

下関人工島連絡橋の桁断面の耐風特性

九州工業大学 学生員○中桐 秀雄 正 員 久保 喜延
九州工業大学 正 員 加藤九州男 学生員 佐々木 誠
運輸省第四港湾建設局 油谷 進介 九州共立大学 渡辺 明

1. まえがき 下関人工島連絡橋は、下関の北浦海域(下関港新港地区)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。本橋の中央部は、スパン100m+100mの2径間PC斜張橋が予定されており、その主桁標準断面形状は図1に示すように3セルの箱桁で、張り出し部が歩道部となり、桁高 $D=2.5$ m、橋梁総幅員 $B=27$ mを持つ片側2車線の道路橋となる。

本橋の桁断面形状を決定する際、耐風安定性を検討するために風洞実験を行った。なお、本橋の桁は、張り出し架設工法により施工されるため、架設段階により系の固有振動数が完成時に比べて著しく低下し、発散振動の発現風速が低下する恐れがある。従って、架設系(張り出し率100%)についても風洞実験により耐風安定性の確認を行った。

2. 風洞実験の概要 本実験に使用した風洞は、九州工業大学付属の空力弾性試験用風洞(測定部: $1070 \times 1070 \times 6000$ mm)である。一様流中での応答特性を調べるために、ねじれおよびたわみ1自由度振動実験を行った。供試模型としては、主径間中央部の主桁標準断面形状を、閉塞率が5%を超えないように1/50なる縮尺で模型化した長さ900mmの2次元部分模型を使用した。その諸元を表1に示す。また、実験に用いた各フェアリング形状を図2、その詳細を表2に示し、実橋における照査風速および許容倍振幅を表3に示す。なお、迎角 α を $0, \pm 3, \pm 6$ (deg.)と変化させてねじれ振動実験を行ったが、決定断面についてはたわみ振動実験も行った。

3. 実験結果と考察 迎角 $\alpha=0, +3, +6$ (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、以下のことが読みとれる。(なお、負の迎角については、振動は発生しなかった。)

(1)渦励振 迎角 $\alpha=+3, +6$ (deg.)では、フェアリング先端厚 H が大きくなる($p/H=0.3$ に近づく¹⁾)につれて、最大振幅発生時の風速が高くなる傾向がある。また、架設系(フェアリング、高欄無し)においては、迎角 $\alpha=0, +3$ (deg.)では振動が発生せず、振動が発生した迎角 $\alpha=+6$ (deg.)においても完成系と比較すると、1/3~1/6程度の振動しか発生していない。これより、完成系の渦励振は、高欄からの剥離流が深く関与していると考えられる。

(2)フラッター 架設系において、迎角 $\alpha=0$ (deg.)でフラッターが発現しないことから、完成系のフラッターの発現が高欄の有無によるものと考えられた。しかし、迎角 $\alpha=+3$ (deg.)では、 θ (フェアリング上面傾斜角) $=45^\circ$ 、架設系、 $\theta=30^\circ$ の順にフラッターが発現している。また、迎角 $\alpha=+6$ (deg.)では、F30Cのみ $V_r=36$ 付近から振幅が小さくなった。

以上より、渦励振での最大振幅発生時の風速が最も高いF30Dのフェアリングが、耐風安定性上最も好ましい。そこで、架設系と完成系(F30D)の実橋に換算(重量、極慣性モーメント、減衰率を考慮)した迎角 $\alpha=0, +3, +6$ (deg.)におけるねじれおよびたわみ1自由度振動実験結果を図4に示す。この図と表3より、架設系および完成系共に、照査風速以下では渦励振については許容振幅値以内であった。また、当初心配していた発散振動についても、両系共に照査風速以下での発現はなかった。

4. おわりに 上記の検討結果より、本橋の主桁断面に付加するフェアリング形状としては、【F30D】を採用することが望ましい。

【参考文献】 1) 田崎・久保他、土木学会第49回年講I-246, 1994

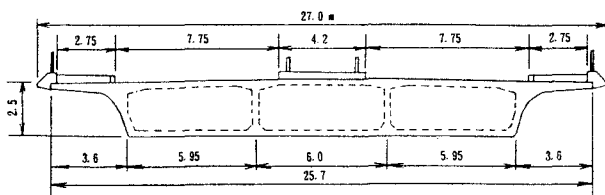


図1 主桁標準断面図

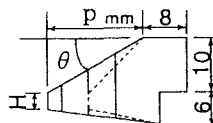


図2 F-Link形状図

表2 F-Link部詳細

F-Link部 TYPE	F-Link部形状寸法		
	θ	p (mm)	p/H
F45C	45°	10.0	3.0
F30A	30°	17.3	3.0
F30B	30°	15.0	4.7
F30C	30°	10.0	8.5
F30D	30°	5.0	12.2

