

PC 床版に生じる若材齢時応力算定手法の標準化に関する一提案

三井住友建設 正会員 ○玉置一清, コサカ設計 正会員 上阪康雄, オリエンタル建設 正会員 余国雄  
CRC ソリューションズ 正会員 和内博樹, JIP テクノサイエンス 正会員 野瀬智也

1. まえがき

鋼桁上に施工されるコンクリート床版には、コンクリートに生じる様々な収縮挙動が何らかの拘束を受けることによって、少なからずの引張応力が蓄積され、この引張応力がある限界に達した時に、ひび割れが生じることになる。これら初期ひび割れの対策としては、適切な施工計画と同時に、コンクリートに生じる収縮特性とその拘束度合いを適切に把握し、床版に発生する若材齢時応力を推定することが重要である。

立体 FEM 解析などのように拘束度を厳密に評価できる解析手法を用いる場合、入力データが適切であれば、十分に精度の高い解析結果を得られることが、橋建協・PC 建協が平成 13 年に実施した実物大床版模型実験により確認されている。しかし、適切な入力データを得るためには、若材齢時におけるコンクリートの熱物性値及び収縮・膨張特性、クリープを考慮した有効ヤング係数等の力学的特性を適切に設定するための専門的な知識と様々な材料試験の実施を必要とする。そこで、土木学会・道路橋床版の調査研究小委員会・第三分科会・床版解析 WG では、ここ数年間、諸機関において活発に実施されてきた若材齢時に関する実験および解析検討を整理、分析し、標準的な入力値の設定方法を提案したので、ここにその概要を報告する。

2. 解析手法の提案

本章及び次章は、(社)日本橋梁建設協会 床版研究委員会膨張材評価検討ワーキンググループ（委員長：八部順一、WG 長：高瀬和男）との合同ワークの成果である。詳細は、参考文献に示す 2 つの報告書を参照いただくものとし、表-1 にその概要を示す。

表-1 床版に生じる若材齢時応力解析における入力値の設定方法

		従来	本提案(床版解析用として修正)
有効ヤング係数 (クリープの考慮)		土木学会 コンクリート標準示方書[施工編]に、その標準値が示されている。	・床版の最高温度に達するのが材齢1日弱であることを考慮 ・コンクリート配合として、床版での実績が多い早強セメントおよび膨張材添加したものを加え、試験を実施(橋建協・膨張材協会) <sup>2)</sup>
温度 応力 解析	断熱温度上昇特性	→コン示標準値は、貧配合かつマスコンクリートを想定して、設定されたものと考えられ、床版の温度解析にそのまま適用した場合、その妥当性が懸念されていた	・床版の解析では、打ち込み直後のS字型曲線の影響が大きいことを考慮 ・初期のS字型曲線を再現する、鈴木らの研究による提案式 <sup>2)</sup> を推奨(水和発熱モデルを用いて、断熱温度上昇特性を設定)
	熱伝達率		・実物大床版の温度履歴実測値から逆解析したものを提案 <sup>2)</sup> (最高温度および到達時間、温度下降時の勾配を同定)
	線膨張係数	一般に $\alpha=10$ (程度) 一定とする	・圧縮強度 $40\sim 50\text{N/mm}^2$ の実測データを回帰分析したものを提案 <sup>2)</sup> →温度上昇時と温度下降時で区分し、結果的に温度上昇時には自己収縮の影響を加味した値として提案
乾燥収縮		道路橋示方書 II 鋼橋編 11.2.8による	・収縮予測式は、若材齢時解析においては、土木学会コンクリート標準示方書[構造性能照査編]を用いるものとする ・床版の応力算定には、道示(解11.2.10)の公式を用いてもよい ・施工工程を考慮した、不静定反力の算出が重要である
膨張材		収縮補償用コンクリートについては、特に規定なし	・1m供試体試験の結果に基づき、膨張ひずみの基本式を提案 <sup>2)</sup> ・最大膨張ひずみは、一軸拘束膨張試験(A法)の結果から、仕事量一定則を用いて設定する方法を提案 <sup>2)</sup>

3. 実橋床版（床版支間 6m）における解析事例

図-1,2 に FEM 解析モデルを示す。解析モデルは、床版支間 6m の 3 径間連続桁(3@60m=180m)である。図-3 に、2 章の入力設定を用いて、様々なコンクリート配合(高性能 AE 減衰剤の使用は単位セメント量の減少で評価)における、若材齢時応力の解析を実施した事例を示す。なお、この解析値には、桁支間(桁剛性)の影響が大きい乾燥収縮の影響は含まれていない。比較的長期材齢の検討を行う場合には、各構造物ごとに別途乾燥収縮による応力度を算定し、図-3 上段の橋軸方向応力値と足し合わせて検討を行わなければならない。図-3 の応力解析結果は、床版支間 6m で、ほぼ同程度の厚さを有する PC 床版においては、桁支間に関係なく、ほぼ汎用的に適用可能であると考えられる。

