

若材齢コンクリートにおける引張クリープの温度依存性

名古屋工業大学 学生員 服部 達也
 名古屋工業大学 正会員 岩田 忠兵衛
 名古屋工業大学 正会員 上原 匠
 名古屋工業大学 正会員 梅原 秀哲

1. まえがき

水和熱による温度応力を正確に予測するために、若材齢時のクリープ挙動を解明することは重要である。温度応力では引張応力によりひび割れが生じるため、引張クリープ挙動を解明する必要があり、筆者らはその目的で引張クリープに関して研究を行ってきた。^{[1][2]}若材齢では温度上昇により、クリープの励起と硬化の促進に起因するクリープの低減が同時に生じる。本研究では、若材齢コンクリートを対象に養生温度、載荷温度を変化させた引張クリープ試験を行い、引張クリープの温度依存性や評価方法について検討を行った。

2. 配合

本研究では、普通ポルトランドセメント、山砂、碎石を用いた。表1に対象としたコンクリートの示方配合を示す。

表1 示方配合

スラブ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
				W	C	S	G	AD
8.0	4.0	55	44.6	172	313	787	1015	0.328

3. 試験方法

クリープ試験にはφ10×20cmの円柱供試体を用い、側面をアルミテープで被覆し、水分蒸発を防止した。本研究では、打設後温度20℃、湿度60%の恒温室内に24時間静置し、その後材齢3日まで湿潤養生槽内で湿度98%一定のもと、30℃、40℃、50℃の3水準の温度で養生した。養生後、恒温恒湿器を有するてこ式引張クリープ試験機^[3]を用いて、応力強度比(載荷応力/載荷時強度)40%の一定引張応力を5日間にわたり載荷した。なお、載荷期間中の温度も各養生温度につき30℃、40℃、50℃の3水準を設定し、計9ケースを対象とした。また、硬化収縮等の収縮ひずみは、同一環境内にセットした無載荷供試体より測定されたひずみを、載荷供試体のひずみから差し引いて補正した。

4. 試験結果

4. 1. 一定温度の影響

養生時、載荷時ともに同一温度で行った引張クリープ試験結果を図1に示す。図より、30℃一定の場合は載荷期間が経過してもspecific creep(クリープひずみ/載荷応力)に大きな増進は認められないが、40℃一定および50℃一定の場合は載荷期間の経過に伴ってspecific creepは大きく増進しており、引張クリープにおいても温度が高くなるにしたがってクリープが励起されることがわかる。

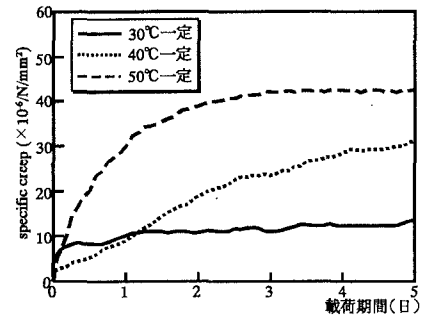


図1 一定温度の影響

4. 2. 養生温度の影響

載荷温度を一定とし、養生温度を変化させた引張クリープ試験結果を図2に示す。横軸に養生温度を、縦軸には除荷時(載荷後5日経過時)のspecific creepを最終specific creepとして用いた。図より、載荷温度が30℃と40℃の傾向は類似しており、養生温度40℃の値が最も小さい。載荷温度50℃は、わずかであるが養生温度が高くなるにしたがってクリープは大きくなる傾向が見られる。しかし、いずれの載荷温度も養生温度による影響は小さく、最終specific creepで8×10⁻⁶/N/mm²程度以下である。一方、割裂強度について養生温度の影響をみると、図3に示すように養生温

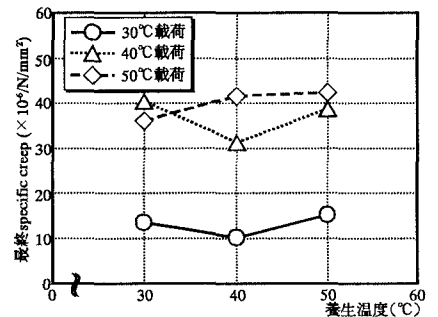


図2 養生温度の影響

度に関わらず割裂強度はほぼ等しいことがわかる。なお、試験材齢は、クリープ試験の載荷材齢と同じ材齢3日である。以上より、引張クリープに与える初期養生温度の影響は、養生期間が3日間程度であれば少ないといえる。

