

並列距離が並列箱桁の対風応答に及ぼす影響

Hitz 日立造船株式会社 正会員 ○島 賢治 九州工業大学大学院 学生会員 佐野啓介
九州工業大学 正会員 久保喜延 木村吉郎 加藤九州男

1. はじめに

道路交通量の増大への対応などから既設橋に平行して新たな橋梁を架設する場合など、並列橋を架設するケースが増えている。並列橋に風が作用した場合、並列構造としての空力的干渉作用から単独橋とは異なった複雑な対風応答を示すことが知られているが、並列2橋の間隔がその対風応答に及ぼす影響については不明な点が多い。そこで本研究では、架橋計画のある並列箱桁斜張橋を対象として、その対風応答に2橋の間隔が及ぼす影響を明らかにすることを目的として風洞実験を行った。

2. 実験概要

回流式風洞(幅 1070mm, 高さ 1070mm)を使用し、一様流中、迎角 $\alpha=0^\circ$ で風洞実験を行った。模型は縮尺率 1/60 の2次元剛体模型2体(現橋, 新橋)を使用した(図1)。現橋のねじれ固有振動数が高く、設計風速以内で風による振動が問題となる可能性が少ないと考えたため、現橋模型を鉛直たわみ1自由度、新橋模型を鉛直たわみ及びねじれ2自由度で弾性支持することとした。表1に2橋の模型諸元を示す。本研究では、各々の橋梁のせん断中心間を水平方向の距離を並列距離 X と定義し、並列距離 X を新橋の桁幅 B (246.6mm) で無次元化した並列距離比 X/B を2, 4, 6, 8と変化させて実験を行った。また、現橋と新橋の単独橋状態についても実験を行った。

3. 実験結果と考察

本稿では、鉛直たわみ応答に及ぼす並列距離の影響について報告する。模型の応答を、横軸に換算風速($V_r=V/fD$)、縦軸に無次元倍振幅($2A/D$)として以下に示す。ただし、 V :風洞風速(m/s)、 f :鉛直たわみ固有1次振動数(Hz)、 D :桁高とする。

3.1 風上側橋梁のたわみ応答に並列距離が及ぼす影響

風上側に位置した現橋のたわみ応答を図2に示し、新橋のたわみ応答を図3に示す。現橋と新橋について単独橋、並列橋ともに換算風速 $V_r=7$ 付近で渦励振が発現する。現橋と新橋との間で渦励振の応答振幅の並列距離による変化が異なる傾向が見られたことから、渦励振のピークでの振幅に着目して、渦励振の最大振幅の並列距離による変化を図4に示す。現橋の場合(図4(a))では、並列距離が変化しても応答振幅があまり変化しておらず、単独橋状態とほぼ同程度の振幅であった。これは、新橋のような桁高の

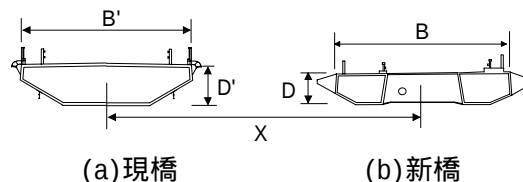


図1 模型断面

表1 模型諸元

項目	現橋	新橋
桁幅B(mm)	197.6	246.6
桁高D(mm)	44.6	45.0
たわみ振動数 f_n (Hz)	3.70 ~ 3.74	3.54 ~ 3.58
ねじれ振動数 f_t (Hz)		7.71 ~ 7.84
たわみ構造減衰率 δ_h	0.004 ~ 0.008	0.003 ~ 0.004
ねじれ構造減衰率 δ_t		0.001 ~ 0.002

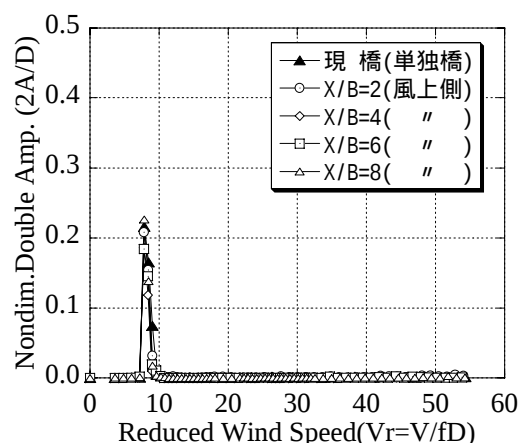


図2 現橋のたわみ応答(風上側)

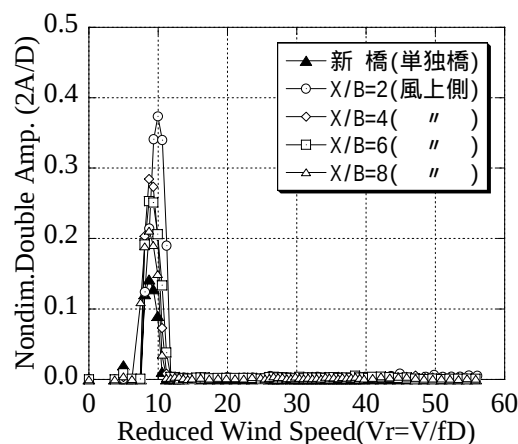


図3 新橋のたわみ応答(風上側)

キーワード 並列橋, 並列距離, 風洞実験, 渦励振

連絡先 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 TEL (093) 884-3466 Fax. (093) 884-3100

