

若材齢コンクリートの熱膨張係数に関する研究

岐阜大学大学院 学生員 ○金 鴻勝 加藤 真康
 岐阜高専 正会員 島崎 磐
 岐阜大学工学部 正会員 小澤 満津雄 森本 博昭

1. はじめに

温度応力の発現性状には、コンクリートの熱膨張係数が大きく影響する。温度応力の解析を行う場合、一般には、コンクリートの熱膨張係数は $10 \mu /^{\circ}\text{C}$ にとられることが多い。しかし、実際には、材齢および配合、特に骨材岩種などによって大きく変化する。従って、温度応力解析および温度ひび割れ危険度評価の精度を向上させるためには、熱膨張係数の性状を明らかにする必要がある。本研究では、極く若材齢時からのコンクリートの熱膨張係数の発現性状を高精度変位計（ギャップセンサー）を用いて計測し、熱膨張係数におよぼす材齢および骨材の影響を検討する。

2. 実験概要

本研究で用いたコンクリートの示方配合を表-1に示す。細骨材と粗骨材は表-2に示すような採取地の違う5種類の骨材を使用した。各骨材の構成岩種を表-2に示す。本研究で用いた供試体および熱膨張係数測定装置を図-1～2に示す。まず、供試体寸法は $\phi 10 \times 20\text{cm}$ とし、薄肉鋼製のモールド型枠に打設した状態のものを熱膨張係数測定用供試体とした。コンクリートと型枠の間に摩擦をなくすためにテフロンシートを配置した。コンクリート打設後、供試体上面には鋼製の変位計測用ターゲットを配置した。試験方法については、インバール鋼製測定台に供試体を配置し、非接触変位計（ギャップセンサー：精度 $1/1000\text{mm}$ ）を用いて温度変化を与えたときの供試体の伸縮を計測する。得られた温度～供試体変位(ひずみ)関係から熱膨張係数を求める。測定実験は、凝結過程を含む極く初期の材齢から実施した。供試体の温度制御は液圧式自動温度調節器および水循環ポンプを備えた内径 $30 \times 40\text{ cm}$ の試験用水槽内で行われる。温度昇降パターンを図-3に示す。温度昇降パターンは 5°C 上昇 (90分) →一定 (90分) → 5°C 降下 (90分) →一定 (210分) として、1日3サイクルで7日間計測を実施した。温度昇降パターンは、予備実験より内部温度が水温変化に追随できることおよび装置全体の計測能力を考慮して決定した。

表-1 示方配合

W/C	s/a	単位量 kg/m ³			
		W	C	S	G
56	40	197	350	719	1100

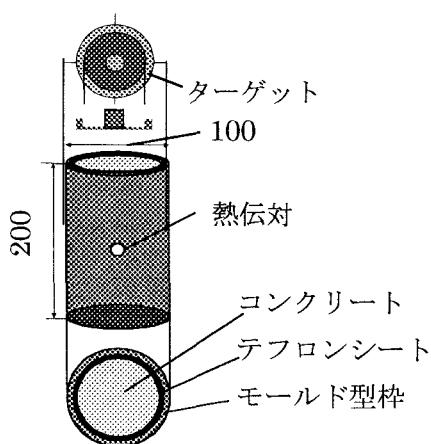


図-1 供試体寸法(単位:mm)

表-2 骨材採取地と岩石種別

採取地	岩種
木曽川	流紋岩、石英斑岩、熔結凝灰岩、安山岩など
姉川	頁岩、砂岩、チャート、石灰岩など
揖斐川	頁岩、砂岩、花崗閃綠岩など
瀬戸	チャートなど
大垣	石灰岩など

