

I-700

斜張橋用A型タワーの耐風性について

九州工業大学 学生員 ○中桐秀雄 正 員 久保喜延

学生員 嶋田紀之

松尾建設(株) 勝谷康之(研究当時,同大学工学部学生)

1. まえがき 最近になり, 橋軸方向流により発生する斜張橋用A型タワーの塔面内振動に対して, 中間横梁を設置することが空力的な制振対策として有効である¹⁾ということが報告されている。しかしながら, 塔頂部の構造を考慮した基礎研究が少ないのが現状である。そこで, 本研究では, A型タワーの塔柱間の開き角および塔頂部空間の塔高に対する閉塞率(以後, 塔頂部閉塞率と呼ぶ。)が, 中間横梁の最適位置にどのように影響しているのかを考察することにした。

2. 実験概要 本実験は塔面内振動のみを対象とし, 模型基部を1枚バネで固定して1自由度応答実験を行った。また, 流脈注入法による可視化実験も併せて行った。供試模型を図1に示す。模型諸元として, 平均的に模型重量580gf, 固有振動数 $f=2.8\text{Hz}$, 対数構造減衰率 $\delta_s=0.035$ である。実験ケースは, パラメータとして開き角(θ), 塔頂部閉塞率(t), および中間横梁の位置(h)としている(表1参照)。

3. 実験結果と考察 ①応答実験結果 応答実験結果を図2, 図3に示す。まず, $\theta=12^\circ$ の場合は, $t=0(\%)$ においては中間横梁を設置することにより, ギャロッピングの発生が抑えられている。 $t=4.2(\%)$ となると, Type【A17】のみ $V_r=39$ 付近からギャロッピングが発生している。さらに, 図2より $t=8.4(\%)$ となると, Type【A24】のみギャロッピングの発生が抑えられている。これより, 塔頂から40%の位置が中間横梁の最適位置といえる。しかしながら, $t=12.6(\%)$ 以上になると, 中間横梁による制振効果は得られていない。次に, $\theta=30^\circ$ の場合は, 図3より $t=0(\%)$ において, 全てのTypeで $V_r=7$ 付近からギャロッピングは発生しているが, Type【D03】が耐風特性が最も良い。これより, 塔頂から30%の位置が中間横梁の最適位置といえる。しかしながら, $t=4.2(\%)$ 以上になると, 中間横梁による制振効果は得られていない。また, $\theta=18^\circ, 24^\circ$ については, 塔頂から30%の位置が中間横梁の最適位置であった。

以上より, 塔頂部閉塞率に対して, 各開き角における中間横梁の最適位置と中間横梁を設置していないTypeとのギャロッピング発振風速の差, およびある振幅($2A/D=1$)における風速の差の関係を図4, 図5に示す。(なお, 図中の破線は不安定なリミットサイクルの発生を意味する。)図4より, $\theta=24^\circ$ 以上となると, 塔頂部閉塞率に関係なく中間横梁によるギャロッピング発振風

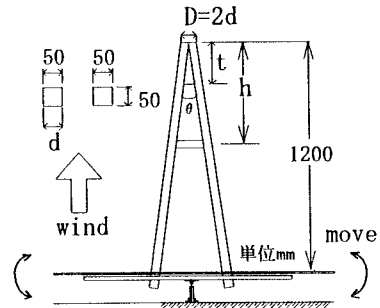
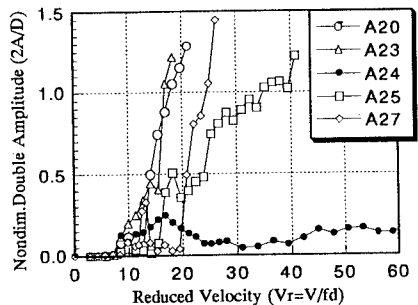
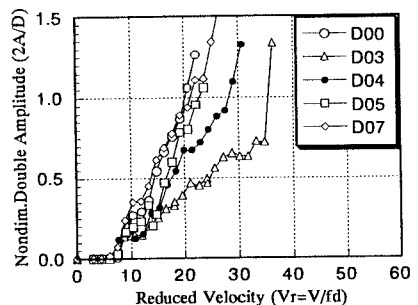


図1 供試模型

表1 実験ケース(Type名は【 θ th】とする)

開き角 θ (deg.)	A:12 B:18 C:24 D:30				
塔頂部閉塞率 t (%)	0:0	1:4.2	2:8.4	3:12.6	4:16.8
中間横梁 h (%)	0:0	3:30	4:40	5:50	7:70

