

立命館大学 理工学部 正 員 小林 紘士 立命館大学 大学院 学生員 ○小林 勝
立命館大学 大学院 学生員 畑中 章秀 大阪市 建設局 正 員 横田 哲也

1. まえがき ガスト応答の適切な評価を行うためには、変動風速から変動空気力への伝達関数である空力アドミッタンスを求める必要がある。著者らは主流方向成分と鉛直方向成分を独立に制御可能なアクティブ乱流発生装置¹⁾を用い、これまでに種々の乱流特性値からなる気流を平板状構造物に作用させ、アクティブ乱流による空力アドミッタンスは乱流特性値による影響をほとんど受けず断面固有のものという結論を得た²⁾。本報告ではその結果を踏まえ、大阪市の此花大橋（橋長540m、中央径間300m）の縮尺1/120の模型を用い、格子乱流による風洞試験を行うと共に、アクティブ乱流発生装置を用い格子乱流で得られた時系列及び此花大橋で観測された自然風の時系列を風洞内に再現し、それらの気流による空力アドミッタンスについて考察すると共に、風洞試験で得られた空力アドミッタンスを用いて此花大橋のガスト応答を推定し、実測値との比較検討を行う。

2. 空力アドミッタンス算定方法 変動揚力は主として鉛直方向の変動気流に起因するものと考えられ、本報告では以下の定義に従い空力アドミッタンスを求めた。

$$|X_L^W(f)|^2 = \left\{ \frac{2m\omega_a^2}{\rho B U d C_L / d\alpha} \right\}^2 \frac{1}{|H(f)|^2} \frac{1}{|J(f)|^2} \frac{S_h(f)}{S_w(f)} \quad (1)$$

$|X_L^W(f)|^2$: 変動揚力に関する空力アドミッタンス, m : 模型の単位長さ当りの質量, ω_a : 模型の固有振動数, $d C_L / d\alpha$: 揚力勾配係数, $|H(f)|^2$: 周波数応答関数, ρ : 空気密度, B : 模型の全幅, U : 平均風速, $S_h(f)$, $S_w(f)$: 鉛直たわみ変位及び鉛直方向変動風速のパワースペクトル
 $|J(f)|^2$: joint acceptance関数

3. 実験結果及び考察

3.1 気流 ①格子乱流（格子乱流A, B）、②その格子乱流の時系列をシミュレートした乱流（アクティブ乱流A, B）、③自然風の時系列をシミュレートした乱流（アクティブ乱流C, D）を用いた。それらの乱れ特性値を表-1、表-2に示す。また、此花大橋で観測された時系列及び風洞内にシミュレートした時系列の1例を図-1、またそのパワースペクトルを図-2に示す。太線は目標とするパワースペクトルである。図-1に示す両者の時系列の相互相関は主流方向で約0.91、鉛直方向は約0.82である。図-2からはほぼ目標とするパワースペクトルに一致していることがわかる。格子乱流のシミュレーションにおいても、主流方向、鉛直方向共に相互相関は約0.85が得られている。

表-1 格子乱流及びアクティブ乱流の乱流特性値

乱流名		$\bar{U}$ (m/s)	Iu(%)	Iw(%)	Lu(cm)	Lw(cm)
格子乱流	A	4.00	3.9	3.4	9	7
	B	4.00	8.3	7.5	14	8
アクティブ乱流	A	4.00	3.0	2.7	18	13
	B	4.00	7.7	6.8	22	15

表-2 自然風シミュレーションの乱流特性値

乱流名		$\bar{U}$ (m/s)	Iu(%)	Iw(%)	Lu(cm)	Lw(cm)
アクティブ乱流	C	1.19	8.8	4.6	134	37
		1.19	9.8	5.8	122	31
	D	1.15	7.1	4.5	81	21
		1.15	8.0	5.1	72	18

上段:目標値(風洞換算値) / 下段:実験値

3.2 空力アドミッタンス 表-1、表-2に示した乱流を模型に作用させたときの空力アドミッタンスをそれぞれ図-3～4に示す。図中の曲線はSears 関数及びHolmes関数³⁾である。これより、どの気流を模型に作用させた場合にも空力アドミッタンスはHolmes関数に比較的良好に一致している。

3.3 此花大橋の鉛直たわみガスト応答 シミュレートした自然風乱流を模型に作用させることによ

て得られた空力アドミッタンスを用い、3次モードまでの重ね合わせによって中央径間中央の曲げ応答変位を求めた結果を図-5に示す。ただし、乱れ強度、乱れスケールは各風速における平均値を用い、パワースペクトルはそれらの値をカルマンの式に適用して得られたものを用いた。図中には空力アドミッタンスとしてSears関数及び準定常値を用いた場合についても併記しておく。これから、風洞試験によって得られた空力アドミッタンスを用いたものが一番よく平均的な応答を推定している。

