

鋼とコンクリートの混合橋における接合部の構造検討

東日本旅客鉄道(株)	正会員	○高橋 泰之	正会員	吉田 一
東日本旅客鉄道(株)	正会員	井上 佳樹	正会員	石山 大祐
ジェイアール東日本コンサルタンツ(株)	正会員	清水 靖史		

1. はじめに

近年、力学的な特性や経済性の観点から、鋼とコンクリートによる混合構造を用いた橋りょうが増えており、斜張橋や箱桁橋等様々な形式の混合橋りょうが見られる^{1,2)}。しかし、混合橋りょうの多くが異種部材の箱桁橋によるものであり、断面形状が大きく異なる混合橋りょうの知見は少ない。そこで本稿では、異なる断面形状である鋼トラスと PC 桁による混合構造について FEM 解析を行い、接合部付近の構造検討を行ったので以下に報告する。

2. 解析モデルの概要

図-1 に今回 FEM 解析を行うに当たり、検討した鋼トラスと PC 桁の混合橋の骨組みモデルを示す。骨組みモデルは 3 径間の連続桁とし、トラス部はトラスモデル、PC 桁部は棒モデルとして設定し、接合部は剛部材とした。

接合部は、鋼トラスとコンクリート間の応力伝達を図るべく、コンクリートの周辺に鋼殻を設置し、トラスの軸力を鋼トラスと PC 桁を繋ぐ鋼殻を通した支圧力によりコンクリートに伝える形式とした。

図-2 に FEM 解析に用いた接合部モデルを示す。PC 桁部・鋼トラス部共に左右対称断面としており、対称性を考慮して半断面をモデル化した。また、接合部付近の部材は応力分布を詳細に確認するため、接合部付近を 50mm メッシュ、接合部付近以外を 100mm メッシュに設定した。図-1 の骨組みモデルに死荷重+列車荷重+衝撃荷重を載荷した場合の桁のたわみ量 150mm を強制変位としてモデルに与えた。支持条件は PC 桁側端部に橋脚があると想定し、PC 桁端部を固定とした片持ち梁状態とした。

3. 解析結果及び考察

図-3 に発生応力コンター図を示す。図-3 より、接合部付近の上弦材では、他の部材に比べて応力集中していることが確認できる。これは、上弦材と接合部の鋼殻において剛性が大きく異なることが要因と考えられる。図-4 は、図-3 の部材詳細に示される①上弦材、②下弦材、③斜材の発生応力と、鋼材の引張降伏強度と各種安全係数を考慮した強度との比較を示している。なお、各種安全係数は引張降伏強度に対し、部材係数、構造物係数、全体座屈の影響を考慮した値としている³⁾。図-4 より、接合部付近の上弦材並びに斜材では発生応力度が降伏強度を超えているが、これは、断

