

並列2主桁橋の対風応答分析法に関する研究

鹿島建設 正会員 森田 大介
 横浜国立大学 フェロー 山田 均
 横浜国立大学 正会員 勝地 弘

1. 概要と目的

近年の橋梁建設の中では工期短縮・暫定開通・地形的条件・交通量確保などの要因により、並列橋の採用事例が増えつつある。並列橋では単独橋と空力的条件が異なり、単独橋とは異なる複雑な振幅応答を示す事が考えられるため、その対風特性の分析は重要である。また並列橋ではその固有の架橋条件により、径間(橋脚)のずれ・桁中心間隔・高低差などの並列構造の条件は様々に存在するが、これら並列構造の条件の変化によって並列橋に作用する風荷重条件も大きく変化することが考えられる。そしてその挙動はより複雑になると考えられる。

また「公共事業のコスト削減」が求められている社会情勢の中、近年になり注目されているのがシンプルな形状を有する少数主桁橋である。この橋梁形式は経済性と施工性を追及するために横補剛システムの省略を行った断面形状を有する。そのため外力に対して断面変形の保持が十分でなくなる事、ねじれ剛性が低い事、空力安定性が悪いなどの特性を持つため、その対風応答の分析が重要となる。

また並列橋の対風特性を分析する方法としては部分模型実験が多く用いられているが、この実験法では並列橋の並列構造の再現・相似が困難であるため、この方法による対風特性評価には疑問が残る。

以上の背景より本研究の目的は、様々な並列構造の条件を持つ並列橋に対し、その並列構造の変化により並列橋の対風特性がどのような変化を示すかを明らかにすることである。またその対風分析法として、並列橋の風洞実験に有効と考えたタウトストリップ風洞試験法を用いる事を提案する。また、並列構造の条件には、「径間(橋脚)のずれ」「風向偏角」「桁中心間隔」を取り上げた。

また並列橋では相互の橋梁により干渉しあい、お互いの振動特性に影響を与える事が考えられるため、並列橋の相関関係を考察した。本研究ではその相関因子として、コヒーレンスと位相差を求める事とした。

2. 風洞実験

本研究ではタウトストリップ風洞試験法を用いて風洞実験を行う。本研究においては実橋を定めずに一般論としての研究を行うが、実橋としての相似性を高める目的から、桁断面と構造諸元は第二東名陣ノ谷川橋を参考とし、相似則を適用する。今回の研究で使用したタウトストリップ風洞試験模型の写真を図1に示す。



図1 タウトストリップ模型ブロック



図2 模型設置状況

3. 実験条件

本研究では「径間のずれ」の再現が必要であるので、桁断面模型と橋脚模型を作成した。桁断面の辺長比 $B/D=5.45$ である。

模型の応答変位はパソコンとペンレコーダーにより測定し、不規則振動を有することから、応答変位量は時系列データより算出した標準偏差(rms)を用いた。なお、測定モードはたわみ一自由度とする。実験ケースは先に示した並列構造のパラメータの組み合わせで設定した。

4. 実験結果

風洞試験結果より、風速－振幅応答図(V-A 図)を作成した(図3参照)。

並列時の応答を見ると、各並列構造パラメータの変化によって風上側、風下側それぞれの橋梁の振幅応答に大きな違いが見られた。その振幅応答の違いにはそれぞれ大きな特徴があり、定性的な評価ができると考えられる。

V-A 図により評価できる並列橋の対風特性として、下流側橋梁の渦励振ピーク風速が上流側橋梁より高風速側で現れることがある。これは、下流側橋梁から見ると風向方向に橋梁が存在して風を遮っているために、下流側橋梁が受ける見かけ上の風速が低くなっているためと考えられる。

次に各実験ケースの渦励振ピーク振幅に着目し、並列構造のパラメータの変化による渦励振ピーク振幅の変動を分析する。ここでは特に特徴的であった下流側橋梁の渦励振ピーク振幅応答変動図を示す。

キーワード：並列橋，風洞実験

連絡先：〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 Tel : 045-339-4243, FAX: 045-348-4565

