

ハイブリッド吊床版歩道橋架設系の静力学特性

九州産業大学 学生会員 原田 健彦, 同 田中 孝久
正 会 員 吉村 健, 非会員 山田 周作

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橋歩道橋を提案し、予備設計したスパン 123m の構造について静力学特性、耐風安定性、道路橋への適用の可能性等について検討した¹⁾。他形式と比べ、吊形式橋梁の架設系はとくに不安定であって、架設法と架設時の力学特性について十分な検討が必要であるので、本橋架設系について検討した。その結果の概要を本文に記す。

2. 架設手順 本橋の上部構造は、コンクリート塔で支持されたサグ比 10% の上ケーブル、アース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幅 2.3m の主桁で構成されている。この主桁は、直径 22cm の円形断面の 2 鋼管もしくは 2PC のエッジガーダ、オーブングレーティング床版、鋼アングル横構および鋼 I 型断面横桁で構成されており、鉛直吊材を介した上ケーブルおよび下ケーブルで吊られている。長さ 2m の 1 セグメントの重量は、鋼と PC でそれぞれ 3.74kN と 5.69kN である。

架設にあたっては、下ケーブルを利用してプレキャストセグメントをスパン中央部もしくは対岸側に順次送り出し、吊材で上ケーブルに吊り上げる。セグメントを仮結合し、架設の最終段階で下ケーブルに張力を導入してサグを調整した後、PC にプレストレスを導入もしくは鋼管相互を剛結する。

3. 解析法 架設系は不安定構造であり、構造解析では特別の工夫が必要である。広く用いられているように、ケーブルに曲げ剛性を持たせた系を用いて解析すると、図 1(a), (b) に 1 点鎖線で示すように非載荷部ケーブルがそり上がる。そこで、大きな初期張力を導入して解析すると、図中実線で示すようにそり上がりは修正されるが、導入張力による付加剛性が応答に及ぼす影響を算定できない。そこで本研究では、図 2(a) に示すようにケーブルを 1 次元部材 (ばね) 要素で構成した。このケーブルに斜吊材を結合し、ローラー支承で吊材下部節点の水平変位を拘束して、この節点にセグメント重量をかけた (仮結合によりセグメントの水平変位拘束)。最も重要なことは、ケーブルのたわみ曲線が同一荷重を受ける単純梁の M -図と相似なことである。この事実を利用して、初期骨組線としてこの M -図を用いることにより、幾何学的大変形・非線形問題の大半は解決できる²⁾。部分載荷すると、斜吊材から及ぼされるケーブル節点力の鉛直成分 V_i は所要値 (P_i あるいはゼロ) と異なる値を示し、水平成分 H_i もゼロではない (図 2(b))。そこで、過不足分をケーブル節点に外力として加え、この操作を反復することにより正解に収斂させることが出来る。

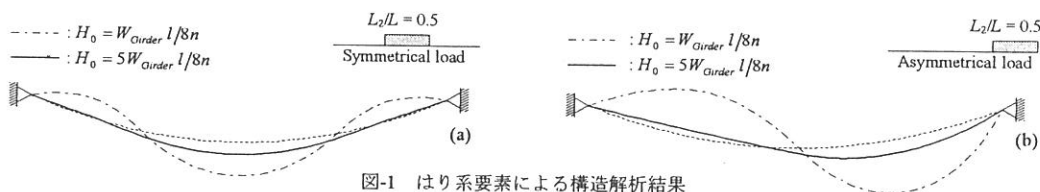


図-1 はり系要素による構造解析結果

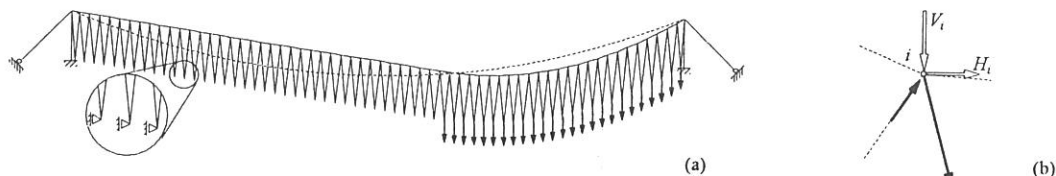


図-2 ばね系 (1 次元部材) 要素による解析モデル

4. 解析結果 (PC エッジガーダ) 対称および非対称の送り出し架設時のケーブル最大下向き・上向きたわみ (図 2(a)参照) を、載荷長 L_2/L (L はスパン長) を横軸にとり図示して図 3(a), (b)の実線の曲線を得た。図中、実線と破線の差は弾性変形の寄与を表す。非対称載荷すると、架設の初期段階で約 9m と 4m を越す上向き・下向きたわみを生じている。上ケーブルとバックステイクケーブルの張力変化は図 4(a), (b)に示すとおりであり、いずれの架設法でもほぼ同様の特性が認められる。また、塔頂部水平変位の最大値 3cm は完成時に生じ (図 5(a), (b)), この時の塔基部の曲げモーメントは、約 $150\text{kN}\cdot\text{m}$ である (図-6)。なお、応答に見る非線形性は大きくなく、所要値の 5 倍載荷しても最大たわみに見る線形解析との差異は約 15% であった。

