

地下空洞型処分施設性能確証試験における セメント系材料の拡散抑制に関する検討

(財) 原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 ○根木政広 寺田賢二 秋山吉弘
三菱マテリアル(株) 山田憲和 佐藤哲也 加藤博康

1. はじめに

放射性廃棄物処分のための地下空洞型処分施設において、セメント系材料には施設の構造材としての機能に加えて、放射性核種の拡散抑制機能が期待されている。前報^[1]では、セメント硬化体の実効拡散係数と相関性の高い空隙率を対象にして、品質管理のための代替指標を検討した。その後、長期の試験によるデータが得られたので、ここにその内容を報告する。

2. 試験条件

拡散試験はトリチウム水(HTO)をトレーサとした透過型の拡散試験法により実施した。また拡散試験の開始時と終了時には、同材齢の供試体を用いて水銀圧入法により空隙率を測定した。

基本とする配合は、結合材に低熱ポルトランドセメント(LPC)とフライアッシュ(FA)を使用した、水結合材比(W/B)45%の高流動モルタルである。基本配合に対して、表-1に示すように水結合材比または空気量を増大させたケースでも試験を行った。

表-1 試験ケース

検討項目	ケース番号	水結合材比 (%)	石灰石微粉末混入率 (%)	空気量 (%)	スランプフロー (cm)
基本配合	No. 1	45	60	2.5	60
水結合材比増大	No. 2	50	60	2.5	60
空気量増大	No. 6	45	60	4.0	60
	No. 7	45	60	6.0	60
高空隙率	No. 10	60	60	—	—
	No. 11	75	60	—	—
	No. 12	90	60	—	—

3. 試験結果

図-1に水結合材比と実効拡散係数との関係を示す。図中、初期の測定値(白抜き)と長期の測定値(塗りつぶし)に分けて表示している。初期の測定値は拡散試験を開始してから約3ヶ月まで、長期の測定値はそれ以降約1年までの測定値である。水結合材比が増加すると実効拡散係数も増加するが、時間の経過により実効拡散係数が低下している。実効拡散係数の低下は水結合材比の高いものほど顕著で、時間経過とともに実効拡散係数の水結合材比に対する依存性が低くなっている。

図-2に空隙率と実効拡散係数との関係を示す。図-1と同様、「初期」の値と「長期」の値に分けて表示している。実効拡散係数は空隙率の増加とともに増加するが、やはり時間経過とともに実効拡散係数の低下が見られる。また、空隙率の高いものほど実効拡散係数が低下し、時間経過とともに実効拡散係数の空隙率に対する依存性が低くなっている。

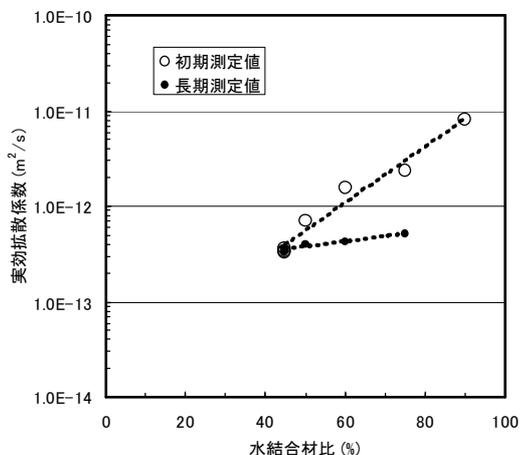


図-1 水結合材比と実効拡散係数の関係

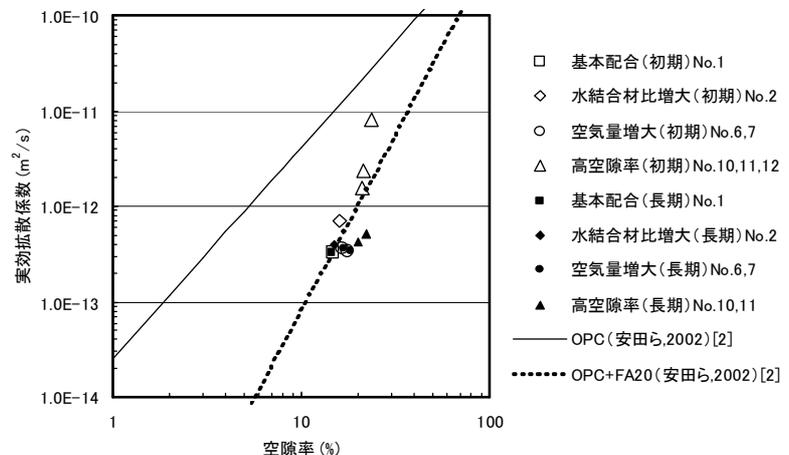


図-2 空隙率と実効拡散係数の関係

キーワード 放射性廃棄物, セメント系材料, 実効拡散係数, 空隙率

連絡先 〒104-0052 東京都中央区月島1丁目15番7号 TEL03-3534-4511 FAX03-3534-4567

図-3は空隙率の変化を、供試体作成後3ヶ月水中養生した試料と9ヶ月水中養生した試料の空隙率で示している。どの条件の試料においても空隙率の大きな変化はない。それにもかかわらず長期で実効拡散係数が低下しているのは、空隙率の変化ではなく空隙構造の変化がその要因であると考えられる。

