

立命館大学 大学院 学生員 小林 勝  
 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 畑中 章秀

**1. まえがき** 近年の建造物の長大化・軽量化に伴いその可撓性も増し、気流の乱れによって生じるガスト応答が耐風安定性を評価する上で重要となってくる。この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。本報告で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を用い<sup>1)</sup>、風洞内に自然風乱流に相似な気流をシミュレートし、2自由度に支持された平板状構造物に作用させ、乱流中の模型周りの流れ及び空力アドミッタンスの特性について考察した。

**2. 実験概要** 乱流発生装置を図-1に示す。使用した平板模型の断面を図-2に示す。模型に作用させる乱流は、模型のないとき模型中央部分(X=500, Y=0, Z=0)でシミュレートしたものを用的、その時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。

$$|X_L^W(f)|^2 = \left\{ \frac{2m\omega_0^2}{\rho B U d C_L / d\alpha} \right\}^2 \frac{1}{|H(f)|^2} \frac{S_h(f)}{S_w(f)} \quad (1)$$

$|X_L^W(f)|^2$ : 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,  $\omega_0$ : 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,  $\rho$ : 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

**4. 実験結果及び考察**

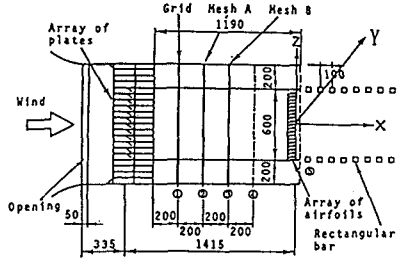
**4.1 気流** 風洞内にシミュレートした乱流特性値を表-1に示す。乱流D及び乱流Hは平板列を30°に固定し翼列のみを制御したW制御乱流である。また、シミュレートした乱流のパワース

表-1 乱流特性値

乱流 No.	平均風速 U (m/s)	乱れ強度		乱れスケール	
		Iu (%)	Iw (%)	Lu (m)	Lw (m)
A	2.0	10.0	5.3	1.57	0.39
B		9.5	7.2	1.57	0.44
C		9.9	5.7	1.51	0.78
D		3.7	5.2	0.06	0.43
E	4.0	9.2	5.0	1.57	0.48
F		9.5	7.2	1.57	0.45
G		9.8	5.2	1.58	0.83
H		3.5	4.7	0.14	0.54

ペクトルの一例を図-3に示す。太線は目標としたKármánの式である。

**4.2 模型周りの気流特性** 模型周りの気流を(Y, Z) = (0, +30)の線上において測定した。乱流Aを作用させたときのその結果の一部を図-4に示す。乱流B~Hについても同様な結果が得られた。これらより、乱流は模型が存在することによりその影響を受け、模型に近づくにつれて低周波のパワーが増大し、模型の上面では下流に行くにしたがって低周波のパワーが低下していく傾向が認められた。このように測



格子(幅5mmの角材を50mm間隔で縦横に組んだもの)  
 メッシュA(メッシュ1/8インチ)  
 メッシュB(メッシュ1/12インチ)

