

I - B 42

来島第二大橋ガスト応答に関する検討

本四公団 正会員 竹口昌弘 横浜国大 正会員 宮田利雄
本四公団 正会員 鳥海隆一 建設省土研 正会員 佐藤弘史
日立造船㈱ 正会員 田中 洋

1. まえがき

来島第二大橋（中央支間長1020m，図-1）について、その対風特性を調査するために大型風洞施設¹⁾において全橋模型風洞試験を実施した。本報告は、この風洞試験のうち、境界層乱流試験で観測された来島第二大橋のガスト応答特性について、気流特性等の試験条件を考慮したガスト応答解析を実施し、設計要領²⁾に対応したガスト応答解析値および計測値との比較検討を行った。さらに、解析条件をパラメトリックに変化させてガスト応答解析を実施することにより、各パラメータが解析結果に及ぼす影響度について検討した。

2. 解析条件

ガスト応答解析に用いた基本諸元を表-1に示す。ここで、試験条件を考慮した解析に用いた風速のパワースペクトル、空間相関、空力アドミッタンスを図-2～4に示す。また、図中には計測結果（ $I_u=10\%$ 、実橋換算風速53m/s）および設計要領での条件も併せて示す。なお、解析手法については設計要領に準拠して行った。

3. 解析結果

中央径間L/2点における試験条件を考慮した解析結果を、計測値および設計要領での解析値と併せて表-2に示す。水平変位については、設計要領での解析値は計測値に比べ最大振幅で約3倍とかなり大きな値となったが、試験条件を考慮することにより、解析値は計測値にかなり近づく特性を示した。また、鉛直変位およびねじれ変位についても、解析に試験条件を考慮することで設計要領での解析値に比べ計測値と良い整合を示した。

次に各パラメータが解析結果に及ぼす影響度を、設計要領での解析値との比（パラメトリック解析値／設計要領解析値）で表したものを表-3に示す。ここで、特に影響度が大きかったのが風速のパワースペクトル、空間相関、空力アドミッタンスである。風速のパワースペクトルの影響は、各変位成分の最大振幅ともに試験条件を考慮した解析値の方が大きくなった。これは、風洞気流のパワースペクトルは設計要領の解析条件に比べいずれの最低次固有振動数付近においても大きくなっていることに起因している。空間相関の影響は水平変位と鉛直変位で顕著に見られ、試験条件を考慮することで約5割応答が低減している。なお、空力アドミッタンスについては試験条件を考慮して仮定したものをを用いてみたところ、特にねじれ変位でかなり応答量に影響が現れたが、この点については十分な裏付けが得られる段階に至っていない。

4. まとめ

ガスト応答解析に試験条件を考慮することにより、解析値は計測値と概ね良い整合が得られた。また、解析条件のうち、風速のパワースペクトル、空間相関等の気流特性が解析値に大きく影響を及ぼすことがわかった。このことから、実橋の耐風性評価においては、架橋地点での自然風特性を把握することが非常に重要であると言える。

キーワード：ガスト応答解析 風速のパワースペクトル 空間相関

〒651-0088 神戸市中央区小野柄通4-1-4 アーバンエース三宮ビル TEL. (078) 291-1071 FAX. (078) 291-1362

なお、来島第二大橋の全橋模型風洞試験は、建設省土木研究所との共同研究で行っており、本解析検討は本四公団耐風委員会および同風洞試験作業班での審議のもとに取りまとめたものである。

