

ビーライト系セメントに及ぼす高炉スラグ微粉末の影響

三菱マテリアル(株) セメント開発センター 正・平田 久則 正・小島 利広
三菱マテリアル(株) セメント開発センター 久芳 昭二 椎木 鉄平

1. はじめに

近年、マスコン用超低熱セメントとして、セメント鉱物組成中のビーライトの含有量を増やし、セメント自体の発熱を抑えたビーライト系セメントが開発されている。このビーライト系の超低熱セメントは、中腐熱ポルトランドセメントと比べ断熱温度上昇の終局値を10℃程度低下できるが、初期材齢時の強度発現性、耐久性など考慮すべき点が多くある¹⁾。二成分・三成分系超低熱セメントにおいて高炉スラグ微粉末を混和材として用いた文献^{1, 2, 3)}は多々あるが、本報告は、ビーライト系セメントに、高炉スラグ微粉末を添加した場合の高炉スラグ微粉末の混合割合や粉末度、及びセメントのSO₃量がコンクリートの諸性状に与える影響を調査したものである。

表1 使用材料の化学分析結果

試料名	化 学 組 成 (%)						
	ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
L	0.9	25.6	3.9	3.7	62.2	1.0	2.0
スラグ	-	33.3	13.2	0.4	42.0	8.4	-

2. 実験概要

2.1 使用材料

ビーライト系セメント(以下Lと略称)は、SO₃量を2.0%と7.0%とした2種類、高炉スラ

グ微粉末(以下スラグと略称)は粉末度、4000, 6000cm²/g及び8000cm²/gの3種類を用い、表1に化学分析値を示す。細骨材は海砂で、比重2.54、吸水率1.66%、粗粒率2.21、粗骨材は2005砕石で、比重2.73、吸水率0.69%、粗粒率6.81を用いた。混和剤はAE減水剤を用い、セメント量に対し0.25%を添加した。

2.2 配合

配合条件は、単位セメント量280 kg/m³、目標スランプ12±2.5cm、目標空気量4±1%及びコンクリート練上り温度を20±1℃とした。

2.3 試験項目

試験項目は、スランプ、空気量、ブリーディング、凝結、強度及び断熱温度上昇の各種である。

3. 試験結果

3.1 ブリーディング及び凝結時間

(1) ブリーディング

図1, 2に示すように、スラグの混合割合が増加したり、粉末度が大きくなった場合は、ブリーディング率は小さくなる傾向を示す。ブリーディングの終了時間に及ぼすスラグの影響は小さい。

(2) 凝結試験

図3, 4に示すように、スラグ混

合割合の増加に伴い、始発時間及び終結時間は遅延する傾向を示す。スラグの粉末度の影響は小さい。また、SO₃量が少ない程、終結時間がやや遅延する。

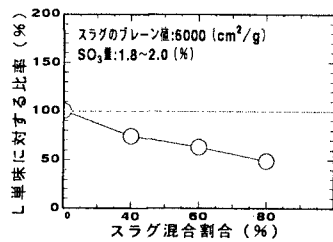


図1 スラグの混合割合とブリーディング

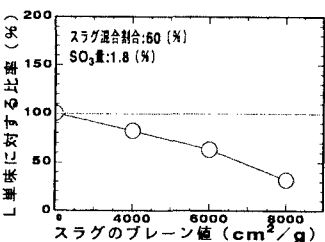


図2 スラグの粉末度とブリーディング

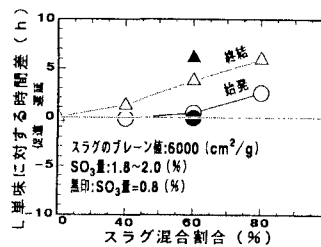


図3 スラグの混合割合と凝結時間

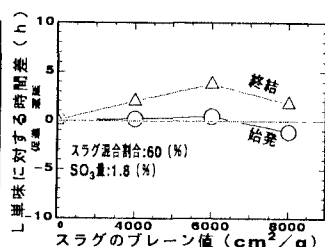


図4 スラグの粉末度と凝結時間

3.2 強度

図5, 6に示すように, スラグを混合することで, 初期強度の発現が大幅に増加する。しかし, 長期強度は, 混合割合を60%と80%したものがスラグ無添加を下回る。また, スラグの粉末度が高い程, 初期強度の発現は大きくなる。これより, 初期強度はスラグが, また, 長期強度はLの影響が大きいことが窺える。また, SO_3 量の影響をスラグの粉末度6000 cm^2/g でみると, 初期強度は SO_3 量が多い方が大きい, 長期強度は逆転する。

