

I - 314

橋梁基本断面柱の Re 数による St 数と応答特性

刈エンタルコンサルタンツ 正 員 周 建 芹（研究当時 九州工業大学大学院生）
 九州工業大学 正 員 久保喜延 九州工業大学 学生員 前田 博
 三井造船 正 員 落田健太郎（研究当時 九州工業大学大学院生）

1. まえがき

従来、剥離点が固定されるようなBluffな構造断面では、 Re 数による効果はないものとされていたが、最近の研究によると、 Re 数によって空力特性が変化することが報告されるようになった。著者らの研究でも、ある橋梁断面柱において、1/40縮尺模型と1/121縮尺模型とで、渦励振域での発振風速が異なった結果となったことを報告したことがある¹⁾。そこで、本研究では、橋梁断面柱、H形断面柱および矩形断面柱を用いて、 Re 数の変化に対して、空力基本特性である St 数および応答特性がどのように変わるかを検討した。

2. 実験概要

可能な限り Re 数の広い範囲での実験を行なうために、九州工業大学所有の2つの風洞を用いた。それらは、測定断面が40cm×40cmの風洞と、測定断面が107cm×107cmの風洞である。これらは以後簡単のために、それぞれ小型風洞と中型風洞とよぶ。実験に用いた模型は、図1に示すフェアリング形状の異なる橋梁断面柱、断面比の異なるH形断面柱および矩形断面柱である。まず、これらの断面について、熱線風速計を用いて後流変動を測定することによって Re 数に対する St 数の動きを見ることにした。次に、矩形断面柱のみについて、パネ吊りたわみ実験を行なうことによって、応答特性を検討することにした。 Re 数の異なる風速域での実験を行なうために、固有振動数の異なるパネを用意して、渦励振域が異なる風速域で発生するようにした。

3. 実験結果および考察

1) ストローハル数の測定 ①橋梁断面柱：図2に示しているのが、図1(a)に示している橋梁断面柱の Re 数に対する St 数の変化である。フェアリングの形状に着目すると、F30B, F40B, F50Bの順にフェアリング上面角度が大きくなるにつれ、低い Re 数域での St 数のばらつきが小さくなっている。特に、F50Bは、 $Re > 5000$ でほぼ一定の $St = 0.185$ となっているのに対して、F40Bは、 $Re > 6000$ で $St = 0.195$, F30Bは $Re > 7000$ で $St = 0.20$ となっている。橋梁断面に対して Re の小さい領域で実験することは、実橋とかなりかけ離れた特性を検討していることになりかねないため、詳細な検討が必要である。②H形断面柱：H形断面柱は、 $B/D = 2.5$ と $B/D = 7$ の断面について St 数の測定を行い、図3のような結果を得た。 $B/D = 2.5$ の断面では、 Re 数の広い範囲で、 St 数が不安定となって

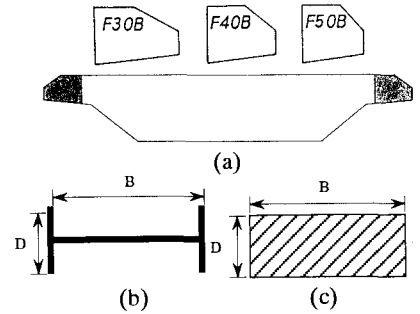


図1 供試断面

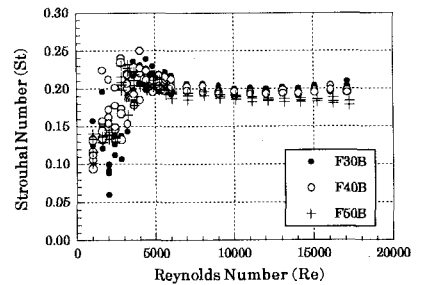
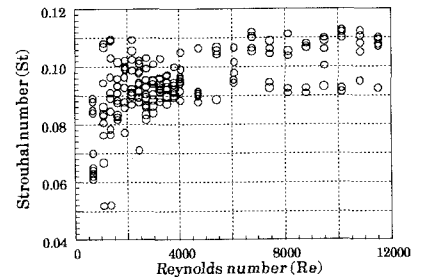
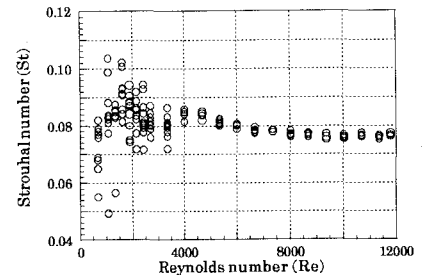

