

フライアッシュ原粉を使用したプレキャストコンクリートの塩分浸透に対する抵抗性の評価

東京電力ホールディングス(株) 正会員 ○松浦 忠孝

東京電力ホールディングス(株) 正会員 高橋 智彦

1. はじめに

石炭火力発電所から発生するフライアッシュ(以降、FA という)をコンクリート混和材として利用した場合、アルカリシリカ反応の抑制や塩分浸透に対する抵抗性の向上など多くの利点がもたらされることが知られている。本稿では、FA の利用拡大を目指し、その利点を定量的に示すべく、現行においても比較的緻密とされるプレキャストコンクリートを対象に、FA 原粉を使用した場合の塩分浸透に対する抵抗性の向上について、電気泳動試験等により評価した内容を記す。

2. 試験概要

(1) 試験ケース

表-1 に今回試験したプレキャストコンクリートの配合等を示す。製品 A は設計基準強度 60N/mm^2 の遠心力締固め材料、製品 B は 40N/mm^2 の振動締固め材料である。なお、FA を使用した配合は、いずれも FA を使用していない現行品と同等の強度となるよう設定している。

(2) 使用材料

使用材料は、混和剤を含め現行品と同じものを用いた。また、FA 原粉は、電気集塵機で捕捉されたままの分級等の前処理を行っていない未管理状態の FA を指し、今回は表-2 に示すとおり活性度指数がやや小さいことを除くと、概ね JIS A6201 (Ⅱ種) の品質規格に相当するものを用いている。

(3) 試験概要

塩分浸透に対する抵抗性の試験は、それぞれの締固め方法により作成した供試体を切り出して、JSCE-G571「電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法(案)」に準拠して行った(写真-1)。なお、試験開始時の供試体材齢はいずれも約1ヶ月である。

また、合わせて水銀圧入ポロシメーターによる細孔径分布の測定を行った。

表-2 使用した FA 原粉の品質特性

試験項目	使用した FA 原粉	JIS A6201(Ⅱ種)
湿分(%)	0.197-0.262	≤ 1.0
強熱減量(%)	1.67-4.87	≤ 5.0
密度(g/cm^3)	2.1-2.3	≥ 1.95
比表面積(cm^2/g)	2,505-3,788	$\geq 2,500$
フロー値比(%)	95-102	≥ 95
活性度指数(%)	28 日	79 (NG)-82
	91 日	88 (NG)-96

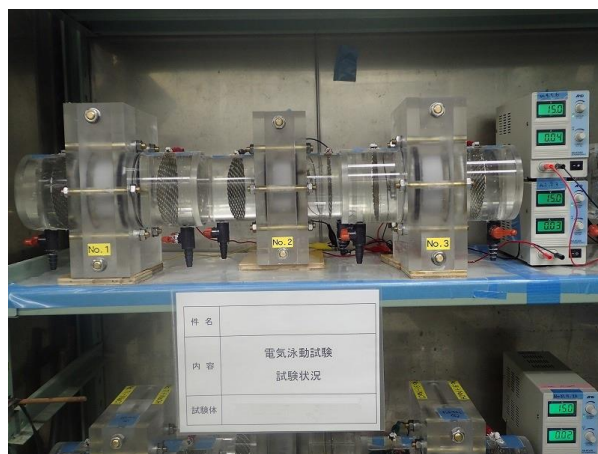


写真-1 電気泳動試験実施状況

表-1 試験対象のプレキャストコンクリートの配合等

製品	種別	スラブ [※] (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m^3)						締固め 方法	養生 方法
					水	セメント	FA 原粉	細骨材	粗骨材	混和剤		
A	現行	12 ± 2	2 ± 1	35.4	148	418	0	890	968	5.85	遠心力 締固め	蒸気 70°C4hr
	FA100			29.1	148	408	100	752	1,000	5.59		
B	現行	8 ± 2.5	1.5 ± 1	43.0	170	395	0	817	1,032	2.77	振動 締固め	蒸気 65°C3hr
	FA100			43.0	170	395	100	711	1,016	4.35		

キーワード フライアッシュ, プレキャストコンクリート, 拡散係数, 電気泳動

連絡先 〒100-8560 東京都千代田区内幸町 1-1-3 東京電力ホールディングス(株)経営技術戦略研究所 TEL03-6373-4232

3. 試験結果

(1) 実効拡散係数

いずれの試験ケースも、図-1 に例示するように通電開始からおよそ 3～5 週間経過時点で、陽極側溶液の塩化物イオン濃度の増加割合が定常状態となった。この定常状態における塩化物イオンの流束等から求めた実効拡散係数を図-2 (製品 A) および図-3 (製品 B) に示す。

FA を使用した配合は、いずれの製品も現行品と比較して実効拡散係数が 2～4 割程度小さくなっている。ここに、図-4 にはそれぞれの圧縮強度試験結果を示す。この結果から判別できるように現行品と FA を使用した配合の強度に有意な差はなく、実効拡散係数の低減が強度由来のものではないことが確認できる。これらの結果から、FA 原粉を添加したことにより、強度増進とは別にポゾラン反応によって組織が緻密化され、塩分浸透に対する抵抗性が向上したものと考えられる。このことから、もともと緻密なプレキャストコンクリートにおいても、FA 原粉を添加することによって耐久性を含む製品性能が向上することが十分に期待できると言える。

