

品質の異なるフライアッシュを使用したモルタルの諸特性について (その2)

清水建設(株) 正会員○杉橋直行 西川洋二  
 日本原燃(株) 正会員 庭瀬一仁 岡本 大  
 (株)ニュージェック 正会員 枝松良展

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物処分施設の人工バリアに用いられるセメント系材料の製造過程における品質保証について、実施工を考慮した品質管理規準の定量的な設定やフライアッシュの品質変動などへの対応が必要とされている。本研究では、セメント系材料の製造過程におけるフライアッシュの品質(化学組成・比表面積)と初期養生の相違が、拡散係数に与える影響を把握することを目的とした検討を実施した。本報告はこの結果をまとめたものである。

2. 試験概要

ブレン値(比表面積)あるいは全Ca量の異なる表-1に示す3種類のフライアッシュを用いて、モルタルとコンクリートの直方体の供試体(1,000×1,000×600mm)を作製し、材齢91日でコアを採取し細孔径分布と拡散係数を測定した。養生は、打設後の湿潤養生期間が33日まで(以下、養生有)と、打設後2日間の型枠内養生(以下、養生無)との2とおりの条件とし、湿潤養生後あるいは型枠内養生後は前報<sup>1)</sup>の試験空洞内気中養生とした。モルタルとコンクリートの配合を表-2に示す。放射性核種の拡散係数は、原子力学会標準を参考にトレーサーをトリチウムとした透過型拡散試験法により求めた。試験条件を表-3に示す。

3. 実効拡散係数の算出

実効拡散係数は、既報<sup>2)</sup>のとおり試験期間の最初の2割のデータを棄却した期間のデータを直線回帰し、その直線の傾きを仮想拡散係数と設定して、この仮想拡散係数が定常になる値と考える。

図-1に仮想拡散係数の変化を示す。また、比較のためにこれまでに取得した同様配合のモルタルの仮想

表-1 フライアッシュの品質

FA名	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	K <sub>2</sub> O (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	MnO (%)	Cl (%)	ig.loss (%)	フリンケル 吸着量 (mg/g)	フーデ比 (%)	活性度指数 (%)	
																	4W	13W
高Ca品(FA①)	2.43	4.014	46.23	22.80	8.04	13.55	2.12	1.18	2.14	2.01	0.85	0.14	<0.001	0.2	0.07	116	81	98
低ブレン品(FA②)	2.03	3.180	61.83	24.68	4.13	3.14	1.35	0.20	1.24	0.72	1.36	0.03	<0.001	0.8	0.17	97	74	89
JIS II種品(FA③)	2.15	3.850	61.73	24.15	4.11	2.78	1.29	0.35	1.12	0.90	1.34	0.04	<0.001	1.4	0.25	106	85	103

表-2 配合

種別	W/B (%)	スラング <sup>a</sup> フロー (cm)	空気量 (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						
				W	LPC	FA	LEX	LS	S	G
モルタル	45.0	65±5	2.5±1.5	230	338	153	20	230	1273	—
コンクリート	45.0	65±5	2.5±1.5	160	229	107	20	178	883	780

LPC:低熱ポルトランドセメント, FA:フライアッシュ, LEX:膨張材, LS:石灰石微粉末  
 S:砕砂, G:砕石, B=LPC+FA+LEX

表-3 試験条件

項目	内容
試験溶液 トレーサ	セメント平衡水 トリチウム水 275,000cpm/ml程度 (HTO, Perkin Elmer 社製 NET001B)
試料形状	直径:50mm 厚さ:5mm
試験温度	室温(〜25℃)
試験雰囲気 濃度分析	低酸素雰囲気(O <sub>2</sub> <1ppm, 高純度 Ar ガス) 放射能測定(液体シンチレーションカウンタ, PACKARD 社製 TRI-CARB2750TR/LL)

