

長大橋の対風応答解析における一考察

本州四国連絡橋公団 長大橋技術センター 正会員 ○遠山 直樹

本州四国連絡橋公団 長大橋技術センター 正会員 秦 健作

本州四国連絡橋公団 長大橋技術センター 正会員 楠原 栄樹

1. はじめに

長大橋の設計において、耐風安定性の確保は重要な課題の一つであり、桁断面はフラッターの限界風速を満足する様な断面が選定されている。一方、長大橋では風荷重によりその断面が決定される部位も多く存在しており、合理的な設計を実施する上では、風に対する桁断面の応答特性を把握する必要がある。本報告は長大吊橋のガスト応答についてパラメトリックな解析を行い、大型風洞における全橋模型試験結果と比較することにより、各々のガスト応答解析パラメータが解析結果に与える影響について調査した結果について紹介するものである。

2. ガスト応答解析

今回の解析対象は、中央支間長 2,800m の超長大吊橋で、桁断面形状は、桁高 4m、三角形フェアリングを有する二箱桁断面である(図-1)。対象橋梁の 3 次元骨組みモデルを構築し、表-1 に示すケースについて、本州四国連絡橋耐風設計基準(2001) (以下、「基準 2001」 という)に準じたガスト応答解析を行った。解析モード次数は 50 次までとした。図-2～図-3 にそれぞれ解析に用いた空力アドミッタンス、気流のパワースペクトル、表-3 に減衰定数を示す。

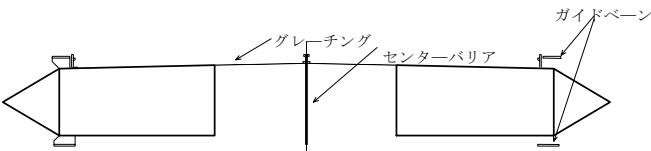


図-1 対象とした二箱桁断面

3. 解析結果

表-2 に解析で得られた支間中央の桁のガスト応答変位(動的変位)および大型風洞試験で計測された変位を示す。また、図-4 にガスト応答変位のスペクトルを示す。静的設計に最も大きく影響すると考えられる水平方向に着目すると、全て基準 2001 で規定する値を入力して解析を行ったケース 1 では、風洞試験計測値に比べて 14.6 倍という大きな値を与える結果となった。ケース 2 は、ケース 1 の空力アドミッタンスを実験値¹⁾に置き換えて解析を行ったケースであるが、解析結果は風洞試験計測値にかなり近づく結果となっている。ケース 5 は、実験値をできるだけ考慮して解析を行ったケースで、風洞試験計測値により近い解析結果を示した。ケース 2、3、4 の結果で示されるとおり、空力アドミッタンス以外の実験値が解析結果に及ぼす影響は、空力アドミッタンスに比べると比較的小さいことが明らかとなった。

表-1 解析ケース

	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
空力アドミッタンス	基準2001	実験値 ^(注1)			
気流のパワースペクトル	基準2001	実験値 ^(注2)			
構造減衰	0.02			実験値 ^(注2)	
空力減衰	準定常理論			実験値 ^(注2)	
空間相関	基準2001				実験値 ^(注3)

(注1) 2次元剛体模型を用いたバネ支持試験により得られた値¹⁾
(注2) 大型風洞で乱流中の全橋模型試験を実施した際に計測した値
(注3) 大型風洞における気流計測値との整合がよいKarman型の近似式で与えたもの

表-2 応答変位(動的変位)

	試験結果	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
水平変位	14.6mm (1.0)	212.7mm (14.6)	48.4mm (3.3)	45.6mm (3.1)	47.4mm (3.2)	23.2mm (1.6)
鉛直変位	13.0mm (1.0)	15.9mm (1.2)	5.3mm (0.4)	6.5mm (0.5)	6.3mm (0.5)	5.3mm (0.4)
ねじれ変位	1.4deg. (1.0)	4.1deg. (2.9)	2.8deg. (2.0)	3.4deg. (2.4)	1.6deg. (1.1)	1.7deg. (1.2)

() は試験結果に対する比率を示す

キーワード 対風応答解析、ガスト応答、二箱桁、空力アドミッタンス

連絡先 〒651-0088 兵庫県神戸市中央区小野柄通 4-1-22 本四公団 長大橋技術センター TEL:078-291-1071

4. まとめ

二箱桁断面を有する超長大橋のガスト応答解析を実施した結果、いずれの方向の応答値についても、空力アドミッタンスが大きく影響していることが分かった。ガスト応答に対する安全性の確認を行うにあたっては、架橋地点における気流特性を適切に考慮する必要があるが、設計上は少なくとも断面の空力アドミッタンスを考慮することで、現状よりも合理的な設計が可能になるものと考えられる。なお、鉛直方向については、解析値が試験結果を大きく下回っており、この原因については、さらに考察を進める必要があると考えられる。

表-3 減衰定数(構造減衰+空力減衰)

