

ハイブリッド吊床版道路橋架設系の静力学特性

九州産業大学 正 ○原田健彦, 同 正 吉村 健, 佐賀大学 正 井嶋克志,
九州産業大学 正 田中孝久, 同 学 森田正一

1. まえがき 筆者らは、吊床版橋と吊橋を複合させた単径間のハイブリッド吊床版歩道橋を提案・開発してきた。そこで得られた知見を基に、橋長 $L=200\sim600\text{m}$ の道路橋の上部工を試設計し、その静力学特性を検討した¹⁾。本文では、本橋架設系の静力学特性を検討した結果のうち、主として $L=400\text{m}$ の構造に対するもの²⁾を記す。

2. 本橋の特徴と桁架設方法 図-1 に示すように、本橋の上部構造は、RC 製の塔、サグ比 10% の上ケーブル、サグ比 2% の下ケーブルおよび主桁から構成される。総幅 13m の主桁は、直径 70cm の 2 鋼管エッジビーム、オープングレーティング床版、高さ 0.7~2m の鋼変断面床桁、上・下横構および傾斜横構から構成された準閉断面桁となっている。

本橋の桁架設では、全ヒンジ工法により、長さ 24m (6m の 4 セグメント; $L=200$ と 600m ではそれぞれ 2 と 6 セグメント) の桁 1 ブロックをスパン中央部から両岸へ対称に架設する。本提案橋梁の特徴のひとつは、下ケーブルを架設に有効利用できることにある。具体的には図-2 に示すように、下ケーブルに支持された運搬台車で桁ブロックを所定の位置に移動させ、ジャッキアップにより吊材にまず固定する。次に、桁ブロックを架設ヒンジにより既設ブロックに仮連結し、下ケーブルに仮定着する。そして、全ブロック架設終了後にブロック同士を剛結する。検討にあたっては、各架設ステップ (STEP 1~9) における各々の部材のたわみと断面力特性を調べた。なお、運搬台車とリフティングビーム (以下に LB と略称する) を併用した工法についても併せて検討した。

3. 解析方法 幾何学的非線形性を考慮した大変位理論に基づく接線剛性法により、数値解析を行った。ただし、使用した解析ソフト (Forum 8 社製「UC-Win/Frame 3D」) は「要素の追加と削除」機能をサポートしないため、架設系の検討に広く用いられている連続した解体計算によらず、各架設ステップで独立した解析モデルを作成するなどの工夫を凝らした。解析に使用した平面解析モデルの一例と死荷重を図-3 と表-1 にそれぞれ示す。

4. 解析結果 (a) 上・下ケーブルたわみ 上・下ケーブルの変形図を図-4 に示す。これらの図は、代表例として STEP 1, 4 および 7 の結果を示している。上・下ケーブル共に大きな下方変位を示すが、特に桁架設前半において、上ケーブル側方部が上方に変位することが図に見てとれる。図-5 は、桁架設進捗に伴う上・下ケーブルたわみの変化を図示したものである。図中、横軸は桁架設長 L_2/L を示しており、破線と実線は、それぞれ上ケーブルと下ケーブルに対する結果を示す。○印で示す下ケーブル中央部 ($L/2$ 点) の最大たわみは、 $L_2/L=0.1$ のときに生じ、その値は 4.7m である。この値は、本橋と同規模の既設吊橋に比べて決して大きな値ではない。なお、LB を併用した場合でも、下ケーブル中央部の最大たわみは高々 5.3m であった²⁾。

(b) 上・下ケーブル軸力 上・下ケーブルに生じる最大軸応力度の変化を図-6 に示す。図中破線と実線は、それぞれ上ケーブルと下ケーブルに対する結果を示す。ケーブル試設計の際、上ケーブル断面積は主桁のたわみ制限で決定したので、完成系ではその最大軸応力度は許容値 σ_a を大幅に下回るものであった¹⁾。図に見るように、架設時でもその状況は変わらない。一方下ケーブルは、許容応力度でその断面積を決定した¹⁾。図に見るように、架設時でもその状況は変わらず、最大軸応力度は設計値 (死+活荷重載荷時) の 9 割であった。なお、LB を併用した場合でも、下ケーブル最大軸応力度は架設時許容応力度 σ_{aE} ($=\sigma_a \times 1.25$) の約 7 割であった²⁾。

