

若材齢における高強度コンクリートの線膨張係数の経時変化について

広島大学大学院 学生会員 ○竹内崇剛
宇都宮大学大学院 学生会員 楊 楊
広島大学工学部 正会員 佐藤良一

1. はじめに

高強度コンクリートにおいては自己収縮を起因とするひび割れの発生が明らかになっており、ひび割れを正確に予測するためには温度応力と自己収縮応力の評価が必要となる。若材齢においては温度変形と自己収縮がともに発生するが、自己収縮ひずみを算定する際に線膨張係数の経時変化が無視され一定値が用いられている。そこで本研究は供試体を冷却し温度ひずみのみ発生させる手法を用いて、線膨張係数の時間依存性を実験的に解明することを目的とする。

2. 実験方法

2.1 実験概要

本実験では、普通ポルトランドセメントを用いた W/B25%のペースト、高強度コンクリートを対象とし、混和材料としてシリカフュームを置換率 10%、高炉スラグ微粉末を置換率 50%で混入した。W/B25%,シリカフューム置換率 10%のセメントペースト供試体を用いて結合水量を測定することにより、低温による水和反応抑制効果を確認した。その上で供試体に -1 ~ 5 の温度変化を与え、線膨張係数を求めた。

2.2 結合水量

恒温養生をした供試体と、線膨張係数測定時と同様の手法で冷却した供試体について、冷却前後において試料を採取した。この試料を、水和反応を止めるためにアセトンに浸漬し、1 週間真空乾燥させた後質量を測定し、さらに 1000 の電気炉で 12 時間乾燥させ質量を測定した。この時の質量減少率を結合水量とした。

2.3 線膨張係数

供試体の測定開始材齢を表 - 1 に示す。供試体の温度を測定するためペースト供試体は中心に、コンクリート供試体は中心と表面から 2.5cm の 2 ヶ所に熱電対を埋込んだ。測定する供試体は測定開始材齢の 1 時間前に脱型し、側面を厚さ 0.067 mmの耐低温ポリエステルフィルム、端面をアルミ箔粘着テープでシールした。また継ぎ目をパラフィンでコーティングして不凍液の浸入を避けた。この供試体を図 - 1 に示す供試体スタンドに設置し、断熱槽に入れ -1 ~ 5 の温度変化を降温、昇温の順に与え、長さ変化を測定した。測定は測温機能付高感度変位計(測定範囲 ± 5 mm,測定精度 0.001 mm)で行い、温度ひずみを求めた。また、鋼製スタンドの温度ひずみ、変位計の零点移動を校正試験を行い補正した。

表 - 1 測定開始材齢

供試体種類・(寸法(mm))	W/B(%)	材齢(h)
ペースト (40×40×160)	25	6,9,12,15,18
コンクリート (100×100×400)	25	9,12,16,20,,24,72,168

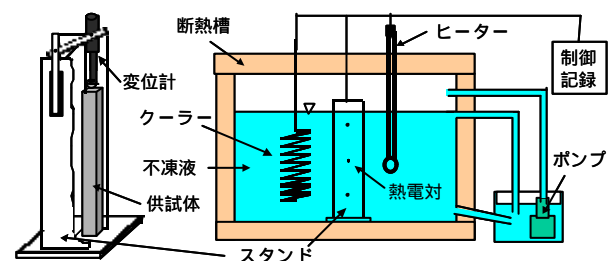


図 - 1 線膨張係数測定装置の概要

3. 実験結果及び考察

測定した結合水量から、低温下における水和反応抑制効果を考察すると、冷却した供試体については結合

キーワード：線膨張係数、自己収縮、水和反応、低温度、高強度コンクリート、若材齢

〒739 - 8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学工学部第四類(建設系) TEL・FAX：0824-24-7788

水量の増加率が小さいため、自己収縮の影響は小さく温度ひずみを精度よく測定することができると考えられる。

図 - 2、図 - 3 にシリカフューム混入、高炉スラグ微粉末混入ペースト供試体(材齢 6 h)及び図 - 4、図 - 5 にシリカフューム混入、高炉スラグ微粉末混入コンクリート供試体(材齢 9 h)の温度変化量～温度ひずみ関係を示す。この図より温度降下時、温度上昇時の勾配がほぼ等しく、かつ線形関係にあると言える。これは測定中に生じる自己収縮を抑制することができ、精度よく温度ひずみが測定可能であると考えられる。図 - 6、図 - 7 にペースト、コンクリートの線膨張係数の経時変化を示す、またそれらの値を最小二乗法により回帰して得た回帰式も示す。この図から材齢の若いほど線膨張係数は大きく、減少しながら一定値にほぼ収束していることが分かる。これは初期においては水和反応が進んでおらず熱膨張率の大きい液相を多く含んでおり、結晶質が少ないことが考えられる。

またペースト、コンクリートともにシリカフューム混入に比べ高炉スラグ微粉末混入の方が若干大きくなった。この理由としては高炉スラグを混入した場合、初期においては水和反応速度が遅く、水和生成物が少ない。そのためセメント硬化体中に大きな $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 結晶の集合組織や AFt 相がほとんど生成しないためと考えられる。

