

合成床版の合成桁における剛性への影響度に関する解析検討（正曲げ部）

前橋工科大学 学生会員 ○PHAM TUNG LAM 鉄道運輸機構 藤原 良憲
前橋工科大学 正会員 谷口 望 横河ブリッジ 水口 知樹

1. はじめに

従来、道路橋をはじめとする床版には、耐久性に優れる、工期の短縮が図れる、経済的に優れる等の理由から、一般に鉄筋コンクリート床版(RC床版)が幅広く用いられていた。しかし、繰り返し荷重によるRC床版の損傷発生や、現場での業者不足の問題が指摘されてきた。そのため、この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用いられ、施行性や高耐久性によるライフサイクルコスト低減、及びコンクリート剥落防止等の特徴が挙げられる。そこで本研究では、一つの鋼板リブをズレ止めに用いた合成床版を用いた合成床版を使用した。合成床版を鉄道用合成桁に使用した場合、底鋼板と上フランジがボルト一列で固定されている。しかし、今の鉄道設計標準であると、最低でも二列以上のボルトの配置を行わなければならない。そのため、この場合は接合したとは言えず、設計の際、接合断面として計算されていない。本研究では、底鋼板のモデル化をより現実に近いものにするため、底鋼板と上フランジに隙間をあけることに加え、剛結と非接触の場合をFEMで解析し、この条件が合成床版の耐荷力にどのくらい影響するかを検討した。以前の検討では連続合成桁の負曲げ部を検討対象としたが²⁾、今年は正曲げ部を検討対象とした。

2. 解析モデル

2.1 解析モデル

今回の研究対象は九州新幹線松尾線路橋である。構造形式はプレストレスしない4径間連続完全合成桁(30.2+38.0+38.0+30.2)mで、主桁が2主開断面桁で、床版が鋼・コンクリート合成床版、高力ボル

を使用した鉄道用合成床版である。第2径間の1部分スパン26.6mで、合成床版の幅11.2m x 高さ0.25m、鋼箱桁の高さ1.5mをモデル化した。本スパンは径間の中央部分(正曲げ部)の長さ(0.7L)を目安に決めた(図1)。解析モデルの寸法(図2)は設計図書(図3)を参考して、決めた。

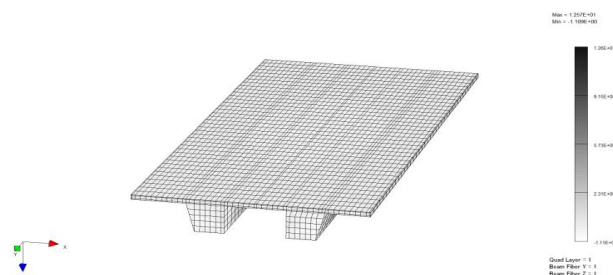


図1 再現したモデル図

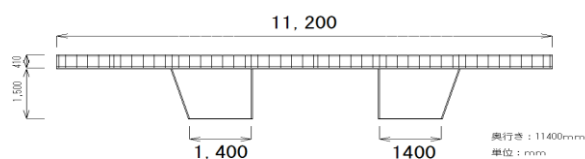


図2 寸法図

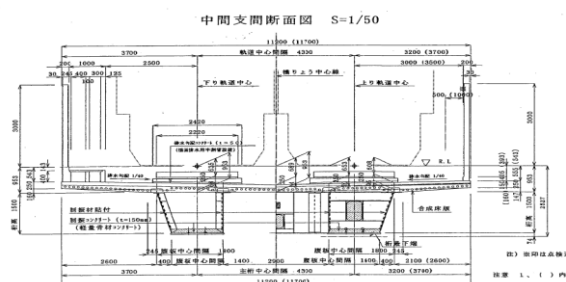


図3 中間支間断面図

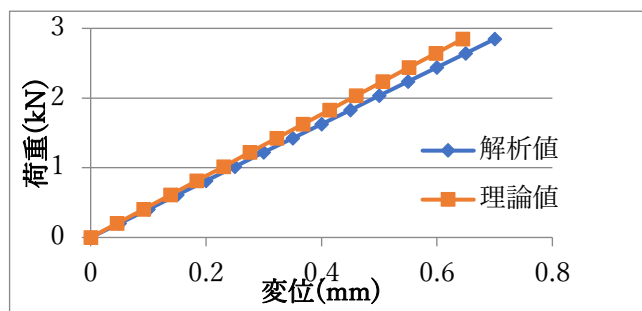


図4 解析値と理論値の荷重—変位関係比較

キーワード 合成床版 底鋼板 剛結 ずれ止め

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL 027-265-0111

2.2 理論剛性と比較

解析モデルが妥当であるかを検討するために、計算で求めた最大変位と FEM 解析で求めた解析値を比較する（図 4）．この結果により、解析値と理論値がほぼ一致することが分かった．作成したモデルが解析モデルとして妥当であると考えられる．

