

フライアッシュのポゾラン反応性迅速判定法（API 法）における温度と時間の影響

（一財）電力中央研究所 正会員 ○山本武志，大塚拓

1. 背景および目的

JIS A6201 にモルタル試験によるフライアッシュ（FA）の活性度指数評価方法が示されているが，結果を得るまで 28 日間，91 日間要するため，著者はポゾラン反応性を迅速に判定する手法として API 法（Assessed Pozolanic-activity Index）を提案し¹⁾，その適用性向上を図っている²⁾．4 発電所から提供された JIS-II 種品 4 試料を対象として 78℃-18 時間，80℃-18 時間および 24 時間として API を取得し，FA の非晶質相の特性が API 法の過程での反応の収束時間に影響を及ぼすことを示唆した²⁾．そこで，API 法における反応条件の見直しとその反応性に及ぼす FA のガラス化率等の影響を評価した．

2. 実験概要

（1）反応時間の影響評価

4 発電所から提供された 6 種類の JIS-II 種品（表 1，表 2）を対象として，API 法²⁾における反応温度を 80℃で統一し，反応時間を 24，28，48 時間として API を取得した（n=3，平均値）．モルタル試験による活性度指数は，JIS A6201 に従い，材齢 28 日，91 日における値を評価した（n=9，最大値と最小値を除く 7 点の平均値）．なお，API 法とモルタル試験に使用したセメントは，セメント協会の強さ試験用セメント標準物質 401J である．

（2）非晶質相特性の評価

FA と検量線物質（Corundum）を 9：1 で混合し，振動ミルで微粉化处理した．XRD（CuK α ，50kV/250mA）で分析し，リートベルト法により α -quartz，mulite 等の結晶相を定量することでガラス化率とその構成組成を解析した（表 3）．

表 1 FA のブレン値と密度

FA	ブレン値 (cm ² /g)	密度 (g/cm ³)
A-1	4070	2.15
A-2	4270	2.24
B	4790	2.49
C-1	3640	2.36
C-2	3920	2.43
D	4090	2.31

表 2 FA の化学組成（％）

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	SO ₃	LOI
A-1	66.1	22.8	3.2	1.1	0.9	0.6	0.9	1.2	0.1	0.0	0.1	3.0
A-2	64.4	23.9	3.4	1.6	0.8	0.6	1.1	1.3	0.2	0.0	0.1	2.4
B	55.4	24.4	8.9	2.5	1.5	0.7	1.7	1.4	0.5	0.1	0.2	2.1
C-1	56.5	26.8	6.0	2.1	1.2	0.8	1.2	1.4	0.4	0.0	0.2	2.6
C-2	54.5	26.7	6.4	3.6	1.4	0.8	1.2	1.4	0.8	0.0	0.5	2.4
D	62.2	19.8	3.8	6.4	1.2	1.0	1.4	1.0	0.3	0.0	0.8	2.1

表 3 FA のガラス化率，ガラスの構成組成と組成比（％）

	Glass	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	塩基度：(CaO+MgO+Al ₂ O ₃)/SiO ₂
A-1	72.1	69.93	16.30	3.32	1.35	1.24	0.81	1.27	0.27
A-2	73.9	68.05	17.68	3.44	2.05	1.10	0.78	1.42	0.31
B	85.9	57.32	21.50	9.00	2.40	1.71	0.74	1.90	0.45
C-1	79.7	59.00	22.07	6.21	2.38	1.44	0.92	1.47	0.44
C-2	80.6	57.13	22.30	6.72	3.75	1.64	0.90	1.48	0.49
D	79.5	65.62	17.59	3.70	4.52	1.44	1.18	1.66	0.36

注）ガラスの構成組成は，表中の SiO₂～K₂O の総量が 100 となるよう解析した．

3. 実験結果および考察

（1）反応時間の影響評価

各反応時間を適用してえられた API と材齢 28 日，91 日活性度指数（AI）の関係を図 1 に示す．

キーワード フライアッシュ，API，ポゾラン反応，活性度指数，品質管理

連絡先 〒277-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 電力中央研究所 地球工学研究所 構造工学領域 04-7182-1181

