

場所打ち PC 床版の温度応力解析における 1 次元解析と 3 次元解析の比較

瀧上工業 正会員 ○橋本 保則

瀧上工業 正会員 松村 寿男

瀧上工業 正会員 織田 博孝

名城大学 正会員 石川 靖晃

1. はじめに

近年、長支間場所打ち PC 床版の施工において温度応力による床版のひび割れが懸念され、事前に温度応力解析を行う事例が増えている。一般に温度応力解析は三次元解析によって行われ、多大な労力と時間を要しているのが現状である。文献 1) では温度応力の予測を簡便にするために CP を導入したはり要素による変形解析（以下、CP はり要素と略す）を提案しており、鋼 2 主桁橋については 3 次元解析に近い結果が得られることが示されている。そこで本研究は鋼 3 主桁橋を対象として CP はり要素と 3 次元解析の結果を比較することを目的とする。

2. 解析概要

2.1 3 次元解析

3 次元の熱伝導解析および応力解析に用いた解析ソフトは汎用の DIANA (ver.8) である。対象とした橋梁の解析モデルを図-1 に示す。4 径間連続合成 3 主桁橋（支間 47.100m+2×55.600m+47.100m）を 1/4 モデルで作成し、中間支点 P1 近傍の床版打設サイクルに着目した。解析条件を表-1 に示す。床版コンクリートおよび鋼桁の熱物性値についてはコンクリート標準示方書[施工編]に示される標準的な値とした。

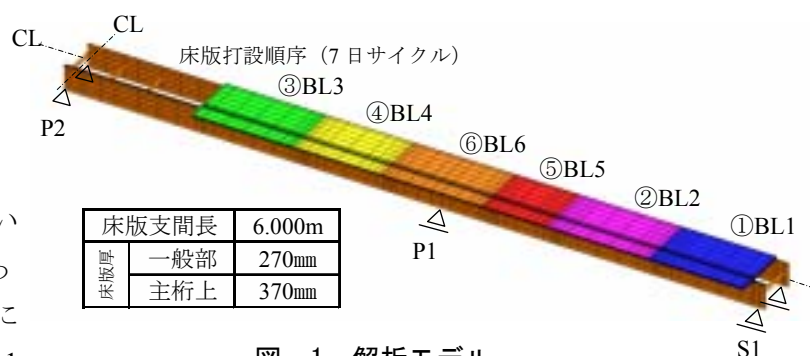


図-1 解析モデル

表-1 解析条件

単位セメント量（早強）		370kg
コンクリート打ち込み温度		20℃
圧縮強度(28日)		36N/mm ²
膨張材(24時間まで線形増加)		-80μ
乾燥収縮の最終ひずみ		200μ
熱伝達率	養生マット(3日目まで)	12 W/m ² °C
	外気(4日目以降)	14 W/m ² °C
	型枠	7 W/m ² °C
	鋼桁	12 W/m ² °C
	外気温	10℃±5℃

2.2 CP はり要素による 1 次元解析

コンクリート標準示方書[施工編]で推奨されている CP 法は、各節点での温度履歴を初期ひずみとして入力し、Compensation Plane と呼ばれる平面から内部拘束応力を算出する計算手法である。コンクリート標準示方書では外部拘束応力を外部拘束係数から算出するが、CP はり要素では時間ごとに变化する剛性方程式から外部拘束応力を直接算出し、しかも長手方向の応力分布も求めることができる。

解析モデルは 4 径間全体をモデル化し、温度履歴には DIANA の熱伝導解析で得られた値を入力した。熱伝導解析の結果を図-2 に示す。図中の温度履歴は最大温度上昇を示した位置 A での値で、コン

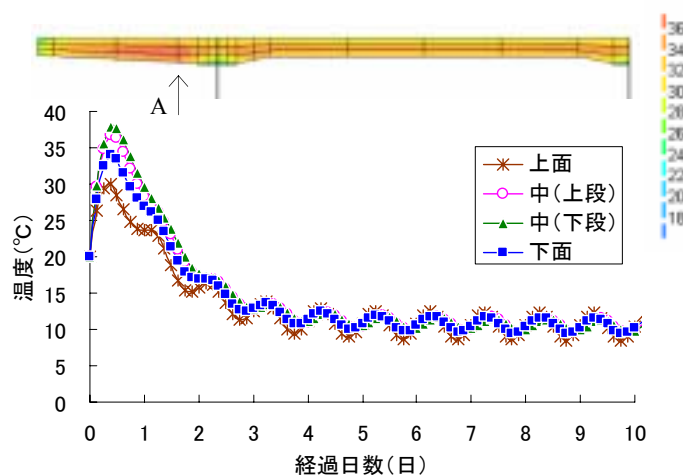


図-2 温度履歴

ター図は最大温度の時の温度分布である。膨張材および乾燥収縮によるひずみは線膨張係数を用いて温度キーワード 温度応力解析, CP 法, はり要素, 場所打ち PC 床版, 鋼 3 主桁橋

連絡先：〒454-8517 愛知県名古屋市中川区清川町 2 丁目 1 番地 瀧上工業(株)本社 TEL 052-351-2269 FAX 052-351-5864

に変換し、各節点に温度履歴として入力した。CP はり要素は全断面にわたって一様の温度履歴を仮定したが、3次元解析においても打継目近傍を除いて一様な温度分布を示していたため特に問題はないと考える。

