

I-408

関西国際空港連絡橋 空港島側箱桁橋の耐風性に関する研究

正員 京都大学

白石 成人

正員 関西国際空港(株) 本山 菊

○正員 三菱重工業(株) 本田 明弘

1. まえがき 関西国際空港連絡橋は、全長約4 Kmの道路及び鉄道の併用橋として計画されている。このうち、航路中央部は連続トラス型式、陸岸側及び空港島側の取り付け部は並列の連続箱桁型式となる。中でも図1に示す空港島側箱桁橋は、スパンは約100mと短いものの、橋軸方向に道路2橋・鉄道1橋の相対位置が連続的に変化する並列橋であり、耐風安定性が懸念されたため、風洞試験を実施した。

2. 二次元部分模型試験 結果の詳細は、文献1)にゆずるとして、ここでは概要のみを述べることにする。①単径間部・二径間部・三径間部を比較すると、三径間部分が最も不安定であり、基本設計の断面においては、高風速のギャロッピング振動の他、低風速の渦励振振動も比較的大きな振幅に発達する可能性がある。②基本設計の断面に下部プレートを設置することによって、高風速でのギャロッピング振動は安定化される。しかしながら低風速での渦励振は比較的大きな振幅のままである。③更に道路橋にフラップとスカート、鉄道橋にフラップを設置すれば、低風速の渦励振も安定化される。以上の結果をもとに、橋軸方向に相対位置が連続的に変化するによる三次元効果等を調査するべく、最も不安定である三径間部分の三次元弾性体模型による試験を実施した。

3. 三次元弾性体模型試験 風洞試験に先立ち、実橋の振動特性を把握するために、橋脚を含めて振動解析を行なった結果を表1に示す。特徴的なのは、両道路橋の卓越する振動数が非常に近接しており、互いに連成していることである。また、風洞試験模型(縮尺1/55)を写真1に示すが、振動解析モデルにならない、橋脚にも剛性棒を入れた形で模型化している。なお、二次元部分模型でギャロッピングを安定化する効果が認められた下部プレートを設置した断面と、更に渦励振振動をも安定化するためにフラップ及びスカートを添架した断面について耐風性を調査した。(1)下部プレート設置断面の特性: 模型の構造減衰を0.03及び0.06に調整した時の水平風に対する応答特性を表2に示す。高風速における発散的なギャロッピング振動は制振されているものの、風速20m/s付近より、ほぼ連続して各振動モードの渦励振が発生している。この渦励振振動は、構造減衰の増加及び気流の乱れによって安定化される傾向にあり、一様流中における構造減衰と各モードの渦励振最大応答振幅との関係を図2に示す。また風洞内にて翼列ダンパー方式(文献2))にて作成した乱流を作用して得られた応答では、渦励振振幅は低減するものの、高風速において風の乱れに起因したバフェッティング応答が増大する傾向にある。よって、本断面の耐風性は、構造減衰に大きく依存する渦励振と、高風速でのバフェッティング応答に対して評価する必要がある。(2)下部プレート+フラップ+スカート設置断面の特性: (1)と同様の試験結果を表3及び図3に示す。構造減衰0.03の場合、低風速において若干渦励振振動が発生するが、0.06になると著しく安定化される。また、構造減衰0.03においても乱れた気流が作用すると、高風速におけるバフェッティング振動が発生するものの、渦励振振動は全んど発生せず、(1)に比べて耐風安定性は向上しているものと考えられる。

4. まとめ 以上の試験結果より、本橋の三径間部分については、下部プレートの設置の他、構造減衰付加装置による安定化、あるいは下部プレート+フラップ+スカートといった空力対策による安定化が有効と考えられる。最後に、本試験について多大の御助力を頂いた京都大学松本先生、土木研究所横山室長を始め、耐風分科会の諸先生に謝意を表します。

文献1): A.Honda, N.Shiraishi, S.Motoyama "Aerodynamic Stability of Kansai International Airport Access Bridge" 日本風工学会誌 第37号, 1988

