

V-148

分離低減剤を使用した超流動化コンクリートの温度応力特性

東急建設（株）技術研究所 正会員 ○ 大橋潤一
 東急建設（株）技術研究所 正会員 前田強司
 東急建設（株）技術研究所 正会員 瀬野康弘

1. はじめに

締固め不要コンクリートは、2成分、3成分のセメントを使用したタイプとセルローズ系等の分離低減剤を使用したタイプに大きく分類される。2成分、3成分系のセメントを用いた締固め不要コンクリートは、水和発熱による温度ひび割れ抑制などのコンクリートの諸機能を改善する効果があることから、大型プロジェクト工事で採用されている。セルローズ系の分離低減剤を使用した超流動化コンクリートは、新たに加える結合材が少量であることから、市中プラントでの製造が比較的容易である。

本報告では、ボックスカルバート側壁へ超流動化コンクリートを適用した時の温度応力の検討結果を報告する。

2. 検討概要

2. 1 対象構造物

温度応力の検討は、図-1に示す壁厚0.8m、高さ4.0m、スパン20.0mのボックスカルバート側壁で実施した。側壁の打込みは底板の打込み終了後28日、コンクリートの打込み温度、外気温は20.0℃とした。

2. 2 コンクリートの種類

検討したコンクリートは、表-1に示す呼び強度240kgf/cm² スランプ15±2.5cmの配合にフライアッシュとセルローズ系の分離低減剤を加えて製造した超流動化コンクリート（以下、HSC）、3成分系のセメント（MBF）を使用した締固め不要コンクリートおよび呼び強度240kgf/cm²、スランプ8±2.5cmの高炉セメントB種（BB）と普通ポルトランドセメント（OPC）の4種類のコンクリートである。

2. 3 熱特性値

断熱特性を表-3に示す。HSCとMBFは空気循環式の断熱温度上昇試験装置により測定し、BBとOPCの断熱特性値は、それぞれの単位結合材量を、300 kg/m³、280 kg/m³として算出した〔1〕。

コンクリートの比熱は、いずれのコンクリートも0.22kcal/kg・℃、熱伝導率は、0.023kcal/cm・℃とした。

図-2に示すHSCとMBFの断熱温度上昇試験結果より、HSCは8時間、MBFは12時間まで初期の凝結遅延によるゆるやかな温度上昇（HSCは5.0℃とMBFは4.5℃）が認められ、その後は一般的なコンクリートと同様の温度上昇を示した。

HSCの断熱温度上昇量は、他のコンクリートより若干小さく45℃であった。MBFの断熱温度上昇量は47.6℃であり、結合材が多い（493kg/m³）コンクリートとしては小さい値を示し、単位セメント量300kg/m³のBB、単位セメント量280kg/m³のOPCの断熱特性の終局値（K）と同等であった。

3. 検討結果および考察

温度解析は二次元有限要素法、応力解析はCompensation Plane法により行った。

図-3に示す各配合の側壁中心部の温度履歴によると、コンクリートの温度上昇

表-1 コンクリートの配合

配合	W/P (%)	s/a (%)	スラッ プロ (cm)	空気量 (%)	単 位 量 (Kg/m ³)								
					W	C	F	S	G	高性能 AE減水剤	高性能 減水剤	高性能 AE減水剤	分離低減剤
HSC	52.2	47.0	65±5.0	4.5±1.5	170	286	40	862	970	2.86	11.4		0.36
MBF	34.5	51.0	65±5.0	4.5±1.5	170	493		808	807			7.88	

HSCのF（フライアッシュ）は外割配合、1m³当たりの(C+F)=320kg

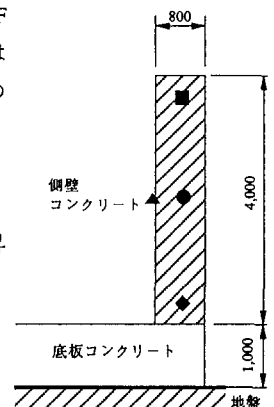


図-1 検討モデル

表-2 使用材料

使用材料	種 類	特 性
セメント	OPC：普通ポルトランド	比重=3.15, 比表面積=3,340
	MBF：三成分系低熱型セメント	比重=2.85, 比表面積=3,630 中磨熱 β ：高磨 α ：微粉末：73：17：10 40：20
混和材	フライアッシュ	比重=2.25, 比表面積=2,960
細骨材	混合砂 相模川水系川砂：90%	比重=2.57, FM=2.94
	千葉県君津山砂：10%	
粗骨材	八王子美山	比重=2.57, FM=6.73
混和剤	AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物 比重=1.25
	高性能減水剤	高純合トリアジン化合物 比重=1.13
	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系 比重=1.05
	分離低減剤	水溶性セルローズエーテル 2%水溶液粘度=10,000cPs

