

若材齢時コンクリートのクリープ挙動推定に関する研究

法政大学 学生会員 ○大橋佳世
法政大学 正会員 溝渕利明
法政大学 正会員 新井淳一

1. 研究背景・目的

コンクリートのクリープは、非弾性で時間依存性を有する力学特性のひとつであり、クリープを正しく評価することは構造物の使用限界状態を評価するうえで重要な要因といえる。また、水和反応が活発な若材齢時コンクリートではクリープによるひずみの変化は大きくなる。しかしながら、既往の研究の多くは材齢 28 日以降の硬化コンクリートを対象としたものがほとんどであり、若材齢時コンクリートのクリープ挙動に関する研究は少なく、若材齢時コンクリートのクリープ挙動を正しく評価できているとはいえないのが現状である。

そこで、本研究では若材齢におけるコンクリートのクリープ挙動を解明するための検討の一環として、より簡易なクリープ試験法の確立を目指して、本研究室で開発した簡易クリープ装置を用いて、若材齢でのコンクリートのクリープ試験を行い、若材齢時コンクリートのクリープ挙動について検討を行うこととした。また、得られた結果より各種要因がコンクリートのクリープ挙動に与える影響を把握するため、水セメント比、載荷材齢、応力強度比をパラメータとした場合のクリープひずみについても検討を行った。

2. 試験方法

本試験は、本研究室で開発したクリープ装置を用いて若材齢時クリープの試験を行った。試験の方法としては、センターホールジャッキで PC 鋼棒を引っ張り、所定の荷重に達した時点でナットを締めこむことで、PC 鋼棒が元の長さに戻ろうとする力を利用してコンクリートに一定応力を与えるものである。試験体の概略図を図 1 に示す。また、本試験の検討ケースは表 1 に示す全 36 ケースであり、これに加え各配合において自己収縮試験用の無載荷供試体を作製した。

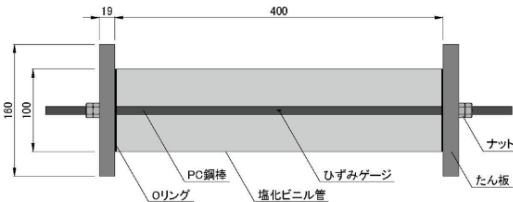


図 1 供試体概略図

表 1 検討ケース

セメント種	養生温度 (°C)	水セメント比 (%)	載荷材齢 (日)	応力強度比
高炉セメント B 種	20	45	1	0.2
		50	3	0.3
		50	5	0.4
		60	7	0.4

3. 試験結果

図 2～図 4 にクリープ試験結果を示す。図 2～図 4 から、載荷材齢 3 日以降載荷応力と単位クリープの間は比例関係にあり、載荷材齢が遅くなるほど単位クリープが小さくなる傾向を示した。また、水セメント比が大きいほど単位クリープは大きくなる傾向を示した。

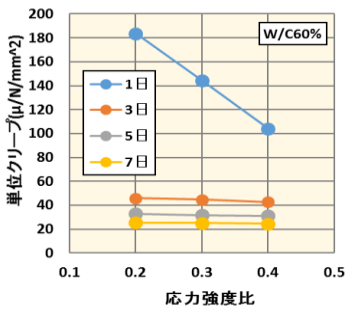


図 2 単位クリープと応力強度比の関係

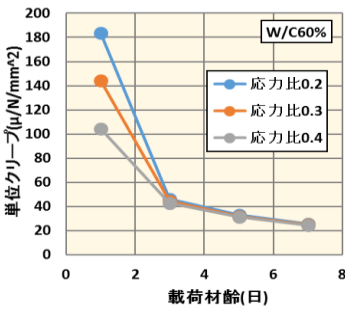


図 3 単位クリープと載荷材齢の関係

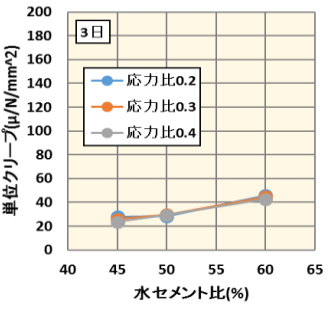


図 4 単位クリープと水セメント比の関係

キーワード：クリープ予測、若材齢コンクリート、自己収縮ひずみ

連絡先 (住所：〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 コンクリート材料研究室、電話・FAX：042-387-6286)

得られたデータを MC90 式¹⁾にあてはめ式(1)を, 建築学会式²⁾にあてはめ式(2)を作成した.

$$\varepsilon_c(t_e, t_0) = a \times \ln(\phi(t_e, t_0)) \times \frac{\sigma_c}{E_{c28}} \quad \phi(t_e, t_0) = 1.097 \times \left(\frac{f_{c28}}{10} \right)^{0.5} \times \frac{1}{0.1+t_0^b} \times \left(\frac{t_e-t_0}{324.93+t_e-t_0} \right)^c \quad (1)$$

$$\varepsilon_c(t_e, t_0) = \left(\phi(t_e, t_0) \times \frac{\sigma_c}{E_{c28}} \right) \times x \quad \phi(t_e, t_0) = \phi_0 \left(\frac{t_e-t_0}{\beta_H+t_e-t_0} \right)^y \quad (2)$$