3.3 断熱温度上昇量

断熱温度上昇試験結果を $Q(t) = Q_{\infty}(1 - e^{-\gamma t})$ で近似し, スラグと Q_{∞} 及び γ との関係を図7, 8に示した。谷村らの報告⁴⁾と同様に, スラグの混合割合が増加すると,

Q_{∞} は減少し, γ は増加している。スラグの粉末度は γ のみ影響を及ぼしており, スラグ粉末度が高くなると γ が増大している。

これらの結果から, Q_{∞} はLの量によって決定され, γ には, スラグの水和反応が寄与していると推測される。

4. まとめ

高ビーライト系セメントに, 高炉スラグ微粉末を添加した場合のコンクリートの諸性状に及ぼす影響を調査し, 得られた知見を以下に示す。

- (1) ブリーディング率は高炉スラグ微粉末の混合割合の増加及び粉末度が大きくなるに伴い小さくなる。
- (2) 凝結時間は, 高炉スラグ微粉末の混合割合の増加に伴い遅延する傾向を示す。高炉スラグ微粉末の粉末度の影響は小さいと考えられる。また, SO_3 量が多い方が終結時間が早くなる。
- (3) 圧縮強度は, 高炉スラグ微粉末を混合することで初期強度は大幅に増加し, 粉末度が大きい方がより顕著である。しかし, 長期強度は高炉スラグ微粉末を無添加の場合を下回る。 SO_3 量は少ない方が長期強度は大きくなる。
- (4) 熱性状については, 高炉スラグ微粉末の混合割合や, SO_3 量が少ない程, Q_{∞} は大きく, γ は逆に小さくなる。

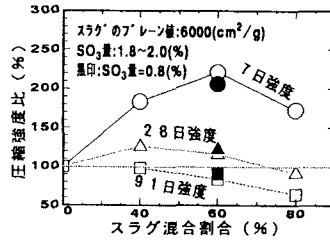


図5 スラグの混合割合と圧縮強度

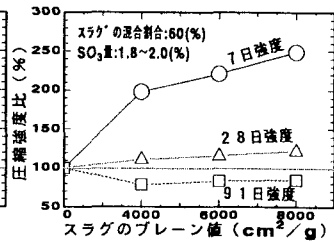


図6 スラグの粉末度と圧縮強度

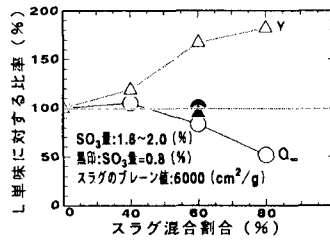


図7 スラグの混合割合と Q_{∞} 値及び γ 値

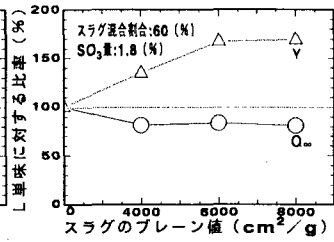


図8 スラグの粉末度と Q_{∞} 値及び γ 値

参考文献 1) 田中 光男ら, :高ビーライト系セメント, コンクリート工学 Vol. 31, No. 9 pp. 18~27(1993) 2) 笠井 芳夫・小林 正凡:セメント・コンクリート用混和材料, 技術書院(改訂版) 3) 沼田 晋一:高炉スラグ微粉末の利用, コンクリート工学 Vol. 25, No. 9, pp28~37(Sept. 1987) 4) 谷村 充ら:高ビーライトセメント-鉱物質微粉末混合系低発熱コンクリートの強度・発熱特性, 土木学会第49回年次学術講演会 pp. 204~205(1994)