

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 学 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 著者らは、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橋を提案し、これまでに種々の検討を重ねてきた。そこでは、先に提案された歩道橋に関する検討結果を踏まえて橋長 200~600m の道路橋を試設計し、その静力学特性について検討を行った¹⁾。本文では、残された課題のひとつである架設系の静力学特性について検討した結果の概要を記す。検討対象は、橋長 400m の構造のみである。

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、2 鋼管エッジビーム、オーブングレーティング床版、鋼 I 型断面床桁、上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 の桁ブロック(4 セグメント分)をスパン中央部から両岸へ向けて 1 つずつ対称に架設する。桁の架設にあたっては、まず、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鉛直吊材に固定する。次に、桁ブロック同士を架設ヒンジにより仮連結し、桁ブロックを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、各桁架設ステップ(STEP 1~9)における各部材のたわみと断面力特性をそれぞれ調べた。なお、運搬台車とリフティングビーム(以下、LB と称す)を併用した桁架設法についても併せて検討した。また比較のため、架設ヒンジを設けない逐次剛結法についても同様の検討を行った。

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、使用した数値解析ソフトには要素の追加と削除に制限があったため、架設系の検討で広く用いられる解体計算に依らず、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骨組みモデルの一例ならびに死荷重を図-2 と表-1 にそれぞれ示す。なお簡単のため、本解析モデルでは主塔要素を省略して塔頂を水平ローラーで拘束した。また、各ケーブル初期張力の入力には温度荷重を用いた。

4. 解析結果 (a)上・下ケーブルのたわみ 上・下ケーブルの変形図を図-3 に示す(桁ブロックは下ケーブルに仮定着するので、その変形は下ケーブルに追従する)。これらの図は、代表例として STEP 1, 4 および 7 における結果を示している。上・下ケーブルとも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が上方に変位することが図に見て取れる。図-4 は、桁架設長 L_2/L を横軸にとり、桁架設進捗にともなう上・下ケーブルたわみの変化を図示したものである。図中青線と赤線は、それぞれ上ケーブルと下ケーブルに対する結果を示しており、●印と○印は、それぞれ $L/8$ 点と $L/2$ 点における結果である。赤○印で示す下ケーブルの $L/2$ 点における最大たわみは、 $L_2/L=0.1$ 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ものではない。なお、運搬台車がたわみに与える影響を調べた結果、定性的に同様の特性を示したし、LB を併用した場合でも、下ケーブルの $L/2$ 点における最大たわみは、高々 5.3m であった。また、架設ヒンジがたわみに与える影響は全くなかった。

(b)上・下ケーブル軸力 図-5 は、上ケーブルと下ケーブルに生じる最大軸応力度の変化をとりまとめたものである。図中青線と赤線は、それぞれ上ケーブルと下ケーブルに対する結果を示している。上ケーブル断面積は主桁のたわみ制限で決定されたので、完成系ではその最大応力度は許容値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、下ケーブルについては、許容応力度でその断面積が決定された¹⁾。図に見るように、架設時でもその状況は同じであり、最大軸応力度は、設計値(死荷重+活荷重載荷時)の 9 割(架設時許容応力度 σ_{aE} に対しては 7 割弱)となった。なお、運搬台車が応答に与える影響を調べた結果、定性的に同様の特性を示したし、LB を併用した場合でも、下ケーブル最大軸応力度は σ_{aE} の約 7 割であった。また、架設ヒンジが応答に与える影響は全くなかった。

(c) **エッジビーム曲げ応力度** 図-6 は、主桁に生じる曲げモーメントの分布を示したものである。これらの図は、代表例として STEP 1, 4 および 7 の結果を示しており、図の(a)と(b)は、それぞれ架設ヒンジありとなしに対する結果である。ヒンジの挿入により、ブロック連結箇所で曲げモーメントがキャンセルされ、その絶対値が小さくなるのが図に見てとれる。図-7 は、エッジビームに発生する最大曲げ応力度の変化をとりまとめたものである。図中赤線と青線は、それぞれ架設ヒンジありとなしの結果を示している。いずれにおいても、エッジビーム最大曲げ応力度は σ_{aE} を大幅に下回る結果となった。なお、図-6 と図-7 に見る桁架設後半に生じる負の曲げモーメントは、運搬台車を無視した場合には発生しなかった。また、LB を併用した場合でも、エッジビーム最大曲げ応力度は、 σ_{aE} を大幅に下回る結果となった。

5. まとめ 先に試設計した複合形式道路橋架設系に対する静力学特性について調べた結果、桁架設初期に大きなたわみ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。

