

ハイブリッド吊床版歩道橋架設系の静力学特性と耐風安定性

九州産業大学 学○別府琢磨, 学 原田健彦, 学 田中孝久
佐賀大学 正 井嶋克志, 九州産業大学 正 吉村 健, フェ 水田洋司

1. まえがき 著者らは、吊床版橋と吊橋を複合させたハイブリッド吊床版歩道橋を提案し、これまでに静力学特性、耐風安定性、道路橋への適用の可能性等について検討してきた¹⁾。残された重要検討課題のひとつは架設系に関する検討であり、静力学特性と耐風安定性について調べた。その概要を本文に記す。

2. 架設方法 本橋は、スパン長 123m を有し、鉄筋コンクリート製の塔で支持されたサグ比 10% の上ケーブル、グラウンドアンカー型橋台に定着されたサグ比 2% の下ケーブルおよび準閉断面主桁で構成されている。幅 2.3m の主桁は、2PC エッジガーダ、オープングレーティング床版、上・下面の鋼アングル横構および鋼 I 型断面床桁で構成されており、長さ 2m の 1 セグメントあたり重量は 5.69kN である。

架設にあたっては、下ケーブルを利用してセグメントを 1 個づつ所定の位置まで移動させ、鉛直吊材下端に吊り上げる。セグメントを送り出す際、中央から両岸へ架設していく中央架設法と、両岸から中央へ架設していく側方架設法の 2 通りについて検討した。また系の安定化を図る目的で、各セグメントを仮結合して水平方向の移動を拘束した。架設の最終段階で、上・下ケーブルに張力を与えてサグ調整を行った後、各セグメントを剛結する。本架設法について、各架設段階における塔および上・バックステイの各ケーブルについて力学特性を検討した。なお、解析にあたっては、簡易軽量架設機材の重量を便宜上無視した。

3. 解析方法 完成系から桁を徐々に除去していく解体計算を実施した。そこでは、幾何学的非線形性を考慮した大変形理論に基づく接線剛性法²⁾で解析した。使用したモデルは図-1, 2 に示すとおりであり、検討ケースは、両架設法共、桁架設 2, 4, …, 10 割の 5 パターンとした。解体にあたっては、セグメント死荷重の除荷とともに、吊材下端の水平方向拘束も解除した。

4. 解析結果 解析で得られた結果を図-3～7 に示す。これらの図は、架設段階を横軸にとり図示したものである。図-3 は上ケーブルの最大上・下向き（正・負）たわみであり、中央架設法では約 2 割架設時に、側方架設法では約 4 割架設時にそれぞれ最大となる。図-4 と 5 は、上・バックステイケーブルの最大張力をそれぞれ示しており、両架設法とも単調増加を経て架設最終段階で最大となる。その値は、許容応力度（ $\sigma_{aER}=750\text{MPa}$ ）の 1/3 以下である。スパン中央方向への塔頂水平変位も、架設最終段階で最大となり、その値はわずかに 3cm である（図-6）。また、塔基部曲げモーメントについても同様の変化を示し、曲げ・圧縮応力度の最大値は許容応力度（ $\sigma_{aER}=8.7\text{MPa}$ ）の半分以下である。

5. 耐風安定性 風洞模型試験に先立ち、各架設段階における固有値解析を実施した。2 種の架設系に対するねじれ 1 次の固有振動数 f_T とねじれ・曲げ振動数比 f_T/f_B の変化は、図-8 に示すとおりである。2 次元ばね支持模型試験では、 f_T/f_B を変化させてフラッタ限界無次元風速 V_{Fr} を求めた。得られた実験結果を図-9 に○印で示す。ただし、迎角 $-3^\circ \sim +3^\circ$ ではフラッタを生じなかったもので、 $+6^\circ$ に対する安全側の結果を示している。図中 Selberg's Eq. と記された曲線は、Selberg の式で求めた近似値であり、これを用いて $f_T/f_B > 1.5$ における実験値を補間した。この実験値と図-8 を用いて、各架設段階におけるフラッタ限界風速 V_F を算定した。その結果を図-10 に示す。図より、側方架設法が中央架設法より耐風安定性が良好であること、および 2 種の架設法とも 8 割架設時に V_{Fr} が最低値を示し、その値はそれぞれ約 65m/s と約 55m/s と高いことがわかった。

6. むすび ハイブリッド吊床版歩道橋架設系の静力学特性と耐風安定性について検討した結果、次のことがわかった。① 2 種の架設法の各架設段階における各部材応力度は、許容値をはるかに下回っている。② 2 種の架設法の各架設段階とも、フラッタ限界風速は高い。

キーワード: ハイブリッド吊床版歩道橋, 架設系, 幾何学的大変形・非線形, 接線剛性法, 解体計算, 耐風安定性
連絡先: 〒813-8503 福岡市東区松香台 2-3-1 九州産業大学 工学部 土木工学科 TEL: 092-813-5679

