

場所打ちPC床版2主桁橋の床版コンクリート初期ひずみ特性－佐分利川橋－

石川島播磨重工(株) 正会員 塩永 亮介 藪野 真史
 佐分利川橋(鋼上部工)工事JV 正会員 戸田 均
 日本道路公団 正会員 安川 義行 稲葉 尚文

1. はじめに

佐分利川橋は合理化橋梁形式の一つである場所打ちPC床版を有する連続合成鋼2主桁橋である。近年、同形式の床版において施工初期に発生するひび割れ事例がいくつか報告されており、その原因として打設時の水和発熱に伴う温度応力や養生後の乾燥等による収縮応力が主桁や打継ぎ目などの外部拘束を受けるためと推察されている。そのため本工事では、単位セメント量の低減や膨張材の添加などでひび割れ抑制対策をはかっているが、これらの効果が定量的に示されている既往のデータは少ない。そこで本論文では、実橋床版における温度およびひずみ連続計測実験より得られた打設直後からの経時挙動を示し、またこれらの実橋計測データをもとに行った FEM 解析結果より、初期材齢時の床版全体のひずみおよび応力分布や膨張材のひび割れ抑制効果の検証結果を報告する。

2. 実験概要と計測結果

本橋の上部工断面図を図-1 に示す。PC床版厚は標準部で 300mm、床版支間は 5.5m である。床版内部の張出し・主桁上・支間中央の位置に熱電対および埋込み型ひずみ計(橋軸方向)を設置し、打設直後から 15min ピッチで連続計測を実施した。

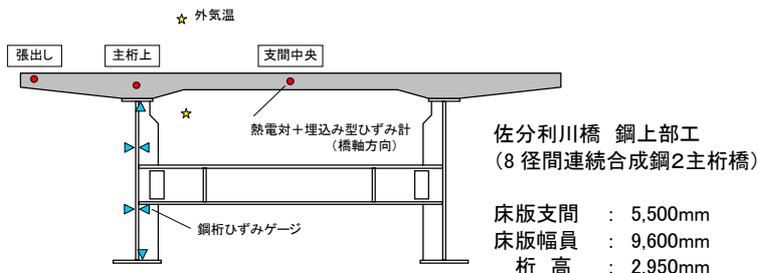


図-1 PC 床版断面と計測点

表-1 に床版コンクリートの配合を示す。水和発熱に伴う温度応力を抑えるためセメント量を抑え、またひび割れ低減を目的に膨張材を 30kg/m³ 添加している。

表-1 コンクリートの配合

設計基準強度	最大骨材径	水セメント比	細骨材率	水	セメント(早強)	膨張材	細骨材	粗骨材	混和剤
(N/mm ²)	(mm)	(%)	(%)	(kg/m ³)					
σ_{ck}	G_{max}	W/C	s/a	W	C	Ex	S	G	Ad
40	20	44.1	43.0	152	315	30	818	1147	2.59

図-2 および図-3 に初期材齢時の温度およびひずみ計測結果を示す。ひずみは温度上昇に伴う膨張ひずみも含めた実ひずみで示している。コンクリート打込み温度 26 に対して温度上昇量は最も断面厚の大きい主桁上の中心で 22 程度となり、材齢 4 日ころには外気に落ち着く。一方、実ひずみの挙動は最高温度時に 170 ~ 230 μ の膨張ひずみが生じる。張出し部では主桁の拘束の影響を受けにくく温度上昇量が低いにもかかわらず比較的大きなひずみが発生するが、主桁上では外部拘束により膨張ひずみが抑えられこの拘束ひずみ分が圧縮応力として床版内部に残存すると考えられる。

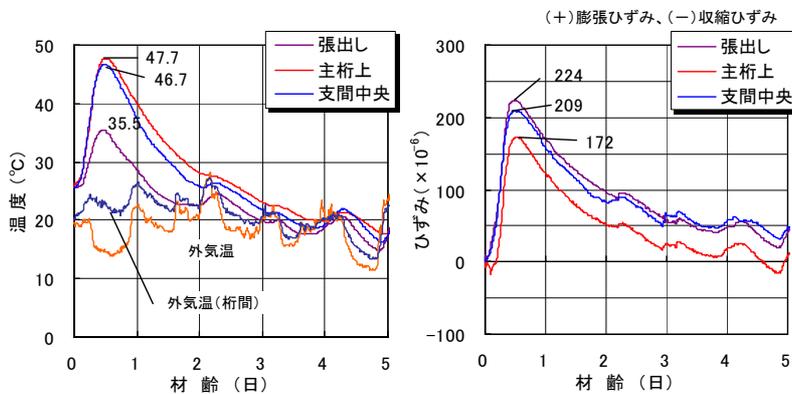


図-2 温度計測結果

図-3 実ひずみ計測結果

キーワード：場所打ち PC 床版、連続合成鋼 2 主桁橋、膨張材、FEM 解析

連絡先 : 〒235-8501 横浜市磯子区新中原町 1 TEL:045-759-2864 FAX:045-759-2208

3. 解析概要と結果

実橋計測データより床版全体のひずみ・応力の分布を把握するため、非定常熱伝導解析を実施した。支間長 60m の半分を解析対象として、打設日の異なる 2 ブロックの床版と鋼桁を含めたモデルとした(図-4)。現地の気温データや強度データを用い、配合条件や施工手順などについても実橋に即した再現解析を実施した。この解析による床版上縁から 150mm の位置のひずみおよび応力分布(いずれも橋軸方向)の材齢毎の変化を図-5 に示す。ひずみ分布図には実橋計測における計測値も合わせて示した。

