

吊床版橋の耐風安定性

九州産業大学 正 員 吉村 健、亀井頼隆
学生員○山田義勝、石田雅宏

1. はしがき

著者の一人は、P C吊床版歩道橋（縄文橋、熊本県）の耐風安定性に関する研究を行った[1]。その中で、耐風安定性を向上させる手法として、コンクリート桁の地覆を含む端部を半円形もしくは半楕円形に切り欠くことを提案した。しかし、諸般の事情で縄文橋ではこの案は採用されず、代わりに、鋼製の半円形フェアリングが桁端部に取り付けられた。

その後、1:4～1:8の扁平矩形断面に上記の切り欠きを適用した基礎研究を行ってきた。これとは別に、彼は鋼吊床版歩道橋を提案し、その力学的特性を調べている[2]。この種の橋梁の重量は、コンクリート橋のそれより1桁小さいので、その耐風安定性の評価は後者のそれより厳しい。そこで前者についても、半円形切り欠きの適用を前提とした研究を行なって来た。これらの結果の概要を以下に記す。

2. 高レイノルズ数の相似

強風を受ける実橋の半円形切り欠き表面では、超臨界レイノルズ数領域の流れが形成される。この流れを風洞による模型実験で実現する手法の一つとして、図-1に示すTrip-Wire（以下にT.W.と書く）がある。T.W.によって、層流境界層を強制的に乱流に遷移させるわけである。

フラッター実験に先立ち、円柱に対する抗力係数と表面圧力分布の測定を行ない、T.W.付き円柱の遷移Re数について検討した。T.W.の直径は円柱のその2.5%もしくは5%であり、よどみ点から計ったT.W.取り付け角を $15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ と変化させた。得られた結果を図-2, 3に示す。5%で 45° のT.W.の場合、 2×10^4 で超臨界Re数領域の流れが円柱表面に形成されていることが図-2よりわかる。この時の表面圧力も、よく知られた表面粗度付き円柱の結果と対応しているのを図-3に見ることができる。

3. フラッターに対する検討

フラッター実験では、縄文橋よりいくらか軽くて極慣性モーメントも小さい1:4～1:8の系が用いられた。1:4と1:8の系に対する結果の例を図-4に示す。図中、縦軸は空力ダンピング係数、横軸は無次元風速をそれぞれ表す。また、“Theory”の矢印は、Selbergの式によって計算された平板翼の曲げ・ねじれフラッタ限界風速を表す。半円形切り欠き断面の実験値は、計算値に近い値を示している。よって、図-1に示した予想流れ図のとおり、模型上下面の境界層はほとんど剥離していないといえる。

4. 渦励振に対する検討

渦励振に対する検討では、重量と極慣性モーメントは、共に縄文橋のそれらより1桁小さい系を用いた。また、系の固有振動数を極力高くして、励振発生風速域が前記超臨界Re数領域となるよう設定した。得られた結果のうち、1:4模型に関するもののみ図-5～8に示す。曲げとねじれのいずれについても、半円形切り欠きによって、空力ダンピング係数が著しく遅減することが図よりわかる。1:4矩形柱に生じるねじれフラッタも、図-4 a同様、切り欠きによって消滅するのをこの図でも見ることができる。

5. むすび

本研究により、半円形切り欠き断面が、ねじれフラッタと渦励振のいずれに対しても、強い安定化をもたらすことがわかった。

参考文献 [1]Yoshimura, T. et al.: Proc. 6th Int. Conf. Flow-Induced Vibration, pp.601-610, 1995.

[2]水田洋司 ほか: 本研究発表会講演概要集, 1996.

