

塔状構造物の空力制振対策に関する実験的研究

京都大学工学部 正員 白石 成人 京都大学工学部 正員 松本 勝
 阪神高速道路公団 正員 石崎 浩 京都大学工学部 正員 白土 博通
 京都大学工学部 学生員 長田 信 リクルート 正員 ○松井俊彦

1. まえがき・・・本研究は現在建設が進められている長大斜張橋塔部のギャロッピング特性とその防振対策について実験的に検討を加えたものである。橋梁塔部のメカニカルな制振対策としては油圧ダンピング方式・TMD方式などが考えられるが、本研究では空力制振対策として塔柱断面に隅切を設けることで断面まわりの流れを変化させ安定化を試みることにした。

2. 2次元模型空力特性・・・2次元剛体模型は塔基部より70%高さの断面($B/D=1.46$ B.D.は図1参照)を用いた。この断面を原型とし、これに $D/18 \sim 6D/18$ の正方形隅切を設けたもの(図1-a)について $\beta = 0^\circ$ (橋軸方向)となるよう、たわみ一次に支持しV-A実験を行なった。結果は図2-a,bに示すようである。原型断面では無次元風速 $V_r=9$ 付近からギャロッピングが発生しているが、 $D/18, 2D/18$ 断面では発現は認めず $V_r=4$ 付近の渦励振だけであった。次の $3D/18$ 断面に至ると再びギャロッピングが生じ、さらに大きな隅切である $6D/18$ 断面では $V_r=12$ 付近をピークとする大きな渦励振が発現している。以上から $2D/18$ 程度の隅切が効果的と思われるが、このことは空気力係数の実験結果からもうかがえる。図3-a,bに結果を示す。まず揚力係数 C_L であるが、原型では 0° 付近で著しい負勾配となっている。対照的に $2D/18$ 断面では勾配は緩やかで、すぐに正に転じている。しかし $3D/18$ 断面に至ると再び急になる傾向が見られた。次に抗力係数 C_D であるが各断面の 0° での値で比較すると $2D/18$ 断面が最も小さいことがわかる。隅切が大きくなると再び増加に転じるのは、前縁部で剥離した流れが隅切面に当るようになるためと判断される。適度な大きさの隅切の効果は、前縁部からの剥離を抑え後縁付近での再付着を促進するものと考えられる。こ

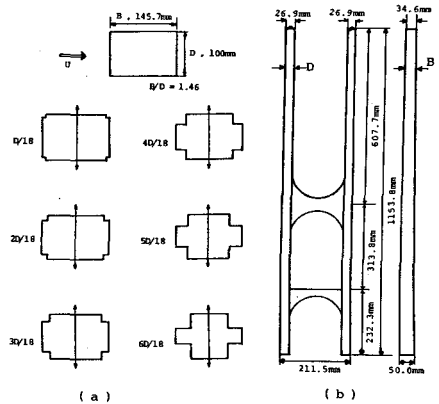


図1 風洞実験模型

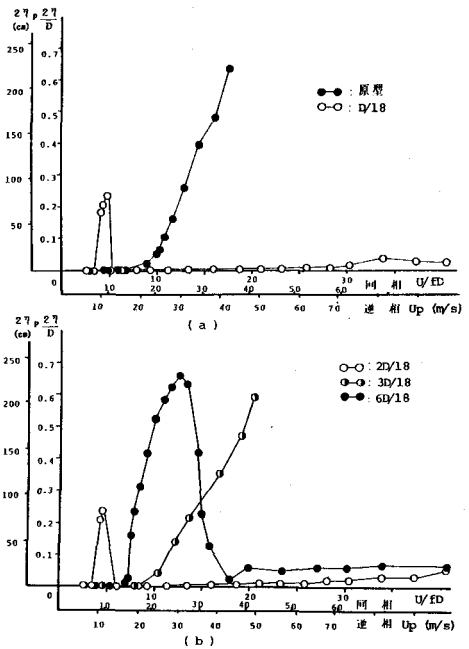


図2 2次元模型応答図

Naruhito SHIRAIISHI, Masaru MATSUMOTO, Hiroshi ISHIZAKI, Hiromichi SHIRATO, Makoto OSADA, Toshihiko MATSUI

