

I - B 367

橋梁主塔隅切り断面の渦励振に及ぼす乱流の影響

大阪大学大学院 学生員 丸山武士
大阪大学大学院 学生員 兼重 寛

大阪大学大学院 正 員 川谷充郎
立命館大学理工学部 正 員 小林絃士
立命館大学理工学部 瀬野将彦

1.はじめに 吊橋および斜張橋の塔に関する耐風安定性は、主として架設時における橋軸直角方向の風による塔面外方向の振動について議論され、完成系の振動についてはほぼ問題にならないとされてきた。しかし、近年の橋梁の長大化に伴い主塔も高くなり、完成系での主塔の振動が問題となり、耐風安定対策も必要となってきた。この対策の一つとして、隅切り断面が有効であるとされている^{1,2)}。本研究では、橋梁主塔断面における隅切り形状の渦励振応答に及ぼす影響ならびに乱流のそれらの渦励振応答特性への影響について、風洞実験により検証する。

2.実験概要 **2.1 乱流シミュレーション** アクティブ乱流発生装置を用いて風速 2m/s で乱流をシミュレートする。乱流のスペクトルの一例として、目標としたカルマンの提案式を併記して Fig.1 に示す。Table 1 に今回用いた気流のすべての乱流特性値を示す。

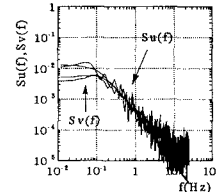
Fig.1, Table 1 より、自然風に相似な気流を発生できている。ここで、表に示す準一様流とはアクティブ乱流発生装置の翼列・平板列を水平に設定した状態で得られる気流であり、若干の乱れを含む気流である。

2.2 実験模型断面 主塔模型は Fig.2 に示すように、52.5 mm×75 mm の辺長比 0.7 の断面を基本矩形断面として、隅切り率($b/B=d/D$, b : B 辺の隅切長さ, d : D 辺の隅切り長さ)を変化させる単独角柱を用いる。矩形断面、隅切り率 $1/12 \cdot 1/6 \cdot 1/4$ の四角隅切り断面、隅切り率 $1/12 \cdot 1/6 \cdot 1/4$ の三角隅切り断面および隅切り率 $1/6 \cdot 1/4$ の階段状隅切り断面の計 9 種類の模型を曲げ一自由度にばね支持し、応答測定を行なう。構造諸元の詳細については Table 2 に示す。

3.実験結果と考察

3.1 隅切り形状および隅切り率の影響 Fig.3 に準一様流中での隅切り形状ごとに隅切り率を変化させる場合の V-A 図を示す。隅切り率 $1/6 \cdot 1/4$ の三角隅切り断面で最大振幅が最も減少し、次に隅切り率 $1/4$ の階段状隅切りで最大振幅が減少しているが、発生風速域が低風速側に移動している。

(1)四角隅切り: 矩形断面と比較して最大振幅がやや減少し、振動風速域が低風速側に移動している。隅切り率の変化による最大振幅の変化は見られない。**(2)三角隅切り**: 最大振幅について、矩形断面と比較して隅切り率 $1/6 \cdot 1/4$ 断面ではかなり減少しているが、振動風速域がかなり低風速側に移動している。**(3)階段状隅切り**: 矩形断面と比較して振動風速域が低風速側に移動している。最大振幅については、隅切り率 $1/4$ で若干減少している。



	U(m/s)	Iu(%)	Lx,u(cm)	Iv(%)	Lx,v(cm)
Mess.	2.03	4.31	200.67	3.52	106.46
Target	2.00	4.00	200.00	3.60	100.00

Fig.1 Power Spectra of Turbulent flow
(Two-dimensional controlled)

Table 1 Turbulence characteristics (two-dimensional controlled turbulence)