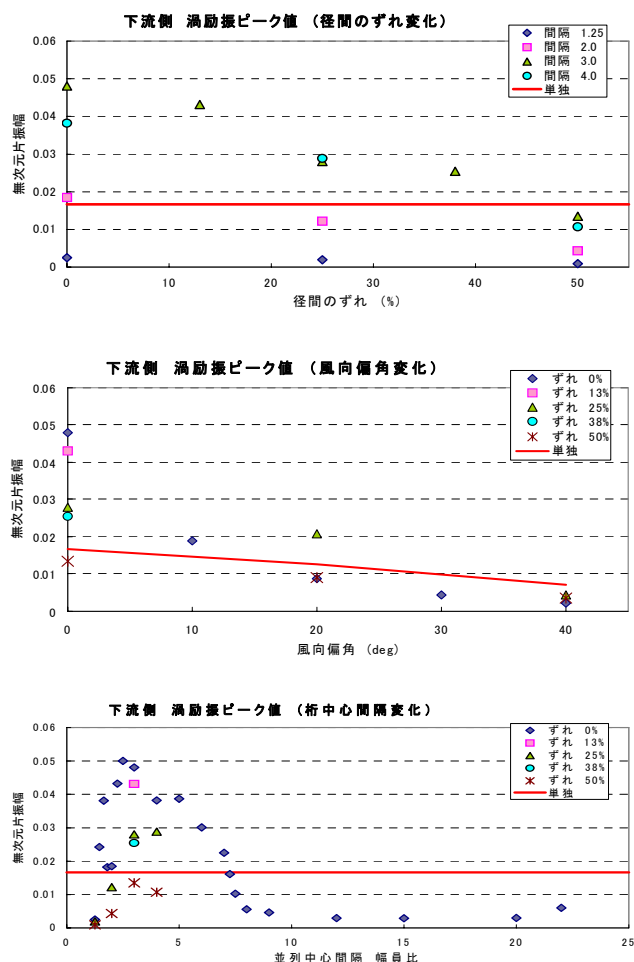


図3 下流側橋梁 渦励振ピーク振幅応答変動図
(上から「径間のずれ」「風向偏角」「桁中心間隔」)

「径間のずれ」による渦励振ピーク振幅変動への影響を見ると、上流側橋梁ではその影響は小さい事が確認できたが、下流側橋梁においては径間のずれによって渦励振ピーク振幅応答が低減されている傾向が読み取れる。したがって、定性的には「径間のずれ」によってたわみ渦励振は低減される傾向にあると考えられる。

「風向偏角」による渦励振ピーク振幅変動への影響を見ると、上流・下流側橋梁の双方で、風向偏角を有することで渦励振ピーク振幅が低減する傾向が確認された。風向偏角が10deg以上付くことにより大きな振幅抑制効果が期待できる。また風向偏角を有すると渦励振ピーク値風速が高風速側に移動する傾向も確認できた。

「桁中心間隔」による渦励振ピーク振幅変動への影響を見ると、その振幅応答は幅員比によって大きく異なる。図1のように、その幅員比の違いによって特徴的な対風特性の変化を示す事が確認できた。下流側橋梁の振幅が卓越する領域での並列橋では耐風対策検討が必要であると考えられる。

5. 並列橋の対風特性に関する相互干渉影響

並列橋の相関関係を分析するため、並列2橋の変位のコヒーレンスを算出した。

以下のコヒーレンス変動図より、「径間のずれ」により並列橋の相関は変動しない傾向を持ち、「風向偏角」により並列

橋の相関は次第に低下する傾向を持つ事が示されている。また「桁中心間隔」による並列橋の相関への影響は、幅員比1.0～15.0の領域で相関が非常に高く、幅員比15.0～の領域において次第に相関が低下する。そして幅員比20.0～22.0の領域で相関の大幅な低下が見られ、この領域で並列橋から単独橋へ対風応答特性が変化すると考えられる。

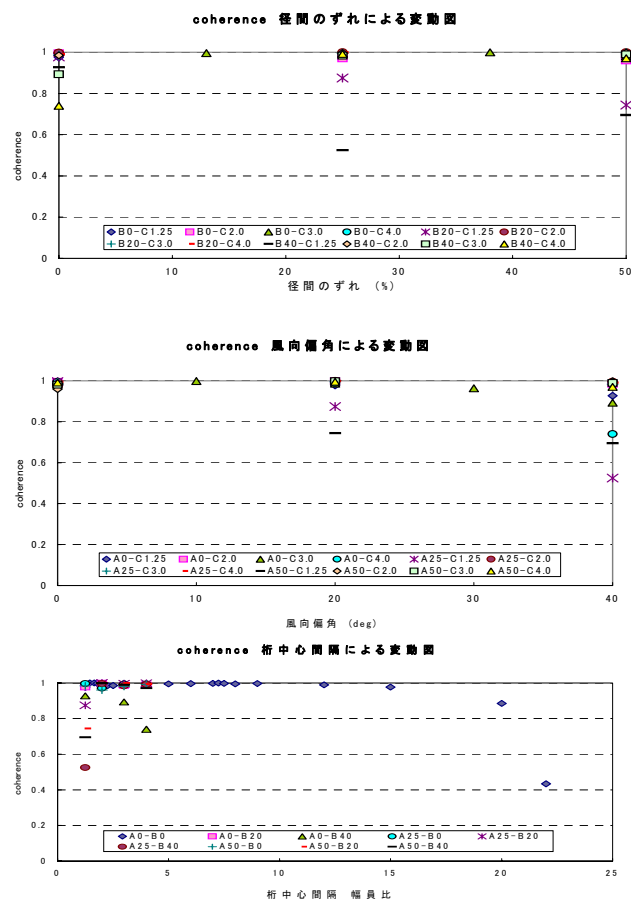


図4 並列構造条件の変化によるコヒーレンス変動図
(上から「径間のずれ」「風向偏角」「桁中心間隔」)

6. 結論

本研究により、並列橋ではその並列構造の条件により対風特性が変化することを確認した。そのため、並列橋の対風特性分析を行う際には「径間のずれ」「桁中心間隔」などの並列構造の条件を再現・相似させて検討することが重要であると言える。

そのための風洞実験法として、本研究で行ったタウトストリップ風洞試験法は並列橋の対風特性分析における有効な方法の一つであると評価できる。

[参考文献]

高速道路技術センター：第二東名高速道路 PC床版鋼桁橋における耐風対策検討

日本道路協会：道路橋対風設計便