のことは水槽での可視化実験においても確かめられた。

3. 3次元模型空力特性・・・2次元実験の結果を踏まえ3次元弾性模型（図1-b参照）

実験を行なった。振動変位は光学式変位計を用いて検出した。原型主塔の応答図は図4に示すようであるが $V_r=8$ よりの渦励振からギャロッピングに移行している。次に塔の側面（橋軸直角方向面）にプレートを追加することで1.6D/18隅切を設け同様に実験を行った。（図5参照）原型と比較すると、ギャロッピング発現風速がわずかに増加したものの、渦励振の振幅はかなり大きく、2次元模型で見られた効果は得られなかった。これは次のように考えられる。塔断面は図1-bで示したように上部に行くに従ってBluffとなっている。そのため塔頂付近では前縁部で剥離を抑えても後縁部での再付着が不十分となり、ギャロッピングの抑制効果を失ったものと推察される。そこでプレートを塔の橋軸方向面に付設し2D/18隅切として実験を行った。このとき塔頂部での断面比は $B/D=1.50$ となる。図6に示すように実橋換算風速100m/sまでギャロッピングは発生しなかつた。また $V_r=11$

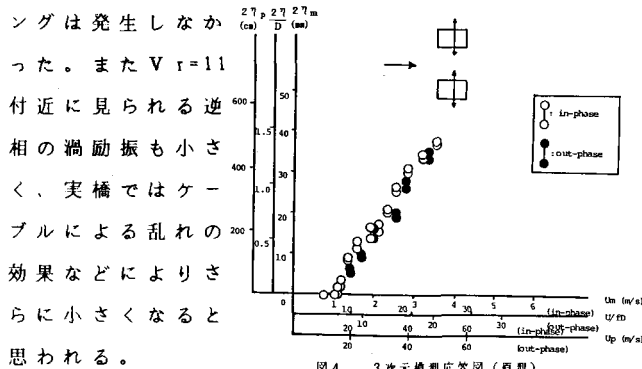


図4 3次元模型応答図（原型）

4. まとめ・・・以上得られた結果をまとめる。

適度な大きさの隅切は前縁での剥離を抑え、Wakeの幅を狭くすることで、剥離した流れの再付着を促進させるのに有効である。隅切は大きすぎると隅切面で再び剥離を起し、また小さすぎると剥離を十分抑えることはできない。

3次元模型の結果からも隅切の有効性は認められた。しかしギャロッピングの抑制効果には断面比が重要な要素になると考えられ、今回のように断面比が変化するような構造物には注意深い検討が必要である。

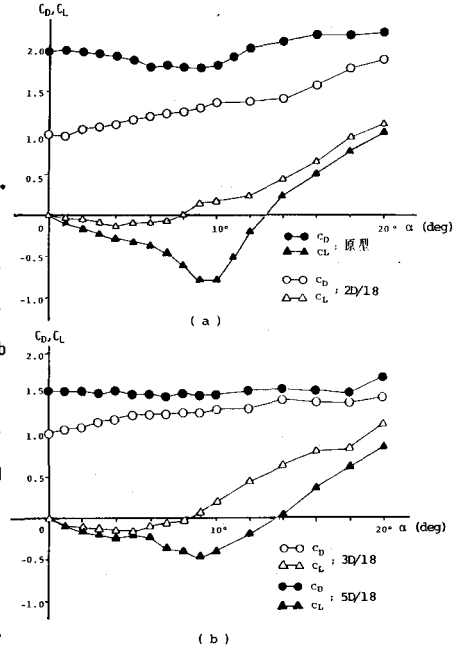


図3 空気力係数の比較

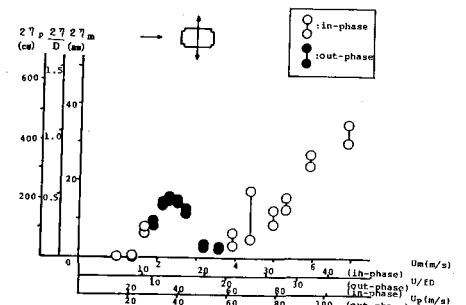


図5 3次元模型応答図（1.6D/18）

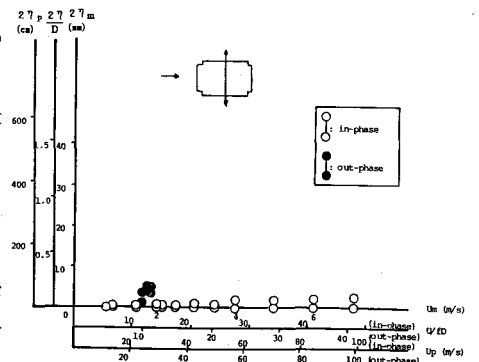


図6 3次元模型応答図（2D/18）