

若材齢時における材齢による自己収縮ひずみの定式化に関する一考察

法政大学 大学院 正会員 ○新井 淳一
 法政大学 大学院 学生正会員 仙場 亮太
 法政大学 正会員 溝淵 利明

1. 目的

近年のコンクリート構造物は高強度化および高耐久化が求められており、低水セメント比のコンクリートを適用することが多くなってきた。このため、単位セメント量が増加する傾向となり、水和熱に起因する温度応力ひび割れを事前に照査する必要性が高まっている。従来のひび割れ照査では、温度収縮や乾燥収縮と比較して自己収縮は小さいことから十分に考慮されていなかった。しかし、単位セメント量の増加に伴って自己収縮を無視できない場合が増えているのが実情である。このため、自己収縮ひずみに関する研究も数多く行われており、これまでの研究において、セメントの水和に伴う温度上昇が大きいほど自己収縮ひずみが増加することから、有効材齢を用いた自己収縮ひずみの予測式が提案されている¹⁾。本研究では、若材齢時における材齢、水和に伴う温度変化および自己収縮ひずみの発生速度の関係から、材齢による自己収縮ひずみ推定の定式化を試みた。また、水和に伴う温度変化の違いによる空隙構造の違いを確認した。

2. 実験概要

2.1 実験水準および配合条件

実験は温度収縮および乾燥収縮が発生しない条件下でコンクリートの温度を一定に制御して、自己収縮ひずみの測定を行った。自己収縮ひずみの測定終了後に細孔径分布の測定を行った。また、供試体の配合は表-1に示す1種類の配合として、セメント種別は高炉セメントB種とした。

表-1 供試体コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スラブの範囲(cm)	空気量の範囲(%)	水セメント比 W/C(%)	細骨材率 s/a(%)	単位量 (kg/m ³)					
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE減水剤 (C×%)	AE剤 (C×%)
20	10±2.5	4.5±1.0	50	44	154	308	798	1043	1.0	0.005

2.2 自己収縮ひずみの測定方法

コンクリートの自己収縮ひずみの測定は、図-1に示すような150×150×850mmの供試体型枠部に通水パイプを設置してコンクリートの温度を一定に制御する装置を用いて行った。

コンクリートの温度は、20℃、40℃、50℃、60℃の4水準に設定した。なお、測定は自己収縮ひずみの発生速度が変化して収束する傾向が確認できるまでの期間として、20℃は30日間、40℃、50℃および60℃は10日間とした。

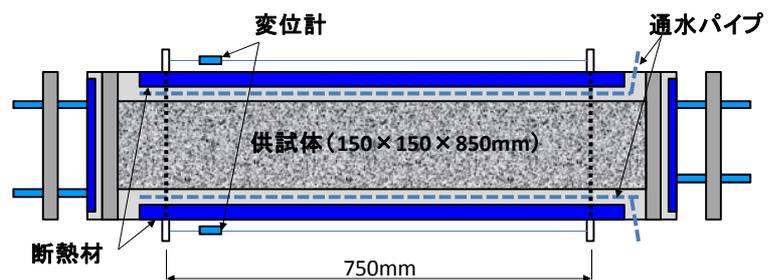


図-1 自己収縮ひずみの測定装置

2.3 細孔径分布の測定方法

粉砕した粒径2.5~5.0mmのモルタル試料に水銀を圧入して、水銀に加わる圧力と水銀が浸入し得る細孔直径の関係を利用して水銀の圧入量から細孔径分布を測定する水銀圧入法によって測定を行った。

キーワード 自己収縮ひずみ, 自己収縮ひずみの増加速度

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶尾町3-7-2 法政大学大学院デザイン工学研究科 TEL042-387-6286

3. 実験結果

3.1 自己収縮ひずみの測定結果

各設定温度における材齢と自己収縮ひずみの関係を図-2に示す. 全ての設定温度における自己収縮ひずみは, 90 μ附近で増加速度が変化している傾向が見られた.

また, 自己収縮ひずみの発生速度は, コンクリート温度が高いほど速くなる傾向にあった.

3.2 細孔径分布測定結果

各設定温度の供試体における細孔径分布の測定結果を図-3に示す. 細孔直径が10~20nmでは, 温度が低くなるにつれて細孔容積が多くなる傾向が見られた.

また, 200~500nmでは20℃~50℃の細孔容積0.001~0.0015cc/gに対して, 60℃の細孔容積は0.002~0.0027cc/gとなり, 他の温度条件と大きく異なる傾向にあった.

