

# 膨張セメントコンクリートのセルフプレストレス およびクリープに関する一実験

## AN EXPERIMENT FOR SELF-STRESSING AND CREEP OF EXPANSIVE CEMENT CONCRETE

岡田 清\*・平沢 征夫\*\*・陳 哲光\*\*\*  
By Kiyoshi Okada, Ikuo Hirasawa and Che-Kuang Chen

### 1. ま え が き

膨張セメントコンクリートは、収縮ひびわれの防止あるいはセルフプレストレスを得る目的で構造物用のコンクリートに用いられるようになってきている。コンクリートを膨張させるにはいくつかの方法<sup>1),2)</sup>があるが、その中でポルトランドセメントに膨張材として無水 CSA (カルシウムサルホアルミネート) を混入し、水和の際に多量のエトリングサイトを生成させ、これによってコンクリートを膨張させる方法が注目されている<sup>3),4)</sup>。

CSA を混入した膨張セメントコンクリート (以下、CSA コンクリートという) を実際の構造物に用いる場合に問題となるのは、膨張を拘束した CSA コンクリートの強度、弾性的性質、セルフプレストレスの量、クリープの大きさなどであると考えられるが、クリープについての研究は少ないようである。

これらの諸性質は、コンクリートの配合、CSA の混入率、養生条件、材令、拘束鉄筋比および導入された応力レベルと導入時の材令などによって影響されると考えられる。そこで本実験では、まず CSA の混入率および拘束鉄筋比を変化させた CSA コンクリートの圧縮、曲げ強度、ヤング係数および膨張量あるいはセルフプレストレスなどの一般的性質を調べ、次に、拘束鉄筋比、導入材令および導入応力レベルを変えた CSA の混入率 13% の CSA コンクリートのクリープについて実験的に検討することを目的として行ったものである。

### 2. 実験の概要

#### (1) 実験計画

\* 正会員 工博 京都大学教授 工学部土木工学科  
\*\* 正会員 工修 京都大学助手 工学部土木工学科  
\*\*\* 正会員 工修 国際コンクリート株式会社 設計課主任

目的にしたがって表-1(a)に示すように拘束鉄筋比および CSA 混入率を変えたコンクリートの一般的性質を調べた。次に(a)の実験より、よい結果が得られた CSA 混入率 13% のコンクリートのクリープにおよぼす拘束鉄筋比、導入材令および導入応力レベルの影響について調べるため、表-1(b) の場合の条件で実験を行った。

表-1 CSA コンクリートに関する実験計画

(a) 拘束をうけた CSA コンクリートの一般的性質に関する実験

測定項目	CSA混入率 (%)	拘束鉄筋比 ρ (%)	材令 (日)	養生条件
圧縮強度	11 13 15	0 0.64 0.93 1.74	28	湿潤*
	0 13	0 0.93 1.74	14 28 56	
曲げ強度	11 13 15	0.64 0.93 1.74	28	湿潤*
	0 13	0 0.93 1.74	14 28 56	
膨張量 化学的 プレ ストレス	11 13 15	0.64 0.93 1.74	100日まで	28日まで 湿潤、以 後空中

\* 養生期間 56 日の場合は 28 日以後は空中養生とした。

(b) CSA コンクリートのクリープに関する実験

測定項目	CSA混入率 (%)	拘束鉄筋比 ρ (%)	導入応力レベル* (%)	載荷材令 (日)	養生条件
クリープ	13	0.93 1.74	10 20	14 28 56	載荷まで湿潤 以後空中**

\* 各材令の圧縮強度に対する百分率。

\*\* 載荷材令 6 日の供試体の湿潤養生は 28 日までとした。

#### (2) 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメントを用い、膨張素材としてはデンカ CSA #20 をセメントの内割で使用した。骨材は細・粗骨材とも野洲川産のもので、細骨材の F.M. は 2.98、粗骨材の最大寸法は 20 mm のものを

