

大阪大学工学部 正 員 川谷充郎
大阪大学工学部 志野達也

大阪大学大学院 学生員○佐藤 学
立命館大学理工学部 学生員 谷口 悟
立命館大学理工学部 正 員 小林紘士

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、種々の空力振動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渦励振、ギャロッピングに及ぼす影響を調査してきた^{2,3)}。本研究では、辺長比7, 10の矩形断面のねじれフラッター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。

2.2 実験模型 本研究で対象とした断面は、辺長比7, 10の矩形断面 (Model mE, mG) である。その断面をねじれ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。

3. ねじれフラッター応答特性

Figs. 2~4 に V-A 図を示す。図中の上向きの矢印は測定限界 (約4.5deg) を越えたことを意味する。また、そのときの風速を発散風速とする。辺長比10の断面では、ハードフラッター的な応答を示したため、加振時、非加振時に分けて V-A 図を示す。

辺長比7, および10の加振時では、準一様流中に比べて、乱流中では発散風速が高風速側に移動しており、乱れの存在によるフラッターの抑制効果が確認された。

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 V-A 図を示す。辺長比7の断面においてバフェティングはほとんど発生していないが、辺長比10の断面では、準一様流中におけるねじれフラッター発現風速より低風速側でバフェティングが

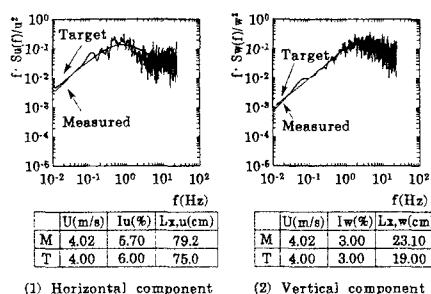


Fig.1 Power spectra of turbulent flow

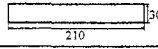
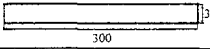
Table 1 Turbulence characteristics

Turbulence No.	Change of	Target				Measured			
		Iu	Iw	Lx,u	Lx,w	Iu	Iw	Lx,u	Lx,w
		(%)	(%)	(cm)	(cm)	(%)	(%)	(cm)	(cm)
Semi-smooth flow						<1.5	<1.5	3	2
TI-04	Iu	4	2			4.3	1.9	77.1	16.4
TI-06*	&	6	3	75	19	5.7	3.0	79.2	23.1
TI-10	Iw	10	5			9.8	5.1	69.0	24.7
TSu-02	Lx,u	6	3	25	19	5.5	3.0	35.4	23.0
TSu-07*				75		5.7	3.0	79.2	23.1
TSu-17				175		6.0	3.0	189	22.9
TSw-07	Lx,w	6	3	7	19	5.6	2.7	78.7	11.5
TSw-19*				19		5.7	3.0	79.2	23.1
TSw-44				44		5.8	3.1	78.0	45.9

*TI-06, TSu-07 and TSw-19 are the same turbulences.

**The mean velocity is 4m/s.

Table 2 Sectional shape and dynamic characteristics of models

Model No.	Cross-sectional shape Unit:mm	Mass (kg)	Moment inertia(kg·f·m²)	Frequency (Hz)	Logarithmic decrement
mE		2.617	0.0653	2.800	0.0073
mG		3.640	0.0715	1.225	0.0127

The length of model is 660mm.

