

土木学会関東支部技術研究発表会 第I部門

実際の鉄道橋に使用する合成床版に対する3次元FEM解析に関する研究

前橋工科大学 学生会員 ○DOAN NHU NGOC
前橋工科大学 正会員 谷口 望

鉄道運輸機構 藤原 良憲
横河ブリッジ 水口 知樹

1. 背景と目的：

従来、鋼橋を初めとする床版には、一般に鉄筋コンクリート床版（RC床版）が幅広く利用されていた。RC床版が他の形式に比べて経済的に優れていることや、施工が比較的容易であることなどが挙げられる。しかしながら、近年、繰り返し荷重によるRC床版の損傷発生や、施工現場における熟練業者不足などの問題点が、指摘されるようになってきている。このような背景から、RC床版に代わるものとして、鋼・コンクリート合成床版が開発されている。なお近年、鉄道用橋梁に鋼とコンクリートを合成させた合成桁を使用する事例もある。この合成桁は、実績から現在でも多く利用され、施工性や高耐久性によるライフサイクルコスト低減、およびコンクリート剥落防止等の長が挙げられる。そこで本研究では、一つの鋼板リブをズレ止め用に用いた合成床版を用いた鉄道橋において、荷重作用時の橋梁を再現する構造解析を行い、橋梁の挙動と実際の作用に対しての挙動を把握することを検討行った。そして、今回の研究での長は、解析に3次元の有限要素解析をしいる点である。

2. 解析対象橋梁：

2.1 橋梁の概要：

解析を行った橋梁は、合成床版を使用した新幹線用連続合成桁橋である。構造形式：プレストレスしない4径間連続完全合成桁で支間：(30.2+38.0+38.0+30.2)m・主桁：2主開断（U型断面）桁、床版：鋼・コンクリート合成床版、高力ボルトを使用した鉄道用合成床版である。橋梁の概要を図1・2と写真-1に示す。



写真-1 解析の合成桁の概要¹⁾

2.2 解析モデル図：

橋梁を解析するために、第2径間の1部分：スパン11.4m・合成床版の幅x高さ：5.85m x 0.345m・鋼箱桁の高さ：1.5mをモデル化した。解析モデルを図-3・4に示す。解析モデルは図面のデータを基づいた原寸とし、設計図書を参考して、決めた。対称性を利用して、水直断面の1/2を解析対象とした。なお、コンクリートと鋼箱桁の底鋼板には六面体要素、鋼板リブと合成床版の底鋼板にはシェル要素と鋼箱桁鉄筋にはビーム要素をそれぞれ用いた。解析ソフトにはFINALを使用した。なお、コンクリートの圧縮側は修正Ahmadモデル²⁾とし、引張側は出雲モデル、鉄筋はバイリニアモデルとした。鉄筋はSD345を使用した。表-1に示す。

