

I - B22

橋梁断面の耐風応答実験法に関する基礎的研究

（株）建設技術研究所 正会員○嶋田紀昭(研究当時 九州工業大学大学院生)

九州工業大学 正会員 久保喜延 加藤九州男

九州工業大学 学生員 松永徳重

1. まえがき

これまでの研究により、実験時のRe数の違いによって、応答特性に変化が現れるなどRe数の影響を無視できないことがわかってきた。そこで本研究は、模型の固有振動数を高くすることにより、高Re数域での実験つまりRe数の影響が現れない実験方法を確立することを目的としている。今回はその基礎的研究として、固有振動数の変化が空気力および応答特性にどのような影響を与えるかを調べるために、偏平H型断面を使用し圧力測定および応答実験を行った。

2. 実験概要

実験には、九州工業大学の境界層波浪型風洞縮流部(測定断面 縦180cm×横110cm)を使用した。実験模型は断面比B/D=5, 7, 10の偏平H型断面である。

①圧力測定 図1に示すように、実験に使用した模型には表面上に10個の圧力孔が設けられている。同一換算風速のもとで振動数の変化が空気力にどのような影響を与えているかを見るために、強制振動法により換算風速を $V_r=10(V_r=V/fB)$  ( $V$ :風速 $f$ :固有振動数 $B$ :模型幅)で一定とし、風速に応じて加振振動数を変化させて非定常圧力測定を行った。

②応答実験 振動数を変化させた場合の応答特性を把握するために、模型の固有振動数を変化させてねじれ1自由度振動実験を行った。空力弾性振動時の振動方程式が(1)式で表されるため、

$$I\ddot{\theta} + c\dot{\theta} + k\theta = f_0 \sin(\varphi + \omega t) \quad (1)$$

模型の固有振動数を変化させる方法として、

(a)バネ定数 $k$ を一定にし、模型の極慣性モーメント $I$ を変化させる方法

(b) $I$ を一定にし、 $k$ を変化させる方法

の2つの方法を用いた。なお今回は、模型の振動系における減衰定数 $c$ を一定にしたために、構造減衰率は模型の固有振動数に応じて変化している。

3. 実験結果および考察

圧力測定の結果については、断面比の違いによる差が現れなかったため、ここではB/D=10の結果のみを示す。非定常圧力測定において、空気力に影響を与えられと考えられる変動圧力係数および、位相差をそれぞれ

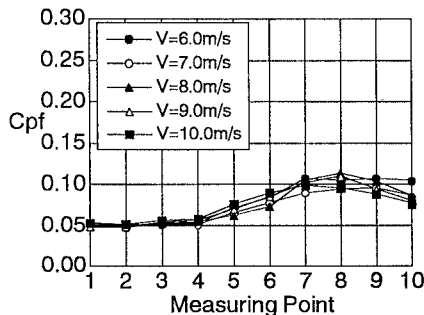


図2 変動圧力係数

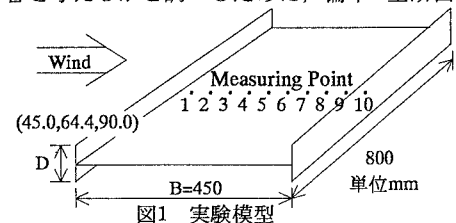


図1 実験模型

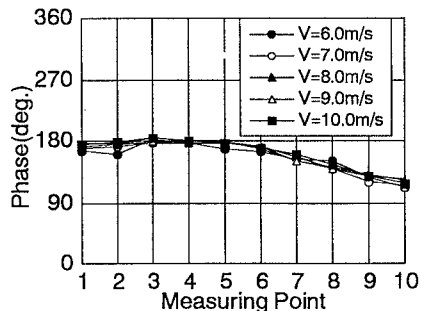


図3 圧力と変位の位相差

キーワード 模型の固有振動数、レイノルズ数、スクルートン数

連絡先 〒804 北九州市戸畑区仙水町1-1 Tel. (093) 884-3121

Fax. (093) 884-3100

れ図2, 3に示す。これらの図より、換算風速一定のもとで加振振動数を変化させても、変動圧力係数および位相差の分布形状はほとんど変化しないことがわかる。このことから、同一換算風速のもとでは振動数が変化しても空気力は一定値となると考えられる。

