

長島ダム吊橋の耐風安定性

九州産業大学工学部 正会員 吉村 健, 亀井 頼隆
 同上 学生会員 篠原 輝之, ○美野田 華子
 大日本コンサルタント(株) 田畠 謙一

1. まえがき 静岡県榛原郡本川根町を流れる大井川上流に長島ダムが建設中であり、この長島地区の整備が同時に進められている。その整備事業の一環として、長島ダム歩道吊橋の建設が計画されている。本橋の構造設計で、「風洞実験による動的耐風設計が必要」と判断され、本学で模型実験が実施された。その検討結果の概要を以下に記す。

2. 本橋の概要 本橋架設地点は、渓谷と温泉で知られる奥大井県立公園内に位置する。周辺には、1500mを越える山々、深い渓谷ならびにダムが点在し、大小併せて20以上もの吊橋が架けられている。また、景勝の地として同公園は知られており、本橋では景観設計がとりわけ重視された。図-1に示すように、本橋は主径間長160mを有する橋長240mの3径間鋼歩道吊橋である。一对の鋼管と床組で補剛桁は構成されており、主桁断面は、一体化された平行2列円柱に類似するものである。また、ブレイスト床版と高欄との間に設置されている図中(B)のオープングレーティングは、将来歩道拡幅のため閉鎖される可能性がある。

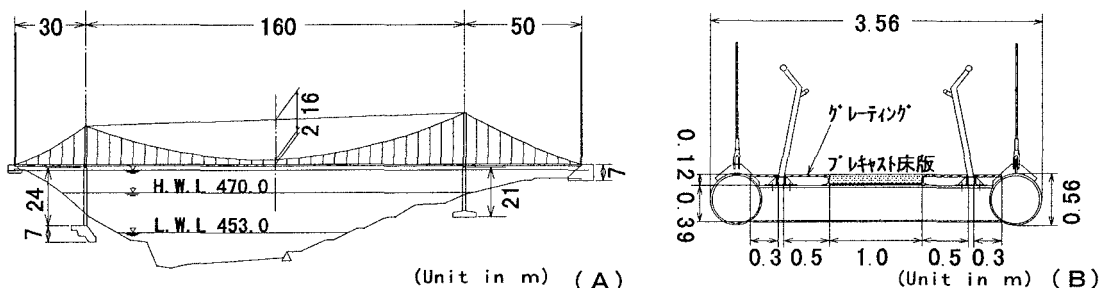


図-1 長島ダム吊橋の側面図(A)と主桁断面図(B)

3. 検討方針と風洞実験概要 検討断面は、①景観と耐風安定性のいずれも優れていると思われるオープングレーティング断面、②ブレイスト床版と高欄との間を閉鎖した閉鎖グレーティング断面、の2つである。もしこれらの耐風安定性が不良の場合、③上面を閉鎖し、かつ下面にも化粧板を取り付けて検討する予定である。この断面③は、半円形切り欠き断面に類似しており、良好な安定性を示すことが既にわかっている[1]。

約1/6縮尺の2次元ばね支持剛体模型を用い、一様流中でフラッターについて検討した。主な物理量は表-1に示すとおりであり、系の質量と極慣性モーメントは、共に所要値に設定した。ただし渦励振については、スクリュー数の小さい1自由度系で検討した。設定迎角は $\alpha = -4.5^\circ \sim +4.5^\circ$ であった。実橋における高 Re (レイノルズ)数領域の流れは、トリップワイヤ(以下にT.W.と略称)で相似させた。図-2に示すように、遷移 Re 数はT.W.の直径と取り付け位置に依存する。ここでは、鋼管の5%直径で、 $15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ のT.W.を用いて実験した。

表-1 本橋の主要物理量と振動特性

重量 W	900 kgf/m
極慣性モーメント I	1075.5 kgf·m ² /m
無次元質量 μ	58
無次元極慣性モーメント ν	5.49
対数減衰率 $\delta_h \delta_\theta$	0.02
曲げ固有振動数 (対称1次 Mode6)	0.467 Hz
ねじれ固有振動数 (対称1次 Mode16)	1.76 Hz

