

V-492

ビーライトを高含有した低熱コンクリートの 耐久性に及ぼす養生期間の影響

大林組技術研究所 正会員 竹田 宣典

大林組技術研究所 正会員 栗原 正美

大林組技術研究所 正会員 十河 茂幸

1. まえがき

マスコンクリートの温度ひび割れを抑制する一方法として、セメントの化学組成のうちビーライトを多く含む低熱ポルトランドセメントが一部実用に供されている。低熱ポルトランドセメントは、セメントの水和熱を低減し、かつ水和反応速度を遅らせることが目的であり、高炉スラグや、フライアッシュを混合することによってさらに低発熱にすることが考えられる。これらのセメントを用いたコンクリートは、発熱を抑える反面、強度発現も遅れるため、湿潤養生を長くとることが必要と考えられるが、養生の程度がコンクリートの耐久性に及ぼす影響についての報告はほとんどない。本報告では、湿潤養生期間がコンクリートの中性化速さ、遮塩性に及ぼす影響について述べる。

2. 実験概要

2.1 使用材料

ビーライト (C_2S) の含有量が約53%の低熱ポルトランドセメント（以下、LCと略記； C_3A :2.5%， C_2S :26.3%， C_4AF :13.1%，比重3.24，比表面積 $3,040\text{cm}^2/\text{g}$ ）に対し、混和材として、高炉スラグ (S_g と略記；比重2.90，比表面積 $6,000\text{cm}^2/\text{g}$)、フライアッシュ (FA と略記；比重2.28，比表面積 $3,890\text{cm}^2/\text{g}$) を用い、表-1に示す低熱ポルト系混合セメントを試作した。なお、比較のため、市販の高炉セメントB種

表-1 供試セメントの種類

セメントの種類	略 号	混合比率(%)		
		C	Sg	FA
低熱ポルトランド	LC	100	0	0
低 熱 ポ ル ト 系	LS60	40	60	0
二成分混合セメント	LS70	30	70	0
低 熱 ポ ル ト 系	LS50F10	40	50	10
三成分混合セメント	LS40F20	40	40	20
高炉セメントB種	BB	58	42	0

C：セメント，Sg：高炉スラグ，FA：フライアッシュ

表-2 配合およびコンクリート圧縮強度

（比重3.04，比表面積 $3,890\text{cm}^2/\text{g}$ ）

についても試験に供した。細骨材は木更津産陸砂（比重2.61，吸水率1.97%，粗粒率2.69），粗骨材は青梅産碎石（比重2.64，粗粒率6.68，最大寸法20mm）を用いた。

2.2 配合およびコンクリート強度

目標スランプは $12 \pm 2.5\text{cm}$ ，目標空気量は $4 \pm 0.5\%$ ，単位水量 $165\text{kg}/\text{m}^3$ ，単位結合材量 $300\text{kg}/\text{m}^3$ と全配合一定とし、高性能AE減水剤の添加量によりスランプを調整した。配合およびコンクリートの圧縮強度を表-2に示す。

2.3 養生方法および試験内容

2.3 養生方法および試験内容

供試体は製造後翌日脱型し、その後水中養生（脱型後材齢3日，7日，14日迄）を行ったのち、気中放置（ 20°C ，60%RH）したもの

と、脱型後直ちに気中養生および標準養生を行ったものについて耐久性に関する試験を開始した。中性化促進試験および人工海水浸透試験の方法は、表-3に示す通りである。

セメントの種類	W/P (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m^3)							圧縮強度 (kgf/cm^2)		
			W	C	Sg	FA	S	G	SPA*	7 日	28 日	9 1 日
LC	55	47	165	300	0	0	862	983	0.90	69	289	416
LS60	55	47	165	120	180	0	854	974	1.65	133	291	416
LS70	55	47	165	90	210	0	852	972	1.65	105	253	365
LS50F10	55	47	165	120	150	30	850	970	1.50	83	254	356
LS40F20	55	47	165	120	120	60	847	966	1.50	70	213	342
BB	55	47	165	174	126	0	854	974	1.80	137	342	423

P=C+Sg+FA，*SPA：高性能AE減水剤（ポリカルボン酸系）

表-3 試験項目および方法

試験項目	試験方法
中性化促進試験	・角柱供試体（ $100 \times 100 \times 200\text{mm}$ ），試験材齢28日 ・ CO_2 濃度 5%，温度 30°C ，湿度55%の室内に4週間放置後、割裂し、フェノールフタレイン液の変色域を測定
人工海水浸透試験	・角柱供試体（ $100 \times 100 \times 200\text{mm}$ ），試験材齢28日 ・ Cl^- 濃度 1.8%の人工海水に8週間浸漬後、割裂し、フルオレセインナトリウム液の変色域を測定

