

クリープと自己収縮の重ね合せ効果

広島大学工学部正員

田澤 栄一

広島大学大学院学生員

大島 邦裕

広島大学工学部学生員

○小野 敦

広島大学工学部学生員

藤木 昭宏

1. 要旨

近年、コンクリートの大型化、高層化に伴い高強度コンクリートが頻繁に使用されることになった。高強度コンクリートは若材齢時から自己収縮が大きく、既設構造物、その他岩盤等、外部からこの収縮が拘束されるとひび割れの原因と考えられる自己応力が発生する。その自己応力は同時に起こる引張クリープによる応力緩和を受けてその挙動が複雑になる。そのため、設計時において自己応力を検討する際には若材齢時からの自己収縮と引張クリープの挙動を正確に把握する必要がある。そこで本研究では若材齢引張クリープ試験を行い、引張クリープの特性及びクリープと自己収縮の相関性について考察した。

2. 実験概要

2-1. 引張クリープ試験条件・・・本試験では以下の挙げる要因が引張クリープに及ぼす影響について考察した。(1) コンクリートの配合・・・普通ポルトランドセメントコンクリート（以下 PL と略す）シリカフュームを混入したコンクリート（以下 SF と略す）、及び高炉スラグ微粉末を混入したコンクリート（以下 BS と略す）(2) 水分環境条件・・・乾燥条件、封緘条件、及び水中条件の3種類。(3) 載荷応力・・・応力強度比（載荷時の割裂引張強度に対する導入引張応力の大きさ）0.3、及び0.6。

2-2. 引張クリープ試験方法・・・引張クリープ試験は図1のようなレバー式の装置を用いた。なお、試験は開始材齢を2日とし、その後材齢28日まで測定した。引張クリープひずみは式1、2に挙げるような重ね合せの原理が成り立つと仮定し求めた。

$$\begin{cases} \varepsilon_f = \varepsilon_D + \varepsilon_W & \cdots \cdots \cdots \text{式1} \\ \varepsilon_L = \varepsilon_D + \varepsilon_W + \varepsilon_E + \varepsilon_C & \cdots \cdots \cdots \text{式2} \end{cases}$$

ε_f : 無載荷供試体ひずみ ε_L : 載荷供試体ひずみ

ε_D : 乾燥収縮(自己乾燥による自己収縮を含む)

ε_W : 吸水膨潤 ε_E : 瞬間弾性ひずみ

ε_C : 引張クリープ

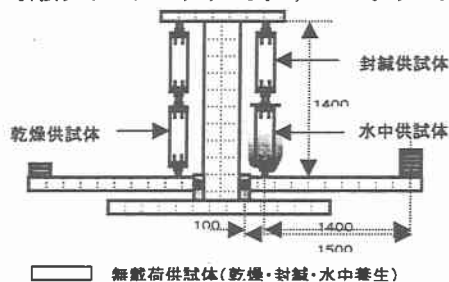


図1 引張クリープ試験装置（単位 mm）

3. 実験結果

3-1. 引張クリープに及ぼす水分環境条件の影響

図2、図3はPLとSFの応力強度比0.6の引張クリープを水分条件別に比較したものである。各配合で引張クリープは乾燥条件が最も大きく、次いで封緘、水中条件となる傾向がみられた。また、SFの封緘、水中条件においてある材齢から引張クリープが経時的に減少する傾向を示した。この傾向はBSの封緘条件でも確認できた。

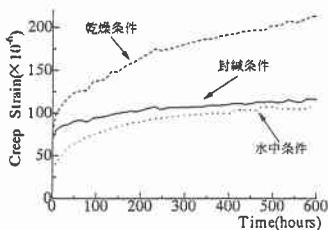


図2 PL 応力強度比0.6

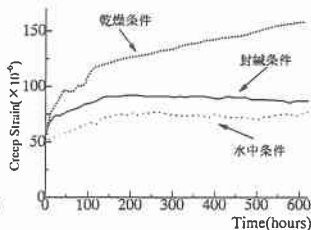


図3 SF 応力強度比0.6

3-2 引張クリープに及ぼす載荷応力の影響

図4、図5にPLとSFにおける単位クリープを示した。単位クリープは引張クリープを引張応力で除し、単位応力当たりのクリープを考えたものである。PLに関して応力強度比0.6の方が0.3より単位クリープは大きくなった。乾燥、封緘、次いで水中条件と供試体の乾燥の程度が低くなるほど、その差異は小さくなった。その差異を生じる要因としてマイクロクラックの発生を考えた。マイクロクラックの発生は乾燥の程度

