

I-241 斜張橋塔の形状と耐風性の関係（第2報）

石川島播磨重工業(株) ○正員 森内 昭
正員 鈴木政直
正員 樋上琇一

1. まえがき 斜張橋塔の幾何学的パラメータとして、塔形状と塔柱断面形状が挙げられ、前報⁽¹⁾では、3次元空力弾性模型実験により、図-1に示す3種の塔形状と耐風性の関係を明らかにした。

本報告では、その中で塔面外曲げ1次渦励振と塔面内曲げ1次振動のギャロッピングに着目し、さらに詳細な試験を行ない、そして塔柱間の空力干渉問題に触れた。

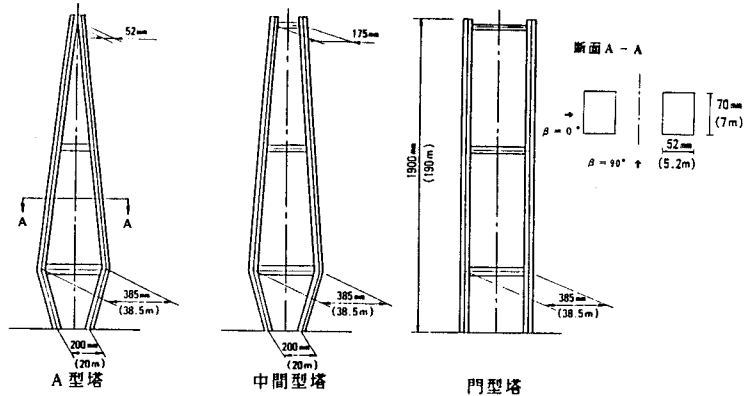


図-1 供試模型形状

2. 実験概要 以下の3種の実験を実施した。

- (1) 3次元空力弾性模型実験：図-1に示した塔形状に塔柱断面辺長比 B/D をパラメータ（図-2）として加えた実験を行った。模型は縮尺を1/100とした場合、実橋の塔高が190m、単位長さ当りの重量/shaftが19t/mに相当する。
- (2) 2次元塔柱バネ支持実験：塔柱間の空力干渉度を調べるため、単独塔柱のバネ支持実験を行なった。(1)の実験との整合性のため3次元模型とは等価質量を合わせた。
- (3) 非定常空力実験：塔面外1次振動の各塔間の耐風性の違いの原因究明のために振動数3Hz、片振幅3mmにおける非定常空気を求めた。実験は $B/D=1.33$ の断面で、塔柱間隔 S を $2D \sim 7.5D$ で変化させた。また、上下流の塔柱に作用する空気を分離した計測も行なった。

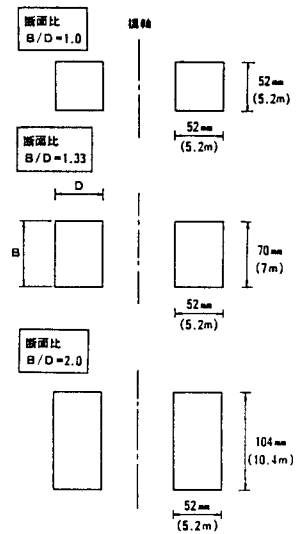


図-2 塔柱断面形状

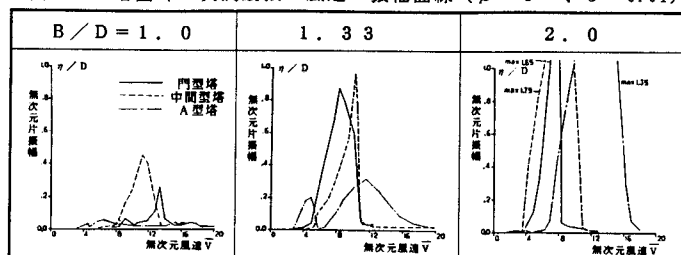
3. 実験結果および考察 以下に振動モード別に結果を述べ考察する。

1) 塔面外曲げ1次渦励振 と図-3に示す。

3次元模型実験の結果を表-1

表-1は無風時対数減衰率 $\delta=0.01$ における塔形状と耐風性の関係を示したものである。本結果より、風からの見附け幅 B が大きい方が耐風性に劣ることがわかる。また、ピークが2つ存在するのはA型塔の $B/D=1.33$ の断面に限られた特徴

表-1 塔面外1次渦励振 風速-振幅曲線 ($\beta=0^\circ$ 、 $\delta=0.01$)