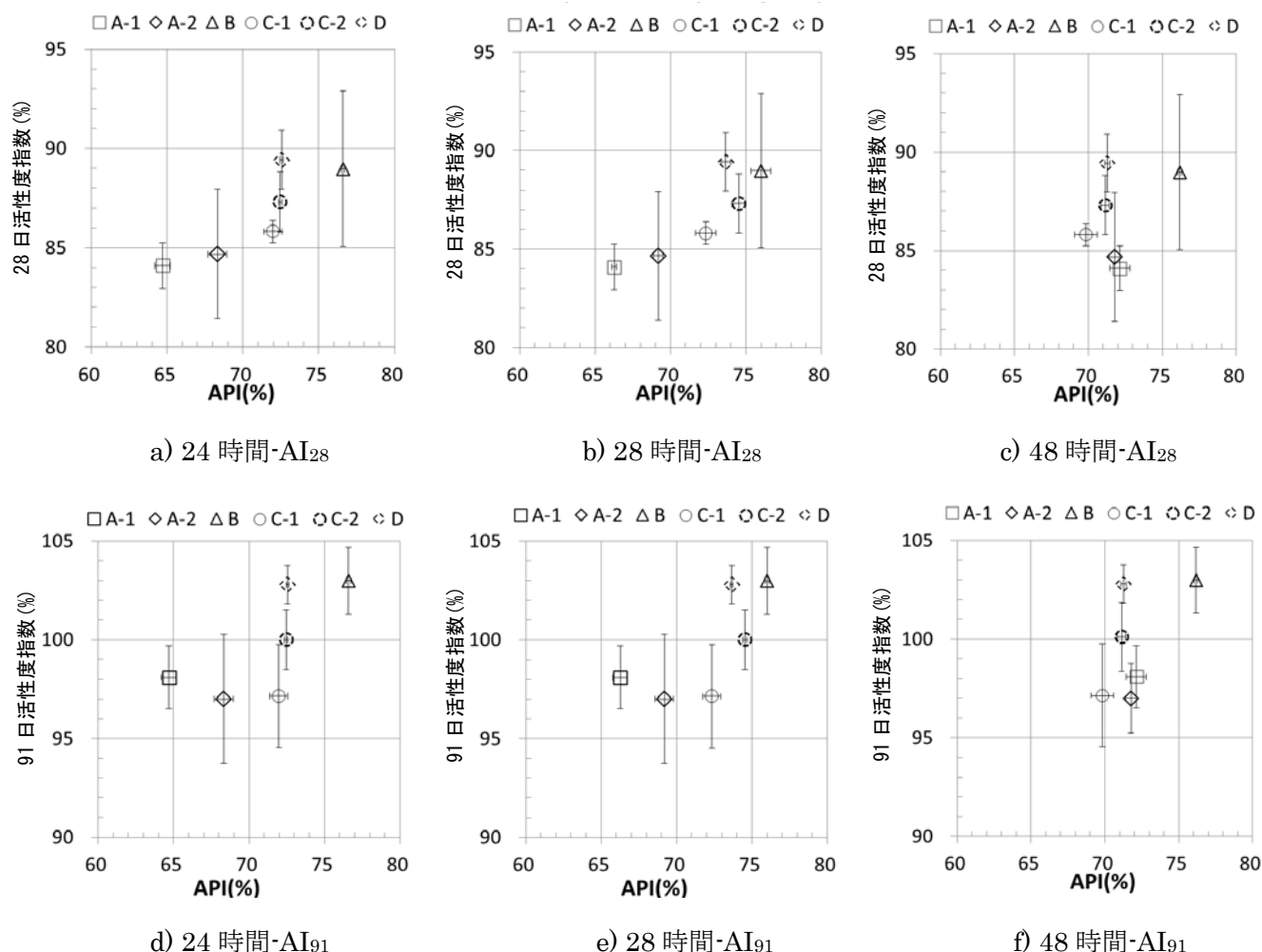


図1 API法(80℃)における反応時間の影響

A-1, A-2のAPIは反応時間の増大とともに高い値を示し、反応の継続が認められた。一方、B, C-1, C-2, Dは、反応時間を増大させてもほぼ同一のAPIを示し、反応がほぼ収束したことが認められた。

(2) 非晶質相特性の影響

A-1, A-2のガラス化率は他のFAに比べて低い傾向にあり、さらに塩基度も低いことを確認した(表3)。API法の懸濁は液固比が大きく、モルタルおよびコンクリート中の細孔溶液に比べてFAの非晶質相を溶解させるアルカリ成分濃度が低いため、A-1, A-2のように非晶質相の量が少なく、さらにSiO₂構成率が高いFAはAPI法の反応時間を長くする必要があることが明らかとなった。API法においては、反応温度は80℃、反応時間を28時間とすることでモルタル活性度指数(28日, 91日)と良好な相関を示すAPIを得ることが判った(図1)。

4. まとめ

石炭火力発電所で使用する燃料炭の種類と燃焼時の組合せが多様化しており、FAのガラス化率と塩基度が異なるとAPI法における反応の収束時間に影響を及ぼし、ガラス化率が低く、さらに塩基度の低いFAも考慮するとAPI法における反応時間を長くする必要があると、80℃-28時間が適切な条件として抽出された。

参考文献

- 1) 山本武志, 金津努: フライアッシュのポゾラン反応性を評価するための促進化学試験法(API法)の提案, 土木学会論文集, Vol.62, No.2, pp.320-329, 2006
- 2) 山本武志: フライアッシュのポゾラン反応性迅速判定法(API法)における温度と時間の影響, 土木学会第73回年次学術講演会講演概要集, V-227, pp.453-454, 2018