

膨張材の添加量および温度条件の違いが膨張コンクリートの温度応力低減効果に与える影響

東亜建設工業(株) 正会員 ○網野 貴彦
 電気化学工業(株) 栖原 健太郎
 東亜建設工業(株) 正会員 羽瀧 貴士
 電気化学工業(株) 正会員 芦田 公伸

1. はじめに

マスコンクリートの温度ひび割れの制御方法として膨張材の使用がある。その標準添加量は低添加型の場合で 20kg/m^3 とされているが、条件によってはそれより少ない添加量で目標のひび割れ制御かつ低コストを達成できるケースも考えられる。しかし、膨張材添加による温度応力の低減効果はその添加量および温度条件等に依存するため¹⁾、これら要因を適切に評価できる手法の構築が必要である。そこで本稿では、基礎的な情報収集を目的に、膨張材添加量、打込み温度、温度上昇量を変化させ、膨張コンクリートの温度応力の低減効果を比較検討した。

2. 実験概要

表-1に使用材料を、表-2にコンクリート配合を示す。なお本検討では、高炉セメントB種、エトリンガイト石灰複合系膨張材(水和熱抑制タイプ)を使用し、プレーン(膨張材無添加、以下PL)、膨張材の添加量 10kg/m^3 (以下、R10)、 20kg/m^3 (以下、R20)の3ケースを比較した。

また、各ケースのコンクリート応力の比較において、JIS原案「コンクリートの水和熱による温度ひび割れ試験方法(案)」に準じた図-1に示す装置を使用した。この装置は、供試体に任意の温度履歴を与えることができ、コンクリートの長さ変化を拘束鋼管ひずみからコンクリート応力を推定するものである。なお、供試体に与えた温度変化が拘束鋼管に影響しないように、管内に温度 20°C の水を循環させ、管外周を断熱被覆した。

さらに、表-2に示した配合の供試体全てに対し、図-2に示す5種類の温度履歴を与えた。なお、これらは、打込み温度 $T_c=10, 20, 30^\circ\text{C}$ (各打込み温度に対し外気温 $5, 15, 25^\circ\text{C}$ 一定)、厚さ $80, 120, 200\text{cm}$ (温度上昇量 $\Delta T=20, 30, 40^\circ\text{C}$ に相当)の壁を想定した温度解析による壁中心部の温度履歴から設定したものである。

表-1 使用材料

項目	名称
セメント	高炉セメントB種(比重3.05, 比表面積 $3800\text{cm}^2/\text{g}$)
膨張材	エトリンガイト石灰系(比重2.86, 比表面積 $3100\text{cm}^2/\text{g}$)
細骨材	川砂(姫川水系産, 比重2.62)
粗骨材	川砂利(姫川水系産, 比重2.65, 最大寸法 25mm)
混和剤	高性能AE減水剤(ポリカルボン酸系)
水	上水道水

表-2 検討配合

ケース 名称	単位量 (kg/m^3)						圧縮強度(N/mm^2) 材齢28日(標準養生)
	水	セメント	膨張材	細骨材	粗骨材	高性能AE減水剤	
PL	168	314	0	868	947	注)	42.9
R10	168	304	10	868	947		43.2
R20	168	294	20	868	947		43.1

注) スランブ $12 \pm 2.5\text{cm}$, 空気量 $4.5 \pm 1.5\%$ となるように添加量を調整

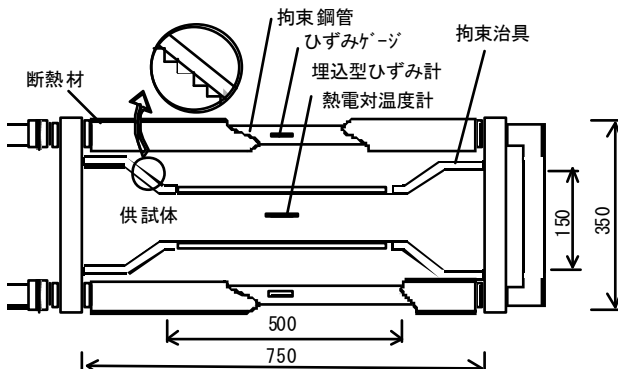


図-1 温度応力試験装置(拘束試験装置)

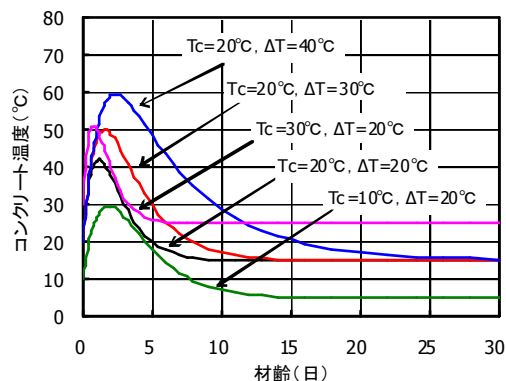


図-2 供試体に与えた温度履歴

キーワード 膨張材, 添加量, 打込み温度, 温度上昇量, 応力低減効果

連絡先

〒230-0035 横浜市鶴見区安善町1丁目3 東亜建設工業(株)技術研究開発センター TEL 045-503-3741

3. 結果および考察

図-3に、打込み温度 20℃、温度上昇量 20℃の条件における、膨張材の添加量を変化させたときの応力推移を示す。これによると、いずれのケースも材齢 7 日目以降から引張応力が一定となり、PL, R10, R20 の順でその値は小さくなった。これより、標準添加量の 20kg/m³ より少ない場合でも温度応力の低減を期待できることがわかった。

