

I - 510

剥離干渉を利用した主塔の制振について

九州工業大学 工学部 ○ 学生員 小石 明
九州工業大学 工学部 正 員 久保 喜延
大日本コンサルタント(株) 正 員 田崎 賢治
(研究当時, 九州工業大学大学院生)
九州工業大学 工学部 学生員 中桐 秀雄

1. まえがき 斜張橋の主塔について, 耐風安定性を検討した。矩形の塔状の構造物に風が作用すると, 空力弾性振動, いわゆる渦励振, およびギャロッピングが発生する。これは, 主塔断面の風上側端部より生ずる剥離渦が原因であると考えられている。従って, 何らかの方法で剥離渦の生成を妨げれば, 空力弾性振動を抑制することができる。ところで, 橋梁主桁断面において, 二つの剥離点を持つフェアリングを用いた制振法が検討されてきた。この基本となる考えは, 上流側の剥離点(1次剥離点)より生じた剥離流に, 適当な位置に設けた下流側の剥離点(2次剥離点)を用いて干渉させ, 有害な剥離渦の生成を抑制しようというものである。今回, 架設後の保守点検用に, 検査路を主塔橋軸直角方向に設けることになったが, この検査路(以後, 突起と呼ぶ)の頂点を2次剥離点として, これを適当な位置に設け, 剥離流干渉を利用することで, 斜張橋主塔の空力弾性振動を抑制することができると考えられる。これと似たものに吊橋の主塔の制振に用いられた隅切り断面があるが, ここでは, 橋桁の制振に用いられた剥離干渉法と同じ考えを応用した。

2. 実験 図1に想定条件を示す。橋軸方向はケーブルにより拘束されており, 橋軸方向の空力弾性振動は発生しにくいものと考えられる。従って, 橋軸方向の風により生ずると考えられる橋軸直角方向の振動について検討した。図2に検査路を示す。この図の中で, 主塔の橋軸直角方向に突出している部分の間を検査路としている。実験橋では $B=1.2\text{m}$, $H=1.0\text{m}$ である。実験には, 測定断面 $1.07\times 1.07\text{m}$ の風洞と, 主塔の部分模型を使用し, たわみ1自由度振動実験を行った。実験パターンを表1に示す。 h は突起高さ, p は前縁から突起までの距離, θ は前縁と突起頂点とを結ぶ直線とのなす角である。 p をパラメータにして, p/h を様々に変化させ, 応答および, ストロークル数を測定した。また, 干渉現象を視覚的に把握する

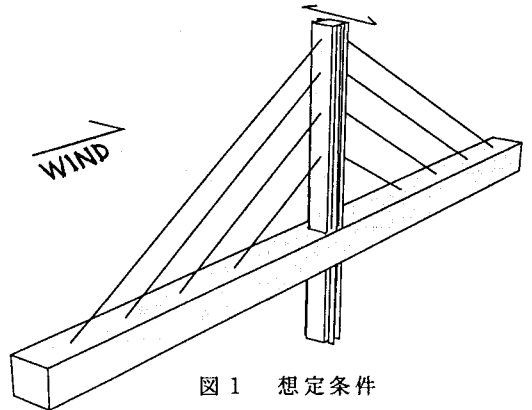


図1 想定条件

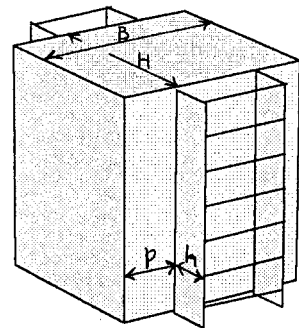


図2 検査路

表1 実験パターン

$h(\text{mm})$	$p(\text{mm})$	$\theta(\text{deg.})$	p/H
9	5	60.9	0.10
9	7	52.1	0.14
9	13	34.7	0.26
9	14	32.7	0.28
9	15	31.0	0.30
9	16	29.4	0.32
9	17	28.0	0.34

ために可視化実験も行った。なお、模型緒元として模型の縮尺率 $S=1/20$ ，断面比 $B/H=1.2$ ，固有振動数 $F=8.58\text{Hz}$ ，構造減衰率 $\delta=0.004$ である。