表-2 高周波 PC 鋼棒の機械的性質

呼び径	直径 (mm)	引張荷重 (kg)	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	降伏点レベル (kg)	降伏点応力 (kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	ヤング率 (kg/mm <sup>2</sup> )
9	9.04	8 150	126.7	7 500	116.6	8.2	19 950
12	10.86	11 700	125.9	10 700	115.1	8.1	19 960
16	14.86	21 800	125.4	20 000	115.0	8.3	19 980

用いた。

膨張の拘束およびクリープ試験の載荷には表-2 にその機械的性質を示した P C 鋼棒を使用し、呼び径 16 および 12 mm の鋼棒にはゲージ長 6 mm, 呼び径 9 mm のものには 3 mm の電気抵抗線ポリエステルひずみゲージを貼付した。

(3) コンクリートの配合

目標スランプは  $5 \pm 1$  cm, 水セメント比は 35% のコンクリートを用いた。その配合を表-3 に示す。

表-3 CSA コンクリートの示方配合

CSA の混入率 (%)	組骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	水セメント比 W/C + CSA (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/cm <sup>3</sup> )				
					水 W	セメント C	細骨材 S	組骨材 G	混和材 CSA
0	20	5±1	35	40	156	445.7	731	1116	—
11	20	5±1	35	40	156	396.7	731	1116	49.0
13	20	5±1	35	40	156	387.8	731	1116	57.9
15	20	5±1	35	40	156	378.8	731	1116	66.9

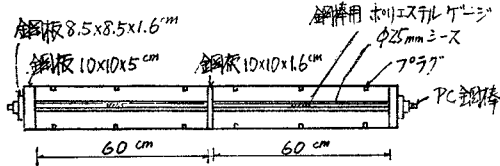


図-1 供試体の寸法および形状

(4) 供試体の作製

供試体は図-1 に示すような 10×10×60 cm の角柱供試体を 2 本直列にし、その間に 10×10×1.6 cm の鋼板を入れ、両端にも拘束用の鋼板を用いた。そのほか、供試体断面中心にシースを入れ、その中央に P C 鋼棒をそう入し、手締め程度に両端のナットを締めコンクリートを打設した。各供試体にはフーゲンベルガーひずみ計用のプラグを埋め込んだ。横膨張は打設後 24 時間でホイットモアひずみ計用のプラグを貼り付けた。

(5) 脱型、養生および原点ひずみの測定

打設後 6~7 時間で両側板をはずし、鋼棒とコンクリートの原点となるひずみを測定した。材令 24 時間で底板もはずし、 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , 90% R.H. の恒温室に移し、所定の材令まで湿潤養生を行い、ひずみを測定した。なお、横膨張のひずみの原点は材令 24 時間のものとした。

(6) 圧縮・曲げ強度およびヤング係数の測定

所定の材令で拘束を解放し、鋼棒を取り去った後、スパン 45 cm の 3 等分点載荷による曲げ強度を求め、その両折片を端部より長さ 20 cm のところで切断し、圧縮強度と 1/3 割線ヤング係数を測定した。なお CSA を

混入しない普通コンクリートの圧縮強度は無拘束で同様に養生した  $\phi 10 \times 20$  cm の 3 個の円柱供試体で求めた。

(7) クリープ試験

材令 14, 28 および 56 日で求めた圧縮強度の 10% と 20% を導入応力レベルとして、一度拘束を解放した後もとのセルフプレストレスに加算して所定の応力を導入した。コントロール用供試体は、もとのセルフプレストレス分だけ再導入して後再び拘束した。供試体は前述の恒温室内で空气中に放置し、ひずみを測定した。応力を導入したクリープ試験用の供試体は 4 個、ほかのものはいずれの条件とも 2 個とした。

3. 拘束をうけた膨張セメントコンクリートの強度および膨張量

(1) 圧縮強度、曲げ強度およびヤング係数

材令 28 日の圧縮強度および曲げ強度を図-2 に示す。この図より、CSA 混入率 11~15% では混入率の増加とともに圧縮強度は低下し、拘束鉄筋比 ( $p$ ) 0.64~1.74% の範囲では、 $p$  の増加とともに圧縮・曲げ強度とも増加しており、その増加割合は圧縮強度では CSA の混入率の高いほど大きい。CSA を混入しない普通コンクリートで無拘束の  $\phi 10 \times 20$  cm の圧縮強度は、CSA の混入率 13% 程度まででは  $p=0.64\%$  以上で拘束した CSA コンクリートの強度とほぼ同じであり、混入率が多くなったり、無拘束の場合は CSA コンクリートのほ