3. 解析結果

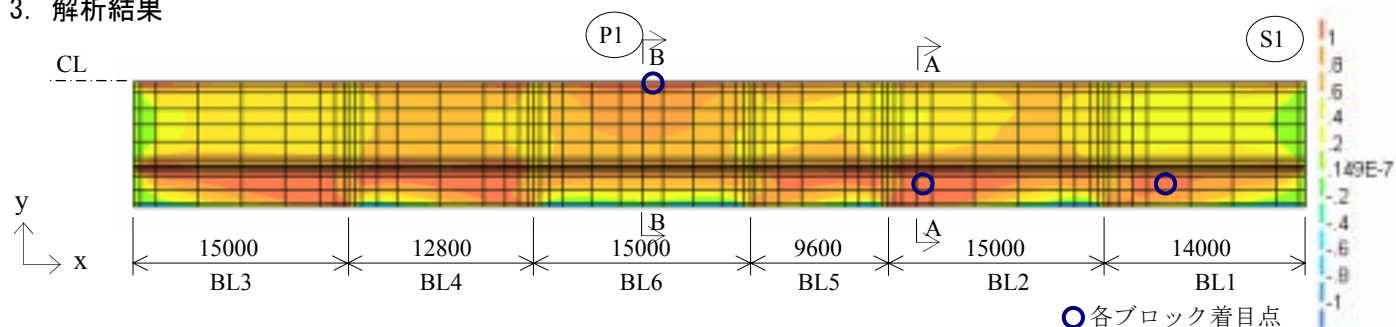


図-3 橋軸方向の応力コンター図

3次元解析による橋軸方向の応力 σ_x のコンター図を図-3に示す。これはBL1打設後41日目の応力分布である。 σ_x は中間支点上以外のブロックにおいて床版張り出し部で大きく、中間支点上のブロックでは中桁上が大きい。図中のA-A断面とB-B断面における σ_x の分布を図-4に示す。図-4のコンター図は3次元解析によるものである。断面内の応力分布は3次元解析とCPはり要素で同じ傾向にあるが、断面A-Aでは最大引張応力度に0.3MPa程度の差がある。また、中間支点上の断面B-Bでは、最大引張応力の生じる位置に違いがある。

図-3に○印で示した位置の応力履歴を図-5に示す。CPはり要素と3次元解析の結果はおおよそ一致しているが、周辺のブロックが打設されていくに従って両者の差はやや大きくなる。したがって、3次元解析とCPはり要素の結果の差は周辺ブロックの打設による3次元的な影響が考えられるが、その理由は明らかでなく今後検討していく予定である。

4. まとめ

- 1) 3主桁橋においてもCPはり要素が適用できることを示した。
- 2) 解析時間は42日間（336ステップ）を3次元解析で5.5日必要としたが、CPはり要素はわずか2分程度であった。したがってCP法を用いることで解析時間を大幅に短縮することができる。

参考文献

- 1) 石川靖晃, 西垣義彦, 田辺忠顕: 移動型枠支保工によるP C厚肉床版施工時ひび割れ評価法の提案, プレストレストコンクリート Vol.45, No.5, pp.97-107, May.2003

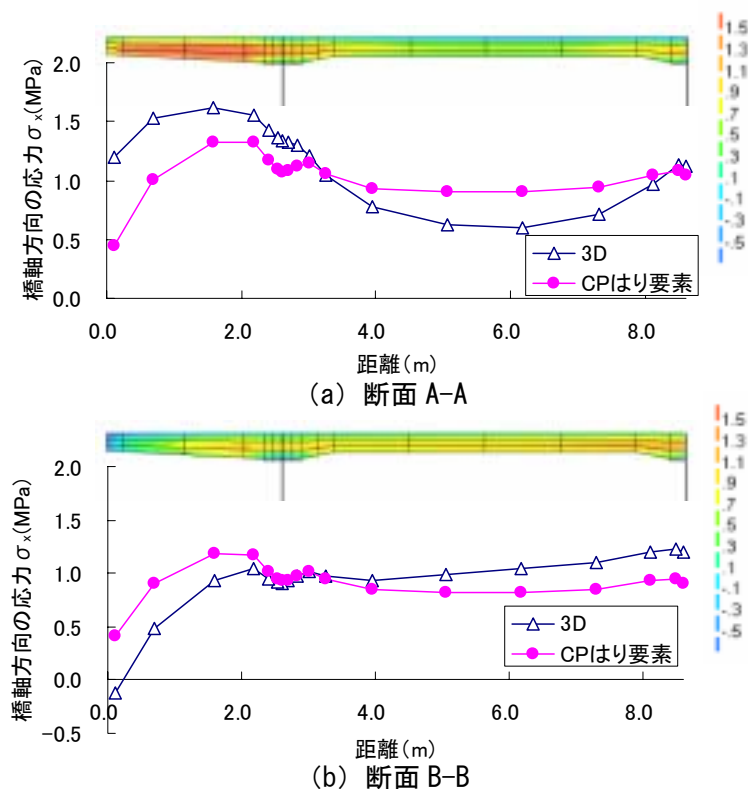


図-4 σ_x の断面内分布(time=41日目)

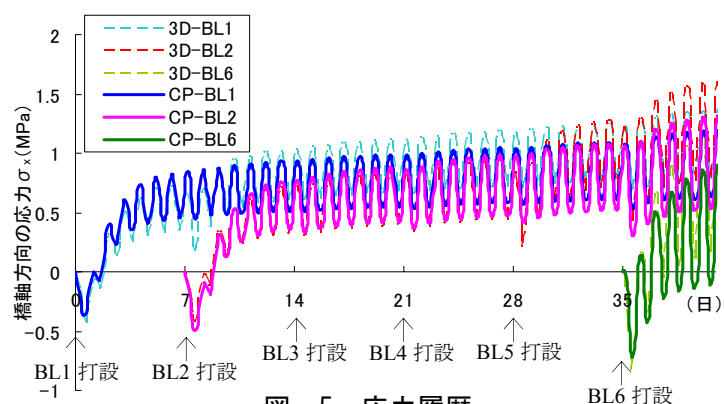


図-5 応力履歴