

V-35 高ビーライトセメント-鉱物質微粉末 混合系低発熱セメントの性質

小野田セメント(株) 正会員 谷村 充
同 上 正会員 曾根 徳明
同 上 藤山 修

1. はじめに

近年、本州四国連絡橋に代表されるように、設計・施工技術の向上、コンクリート材料の開発に伴い、コンクリート構造物は大型化する趨勢にあるが、周知のように、これらマスコンクリート構造物では、温度応力に起因したひびわれの制御が重要課題である。大型コンクリート構造物に大量使用されるセメントにおいて見れば、低発熱性を主とした制御対策をセメントに求める場合が多い。本報告は、最近開発されたビーライト含有量の多いセメント(以後、高ビーライトセメントと呼ぶ)^{1) 2)}を基材セメントとし、これに高炉スラグ微粉末および石灰石微粉末を混用し、さらにSO₃量を調整することによって、より一層の低発熱性及初期強度発現性等、マスコンクリート用セメントとして要求される諸性能を具備することを、従来からマスコンクリート工事に使用されている各種低発熱セメントと比較しながら述べたものである。

2. 実験概要

試験には、高ビーライトセメント(記号:BPC, 比重:3.22, フルン:3540 cm²/g, C₃S=12%, C₂S=76%)、高ビーライトセメントに混合する鉱物質微粉末として、高炉スラグ微粉末(比重:2.90, フルン:5800 cm²/g, 塩基度:1.88)、および石灰石微粉末(比重:2.71, フルン:7010 cm²/g)を、また、SO₃量の調整には天然二水石膏を使用した。比較用セメントとして、中庸熟形ポルトランドセメント(記号:MPC, 比重:

表-1. 実験計画

混合割合(重量%)			SO ₃ 量(%)
高ビーライトセメント	高炉スラグ	石灰石微粉末	
100	0	0	1.8*, 3.0
70	30	0	1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0
70	0, 10, 15, 20	30, 20, 15, 10	2.5
50, 30	50, 70	0	1.0, 2.0, 3.0

(*) 基材セメント

3.21, フルン:3230 cm²/g)、低発熱形高炉セメントB種(記号:LBB, 比重:2.95, フルン:5410 cm²/g)、高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを併用した3成分系超低発熱セメント(記号:SLH, 比重:2.77, フルン:4670 cm²/g)を用いた。セメントの水和熱は、JIS R 5203(溶解熱方法)に準拠して測定し、モルタルの配合(結合材:標準砂=1:2, 水・結合材比=65%)、練り混ぜおよび強さ試験は、JIS R 5201に準拠した。試験材令は、水和熱で3, 7, 28, 91日、強さで3, 7, 28, 91, 180日とした。表-1に実験計画を示す。

3. 実験結果および考察

図-1にSO₃量と圧縮強さとの関係を示す。図によれば、高炉スラグの混合割合が大きい場合、SO₃量の増大に伴う、圧縮強さの増加(材令3日)ならびに減少(材令28, 91日)割合が若干大きい傾向にある。

図-2にSO₃量3.0%の場合について高炉スラグの混合割合と圧縮強さとの関係を示す。高炉スラグ混合割合の増大に伴って、圧縮強さは初期材令では増すが、長期材令になると逆に直線的に減少する。なお、この傾向はSO₃量2.0%の場合も同様であった。一般に、低

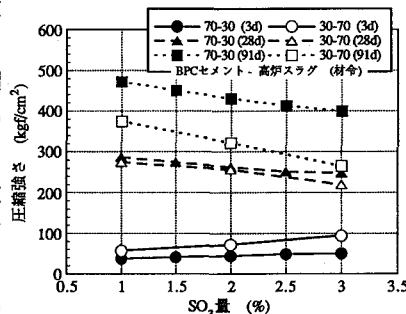
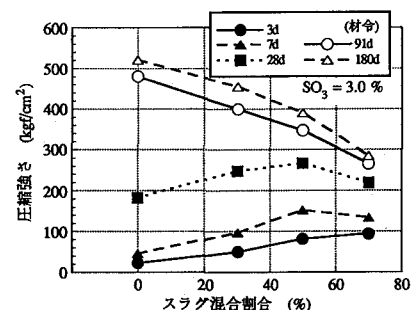
図-1. 圧縮強さに及ぼすSO₃量の影響

図-2. 圧縮強さに及ぼすスラグ混合割合の影響

発熱セメントの温度ひびわれ制御性能評価法の一つとして、単位発熱量（1cal/g）当たりの強さ（強さ／水和熱比）が挙げられ、この比が大きいものが温度ひびわれ抑制効果が大であると言われている。

図-3および図-4に、 SO_3 量および高炉スラグの混合割合（ SO_3 量3.0%一定）と各材令における圧縮強さ／水和熱比との関係を示す。図-3によれば、 SO_3 量の増大に伴い、初期材令では圧縮強さ／水和熱比が増し、これとは逆に長期材令では直線的に減少する。また、

