

乱流による偏平箱形断面橋梁のガスト応答に関する実験的研究

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○美島 雄士

1. まえがき 長径間化した橋梁では気流の乱れによって生じるガスト応答が耐風安定性の面において重要となってくる。そのガスト応答を精度よく推定するためには変動風速と変動空気力の伝達関数である空力アドミッタンスを、対象とする構造断面について求める必要がある。本報告では、風洞内に自然風乱流に相似な気流および正弦波状の変動風をシミュレートし、偏平箱形断面模型に作用させることによって求められる変動揚力に関する空力アドミッタンスの特性について明らかにすることを試みたものである。

2. 実験概要 使用した偏平箱形断面の2次元剛体模型を図-1に、その主要諸元を表-1に示す。模型に作用させる乱流は模型設置直前に模型中央部分でシミュレートしたものをを用い、そのときの自由振動中の模型の応答量を測定した。

3. 空力アドミッタンス 偏平箱形断面の場合、変動揚力は主として鉛直方向の気流変動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。

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

$|X_L^w(f)|^2$: 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_g : 模型の固有円振動数, ρ : 空気密度, B : 模型の全幅, $\bar{U}$: 平均風速, $|H(f)|^2$: 周波数応答関数, $dC_L/d\alpha$: 揚力係数勾配, $S_h(f)$, $S_w(f)$: 鉛直たわみ変位および鉛直方向変動風速のパワースペクトル

4. 実験結果

(1) 気流 風

表-2 乱流特性

洞内にシミュレートした乱流の特性値を表-2に示す。また、シミュレートした乱流のパワース

乱流 No.	平均風速 $\bar{U}$ (m/s)	Change of	乱れ強度 $I_w(\%)$	乱れスケール $L_w(m)$
A	1.8	I_w	5.0	0.34
B			7.4	0.35
C			8.3	0.42
D		L_w	6.2	0.19
E			6.2	0.29
F			6.0	0.60

ペクトルの一例を図-2に示す。実線は目標としたkármánの式である。

(2) 鉛直たわみ振動 乱流Dを作用させたときの模型の鉛直た

わみ振動応答のパワースペクトルを図-3に示す。破線は空力アドミッタンスに平板の理論値であるSears関数を用いて計算した応答のパワースペクトルである。 $f=0.6\text{Hz}$ 以上では両者は比較的良く一致している

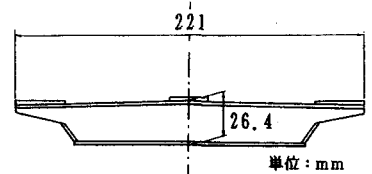


図-1 模型断面

表-1 模型の主要諸元

項目	単位	数値
重量	kg/model	0.917
支間	m	0.550
固有振動数	Hz	2,000
構造減衰	—	0.020
揚力係数勾配	1/rad	4,970

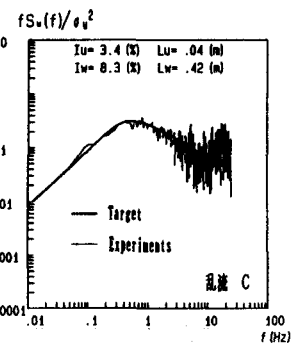


図-2 乱流のパワースペクトル

が、0.6Hz 以下ではかなり破線よりも小さい値を示している。

(3)変動揚力係数 乱流Dを作用させたときの揚力係数のパワースペクトルを図-4に示す。図において実線は、応答変位を解析¹⁾して求めた揚力係数のパワースペクトルである。破線は、変動風速のパワースペクトルに Sears関数を乗じたものである。揚力係数も応答の場合と同様に低周波において実験値の方が Sears関数を用いたものよりも小さい値をとった。

(4)空力アドミッタンス

1)乱流 乱れスケールを一定とし、乱れ強度をパラメータとした乱流A～Cを模型に作用させたときの空力アドミッタンスの解析結果を図-5(a)に、また乱れ強度を一定とし、乱れスケールをパラメータとした乱流D～Fを模型に作用

