

軽量コンクリートのクリープ機構について

京都大学工学部

正員 岡田 清

小柳 治

鳥取大学工学部

○ 阪田 豪次

佐藤工業 K.K.

小嶺 公夫

1. はしがき

コンクリートのクリープ機構に関しては、従来より数多くの研究者によって諸説が提唱されている。しかしこれらの説は、いづれもコンクリートのクリープ機構を完全に説明するものではない。それはコンクリートのような複合材料では、その内部機構が金属のように均一でなく、従って実際の現象は、これらの諸説で述べられる現象が重ね合わさった結果として現われるためであろう。

本研究はクリープおよび乾燥収縮におよぼす湿度条件の影響を求めることを主眼とし、天然骨材および人工軽量骨材（造粒型、非造粒型）コンクリートのクリープ試験を行なうとともに、そのクリープ機構について若干の考察を行なうものである。なお変量としては湿度条件の他に、コンクリートの配合ならびに持続応力レベルを採用した。

2. 実験概要

表-1 コンクリートのクリープ試験細目

本実験に採用した諸要因を表-1に示す。実験はすべて圧縮クリープ試験で、供試体（ $10 \times 10 \times 40$ cm）は水中養生の後、枚令28日で鋼棒および油圧式ジャッキを用いて持続応力が導入された。

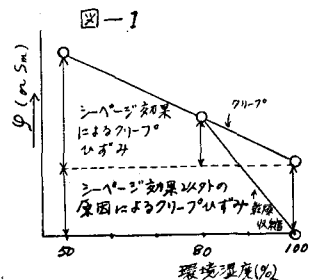
骨材の種類	配合(強度)	導入応力レベル	湿度	温度
天然骨材	240 kg/cm^2	0 %	50 %	20°C
ライオナイト	360 kg/cm^2	15 %	80 %	
メサライト		30 %	100 %	

ひずみの測定は、フーゲンベルガー型ひずみ計（標長10mm）で行なった。なおコンクリートの配合は、目標強度（ σ_0 ）を240 kg/cm^2 、360 kg/cm^2 の2種類として決定した。荷重持続時間は100日間とし、除荷後約40日間の回復クリープを測定した。

3. 実験結果と考察

一般にクリープひずみは、持続荷重を除荷した場合に復元する回復性ひずみと、復元しない非回復性ひずみ（永久変形）からなっている。このような観測からクリープ機構に関する諸説をみると、コンクリートのクリープ機構はつぎの3つに大別できる。(i)遅延弾性説等で表わされる回復性ひずみ（ f_{sr} ）；(ii)コンクリートの局部破壊等による非回復性ひずみ（ f_{sur} ）；(iii)シーパージ効果によるひずみ（ f_s ）；シーパージ効果によるひずみは、さらに回復性のひずみ（ f_{sr} ）と非回復性のひずみ（ f_{sur} ）に分けられる。従ってコンクリートのクリープひずみ（ f_c ）はつぎのようにならわされる。 $f_c = f_{sr} + f_{sur} + f_{sr} + f_{sur} \dots (1)$

図-1は本実験におけるクリープおよび乾燥収縮の環境湿度依存性を模式的に表わしたものである。湿度100%の乾燥収縮の値が0または負になることから、乾燥収縮の内部機



構はシーページ効果によるものであることが明らかである。従って湿度 100% におけるクリープひずみはシーページ効果以外の原因によるものであると考えられる。このような考えのもとに式(1)で示した4つのひずみ成分を概算し、その一例を表-2に示した。なお計算方法については紙面の関係上省略する。

つぎに、本実験の結果明らかになったことを列挙する。

- (1) 軽量コンクリートの乾燥収縮ひずみは、普通コンクリートのそれよりも若干大きい。
- (2) 貧配合のコンクリートの乾燥収縮ひずみは、富配合のコンクリートのそれよりも大きい。
- (3) コンクリートの乾燥収縮ひずみの環境湿度依存性は大きく、それは普通コンクリートにおいて、とくに顕著である。
- (4) コンクリートのクリープに関する Davis-Glasville の法則は、本実験においても成立する。
- (5) 軽量コンクリートのクリープひずみは、普通コンクリートのそれよりも若干大きくなるか、または同等であるが、クリープ係数はむしろ小さくなり、その差は環境湿度条件によって著しく異なる。
- (6) 貧配合のコンクリートのクリープひずみは、富配合のコンクリートのそれよりも大きく、クリープひずみは水セメント比が大きくなれば増大する。
- (7) コンクリートのクリープの環境湿度依存性は強く、図-1のような関係を有する。
- (8) コンクリートのクリープひずみは、シーページ効果だけにあるものでなく、遅延弾性による回復性ひずみや、局部破壊による非回復性ひずみ等を含み、シーページ効果によるクリープひずみの回復の割合は、環境湿度が高くなれば大になる。

- (9) シーページ効果によるクリープひずみの全クリープひずみに占める割合は、環境の湿度が低くなれば大になり、湿度 80% では約 0.2 ~ 0.3、50% で約 0.5 ~ 0.7 程度になった。

またこの割合は、一般に導入応力レベルが高い供試体で大きく、低いものでは小さく、貧配合のコンクリートの方が富配合のものよりも大になった。

なお詳細については、講演会当日発表する。

表-2 クリープひずみの各成分

天然 腎 材 (N-24)

$\frac{\sigma}{f_c}$	導入応力レベル 15%			導入応力レベル 30%		
	100%	80%	50%	100%	80%	50%
$\epsilon_{cs} \times 10^{-5}$	9.0 (1)	15.0 (1)	31.0 (1)	20.5 (1)	39.5 (1)	62.5 (1)
$\epsilon_{cr} \times 10^{-5}$	2.0 (0.22)	2.4 (0.16)	2.2 (0.07)	5.5 (0.22)	7.5 (0.19)	6.3 (0.10)
$\epsilon_{cur} \times 10^{-5}$	7.0 (0.78)	8.4 (0.56)	7.6 (0.25)	15.0 (0.73)	13.6 (0.34)	11.5 (0.18)
$\epsilon_{shr} \times 10^{-5}$	0 (0)	2.6 (0.17)	0.8 (0.03)	0 (0)	2.5 (0.06)	1.2 (0.02)
$\epsilon_{shur} \times 10^{-5}$	0 (0)	1.6 (0.11)	20.4 (0.66)	0 (0)	15.9 (0.40)	43.5 (0.70)

メ サ ラ イ ト (M-24)

$\frac{\sigma}{f_c}$	導入応力レベル 15%			導入応力レベル 30%		
	100%	80%	50%	100%	80%	50%
$\epsilon_{cs} \times 10^{-5}$	9.5 (1)	14.5 (1)	25.0 (1)	18.0 (1)	33.0 (1)	49.5 (1)
$\epsilon_{cr} \times 10^{-5}$	2.5 (0.26)	2.9 (0.29)	2.7 (0.11)	4.5 (0.25)	4.7 (0.14)	4.0 (0.08)
$\epsilon_{cur} \times 10^{-5}$	7.0 (0.74)	8.3 (0.57)	7.8 (0.31)	13.5 (0.75)	14.0 (0.42)	11.8 (0.24)
$\epsilon_{shr} \times 10^{-5}$	0 (0)	0.1 (0.01)	0.3 (0.01)	0 (0)	2.8 (0.08)	6.0 (0.12)
$\epsilon_{shur} \times 10^{-5}$	0 (0)	3.2 (0.22)	14.2 (0.57)	0 (0)	11.5 (0.35)	27.7 (0.58)