モード	準定常理論	実験値
1次:水平対称1次	0.04062	0.03678
2次:水平逆対称1次	0.03127	0.05127
4次:鉛直曲げ逆対称1次	0.00318	0.08599
5次:鉛直曲げ対称1次	0.00318	0.10717
14次:ねじれ対称1次	0.00327	0.02675
21次:ねじれ逆対称1次	0.00475	0.04777

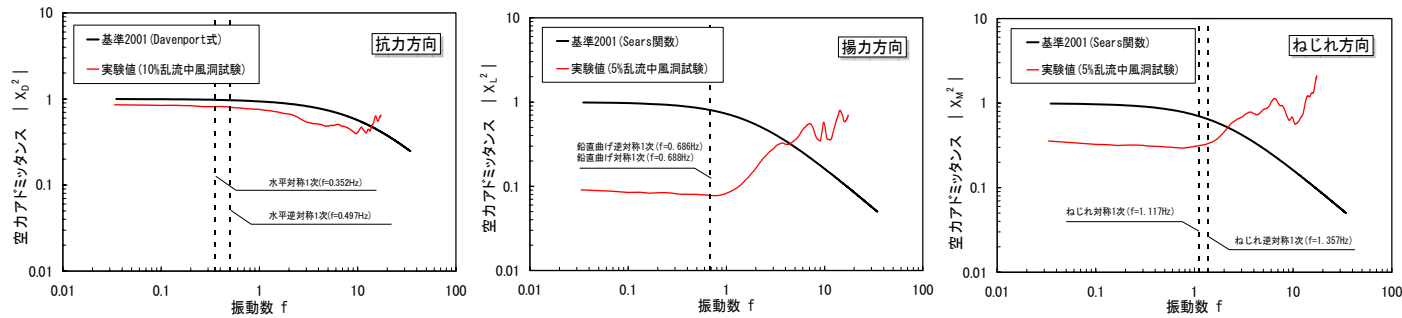


図-2 空力アドミッタンス

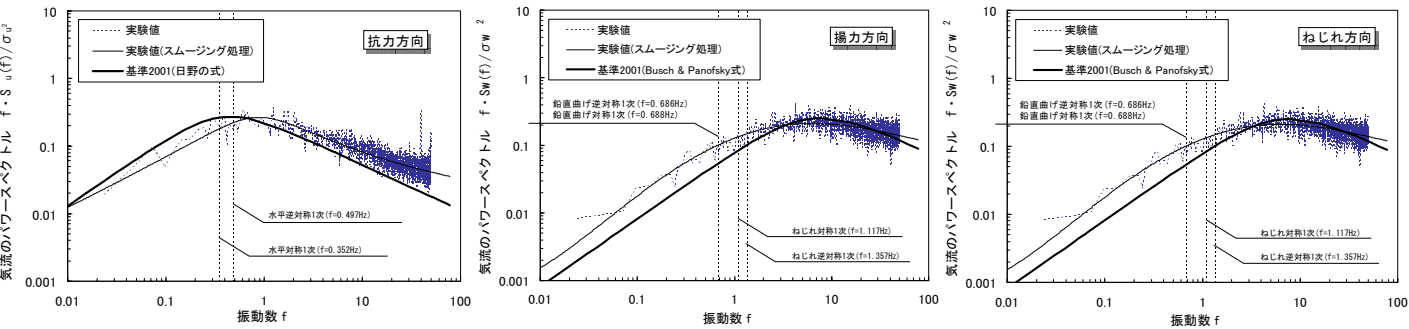


図-3 気流のパワースペクトル

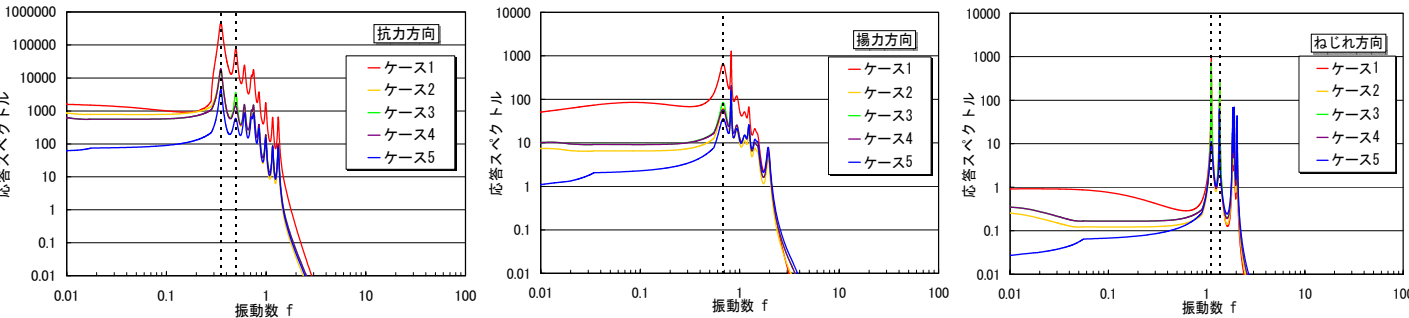


図-4 ガスト応答変位のスペクトル

参考文献：1)秦、楠原、遠山：長大橋梁桁断面の空力アドミッタンスの計測結果、第58回年次学術講演会、2003