

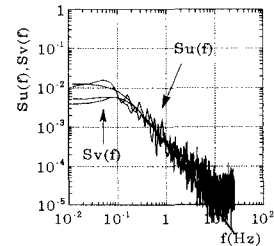
大阪大学大学院 正 員 川谷充郎 大阪大学大学院 学生員 兼重 寛  
 大阪大学大学院 学生員○丸山武士 立命館大学理工学部 正 員 小林紘士  
 立命館大学理工学部 瀬野雅隆

**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<sup>1),2)</sup>。ここでは、主塔隅切り断面を対象とし、自然風に似た乱流中での渦励振応答における乱流パラメータの影響について考察する。

## 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、自然風に似た気流を発生できている。



|        | U(m/s) | Iu(%) | Lx,u(cm) | Iv(%) | Lx,v(cm) |
|--------|--------|-------|----------|-------|----------|
| Meas.  | 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)

### 2.2 実験模型断面

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, ここで、b:B 辺の隅切り長さ、d:D 辺の隅切り長さ)を変化することができる模型(単独角柱)を用いる。今回の実験においては、Fig.2 に示すように、矩形断面および隅切り率 1/12・1/6・1/4 の隅切り断面の計 4 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。

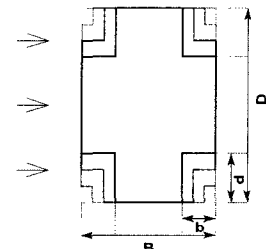


Fig.2 Cross sectional shape of model

## 3. 応答測定結果

**3.1 隅切りの影響** Fig.3 に準一様流中における隅切り率を変化させたときの V-A 図を示す。矩形断面と比較して、隅切り断面の渦励振発生風速(以下、発生風速)、渦励振停止風速(以下、停止風速)ともに低風速側に移動している。最大振幅は矩形断面と比較して減少しているが、隅切り率による変化は見られない。

**3.2 乱れ強度の影響** Fig.4 に乱れ強度を変化させたときの各断面

| 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                                                           |           |        |       |           |           | <1.5     | <1.0  | -         | -         |
| TI-04                                                                      | Iu        | 4      | 3.6   | 200       | 100       | 4.31     | 3.52  | 200.67    | 106.64    |
| TI-07*                                                                     | &         | 7      | 6.3   |           |           | 7.61     | 6.14  | 184.8     | 97.72     |
| TI-10                                                                      | Iv        | 10     | 9     |           |           | 9.99     | 8.82  | 202.23    | 94.61     |
| TSv-02                                                                     | Lx, v     | 7      | 6.3   | 200       | 20        | 6.97     | 6.38  | 207.19    | 21.61     |
| TSv-06*                                                                    |           |        |       |           | 60        | 7.26     | 6.18  | 219.75    | 64.73     |
| TSv-10                                                                     |           |        |       |           | 100       | 7.61     | 6.14  | 184.8     | 97.72     |
|                                                                            |           |        |       |           |           |          |       |           |           |

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

\*\* The mean velocity is 2m/s.

| 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                    | 52.5×75                            | 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              |

Mitsuo KAWATANI, Hiroshi KANESHIGE, Takeshi MARUYAMA, Hiroshi KOBAYASHI and Masataka SENO

における V-A 図を, Fig.5 に乱れ強度の変化に伴う渦励振最大振幅の変化を示す。矩形断面, 隅切り率 1/12・1/6 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が, 停止風速はほとんど変化は見られない。隅切り率 1/4 断面において, 乱れ強度の増加に伴い発現風速および停止風速が低風速側に移動している。最大振幅に関しては, 乱れ強度の増加に伴い最大振幅は減少している。準一様流中 ( $I_u=1.5\%$ ,  $I_v=1.0\%$ ) の最大振幅に比べ乱流 TI-10 ( $I_u=10.0\%$ ,  $I_v=9.0\%$ ,  $L_x u=200\text{cm}$ ,  $L_x v=100\text{cm}$ ) 中での最大振幅は, 矩形断面では 18%, 隅切り率 1/12 断面では 24%, 隅切り率 1/6 断面では 22%, 隅切り率 1/4 断面では 20%減少している。

