

コンクリート自碇式吊床版橋の長支間化が終局耐力に及ぼす影響

建設技術研究所 正会員 羽根 航

三井住友建設 正会員 近藤真一

首都大学東京 正会員 中村一史・フェロー 前田研一

1. まえがき

コンクリート自碇式吊床版橋は、コンクリート曲弦トラス橋とともに、急峻な渓谷などで単径間の橋梁を建設する場合に優位性を発揮する橋梁形式であり、完成後は自碇構造となることから、架設地点の地形、地盤条件に左右されにくい。既往の研究¹⁾では、100m以下の支間であればコンクリート曲弦トラス橋よりも設計上有利となる可能性も十分にあるといわれている。そこで、本研究では、支間を変えて自碇式吊床版橋を試設計し、それらを対象に弾塑性有限変位解析を行って、長支間化が終局挙動に及ぼす影響を検討する。

2. 解析モデルと解析条件

対象としたコンクリート自碇式吊床版橋は、支間 60m, 80m, 100m で有効幅員 8.0m の道路橋である。その代表的なものとして、支間 80m の一般図を図-1 に示す。本形式の橋梁の構造は、コンクリート主桁、放物線状のコンクリート吊床版および鋼製の鉛直材などの主要部材から構成されている。また、主桁図心と吊床版図心の距離（構造高）は、支間中央においてそれぞれ、4.8m, 6.4m, 8.0m とし、いずれも構造高を支間で除した構造高の比は 1/12.5 である。試設計は、コンクリート標準示方書²⁾に準拠して、限界状態設計法により行った。コンクリート設計基準強度は 40N/mm^2 とし、PC 鋼材の材質はすべて SWPR7B とした。算定された断面諸元を表-1 に示す。

解析には、ファイバーモデルによる弾塑性有限変位解析³⁾を適用し、各部材を有する図-2 に示すような完成系の平面骨組構造解析モデルを用いた。また、断面は、図-3 に示すようなファイバー要素に分割してモデル化を行った。荷重・荷重条件は、(1)全載：死荷重および活荷重全載を漸増させる場合の $\beta(D+L_{\text{all}})$ 、(2)半載 A：死荷重および活荷重半載を漸増させる場合の $\beta(D+L_{\text{half}})$ 、さらに、(3)半載 B：活荷重半載のみを漸増させる場合の $\beta(L_{\text{half}})$ 、の 3 ケースについて検討を行った。ここで、D は死荷重、 L_{all} 、 L_{half} は B 活荷重、 β は荷重倍率であり、荷重増分法により $\beta=1.00$ から漸増させ、いずれの断面においても圧縮縁のコンクリートひずみが終局ひずみ ($\epsilon_{\text{cu}}=0.0035$) に達した時点、あるいは PC 鋼材が破断ひずみ ($\epsilon_{\text{u}}=0.035$) に達した時点をもって破壊と判定した。なお、限界状態設計法に基づいて所要の照査荷重倍率を求めると、 $\beta_c=1.66$ であった。

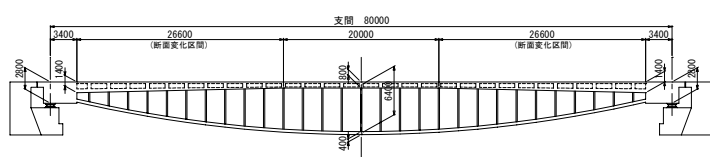


図-1 支間 80m モデルの一般図

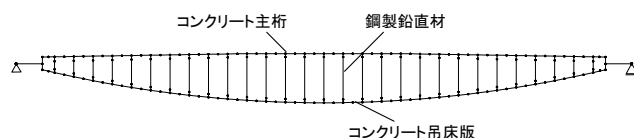


図-2 平面骨組構造解析モデル

表-1 各支間の断面諸元（試設計結果）

		60 (m)	80 (m)	100 (m)
主桁 (標準部)	A (m ²)	3.28750	3.58750	3.88750
	I _{in} (m ⁴)	0.08789	0.31096	0.69298
主桁 (端部)	A (m ²)	6.44750	6.84750	7.24750
	I _{in} (m ⁴)	0.64902	1.58835	3.03139
吊床版	A (m ²)	3.07020	3.07020	3.07020
	I _{in} (m ⁴)	0.03355	0.03355	0.03355
鉛直材	A (m ²)	0.048740	0.048740	0.048740
	I _{in} (m ⁴)	0.000254	0.000254	0.000254

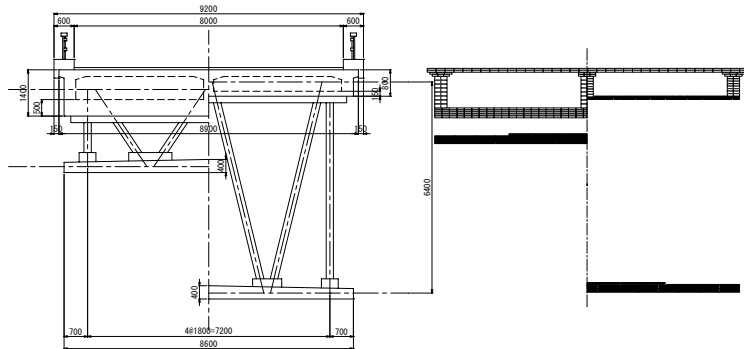


図-3 支間 80m モデルの断面図およびファイバー要素分割図

Key Words : コンクリート自碇式吊床版橋, 支間長, 耐力, 弾塑性有限変位解析, 限界支間

連絡先 : 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL.0426-77-1111 FAX.0426-77-2772

