

中部国際空港連絡道路橋の耐風安定性検討について（その1）

愛知県建設部

齋藤 時則

愛知県道路公社

横里 寿章

(財)土木研究センター フェロー 佐伯 彰一, 横幕 清 三菱重工業 正会員 所 伸介, 正会員 本田 明弘

1. はじめに

中部国際空港は、中部地域における新たな拠点海上空港として2005年の開港を目標に建設が進められている。この空港への連絡道路となる本橋は、最大支間長 100m の多径間連続箱桁橋として計画しており、いわゆる長大橋梁ではないものの、①その主要部分が海上に架設される、②空港の工事用道路として利用するためⅠ期線とⅡ期線とが各々独立した並列橋である、③本橋に隣接して連絡鉄道橋が建設されるなどの特徴を有することから、その耐風安定性には注意を払う必要がある。

本稿では、本橋を対象に実施した三次元弾性体模型による風洞試験結果を基に、そこで得られた種々の空力特性の概要について述べる。

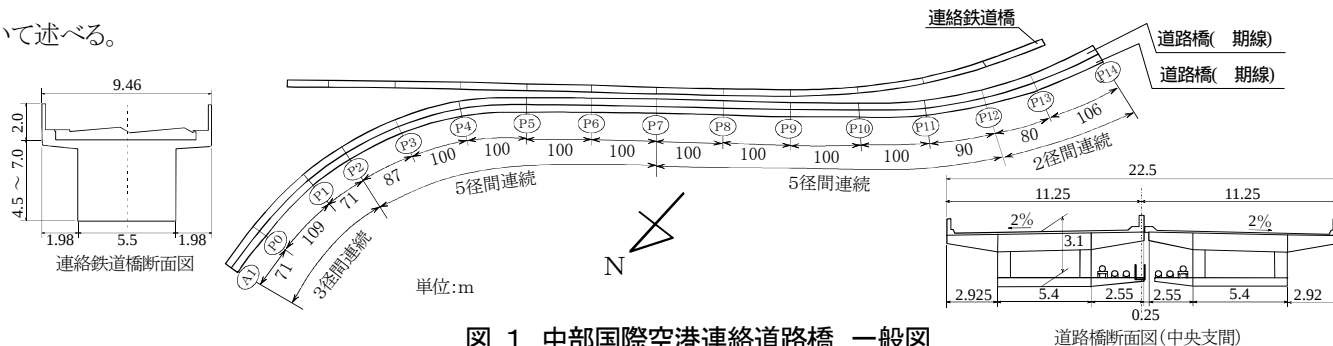


図 1 中部国際空港連絡道路橋 一般図

2. 風洞試験概要

連続箱桁橋の中から、耐風特性上不安定と考えられる海上部分の①A1～P2、②P2～P7、③P7～P12 の 3 橋を対象として、三次元風洞試験を行った。模型は、縮尺 1/100 とし、本橋は弾性体模型、鉄道橋はコンクリート橋であることから剛体模型とした。なお、風洞設備の制約上「A1～P2 径間+P2～P7 径間」と「P7～P12 径間」とは異なる風路で試験を実施している。

下図に、各径間部分の振動特性及び模型のモード形状を併せて示す。A1～P2 径間は、A1～P0 径間でⅠ期線とⅡ期線とが一体となっており、模型も同様の構造としている。

