

I-235 箱桁断面のフェアリングによる制振効果について

徳島大学大学院 学生員 ○真鍋 昌司
 徳島大学工学部 正 員 宇都宮英彦

徳島大学工学部 正 員 長尾 文明
 京都大学大学院 学生員 山岸 稔

1. まえがき 近年、斜張橋の桁断面に逆台形充腹箱桁断面の採用される例が多く見られる。しかし、このような断面形状ではよほど偏平なものとならない限り、耐風性は悪く、種々の有害振動を招く恐れがある。そのような場合に、耐風性を向上させるため、適当な制振装置を付設する空気力学的対策を施している例が数多く見られる。本研究では、種々の単純橋梁断面を対象として、実際によく用いられている制振装置であるフェアリングによるフラッター、渦励振に対する制振効果を調査検討し、さらに、実橋梁における例も踏まえて、フェアリングの制振効果のメカニズムについて考察する。

2. 風洞実験概要 風洞は徳島大学工学部の吸い込み式エッフェル型風洞(1.5×0.7×1.8m)を使用し、振動応答実験と可視化実験を行った。実験に用いた模型断面は、表1に示すような計8断面に既存の標準的な高欄を付設したもの(以下、基本断面と呼ぶ。)であり、これらの桁高比 B/D (B:幅員、D:桁高)は一定(4.35)である。また、空力特性のみに着目するために、すべての模型のスクルートン数を一定に保った。制振装置は表2に示す5種類のフェアリングを採用した。

3. 実験結果及び考察 図1は、断面に対して水平に風を受ける場合よりも耐風性が悪化する、迎角+3°における各断面の基本的応答を整理したものである。橋梁断面としては、かなり鈍い断面形状であるために全断面を通して撓みと振れの渦励振、振れフラッターが現れている。この図より、総合的な見方をすると、撓み渦励振とフラッターに関しては断面形状の変化に対する応答量の変動が少ない事から、細かい形状パラメータ(張り出し比 B/BUやウェブ傾斜角θ等)にさほど左右されないと考えることができる。それとは逆に、振れ渦励振の場合、細かい形状パラメータにも応答量は大きく依存すると判断できる。

次にフェアリングの制振効果についてであるが、本報ではたわみ渦励振のみを対象として述べる。図2は各断面において、基本断面ピーク応答量に対しての各フェアリングを付設したときのピーク応答量の増減を示した図である。制振率100%とは完全に振動が抑制されたことを示し、0%はフェアリングを付設しても応答量に変化の見られないことを示す。また、負の値はフェアリングの設置によって逆に応答量が増加していることを示す。図2を見ると、断面1~5はいかなるフェアリングを設置してもさほど制振効果は期待できず、これらの断面は根本的な断面形状自体を変える必要があると思われる。しかし、断面6では各フェアリングによって、50~100%程度振動が抑制されており、高い制振効果の現れていることが分かる。

本実験に用いた断面は、前縁剥離渦型に分類されると言え¹⁾、また、逆台形断面形状の場合は桁上面部の剥離状況に応答は左右されるのではないかと考えられている²⁾。ここで、可視化実験によって得られた模型上面部の流れのスケッチを図3(a)、(b)に示す。(a)は制振効果の現れなかった断面4にTypeDのフェアリングを付設した場合であり、(b)は制振効果のあった断面6に同様のフェアリングを付設した場合である。これら2断面の流れの相違点は前縁先端部での風の迎え角にあると言える。断面6ではフェアリングの斜面に沿った流れが前縁剥離渦を形成するが、断面4ではフェアリングの先端から剥離した

表1 各模型断面形状

模型名	模型形状図	形状パラメータ		
		B/BU	B/BL	θ
断面1		1.11	1.27	75°
断面2		1.27	1.27	90°
断面3		1.00	1.79	45°
断面4		1.23	1.79	60°
断面5		1.79	1.79	90°
断面6		1.29	3.00	45°
断面7		1.70	3.00	60°
断面8		3.00	3.00	90°

表2 制振装置

Type	形状
Type A	
Type U	
Type C	
Type D	
Type E	

流れが、前縁剥離渦を形成して桁上部で発達していることが分かる。断面形状の微妙な違いによって分流点の形成に影響を与え、このような変化が現れるのではないかとと思われるが、フェアリング先端からの剥離により形成された渦が強い励振力をもつため、ピーク応答量に差が現れるのではないかと考えられる。

