

膨張コンクリートの引張クリープに関する実験的研究

神奈大学工学部 正員 藤井 学 宮本文輔
 神奈大学工学部 正員 徐 謙
 神奈大学工学部 学生員 寺尾 豊 増田秀成

1. まえがき

膨張セメントコンクリートは、収縮補償あるいはケミカルプレストレッシングを目的として広く利用されるようになり、現在種々の条件下で、導入されるケミカルプレストレスを正確に推定することが注目されている。そこで問題となるのが膨張セメントコンクリートの一つの重要な基礎的性状であるクリープ特性であるが、これに関する報告は少なく、まだ明らかにされていない部分も多い。本研究では、膨張コンクリートの適用が考えられている超高圧トンネルのライニングの使用時における引張応力下の長期挙動を明らかにすることを考慮して、特に引張クリープに関しての実験を行い、その性状を明らかにしようとするものである。

2. 実験概要

1) 供試体：供試体は図-1に示す $\phi 150 \times 600$ の円柱供試体とし、コンクリートに所定の引張力を伝達させるため、端板にD19異型鉄筋を5本溶接した。またひずみ測定のために埋込型ゲージをシース近傍軸方向に配置するとともに供試体表面にホイットモアチップを取り付けた。

2) 配合および使用材料：コンクリートの示方配合表を表-1に示す。膨張性混和材は電気化学工業K.K製CSAを使用し、セメント量 360 kg/m^3 に対して 60 kg/m^3 を混入した。

3) 実験方法：供試体は拘束状態で載荷材令まで恒温恒湿トンネル内で散水養生を行い、載荷材令で拘束を開放し、図-2に示すクリープ試験装置で一定引張力を加えた。本研究では載荷材令、拘束鉄筋比、載荷応力をパラメータにとり実験を行った。表-2に各シリーズの略名とともに供試体の種類を示す。

4) 測定項目：ひずみの測定は埋込型ゲージとホイットモアゲージの2方法により行った。また本研究では載荷材令で拘束を開放したままのコントロール供試体のひずみ測定、圧縮・引張強度試験、および拘束膨張ひずみ、自由膨張ひずみの測定も含めて行った。

3. 実験結果および考察

1) 拘束膨張ひずみおよび自由膨張ひずみ：両ひずみ測定結果を図

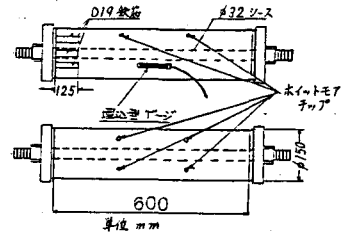


図-1 供試体

表-1 コンクリートの示方配合

Gmbx (kg)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	S ₀ (%)	単位量 (kg/m ³ of concrete)						
					W	C	S	G	CSA	SL*	300A
20	14±2	4±1	49	37	172	360	579	1120	60	3.6	0.72

* AE 剤
 ** AE 補助剤

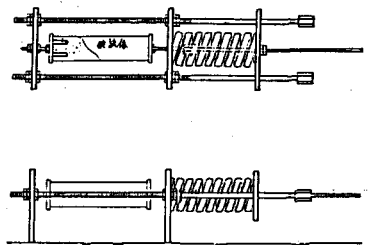


図-2 クリープ試験装置

表-2 供試体種類

略名	載荷材令(B)	拘束鉄筋比	最高応力 (kg/cm ²)
CR-1	28	Ø10	10
CR-2	28	Ø22	10
CR-3	56	Ø22	10
CR-4	56	Ø22	12

