

I-702

下関港人工島連絡橋の耐風特性について

九州工業大学 正 員○久保喜延 正 員 加藤九州男

学生員 中桐秀雄 学生員 林田宏二

運輸省第四港湾建設局 油谷進介

1. まえがき

下関港人工島連絡橋は、下関の北浦海域に沖合人工島へのアクセスとして計画されている橋梁である。本橋の中央部には、スパン100m+100mの1面吊り2径間PC斜張橋が予定されており、その主桁断面形状は、図1に示すような偏平率の高い断面である。

そこで、フェアリング形状を変化させた部分模型を用いて桁断面の耐風性能の検討を行う同時に、全橋模型を用いて架設段階における耐風安定性の確認を行った。

2. 実験概要

供試模型は、風洞の規模などを考慮し

て縮尺1/50の部分模型、および縮尺1/100の全橋模型を用いた。模型諸元については、紙面の都合上、参考文献¹⁾²⁾を参照されたい。実験に用いた各フェアリング形状を図2に、その詳細を表1に、照査風速および許容倍振幅値を表2に示す。また、迎角は、0, ± 3 , ± 6 (deg.)と変化させた。なお、部分模型実験については、まずねじれ1自由度

振動実験を行い、最も耐風安定性が良かったフェアリング形状についてのみたわみ1自由度振動実験を行った。さらに、架設系実験においては、スパイヤーおよび粗度ブロックを配置し、境界層乱流中における実験も行った。その乱流は冬の季節風に

相似させたもので、表3に示す特性を有している。

3. 実験結果と考察

3-1 部分模型実験結果 迎角 $\alpha = +6$ (deg.)におけるねじれ1自由度振動実験結果を図3に示す。この図より、完成系においては、フェアリング長さが短くなるにつれて、最大振幅発生時の風速が高くなる傾向がある。この傾向は、 $\alpha = +3$ (deg.)においても見られた。また、架設系(フェアリング、高欄無し)においては、 $\alpha = 0, +3$ (deg.)では振動が発生せず、振動が発生した $\alpha = +6$ (deg.)においても完成系と比較すると、約1/2から1/4程度の振動振幅しか発生していない。これより、完成系の渦励振は高欄

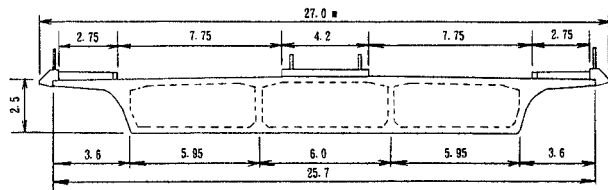


図1 主桁断面図

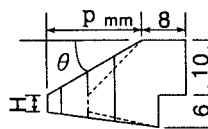


図2 フェアリング部

表1 フェアリング部詳細

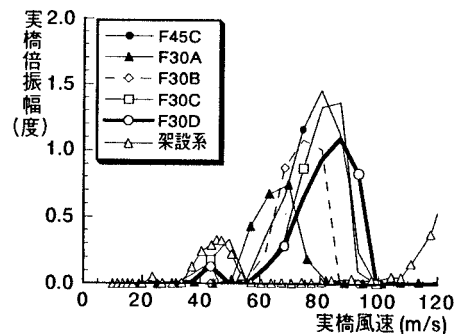
フェアリング TYPE	フェアリング形状パラメータ			
	θ	p(mm)	H(mm)	p/H
F45C	45°	10.0	3.0	3.33
F30A	30°	17.3	3.0	5.77
F30B	30°	15.0	4.7	3.19
F30C	30°	10.0	8.5	1.18
F30D	30°	5.0	12.2	0.41

表2 照査風速および許容振幅

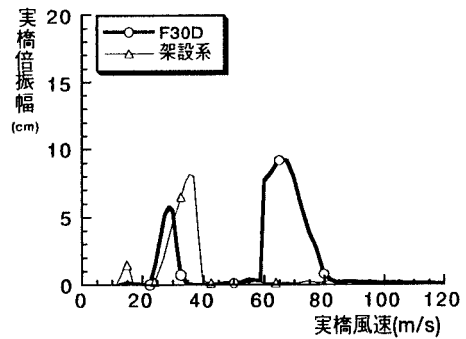
		照査風速(m/s)		許容倍振幅	
		架設系	完成系	架設系	完成系
渦励振	たわみ	31.0	43.4	23.6(cm)	7.8(cm)
	ねじれ	31.0	43.4	1.36°	0.6°
発散振動	たわみ	37.2	52.1	—	—
	ねじれ	40.9	57.3	—	—

