

立命館大学 理工学部 正 員 小林 紘士  
立命館大学 理工学部 学生員 ○松田 健一

**1. まえがき** 自然風は、時間的にも空間的にも変動する乱流である。また周辺の地形・構造物の影響により強風時にも平均傾斜角が生じることが考えられる。気流の乱れにより構造物に生じるガスト応答に対して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<sup>1)</sup>は、アクティブガストゼネレータを用い、種々の乱流特性値からなる気流を偏平箱形断面を有する橋梁主桁の模型に作用させ、空力アドミッタンスは乱流特性値の影響をほとんど受けず断面固有のものであるという結果を得た。本報告では、平均傾斜角を持った各種乱流を偏平箱形断面を有する橋梁主桁の模型に作用させ空力アドミッタンスを求める。

**2. 実験概要** 乱流は、立命館大学理工学部のエッフェル型風洞の測定部に設置したアクティブガストゼネレータ<sup>2)</sup>により発生させた。図-1に示す模型を翼列の後方500mmの位置に鉛直方向および回転方向に振動できるようにばね支持した。模型諸元を表-1に示す。乱流のシミュレーションは、模型を取り去って、模型中心位置に熱線風速計を設置して行った。風洞内にシミュレートした乱流特性値を表-2に示す。準一様流とは、平板列を全開に翼列を水平に固定した状態で得られる気流であり、風洞内にアクティブガストゼネレータを設置しない一様流とは区別した。

3. 実験結果及び考察

**3. 1 静的空気力特性** 表-2で示した各種乱流を作用させ、橋梁断面模型の姿勢を-10° ~ +10° まで1° ごとに变化させたときの静的空気力特性を調べた。図-2より気流の乱れによりC<sub>L</sub>、C<sub>M</sub>に差が生じることが分かった。

**3. 2 乱れ特性と応答** 表-2で示した各種乱流に平均傾斜角を $\alpha = -6^\circ \sim +6^\circ$  まで变化させた気流を橋梁断面模型に与えたときのガスト応答を調べた。図-3より鉛直ガスト応答は傾斜角の変化による影響がほとんどみられない。

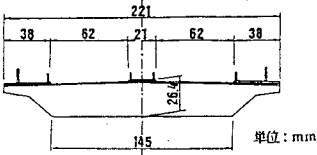


図-1 模型断面図

表-1 模型諸元

|                 |              |      |
|-----------------|--------------|------|
| 模型重量 (kg/model) |              | 1.43 |
| 固有<br>振動数       | 断 $N_f$ (Hz) | 2.06 |
|                 | 断 $N_a$ (Hz) | 5.23 |
| 片断<br>減衰率       | 断 $\sigma_f$ | 0.02 |
|                 | 断 $\sigma_a$ | 0.02 |

表-2 乱流特性値

| 乱流 No. | Change of flow   | Measured  |         |          |          |
|--------|------------------|-----------|---------|----------|----------|
|        |                  | $U$ (m/s) | $I$ (%) | $L$ (cm) | $L$ (cm) |
| 1      | Semi-smooth flow | 1.1       | 1.0     | 1.0      | 1.0      |
| 2      | U                | 2.0       | 0.8     | 1.0      | 4.0      |
| 3      |                  | 2.5       | 0.8     | 1.0      | 4.0      |
| 4      |                  | 3.0       | 0.8     | 1.0      | 4.0      |
| 5      |                  | 3.5       | 0.8     | 1.0      | 4.0      |
| 6      |                  | 4.0       | 1.0     | 1.0      | 4.0      |
| 7      | T                | 3.0       | 0.8     | 1.0      | 4.0      |
| 8      |                  | 3.0       | 0.7     | 1.5      | 0.0      |
| 9      |                  | 3.0       | 1.0     | 1.0      | 4.0      |
| 10     | L                | 2.0       | 0.7     | 1.0      | 4.0      |