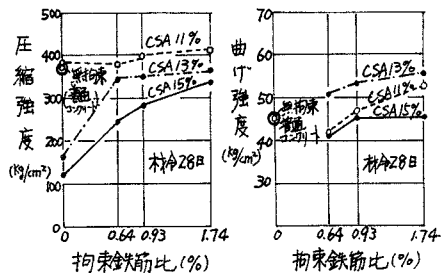


図-2 CSA コンクリートの材令 28 日の圧縮強度および曲げ強度

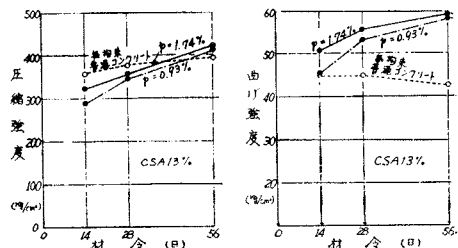


図-3 CSA コンクリートの材令と圧縮強度および曲げ強度との関係

うが圧縮強度は小さい。

曲げ強度は、CSA コンクリートのほうが  $p=0.64$  % で混入率 11% および 15% の場合を除くと普通コンクリートの強度より高いか、ほぼ同じである。

これらの結果は既往の研究結果<sup>1),2),5)</sup> とほぼ同じ傾向を示している。

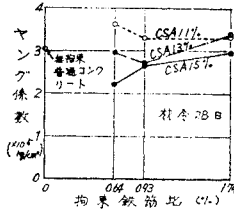


図-4 CSA コンクリートの材令 28 日のヤング係数

CSA 混入率 13% のコンクリートの 14, 28, 56 日の圧縮および曲げ強度を示すと図-3 のようであり、材令がたつにつれて強度は高くなっている。材令 28 日までは CSA コンクリートの圧縮強度が普通コンクリートの強度よりも低い、材令 56 日ではわずかながら普通コンクリートのほうが強度は小さい。曲げ強度は CSA コンクリートのほうが普通コンクリートよりも各材令とも高く、材令がたつほどその差は大きくなっている。したがって、CSA 混入率が 13% 程度で、拘束鉄筋比が 1~2% であれば、CSA コンクリートの圧縮強度は同配合の普通コンクリートとほぼ同じで、曲げ強度は高いものが得られると考えられる。材令 28 日のヤング係数は図-4 のようになり、CSA の混入率の小さいほうがヤング係数は大きい、 $p$  の影響は明確ではない。

(2) 膨 張 量

材令と縦方向すなわち拘束方向の膨張量との関係は、CSA の混入率 13% の場合を示すと図-5 のようになり、 $p$  の大きさにかわらず材令 15~20 日で最大になり、その後は減少し、無拘束のものよりその減少は大きくなっている。拘束したものとの減少が大きいのは、セルフプレストレスによるクリープのためと考えられる。またこの傾向は CSA の混入率 11 および 15% のものでも同様である。一方、横方向の膨張もほぼ同じ傾向にある

