

アーチ部材の耐風制振法

九州工業大学工学部 学生員○伊東弘一郎
 九州工業大学工学部 正 員 久保 喜延
 九州工業大学工学部 正 員 加藤九州男
 福岡県土木部 正 員 角 和夫

1. はじめに 新北九州空港連絡橋の主橋である三径間単弦ローゼ橋は、全長400m、中央径間は210mを有する海上橋である。その中央径間部に位置するアーチ部の耐風性能は、全橋の耐風挙動に大きな影響を与える。またアーチ部の断面形状は中央部から端部にかけて比例変形で設計されており、その耐風性能の検討も重要となる。そこで図1のような中央径間部分のアーチリブ三次元弾性模型(1/n=1/70)を用いた風洞実験を行い、その結果、実風速20m/s付近より面内2次モードの大振幅のギャロッピングと見られる振動が生じ、アーチリブの空力特性を改善する必要がでてきた。本研究では、アーチリブの空力特性を改善するために、その隅角部や上下面に付加部材を配置する手法を二次元模型を用いて検討した。

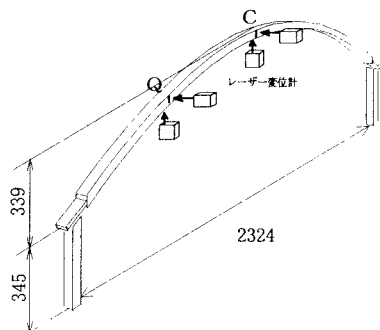


図1 アーチリブ三次元弾性模型(1/70)

2. 実験概要 本実験に使用した風洞は、九州工業大学工学部付属の空力弾性試験用風洞(測定部: 1070×1070×6000mm)である。三次元弾性模型の実験結果より面内方向の振動が起きたことから、たわみ1自由度振動実験により応答特性を調べた。風速倍率、風洞の規模等を考慮に入れて、二次元模型の縮尺は1/50とした。基本断面は高さ40mm×幅44mm×長さ900mmである。また、アーチリブの断面は変断面であるため、図2のように①端部断面(1-1断面)、②端部から中央部にかけて3/7の箇所断面(3-3断面)、③4/7の箇所断面(4-4断面)、④中央部断面(7-7断面)の4つの断面について実験を行った。なお、1-1断面に変断面部分を取り付けることにより他の断面形状を変化させた。

3. 制振法の検討 表1に示す3種類の付加部材を設置することを検討した。一つは①上下面に対して平行なフラップを隅角部に設置する方法(上下フラップ型)と、文献1)より、②隅角部を覆い隠すように導流板を設置する方法(新フラップ型)、そして文献2)より、③剥離干渉の効果をとり入れて、上下面中央にボックスを設置する方法(ボックス型)についても検討した。

4. 実験結果と考察 模型重量 $W=1.085\text{kgf}$ 、固有振動数 $f=8.50\sim 9.15\text{Hz}$ 、構造減衰率 $\delta=0.0085$ 、スクルートン数 $Sc=9.99$ である。それぞれの付加部材を設置し、2.であげた4断面について応答実験を行った。迎角は 0° と $+5^\circ$ とした。その結果を以下に示す。

(1)上下フラップ型 図3-Iのようにフラップを配置する。3-3断面について実験を行った。図4に応答実験の結果を示す。フラップの模型側面からの位置を変えて実験したが、どの配置でも実風速20m/s付近よりフラッターが生じており、このフラップ形状では、制振効果が得られなかった。

(2)新フラップ型 銅板で作成したフラップで隅角部を覆い隠すような形状である。図3-IIのように上面の2つの隅角部にフラップを設置した場合の応答結果を図5に示す。1-1断面のとき実風速30m/s付近で比較的大きい振幅の渦励振と思われる振動が生じている。図3-IIIのように4つの隅角部にフラップを設置した場合の応答結果を図6に示す。断面によっては高風速でギャロッピングが起きているが、設計風速内では制振されている。また、迎角を $+5^\circ$ 与えた場合(図7)も同様の効果が得られた。この断面形状の場合、

表1 付加部材の形状

付加物名	形状	素材
① 上下フラップ		銅板
② 新フラップ		銅板
③ ボックス		木製角柱

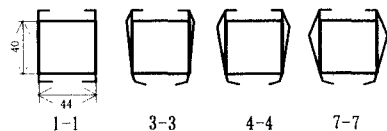


図2 アーチ部材の抽出した4断面(1/50)

