

高温時におけるコンクリートの断熱温度上昇特性

(株)中研コンサルタント 正会員 ○ 長岡 誠一
 摂南大学 正会員 熊野 知司
 阪神高速道路(株) 正会員 佐々木 一則

1. はじめに

近年、日最高気温が 35℃を超える猛暑日が増加し、コンクリート温度も 35℃を超える場合も想定されている。コンクリート標準示方書では、打込み時のコンクリート温度の上限は 35℃を標準とし、この上限を超える場合にはコンクリートが所用の品質を確保できることを確かめなければならないとされている。この確認すべき項目の一つに、温度ひび割れの照査が挙げられている。

温度ひび割れの照査においては、コンクリートの断熱温度上昇特性を把握する必要があるが、コンクリート標準示方書に示されている式および標準値は 10℃～30℃の範囲で行った実験値が基になっているため¹⁾、コンクリートの打込み温度が 30℃を超える実験値を得ることを目的として試験を行った。なお、本検討は日本コンクリート工学会近畿支部「暑中コンクリート工事の現状と対策に関する調査研究専門委員会」の活動の一環として行ったものである。

2. 実験概要

試験に用いたコンクリートの使用材料を表－1に示す。なお、AE 減水剤については実際の工事を念頭に、練上がり温度 20℃では標準形を、練上がり温度が 30℃以上では遅延形を使用した。

コンクリートの配合は表－2に示す通りで、目標スランプは 8±2.5cm、目標空気量は 4.5±1.5%とした。コンクリートの目標練上がり温度は 20、30、35 および 40℃とし、断熱温度上昇試験の試験期間は 10 日間とした。

断熱温度上昇試験に用いた装置は写真－1に示すオイル循環式のもの²⁾で、試験体容器の寸法は φ300×300mm である。

表－1 コンクリートの使用材料

水(W)	大阪市 上水道水
セメント(C)	普通ポルトランドセメント (3 社混合) 密度: 3.15g/cm ³
細骨材	S1: 岐阜県揖斐川産 川砂 (表乾密度: 2.62g/cm ³) S2: 茨木砕石産 砕砂 (表乾密度: 2.65g/cm ³)
粗骨材(G)	兵庫県西島産 砕石 (密度: 2.63g/cm ³)
混和剤	A E 減水剤 (標準形、遅延形)、空気量調整剤

表－2 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					AE 減水剤 (C×%)
		W	C	S1	S2	G	
56.7	44.5	300	170	563	244	1007	1.0

3. 実験結果および考察

3. 1 フレッシュコンクリートの性状

フレッシュコンクリートの性状を表－3に示す。練上がり温度およびスランプ・空気量は目標値を満足していた。

3. 2 断熱温度上昇試験結果

コンクリートの打込み後の経過時間と断熱温度上昇量の関係を図－1に示す。コンクリートの断熱温度上昇曲線は、練上がり温度 30℃以上ではほぼ同じとなり、20℃に比べて上昇速度は速くなるものの、最高温度は若干低くなる傾向を示した。練上り温度が 30℃以上で 20℃と傾向が異なったのは、30℃以上では遅延形 AE 減水剤を使用したことが影響したと考えられる。



写真－1 断熱温度上昇試験装置

キーワード 断熱温度上昇、猛暑日、温度ひび割れ、高温時

連絡先 〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 7-1-55 (株)中研コンサルタント TEL 06-7668-2401

断熱温度上昇試験データを『2012 年制定 コンクリート標準示方書 [設計編：標準]』に記載されている断熱温度上昇特性の式 (式 1) で近似し、終局温度上昇量 Q_{∞} および温度上昇速度に関する係数 γ を求めた。

$$Q(t) = Q_{\infty} (1 - e^{-\gamma t}) \cdots \cdots \text{(式 1)}$$

$Q(t)$: 材齢 t 日における断熱温度上昇量 (°C)

その結果を表-4に示す。また、練上がり温度と終局断熱温度上昇量 Q_{∞} の関係を図-2に、練上がり温度と温度上昇に関する係数 γ の関係を図-3に、標準示方書に示されている標準値とともに示す。

終局断熱温度上昇量 Q_{∞} は、土木学会標準値に比べて 1.5 ～ 4.2°C 程度低い値となった。また、土木学会標準値では練上がり温度の上昇に伴って直線的に低下するのに対し、本試験結果では練上がり温度 20°C に比べて 30°C 以上では低下するものの、これ以上の温度では練上がり温度の影響はほとんど認められない結果となった。これは、土木学会標準値は 30°C までの実験値を用いて外挿していること、本試験では 30°C 以上では遅延形の混和剤を用いたことが影響していると考えら