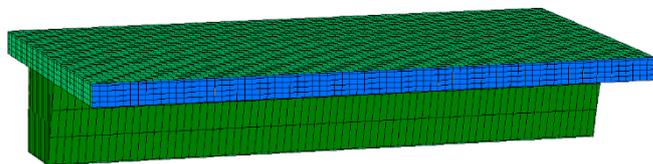


図-3 合成桁の断面概要

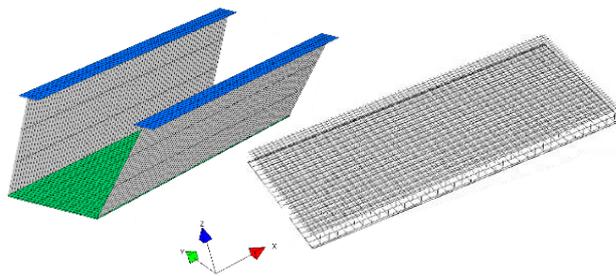


図-4 鋼箱桁(左)・鉄筋とリブの配置図

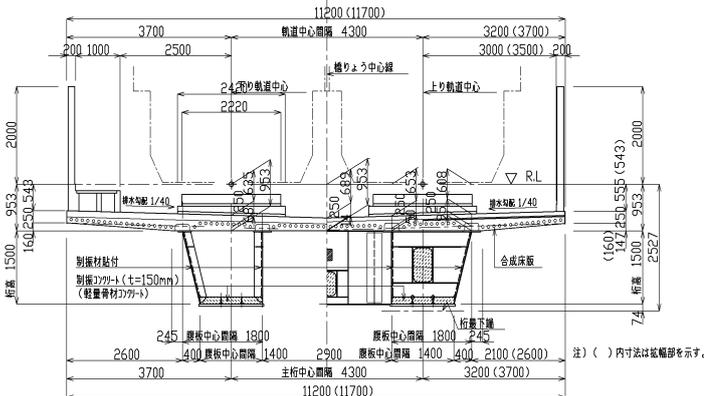


図-1 合成桁の中間支間断面概要(単位 mm)¹⁾

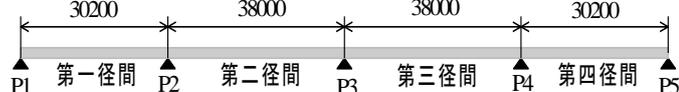


図-2 全体図(単位 mm)¹⁾

表1 解析で用いた材料

	弾性係数 (N/mm ²)	ポアソン 比	一軸強度(N/mm ²)		引張降伏点 N/mm ²
			圧縮	引張	
コンクリート	2.70 x 10 ⁴	0.2	27.0	2.7	—
鉄筋	2.00 x 10 ⁵	0.3	—	—	345
底版とリブ	2.00 x 10 ⁵	0.3	—	—	245

キーワード 合成床版 実橋梁 FEM 耐荷力

〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL027-265-0111

土木学会関東支部技術研究発表会 第I部門

3.解析方法・解析結果・考察：

3.1. 荷重条件

荷重条件については、実列車荷重を用いる。荷重は、合成床版を垂直下向きに、支間 11.4m に実列車荷重の最大 484 kN の車輪が載ると仮定した。2 つレールの上に 2 箇所載荷するものとする。(16kN/Step 単調増加させ、最終到達荷重：合計 484kN の車輪が載る)。(図 5)

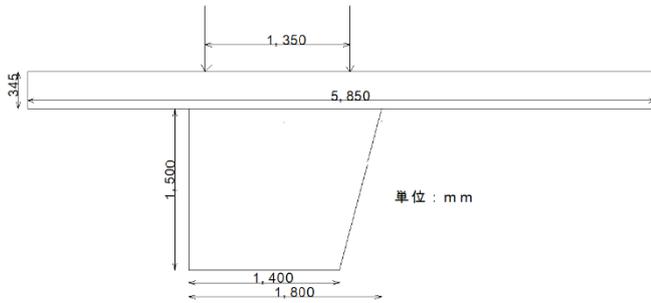


図-5 載荷方法

理論値と比較を行い、計算結果と FEM 解析の結果とほぼ同じような結果が得られた。その際のコンター図は図 6 のように示す。理論値は断面 2 次モーメントを算出し、初等理論で求めた。

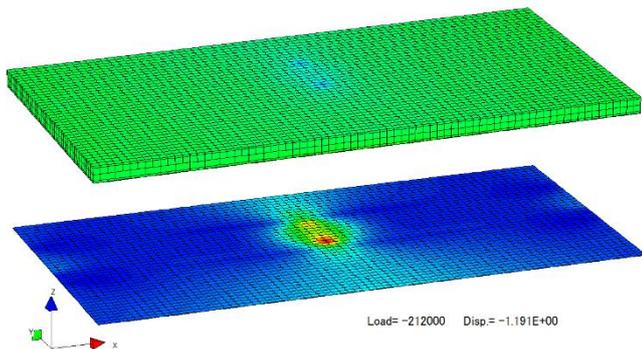


図-6 荷重 484k N での合成床版の応力コンター図と底鋼版の応力コンター図 (橋軸 x 成分)

