

高強度コンクリートの時間依存特性について

九州産業大学工学部 学生会員 ○宮崎 達也

同 正会員 佐藤 武夫

同 正会員 宮川 邦彦

1. はじめに

土木構造物の大型化に伴い、高強度コンクリートに関する研究が急速に進んでいる。平成14年度制定の土木学会「コンクリート標準示方書（構造性能照査編）」でもコンクリートの設計基準強度を従前の 60N/mm^2 から 80N/mm^2 まで適用できるように改定された。しかし、高強度コンクリートの基礎物性、特に現象の究明に長期間を要する時間依存特性（収縮およびクリープ）は、未だ十分に解明されていないのが現状である。

本報告では、ポリカルボンサン系の高性能 AE 減水剤を用いた高強度コンクリートの諸物性のうち、乾燥収縮ひずみおよびクリープ係数の長期測定結果と標準示方書で推奨されている予測式との関係をまとめた。

2. 実験概要

本実験では早強ポルトランドセメント（密度： 3.12g/ml ）、細骨材に海砂（密度： 2.60g/ml ）、粗骨材に最大寸法 20mm の輝緑岩砕石（密度： 2.90g/ml ）を用い、単位セメント量を 350 、 400 、 450 、 500 、 550kg/m^3 と変え、水セメント比 32% 、高性能 AE 減水剤を各セメント量の 0.8% 一定とした配合条件の表-1 に示す高強度コンクリートを打設した。なお、高性能 AE 減水剤は、その使用量が通常の混和剤と比較して多量であるため、単位水量の一部として加算している。

時間依存ひずみ（乾燥収縮およびクリープ）の測定用供試体には $\phi 15 \times 30\text{cm}$ の円柱供試体、圧縮強度とヤング係数試験用には $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 円柱供試体を用いた。供試体は、打設1日後に脱型し、6日間水中養生（水温 20°C ）を行った後、材齢7日から湿度条件の異なる二つの恒温実験室（温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $65 \pm 10\%$ と $40 \pm 5\%$ ）内に設置し、油圧ジャッキ式クリープ試験装置を用いて一定応力状態（載荷時強度の 20% 程度）下における全ひずみを、また、無載荷条件下における乾燥収縮ひずみを各1体測定した。時間依存ひずみの測定には供試体中心部に設置した埋め込み型ひずみゲージを用いた。なお、配合記号 H35、H45 および H55 の供試体は測定日数1000日で除荷して回復クリープを測定中で、H40 と H50 のそれは、湿度 65% の恒温実験室内で測定日数500日まで測定を完了している。同時に作製した $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 円柱供試体を用いて、材齢7日、28日、91日、1年および3年の水中養生を継続した供試体、材齢7日から湿度条件の異なる二つの恒温実験室内に移し、空气中に静置した供試体の圧縮強度とヤング係数も測定した。

表-1 コンクリートの示方配合 (kg/m^3)

配合記号	s/a	W	C	S	G	混和剤
H35	40	112	350	765	1280	2.8
H40	40	128	400	753	1268	3.2
H45	39	144	450	681	1188	3.6
H50	39	160	500	669	1176	4.0
H55	38	176	550	600	1093	4.4

注) 単位水量に高性能 AE 減水剤を含む

表-2 圧縮強度、ヤング係数試験結果

配合記号	圧縮強度		ヤング係数	
	7日	28日	7日	28日
H35(水中)	71.7	83.8	40.1	43.2
H35(湿度 65%)	—	91.3	—	45.6
H35(湿度 40%)	—	92.2	—	45.1
H40(水中)	74.5	80.4	39.0	44.4
H40(湿度 65%)	—	83.7	—	43.3
H45(水中)	69.4	78.0	40.6	40.4
H45(湿度 65%)	—	78.9	—	41.7
H45(湿度 40%)	—	81.0	—	41.3
H50(水中)	71.5	79.1	40.2	43.0
H50(湿度 65%)	—	84.6	—	40.1
H55(水中)	67.5	75.6	36.1	39.7
H55(湿度 65%)	—	77.8	—	38.4
H55(湿度 40%)	—	78.4	—	38.6

キーワード: 高強度コンクリート、乾燥収縮ひずみ、クリープ係数、湿度、予測

連絡先: 〒813-8503 福岡東区松香台2-3-1 九州産業大学工学部都市基盤デザイン工学科 TEL092-673-5677

3. 実験結果および考察

表-2 にコンクリートの圧縮強度とヤング係数の試験結果を示す。材齢 28 日では単位セメント量の増加に伴い、圧縮強度やヤング係数が低下している。これは、セメントペーストの圧縮強度やヤング係数よりも使用した粗骨材自体のそれらが大きいことに起因している。