3. 実験結果および考察

3.1 水中養生期間と中性化深さ

脱型後の水中養生の期間を変えた各種低熱コンクリートの促進4週間における中性化深さと水中養生期間との関係を図-1に示す。いずれのセメントとも水中養生期間が長い程、中性化深さは小さくなる傾向にあるが、材齢7日以上水中養生を行った場合の変化は小さい。

セメント種類の違いに着目すると、強度発現の遅いセメントほど養生期間の影響を受けやすい傾向があることが認められる。また、高炉スラグやフライアッシュなどの混和材を多く含む場合は相対的に中性化深さが大きい。LCは脱型後2日以上水中養生を行うと、高炉セメントB種とほぼ同等の中性化深さとなる。

試験に供した低熱コンクリートの材齢28日における圧縮強度と中性化深さの関係を図-2に示す。セメントの種類により中性化の程度は異なるが、いずれの低熱セメントにおいても、強度と中性化深さの関係には高炉セメントB種を用いたコンクリートと同様に、高い相関性が認められる。

3.2 水中養生期間と塩分浸透深さ

各種の低熱コンクリートの8週間の人工海水浸透試験による塩分浸透深さを図-3に示す。いずれのセメントの場合も水中養生の期間が短いほど塩分浸透深さが大きい。養生期間の影響よりセメント種別の影響の方が大きい傾向にある。セメントの種類の差を比較すると、高炉スラグの混合率が多いセメントを用いたコンクリートの方が、総じて塩分浸透深さが小さくなる傾向にある。

試験に供した材齢28日における圧縮強度と塩分浸透深さの関係をみると、図-4に示すように、いずれの低熱セメントの場合も強度と塩分浸透深さの相関性は小さい。

4. まとめ

以上の結果、次のことが明らかとなった。

- (1) 強度発現の比較的遅い低熱ポルトランドセメントは、十分に強度発現した場合、中性化は抑制できる。また、高炉スラグ、フライアッシュを混合した場合は材齢7日以上湿潤養生期間をとることが必要と思われる。
- (2) 塩分浸透に対する抵抗性が高炉スラグの混入によって向上することは、低熱ポルト系混合セメントにおいても同様であるが、湿潤養生期間を長くすることは、さらに塩分浸透を小さくすることに効果的である。

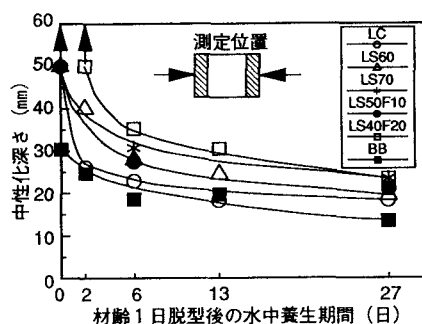


図-1 水中養生期間と中性化深さの関係

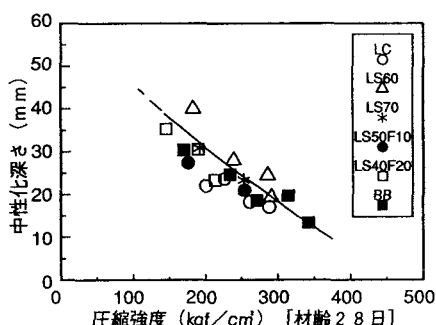


図-2 圧縮強度と中性化深さの関係

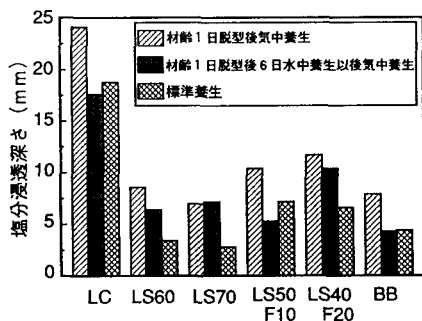


図-3 水中養生期間と塩分浸透深さの関係

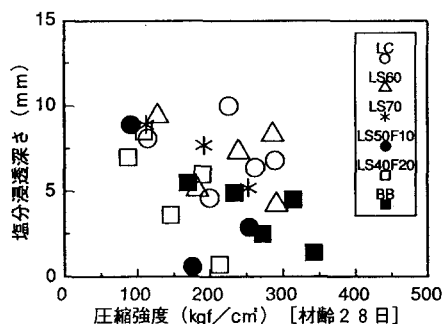


図-4 圧縮強度と塩分浸透深さの関係