

I-219

隅切りによる主塔の耐風安定化効果に関する研究

京都大学大学院 学生員 西崎孝之
 京都大学工学部 正 員 松本 勝
 京都大学工学部 正 員 白石成人
 京都大学工学部 正 員 白土博通
 本 四 公 団 正 員 保田雅彦
 鴻 池 組 正 員 佐野祐一
 京都大学大学院 学生員 桂 一詞

1. まえがき 近年の長大吊橋に用いられる主塔は、その長大化に対応して高くなっており、種々の耐風安定性問題が検討されてきた。そして、これまでの研究から主塔に用いられる矩形断面の隅角部を隅切りすることによってその断面が空力的に安定化することが明らかにされてきた。しかし、このような隅切り断面においてはレイノルズ数の影響を受けることが最近問題になってきている。ここでは、矩形2次断面の種々の断面比について風洞実験を行い、応答のレイノルズ数効果について検討する。

2. 実験結果および考察**① 風速応答振幅特性**

Fig.1 には、 $B/D=1$ および 0.62 の断面に、各々最適な隅切りサイズと判断された $a/D=2/18$ 、 $1/18$ の隅切りを施した場合の振幅応答図を示す。ここでは、模型の固有振動数を変えることによって渦励振の発現風速を変化させ、レイノルズ数変化が断面の空力特性に与える影響について検討する。

$B/D=1$ 、 $a/D=2/18$ の断面では、模型の固有振動数を高くすることによって、渦励振発現レイノルズ数を高くしても、渦励振の最大振幅に大きな変化はみられない。また、固有振動数が高くなるにつれてギャロッピングの発現無次元風速は低くなる。

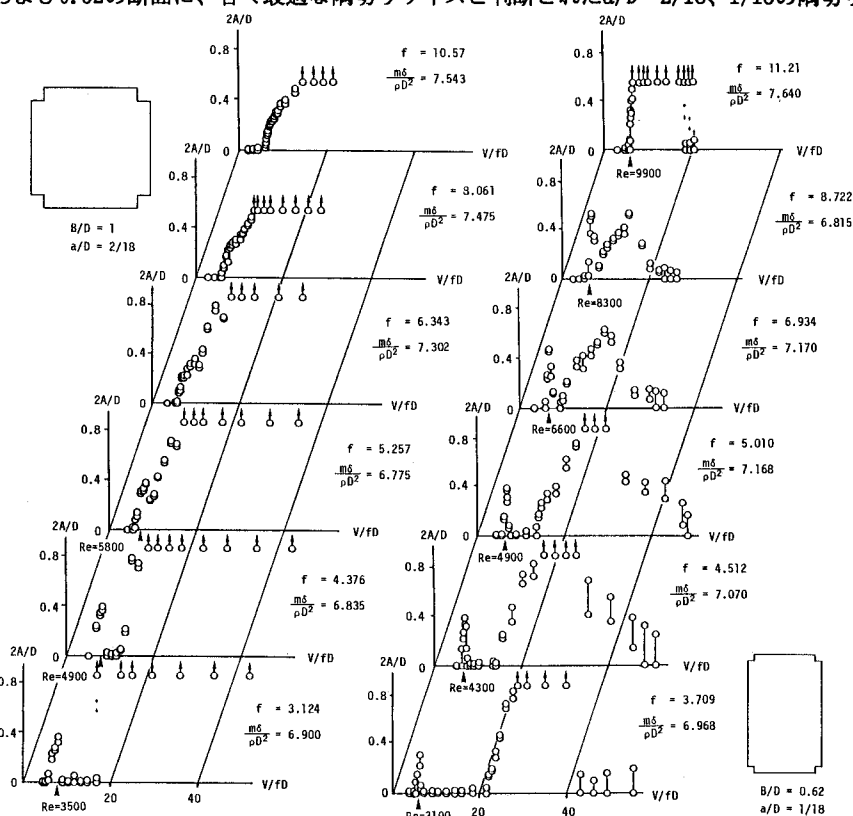


Fig.1 Effect of Natural Frequency on Response of Rectangular Cylinder with Corner Cuts

$B/D=0.62$ 、 $a/D=1/18$ の断面では、渦励振の最大振幅は発現風速の上昇とともに大きくなっていく。また、この断面辺長比では隅切りを施さない場合には高風速で安定化していたのに対して、 $a/D=1/18$ の隅切りを施した断面では、風速域の限定された振動が発生する。この振動は実風速3m/s程度から発現し、実風速10m/s程度で再び安定化している。