計測データからも推測されたように、打設後 0.5 日の初期においては主桁近傍では拘束を受けて膨張ひずみが抑えられているが、応力としては他部位よりも大きな圧縮応力が生じる。材齢が進むにつれて、温度降下および乾燥等により収縮側のひずみが床版には生じるが、そのひずみが主桁等の外部拘束を受けやすい位置では比較的大きな引張応力が発生するためひび割れ発生の起点となりやすいという経時挙動が再現された。

同様の手法で膨張材なしの条件で行った解析結果との比較を図-6 に示す。膨張材を添加したことにより、主桁近傍では約 0.6N/mm^2 、新旧床版の打継ぎ目などさらに拘束が大きく作用する部位では約 0.8N/mm^2 圧縮側へ応力をシフトし、初期に発生する引張応力をほとんど抑えることができる。

4. まとめ

実橋における計測実験および解析評価により以下の点が明らかとなった。

- 1) 場所打ち PC 床版に適用した膨張コンクリートの打設直後からの温度・ひずみ経時挙動を把握した。
- 2) 実測データに即した FEM 解析より床版全体のひずみ分布を再現するとともに応力分布を求めた結果、外部拘束を大きく受ける主桁近傍に応力が集中することがわかった。
- 3) この再現解析によって 30kg/m^3 の膨張材添加により $0.5 \sim 0.8\text{N/mm}^2$ の圧縮応力導入が図られており、ひび割れ抑制の効果を定量的に示すことができた。

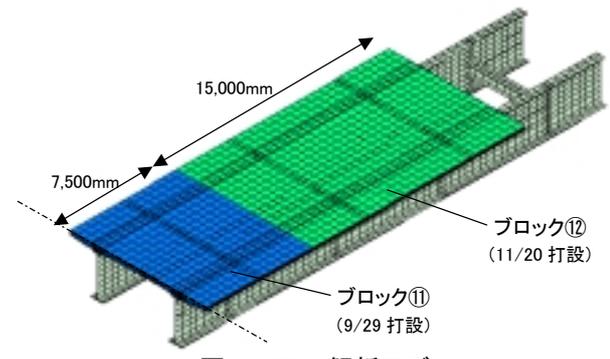


図-4 FEM 解析モデル

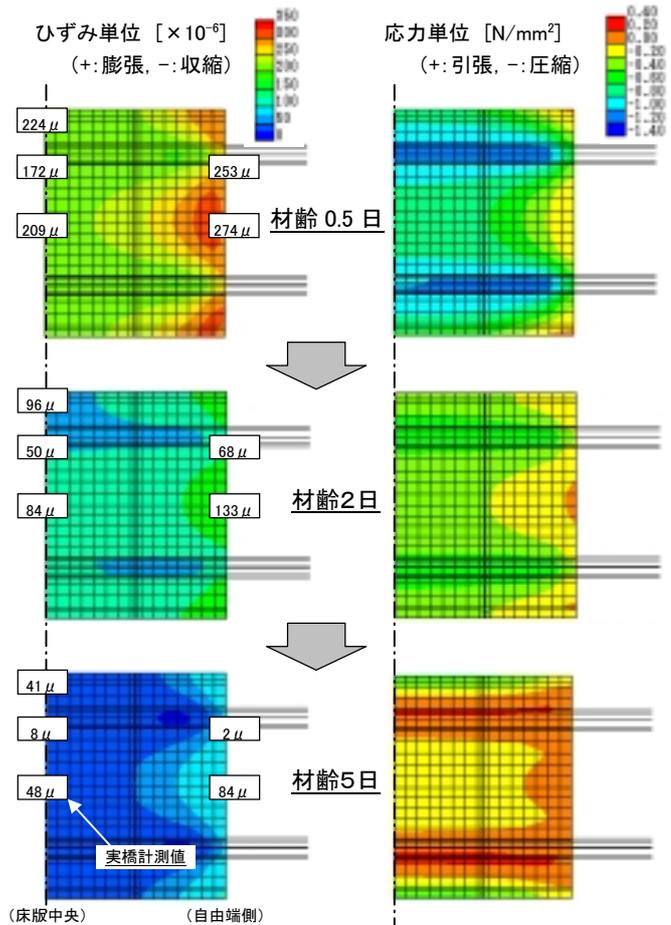


図-5 橋軸方向のひずみ・応力分布(床版①内部)

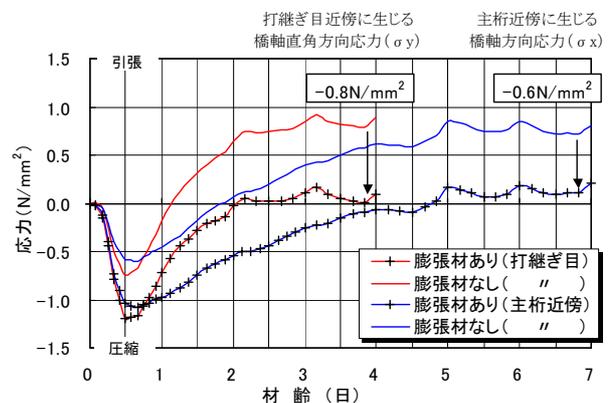


図-6 膨張材の添加による圧縮応力導入の評価