実線：固有値解析結果、○：模型モード

試験実施状況 (A1～P7 径間)				P2～P7径間				P7～P12径間			
No	振動数	卓越	モード形状	No	振動数	卓越	モード形状	No	振動数	卓越	モード形状
1次	0.69 Hz (実橋) 9.20 Hz (模型)	Ⅰ期線	P2 P3 P4 P5 P6 P7	1次	0.69 Hz (実橋) 9.20 Hz (模型)	Ⅰ期線	P7 P8 P9 P10 P11 P12	1次	0.69 Hz (実橋) 9.20 Hz (模型)	Ⅰ期線	P7 P8 P9 P10 P11 P12
			P2 P3 P4 P5 P6 P7				P7 P8 P9 P10 P11 P12				P7 P8 P9 P10 P11 P12
		Ⅱ期線	P2 P3 P4 P5 P6 P7			Ⅱ期線	P7 P8 P9 P10 P11 P12			Ⅱ期線	P7 P8 P9 P10 P11 P12
			P2 P3 P4 P5 P6 P7				P7 P8 P9 P10 P11 P12				P7 P8 P9 P10 P11 P12
2次	0.83 Hz (実橋) 11.21 Hz (模型)	Ⅰ期線	P2 P3 P4 P5 P6 P7	2次	0.69 Hz (実橋) 9.20 Hz (模型)	Ⅰ期線	P7 P8 P9 P10 P11 P12	2次	0.69 Hz (実橋) 9.20 Hz (模型)	Ⅰ期線	P7 P8 P9 P10 P11 P12
			P2 P3 P4 P5 P6 P7				P7 P8 P9 P10 P11 P12				P7 P8 P9 P10 P11 P12
		Ⅱ期線	P2 P3 P4 P5 P6 P7			Ⅱ期線	P7 P8 P9 P10 P11 P12			Ⅱ期線	P7 P8 P9 P10 P11 P12
			P2 P3 P4 P5 P6 P7				P7 P8 P9 P10 P11 P12				P7 P8 P9 P10 P11 P12
3次	1.07 Hz (実橋) 14.05 Hz (模型)	Ⅰ期線	P2 P3 P4 P5 P6 P7	3次	0.69 Hz (実橋) 9.20 Hz (模型)	Ⅰ期線	P7 P8 P9 P10 P11 P12	3次	0.69 Hz (実橋) 9.20 Hz (模型)	Ⅰ期線	P7 P8 P9 P10 P11 P12
			P2 P3 P4 P5 P6 P7				P7 P8 P9 P10 P11 P12				P7 P8 P9 P10 P11 P12
		Ⅱ期線	P2 P3 P4 P5 P6 P7			Ⅱ期線	P7 P8 P9 P10 P11 P12			Ⅱ期線	P7 P8 P9 P10 P11 P12
			P2 P3 P4 P5 P6 P7				P7 P8 P9 P10 P11 P12				P7 P8 P9 P10 P11 P12

