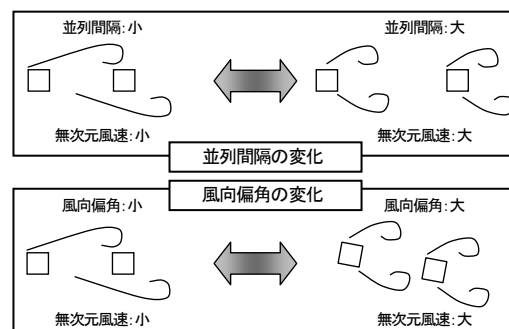


図7 並列間隔と風向偏角の関係

【参考文献】 1) 渡邊, 古家, 和田, 深谷, 植田, "豊島大橋(仮称)オープングレーチング桁部分模型風洞試験について", 第55回土木学会年次学術講演会概要集, 2000.9. 2) 武内, 松本, 白石, "タンデム配列ブラッフ角柱に発現する渦励振に関する研究, 第12回風工学シンポジウム, 1992.12.