であることがわかる。図-3は3種の塔と単独柱の渦励振の最大振幅について結果をまとめたものである。図より $B/D=2.0$ の中間型塔は他の2塔とは異なる傾向を示しており、全体に作用する空気力が小さくなっていることがわかる。

表-2 非定常空気力測定結果（その1）

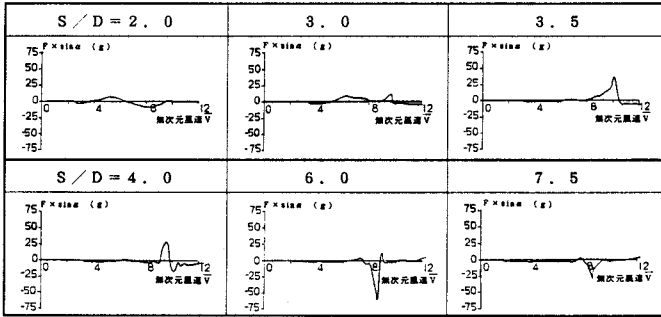
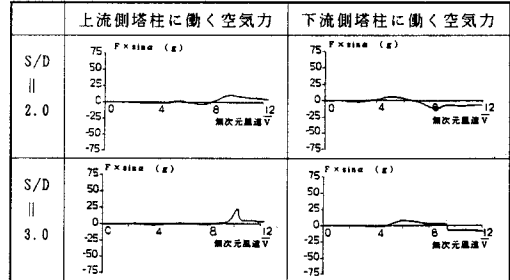


表-2は2本の塔柱に作用する空気力の結果をまとめたものである。本結果より、 $B/D=1.33$ の断面における3塔の耐風性の違いが説明できる。すなわち、

- ①門型塔では、 $S/D=7.4$ であり、無次元風速 $\bar{V}=8$ 付近での渦励振の発生が空気力の測定結果と一致している。
- ②中間型塔では、塔柱間隔は $S/D=3.4 \sim 7.4$ であるが、この間の空気力はすべて $\bar{V}=8$ 付近で励振力が働いており、渦励振の発生する3次元実験の結果との対応が見られる。
- ③A型塔では、まず $\bar{V}=4$ 付近にピークが存在するがこれは、 $S/D=2 \sim 3$ 付近に働く空気力によるものである。また、2つ目のピークは $S/D=3.5$ 以上に働く空気力によるものである。本結果は、さらに2つのピークの間の谷についてもよく特徴を表している。ところで $S/D=2$ と3に作用する空気力を上流側と下流側の塔柱に分離した結果が表-3である。本結果より、この付近の空気力は下流側の塔柱に働き、それが振動を誘起していることがわかる。

表-3 非定常空気力測定結果（その2）



2) 塔面内1次ギャロッピング 図-4にギャロッピングの発生無次元風速をまとめた。図より門型塔の特性は単柱のものと同様である。また、門型→中間型→A型、および $B/D=1.0 \rightarrow 1.33 \rightarrow 2.0$ とギャロッピング発生風速が上昇する。ゆえに塔柱間隔の狭い方が、また橋軸方向幅の長い方が耐風性に優れることから、塔柱間の空力干渉が耐風安定性をよくすることがわかる。

4. まとめ 本試験結果より、塔面外曲げ1次渦励振と塔面内曲げ1次のギャロッピングの空力干渉特性が明かとなった。今後はねじれ振動、連成振動等さらに研究を進める予定である。

参考文献 (1)森内、樋上：斜張橋塔の形状と耐風性の関係；土木学会第45回年次学術講演会講演概要集第1部、p932、1990年9月

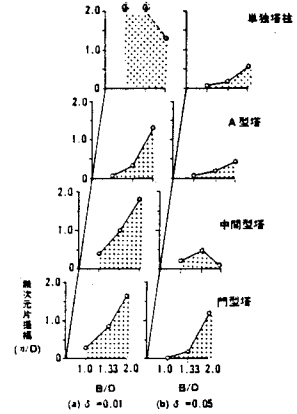
④はギャロッピング発生 ($\beta = 0^\circ$)


図-3 塔面外曲げ1次渦励振特性

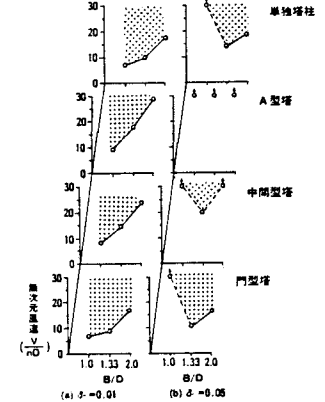
($\beta = 90^\circ$)


図-4 塔面内曲げ1次ギャロッピング特性