

I - B94

新北九州空港連絡橋のアーチリブの耐風性

オオバ（研究当時 九州工業大学大学院）
九州工業大学
九州工業大学
日本橋梁（研究当時 九州工業大学）
福岡県

正員 伊東弘一郎
正員 久保 喜延
正員 加藤九州男
犬飼 典男
正員 角 和夫

1. まえがき 新北九州空港連絡橋の主橋となる橋梁は、三径間単弦ローゼ橋形式である。単弦アーチリブの断面形状は端部から中央部にかけて比例変形しており、その耐風挙動は橋梁全体の挙動に影響を与える可能性がある。そこで、その耐風特性を調べるため、主桁より上部のアーチリブの三次元弾性模型(1/70)を使用した風洞実験を行った。その結果、実橋風速 20m/s 付近より、端部と中央部を節とする逆対称形の面内方向のギャロッピングが発生した。そこで本研究はアーチ部材の耐風特性と効果的な制振方法の検討することを目的としている。また可視化実験によりギャロッピングのメカニズムについての考察も行った。

2. 制振法の検討 基本断面を変えずにアーチリブに付加部材を設置し空力的対策を施すこととした。そこで、二次元模型(1/50)を用い、1自由度たわみ応答実験を行った。付加部材とその設置方法を図1に示す。隅角部を覆う Flap 型（上）と、上下面に取り付ける箱形の BOX 型（下）を考案した。Flap 型は塔の制振に用いられるデフレクターをヒントにし、BOX 型は剥離干渉効果を期待したものである。

3. 実験結果 応答図、空力減衰率曲線を図3に示す。なお、空力減衰率曲線は V_r を一定にし、異なる実験ケースの空力減衰率を比較したものである。

基本断面において換算風速 $V_r=7$ 付近(実橋風速 20m/s 程度)からギャロッピング振動が発生しており、三次元模型との相似性が保たれていると言える。

2F0 断面および 2B0 断面では、ギャロッピング・渦励振ともに発生していない。2F0 断面は高風速域においてギャロッピングが観察されたが、発振風速 80m/s 以上であるため問題はないと言える。

1F0 断面および 1B0 断面では、ギャロッピングを制振する効果は得られたが渦励振が発生している。また、空力減衰率曲線より 1F0 断面および 1B0 断面の空力減衰率は負であることが確認され、空力的に不安定と言える。一方 2F0 断面および 2B0 断面の空力減衰率は正であり、空力的には安定していると言える。

以上のことより、空力的対策として有効なのは、4隅角部に Flap を設置したケース(2F0)、BOX を上下面に設置したケース(2B0)であると考えられる。しかし、本橋の制振法としては、景観の観点から考えれば変断面形状に影響のない BOX 型の方が有効であると考えられる。

キーワード：アーチリブ、ギャロッピング、フラップ、ボックス、可視化

連絡先（久保）：〒804 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 TEL 093-884-3109 FAX 093-884-3100

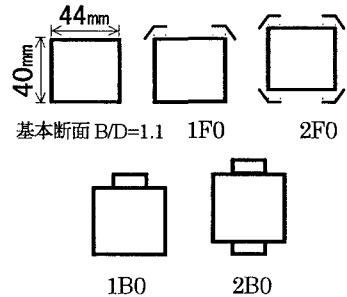
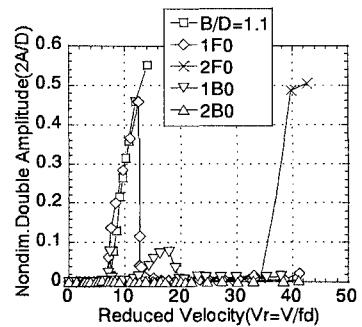
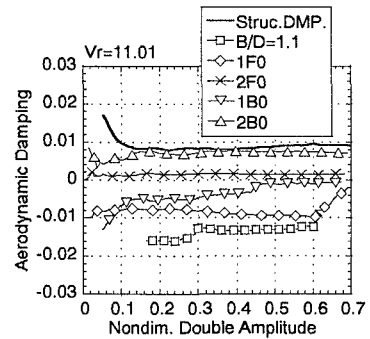