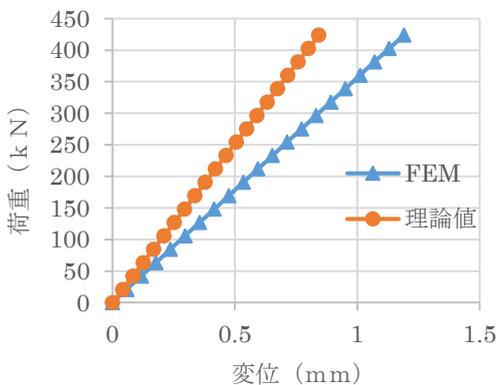


図-7 理論値と FEM 解析の結果の比較

3.2.合成床版の耐荷力検討：

合成床版の耐荷力を検討するために、合成床版の軸方向の端部に鉛直力を作用させ(図 9)、鉄筋が降伏とコンクリートのひび割れを検討する。なお、FEM の解析結果は底鋼版有りとし無しの二通り行った。

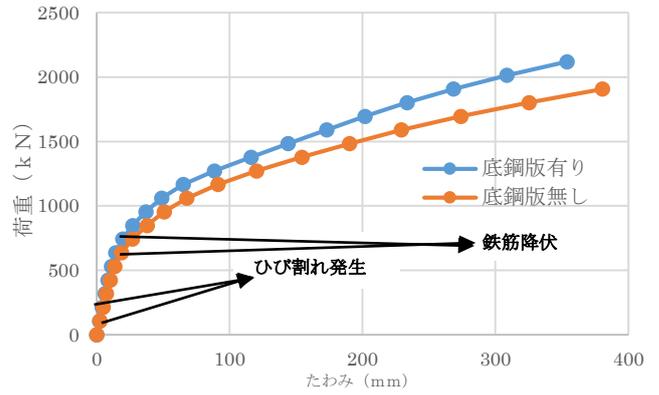


図-8 底鋼版が有りとなしの荷重—変位の関係

図 8 から見ると、底鋼版が無い場合はひび割れが早い時点発生し、鉄筋の降伏点も底鋼版有りの場合より低いことが分かる。

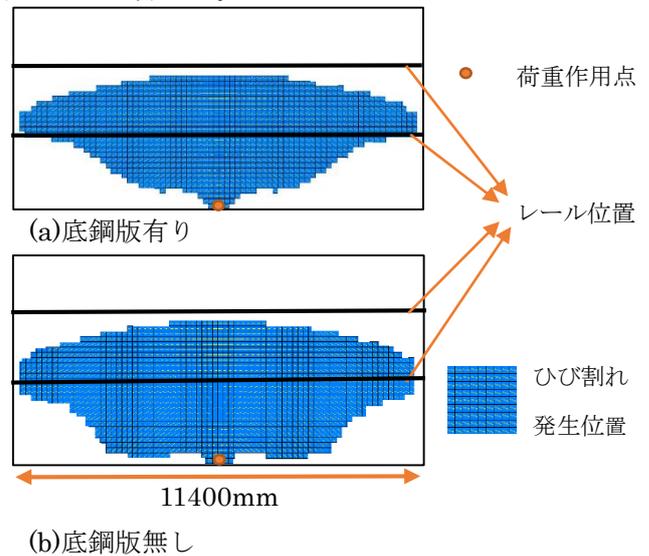


図-9 合成床版の上面ひび割れの様子。

なお、同等な荷重 530 k N を作用すると、鋼版有りは鋼版なしより、ひび割れの数が少ないことが分かる。

4.まとめ：

本研究では、合成床版を用いた実橋をモデル化し、再現した。耐荷力とひび割れ性状に着目して、FEM 解析を行った。剛性に関して、理論値と比較し、一致することを確認した。床版の底面はコンクリートと鋼版が合成床版への影響について、FEM 解析の結果を通して、差異を確認することが出来た。

今回の研究は限られた境界条件でまだ実際の結果が異なることもある。なお、鋼箱桁の影響で、橋の変形を厳密に再現手法としては、より詳細なモデル図が必要であると考えられる。実際の結果を正確に再現するには、今後更なる検討が必要と思われる。

参考文献

- 1) 谷口望、他：連続合成方における中間支点部の活荷重応答に関する実橋測定、構造工学論文集 Vol. 51A, 土木学会, pp1449-1457, 2005.
- 2) FINAL HP: (<http://www.engineering-eye.com/>)