

水和反応抑制環境下における若材齢コンクリートの引張クリープに関する研究

山口大学大学院	学生員	○林 一成
(株)エイトコンサルタント	正会員	永井 泉治
山口大学大学院	学生員	吉武 勇
山口大学	正会員	中村 秀明
山口大学	正会員	浜田 純夫

1. はじめに

コンクリートの時系列(変形)挙動の統一化を図るため、若材齢時のクリープに関して多くの研究が行われている。また、温度ひび割れ発生が問題となるマスコンクリートにおいても、応力緩和分を精度良く推定するため、クリープ試験は必要不可欠なものである。既往の研究は、いずれも水和反応進行過程におけるものであり、時々刻々と特性の異なる若材齢コンクリートのクリープ挙動について考慮されたものは見受けられない。本研究では、水和反応を抑制した環境下において引張クリープ試験を行い、その挙動の明確化を図った。

2. 若材齢コンクリートの引張クリープ試験

温度応力は、内外の拘束によって生じるひずみに伴うものであり、特に若材齢時において顕著なリラクゼーション効果によって、作用する応力が少なからず緩和されることが予想される。現在、一般的に用いられる温度応力解析では、リラクゼーション効果を材齢 0~3 日は 0.73, 材齢 3~5 日は 0.73~1.00 の低減係数を乗じた有効ヤング率を用いることで対処している。温度応力(ひび割れ)推定のいっそうの精度向上には、特にひび割れ発生の有無を検討する若材齢コンクリートの引張クリープ特性の明確化が必要不可欠なものと考えられる。

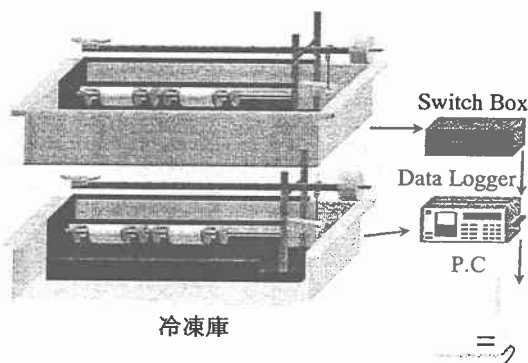


図-1 引張クリープ試験装置

2.1. 実験概要

本研究では、主に応力強度比と載荷材齢を実験因子とする低温環境下の純引張クリープ試験を行った。(図-1 参照)また、冷凍養生(0℃)に加えて、標準養生(20℃)で試験を行い、既往の試験結果との比較検討を図った。なお、クリープひずみを評価するにあたり、クリープひずみを載荷応力で除す Specific Creep を用いた。なお、式中の J は Specific Creep を表している。

$$\text{有効ヤング率 } E_c(t) = \frac{\sigma(t)}{\varepsilon_p(t) + \varepsilon_e(t)} = \frac{E_0(t)}{1 + J \cdot E_0(t)}$$

2.2. 実験結果と考察

2.2.1. 養生条件の違い

冷凍養生および標準養生の載荷材齢 2 日における比較結果を図-2 に示す。冷凍養生では、載荷後より大きな遷移クリープが現れ、その後も定常クリープ状態となり、ひずみ

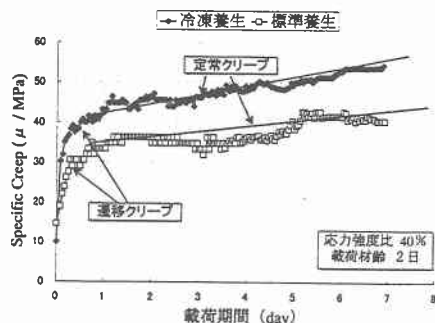


図-2 養生条件の比較

は漸増している。標準養生においても同様の現象が見られるが、冷凍養生に比べ小さく、最終 Specific Creep 値には $15 \mu/\text{MPa}$ 程度の差が生じる結果となった。これは、両者の水和反応速度の差がクリープ現象の差に反映されたものと推察される。この結果より、水和進行程度の低いコンクリートほど塑性域の占める割合が高いことがわかり、若材齢コンクリートのクリープ現象には、載荷材齢が最も大きいパラメーターのひとつであることがわかる。

