

I-A 182

偏平矩形断面のねじれフラッターに及ぼす方向成分別の乱れの影響

大阪大学大学院 学生員 佐藤 学
大阪大学工学部 志野達也

大阪大学工学部 正 員 川谷充郎
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、一方向（主流方向または鉛直方向）だけを制御した乱流を発生させ、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各方向成分別の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 に乱流発生装置を用いて一方向のみ制御させた気流のパワースペクトルの一例を示す。制御した成分の気流のパワースペクトルは、目標としたカルマンの提案式と一致していることが分かる。制御していない方向成分はできるだけ乱れない気流とした。Table 1 に今回シミュレートした気流の乱流特性値を示す。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振幅が測定限界(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。B/D=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。

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。u方向(主流方向)制御乱流中において、発現風速、発散風速が高風速側に移動するなど、安全側の結果がでた。とくにB/D=10の加振しないケースでは $U_r=18$ までねじれフラッターが発生しなかった。乱れ強度の変化による応答特性の変化はほとんどなかった。w方向(鉛直方向)制御乱流中において、B/D=7, およびB/D=10の加振したケースで、u方向制御乱流と比較すると抑制する力は弱いものの、若干のねじれフラッターの抑制力が確認された。一方、加振しないケースでは乱れの影響により準一様流よりも低風速側で発散しており、危険側の応答を示した。乱れ強度の変化による応答振幅および発散風速の違いはほとんどなかった。これらのu方向成分とw方向成分の乱れの影響を重ね合わせると二方向制御乱流中での挙動⁴⁾をほぼ説明できる。

3.2 主流方向乱れスケールの影響 B/D=7では主流方向乱れスケールの影響はほとんどなかった。

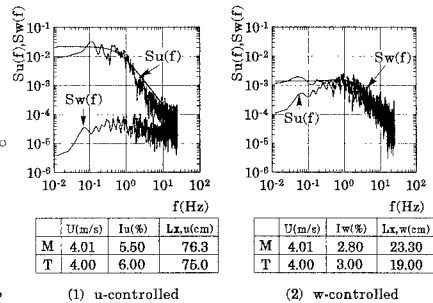


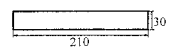
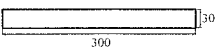
Fig.1 Power spectra of turbulent flow

Table 1 Turbulence characteristics

Turbulence No.	Change of	Target				Measured			
		Iu (%)	Iw (%)	Lx,u (cm)	Lx,w (cm)	Iu (%)	Iw (%)	Lx,u (cm)	Lx,w (cm)
TI-04-u	Iu	4.0	<1.5	75	-	4.2	1.5	76.7	-
TI-06-u*		6.0				5.5	1.3	76.3	
TI-10-u		10.0				9.4	1.4	70.8	
TSu-02-u	Lx,u	6	<1.5	25	-	6.0	1.4	26.6	-
TSu-07-u*				75		5.5	1.3	76.3	
TSu-17-u				175		5.7	1.5	189	
TI-04-w	Iw	<2.5	-	2.0	19	2.4	2.0	23.7	-
TI-06-w*				3.0		2.5	2.8	23.3	
TI-10-w				5.0		2.5	4.9	24.8	
TSw-07-w	Lx,w	<2.5	3.0	7	-	2.3	2.6	10.6	-
TSw-19-w*				19		2.5	2.8	23.3	
TSw-44-w				44		2.5	2.9	48.2	

*TI-06-u and TSu-07-u, TI-06-w and TSw-19-w 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·m ²)	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.

