

超低発熱形セメントコンクリートの 長期（材令1年）性状

新日鐵化学㈱高炉セメント技術センター 正会員 ○ 檀 康弘

同 上 富沢年道

同 上 正会員 近田孝夫

1、まえがき：温度ひびわれ抑制を目的として、水和熱の低減効果がある高粉末度(6000cm²/g程度)の高炉スラグ微粉末（以下Esと称する）を普通ポルトランドセメントに85%置換した2成分系の超低発熱形セメント（以下SLHC）を用いて実構造物を施工した¹⁾。この施工に用いた生コンクリートを採取して温度上昇測定用のブロックを作成したが、温度上昇測定後にブロックを屋外に放置し暴露試験を行っている。今回材令1年の試験を行ったのでここに報告する。

表-1 化学成分 (%)

2、実験概要：

(1) 使用したセメント (SLHC、BB) の化学成分および物理試験結果を表一

	ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
SLHC	0.6	31.0	12.8	0.9	45.4	5.6	2.0
BB	1.8	26.6	9.8	1.6	52.4	4.0	2.0

表-2 物理試験結果

1および2に示す。

細骨材は比重2.56、粗粒率2.53の福岡県大島産と藍島産

セメント	比重	比表面積 (cm ² /g)	凝 結 試 験			圧 縮 強 さ (kgf/cm ²)				水 和 熱 (cal/g)	
			水量 (%)	始発 h-m	終結 h-m	3日	7日	28日	91日	7日	28日
SLHC	2.93	5780	32.0	3-30	5-45	139	229	366	435	34.9	43.3
BB	3.02	3850	29.7	2-34	3-47	132	220	427	570	61.8	80.1

の海砂を用い、粗骨材は最大寸法20mmで比重2.56、粗粒率2.53の北九州産碎石を用いた。混和剤はA E減水剤(標準形)を用いた。

(2) ブロック制作概要：実際の施工に供したコンクリートを、厚さ30cmの発泡スチロールで内張りした型枠中に1×1×1mのブロックを打ち込んだ。ブロックは温度上昇測定後、材令7日にて脱型し屋外に放置した。

(3) コンクリートの配合および養生条件：配合条件は、設計基準強度が 210kgf/cm² で、目標スランプ12

表-3 コンクリートの配合およびフレッシュコンクリートの性状

セメント	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					スランプ (cm)	空気量 (%)	フリースキン 率 (%)	打込み 温度 (%)
			W	C	S	G	混 和 剤				
SLHC	59.6	46.4	155	260	850	1037	C x0.25%	10.5	3.0	2.12	27.5
BB	56.0	45.6	164	290	817	1026	C x0.25%	11.0	3.7	4.34	27.0

±2cm、空気量4±1%とした。配合およびフレッシュコンクリートの性状を表-3に示す。また供試体の養生は標準養生と現場水中養生とし、打込みは1990年6月中旬に行った。このブロックの温度上昇試験結果を図-1に示す。最高温度上昇は同一セメント量に換算した場合SLHCがBBより約30%小さいと推定された。

3、実験項目：材令1年で行った試験項目は以下に示す通りです。

- (1) 供試体(φ10×20)による圧縮強度・静弾性係数
- (2) ブロックの表面の劣化状況の観察：ブロック前面に4点の評点を打込み、この評点から表面までの距離を測定し劣化深さとした。
- (3) ブロックより鉛直方向に φ10×100のコアを採取し、中性化(フェノールフタレイン塗布)、圧縮強度試験を実施した。

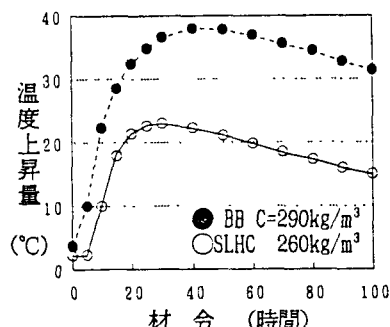


図-1 ブロックの温度上昇試験結果

表-4 圧縮強度および静弾性係数試験結果

セメント	養生方法	圧 縮 強 度 (kgf/cm ²)						静 弾 性 係 数 (x10 ⁵ kgf/cm ²)					
		1日	3日	7日	28日	91日	1年	1日	3日	7日	28日	91日	1年
SLHC	現場水中	57.5	157	190	234	280	315	1.55	2.63	2.99	3.13	3.42	3.60
	標準	----	114	178	244	295	360	----	2.06	2.68	3.26	3.45	3.74
BB	現場水中	45.5	153	227	303	366	393	1.07	2.15	2.72	3.45	3.66	3.79
	標準	----	113	195	308	399	436	----	1.89	2.48	3.25	3.69	3.71