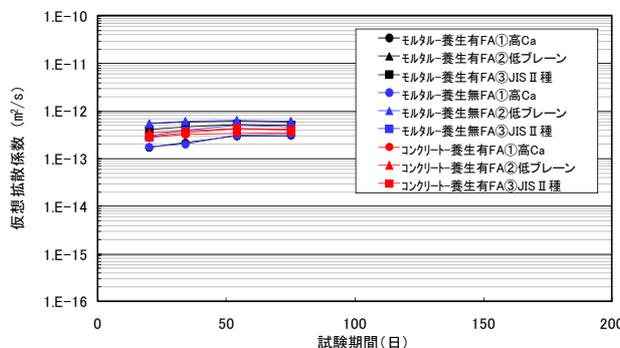


図-1 仮想拡散係数

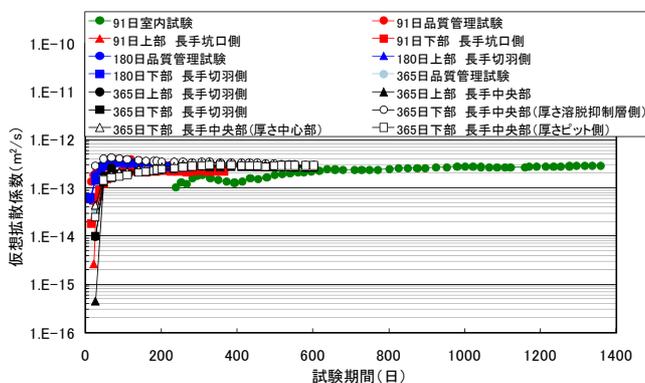


図-2 従来データの仮想拡散係数

キーワード 余裕深度処分施設, 人工バリア, セメント系材料, 拡散, モルタル

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館 清水建設株式会社 TEL03-5441-0594

拡散係数の結果を図-2<sup>3)</sup>に示す。

今回フライアッシュを変更した配合の拡散係数試験期間は75日しかなく、図-2から考えると未だ定常状態ではないと考えられる。ここでは、現時点における傾向としてフライアッシュの種類が仮想拡散係数に与える影響を捉えることとした。試験フェーズ別の仮想拡散係数を図-3に示す。FA①高Ca品のフライアッシュを使用したモルタルの仮想拡散係数が、養生有無によらず他フライアッシュを使用したモルタルの仮想拡散係数より小さい。モルタルの養生有無の違いによる仮想拡散係数への影響はあまり認められない。一方、コンクリートの仮想拡散係数は、フライアッシュの種類による影響はあまり認められなかった。また、仮想拡散係数と全空隙率との関係を図-3に、仮想拡散係数と20nm以上空隙率との関係を図-4に示す。区分径空隙率と仮想拡散係数との関係については、図-3、4以外に、6nm,10nm,30nm,50nm以上の空隙率についても整理しその相関係数が0.73, 0.88, 0.68, 0.41であることを確かめている。20nm以上空隙率と仮想拡散係数の相関係数が0.91と最も高い相関を示した。

この時点の仮想拡散係数は、試験期間が短いことから拡散試験溶液からの水分供給による空隙の緻密化の影響があまり出ていないと考えられ、拡散試験前の試料で試験を行った空隙率と相関がとれたと考えられる。またこのことは、FA①高Ca品の20nm以上の空隙率が小さかったことを示している。

4. まとめ

本研究範囲で得られた結果を以下にまとめる。

- (1) 仮想拡散係数は20nm以上の空隙率と相関が高い。
- (2) FA①高Ca品を使用したモルタルの仮想拡散係数が養生有無に関わらず小さい。
- (3) 仮想拡散係数に与える養生有無の影響はあまり認められなかった。
- (4) フライアッシュの違いによらず、コンクリートの仮想拡散係数は同程度であった。

謝辞

本研究を実施するにあたり東京工業大学坂井悦郎教授、電力中央研究所山本武志氏および太平洋セメント(株)山田一夫氏、東北発電工業(株)の各位各社にご指導ご協力頂きました。記して謝意を表します。

参考文献

[1]岡本大ほか：品質の異なるフライアッシュを使用したモルタルの諸特性について（その1），土木学会第65回年次学術講演会（投稿中），2010.9

[2]杉橋直行ほか：低熱ポルトランドセメントとフライアッシュ、膨張材を使用したコンクリートおよびモルタルの材齢2年までの諸特性（その2），土木学会第64回年次学術講演会，2009.9

[3]庭瀬一仁ほか：低レベル放射性廃棄物処分施設の低拡散層の実規模試験による初期性能の設定，コンクリート工学論文集（投稿中）

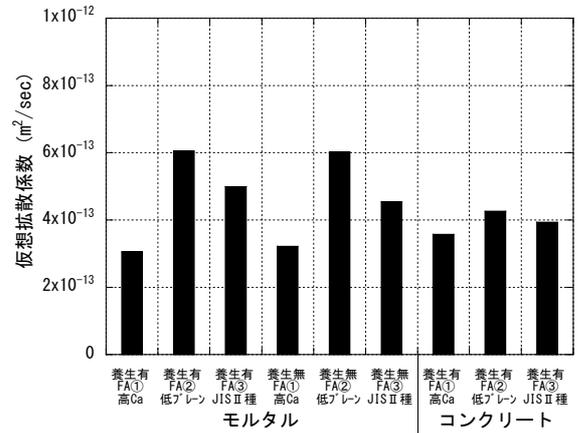


図-3 試験フェーズ別仮想拡散係数

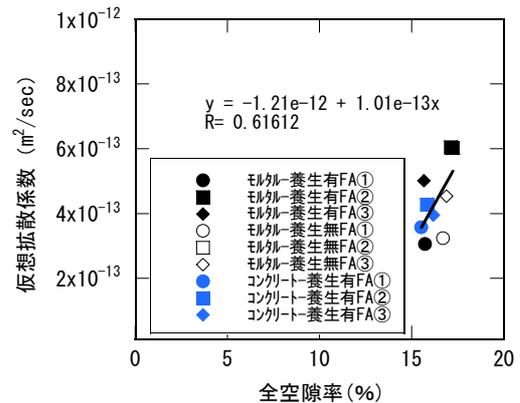


図-4 仮想拡散係数と全空隙率の関係

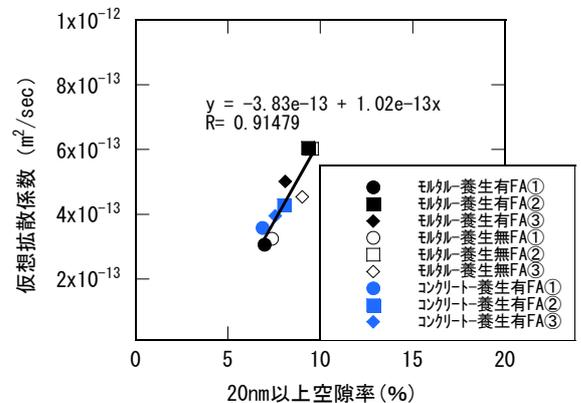


図-5 仮想拡散係数と20nm以上空隙率の関係