

# 高強度コンクリートの収縮・クリープの予測

オリエンタル建設(株) 正会員 堀川智史 立命館大学大学院 学生員 井上真澄  
立命館大学理工学部 正会員 高木 宣章 立命館大学理工学部 正会員 児島孝之

## 1. はじめに

本研究では、高強度コンクリートの収縮およびクリープ特性について普通強度コンクリートと比較検討を行った。また、現存の予測式の適用性についても検討を行う。

## 2. 実験概要

実験要因として水結合材比を 20、30、50% の 3 水準、シリカフューム置換率を 0、7.5、15% の 3 水準とした。使用材料を表 1、コンクリートの示方配合を表 2 に示す。乾燥収縮試験供試体(10×10×40 cm)およびクリープ試験供試体の作製は、高流動コンクリートの自己収縮試験方法<sup>1)</sup>に準じた。型枠内側底面上にテフロンシート、その上から内側全面にビニールシートを敷き、コンクリート打設後打設面上をビニールシート、濡れウエスの順で覆い、水分の逸散を防止した状態で、20±1、90±5%RH の環境下に材齢 1 日まで保管した。供試体両側面に長さ変化測定用ゲージプラグを埋込んだ。材齢 1 日で脱型し、直ちに供試体を工業用ラップ、更にはビニールシートで各々 2 重に封緘し、20±1、60±5%RH の環境下に保管した。

材齢 28 日から 20±1、60±5%RH の環境下で乾燥収縮試験およびクリープ試験を行った。クリープ試験供試体は 10×10×40 cm 供試体を 2 連直列型とした(図-1)。材齢 28 日にコンクリート圧縮強度の 30% の応力を PC 鋼棒を緊張することにより導入した。クリープ試験は、封緘養生供試体と気中養生供試体の 2 種類で行った。長さ変化の測定は、JIS A 1129 (コンタクトゲージ法)により行った。

## 3. 実験結果および考察

乾燥収縮ひずみの経時変化を図-2 に示す。既報告<sup>2)</sup>同様、乾燥収縮ひずみは水結合材比が小さいほど、同一水結合材比ではシリカフューム置換率が大きいほど、小さくなった。単位クリープひずみの経時変化を図-3 に示す。実測 PC 鋼棒ひず

表-1 使用材料

|         |  |   |
|---------|--|---|
| セメント    | 普通ポルトランドセメント 密度 3.16 g/cm <sup>3</sup>   |   |
| シリカフューム | ノルウェー産粉体 密度 2.20 g/cm <sup>3</sup><br>SiO <sub>2</sub> =92.3% 比表面積 200000 cm <sup>2</sup> /g                       |   |
| 細骨材     | 野洲川産川砂 表乾密度 2.62 g/cm <sup>3</sup> F.M.=2.69   |   |
| 粗骨材     | 高機産硬質砂岩砕石 表乾密度 2.68 g/cm <sup>3</sup> 吸水率=0.78%<br>F.M.=6.57 最大骨材寸法 20 mm<br>混合質量比 2.0~1.3 mm : 1.3~0.5 mm = 1 : 1 |   |
| 混和剤     | 高性能 A E 減水剤  | A: ポリカルボン酸系グラフトコポリマー<br>B: ポリカルボン酸 Ca 塩       |
|         | A E 減水剤  | C: リグニンスルホン酸化合物                               |
|         | A E 助剤   | D: アニオン系界面活性剤<br>E: アルキルアリルスルホン化合物            |
|         |  |   |
| PC 鋼棒   | 17 mm  | 引張強度 1280 MPa, ヤング係数 203200 N/mm <sup>2</sup> |
|         | 23 mm  | 引張強度 1240 MPa, ヤング係数 201500 N/mm <sup>2</sup> |