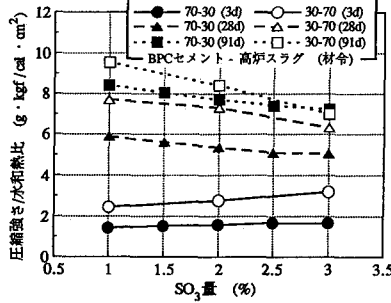


図-3. 圧縮強さ/水和熱比に及ぼす SO_3 量の影響

図-4より、材令28日までではスラグ混合割合の増大に伴って、圧縮強さ／水和熱比が増すが、材令91日では高炉スラグ混合割合の如何に拘わらず、同比はほぼ一定値となること判る。これは SO_3 量2.0%についても同傾向であった。

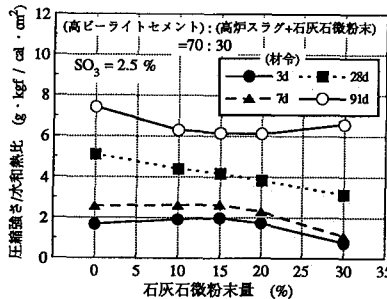


図-5. 圧縮強さ/水和熱比に及ぼす石灰石微粉末量の影響

図-5に混合材の混合割合を30%

とし、混合材として、高炉スラグと石灰石微粉末を併用した場合の、石灰石微粉末量と圧縮強さ／水和熱比との関係を示す。混合材中に占める石灰石微粉末の割合が増すと、圧縮強さ／水和熱比は混合材が高炉スラグのみの場合と比べて、同程度か減少する傾向にあるが、材令初期と長期では傾向を異にする。

図-6にセメント種類が圧縮強さに及ぼす影響を示す。図より、高ビ-ライトセメントでは、初期強度が小さいが、C-S-H 水和物が長期にわたって緻密な組織を形成する¹⁾ために、長期に亘る強度増進割合が大きい。しかしながら、初期強度に対しては高ビ-ライトセメントを基材セメントとして混合材を混用することによって、様々な強度

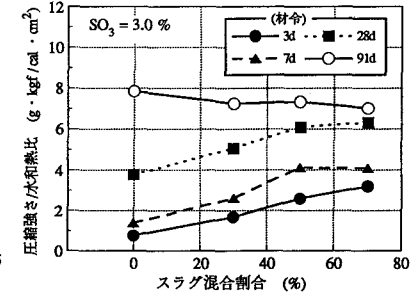


図-4. 圧縮強さ/水和熱比に及ぼすスラグ混合割合の影響

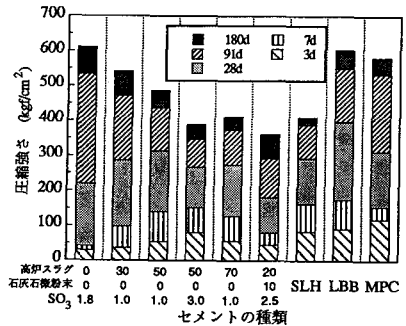


図-6. 圧縮強さに及ぼすセメント種類の影響

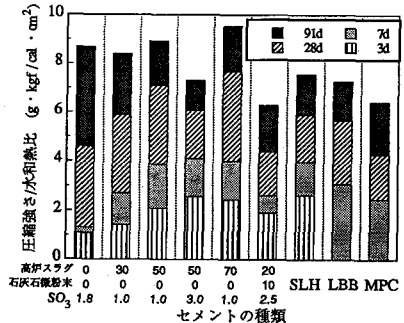


図-7. 圧縮強さ/水和熱比に及ぼすセメント種類の影響

発現性を制御することができ、マスコンクリート用セメントとして使用実績のあるSLHと同程度とすることも可能である。図-7は圧縮強さ／水和熱比に及ぼすセメント種類の相違を示したものであるが、高炉スラグ微粉末の混合によって、高ビ-ライトセメント単味の場合と比較すると、同比は材令28日までの範囲では大きく、材令91日では同程度である。また、混合材を混用したものの各材令における圧縮強さ／水和熱比は、従来の低発熱形セメントと比較して大略同等か優れていることが判明した。ただし、同比の絶対値だけではなく、その経時的な変化が温度ひびわれ問題にわたる留意点であることが明らかとなっており²⁾、今後この点についてコンクリートでの性能を把握し、検討を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 内川 浩, 羽原俊祐, 沢木大介, 野村幸治; セメント・コンクリート論文集 No. 45, pp. 52-57, 1991
- 2) 曾根徳明, 古田誠剛, 藤山 修, 谷村 充; セメント・コンクリート論文集 No. 46, pp. 392-397, 1992