

圧縮応力履歴を有する若材令時コンクリートの引張クリープの研究

広島大学 正会員 田澤栄一
 広島大学 正会員 米倉亜州夫
 日本セメント㈱ 正会員 田中敏嗣
 広島大学 学生会員○日下正喜

1. まえがき

マスコンクリートにおいては、コンクリート打設後、硬化時水和熱によってコンクリートが膨張を開始し、硬化にともなう岩盤や旧コンクリートなどの拘束によって圧縮応力を受けるようになる。最高温度に達した後は温度降下にともなう、コンクリートは収縮し圧縮応力が減少し、やがて引張応力が生じるようになる。この引張応力が引張強度に達すると、ひびわれが生じる。本研究では、コンクリートのこのような挙動を検討するため、まず若材令時にコンクリートに圧縮応力を1～2日間加えて、圧縮クリープを生じさせ、その後引張応力を加えた時の引張クリープの特性を調べ、さらに引張クリープ機構について検討した。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント（比重 3.16）混和材として高炉スラグ微粉末（比重 2.91、粉末度 4000 cm^3/g ）細骨材は風化花崗岩系山砂（比重 2.58）、粗骨材は石灰岩碎石（比重 2.71、 $G_{\text{max}}=10\text{mm}$ ）を用い、表-1 に示す配合で、コンクリートを製造した。混和剤は市販の A E 減水剤および高性能減水剤を用いた。供試体の形状寸法を図-1

表-1 コンクリートの配合 (kg/m^3)

配合名	単位水風 W	セメント C	スラグ	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 (cc)
50-R0	180	360	0	775	959	90.0
50-R55	180	162	198	775	959	90.0
30-R0	180	600	0	686	847	6.0 (kg)
30-R55	180	270	330	686	847	6.0 (kg)

* 混和剤の (kg) 表示は高性能減水剤

に示す。供試体は打設後 0.5 ～ 1 日で脱型し、乾燥の影響を防ぐためパラフィンを供試体全面に塗付し、さらにサラン樹脂系ラップ材で入念に覆った。圧縮応力を与える供試体についてはその後、直ちに応力強度比 0.27 ～ 0.67 の圧縮応力を 1 日ないし 2 日間持続して加えた。次に圧縮応力履歴を与えた供試体と与えなかった供試体に同時に応力強度比 0.34 ～ 0.63 の引張応力を加え、8 日間持続させて引張クリープ試験を行なった。微細ひびわれの発生を示す A E カウント数の測定にはアコースティックエミッション (A E) 法を用いた。A E センサーは図-1 に示すように供試体中央の表面に設置した。ひずみの測定は供試体中央の図心位置に配置した埋込みゲージによって行ない、コンタクトゲージは供試体に偏心応力が加わっていないかを調べるためにも用いた。4 カ所のコンタクトゲージの平均ひずみと埋込みゲージのひずみはよく一致した。クリープひずみは無応力状態の供試体の乾燥収縮ひずみをクリープ供試体の全変形ひずみから差し引いて求めた。

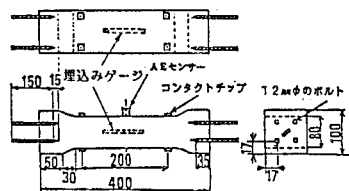
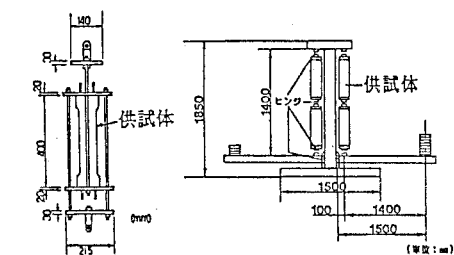


図-1 供試体



かご型圧縮クリープ試験装置

てこ式引張クリープ試験装置

図-2 クリープ試験装置

3. 実験結果および考察

表-2 に各配合における応力導入時の諸結果を示す。図-3 は最初圧縮応力を導入し、24 時間持続させ、それを除荷し、引張応力を導入した際の弾性変形およびクリープ変形の状況を示したものである。図-4、図-5、図-6、図-7 は各配合における、圧縮応力を 1 日作用させたものと、作用させなかったもの、および 2 日間作用させたものと、作用させなかったものの単位引張クリープの経時変化を示す。いずれの配合

においても圧縮応力履歴を有する場合のほうが大きい引張クリープ変形を示した。スラグを混入した若材令コンクリートのクリープは、スラグ無混入の場合より大きくなった。これはスラグを混入した場合、水和反応速度が著しく小さくなるためである。図-6は材令1

