

V-456 非線形クリープ構成方程式の確立とその設計への適用性に関する研究

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

1. はじめに

通常のコンクリート構造物の設計においては、応力強度比で40%を越えるような高応力が取り扱われることはないため、我国のコンクリート標準示方書等においても、設計の簡便さから、コンクリートのクリープひずみを応力に対して線形な現象であると仮定している。しかし、応力強度比40%以下においてもコンクリートのクリープひずみの非線形性が、著者らの研究より明かとなっている。また、著者らは、一定持続応力下のクリープひずみの非線形性を的確に表すことのできる非線形クリープ構成方程式を提案した。しかし、この式は、同一配合、同一環境条件で、乾燥開始時材令、載荷開始時材令および載荷応力の大きさを変えて行った実験データを用いて確立された式であり、いかなる配合、いかなる環境条件にあるコンクリートに対しても適用できる式ではない。

そこで本研究は、コンクリートのクリープに影響を与える種々の要因を取り入れ、いかなるコンクリートのクリープひずみにも適用可能な非線形クリープ予測式の確立を目的とするものである。

2. 結果および考察

(1)式は、同一配合、同一環境条件で得られた実験データを基に著者らの提案する非線形クリープ構成方程式である。図1は、(1)式と(1)式を確立するのに用いた実験データとの適合性を示した図である。また、図2は、クリープひずみを線形と仮定した(2)式と(1)式を確立するのに用いた実験データとの適合性を示した図である。(1)式を用いることにより、かなり正確に実際のクリープ挙動を表すことが可能である。

$\epsilon_0 > c_2(t', t_0)$  の場合;

$$\epsilon_{cr}(t, t', t_0) = a(t, t', t_0) (\epsilon_0 - c_1(t_0))^{b(t_0)}$$

$\epsilon_0 < c_2(t', t_0)$  の場合;

$$\epsilon_{cr}(t, t', t_0) = a(t, t', t_0) \left( \frac{c_2(t', t_0) - c_1(t_0)}{c_2(t', t_0)} \epsilon_0 \right)^{b(t_0)}$$

ここに、

$$a(t, t', t_0) = 2.64 t_0^{-0.114} (0.002(t' - t_0) + 1)^{-2.9} \times \left\{ \frac{(t - t')}{262 + (t - t')} \right\}^{0.434}$$

$$b(t_0) = 0.285 \exp(-0.047t_0) + 1$$

$$c_1(t_0) = \frac{9.62}{t_0} + 9.81$$

$$c_2(t', t_0) = 47.1 \{ \log_2(t_0 + 1) \}^{-0.372} \times \exp(-0.055(t' - t_0)^{0.214})$$

$t, t', t_0$ ; それぞれ、コンクリートの材令、載荷開始時材令および乾燥開始時材令である。

$$\epsilon_{cr} = \phi \epsilon_0$$

(1)

(2)

(1)式を(3)式に書き直し、(3)式に含まれる係数 a および b に及ぼすコンクリートの強度、供試体寸法および環境湿度の関係を調べ、(5)式および(6)式を導いた。

$$\phi(t, t') = a p \left( \frac{(t - t')}{267 + (t - t')} \right)^p$$

(3)

ここに、

$p$ ; 非線形を表す項で、

$$\left. \begin{aligned}
 &\varepsilon_o > c_2(t', t_o) \text{ の場合;} \\
 &p = t_o^{0.114} (0.002(t' - t_o) + 1)^{-2.9} \times (\varepsilon_o - c_1(t_o))^{b(t_o)} \\
 &\varepsilon_o < c_2(t', t_o) \text{ の場合;} \\
 &p = t_o^{0.114} (0.002(t' - t_o) + 1)^{-2.9} \times \left( \frac{c_2(t', t_o) - c_1(t_o)}{c_2(t', t_o)} \varepsilon_o \right)^{b(t_o)}
 \end{aligned} \right\} (4)$$

である。

$$a = 1.14 \left[ \frac{(-2.25H_o + 100)}{f_{c28}} + (0.038R.H. + 2.65) \right]^{0.76} \quad (5)$$

$$b = 0.189 \exp[1.83(-0.0005H_o - 0.0034)f_{c28} + (-0.0016R.H. + 0.806)] \quad (6)$$

ここに、

$$H_o ; (\text{供試体の体積}) / (\text{供試体の表面積}) \times 2, R.H. ; \text{環境湿度}, f_{c28} ; 28\text{日強度} \quad (7)$$

である。

図3は、CEB/FIP-90の予測式を導くのに用いられた実験データと著者らの行った実験データを用い、(4)式、(5)式および(6)式に基づく予測値の実験データとの適合性を調べた図である。また、図4は、図3と同じデータを用い、CEB/FIP-90に基づく予測値の実験データとの適合性を調べた図である。CEB/FIP-90の予測式は、応力強度比で40%を越える場合にのみ、クリープひずみの非線形性を考慮している式である。これらの図より、著者らの提案する式とCEB/FIP-90の予測式とは、ほぼ同程度の精度でクリープひずみを予測していることが分かる。すなわち、コンクリートの強度、供試体寸法および環境湿度等の種々の影響要因を含めた予測式の精度は、±40%程度と考えられる。

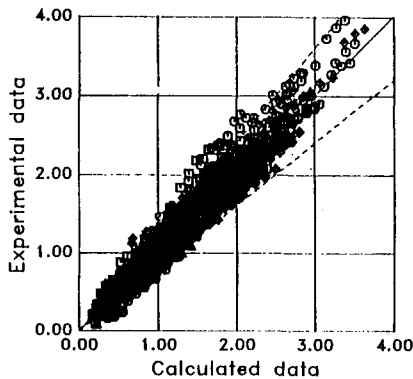


Fig.1 The prediction by Eq.(1)

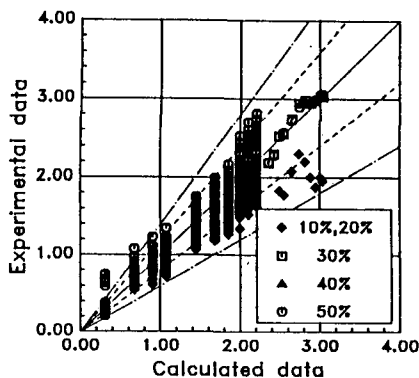


Fig.2 The agreement of linear creep compliance

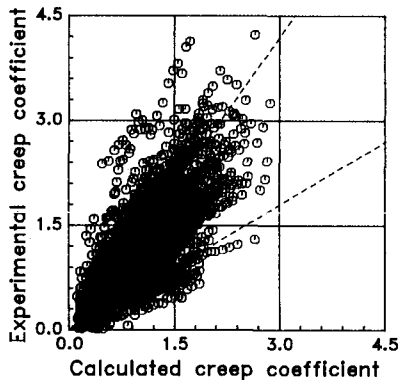


Fig.3 The prediction by Eq.(4), (5), (6).

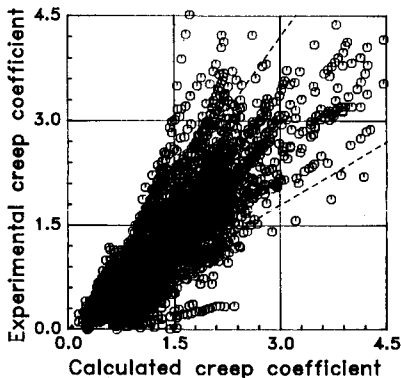


Fig.4 The prediction by CEB/FIP-90.

本研究は、平成2年度吉田研究奨励金の援助を受けて行われたことを付記し、深く感謝致します。