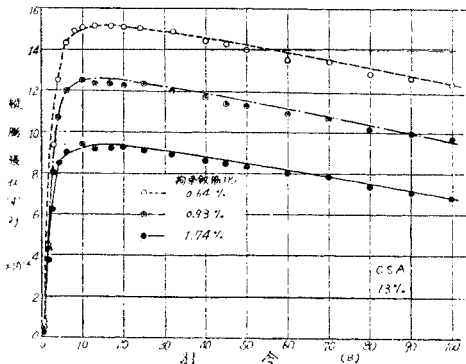


図-5 CSA コンクリートの材令と縦膨張ひずみとの関係との一例

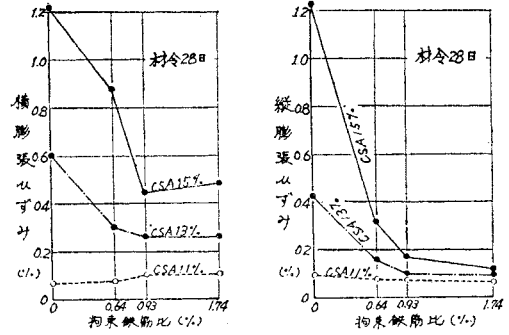


図-6 CSA コンクリートの材令 28 日の縦膨張ひずみおよび横膨張ひずみ

が、 $p=0.64$  と  $0.93$  との差はほとんどない。

図-6 に材令 28 日における膨張量を示したが、縦膨張量は拘束することによって小さくなり、 $p=0.64$ ~ $1.74$  では  $p$  が大きくなるにしたがって減少しており、CSA の混入率の多いほど減少の傾向は強くなる。また、前述のように材令と膨張量との関係は CSA の混入率が 11 および 15% のものでも図-5 と同様であるので、いずれの配合とも各材令でこの関係は成立している。

横方向の膨張量については、混入率 11% 以外のは縦膨張と同傾向である。しかし、この場合、縦方向と横方向とのひずみの原点の材令が異なっているので、この点に注意する必要がある。

4. 膨張セメントコンクリートのセルフプレストレス

打設前の鋼棒のひずみを原点として、各材令における鋼棒のひずみより、セルフプレストレスを次式で求め、CSA の混入率 13% の場合の材令とセルフプレストレスとの関係を示すと図-7 のようであり、11 および 15% の場合も同様の傾向を示している。

$$\sigma_c = f_s \frac{A_s}{A_c} = p f_s, \quad f_s = E_s \epsilon_s$$

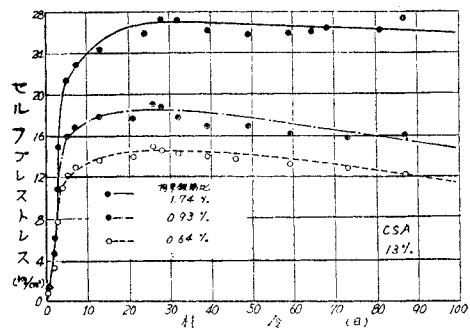


図-7 CSA コンクリートの材令とセルフプレストレスとの関係の一例

ここで、

$\sigma_c$  : コンクリートのセルフプレストレス (kg/cm<sup>2</sup>)

$f_s$  : PC鋼棒の応力 (kg/cm<sup>2</sup>)

$E_s$  : PC鋼棒のヤング係数 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\epsilon_s$  : PC鋼棒の実測ひずみ

$p$  :  $A_s/A_c$  拘束鉄筋比

なお、PC鋼棒のリラクゼーションによるセルフプレストレスの損失は、材令 14, 28 および 56 日で拘束を解放したときの供試体のひずみより、平均 2 kg/cm<sup>2</sup> を越えて

いないと考えられたので、セルフプレストレスは実測値そのものから計算している。

材令 28 日でのセルフプレストレスは、図-8 に示したように、 $p$  の大きいほど大きく、 $p$  が同じであれば混入率の大きいほうがプレストレスは大きくなっている。混入率が 11 および 15% の場合も材令とセルフプレストレスの関係は図-7 と同じ傾向であるので、いずれの材令においてもこれらの関係は成立している。したがって、CSA の混入率を増加させればセルフプレストレスは大きくなることが期待される。しかし、本実験の場合でも CSA を 15% 混入した供試体では、材令 14 日でクラックが発生し、材令 28 日では供試体全体にひび

