

V-233

RC部材の長期変形とその機構に関する一検討

宇都宮大学 学生員 鈴木雅博
宇都宮大学 正会員 佐藤良一
日本道路公団 渡辺陽太

1.はじめに

RC部材の長期変形はクリープ、乾燥収縮、付着クリープが複合して影響するためその予測は極めて難しい。こうしたことから筆者らは付着理論を用いた解析方法¹⁾を提案し、かつ比較的高強度のコンクリートを用いた実験を行い、長期の変形、ひびわれ性状を比較検討してきた。ここではコンクリートの品質を変えた場合の長期変形を鉄筋の平均付着応力の経時変化から検討し、あわせて本解析値の適合性を検討した。

2.実験概要

表1に供試体の諸元と実験条件を図1に供試体の形状・寸法と载荷状況を示す。供試体の長さは240cmでスパンは210cmである。これらの供試体は载荷日まで湿潤養生し、持続载荷を与えると同時に乾燥を開始した。载荷時のコンクリートの圧縮強度および弾性係数はそれぞれ380kgf/cm²、28.7×10⁴kgf/cm²である。部材の平均曲率は2点载荷した供試体中央部80cmの試験区間の中央点でのたわみを精度1/100mmのダイヤルゲージで計測することにより求めた。また、鉄筋ひずみの材軸方向の分布を計測するために溝を切削した鉄筋に2cm間隔で鉄筋にワイヤーストレインゲージを中央部40cmに貼布した。

コンクリートの乾燥収縮およびクリープひずみは寸法20×25×50cmの供試体を用い、埋込型ひずみ計を用いて計測した。クリープ実験用供試体にはPC鋼棒により、50～70kgf/cm²のストレスを導入した。図2、図3に実測により求めたクリープ係数、乾燥収縮ひずみを示す。なお、供試体の作製、養生および载荷実験はすべて温度20±1℃、湿度60±5% R.H.の恒温恒湿室にて行った。

3.解析方法

解析にあたり、次の仮定を設けた。

1)ひびわれ断面のコンクリートは引張応力を負担しない。

2)圧縮応力域のコンクリートひずみと鉄筋ひずみとの間には平面保持の仮定が成立する。

3)引張応力域のコンクリートひずみは応力に関する中立軸からの距離に比例する。

4)全てのひびわれ幅およびひびわれ間隔は同一である。

以上の仮定から次の基礎方

$$d\delta_x/dx = \epsilon_s - \epsilon_c = f(y) \quad (1)$$

$$d^2\delta_x/dx^2 = (U_s/A_s E_s) \{1-G(y)\} \tau_x \quad (2)$$

ここで、 U_s 、 A_s 、 E_s は鉄筋の周長、断面積、弾性係数である。

表1 供試体の諸元と実験条件

供試体名称	引張鉄筋	引張鉄筋比(%)	圧縮鉄筋	圧縮鉄筋比(%)	鉄筋応力度(kgf/cm ²)
RC200D16-0	2D16	0.69	0	0	2546

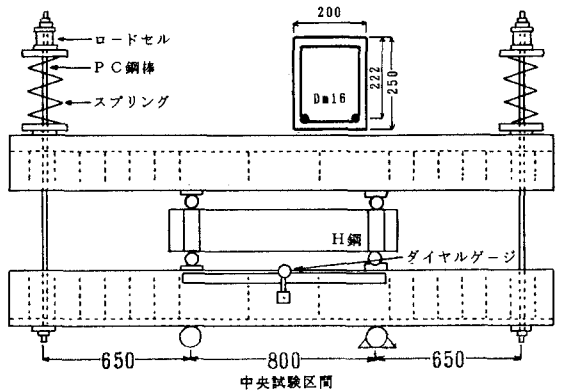


図1 供試体の形状・寸法と载荷状況

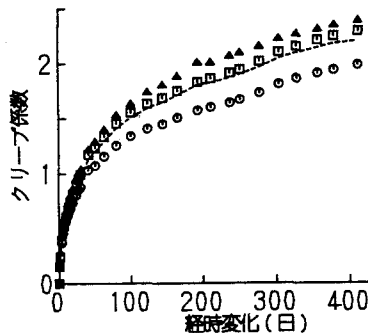


図2 クリープ係数の経時変化

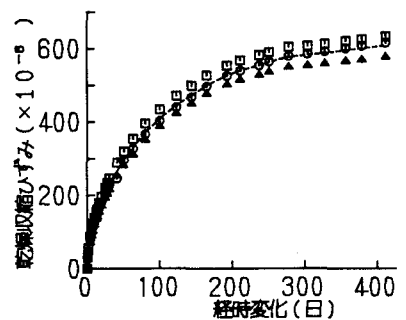


図3 乾燥収縮ひずみの経時変化

$d\delta_x$ は微小区間 dx における鉄筋とコンクリートのすべり量の変化、 τ_x は付着応力、 ε_s 、 ε_t は引張鉄筋ひずみ、 ε_s と同レベルのコンクリートのひずみ、 $f(y)$ と $G(y)$ は中立軸高さ y の関数であり、クリープ（有効弾性係数で表現）および乾燥収縮の影響も含まれている。付着応力—すべり量（ $\tau_x-\delta_x$ ）の関係式として六車、森田らの提案式²⁾を用い、ひびわれ断面近傍の付着の劣化は黒正らの実験式³⁾により、付着クリープ特性は高橋らの実験⁴⁾に基づいて求めた。以上の仮定から得られた付着応力—すべり量曲線の一例を図4に示す。

