π型断面を有する並列斜橋の対風応答実験

横浜国立大学　正会員　宮田　利雄
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
横浜国立大学　学生員　森田　大介

１．研究の背景と目的

近年の橋梁建設において、並列橋の架設計画が増加している傾向にある。並列橋では単独橋とは異なった空力的干渉影響を受けることで複雑な対風応答を呈することが考えられ、その振動応答も並列橋の構造により複雑に変化してくるものである。並列構造をなすパラメータはその組合せによって多種多様に存在し、その対風応答も様々である。そこで、本研究ではπ型断面を有する橋梁を対象にし、並列構造のパラメータを変化させた並列橋がそのパラメータの変化によりどのような対風応答の変化を示すかを風洞実験により確認し、並列橋の対風応答を明らかにすることを目的に研究を行った。

２．並列パラメータ

今回の研究の中で検討対象とした並列構造のパラメータは図１に示すように、並列橋中心間隔、並列ニ橋間の径間ズレ、風向偏角の三つとした。

３．風洞実験

実験模型にはπ型断面を有する、幅員 180mm、桁高比 32 mmで辺長比 5.62 の構造を持つタウトストリップ模型を用いて、筆者考案の実験装置によりタウトストリップ風洞試験を行った。図２に実験模型の図面を、写真１に実験装置と共に実験状況を示す。実験装置は写真で示すように一方のピアノ線を鉄板で挟みネジで締めて固定し、滑車を介して一周させたものに重りで張力を与えた後、同様に鉄板とネジで固定したピアノ線にタウトストリップ模型ブロックを設置する構造とした。

模型の固有振動数は風上側、風下側橋梁共に 8.00Hz に設定して実験を行った。

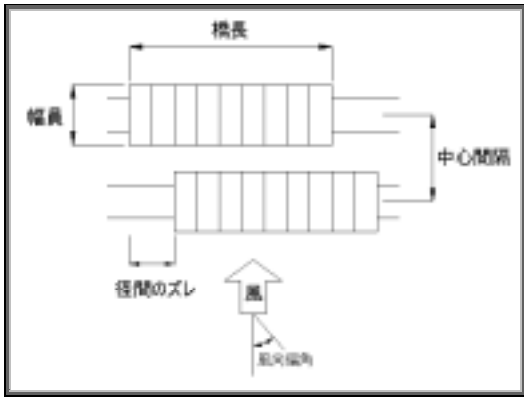

図１　並列パラメータ

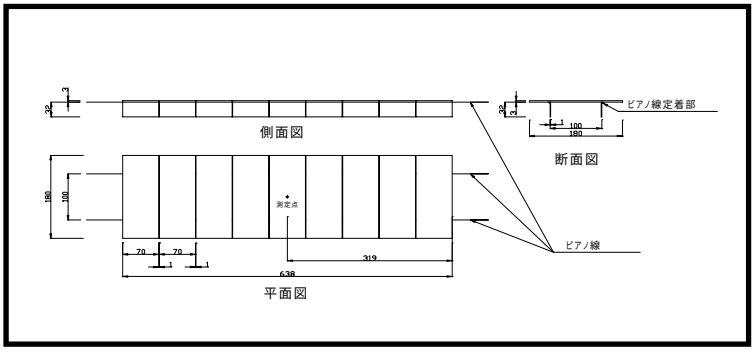

図２　タウトストリップ実験模型

写真１　タウトストリップ実験装置

Keywords：並列橋、タウトストリップ風洞試験、耐風工学
〒240-8501　横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7　横浜国立大学大学院環境情報研究院　Tel：045-339-4042

４．実験結果およびその考察

各実験ケース結果より渦励振ピーク振幅に着目し、三つの並列構造パラメータごとの振幅応答変化を図３～図５に示す。

全てのケースにおいて、並列橋中心間隔幅員比1.11および風向偏角30degの条件を持つケースでは渦励振の発現は見られなかった。特に中心間隔幅員比 1.11 のケースでは各風速での振幅が単独橋の時より小さく現れた事から、風上・風下側橋梁が相互に干渉し合ってお互いの振動を制振していた可能性があると考えられる。また、このケースの時には風の作用的には並列橋としてではなく単独橋と見なされて作用していたとも考えられる。

上に述べた以外のケースにおいては、風上側橋梁に比べ風下側の振動振幅が大きくなる傾向が現れた。特に渦励振ピーク時ではその傾向が顕著である。これは風上側橋梁の後流の渦流を含む剥離現象などの影響によって乱された風が風下側橋梁に作用したことによると考えられる。