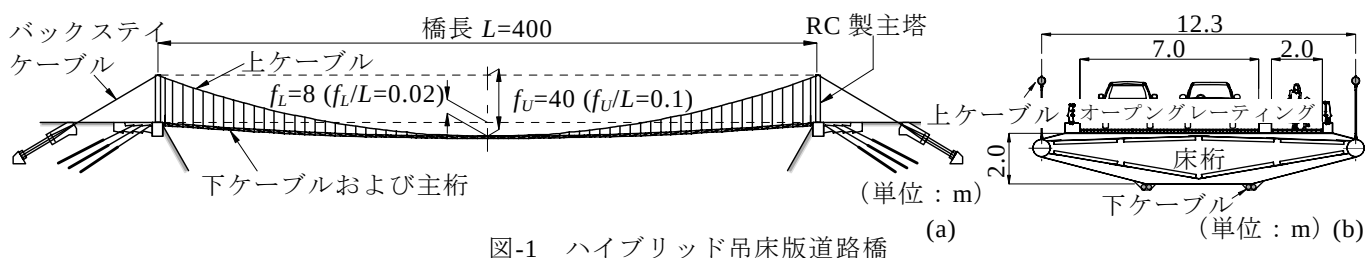


図-1 ハイブリッド吊床版道路橋

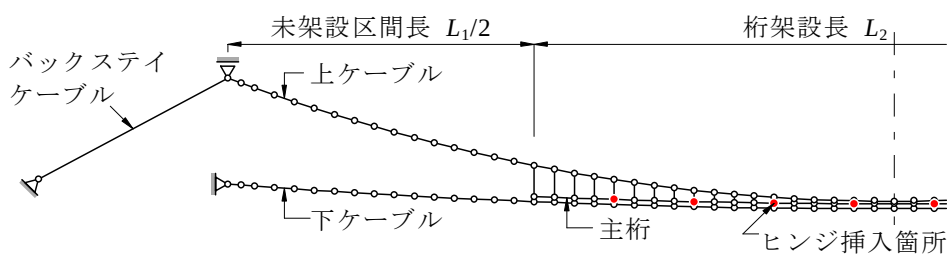


図-2 使用した平面骨組み数値解析モデルの一例 (STEP 5)

表-1 解析に用いた死荷重			
主 桁		33.4	kN/m/Br
ケーブル	上ケーブル	7.68	
	下ケーブル	7.68	
	合 計	15.4	
桁ブロック		820	kN
運 搬 台 車		1000	
L B		1200	

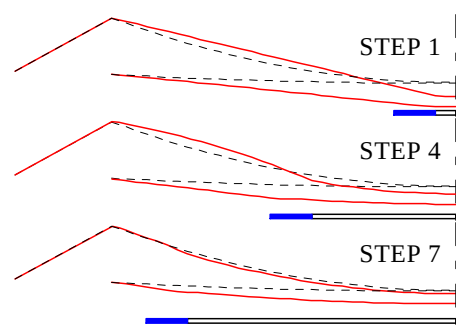


図-3 ケーブル変形図 (変位倍率: 3 倍)

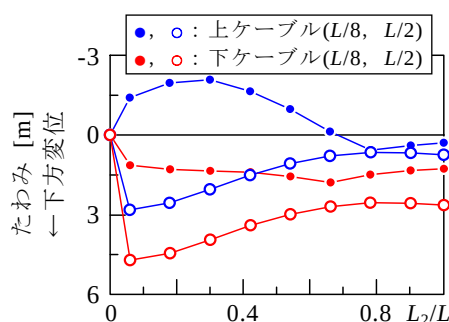


図-4 上・下ケーブルたわみの変化

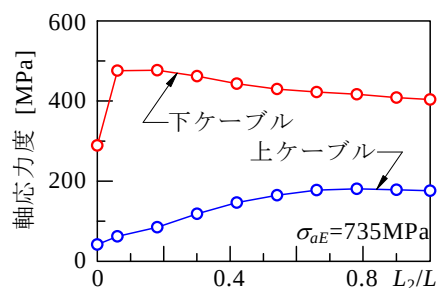


図-5 上・下ケーブル最大軸応力度の変化

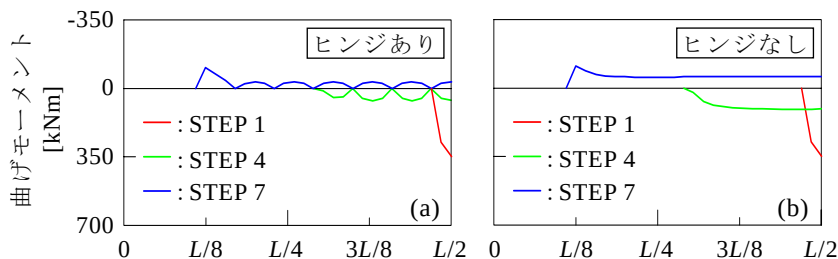


図-6 主桁に生じる曲げモーメントの分布

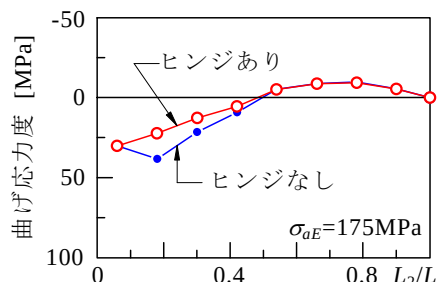


図-7 エッジビーム最大曲げ応力度の変化

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.