Manabu FUJII, Ayaho MIYAMOTO, Ken JYO, Yutaka TERAQ, Hidenari MASUDA

・3に示す。両ひずみとも材令14日以後はほぼ安定しており、また、拘束鉄筋と対応した膨張ひずみが生じており、従来からの結果と一致している。

2) 引張クリープ：クリープ試験供試体で測定されるひずみは見かけのクリープひずみ(ϵ)であり、これには図-4に示すように、真のクリープ(ϵ_c)の他に拘束条件下で起こるプレクリープの回復クリープひずみ(ϵ_r)およびケミカルプレストレス開放に伴う後期膨張(ϵ_{ex})が含まれていると考えられる。そこで各載荷材令において応力を開放したコントロール供試体のひずみ測定値を($\epsilon_r + \epsilon_{ex}$)とし、これを ϵ より差し引いたものを真のクリープひずみとした。コントロール供試体のひずみ測定結果を図-5に、また真のクリープひずみ測定結果を図-6に、最終クリープ係数の推定値を表-3に示す。これらの結果より引張クリープは載荷材令までの拘束鉄筋比に影響を受けることがわかる。これは圧縮クリープに関する報告と同様であり、載荷材令までの拘束がコンクリートの微細構造の弱体化を防ぐ結果、拘束鉄筋比が大きい程、クリープが小さくなったもの、と考えられる。また載荷材令による影響は殆んど認められなかった。本研究で得られた引張強度は24%程度でありこの範囲内では引張クリープと載荷応力の関係は普通コンクリートの様に比例関係は認められず応力が大きければその比以上にクリープひずみは大きくなるようである。次に図-5においてCR-2とCR-3の差がないことより拘束膨張ひずみが安定する材令以後においては ϵ_{ex} は鉄筋比が一定であれば同じであると考えられるが、CR-1とCR-2の差は($\epsilon_r + \epsilon_{ex}$)の差であり、これは導入されたケミカルプレストレスの差、つまりプレクリープの差から生じたものと思われるが、この2つの要因を分離するまでには至らなかった。

4. 結論 本研究は膨張コンクリートにおける引張クリープ特性を明らかにすることを目的としたものであり、本実験の範囲で引張クリープは載荷材令までの拘束鉄筋比に強く影響を受ける。同じ圧縮クリープ特性と同様の性状を示すことが明らかとなり、コンクリートの内部組織が安定化したと考えられる材令以後は載荷材令の違いによる引張クリープ特性の差は殆んどなく、引張クリープは載荷応力に比例しないこと、またWhitney則の適用が難しいことがわかった。

参考文献) 長瀬、後藤：膨張セメントコンクリートのクリープ特性に関する基礎研究，土木学会論文報告集第207，11月，1972年。

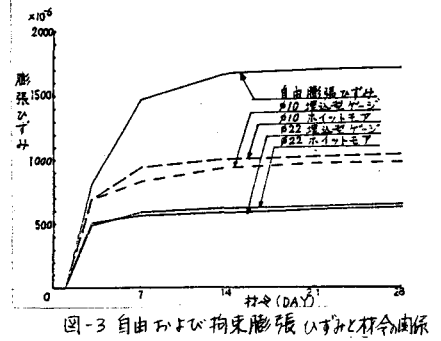


図-3 自由および拘束膨張 (ひずみと材令関係)

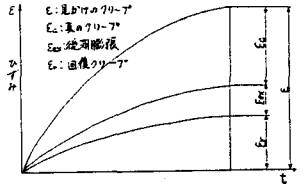


図-4 引張クリープ模式図

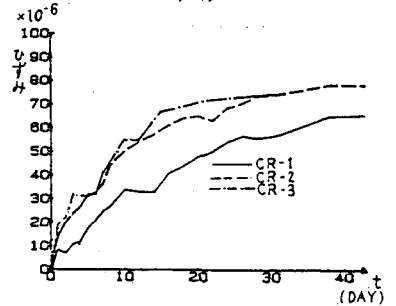


図-5 コントロール供試体ひずみ

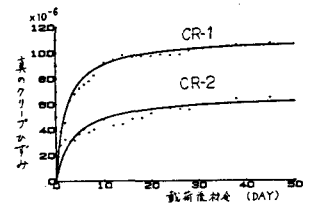
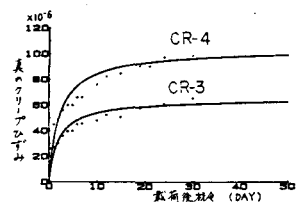


図-6 真のクリープひずみと載荷後材令の関係

表-3 最終クリープ係数

	最終クリープ係数
CR-1	2.8
CR-2	1.6
CR-3	1.7
CR-4	2.1