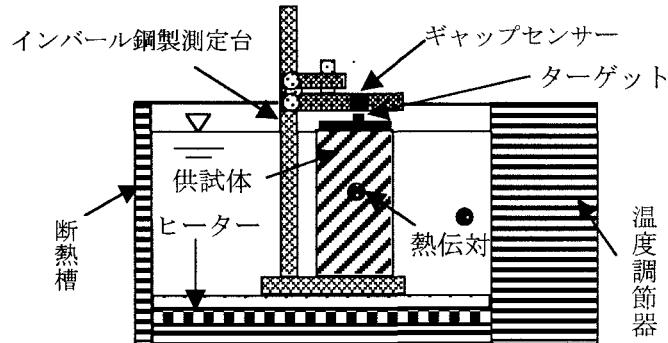


図-2 試験装置

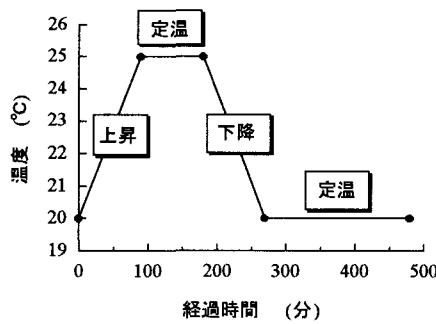


図-3 温度昇降パターン

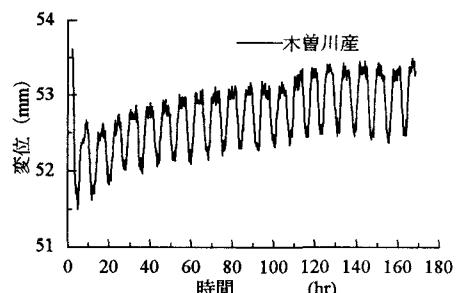


図-4 変位計測結果

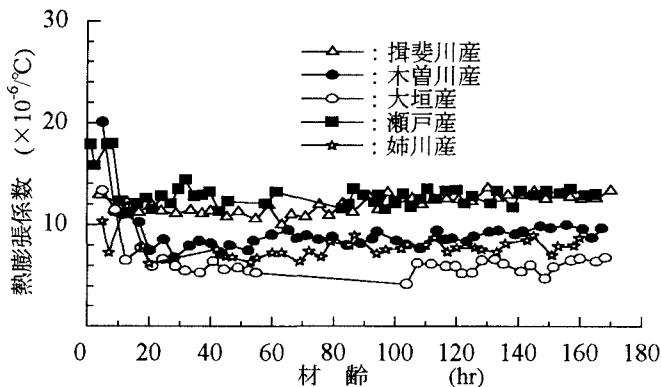


図-5 热膨胀係数の経時変化

3. 実験結果

図-4に供試体の変位計測結果の1例を示す。図から、温度の上昇、下降に追随して、材齢の極く初期の段階から供試体の変位も比例的に変化しており、これらの結果から熱膨張係数を測定しても問題がないことがわかる。図-5に測定した各種コンクリートの熱膨張係数の経時変化を示す。図から、いずれのコンクリートも極く若材齢期では大きな熱膨張係数を示すが、硬化の進行のともない急激に減少し、材齢がさらに進むとほぼ一定の値に収束する傾向を示す。硬化の極く初期に熱膨張係数がおおきくなるのは、コンクリート中の水の熱膨張係数が大きく ($207 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)、しかもコンクリート組織がまだ脆弱であるためと考えられる。たとえば、木曽川産骨材を使用したコンクリートの熱膨張係数は材齢初期の約2時間経過後 $20 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 程度と大きい値を示すが、材齢の進行とともに小さくなり、ほぼ $9 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 程度の値に落ち着く。次に、骨材の岩種の影響については、瀬戸産骨材使用のコンクリートが最も大きな値を示している。これは瀬戸産骨材のチャート含有量が最も大きいためであると考えられる。すなわち、チャートの膨張係数の平均的範囲は $11.4 \sim 12.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 程度で他の骨材に比べ最も大きな値を示すため、これを用いたコンクリートの熱膨張係数も大きな値を示すものと考えられる。逆に、大垣産石灰岩は平均的に $5.8 \sim 7.7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ と最も小さな熱膨張係数を示すため、これを用いたコンクリートの熱膨張係数も小さくなる。

4.まとめ

本研究のまとめを以下に示す。

- 1) 骨材の岩質は、コンクリートの熱膨張係数に大きな影響をおよぼす。チャートを多く含む骨材を用いたコンクリートの熱膨張係数は石灰石を用いた場合の約2倍の値を示した。
- 2) 材齢12hr.前後で極大となった熱膨張係数はその後漸減して、材齢72hr.以降はほぼ一定値に収束する傾向を示した。
- 3) ギャップセンサーを用いて、凝結、硬化過程のコンクリート熱膨張特性を明らかにすることができた。

[参考文献]

- 1)島崎磐:コンクリートの熱膨張係数に関する一実験について,岐阜工業高等専門学校紀要,25,pp.11-14,1990
- 2)国森 亮平,島崎 磐,六郷 恵哲,森本 博昭:若材齢コンクリートの熱膨張係数に関する実験的研究,コンクリート工学年次論文集, Vol.22,pp.1033-1038,2000