キーワード: 鋼歩道吊橋, フラッター, 渦励振

住所: 〒813-0004 福岡市東区松香台2-3-1, E-mail: takeshi@ip.kyusan-u.ac.jp

4. 実験結果と考察 (1)フラッター特性

図-3にフラッター実験結果の一例を示す。縦軸の左側は実橋換算対数減衰率、右側は質量減衰率 $\delta\theta$ パラメータを、横軸は実橋風速をそれぞれ表し、ゼロ横軸より上側が発散振動を意味する。得られた全実験結果からフラッター限界風速 V_{cf} のみ読み取り、迎角を横軸にとって図-4を得た。実用上は、迎角 $-3^\circ \sim +3^\circ$ の範囲で照査すればよい。白抜印で示すオープングレティング断面は、T.W. 15° , 30° 共に高い安定性を示していることがわかる。また、黒塗印の閉鎖グレティング断面ではねじれフラッターを生じるが、その限界風速は照査風速 V_{rf} より高く、将来拡張しても問題ない結果となっている。なお、T.W. 45° では、両断面とも V_{cf} が V_{rf} よりも下回っている。図-2によれば、実橋 V_{rf} での高Re数流れの相似には、 30° と 45° の中間位置にT.W.を取り付ける必要がある。詳細については更に検討の余地が残されているものの、図-4にこれを補間すると、安全であるといえよう。

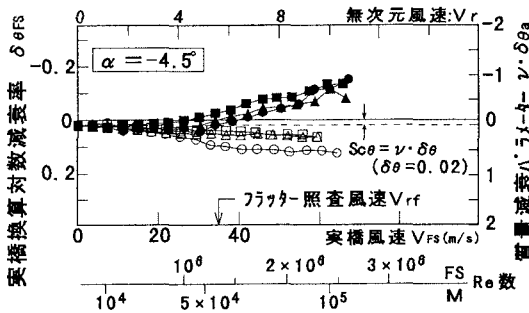


図-3 気流中における対数減衰率

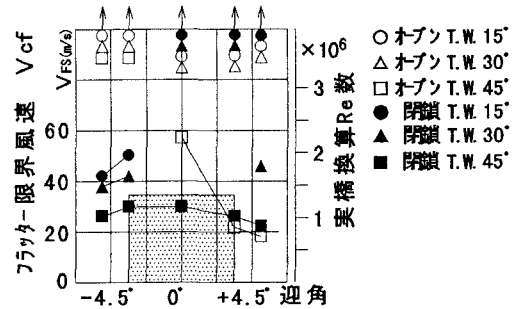


図-4 フラッター限界風速

(2)渦励振特性 渦励振に関する結果を断面毎にとりまとめ、最大励振空気力を質量減衰率 $\delta\theta$ パラメータで書き表すと、図-5のようになる。網目内が許容範囲であることを意味し、●印で示すT.W. 15° に対する結果で照査すればよい。ねじれの渦励振はT.W. 45° , $\alpha=0^\circ$ で許容値を越えるが、問題ない。一方曲げの渦励振については、T.W. 15° の場合でも $\alpha=0^\circ$ で微弱な励振を生じる。しかし、乱流中ではこの励振は消滅することが期待される。

5. むすび 風洞実験の結果、フラッターは安定であるといえる。渦励振については多少問題があるが、乱流中ではこの励振は消滅することが期待される。今後、下面化粧板を取り付けた断面に対するフラッターと渦励振の検討を行う予定である。

参考文献 [1] Yoshimura, T. et al. : Half-circular and half-elliptic edge modifications for increasing aerodynamic stability of stress-ribbon pedestrian bridges, J. Wind Eng. and Industrial Aerodynamics, Vol. 69-71, 1997.

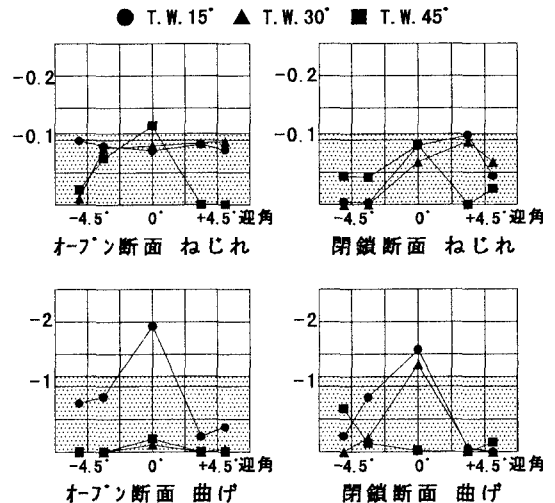


図-5 渦励振の最大励振力