

## 膨張コンクリートの若材齢時における圧縮クリープに関する基礎的研究

法政大学 中込 甲斐 古谷 学 溝淵 利明  
鹿島建設(株)技術研究所 閑田 徹志 百瀬 晴基

## 1. はじめに

セメントの水和熱に起因する温度応力は、材齢初期においてコンクリートにひび割れを生じさせる場合がある。温度ひび割れを防止するためには、精度の高い温度応力解析を事前に行う必要がある。しかしこれには若材齢時の弾性係数、クリープ係数等の明確な値が必要となる。

一方、ひび割れ低減を目的とする膨張材及び収縮低減剤が適用されることがある。膨張材を混和した膨張コンクリートについては、材料特性に関する研究が今までに多くなされてきたが、クリープに関する研究は未だに少なく、定量的に評価するには至っていない。

そこで、本研究では膨張コンクリートの若材齢時圧縮クリープに着目した実験を行い、その結果を基に膨張コンクリートのクリープ予測式の構築を試みることにした。

## 2. 実験概要

## 2.1 コンクリート配合

配合は普通ポルトランドセメント、低熱ポルトランドセメント+膨張材、普通ポルトランドセメント+膨張材+収縮低減剤の3配合とした。(以下配合N, 配合LE, 配合NESとする) 配合表を表-1に示す。

## 2.2 試験体概要

試験体寸法は 150×300mm の円柱供試体とした。打込み直後、脱型後及び、クリープ試験中において封緘状態とした。脱型は凝結始発から 0.5 日後に行い、養生及びクリープ試験は 20 の恒温室で行った。試験体は載荷試験体と無載荷試験体の2種類を作製した。膨張コンクリートは無拘束の場合、膨張ひずみが大きくばらつくことから<sup>[1]</sup>、膨張材を混入した配合LE及びNESは、無載荷試験体に鉄筋比 0.1%の微小な拘束を導入した。

表-1 コンクリート配合

| 記号  | セメント種類 | W/B(%) | 単用量(kg/m <sup>3</sup> ) |      |     |     |     | 収縮低減剤 |
|-----|--------|--------|-------------------------|------|-----|-----|-----|-------|
|     |        |        | 水                       | セメント | 膨張材 | 細骨材 | 粗骨材 |       |
| N   | 普通     | 45     | 170                     | 378  | 0   | 774 | 961 | 0     |
| LE  | 低熱     |        |                         | 358  | 20  | 780 |     |       |
| NES | 普通     |        |                         | 358  |     | 775 |     |       |

## 2.3 クリープ試験

載荷荷重は載荷材齢時圧縮強度の 0.3 倍とし、載荷材齢は凝結始発後 0.5, 1, 2 日の 3 材齢とした。荷重載荷には油圧式載荷試験機と低荷重載荷が可能なバネ式載荷試験機(LEの載荷材齢0.5日の場合のみ)を用い、ひずみ測定はコンタクトゲージにより行った。

## 3. 実験結果

図-1 に各ケースのクリープ係数の経時変化を示す。LE及びNESのクリープ係数がNと比べて大きいことが分かる。また、載荷材齢が経過するに伴いクリープ係数が小さくなる傾向が膨張コンクリートにも見られた。

## 4. MC90 式の適用

4.1 既存の MC90 式<sup>[2]</sup>

式(1)に示す MC90 式(CEB-FIP)は、クリープ挙動を予測する既存の式の一つである。これまでに既存の予測式と実験によって得られた普通コンクリートに対するクリープ挙動とを比較した結果、この MC90 式は実験値に最も近い値を示し、普通コンクリートにおけるクリープ挙動を予測する上で最も精度の高い式であると考えられる<sup>[3][4]</sup>。

$$(t, t_0) = \epsilon_0 \times c(t - t_0) \cdots \cdots \text{式(1)}$$

ここで、 $(t, t_0)$  : 材齢  $t_0$  で載荷された材齢  $t$  でのクリープ係数、 $\epsilon_0$  : 終局クリープ係数、

$c(t - t_0)$  : 時間に依存するクリープの進行速度を表す項である。

しかし、普通コンクリートよりクリープ係数が大き

キーワード：弱材齢，膨張材，膨張コンクリート，圧縮クリープ

〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 Tel042-387-6286

い膨張コンクリートに対しては、MC90 式を適用した場合、クリープ係数を過小評価することとなる。そこで、本研究では MC90 式を膨張コンクリートにも適用できるように修正を試みた。

4.2 MC90 式に膨張材を考慮したクリープ式

式(1)の MC90 式に膨張材を考慮した修正式を以下に示す。

$$\left. \begin{aligned} (t, t_0) &= \epsilon_0 \times \epsilon_{EX} \times c(t-t_0) \\ c'(t-t_0) &= \left[ \frac{(t-t_0)/t_1}{H + (t-t_0)/t_1} \right]^{0.3 \times n} \end{aligned} \right\} \text{式(2)}$$