4、実験結果

(1) 材令1年までの圧縮強度と静弾性係数試験結果を表-4に示す。また材令と圧縮強度の関係を図-1に示す。

表-4より、材令1年においてSLHCはBBよりも、標準養生で76kgf/cm²、現場水中養生で78kgf/cm²小さくなった。これはSLHCがBBと比較してW/Cが大ききことと、SLHCの7日~28日の強度増進がBBより標準養生で47kgf/cm²、現場水中養生で32kgf/cm²小さいことが影響していると考えられる。しかし養生にかかわらず、材令1年でもSLHCコンクリートの強度が増進することが確認された。

(2) ブロック表面は脱型時にはSLHCがBBと比較してスラグの特色である青色が濃くなっていたが、その他に特に異なる特徴は認められなかった。材令1年の観察でも特に表面状態に違いは認められず、劣化深さも確認できなかった。

(3) 材令1年の中性化深さはコアの円周方向に10点測定した平均値で、SLHCが6.5mm(最大8.5mm、最小5.0mm)BBが4.0mm(最大6.0mm、最小3.0mm)であった。スラグ置換率の多いSLHCにおいてやや中性化が進行している。また両者とも中性化がやや大きい値となっているが、これはコア採取が鉛直方向で中性化測定面がブロック上面となり、ブリージング等の影響で最も組織が粗い面を測定しているためと考えられる。

材令56日と1年のコアによる圧縮強度試験結果を表-5に示す。コアでは材令56日から1年でSLHCで19kgf/cm²、BBで25kgf/cm²の増進となっている。一方現場水中養生の供試体の場合、材令91日から1年でSLHCが35kgf/cm²、BBが30kgf/cm²の強度増進がある。これからするとややコアの方が強度増進が小さくなっている。これは材令初期の段階で断熱状態となり、ブロックが高温となったことで長期強度が伸び難くなったことも1つの要因であると考えられる

5、まとめ

高炉スラグ微粉末を多量に用いた超低発熱形のセメントにより、材令1年までの試験を行った。その結果超低発熱形セメントは高炉セメントB種と比較して、材令28日程度の強度の増進は小さいが91日以降も順調に強度が増進することが確認できた。

今後ますます低発熱や耐久性の要求は厳しくなると考えられるが、その中で高炉スラグ微粉末は有効な材料であると考えられる。しかし、特に高粉末度や高置換のセメントについては、今後も耐久性をはじめとする長期性状の把握や、発熱性状と強度発現性の関係などを確認していく必要がある。

1) 檀, 近田, 永浜, 富沢; 超低発熱形セメントを用いたマスコクリートの温度履歴, コクリート工学年次論文報告集, 第13巻, 第1号, pp807~812, 1991.

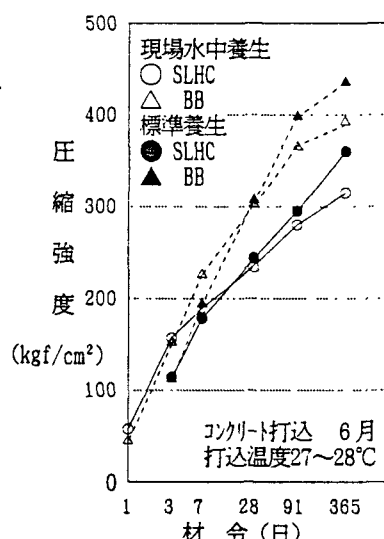


図-2 圧縮強度試験結果

表-5 コア試験結果

セメント	圧 縮 強 度 (kgf/cm ²)		静 弾 性 係 数 (x10 ⁵ kgf/cm ²)	
	56日	1年	56日	1年
SLHC	286	305	2.76	3.05
BB	324	349	2.58	3.20