

関西大学工学部 学生員 ○木場 貴之
正 員 豊福 俊英

1. はじめに

最近、高強度の鉄筋やコンクリートの使用の増加に伴い、部材の縮小化が計られつつある。構造部材は、高い応力状態におかれることで、ひび割れに加えコンクリートのクリープ及び乾燥収縮の変形が増大する。そこで、コンクリート構造物の使用性の検討をする上で、長期にわたって生じるたわみの変形挙動を正確に求めることが重要となってくる。

2. 解析方法

クリープ係数は、Davis-Glanvilleの法則に基づき、式(1)で求める。

$$\phi = \varepsilon_{cs} E_{ot} / \sigma_{op} \quad (1)$$

長期たわみの解析は、平成8年版示方書¹⁾の有効曲げ剛性式(式(2))及び平成3年版²⁾(式(3))を使い求める。

$$E_s I_s = \left[\left(\frac{M_{crd}}{M_d} \right)^4 \frac{E_s I_e}{1 - \frac{\Delta M_{csr}}{M_d - P(d_p - c_e)}} + \left\{ 1 - \left(\frac{M_{crd}}{M_d} \right)^4 \right\} \frac{E_s I_{cr}}{1 - \frac{\Delta M_{csr}}{M_d - P(d_p - c_{cr})}} \right] \quad (2)$$

$$E_s I_s = \left[\left(\frac{M_{crd}}{M_d} \right)^4 E_s I_e + \left\{ 1 - \left(\frac{M_{crd}}{M_d} \right)^4 \right\} E_s I_{cr} \right] \quad (3)$$

3. 実験概要

クリープ・乾燥収縮供試体は、P R Cはり供試体を設計しその断面を基本として計画した。はり供試体は、緊張率を経済性を考慮して約0.40と約0.60とする。また、過鉄筋とならないように鋼材指数を0.35以下、コンクリートの圧縮強度を60N/mm²と80N/mm²の高強度コンクリートとし、断面を設計する。表-1に示してる供試体名で、最初のアルファベットは鋼材指数を表し、Aは約0.25、Bは約0.20、Cは約0.18、Dは約0.12とする。一つ目の数字はコンクリートの圧縮強度で6は60N/mm²、8は80N/mm²、二つ目の数字は緊張率で6は約0.60、4は約0.40を表している。また、クリープ供試体は最初の項のアルファベット

でCを、乾燥収縮供試体はアルファベットでZをつけている。

表-1 クリープ・乾燥収縮供試体

供試体名	導入PS量 Pt (KN)	コンクリート下縁応力 σ_{sc} (N/mm ²)	引張鉄筋断面 面積 A _s (mm ²)	有効高さ d _s (mm)	鉄筋比 p _s (%)
CA66	229	5.30	573	201	1.59
CA64	164	3.80	774	199	2.16
CB66	164	3.80	573	201	1.59
CB64	114	2.60	774	199	2.16
Z60	—	—	—	—	—
CC86	229	5.30	573	201	1.59
CC84	164	3.80	774	199	2.16
CD86	164	3.80	397	202	1.09
CD84	114	2.60	573	201	1.59
Z80	—	—	—	—	—

4. 結果と考察

1) クリープ係数

クリープ係数は、実測値と式(1)を使った計算値とを図-1に示す。ここでは、載荷時材齢49日のクリープ係数を比較する。コンクリートの圧縮強度をパラメータとする比較は、CC86、CA66で行う。CA66及びCC86の計算値と実測値の比はそれぞれ1.00及び0.77であった。鉄筋比をパラメータとする比較は、CC86、CD86で行う。CD86は、計算値と実測値の比は0.65、CC86は、前記の通りである。鉄筋比が大きいCC86の供試体の方が、計算値との差が小さい。緊張率をパラメータとする比較は、CA66、CA64で行う。CA66は、前記の通りで、CA64の計算値と実測値の比は1.27であった。