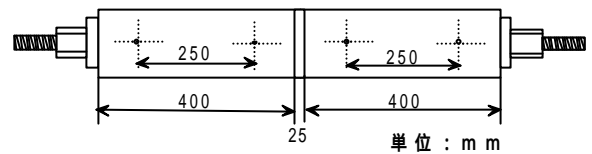


図-1 クリープ試験用供試体

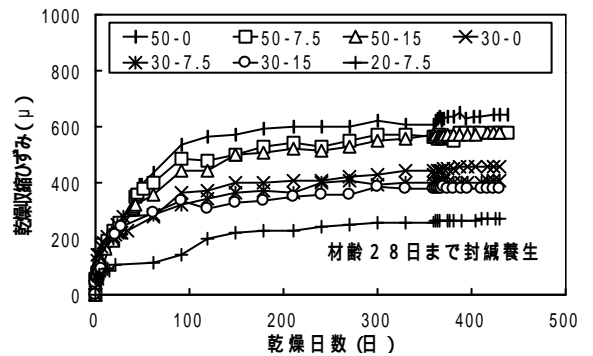


図-2 乾燥収縮ひずみの経時変化

表 2 コンクリートの示方配合

| 配合名    | W/(C+SF)<br>(%) | SF/(C+SF)<br>(%) | s/a<br>(%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |    |     |      | (高性能)**<br>A E 減水剤<br>(%) | A E 助剤<br>(A*) | 圧縮強度<br>材齢 28 日<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------|------------------|------------|--------------------------|-----|----|-----|------|---------------------------|----------------|---|
|        |                 |                  |            | W                        | C   | SF | S   | G    |                           |                |   |
| 20-7.5 | 20              | 7.5              | 34         | 150                      | 694 | 56 | 528 | 1024 | A 4.2                     |                | 111.6                                   |
| 30-0   | 30              | 0                | 37         | 160                      | 533 | 0  | 638 | 1087 | B 1.3                     |                | 71.0                                    |
| 30-7.5 | 30              | 7.5              | 36.5       | 160                      | 493 | 40 | 625 | 1087 | B 1.9                     |                | 81.5                                    |
| 30-15  | 30              | 15               | 36         | 160                      | 453 | 80 | 611 | 1086 | B 2.3                     |                | 96.2                                    |
| 50-0   | 50              | 0                | 44         | 170                      | 340 | 0  | 794 | 1010 | C 0.25                    | E 2.5          | 32.2                                    |
| 50-7.5 | 50              | 7.5              | 43.5       | 170                      | 315 | 26 | 781 | 1014 | B 1.0                     | D 4.0          | 40.7                                    |
| 50-15  | 50              | 15               | 43         | 170                      | 289 | 51 | 768 | 1018 | B 1.8                     | D 4.0          | 41.1                                    |

注) \*E の 1% 希釈液および D の 2% 希釈液を各々結合材(C+SF)1kg 当たり 2cc 使用する時を 1A とする。  
\*\* (高性能) AE 減水剤は結合材質量に対する百分率。混和剤の欄中の記号は使用混和剤の種類を示す。

キーワード: 乾燥収縮、クリープ、高強度コンクリート、シリカフューム、予測式

〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 (立命館大学 理工学部 土木工学科) TEL/FAX 077-561-2805

みから求めた荷重応力を用いて、単位クリープひずみを計算した。封緘養生供試体のクリープひずみは、自己収縮ひずみを差し引いたひずみである。単位クリープひずみは封緘および乾燥状態にあっても、コンクリートが高強度になるに伴い小さくなる。

図-4 に荷重360日で除荷した回復クリープひずみの経時変化を示す。回復クリープひずみは、封緘養生供試体では自己収縮ひずみを、気中養生供試体では乾燥収縮ひずみを差し引いている。養生条件により傾向は異なるものの、気中養生供試体では高強度コンクリートほど回復クリープひずみは大きくなる傾向が観察された。

図-5 に荷重時からの全ひずみの経時変化を示す。除荷後77日における非回復クリープひずみは、水結合材比が小さい高強度コンクリートほど小さくなった。これは、高強度コンクリートほど弾性的な挙動を示し、荷重応力レベル30%あたりでは、コンクリート内部のマイクロクラックの発生が少ないためと考えられる。

図-6、図-7 に土木学会コンクリート標準示方書式による乾燥収縮ひずみと単位クリープひずみの予測値と実験値の関係を示す。

乾燥収縮ひずみは、普通強度コンクリートでは、予測値は実験値とほぼ一致した。しかし、高強度コンクリートになるほど予測値が実験値より大きくなった。

また、単位クリープひずみにおいては、封緘養生供試体では予測値は実験値とほぼ一致した。しかし、シリカフェームを混入した気中養生供試体では、予測値が実験値より大きな値となった。

#### 4. まとめ

封緘および乾燥環境下での単位クリープひずみは、高強度になるほど小さくなった。また、非回復クリープひずみは、高強度コンクリートほど小さな値を示した。

#### 【参考文献】

- 1) 日本コンクリート工学協会：超流動コンクリート研究委員会報告書（ ），pp.209-210,1994
- 2) 児島、高木、松村、堀川：高強度コンクリートの収縮特性に関する実験的研究、材料、第48巻第11号 pp1263-1268,1999

