

V-353

マスコンクリートの簡易断熱温度上昇推定方法の提案

山口大学大学院 学生会員 ○吉武 勇

山口大学 正会員 中村秀明

山口大学 正会員 浜田純夫

(株)エイトコンサルタント 正会員 永井泉治

1 はじめに

温度ひび割れの可能性を正確に予測するには、まず始めに温度解析を行い、コンクリート構造物内の温度分布や履歴を正確に求めておく必要がある。断熱温度上昇特性は、温度解析結果に影響を及ぼす要因の1つであり、特に終局断熱温度上昇量は、温度解析結果に最も大きな影響を及ぼす。このため、様々な研究者によってコンクリートの断熱温度上昇特性について多種多様な測定が行われてきたが、その試験方法に統一性がないために、様々な装置で実験が行われているのが実情である。また、断熱温度上昇特性を測定する装置は総じて高価であり、一部の研究所や企業でしか保有しておらず、今後施工の多様化に対応するためには、種々の条件下での断熱温度上昇特性を建設現場で簡単に測定できることが必要であると思われる。そこで本研究では、入手の比較的容易な断熱材である発泡スチロールを型枠（以下、断熱型枠と称す）として用い、現場においても断熱温度上昇量を簡易的に推定できる方法（簡易推定方法）の確立を目的に検討を行った。

2 試験の概要

本研究で提案する試験方法は、高い断熱効果の期待できる型枠にコンクリートを打設し、そこで測定された中心部分の温度データに、事前に求められた温度降下分を随時加算することで断熱温度上昇過程の推定を行うものである（図-1、式(1)参照）。なお、この温度降下分は、内部まで均一に加温された硬化コンクリートの同型枠内における温度変化および周辺環境温度変化を測定した結果から求めた値である。

$$T_{ad}(t) = T_c(t) + \sum_0^t \{k_i(T_d) \times \Delta t\} \quad (1)$$

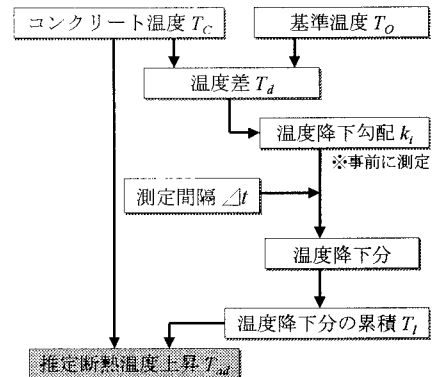


図-1 簡易断熱温度上昇推定フロー

3 実験諸元

実験で使用したセメントは普通ポルトランドセメント、高ビーライト系低発熱ポルトランドセメントおよび早強ポルトランドセメント（以下、普通、低熱、早強セメントと表す。）であり、表-1 にコンクリートの配合条件を示す。また予備実験として、試験に適当な断熱型枠の厚さを調べる目的で、厚さを 5cm～20cm と変えた型枠の断熱性試験を行い、厚さ 10cm 以上の断熱性に大差がみられない結果を得た。この結果をもとに、型枠厚 10cm とする 1 層式および 2 層式の断熱型枠（内径寸法 20×20×20cm）を作製した。

表-1 配合条件

記号	W/C %	S/a %	単位量 (kg/m ³)				混和 剤
			W	C	S	G	
O25	61.6	44.1	154	250	828	1096	1.0
O30	51.3	43.0		300	789	1094	1.2
O35	44.0	41.4		350	755	1092	1.4
L26	59.2	43.1		260	813	1115	1.0
H30	51.3	43.0		300	794	1093	1.2

4 降下温度の測定

コンクリートの熱拡散係数を測定する Glover 法に準じ、60℃に温度制御された水槽内で加温した硬化コンクリート

キーワード：マスコンクリート、断熱温度上昇量、断熱型枠、簡易推定方法、温度降下勾配

連絡先（〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2557 TEL 0836-22-9725 FAX 0836-35-9429）

リート（配合記号O30）を1層式および2層式断熱型枠に配置し、その降下温度の測定を行った。この結果より、2層式断熱型枠に比べ1層式断熱型枠における温度降下勾配が、大きくばらつくことが分かった。これは温度降下勾配を型枠の内部と外部の温度差から求めているため、変動量の大きい外気温を基準温度とする1層式がばらついたものと推察される。参考として図-2に2層式断熱型枠の温度降下勾配を示す。