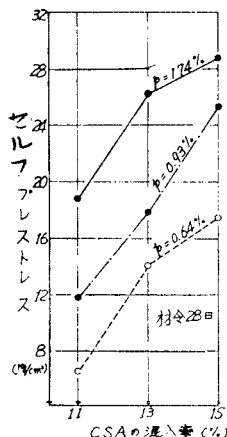


図-8 CSAコンクリートの材令 28 日のセルフプレストレス

表-4 CSA コンクリートの終局セルフプレストレス

供試体 No.	湿潤養生材令 (日)	拘束鉄筋比 (%)	みかけの終局クリープ係数 $\varphi_{\infty}$	材令 500 日におけるセルフプレストレス実測値 (kg/cm <sup>2</sup> )	残存セルフプレストレス終局値計算値 (kg/cm <sup>2</sup> )
1	14	0.93	1.27	15.6	12.3
2		1.74	1.27	15.7	9.5
3	28	0.93	1.32	28.1	12.3
4		1.74	1.29	33.3	9.5
5	56	0.93	1.25	19.5	12.3
6		1.74	1.36	28.4	9.4

われが進行したので、強度低下も考えられ、これ以上の CSA の使用は注意する必要があると思われる。

次に、長期のセルフプレストレスとして、最終的にどの程度得られるかを明らかにすることは重要な問題である。ここでは、この残存セルフプレストレスの測定と概算による推定を試みた。この残存セルフプレストレス量は、なんらかの方法であらかじめ最大セルフプレストレス量が推定されれば、次のような考え方である程度推定できる。すなわち、セルフプレストレスが最大応力に達したのち、クリープ、乾燥収縮などがはじまると仮定し、収縮とクリープを考慮した概略計算で材令  $t$  におけるコンクリートの応力  $\sigma_{ct}$  を算定すると、応力  $\sigma_{ct}$  は

$$\sigma_{ct} = \sigma_{\max} e^{-\frac{np}{1+np} \varphi_t} - \frac{S_{\infty}}{\varphi_{\infty}} E_c (1 - e^{-\frac{np}{1+np} \varphi_t})$$

となる<sup>9)</sup>。ここで

$\sigma_{ct}$  : 材令  $t$  におけるコンクリートの応力 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{\max}$  : セルフプレストレスによる最大応力 (kg/cm<sup>2</sup>)

$n$  :  $E_s/E_c$

$E_c$  : コンクリートのヤング係数 (kg/cm<sup>2</sup>)

表-5 膨張セメントコンクリート

クリープ試験供試体記号	CSA 混入率 (%)	拘束鉄筋比 (%)	力 導 入 時								クリープ測定材令 (日)	
			材令 (日)	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	曲げ強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	ヤング係数 $\times 10^5$ (kg/cm <sup>2</sup> )	セルフプレストレス (kg/cm <sup>2</sup> )	導 入 応 力		弾性ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )		
								レベル (%)	応力 $\sigma_{ps}$ (kg/cm <sup>2</sup> )			
CTT 14 -10 -20	13	0.93	14	290	44.8	2.52	16.6	0	10	29.0	11.5	477
								20	58.0	23.0		
CTS 14 -10 -20	13	1.74	14	325	50.9	2.62	21.3	0	10	32.5	12.2	477
								20	65.0	24.5		
CTT 28 -10 -20	13	0.93	28	332	52.9	2.69	20.6	0	10	33.2	12.3	478
								20	66.4	24.6		
CTS 28 -10 -20	13	1.74	28	300	43.9	2.94	24.0	0	10	30.0	10.2	478
								20	60.0	20.5		
CTT 56 -10 -20	13	0.93	56	413	58.8	3.85	15.4	0	10	41.3	10.7	442
								20	82.6	21.5		
CTS 56 -10 -20	13	1.74	56	421	59.6	3.95	20.0	0	10	42.1	10.6	442
								20	84.2	21.2		

$E_s$  : P C 鋼棒のヤング係数 (kg/cm<sup>2</sup>)

