

外気温を考慮したコンクリートの温度特性の基礎的研究

法政大学大学院 学生会員 安 紀幸
 法政大学大学院 学生会員 藤森 勇希
 法政大学 正会員 溝淵 利明

1.はじめに

マスコンクリート構造物において、コンクリートの強度発現はセメントの水和熱の影響を大きく受ける。本研究では、打込み時期の変化がコンクリートの温度変化に与える影響を明らかにすることを目的として簡易断熱温度上昇試験を行った。また、断熱温度上昇試験結果を用いて、断熱温度上昇式の推定を行った

2.実験概要

表 1 配合条件

2.1 配合

配合条件を表 1 に示す。使用セメントは、普通ポルトランドセメント及び低熱ポルトランドセメントの 2 種類とし、目標スランプ、目標空気量をそれぞれ 12cm、4.5%として打込み時期の違いによる気温変化がコンクリートの内部温度に与える影響を比較するために、2 種類のコンクリートを隔月で打設した。

2.2 簡易断熱温度上昇試験

簡易断熱温度上昇試験の概要を図 1 に示す。試験体は、発泡スチロール製の容器内に配置し隙間を発泡ビーズで埋め、簡易的な断熱状態とした。温度測定点を試験体中央とし温度履歴を測定した。また、試験体の大きさが温度履歴に与える影響を検討するために、試験体は 3 種類用意し試験を行った。試験体の寸法を表 2 に示す。

2.3 断熱温度上昇試験

断熱温度上昇試験は、試験体内部の温度と試験体周辺の温度が一致するように制御することで、断熱状態としたコンクリートの水和熱による温度変化を測定するものである。

2.4 温度解析

温度解析ではコンクリート打込み時の境界条件や各物性値は実験条件をもとに設定して行った。簡易モールドを使用した場合の解析モデルメッシュレイアウトを図 2 に示す。温度上昇式は以下の式を用いて求めた。

$$T = K_1 \sqrt{t} + K_2$$

T : 断熱温度上昇量によるパラメータ ()
 K_1 : 温度上昇に関するパラメータ
 t : 材齢 (日)

セメントの種類	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)	
		水	セメント
普通ポルトランド	55	182	331
低熱ポルトランド	55	166	302

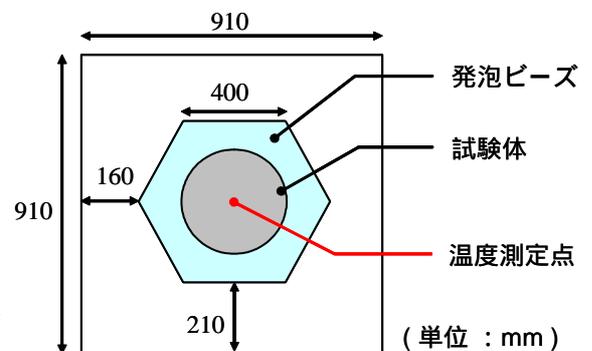


図 1 簡易断熱温度上昇試験の概要

表 2 試験体の寸法

	直径(mm)	高さ(mm)	本数
簡易モールド	100	200	13
大型容器	450	200	1
小型容器	300	200	1

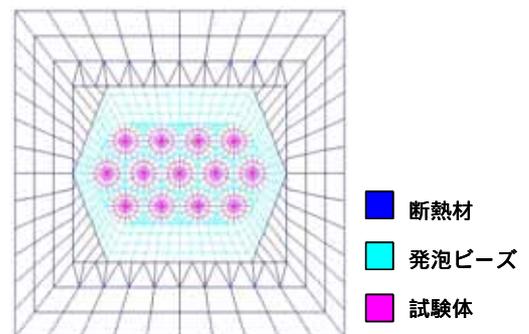


図 2 メッシュレイアウト

キーワード：水和熱、断熱温度上昇試験、温度解析

〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 Tel 042-387-6286

3. 結果

各打込み時期での気温変化が、コンクリートの内部温度に与える影響を比較した結果を図 3 に示す。測定した平均外気温は 8 月が 29.2 で最も高く、10 月、6 月と続き、2 月が 11.4 と最低となった。8 月と 10 月については、打込み直後から材齢 1 日で最高温度に達し、6 月と 2 月は 1.5 日で達する結果となった。

試験体の寸法が温度履歴に与える影響を比較した結果を図 4 に示す。温度上昇量は大型容器 22.4、小型容器 18.6、簡易モールド 21.6 であった。大型容器は最高温度に達するまでの時間が他のケースと比較して遅く、温度降下速度も他と比べて小さい結果となった。

