

RCはりのクリープ解析に関する研究

岡山大学工学部 正会員○綾野 克紀

岡山大学大学院 学生員 犬飼 範康

岡山大学工学部 正会員 阪田 憲次

1. はじめに

本研究は、一定持続荷重下にある鉄筋コンクリートはりに、長期に渡って生じる曲げたわみ、鉄筋ひずみおよびコンクリート断面内におけるひずみ分布を精度良く予測するための解析手法に含まれる種々の仮定の妥当性の検証を行ったものである。

2. 解析概要

鉄筋コンクリートはりのたわみクリープ、断面内におけるコンクリートのひずみ分布および鉄筋ひずみの経時変化を解析するために用いたコンクリートの乾燥収縮ひずみ式およびクリープひずみ式を、それぞれ、(1)式、(2)式、(3)式および(4)式に示す。(1)式は、コンクリートの乾燥収縮ひずみを表す式で、式中の t および t_0 は、コンクリートの材令(日)および乾燥開始時材令(日)である。(2)式は、鉄筋コンクリートはりに及ぼすクリープの影響をクリープの線形仮定に基づき求める際に用いる式で、クリープ係数の経時変化を表す式である。この式中の t' は、載荷開始時材令(日)を表す。また、(3)式および(4)式は、コンクリートのクリープひずみを応力に対して非線形な現象として表した式である。(1)式および(2)式に基づけば、載荷期間100日目における乾燥収縮ひずみおよびクリープ係数は、それぞれ、約300 μ および2.40となる。線形クリープ解析および非線形クリープ解析もいずれにおいても、計算は、コンクリートと鉄筋間の完全付着の仮定と全断面有効の仮定に基づき行った。また、引張りクリープは、圧縮クリープとその絶対値が同じで、向きが逆と仮定した。変動応力下のクリープひずみは、線形クリープ解析の場合には、重ね合わせ則を、非線形クリープ解析の場合には、応力が反転した場合にも適用できる修正ひずみ硬化則を用いた。

$$\varepsilon_{sh}(t, t_0) = \left\{ \frac{100(t - t_0)}{1 + 0.01(t - t_0)} \right\}^{0.735} \quad (1)$$

$$\phi = 4.8(0.002t' + 1)^{-2.9} \left\{ \frac{t - t'}{262 + (t - t')} \right\}^{0.434} \quad (2)$$

$$\varepsilon_0 \leq c_2 \text{ の場合} \quad \varepsilon_{cr}(\varepsilon_0, t, t') = a(t, t')(\varepsilon_0 - c_1)^b \quad (3)$$

$$\varepsilon_0 > c_2 \text{ の場合} \quad \varepsilon_{cr}(\varepsilon_0, t, t') = a(t, t') \left(\frac{c_2 - c_1}{c_2} \varepsilon_0 \right)^b \quad (4)$$

ただし、

$$a(t, t') = 3.0(0.002t' + 1)^{-2.9} \left\{ \frac{t - t'}{262 + (t - t')} \right\}^{0.434}$$

$$c_2 = 41.7 \exp(-0.055t'^{0.214}) \quad b = 1.25, \quad c_1 = 13.0$$

である。

3. 実験結果および考察

図-1は、クリープひずみおよび乾燥収縮ひずみの影響によって生じるコンクリートのひずみ分布を線形仮定に基づき計算した結果と比較したものである。ただし、この図には、上部鉄筋の本数が0本の場合を示している。この図から明らかなように、線形クリープ解析に基づく計算結果は、圧縮側および引張り側の両方において実験値よりも大きなものとなっている。また、線形クリープ解析によって求められた結果では、平面保持が成り立っており、実験の傾向とは、明らかに異なることが分かる。

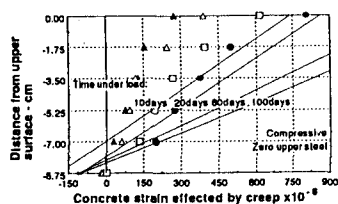


図-1 線形クリープ解析による計算値との比較(上部鉄筋0本)

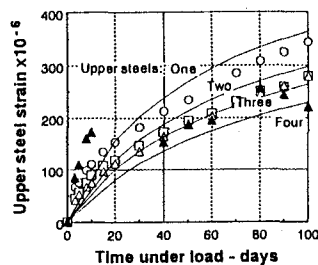


図-4 引張り鉄筋ひずみの経時変化

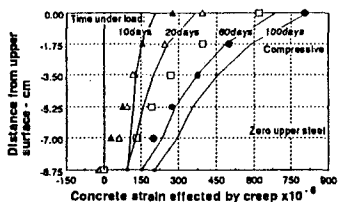


図-2 非線形クリープ解析結果との比較(上部鉄筋0本)

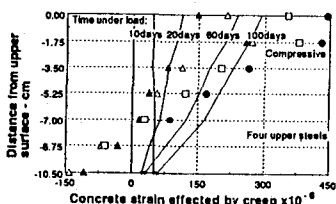


図-3 非線形クリープ解析結果との比較(上部鉄筋4本)

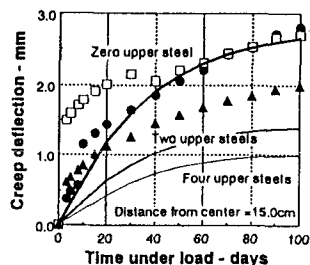


図-5 非線形クリープ解析結果との比較

図-2および図-3は、クリープひずみおよび乾燥収縮ひずみの影響によって生じるコンクリートのひずみ分布をクリープひずみの非線形性を考慮し計算した結果と比較したものである。ただし、これらの図には、上部鉄筋の本数が、それぞれ、0本および4本の場合を示している。これらの図から明らかなように、非線形クリープ解析に基づく計算値は、圧縮鉄筋の本数が少ない場合には、実験結果の傾向と非常によく一致しており、また、計算値の大きさも、実験値とほぼ同じであることが分かる。また、圧縮鉄筋の本数が多い場合には、計算値は、実験値よりも小さい値となるが、計算値に基づくひずみ分布は、実験の傾向を非常によく表していることが分かる。

図-4は、引張り鉄筋のひずみの経時変化を非線形クリープ解析に基づき計算し、実験値と比較したものである。この図より、計算値は、実験値に比べほぼ妥当な値であることが分かる。すなわち、本実験の範囲においては、コンクリートと鉄筋間の完全付着および全断面有効の仮定が妥当なものであることがいえる。

図-5は、一定持続荷重によって生じたRCはりたわみクリープの経時変化を非線形解析に基づき計算し実験値と比較したものである。この図から明らかなように、たわみクリープの計算値は、圧縮鉄筋の本数が多くなるにつれ、実験値に比べ小さくなることが分かる。すなわち、たわみクリープは、非線形解析を用いても正確に計算することは難しいことが分かる。

4. まとめ

曲げ応力を受ける鉄筋コンクリートはりにおいて、断面内のひずみ分布は、非線形クリープ解析により正確に計算できることが分かった。また、クリープたわみは、非線形解析を用いても全断面有効と仮定した計算値は、実験値よりもかなり小さいことが分かった。