量はMBFが30℃, HSCが27℃, BB, OPCは24℃であった。

HSCの最高温度に達するまでの時間は、30時間となり、MBF, BB, OPCの36時間より早くなった。

これは、HSCの初期の温度上昇の遅れ（6時間）がMBFより少なくまた、普通ポルトランドセメントをベースとした結合材が1m³当たり320kgとBB, OPCの結合材量より多いことによると考えられる。

側壁中心部の引張応力の最大値は、図-4に示すように各コンクリートとも16.5～17.5kgf/cm²の範囲であった。

引張強度から算定したひび割れ指数は、いずれのコンクリートも1.4前後になり大きな差はみられなかった。

4. おわりに

セルローズ系の分離低減剤を使用した結合材量の少ないHSCと3成分系の低発熱性の結合材を多く使用したタイプの締固め不要コンクリートを適用したときの温度応力特性を、従来から使用されているコンクリートと比較検討した結果、以下のことが得られた。

- 1) 高スランプの締固め不要コンクリートの断熱温度上昇は、練混ぜ後6～12時間の初期に凝結遅延によるゆるやかな温度上昇傾向が認められることから、遅延剤を用いたコンクリートに近い断熱温度上昇曲線を示す〔2〕。
- 2) 締固め不要コンクリートを一般的な壁状構造物に適用する場合は、従来のコンクリートと同様の温度ひび割れに対する配慮が必要である。
- 3) セルローズ系の分離低減剤を使用した超流動化コンクリート（HSC）は、製造が比較の容易なことから、一般的な壁状構造物への適用が可能である。

参考文献

- 〔1〕 鈴木康範・原田修輔・前川宏一・辻良幸和：新試験装置によるコンクリートの断熱温度上昇量の定量化，土木学会論文集 第396号/V-9 pp.109～117, 1988.8
- 〔2〕 平賀友晃・倉林清：コンクリートの断熱温度上昇特性に関する既往の研究成果について，マスコンクリートの温度応力発生メカニズムに関するコロキウム論文集, pp.1～6, 1982.10

表-3 熱特性値

コンクリートの種類			断 熱 特 性			
時号	結合材	単位結合材量 (kg/m ³)	終局値 K (℃)	定数		温度上昇の遅れを示す定数 to (日)
				α	β	
HSC	OPC	320	45.0	1.42*	1.00	0.33
MBF	MBF	493	47.6	1.34*	1.35	0.50
BB	BB	300	47.4	0.94	1.29	—
OPC	OPC	280	46.3	0.99	1.38	—

* 材令to日以後の温度上昇速度に関する定数

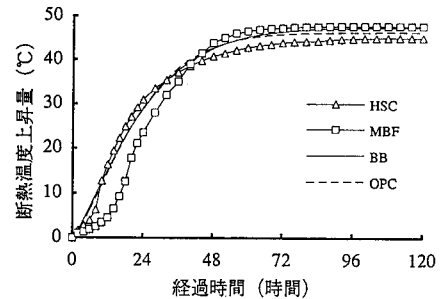


図-2 断熱温度上昇試験結果

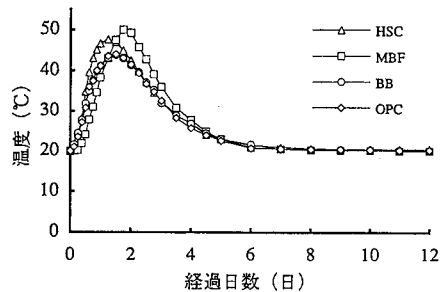


図-3 温度履歴

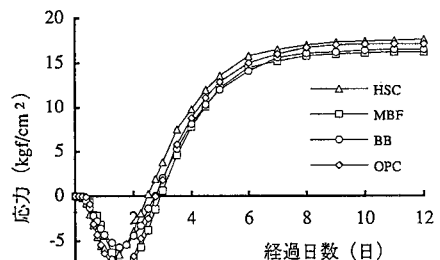


図-4 応力履歴