

ひび割れを考慮した合成下路トラス橋の軸力 - ひずみ関係のモデル化手法について

ジェイ・エル・西日本コンサルタンツ 正 員 ○西田寿生 矢島秀治
 鉄道総研 正 員 谷口 望
 関西設計 武安直喜

1. まえがき

著者らはコンクリート床版を下弦材に合成させた下路トラス橋を提案している（図-1）．本形式を用いた橋梁の設計では，床版コンクリートのひび割れを制御する必要があり，コンクリートのひび割れを考慮した下弦材の軸力 - ひずみ関係のモデル化が重要となる¹⁾．既往の研究においては，1/4スケール程度の模型実験に対してシェル要素FEM解析などによる検証が行われてきた²⁾．しかし，トラス橋全体に対してシェル要素を用いたFEM解析は計算量が膨大となることから，実務設計レベルへの適用が困難である．そこで，パネル間毎に下弦材の軸力 - ひずみ関係を設定したモデルを用い，簡便かつ実務的な設計方法を検討した．

本報告では下弦材の軸力 - ひずみ関係を，FEM解析とハンスビルの理論に基づく簡易計算により求め，両者を比較検討し，実務設計に有効となる計算手法について検討した．

2. 解析対象・FEM解析概要

本検討で対象とする橋梁は，支間約60m，主構中心間隔8.6m，主構高8.5mの複線の4径間連続下路トラス橋である（図-2）．

FEM解析におけるコンクリートの材料構成則としては，内田らの提案するモデルを用いた³⁾．なお，本橋梁の床版コンクリート材料として鋼繊維補強コンクリートを考えたことから，材料構成則としては普通コンクリートに加え，鋼繊維混入率2.0%と1.0%の鋼繊維補強コンクリートについても算定した． f_t として曲げ試験から求めた引張強度（ $f_t=3.1\text{N/mm}^2$ ）と，設計基準強度から求めた値（ $f_t=2.07\text{N/mm}^2$ ）を用いたコンクリートの応力 - ひずみ関係について図-3に示す．

図-4に示す下弦材と床版からなるモデルに先の構

成則を用い，一端を固定し他端に軸方向の変位を与え，下弦材とコンクリート床版を合成させた場合の下弦材の軸力 - ひずみ関係を求めた．

3. 解析結果

L4-L6格点間の軸力 - ひずみ関係を図-5に示す．床版コンクリートにひび割れが発生する荷重は，鋼繊維混入率に無関係であるが，ひび割れ発生後の挙動は鋼繊維を混入することによりその効果が期待できることがわかる．なお，FEM解析結果と模型実験結果とを比較し，両者はよく一致することを確認している⁴⁾．

図-6はハンスビルの理論に基づく簡易計算結果と，普通コンクリートのFEM解析結果を比較したものである．ハンスビルの理論式においては，テンションスティフニングのパラメータ β_{ml} は，0.4として計算を行っている．図-6によれば，FEM解析結果は簡易計算結果を下回っている．これは床版のせん断遅れと下弦材と床版の軸偏心等の影響によるものと思われる．また，今回対象とした合成トラスの下弦材の軸力 - ひずみ関係では，ハンスビルの理論に基づく簡易計算において f_t を20%程度低減して用いることで，実務設計に適用可能と考えられる．

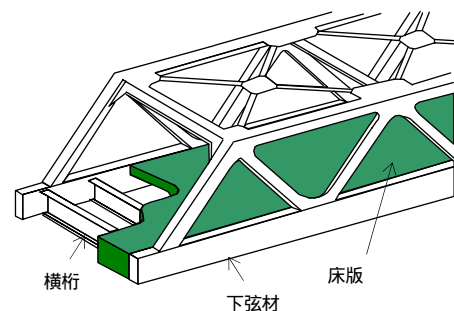


図-1 合成下路トラスの概要

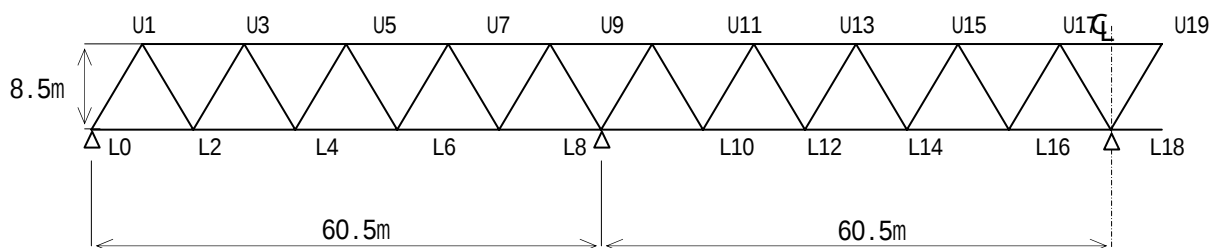


図-2 解析対象橋梁

キーワード：合成トラス橋，有限要素法，テンションスティフニング曲線，
 連絡先：ジェイ・エル・西日本コンサルタンツ（〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-4-20，TEL 06-6303-1446）

