

大阪大学工学部 正 員 川谷 充郎 大阪大学大学院 学生員○戸田伸親
大阪大学工学部 学生員 佐藤 学 立命館大学理工学部 学生員 桐生真司

1. まえがき 近年、柔構造物の空力弾性挙動に関して、乱流中における応答実験が行われるようになり、渦励振に関しても乱れの影響がしだいに明らかにされつつある。著者らは、数年前より自然風のパワースペクトルに相似で、乱れ強度や乱れスケールを独立かつ任意に制御できるアクティブ乱流発生装置を開発し¹⁾、その乱流中において、様々な断面について乱れ強度や乱れスケールがたわみ渦励振に及ぼす影響を調査してきた²⁾。本研究では、辺長比4、7の矩形断面およびそれらにフェアリングを付けた六角形断面のねじれ渦励振応答、また、辺長比1、2の矩形断面のギャロッピング応答に及ぼす乱流特性値の影響を調査する。

2. 実験概要

2.1 乱流発生 Fig.1 にアクティブ乱流発生装置により発生させた気流のパワースペクトルの一例を示す。図には乱流シミュレーションの際、目標としたカルマンの提案式によるパワースペクトル密度関数も併記した。図より、パワースペクトル形状はターゲットとよく一致していることが分かる。Table 1 に今回シミュレートしたすべての気流の乱流特性値を示す。このように、本装置では乱れ強度、乱れスケールを独立かつ任意に制御できる。なお、表に示す準一様流とは平板列および翼列を水平に設定した状態で得られる気流である。

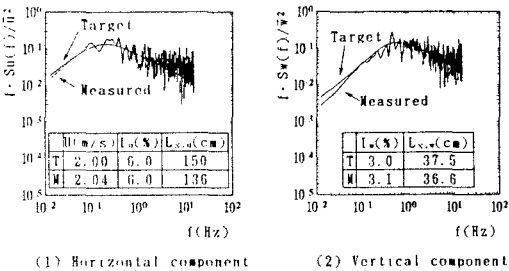


Fig.1 Power spectra of turbulent flow

2.2 実験模型 本研究で対象とした断面は、ねじれ渦励振の場合、辺長比4、7の矩形断面 (Model D, E) およびそれらに正三角形のフェアリングを付けた六角形断面 (Model DF1, EF1)、ギャロッピングの場合、辺長比1、2の矩形断面 (Model F, A) である。その断面をねじれ、あるいはたわみ1自由度系にばね支持した。採用断面の構造諸元の値を Table 2 に示す。

Table 1 Turbulence characteristics										
Turbulence No.	Change of	Target				Measured				
		Iu (%)	Iw (%)	Lxu (cm)	Lxw (cm)	Iu (%)	Iw (%)	Lxu (cm)	Lxw (cm)	
Semi-smooth flow						<1.5	<1.5	3	2	
TI-04	Iu	4	2			4.2	2.1	118	31.0	
TI-06*	&	6	3	150	37.5	6.0	3.1	136	36.6	
TI-10	Iw	10	5			9.3	5.0	139	32.2	
TSu-05	Lxu			50		5.7	3.1	50	35.2	
TSu-15*		6	3	150	37.5	6.0	3.1	136	36.6	
TSu-35				350		6.4	3.1	320	33.5	
TSw-12	Lxw					12.5	5.9	3.0	135	13.0
TSw-37*		6	3	150	37.5	6.0	3.1	136	36.6	
TSw-87						87.5	6.1	3.1	149	72.5

*TI-06, TSu-15 and TSw-37 are the same turbulences.
**The mean velocity is 2m/s

3. ねじれ渦励振応答特性

3.1 乱れ強度の影響 Fig.2 に乱れ強度を変化させた場合の渦励振応答のV-A図を示す。図より、乱れ強度が増加しても渦励振発生風速はほとんど変化しない。また、Model EF1 の2回目のねじれ渦励振は、Iu=4%でも発生しなかった。Fig.3 (a) に乱れ強度と渦励振最大振幅比の図を示す。どの断面も乱れ強度が増すにつれて渦励振最大振幅が低減している。また、矩形断面の場合、六角形断面より乱れによる渦励振最大振幅の低減の度合いが大きくなっている。

3.2 乱れスケールの影響 Fig.3 (b), (c) に乱れスケールと渦励振最大振幅比の図を示す。主流方向乱れスケールは、どの断面においても渦励振にはほとんど影響を

Table 2 Sectional shape and dynamic characteristics of models

Model No.	Cross-sectional shape	Weight (kg)	Moment inertia (kg·m ²)	Frequency (Hz)	Logarithmic decrement
F		2.08	-	6.55	0.001
A		1.65	-	5.50	0.002
D		-	0.0560	8.40	0.004
DF1		-	0.1306	5.50	0.004
E		-	0.0641	7.85	0.004
EF1		-	0.0731	7.35	0.004

