

ボゾラン材を大量添加したモルタルの性質

広島大学 正会員 田澤 栄一 広島大学 学生員 三浦 智哉
 広島大学 正会員 米倉 亜州夫 広島大学 学生員 ○森本 英樹

1. はじめに

地球環境問題、温暖化問題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、さらにこれに燃焼によるCO₂の排出が加わると、全体としてセメント1tを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10億トンに達しており、セメント生産において年間で約9億トンのCO₂を大気中に排出しており、世界の全排出量の15～20%を占めているといわれている。そこで、本研究は、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、セメント製造時の脱炭酸反応と燃焼によるCO₂の少ないC₂S系セメントを使用することと、セメントの使用量を大幅に減ずることを目的に、産業副産物であるボ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

ボ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, 8160cm²/g）、フライアッシュ（ブレン値4230cm²/g）、シリカフューム（ブレン値2×10⁵cm²/g）、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。

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度、湿度60%、CO₂濃度10%の恒温恒湿室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、直ちにアルミ箔粘着テープ（厚さ0.05mm）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

1) 高炉スラグ微粉末の添加がモルタルに及ぼす影響

図1及び図2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。高炉スラグ微粉末の混入率は、JIS R 5211で70%以下に定められているが、高炉スラグ微粉末を90%まで混入すると強度発現性は低下し、中性化の進行は速い。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も改善されており、圧縮強さ及び中性化の進行がスラグ無混入の場合

配合略記方法

(凡例)

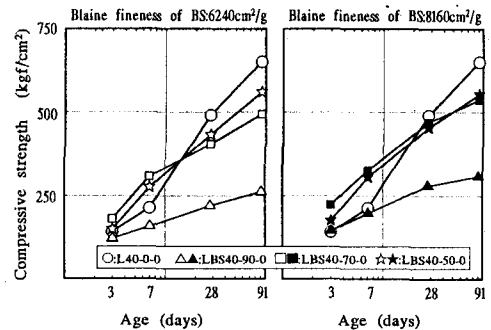
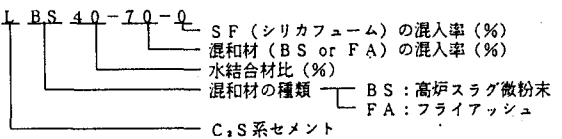


図1 高炉スラグ微粉末混入率と圧縮強さの関係

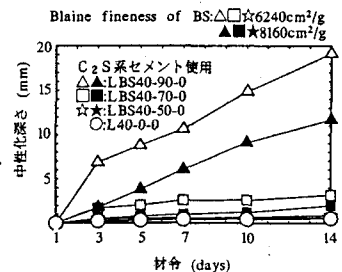


図2 促進中性化試験

と比較して、遜色のない値を示している。

2) フライアッシュの添加がモルタルに及ぼす影響

図3及び図4は、初期強度増進のためにシリカフュームを混入し、フライアッシュの混入率を変化させた場合のフライアッシュ混入率と圧縮強さ及び曲げ強さの関係である。JIS R 5213でフライアッシュの混入率は30%以下に定められてるが、セメントをフライアッシュで50%まで置換した場合、シリカフュームの添加率が10%では、水和反応の促進効果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%の場合には、材齢28日で圧縮強度300kgf/cm²程度の強度発現があればよいと考え、フライアッシュの混入率が50%程度でも実用上問題ないといえる。また、シリカフュームの混入率が20%の場合、材齢28日まで圧縮強さ及び曲げ強さともフライアッシュ混入率の増加による影響はほとんどみられない。

3) 自己収縮

図5及び図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5より、高炉スラグ微粉末を混入した場合、未混入に比べ大幅に自己収縮が増加し、混入率が70%の時に自己収縮は最も大きくなっている。図6より、フライアッシュを混入した場合、フライアッシュの混入率が40%以上では、初期の自己収縮はプレーンとあまり変わらないが、材齢28日以降に自己収縮の増加が著しい。

4. まとめ

- (1) 強さ試験、促進中性化試験の結果より高炉スラグ微粉末を大量添加した場合、混入率が70%程度までなら実用上問題ないことが明らかになった。
- (2) シリカフュームを20%置換した場合、フライアッシュの混入率が50%程度までなら実用上問題ないことが明らかになった。
- (3) 高炉スラグ微粉末を混入した場合、自己収縮は増加し、混入率が70%の時に自己収縮は最も大きくなる。
- (4) シリカフュームを10%添加したセメントに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日以降の自己収縮の増加が大きい。

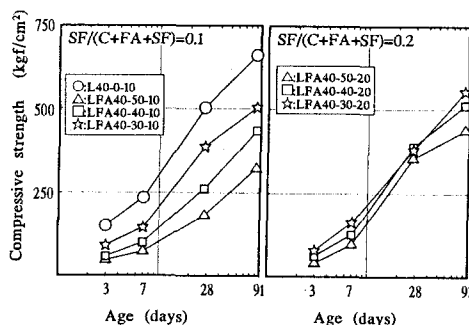


図3 フライアッシュ混入率と圧縮強さの関係

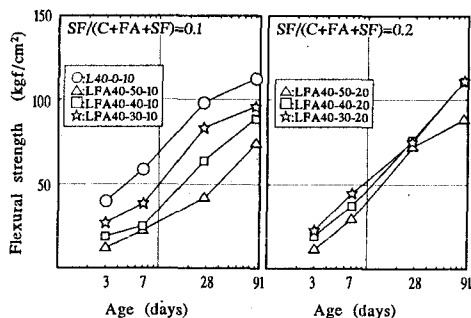


図4 フライアッシュ混入率と曲げ強さの関係

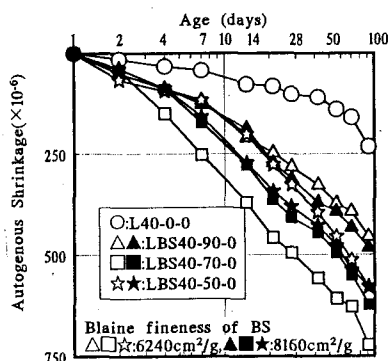


図5 高炉スラグ微粉末の混入率が自己収縮に及ぼす影響

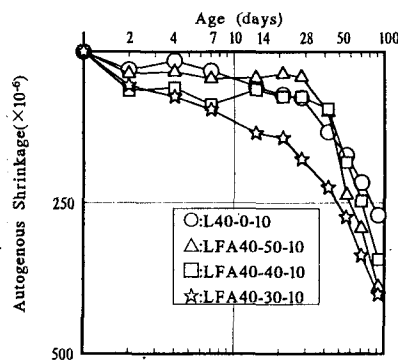


図6 フライアッシュの混入率が自己収縮に及ぼす影響