2.2.2. 載荷材齢の違い

本研究で行った応力強度比 20%~50%の試験では、いずれも載荷材齢が延びるにつれて Specific Creep 値が小さくなる結果を得た。(一例として応力強度比 30%および 50%の比較結果を各々図-3、図-4に示す。)これらの結果から、20%~50%のいずれの応力強度比においても載荷材齢が延びるにつれて、Specific Creep 値が小さくなっていることがわかる。また応力強度比が高まるにつれて、載荷材齢の異なる Specific Creep の最終値は均衡したものになり、応力強度比 50%の試験結果では、ほぼ同一の値をとる結果となった。

2.2.3. 応力強度比の違い

載荷材齢 2 日および 5 日の応力強度比の違いを図-5、図-6に示す。図-5において応力強度比 40%以下では、ほぼ同程度の Specific Creep となるが、応力強度比 50%では、突出して大きい値を示す結果となった。また図-6では応力強度比 20%および 30%の Specific Creep 値が同一曲線上に並ぶことから、若材齢コンクリートにおいてもクリープひずみと載荷応力の線形性が成立するものと思われる。

3. 結論

本研究で得られた結論を以下に要約する。

- 1) 冷凍養生では、水和反応の進行が抑制され、標準養生に比べ強度の発現性は停滞する。
- 2) 水和反応の進行を抑制した冷凍養生における引張クリープひずみは、標準養生と比較して著しく大きな値となる。
- 3) 載荷材齢の異なるクリープ試験では、載荷材齢の長期化に伴い、定常クリープ状態におけるひずみ発生速度が小さくなる。
- 4) いずれの載荷材齢においても、応力強度比が高まるにつれて、各々 Specific Creep 値は均衡した値となり、応力強度比 50%では、載荷材齢による相違点が見受けられない。
- 5) 水和反応を抑制した環境下では、応力強度比 40%以下の Specific Creep 値は、ほぼ同一曲線上に並ぶため、若材齢コンクリートにおいてもクリープひずみと載荷応力の線形性が成立する。

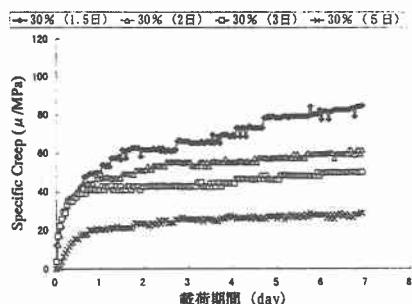


図-3 応力強度比 30%

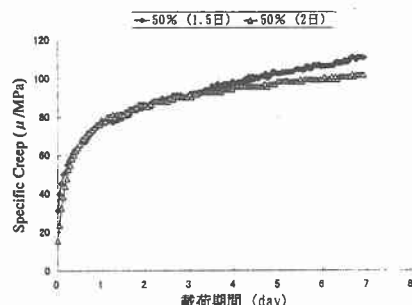


図-4 応力強度比 50%

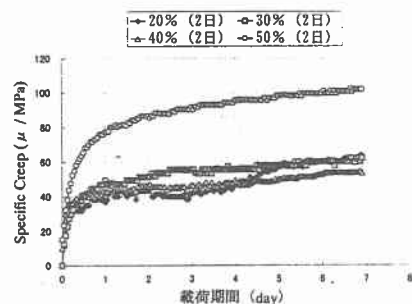


図-5 載荷材齢 2 日

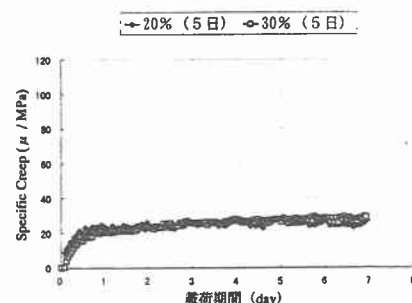


図-6 載荷材齢 5 日