

並列した鋼少数主桁橋の制振対策の検討

(株) I H I 正会員 ○山内邦博
横浜国立大学 フェロー 山田均

(株) I H I 正会員 上島秀作
横浜国立大学 正会員 勝地弘

1. 目的

鋼少数主桁橋は合理化橋梁の1つとして広く採用され、近年その適用支間長は増大傾向にあり、これまでも耐風性に関して様々な研究が行なわれている¹⁾。しかしながら、その並列橋に関する研究事例²⁾は少なく、今後さらに適用支間長を増大させるためには、空力的な制振対策の適用を含めた耐風性の検討が必要であると思われる。今回、支間長 80m を想定した並列鋼2主桁モデル橋梁の耐風性をバネ支持風洞試験によって検討した。また風洞試験で得られた、本並列橋に対して有効な空力制振対策のメカニズムを明らかにする目的で、PIVによる可視化風洞試験を実施したので、その結果について報告する。

2. 試験概要

図-1 に示す並列鋼2主桁橋を検討対象とし、基本断面及びフェアリングを設置した断面について風洞試験を実施した。並列橋の断面は上流側・下流側で同じとし、中心間隔は幅員の 1.5 倍で高さは同じとした。断面諸量は同形式の実橋を参考にし、表-1 のように決定した。設計風速に関する条件を表-2 に示す。目安として、加速度 100gal に相当する振幅を許容値とした。

試験は縮尺 1/50 の2次元剛体模型を用い、上流側と下流側の模型それぞれをたわみ・ねじれの2自由度にバネ支持した。上流側と下流側の模型の振動数を一致させ、構造減衰はたわみ・ねじれともに、対数減衰率で 0.03 とした。気流は一樣流とし、迎角は 0 度及び±3 度とした。

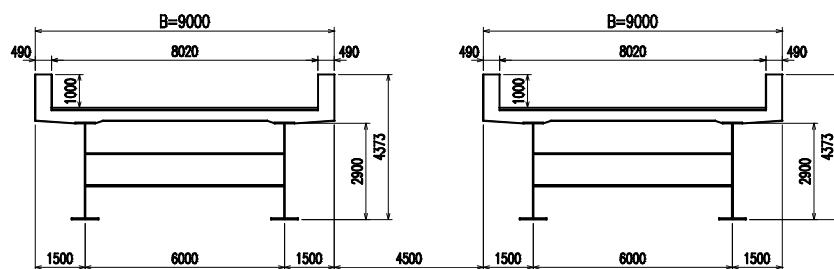


図-1 並列橋断面図

表-1 風洞試験条件

項目	実橋	模型実測値※
縮尺	1/1	1/50
質量 $m(N/s^2 \cdot m^{-1}/m)$	1.29×10^4	4.82 5.31
極慣性モーメント $I_p(N/s^2 \cdot m/m)$	1.25×10^5	1.83×10^{-2} 1.91×10^{-2}
構造減衰 (対数減衰率) δ	0.03	0.03 0.03
たわみ1次振動数 $f_h(Hz)$	1.25	2.59 2.58
ねじれ1次振動数 $f_\theta(Hz)$	1.38	3.65 3.66

※ 上段：上流側、下段：下流側を示す。

3. 試験結果

(1) 基本断面

図-2 に応答試験結果を示す。たわみ振動に関しては、限定的な振動の後に発散的な振動が発生した。無次元風速 $U/f_h B=4$ 付近から下流側にたわみ振動を生じた後、上流側にもたわみ振動を生じており、上流側と下流側は同程度の振幅かつ逆位相で振動した。たわみの限定振動は、上流からの渦放出による強制振動の特徴が強い振動であるものと思われる。一方ねじれ振動に関しては、無次元風速 $U/f_\theta B=3$ 付近から上流側・下流側同時に限定的な振動が逆位相で発生しており、上流側の振幅が大きくなっている。迎角 0 度に比べて迎角+3 度ではたわみ振動に対する耐風性が悪くなる傾向にある。ここでは割愛したが、迎角-3 度では発散的な振動は発現しなかった。中心間隔が幅員の 1.5 倍かつ同一高さで支間長 80m の並列橋の場合、たわみ及びねじれの限定的な振動とたわみの発散的な振動を生じるものの、振動の発現風速は照査風速に対して十分に高風速である。

