

広島大学 正会員 米倉亜州夫 広島大学 大学院 三浦 智哉
 広島大学 正会員 田澤 榮一 広島大学 大学院 森本 英樹

1. はじめに

地球環境問題、温暖化現象が取りざたされて久しい。その中で、CO₂排出量を抑制する必要性から火力発電所や自動車の排ガスが大きく取りざたされているが、セメント産業におけるCO₂の排出に関してはほとんど注目されていない。しかし、化学量論的にはセメント1tを製造するために約510kgのCO₂を排出することになり、さらに燃焼によるCO₂の排出が加わると、全体としてセメント1t製造するためには約870kgのCO₂が排出していることになる。世界のセメント総生産量は約10億tに達しており、セメントの生産において年間約9億tのCO₂を大気中に排出していることになる。現在、地球上の炭酸ガスは1~1.5ppm/yearの割合で増加しており、この値は大気中に放出されているCO₂が年間約50~60億tであることに相当する。このことと考え合わせたとき、セメント生産によるCO₂排出量が全体の15~20%を占め、無視できるものではないことがわかる。そこで本研究では、セメント製造時に発生する炭酸ガスの総量の減少と省エネルギー化を図るために、セメント製造時の燃焼によるCO₂の排出が少ないピーライト系セメントを使用すること、セメントの使用量を大幅に減ずることを目的に、産業副産物であるポゾラン材を大量にセメントと置換した場合のモルタルの諸特性について検討を行った。

2. 実験概要

2-1 使用材料および配合

ポゾラン反応を有する混和材として高炉スラグ微粉末(ブレン値6240, 8160 cm^2/g)、フライアッシュ(ブレン値4230 cm^2/g)、シリカフューム(ブレン値 $2 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{g}$)を使用した。細骨材には風化花崗岩系山砂を用い、砂とセメントの重量比：S/C=2とした。流動化剤として特殊高分子スルホン酸塩系高性能減水剤を使用した。配合は図-1の様に略記する。

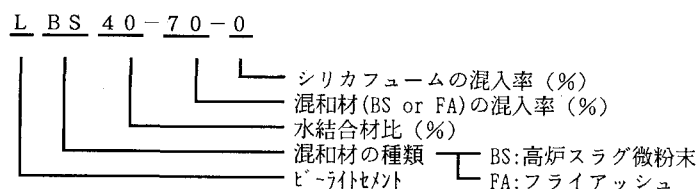


図-1 配合略記方法

2-2 実験方法

強さ試験は、4×4×16cmの供試体を作製しJISの方法に準拠して行った。促進中性化試験は材齢28日まで水中養生を行い、養生終了後、温度40℃、湿度60%、CO₂濃度10%の恒温恒湿内に静置した供試体を割裂し、割裂断面にフェノールフタレイン溶液を噴霧する呈色反応試験を行い中性化深さを求めた。自己収縮ひずみの測定は、モルタルを鋼製型枠に打設後材齢24時間で脱型し、直ちにアルミ粘着テープで全面シールし、両側面に貼り付けたコンタクトチップによりコンタクトゲージを用いて測定した。

3. 実験結果および考察

図-2,3は、高炉スラグ微粉末混入率とモルタルの圧縮強さの関係および促進中性化試験結果である。高炉スラグ微粉末を90%まで混入すると強度発現は低下し、中性化の進行も速い。しかし、混入率が70%程度以下なら高炉スラグ微粉末の混入により初期強度は高炉スラグ微粉末無混入のものと同等であり、その後の強度発現状況も遜色のない値を示している。

図-4は、初期強度増進のためにシリカフェームを混入した場合のフライアッシュ混入率と圧縮強さの関係

を示したものである。JISでフライアッシュの混入率は30%以下と定められているが、フライアッシュの混入率が50%の場合シリカフュームの混入率が10%では水和反応の促進硬化が認められず強度発現は小さい。しかし、シリカフュームの混入率が20%では、材齢28日で圧縮強度 300kgf/cm^2 程度の強度発現があれば良いと考えたとフライアッシュの混入率が50%でも実用上問題ないと考えられる。