4. 自己収縮ひずみ推定式の検討結果

自己収縮ひずみの終局値には温度依存性がないことが報告²⁾されていることから, 今回測定した自己収縮ひずみの終局値を90 μと仮定し, その後に発生したひずみは封緘が不十分で乾燥収縮が発生してしまったものとして, 各設定温度における自己収縮ひずみ推定式を検討した. 推定式を式(1), 各コンクリート温度における係数を表-2に示す. また, 各推定式により推定した自己収縮ひずみを図-4に示す.

$$\epsilon_{sh}(t) = \epsilon_{sh,\infty} \{1 - \exp[-\alpha(t - t_0)^\beta]\} \quad (1)$$

ここに,

$\epsilon_{sh}(t)$: 材齢 t 日における自己収縮ひずみ(×10⁻⁶)

$\epsilon_{sh,\infty}$: 自己収縮ひずみの終局値(×10⁻⁶)

α : 自己収縮ひずみの発生速度に関する係数

β : 発生速度の時間依存に関する係数

t: 材齢 (日)

t₀: 凝結の始発 (材齢日)

5. まとめ

本研究より, 材齢による自己収縮ひずみの定式化の検討を行った. 実構造物におけるひび割れ照査に対する今後の課題としては, ①長期の自己収縮ひずみを考慮した推定式の確立, ②クリープひずみも考慮した推定式の確立, ③細孔径分布などから水和温度の推定などがあげられる.

参考文献

- 1) コンクリート工学協会, マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008, 2008.11
- 2) 宮澤伸吾, 佐藤良一, 杉山淳司: 高温履歴を受ける高炉セメントコンクリートの自己収縮予測式, コンクリート工学協会, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.1, 2008

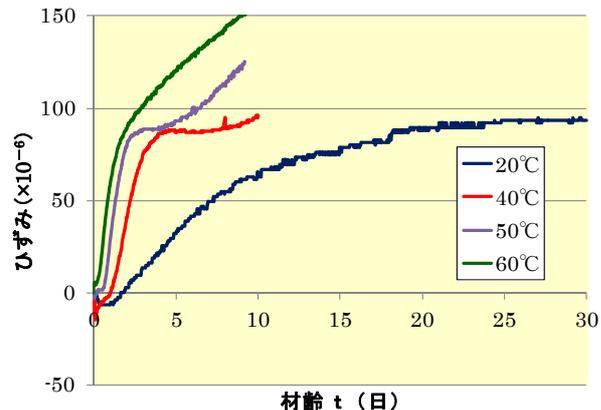


図-2 自己収縮ひずみの測定結果

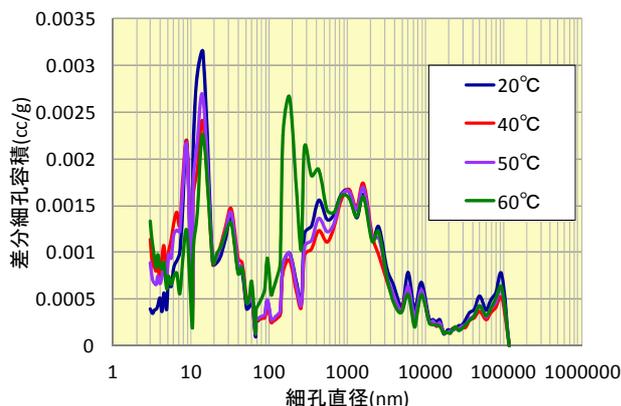


図-3 細孔径分布の測定結果

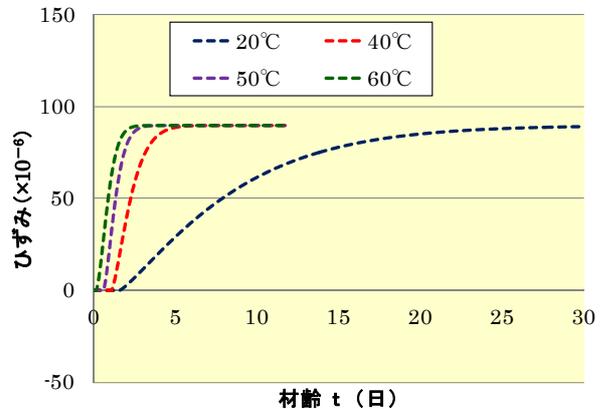


図-4 自己収縮ひずみ推定式による推定結果

表-2 自己収縮ひずみ推定式の係数

T(ti)	ϵ_{∞}	α	β	t ₀
20	90	0.09	1.2	1.60
40	90	0.65	1.4	1.10
50	90	1.25	1.5	0.60
60	90	1.3	1.6	0.15