(2) フェアリング断面

図-3 に応答試験結果を示す。迎角 0 度の場合、上流側・下流側とも振動

表-2 設計風速に関する条件

項目	パラメータ
基本風速: $U_{10}(m/s)$	30
地表粗度区分	II (開けた土地)
高度(m)	20
補正係数: E_1	1.09
設計基準風速: $U_d(m/s)$	33

キーワード：並列橋、風洞試験、PIV

連絡先：〒235-8501 横浜市磯子区新中原町1 (株) IHI 電話 045-759-2866 FAX 045-759-2210

は抑制される。迎角+3 度の場合、基本断面と同様にたわみ振動に対する耐風性が悪くなる傾向が見られた。なお、迎角-3 度の場合には振動は抑制される。今後、並列橋の支間長が増大することで固有振動数が低下し、振動の発現風速が低下するような場合には、フェアリングの設置が有効であるものと考えられる。

(3) PIV

図-4 に迎角 0 度の可視化試験結果を示す。試験は上流側・下流側ともに模型を固定した状態で実施した。図は基本断面の下流側模型が振動を始める直前の風速における、並列橋断面周りの流速ベクトルの時間平均値（サンプリング間隔 15Hz で 100 回計測）を示している。基本断面の場合、上流側壁高欄からの剥離せん断流が周期的に変動して大きな渦を形成し、下流側に作用する様子が確認された。一方、フェアリングを設置した場合、フェアリングの効果によって上流側壁高欄からの剥離が小さくなり、剥離せん断流は下流側にほぼ定常的に付着し、目立った渦を生じない様子が確認された。剥離が小さくなることで大きな渦の形成が抑制され、下流側に作用する空気力の変動が小さくなり、振動が抑制されたものと推察される。

4. まとめ

中心間隔が幅員の 1.5 倍かつ同一高さの並列鋼2主桁モデル橋梁の耐風性について、バネ支持風洞試験によって検討した。支間長 80m を想定した場合、概ね耐風性は確保されているが、高風速域での限定振動及び発散振動の発生が確認された。今後さらなる長支間化が見込まれる場合には、フェアリングによる空力的な制振対策が有望である。

