

## 比抵抗に着目したフライアッシュの活性度指数の推定方法

電源開発(株) 正会員 ○佐藤 道生  
 電源開発(株) 正会員 橋本 敦美  
 (株)開発設計コンサルタント 正会員 安田 幸弘

### 1. 目的

フライアッシュの製造、品質管理上の問題のひとつとして、材齢 28 日の活性度指数を早期に評価できないことが挙げられる。一般的にポゾラン反応は材齢 28 日以降に活性化するとされていることから、材齢 28 日の活性度指数をより早期に推定するためには、若材齢のポゾラン反応を鋭敏に評価する手法が必要である。筆者らは健全度を評価する指標として比抵抗（電気抵抗率）に着目し、モルタルやコンクリートを対象に長期モニタリングを実施している<sup>1)</sup>。計測結果の一例を図-1 に示す。フライアッシュを多く混和した配合（図中では黒丸）ではポゾラン反応により比較的早期に比抵抗が増加することが判明した。また、フライアッシュを混和したモルタルの比抵抗と細孔溶液のイオン強度の関係（図-2）によるとフライアッシュを混和した配合は混和しない配合と比べイオン強度が低下するとともに比抵抗が増加する傾向を示す。以上からフライアッシュ硬化体の比抵抗を測定することにより、早期のポゾラン活性を推定できるのではないかと推察した。

本研究は比抵抗からフライアッシュの 28 日指数活性度を迅速に評価する手法を検討したものである。

### 2. 試験方法

ポゾラン活性の評価にあたり、アルカリ刺激剤にはセメント由来のアルカリを用いる方法もあるが、セメントの水和速度が影響する可能性があることから、0.5N NaOH 水溶液を使用した。試験条件を表-1 に示す。NaOH 水溶液とフライアッシュを混合してパテ状にした後、4 本の端子を配置したアクリルケース（長さ 110mm、幅 80mm、高さ 33mm）に入れて密封し所定材齢まで所期の温度で養生した。ブリーディングによる影響を防ぐため端子の一部に絶縁処理を施した他、増粘剤を適宜添加した。試験体の概要を図-3 に示す。

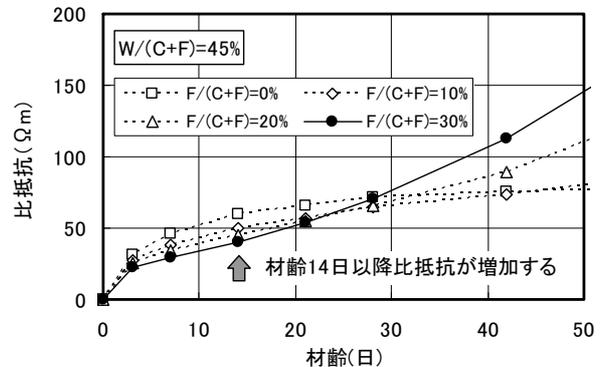


図-1 比抵抗の経時変化

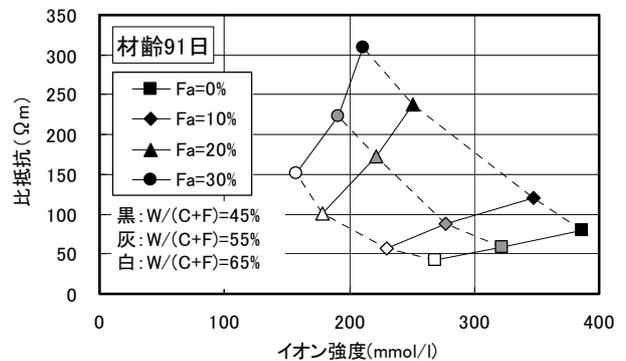


図-2 細孔溶液のイオン強度と比抵抗

表-1 試験条件

項目	内容
水粉体比	質量比30%
アルカリ刺激剤	0.5N NaOH水溶液
養生温度	40℃、50℃、60℃
測定材齢	1日、2日、3日、7日

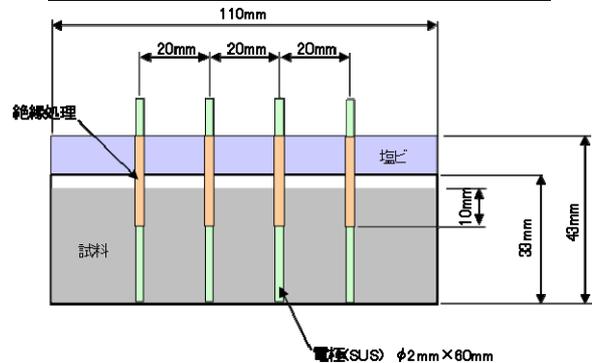


図-3 試験体概要

キーワード フライアッシュ、活性度指数、品質管理、比抵抗

連絡先 〒253-0041 神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎 1-9-88 電源開発(株)茅ヶ崎研究所 TEL 0467-87-1211

使用したフライアッシュの物性値を表-2に示す. より広い範囲の活性度指数を検証するためにフライアッシュは電気集塵器において段別に収集したものを複数使用した. 比抵抗の計測は, 「四電極法による断面修復材の体積抵抗率測定方法(案)JSCE-K562」に準拠し, 交流電源電圧装置により両端の電極に交流電流(電圧3V, 周波数70Hz)を印加した後, 両端電極間の電流値と周波数および中央電極間の電圧をデジタルマルチメータにて計測した. 比抵抗は, 親本らの検討<sup>2)</sup>を参考に式(1)により算出した.

