

V-138

超低発熱型セメントを用いたコンクリートの基礎的性状

九州電力(株) 正会員 平野利光
九州電力(株) 正会員 杉田英明
西日本技術開発(株) 正会員 永松武教

1. まえがき

コンクリートの温度ひびわれの抑制対策としては、コンクリートの温度上昇量を小さくすることが基本的なものと考えられ、従来から多くの工事で取り入れられている。最近では、中庸熱ポルトランドセメントにフライアッシュや高炉スラグ微粉末を混合した三成分系セメントの開発も行われており、断熱温度上昇量の大幅な低減等が明らかにされている。

本実験は、三成分系の低発熱型セメント 3 種と普通ポルトランドセメント 1 種を用いたコンクリートの熱特性、強度特性、変形特性及び耐久性等の基礎的性状を把握する目的で行ったものであり、本報告では、このうちの熱特性(断熱温度上昇量)、強度特性(圧縮強度)について述べるものである。

2. 実験概要

(1) 使用材料

本実験に使用した材料は、セメント 4種、細骨材 2種(粗粒と細粒の海砂)、粗骨材 1種(玄武岩碎石20 ~ 5mm)とした。セメントは、普通ポルトランドセメント(N)、中庸熱ポルトランドセメント+フライアッシュ+高炉スラグ微粉末(MFB)、超低発熱型セメント 2種(HLA、HLO)の 4種である。

(2) 配合条件

コンクリートの配合は、表-1に示すように、4種のセメントについてそれぞれ水セメント比を50、55、60%に変化させ、練り上がり温度が20℃の場合を基本としたが、水セメント比55%の配合についてのみ、寒中、暑中コンクリート(練り上がり温度を 8℃と35℃)を考慮し、合計20配合とした。なお、コンクリートの目標スランブは、ベースコンクリートを7cm、流動化後を12cm、目標空気量を4%とした。

(3) 実験方法

コンクリートの練り混ぜには、180ℓ練りの可傾式ミキサを使用し、1回当りの練り混ぜ量を120ℓとした。断熱温度上昇試験は、コンクリートをブリキ製容器(φ40×H40cm)に詰めて密封した後、ただちに断熱温度上昇測定装置(空気循環式)にセットし、コンクリートの温度上昇がほぼ安定するまでの7日間測定した。

圧縮強度試験は鋼製型枠(φ10×H20cm)を用いて供試体を製作し、養生方法は図-3に示すように標準水中養生、断熱温度上昇と同じ温度履歴を受けるもの及び断熱温度履歴後の気中封かんと水中養生の 4条件に区分した。断熱温度履歴は、鋼製型枠にコンクリートを詰めた後、ただちにブリキ製容器に入れて密封し、断熱温度に追従可能な可変恒温恒湿室内で養生した。圧縮強度試験材令は、図中の▼印で表示している合計10材令とした。

3. 実験結果

(1) 断熱温度上昇試験結果

単位セメント量と断熱温度上昇量の関係を図-1に示す。

表-1 配合条件

セメントの種類 (配合名)	目標の練り上がり温度 (℃)	水・セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)						
				セメント				骨 材		
				水	W	C	S	G	流 和 材	
									高炉スラグ微粉末	フライアッシュ
									M	M F A
普通ポルトランドセメント (N配合)	20	50	44.0	153	306	797	1102	—	—	—
	8		44.0	151	275	810	1120	—	—	—
	20	55	44.0	151	275	810	1120	—	—	—
	35		44.0	151	275	810	1120	—	—	—
中庸熱ポルトランドセメント+フライアッシュ+高炉スラグ微粉末(MFB配合)	20	60	45.5	159	265	832	1082	—	—	—
	20	50	44.0	138	83	815	1126	138	55	—
	8		44.0	136	74	827	1144	124	49	—
	20	55	44.0	136	74	827	1144	124	49	—
超低発熱型セメント (HLA配合)	35		44.0	136	74	827	1144	124	49	—
	20	60	45.5	142	71	853	1110	119	47	—
	20	50	46.0	149	298	826	1054	—	—	—
	8		47.0	150	273	853	1046	—	—	—
超低発熱型セメント (HLO配合)	20	55	47.0	150	273	853	1046	—	—	—
	35		47.0	150	273	853	1046	—	—	—
	20	60	47.5	151	252	871	1046	—	—	—
	20	50	46.0	149	298	822	1050	—	—	—
超低発熱型セメント (HLO配合)	8		47.0	150	273	851	1042	—	—	—
	20	55	47.0	150	273	851	1042	—	—	—
	35		47.0	150	273	851	1042	—	—	—
	20	60	47.5	151	252	867	1042	—	—	—

