

I-312 北港連絡橋の耐風安定性について

大阪市 土木局 正員 松川 昭夫
 大阪市 土木局 正員 亀井 正博
 〇大阪市 土木局 正員 横田 哲也

1. まえがき

北港連絡橋は大阪湾で造成の進められている北港埋立地と既成市街地を結ぶモノケーブル自旋式吊橋である。その耐風性状については二次元部分模型ならびに三次元全体模型の風洞試験を実施し、実風速 $15 \sim 20\%$ で限定振動の発現する可能性が明らかになるとともに、これに対し効果的な制振対策装置(フラップ+スポイラー)を見出した¹⁾。本橋は風の乱れによって応答振幅の低減が期待できるため、制振対策装置の設置に肉しては、現地風の乱れの特性と本橋の乱流に対する応答特性とを十分に把握し、その結果を総合的に判断しなければならない。本報告は、三次元風洞試験の乱流試験結果と架橋地央部の自然風観測結果について報告し、それらをもとに制振対策装置の設置の必要性について検討を加えたものである。

2. 自然風観測ならびに風洞試験概要

現地風の観測位置を図-1に示す。観測には3方向超音波風速計を使用し、データは0.4秒おきにサンプリングし、評価時間を10分間(迎角は30秒)として解析を行った。観測期間は、5月7～5月22である。

風洞試験は縮尺 $1/69$ の全径剛弾性体模型を使用し、翼列+ダンパーならびに格子を用いて乱流を発生させた。実験は迎角 $\alpha=0^\circ$ 風向 $\beta=0^\circ$ 、対数減衰率 $\delta=0.02$ で実施した。

3. 迎角特性

本橋基本断面の一樣流における耐風性状は、図-2に示すように迎角 $\alpha=-3^\circ, 0^\circ$ に比較し $\alpha=3^\circ$ の場合に悪化の傾向がみられる。図-3に示すように橋軸直角方向の風(北風、南風)のうち南風の頻度は低く北風が卓越しているが、図-4に示す北風の迎角分布によれば $\alpha=3^\circ$ 以上の迎角を有することは極めて稀であり、振動による部材の疲労の検討においては $\alpha=0^\circ$ 近傍の風が支配的となる。

4. 乱流中の応答特性

一樣流ならびに乱流中における応答特性を図5(a),(b),(c)に示すが、これによると以下のことがわかる。

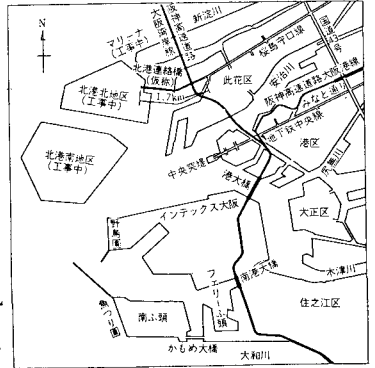


図-1 北港連絡橋の位置

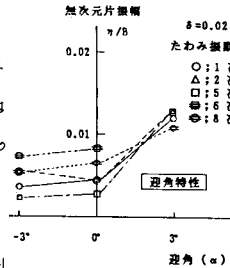


図-2 限定振動最大振幅と迎角の関係

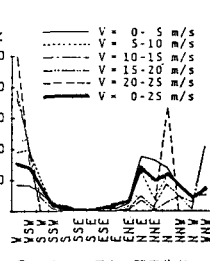


図-3 風向の確率分布

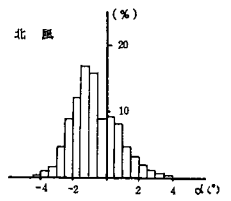


図-4 迎角の頻度分布

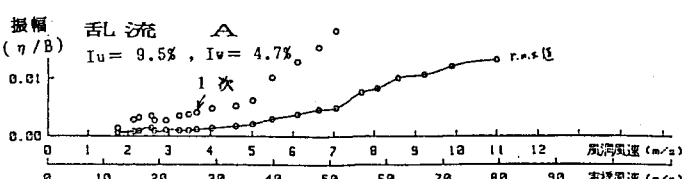
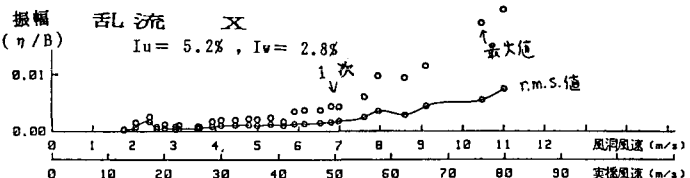
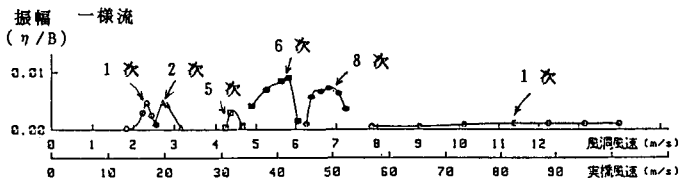


図5-(a),(b),(c)

