

遮風壁が橋梁の空力安定性および橋梁上の横風特性に与える影響に関する研究

横浜国立大学 学生会員 ○佐藤 真希
 横浜国立大学 フェロー 勝地 弘
 横浜国立大学 正会員 王 嘉奇
 横浜国立大学 正会員 田村 洋

1. 背景・目的

強風時に特に海上の長大橋上の車両走行安全性が懸念されている。強風時には交通規制が行われることがあるが、依然として車両横転事故などが発生している。一方遮風壁は、車両への横風を直接的に防ぐことが可能な点で橋梁上の強風対策として有効である。しかし、橋桁の空力安定性を低減させてしまう可能性を持つことから¹⁾、国内での長大橋への遮風壁の設置は多くない。そのため、車両と橋梁の耐風性を同時に安定化させる遮風壁が求められる。本研究では、風洞実験により橋梁の空力安定性および橋梁上の横風特性に対する遮風壁の影響を解明することを目的とする。遮風壁のパラメータとして、断面形状と開口率に着目する。

2. 手法

本研究では、高さ2.8m、幅26mの4車線の扁平箱桁を60分の1に縮尺した箱桁模型を使用した。遮風壁は高さ3mの格子状のものを作成した。断面形状は直線型(ST)と曲線型(CT)の2種類、開口率は0%、20%、50%の3種類を比較する。ここで開口率(OR)は、1つの開口部の高さ、開口部と水平板を合わせた高さの比と定義する。

桁の振動応答に対する遮風壁の影響を調べるため、一樣流中の迎角 $\alpha=0^\circ$ 及び $+3^\circ$ において、鉛直たわみ方向、ねじれ方向それぞれの1自由度バネ支持実験を行った。一般に、鉛直たわみ渦励振とねじれ渦励振は同じメカニズムであるため、ここではねじれ振動について考察する。等価極慣性モーメントは模型所要値の $0.1722\text{kgf}\cdot\text{m}^2/\text{m}$ に調節し、構造対数減衰率はねじれ渦励振が観察されやすい 0.006 とした。

また、熱線風速計を用いた風速分布計測実験を行い、遮風壁を設置した時の桁表面上の平均風速を調査した。接近流風速は 4m/s 、迎角は $\alpha=0^\circ$ とした。測定点は桁

表面から模型高さ140mmまでの高覧上、車線上、車線の境界上、中央分離带上である。

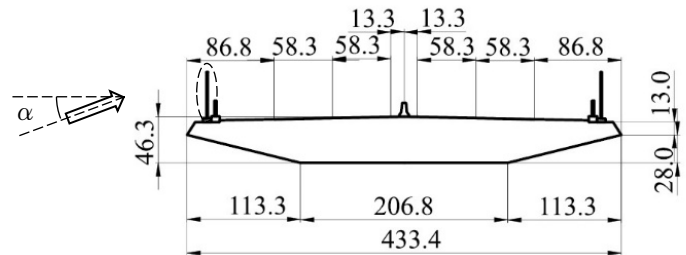


図1 橋桁模型断面(単位: mm, 1/60)

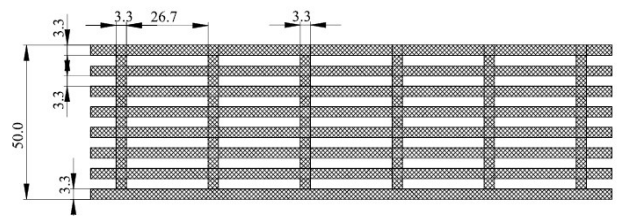


図2 遮風壁模型(単位: mm)

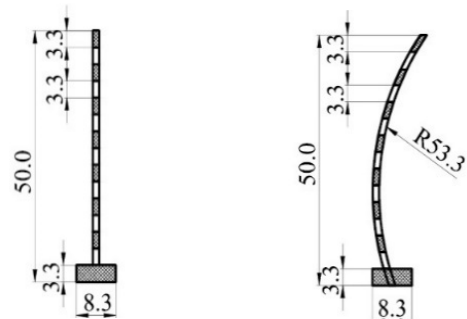


図3 遮風壁模型断面(左:直線型(ST), 右:曲線型(CT))