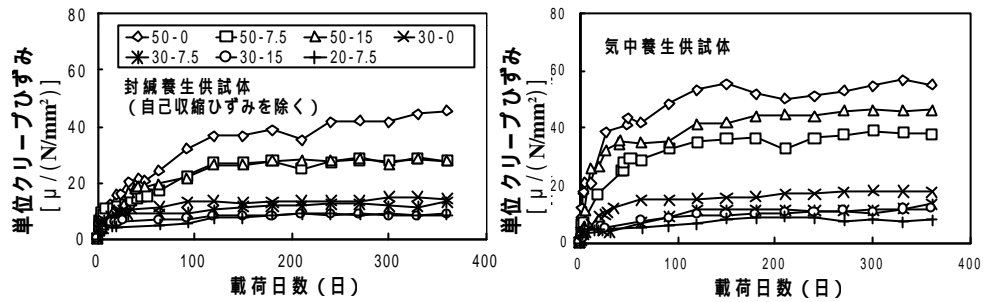


図-3 単位クリープひずみ

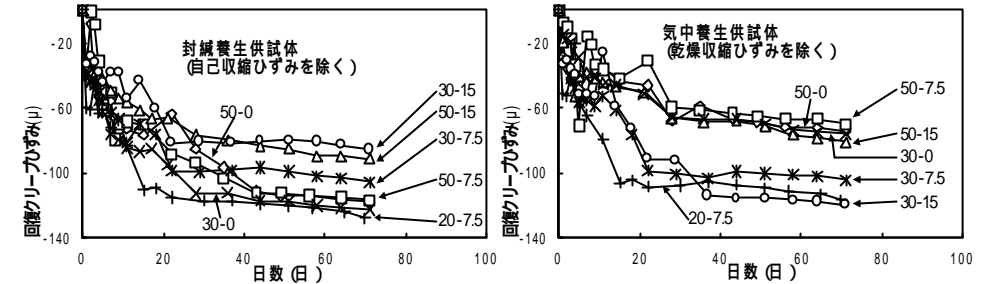


図-4 回復クリープひずみの経時変化

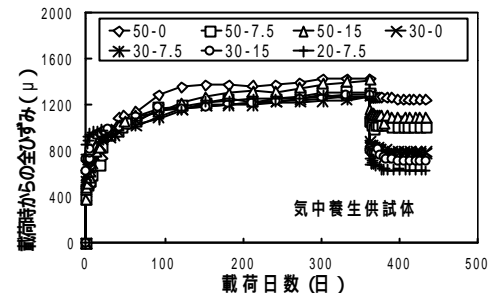


図-5 全ひずみの経時変化

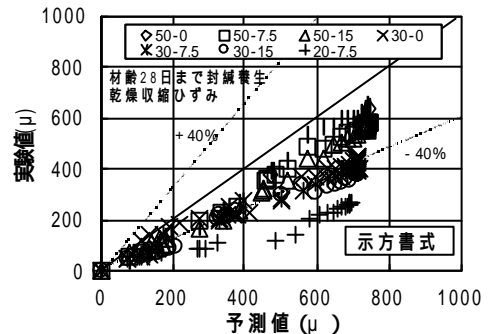


図-6 標準示方書式による乾燥収縮ひずみの予測値と実験値の関係

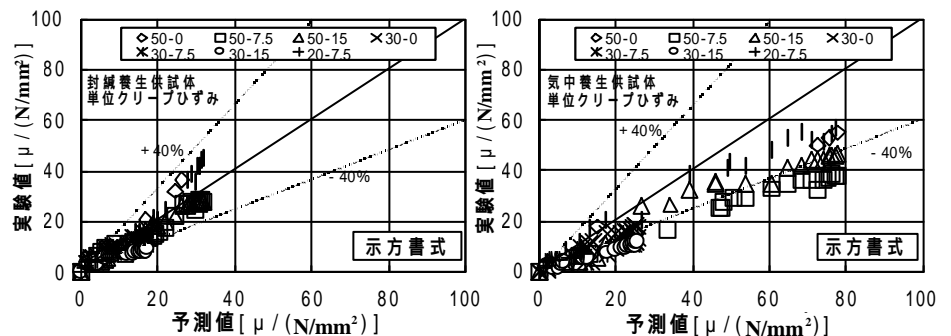


図-7 標準示方書式による単位クリープひずみの予測値と実験値の関係