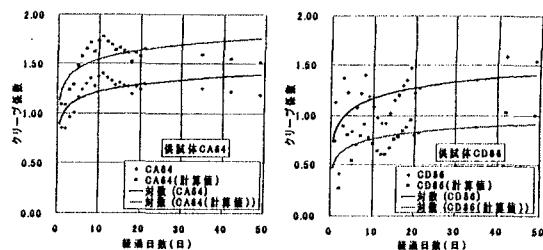


図-1(1) クリープ係数

Takatuki KIBA, Toshihide TOYOFUKU

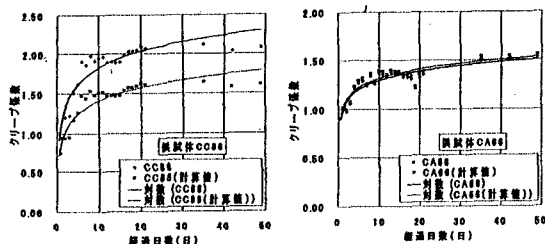


図-1(2) クリープ係数

2) 乾燥収縮ひずみ

乾燥収縮ひずみは、コンクリート強度を比較し図-2に示す。

乾燥収縮ひずみについては、水結合材比の大きいZ60が、収縮が大きい。

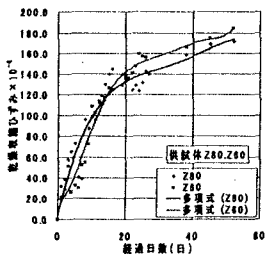


図-2 乾燥収縮ひずみ

3) 長期たわみ

鈴木ら³⁾の供試体及び実験データを、表-2、図-3、図-4に示した。

表-2 鈴木ら³⁾の供試体諸元

供試体名	幅	高さ	引張鉄筋	圧縮鉄筋	鋼材指数	緊張率
L13-2	120	250	2-D13	2-D13	0.234	0.579
L13-3	120	250	2-D13	2-D13	0.234	0.579
L16-2	120	250	2-D16	2-D13	0.286	0.467

注) 導入プレストレスは、全供試体とも、88.2KN

P C 鋼棒はφ 11、載荷時の弾性係数は $2.14 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

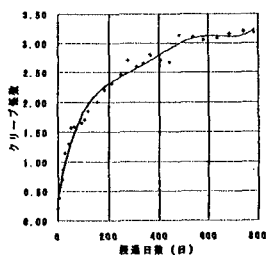


図-3 解析に用いた
クリープ係数³⁾

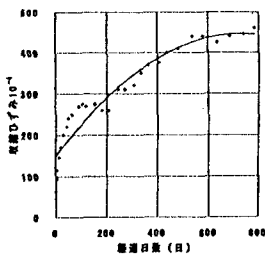


図-4 解析に用いた
乾燥収縮ひずみ³⁾

長期たわみは、解析値と実測値³⁾を図-5に示す。材齢784日のたわみは、解析値と実測値の比とすると、式(3)を用いた場合、L16-2は1.05、L13-2は1.07、L13-3は1.00となった。式(2)を用いた場合、L16-2は0.95、L13-3は0.92、L13-2は1.02となった。

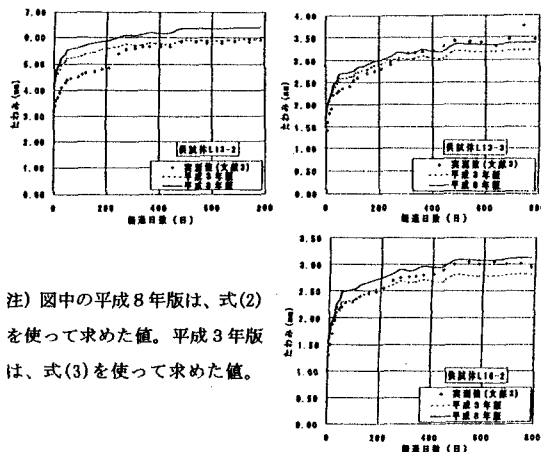


図-5 長期たわみ比較

5. まとめ

研究で得られた結果を以下に記す。

- (1) 鉄筋比が大きいほどクリープ係数は、大きくなった。
- (2) コンクリート圧縮強度 80 N/mm^2 の供試体は、クリープ係数の実測値と計算値の比が $1.25 \sim 1.40$ であった。
- (3) 材齢784日のたわみは、式(2)を用いた場合、解析値と実測値の比が $0.92 \sim 1.02$ であった。式(3)を用いた場合の比は、 $1.00 \sim 1.07$ であった。

参考文献

- 1) 土木学会：平成8年制定コンクリート標準示方書，1996。
- 2) 土木学会：平成3年制定コンクリート標準示方書，1991。
- 3) 鈴木 計夫，大野 義照，山向 優：持続荷重下におけるPRCはりの曲げひびわれ幅とたわみについて，第41回セメント技術年報，pp. 523~526，1987。