[謝辞] 本研究の遂行にあたり、横浜国立大学大学院工学府構造研究室の学生の皆様には多大なるご協力をいただきました。深く感謝致します。

[参考文献] 1) 独立行政法人土木研究所：合理化鋼少数主桁橋の耐風性照査法に関する検討、ISSN 0386-5878、平成 18 年 3 月

2) 久保田、山田ら：風洞実験による支間長 70m 超の並列鋼少数主桁橋の耐風安定性の検討、土木学会第 61 回年次学術講演会、平成 18 年 9 月

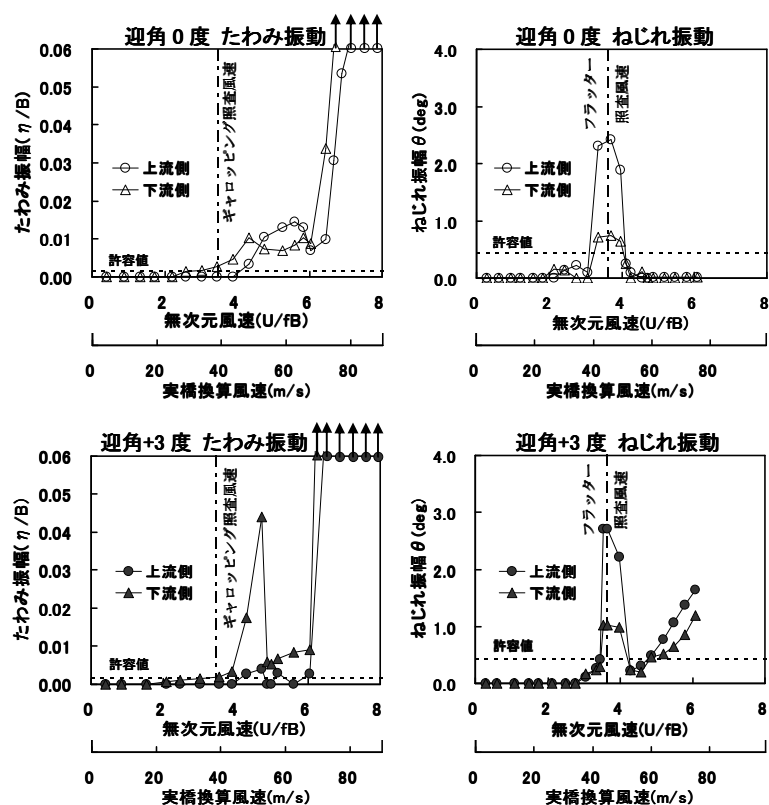


図-2 基本断面の振動応答

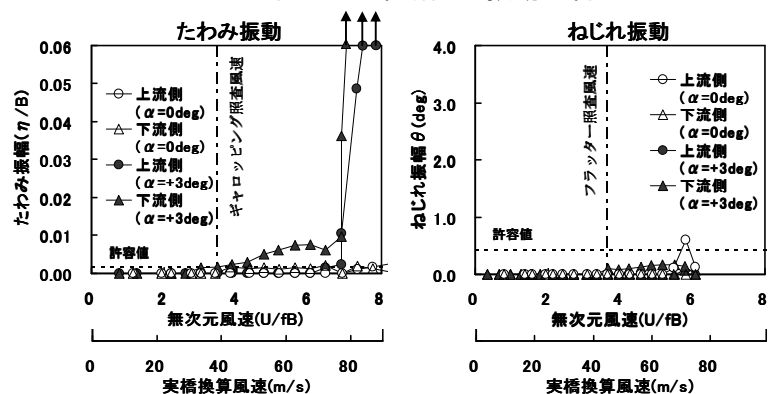


図-3 フェアリング設置断面の振動応答

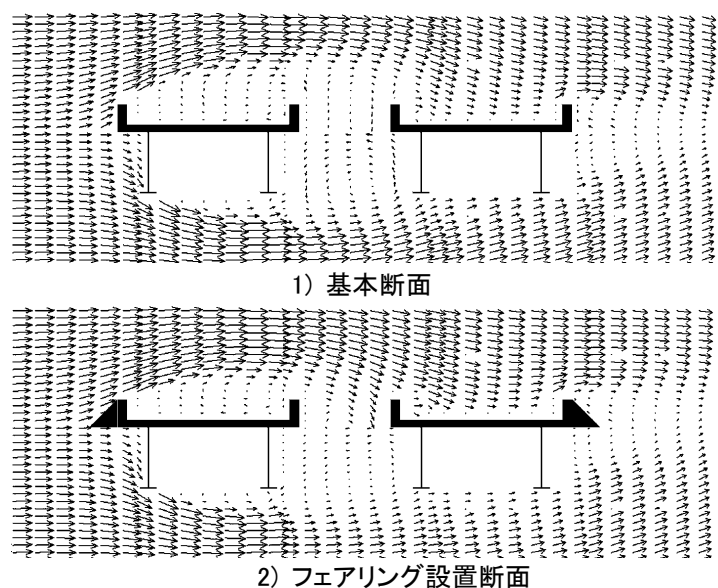


図-4 PIVによる可視化結果(迎角 0 度)