5 断熱温度上昇推定結果

ここで、2層式断熱型枠内に打ち込み温度24℃で打設したコンクリート（配合記号O30）の実測の温度変化を図-3に示す。また、計測されたコンクリート試験片の温度に、先の温度降下分を随時加算を行って、推定した断熱温度上昇量の結果を図-4に示す。ただし、推定値1は温度差の算定に用いる基準温度として、外気温を使った場合であり、推定値2は基準温度として内層温度を使った場合である。なお推定値と比較するため、鈴木らの行った断熱温度上昇試験結果および式(2)に示されるコンクリート標準示方書（施工編）の推定値による断熱温度上昇量を併記する。

$$\text{断熱温度上昇量} : Q(t) = 46(1 - e^{-1.104t}) \quad (2)$$

この結果より、簡易推定方法は他の2者とほぼ同程度の温度を推定することが分かる。これは、単位セメント量の異なる配合（配合記号O25、O35）においても、同様の結果を得ることができた。

簡易推定方法の推定精度は、断熱型枠の断熱性に大きく依存しており、温度上昇量の小さいセメントでも断熱温度上昇量の推定が可能であれば、他のセメントに対しても十分に適用可能であると考えられる。そこで、断熱型枠において最も温度上昇量の小さいセメントである低熱セメント（配合記号L26）について同様の試験を行った。図-5に示される結果において、材齢2日程度までに若干の温度上昇量の遅れがみられるが、終局温度上昇量はほぼ一致していることが分かる。また、打設初期の温度上昇量が著しく、終局温度上昇量が高い早強セメント（配合記号H30）においても、比較的高い精度で推定できる結果となった。従って本研究で提案する推定方法は、発熱量が大小異なるセメントに対しても断熱温度上昇量の推定は可能であるものと考えられる。

6 結論

- ①. 断熱型枠での降下温度をコンクリート試験片温度に加算することで断熱温度上昇量の推定は可能である。
- ②. 温度上昇量が大小異なるセメントに対しても、簡易的に断熱温度上昇量は求めることができる。

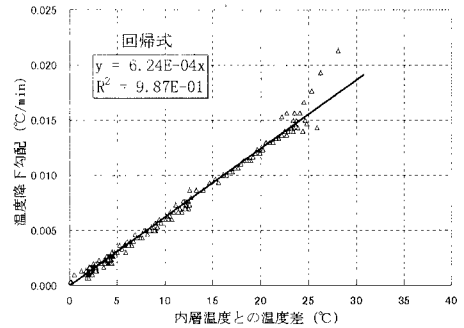


図-2 2層式断熱型枠の温度降下勾配(基準：内層温度)

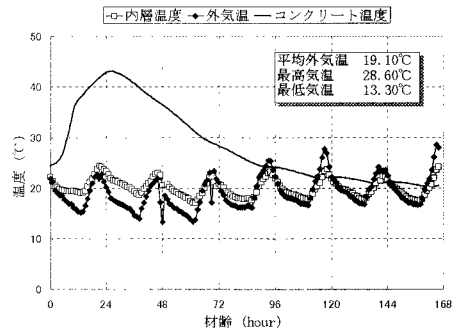


図-3 2層式断熱型枠における実測温度変化

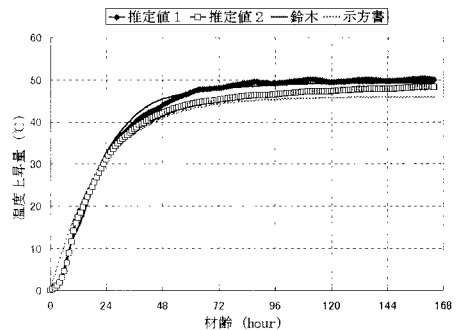


図-4 簡易試験方法による推定(配合記号O30)

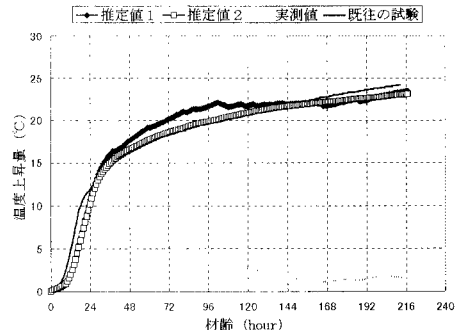


図-5 簡易試験方法による推定(配合記号L26)