$$\rho = \frac{10.9}{100} \times \pi \times \frac{\Delta\phi}{i} = \frac{10.9}{100} \times \pi \times R \quad (1)$$

ここに,  $\Delta\phi$ : 電位差(V),  $i$ : 電流値(A),  $\rho$ : 比抵抗( $\Omega\text{m}$ )

3. 試験結果

各養生温度での比抵抗と活性度指数の関係を図-4~6に示す. 養生温度 40°Cではすべての材齢において比抵抗と活性度指数が比例関係にあるが, 50°C及び 60°Cでは材齢が長くなるほど両者の相関は低くなる傾向を示した. 材齢 7日では活性度が低くブレン値の小さいフライアッシュほど比抵抗が高くなる傾向を示していることから, 乾燥の影響により比抵抗が増加した可能性も考えられる. 養生温度 40°C, 材齢 3日における比抵抗値と 28日活性度指数との回帰直線は相関係数が 0.9 程度であり, 推定値の誤差は 5%程度であった. 更に精度向上に向けては, 複数の材齢における比抵抗からの推定の他, ブレン値など粒度に関する指標を併せた手法を検討する必要がある.

4. まとめ

アルカリ刺激を与えたペーストの比抵抗を計測することで, 材齢 28 日の活性度指数を迅速に推定できる見通しが得られた. 今後は筆者らが実施している積算温度方式による推定手法<sup>3)</sup>などとの比較を通じて, より実務的な推定方法を検討する予定である.

参考文献

- 1)佐藤道生ほか: フライアッシュを混和したコンクリート及びモルタルの比抵抗の経時的変化, コンクリート工学年次論文集, vol.32, No.1, pp695-700, 2010
- 2)親本俊憲ほか: モルタルの電気抵抗特性に関する電気化学的検討, コンクリート工学年次論文集, vol.27, No.1, pp. 907-912, 2005
- 3)石川嘉崇ほか: フライアッシュの活性度指数に関する積算温度方式を適用した簡易推定法の提案, 第 65 回セメント技術大会講演集 (投稿中), 2011

表-2 フライアッシュ物性値

名称	活性度指数(%)		密度 (g/cm <sup>3</sup> )	ブレン比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)	
	28日	91日			
M火力発電所	EP 1段目	77	88	2.2	2,420
	EP 2段目	81	96	2.3	3,530
	EP 3段目	87	100	2.4	4,600
	EP 4段目	89	104	2.4	5,480
	EP 1段目	76	86	2.2	2,720
	EP 2段目	79	91	2.2	3,480
	EP 2段目	85	99	2.3	4,620

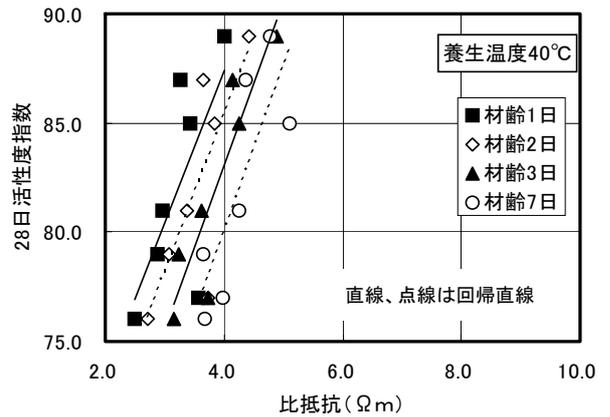


図-4 比抵抗と活性度 (養生温度 40°C)

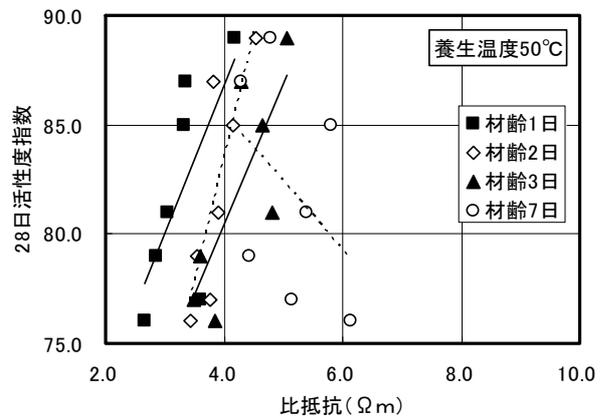


図-5 比抵抗と活性度 (養生温度 50°C)

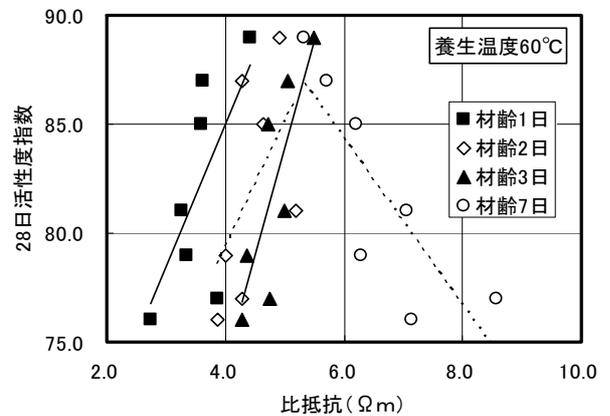


図-6 比抵抗と活性度 (養生温度 60°C)