

I-243 斜張橋 A 型塔の耐風性について

日本道路公団 馬場 敦美
川崎重工業 正員 小川 一志
正員 ○下土居秀樹

1. まえがき

斜張橋の代表的な塔形状の一つとして A 型、逆 V 型、逆 Y 型などの A 型系の塔形状が挙げられる。これらの A 型系塔に関しては、塔面内方向への曲げ剛性が比較的大きいこともあり、これまで、その耐風性を議論するうえで橋軸風による塔面内振動の問題について取り上げられることは少なかった。しかしながら、長大斜張橋においては、これらの A 型系塔に関しても、その動的な耐風安定性の面で十分に高い面内剛性を有しているとはいえず、橋軸風による塔面内振動についても問題となる可能性を有しているといえよう。

本報告では、現在建設中の長大斜張橋(中央径間410m)の塔を対象として実施した風洞試験により得られた A 型系塔の耐風性の一例、ならびにその耐風性に与える中間横梁の影響について紹介する。

2. 試験概要

本風洞試験においては、縮尺1/85の三次元空力弾性模型を用いた一様流中での振動試験により、A 型塔の耐風応答特性について調査を行なった。なお、塔形状については、図-1 に示すような逆 V 型塔および A 型塔を対象としたが、A 型塔については 3 タイプの横梁取付位置を想定し、各々の塔形状に対し橋軸風($\beta=90^\circ$)、橋軸直角風($\beta=0^\circ$)の 2 風向を対象として試験を実施した。

さらに、逆 V 型塔、A 型塔(タイプ②)の 2 種類の塔形状については、橋軸風時における塔柱まわりの流れについて、タフト法を用いた簡単な流れの可視化を試みた。

3. 中間横梁による耐風性への影響

各塔形状に対する風速と応答振幅との関係図を図-2 に示すが、その概要を述べれば以下のようなのである。

【橋軸風に対する応答特性】

- ① 中間横梁を有さない逆 V 型塔においては、実橋換算風速で $V_p=30\text{m/s}$ 付近より発散的な塔面内曲げ振動が発生する。
- ② これに対し、A 型塔のうちタイプ①②においては、発散的な塔面内曲げ振動の発生は見られず、 $V_p=50\sim60\text{m/s}$ 付近に微弱な渦励振が認められるのみとなる。
- ③ A 型塔のうちタイプ③に関しては、タイプ①②に比べ塔面内曲げ振動への安定化効果はかなり小さい。

【橋軸直角風に対する応答特性】

- ④ いずれの塔形状においても $V_p=15\text{m/s}$ 付近から非常に大振幅の塔面外曲げ渦励振が発生するが、その応答特性に関しては、塔形状の差異による影響はさほど顕著には見られない。
- ⑤ 高風速域におけるねじれ 1 次振動に関しては、塔面外曲げ 2 次モードの振動が混在したかなり不規則な振動となっていることもあり、塔形状によるその応答特性への影響についての評価はむずかしいが、一応、逆 V 型塔に比べ A 型塔のほうが多少応答は安定化する傾向にあるものと思われる。

【橋軸風時の塔柱まわりの流れに与える中間横梁の影響】

- ⑥ 塔高方向に塔柱間隔が大きく変化する本塔のまわりの流れは、高さ方向に流れのパターンが大きく変化する非常に三次元性の強い流れとなっている。
- ⑦ 逆 V 型塔においては、A 型塔タイプ①②の横梁設置位置近傍の極く限定された範囲において、非常に強い剝離の生じているのが認められ、また、その上下の範囲においては、塔柱側面にこの範囲に向かう軸方向の流れの形成が見られる。

⑧ A型塔タイプ②においては、中間横梁の存在によりその付近での流れが乱されることによって、そこでの剥離が弱まり、剥離の強い領域はこれよりも下方へと移動する傾向が認められる。（図-3）

4. あとがき

今回の風洞試験の結果、A型系の塔においても、橋軸風による塔面内振動が問題となる可能性を有することが示された。また、この振動に対しては、ある特定の塔形状に対してではあるが、中間横梁を空力的な制振対策として有効に用いることのできる可能性についても併せて示すことができた。