の一様流中では、実風速 $v \sim 80\%$ の範囲で
たわみモード1次、2次、5次、6次、8次の5種
類の限定振動が現れる。

(iii) 乱れ強さの比較的小さい乱流X ($I_u=5.2\%$
 $I_w=2.8\%$) では、一様流中におけるたわみ
1次の限定振動の現れる風速付近 ($\approx 17\%$
 $\%$) でたわみ1次の限定振動に類似した振
動が現れ、それ以上高風速域になるとバ
フエッティングと思われる不規則振動が発
生する。

(iv) 乱れ強さの比較的大きい乱流A ($I_u=9.5\%$, $I_w=4.7\%$), 乱
流B ($I_u=14.0\%$, $I_w=5.8\%$), 乱流C ($I_u=15.3\%$, $I_w=11.2\%$) で
は、限定振動は現れせずバフエッティング振動が発生する。

(v) たわみ1次の限定振動の発生する風速17%での応答振幅の
比較を図6に示す。これによると一様流中では最大片振幅120
mm程度の振動が予想されるものの、自然風に $I_w=3\%$ 程度の乱
れが存在することにより約60%の応答の低減が期待できる。
乱れ強さがさらに大きい場合には、不規則振動となり最大振
幅の低減はさほど期待できないがR.M.S値はさらに低減される。

5. 自然風の乱れ強さ

図7-(a)に平均風速と主流方向乱れ強さ、図7-(b)に平均
風速と鉛直方向乱れ強さの関係を示す。図中には、風洞
試験に用いた乱流の乱れ強さを併記したが、観測された
乱れ強さはすべて乱流Xのそれ ($I_u=5.2\%$, $I_w=2.8\%$) より
も大きく、現地において5%以上の風は稀であり風洞
試験から推測されたたわみ1次限定振動の出現領域(斜線)
における観測データは認められないことから限定振動の
出現の可能性は非常に低いものと判断された。

6. あとがき

別途実施した振動による部材の疲労照査、車両の走行
性および歩行者の振動感覚などの検討結果からも十分な
安全性が確認されている。なお現在S60/3以降の観測
データについても整理中であり、それらの結果も考慮し
て最終的に制振対策装置の設置の可否を決定する予定で
ある。

最後に、終始熱心に御指導いただいた京都大学小西一
郎名誉教授ならびに大阪大学小松定夫名誉教授に心より
感謝の意を表します。

<参考文献> (1) 松川他：北港連絡橋の耐風安定性調査について

昭和59年度 年講

(2) 松川他：北港連絡橋の全径間模型風洞試験について

昭和60年度 年講

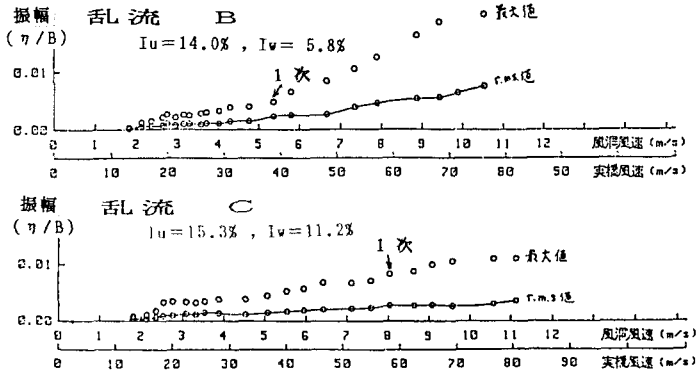


図 5-(d), (e)

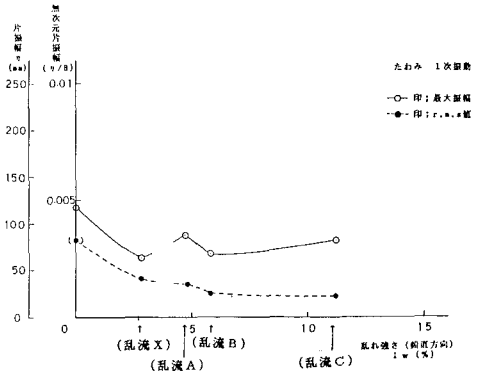


図 6 乱れ強さと振動振幅

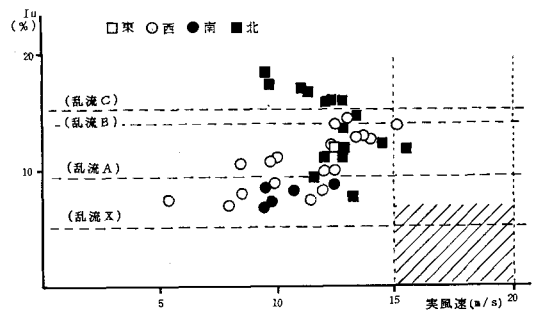


図 7-(a) 平均風速と主流方向乱れ強さ

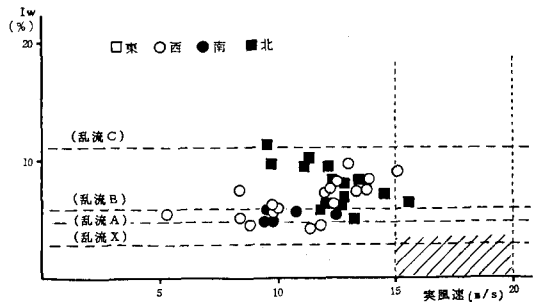


図 7-(b) 平均風速と鉛直方向乱れ強さ