図-1 に示すように測定日数 500 日後の乾燥収縮ひずみは、単位セメント量の増加に伴い若干増大しているが、これは乾燥収縮ひずみが主にセメントペースト内部のゲル水の逸散に伴う毛細管張力の作用に起因するものであり、骨材はそれを拘束するため、単位セメント量の増加に伴い、乾燥収縮ひずみも増大したと考えられる。また、湿度の違いによる影響は、H35、H45 および H55 の湿度 65% に比較して、湿度 40% の場合、1 割強増大していることがわかる。なお、H35、H45 および H55 は 2001 年に、H40 と H50 は 2003 年に打設した関係上、粗骨材物性の相違により、H40 と H50 の乾燥収縮ひずみが小さくなっている。

図-2 に示すクリープ係数の場合、持続載荷応力の関係でセメントペースト部と骨材粒子部との応力分担割合が時々刻々変化するため、乾燥収縮ひずみの生成機構よりも複雑であり、本実験では、両湿度条件ともに H45 で最大となる結果が得られたが、この原因は不明である。なお、H40 と H50 に関しては、クリープ試験装置の関係で湿度 40% での実験を行っていないため、H45 の湿度 40% のクリープ係数が他の配合の値と比較して、特に大きくなった原因も不明である。

コンクリート標準示方書の解説で推奨されている高強度コンクリートに対する予測式から求めた予測値と実測値の比較では、**図-3** に示す乾燥収縮ひずみの場合、全体的に過大予測している。これは、使用した粗骨材の物性の違いにも起因するが、予測式は単位セメント量や湿度の影響を過大視していると思われる。また、**図-4** に示すクリープ係数の場合、H45 の湿度 40% を除外すれば、予測式は若干過大予測することがわかる。なお、本報告では、測定日数 1、10、50、100、200、500、700、1000 日の値で比較した。また、**表-2** の実測結果を用いて、単位クリープひずみをクリープ係数に換算して比較した。

4. まとめ

本報告の結果を以下に要約する。

1. 乾燥収縮ひずみは、単位セメントの増加および湿度の低下に伴い、増大するが、その影響は僅少である。
2. クリープ係数は、本実験の範囲内では単位セメント量が 450kg/m^3 で最大となり、乾燥収縮ひずみの傾向とは相違する。
3. 示方書で推奨されている乾燥収縮ひずみの予測式は、単位セメント量や湿度の影響を過大予測する。
4. 示方書で推奨されているクリープ係数の予測式は、H45 の湿度 40% を除外すれば、若干過大予測する。

参考文献：コンクリート標準示方書（構造照査編），2002 年制定

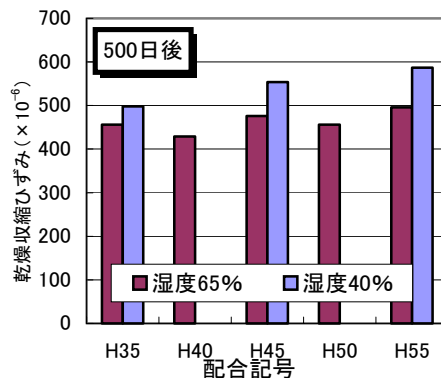


図-1 乾燥収縮と配合の関係

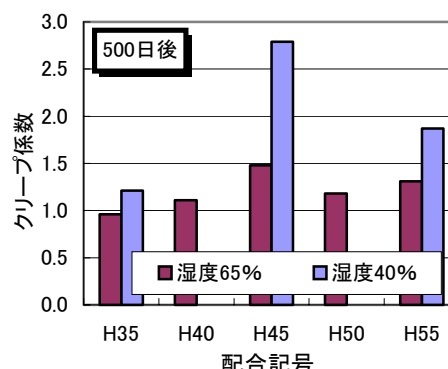


図-2 クリープ係数と配合の関係

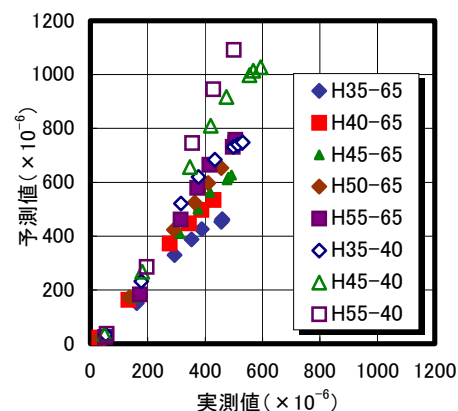


図-3 予測値と実測値の関係

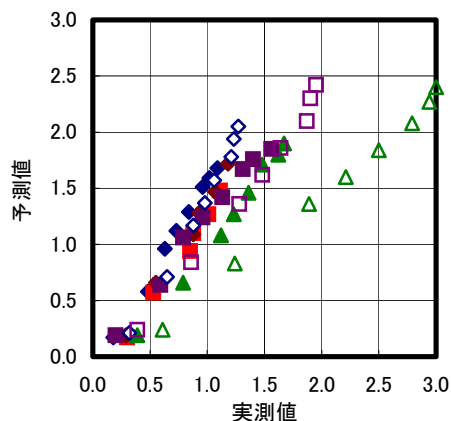


図-4 予測値と実測値の関係