

I - B 327

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2：非定常空気力特性—

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
石川島播磨重工業 正会員 岩崎 徹

1. はじめに

実橋の耐風安定性は、通常 $10^4 \sim 10^5$ のオーダーの小さいレイノルズ数（代表長は桁高）領域における風洞試験結果をもとに評価される。しかし、実橋と風洞試験の各レイノルズ数は、オーダーが2～3桁異なる。したがって、橋梁断面に作用する空気力のレイノルズ数効果を調べることで、現行の低いレイノルズ数領域における風洞試験手法の妥当性を確認しておくことは耐風設計上重要である。

長大橋梁の三分力係数とレイノルズ数の関係¹⁾を踏まえて、ここでは、フラッター特性を支配する非定常空気力係数に及ぼすレイノルズ数効果を調べた結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 $9.1\text{m} \times 9.1\text{m}$ 、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、非定常空気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、変動圧力分布も計測した。

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 非定常空気力係数²⁾

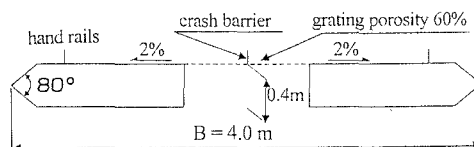
図一2に非定常空気力係数の計測値をTheodorsen関数と比較して示す。研究対象が箱桁断面のため、フラッター特性に与える影響度の小さい非定常抗力係数³⁾の表示は省略した。図一1の断面の非定常空気力係数は、開口部を閉じた1箱桁断面の空気力係数に比べ、空気力係数の絶対値が小さくなる傾向にある。また、レイノルズ数の増加とともにpitching加振時の空気力係数の絶対値が大きくなる傾向にある。この要因として、図一3よりレイノルズ数が大きくなると、上流側箱桁下面の変動圧力係数のピーク値が、風上側に移動していることが挙げられる。

3.2 フラッター解析⁴⁾

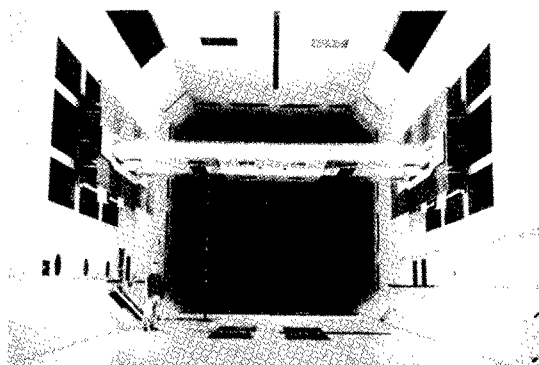
図一1の断面形状を有する縮尺 $1/80$ の2次元剛体模型を対象にしたフラッター解析を実施した。図一4より、レイノルズ数の増加とともに、三分力係数にレイノルズ数効果が見られた¹⁾ 図一1の断面のフラッター風速は、徐々に高くなる傾向にある。比較のため1箱桁断面の結果も併記したが、この断面のフラッタ

