

合成床版橋を対象とした FEM 解析における鉄筋のモデル化の必要性に関する一検討

長崎大学大学院 学生会員 ○松本久幸
JFE エンジニアリング(株) 正 会 員 小 島 実

長崎大学工学部 正 会 員 中村聖三
JFE エンジニアリング(株) 正 会 員 熊野拓志
長崎大学工学部 フェロー会員 高橋和雄

1. はじめに

近年、河川の計画水位の上昇による周辺道路の急勾配化等の問題から、桁高の低い橋梁が求められている。他形式橋梁と比較して構造高を低く抑制できる鋼-コンクリート合成床版橋は、その特徴から採用されるケースが多い橋梁形式である¹⁾。合成床版橋の床版コンクリート中には鉄筋が配置されており、中間支点近傍などの負曲げが作用する部分においてはコンクリートに作用する引張力を負担する役割を担っている。ここで、有限要素解析を行う際には、解析モデルの作成を容易にし、かつ解析時間を短縮するために、鉄筋のモデル化を行わずに解析を行うことも考えられる。本研究では、鉄筋の有無による合成床版橋の力学的挙動の違いを明らかにするとともに、鉄筋のモデル化の必要性について FEM 解析により簡易的な検討を行った。

2. 対象構造

検討対象は、支間長が 25.5m の 2 径間連続合成床版橋であり、**図-1** に示すように中間支点部で橋軸方向 600mm の範囲にわたり床版コンクリートが底鋼板上まで打下してあるものと、中間支点部においても中空としたものの 2 ケースとした。一般部の主桁は、260mm 厚の床版コンクリートを上方に配置した中空構造である。本検討では、簡略化のため主桁一本のみを**図-2** に示すように取り出した構造をモデル化する。鉄筋が存在するモデルにおいては、直径 16mm の鉄筋を床版上面にかぶり 41.5mm で 7 本配置している。

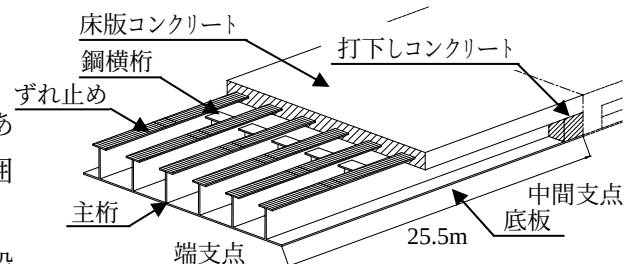


図-1 構造概要図

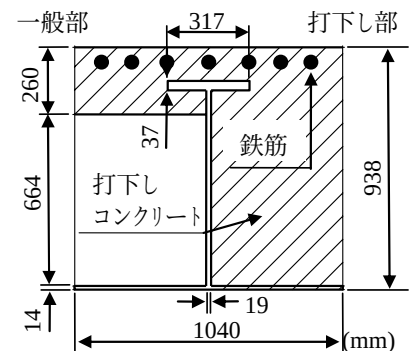


図-2 断面図

3. 解析概要

本研究では汎用有限要素解析ソフトウェア MARC²⁾を用い、材料非線形を考慮した3次元有限要素解析を実施した。鋼部材には4節点厚肉シェル要素、コンクリート部分には8節点立体要素、鉄筋には三次元トラス要素を用いた。幅員方向の分割数は8分割とし、桁高方向に48分割、橋軸方向には横桁間隔(5.29m)を10分割とした。また、支承部分は単純支持とした。作用させる外力はステップ数を50とし、荷重強度 0.015N/mm^2 に達するまで全面等分布荷重を単調増加させた。鋼材および鉄筋のヤング係数 E_s は 200000N/mm^2 、ポアソン比は 0.3、降伏条件は von Mises とし、応力-ひずみ関係を**図-3(a)**に示すようにバイリニアでモデル化した。コンクリートのヤング係数 E_c は 28000N/mm^2 、ポアソン比は 0.17、降伏条件は Mohr-Coulomb とし、圧縮域における応力-ひずみ関係は文献 3) を参考にして、**図-3(b)**に示すようにトリリニアでモデル化した。