(2) 細孔径分布

細孔径分布測定により得られた結果を表-3 に示す。全細孔容積や細孔率はやや FA を使用した配合が大きくなるものの、メディアン細孔直径は FA を使用した配合の方が明らかに小さくなっている。この結果は、FA 原粉を添加することで、ポゾラン反応による水隙充填作用が働き、空隙が細径化することを示唆しており、これによって塩分浸透に対する抵抗性を向上させていると考えられる。

4. まとめ

プレキャストコンクリートを対象とした電気泳動試験等によって、FA を添加することにより組織が緻密化し、実効拡散係数にして 2～4 割程度の塩分浸透に対する抵抗性の向上が期待できることを確認した。今後は、JSCE-G572「浸せきによるコンクリート中の見掛けの拡散係数試験方法(案)」を長期間行うなど多面的な評価を加え、FA 利用による耐久性向上の評価についてより精緻な検討を進めていく予定である。

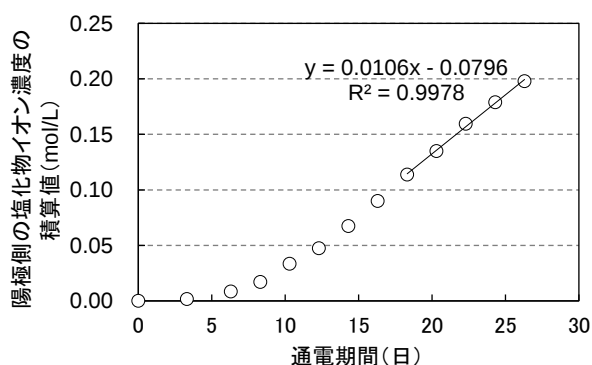


図-1 陽極側の塩化物イオン濃度 (例)

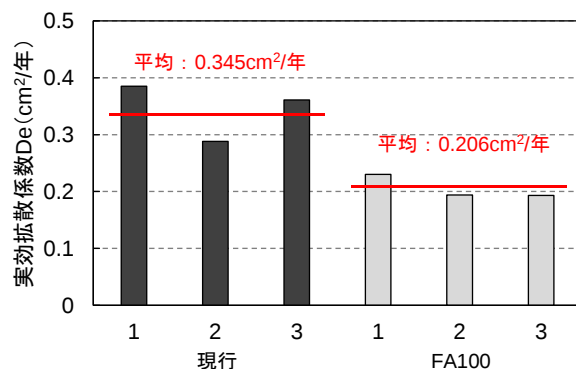


図-2 製品 A の実効拡散係数

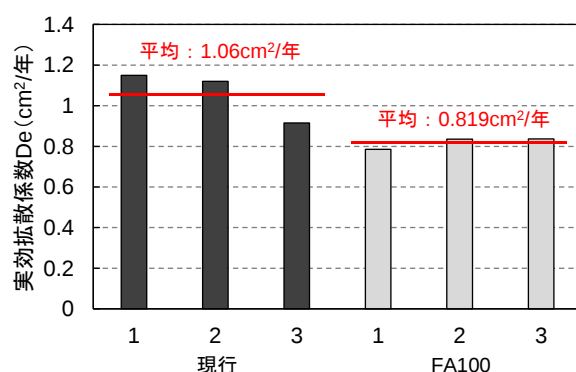


図-3 製品 B の実効拡散係数

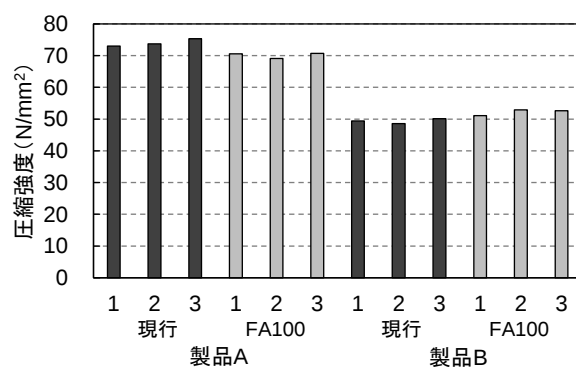


図-4 製品 A・B の圧縮強度試験結果

表-3 細孔に関する数値データ

製品	種別	全細孔容積 (ml/g)	全細孔比表面積 (m²/g)	メディアン細孔直径(μm)		平均細孔 直径(μm)	かさ密度 (g/ml)	見掛け密度 (g/ml)	細孔率 (%)
				容積基準	比表面積基準				
A	現行	0.0315	3.83	0.1280	0.0081	0.0329	2.38	2.57	7.47
	FA100	0.0388	5.61	0.0719	0.0074	0.0277	2.32	2.55	8.98
B	現行	0.0560	19.2	0.0212	0.0141	0.0117	2.18	2.48	12.2
	FA100	0.0594	23.4	0.0050	0.0054	0.0102	2.16	2.48	12.9