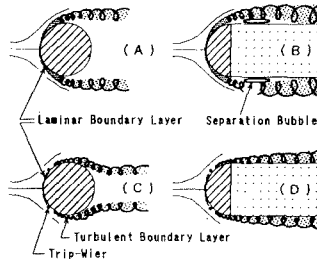


図-1

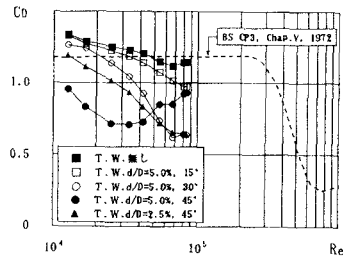


図-2

--- Page & Falkner, 1931

○ T.W. 無し

■ T.W. 有 $d/\theta=0.05$, $\alpha=45^\circ$

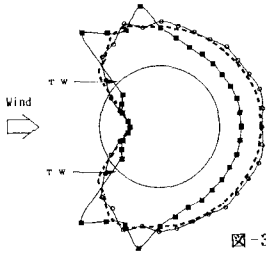


図-3

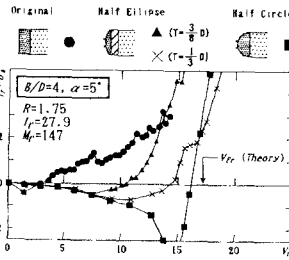


図-4a

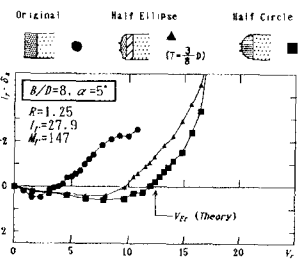


図-4b

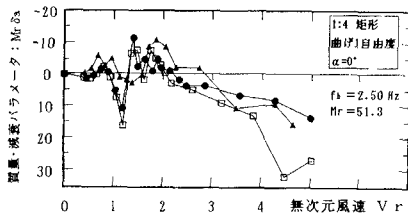


図-5a

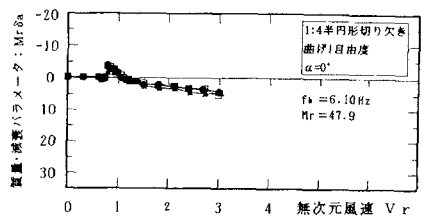


図-5b

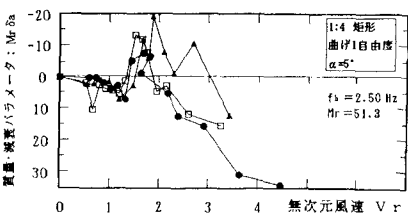


図-6a

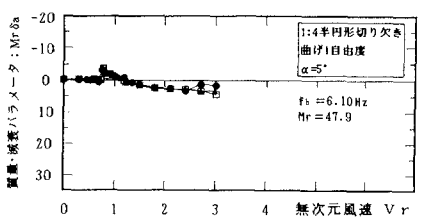


図-6b

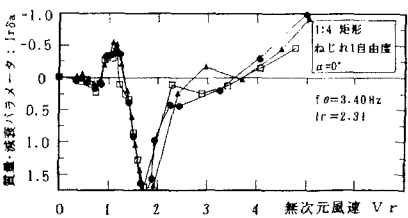


図-7a

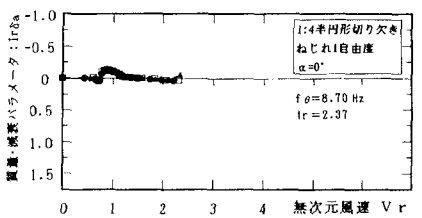


図-7b

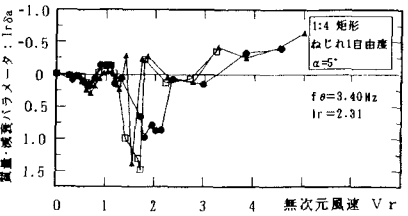


図-8a

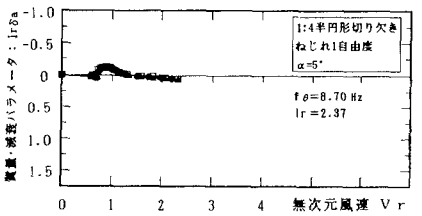


図-8b