

御所浦第2架橋の補剛桁の経済性を考慮した耐風性検討

(株)計測リサーチコンサルタント 正会員 井上洋一 九州工業大学 学生員 山崎香織
九州工業大学 正会員 久保喜延 正会員 木村吉郎 正会員 加藤九州男
熊本県 正会員 亀田俊二 日本技術開発(株) 正会員 吉川悟司

1. はじめに

構造物の振動抑制策の1つとして、フェアリング等の空力的付加部材を設置する方法がある。しかし、経済性やメンテナンスを考えると、付加部材の使用は好ましくない。そこで、複数の剥離点を設けて剥離流を互いに干渉させることで有害な剥離渦の発生を抑制する、剥離干渉法を用い、部材形状や位置を最適化して、耐風性を向上させることを目的とした。本研究では偏平六角形断面、台形ウェブ断面、逆三角形断面の3種類の異なる形状を持つ桁断面について耐風性を検討した。

2. 実験概要

実験は測定断面 $1.07\text{m} \times 1.07\text{m}$ の回流式の風洞を使用し、図1に示す3断面（模型断面幅 $B = 0.200\text{m}$ 、桁高 0.044m ）について、ねじれ振動とたわみ振動の1自由度応答実験を行った。ここでは、ねじれ応答について示す。模型のねじれ振動数と対数減衰率は、それぞれ $4.18 \sim 4.23\text{Hz}$ 、 $0.0060 \sim 0.0067$ （ねじれ）とした。風向は、車道側が上流の場合（ $\theta = 0^\circ$ ）と歩道側が上流の場合（ $\theta = 180^\circ$ ）の2風向とし、迎角 α は -3° 、 0° 、 $+3^\circ$ とした。各断面に対しては表1に示す制振対策の効果を検討した。台形ウェブ断面では、フェアリングは上面および下面の角度およびフェアリングの厚さを変化させその応答特性を調べた。逆三角形断面では、桁上面の地覆の外側に2次剥離点として鉛直板を設置しこの高さを変化させ、1次剥離点と2次剥離点を結ぶ直線と水平面とが成す角（以降、剥離角とする）を変化させた。同様に、模型底部に検査車レール用の鉛直板を設置しその高さと位置を変化させた。また、模型底部の斜面勾配を $\pm 3^\circ$ 変化させその影響を調べた。また、本研究では、フェアリングが基本断面の一部となっており基本断面の形状を生かした制振対策が可能と考えられる台形ウェブ断面と、他の断面と比べて自重が小さく、経済的に有利と思われる逆三角形断面について重点的に検討を行った。

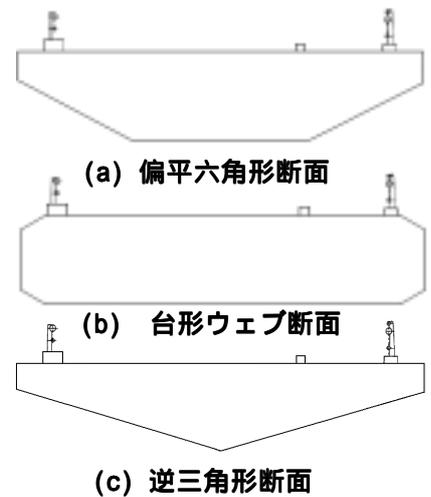


図1 基本断面形状

表1 各断面での実験ケース

基本断面形状	制振対策
偏平六角形断面	基本断面 フェアリング設置
台形ウェブ断面	基本断面 フェアリング設置
逆三角形断面	基本断面 フェアリング設置 地覆外側に鉛直板設置 検査車レール用鉛直板設置 模型底部の斜面勾配変化

3. 実験結果および考察

3-1 基本断面

基本断面でのねじれ振動の応答特性を比較すると、図2に示すように、台形ウェブ断面は空力的に不安定であるのに対し残りの2断面はほとんど振動しなかった。

3-2 台形ウェブ断面

フェアリングの厚さ p を桁高と地覆高を足し合わせた値 H で除した値 p/H を $p/H = 0.2$ で固定し、上面の剥離角 θ_1 および下面の剥離角 θ_2 を $\theta_1 = \theta_2 = 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ$ としてそれぞれの応答特性を比較したところ、渦励振の応答

キーワード：空力振動，制振対策，付加部材，経済性，剥離干渉法，風洞実験

連絡先：九州工業大学 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1 Tel. (093)884-3100

振幅が $30^\circ 25^\circ 35^\circ$ の順に大きくなり、 $\alpha = 25^\circ$ の時のみフラッターが発生した（図3）。また、 $\alpha_1 = \alpha_2 = 30^\circ$ とし p/H を 0.2, 0.3, 0.4 と変化させたときは、渦励振の応答振幅は $p/H = 0.2$ の時が最も小さく、次いで 0.3, 0.4 の順に大きくなった（図4）。また、 $\alpha_1 = \alpha_2 = 35^\circ$ とした時は、0.3, 0.2, 0.4 の順に応答が大きくなった。既往の研究¹⁾で最も剥離干渉効果が得られた、剥離角 $\alpha = 30^\circ$ 、 $p/H = 0.3$ と比較すると、剥離角は一致しているものの、 p/H は異なっており、断面形状や剥離角の影響と考えられるが、その傾向は充分には解明できなかった。

