

## 全橋模型を用いた防音壁付並列箱桁高架橋の制振対策の検討

九州工業大学 正会員 木村吉郎 宮崎県 中村康輝 九州工業大学大学院 学生員 島賢治  
九州工業大学 正会員 久保喜延 福岡北九州高速道路公社 正会員 古賀淳典

**1. はじめに** 都市内高架高速道路では、経済性等から、橋脚本数をできるだけ少なくし径間長を長くした構造や、高架橋が2本並列に架設される場合がある。このような並列橋では複雑な空力振動が発生する可能性があるため、制振対策を明らかにすることを目的とした。

**2. 実験概要** 実験では境界層型風洞(測定断面高さ  $1.8 \times 2.6\text{m}$ )内に設置した全橋模型の鉛直応答を、風洞風速  $0.6 \sim 7.0\text{m/s}$  で測定した。縮尺  $1/n=1/100$ (Case1),  $1/144$ (Case2)の2ケースの3径間連続並列橋弾性模型を用いた。制振対策は、最も応答振幅が大きくなった風向(Case1で  $20^\circ$ , Case2で  $0^\circ$ )に対して検討した。図1に示すように、曲線橋形状の弧に対して内側の橋を測線、外側の橋を測線と呼ぶ。空力的制振対策として顕著な効果があったのは、Case1では、桁下面垂直平板(測線の桁下に鉛直な板を設置する方法)

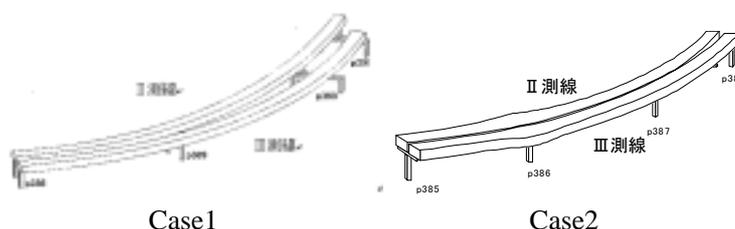


図1 対象とした2ケースの並列高架橋の概略図

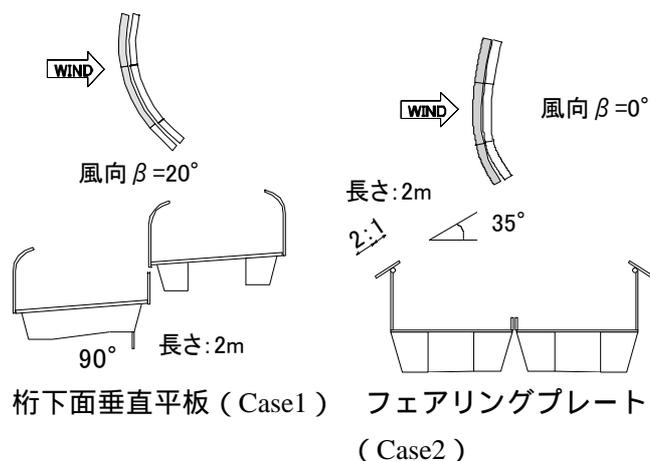


図2 空力的制振対策

であり、Case2では、フェアリングプレート(防音壁の上に斜めに板を設置する方法)であった(図2)。

**3. 実験結果および考察** 最も制振効果の高かったケースの結果を以下に示す。換算風速( $V_r=V/fD$ )に対する測線及び測線の中央径間  $1/2$  点の鉛直応答を示す。ただし、 $f$ :鉛直たわみ固有振動数(Hz)、 $D$ :防音壁を含まない桁高(Case1:  $0.030\text{m}$ , Case2:  $0.057\text{m}$ )である。また、実験時に対象としたモードの振動数と構造対数減衰率は、Case1の測線において  $f=8.36$ ,  $\zeta=0.024$  であり、Case2の測線において  $f=7.16$ ,  $\zeta=0.03$  であった。気流は一様流とした。なお、格子乱流中における測定も別途行っており、その場合は応答振幅がかなり小さくなることを確認している。

### 1)Case1の並列橋に桁下面垂直平板を設置した場合の制振効果

図3のCase1における制振対策無しの場合では、換算風速  $V_r=11 \sim 13$  付近で渦励振が発生し、その無次元倍振幅  $2A/D$  が測線で  $0.50$  以上と振幅の大きいものとなっている。一方、 $2\text{m}$ 幅の桁下面垂直平板を設置した場合(図4)、換算風速  $V_r=8, 14$  付近で渦励振の振動が発生しているが、その振幅は小さなものであり、桁下面垂直平板によって高い制振効果が得られている。

### 2)Case2の並列橋にフェアリングプレートを設置した場合の制振効果

図5のCase2における制振対策無しの場合では、換算風速  $V_r=5.5$  付近で渦励振が発生し、その振幅  $2A/D$  が測線で  $0.40$  程度と振幅の大きいものとなっている。また、高風速域では  $V_r=13$  付近よりギャロッピング

キーワード：並列橋，フェアリングプレート，TMD，渦励振，ギャロッピング

連絡先：〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 建設社会工学科，TEL: 093-884-3466, FAX: 093-884-3100

グが発生している．一方フェアリングプレートを設置すると（図 6），換算風速  $V_r=6.0$  付近で渦励振が発生するが，その振幅  $2A/D$  は 測線で 0.23 程度と小さくなっている．これは，フェアリングプレートによって，剥離流れがスムーズになることによる制振効果であると考えられる．

