

## 若材齢コンクリートの引張クリープ特性に与える応力強度比と载荷方法の影響

呉工業高等専門学校 学生会員 ○大瀬戸 拓実  
 呉工業高等専門学校 正会員 三村 陽一  
 呉工業高等専門学校 正会員 堀口 至

### 1. はじめに

温度ひび割れの予測では、弾性係数や強度といったコンクリートの物性値が必要である。特に、若材齢期の引張クリープ特性は、温度応力の予測において応力緩和量の評価に不可欠である。本研究では、载荷期間中に応力を増加させる引張クリープ実験を行い、一定の持続荷重を载荷した場合の引張クリープ挙動と比較した。

### 2. 実験方法

本研究の引張クリープ実験で用いたコンクリートの配合およびドッグボーン供試体と载荷装置を、表1および図1にそれぞれ示す。乾燥収縮の影響を除外するため、養生室に設置した水槽内で引張クリープ実験を行った。本実験では、载荷した供試体のひずみに加えて、無载荷の供試体から载荷以外の要因(温度収縮・膨張, 吸水による膨張)で生じるひずみ(無载荷ひずみ)も計測した。

温度応力が圧縮から引張に転じる材齢を想定して、本研究では载荷を材齢3日に開始し、14日間継続した。载荷応力を決定するため、3~6体の円柱供試体を用いて割裂引張強度実験を行った。本研究では、载荷開始時の荷重を期間中一定に保つ単純载荷と、段階的に荷重を増加させる段階载荷を行った。なお、载荷応力が強度の1/3程度以下であれば、コンクリートのクリープひずみは载荷応力に比例するとされている。単純载荷では、载荷開始時の応力強度比を40%(C-40)とした。また、応力強度比30%(C-30)については、既往の研究<sup>1)</sup>の結果を用いた。荷重を増加させた段階载荷では、応力強度比を13%—20%—30%(S-30)あるいは20%—30%—40%(S-40)と、荷重を増加させた。荷重を増加させたのは载荷開始から2, 4日で、それぞれの荷重増加時における割裂引張強度から荷重を決定した。若材齢期では载荷期間中に剛性が発現することから、载荷期間中における弾性ひずみの減少を求めるため、24時間間隔で一時的な除荷を行った。

### 3. 実験結果および考察

载荷期間中におけるひずみの例を図2に示す。図2に示すC-40の载荷ひずみは、時間の経過とともに増加した。S-30でも、時間の経過とともにひずみが増加したが、荷重増加時においては顕著に増加した。载荷期間中の一時除荷から得た弾性ひずみの計測値を図3に示す。図3に示すC-40の弾性ひずみは、载荷開始直後に $24 \times 10^{-6}$ 減少し、

表1 コンクリートの配合

水セメント比 (%)		55
単位量 (kg/m <sup>3</sup> )	水 W	165
	セメント C	300
	細骨材 S	844
	粗骨材 G1	499
	粗骨材 G2	499
混和剤 Ad		3.0

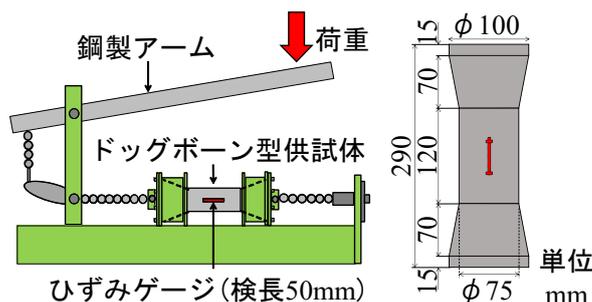


図1 载荷装置とドッグボーン供試体

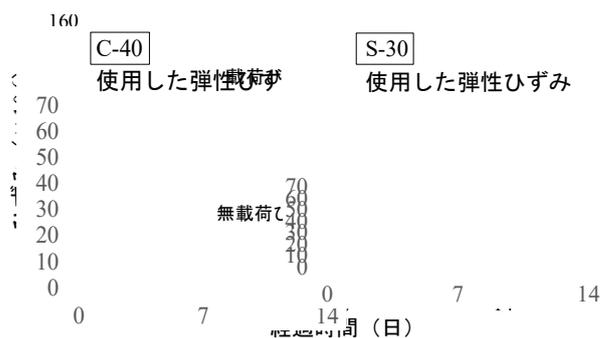


図2 载荷ひずみと無载荷ひずみ

キーワード 温度ひび割れ, 若材齢コンクリート, 引張クリープ, 段階载荷, 弾性ひずみ

連絡先 〒737-8506 呉市阿賀南2丁目2番11号 呉工業高等専門学校 TEL 0823-73-8476

その後も漸減した。段階載荷をした S-30 でも、荷重の増加に伴い瞬間的に弾性ひずみが増加し、時間の経過とともに徐々に減少した。本研究では、これらの計測値を部分的に線形補完した弾性ひずみを用いてクリープひずみを求めた。

本研究では、載荷供試体のひずみから無載荷供試体のひずみを引くことで、載荷により生じるひずみを求めた。ここからさらに図3に示す弾性ひずみを引くことでクリープひずみを求めた。載荷応力の異なるクリープひずみを直接比較することはできないため、クリープひずみを載荷応力で除した単位クリープを求めた(図4)。図4に示す S-30 の単位クリープは、経過時間 0~2 日のばらつきが大きくなった。これは、0.3MPa 未満の小さな載荷応力で単位クリープを求めたためである。C-40 は2つ、S-30 は3つのデータの平均とした。

