

V-460 コンクリートの乾燥収縮及びクリープのばらつき

九州産業大学 正員 宮川 邦彦
同 佐藤 武夫

1. まえがき

コンクリートの時間依存ひずみ（乾燥収縮及びクリープ）は、構造物の耐久性や供用性に重大な影響を及ぼす要因である。従って、合理的な設計法を確立するためには同ひずみの特性値を的確に予測しておくことが重要である。コンクリートの時間依存ひずみに関しては、これまでも各種の影響要因について多くの実験的研究が行われてきたが、個々の実測データのばらつきについては測定期間や実験装置の関係であり検討されていないようである。そこで本研究では、同一バッチから作製した供試体を用い、同一環境条件下での乾燥収縮ひずみやクリープ係数のばらつきを実測し、それらの結果と圧縮強度やヤング係数のばらつきとの関係について比較検討を行った。

2. 実験概要

使用材料は、セメントに普通ポルトランドセメント（比重 3.14）、細骨材に玄海産海砂（表乾比重 2.56、吸水率 1.28%、粗粒率 2.77）、粗骨材に角閃岩碎石（最大寸法 20 mm、表乾比重 2.95、吸水率 0.61%、粗粒率 6.67）を用いた。表-1 にコンクリートの配合を示す。コンクリートは100 ℓ用強制ミキサーで3分間練り混ぜ、JIS A 1138に従って締固めを行った。供試体は、試験開始まで恒温水槽内（温度 20±2℃）で6日間水中養生を行った後、恒温室内（温度 20±1℃、湿度 65±5%）に移して材令7日から試験に供した。乾燥収縮及びクリープ試験は、同一バッチから作製したφ15×30cm円柱供試体12本（載荷及び無載荷各6本）を用い、供試体中央部に埋設した埋め込み型ひずみゲージ（ゲージ長 100 mm）で時間依存ひずみを測定した。クリープ試験は、図-1のようなフラットジャッキ式油圧載荷装置を用い、供試体に載荷時強度の1/4 程度の圧縮応力を導入して行った。なお、ジャッキ圧は、載荷直後は数時間間隔で、その後は1～3日間隔で調整した。また、比較のために同時に作製したφ10×20cm円柱供試体18本（各材令6本）を用いて、材令7, 28, 91日の圧縮強度及びヤング係数のばらつきも実測した。なお、ヤング係数の測定は供試体中央対称2箇所に貼付したひずみゲージ（ゲージ長 60mm）を用いて行った。

3. 実験結果及び考察

表-2 に圧縮強度及びヤング係数の試験結果を示す。圧縮強度やヤング係数の変動係数は、材令7日のヤング係数の結果を除外すれば、2～3%程度である。なお、圧縮強度のばらつきには、(1) 締固めの違い、(2) 粗骨材量の相違及び分布の不均一性、(3) 偏心載荷の影響などが、また、ヤング係数の場合は、上記の要因の他に(4) ひずみゲージの貼付不良、(5) 載荷試験時の計測誤差などが影響するものと考えられる。

表-3 にφ15×30cm円柱供試体6本から求めた乾燥収縮ひずみの試験結果を、図-2 に乾燥収縮ひずみ-時間曲線を示す。乾燥収縮ひずみの変動係数は、表-3 のように測定日数が増すほど若干ではあるが増大する傾向が見られる。これは、上記の要因(2)、

表-1 コンクリートの示方配合

W/C (%)	s/a (%)	配合				AE剤 (ml/m ³)
		W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)	
50	41	180	360	705	1180	108

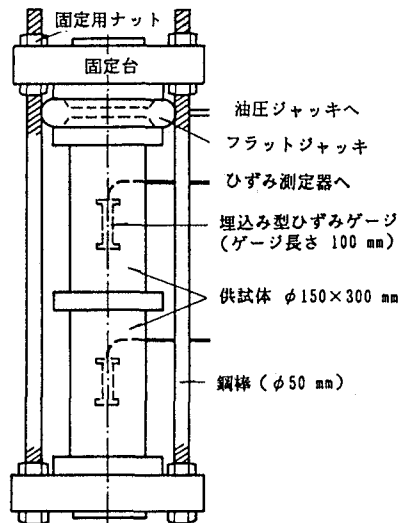


図-1 クリープ試験機

すなわちセメントペーストの収縮ひずみを拘束する粗骨材の含有量が個々の供試体で相違するため、その拘束効果の違い、あるいはペースト部の微細空隙分布の違いに起因するものと考えられる。なお、乾燥収縮ひずみのばらつきには、上記の要因の他に(6)埋め込み型ひずみゲージの埋設位置及び傾きの違いによる影響も考えられるが、表-3のように乾燥収縮ひずみの変動係数が2~3%と、上記の圧縮強度やヤング係数のそれと大差ないことから判断して、本実験の場合、要因(6)はあまり影響しなかったものと考えられる。