Turbulence No.	Change of	Target				Measured			
		Iu(%)	Iv(%)	Lx,u(cm)	Lx,v(cm)	Iu(%)	Iv(%)	Lx,u(cm)	Lx,v(cm)
Semi-smooth flow									
TI-04	Iu	4	3.6	200	100	<1.5	<1.0		
TI-07*	Iv	7	6.3			4.31	3.52	200.67	106.64
TI-10	Iv	10	9			7.61	6.14	184.8	97.72
TSv-02	Lx,v	7	6.3	200	20	9.99	8.82	202.23	94.61
TSv-06*					60	6.97	6.38	207.19	21.61
TSv-10					100	7.26	6.18	219.75	64.73
					100	7.61	6.14	184.8	97.72

* TI-07 and TSv-10 are the same turbulences.

** The mean velocity is 2m/s.

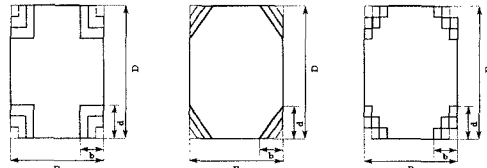


Fig.2 Cross sectional shape of model

Table 2 Sectional shape and dynamic characteristics of model

Model	Basic model cross section B×D (mm)	Corner-cut cross section b×d (mm)	Mass M (kg)	Natural frequency f (Hz)	Logarithmic decrement δ < η/D=0.0244 >	Scruton Number Sc
Rectangle		0×0	2.894	3.307	0.0095	6.09
Quadrangular corner-cut 1/12		4.38×6.25	2.858	3.328		6.02
Quadrangular corner-cut 1/6		8.75×12.5	2.894	3.307		6.09
Quadrangular corner-cut 1/4		13.125×18.75	2.76	3.386		5.81
Triangular corner-cut 1/12	52.5×75	4.38×6.25	2.844	3.336		5.99
Triangular corner-cut 1/6		8.75×12.5	2.878	3.316		6.06
Triangular corner-cut 1/4		13.125×18.75	2.858	3.328		6.02
Stairs corner-cut 1/6		8.75×12.5	2.878	3.316		6.06
Stairs corner-cut 1/4		13.125×18.75	2.844	3.336		5.99

キーワード: 橋梁主塔, 隅切り断面, 渦励振, 単独角柱, 風洞実験, 乱流

〒565-0871 吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻 Tel 06-6879-7598 Fax 06-6879-7601

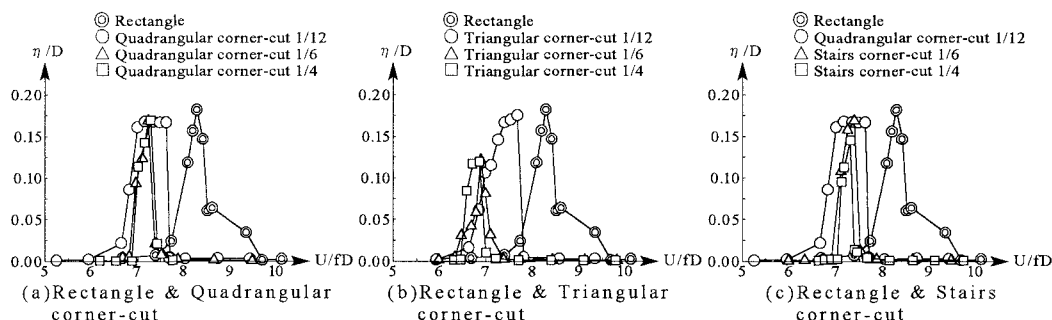


Fig.3 Wind velocity vs. Amplitude (R.M.S) (in semi-smooth flow)