れる。

一方、温度上昇に関する係数 γ は、土木学会標準値に比べて小さいものの、土木学会標準値同様に練上がり温度が高くなるほど大きくなる傾向を示した。

表-4 Q_{∞} および γ の算出結果

目標 練上がり温度 (°C)	終局断熱温度 上昇量 Q_{∞} (°C)	温度上昇速度 に関する係数 γ
20	48.75	1.074
30	45.81	1.660
35	45.33	1.732
40	45.49	1.967

温度が高くなるほど大きくなる傾向を示した。

4. まとめ

- ① 本試験の終局断熱温度上昇量 Q_{∞} は、土木学会標準値と比較すると 1.5 ～ 4.2°C 程度低い値となった。
- ② 終局断熱温度上昇量 Q_{∞} は、土木学会標準値が練上がり温度の上昇に伴って直線的に低下するのに対し、練上がり温度 20°C に比べて 30°C 以上では低下するものの、これ以上の温度では練上がり温度の影響はほとんど認められない結果となった。
- ③ 温度上昇速度に関する係数 γ は、土木学会標準値と同様に練上がり温度が高くなるほど高くなる傾向を示した。

参考文献

- 1) 嶋他：コンクリートの断熱温度上昇および強度発現の標準値の提案，コンクリート工学年次論文集，Vol.29, No.2, 2007
- 2) 鈴木他：コンクリートの断熱温度上昇試験装置に関する製造試験方法について，土木学会論文集 第 402 号／V-10, 1989

表-3 フレッシュコンクリートの性状

目標 練上がり温度 (°C)	フレッシュコンクリートの性状		
	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (°C)
20	8.5	4.5	20.5
30	8.5	4.2	30.8
35	8.5	4.1	34.5
40	7.0	4.4	40.5

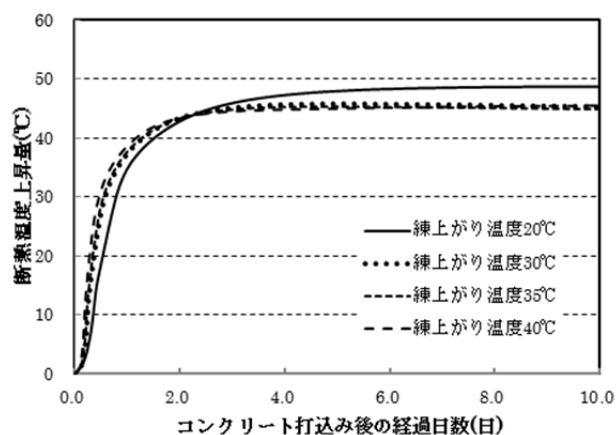


図-1 断熱温度上昇試験結果

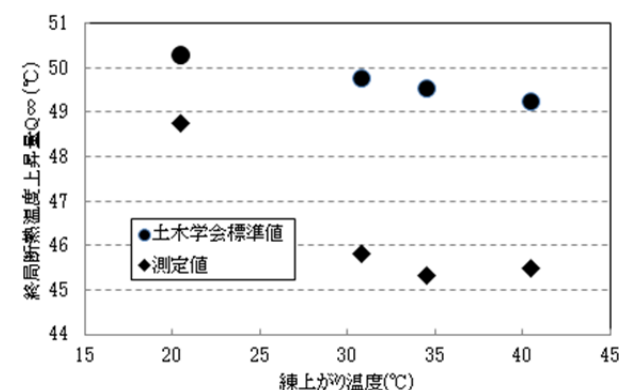


図-2 練上がり温度と Q_{∞} の関係

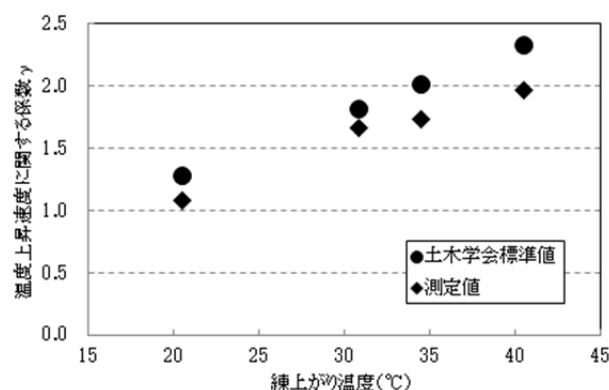


図-3 練上がり温度と γ の関係