表-4にクリープ試験結果を、また、図-3にクリープ係数-時間曲線を示す。クリープ係数の変動係数は8~10%と、乾燥収縮ひずみのその3倍程度である。これは、クリープ係数の場合、無載荷及び載荷供試体自体のばらつき、ならびに載荷時の弾性ひずみ(平均値: 256×10^{-6} 、変動係数: 4.5%)のばらつきが累加されるためである。ただし、クリープ係数の場合は、上記の乾燥収縮ひずみとは逆に、測定日数が増加するほど変動係数は減少する傾向が見られる。これは、本実験に用いたフラットジャッキの剛性が小さいため、供試体内部の応力状態が持続期間中に徐々に均一化するためと考えられる。ちなみに、300日後の載荷供試体6本の全ひずみの変動係数は0.7%(平均値: 1337×10^{-6} 、変動幅: $1319 \sim 1348 \times 10^{-6}$)と微小であり、全ひずみの変動幅は表-3の乾燥収縮ひずみのそれとほぼ等しい。なお、載荷時の弾性ひずみのばらつきが表-2に示す材令7日のヤング係数のそれとほぼ等しいことから判断して、各供試体の導入応力にはあまり差異がなかったものと考えられる。

4. まとめ

本実験から得られた結果を以下に要約する。

- 1). 乾燥収縮ひずみの変動係数は2~3%程度であり、圧縮強度やヤング係数のそれと大差ない。ただし、その値は測定日数にの増加に伴って若干増大する傾向が見られる。
- 2). クリープ係数の変動係数は乾燥収縮ひずみのその3倍程度である。本実験の場合、クリープ係数のばらつきは主に乾燥収縮ひずみと載荷時の弾性ひずみのばらつきに起因しているようである。

以上の結果は、同一バッチから作製した供試体を用

い、しかも同一環境条件下で行った試験であることを考慮すると、実構造物の場合は更に大きなばらつきを生じるものと考えられる。従って、設計ではこのような特性値のばらつきを適切に考慮すべきであろう。

表-2 諸特性のばらつき (変動係数:%)

	平均値	変動幅	変動係数	
圧縮強度 (kgf/cm ²)	7日	254	246~261	2.2
	28日	361	341~375	3.1
	91日	405	395~420	2.1
ヤング係数 (x10 ⁵ kgf/cm ²)	7日	2.63	2.46~2.83	5.0
	28日	3.21	3.14~3.30	2.2
	91日	3.48	3.35~3.56	2.2

表-3 乾燥収縮ひずみのばらつき

測定日数	平均値	変動幅	変動係数
50日	304	296~313	1.9
100日	389	380~401	2.1
200日	485	455~488	2.7
300日	546	527~574	3.2

表-4 クリープ係数のばらつき

測定日数	平均値	変動幅	変動係数
50日	1.29	1.02~1.43	10.0
100日	1.50	1.24~1.73	9.3
200日	1.90	1.52~2.15	8.5
300日	2.09	1.72~2.41	8.1

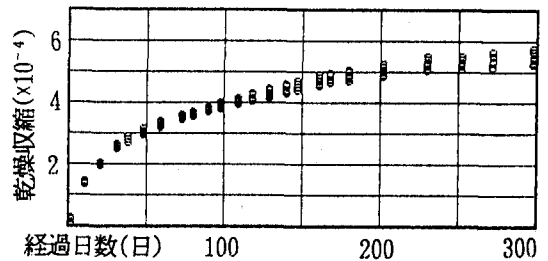


図-2 乾燥収縮ひずみ-時間曲線

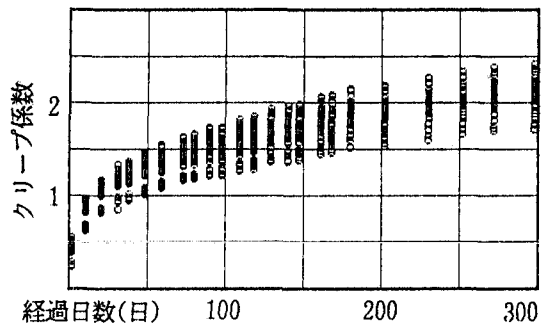


図-3 クリープ係数-時間曲線