

板ヶ谷橋の場所打ち床版におけるひび割れに対する解析的検討

中日本高速道路株式会社 正会員 和崎 宏一 (株) IHI 正会員 杉村 誠
中日本高速道路株式会社 正会員 秋山 大輔 (株) IHI 正会員 山口 隆一
○ (株) IHI 正会員 滝 直也

1. はじめに

近年、合理化を目的とした床版支間の長支間化に伴い床版厚を増加するケースが増えている。そのため、施工初期段階において水和熱による温度応力によってひび割れが発生する可能性が高まっている。これらの背景を受けて板ヶ谷橋(鋼4径間連続合成細幅箱桁橋、第二東名高速道路、NEXCO 中日本)の施工に際し、FEMによる非定常熱伝導解析を実施してひび割れに対する検討を行った。本稿はこれらの検討および対策について述べる。

2. 解析条件

解析モデルは実橋の一部を再現し、鋼桁およびコンクリート床版をソリッド要素でモデル化した(図 1)。施工ステップは実施工と同様とし、打設間隔を 5 日前後とした。解析ケースは膨張材有無の 2 ケースとし、膨張材を混入するケースはその添加量を 20kg/m^3 とした。本解析で用いた主な材料条件を

表 1 材料条件

	項目	単位	数値
コンクリート	設計基準強度	N/mm^2	40
	熱伝導率	$\text{W/m}^\circ\text{C}$	2.7
	比熱	$\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$	1.15
	断熱温度上昇量	$^\circ\text{C}$	51.5
	打込み温度	$^\circ\text{C}$	20
	線膨張係数	$/^\circ\text{C}$	10×10^{-6}
鋼材	引張強度	N/mm^2	400
	弾性係数	N/mm^2	2.0×10^5
	熱伝導率	$\text{W/m}^\circ\text{C}$	51.3
	比熱	$\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$	0.47
	初期温度	$^\circ\text{C}$	20
	線膨張係数	$/^\circ\text{C}$	12×10^{-6}

表 1 に示す。

本解析における熱物性値および力学的物性値は文献 1 および文献 2 に従った。

3. 解析結果

解析の結果、本稿では 3.2 および 3.3 に示す最大主応力とひび割れ指数が卓越する 3BL,4BL,5BL の結果を抜粋して述べる。

3.1 温度解析結果

膨張材を混入しないケースの床版内部における温度経験最大値コンター図を図 2 に、P1 支点上付近での床版コンクリートの温度履歴を図 3 にそれぞれ示す。ここで本検討では、膨張材は単位セメント量 350kg/m^3 のうち 20kg/m^3 を置換するため、膨張材の有無で水和発熱量が変わらないとしている。

