

単径間多主鈹桁橋モデルによる RC 床版変形挙動の分析

法政大学 正会員 ○藤山知加子

阪神高速道路株式会社 正会員 八ツ元 仁

1. はじめに

PC床版や鋼・コンクリート合成床版といった長支間対応の床版が開発される以前、道路橋において多主鋼鈹桁とRC床版という形式は最も一般的なものであり、現在もその多くが供用下にある。本稿では、移動荷重下におけるRC床版の変形挙動の把握を目的とし、壁高欄や主桁横構等支持構造を含めた全橋モデルを構築し、3次元非線形有限要素解析を実施した結果を報告するものである。

2. 解析モデル概要

2. 1 対象橋梁 対象橋梁の概要を図-1に示す。橋長40.4m、全幅員25.8mの上下線一体型の単純鈹桁橋である。

2. 2 橋面および床版のモデル化 解析コードCOM3Dを用いて横構対傾構以外すべて8節点ソリッド要素を用いて構築した。解析モデルの概要図を図-2に示す。橋面の横断勾配3.00%は再現したが、平面線形における曲線半径は考慮せず、床版張出長は一定とした。床版は厚さ方向にかぶりコンクリート、上面鉄筋層、中間無筋層、下面鉄筋層、下面かぶりコンクリートの5層に分割し、ハンチ形状を再現した(図-2(a))。また、平面は、道路橋示方書の輪荷重位置で橋軸方向200mm、橋軸直角方向500mmの領域を確保するように分割した。舗装厚75mmは弾性要素としているが、壁高欄、分離帯および床版はコンクリートの非線形形および繰返し荷重による疲労損傷を再現する弾塑性要素を用いた。また、主桁と床版との接合面には境界面要素を配置し、既往の研究¹⁾に基づき特性値を与えた。

2. 2 主構造のモデル化 主桁の断面変化および継手部は考慮せず、全長一定断面とした。桁端部および支間中央部の横桁はソリッド要素を用いたが、対傾構および横構については、2節点を結ぶ線要素でモデル化した(図-2(b))。鋼材はすべてバイリニア特性を与えた。

2. 3 境界条件および材料諸元 境界条件は、主桁端部の下フランジについて、橋軸直角方向の変位は全拘束し、橋軸方向変位は可動/固定支承を再現するため一方のみ拘束とした。以上のモデルで節点数82820、要素数64892となった。コンクリート圧縮強度は床版30 N/mm²、高欄および分離帯24 N/mm²、鉄筋降伏強度は295 N/mm²とした。

