膨張コンクリートを用いたPC床版実物大試験における乾燥収縮･クリープ性状について

(社)日本橋梁建設協会　正会員　○白水　晃生
(社)日本橋梁建設協会　正会員　師山　裕
(株)CRCソリューションズ　正会員　和内　博樹

１．はじめに

著者らは，鋼２主桁橋の場所打ちＰＣ床版に施工中ひび割れを生じさせないよう，実物大模型を用いた検証実験[1)]を行ってきた．ここでは，道路橋示方書（以下,道示とする)や(社)土木学会のコンクリート標準示方書(以下,コン示とする)から求められる乾燥収縮やクリープと実物大供試体で得られた値との比較検討を行う．

２．プレストレス力によるクリープ

２．１　実測値について

クリープの対象とする荷重は，その影響が大きな床版横締め時のプレストレス力とする．こうして得られたひずみには，温度や乾燥収縮による影響が含まれており，クリープによるひずみを抽出するため，**橋軸直角方向のひずみ－橋軸方向のひずみ**の計算を行い，これらの影響を除くこととする．しかしながら，同じ測点でも方向により鉄筋の拘束度が異なるため，温度変化等によるひずみ差の影響を取り除くことはできない．なお実測値は，鉄筋ゲージの値を用いるものとする．図-1 に床版張出部と主桁上の測点のひずみを実線で示す．これより，ＰＣ緊張時に弾性ひずみが観測され，それ以降ひずみが増加しており，クリープ現象がうかがえる．

２．２　クリープ係数

図-1 から得られた実測値(材齢 400 日まで)や，コン示と道示から材齢 400 日のコンクリートのクリープ係数を求め，表-1 にこれらの値を示す．

表-1　コンクリート材齢 400 日の各種クリープ係数

	実測値	コン示	道示Ⅰ
クリープ係数	1.04 から 1.87	1.35	1.4

これより，実測値は道示やコン示と値は近いが,コン示は鉄筋拘束の影響を考慮していないことをふまえると，コン示よりも大きいといえる．一方，道示のクリープ係数は現時点において値は近いが，最終クリープ係数は 2.4 となる．ここで，コン示は材齢 1 年以降クリープの進行はほとんどなく最終値は 1.4 となる．

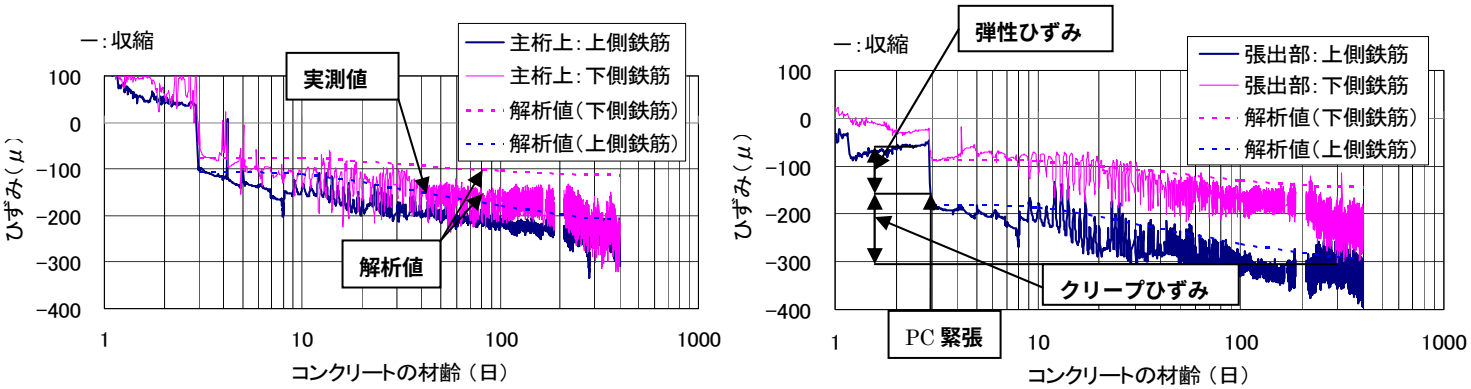

図-1　橋軸直角方向－橋軸方向のひずみ（左：主桁上，右：張出部）

２．３　応力変化の少ない場合のクリープ解析

星埜[2)]は Trost のクリープ式においてリラクゼーションが最大になったとき，つまり回復クリープの影響が最大となったρ＝1.0 となった状態で，初期値を加えれば全体の剛性変化とみなせることから次式を得た．

$$\varepsilon_k = \sigma_k / E_b \times (1+\rho\phi) + \sigma_{b0} / E_b \times \phi \qquad (1)$$

両辺に ε_{b0} を加えれば

キーワード　実物大供試体，膨張コンクリート，クリープ，乾燥収縮
連絡先　：〒104-0061　東京都中央区銀座 2-2-18　(社)日本橋梁建設協会　床版研究委員会　TEL03-3561-5225

$$\varepsilon_{b0}+\varepsilon_{k}=(\sigma_{k}+\sigma_{b0})/E_{b}\times(1+\phi) \qquad (2)$$

となる．（ここで，ε_{k}はクリープひずみ，ε_{b0}は初期ひずみ，φはクリープ係数，E_{b}はコンクリートのヤング係数である．）このとき，コンクリートのヤング係数を（１＋Φ）で除すと，クリープ終了後の応力が求まる．これを利用して線形ＦＥＭ解析を行った．コン示式を入力データとして用いたときの結果を図-1 に破線で示す．ここで，解析値の起点はＰＣ緊張後のひずみ値に合わせた．解析結果は，実際のひずみよりも小さい．これは，コン示によるクリープ係数が実際の床版コンクリートに比べ小さいためだと考えられる．