3. 解析結果とその考察

支間を変化させた3つの解析モデルに対して、3つの载荷ケースにおける終局荷重倍率を図-4に示す。支間が長大化するにつれて、全載および半載 A では、耐力力が低下する傾向が見られた。一方、逆対称モードの影響を強く受ける半載 B については、支間が長大化するにつれて耐力力が向上する傾向となることがわかった。また、荷重载荷条件の違いによる比較を行った結果、いずれの支間においても、活荷重全載時の終局荷重倍率が低いことから、全載の場合が最も厳しい载荷条件であることがわかった。したがって、最も厳しい活荷重全載の支間 100m の場合、照査値 $\beta_c=1.66$ にかなり迫ることがわかる。

次に、最も厳しい载荷条件となった全載における荷重変位曲線を図-5に示す。図より、支間を変化させたすべてのモデルで、吊床版部におけるコンクリートのひび割れ、および、吊床版部の PC 鋼材の降伏が生じるところで、それぞれ構造系全体としての剛性の低下が見られ、支間が長大化するほど、その低下の傾向が顕著に現れることがわかった。

さらに、全載における支配的な部位の履歴を図-6に示す。いずれの支間においても、吊床版部の鉄筋および PC 鋼材が降伏を迎えてから、主桁部のコンクリートが圧壊に至ることがわかる。コンクリート吊床版部に配置された鉄筋および PC 鋼材は、降伏した後もその伸びが生じることを考慮すれば、この破壊は粘り強く緩やかな破壊となるため、コンクリート自碇式吊床版橋は安全な構造物であることが確かめられた。また、破壊時における変形モードの代表的なものとして、支間 100m モデルの終局モードを図-7に示す。全載では対称モード、半載では逆対称モードとなり、ここでは図を略したが、全てのモデルで同様の終局モードを示し、主桁コンクリートの圧壊で終局状態に至った。

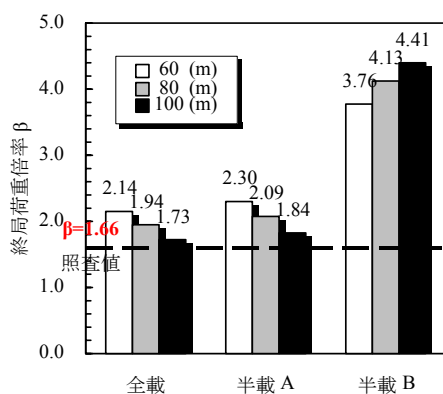


図-4 終局荷重倍率の比較

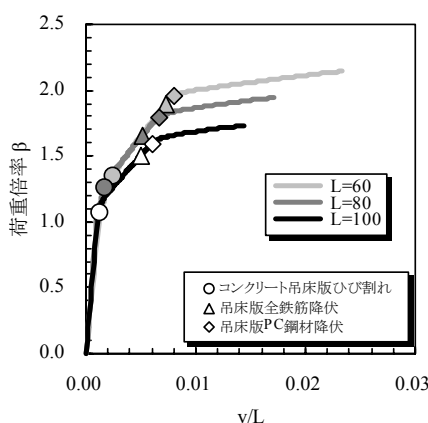


図-5 全載における L/2 点の荷重変位曲線

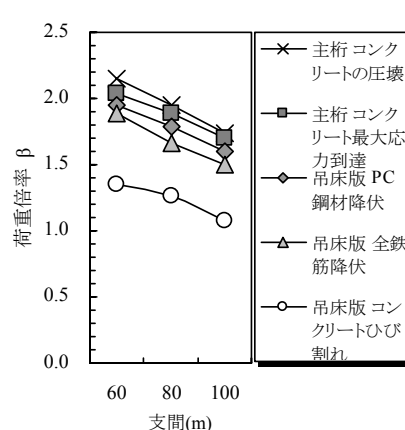


図-6 全載時の支配的な部位の履歴

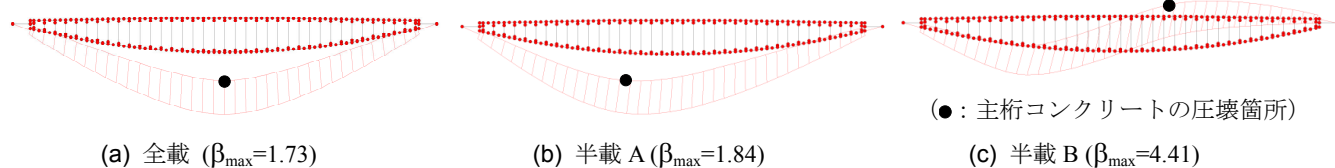


図-7 支間 100m モデルの終局モード

4. まとめ

本研究の結果、全ての支間の場合において、コンクリート主桁部での圧壊を迎えることがわかった。また、最も厳しい荷重载荷条件であった全載の場合において、長支間化によって荷重倍率は低下する傾向になることがわかり、ここでは、支間 100m が本形式の橋梁におけるほぼ限界支間となっていることがわかった。したがって、コンクリート自碇式吊床版橋の長支間化を目指すにあたって、その実現可能性を十分に把握することができた。

参考文献

- 1) 近藤真一, 梶川康男, 深田幸史, 前田研一: コンクリート曲弦トラス橋の構造特性と道路橋への適用, 土木学会論文集, No753/V-62, pp.107-126, 2004.2.
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書・構造性能照査編, pp.1-122, 2002.3.
- 3) ヤマト設計: 3次元ファイバーモデルによる鋼構造物の耐震解析システム Y-FIBER3D, 2001.11.