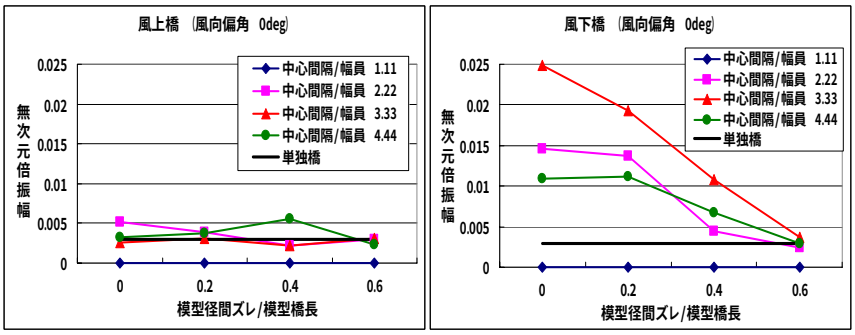

図３　並列橋径間ズレによる渦励振ピーク振幅変化

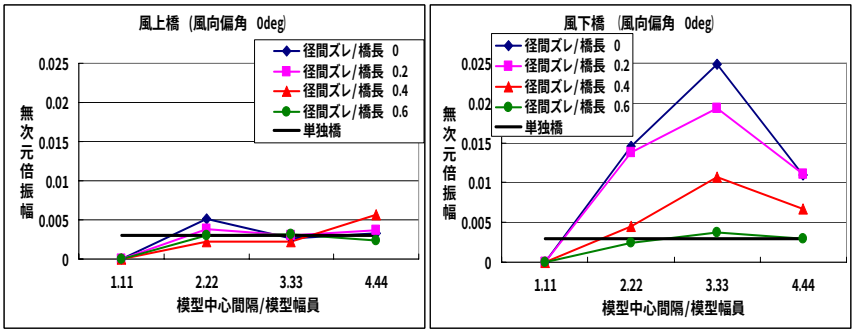

図４　並列橋中心間隔による渦励振ピーク振幅変化

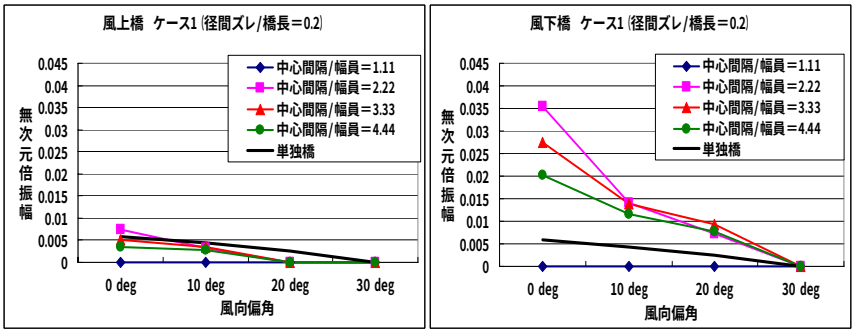

図５　風向偏角による渦励振ピーク振幅変化

パラメータごとに見ていくと以下のような結果と考察を得た。

① 並列二橋間の径間ズレ

ズレが大きくなると渦励振ピーク振幅は収まり、橋長比で 0.6 程度になるとそのピーク振幅は単独橋とほぼ等しくなった。よってこれ以上の径間ズレを考慮しても、ほぼ単独橋のピーク振幅に近い値をとって変化していくものと考えられる。

② 並列橋中心間隔

幅員比で 2.7～3.8 程度の中心間隔を持つ並列橋で最も大きな振動が起こり十分な注意と対策が必要であるといえる。逆に幅員比で 1.0～1.5 程度では渦励振は発現しないと考えられる。また幅員比 4.44 への渦励振ピーク振幅の変化を見ると、その減少の割合が大きいことから、幅員比 6.66 付近になると渦励振ピーク振幅は単独橋に近い値を取ることが予想できる。

③ 風向偏角

風向偏角が大きくなると渦励振ピーク振幅は収まっていく傾向が全体として見て取れる。そして、風向偏角 30deg になると風上側・風下側橋梁ともに渦励振は消失した。この傾向は単独橋の場合も同様で、これ以上の風向偏角が付いたとしても渦励振は発現しないことが考えられる。

５．結論

以上の研究の結果より、単独橋で発生する渦励振やギャロッピングに比べ、並列橋になることでそれらが大きく発生するケースが存在することが確認された。また反対に、並列橋になることで単独橋の時に発生していた渦励振が発生しにくくなるケースもあることがわかった。こうした特性は並列橋の構造形状や風向によって様々であり、それぞれ複雑な対風応答を有する。それゆえ、その発生機構等についてさらに検討を進め、空力的対策等の適用可能性についての研究が必要であるといえる。