キーワード：レイノルズ数、風洞試験、橋梁断面、非定常空気力係数、フラッター解析

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



図一1 縮尺 $1/10$ 模型断面図



写真一1 NRC風洞内模型設置状況

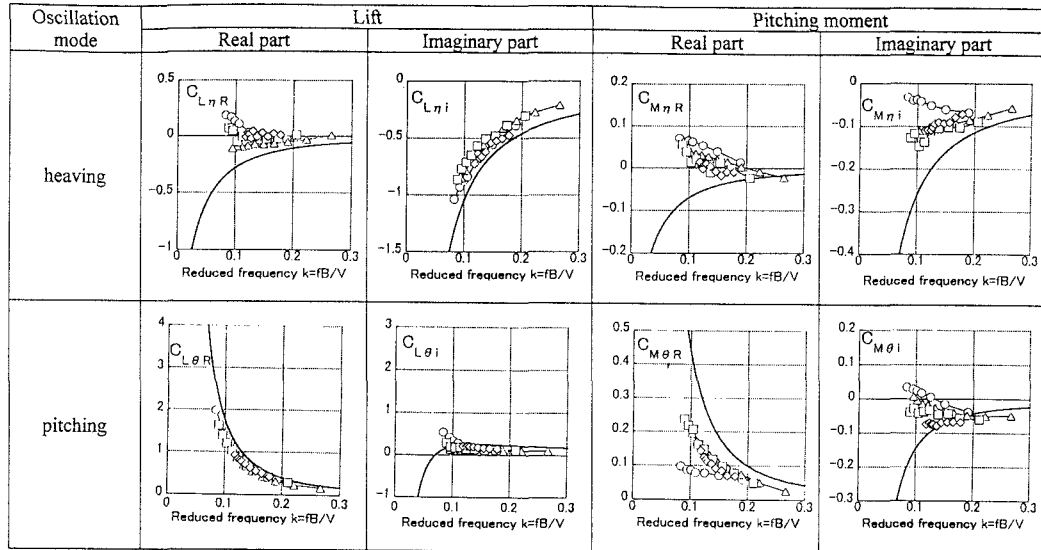
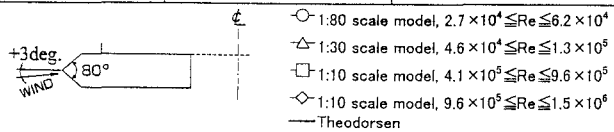


図-2 非定常空気力係数（迎角+3度）

レイノルズ数 Re の代表長は桁高 D 

一風速はレイノルズ数に依らずほぼ一定である。

4. まとめ

(1) 今回研究対象の橋梁断面に関する限り、現行の低レイノルズ数領域における風洞試験に基づく耐風設計手法は、安全側の評価を与える。

(2) 三分力特性にレイノルズ数効果が見られた断面は、非定常空気力特性にもその効果が確認された。

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) 上島他, 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—, 第54回土木学会年次学術講演会概要集, 1999年.
- 2) Hikami, Y. & Matsuda, K., Aerodynamic characteristics of super-long-span bridges and new idea of gravity-stiffened girder bridge, *Proceedings of Bridge into the 21st Century*, Honk Kong, 1995, pp.705-712.
- 3) 樋上, 松田, 長大橋梁のフラッター応答に影響を与える非定常空気力特性, 第50回土木学会年次学術講演会概要集, I -687, 1995年.
- 4) Hikami, Y. & Matsuda, K. 1993, Nonlinear geometric and aerodynamic analyses for a long-span cable-stayed bridge during construction. *Proceedings of 1st LAWE European & African Regional Conference*, Guensey, UK, pp.431-440

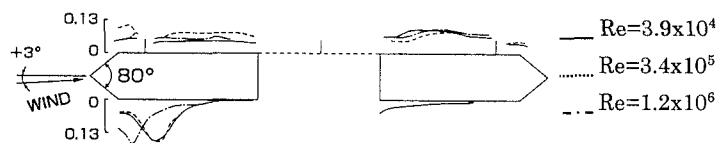


図-3 変動圧力分布 (pitching 加振時, 振幅1度)

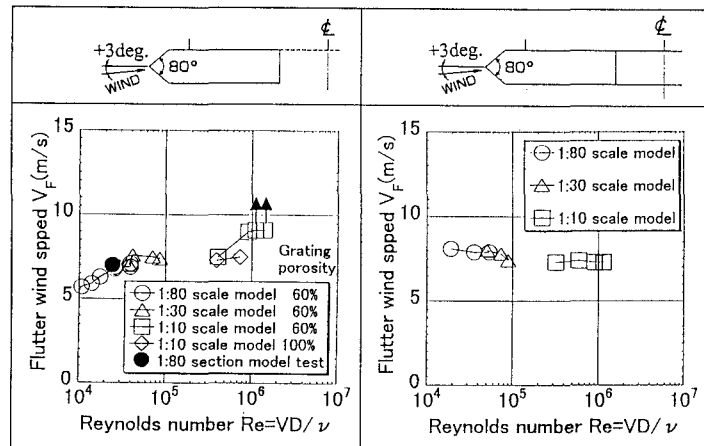


図-4 フラッター解析結果