

## I - 330

## 再付着断面桁の前縁剥離干渉作用について

九州工業大学工学部 学生員 ○小石 明  
九州工業大学工学部 正会員 久保 喜延  
九州工業大学工学部 学生員 田崎 賢二

1. まえがき 長大なPC斜張橋などの主桁に発生する空力弾性振動の制振対策として、フェアリングによる制振があげられる。これは、主桁断面を流線型化することを目的としている。従来、鋼斜張橋に用いられてきたフェアリングは、先端が鋭いエッジ状であったり円形であったりしていた。このため、これをこのままPC斜張橋に用いると、施工性や経済性といった面で不利になると考えられる。ところで、筆者らの研究では、Fig. 1に示すような、流線型でないフェアリングでも、高い耐風安定性を得ることが分かっている。これは、前縁で生じた複数の剥離流が、干渉作用をおこし、流線型物体における表面流れの状態に、近づけられるためではないかと考えられる。

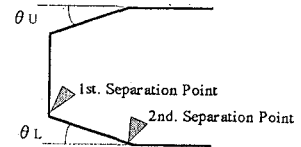


Fig. 1 フェアリング

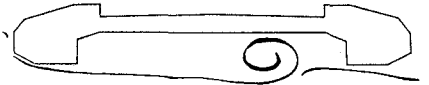


Fig. 2 開断面桁

この考えを、Fig. 2に示す開断面桁のフェアリングに適用したところ、有効に作用することが確認された。なお、開断面桁において、表面流れの可視化を行ったところ、図に示すように、前縁から生じた剥離流れが開断面部に巻き込んでおり、このことが空力特性に影響を与えるか否かの検討をする必要があると考えられた。そこで本研究は、開断面桁の開断面部を閉塞した閉塞断面桁を用い、剥離流の再付着を促進することで、剥離流の再付着がフェアリング特性に影響を及ぼすのかを検討することを、目的としている。



Fig. 3 閉塞断面桁

## 2. 実験方法

実験には測定断面が $1.07 \times 1.07\text{m}$ の風洞と、Fig. 3に示す閉塞断面桁の2次元模型を使用した。模型の寸法は、幅 $352.8\text{mm}$ 、高さ $52.4\text{mm}$ であり、各フェアリングを取り付けたときの平均固有振動数は、 $5.44\text{Hz}$ であった。下面側の剥離流の干渉作用を検討するため、フェアリング下面傾斜角 $\theta_L$ を $20^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ, 40^\circ, 50^\circ$ に、迎角 $\alpha$ を $-6^\circ, -3^\circ, 0^\circ, +3^\circ, +6^\circ$ に変化させて、捩れ1自由度振動実験を行った。なお、これまでの研究より上面傾斜角 $\theta_U$ は、これまでの実験より良好な結果が得られた $\theta_U 50^\circ$ に固定している。また、干渉作用のメカニズムを視覚的に把握するため、測定断面 $0.4 \times 0.4\text{m}$ の風洞を用いて可視化実験も行った。可視化方法は、スモークワイヤー法である。

## 3. 実験結果および考察

a) 応答実験 Fig. 4(a), (b)およびFig. 5(a), (b)は、それぞれ開断面桁と閉塞断面桁の $\alpha = -6^\circ$ における捩れ振動実験の応答図である。縦軸に倍振幅 $2\phi$ (:deg.)、横軸に換算風速 $V_r$ を示している。開断面桁では、 $\alpha = 0^\circ$ より負の迎角で応答が現れたのに対し、閉塞断面桁では $\alpha = -6^\circ$ 以外では応答は現れなかった。Fig. 6はフラッター発振風速と下面傾斜角についてみたものである。これらの図を見ると、開断面桁も閉塞断面桁も $\theta_L$ が $30^\circ$ に近づくにつれフラッター発振風速は高く、渦励振のピークは小さくなっていることが分かる。Fig. 7は倍振幅 $2\phi = 0.7^\circ$ における空力減衰率と風速の関係を示したものである。 $\theta_L = 30^\circ$ 以外ではいったん減少した後、ある風速まで増加し、その後、急激に減少しているのに対し、 $\theta_L = 30^\circ$ 付近では緩やかに増加している。

これらのことから、閉塞断面桁は開断面と比べると空力的には鈍くなっているが、フェアリング下面傾斜角 $\theta_L=30^\circ$ で最も良い空力特性を示しており、フェアリング特性は変化していないことが分かる。

b)可視化実験 Fig. 8は、全てのフェアリングで、不安定な傾向を示した、 $Vr=4.5$ における可視化のスケッチである。下面側の渦の間隔について観察すると、 $\theta_L=30^\circ$ で最も広く、 $\theta_L=30^\circ$ から離れるにしたがい狭くなっていることが分かる。このことから、下面傾斜角が剥離渦の放出角度、あるいはストローハル数に何らかの影響をもつことがうかがえる。なお、今回の可視化実験では、干渉作用のメカニズム解明までにはいたらなかった。

