

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2）

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 岸 明信, 正会員 所 伸介

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。

本橋の耐風安定性については、縮尺 1/100 の三次元弾性体模型を用いた検討を実施しており(文献 1) 参照)、本稿はその結果を受けて、耐風安定性に関する諸々の照査を実施した結果についてまとめるものである。

2. 耐風安定性の照査方法

通常、耐風安定性の照査では「使用性」「安全性」「耐久性」の3つの事項に着目して各々照査が実施されることとなるが、本橋に発生する振動は何れも風速 30m/s 程度からのものであることから、ここでは①安全性(初通過破壊に対する照査)及び②耐久性(疲労照査)の2つを対象を絞って照査を実施することとした。以下に各々の具体的な照査方法を述べる。

(1) 初通過破壊に対する照査方法

橋体の構造減衰 δ を 0.02 とした場合に本橋では、風洞試験結果¹⁾より照査風速以下で発散振動が発生することが確認された。このため、確実な効果が期待できる制振装置を用いた付加減衰による方法を耐風対策として採用し、減衰付加後の振動を所要の許容振幅以下とすることを基本方針とした。図1に初通過破壊に対する照査のフロー図を示す。

(2) 疲労照査の方法

上記照査の結果によって決定した付加減衰のもとで、架橋地点の風によって発生する振動に対して風速及び風向の生起確率を考慮し、マイナー則に基づく累積疲労損傷度(耐用年数 50 年)によって照査を行うこととした。図2に疲労照査のフロー図を示す。

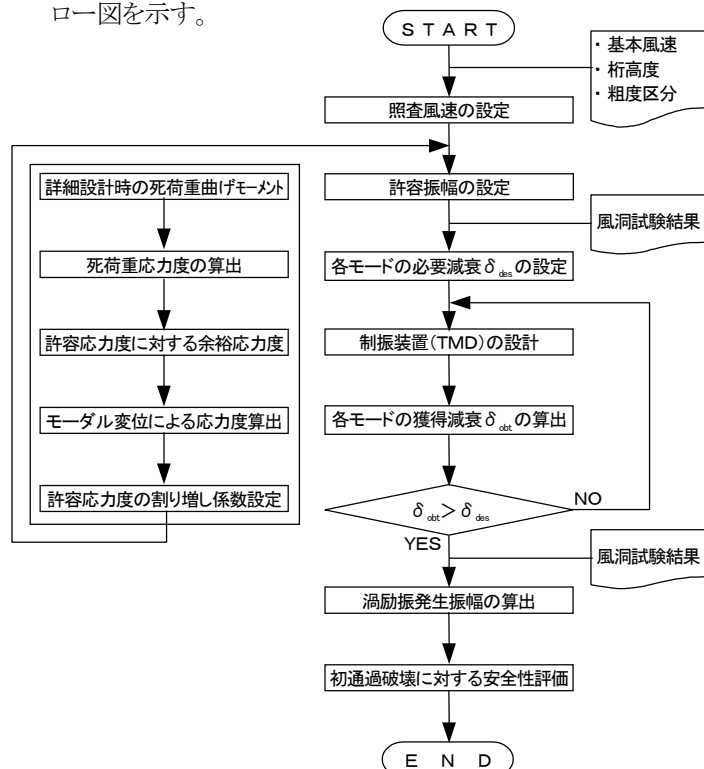


図 1 初通過破壊に対する照査フロー図

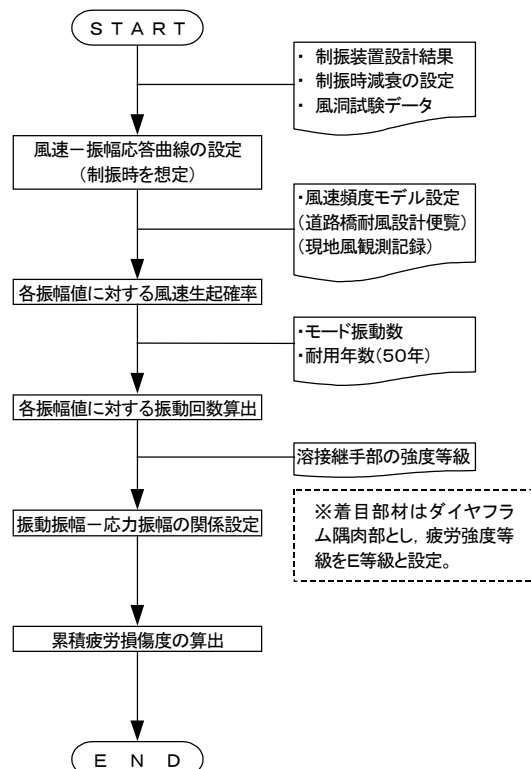


図 2 疲労照査のフロー図

キーワード: 並列橋, 三次元弾性体模型, 耐風安定性照査, 初通過破壊, 疲労

三菱重工業 神戸造船所 〒652-8585 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1丁目1-1 Tel:078-672-5547, Fax:078-672-5564

架橋位置付近で観測された風速データ（観測高度：12.2m⇒桁高度まで $\alpha=0.12$ で補正）から得られ特性として、風速頻度（全方位）及び風向頻度分布を各々図3に示す。これから、疲労照査に用いる風速・風向頻度モデルとして表1に示す2種類を設定し、各モデルに対する制振時の累積疲労損傷度を算出した。なお、上記の累積疲労損傷度算出に際しては以下の事項に留意した。