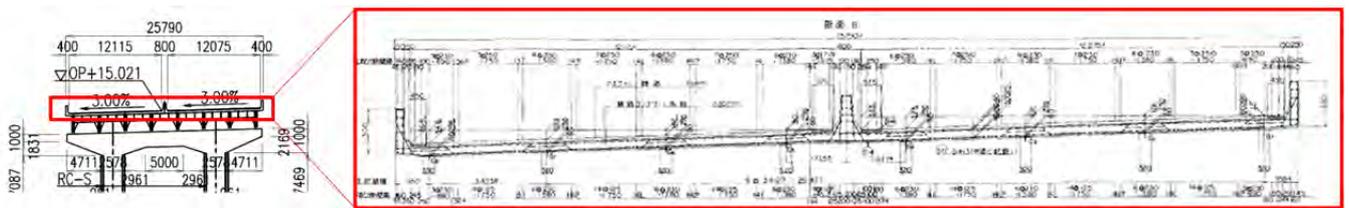


図-1 対象橋梁概要

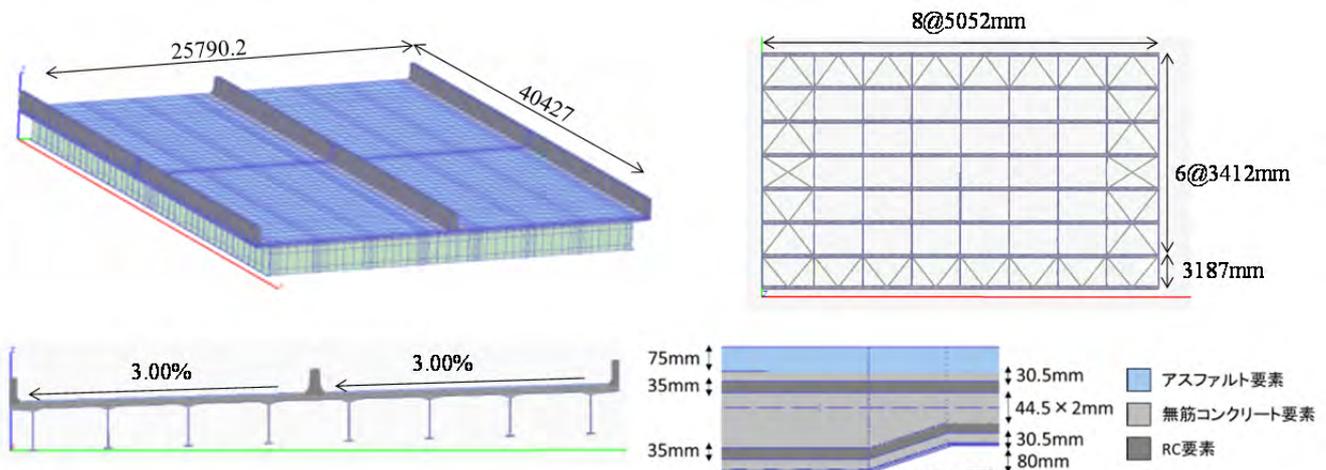


図-2 解析モデル概要

キーワード 鈹桁橋, RC床版, 壁高欄, FEM, 移動荷重, 相対たわみ

連絡先 162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学デザイン工学部 TEL 050-3136-4675

3. 数値解析

3.1 荷重条件 自重のほか、橋梁支間中央部かつG2桁とG3桁の間の支間中央で面積200(橋軸方向)×500(直角方向)mmの範囲にある6節点を鉛直下向きに変位制御で単調荷重する静的解析と、その荷重領域を橋軸直角方向に6輪分並べて各100kNずつ与えた状態で、橋軸方向に徐々に移動させる動的解析を行った。それぞれの解析の際の荷重位置を図-3に示す。移動荷重による解析は、下り線のみ、上り線のみ、上下線同時の3ケース実施した。

3.2 定点荷重荷重 節点反力の合計とG6桁とG7桁間の床版下面の相対たわみを図-4に示す。荷重点直下の要素の橋軸直角方向ひずみを同時に調べたところ、図-4の勾配が変化するA点付近で床版下面のコンクリートがひび割れ発生基準に達した。また、B点以降、下側引張主鉄筋の応力は200 N/mm²、ひずみは1500μほどでほぼ頭打ちとなっていたことから、床版の剛性低下は曲げ(鉄筋降伏)ではなくせん断ひび割れの進行によるものと推察される。

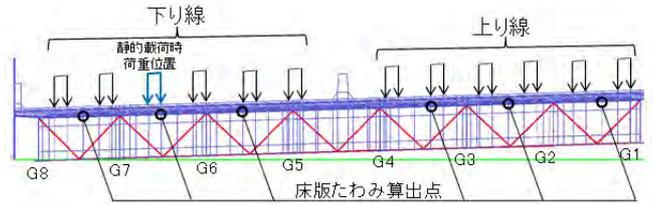
3.3 移動荷重荷重時 支間中央断面について、移動荷重が桁端部、桁長の1/4、桁長の1/2(支間中央)にある時の、主桁下フランジ及び主桁間床版下面のたわみ分布を図-5に示す。設計荷重レベルにおいては、床版と主桁のたわみはほぼ等しいことがわかった。

3.3 繰返し荷重(移動荷重) 上り線、下り線荷重時の床版活荷重たわみ(相対たわみ)の最大・最小値の推移を図-6に示す。横断勾配で上側の下り線では100万回荷重後もたわみがほぼ一定であったのに対し、横断勾配の下側となる上り線では徐々に最大たわみが増加した。ただし、最小たわみも同時に増加していることから、活荷重たわみの振幅に変化はない。その数値も下り線0.5mm、上り線0.3mmと十分に小さい。以上より、本解析では、現橋RC床版の耐疲労性は十分高いと判断された。

