

並列箱桁橋の対風応答に遮音壁高さが及ぼす影響の検討

九州工業大学大学院 学生会員 ○山崎 香織 島 賢治

九州工業大学 正会員 久保 喜延 木村 吉郎 加藤 九州男

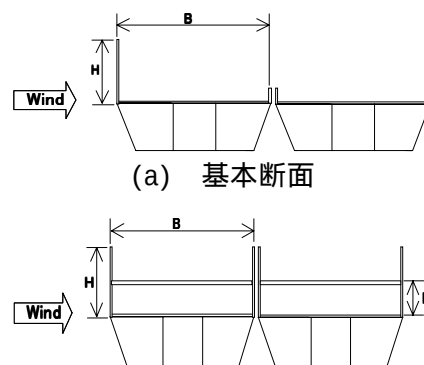
1. はじめに 都市部の交通混雑解消を目的として、高架道路の建設が行われている。その際、上り線と下り線が並列配置された並列橋構造が採用されることがあり、径間長が長い場合や騒音対策として遮音壁が設置される場合において、より空力振動が生じやすくなる。並列橋においては、空力振動特性は複雑であり、発生メカニズムについては十分解明されていないのが現状である。そこで本研究では、遮音壁付き並列箱桁橋を対象として、遮音壁高さが並列橋の対風応答特性にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的とした。

具体的には、単径間の弾性模型を用いて、並列橋の遮音壁高さを変えたケース、遮音壁に囲まれた空間を覆ったケースについて、一様流中の応答を風洞実験により測定し検討した。

2. 実験概要 実験には、回流式空力弾性試験用風洞(測定断面:1070mm×1070mm)を使用した。実験に用いた模型は縮尺率 1/144 の単径間弾性模型 2 体である(図-1)。模型の変位測定のために、上下流側 2 橋ともに、模型の支間中央、1/4 点にレーザー変位計を設置した。また、測定風速は 0.6m/s～6.0m/s とした。なお、実験ケースは壁高欄(高さ 1.0m)、遮音壁高さ 3.0m、4.5m、7.0m とした。また、遮音壁により形成される橋面上の空間が空力振動に及ぼす影響を検討するため、それぞれ覆いをつけて空間をなくす、または減らした模型の応答も測定した。なお、模型の固有振動モードは上下流側橋梁がそれぞれほぼ半正弦波形状で 1 次が同相、2 次が逆相で振動するものである。それぞれの固有振動数を表 1、固有モードの振幅比を表 2 の「強制振動時」の列に示す。なお対風応答は、代表長を桁幅 $B=0.063\text{m}$ とした換算風速 V_r の関数として示す。

3. 実験結果および考察 実験により得られた応答図を図 2～7 に示す。壁高欄の場合(図 2)には、小振幅の渦励振のみ発生したが、遮音壁を設置することによって、振幅の大きな渦励振やギャロッピングなどの振動現象が発生した。図 3～5 は遮音壁高さを $H=3.0\text{m}$ 、 4.5m 、 7.0m と変化させた時の応答図である。遮音壁高さを変化させたどのケースでも、風速の増加とともに 1 次モード、2 次モードの渦励振、ギャロッピングが順に発生した。遮音壁高さが高くなるにつれ、1 次モードの渦励振の応答振幅は小さくなり、2 次モードの渦励振の応答振幅は大きくなり、ギャロッピングの発現振幅が低下した。

次に、遮音壁に囲まれた空間に着目し、遮音壁付き並列橋梁に覆いを設置して空間の大きさを変化させた場合の応答について述べる。遮音壁高さ $H=7.0\text{m}$ の場合に、上部に覆いを設置する位置を図 1(b)のように $h=3.0\text{m}$ 、 4.5m 、 7.0m と変化させた。覆いの上部に空間のある $h=3.0\text{m}$ と 4.5m の場合には同様な応答を示