次に、最大引張応力度および PL に対する引張応力の低減量と打込み温度の関係を図-4、図-5に示す。なお、最大引張応力度とは、図-3に示したように、引張応力が一定となったときの値を、引張応力の低減量とは R10, R20 における最大引張応力度と PL のそれとの差を表している（正であるほど低減量は大きい）。図-4によると、PL では打込み温度が異なっても最大引張応力度はほぼ同じであった。これは、コンクリート標準示方書²⁾にて記されるように、図-4において、コンクリートの最高温度と外気温の差を 25℃一定の条件で比較したことによると考えられる。それに対し、図-5によると、R20 では打込み温度 10℃と 20℃の低減量はほぼ同じであったが、R10 では打込み温度が小さいほど低減量は大きくなる傾向が見られた。これより、膨張材添加による温度応力の低減量は、打込み温度に影響されることがわかった。

また、図-6、図-7に、最大引張応力度、PL に対する引張応力の低減量と温度上昇量の関係を整理した。これらによると、PL, R10, R20 とも、温度上昇量が小さいほど最大引張応力度は小さくなった。また、R10, R20 とも、温度上昇量 30℃と 40℃における低減量に違いは見られないが、温度上昇量 20℃の場合には低減量が大きくなる結果であった。これより、膨張材添加による温度応力の低減量は、温度上昇量にも影響されることがわかった。

4. まとめ

標準より少ない膨張材の添加量であっても、温度応力を低減できることがわかった。ただし、最適な膨張材の添加量を設定するには、打込み温度、温度上昇量（部材厚さ等の影響）など、部材寸法、施工時期等の条件を適切に考慮できる評価手法の構築が必要であることがわかった。

参考文献

- 1) 三谷ら：マス養生温度履歴下における膨張コンクリートの応力評価手法，コンクリート工学年次論文集，Vol.28, No.1, pp.1295-1300, 2005.6
- 2) 土木学会：2007 年制定 コンクリート標準示方書 設計編，p.182, 2007.3

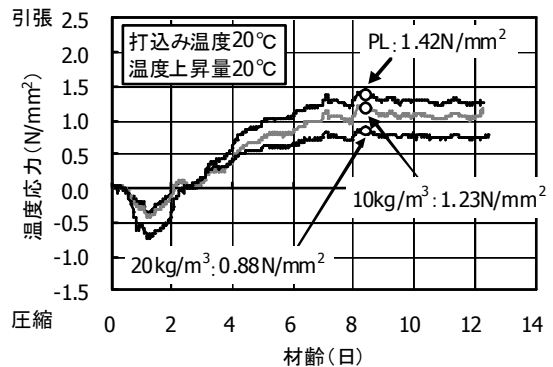


図-3 コンクリート応力の代表例

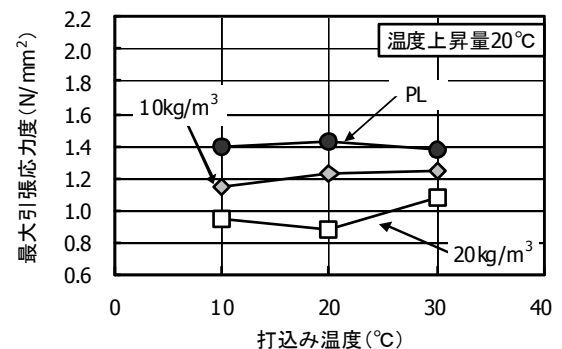


図-4 最大引張応力度と打込み温度の関係

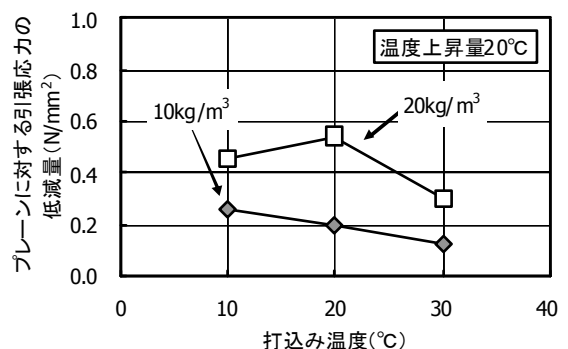


図-5 引張応力低減量と打込み温度の関係

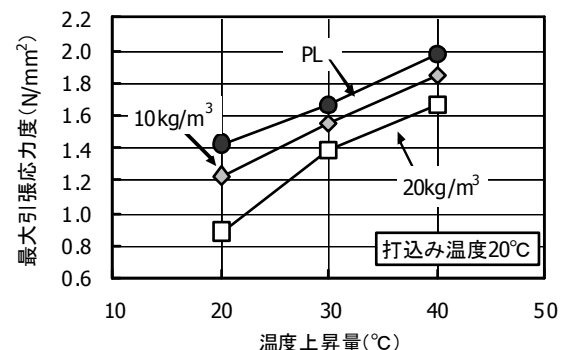


図-6 最大引張応力度と温度上昇量の関係

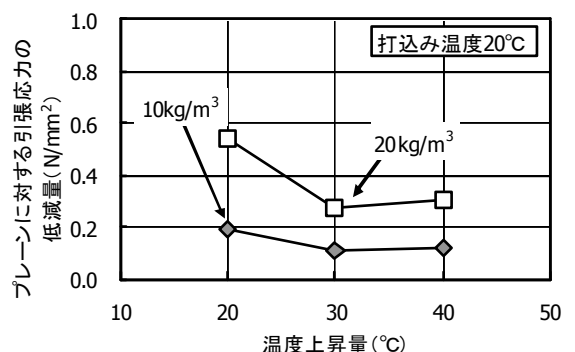


図-7 引張応力低減量と温度上昇量の関係