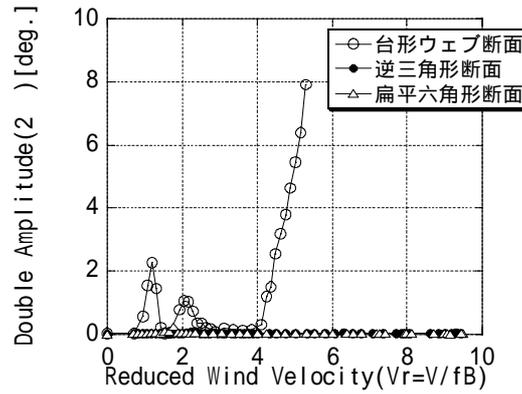


図2 基本断面のねじれ応答 ($\alpha = 0^\circ$)

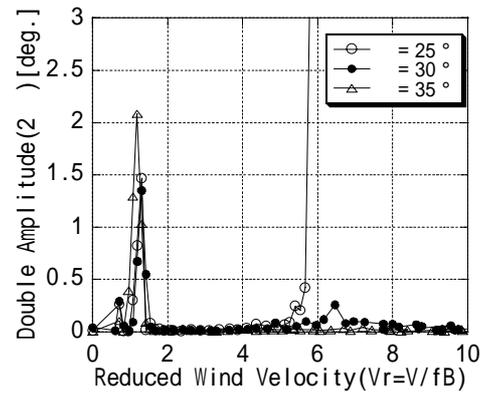


図3 剥離角度のねじれ応答への影響 (台形ウェブ, $\alpha_1 = 0^\circ$, $\alpha_2 = 0^\circ$)

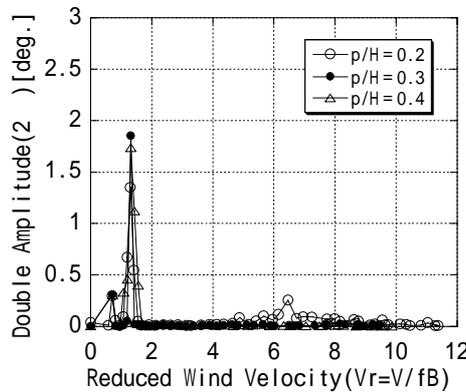


図4 p/Hのねじれ応答への影響 (台形ウェブ, $\alpha_1 = 0^\circ$, $\alpha_2 = 0^\circ$)

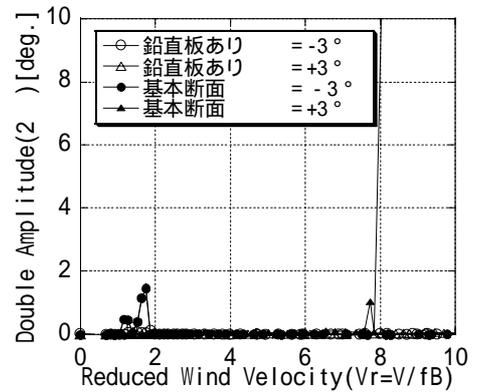


図5 鉛直板のねじれ応答への影響 (逆三角形, $\alpha_1 = 0^\circ$)

3 - 3 逆三角形断面

逆三角形断面桁上面の車道側の地覆の外側に高さ 6.5 mm、歩道側の地覆の外側に高さ 6.0 mmの鉛直板を設置すると、基本断面で発生していた渦励振、フラッターが発生しなかった（図5）。これは、2次剥離点の位置を調節することにより、剥離干渉効果が得られたためと考えられる。なおこの時の剥離角は車道側が 29.4° 、歩道側が 27.5° であり 3 - 2の時と同じように、 30° 付近である。また、鉛直板から桁上面前縁部までの距離を p 、鉛直板の先端から模型底部の斜面までの長さを H と考えると、 $p/H = 0.5$ であり、3 - 2の $p/H = 0.2, 0.3$ のいずれとも異なる値となった。更に、底面の斜面勾配のねじれ応答への影響を調べたところ、今回検討したケースでは勾配を 3° 減らしたケースが最も安定性が高かった（図6）。

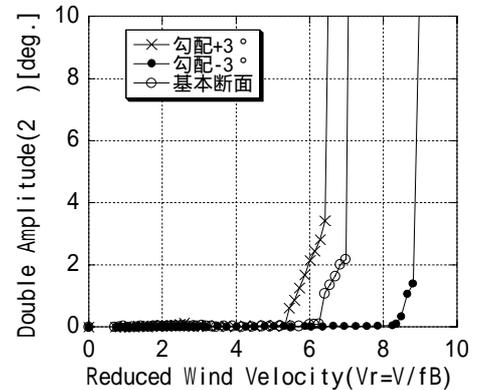


図6 斜面勾配のねじれ応答への影響 (逆三角形, $\alpha_1 = 0^\circ$, $\alpha_2 = +3^\circ$)

4. まとめ

- (1) 剥離干渉による制振効果は剥離角 α が 30° 付近の時に最もその効果的であった。
- (2) 剥離干渉法におけるパラメーターの1つである p/H の最適な値は、断面形状や剥離角により異なり、その特性については十分な解明には至らなかった。
- (3) 空力的制振対策部材を新たに設置しなくても、地覆等の構造部材の位置や高さを工夫することにより、 α ができる可能性がある。十分な耐風性を得ることができる可能性がある。

【参考文献】 1) 皆田, 久保他: 構造工学論文集 Vol.43A, pp939-944, 1997.