

連続中空合成床版橋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 長崎大学工学部 正 会 員 中村 聖三
川鉄橋梁鉄構(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や、跨道部・跨線部等において建築限界と道路の計画高が接近しているという問題から、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特徴を有した鋼-コンクリート合成床版橋は、その特徴から採用実績が増加している橋梁形式である¹⁾。実際の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、中間支点近傍等負曲げが作用する部分で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。しかし、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、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可能であると考えられる。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から橋軸方向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パターンを解析する。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としている。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。直径16mmの鉄筋が、床版上面にかぶり41.5mmで7本配置されている。

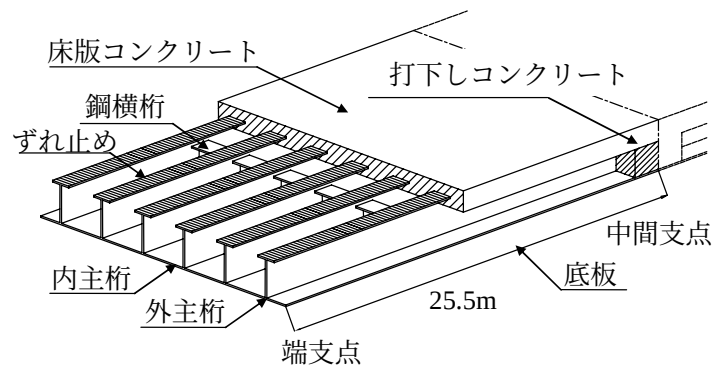


図-1 構造概要図

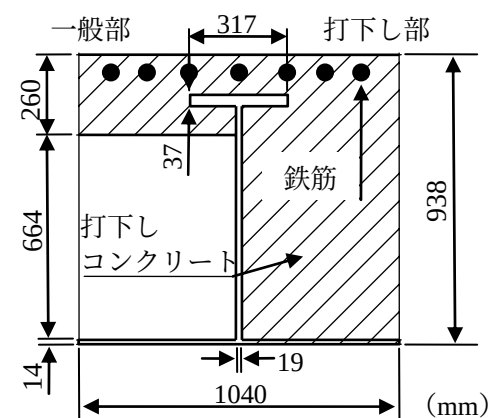


図-2 断面図

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68分割、橋軸方向には横桁間隔(5.29m)を10分割とした。支承部分は単純支持である。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 に達するよう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-ひずみ関係を文献3)を参考にし図-4に示すようにトリリニアでモデル化した。

4. 解析結果

図-5に打下しコンクリートが存在する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

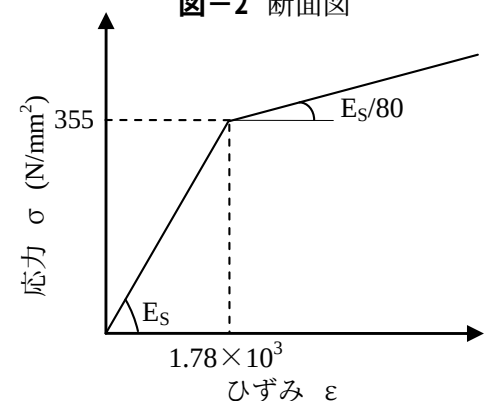


図-3 応力-ひずみ関係 (鋼材・鉄筋)

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、完全に応力伝達機能を失った時点での荷重強度も示している。図-5より、コンクリート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コンクリート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-6に打下しコンクリートが存在する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。

図-6より、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あたりを境に多少の応力の増加がみられるが、線形範囲内、コンクリート床版ひび割れ発生後ともに、鉄筋の有無による底板下面直応力橋軸方向直応力関係に大きな差が無いことがわかる。

図-7に打下しコンクリートが存在する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。図-7より、線形範囲を超えると荷重強度の増加に伴い中立軸位置の低下が起こっている。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いため、中立軸の低下が遅いことが確認できる。また、解析値が理論値に比べ上部に位置しているが、この理由としては、支間長に対して打下しコンクリート梁幅が短すぎるため、打下しコンクリートがなく中立軸が高い位置から中立軸位置の急激な低下が起こっていないためであると考えられる。