$p$  : 拘束鉄筋比

$\varphi_t$  : 材令  $t$  におけるクリープ係数

$\varphi_\infty$  : 終局クリープ係数

$S_\infty$  : 終局乾燥収縮ひずみ

である。

いま、本実験の材令 100 日までの結果より、CSA を 13% 混入した場合、 $E_c=2.8 \times 10^5$  kg/cm<sup>2</sup>,  $\varphi_\infty=1.0$ ,  $S_\infty=40 \times 10^{-5}$  を仮定すると上式の右辺第 2 項は  $p$  が 0.64, 0.93 および 1.74% に対して、それぞれ 5.6, 6.7 および 12.3 kg/cm<sup>2</sup> となる。このとき  $\exp\{-np/(1+np)\varphi_\infty$  は  $p$  が 0.64, 0.93 および 1.74% に対して、0.95, 0.94 および 0.89 であるから逆に少なくともセルフプレストレスが残るためには  $\sigma_{max}$  が 5.9 (= (5.6/0.95)), 7.2 および 13.8 kg/cm<sup>2</sup> 以上なければならないことになる。図-7 に示した実験結果によれば、いずれの場合もこの値以上であり、かなりのセルフプレストレスが残存すると思われる、たとえば、CSA 混入率を 13%, 拘束鉄筋比 1.74% の場合には最終的には 15 kg/cm<sup>2</sup> 程度を期待できることが材令 100 日の段階で予想された。しかし、以上の推定方法については、弾性係数の変化の無視あるいはセルフプレストレスが最大値に達した後のコンクリートの膨張を無視することなど、仮定にも問題があるので、実際の適用に当ってはまた種々検討の余地があるものと考えられる。

ここでは上述の概略計算で 100 日よりさらに長期間経過後の残存セルフプレストレス量を推定し、それを実測値と比較して推定方法の妥当性を検討した。すなわち、

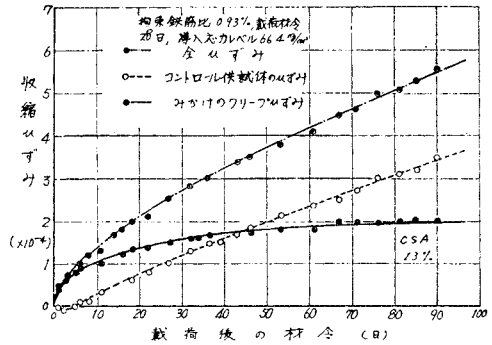


図-9 CSA コンクリートの材令と収縮ひずみの関係の一例

表-4 に材令約 500 日までの長期間経過後に実測した残存セルフプレストレス量とその推定値 (計算値) を比較して示した。まず測定結果は、CSA コンクリートのクリープ試験のコントロール用供試体をクリープ試験終了時 (材令約 500 日) に拘束を解放して得られた瞬間弾性回復ひずみとそのときのヤング係数  $E_c$  を乗じて残存セルフプレストレスの実測値としたものである。一方、残存セルフプレストレスの計算値は、表-4 に示す  $\varphi_\infty$  (材令 500 日までのクリープ試験により得られたみかけの終局クリープ係数) と最大セルフプレストレス時の実測  $E_c=2.8 \times 10^5$  kg/cm<sup>2</sup> を用いて、前述の推定式により求めた値である。ただし、この場合のセルフプレストレスの最大値は、材令 28 日の測定結果より、拘束鉄筋比 0.93% の場合 20.6 kg/cm<sup>2</sup>, 1.74% の場合 24.0 kg/cm<sup>2</sup> を各供試体に対して仮定している。これらの結果より、

のクリープ試験結果

実験数		みかけの終局クリープひずみ $1/B (\times 10^{-5})$	みかけの終局クリープ係数 $\varphi_\infty$	材令約 500 日における						残存有効プレストレス比 $\sigma_{pr}/\sigma_{ps}$	
A	B			圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	曲げ強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	ヤング係数 $\times 10^5$ (kg/cm <sup>2</sup> )	瞬間弾性回復ひずみ ( $\times 10^{-5}$ )	有効プレストレスひずみ ( $\times 10^{-5}$ )	残存セルフプレストレス (kg/cm <sup>2</sup> )		残存有効プレストレス $\sigma_{pr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0.50	0.0596	16.8	1.46	409	62.1	3.89	4	7	15.6	27.2	0.94
0.50	0.0403	24.9	1.08				11	13		50.6	0.87
0.50	0.0817	12.3	1.01	432	61.1	3.94	4	10	15.7	39.4	1.21
0.50	0.0270	37.1	1.52				14	15		59.1	0.91
1.70	0.0585	17.1	1.39	374	52.2	4.01	7	9	28.1	36.1	1.09
0.80	0.0325	30.8	1.25				16	14		56.1	0.84
1.60	0.0773	12.9	1.27	437	58.1	4.16	8	7	33.3	29.1	0.97
0.80	0.0375	26.7	1.30				16	13		54.1	0.83
1.60	0.0788	12.7	1.19	414	63.3	3.89	5	11	19.5	42.8	1.04
0.80	0.0358	28.0	1.30				16	19		73.9	0.89
1.80	0.0721	13.9	1.31	439	65.5	4.73	6	10	28.4	47.3	1.12
0.90	0.0335	29.9	1.41				16	18		85.1	1.01