表3 風の特性比較

	冬の 季節風	風洞内 境界層乱流
風向方向 乱れ強度 (1u)	約 10 %	8~15 %
風向直角方向 乱れ強度 (1w)	5~9 %	5~7 %
風向方向 乱れスケール (Lu)	50~150 m	約 50cm
風向直角方向 乱れスケール (Lw)	10~20 m	5~15 cm
Lu : Lw	7 : 1	5 : 1

図3 ねじれ実験結果 ($\alpha = +6^\circ$)

からの剥離流が深く関与していると考えられる。しかしながら、両系共に照査風速以下では許容振幅値以内であった。以上より、応答特性および経済性を考慮して、主桁断面としては、フェアリング【F30D】を有する断面を用いることを提案している。そこで、 $\alpha=+6(\text{deg.})$ における完成系(F30D)および架設系のたわみ1自由度振動実験結果を図4に示す。この図より、たわみ振動についても照査風速以下については、両系共に許容振幅値以内であった。なお、両系共に負の迎角においては、たわみおよびねじれ振動共に振動は発生していない。

図4 たわみ実験結果 ($\alpha=+6^\circ$)

3-2架設系全橋模型実験

結果 図5に一樣流中での $\alpha=+6(\text{deg.})$ における、桁端部の鉛直たわみ1次モードの応答値を張り出し率ごとに示している。この図より、照査風速以下において自励的振動は発生していない。発生している振動

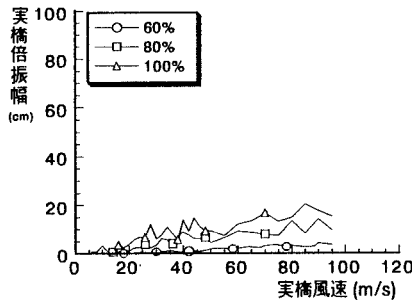


図5 風速—振幅 (一樣流中)

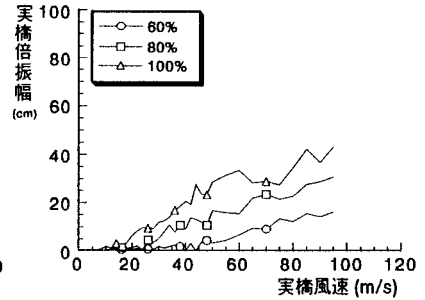
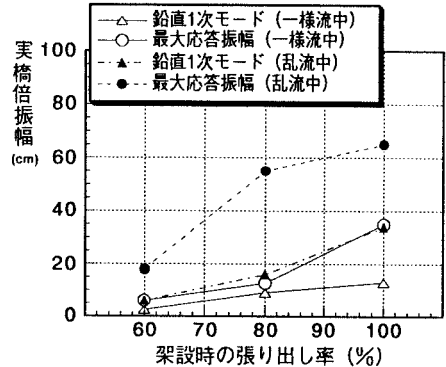


図6 風速—振幅 (乱流中)

は、桁表面からの不規則な剥離流により発生するバフェーティング的振動が主である。境界層乱流中においては、約2倍程度の振幅になったが同様な傾向が見られた(図6参照)。そこで、 $\alpha=+6(\text{deg.})$ における実橋風速60(m/s)での応答振幅と張り出し率との関係を図7に示す。この図より、境界層乱流中では、各張り出し率において、最大振幅が鉛直1次モードの振幅に対して1.5~2倍程度となっている。例えば、張り出し率100%の場合では、65cm程度の振幅となる。このため、桁部と塔基部の連結部分における応力照査を行っておくことが望ましいと考えられる。また、橋軸直角方向流に対する塔頂部の振幅は桁端部の振幅の約2/3程度であった。しかしながら、桁の水平振動は、ほとんど生じていない。これは、桁が塔基部に剛結される形式であったためと考えられる。

図7 張り出し率—振幅 ($V=60\text{m/s}$)

4.あとがき

部分模型および全橋模型による検討の結果、高欄の存在は主桁の耐風性を左右する大きなファクターであることが確認されたが、フェアリング【F30D】を用いることにより、本橋の耐風安定性は確保されることが判明した。なお、本研究は下関港人工島連絡橋技術検討委員会(委員長:九州共立大学 渡辺明教授)の御指導を得て行われたものである。

【参考文献】

- 1) 久保, 加藤他: 土木学会西部支部研究発表会講演概要集I-62, 1995
- 2) 久保, 中桐他: 土木学会西部支部研究発表会講演概要集I-63, 1995