図-4は水結合材比増大ケース(No.2)の試料で異なる時期の空隙径分布を示している。供試体作成後の養生期間3ヶ月と15ヶ月で空隙径ごとに空隙率の差をとってみると、その間の明瞭な変化が認められる。ある径を境にして、それより大きな径の空隙が減少し、それより小さな径の空隙が増加している。一般にフライアッシュの反応は長期にわたり進行するが、その間に形成される空隙の大きさが時間経過とともに小さくなっていくことを示している。拡散には、全空隙ではなく、ある程度以上の大きさの空隙が寄与していることが推測される。

実効拡散係数 $1 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ 程度を目標性能とした場合、短期的には目標性能を満足しないものもあるが、長期的には目標性能を満足する結果であった。目標性能に対して全空隙率を基に品質管理のための管理値を設定することは、必ずしも適切ではないことが分かった。ここで選定された配合は、適切な締固めや養生を前提にすれば、基本的に目標性能を満足する配合であるといえる。

4. まとめ

セメント硬化体の実効拡散係数は空隙率との相関性があるが、時間経過とともに全空隙率に対する依存性は低くなる。これはフライアッシュの反応の進行により空隙径分布が小径側にシフトし、空隙構造が緻密化したことが要因であると考えられる。

今後も試験を継続し、拡散に寄与する有効空隙の考え方や現場打設された材料で養生条件の違いによる影響などを検討する予定である。

なお、本報告は経済産業省からの委託による「管理型処分技術調査等委託費(地下空洞型処分施設性能確認試験)」の成果の一部である。

参考文献

[1] 窪田茂ほか：拡散抑制を期待されるセメント系材料の品質管理方法に関する研究，土木学会第62回年次学術講演会，CS5-040，2007
 [2] 安田和弘ほか：カルシウム溶出に伴うコンクリートの物理性能及び物質移行性能の変化に関する検討，Cement Science and Concrete Technology, No56, pp492-498, 2002

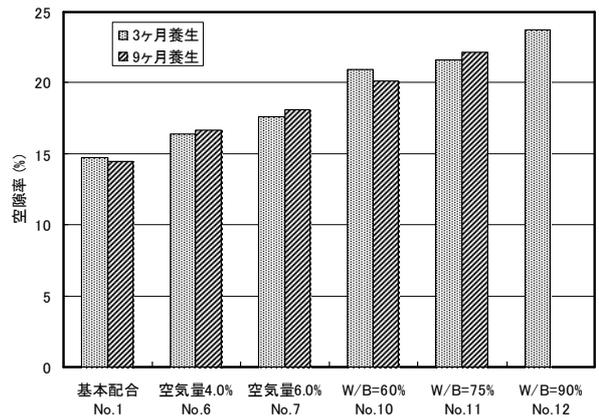
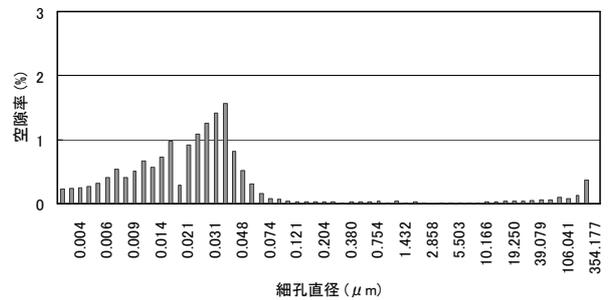
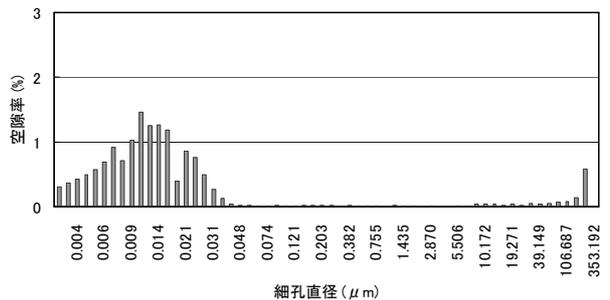


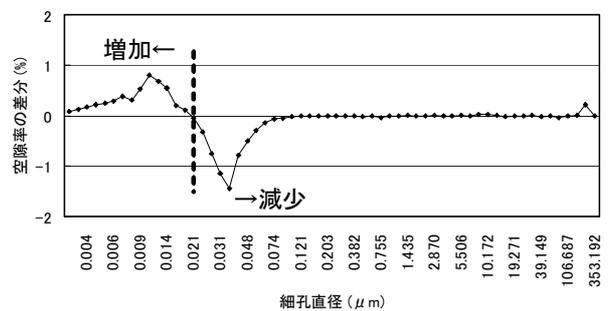
図-3 空隙率の経時変化



(a) 3ヶ月養生試料の空隙径分布



(b) 15ヶ月養生試料の空隙径分布



(c) 空隙径分布の差分 b-a

図-4 空隙径分布の経時変化