(b) 覆い付き断面

図 1 模型断面図

表 1 模型の振動数

遮音壁高さ(H)	1次(Hz)	2次(Hz)
壁高欄	6.7	7.7
3.0m	6.7	7.7
4.5m	6.6	7.6
7.0m	6.6	7.6
7.0m(屋根付き h=7.0m)	6.5	7.5
7.0m(屋根付き h=3.0m)	6.5	7.5

表 2 模型の無次元倍振幅の比

	強制振動時		渦励振発生時	
	1次	2次	1次	2次
実験ケース	下流/上流	下流/上流	下流/上流	下流/上流
壁高欄	0.28	4.7	0.27	3.7
3.0m	0.49	2.1	0.49	2.2
4.5m	0.67	1.92	0.60	4.0
7.0m	0.29	4.0	0.30	9.4
7.0m(屋根付きh=7.0m)	0.36	3.3	—	7.8
7.0m(屋根付きh=3.0m)	0.41	2.8	0.36	7.0
7.0m(屋根付きh=4.5m)	0.38	3.2	0.33	7.1

キーワード 並列箱桁橋、遮音壁、渦励振、ギャロッピング、固有モード形

連絡先 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel (093)884-3466 Fax (093)884-3100

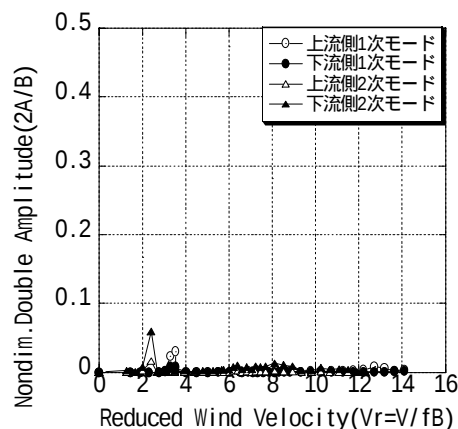


図2 鉛直応答(壁高欄)

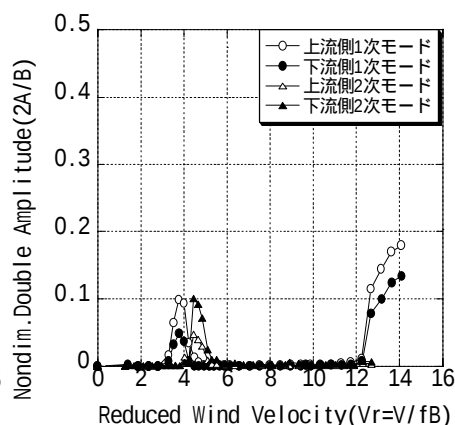


図3 鉛直応答(H=3.0m)

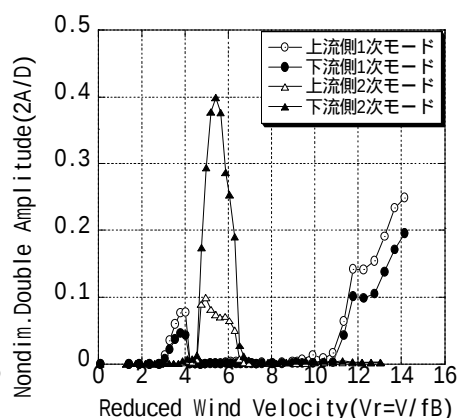


図4 鉛直応答(H=4.5m)