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モデル化の必要性について検討を行った。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。差異が認められたとしても、鉄筋を無視すれば安全側であるため、設計荷重レベルまでであれば鉄筋は無視してもよい。しかし、コンクリートにひび割れが発生すると鉄筋の有無による挙動に差が出てくるため、終局強度を対象とする場合には鉄筋の考慮が必要であると考えられる。

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

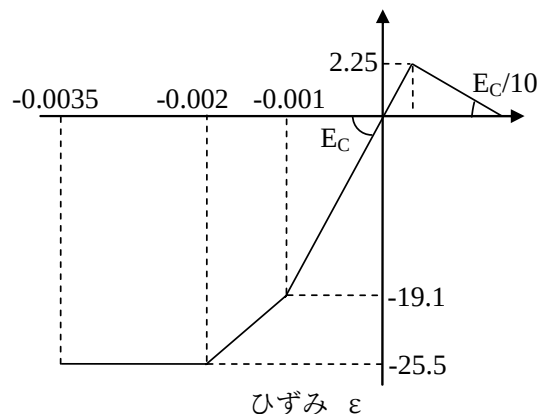


図-4 応力-ひずみ関係 (コンクリート)

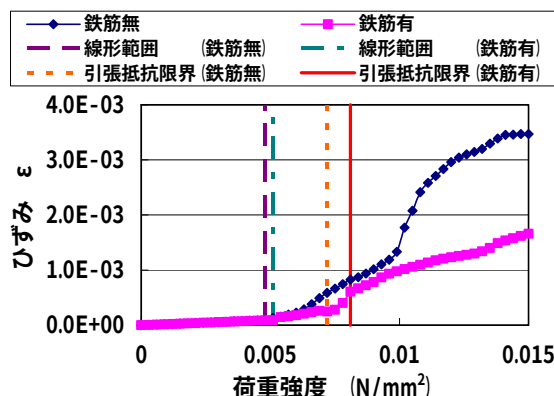


図-5 ひずみ-荷重強度関係

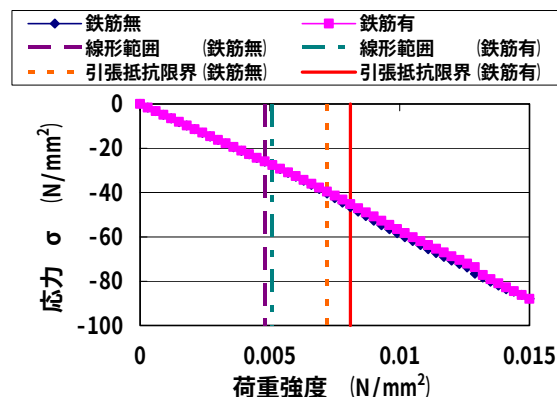


図-6 橋軸方向直応力-荷重強度関係

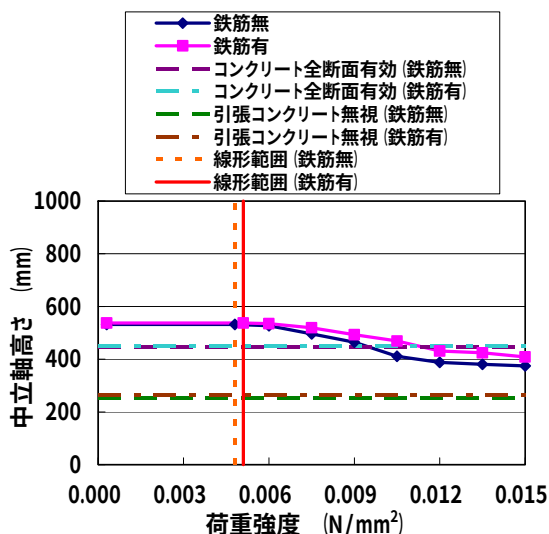


図-7 中立軸高さ-荷重強度関係