

上路式アーチ橋(フライトロード空港大橋)の支柱耐風性に関する実験的研究

広島県	正員 田原克尚	服多 駿
(株)日本構造橋梁研究所	正員 三尾一男	木村 淳
三菱重工業(株)長崎研究所	正員 平井滋登*	正員 本田明弘

1. まえがき

フライトロード空港大橋は広島県に建設中の上路式アーチ橋であるが、400m 近い規模のアーチスパンを有することから動的耐風性の検討を実施しており、そのうち全体構造に着目した検討については過去に報告している¹⁻³⁾。本橋においては、補剛桁とアーチリブを鉛直方向に結ぶ支柱が最大長さ 90m 程度の極めてスレンダーな形状を有し、2 本の柱が「ハ」の字型に配置され、互いにブレースで連結された形態を有している(図1)。

今回は、1 本の柱のみを再現した部分模型と、支柱の全体模型を用いた検討との2種類の方法を用い、支柱単体の動的耐風性について検討した結果を報告する。

2. 試験方法

部分模型試験においては、支柱の柱断面を模擬した縮尺 38 分の1の2次元模型を用いて、たわみ1自由度での動的応答及び静的空気力を計測した。全体模型試験においては、最も橋梁端部よりの支柱全体を縮尺 30 分の1の3次元弾性体模型として再現し、動的応答を計測した(図2)。解析された振動モード上、2本の柱が同相で支柱面外にたわむモードと、逆相でたわんで支柱全体がねじれるモードとが近接した固有振動数で存在するため、両方を計測対象とした。試験で想定した構造的な諸元を表1に示す。

3. 試験結果

ここでは、代表的な支柱の柱断面形状として、図3に示す長方形断面($B/D=0.47$)と十字型断面の2種についての結果を比較する。十字型断面は、長方形断面の長辺側に付加物をつけたという想定であり、空力特性比較のため、実験上の重量及び振動数は同一とした。

図4及び5は部分模型で計測された構造軸基準の空気力係数と斜風時の動的応答を示す。長方形断面においては、風速の上昇とともに、渦励振がおさまってすぐギャロッピングとみられる発散振動が発生している。発散振動の発生風速が最も低くなるのは、風向が20度程度偏った場合であった。類似長方形断面での空気力係数 C_y は、風向0度付近ではわずかな正の勾配であるものの、20度付近で負の勾配を示しており、斜風時の発散振動の起こりやすさは、静的空気力の特性と対応していると推定された。

十字型断面では、渦励振は長方形断面と鋭いピークを有しているものの、明確な発散振動の発生は認められなくなっており、断面形状による発散振動制振効果が認められる。これは、静的空気力の特性において、負勾配を有する領域がなくなることからも推察される。あわせて断面形状を十字型にした場合、風向0度付近での抗力を大幅に低減させる効果もみられている。

続いて、図6は全体模型での動的応答を示す。長方形断面での発散振動は生じるものの発生風速が上昇し、ねじれモードで顕著に発生する結果を得た。部分模型に比べて発生風速の差異を生じる原因としては、柱の傾斜、2柱の空力的干渉やブレースの影響等が挙げられる。十字型断面については、発散振動の発生はみられなくなり、制振効果が確認されている。

4. まとめ

以上の検討の結果、今回の実施範囲において下記の知見を得た。

- ・ 辺長比 0.5 前後の長方形断面を有する支柱において、斜風時の発散振動の発生可能性が静的空気力特性から予想され、動的応答試験でも発生が確かめられた。
- ・ 柱一本のみを再現した部分模型試験は、全体模型試験に比べ設計上やや安全側となる結果を与えた。
- ・ 断面形状を十字型とすることにより発散振動の制振が可能であるが、渦励振には必ずしも有効でない。

なお、設計上は十字型断面を採用することとしており、低風速で発生する渦励振に関しては疲労の観点から TMD による設置の必要性を別途検討中である。

謝辞

本検討は平成 8 年度に実施されたものであり、京都大学白石名誉教授、松本教授から貴重な御助言を賜りました。ここに改めて謝意を表します。

参考文献

- 1) 坂井他, "深い谷をまたぐアーチ橋に作用する風特性の実験的検討", 土木学会第 51 回年次学術講演会, I-A174, 1996.
- 2) 縫部他, "長大アーチ橋の耐風安定性について", 同第 53 回, I-B37, 1998.
- 3) 田原他, "フライトロード空港大橋のアーチリブ張り出し架設時における耐風性", 同第 54 回, I-B364, 1999.

