

I - B 326

高いレイノルズ数領域における長大橋梁断面の空気力特性—その1：三分力特性—

石川島播磨重工業	正会員	上島秀作
石川島播磨重工業	正会員	松田一俊
National Research Council		K.R.Cooper
オタワ大学	正会員	田中 宏
石川島播磨重工業		徳重雅史

1. はじめに

実橋のフラッター特性は主として、①3次元弾性模型を用いた風洞試験結果、②2次元剛体模型に作用する空気力係数と3次元実橋解析モデルによるフラッター解析結果から評価される。しかし、いずれの方法でも風洞試験のレイノルズ数は実橋に比べ、オーダーが2～3桁小さい。したがって、橋梁風洞模型に作用する空気力に及ぼすレイノルズ数の影響を調べることは、耐風設計上重要なテーマと考えられる。

ここでは、長大橋梁断面の三分力係数に与えるレイノルズ数効果について報告する。

2. 風洞試験

高いレイノルズ数を確保するため、カナダNRCの大型風洞（測定胴断面 9.1m×9.1m、最大風速 55m/s）を使用した。模型は縮尺 1/10 の2箱桁形式の2次元剛体模型である。最大レイノルズ数は、 1.5×10^6 （代表長は桁高 0.4m）である。

図一1、写真一1にそれぞれ模型断面図、模型設置状況を示す。模型内部に設置されたロードセルによって、三分力を計測するとともに、橋軸方向中心における断面まわりの60個の圧力孔によって、平均圧力分布も計測した。さらに模型後流の熱線風速計を用いて、ストローハル数も計測した。

なお、広いレイノルズ数領域を確保するため、当社の大きさの異なる2つの風洞も研究に使用した。風洞気流はいずれも一様流を用いた。

3. 試験結果・考察

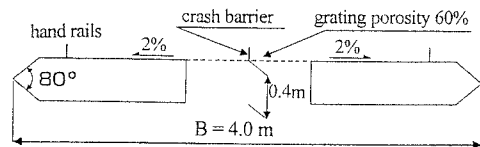
3. 1 三分力係数

断面形状の異なる5種類の模型断面について、

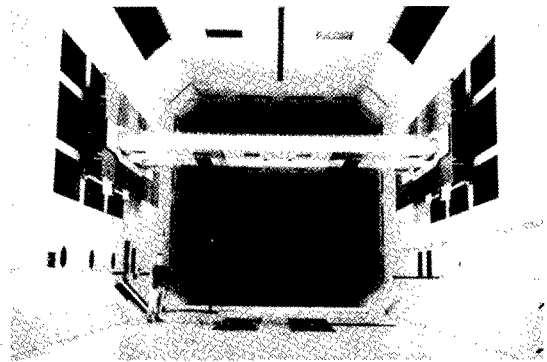
三分力試験を行ったが、レイノルズ数効果が最も顕著だった図一1の断面の試験結果を図一2に示す。迎角 -2 度以下および $+3$ 度以上において、レイノルズ数の増加とともに三分力係数が変化している。従来の研究¹⁾でも三分力係数がレイノルズ数の影響を受ける例が多く見られる。一方、迎角 0 度ではレイノルズ効果が小さい。この傾向は、レイノルズ数 $0.2 \times 10^6 \sim 1.7 \times 10^6$ における縮尺 1/10 模型によるノルマンディー橋の試験結果²⁾と同様である。

3. 2 模型表面平均圧力分布

迎角 -5 度、 0 度、 $+5$ 度における模型断面まわりの平均圧力分布を図一3に示す。いずれの迎角においてもレイノルズ数の増加とともに、上流側桁下面の圧力分布が変化している¹⁾。なお、迎角 0 度の三分力係数のレイノルズ数効果は小さいが、圧力分布の面ではレイノルズ数の影響を受けていることがわかる。