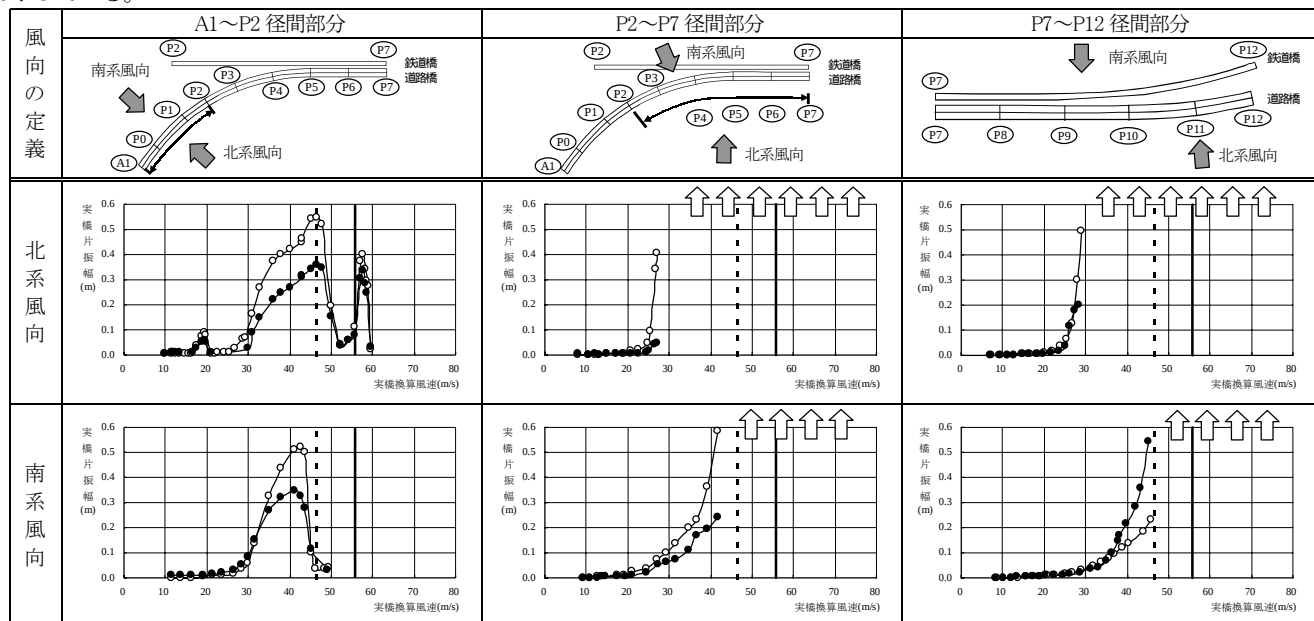
図 2 風洞試験で検討対象とした振動モードの諸元

キーワード：並列橋、三次元弾性体模型、風洞試験、渦励振

三菱重工業 長崎研究所 〒851-0392 長崎市深堀町5丁目717-1 Tel:095-834-2842, Fax:095-834-2385

3. 風洞試験結果

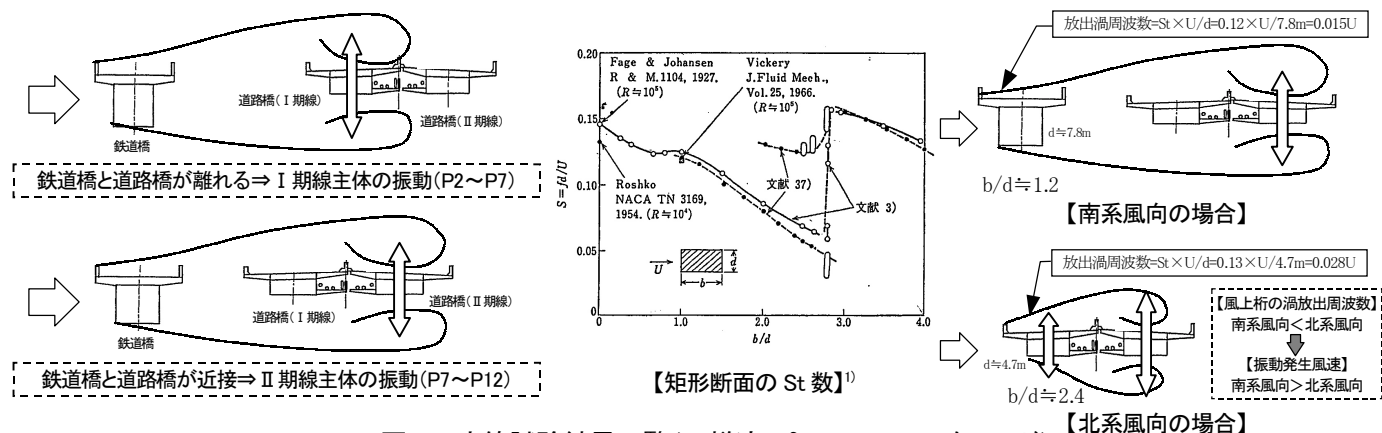
本橋が海上に架設されることを念頭に置いて、試験における気流条件は一樣流とし、また構造減衰は安全側を想定して $\delta = 0.02$ (対数減衰率)とした。下図に各径間部分における応答試験結果をまとめて示す。なお、風向は、最も不安定となるケースについて示している。



①3径間部分と5径間部分の比較: 5径間部分(P2~P7, P7~P12)では風速 30~40m/s 付近から1次モードで発散的な振動が発生するのに対し、3径間部分(A1~P2)では大振幅の限定振動となつて。これは、3径間部分の1径間(A0~P1)が構造的に一体となっており、扁平な断面形状が混在することによって発散的な振動が抑制されていることによるものと考えられる。

②P2~P7とP7~P12径間部分の比較: 南系風向に着目すると、P2~P7ではI期線、P7~P12ではII期線がそれぞれ主体となった振動が発生している。この詳細な要因は明らかでないが、当該風向で道路橋に発生する振動が鉄道橋からの渦放出によるものと考え、P2~P7とP7~P12とでは鉄道橋と道路橋との平均的離間距離が異なるために、道路桁において渦力が強く作用する位置(I期線 or II期線)が変化し、上述の特性相違が生じたものと理解できる。(図4参照)

③5径間部分における風向特性の比較: 5径間部分における北系風向と南系風向とを比較すると、鉄道橋が風上に位置する南系風向の方が振動発生風速が高くなる傾向にある。②と同様に風上桁からの渦放出が本振動に対して支配的な役割を果たしていると考え、図5に示すように、鉄道橋からの放出渦周波数は道路橋からのそれよりも低いという可能性があること(矩形断面のSt数を準用)から、上記傾向に対する定性的な説明ができる。



4. あとがき

本橋の耐風対策では、制振装置を用いた手法を採用する予定であり、その耐風性の照査結果は文献¹⁾を参照されたい。また、本橋の耐風性検討に際しては耐風工学研究委員会(委員長:成田信之(社)日本鋼構造協会)より貴重なご助言を賜った。ここに記して感謝の意を表する。【参考文献】 1) 岡内, 伊藤, 宮田, "耐風構造", 丸善

2) 齋藤, 横里他, "中部国際空港連絡道路橋の耐風性検討について(その2)", 第57回土木学会年次学術講演会, 2002.9.