境界条件は、

1) $x=0$ (ひびわれ間中央断面) のとき $\delta_x=0$

2) $x=a$ (ひびわれ断面) のとき $d\delta_x/dx = \varepsilon_s - \varepsilon_t = \varepsilon_s - \varepsilon_{sh}$
(ε_{sh} : 乾燥収縮ひずみ)

として与え、基礎方程式(1)、(2)を連立させて解くことができる。なお、乾燥収縮ひずみ、クリープ係数およびひびわれ間隔は実測値を用いた。

4. 結果

図5と図6は鉄筋ひずみの材軸方向分布から求めた鉄筋ひずみの最大値と平均値、および平均付着応力の経時変化の実測値と解析値をそれぞれ示したものである。この2つの図からわかるように解析値・実測値ともに載荷後初期を除けば経時変化に伴う変化量は少ない。このことはひびわれ間要素内の鉄筋ひずみの分布形態は載荷後初期においてほぼ決定されることを意味する。また、平均曲率がコンクリート圧縮縁のひずみの絶対値と鉄筋ひずみの絶対値の和を有効高さで除した値で表現されることを考慮すれば平均曲率の増加はコンクリートの圧縮部の乾燥収縮・クリープによるひずみの増大が大きく寄与していると思われる。

次に平均曲率の経時変化を図7に示す。この図には乾燥収縮の影響をみるためにその値を除外した計算値も示した。クリープ、乾燥収縮の影響を取り入れた本解析値は実測値とかなり一致している。計算結果によれば乾燥収縮の影響度は載荷後約410日時点では曲率の増分量の約50%であった。

5. おわりに

本研究の範囲では比較した供試体数が少なかったが、解析値と実測値はよく一致し、いずれも経時変化に伴う、最大鉄筋ひずみ・平均鉄筋ひずみ・平均付着応力変化はほとんどなかった。また、RC部材の長期変形は圧縮部コンクリートの乾燥収縮・クリープの影響による影響を強く受けることが認められた。

[参考文献]

- 1) 佐藤ほか: 持続荷重を受けるRC曲げ部材の変形・ひびわれ, 第9回コンクリート工学年次論文報告集, 1987
- 2) 六車ほか: 鋼とコンクリートの付着に関する基礎的研究, 日本建築学会論文集, 第131号, 第132号, 1967
- 3) 黒正ほか: 異形鉄筋とコンクリートの付着に関する基礎的研究, 日本建築学会大会学術講演概要集, 1982
- 4) 高橋ほか: 鉄筋とコンクリートの付着クリープ性状に関する研究, 第1回コンクリート工学年次講演会論文集, 1979

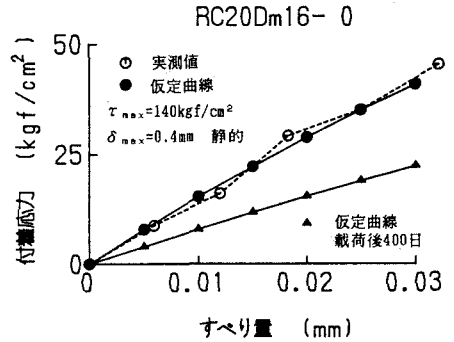


図4 付着応力とすべり量の経時変化

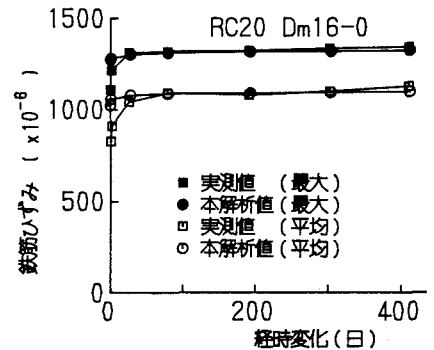


図5 鉄筋ひずみの経時変化

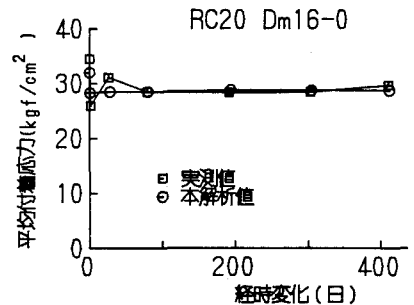


図6 平均付着応力の経時変化

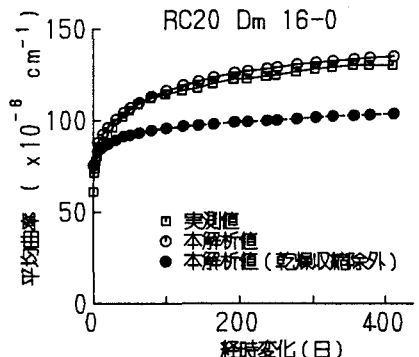


図7 平均曲率の経時変化