

# 若材齢コンクリートの熱膨張係数に関する研究

コンクリート工学研究室 山本典夫

## 1. はじめに

コンクリート構造物の施工時に発生する温度ひび割れの制御法を検討するためには、温度応力を正確に把握する必要がある。この温度応力を解析的に検討するには、コンクリートの熱膨張係数を精度よく推定することが重要である。硬化コンクリートの熱膨張係数は、大略  $6 \sim 13 \times 10^{-6} /$  の範囲にあり、一般の設計では、 $10 \times 10^{-6} /$  が一定値として用いられている。熱膨張係数は、若材齢期において大きく変化をする。若材齢期における温度応力解析を行う場合、熱膨張係数の材齢に伴う変化を精度よく把握する必要がある。本研究では、非接触変位計（レーザー変位計）を用いて熱膨張係数を求める。また、骨材の熱膨張係数がコンクリートの熱膨張係数に影響を及ぼす事が既往の研究より知られている。そこで、本研究では、チャート（ $11.8 \times 10^{-6} /$  程度）と石灰（ $5.5 \times 10^{-6} /$  程度）を用いて、若材齢期からのコンクリートの熱膨張係数を求めた。

## 2. 実験概要

普通コンクリートを用いる。供試体は、レーザー変位計（2体）、圧縮強度用供試体（3体）、凝結試験用（1体）を作製する。

供試体作製後、温度履歴を与えるため水槽内に配置する。温度履歴は、図 - 1 に示す。温度変化量は、20 ~ 25 の5で供試体の伸縮量を計測する。計測材齢は、1, 3, 5, 7, 28日とする。

表 - 1 示方配合表 (kg/m<sup>3</sup>)

岩種	W/C	s/a	W	C	S	G	A <sub>d</sub> (cc)
チャート	62.9	41	180	286	738	1033	1144
石灰	62.9	41	180	286	752	1066	1144

図 - 2 は、レーザー変位形を水槽内に配置した状態を示している。レーザー変位形は、1/10000 (mm) の精度で計測が可能である。図 - 3 は供試体概要である (H=200, φ=100 (mm))、

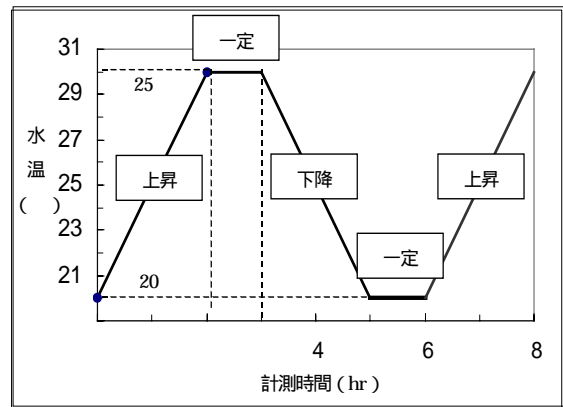


図 1 温度履歴

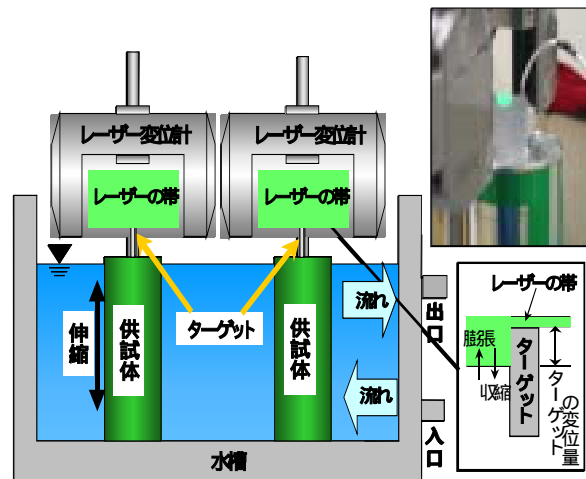


図 2 レーザー変位計 ; 精度 1/10000(mm)