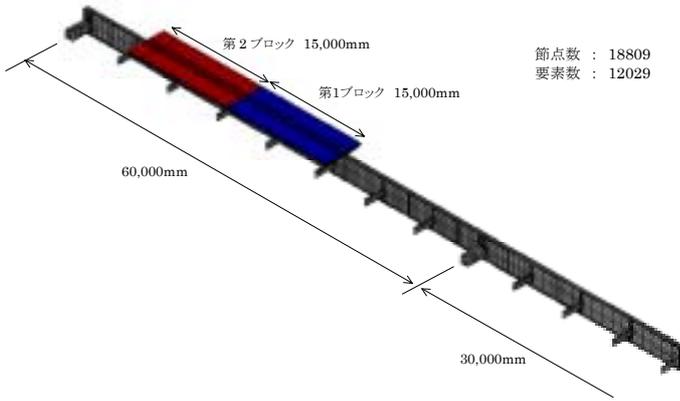


図-1 FEM 解析モデル（全体図）

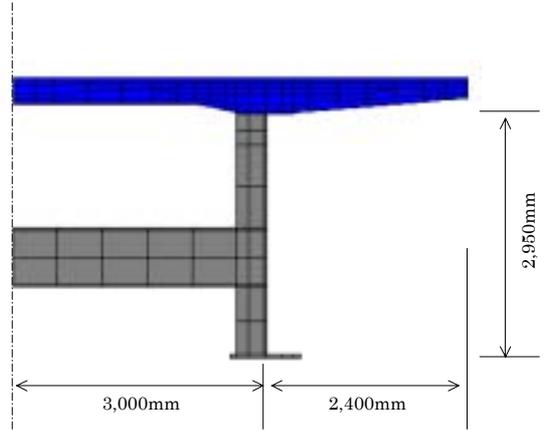


図-2 FEM 解析モデル（断面図）

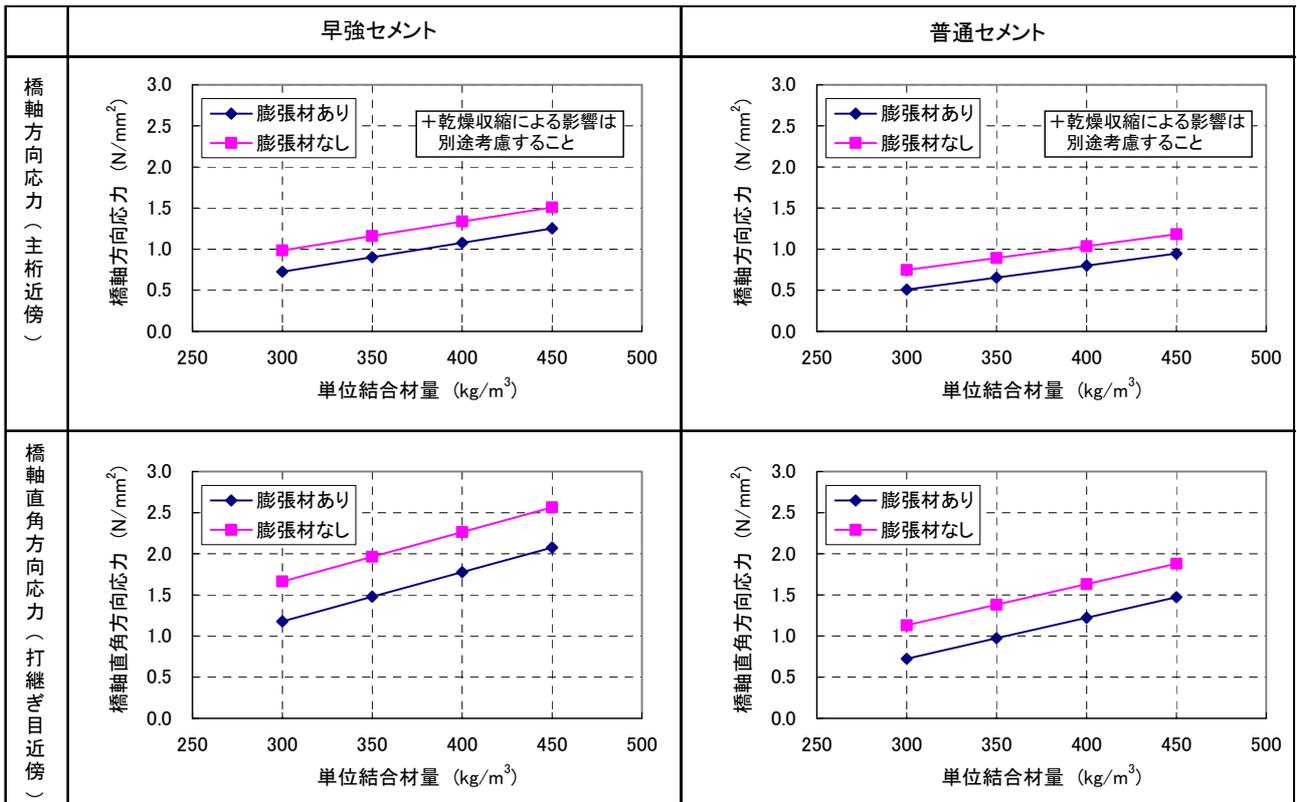


図-3 材齢 7 日に床版に生じる応力解析値とコンクリート配合との関係（床版支間 6m の例）

#### 4. あとがき

設計者は、2 章に示した入力値を用いて若材齢時の応力解析(FEM等)を行うことを原則とするが、床版支間 6m の床版設計については、図-3 に示す応力推定値を基に、補強鉄筋の配置やジャッキアップダウン工法等のプレストレスの導入など、付加的な対策の要否を判断するとともに、必要であれば、使用セメント、膨張材、高性能 AE 減水剤など材料面からの対策を施すことによって、発生応力の低減に活用いただければ幸いである。最後に、本報告は、土木学会・床版の調査研究小委員会 堀川都志雄委員長以下全委員の活発な討議を経ており、全委員に感謝する次第である。

#### 5. 参考文献

- 1) (社)土木学会 鋼構造委員会 道路橋床版の調査研究小委員会 道路橋床版の設計と合理化と耐久性の向上, 平成 16 年 11 月
- 2) (社)日本橋梁建設協会 床版研究委員会 膨張材評価検討ワーキンググループ・膨張材協会 技術部会, 場所打ち PC 床版における膨張材の有効性評価検討報告書, 2004.9