

膨張コンクリートによる有効ひずみの低減効果について

大成建設（株） 土木技術研究所 正会員 平川 勝彦
 北海道旅客鉄道（株） 鉄道事業本部 正会員 吉野 伸一
 大成建設（株） 札幌支店 香山 治彦
 大成建設（株） 土木技術研究所 正会員 武田 均
 同上 正会員 大友 健

1. はじめに

3 径間連続 PC 箱桁橋の上部工コンクリートに温度応力の低減を目的として膨張コンクリートを適用した。構造物に所要の膨張効果が得られているか確認するため、構造物内部にひずみ計や無応力計を埋設し計測をおこなった。本報告は、この検討結果をまとめたものである。

2. 形状寸法と計測器の配置

コンクリートの仕様、配合、使用材料を表-1に示す。計測構造物の形状寸法と計測器の配置を図-1に示す。上床版桁上部に無応力計を、桁部と上床版の桁上部および中央部にひずみ計をそれぞれ埋設した。桁部は9月下旬に、上床版は10月下旬にそれぞれ打設し、上床版打設の16日後にPCケーブルの緊張を行なった。

3. 計測結果

3.1 硬化の原点および線膨張係数の算定

図-2（上）に無応力計により測定した温度とひずみ（全ひずみ： ϵ_2 ）の時刻歴変化を、図-2（下）に上図の温度変化量とひずみ変化量から算定したみかけの線膨張係数の時刻歴変化をそれぞれ示す。打設直後のみかけの線膨張係数は約 30×10^{-6} と大きな値を示したが、その後は、7~ 12×10^{-6} 程度まで急激に変化した。これは水和の進行にともなって硬化コンクリートとしての挙動を示したことによるものと推察される¹⁾。したがって、ここではコンクリートの硬化の原点をみかけの線膨張係数がおおむね一定となる打込から0.375日後とし、この時点から有効ひずみが発生することとした。

このみかけの線膨張係数は初期材齢でのコンクリートの体積変化を含んだものである。一方、初期の体積変化を考慮しない線膨張係数（ α ）は打設と同時に作成したひずみ計を埋設した供試体（ $\phi 15 \times 30\text{cm}$ ）によって、材齢28日以降に20~60℃の温度変化を与えて測定した。測定値は 8.41×10^{-6} であった。有効ひずみの評価にはこの値を使用した。

キーワード 膨張材、硬化原点、線膨張係数、全ひずみ、有効ひずみ

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL 045-814-7228 FAX 045-814-7253

表-1 コンクリートの仕様、配合、使用材料

粗骨材の最大寸法	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	
25	8	4.5	37.5	40.0	
単位量 (kg/m ³)					
水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材	混和剤
165	410	30	686	1035	1.54
使用材料					
セメント	早強ポルトランドセメント：密度 3.14g/cm ³				
混和材	コンクリート用膨張材(CSA系)：密度 2.76g/cm ³				
細骨材	陸砂：密度 2.63g/cm ³				
粗骨材	山砂利：密度 2.64g/cm ³ 比率60% 陸砂利：密度 2.65g/cm ³ 比率40%				
混和剤	AE減水剤（標準型）				

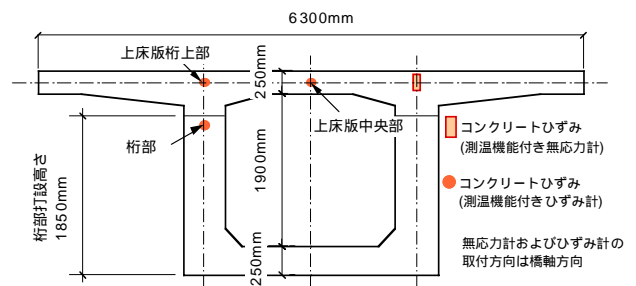


図-1 構造物の形状寸法と計器位置

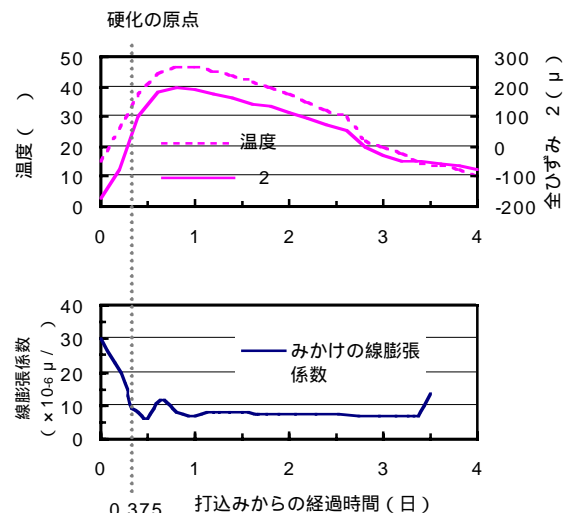


図-2 無応力計による温度・ひずみの計測値と線膨張係数の算定値

3.2 有効ひずみの経時変化の算定

図-3 に各測点における全ひずみ (ε_2) の経時変化を、図-4 に各測定点の有効ひずみ (ε_3) の経時変化をそれぞれ示す。

本構造物の上床版部は先行して打設された桁部によって拘束される構造である。

桁部では打設後コンクリートの温度上昇時には、1 日までに 44×10^{-6} の有効ひずみ（引張）が発生し、その後コンクリートの温度降下とともに打設後 2 日程度で最大 -94×10^{-6} の有効ひずみ（圧縮）が発生した。一方、上床版桁上部および上床版中央部は打設後 1 日までに -59×10^{-6} 、 -63×10^{-6} の有効ひずみ（圧縮）がそれぞれ発生し、拘束体直上の上床版桁上部には打設後 2 日程度で最大 89×10^{-6} 、上床版中央部は打設後 4 日程度で最大 135×10^{-6} の有効ひずみ（引張）が発生した。計測結果から、桁は拘束体として、上床版は被拘束体としての挙動を示していることが確認された。