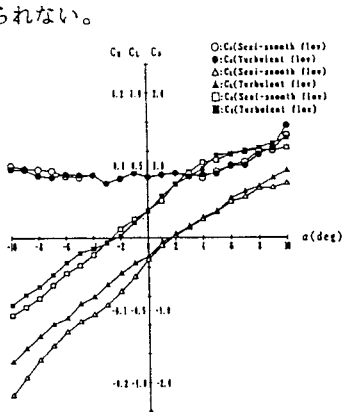


図-2 静的空気力特性

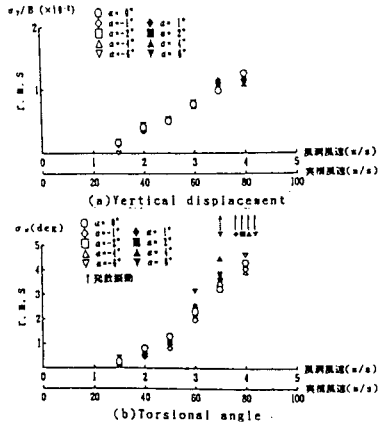


図-3 乱流中の応答

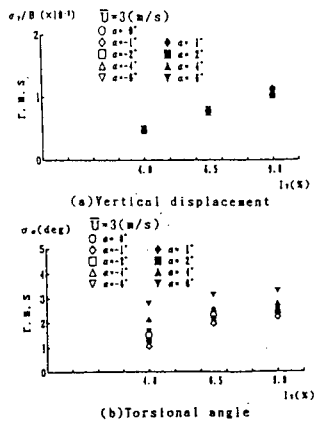


図-4 乱れ強度と応答

また傾斜角が大きくなるとねじれフラッタが生じた。

図-4(a)(b), 図-5(a)(b)は、風速3m/sで各傾斜角における応答に対する鉛直成分の乱れ強度 $I_w$ および乱れスケール $L_w$ の影響を調べたものである。ガスト応答は $I_w$ の増加により増大し、 $L_w$ の増加によりわずかではあるが減少している。

### 3.3 空力アドミッタンス

模型の空力アドミッタンス $|X_L^w(f)|^2$ を次式より求めた。

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

ここに  $m$ : 模型の単位長さ当り質量,  $\omega_y$ : 模型の固有振動数

$d C_L / d\alpha$ : 揚力勾配係数,  $\rho$ : 空気密度,  $B$ : 模型の全幅

$U$ : 平均風速,  $|H(f)|^2$ : 周波数応答関数

$S_y(f)$ ,  $S_w(f)$ : 鉛直たわみ変位および鉛直方向成分変動風速のパワースペクトル

なお $d C_L / d\alpha$ は、図-2に示した乱流中の $C_L$ から各傾斜角ごとの値を定めたものを用いた。

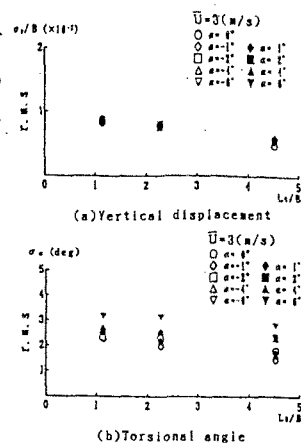


図-5 乱れスケールと応答

表-2に示したNo. 4の乱流に平均傾斜角を持たせて模型に作用させたときの応答より求められた空力アドミッタンスを図-6に示す。図中に描かれた2本の曲線は、上の線がHolmesの提案式<sup>2)</sup>、下の線がSears関数である。これらの図より空力アドミッタンスは、2Hz付近で多少の変動があるものの傾斜角による差異はごくわずかであることが分かる。そしてHolmesの提案式に比較的良く一致している。これは $d C_L / d\alpha$ に各傾斜角ごとの値を用いたためである。

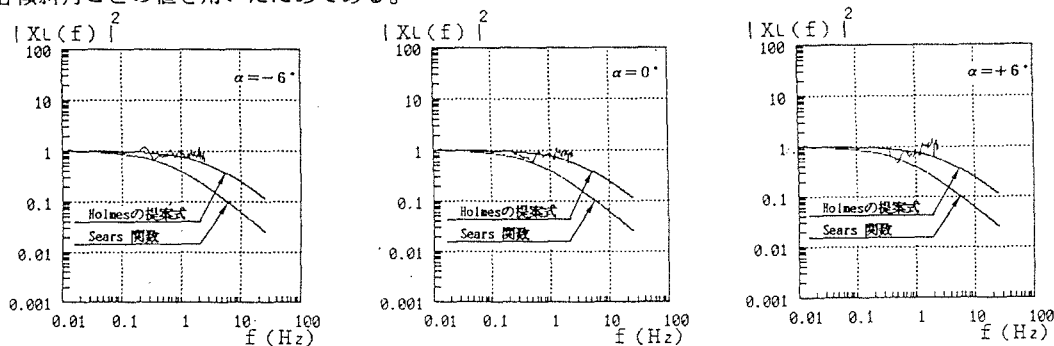


図-6 傾斜角と空力アドミッタンス

### 4. まとめ

本報告の結果をまとめると次の通りである。

- ①気流の乱れにより $C_L$ ,  $C_M$ に差が生じる。
- ②模型の応答は乱れ強度が大きくなるにつれ増大し、乱れスケールが大きくなるにつれわずかに減少する。
- ③空力アドミッタンスは、各傾斜角ごとの $d C_L / d\alpha$ 値を用いることで傾斜角による変化はほとんどみられず、Holmesの提案式に比較的よく一致する。

**謝辞** 本研究の遂行のあたり、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奥村学君には改めてここに深く感謝致します。

**参考文献** 1) 松田、小林、國藤：土木学会第49回年次学術講演講習会，1994

2) 畑中、小林：土木学会論文集，第432号，1991

3) J.D.Holmes, Proc.of 4th ICWE, 1975