材令 500 日で測定した残存セルフプレストレスは 15~33 kg/cm<sup>2</sup> であることが知られ、一方前述の推定法によって求めた終局残存セルフプレストレス量は 9.4~12.3 kg/cm<sup>2</sup> であり、推定値は実際のセルフプレストレスを過少評価する安全側の値を与えることが明らかとなった。

なお、推定法の検討とは別に、この長期材令経過後の残存セルフプレストレス量の実測値が 15~33 kg/cm<sup>2</sup> あったことから、実際的には、CSA の混入率 13%、拘束鉄筋比 0.93~1.74% 程度では 500 日残存セルフプレストレスとして、少なくとも 15 kg/cm<sup>2</sup> 以上を期待できるものと考えられる。

### 5. 膨張セメントコンクリートのクリープ

材令 14, 28 および 56 日で、そのときの圧縮強度の 10 および 20% の応力をセルフプレストレスに加えて載荷した供試体の導入直後のひずみを原点として、各材令のひずみを測定した結果の一例を図-9 に示す。コントロール供試体は前述のように載荷時材令でセルフプレストレスのみを再導入したもので、ひずみの原点も導入直後である。

ここで、全ひずみからコントロール供試体のひずみ(すなわち、セルフプレストレスによるクリープおよびエトリングایت生成による膨張ひずみの和)を差し引いたものを導入応力によるみかけのクリープと考え、時間-クリープ曲線は図-9 および図-10 に示した試験結果となる。これらの図にみられるように時間-クリープ曲線は普通コンクリートと大差ない形となっている。

そこで、時間-クリープ曲線が  $f_t = t/(A+Bt)$

ここで、 $t$ : 材令 (日),  $f_t$ : 材令におけるみかけのクリープひずみ ( $\times 10^{-5}$ ),  $A, B$ : 定数, で表わされるものとし、定数  $A, B$  を求め、みかけの終局クリープ  $f_{\infty}$  が  $f_{\infty} = 1/B$  で求まるとして求めた結果を表-5 に示す。

表-5 のクリープ試験結果より、CSA コンクリート (CSA 混入率 13%, 拘束鉄筋比 0.93~1.74%, 導入応力レベル 10~20%) のみかけの終局クリープ係数は 1.0~1.5 で、ほぼ 1.3 前後であること、および拘束鉄筋比のクリープにおよぼす影響は顕著ではなく、導入応力レベルの影響は、導入応力にほぼ比例していると考えられること、さらに導入材令のクリープに及ぼす影響は、導入材令が遅いほどクリープは小さい結果が得られるが、導入材令が 28 日と 56 日ではその差がほとんどないことなどが明らかとなった。

なお、表-5 にはクリープ試験結果のほかに、材令約 500 日で導入応力とセルフプレストレスを解放し、そのときの瞬間弾性回復ひずみを測定し、またその供試体の

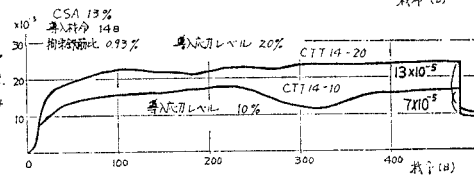
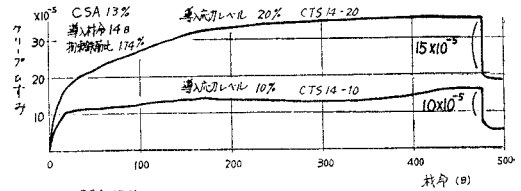