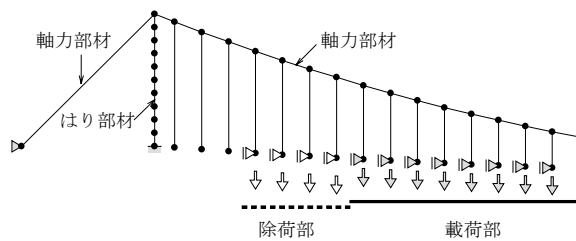


図-1 中央架設法

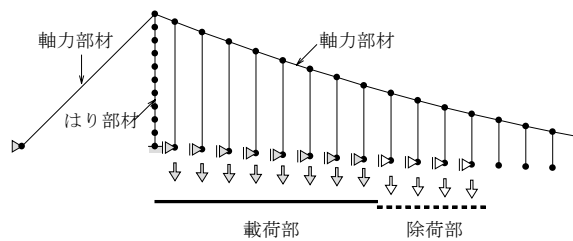


図-2 側方架設法

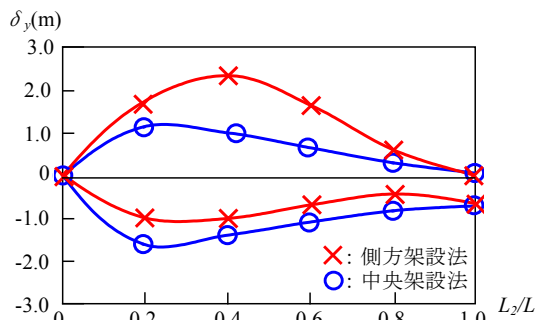


図-3 上ケーブル最大たわみの変化

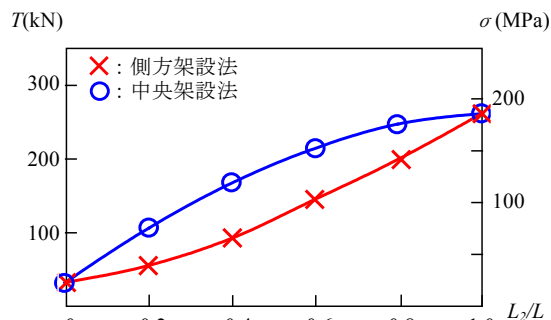


図-4 上ケーブル張力の変化

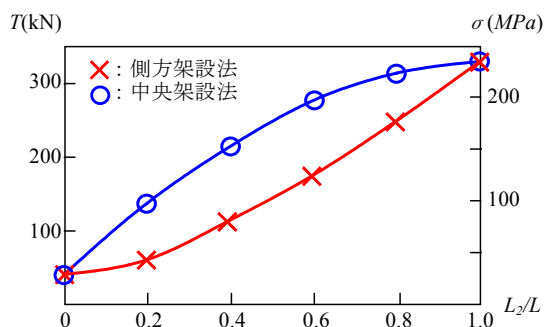


図-5 バックステイクケーブル張力の変化

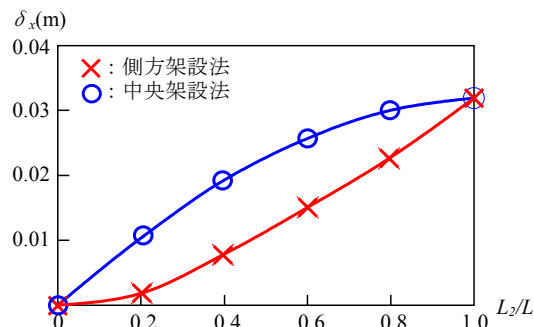


図-6 塔頂水平変位の変化

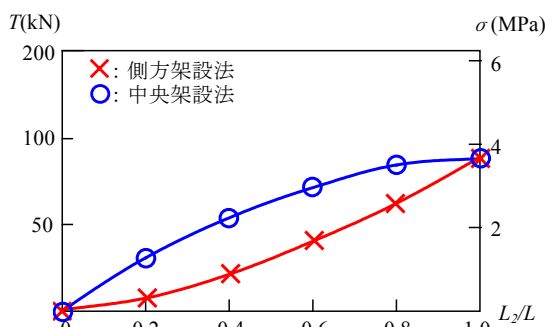


図-7 塔基部曲げモーメントの変化

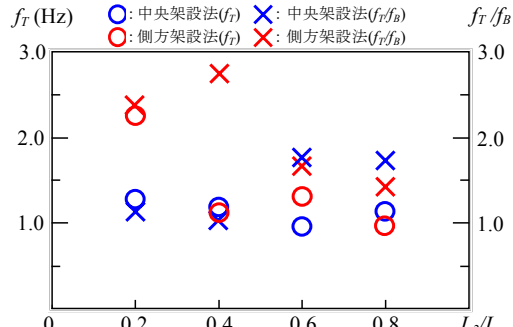


図-8 ねじれ固有振動数とねじれ・曲げ振動数比の変化

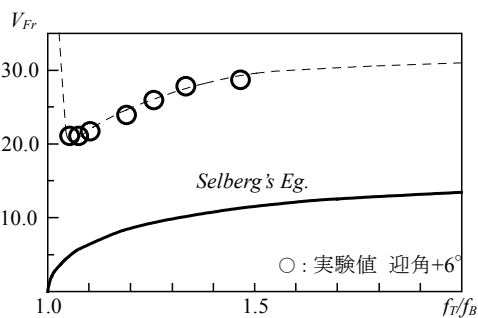


図-9 曲げ・ねじれフラッタ実験結果と Selberg 曲線

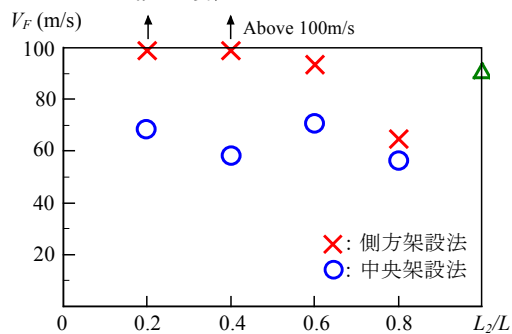


図-10 フラッタ限界風速の変化

- 参考文献 1) Tanaka, T. et al.: A Study on Improving the Design of Hybrid Stress-Ribbon Bridges and Their Aerodynamics Stability, *J. Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol.90, pp.1998-2006, 2002.
- 2) 土木学会: ケーブル・スペース構造の基礎と応用, 鋼構造シリーズ II, 丸善出版, pp19-41, 1999.