図-5, 6は高炉スラグ微粉末を混入した場合とフライアッシュを混入した場合の自己収縮ひずみの測定結果である。図-6より高炉スラグ微粉末を混入した場合、無混入のもの比べて大幅に自己収縮ひずみが増加しており、混入率が70%で最大となっている。ブレン値の高い高炉スラグ微粉末を混入した場合の方が自己収縮ひずみが小さくなっているが、これは材齢1日を原点としたためであり、ブレン値の高い高炉スラグ微粉末を混入したものは材齢1日までに大きな自己収縮ひずみが生じたと考えられる。図-7よりフライアッシュの混入率が40%以上では初期の自己収縮ひずみは無混入のものとは変わらないが、材齢28日以降に自己収縮ひずみが大きく増加している。

4. まとめ

(1) 強さ試験、促進中性化試験の結果よりピーライト系セメントに高炉スラグ微粉末を70%まで大量添加した場合、およびシリカフュームを20%混入し、フライアッシュを50%まで大量添加した場合であれば通常のモルタルと同等の圧縮強度を有することが明らかになった。

(2) 高炉スラグ微粉末を混入した場合、自己収縮ひずみは増加し、混入率が70%で最大となった。また、フライアッシュを混入した場合、混入率が40%以上では材齢28日以降の自己収縮ひずみの増加が大きい。

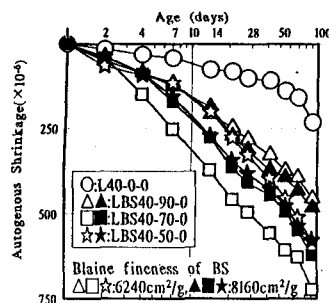


図-5 高炉スラグ微粉末の混入率が自己収縮ひずみに及ぼす影響

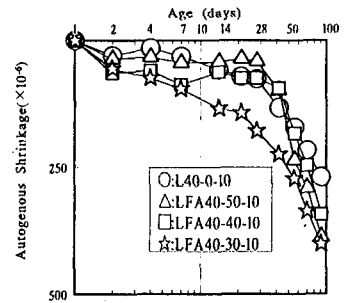


図-6 フライアッシュの混入率が自己収縮ひずみに及ぼす影響

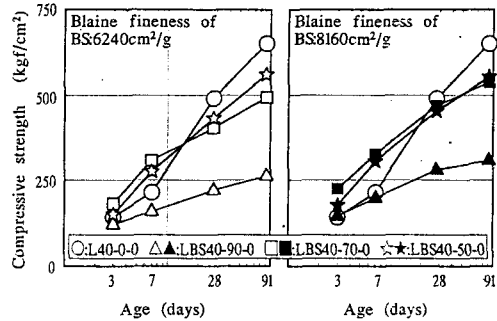


図-2 高炉スラグ微粉末混入率と圧縮強さの関係

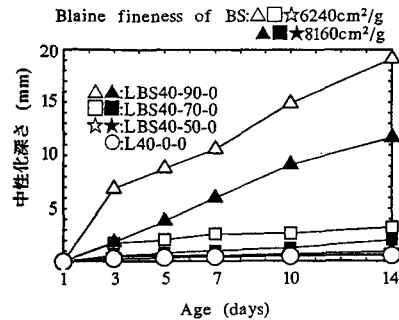


図-3 高炉スラグ微粉末の混入率が中性化に及ぼす影響

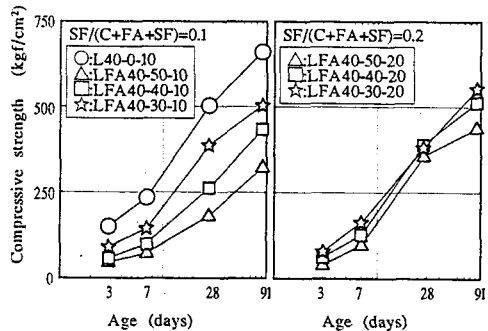


図-4 フライアッシュ混入率と圧縮強さの関係