#### 4.まとめ

1)開断面部を閉塞した閉塞断面桁は、応答が鈍くなったが、フェアリングによる桁の空力特性は変化しておらず、剥離流の再付着によるフェアリング特性への影響は少ない。

2)剥離流の干渉効果を考慮したフェアリングは閉塞断面桁にも有効に作用した。

剥離流の干渉効果を考慮したフェアリングを用いるとフェアリングを施工性の良い単純な形状とすることができ、死荷重を軽減することができる。また、フェアリングを構造部材の一部とすることも可能となる。

今後は圧力測定による剥離流干渉のメカニズムの解明、フェアリング角度とストローハル数の関係に関する研究、さらにフェアリングの空力特性に関するパラメータの抽出を行う予定である。

参考文献 久保等:剥離流干渉効果によるPC斜張橋開断面の耐風性能改善法,第12回風工学シンポ(1992.12)

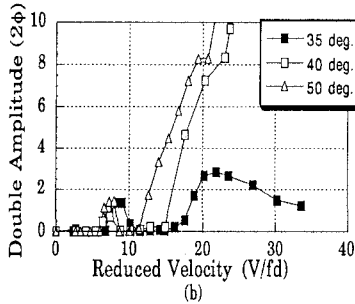
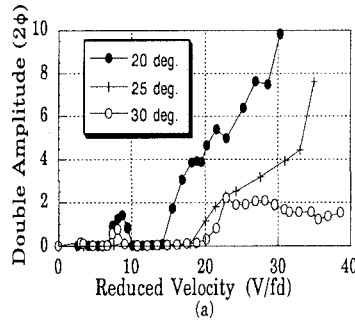


Fig. 4 閉塞断面桁応答図

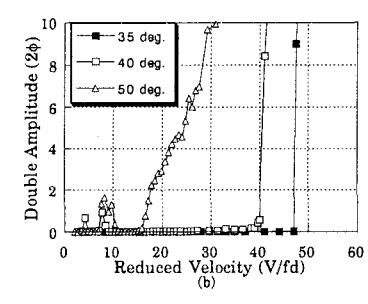
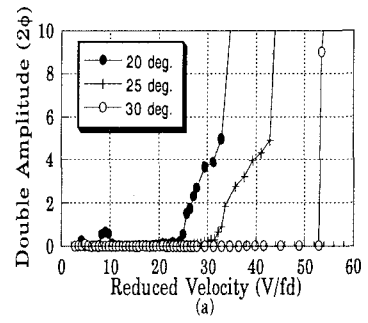


Fig. 5 閉塞断面桁応答図

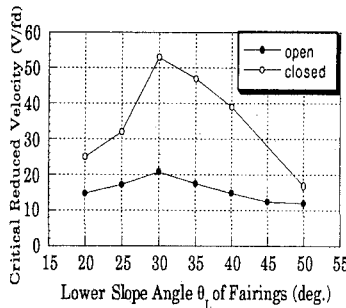


Fig. 6 フラッタ発振風速と下面傾斜角の関係

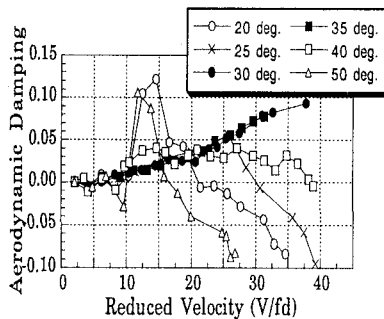


Fig. 7  $Vr-\delta$  曲線

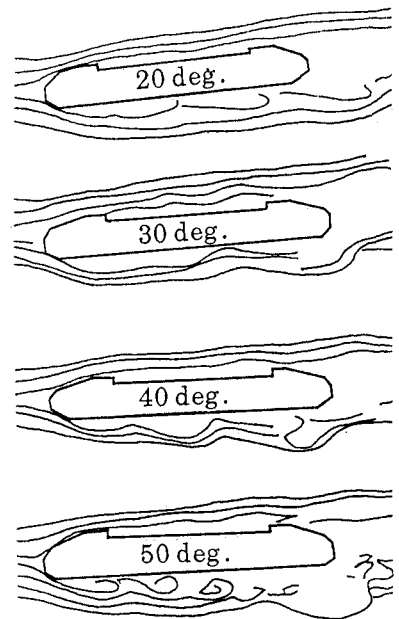


Fig. 8 可視化のスケッチ