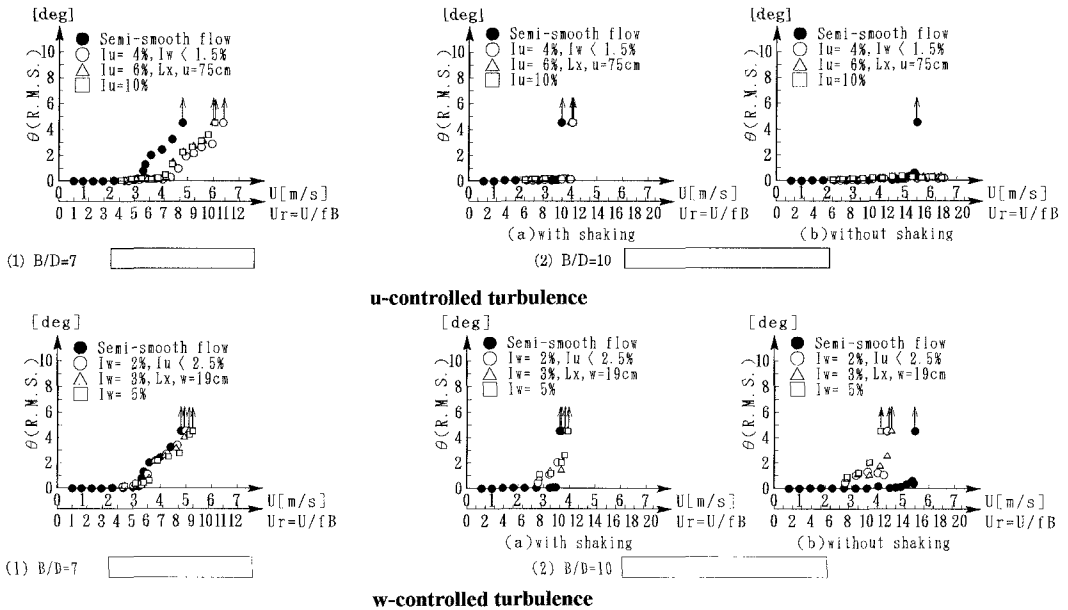


Fig.2 Response amplitude (change of turbulence intensity)

Fig. 3にB/D=10において主流方向乱れスケールを変化させた場合のV-A図を示す。B/D=10の加振したケースで、主流方向乱れスケールが最も小さい $L_x, u=25\text{cm}$ のケースにおいて発散風速が高風速側へ移動している。

3.3 鉛直方向乱れスケールの影響 B/D=7では鉛直方向乱れスケールの影響はほとんどなかった。Fig. 4 にB/D=10において鉛直方向乱れスケールを変化させた場合のV-A図を示す。B/D=10の加振しないケースでは乱れスケールの小さい($L_x, w=7\text{cm}$)ケースにおいて、ねじれフラッターが抑制されている。 $L_x, w=44\text{cm}, 19\text{cm}$ のケースのようにスケールが大きい方が発散風速が低風速側である。乱れスケールが大きいとき危険側の応答を示す。ここではu方向の乱れの影響がないため、二方向制御乱流中での挙動⁴⁾と比較して、w方向スケールの効果が際立って現れている。加振したケースでは発散風速はほとんど変化しない。

参考文献

- 1) 小林絃士・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) 小林絃士・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・小林絃士：橋桁基本断面の各種空力振動に及ぼす風の方向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，1-748，1995.9.
- 4) 川谷充郎・佐藤 学・志野達也・谷口 悟・小林絃士：乱流における偏平矩形断面のねじれフラッター応答特性，平成8年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要，1996.5.

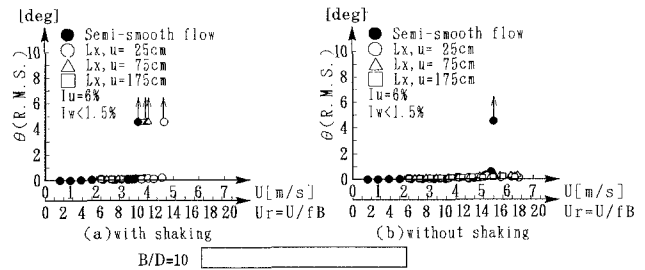


Fig.3 Response amplitude (change of horizontal scale)

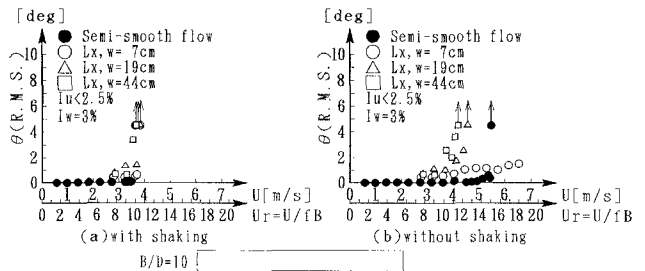


Fig.4 Response amplitude (change of vertical scale)