上床版中央部では両面放熱部材であるので、温度降下速度が大きいことから上床版桁上部と比較すると大きな有効ひずみ（引張）が発生したものと考えられた。なお、材齢 16 日以降 PC ケーブルの緊張によって上床版桁上部のひずみ、桁部のひずみとも $200 \sim 300 \times 10^{-6}$ 程度圧縮側へ移行した。

4. 膨張材の効果

無応力計での ε_2 には温度変化によるひずみ ($\alpha \Delta T$: ΔT は硬化の原点からの温度変化量) と膨張材による膨張や自己収縮などのコンクリート自体の体積変化によるひずみ (ε_4) とが含まれている。そこで、無応力計による ε_2 から $\alpha \Delta T$ と ε_4 を差し引くことによって分離した。図-5 に ε_4 の経時変化を示す。構造物中での無拘束下膨張は最大 90×10^{-6} 程度であった。上床版の各測点での拘束度は、桁上部で 0.42、中央部で 0.82 であったので、この拘束度を ε_4 に乗じたものが実際に構造物に発生した膨張ひずみとみなした。この膨張ひずみを有効ひずみ ε_3 から減じたものを膨張材を使用しない時の有効ひずみとして評価した。図-6 には膨張材使用の有無による有効ひずみ ε_3 の相異を示す。膨張材の使用によって最大で上床版桁部では 53×10^{-6} 、上床版中央部では 75×10^{-6} の有効ひずみが低減されたものと考えられた。

以上の検討結果より、膨張材を使用することで有効ひずみが低減される効果が確認されたことから、膨張材がひび割れ発生抑制に有効であることが推察される。

参考文献 1) 武田、岡本、丸屋：壁状コンクリート構造物中の無応力計のひずみに関する検討、土木学会第 49 回年次学術講演会概要集、No.5 平成 6 年 9 月

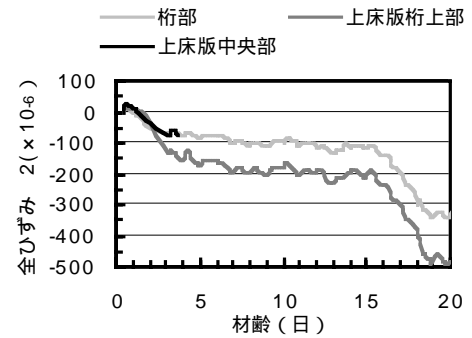


図-3 全ひずみの経時変化

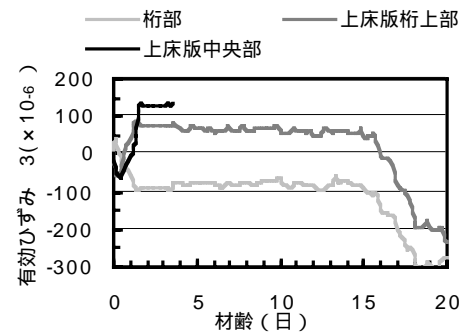


図-4 有効ひずみの経時変化

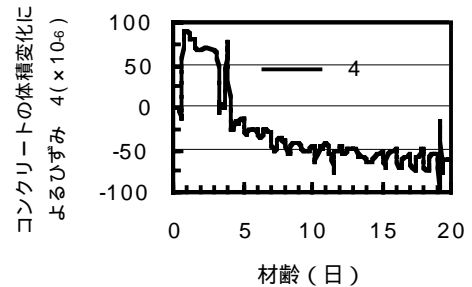


図-5 温度変化以外のひずみの経時変化

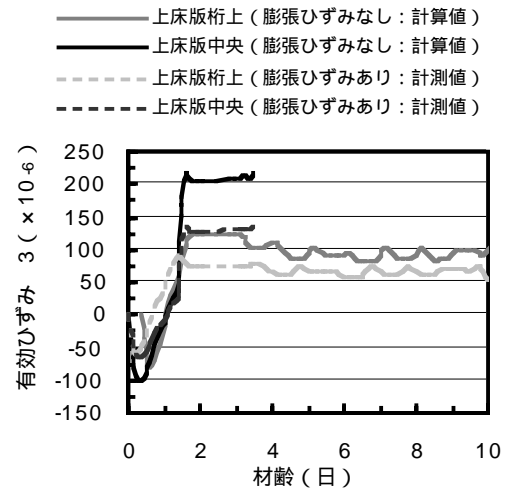


図-6 膨張材の有無による有効ひずみの相異