

阿南工業高等専門学校 正会員 ○天羽 和夫
 阿南工業高等専門学校 正会員 西岡 守
 西野建設(株) 正会員 西野 賢太郎

1. はじめに

石炭火力発電所などから大量に発生する石炭灰は、主にセメント原料、セメント・コンクリート混和材、裏込埋戻材などに利用¹⁾されているが、その有効利用率は 50%程度で省資源・省エネルギーあるいは環境保全の観点から石炭灰の大量利用に関する取組みが必要²⁾となっている。

そこで本研究では、石炭灰の建設材料への有効利用の拡大を図る目的で少量のセメント、石こう、水酸化カルシウムなどと石炭灰の大半を占めるフライアッシュを多量に混和させたモルタル供試体を作製し、これらの割合を変化させた場合の強度に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

フライアッシュ (F) には JIS II 種に該当するシリカ成分が 56%、アルミナ成分 26%を含む比表面積 $3270\text{cm}^2/\text{g}$ のものと、セメントには普通ポルトランドセメント (P、比重 3.16) と早強ポルトランドセメント (H、比重 3.14) を用いた。その他の混和材として石こう (S)、水酸化カルシウム (C) および水酸化ナトリウム水溶液 (N) を使用し、細骨材として那賀川産川砂 (比重 2.62) を用いた。

2. 2 モルタルの配合および試験方法

モルタルの配合は、表-1 に示すように砂結合材比を 3.0 の一定として、セメントに対するフライアッシュの代替率を 0、60 および 80 %とした。また、その他の結合材の代替率は 0 から 10%に変化させた。これらの配合を用いて、 $\phi 5\text{cm} \times 10\text{cm}$ の円柱供試体を作製し、所定の材齢まで標準養生を行い圧縮強度および引張強度を JIS の規定に準じて求めた。

表-1 モルタル配合と材齢

砂結合材比	3.0
水結合材比	45、55、65 (%)
フライアッシュ代替率	0、60、80 (%)
石こう代替率	0、5、10 (%)
水酸化カルシウム代替率	0、5、10 (%)
水酸化ナトリウム混入率	0、2.5、5 (%)
材 齢	28、56、91 (日)

3. 実験結果および考察

セメントにフライアッシュのみを多量に用いたモルタルの圧縮強度を示す図-1 から、フライアッシュの代替率が大きくなると圧縮強度は大きく低下しており、特に代替率 80% の場合には材齢に関係なく、いずれのセメントのものも $100\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以下の強度となっている。また、多量使用のものは材齢に伴う強度増加は少なく、特に 80%のものはほとんど増加していない。したがって、セメントのみを加えた場合では強度発現性は期待できず、多量のフライアッシュを用いるためにはセメント以外の混和材の混入が必要と思われる。なお、代替率が同じであれば、早強セメントのものが普通セメントのものより大きい強度を示している。

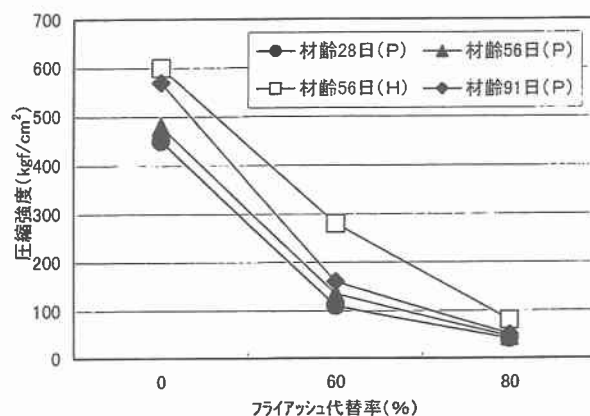


図-1 フライアッシュ代替率と圧縮強度との関係

次に、セメントの他に石こうや水酸化カルシウムを用い、エトリンガイトやボゾラン反応による不溶性のケイ酸カルシウム水和物を生成させて、フライアッシュを多量に用いる場合の強度増進を図った圧縮強度の結果を図-2 に示す。

図から、石こうおよび水酸化カルシウムの代替率の増加とともに圧縮強度は大きくなっており、10% 代替の場合には、フライアッシュ代替率にもよるがこれらを用いないのものと比較して約2 倍の大きな強度増加となっている。

図- 3 からみられるように、水酸化ナトリウムの混入が強度に及ぼす影響は石こうや水酸化カルシウムより小さいが混入率の増加するに伴い強度も大きくなっている。しかし、混入率を2.5%から5%に変化させても強度の増進効果は小さく、水酸化ナトリウムの混入率は経済性の面からも2.5%前後でよいと思われる。

図- 4 は水結合材を変化させた場合の結果を示す。いずれの代替率の場合も水結合材比が大きくなると強度は低下しており、フライアッシュ60%代替の圧縮強度は、水結合材比65%のモルタルの方が45%のものに比べて約60kgf/cm²弱いことがみられ、80%の場合も同程度の強度低下となっている。