次に、応答実験の結果は、断面比 $B/D=5$ , 7と $B/D=10$ の実験結果に多少違いが現れたので、ここでは

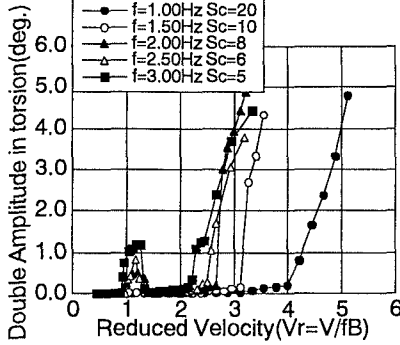


図4  $B/D=7$ の $k$ 一定における応答特性

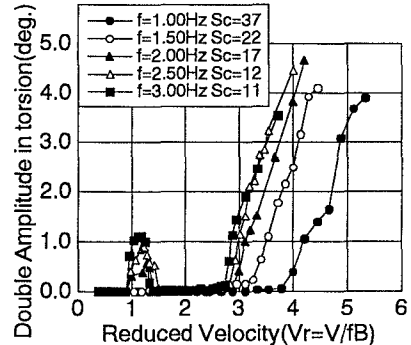


図5  $B/D=10$ の $k$ 一定における応答特性

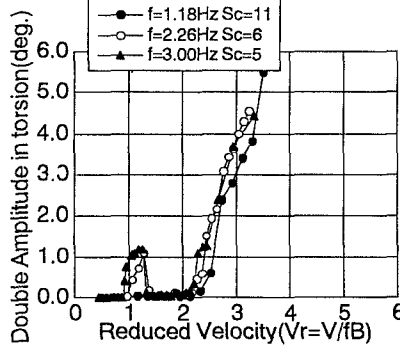


図6  $B/D=7$ の $I$ 一定における応答特性

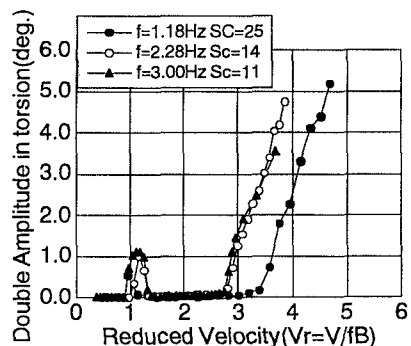


図7  $B/D=10$ の $I$ 一定における応答特性

$B/D=7$ , 10について示す。(a)の方法によって模型の固有振動数を変化させたときの $B/D=7$ , 10の応答特性をそれぞれ図4, 5に示し、(b)の方法によって模型の固有振動数を変化させたときの $B/D=7$ , 10の応答特性をそれぞれ図6, 7に示す。まずフラッター域においては、(a)の方法で模型の固有振動数を変化させると、図4, 5より $B/D=7$ , 10どちらの場合も同一換算風速で発振しているケースと、発振していないケースがあることがわかる。しかし、(b)の方法によって模型の固有振動数を変化させると、図6, 7より $B/D=7$ の場合はすべてのケースが同一換算風速で発振しているが、 $B/D=10$ の場合は同一換算風速で発振していないケースがあることがわかる。このような結果となった原因は、断面比の違いによるものではなく模型の固有振動数の変化に伴う $Sc$ 数( $Sc=2I\delta/\rho B^2D^2$ ,  $I$ :単位長さ当たりの極慣性モーメント,  $\delta$ :対数構造減衰率,  $\rho$ :空気密度,  $B$ :模型幅,  $D$ :模型の高さ)の違いによるものではないかと考えた。そこで $Sc$ 数を比較すると、 $B/D=7$ , 10どちらの場合も同一換算風速で発振しているケースでは $Sc$ 数の差が小さく、 $Sc$ 数の差による影響が大きかった。次に渦励振域を見てみると、図4~7より $Sc$ 数の違いによらずすべてのケースで同一換算風速で発振していることがわかる。このように、模型の固有振動数の変化に伴う $Sc$ 数の違いはフラッター発振風速域には影響を与えるが、渦励振域にはあまり影響を与えないと考えられる。

#### 4. まとめ

本研究によって、得られた成果を以下に示す。

- (1) 同一換算風速のもとでは振動数を変化させても空気力は一定値となると考えられる。
- (2) 固有振動数の変化に伴う $Sc$ 数の違いは、フラッター域には影響を与えるが、渦励振域にはあまり影響を与えないと考えられる。