断熱温度上昇試験の結果を図 5 に示す。また各々の温度上昇式を以下に示す。

普通ポルトランドセメント

$$\text{断熱} : T=44.5(1 - e^{-1.2t})$$

低熱ポルトランドセメント

$$\text{断熱} : T=32.5(1 - e^{-3.0t})$$

試験値と解析値を比較すると、ほぼ一致する結果となった。温度上昇量について、普通ポルトランドセメントは打込み直後から 4 日で最高温度に達し、低熱ポルトランドセメントは打込み直後から 8 日で最高温度に達した。

4. まとめ

本研究で、季節による外気温の変化と試験体の寸法は水和熱の発熱量と温度上昇速度に影響を与える結果となった。また、試験体の発熱が収まり温度が下がる際にも影響している。簡易断熱温度上昇試験は断熱温度上昇試験と比べ、極めて早い材齢で外気温の影響を受けることがわかった。

参考文献

- 1) 矢川元基、宮崎則幸：有限要素法による熱応力・クリープ・熱伝導解析、株式会社サイエンス社、1985
- 2) 窪田裕一、大場貴裕、乙黒葉月、満木泰郎：コンクリートの断熱温度特性に関する基礎的実験，土木学会第 60 回年次学術講演会講演概要集，V-295，pp.589-590，2004.9

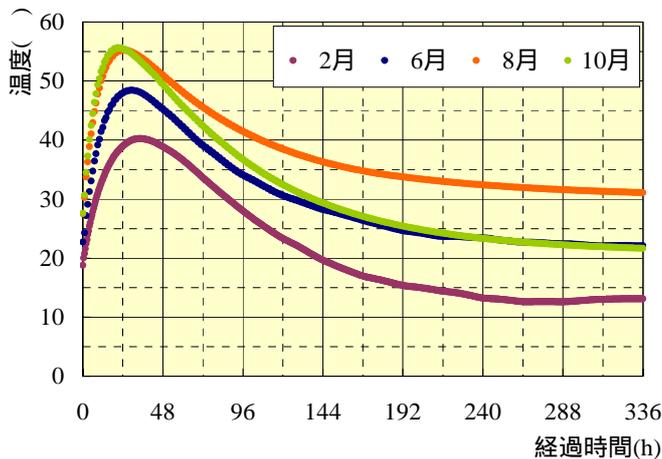


図 3 打込み時期の違いによる試験体内部の温度変化

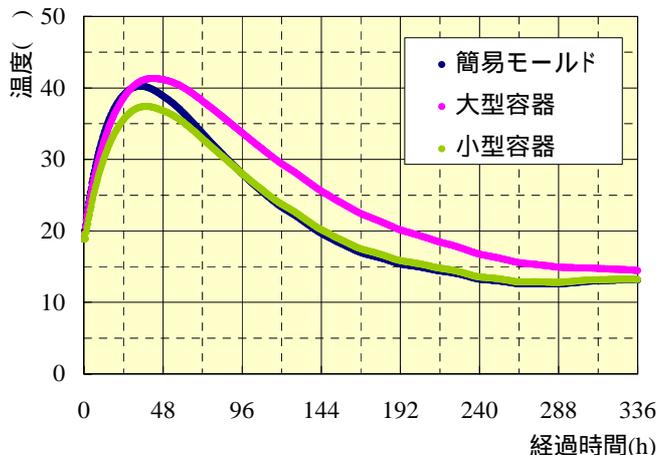


図 4 寸法による内部温度の変化

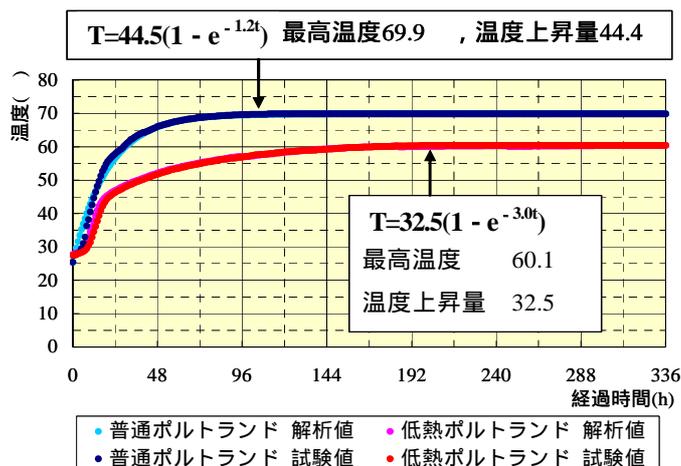


図 5 断熱温度上昇式の比較