Mitsuo KAWATANI, Manabu SATO, Tatsuya SHINO, Satoru TANIGUCHI and Hiroshi KOBAYASHI

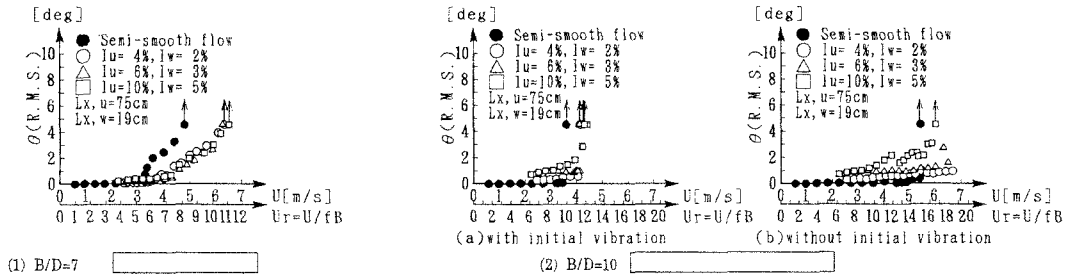


Fig.2 Response amplitude (change of turbulence intensity)

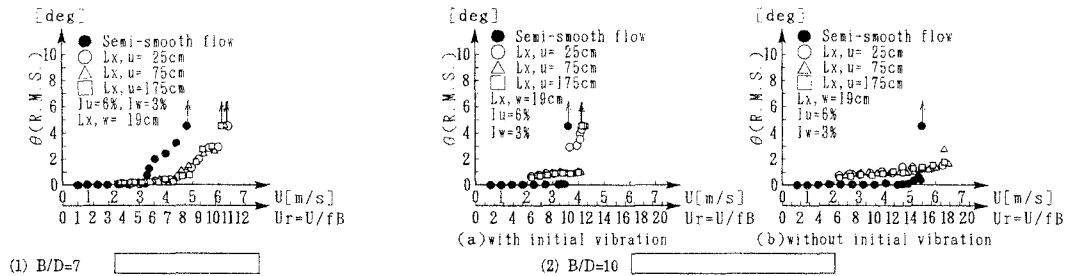


Fig.3 Response amplitude (change of horizontal scale)

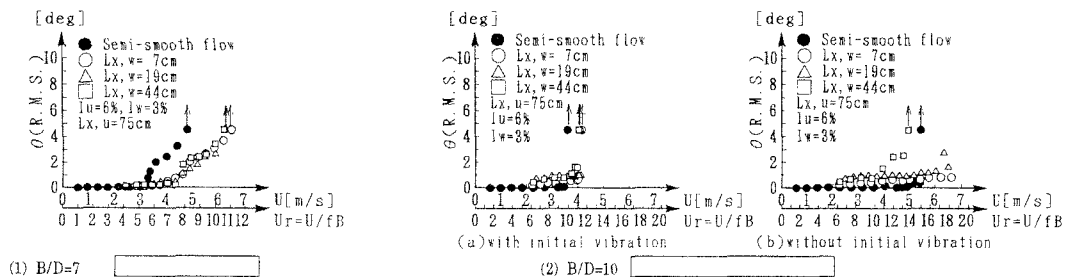


Fig.4 Response amplitude (change of vertical scale)

発生しており、乱れ強度の増加に伴いバフエーティング振幅が増加している。辺長比10の非加振時に、乱れ強度が大きいときに発散しているが、これはガスト応答が大きいため、不安定なリミットサイクルを越えやすくなったからと考えられる。辺長比7、および辺長比10の加振時では乱れ強度を変化させても発散風速はほとんど変化しなかった。

3.2 乱れスケールの影響 Fig. 3 に主流方向乱れスケールを変えたときのV-A図を示す。図より、主流方向乱れスケールは応答にほとんど影響を及ぼさない。Fig. 4 に鉛直方向乱れスケールを変えたときのV-A図を示す。辺長比7、および10の加振時において鉛直方向乱れスケールの影響はほとんどないものの、辺長比10の非加振時において、スケールが大きいとき(Lx, w=44cm)にのみ発散している。このことは、乱れの影響を考える際、乱れスケールを考慮に入れることの重要性を示すものである。

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.
- 3) 戸田伸親・川谷充郎・佐藤 学・小林紘士：橋桁基本断面の各種空力振動に及ぼす風の方成分別の乱れの影響，土木学会第50回年次学術講演会講演概要集，I-748，1995.9.