図-1 乱流発生装置

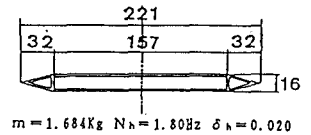


図-2 模型断面

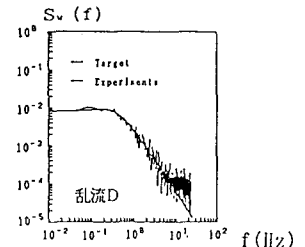


図-3 乱流のパワースペクトル

定位置によって気流は異なるので、模型のない状態でシミュレートした気流の乱れ特性を用いて空力アドミッタンスを評価する。

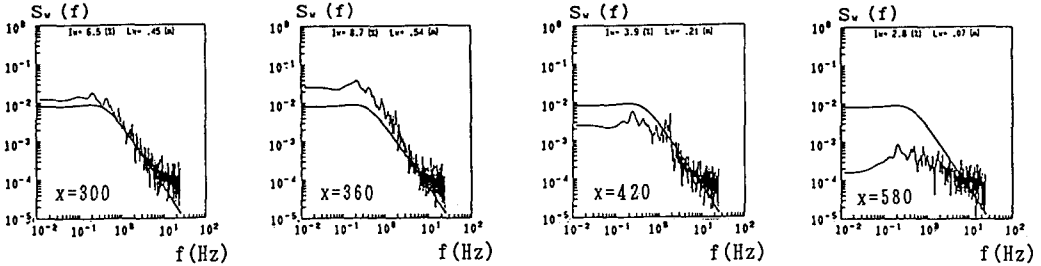


図-4 模型周りの気流特性

4.3 空力アドミッタンス

1) 乱流 平均風速  $U=2\text{ m/s}$  の乱流 A~C (UW制御乱流) 及び乱流 D (W制御乱流) 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それぞれ図-5 (a), (b) に示す。同様に、平均風速  $U=4\text{ m/s}$  の乱流 E~G (UW制御乱流) 及び乱流 H (W制御乱流) 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それぞれ図-5 (c), (d) に示す。図中の曲線はSears関数及びHolmesの関数<sup>2)</sup>である。これらの図よりUW制御乱流による空力アドミッタンスについては、平均風速  $U=2\text{ m/s}$ ,  $4\text{ m/s}$  とも乱流特性値の違いによる変化はみられず、低周波側ではHolmesの関数に比較的良好一致している。風速による変化もみられない。W制御乱流による空力アドミッタンスについては、平均風速  $U=2\text{ m/s}$  の場合にはHolmesの関数に比較的良好一致している。ただし、平均風速  $U=4\text{ m/s}$  の場合にはHolmesの関数より大きな値となった。この点については設定値に問題があったのではないかと考えられる。

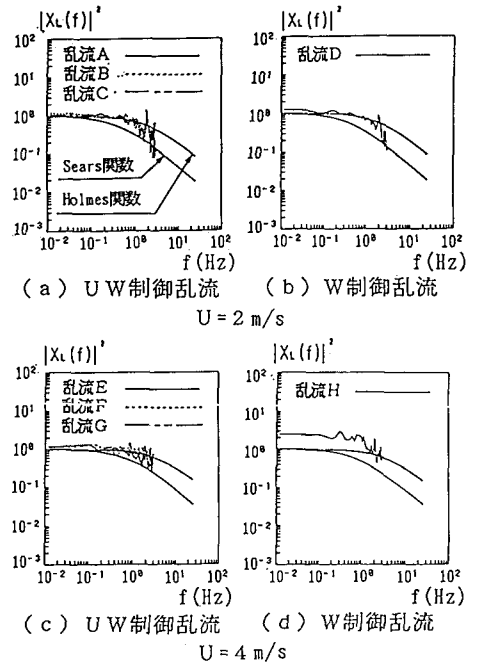


図-5 空力アドミッタンス (乱流)

2) 正弦波状変動風 正弦波状変動風 ( $U=2\text{ m/s}$ ) 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。この図より、乱流の場合と同様にHolmesの関数に比較的良好一致していることがわかる。

5. まとめ 本報告での結果をまとめると次の通りである。

- ① 乱流は模型の存在により影響を受け、低周波ほど乱れ特性値が変化する影響が大きい。
- ② 乱流特性値の違いによる空力アドミッタンスの変化はみられず、Holmesの関数に比較的良好一致する。

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長谷川 勝啓君、房進男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) J.D.Holmes, Proc.of 4th ICWE, 1975

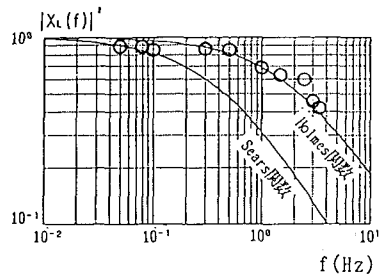


図-6 空力アドミッタンス (正弦波)