膨張コンクリートのクリープ特性を評価するために膨張項  $\epsilon_{EX}$  を終局クリープ係数  $\epsilon_0$  に乗じ、さらに式(1)のクリープの進行速度を表す項  $c(t-t_0)$  に新たに係数を設けて  $c'(t-t_0)$  とした。計算結果を図-2 に示す。LEを除き計算値は実験値とよく一致しているといえる。他載荷材齢についても比較を別途行ったが、両者は比較的良好一致する結果となった。また、各ケースにおける計算に用いた載荷材齢毎の  $\epsilon_{EX}$  及び  $n$  を図-3~4 に示す。図の曲線は各載荷材齢における  $\epsilon_{EX}$  及び  $n$  をそれぞれ対数で近似したものである。それぞれの値と近似曲線はほぼ一致する結果となった。

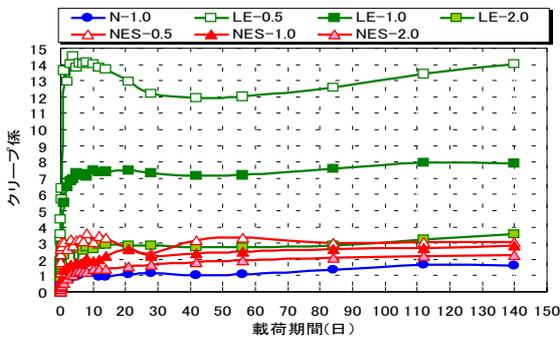


図-1 クリープ係数の経時変化

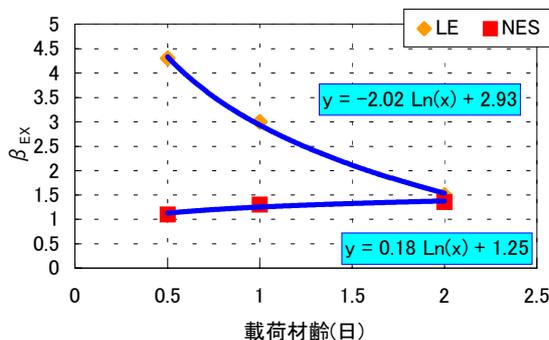


図-3 MC90 修正式の  $\epsilon_{EX}$  と載荷材齢

5. 結論

本研究で提案した MC90 修正式が今回行った実験結果と比較的一致したことから、この提案式を基に膨張コンクリートの圧縮クリープ予測式を構築する可能性が見出された。本実験においては、材齢が3種類とデータ数が少ないため、明確な関係が成り立っているとはいえないが、今後さらに載荷条件や載荷材齢についても実験を行うことで、載荷材齢と  $\epsilon_{EX}$  及び  $n$  の関係をより明確にし、また、配合条件を変化させて本研究で使用されている MC90 修正式の妥当性について検討していく予定である。

参考文献

- 1)六車熙：自由膨張と有効自由膨張，コンクリート工学ハンドブック，pp.666-667，1981.11
- 2)CEB-FIP Model Code 1990 ,Comite Euro-International Du Beton，27-38，1990
- 3)神谷武智他：膨張コンクリートの若材齢時でのクリープに関する実験的検討，土木学会年次学術講演会講演概要集，pp.865-866，2003
- 4)コンクリート構造物のクリープ及び収縮による時間依存変形に関するシンポジウム，日本コンクリート工学協会，2001，pp108~110)

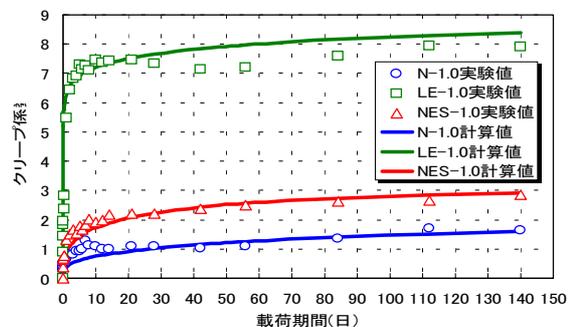


図-2 実験値とMC90 修正式(載荷材齢 1 日)

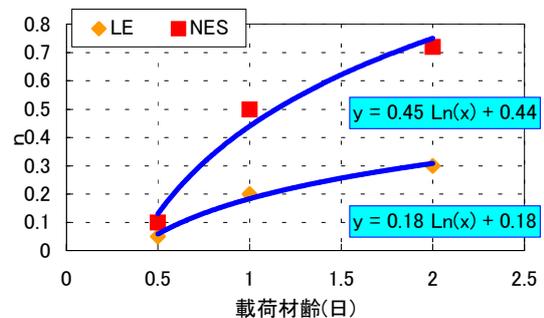


図-4 MC90 修正式中の  $n$  と載荷材齢