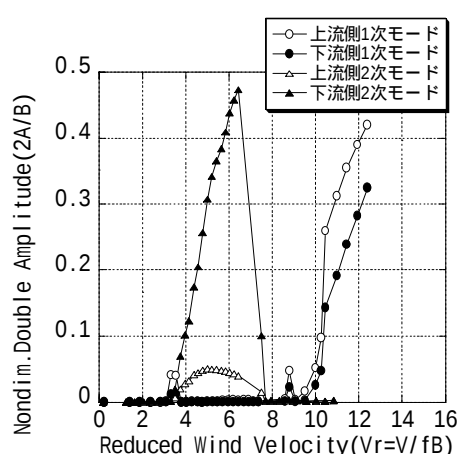
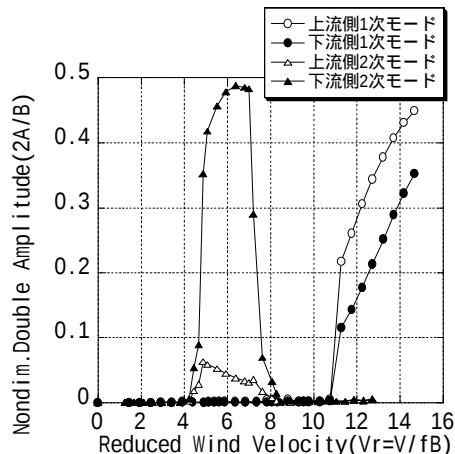
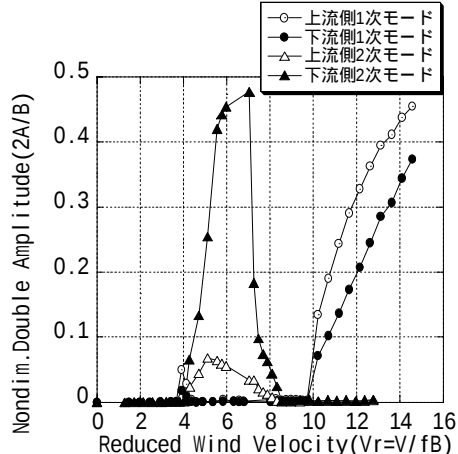


図5 鉛直応答(H=7.0m)

図6 覆い付き鉛直応答
(H=7.0m, h=7.0m)図7 覆い付き鉛直応答
(H=7.0m, h=3.0m)

したため、 $h=3.0\text{m}$ (図7)の場合のみを示している。 $h=7.0\text{m}$ の場合には、2次モードの渦励振、ギャロッピングが生じたが1次モードの渦励振は発生しなかった。図5~7を比較すると、並列箱桁橋上部に空間があるほどギャロッピングの発現風速が低くなっている。

渦励振の1次モードの応答では、多くのケースにおいて下流側と上流側の橋梁の振幅比は固有モードとほぼ等しい(表2)。一方、2次モードの渦励振やギャロッピング時には固有モード形とは振幅比は一致しないことが多かった。既往の研究¹⁾において、固有モード形を主に変化させた3ケースの実験を行った結果、固有モード形において下流側の振幅が上流側の振幅に比べて大きいケースほど発生する渦励振の振幅が大きくなった。本研究においても、2次モードについては、遮音壁高さが3mから7mと高くなるにしたがって、渦励振発生時における下流側の振幅の上流側の振幅に対する比は大きくなっており、応答振幅が大きくなる傾向と一致している。しかし、固有モード形における振幅比は渦励振発生時のものとは異なっており、また壁高欄のケースまで含めて考えたり、1次モードについてみると下流側/上流側の振幅比が応答の大きさと必ずしも対応しない。したがって本研究のケースでは、下流側/上流側の振幅比が応答の大きさを決める支配的な要因とは考えにくく、遮音壁形状の影響の方が大きいのではないかと推察される。

4. まとめ 本研究により得られた結果を以下に示す。1) 並列高架橋は遮音壁の有無や高さによって全く異なった応答を示し、遮音壁高さが高くなると、同相の渦励振振動は小さく、逆相の渦励振振幅は大きくなり、ギャロッピングの発現風速は低くなる傾向が見られた。2) 覆いをつけて遮音壁に囲まれた空間を減らしたケースの応答は、遮音壁に囲まれた空間が小さいほど、ギャロッピングの発現風速が高くなった。

参考文献: 1) 島, 久保他: 遮音壁付き並列高架橋の対風応答メカニズムと空力的制振対策の検討, 構造工学論文集 Vol.48A, pp.929-938, 2002.