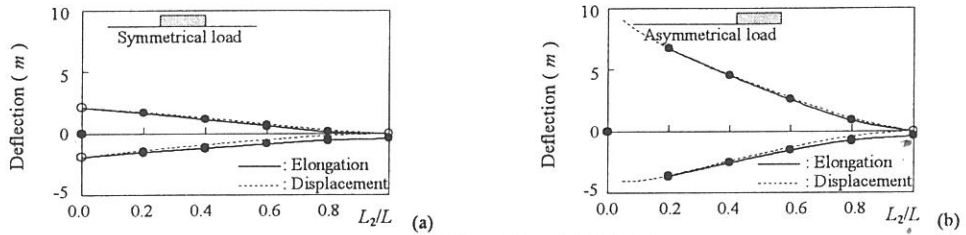


図-3 ケーブル最大下向き・上向きたわみ

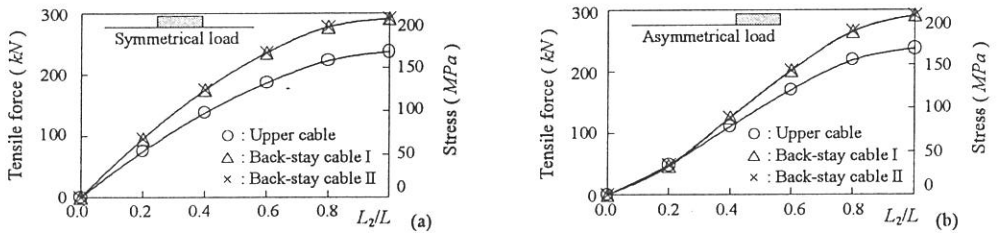


図-4 上ケーブルとバックステイクケーブルの最大張力

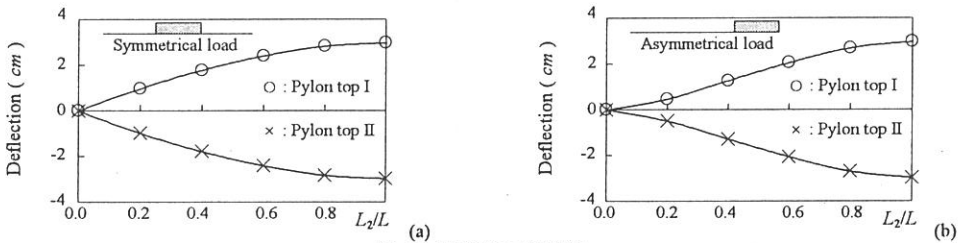


図-5 塔頂部の水平変位

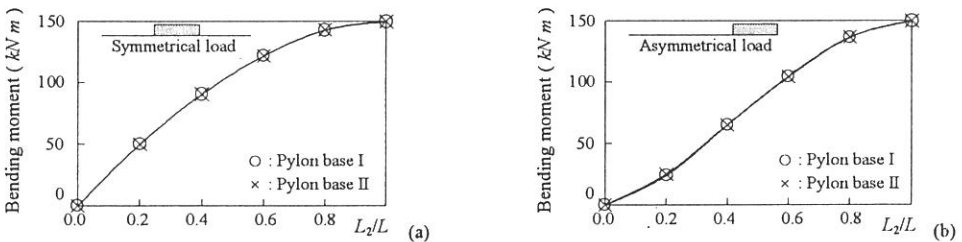


図-6 塔基部の曲げモーメント

5. むすび ハイブリッド吊床版歩道橋の架設法と架設系の静力学特性を検討した。解析にあたっては、不安定な系を安定化させて反復法で解を得た。この手法により、変形と断面力の特性を把握することができた。

参考文献 1) Tanaka, T. et al.: A Study on Improving the Design of Hybrid Stress-Ribbon Bridges and Their Aerodynamic Stability, *J. Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, to be published. 2) 大地 羊三: 構造解析とコンピュータ, 産業図書株式会社, pp. 253-262, 1971.