

長支間場所打ちP C床版の非線形温度応力解析（第二東名高速道路 藁科川橋）

日本道路公団 静岡建設局 正会員 本間 淳史 正会員 長谷 俊彦
宮地・瀧上 藁科川橋東（鋼上部工）工事共同企業体 ○正会員 河西 龍彦 正会員 坂根 秀和

1. はじめに

床版支間長が10mを超える長支間場所打ちP C床版2主桁橋において移動型枠を用いて床版の施工を行った際に材齢初期の床版コンクリートにひび割れが発生した事例があり、このようなひび割れを発生させた原因として温度応力が着目されるようになった。温度応力によるひび割れは床版コンクリートの材齢初期に発生し、かつ貫通ひび割れとなる可能性があり、床版の耐久性に悪い影響を及ぼすことが懸念される。

藁科川橋では、実橋の床版施工に先立ちこのような温度応力の発生状況を把握するために非線形温度応力解析を行った。本文ではその結果を紹介する。

2. 非線形温度応力解析の概要

非線形温度応力解析に使用したモデルを図-1に示す。

藁科川橋は床版支間長=11m、床版厚は主桁上で53cm、床版支間中央で36cmである。モデルは橋軸方向には1径間分（約40m）、橋軸直角方向には幅員の半分とし、2ブロック分の床版をモデル化した。要素は全てsolid要素で、床版は厚さ方向に4等分した。使用ソフトは株式会社計算力学研究センター保有の非線形温度応力解析プログラム「ASTEA-MACS Ver.2」である。

解析に用いた主な物性値を表-1に示す。コンクリートの断熱温度上昇量は、コンクリート標準示方書〔施工編〕¹⁾に示される値を使用した。熱伝達率は、材齢6時間～3日までの「マット+散水」の養生期間（床版上面）を12 W/m²℃、他は14 W/m²℃とした。

解析に使用したコンクリートの配合は藁科川橋の実橋で使用するものと同じとし、セメント量は335kg/m³（早強セメント）、膨張材（30kg/m³）は同量のセメントに置換している。

解析は、表-2に示すパラメータを考慮した。着目したのは、施工時期の違い、外気温の変化、そして膨張材の効果である。外気温は静岡市内における過去1年間の気象観測結果を使用することとした。膨張材の効果は、図-2に示すように乾燥収縮と組み合わせて評価した。ここに示す80μは建設機械化研究所で実施した実物大実験結果²⁾を参考に、若干安全側に設定した値である。

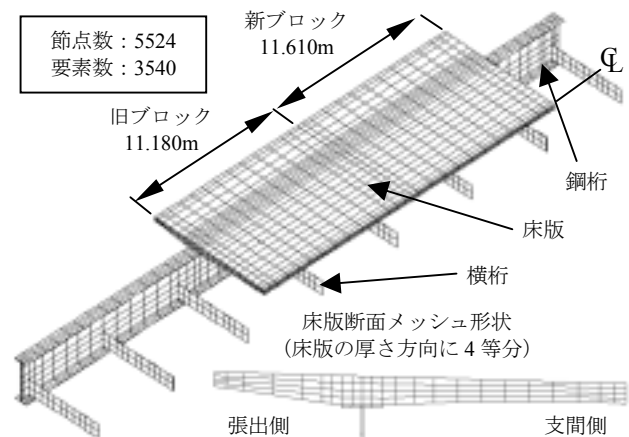


図-1 非線形温度応力解析モデル

表-1 解析に用いた主な物性値

部材	項目	物性値	備考
コンクリート	熱伝達率	2.7W/m ² ℃	コ示〔施工編〕より
	密度	2300kg/m ³	
	比熱	1.31kJ/kg℃	コ示〔施工編〕より $C_e = 3.03 \times 10^3 / \rho$
	断熱温度上昇量	コ示〔施工編〕の推定式 $Q(t) = Q_{\infty} (1 - e^{-\gamma t})$ Q_{∞} , γ はコ示〔施工編〕の計算式より	
鋼桁	熱伝達率	25W/m ² ℃	
	密度	7850kg/m ³	
	比熱	0.473kJ/kg℃	