３．乾燥収縮

図-3 に，床版中央の橋軸方向と橋軸直角方向の温度変化の影響を除いた膨張コンクリートの実ひずみをそれぞれ実線で示す．図中には，膨張材の影響(80μ膨張)を考慮したコン示による収縮ひずみと 1m x 1m x 床版厚(53cm と 36cm)の供試体[3]から得た収縮曲線(図-2 参照)を入力条件とした解析結果を破線で示す．次に各示方書の収縮度を表-2 に示す．なお，図-3 は収縮に着目した関係上初期の膨張量は無視し，乾燥開始を４日目からとして描いている．

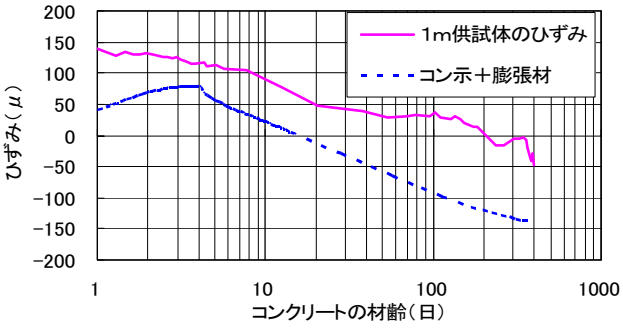

図-2　乾燥収縮解析用入力ひずみ

表-2　各種乾燥収縮度

		解析に使用(膨張材の効果を考慮)		膨張材の効果を考慮せず	
乾燥収縮度	材齢	コン示＋膨張材	1m 供試体	コン示	道示Ⅰ
	400 日	130μ	50μ	210μ	50μ
	∞(最終)	140μ	ー	220μ	190μ

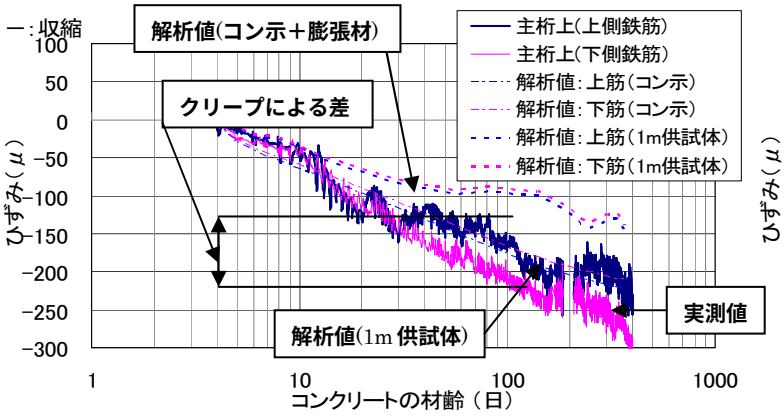

図-3(a)　橋軸直角方向のひずみ

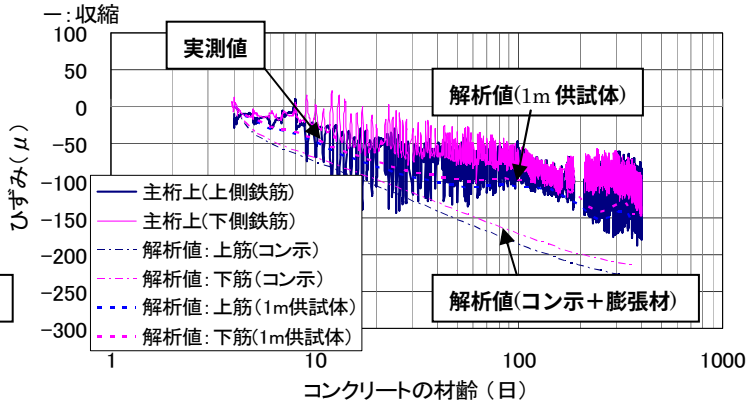

図-3(b)　橋軸方向のひずみ

これより，橋軸方向は，１m供試体から得た収縮曲線を入力値とした結果と実物大供試体とのひずみ差はほとんどない．しかし，コン示＋膨張材を入力値とした場合，実際の膨張ひずみが大きいため，この差が現れている．一方，橋軸直角方向はプレストレスによるクリープの影響が現れている．その量は１m供試体で得たひずみを入力値とした解析との差であると考えられ，その値は 2.のクリープひずみとほぼ等しいことがわかる．

４．まとめ

- 膨張コンクリートを用いた乾燥収縮の解析も１m供試体のひずみを用いれば，実際の挙動に近くなる．
- 今回の結果では，クリープ係数はコン示から得られる値よりも大きかった．
- 今回の結果でのクリープや乾燥収縮ひずみの進行は，道示Ⅰから求まる進行度よりも早いと考えられる．これについては，さらに継続して計測して確認する必要がある．

参考文献 1)八部・小林・竹中・河西：移動型枠を用いた場所打ちＰＣ床版の施工検証実験，第 57 回土木学会年次学術講演会VI，2002．　2)星埜：鋼・コンクリート合成部材を含む骨組み構造物のクリープ解析，橋梁と基礎 94-6，pp．28-33．3)橘・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，第 57 回土木学会年次学術講演会VI，2002．