4. 3. 載荷温度の影響

養生温度を一定とし、載荷温度を変化させた引張クリープ試験結果を図4に示す。横軸に載荷温度を、縦軸には図2と同様に最終 specific creep を用いた。図より、載荷温度が高くなるにしたがってクリープは大きくなっており、その傾向はいずれの養生温度とも同程度である。また、図2と比較してみても引張クリープに与える温度の影響は、養生温度の影響よりも載荷温度の影響が顕著であることがわかる。以上より、引張クリープは応力作用時の温度に依存しているといえる。

5. 評価方法の検討

温度の影響を評価する際、従来より式(1)に示す積算温度が用いられている。

$$M = \sum (T + 10) \Delta t \quad (1)$$

M : 積算温度(°C·hr)

Δt : 時間(hr)

T : Δt 間でのコンクリート温度(°C)

式(1)に示す積算温度を用いて整理したものを図5に示す。横軸の積算温度は、縦軸の最終 specific creep と同じ除荷時までを対象としたものである。図より、積算温度が高くなるにしたがって最終 specific creep は大きくなっている。今回対象とした配合では、養生温度より載荷温度の影響が大きくなる結果となった。しかし、最終 specific creep は従来どおり積算温度を用いた式(2)により推定可能であることがわかった。

$$J = 0.76(M - 7440)^{1/2} + 0.69 \quad (2)$$

J : 最終 specific creep ($\times 10^{-6}$ N/mm²)

M : 除荷時までの積算温度(°C·hr)

6. まとめ

本研究より得られた結果を以下にまとめる。

- 1) 若材齢コンクリートの引張クリープは、載荷中の温度が高いほど励起される。
- 2) 若材齢コンクリートの引張クリープにおいて、養生温度の影響は顕著に認められなかった。また、割裂強度についても同様に養生温度の影響は顕著ではなかった。
- 3) 若材齢コンクリートの引張クリープにおける最終 specific creep は、温度履歴が異なっても従来どおり積算温度により近似できる。

【参考文献】

- [1] 後藤、上原、梅原：若材齢コンクリートのクリープ挙動に関する研究、コンクリート工学年次報告論文集、vol17、No.1、pp.1133-1138、1995
 [2] 平本、入矢、Gupta、梅原：若材齢コンクリートのクリープの材齢および載荷応力依存性、コンクリート工学年次報告論文集、vol19、No.1、pp.775-780、1997

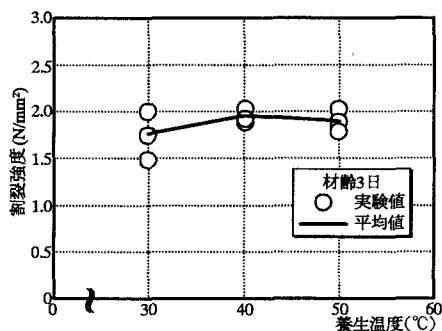


図3 割裂強度試験結果

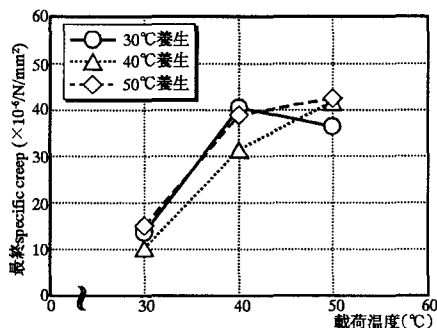


図4 載荷温度の影響

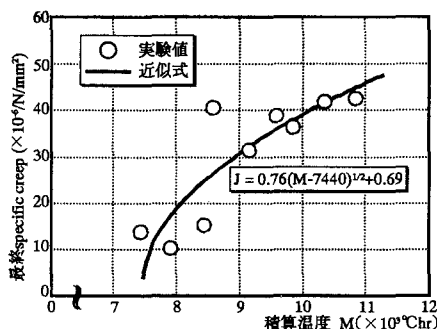


図5 積算温度と最終 specific creep の関係