表-2 解析パラメータ

施工時期	外気温		乾燥収縮・膨張材(80μ)の効果	
	一定	変化	なし	あり
暑中	○	—	○	—
	○	—	—	○
	—	○	○	—
	—	○	—	○
通常期	○	—	○	—
	○	—	—	○
	—	○	○	—
	—	○	—	○
寒中	○	—	○	—
	○	—	—	○
	—	○	○	—
	—	○	—	○

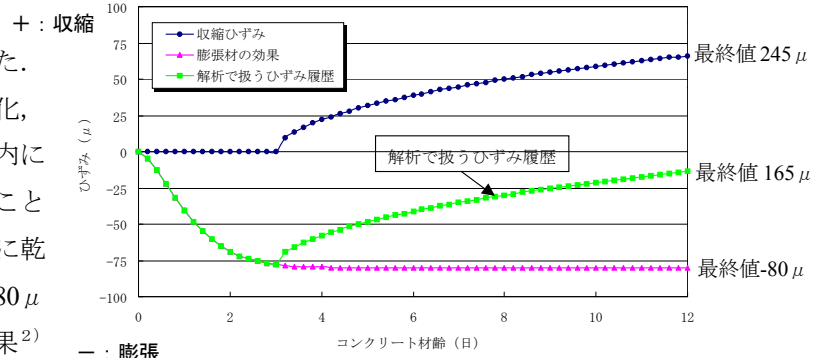


図-2 解析に使用した膨張材の効果

キーワード：長支間場所打ちP C床版、ひび割れ、温度応力、非線形温度応力解析、膨張材、暑中施工

連絡先：〒290-8580 千葉県市原市八幡海岸通り3番地、TEL;0436-43-8110、FAX;0436-43-7400

3. 検討結果

(1) 温度分布

水和熱によって上昇するコンクリートの温度は、図-3に示すように、床版厚の厚い部分で高く、また床版厚の中央部分で高くなっていた。

(2) 施工時期の違い

床版コンクリートの打ち継ぎ目の新ブロック側において床版支間中央部分に発生する橋軸直角方向の引張応力の経時変化を図-4に示す。施工時期による違いは顕著ではないが、暑中施工の場合が最も大きな引張応力が発生していた。

(3) 外気温の変化による影響

(2)と同じ位置における橋軸直角方向引張応力の経時変化について、外気温一定の場合を図-5に、外気温を変化させた場合を図-6に示す。同図は暑中施工の場合であるが、外気温を一定とした場合より外気温を変化させた場合の方が若干ではあるが引張応力は大きくなることわかった。

(4) 膨張材の効果

新ブロックの材齢7日の時点における橋軸直角方向の応力コンター図を図-7、図-8に示す。ここで図-7は膨張材の効果を考慮しない場合、

図-8は膨張材の効果を

考慮した場合である。打ち継ぎ目の新ブロック側の床版支間中央部分に作用する大きな橋軸直角方向引張応力が、膨張材の効果によって緩和されることがわかる。図-9は(2)と同じ位置における橋軸直角方向引張応力の1年後までの経時変化である。膨張材による材齢初期の改善効果がそのまま持続していることがわかる。

