

I-A 231 隅切り断面の耐風応答特性と Re 数効果

住友重機械工業 正会員 ○斉藤善昭
同上 工藤秀彦

1. まえがき

近年、長大吊橋主塔には耐風性を有する断面形状として隅切り断面が検討・採用されている。この断面を対象とした風洞試験で、レイノルズ数 (Re 数) の違いにより応答が急変したことから、さらに調査・検討がされている。本研究では、単柱の隅切り断面を対象に実構造物の適用範囲となる断面寸法をパラメータにして、耐風応答特性に及ぼす Re 数影響を調査、特定断面に対する振動メカニズムに一考察を加えた。

2. 実験概要

本研究で対象にした隅切り断面形状は、断面比: $B/D=0.6 \sim 1.0$ 、隅切り相対角 $\theta=30^\circ$ 及び 45° である。使用した模型の断面比は、模型高さ: D を一定に模型幅 B を変化させて対応している。また、振動応答試験の実験条件は、スクリーン数: $Sc=9 \sim 10$ の一様気流中である。隅切り断面を、図 1 に示す。

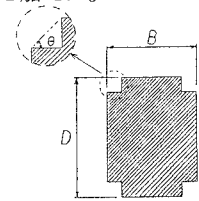


図1 隅切り断面

3. 振動応答特性

振動応答特性を把握するために、鉛直たわみ 1 自由度のバネ支持試験を実施した。発生した渦励振の最大振幅と Re 数の関係を図 2 に示す。 $\theta=30^\circ$ 断面は、断面比によらず Re 数が 1×10^4 付近から応答が急変するが 2×10^4 近傍をピークに減少し、高 Re 数域で振幅は安定化する傾向であった。また、ピーク無次元風速は Re 数によらず一定であった。これに対し $\theta=45^\circ$ 断面では、 $B/D=0.6$ を除き 1×10^4 以下では応答振幅は大きい Re 数の増加に従い振幅は減少、 4×10^4 付近から増加傾向を示す。特に、 $B/D=1.0$ 及び 0.9 の断面は、 $1 \sim 3 \times 10^4$ の間で 2 つの渦励振が発生する事が判明した。

4. 振動メカニズムの一考察

対象とした隅切り断面から、 $B/D=0.6$ および 1.0 の $\theta=45^\circ$ と 30° 断面について非定常圧力試験を実施し、振動メカニズムを考察した。

- ①各断面の平均圧力分布を図 3 に示す。両断面とも Re 数の増加にともない上面の剥離層が減少し、 $Re > 30000$ になると一定となる。
- ② $B/D=0.6$ ($\theta=30^\circ$) の Re 数の違いによる変動圧力の虚部を図 4 に示す。Re 数の増加に伴い空力加振力が増加しているのが判る。これは、図 2 で示すように $Re > 10000$ の振幅の増加を裏付けている。
- ③ $B/D=0.6$ の $\theta=45^\circ$ と 30° の断面について、低 Re 数域における変動圧力の虚部と変位に対する位相差 (β) の比較を図 5 ならびに図 6 に示す。 $\theta=30^\circ$ はともに空力減衰力を示しているが、 $\theta=45^\circ$ は上流隅切り部と上面下流側が空力加振力に変化しているのが判る。
- ④ $B/D=1.0$ の $\theta=45^\circ$ と 30° の断面について、低 Re 数域における変動圧力の虚部と変位に対する位相差の比較を図 7 ならびに図 8 に示す。変位に対する位相差は、両断面とも $\beta=150^\circ$ 前後の加振力となっている。変動圧力の虚部は、 $\theta=30^\circ$ 断面の空力加振力の方が小さい。

5. まとめ

本試験で対象とした隅切り相対角 $\theta=45^\circ$ と 30° 断面では、Re 数が 3×10^4 以下では相対角並びに断面比の違いで応答振幅が異なり、Re 数が 3×10^4 以上になるとその差が小さくなる傾向が判明した。側面の圧力場から、 $B/D=0.6$ における相対角の影響は、変動圧力の虚部並びに位相差で示す空力加振力を増加させる効果を、 $B/D=1.0$ における相対角の影響は、変動圧力の虚部で示す空力減衰力を増加させる効果、を示すことが判明した。