図2 橋梁断面柱の St 数

(a) $B/D = 2.5$

(b) $B/D = 7$

図3 H型断面柱の St 数

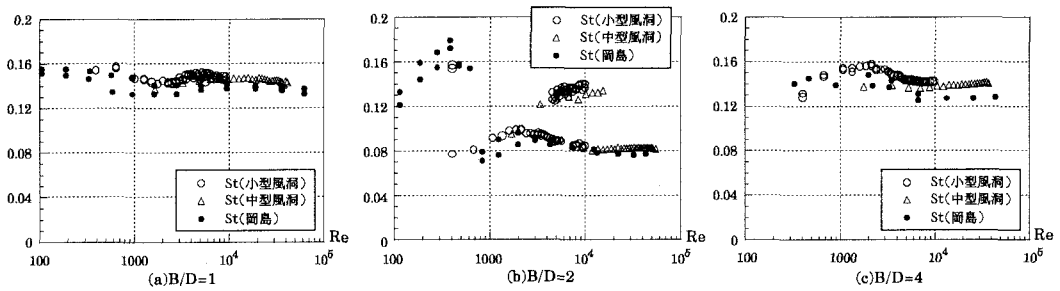


図4 種々の辺長比の矩形断面柱におけるRe数とSt数の関係

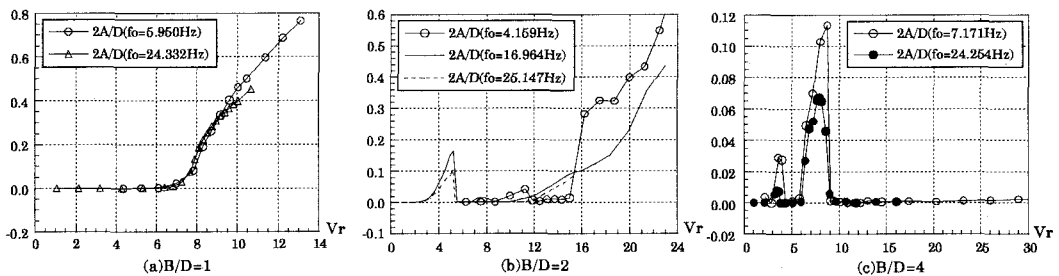


図5 Re数が異なる場合の種々の辺長比の矩形断面柱における応答

いるが、 $B/D=7$ 断面では、 $Re > 4000$ では $St=0.08$ となっている。

③矩形断面柱：完全剥離型としての $B/D=1$ 、再付着型としての $B/D=4$ 、それらの中間型としての $B/D=2$ の3種類の矩形断面柱について St 数の測定を行った結果が、図4である。これらの結果を見ると、 $B/D=1$ においては、 $Re < 1000$ では $St=0.15$ 、 $Re > 1000$ で $St=0.14$ となっており、 Re 数に対する St の変化は小さい、また、 $B/D=4$ については、 $Re < 2000$ で Re 数の増加に対して St 数も増加し、 $Re=2000$ で $St=0.16$ となっているが、 $Re > 4000$ で $St=0.135$ 程度のほぼ一定の値となっている。これらに対して、 $B/D=2$ の断面柱では、 $4000 < Re < 10000$ で $St=0.13$ 程度、 $Re > 10000$ でほぼ一定の $St=0.08$ となっている。

2) 空力弾性応答特性

矩形断面柱について空力弾性応答特性の検討を行った結果が、図5である。これによると $B/D=1$ および $B/D=4$ の両断面柱ともに、 Re 数の違いによる発振風速の差は生じなかったが、中間剥離型の $B/D=2$ は、測定された St 数に応じた風速で、渦励振が生じており、 Re 数による応答特性が明確に現れていることを示している。

4. まとめ

Re 数による空力特性について検討を行った結果、以下の結論を得た。

- ①橋梁断面柱やH型断面柱では、 $Re < 5000 \sim 6000$ あたりで、 St 数がかなりばらつき、低い Re 数域で周辺流れの安定性が悪いことが分かる。
- ②矩形断面柱を用いて、周辺流れの安定性の良否による Re 数と St 数との関係を見たが、完全剥離型 ($B/D=1$) および再付着型断面 ($B/D=4$) とともに、 St 数も応答特性も Re 数の影響を受けていないといえるが、中間型 ($B/D=2$) については、 Re 数の影響が現れている。
- ③振動応答特性の検討を行う場合、 Re 数に対して、 St 数が一定値をとる領域で実験を行う必要があると考えられる。

【参考文献】1) 野上、久保他：縮尺の異なる橋梁断面模型の対風特性、土木学会46回年講I-255, 1991

2) 岡島：種々な断面辺長比の矩形柱周りの流れ、日本風工学会誌17号、1983。