

浜田マリン大橋の桁断面の耐風特性

九州工業大学工学部 学生員 ○皆田龍一

九州工業大学工学部 正会員 久保喜延

島根県 岡利文

漁港漁村建設技術研究所 高木伸雄, 大塚浩二

1. まえがき

浜田マリン大橋は、島根県浜田市の浜田漁港の原井地区と瀬戸ヶ島の間に架設が計画されている2径間連続鋼斜張橋である。鋼斜張橋の耐風制振法の1つとして、桁断面にフェアリングと呼ばれる付加物を付ける方法がある。これまでの研究では、図1に示すようにフェアリングに2個の剥離点を設けて、1次剥離点からの剥離流を2次剥離点で制御することにより、振動の原因となる有害な剥離渦の生成を抑制して、主桁の耐風制振を行うことを検討してきた。そこで本研究では、実橋桁断面に形状の異なるフェアリングを用いて、各フェアリングが応答特性にどのような影響を与えるかについて考察した。また、橋梁の性質上、高欄は無視することの出来ない付加物であり、高欄が耐風性能にどのような影響を与えるかについても考察した。

2. 実験概要

実験には、測定断面が $1.07\text{m} \times 1.07\text{m}$ の風洞を使用し、たわみ、ねじれ1自由度振動実験を行った。実験模型は、図1に示す基本断面($s=1/36$)を使用し、フェアリング部分は図2、表1に示すものを使用した。既往の研究により、2個の剥離点を結ぶ直線と模型表面とのなす角 θ が 30° の場合に、最も良好な結果が得られていることから、上面傾斜角 θ_u は 30° に固定している。また、F33Aのみ下面傾斜角 θ_l を 30° としてある。実験パターンは、各フェアリングについて迎角 α を $\pm 6^\circ$ 、 $\pm 4^\circ$ 、 $\pm 2^\circ$ 、 $\pm 0^\circ$ と変化させ、それぞれ高欄を付けた状態と取り外した状態で実験を行った。なお、模型の諸元は表2に示す。あわせて、測定断面が $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ の風洞を使用し、模型静止状態でスモークワイヤー法による可視化実験も行った。

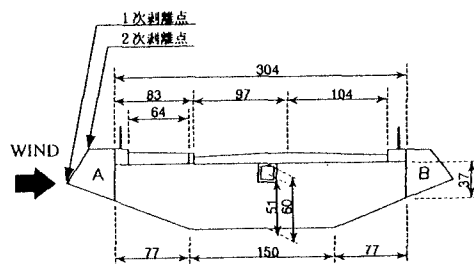


図1 模型基本断面(mm)

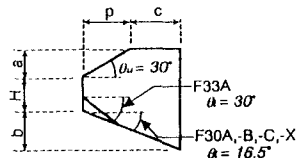


図2 フェアリング[A]断面図

3. 実験結果

①振動実験 まず、F30A、B、C、Xを使用し、たわみ振動実験を行った。高欄が無い状態では、各フェアリングともに $V_r=5.0$ 付近で渦励振が発生し、その応答特性は同じものとなった。高欄を付けることにより、全体的に応答振幅は小さくなり、F30A、B、Cにおいては $\alpha=\pm 6^\circ$ で渦励振が完全に発生しなくなったが、F30Xのみ渦励振が発生し、応答特性に変化が現れた(図3)。次に、同じくF30A、B、C、Xでねじれ振動実験を行ったところ、 $V_r=4.0\sim 6.0$ 付近で渦励振が発生し、フェアリング、高欄の有無による応答特性に大きな変化がみられなかった。そのため、下面傾斜角 θ_l を 30° にしたF33Aを使用したところ、渦励振の発生を抑制することができた(図4, 5)。

②可視化実験 $\alpha=\pm 6^\circ$ の時、高欄が無い状態では、F30A、Xにおいて桁上面で見られた剥離渦(図6)が、高欄を付けるこ

表1 フェアリング[A]部分詳細(単位:mm)

フェアリング	a	b	c	p	H	p/H
F30A	14.3	15.0	25.7	24.9	24.3	1.02
F30B	20.7	15.0	14.8	35.8	17.9	2.00
F30C	26.9	15.0	3.9	46.7	11.7	3.99
F30X	6.2	10.8	25.7	10.7	36.6	0.29
F33A	14.3	22.1	25.7	24.9	17.2	1.45