4. まとめ

(1) 供試体を冷却することにより水和反応が遅くなり、高強度コンクリートの自己収縮を抑制できるため温度ひずみを精度よく検出することができ、線膨張係数を求めることが可能である。

(2) ペースト、コンクリートの線膨張係数は、材齢とともに小さくなり、内部組織構造が形成されるにつれて一定値に収束する。

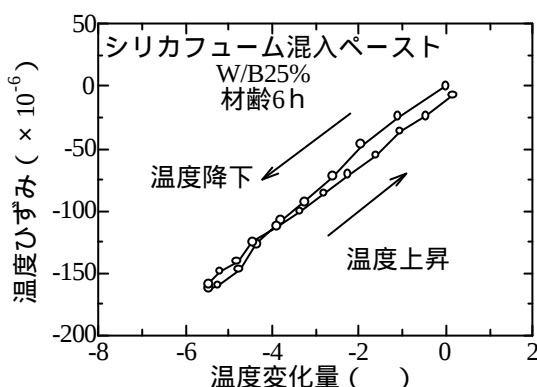


図 - 2 温度変化量と温度ひずみ

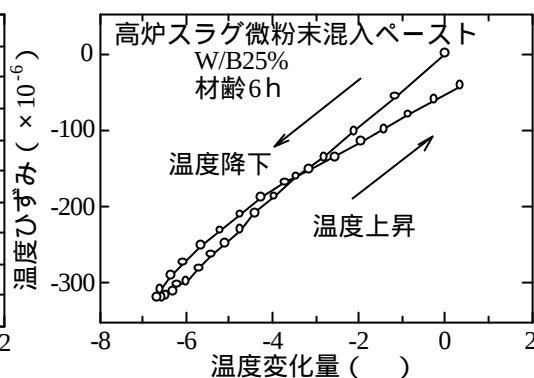


図 - 3 温度変化量と温度ひずみ

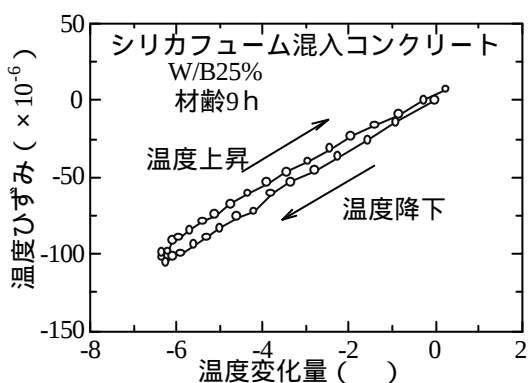


図 - 4 温度変化量と温度ひずみ

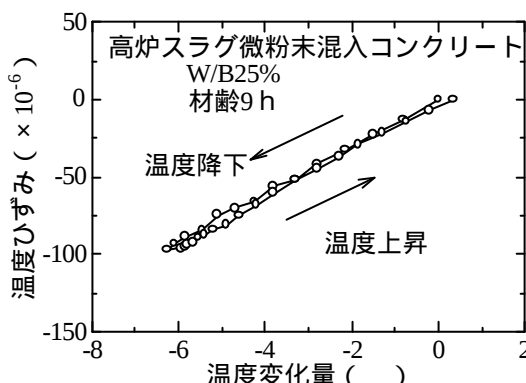


図 - 5 温度変化量と温度ひずみ

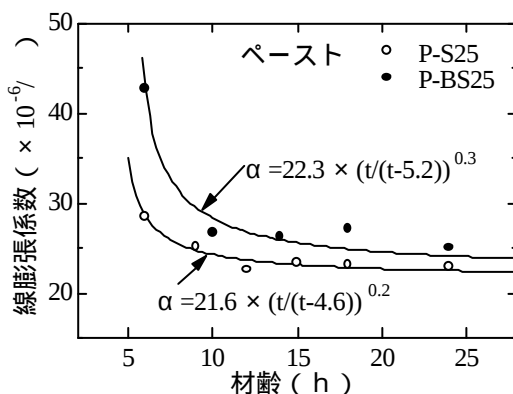


図 - 6 線膨張係数の経時変化

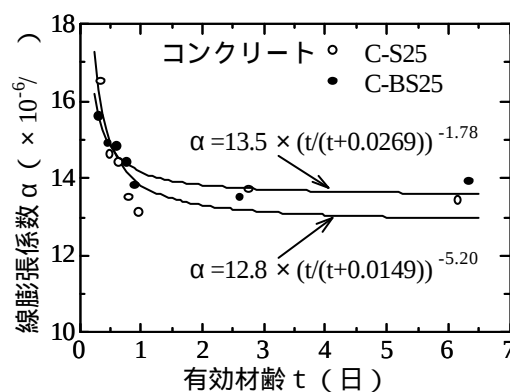


図 - 7 線膨張係数の経時変化