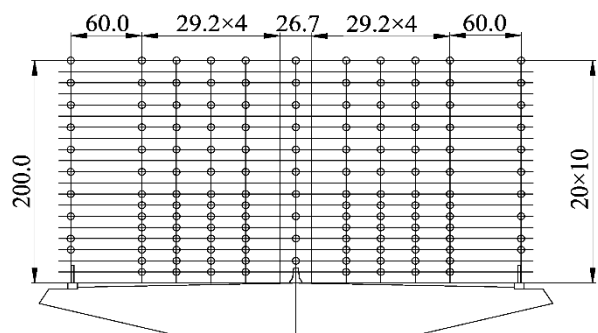


図4 風速測定点(単位: mm)

キーワード 遮風壁, 扁平箱桁, 空力安定性, 長大橋

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 横浜国立大学都市イノベーション研究院 TEL045-339-4243

3. 結果

3.1 遮風壁が空力振動応答に与える影響

$\alpha=0^\circ$ の一様流において、各パラメータの遮風壁を設置した時のねじれ振動振幅(A_ϕ)を図5に示す。遮風壁を設置していないケース(OR=100%)では、渦励振最大値($A_{\phi max}$)は 0.14° と非常に小さく、またねじれフラッターは発現せず、安定していることがわかる。直線型遮風壁では、OR=0%で $U_r=26\sim 41\text{m/s}$ の範囲で $A_{\phi max}=1.23^\circ$ の渦励振、 $U_r > 57\text{m/s}$ でねじれフラッターの発現がみられた。ORの上昇により渦励振は減少し、ねじれフラッターの発現風速(U_{cr})は増加する。OR=50%では渦励振とねじれフラッターの両方とも、実験風速範囲では発現しなかった($A_{\phi max}=0.803^\circ$ for OR=20%; $U_{cr}=93.9\text{m/s}$ for OR=20%; $U_{cr} > 120\text{m/s}$ for OR=50%)。曲線型遮風壁においても直線型と同様の傾向を示した。

形状による振動応答を比較すると、OR=0%, 50%では大きな差がみられなかった。OR=20%では、 $A_{\phi max}$ は直線型が曲線型より小さい($A_{\phi max}=0.803^\circ$ for ST ; $A_{\phi max}=1.10^\circ$ for CT)一方で、 U_{cr} は曲線型の方が大きい($U_{cr}=93.9\text{m/s}$ for ST; $U_{cr}=100.9\text{m/s}$ for CT)という結果となった。また、曲線型のねじれフラッターは非常に緩やかな増加をする様子が観察できた。

3.2 遮風壁が橋梁上の横風特性に与える影響

図6に各形状の平均風速分布を示す。ここでは、車線上の桁からの高さ $h=20\sim 60\text{mm}$ の範囲において、遮風壁を設置する前後の平均風速の減少率に着目する。まず形状に関して、風速減少率の差はほとんどなかった。次に開口率に関して、OR=0%の遮風壁を設置することで、風上側($x<0$)では設置前より80~85%の減少、風下側($x>0$)では30~80%の減少をすることがわかった。さらに開口率の上昇により、桁上の平均風速は増加し、風速減少率は小さくなる。しかしながら、OR=50%であっても、全体として半分程度の減少率となることから、十分な遮風効果があることがわかる。

まとめ

遮風壁の設置により、渦励振やねじれフラッターなどの自励振動が発現してしまうが、ORの上昇により空力安定性は回復した。特にOR=50%の時、遮風壁を設置しない場合と同程度かそれ以上の安定性を持つことが明らかになった。OR=0%と50%は形状による差はないが、OR=20%では、曲線型遮風壁を持つ桁は、渦励振では不安定であるが、ねじれフラッターでは安定であった。

