

クリープひずみの非線形性に及ぼす配合の影響に関する研究

岡山大学大学院 学生員○小倉 司
 岡山大学工学部 正会員 綾野 克紀
 岡山大学工学部 正会員 阪田 憲次
 岡山市役所 橋本 雅司

1. はじめに

コンクリートのクリープひずみは、一般に、設計の簡便さから応力に対して線形な現象であると仮定される。しかし、実際には、コンクリートのクリープひずみは、応力に対して非線形な現象である。本研究は、コンクリートの配合がクリープひずみの非線形性に及ぼす影響を実験により明らかにするものである。

2. 実験概要

実験には、普通ポルトランドセメントを用いた。粗骨材は砕石(比重; 2.72, 吸水率; 1.41, F.M.; 6.77)を、細骨材は川砂(比重; 2.61, 吸水率; 1.91, F.M.; 2.62)を用いた。コンクリートの配合は、単位水量および粗骨材量を、それぞれ、 200kg/m^3 および $1,009\text{kg/m}^3$ の一定とし、水セメント比を0.40, 0.45, 0.50, 0.55および0.60とした。クリープ試験には、 $10\times 10\times 38\text{cm}$ の角柱供試体を、乾燥収縮試験および圧縮強度試験には、 $10\times 10\times 40\text{cm}$ の角柱供試体を用いた。クリープひずみの測定期間は28日である。クリープ試験には、3日間水中養生後、直ちに載荷を行ったもの、3日間水中養生を行った後、91日間の気中養生後載荷を行ったもの、14日間水中養生後、直ちに載荷を行ったものおよび14日間水中養生を行った後、91日間の気中養生後載荷を行った供試体を用いた。各々の養生を行った供試体には、初載荷時の強度が45MPa以下の場合には、1.5tから18.0tの荷重を載荷し、初載荷時の強度が45MPa以上の場合には、2.0tから24.0tの荷重を載荷した。

3. 結果および考察

クリープひずみを線形と仮定したときクリープひずみと弾性ひずみとの関係は、(1)式によって表される。図1は、(1)式に基づく直線でクリープひずみと弾性ひずみとの関係を回帰し、求められた直線の傾き ϕ を横軸に、また、同載荷期間で各々の大きさの持続応力によって生じるクリープひずみをその初期弾性ひずみで除したクリープ係数を縦軸に示したものである。この図より、クリープひずみを応力に対して線形と仮定した場合には、回帰直線により求める計算値と実験値との間には、 $\pm 40\%$ のばらつきのあることが分かる。

(2)式は、著者らの提案する非線形クリープ構成方程式である。図2は、(2)式に基づく曲線でクリープひずみと弾性ひずみの関係を回帰し、求められた未定係数 a , b , c_1 および c_2 の最適値を用いて計算したクリープ係数を横軸に、また、同載荷期間で各々の大きさの持続応力によって生じるクリープひずみをその初期弾性ひずみで除したクリープ係数を縦軸に示したものである。この図より、(2)式を用いることにより線形仮定の場合よりもさらに正確にクリープひずみと弾性ひずみの関係を表すことが可能であることが分かる。

$$\varepsilon_{cr} = \phi \varepsilon_o \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_o > c_2 \text{ の場合 ; } \varepsilon_{cr} &= a(\varepsilon_o - c_1)^b \\ \varepsilon_o \leq c_2 \text{ の場合 ; } \varepsilon_{cr} &= a \left(\frac{c_2 - c_1}{c_2} \varepsilon_o \right)^b \end{aligned} \quad (2)$$

図3は、3日間水中養生し、その後直ちに初載荷を行ったコンクリートのクリープひずみと弾性ひずみの関係を(2)式を用いて回帰し、得られた未定係数 c_1 および c_2 の最適値を示したものである。この図より、 c_1 および c_2 に及ぼす水セメント比の影響は、小さいことが分かる。図4は、(2)式に含まれる係数 a と水セメント比の関係を示したものである。図中の○および□は、実験データを用いて回帰し求めた、係数 a の

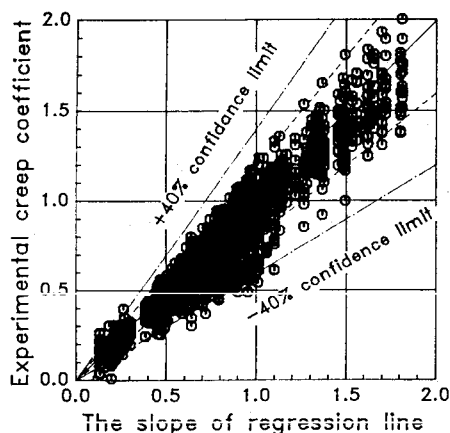


Fig.1 The comparison between calculated data by liner creep compliance and test data.