(c) エッジビーム曲げ応力度 エッジビームに発生する最大曲げ応力度の変化を図-7 に示す。図中破線は、架設ヒンジを設けずに桁ブロック間を逐次剛結した場合の結果である。主桁のたわみが大きくなる桁架設前半において、ヒンジの挿入により曲げモーメントが小さくなることが図に見てとれる。ただし、エッジビーム最大曲げ応力度は、いずれにおいても σ_{aE} を大幅に下回る結果であった。なお、この結果は LB を併用した場合でも同じであった²⁾。

(d) $L=200$ と 600m の構造に対する結果 $L=400\text{m}$ の構造に対する上記結果と比較すると、 $L=600\text{m}$ の構造にお

キーワード：ハイブリッド吊床版橋；架設系；静力学特性；幾何学的非線形性；数値解析。

連絡先：〒813-8503 福岡市東区松香台 2-3-1, Tel：092-673-5679, Fax：092-673-5093, E-mail: takeshi@ip.kyusan-u.ac.jp.

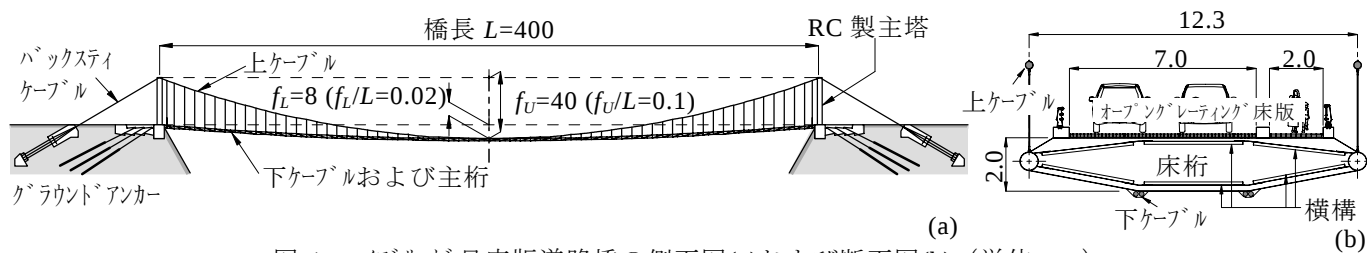


図-1 ハイブリッド吊床版道路橋の側面図(a)および断面図(b)（単位：m）

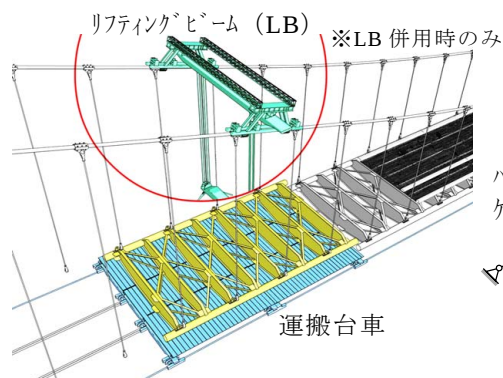


図-2 桁架設イメージ

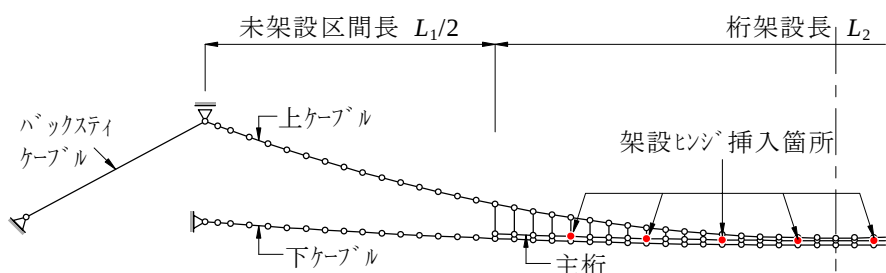


図-3 使用した平面骨組数値解析モデルの一例（STEP 5）

表-1 解析に用いた死荷重

橋 長 (m)		200	400	600	単位
主 桁		33.4			kN/m/Br
ケー ブル	上ケーブル	3.07	7.68	5.76	
	下ケーブル	3.07	7.68	5.76	
	合 計	6.14	15.4	11.5	
桁ブロック		410	820	1230	kN
運搬台車		1000			
リフティングビーム		1200			