図1 二次元模型(1/50)の付加部材



(a) 応答特性



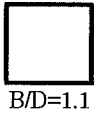
(b) 空力減衰率曲線

図2 アーチリブの二次元空力特性

4. 矩形柱の可視化実験 アーチリブに採用されている長方形断面($B/D=1.1$)では換算風速 $V_r=7$ 付近からギャロッピングが発生した。そこでギャロッピングのメカニズムを探るため、 $B/D=1.1$ の矩形柱の可視化実験を行った。実験ケースを表1に示す。なお、風洞風速・無次元倍振幅はすべての実験ケースで一定とし、強制加振振動数のみを変化させることにより換算風速 V_r を調節した。さらに模型周辺の流れと振動状態との関連性について把握するために、強制加振時の1/8周期毎の振動状態を観察した。

5. 流れの可視化による考察 可視化写真をスケッチしたものを図3に示す。

表1 実験ケース

使用断面	迎角 α	V_r	ギャロッピング 振動の有無
	0°	5.5	×
		10	○
		15	○

(1) $V_r=5.5$ のとき： 模型の振動速度が最大になる1点、5点において、振動方向とは反対側の側面に渦が発生している。この渦により振動方向とは逆の力が作用し、ギャロッピング振動を抑えていると考えられる。

(2) $V_r=10$ のとき： $V_r=5.5$ のケースと比較すると、後流渦の発生位相が 135° ほど進んでおり、模型の振動速度が最大になる1点、5点において、振動方向と同じ側面に渦が発生している。つまり、模型が上向きに移動しているときに上面側、下向きに移動しているときに下面側に渦が形成されており、その渦によって振動が助長され発散振動が引き起こされていると考えられる。

(3) $V_r=15$ のとき： 模型が強制加振の1周期の間に、後流渦は2周期で発生している。 $V_r=10$ のケースと同じように、模型が上向きに移動しているときに上面側、下向きに移動しているとき下面側に渦が形成されており、その渦によって振動が助長され発散振動が引き起こされていると考えられる。

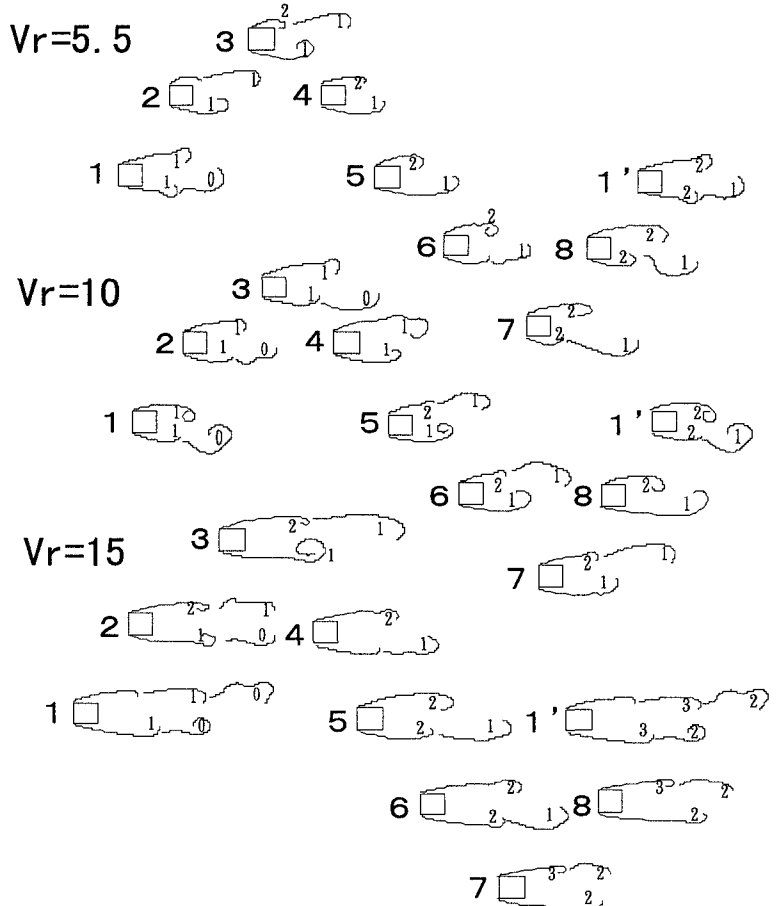


図3 可視化スケッチ

6. まとめ (1)本橋のアーチリブのギャロッピングの制振効果を期待できる手法として、BOXを上下面に取り付ける手法が有効であると考えられる。

(2)矩形柱の可視化実験によりギャロッピングが発生している換算風速域では、物体の振動方向と物体を引き寄せる後流渦の力の向きが同じになることにより振動が発散していくことが確認できた。

<参考文献>久保、田崎；再付着断面における剥離干渉効果のメカニズムについて、土木学会第49回年次講演会概要集I-509, 1994.9