文献2): 坂田, 渡部, 斉藤, 稲室, 本田「橋梁の耐風安定性(その1)ー実験解析編ー」三菱重工技報, Vol 24, 1987

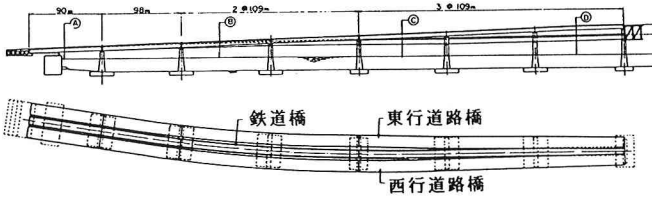


図 1 空港島側箱桁橋一般図

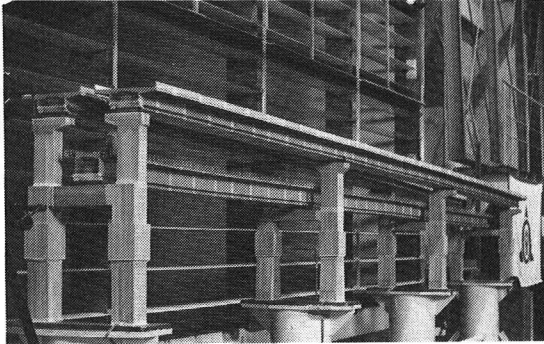


写真 1 模型写真

表 1 三径間部振動解析結果

振動 モード	位相	同 相	逆 相
T 1 鉛直たわみ 1 次 振動		(上流側道路橋) (鉄道橋) (下流側道路橋) Fp=0.774Hz Fm=4.870Hz	(上流側道路橋) (鉄道橋) (下流側道路橋) Fp=0.780Hz Fm=4.587Hz
T 2 鉛直たわみ 2 次 振動		(上流側道路橋) (鉄道橋) (下流側道路橋) Fp=0.999Hz Fm=6.340Hz	(上流側道路橋) (鉄道橋) (下流側道路橋) Fp=1.014Hz Fm=6.420Hz
T 3 鉛直たわみ 3 次 振動		(上流側道路橋) (鉄道橋) (下流側道路橋) Fp=1.439Hz Fm=8.434Hz	(上流側道路橋) (鉄道橋) (下流側道路橋) Fp=1.468Hz Fm=8.690Hz
T 4 鉛直たわみ 4 次 振動		(上流側道路橋) (鉄道橋) (下流側道路橋) Fp=2.978Hz Fm=16.90Hz	(上流側道路橋) (鉄道橋) (下流側道路橋) Fp=2.984Hz Fm=17.70Hz

注) ●印は振動振幅の計測位置を示す。
Fp: 実橋振動数
Fm: 模型振動数

表 2 下部フレート設置断面の応答曲線

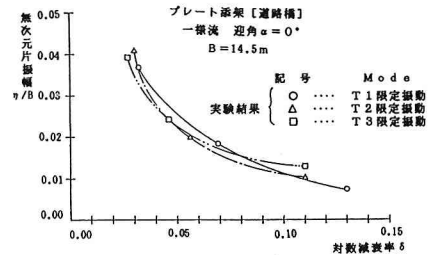
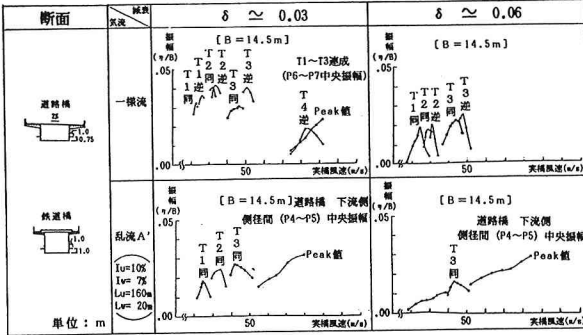


図 2 対数減衰率と渦励振最大振幅との関係

表 3 下部フレート+フラップ+スカート設置断面の応答曲線

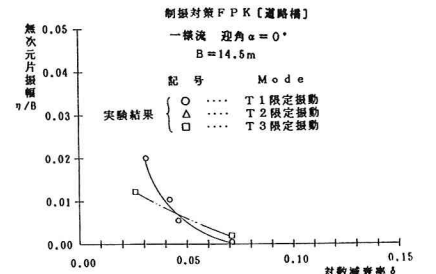
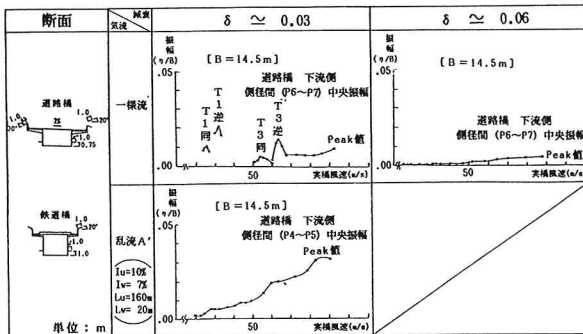


図 3 対数減衰率と渦励振最大振幅との関係