

細骨材量および応力強度比に依存した若材齢モルタルの引張型基本クリープ

東京工業大学大学院 学生会員 ○榊原 直輝
 鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺 健
 東京工業大学大学院 フェロー 二羽 淳一郎

1. はじめに

セメントペースト(以下、ペースト)の収縮が拘束されることによって生じる引張応力が、ペーストの引張強度に達するとひび割れが発生する。よって、コンクリートのひび割れ発生を正確に予測するためには、収縮だけではなく、高い引張荷重作用下におけるクリープを把握することが重要となる¹⁾。本研究では、骨材とペーストのそれぞれの力学特性を単純化して検討するため、モルタルとペーストの基本クリープを対象とし、特に収縮が顕著に生じるうえ²⁾、強度も十分に発現していない、若材齢時に着目した。

2. 実験概要

試験体に引張荷重を持続的に作用させることが可能な、てこ式の引張クリープ試験機(てこ比 1:12)を独自に開発し、この試験機を用いて、若材齢モルタルの引張クリープ試験を実施した。表1に使用材料、表2に試験ケースを示す。試験体のパラメータは、応力強度比および細骨材量とし、材齢1.9~4.6日で载荷を開始した。

図1に実験の様子、図2に試験体寸法を示す。試験体は、载荷軸方向に断面寸法が一樣な直方形型(幅 50×厚さ 20×長さ 420mm)とし、打設直後のブリーディングなど、打設による载荷軸方向のクリープひずみの差を除去するため、図2に示す試験体の左側面を上面にした状態で打設を行った。また、試験体は打設後1日で脱型した後、表面をアルミテープにて被覆し、温度 25℃、湿度 70%Rh に制御された恒温恒湿器内にて封緘養生を施した。なお、この間試験体の質量変化は無く、試験体からの水分逸散を適切に防止できたことを確認している。

クリープ試験中は、試験体の引張強度増進を考慮し、割裂引張試験より求めた引張強度-材齢関係に基づき、随時荷重を増加させることで応力強度比を一定に保つことに努めた。計測項目は、载荷軸方向のひずみである。载荷軸方向のひずみの差異を評価するため、図2に示すように、载荷軸に沿って左右両側面に各3枚のゲージを

貼付した。また、試験中に生じる自己収縮等のクリープ以外の試験体のひずみを補正するため、無载荷試験体でもひずみを計測した。

表1 モルタルおよびペーストの使用材料

材料	種類
セメント(C)	普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm ³)
細骨材(S)	セメント強さ試験用標準砂(絶乾密度 2.64g/cm ³)

表2 本実験の試験ケース

試験体名	W/C [%]	S/C	応力強度比 [%]	载荷開始材齢 [日]
S/C 2.0-90	40	2.0	90	2.0
S/C 2.0-80			80	3.1
S/C 2.0-70			70	1.9
S/C 2.0-30			30	4.6
S/C 0.5-80	0.5	0.5	80	2.1
S/C 0.0-80	0.0	0.0	80	3.4

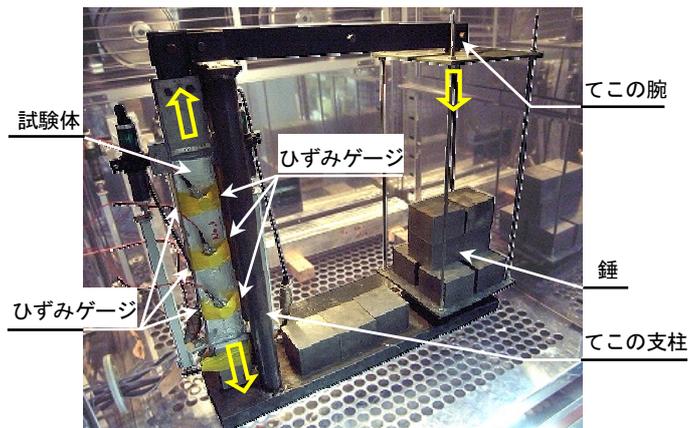


図1 てこ式引張クリープ試験機を用いた実験の様子

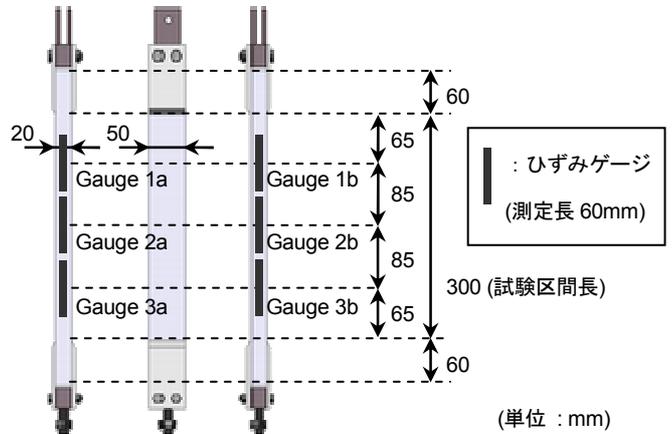


図2 試験体寸法とひずみゲージ貼付箇所(左より、左側面図、正面図、右側面図)

キーワード 若材齢モルタル, 高一軸引張, 基本クリープ, 局所化

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 M1-17

3. 実験結果および考察

3.1. 応力強度比の影響

図3に、S/C 2.0-90, 80, 70, 30のクリープひずみー荷重期間関係を示す。なお、各試験体のクリープひずみには、図2に示す Gauge 2a および 2b で測定したひずみの平均値を用いた。同一荷重期間で各試験体の値を比較すると、荷重開始後約24時間は、応力強度比の増加に応じたクリープひずみの増加が確認できる。その後は、S/C 2.0-80, 70 の一致する傾向が確認されたが、応力強度比の増加に伴い、モルタルのクリープひずみが大きくなる傾向をつかむことができる。