3. 解析結果

設計の際に箱桁の上フランジと底鋼板が一体化出来るかどうか検証するために、底鋼板の有無、剛結されていない部分の幅（150mm-2100mm）など、それぞれ9つの CASE に分けて検証した．ここで代表として以下の3つ CASE が挙げられる．

- 【CASE1】底鋼板あり，上フランジと完全に剛結．
- 【CASE5】底鋼板あり，上フランジと非接触．コンクリートを介してズレ止め部のみ剛結（剛結されていない部分の幅 450mm）．概要図は図 5 のようになった．
- 【CASE9】底鋼板なし．

各ケースの荷重—変位関係と荷重—ひずみ関係のグループを図 5 と図 6 にまとめ、比較する．剛結されていない部分の幅が広くなればなるほど早く降伏するのが分かった．しかし、各ケースを比べると変位の差がほぼないと分かった．各ケースの降伏時での荷重と変位を右の表 7 にまとめた．

4. 有効幅の検討

本研究で扱っている新幹線の線路橋のような、床版の幅が長い橋梁は、載荷すると床版の端が大きく変形しひずみが生じてしまう．その際に、変形する前の元の長さではなく、少し短い有効幅 αB （ B :合成床版の幅）を使用して床版の断面を平面として計算することができる³⁾．ここで、各ケースの降伏時の荷重と変位を $\delta = PL^3/48EI$ に代入し、断面二次モーメント I を求め、この I を理論値の I を比べ、定数 α を求めた．各ケースの定数 α を表 1 にまとめた．この結果から底鋼板とコンクリートが剛結されていない部分の幅が狭くなるほど α が小さくなり、有効幅が狭くなるのが分かった．

5. まとめ

以上の解析結果より、底鋼板と上フランジに隙間を開けてコンクリートと剛結されていない部分

の幅が広くなるほど早く降伏することが分かった．加えて、設計する際の有効幅の定数 α についても、剛結されていない部分の幅が広くなるほど値が小さくなる．しかし、降伏時の荷重が小さくなるものの、値にそれほど大きな差がないため、底鋼板と上フランジの剛結の有無は合成床版の耐荷力にあまり影響しないことが考えられる．

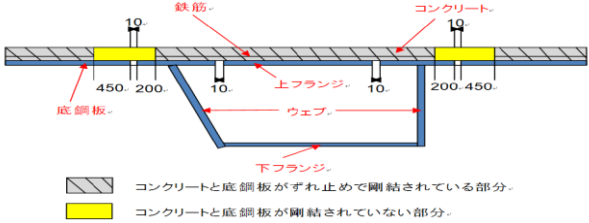


図 5 CASE5 モデル概要図

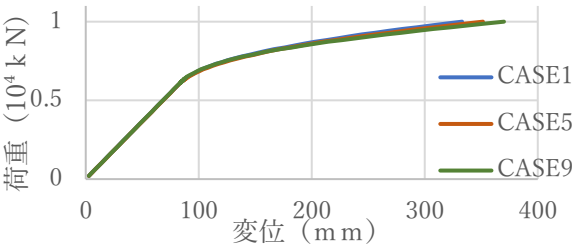


図 6 正曲げ荷重—変位関係

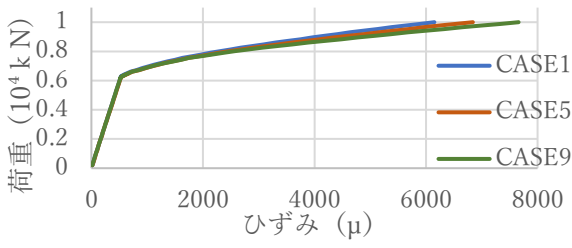


図 7 正曲げ荷重—ひずみ関係

表 1 降伏する時点の荷重と変位、定数 α の値

	降伏点 (10^4 kN)	変位 (mm)	定数 α
CASE1	0.649	87.13	0.966
CASE5	0.628	84.66	0.962
CASE9	0.610	83.28	0.950

参考文献

1) “鋼構造物設計指針 PART B”，第 3 編合成床版編，土木学会，1997．
2) 平尾 圭，“合成床版の合成桁における剛性への影響度に関する解析検討”，土木学会，2018．
3) “Study on Effective Width”，川田技報，Vol.6，1987．