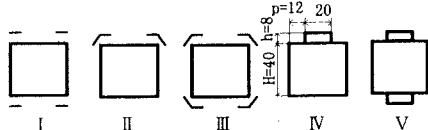


図3 付加部材の配置図(基本断面: 1-1)

ギャロッピングを抑えるだけの導流効果がある。

(3) ボックス型 (図3-IV, V) (2)の新フラップ設置の断面形状の場合、耐風性能的には最善と考えられる。しかし、実橋において人の視点に立つと、隅角部だけでなく、景観上の効果をねらった変断面の形状まで覆われてしまうため、問題があると判断された。そこで、次に考えられたのが、このボックス型である。ボックスの大きさは文献2)の実験結果より、 p/H が0.30付近、両剥離点を結ぶ線のなす角 θ が 30° 付近となるよう、幅20mm×高さ8mmの木製角柱を用いた。上面にボックスを設置し、迎角 0° としたときの応答結果を図8に示す。実風速20m/s付近と45m/s付近で渦励振と見られる振動が生じているが、高風速時の発散振動は起きず、ギャロッピングは抑えられている。しかしながら、この断面で迎角を $+5^\circ$ 与えると実風速40m/s付近よりギャロッピングが生じた(図9)。これに対し、上下面にボックスを設置し、迎角 0° のときの応答結果を図10に示す。実風速20m/s付近で渦励振が起るが、高風速域のギャロッピングは完全に抑えられている。 $+5^\circ$ のときも同様の結果を得た。

5. まとめ 付加部材を取り付けることで最も大きな制振効果が現れた断面形状は、4隅角部にそれらを覆う形状のフラップを取り付ける手法であると考えられるが、景観上から提案された変断面形状を最も生かすという条件も考慮に入れると、剥離流を制御するためのボックスを上下面に取り付ける手法が最適であると考えられる。

参考文献 1) 戸田, 他: 曲線斜張橋主塔の耐風安定性とその防振対策～部分模型実験～, 土木学会年次学術発表会講演概要集 I-293, pp585～pp586, 1984 2) 久保, 他: 橋梁断面における空力干渉作用のメカニズムについて, 第13回風工学シンポジウム論文集, pp353～pp358, 1994

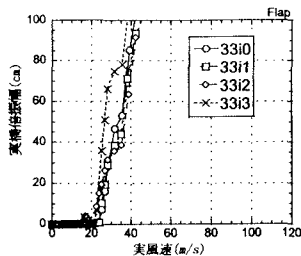


図4 フラップ型の応答結果

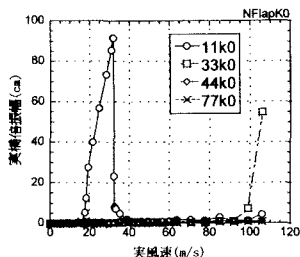


図5 新フラップ型(上面)の応答結果

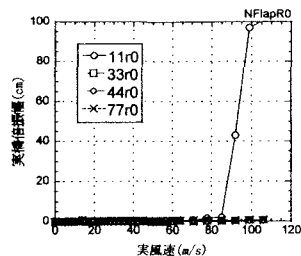


図6 新フラップ型(上下面: $\alpha=0^\circ$)の応答結果

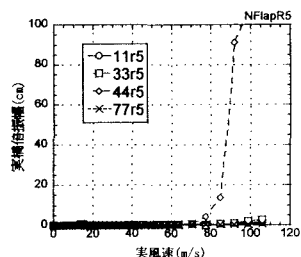


図7 新フラップ型(上下面: $\alpha=5^\circ$)の応答結果

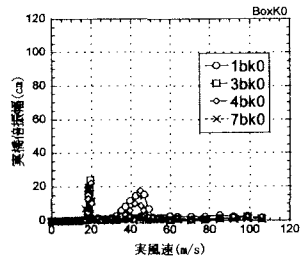


図8 ボックス(上面: $\alpha=0^\circ$)の応答結果

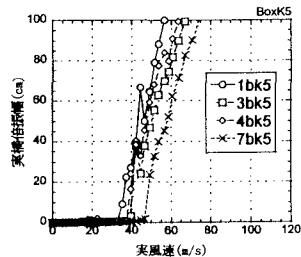


図9 ボックス(上面: $\alpha=5^\circ$)の応答結果

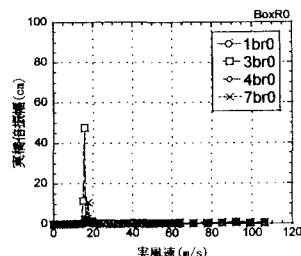


図10 ボックス(上下面: $\alpha=0^\circ$)の応答結果