実橋梁模型において、多少フェアリング形状に差はあるが、制振効果に関する前述と同様の例も本研究室で得られている。図4(a)はフェアリングによりあまり高い制振効果の得られなかった実橋梁断面であり、図4(b)は高い制振効果の現れたそれである。図3、4より分流点は、ボックス部に対する張り出し長やウェブ傾斜角に依存し、フェアリングの有効性が左右されるのではないかと考えられる。

4. あとがき 本実験に採用した桁高比が4.35の断面は、基本的に対風安定性は悪いと言え、明確な制振作用のあったものは少なかったが、断面形状とフェアリングの相性というものはフェアリングを含めた前縁先端部での剥離の仕方に依存すると考えられ、フェアリングは前縁剥離渦の発達を抑制することによって対風応答特性を向上させている事が確認できた。

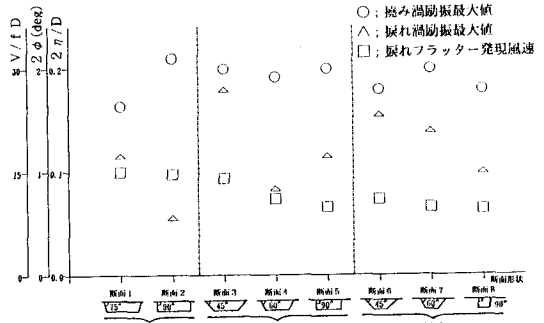


図1 各断面の基本的応答(迎え角 3°)

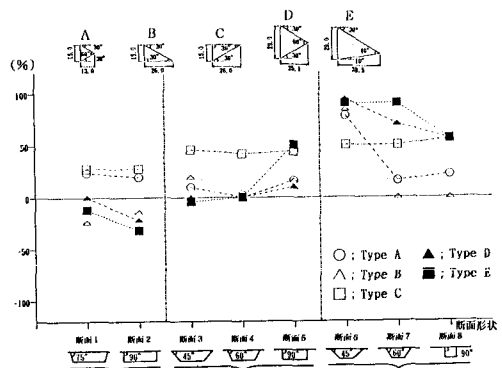
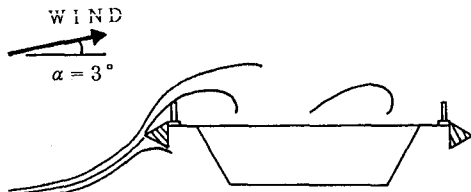
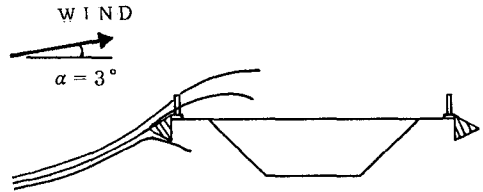


図2 種々のフェアリングによる制振効果

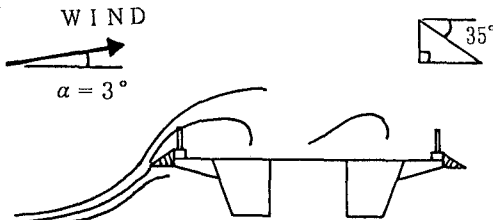


(a) 断面4

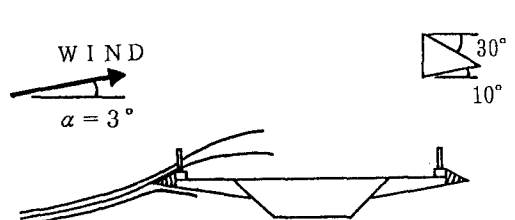


(b) 断面6

図3 Type Dのフェアリングを付設した場合の前縁部流況のスケッチ



(a) 制振効果の現れなかった断面



(b) 制振効果の現れた断面

図4 実橋梁断面における前縁部流況のスケッチ

<参考文献>

- 1) 白石、松本：充腹構造断面の渦励振応答特性に関する研究、土木学会論文報告集、第322号、1982、6
- 2) H. Utsunomiya, et al.: Some Problems of Wind Tunnel Measurements on Vortex Induced Oscillations with Sectional Models, Canada-Japan Workshop on Bridge Aerodynamics, September, 1989