### 3) Case2 の並列橋に TMD を設置した場合の制振効果

図 7 に Case2 の並列橋に TMD を設置した場合の結果を示す．TMD は片持ち梁式とし，測線の床版上に設置した．制振対策がない場合（図 5）において顕著な渦励振が発生していた換算風速  $V_r=5.5$  付近では模型の振幅は  $2A/D=0.02$  程度と非常に小さなものとなっている．一方，同じ風速域で TMD が無次元倍振幅で 0.09 程度振動しており，TMD により渦励振が抑制されていると考えられる．これに対して，

制振対策なしの場合に  $V_r=13$  付近より発生していたギャロッピングについてみると，TMD 設置時においては発生風速が  $V_r=9.0$  付近に低下しており，また  $V_r=15$  付近でも 測線に対する制振効果はない．こうした現象の原因は明らかではないが，並列橋に発生するギャロッピングに対しては，TMD の設置により橋梁の振動がより顕著となる可能性があるを示しており，慎重にさらに検討していく必要があると考えられる．

**4. 可視化実験** 図 8 に，Case2 の並列橋の下流側（測線）の橋梁を強制加振させた状態における可視化画像を示す．測線の桁下に剥離渦が発生している．また実験時の注意深い観察によると，測線が 測線の下から上方に向かって振動する際に，測線の桁下にある剥離流れを 測線の桁下に引き込むようにしてこの渦は生じていた．この 測線の桁下に生じる剥離渦が 測線の大きな振動を生じさせたものと推察される．断面形状は異なるものの桁下面垂直平板の制振効果が高い理由は，測線の桁下に引き込まれるようにして発生する剥離渦を，桁下面垂直平板が 測線の下の剥離流れをさえぎることによって抑制する効果があるためだと考えられる．

**5. まとめ** 並列橋の渦励振に対する空力的制振対策として，桁下面垂直平板およびフェアリングプレートが有効となる場合があることがわかった．並列橋の渦励振に対しても，TMD は高い制振効果を示したが，TMD の設置により，ギャロッピングの発生風速が低下したことから，さらに慎重な検討が必要と考えられる．また可視化の結果，後流側に位置する 測線の桁下に発生する剥離渦が，大きな応答を誘起する原因と推察された．

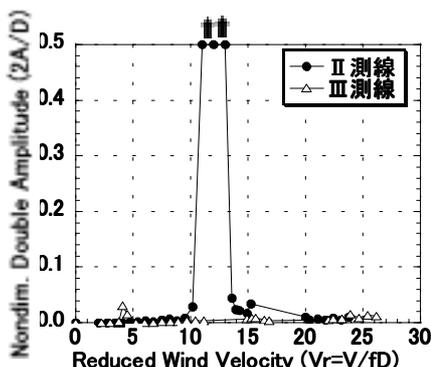


図 3 制振対策無し（Case1）

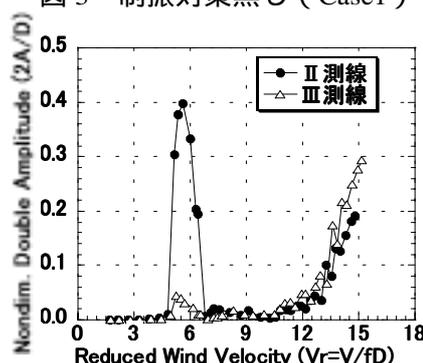


図 5 制振対策無し  
（Case2）

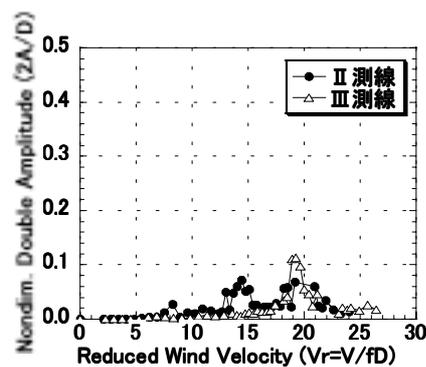


図 4 桁下面垂直平板（Case1）

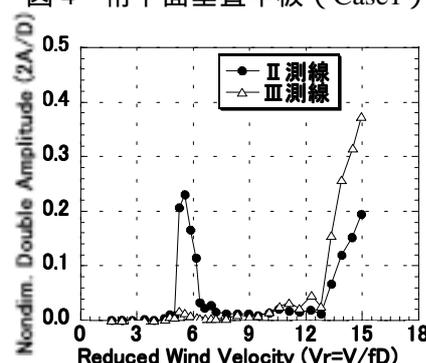


図 6 フェアリングプレート  
（Case2）

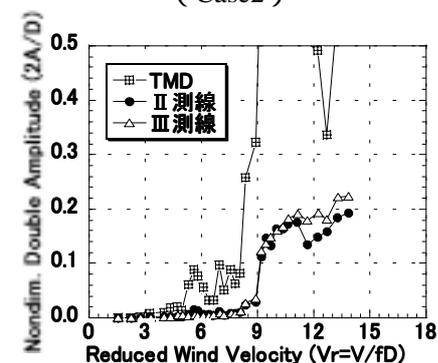


図 7 TMD（Case2）

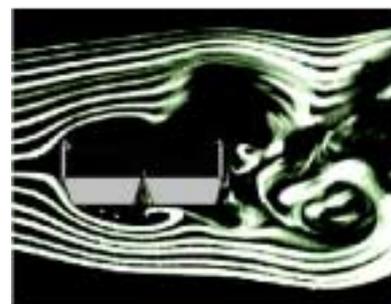


図 8 可視化写真