（参考文献） 1）超長大橋梁の全橋模型風洞試験計画－大型風洞施設の概要－

土木学会第46回年次学術講演会講演概要集1-250, 1991.9

2）本州四国連絡橋公団：明石海峡大橋耐風設計要領・同解説 平成2年2月および

本州四国連絡橋公団：尾道・今治ルート耐風設計基準・同解説 平成6年11月

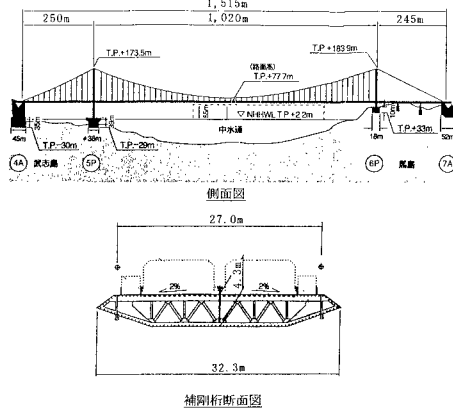


図-1 来島第二大橋一般図

表-1 ガスト応答解析諸元

	ケース1 試験条件を考慮した解析	ケース2 設計要領での解析
空気密度	0.131 (kg/s2/m4)	0.120 (kg/s2/m4)
ベキ指数	1/4.5	1/7
風速の パワースペクトル	中央径間L/2点の風洞計測値を非線形最小二乗法で近似	主流：日野式($K_r=0.0025, m=1$) 鉛直：Bush & Panofsky式($f_{max}=0.3$)
空間相関	抗力：Robert & Surryの公式 揚力：Thompsonの公式 の各公式を用いて計測値を近似	Davenport式($k=8$)
空力 アドミタンス	乱れスケールおよび空間修正係数を考慮した仮定値	抗力：Davenport式 その他：簡易Seras式
構造減衰	風洞模型の計測値	対数減衰率0.02
3分力係数	主桁：静的空気力測定値、主塔：CD=0.818、 $K_p \cdot K_{r1} \cdot K_{r2} = -0.7$	
主桁の 非定常空力	非定常空気力計測値	鉛直曲げ振動に対する空力減衰（準定常空力）
有風時の骨組変形	考慮	考慮せず

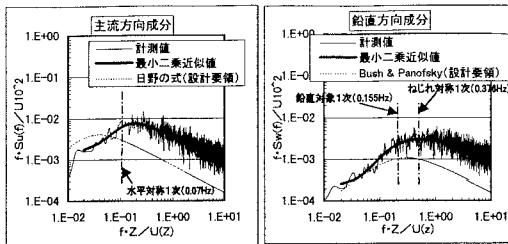


図-2 風速のパワースペクトル

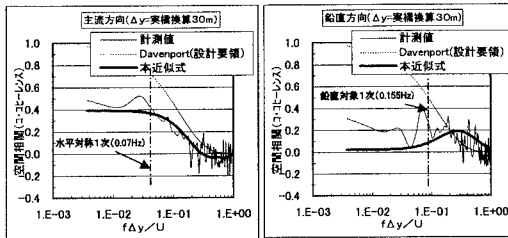


図-3 空間相関

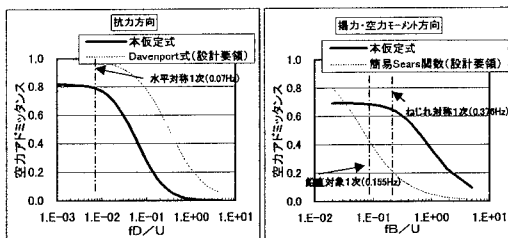


図-4 空力アドミタンス

表-2 解析結果と試験結果の比較（中央径間L/2点）

		解析結果		③試験結果		①/②	①/③
		①試験条件考慮	②設計要領				
水平変位 (m)	平均変位	2.507	2.342	2.268	1.07	1.11	
	最大振幅	0.982	1.919	0.650	0.51	1.51	
	最大変位	3.489	4.261	2.918	0.82	1.20	
鉛直変位 (m)	平均変位	-0.847	-0.790	-0.787	1.07	1.07	
	最大振幅	1.142	0.840	1.021	1.36	1.12	
	最大変位	-1.989	-1.630	-1.808	1.22	1.10	
ねじれ変位 (deg)	平均変位	-0.391	-0.350	-0.470	1.12	1.12	
	最大振幅	1.566	1.153	1.420	1.36	1.36	
	最大変位	-1.958	-1.502	-1.890	1.30	1.04	

＜設計基準風速53m/s時＞

注）表中の値は模型縮尺を考慮して実橋換算した値である。

表-3 解析パラメータが解析結果に及ぼす影響（中央径間L/2点）

	水平変位	鉛直変位	ねじれ変位
ベキ指数	平均変位	1.02	1.01
	最大振幅	1.06	1.01
空力減衰	平均変位	—	—
	最大振幅	1.00	1.08
風速のパワースペクトル	平均変位	—	—
	最大振幅	1.30	1.52
空間相関	平均変位	—	—
	最大振幅	0.45	0.56
空力アドミタンス	平均変位	—	—
	最大振幅	0.92	1.30
有風時の骨組変形	平均変位	0.92	0.93
	最大振幅	0.96	0.94

＜設計基準風速53m/s時＞

注）表中の値は各パラメータのみを試験条件に合わせた解析値を、設計要領の解析値で除した値である。