3.2. 細骨材量の影響

図4に、S/C 2.0-80, S/C 0.5-80, S/C 0.0-80のクリープひずみー荷重期間関係を示す。同一の荷重期間において、骨材量の減少、すなわちペースト量の増加に伴い、クリープひずみは大きな値を示した。また、S/C 0.0-80のクリープひずみは、荷重期間を通して増加し続けたのに対し、S/C 2.0-80 および S/C 0.5-80 のクリープひずみの値は、荷重期間60時間以降顕著には増加しなかった。そこで、図5に、S/C 2.0-80, S/C 0.5-80, S/C 0.0-80の荷重期間30, 90, 180時間におけるクリープひずみー単位ペースト量関係を示す。ただし、荷重時間180時間のS/C0.5-80のクリープひずみには、荷重期間90時間の値を参考に用いている。図5より、クリープひずみと単位ペースト量の間には、比例関係というよりは、荷重期間が長くなるに従い、クリープひずみが単位ペースト量の増加に伴い指数関数的に増大する傾向が見られた。

3.3. 引張クリープの局所化

図6に、S/C2.0-80において、試験体両側面の同一高さに貼付した2枚のゲージで計測した、クリープひずみの平均値をそれぞれ示す。同一荷重期間で各ひずみを比較すると、荷重期間40時間まではほぼ様な値を示していたものの、それ以降は Gauge 3a-3b のひずみが最大の値となった。また、70時間を機に、Gauge 2a-2b のひずみの増加割合が小さくなり、その後はほぼ一定の値を示した。そして、荷重終了時(188時間)には、Gauge 3a-3b の値が Gauge 2a-2b の値の139%となった。前述のとおり、本試験体はブリーディング等の影響が荷重軸方向の差異として現れないように十分留意し作製したものであるため、この差異は打設方法によるものではないと考えられる。よって、持続的な高引張力を受ける若材齢モルタルでは、荷重軸方向にクリープひずみがばらつき、局所的

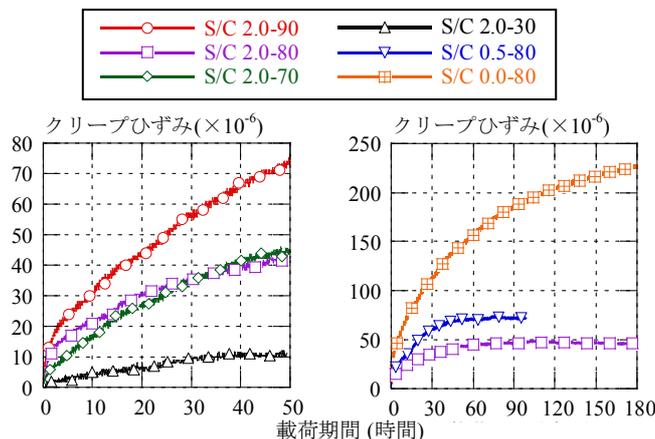


図3 応力強度比の影響

図4 細骨材量の影響

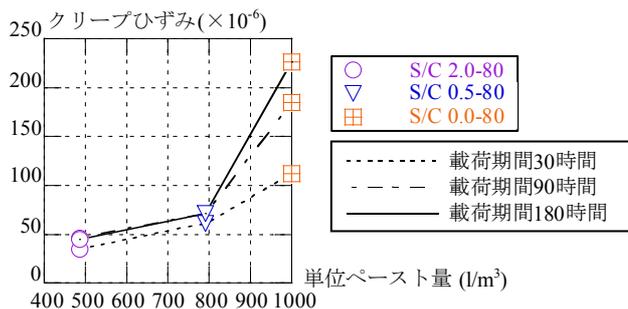


図5 クリープひずみー単位ペースト量関係

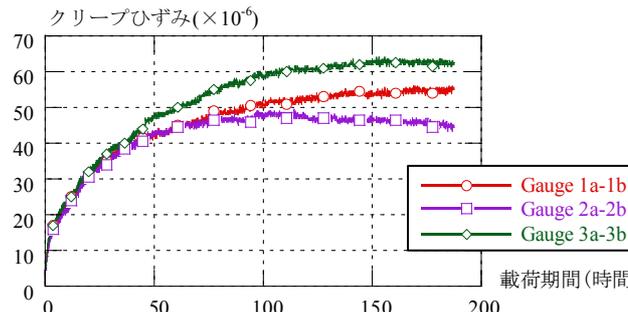


図6 S/C 2.0-80における荷重軸方向のクリープひずみの差異

にクリープが進行している可能性がある。

4. 結論

- (1) 若材齢モルタルの引張クリープひずみは、単位ペースト量の増加に伴い指数関数的に増大する。なお、その傾向は荷重期間の経過に従い強まる。
- (2) 高引張荷重を受ける若材齢モルタルでは、クリープが荷重軸方向に一様ではなく、局所部に顕著に増加する傾向が認められる。

参考文献

- 1) 西林新蔵, 木山英郎, 阪田憲次, 井上正一: 引張高応力下におけるコンクリートの時間依存的挙動に関する研究(<特集>建設材料特集号), 材料, 第26巻, 第290号, pp.1085-1090, 1977.11
- 2) 田澤栄一, 宮澤伸吾: セメント系材料の自己収縮に及ぼす結合材および配合の影響, 土木学会論文集, No.502/V-25, pp.43-52, 1994.11