図2 応答図($\theta=18^\circ$, $t=8.4\%$)図2 応答図($\theta=30^\circ$, $t=0\%$)

速の向上は得られていない。また、図5より $\theta=18^\circ$ 以上となると、 $t=0(\%)$ の場合は多少応答特性に変化が見られるが、 $t=4.2(\%)$ 以上となると中間横梁による応答特性の変化が見られなくなる。さらに、 $t=12.6(\%)$ 以上となると、開き角に関係なくギャロッピング発振風速の向上、および中間横梁による応答特性の変化が見られなくなる。

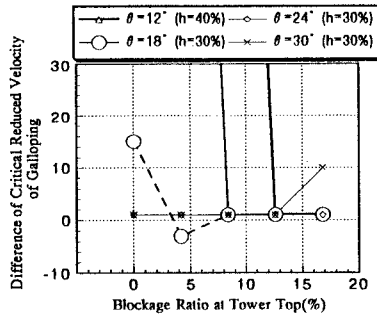


図4 塔頂部閉塞率と
ギャロッピング発振風速の関係

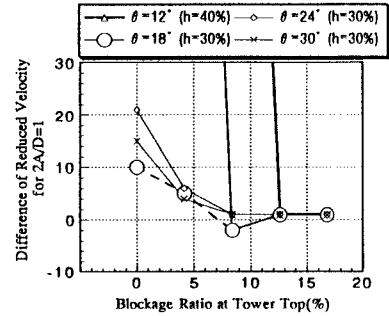


図5 塔頂部閉塞率と
応答特性の関係

②可視化実験結果 干渉現象を把握するために行った自由振動時におけるType【A00】の可視化のスケッチを図6に示す。なお、風速は $V_m=1.2$ [m/s] ($Re=4.3 \times 10^3$, 応答図において $V_r=8.5$)である。開き角が大きくなることにより“a”の領域で、塔柱間の剥離流の干渉が見られなくなる。また、中間横梁を設置することにより“c”の領域(中間横梁の設置付近)では、中間横梁からの剥離流と塔柱間からの剥離流との干渉により、塔柱間の後流渦の発達が弱められている。さらに、“b”の領域では、塔柱間の剥離流の境界層厚が小さくなっている。このため、ギャロッピングが抑制されたと考えられる。また、塔頂部閉塞率が大きくなることにより“a”の領域で、剥離流の大きな巻き込みが見られる。このため、中間横梁による制振効果が得られなかったと考えられる。

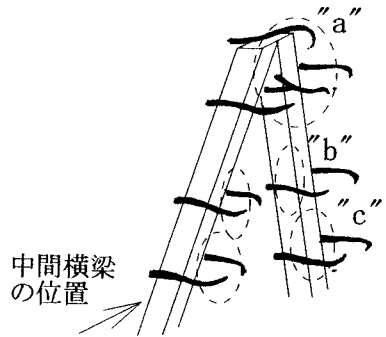


図6 Type【A00】の可視化のスケッチ

以上より、塔柱間隔を S とすると、今回用いた断面(断面比=1)については、 S/D が小さくなる(塔頂部付近)ことにより2種類の St 数が存在することが知られている²⁾。A型タワーにおいては、塔頂からの位置が同じであっても開き角が大きくなると、 S/D の値も大きくなり塔柱間の剥離流の干渉領域が狭まり、さらに塔頂部閉塞面積も増加する。このことが、応答図において様々な傾向を生じさせた原因と推察される。これより、A型タワーのような塔状構造物については、塔頂部付近の剥離流が励起力に大きく関与していると考えられる³⁾⁴⁾。

4. まとめ 今回の実験から、塔柱間の開き角が変化することにより、

- 1) 中間横梁の最適位置が変化すること
- 2) 中間横梁による制振効果が得られなくなる塔頂部閉塞率も変化すること

が言える。今後は、断面比もパラメータの1つに加えて、実験を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 宮田, 山田他: 部材配置に着目したA型主塔の空力応答特性, 土木学会第46回年次学術講演会, 1991
- 2) 岡島他: 並列2長方形断面柱まわりの流れの可視化, 流れの可視化, Vol. 4, 1984
- 3) 久保, 小坪他: ローター位置による三次元角柱の空力弾性振動制御, 土木学会第49回年次学術講演会, 1994
- 4) 久保, 林田他: 静止状態における塔状正方形角柱まわりの圧力分布, 日本風工学会年次研究発表会 (H7, 5)