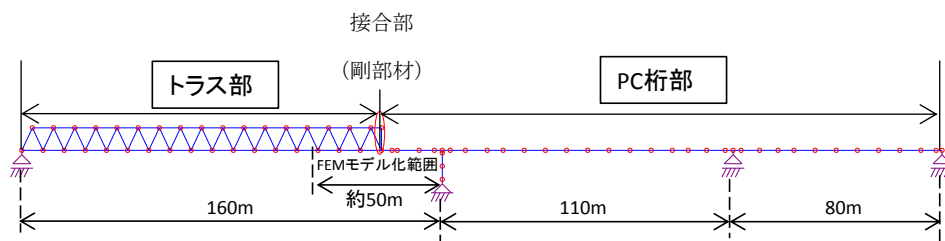


図-1 骨組みモデル

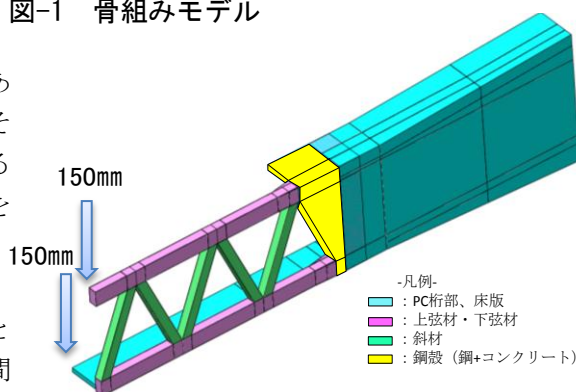


図-2 FEM解析モデル

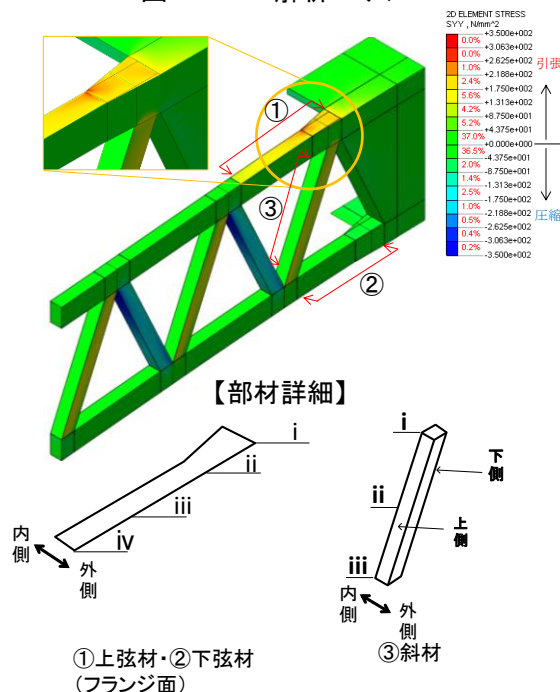


図-3 接合部応力コンター図

キーワード 混合橋りょう FEM 解析 応力伝達 接合部

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 東日本 東京工事事務所 工事管理室 TEL 03-3320-3482

面変化箇所において部材内部に補剛材を設置したため、剛性が増加し応力が集中したものと考えられる。そこで、応力を適正に評価するため、設置した補剛材をウェブとして考え、上弦材のフランジに均一に応力が作用する有効幅を設定することとした。

図-5 にフランジの有効幅の範囲を示す。フランジの有効幅は、補剛材の間隔が断面変化位置にしか入っていないことより、片側有効幅は鉄道構造物等設計標準・同解説（鋼・合成構造物）に示されている上限値である $0.15l$ を採用し、図-5 に示す l を用いて有効幅は 120 mm とした³⁾。表-1 にフランジの有効幅を適用した部材ごとの応力値の総括表を示す。表-1 では、照査結果として、安全率を考慮した強度に収まった部材を「○」、安全率を考慮した強度には収まっていないが、降伏強度に収まっている部材を「△」、降伏強度に収まっていない部材を「×」としている。表-1 より、斜材におけるフランジの有効幅を適用した応力度は引張降伏強度内に収まったが、上弦材の応力度は降伏強度を超えていることが確認できたため、部材の変更の検討を行った。部材の変更としては、大きく分けて鋼種の変更と板厚の増加が考えられる。図-6 に上弦材における鋼種と板厚の関係を示す。図-6 では、板厚を 75 mm に変更した場合の応力度と板厚 42 mm の応力度を基に、板厚に応じた応力度を線形的に表している。板厚の変更としては、47 mm の時点でフランジの有効幅を適用した応力度が SM490 材の引張降伏強度を下回ったことが確認でき、鋼種の変更では JIS G3106 に則った SM520 材とすることにより当該板厚 42 mm での引張降伏強度は 335 kN となるため、板厚の変更をせずにフランジの有効幅を適用した応力度は降伏強度内となることを確認できた。

4. おわりに

本稿では、鋼トラスと PC 桁による混合構造について FEM 解析を行い、接合部の構造について検討を行った。その結果、上弦材に局所的な応力が発生するが、板厚の変更又は鋼種の変更により対応できることを明らかにした。