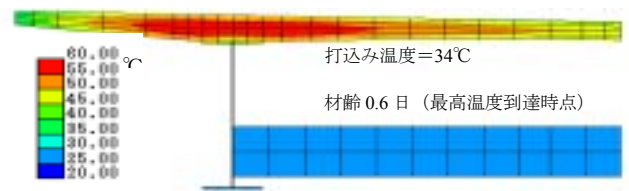


図-3 コンクリート温度の分布

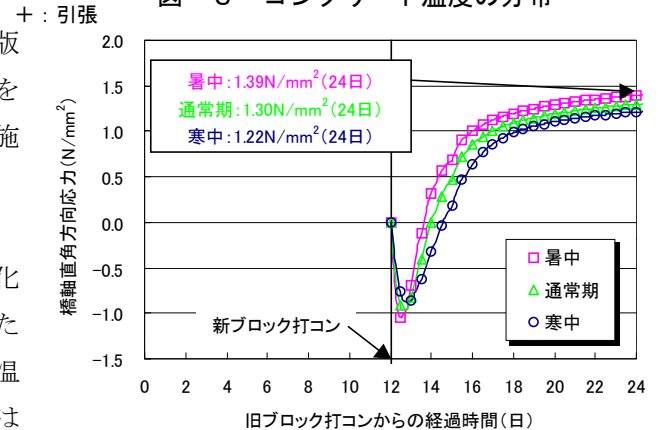


図-4 施工時期の違い

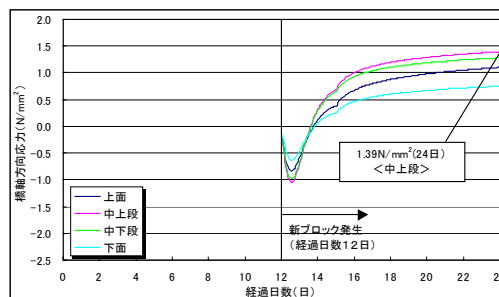


図-5 外気温一定の場合

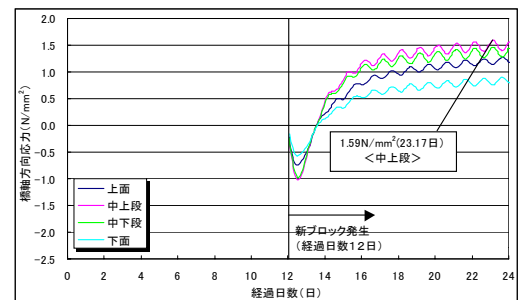


図-6 外気温を変化させた場合

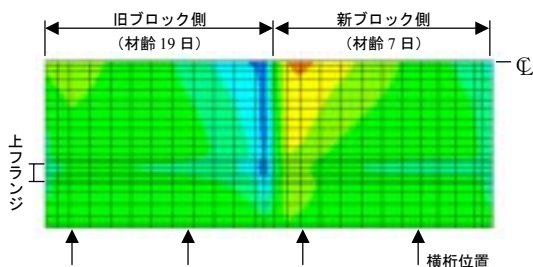


図-7 膨張材の効果を考慮しない場合

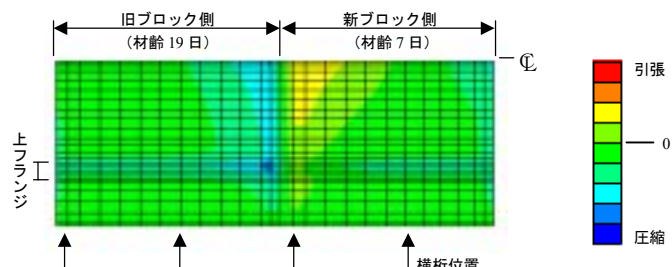


図-8 膨張材の効果を考慮した場合

4. まとめ

非線形温度応力解析を用いたパラメータ検討の結果、温度応力の発生状況に関する知見と、膨張材の有効性を確認することができた。これらの検討結果を活かし、引き続き温度応力への対処方法を検討する。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書〔施工編〕平成11年版，2000.1
- 2) 橋・高瀬・白水・立川：1m供試体を用いた膨張材の効果に関する実験的検証，土木学会第57回年次学術講演会講演概要集，共通セッション，2002.9

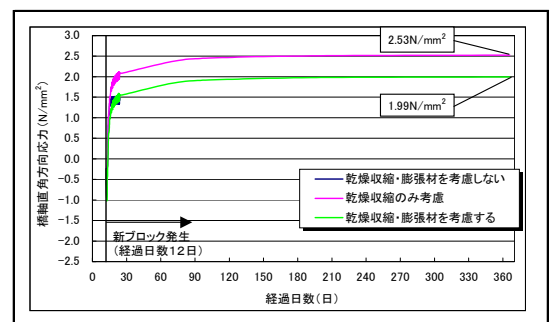


図-9 材齢1年後までの経時変化