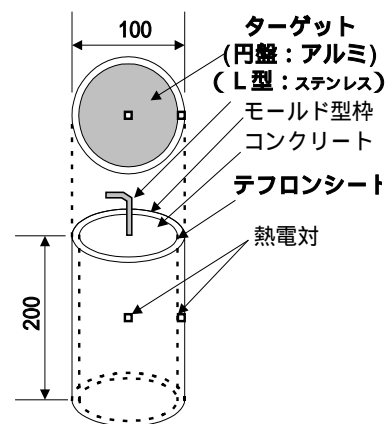


図 3 供試体概要

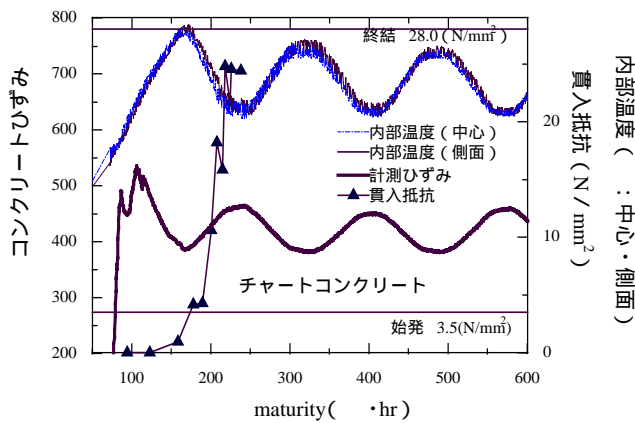


図 4 ひずみ-貫入抵抗-内部温度 maturity の関係

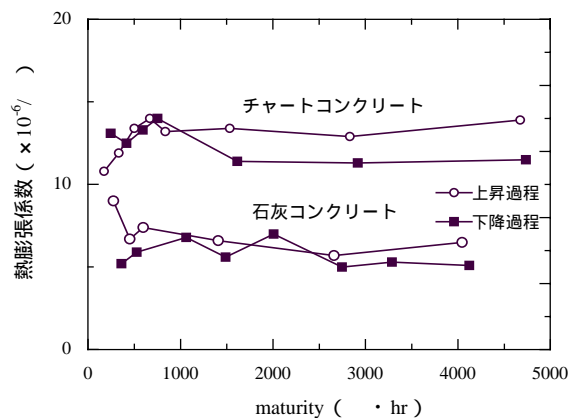


図 - 5 熱膨張係数-maturity の関係

### 3. 熱膨張係数の算出方法

本研究における熱膨張係数の常温域での算出方法を以下に示す。本研究の適用開始時間は、凝結始発時間とする。まず、20 ~ 25 の温度変化を全ひずみ供試体に与える。得られた全ひずみと積算温度の関係を上昇過程と下降過程に分ける。そして、温度上昇および下降過程のそれぞれの全ひずみから熱ひずみ増分を求める。得られた熱ひずみ増分を温度上昇過程及び下降過程に温度変化量で除することによって、熱膨張係数と積算温度の関係を求めるものである。以下に、熱膨張係数算定式を示す。

$$\epsilon = \Delta t / T \dots (1)$$

ここに、 $\epsilon$  : 熱ひずみの増分 (  $\times 10^{-6}$  )  
 $T$  : 温度変化 (  $^{\circ}\text{C}$  )  
 $\epsilon$  : 熱膨張係数 (  $\times 10^{-6}$  )

### 4. 実験結果

図 - 4 にチャートコンクリートの ひずみ - maturity の関係 貫入抵抗 - maturity の関係

を示す。図-4 より、チャートの始発は約 112 (  $\cdot \text{hr}$  ) 終結は約 211 (  $\cdot \text{hr}$  ) 石灰の始発は約 184 (  $\cdot \text{hr}$  ) 終結は約 217 (  $\cdot \text{hr}$  ) であるが、始発を迎える頃にはひずみは落ち着いており、大きな変形はみられない。温度上昇・下降時には内部温度とひずみとの追従性の確認ができた。石灰コンクリートについても同様の傾向が見られた。

図 - 5 にチャートと石灰コンクリートの熱膨張係数-maturity の関係を示す。チャート・石灰とも初期において変化が見られるが、チャートは、およそ  $10 \sim 15 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$  程度の値を示した。石灰は、 $5 \sim 10 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$  に程度の値を示した。既往の知見では、コンクリートの熱膨張係数は、始発から終結にかけて著しい変化が見られたが、本実験においては、著しい変化は見られなかった。

### 5. まとめ

(1)チャートコンクリートの熱膨張係数は、始発付近から  $10 \sim 15 ( \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C} )$  程度の値を示した。石灰コンクリートの熱膨張係数は、終結後から  $5 \sim 10 ( \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C} )$  の値を示した。既往の研究では、チャートコンクリートは、 $7 \sim 15 ( \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C} )$  程度、石灰コンクリートは  $4 \sim 7 ( \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C} )$  程度の値を示した。

(2)本研究より、レーザー変位形を用いると若材齢期におけるコンクリートの熱膨張係数を求める事ができる。

### 【参考文献】

- 1) A.M.Neville, 後藤幸正, 尾坂芳夫訳: ネビルのコンクリートの特性, 技報堂, p370-377, 1979-11
- 2) 中村秀三, 梶尾聡: コンクリート用石灰石骨材, コンクリート工学 技報堂 p3-7, Vol. 41, No. 10, 2003. 10,