フライアッシュを多量に使用したモルタルコンクリートの使用性を高めるためには、圧縮強度だけでなく引張強度も必要になる。本研究でも一部の配合を用いて引張強度についても検討を行い、その結果を図- 5 に示す。

図からわかるように、フライアッシュを多量に用いることで圧縮強度のときと同じようになりかなり強度低下しており、代替率60%では15kgf/cm²前後の小さな値の引張強度となっている。

なお、フライアッシュを多量に用いたモルタルの引張強度は、圧縮強度の1/10～1/14の範囲となり、一般のコンクリートの場合と同程度となっている。

4. まとめ

フライアッシュを多量に用いる場合には石こうや水酸化カルシウムの混入が強度改善に効果的であったが、今後は、混和材の混合使用、養生温度の影響、長期材齢などについても検討が必要と思われる。

なお、本研究は科学技術庁の「地域研究開発促進拠点事業」の拠点機関である（財）徳島県地域産業技術開発促進機構の可能性試験として実施したものである。

【参考文献】

- 1) 資源エネルギー庁石炭部監修：コールノート1995年版、資源産業新聞社刊
- 2) 大賀宏行：フライアッシュや石炭灰を用いたコンクリート、コンクリート工学、PP.69-73、1996年

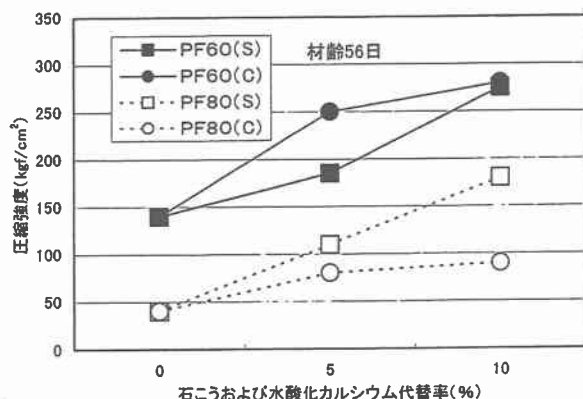


図- 2 石こうおよび水酸化カルシウム混入率と圧縮強度との関係

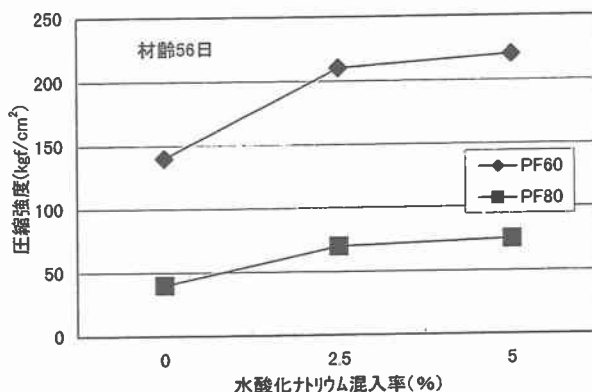


図- 3 水酸化ナトリウムの混入率と圧縮強度との関係

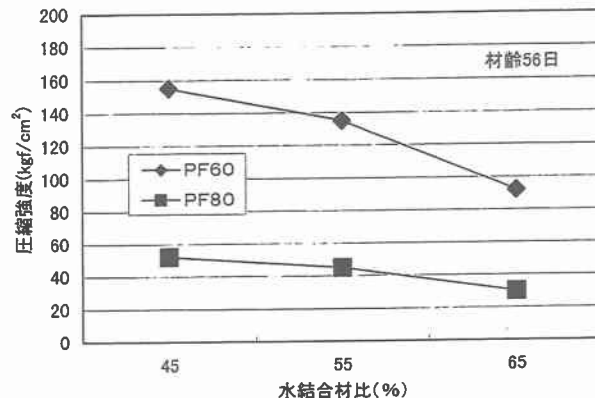


図- 4 水結合材比と圧縮強度との関係

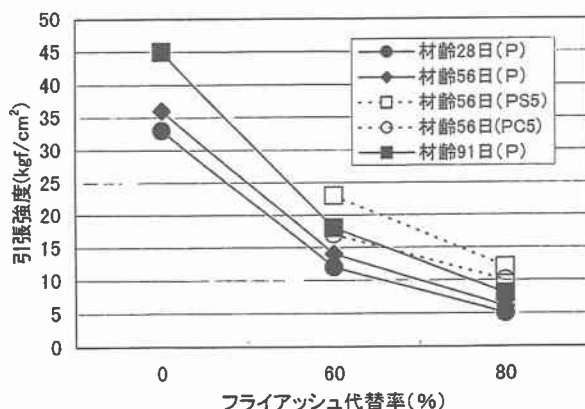


図- 5 フライアッシュ代替率と引張強度との関係