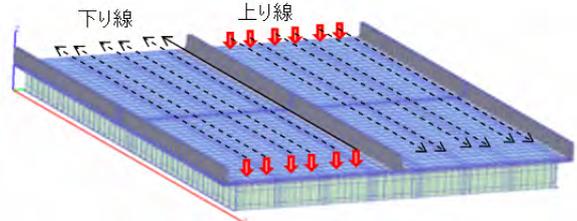
4. まとめ

主構造と橋面工をモデル化した3次元非線形解析において、設計荷重の繰返しではRC床版は疲労破壊に至らなかった。床版の連続性や壁高欄・分離帯の剛性の寄与が大きいと推察される。今後は乾燥収縮や路面滞水等実橋で劣化を促進させる要因についても検討を行いたい。

謝辞: 本研究のモデル作成にあたり、法政大学デザイン工学部(当時)上根悠加氏のご尽力に感謝します。
 参考文献: 笠井ら, スタッド付き鋼・コンクリート界面の付着性状に及ぼす側圧効果の影響に関する研究, コンクリート工学論文集, 第13巻, 第2号, 2002.



(a) 荷重位置横断面図



(b) 動的荷重(移動荷重方向)

図-3 荷重位置

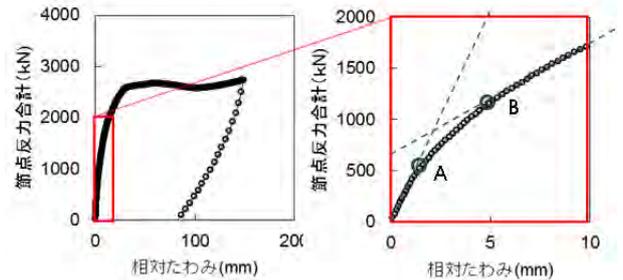


図-4 荷重点反力—相対たわみ関係

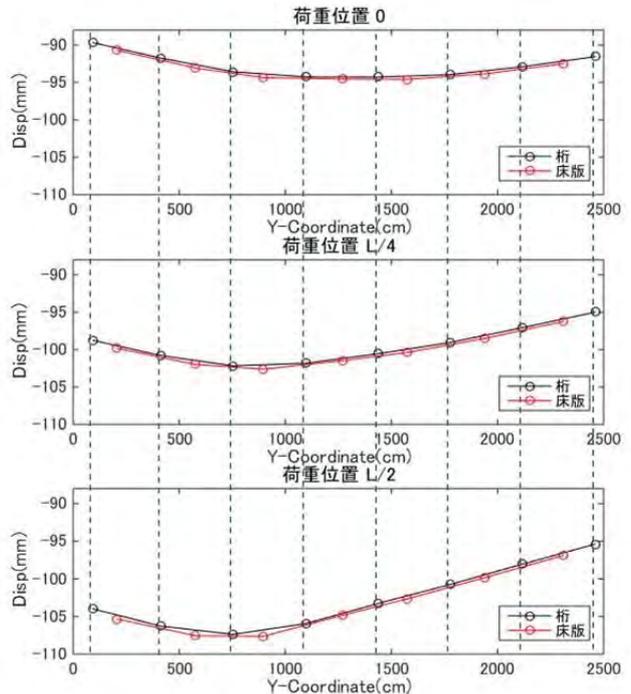


図-5 桁と床版の鉛直変位(上り線荷重時)

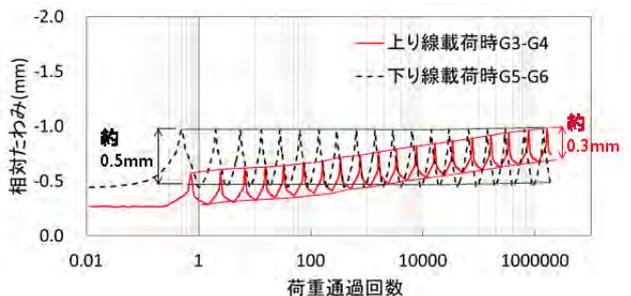


図-6 繰返し荷重下の床版の相対たわみ推移