表2 模型の諸元

	たわみ振動実験	ねじれ振動実験
単位長さ当たり質量(kg/m)	7.037	
単位長さ当たり極慣性モーメント(kgfm ² /m)		0.075
振動数(Hz)	2.48	4.70
構造減衰率	0.003	0.010

とによりF30Aでは発生しなくなった(図7)。また、 $\alpha=+0^\circ$ の時、F30Aでは桁後縁部付近で渦が発生したが(図8)、F33Aでは見られなかった(図9)。

4. 考察

①たわみ1自由度振動実験 高欄を付けることで迎角 $\alpha=+6^\circ$ の時、F30Xでは渦励振が発生しているが、F30A、B、Cでは発生していない。これは、迎角が大きくなり上面傾斜角が鋭くなり、1次剥離点からの剥離流は2次剥離点に干渉せず高欄に再付着する。F30Xで渦励振が発生したのは、F30Xと他のフェアリングとは1次剥離点から高欄までの距離が違いため、高欄の存在により再付着する位置が異なり、高欄により異なる剥離干渉作用を起こしたためと考えられる。

②ねじれ1自由度振動実験 下面傾斜角を 30° にすることにより、主に負の迎角で渦励振の発生を抑制している。これは、桁下面は桁上面のような高欄や歩道等の付加物が無く、2次剥離点からの剥離流が他に影響されずに桁後方に流れることにより、剥離干渉効果が十分に得られたためと考えられる。

5. まとめ

今回の実験の結果から、以下のことが分かった。

- 1) 正の迎角では、高欄の影響が主に現れていることから、桁上面の形状が渦励振を誘起する剥離渦の形成に関与している。
- 2) 負の迎角では、下面傾斜角を $\theta=30^\circ$ にすることで、剥離干渉効果を得ることができる。
- 3) 実橋の場合、フェアリング形状だけを考慮して耐風制振を行うことは比較的困難で、高欄形状および位置を考慮に加える必要がある。



図6 可視化スケッチ(F30A. $\alpha=+6^\circ$.高欄無し)

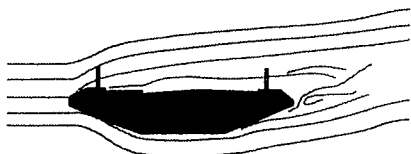


図8 可視化スケッチ(F30A. $\alpha=+0^\circ$.高欄有り)

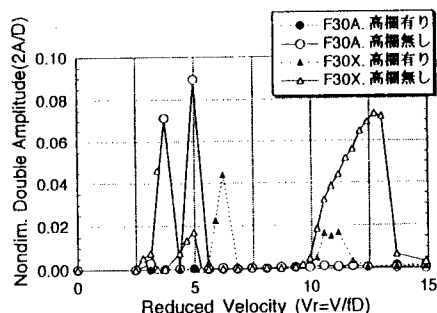


図3 たわみ振動実験応答図($\alpha=+6^\circ$)

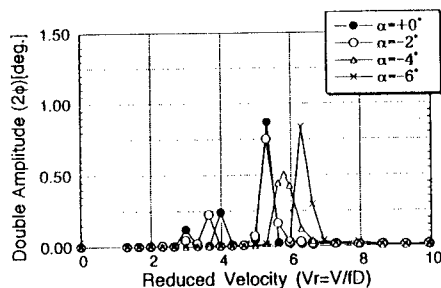


図4 ねじれ振動実験応答図(F30A.高欄有り)

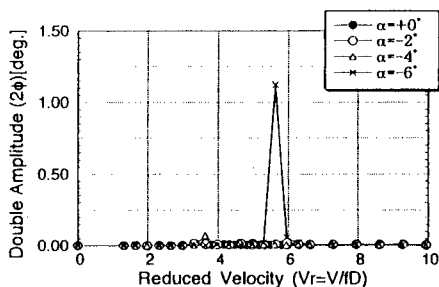


図5 ねじれ振動実験応答図(F33A.高欄有り)

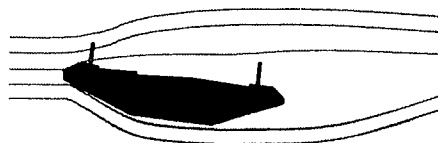


図7 可視化スケッチ(F30A. $\alpha=+6^\circ$.高欄有り)

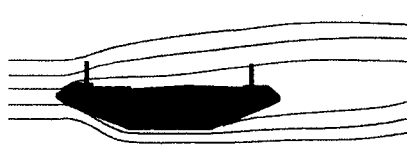


図9 可視化スケッチ(F33A. $\alpha=+0^\circ$.高欄有り)