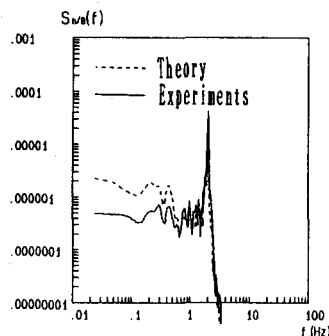


図-3 振動応答のパワースペクトル

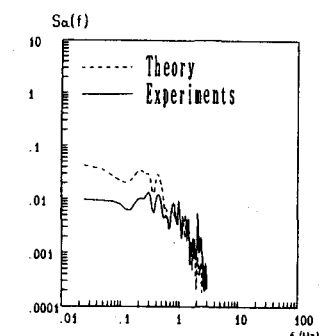
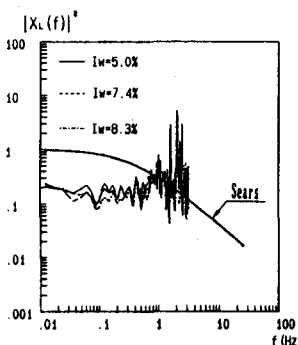
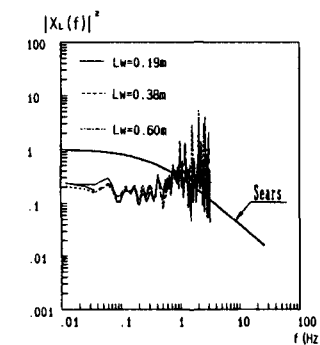


図-4 揚力係数のパワースペクトル



(a) 乱れスケール一定



(b) 乱れ強度一定

図-5 空力アドミッタンス(乱流)

用させたときの解析結果を図-5(b)に示す。図中の太線はSears関数である。両図とも 0.6Hz以下がSears関数よりもかなり低くなっていることが分かる。応答および空気力のスペクトルの実測値はこの空力アドミッタンスが原因となり低周波が低くなったものといえる。また、これらの図より乱流パラメータの変化によって空力アドミッタンスがほとんど変化しないということがわかる。平均風速を変化させたときも同様な結果が得られた。

2)正弦波状変動風 正弦波状変動風を模型に作用させたときの空力アドミッタンスの解析結果を図-6に示す。また、太線で乱流による空力アドミッタンスも併記した。正弦波による空力アドミッタンスは、低い換算振動数kでSears関数より小さい値をとっている。また、乱流による空力アドミッタンスは多少変動してはいるが、正弦波の場合と形状は比較的良く一致しており、直線的な形と

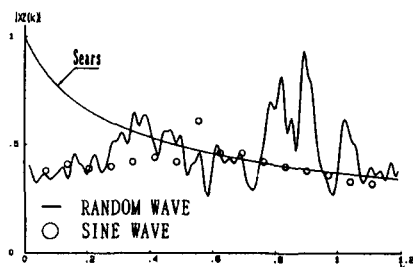


図-6 空力アドミッタンス(正弦波)

なった。低換算振動数において空力アドミッタンスの実

測値が低くなる原因としては、河島²⁾らの研究報告にあるものと同様なことが考えられる。

5. まとめ 本報告で得られた結果をまとめると以下の通りとなる。

- 1)空力アドミッタンスは乱流パラメータの変化による影響をほとんど受けずほぼ一定の形状となった。
- 2)乱流および正弦波状変動風によって得られた空力アドミッタンスは比較的よく一致しており、このことから空力アドミッタンスは気流の特性にはほとんど影響を受けないことが明かとなった。

参考文献

- 1)Komatsu, S., Kobayashi, H.: ASCE, Vol. 104, No. EM4, 1978.
- 2)河島他: 構造物の耐風性に関する第1回シンポジウム論文集, 1970.