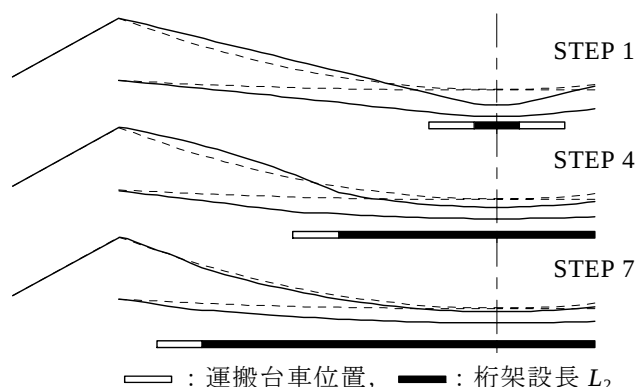


図-4 上・下ケーブル変形図（変位倍率：3倍）

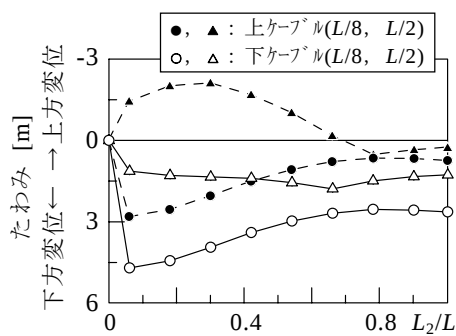


図-5 上・下ケーブルのたわみ

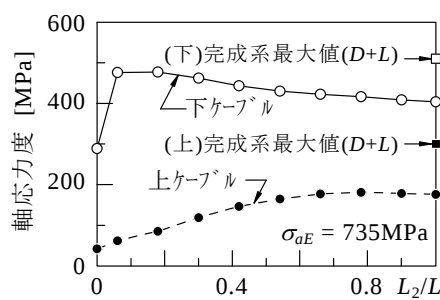


図-6 上・下ケーブル最大軸応力度

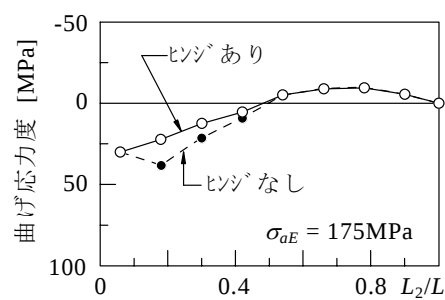


図-7 エッジビーム最大曲げ応力度

いては、上ケーブルの上下方向の最大たわみが約 4 割増になること、ならびにエッジビーム最大曲げ応力度が約 5 割増になることを除けば、上記の結果とほとんど変わらなかった。L=200m の構造については、たわみと応力度の最大値は、L=400m の構造に対する上記結果より更に小さいことは容易に予想できる。

5. むすび 先に試設計したハイブリッド吊床版道路橋架設系の静力学特性を調べた結果、桁架設初期に大変形を生じるものの極端に大きな値ではないこと、ならびに各断面力は許容値内であることがわかった。つまり、完成系と同様に架設系においても、本提案橋梁が L=200~600m の道路橋に適用可能であることを示唆した。

参考文献 1) 原田健彦 他：ハイブリッド吊床版道路橋の提案と試設計，構造工学論文集，Vol. 51A，pp. 69-77，2005。

2) 原田健彦 他：ハイブリッド吊床版道路橋架設系の静力学特性，九州産業大学工学部研究報告，第 42 号，pp. 243-250，2005。