段階載荷と単純載荷の単位クリープの比較を図5に示す。なお図5には、載荷応力も併せて示している。載荷応力は異なるものの、C-30 と S-30 の単位クリープの挙動は同等であった。このことから、応力強度比が 1/3 程度以下であれば、応力の履歴によらず単位クリープは同等であり、若材齢期においてもクリープひずみと載荷応力は概ね比例すると考えられる。一方、C-40 と S-40 では、載荷して 2 日までは同等の挙動を示したが、S-40 の応力強度比を 30%に増加させた 2 日以降から徐々に差が開き、さらに 4 日目に S-40 の応力強度比を 40%へ増加させると、明確な差が生じた。C-40 では載荷開始時に応力強度比を 40%としたが、強度の発現によりその後の応力強度比が減少するのに対し、経過時間 4 日(材齢 7 日)で応力強度比を 40%とした S-40 では、その後の応力強度比は載荷応力とクリープひずみの関係が非線形となっている期間が、C-40 より長くなる。したがって、C-40 と S-40 は異なる単位クリープ挙動を示したと考えられる。

#### 4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 応力強度比が 30%以下であれば、載荷応力を一定とした単純載荷と荷重を増加させた段階載荷の単位クリープの挙動は同等であり、若材齢期においてもクリープひずみと載荷応力は概ね比例すると考えられる。
- (2) 載荷時の応力強度比 40%で単純載荷した場合と載荷開始から 4 日までに段階的に応力強度比を 40%まで増加させた段階載荷では、異なる単位クリープ挙動を示した。

#### 参考文献

1) Y., Mimura et al.: Tensile Creep of Fly Ash Concrete at Early age Considering the Young's Modulus Development, *Proceedings of ASEA-SEC-4*, pp.MAT-08-1-MAT-08-6, 2018.12

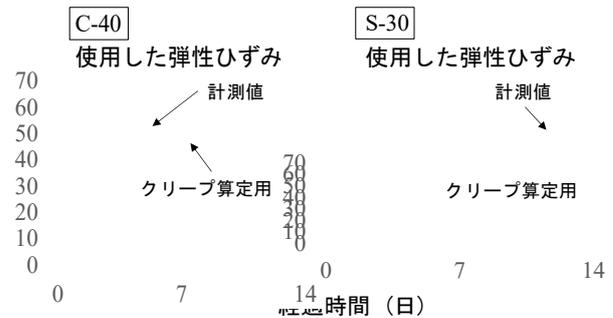


図3 載荷期間中の弾性ひずみ

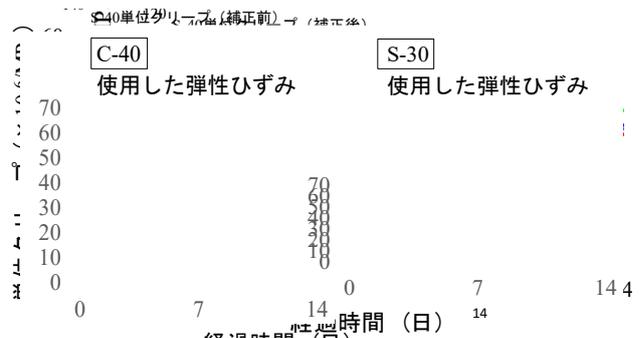


図4 C-40とS-30の単位クリープ

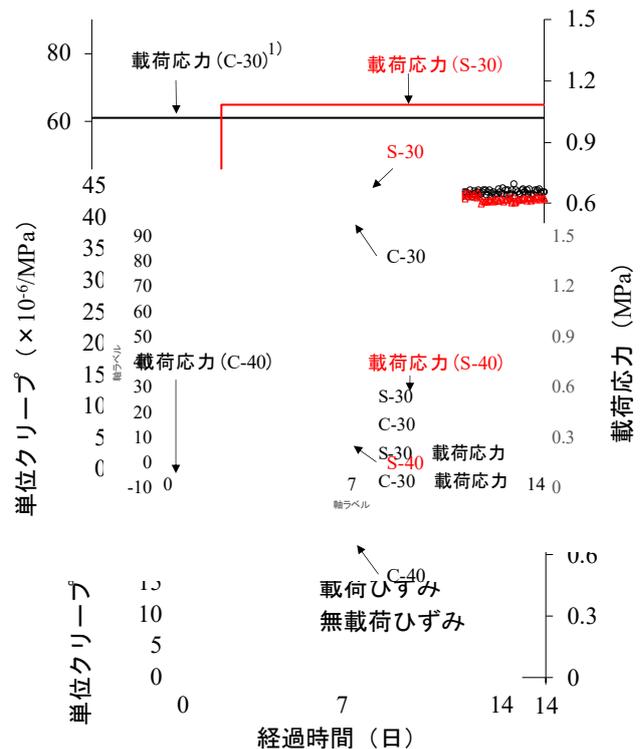


図5 段階載荷と単純載荷の単位クリープ比較