図-10(a) 材令約 500 日までのクリープ試験結果 (1)

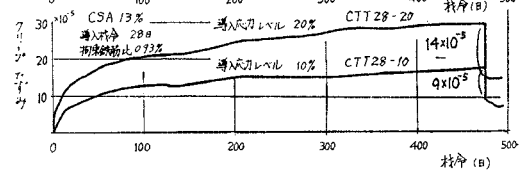
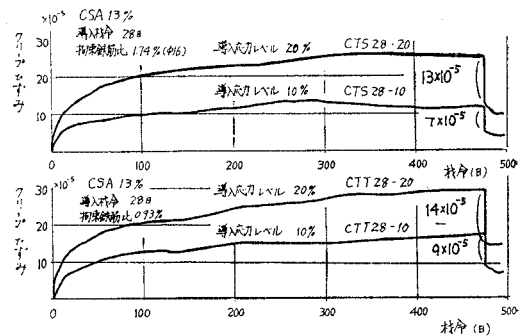


図-10(b) 同 上クリープ試験結果 (2)

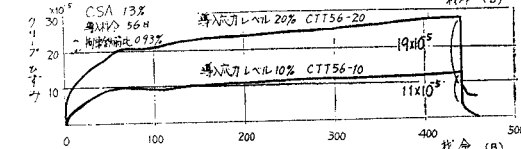
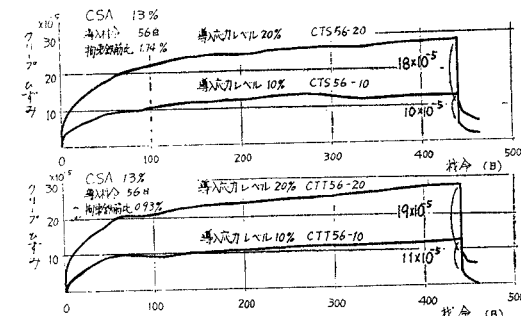


図-10(c) 同 上クリープ試験結果 (3)

圧縮強度、ヤング係数などを求め、残存セルフプレストレスおよび有効プレストレスの大きさを推定した結果もあわせて示した。

### 6. まとめ

一方向の拘束をうけた膨張セメントコンクリートのセルフプレストレスおよびクリープについて実験的に検討した結果をまとめると、本実験の範囲内では次のことがいえよう。

(1) CSA の混入率 13% で、鉄筋比 1.74% で拘束したコンクリートのセルフプレストレスは材令 500 日

で  $15 \text{ kg/cm}^2$  程度, また, 終局セルフプレストレスとしても  $10 \text{ kg/cm}^2$  程度を期待することができるものと考えられる。

(2) CSA の混入率 13% のコンクリートの応力導入前の拘束鉄筋比のみかけのクリープに及ぼす影響は顕著ではなく, みかけのクリープひずみの大きさは導入応力の大きさにほぼ比例する。さらに, みかけの終局クリープ係数は 1.0~1.5 で約 1.3 とみなせる。有効プレストレスは 83% 以上である。

#### 参 考 文 献

1) 新材料新工法委員会: コンクリートジャーナル, Vol. 6,

No. 6, pp. 89~94.

- 2) ACI Committee 223: Jour. of ACI, Vol. 67, No. 8, pp. 583~610.
- 3) Klein, A., Karby, T. and Polivka, M.: Jour. of ACI, Vol. 58, No. 7, pp. 59~81.
- 4) Bertro, V.V. and Polivka, M.: Proc. of ASTM, Vol. 64, pp. 797~815
- 5) 六車・岡本: 日本建築学会 近畿支部 研究報告集, May, 1968, pp. 73~76.
- 6) 陳 哲光: 膨張セメントコンクリートのプレストレスおよびクリープに関する研究, 京都大学工学 研究科修士論文, 昭和 46 年 3 月

(1973.9.17・受付)