The length of model is 600mm

Mitsuo KAWATANI, Nobuchika TODA, Manabu SATOH and Shinji KIRYU

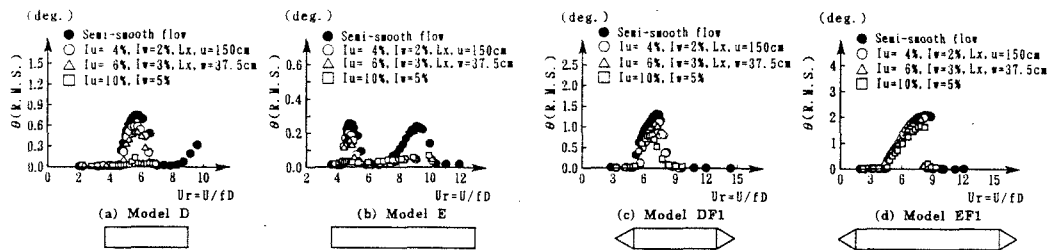


Fig.2 Response amplitude (change of turbulence intensity)

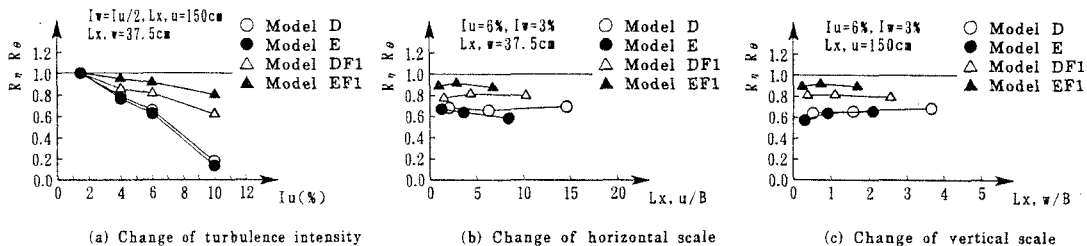


Fig.3 Amplitude ratio vs. turbulence characteristics

及ばさない。鉛直方向乱れスケールは、辺長比が大きい矩形断面の場合、乱れスケールが大きくなるに従って、渦励振最大振幅が大きくなる。よって、辺長比が大きい場合、乱れスケールを考慮に入れた乱れの効果を考える必要がある。一方、六角形断面の場合は、鉛直方向乱れスケールはほとんど影響を及ぼさないことがわかる。

4. ギャロッピング応答特性

4.1 乱れ強度の影響 Fig.4 に、Model F, A の乱れ強度を変化させた場合のギャロッピングの V-A 図を示す。図より、正方形断面は乱れ強度によって、ギャロッピングの発現風速に大差は認められないが、辺長比 2 の矩形断面は、乱れの増加によって、発現風速が徐々に高風速側に移動している。

4.1 乱れスケールの影響 正方形断面では主流および鉛直両方向成分とも乱れスケールの影響はほとんど受けない。Fig.5 に、辺長比 2 の矩形断面の乱れスケールを変えたときの V-A 図を示す。主流方向乱れスケールは影響を及ぼさないものの、鉛直方向の小スケール ($L_x, w=12.5\text{cm}$) が影響を及ぼし、ギャロッピングの発現風速が高風速側へ移動している。

参考文献

- 1) 小林紘士・川谷充郎・金 熙恵・太田 圭・上島秀作：2 次元角柱の渦励振応答に及ぼす乱流特性の影響，第11回風工学シンポジウム論文集，pp.167-172，1990.12.
- 2) 小林紘士・川谷充郎・金 熙恵・上島秀作：橋桁基本断面の渦励振に及ぼす乱流特性の影響，構造工学論文集，Vol 38A，pp.889-898，1992.3.

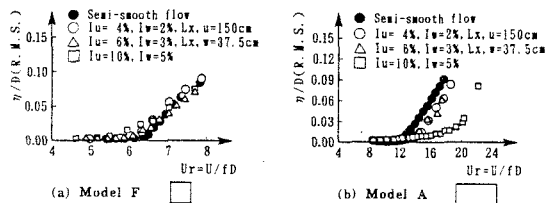


Fig.4 Response amplitude (change of turbulence intensity)

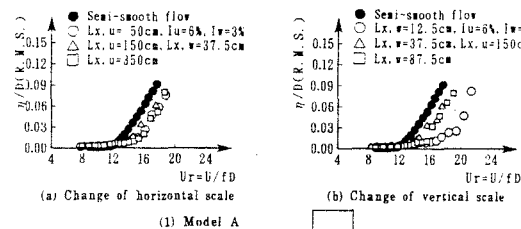


Fig.5 Response amplitude (change of turbulence scale)