が高いほど多いとされている。⁽¹⁾ このことから、マイクロクラックの進行が引張クリープ機構に及ぼす一要因と考えられる。SF に関しては乾燥条件では PL と同様に応力強度比 0.6 の単位クリープが 0.3 に比べて顕著に増加し差異が生じた。しかし、封緘及び水中条件では応力強度比 0.3 の単位クリープが材齢 100 時間辺りから経時的に圧縮方向に著しく移行し両応力強度比の単位クリープに差異が生じた。

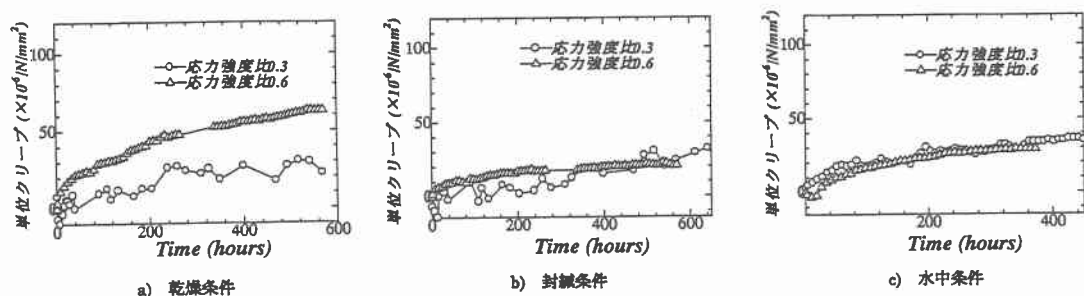


図4 PL 単位クリープ

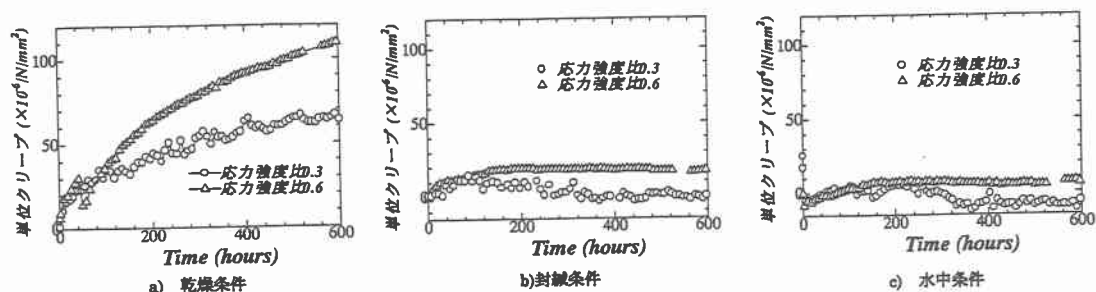


図5 SF 単位クリープ

3-3 クリープと自己収縮の重ね合せ効果

2-2 の重ね合せの式において無載荷供試体のひずみ (ε_f) と載荷供試体 (ε_l) から瞬間弾性ひずみ (ε_E) を差し引いたひずみ (載荷後の長さ変化 ε_L') についてその関係を図6に示す。従来の重ね合せの原理では、引張クリープ試験の各水分条件において供試体が収縮している場合、傾き $|\varepsilon_L' / \varepsilon_f| < 1$ となり、膨潤している場合傾き $|\varepsilon_L' / \varepsilon_f| > 1$ となる。その

原理は PL の応力強度比 0.6 では成り立つ可能性があるが、SF の封緘条件では傾きが時間の経過と共に 1 になり、水中条件では収縮しているにもかかわらず傾きは 1 以上であり重ね合せの原理は適用できない。

結論

自己収縮の大きい高強度コンクリートでは乾燥条件において、引張クリープ算出の際に従来の重ね合せの原理が適用できる可能性があるが、水分移動形態の異なる封緘、水中条件の場合には、その原理の適用性は疑わしいという結果が得られた。

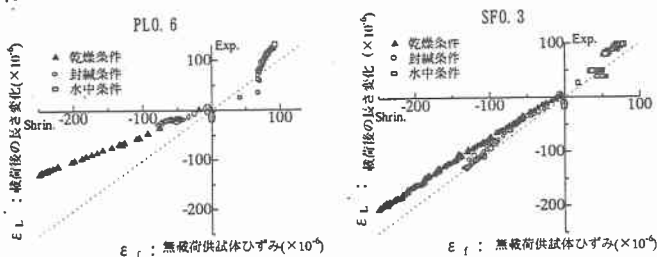


図6 ε_f と ε_L' の関係