これらのことから、矩形断面と異なり、隅切りを施した断面は、 $B/D=1$ 、 $a/D=1/18$ では、レイノルズ数変化に対する渦励振振幅に変化はみられないが、 $B/D=0.62$ 、 $a/D=1/18$ では、渦励振発現風速域のレイノルズ数が高くなるとともに、その最大振幅は大きくなる。したがって、レイノルズ数が高い場合には空力不安定性が増幅される可能性があり、隅切りによる耐風安定性を評価する場合には検証するレイノルズ数域の検討が必要であると考えられる。

②静的空気力特性

上記の結果より、 $B/D=0.62$ 、 $a/D=1/18$ の断面では3m/sから10m/sの限定された風速域で振動が発生しており、レイノルズ数によって静的空気力特性に変化が生じている可能性が考えられる。そこで、この断面について静的空気力の測定実験を行い、レイノルズ数の影響を静的空気力の面から検討する。Fig.2 に風速1.5m/s、2.5m/s、4.0m/s、6.5m/s、10m/sにおける各迎角での静的空気力係数 C_F を示す。静的空気力係数 C_F は迎角 $\alpha=0^\circ$ 近傍における $dC_F/d\alpha$ と比較する。レイノルズ数が 0.46×10^4 ($V=1.5\text{m/s}$) の場合には、 $dC_F/d\alpha$ が正の値を、 0.77×10^4 (2.5m/s) では、ほぼ0の値を示しているのに対して、風速域の限定された振動が発生しているレイノルズ数域に属する $Re=1.23 \times 10^4$ (4.0m/s)、 2.00×10^4 (6.5m/s) では負の値を示している。また、 $Re=3.08 \times 10^4$ (10m/s) においては、再び正の勾配となっており、動的応答特性において振動が安定化していることとよい対応がみられる。

これらの結果により、動的応答特性にみられた風速限定型の振動は、準定常的な要因によって発現している振動であり、隅切りを設けた矩形断面柱の静的空気力特性がレイノルズ数によって大きく影響を受けていることが原因であることがわかる。

4. 結論

本研究では、主塔に隅切りを施した際のレイノルズ数の影響について検討を試みた。以下にその結論を述べる。

- 隅切り断面は、矩形断面と比べてレイノルズ数の影響を大きく受け、隅切りによる空力的制振対策を行う場合には、検証するレイノルズ数域について検討する必要があると考えられる。
- 静的空気力がレイノルズ数によって変化し、各レイノルズ数における迎角 $\alpha=0^\circ$ 近傍での法線方向の空気力係数勾配が定性的に応答を裏付ける結果となった。

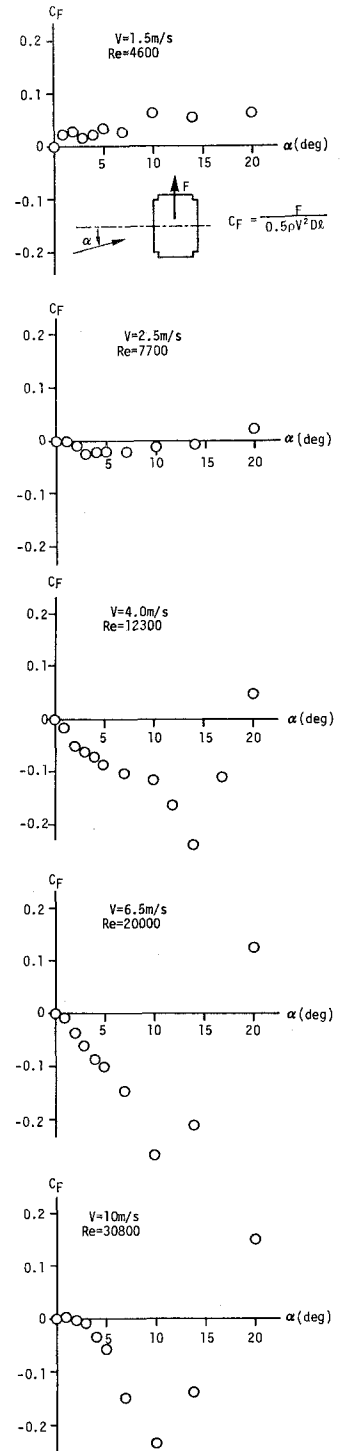


Fig.2 Aerostatic Force Coefficient of Rectangular Cylinder with Corner Cuts ($B/D=0.62$, $a/D=1/18$)