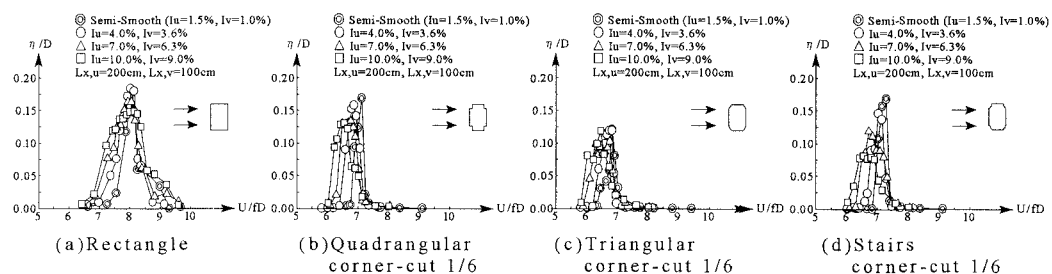


Fig.4 Wind velocity vs. Amplitude (R.M.S) (change of intensity)

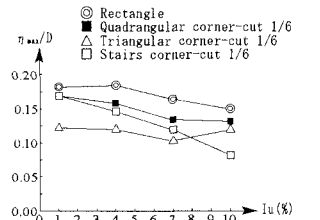


Fig.5 Intensity vs. Max-amplitude (R.M.S)

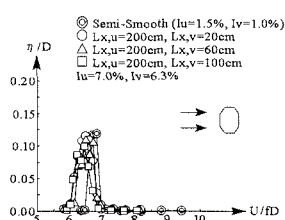


Fig.6 Wind Velocity vs. Amplitude (R.M.S) (Change of V-component scale)

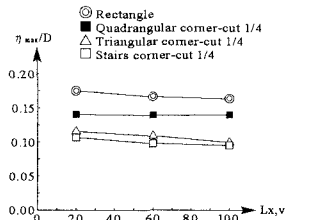


Fig.7 V-component scale vs. Max-amplitude (R.M.S)

3.2. 乱れ強度の影響 Fig.4に乱れ強度を変化させる場合の矩形断面および隅切り率 1/6 の各断面における V-A 図を, Fig.5 に乱れ強度の変化に伴う隅切り率 1/6 の各断面における渦励振最大振幅の変化を示す。各断面において, 乱れ強度の増加に伴い発現風速は低風速側に移動している。最大振幅に関しては, 矩形断面・四角隅切り断面・階段状隅切り断面においては乱れ強度の増加に伴い最大振幅は減少している。階段状隅切り断面においては, 乱れ強度の増加により最大振幅がかなり減少している。三角隅切り断面においては, 乱れ強度の変化による最大振幅の変化は見られないが, 振幅そのものが隅切りによりかなり低減されている。ここでは図を省略するが, 他の隅切り率の断面においても, 乱れ強度の増加に伴いおおむね最大振幅が減少している。ただ, 隅切り率 1/12 の三角隅切り断面および隅切り率 1/4 の階段状隅切りにおいて, 乱れの存在により最大振幅は減少しているが, 乱れ強度の変化による最大振幅の変化は見られない。

3.3 水平直角方向乱れスケールの影響 Fig.6 に水平直角方向乱れスケールを変化させる場合の隅切り率 1/4 の各隅切り断面における V-A 図を, Fig.7 に乱れスケールの変化に伴う隅切り率 1/4 の各断面における渦励振最大振幅の変化を示す。隅切り率 1/4 の三角隅切り断面において, 水平直角方向乱れスケールの変化に伴う発現風速・停止風速に変化は見られない。Fig.7 よりすべての隅切り率 1/4 断面において, 乱れスケールの変化による最大振幅の変化は見られない。この傾向は他の隅切り率の断面においても同様である(図省略)。

参考文献

- 1) 武内隆文, 北原俊男: 超長大橋主塔の渦励振の発現と空力制振法に関する基礎的研究, 第9回風工学シンポジウム論文集, pp.199-204, 1986.
- 2) 松本勝, 白土博通, 白石成人, 石崎浩, 長田信, 松井俊彦: 隅切りによる矩形断面の空力安定化効果, 第9回風工学シンポジウム論文集, pp.193-198, 1986