4. まとめ 本報告での結果をまとめると次の通りである。

①格子乱流による空力アドミッタンスについてはjoint acceptance関数を考慮することにより、2次元乱流を模型に作用させた場合と同様の結果が得られる。

②気流の違いによる空力アドミッタンスの変化はみられず、Holmesの関数に比較的好く一致する。

③風洞試験によって得られた空力アドミッタンスを用いることにより、実橋の平均的な応答を推定することができる。

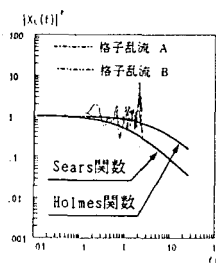
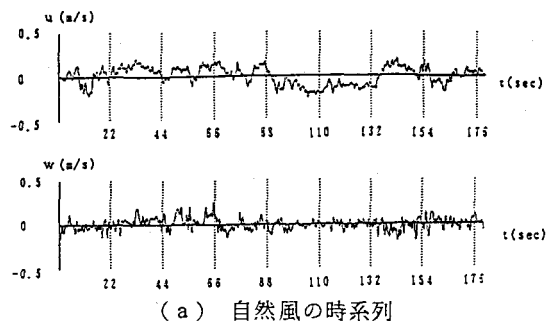
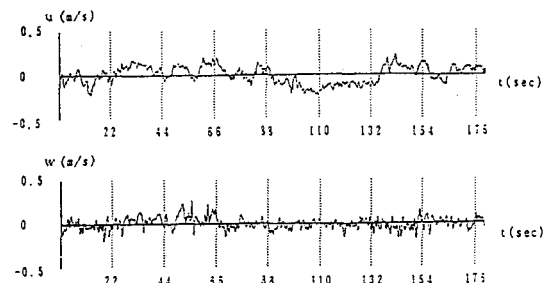


図-3 格子乱流による空力アドミッタンス



(a) 自然風の時系列



(b) シミュレート風の時系列

図-1 自然風及び風洞内にシミュレートした乱流(アクティブ乱流 C)の時系列

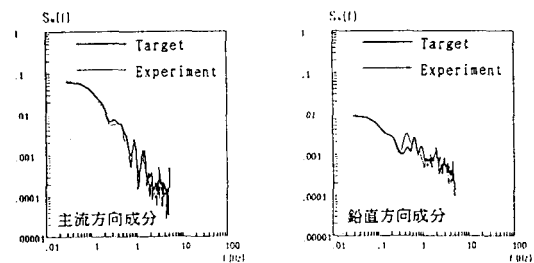


図-2 乱流のパワースペクトル(アクティブ乱流 C)

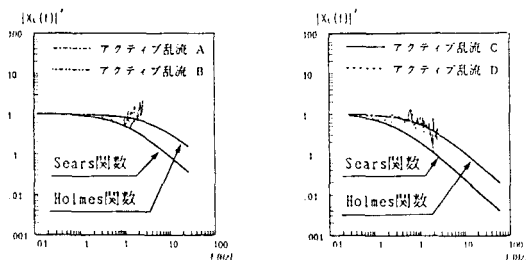


図-4 アクティブ乱流による空力アドミッタンス

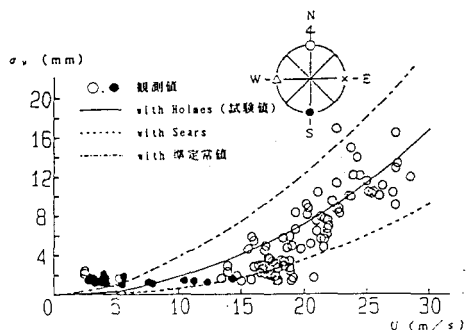


図-5 此花大橋の鉛直たわみガスト応答(中央径間中央)

謝辞 本研究の遂行にあたり、実験等に多大な御協力を頂いた立命館大学理工学部構造研究室の芋野智成君、山城 浩紹君には改めてここに深く感謝致します。

参考文献 1) 畑中、小林：土木学会論文集、第432号、1991 2) 小林、小林、畑中：平板の空力アドミッタンスに関する実験的研究、土木学会第47回年次学術講演会、1992 3) J.D. Holmes：Proc. of 4th ICWE、1975