4. 解析結果

図-4に打下しコンクリートが存在しないモデルの中間支点部コンクリート床版上面における橋軸方向ひずみ-荷重強度関係を示す。同図にはコンクリート床版上面においてひび割れが発生した時点での荷重強度と、完全に応力

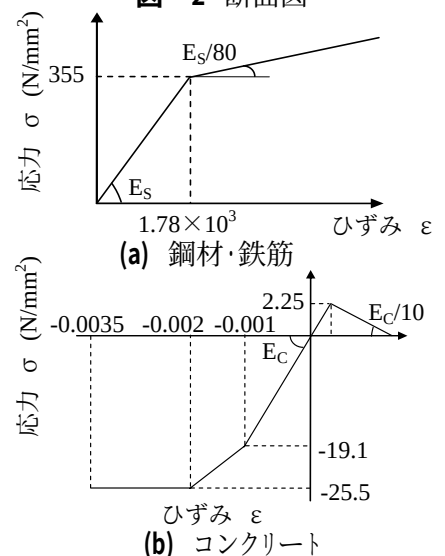


図-3 応力-ひずみ関係

キーワード: 連続合成床版橋, 鉄筋, 打下しコンクリート, 有限要素解析, 中立軸

連絡先: 〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 Tel: 095-819-2610 Fax: 095-819-2627

伝達機能を失った時点での荷重強度も示している。床版上面にひび割れが発生するまでは、鉄筋の有無によるひずみ-荷重強度関係に大きな差は見られない。しかし、コンクリートにひび割れが発生すると、鉄筋を考慮したモデルの方が床版上面の伸びが抑えられ、最終的なひずみは小さな値を示している。また、コンクリート床版上面にひび割れが発生する荷重強度は、鉄筋が存在する場合の方が7%程度高い値を示している。

図-5に打下しコンクリートが存在しないモデルの中間支点部底鋼板下面における橋軸方向応力-荷重強度関係を示す。コンクリート床版上面において完全に応力を負担しなくなる荷重強度を境に多少の応力の増加がみられるものの、発生応力は線形範囲内にとどまっておき、鉄筋の有無による底板下面橋軸方向直応力の差は比較的小さい結果であった。

図-6に打下しコンクリートが存在する場合と存在しない場合それぞれのモデルの中間支点部における中立軸高さ-荷重強度関係を示す。同図にはコンクリート全断面有効、引張コンクリート無視とした場合の中立軸高さの理論値も示している。打下しコンクリートの有無によらず、線形範囲内においては鉄筋の有無による中立軸高さ-荷重強度関係にほとんど差はないが、コンクリートにひび割れが発生すると、鉄筋がある場合の方がひび割れが発生しにくいため、中立軸の低下が遅いことが確認できる。また、打下しコンクリートが存在する場合、解析値が理論値に比べ上部に位置しているが、これは打下しコンクリート梁幅が比較的小さいため、中空断面から打下しコンクリート断面へ移行する部分において、中立軸位置の低下量が小さかったことによるものと考えられる。

5. まとめ

本研究では、2 径間連続合成床版橋を対象とし、有限要素解析を行う際の鉄筋のモデル化の有無について検討を行い、コンクリートのひび割れ発生まではコンクリート、鋼材の鉄筋の有無による差異は少ないことを確認した。しかし、コンクリートのひび割れ発生後は鉄筋の有無により挙動に差が出てくるため、終局強度を対象として検討する場合には鉄筋の考慮が必要であると考えられる。

今後の課題としては、橋梁全体モデル化による検討、終局耐力に関する検討などを考えている。

参考文献

- 1) 合成床版橋研究会:合成床版橋設計・施工指針(案),1999.8
- 2) MSC Software : MSC.Marc 2000 日本語オンラインマニュアル
- 3) 土木学会:コンクリート標準示方書,2002