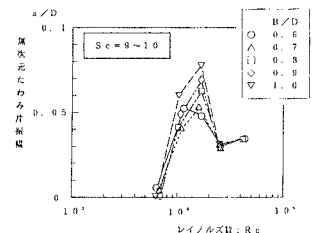
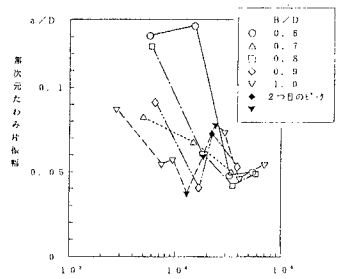
(a) 隅切り相対角: $\theta=30^\circ$ (b) 隅切り相対角: $\theta=45^\circ$

図2 Re数による応答振幅変化

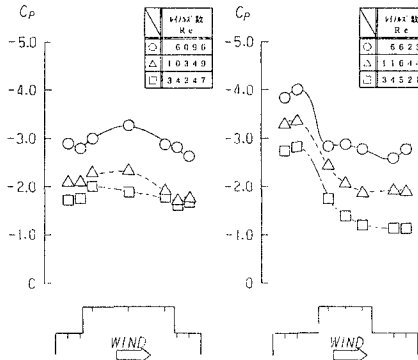


図3 加振時の平均圧力係数 ($B/D = 0.6$)

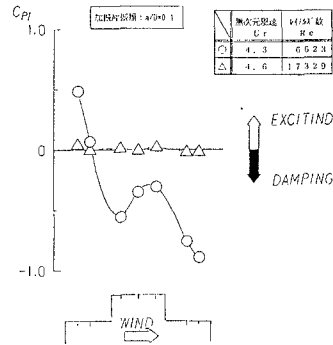


図4 加振時の変動圧力の虚部 ($B/D = 0.6$)

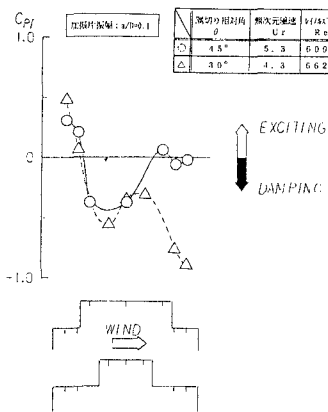


図5 加振時の変動圧力の虚部 ($B/D = 0.6$)

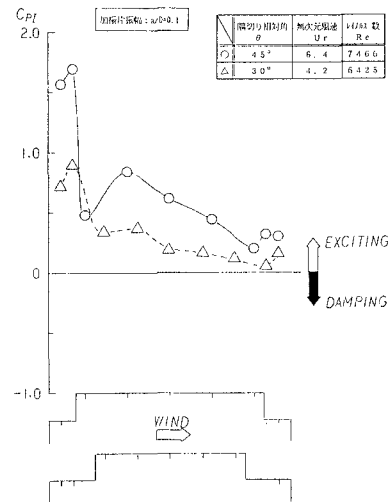


図7 加振時の変動圧力の虚部 ($B/D = 1.0$)

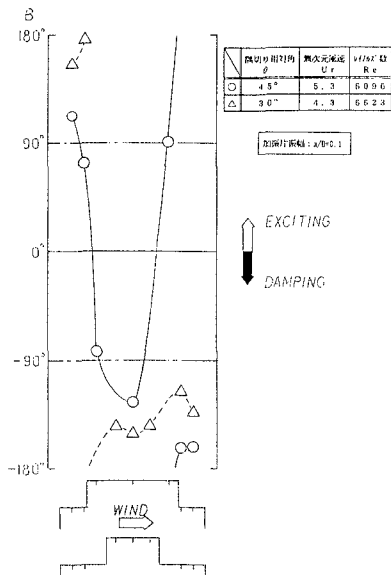


図6 加振時の変位に対する変動圧力の位相特性 ($B/D = 0.6$)

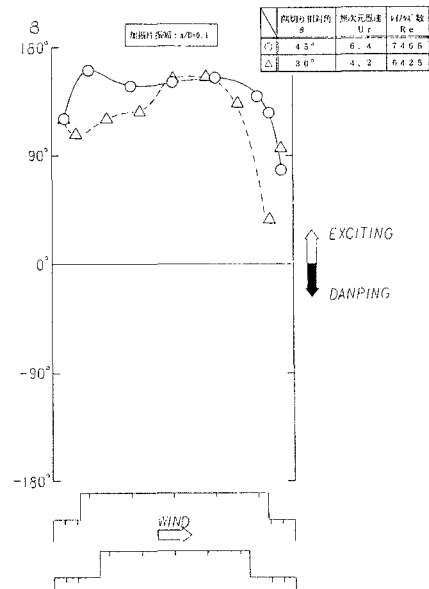


図8 加振時の変位に対する変動圧力の位相特性 ($B/D = 1.0$)