小さい偏平な箱桁が下流側に位置しても、上流側のよりブラフな現橋周りの流れには影響しないため、2橋の間隔が変化しても応答特性が単独橋とあまり変化しなかったと考えられる。しかし、新橋が上流側に位置した場合(図4(b))では、単独橋時よりも応答振幅が増大しており、並列距離が大きくなるに従って振幅が減少して単独橋時に近づいていく傾向が見られた。この変化は、上流側に位置する新橋周りの流れに下流側箱桁の存在が影響を及ぼすために生じたのではないかと考えられる。なお、単独橋時よりも応答振幅が大きくなった原因については、今後の検討が必要と考えられる。

3.2 風下側橋梁のたわみ応答に並列橋梁が及ぼす影響

風下側に位置した現橋のたわみ応答を図5に示し、新橋のたわみ応答を図6に示す。風上側の場合でも現橋と新橋について単独橋、並列橋ともに換算風速 $V_r=7$ 付近での渦励振の発現が見られた。風上側の場合(図4)と同様に、風下側橋梁に発現する渦励振のピークでの振幅の並列距離による変化を図7に示す。現橋に着目すると(図7(a)) $X/B=2$ では単独橋時の約4割程度にまで応答振幅が減少し、並列距離が増加するに従って単独橋と同程度の振幅となり、並列橋状態では単独橋時よりも応答が抑制される傾向にあった。この振幅抑制の原因としては、下流側箱桁が上流側よりもブラフな桁断面であるため、偏平な上流側箱桁で剥離した流れが下流側箱桁に付着するなどして下流側箱桁周りでの渦の生成が抑制されたことに起因するのではないかと考えられる。ただし、並列距離が $X/B=8$ 程度になると、上流側後流に対する下流側桁の干渉が小さくなり、単独橋の応答特性に近づいていくのではないかと考えられる。新橋の場合(図7(b))では、上流側に現橋が位置することによって新橋に発現する渦励振の最大応答振幅が単独橋時の2倍近くまで増大する。また、並列距離が大きくなっても、その振幅は依然として単独橋時の約2倍を保ったままであった。これは、上流側箱桁のウェーク内に桁高が小さい偏平な箱桁が位置することによって、上流側で剥がれて生成される渦の影響を受けるために下流側箱桁のたわみ応答が増大されたのではないかと考えられる。また、並列距離が大きくなっても、上流側の後流の影響が依然として顕著であるため、応答特性がほとんど変化せず、依然として単独橋よりも耐風性が悪化したままであると考えられる。

4. まとめ

2橋の桁断面形状が異なる並列箱桁の鉛直たわみ応答に並列距離が及ぼす影響を検討した。その結果、風向や箱桁の風上または風下の位置によって、並列距離の影響の傾向が異なっていたことからそのメカニズムについては、更なる検討が必要と考えられる。

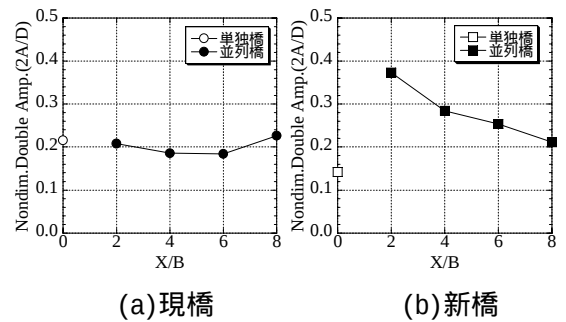


図4 渦励振の最大振幅の並列距離による変化(風上側橋梁の場合)

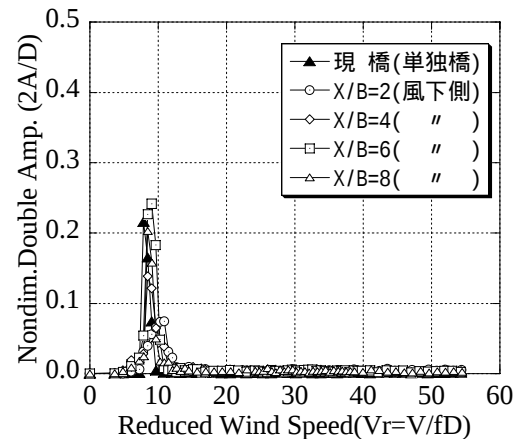


図5 現橋のたわみ応答(風下側)

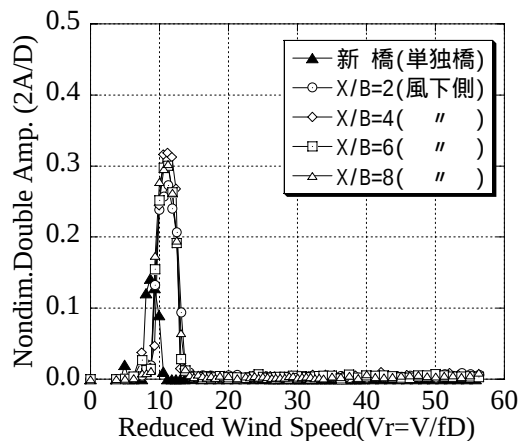


図6 新橋のたわみ応答(風下側)

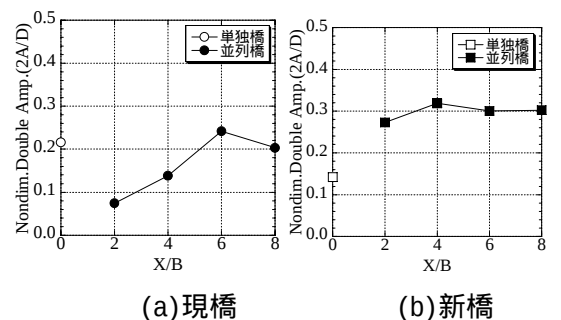


図7 渦励振の最大振幅の並列距離による変化(風下側橋梁の場合)