

JIS 規格外フライアッシュ混入によるアルカリシリカ反応抑制に関する研究

大阪産業大学大学院 学生員 ○小谷 憲司
 大阪産業大学大学院 学生員 川崎 裕美
 西日本旅客鉄道（株） 正会員 野村 倫一
 大阪産業大学 フェロー 西林 新蔵

1. はじめに

アルカリシリカ反応の抑制のためには、フライアッシュに代表されるポラズン材料の使用が有効であることが認められている。また近年、石炭火力発電所の新設に伴い、コンクリート用混和材料として利用できない低品質や JIS 規格外フライアッシュが大量発生し、それらの処分方法に苦慮している。

本実験は、低品質および JIS 規格外フライアッシュの有効利用を図る研究の一環として反応性骨材を用いたモルタルを作製し、アルカリシリカ反応による膨張率の変化を測定することによって、フライアッシュの置換率の相違による膨張抑制効果、最小フライアッシュ置換率の検討を行うために計画されたものである。

2. 実験概要

使用したセメントは普通ポルトランドセメントで、等価 Na_2O 量は 0.58% である。反応性骨材には JIS A 1145「骨材のアルカリシリカ反応性試験（化学法）」で、 $R_c=118\text{mol/l}$ および $S_c=192\text{mol/l}$ となり、「無害でない」と判定された能登産骨材を用いた。また、非反応性骨材には標準砂を用いた。フライアッシュは沖縄電力具志川火力発電所産出の JIS A 6201「コンクリート用フライアッシュ」でⅢ種のエンシャム炭（EM）と規格外のブレアゾール炭（BA）を主として用い、その他に産地の異なる 8 種類のフ

ライアッシュ（表-1）を用いた。

モルタル供試体の配合は、セメント：水：細骨材 = 1 : 0.5 : 2.25（重量比）、セメントのフライアッシュによる置換率は 0%，EM 炭では 10，20，30%（重量百分率）、BA 炭では 20，30%（重量百分率）である。

実験方法は、細骨材を JIS A1146「骨材のアルカリシリカ反応性試験（モルタルバー法）」に規定される粒度に調整して、モルタルバー（4×4×16cm）を作製した後、JIS モルタルバー法では JIS A 1146 に準じ、アルカリ 1N 溶液浸漬法では ASTM C 1260 に準じて実験を行う。オートクレーブ促進法では処理圧力 0.1Mpa、NaOH（1mol/l）で処理を行い、処理前後の膨張量を測定する。

3. 実験結果および考察

(1) JIS モルタルバー法

図-1 よりフライアッシュの置換率 0% では、処理日数 90 日の膨張率が 0.05% 以上であるため「無害ではない」と判定できる。フライアッシュを 20% 以上混入した場合の膨張率は全てが 0.05% 以下となり、アルカリシリカ反応が抑制されたことがわかる。

(2) アルカリ 1N 溶液浸漬法

図-2 より置換率 0% では、処理日数 14 日で膨張率が 0.2% 以上となるため「潜在的に有害」となる。EM 炭の置換率 20% 以上、BA 炭の置換率 30% 以上

表-1 フライアッシュの品質

炭名	略号	JIS規格	強熱減量 (%)	密度 (g/cm^3)	45 μm (%)	ブレン値 (cm^2/g)
マッセルブルグ炭 (第95船) 2号機	MB	Ⅲ種	6.5	2.30	22.9	4850
ワークワークス炭 (第96船) 1号機	96WW1	Ⅲ種	8.0	2.15	20.0	4240
ワークワークス炭 (第96船) 2号機	96WW2	Ⅲ種	6.9	2.22	15.8	5460
ワークワークス炭 (第97船) 1号機	97WW1	規格外	8.3	2.13	22.5	4250
ワークワークス炭 (第97船) 2号機	97WW2	規格外	9.4	2.18	18.7	5400
ペタンギス炭 (第98船) 1号機	PG1	Ⅱ種	2.0	2.09	37.9	2830
ペタンギス炭 (第98船) 2号機	PG2	Ⅳ種	3.2	2.19	33.8	3430
南屯炭 (第99船) 2号機	NT	Ⅱ種	3.5	2.19	17.4	3940

キーワード アルカリシリカ反応，フライアッシュ，オートクレーブ，アルカリ 1 N 溶液浸漬法
 連絡先 〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3 丁目 1-1 大阪産業大学 TEL 072-875-3001

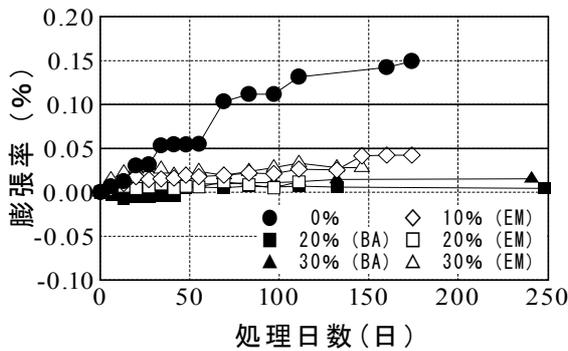


図-1 JIS モルタルバー法結果(反応性骨材)