表1 模型諸元

		実機値		模型所要値		模型実現値		偏差(%)	
		架設系	完成系	架設系	完成系	架設系	完成系	架設系	完成系
縮 尺		——		1/50				——	
重 量(kg/m)		51.59±10 ⁴	65.97±10 ⁴	20.64	26.39	20.68	20.68	+0.2	21.6
極慣性モーメント(kg・m ² /m)		2.344±10 ⁴	3.589±10 ⁴	0.375	0.574	0.145	0.145	-61.3	-74.7
振動数	たわみ(Hz)	0.595	1.044	4.207	7.382	4.204	4.204	-0.1	-43.1
	ねじれ(Hz)	1.345	2.240	9.511	15.84	3.607	3.607	-62.1	77.2
	振動数比	2.261	2.146	2.261	2.146	0.858	0.858	62.1	60.0
減衰率	たわみ	0.02	0.02	0.02	0.02	0.003	0.003	-85.0	-85.0
	ねじれ	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0	0.0

表3 照査風速と許容倍振幅

		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	—	—

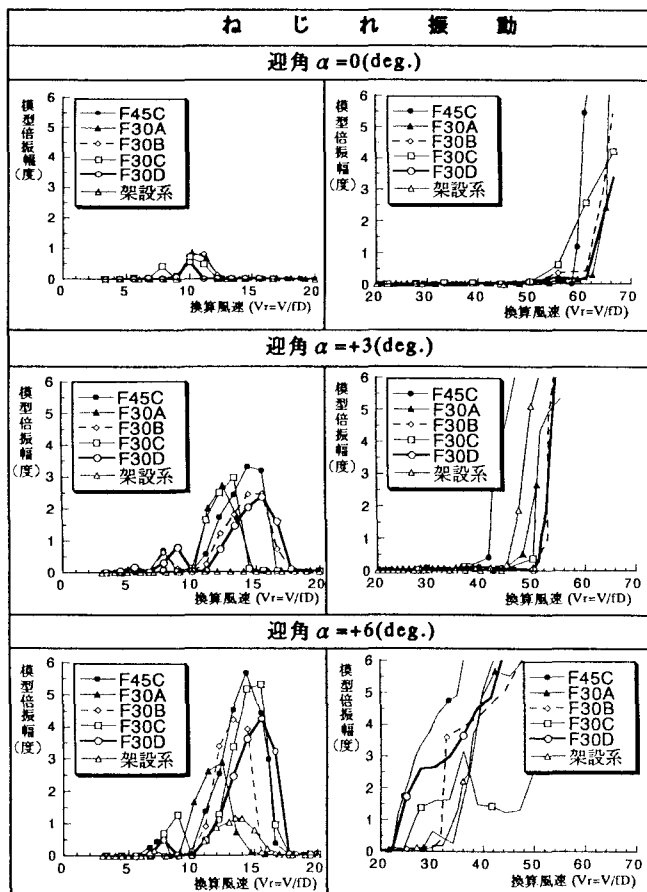


図3 ねじれ振動実験結果

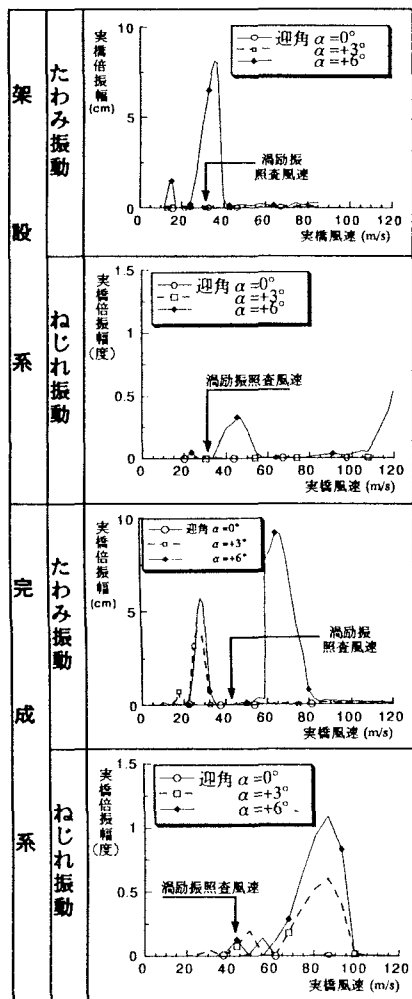


図4 風速一応答振幅図(実橋)