また、最大温度は熱伝達率の高い主桁上でなく張出床版付け根で発生し、その値は 38.9°C であった。

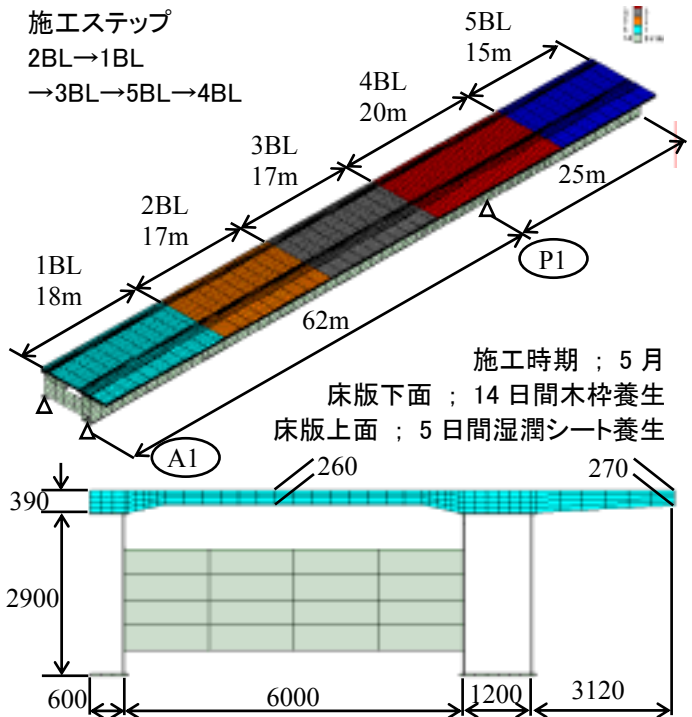


図 1 解析モデル図

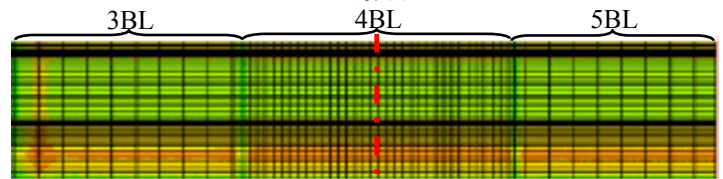


図 2 床版内部における温度経験最大値コンター図

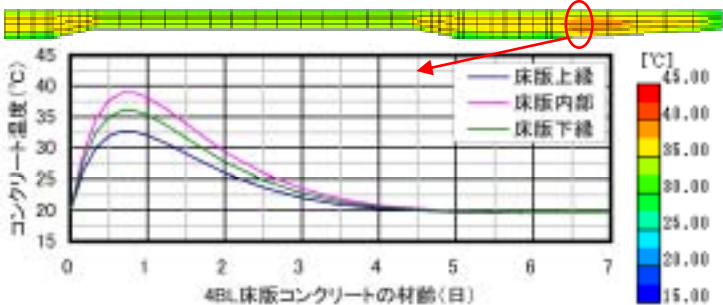


図 3 P1 支点上付近での床版コンクリートの温度履歴

キーワード: 合成床版、ひび割れ制御、FEM 解析、水和熱、温度応力、膨張材

連絡先 : 〒478-8650 愛知県知多市北浜町 11 番の 1 (株)IHI 社会基盤セクター 橋梁エンジニアリング部 TEL:0562-31-8343

3.2 主応力分布

図 4 に床版内部における膨張材無しと膨張材有りの最大主応力の経験最大値コンター図を示す。ここで、最大主応力の卓越する方向を矢印で示した。

これらより膨張材を添加することで全体的に応力を緩和する結果となった。しかし、旧側コンクリートである3BLおよび5BLの最大主応力は、橋軸直角方向の応力成分が増加するため、膨張材を混入した方が大きくなった。これは4BL 打設直後の温度膨張に膨張材による膨張が加わり、旧側コンクリートを変形させたためである。

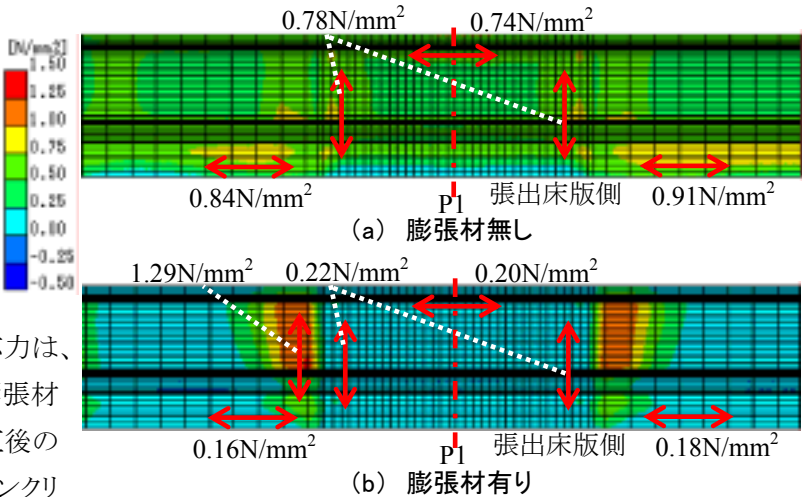


図 4 床版内部における最大主応力の経験最大値コンター図

3.3 ひび割れ指数分布

図 5 に床版内部における膨張材無しと膨張材有りのひび割れ指数の経験最小値コンター図を示す。

これらよりひび割れ指数の経験最小値は、膨張材無しのケースで 2.81、膨張材有りのケースで 1.80 となり、いずれのケースも文献 1 に示す「ひび割れを防止したい場合;ひび割れ発生確率が 5%」の参考値となる 1.75 を上回る結果となった。