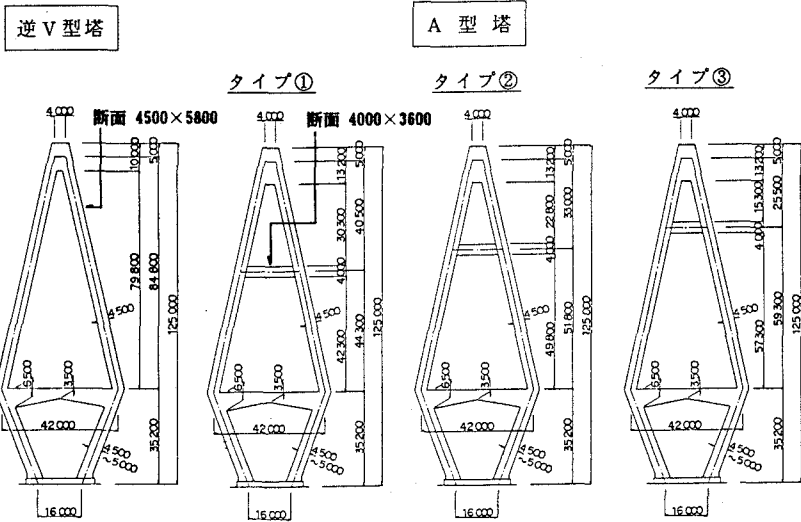
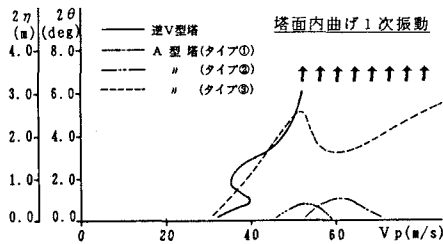


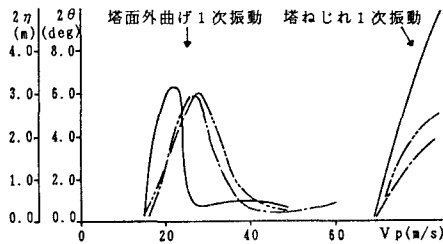
図-1 塔形状図

表-1 試験条件：実橋換算値

		固有振動数 Hz	等価質量 $tf \cdot s^2/m^2$	対数減衰率
逆V型塔	塔面外曲げ1次	0.351	0.930	0.010
	ねじれ1次	1.808	0.901	0.010
	塔面内曲げ1次	0.809	0.912	0.010
A型塔 タイプ①	塔面外曲げ1次	0.336	1.458	0.011
	ねじれ1次	1.865	1.059	0.010
	塔面内曲げ1次	0.849	1.407	0.010
A型塔 タイプ② タイプ③	塔面外曲げ1次	0.351	1.457	0.010
	ねじれ1次	1.808	1.039	0.010
	塔面内曲げ1次	0.809	1.332	0.010



(a) 橋軸風 ($\beta = 90^\circ$)



(b) 橋軸直角風 ($\beta = 0^\circ$)

図-2 風速-応答振幅図

今後は、このようなA型系塔の周辺の流れの状態についてさらに詳細な検討を加えるとともに、異なった形状のA型系塔の耐風性についても検討を行なっていきたい。

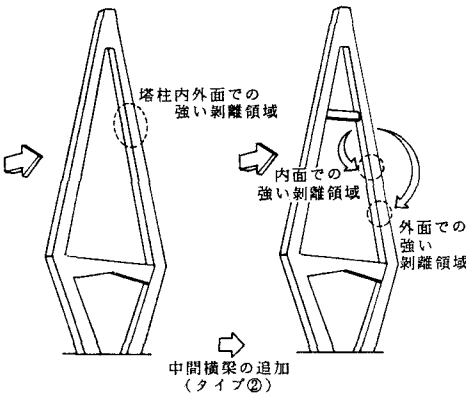


図-3 塔柱まわりの流れに与える中間横梁の影響