3. 結果 図3，図4はそれぞれ突起位置 $p/h=0.10, 0.14, 0.26$ および，突起なしの場合の応答図，および $p/h=0.28, 0.30, 0.32, 0.34$ の応答図である。縦軸は無次元倍振幅 $2A/H$ ，横軸は換算風速 V_r である。 $p/h=0.10, 0.14$ の場合，ギャロッピングが発生している。これは，突起がない場合よりも応答特性はよくない。ところが， $p/h=0.26$ になると渦励振に移行している。さらに， $p/h=0.28, 0.30$ と変化させると，応答振幅および渦励振風速域は小さくなっている。ところが， p/h を 0.30 から徐々に大きくしていくと，応答振幅は少しずつ増えていく。従って， $p/h=0.30$ 付近が空力的に最も安定していると言える。図5は模型静止時における，突起なし，および突起位置 $p/h=0.30$ の場合の可視化写真である。写真から，突起の有無による後流渦の違いがよく解る。すなわち，突起がない場合は交番的に渦が生じ，大きく巻き込んでいるのに対して，突起がある場合($p/h=0.30$)では，渦の巻き込みは見られない。図6は，干渉現象が起きている部分に着目した可視化スケッチである。他の場合と比べて， $p/h=0.30$ ($\theta=31^\circ$)では，剥離流線と突起頂点とが一致しており，このことから， $p/h=0.30$ の時，先端から生じた剥離流は突起により干渉され，渦の生成を妨げられているものと考えられる。図7はそれぞれの突起位置におけるストローハル数である。これによると，突起位置によるストローハル数の変化はなかった。

4. まとめ 主塔等の外部に検査路を設ける場合，その高さにより，空力特性が変化することが解った。すなわち，突起の高さが低すぎると，空力特性を悪化させる。一方で，高すぎると制振効果が小さくなる。突起の頂点が，剥離流線と干渉する位置になるようにすることが重要である。このことを考慮した検査路は，主塔の耐風性能の改善に有効であると言える。

参考文献

- 1) 白石，松本，白土，石橋，長田，松井；隅切りによる，矩形断面の空力安定効果，第9回風工学シンポジウム論文集PP. 193-198，(1986)
- 2) 久保，本多，田崎；剥離流干渉効果によるP C斜張橋開断面桁の耐風性能改善法；第12回風工学シンポジウム論文集，PP. 399-404(1992)

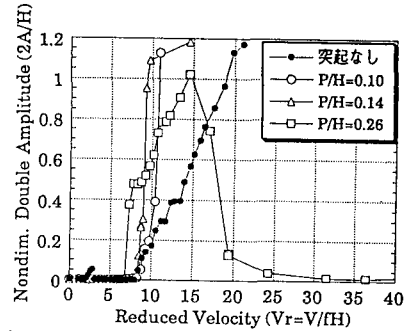


図3 応答図

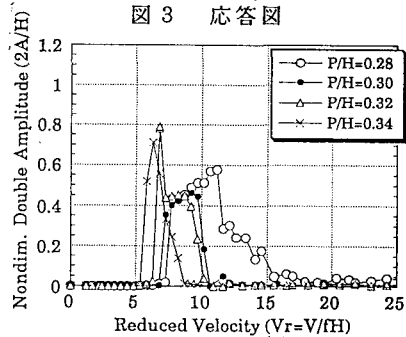


図4 応答図

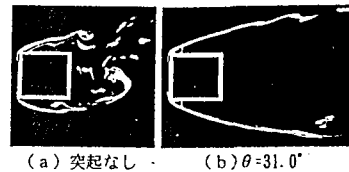


図5 可視化写真（静止時）

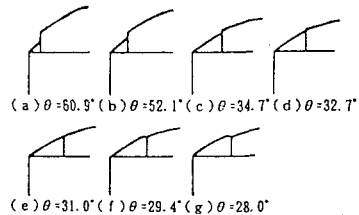


図6 可視化スケッチ（静止時）

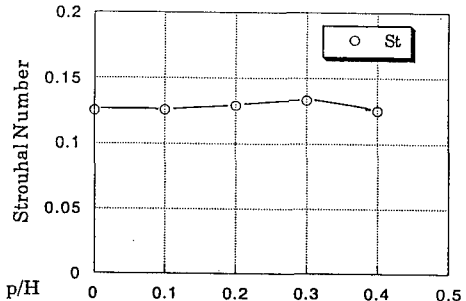


図7 突起位置の違いによるSt数