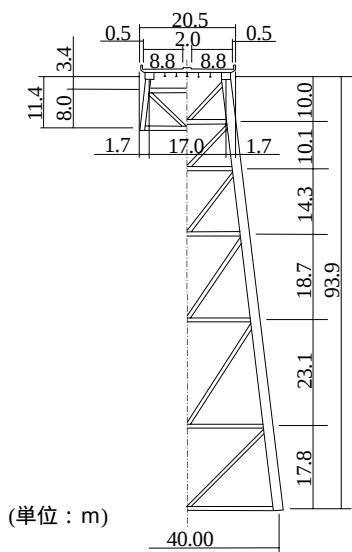


図 1 支柱 (右: 最長のもの)

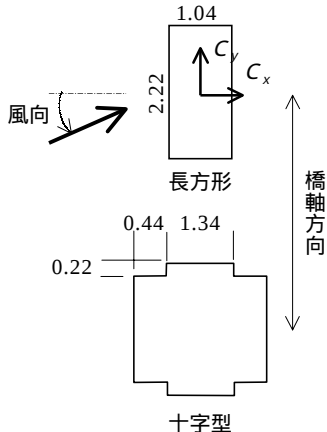


図 3 支柱の柱断面形状

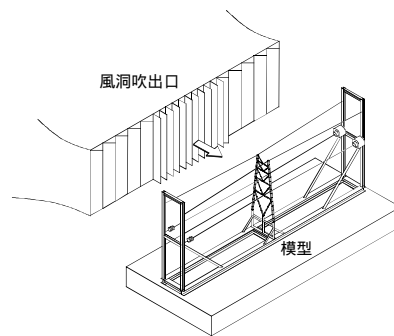
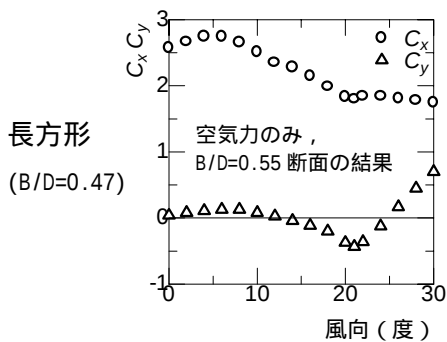


図 2 支柱の全体模型試験

表 1 振動諸元

項 目	想定値
単位長さ重量(柱 1 本)	1.4t/m
振 動 数	たわみ 0.71Hz ねじれ 0.73Hz
構造減衰(対数減衰率)	δ 0.02



長方形
(B/D=0.47)

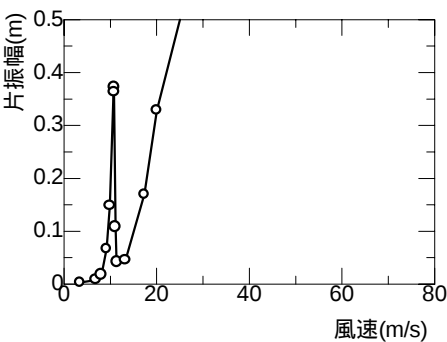


図 5 部分模型応答(風向 20 度)

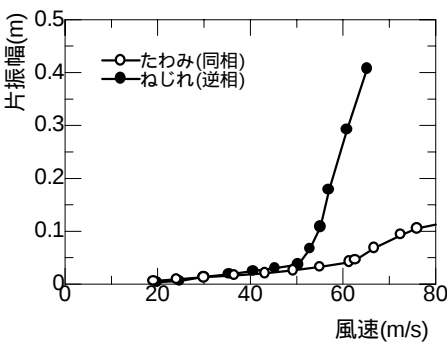
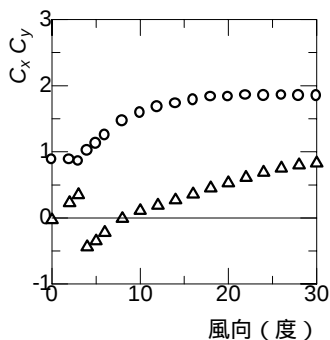


図 6 全体模型応答(風向 20 度)



十字型

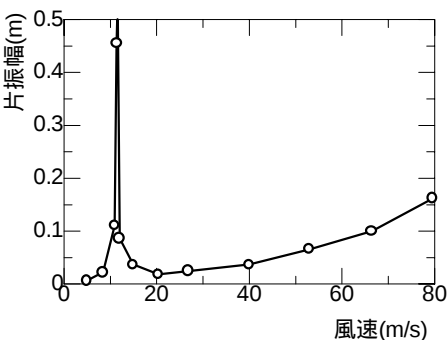


図 4 静的空気力