遮風壁の設置前後で平均風速減少率に着目した時、形状の違いはみられなかった。ORが小さいほど、より桁上の風速を減少させることができたが、比較的大きいOR=50%であっても、遮風壁設置前の半分程度の風速に抑えることができた。

参考文献

- 1) 本州四国連絡橋公団、住友重機械工業株式会社：海峡部橋梁の遮風対策工構造予備検討報告書、1995.03

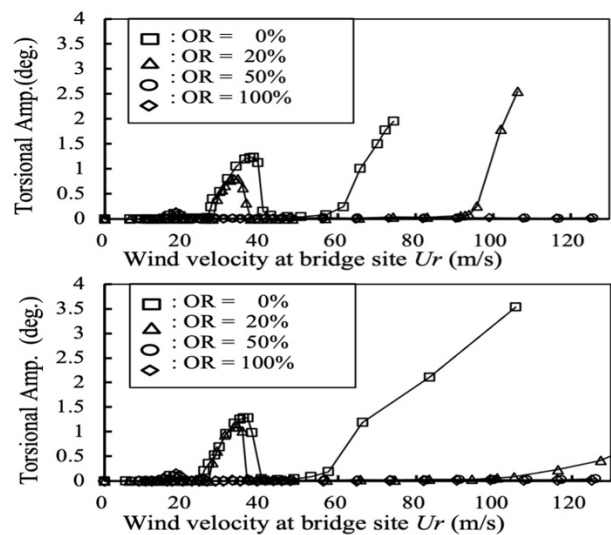


図5 ねじれ振動振幅(上：直線型，下：曲線型)

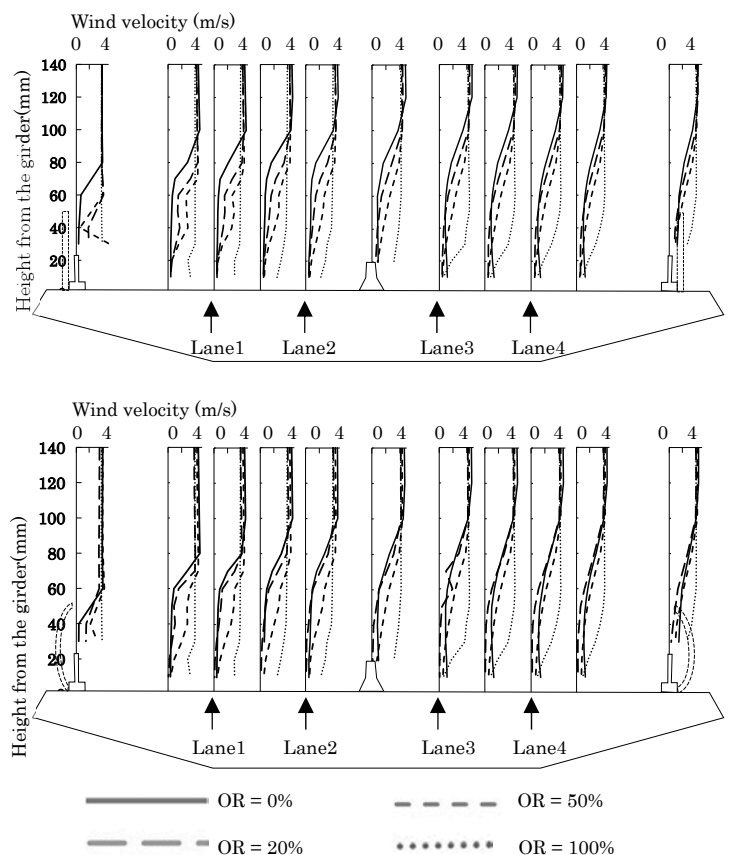


図6 平均風速分布図(上：直線型，下：曲線型)