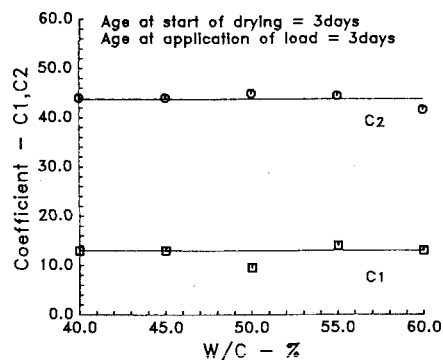


Fig.3 The relation between coefficient- C_1, C_2 included in Eq.(2) and cement-water ratio.

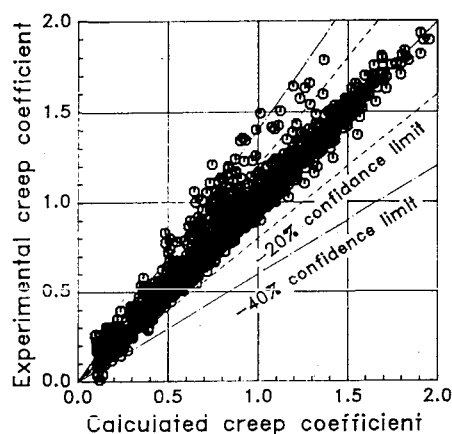


Fig.2 The comparison between Eq.(2) and experimental data.

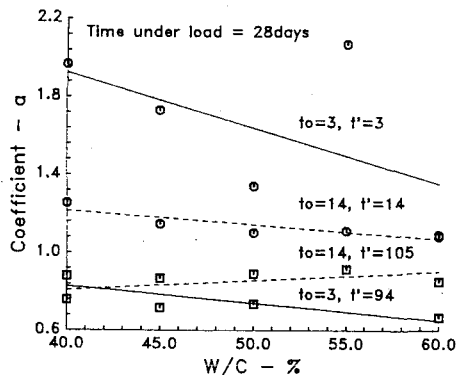


Fig.4 The relation between coefficient- a included in Eq.(2) and cement-water ratio.

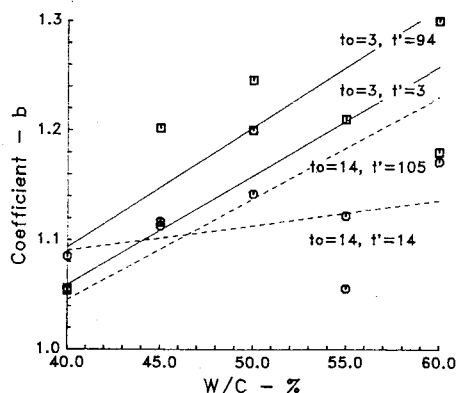


Fig.5 The relation between coefficient- b included in Eq.(2) and cement-water ratio.

最適値である。この図より、乾燥開始時材令が大きくなるにつれ水セメント比の影響が小さくなること、また、水セメント比が大きくなるにつれ係数 a が小さくなる事が分かる。図5は、(2)式に含まれる係数 b と水セメント比の関係を示した図である。図中の○および□は、実験データを用いて回帰し求めた、係数 b の最適値である。この図より、係数 b は、水セメント比が大きくなるにつれ大きくなる事が分かる。

4. まとめ

水セメント比が、コンクリートのクリープひずみの非線形性に及ぼす影響を調べた。その結果、クリープひずみと弾性ひずみの関係が急激に変化する点での弾性ひずみの大きさは、水セメント比によって影響を受けないこと、また、本研究で提案する非線形クリープ構成方程式に含まれる係数に及ぼす水セメント比の影響は、載荷時材令が遅くなるにつれ小さくなる事が分かった。