**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たときの隅切り率 1/4 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渦励振最大振幅の変化を示す。隅切り率 1/4 断面において,

水平直角方向乱れスケールの変化に伴う停止風速に変化は見られない。Fig.7 よりすべての断面において, 最大振幅の変化は見られない。

#### 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

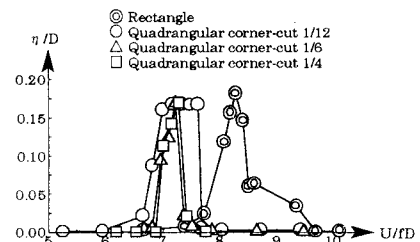


Fig.3 Wind Velocity v.s Amplitude(R.M.S) (Change of Model, Semi-smooth)

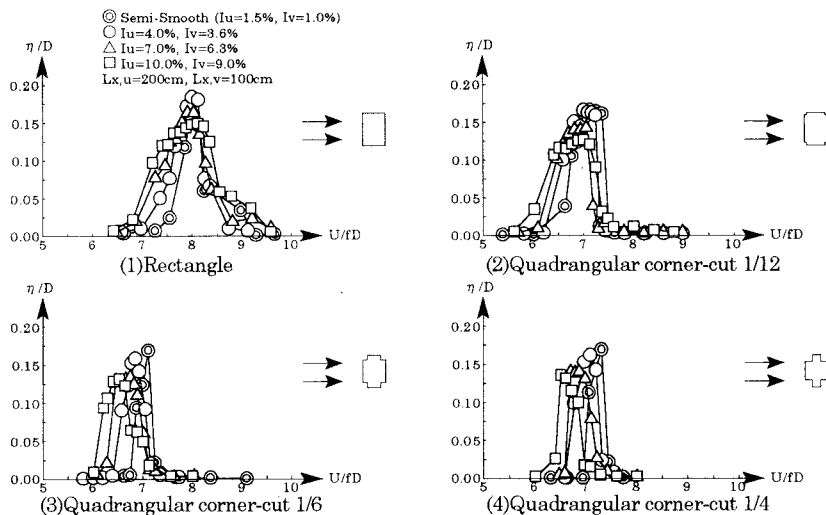


Fig.4 Wind Velocity v.s Amplitude (R.M.S) (Change of Intensity)

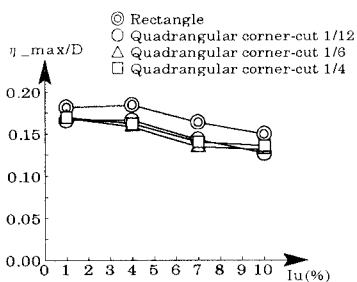


Fig.5 Intensity v.s Max-Amplitude (R.M.S)

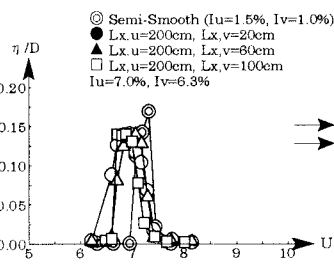


Fig.6 Wind Velocity v.s Amplitude (R.M.S) (Change of V-component scale)

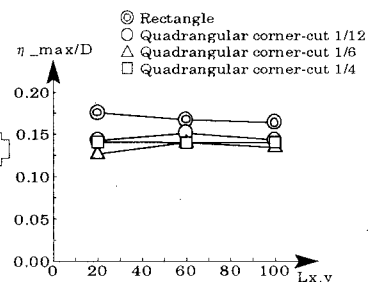


Fig.7 V-component scale v.s Max-Amplitude (R.M.S)