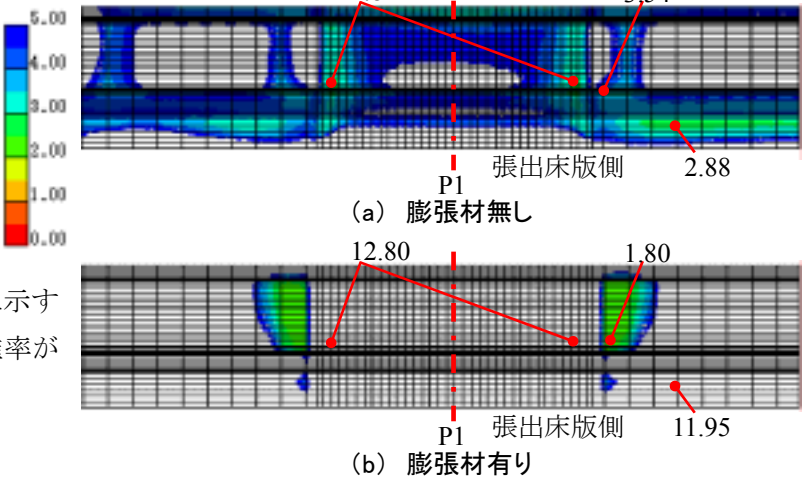


図 5 床版内部におけるひび割れ指数の経験最小値コンター図

3.4 残留応力分布

図 6 に床版内部における膨張材無しと膨張材有りの残留最大主応力コンター図を示す。残留最大主応力は膨張材を混入したケースが全体的に小さくなった。これは最大温度発生時以降の温度降下による収縮を膨張材の膨張作用が緩和するためである。また、橋軸方向および橋軸直角方向の残留応力と設計荷重作用時の応力の足し合わせを表 2 に示す。これらより、膨張材有りのケースが許容値を満足し、実施工においても膨張材を混入することとした。

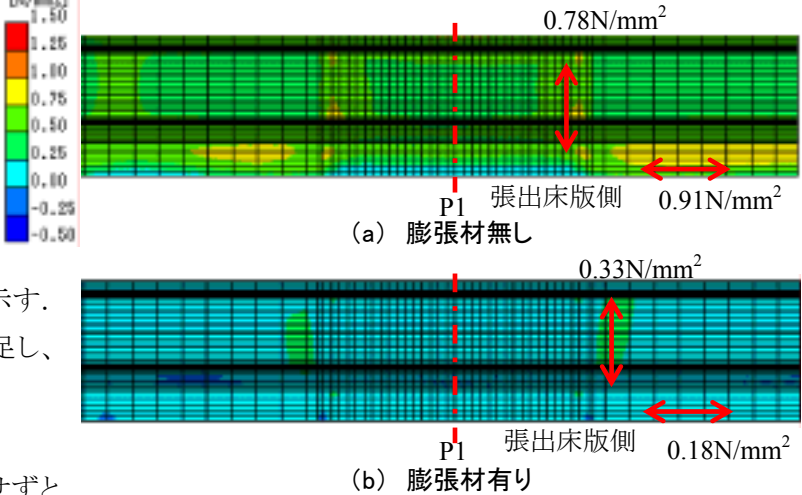


図 6 床版内部における残留最大主応力のコンター図
表 2 残留応力と設計荷重作用時応力の足し合わせ

Unit;N/mm ²		膨張材無し	膨張材有り
残留応力	橋軸方向応力	0.91	0.12
	橋軸直角方向応力	0.75	0.33
設計荷重作用時	橋軸方向応力	2.15	
	橋軸直角方向応力	2.20	
残留+設計	橋軸方向応力	3.06	2.27
	橋軸直角方向応力	2.95	2.53
判定		>2.65	<2.65
		N.G	OK

4. 結果

解析の結果、施工初期段階は膨張材を混入せずともひび割れ指数が 1.75 以上となった。しかし、設計荷重作用時と残留応力を足し合わせて評価すると膨張材を混入した場合のみが許容値を満足し、実施工において膨張材を混入することとした。

参考文献

- 1)コンクリート標準示方書[設計編] 2007 土木学会
- 2)道路橋示方書・同解説 平成 14 年 3 月 社団法人日本道路協会