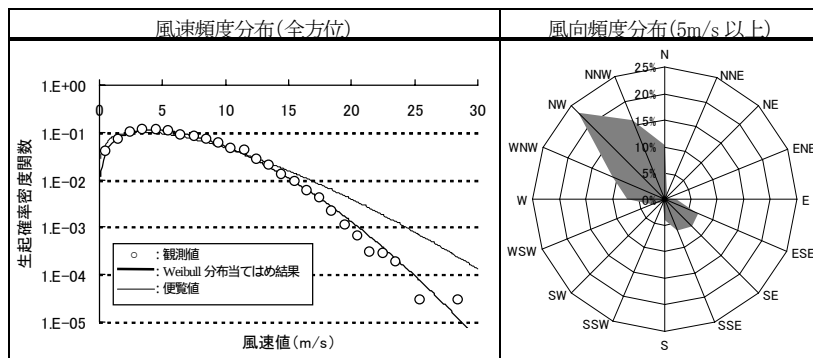


図 3 風観測データ(1994/10/1～1998/9/30)

表 1 疲労照査に用いた風速頻度モデル

モデル	Weibull c	Weibull k	備考
A	観測値 (全方位)	観測値 (全方位)	観測値(全方位)で得られたパラメータ c, k を用いる
B	観測値 (方位別)	観測値 (方位別)	各径間部分の橋軸直角方向 $\pm 45^\circ$ の範囲を対象に Weibull パラメータを整理

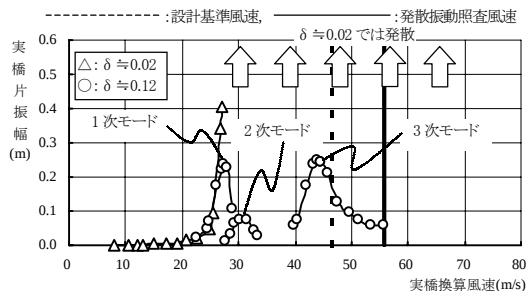
①モード組み合わせ:各モードに対して最大応力が発生する部位について、それぞれ各モードの損傷度の合計値を求める方法を用いた。

②不規則振動の考慮:振動波形が著しく不規則である場合には下式を満足する振幅 η_{eq} を等価振幅として別途

定義し、これを用いた。 $\left\{ \sum_{i=1}^n 1/N(\eta_i) = n/N(\eta_{eq}) \right\}$, (n:サンプリング時間内の振幅個数, $N(\eta)$:振幅 η に対する許容振動回数)

風洞試験の対象としたのは文献 1)に示すように A1～P2(3径間部分), P2～P7(5径間部分), P7～P12(5径間部分)の各連続桁部分である。照査はこれらについてそれぞれ2～3種の振動モードに対して行っている。

右図に減衰を付加した場合 ($\delta \approx 0.12$) の試験結果例として, P2～P7 径間部分における北系風向時の応答図をまとめて示す。これより, δ が 0.02 の場合には1次振動モードが卓越した振動¹⁾であったものが, 減衰を付加したことによって高次モードの励起振も明確に出現することが確認できる。

図 4 減衰付加時の応答図例
(一様流, P2～P7 径間 I 期線, $\delta \approx 0.12$)

3. 照査結果

(1)初通過破壊に対する照査結果:本検討では図1に示すフローに従って、まず照査風速(表1)を求めて照査対象となる振動モードを絞り込み、次に許容応力の割増係数を 1.5 として各径間に対する許容振幅を求めた。さらに制振装置による減衰付加後の振幅値を算出し、前述の許容振幅と比較した。その結果を下表にまとめて示す。下表より、制振装置設置後に想定される励起振振幅は許容振幅を十分に下回っており、本橋の初通過破壊に対する安全性を確保できることが確認された。

表 2 照査風速

項目	数値
基本風速 U_{10}	35m/s
桁路面高度	24m
粗度区分	
設計基準風速 U_d	46.6m/s
発散振動照査風速 U_{eq}	55.9m/s

表 3 初通過破壊に対する照査結果

径間部分		A1～P2 径間部分				P2～P7 径間部分				P7～P12 径間部分			
項目		獲得減衰 δ_{req}	発生予想振幅	評価	許容振幅	獲得減衰 δ_{req}	発生予想振幅	評価	許容振幅	獲得減衰 δ_{req}	発生予想振幅	評価	許容振幅
I 期線	1 次	0.039	42cm	<	47cm	0.205	35cm	<	51cm	0.243	21cm	<	64cm
	2 次	—*	—	—	—	0.209	39cm	<	43cm	0.292	11cm	<	61cm
	3 次	制振不要	—	—	—	0.084	29cm	<	32cm	0.249	11cm	<	51cm
II 期線	1 次	—*	—	—	—	0.209	20cm	<	48cm	0.308	13cm	<	68cm
	2 次	0.104	5cm	<	45cm	0.161	19cm	<	47cm	0.136	14cm	<	53cm
	3 次	制振不要	—	—	—	制振不要	—	—	—	制振不要	—	—	—

*A1～P2 では 1 次が I 期線卓越, 2 次が II 期線卓越のため、各々卓越路線に対する照査を行った。

(2)疲労照査結果:上記同様に図2に示すフローにしたがって照査を実施した。

上記の結果算出された累積疲労損傷度(耐用年数 50 年)を表4に示すが、これより累積疲労損傷度は1よりも十分に小さく、疲労に対する安全性は確保できることが確認された。

最後に、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。

表 4 疲労照査結果(耐用年数 50 年)

径間部分		A1～P2		P2～P7		P7～P12	
桁部分							
損傷度	A	0.05	0.01	0.05	0.00	0.01	0.00
	B	0.33	0.11	0.05	0.00	0.00	0.00

*:等価振幅を用いて評価

【参考文献】1) 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1)", 第 57 回土木学会年次学術講演会概要集, 2002.9., 2) 道路橋耐風設計便覧, 1991.