

新北九州空港連絡橋の耐風安定性(その2) - 主桁に関する検討 -

九州産業大学 正員 吉村 健、学生員○赤座主佳、白石靖樹
福岡県土木部 角 和夫 橋構造技術センター 大江 豊

1. はしがき 新北九州空港連絡橋の概要、ならびに架橋地点の強風特性とアーチ吊材・遮風壁に関する検討については、文献[1,2]に記したとおりである。ここでは、主橋梁部主桁の耐風安定性に関する中間報告を記すことにしたい。

2. 固有振動特性 風洞実験に先立ち、主橋梁部の固有値解析を行った。得られた結果のうち、低次の面内曲げとねじれの振動モードを図-1に示す。図中の1次モードは、アーチの面外(水平)対称曲げ1次モードであるが、アーチの振動と連成して主桁がねじれることに注意されたい。曲げ・ねじれ連成フラッターと関係するモードは、図中7次と11次の対称モードである。

3. 風洞実験概要 主橋梁部の中央における主桁の断面形状を図-2に示す。本断面は、荒津大橋のそれを参考にして選定されている。本断面と荒津のそれとの主な相異は、片側歩道の有無である。

1/50縮尺の2次元ばね支持剛体模型を用い、一様流中で風洞実験した。主な物理量は表-1に示すとおりであり、荒津大橋のそれに近い値を有する。系の質量と極慣性モーメントは、共に所要値に設定した。また、設定迎角は $-6^{\circ} \sim +6^{\circ}$ であった。ここでは、遮風壁とフェアリングを取り付けない場合の結果のみ記す。

4. 曲げ・ねじれ連成フラッター 図示していないが、曲げ・ねじれ連成フラッターの限界風速は、迎角 6° においても100m/sec以上の高風速であり、実用上問題にならない。荒津大橋の場合[3]と同様といえる。

5. 渦励振 渦励振に関する実験では、系の減衰を種々変化させて、各風速における変位応答振幅と発散・減衰率を計測した。負の迎角(吹き下ろし)の風に対し、系はおおむね安定であった。ここでは正のそれのみ示す。図-3 a, bは、それぞれ曲げとねじれの変位応答VS. 速度曲線の例を示す。各次モードの実橋風速は、図-1に示した固有振動を用いて、図中の無次元風速より換算したものである。所要の構造減衰を有する系の応答は、▲印で表されている。図に見るように、低風速域で低次モードの渦励振を生じ、使用性の上で問題となる(片振幅 1° は、桁端部で22cmに相当)。

応答を空力減衰 δa (対数減衰率)で表したものを図-4, 5に示す。構造減衰率を δs と書くと、気流中における発散・減衰 δ は、 $\delta = \delta a + \delta s$ で表される。例えば、 $\delta a = -0.2$ (気流からもらう負減衰振動エネルギー)で、 $\delta s = 0.05$ (振動による消散エネルギー)であれば、 $\delta = -0.15$ の負減衰(発散)振動を系は呈する。図の結果は、曲げとねじれのいずれについても、 δs を増して0.15~0.2以上にしなければ、渦励振は消滅しないことを示している。

6. むすび 本橋主桁は、低風速域で曲げとねじれの渦励振を生じることが以上の検討で示された。図-2に示すフェアリングを取り付けることが景観設計で提案されているし、フラップの役割をはたす図中の遮風壁についても、別途検討中である[2]。これらによる安定化についても、早い時期に検討する予定である。

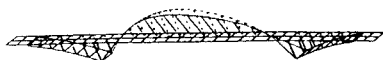
参考文献 [1]前田潤滋 ほか:本研究発表会講演概要集, 1996. [2]吉村 健 ほか:[1]と同一.

[3]Yoshimura, T. et al.: J. Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 41-44, 1992.

重量W	極慣性モーメントI	無次元質量 μ^*	無次元極慣性モーメント ν^{**}
15.6 tf/m (荒津: 15.9)	556 tf·m ² /m (荒津: 461)	19.4	1.06

構造対数減衰率 δ_n, δ_θ	スカルトノ数 $S_c = \mu \cdot \delta_n, \nu \cdot \delta_\theta$
0.03	0.582 (曲げ) 0.0318 (ねじれ)
$\mu^*/(\rho g d^2), d=2.5\text{ m}$ $\nu^{**}/(\rho g d^4)$	

表-1



1次（単弦アーチ部面外曲げ1次）0.68Hz



7次（対称面内曲げ1次）1.58Hz



2次（逆対称面内曲げ1次）0.76Hz



11次（補剛桁部ねじれ1次）2.50Hz

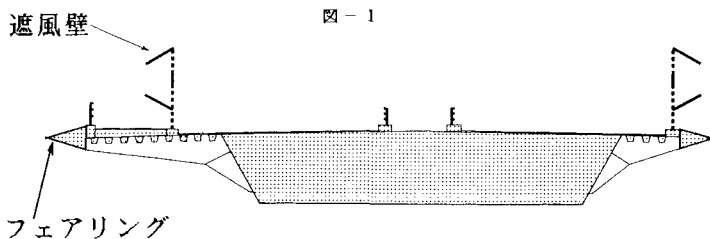


図-1

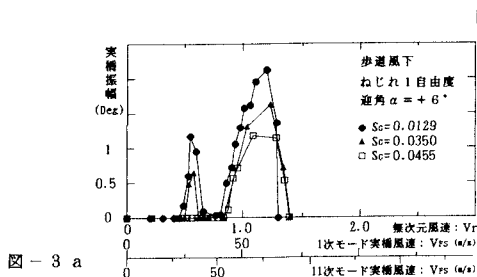


図-3 a

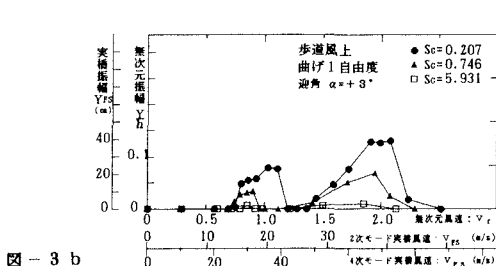


図-3 b

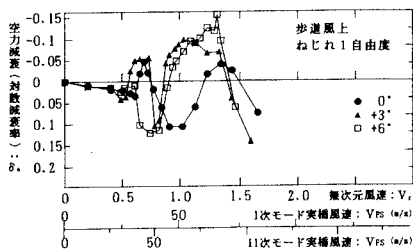


図-4

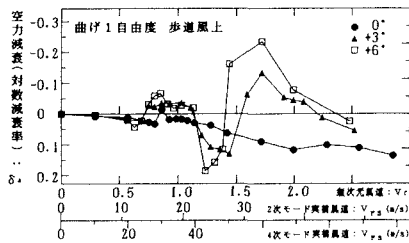


図-5