ここに, $\varepsilon_c(t_e, t_0)$:有効材齢 t_0 (日)で載荷された有効材齢 t_e (日)でのクリープひずみ, σ_c :載荷応力(N/mm^2), E_{c28} :材齢 28 日のヤング係数(N/mm^2), $\phi(t_e, t_0)$:有効材齢 t_0 (日)で載荷された有効材齢 t_e (日)でのクリープ係数, f_{c28} :材齢 28 日の圧縮強度(N/mm^2), ϕ_0 :クリープ係数の終局値, β_H :クリープの進行速度を表す係数, $a \cdot b \cdot c \cdot x \cdot y$:係数である.

式(1)で求めた推定値と実測値とを比較した結果を図 5 に示すとともに, 式(2)で求めた推定値と実測値とを比較した結果を図 6 に示す. 図 5 から, 推定式は各応力強度比とも実測値の挙動をほぼ推定する結果となった. また, 図 6 から式(2)においても比較的精度よく実測値を推定する結果となった.

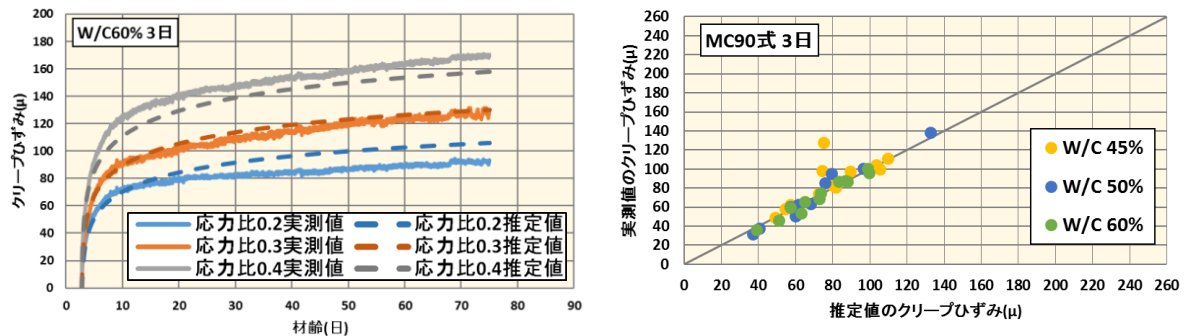


図 5 推定値と実測値の比較 (MC90 式)

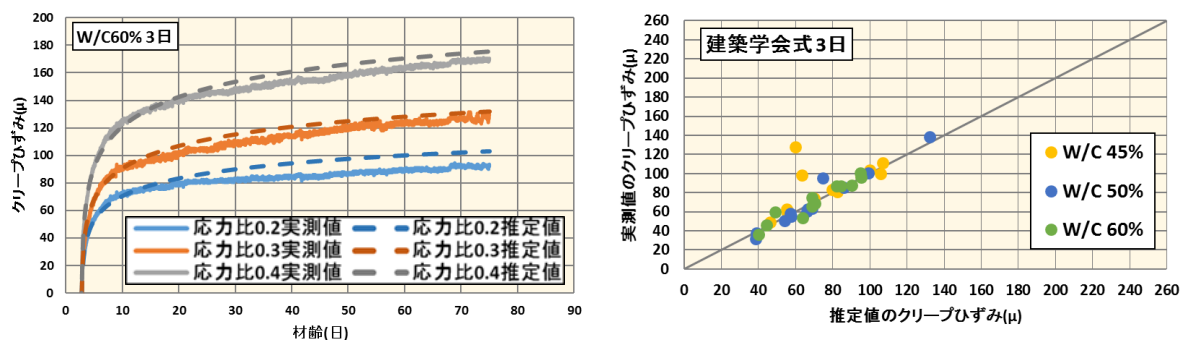


図 6 推定値と実測値の比較 (建築学会式)

4. まとめ

本研究では, 新しく開発したクリープ試験装置を用いて単位クリープに対する応力強度比, 載荷材齢, 水セメント比の各要因が本試験の検討ケースにおいて既往の研究と同様の傾向を示すことを確認した. また, 試験結果を基に各パラメータの影響を考慮したクリープ推定式を提案した. 今後はパラメータをさらに追加し, 推定式のさらなる精度向上に取り組んでいく予定である.

5. 参考文献

- 1) CEB:CEB-FIP Model Code 1990, Comite Euro-International Du Beton, 27-38, 1990
- 2) 日本建築学会: マスコンクリートの温度ひび割れ制御設計・施工指針(案)同解説, 2008