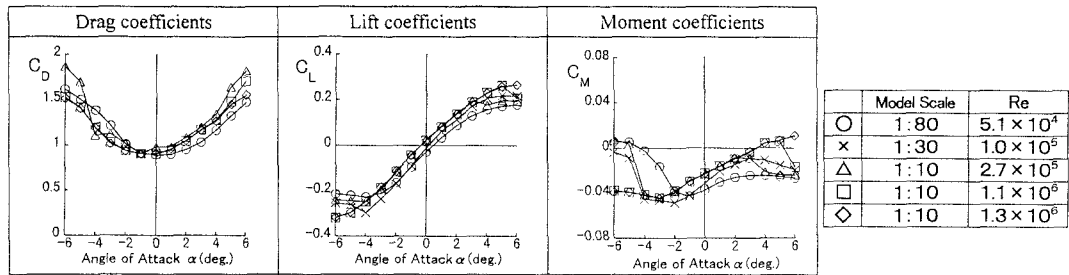
図一1 縮尺 1 / 10 模型断面図



写真一1 NRC風洞内模型設置状況

キーワード：レイノルズ数、風洞試験、橋梁断面、三分力係数、ストローハル数

連絡先：石川島播磨重工業 〒235-8501 横浜市磯子区新中原町1番地 TEL(045)759-2135,FAX(045)759-2183



図一 三分力係数

3. 3 ストローハル数 S_t と抗力係数 C_D の関係

以上のレイノルズ数効果は、次のようにストローハル数の点からも確認できる。Schewe ら²⁾は、橋梁のストローハル数 S_t および抗力係数 C_D のレイノルズ数効果を次式で表現できるとしている。

$$S_t \times C_D = \text{一定} \quad (1)$$

迎角-5度、0度、+3度、+5度におけるストローハル数と抗力係数の関係を図一4に示す。式

(1)の関係は、迎角0度ではほとんど成立しないが、他の迎角ではほぼ成立している。円柱断面の場合と同様に、橋梁断面まわりの流れのパターンもレイノルズ数の増加とともに大きく変化していることが推察される。

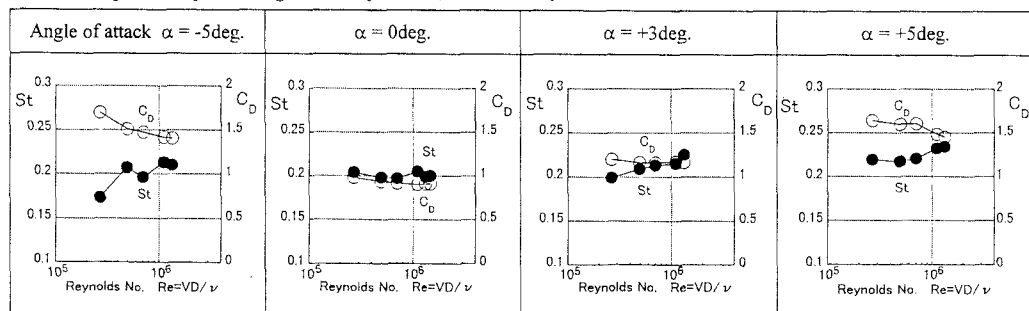
4. まとめ

- (1) 三分力係数がレイノルズ数効果を受ける橋梁断面は存在し、迎角が大きくなると三分力係数に対するレイノルズ数効果が顕著になる傾向にある。
- (2) 別途実施した模型表面圧力分布やストローハル数計測結果から、円柱断面と同様にレイノルズ数の増加とともに、橋梁断面まわりの流れのパターンが変化していることが推察できる。

謝辞 本研究遂行にあたり、貴重なご助言を賜った横浜国立大学山田教授、京都大学白土助教授、東京大学木村助教授に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 構造工学委員会風洞実験相似則検討小委員会、風洞実験相似則に関する調査研究、土木学会論文集No.489, I -27, 1994年, pp.17-25
- 2) Barre, C. & Barnard, High Reynolds number simulation techniques and their application to shaped structures model test. *Proceedings of 1st LAWE European & African Regional Conference*, Guernsey, UK, 1993, pp.83-93.
- 3) Schewe, G. & Larsen, A., Reynolds number effects in the flow around a bluff bridge deck cross section. *Proceedings of 2nd LAWE European & African Regional Conference*, Genova, Italy, 1997



図一 4 抗力係数 C_D とストローハル数 S_t の関係