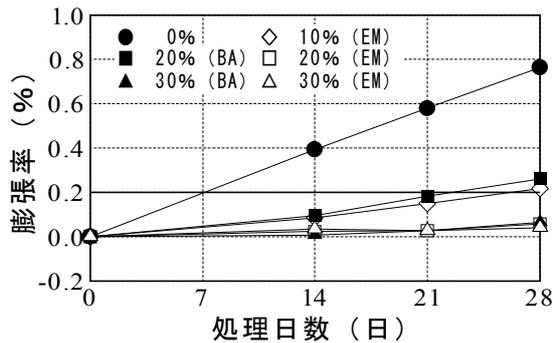


図-2 アルカリ 1N 溶液浸漬法結果(反応性骨材)

においては、ともにアルカリシリカ反応は抑制されたと判断されるが、処理日数 28 日の膨張率でみると EM 炭 10%、BA 炭 20% の置換率では判定基準 0.2% 以上の膨張が現れるため、更なるフライアッシュの増加の必要性があると考えられる。

(3) オートクレーブ促進法

図-3 より EM 炭、BA 炭ともに置換率 20% 以上でアルカリシリカ反応の抑制効果があることを認められる。標準砂の膨張は、アルカリシリカ反応以外の膨張、たとえばセメントの水和に伴うエトリンゲイド生成などによる膨張かと考えられる。

(4) 最小置換率

JIS モルタルバー法では、フライアッシュの置換率を 20% 以上にするとアルカリシリカ反応の膨張が抑制できる。アルカリ 1N 溶液浸漬法ではフライアッシュの置換率 10、20% の場合、抑制効果はフライアッシュの種類によって大きく異なるが、フライアッシュの置換率 30% にすると膨張率は低下し抑制効果は著しいことがわかる。オートクレーブ促進法においても、フライアッシュの置換率を 20% 以上にするとアルカリシリカ反応の膨張が抑制できる。従って本実験においては、アルカリシリカ反応抑制に対する最小置換率は 30% と考えられる。

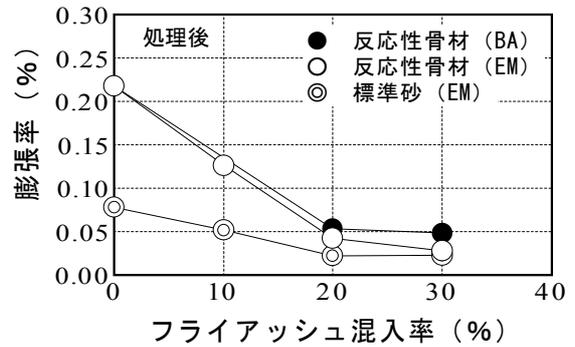


図-3 オートクレーブ促進法結果

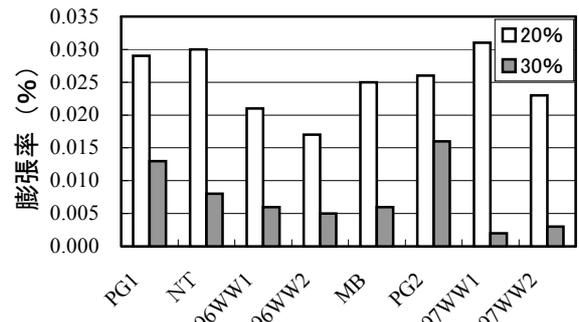


図-4 膨張率とフライアッシュとの関係

(5) 膨張率とフライアッシュの品質との関係

図-4 に、産地の異なる 8 種類のフライアッシュを用いた場合のアルカリ 1N 溶液浸漬法の結果 (処理日数 14 日目) を示す。通常のコングリートへの使用が制限されている III 種以下の低品質フライアッシュであっても置換率を 30% にすると、アルカリシリカ反応の抑制には十分その効果を発揮することがわかる。なお、これら低品質フライアッシュの品質とアルカリシリカ反応抑制の関係については十分な考察を行っていないが、強熱減量に代表されるフライアッシュの品質規定と抑制効果には、ほとんど関係がないものと推測される。

4. 結論

- (1) アルカリシリカ反応を判定するための試験方法は、アルカリ 1N 溶液浸漬法 (80°C) が早期判定の見地から最適であると考えられる。
- (2) 規格外フライアッシュにおいても置換率を 30% にするとアルカリシリカ反応抑制効果のあることが認められた。
- (3) 低品質および JIS 規格外フライアッシュのアルカリシリカ反応抑制に対する最小置換率は、30% と考えられる。