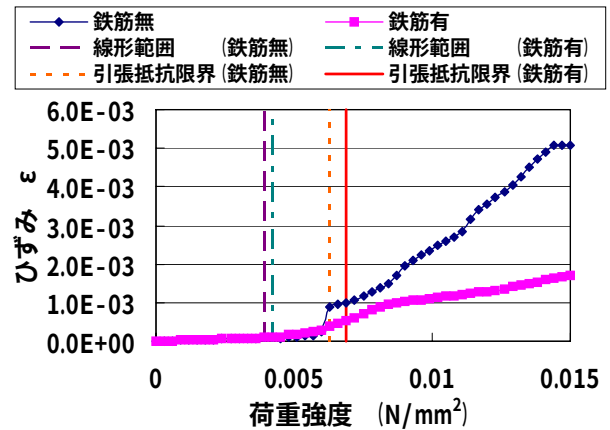


図-4 ひずみ-荷重強度関係

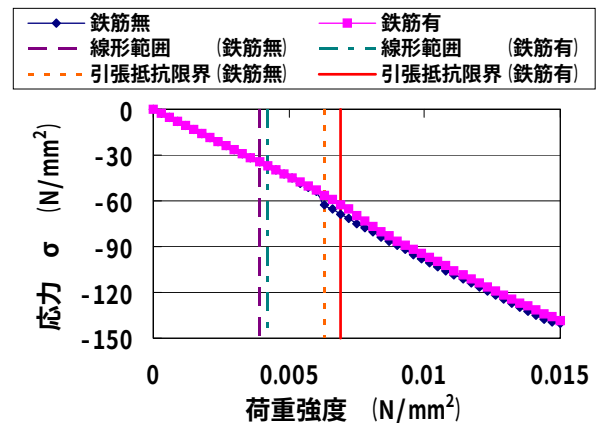
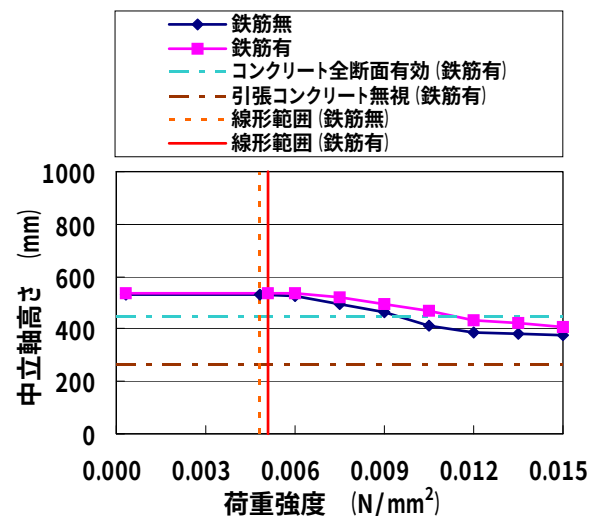
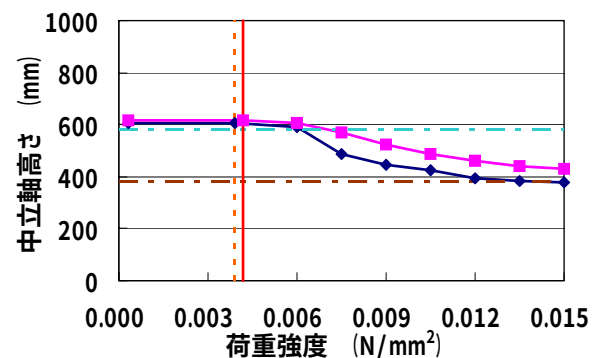


図-5 橋軸方向直応力-荷重強度関係



(a) 打下しコンクリート有



(b) 打下しコンクリート無

図-6 中立軸高さ-荷重強度関係