

非線形クリープ構成方程式の提案

岡山大学工学部 正会員 阪田憲次
 岡山大学工学部 正会員 綾野克紀
 広島県庁 正会員 〇 檜垣 智

1. まえがき

コンクリートのクリープひずみを持続応力に対して線形と仮定し、クリープ係数またはスペシフィッククリープによって表すことは、複雑なクリープ問題を単純化するための重要な仮定である。しかし、クリープ係数またはスペシフィッククリープでは、載荷時材令の異なる場合や養生条件の異なる場合における、コンクリートのクリープ特性を必ずしも的確に表すことはできない。

本研究は、載荷時材令の異なる場合および養生条件の異なる場合におけるコンクリートのクリープひずみの非線形特性を実験的に明らかにするものである。

2. 実験概要

実験に使用したセメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材は碎石、細骨材は川砂である。コンクリートの配合を表1に示す。供試体は10cm×10cm×38cmの角柱で、実験はすべて、温度19±1℃、湿度68±7%の恒温恒湿度室内で行った。また、初載荷時までのコンクリートの養生は、3日間水中養生、3日間水中養生+91日間気中養生、56日間水中養生および56日間水中養生+49日間気中養生の4条件下で行った。なお、各々の養生を行ったコンクリートには、初載荷時圧縮強度の10%～50%範囲内の持続応力を載荷した。

表1 コンクリートの配合

Max size (mm)	Slump (mm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	Unit weight(kg/m ³)			
					W	C	S	G
20	76～97	2.0	60.0	47.7	200	333	842	963

3. 実験結果および考察

図1～図4は、養生条件の異なるコンクリートの載荷期間30日目におけるクリープひずみと初期弾性ひずみとの関係を示した図である。図中の実線は、Bailey式に新たな未定係数 c_1 および c_2 を用い修正した(1)式により、近似した結果である。

$$\left. \begin{aligned} &\varepsilon_0 < c_2 \text{ の場合 ; } \\ &\varepsilon_{cr} = a \left(\frac{c_2 - c_1}{c_2} \times \varepsilon_0 \right)^b \\ &\varepsilon_0 > c_2 \text{ の場合 ; } \\ &\varepsilon_{cr} = a (\varepsilon_0 - c_1)^b \end{aligned} \right\} \text{--- (1)}$$

ここに、 a 、 b 、 c_1 および c_2 は、載荷期間の関数で、最小二乗法によって求める未定係数である。
 各々の養生を行ったコンクリートの載荷期間30日目における a 、 b 、 c_1 および c_2 の最適値は、図中に示される通りで、 b 、 c_1 および c_2 の最適値は、載荷期間の長さに係わらず、ほぼ一定であった。なお、 c_2 は、クリープひずみが持続応力に対して急激に増加する応力によって生じる弾性ひずみの大きさを表し、 b は、クリープひずみの持続応力に対する非線形性の大きさを表す係数である。

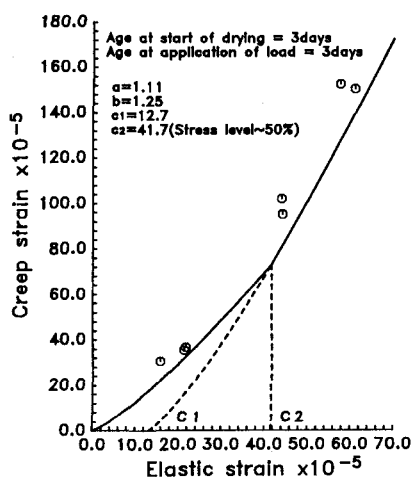


図1 クリープひずみと弾性ひずみの関係

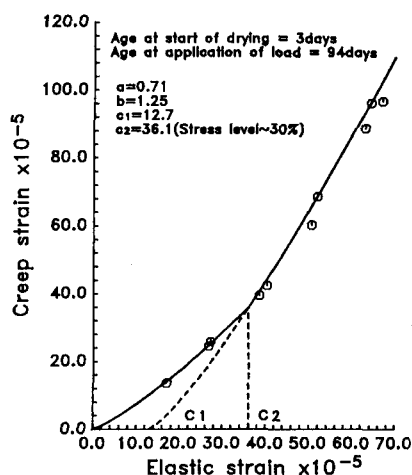


図2 クリープひずみと弾性ひずみの関係

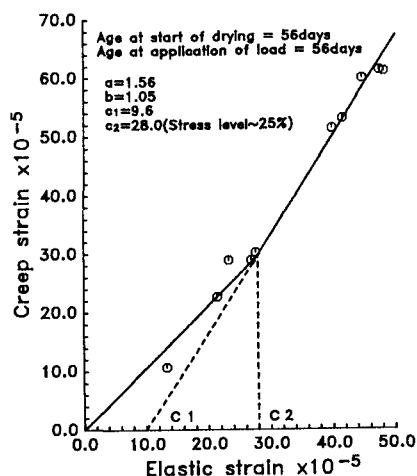


図3 クリープひずみと弾性ひずみの関係

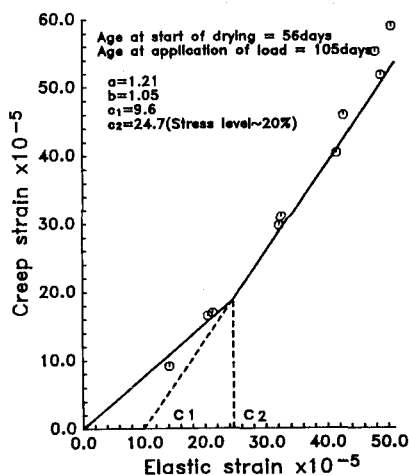


図4 クリープひずみと弾性ひずみの関係

図1と図3より、水中養生後直ちに載荷を行う場合、水中養生期間が長くなるに連れて、クリープひずみ－弾性ひずみ曲線は、低い応力強度比において折れ曲がり、クリープひずみの非線形性は、小さくなることから分かる。また、図1と図2および図3と図4より、水中養生期間が同じで、その後、気中養生を行った場合、クリープひずみ－弾性ひずみ曲線の折れ曲がる点は、応力強度比の小さい方向に移行するが、クリープひずみの非線形性は、同程度であることが分かる。

4. まとめ

養生方法の異なるコンクリートのクリープひずみの非線形特性を(1)式に示した修正Bailey式を用いて検討した。その結果、水中養生期間の長さ、気中養生期間の長さが、クリープひずみ－弾性ひずみ曲線の折れ曲がる位置、クリープひずみの非線形性に与える影響が明らかとなった。また、このことより、(1)式は、クリープひずみの非線形特性を十分表すことのできるクリープ構成方程式であるといえる。