

石川島播磨重工業 正 員 徳重 雅史
（研究実施当時、横浜国立大学大学院学生）

横浜国立大学 正 員 宮田 利雄

横浜国立大学 正 員 山田 均

1.はじめに 連成フラッターの検討は、超長大吊形式橋梁の耐風設計において、固有振動数の低下とともに非常に重要な項目となってきた。強風時の長大橋梁の挙動が微妙であるため、その検証の為に、全橋模型試験を実施する例が増えている。しかし、全橋模型のモデル化に際しては、一方、最近の解析技術の進歩にともない、全橋模型試験の結果の評価、解釈にも、解析モデルが適用され検討されるようになってきた。しかし、ここにもモデル化の影響は存在し、立体骨組みにモデル化し、静的、動的空気力をモデル化し、解析が行われる。明石海峡大橋の全橋模型フラッター特性検討の際にも、モデル化にともなうさまざまな特性が明確になり、それらを解析に反映させ初めて、全橋モデルで観測された振動応答に近い結果を得ることができたとされている。しかし、いまだ微妙に異なる部分も残されており、ここでは、明石海峡大橋全橋モデルを実際に解析し、いくつかの例を上げ、構造モデル化、解析モデルの状況を説明することとする。

2.連成フラッターの発生と解析モデル 明石海峡大橋の全橋モデルの連成フラッターの特徴は次のようになる。「a）ねじれ静的静的変形が大きく、それを反映させた非定常空気力の傾斜角範囲は広がる。b）桁モデル化に使用したバネモデルにより、水平曲げ状態でねじれ剛性が低化する。c）主ケーブルが桁に近づいた状態では、空気力特性に影響がある。d）桁とハンガーの取り合いで少し静的なねじれ変形が増す傾向にある。e）通常の揚力、トルクに対する曲げとねじれにともなう非定常空気力成分だけではなく、揚力、水平曲げにかかわる都合9成分の非定常空気力の影響が大きい。」とされている[1、2]。

3.いくつかの要素の加味 解析モデル上で、ハンガー長が短いときの曲げ剛性の影響を加味すると、逐次静的な変形状況を考慮した解析では、静的変形のねじれ、水平曲げは両者ともに非常に良好な一致を見る。しかし、鉛直曲げについては、解析の方が小さくなる（図1）。このとき得られる風速と対数減衰率の関係は、図2のようであり、観測値との整合は微妙なところになる。この関係で、風速に対する対数減衰率の急激な低下が観測値の特色であるが、このあたりの状況をより詳細に検討するものとする。さて、このとき、フラッター発生時のフラッターモードをねじれ振動の腹を基準にして単純に比を取り比較すると、図3のようになる。解析、観測いずれも、鉛直モードは鉛直対称2次固有振動モード状であることがわかるが、わずかではあるが解析値のほうが、鉛直振動が大きめであることがわかる。さて、フラッター時の空力減衰に対する全橋模型上の位置、振動が寄与しているかを示したものが、図4である。水平振動の寄与を見ると中央径間中央付近で負減衰の寄与があることがわかり、9成分の非定常空気力の寄与が出てきていることがわかる。このなかで、全橋模型の場所により、変化が大きいものが、鉛直曲げに伴う寄与であることがわかる。全橋模型としての応答を調べるときには、合算になるため、定性的な議論にとどまるが、現在のモデル化に関しては、連成フラッターについても、鉛直曲げを含めより詳細な検討が必要な示唆であると考えられる。

参考文献

- 1.T.Miyata, K.Tada and H.Katsuchi, Design considerations for the Akashi Kaikyo Bridge, Int. Seminar on Utilization of Large Boundary Layer Wind Tunnel, pp.79-100, Dec.1993.
- 2.本州四国連絡橋公団「大型風洞試験検討報告書」

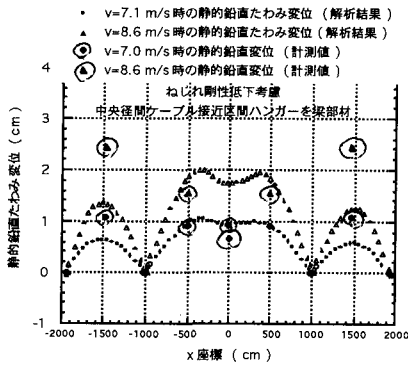


図1 静的鉛直変位

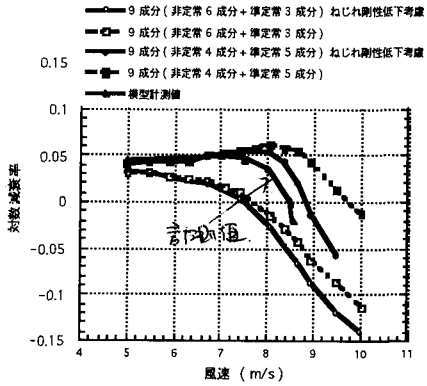


図2 風速と空力減衰との関係

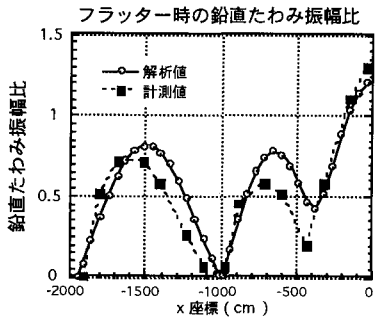


図3 フラッターモードの鉛直成分

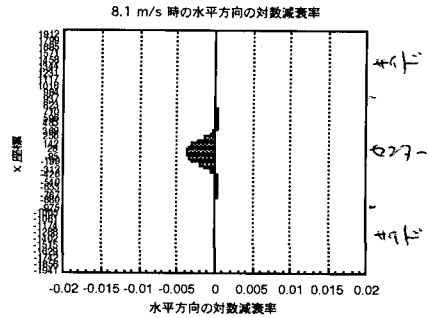


図4 a 水平たわみの空力減衰への寄与

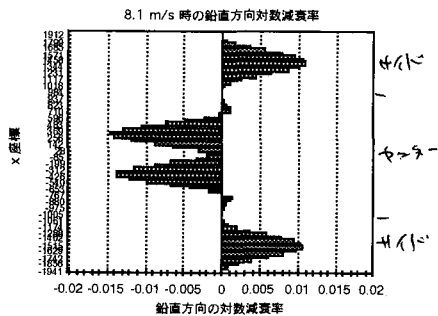


図4 b 鉛直たわみの空力減衰への寄与

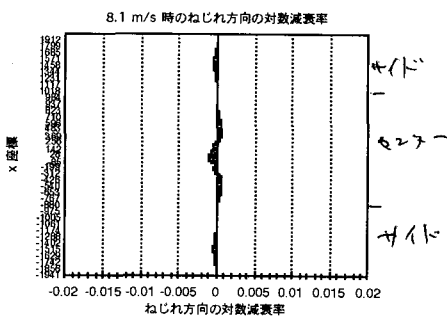


図4 c ねじれの空力減衰への寄与