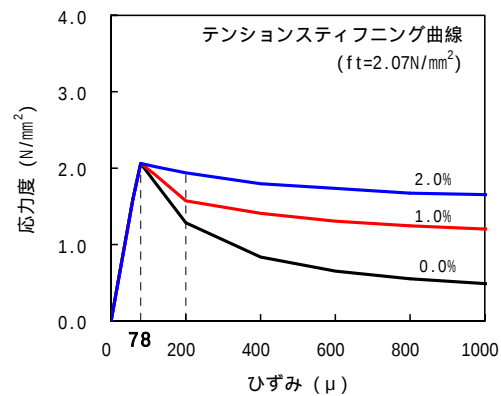
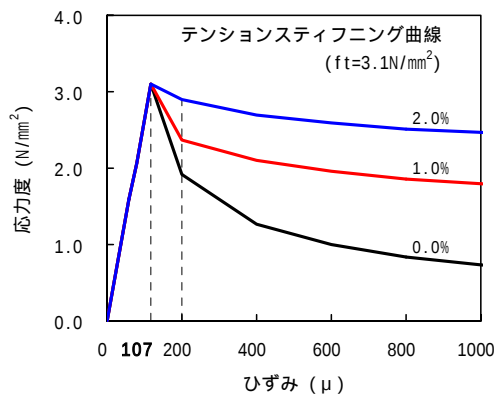


図-3 コンクリートの応力—ひずみ関係

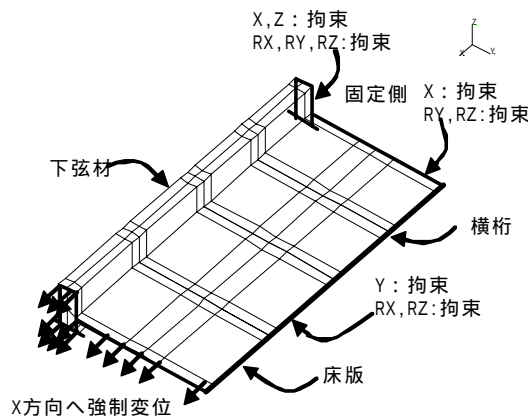


図-4 FEM解析メッシュおよび拘束条件

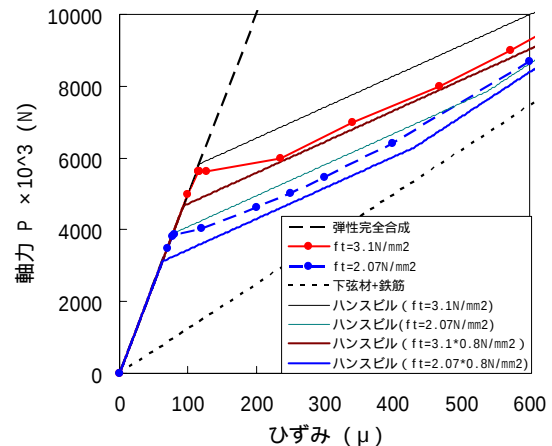


図-6 FEM解析と簡易解析結果の比較

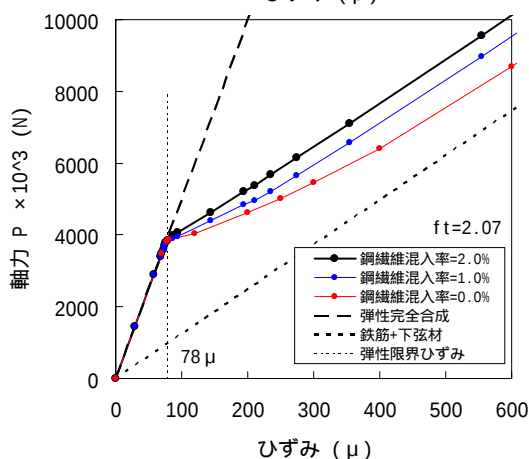
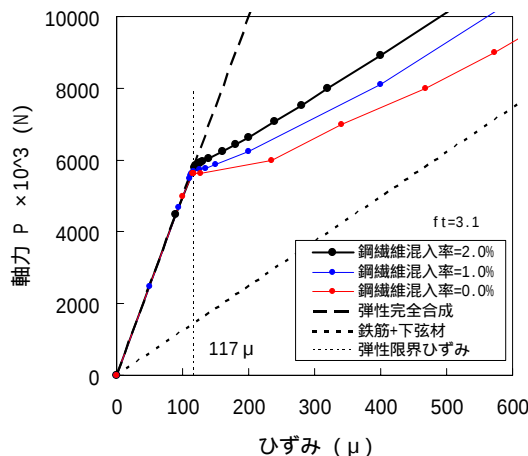


図-5 各部材の軸力 - ひずみの結果比較（FEM解析）

4. まとめ（設計法への活用）

合成トラスの設計は、実務設計への適用を考えた場合に計算量が過大とならず、かつ、精度の高い計算手法を用いる必要がある。本検討結果により、床版コンクリートのひび割れを考慮した下弦材の軸力 - ひずみ関係として、FEM解析結果とハンスビルの理論に基づく簡易計算結果には差があるものの、ハンスビルの理論に基づく簡易計算において引張強度を20%程度低減することにより、実務設計に適用可能と考えられる。したがって、初期断面の仮定時には引張強度を予め低減した簡易解析手法を用い、最終断面についてはFEM解析を用いて検証することで、合成トラスの実務設計を効率良くおこなうことが可能と考えられる。

参考文献

- 1) 吉澤暢紘, 他: コンクリート床版の合成効果がトラス橋梁全体系の設計に与える影響について, 第60年次学術講演会, 2005.
- 2) 矢島秀治, 他: 合成床版の軸引張挙動に関する一考察, 第57年次学術講演会, 2002.
- 3) Y.Uchida and M.Ozawa: Tension stiffening effect in RC beam with steel fiber, Seminar on post-peak behavior of RC structures subjected to seismic loads, JCI, Vol.2, 1999.
- 4) 西田寿生, 谷口望, 江口聡, 矢島秀治, 村田清満: 鋼繊維補強SRC床版のひび割れ挙動に関する解析的検討, 鉄道総研報告, 2003.3