この図より、同一単位セメント量における温度上昇量は、N配合が最も大きく、以下 MFB, HLA, HLO 配合の順となり、低発熱型セメントが発熱抑制効果に優れていることを示している。さらに、HLA, HLO 配合は、N配合に比べて、温度上昇量／単位セメント量の増加割合が小さく、単位セメント量が250～300kg/m³では3℃程度の温度上昇に過ぎない。

また、図-2は練り上がり温度と、断熱温度上昇量を加算した累加断熱温度上昇量の関係を示したもので、超低発熱型セメント2種の累加断熱温度上昇量は、N配合に比べて練り上がり温度が8～35℃間で20～30℃の低減が図れる。

(2) 圧縮強度試験結果

試験材令をパラメータとしてセメント種別毎の練り上がり温度と圧縮強度の関係を図-4に示す。この図より、超低発熱型セメントのHLA, HLO配合はN配合に比べて、絶対強度が低く、かついずれの練り上がり温度においても長期強度の伸びが小さい。しかし、温度履歴養生での練り上がり温度の変化による強度の差異が小さいこともわかる。

4. まとめ

超低発熱型セメント 2種を用いたコンクリートは、断熱温度上昇量が大幅に低減されるが初期強度が低くまた長期強度の伸びも小さい。本報告には記述していないが、単位水量や乾燥収縮の減少に優れていることが確認された。これらのセメントは、まだ開発途上のものであり、今後さらに品質の向上が望めるものと考えられる。本実験結果がそれらの品質向上の技術資料として役立てば幸いである。

<参考文献>

- 1) 金沢, 二宮, 十河, 新開: 超低発熱型セメントの橋梁マスコンクリート構造物への適用性 (コンクリート工学 VOL.290, NO.5 1989)
- 2) 杉田, 平野, 永松, 熊谷: 超低発熱型セメントを用いたコンクリートの諸性状 (コンクリート工学年次論文報告集 VOL.12 1990)

養生材令		37日	28日	91日
養生条件	標準水中	▲	▲	▲
	温度履歴	▲	▲	▲
	気中	▲	▲	▲
	温度履歴養生後	▲	▲	▲
養生条件	水中	▲	▲	▲
	気中	▲	▲	▲

図-3 養生条件

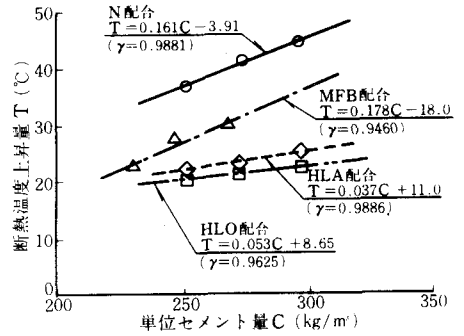


図-1 単位セメント量と断熱温度上昇量の関係

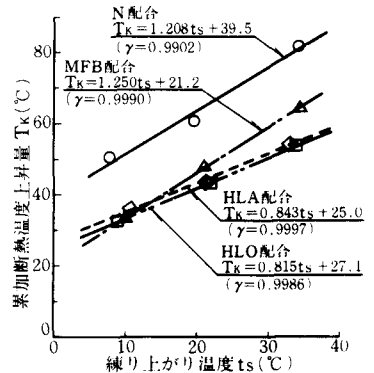


図-2 練り上がり温度と累加断熱温度上昇量の関係

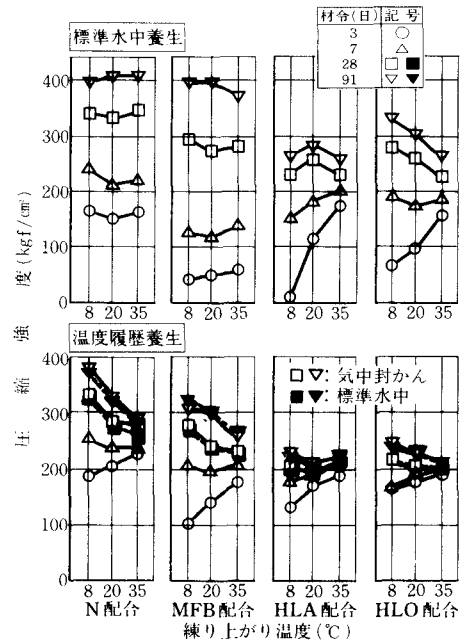


図-4 練り上がり温度と圧縮強度の関係