今後、さらに解析の条件を整理するとともに、実験等を行い、深度化を行っていく所存である。

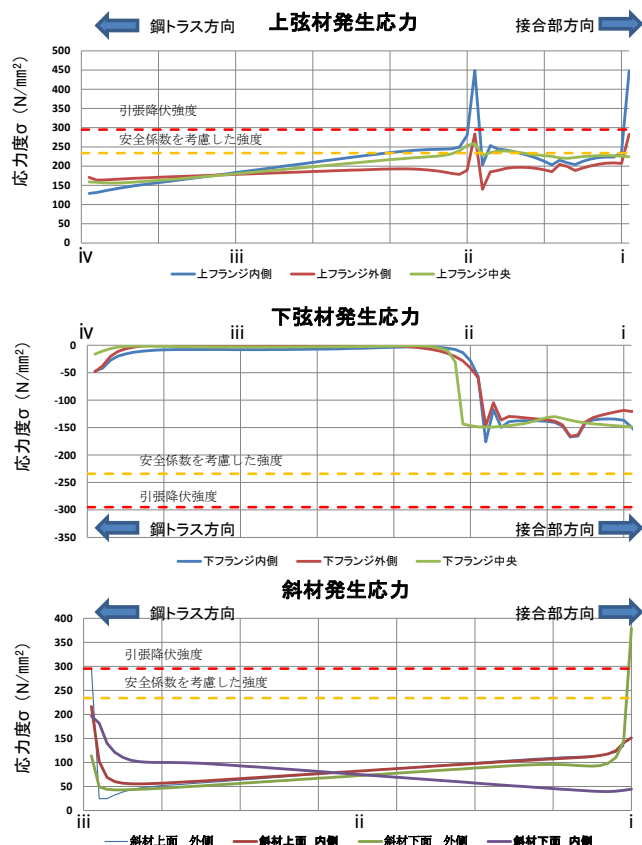


図-4 各部材応力分布図

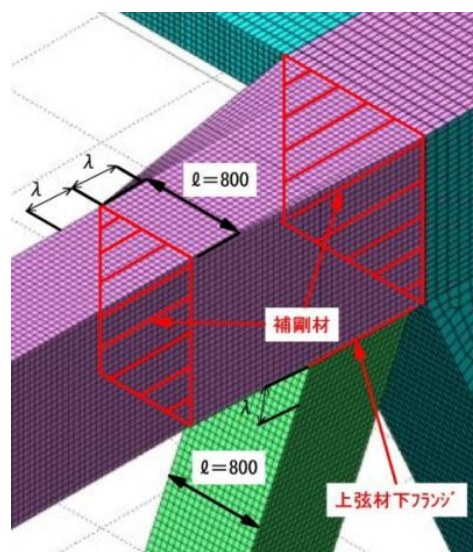


図-5 フランジの有効幅

表-1 応力総括表

部材	材質	板厚 t (mm)	発生応力 σ (N/mm ²)	フランジの有効幅 適用応力度 (N/mm ²)	安全率を考慮した 強度 (N/mm ²)	引張降伏強度 f_{syk} (N/mm ²)	照査結果
上弦材	SM490	42	448.7	315.5	234	295	×
下弦材	SM490	42	-175.9		223	281	○
斜材	SM400	22	379.2	226.8	186	235	△

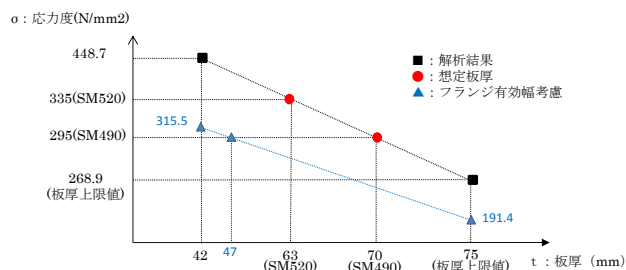


図-6 上弦材の部材検討図

参考文献

- 1) 二宮祐司, 岡本光晴, 大久保和彦, 北野和久, 伊藤拓也, 片健一: 生名橋の施工—3 径間連続鋼・コンクリート混合斜張橋—, 橋梁と基礎, 2010.
- 2) 鈴木永之, 林 秀和, 豊田貴季, 重田光則, 園部歩: 不等径間長を有する混合橋の設計について, 第7回複合構造に関するシンポジウム, 2007.
- 3) 公益財団法人鉄道総合技術研究所; 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物, 2009.