表-2

配合名	圧縮応力 載荷期間 (日)	圧縮クリープ					引張クリープ				
		載荷時 材令 (hr)	載荷時 圧縮強度 (kgf/cm ²)	導入 応力 (cm)	応力- 強度比	載荷時 変形量 (10 ⁻⁴)	載荷時 材令 (hr)	載荷時 引張強度 (kgf/cm ²)	導入 応力 (cm)	応力- 強度比	載荷時 変形量 (10 ⁻⁴)
50-R0	1	2.4	43.8	17.1	0.39	161	48	12.8	5.4	0.42	33
	0						48	12.8	5.4	0.42	23
	2	2.4	43.8	17.1	0.39	137	72	19.5	7.5	0.39	24
	0						72	19.5	7.5	0.39	26
50-R55	1	2.0	12.6	8.4	0.67	423	44	6.6	3.8	0.57	21
	0						44	6.6	3.8	0.57	22
	2	2.0	12.6	8.4	0.67	211	68	10.4	6.6	0.63	31
	0						68	10.4	6.6	0.63	30
30-R0	1	1.2	40.8	15.0	0.37	121	36	18.6	9.4	0.51	30
	0						36	18.6	9.4	0.51	30
	2	1.2	40.8	15.0	0.37	127	60	26.1	10.3	0.40	27
	0						60	26.1	10.3	0.40	26
30-R55	1	1.7	20.8	7.5	0.27	264	41	9.6	3.2	0.34	16
	0						41	9.6	3.2	0.34	16
	2	1.7	20.8	7.5	0.27	171	65	15.2	5.4	0.35	21
	0						65	15.2	5.4	0.35	18

日～2日までの圧縮応力作用時および材令2日～8日までの引張応力作用時におけるAEカウンタ累積数と応力強度比の関係を示したものである。圧縮と引張の場合で載荷時材令が異なるにもかかわらず応力強度比が同じであればAEカウンタ累積数は圧縮クリープ、引張クリープともほぼ同等に発生している。圧縮応力履歴を受けた場合の引張クリープが圧縮応力履歴を受けていない場合より大きくなった理由として、本実験のような若材令コンクリートは、弾性的というより塑性的部分が多く、

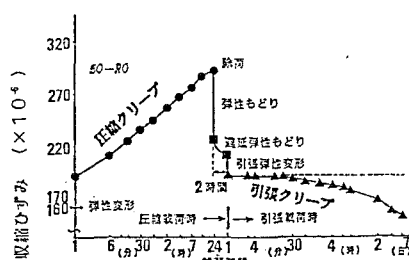


図-3 クリープひずみの経時変化

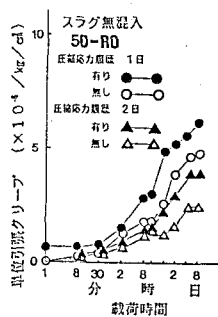


図-4 単位引張クリープと載荷時間の関係

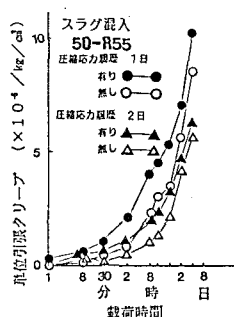


図-5 単位引張クリープと載荷時間の関係

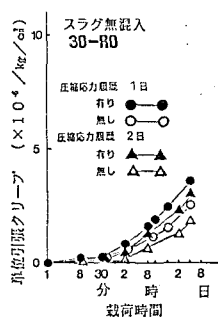


図-6 単位引張クリープと載荷時間の関係

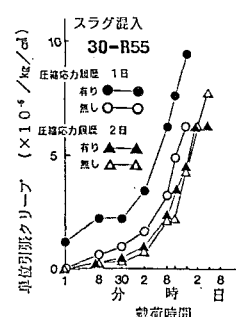


図-7 単位引張クリープと載荷時間の関係

ペーストの骨格構造も弱く、大きな空隙もいたるところに存在していると考えられるから圧縮応力によってその空隙が押しつぶされ、接触点で癒着等が生じると思われる。そのため弾性回復性が低下し、除荷時に回復されなかった部分が引張持続荷重によって徐々に引き離されていくことが考えられる。すなわちその部分が圧縮応力履歴を受けたことによる引張クリープ変形量の増分であると思われる。また、次のような理由も考えられる。それは、前述のように圧縮応力履歴を受けている時にもマイクロクラックが発生しており、引張クリープ中のマイクロクラックの発生が引張載荷前から存在していた圧縮クリープ時のマイクロクラックによって助長され、その結果圧縮応力履歴を受けた場合の引張クリープが圧縮応力履歴を受けていない場合より大きくなったとも考えられる。

いずれにしてもこれらの考え方は、推定の域を越えず、今後一層の検討が必要である。本研究は昭和61.62年度、科学研究費補助金総合研究(A) 61302057 (研究代表者 東工大 長滝重義教授) の分担研究として行なったものの一部である。記して謝意を表します。

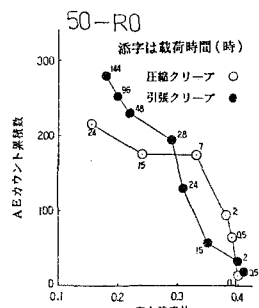


図-8 AEカウンタ累積数と応力強度比の関係