

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

(財) 原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 ○窪田 茂 寺田 賢二
(株) 太平洋コンサルタント 正会員 坂本 浩幸
(株) ニュージェック 正会員 枝松 良展
三菱マテリアル (株) 加藤 博康

1. 目的

セメント系材料は、処分施設の構造材料としての機能のみならず、放射性核種の移行抑制機能を期待されている。セメント系材料の緻密な水和組織は放射性核種の拡散を抑制する機能を有しているが、セメント硬化体の拡散性能は、水セメント比（単位水量）や施工性（充填性）等の影響を受け性能が変化する。特に、セメント硬化体の空隙率は、実効拡散係数との相関性を有しているとの報告¹⁾²⁾がある。

本研究は、拡散抑制を期待される放射性廃棄物の地下空洞型処分施設におけるセメント系材料に関し、配合条件や施工時の品質管理方法と拡散係数との関係、拡散係数との相関性が報告されている空隙率と相関性のある代替指標について検討を行い、拡散抑制性能の達成度を施工段階で予測するための品質管理方法の見通しを得ることを目的としている。

2. 配合条件が拡散特性や空隙特性に与える影響の評価

拡散抑制を期待するセメント系材料として、緻密性向上やひび割れ抑制に配慮した材料選定を行った。具体的には、低熱ポルトランドセメントとフライアッシュⅡ種とを質量比 7:3、水結合材比（W/B）を 45%、膨張材添加、空気量 2.5%とした。また、施工品質の向上の観点から振動締固めを必要としない高流動モルタルを基本配合とした。

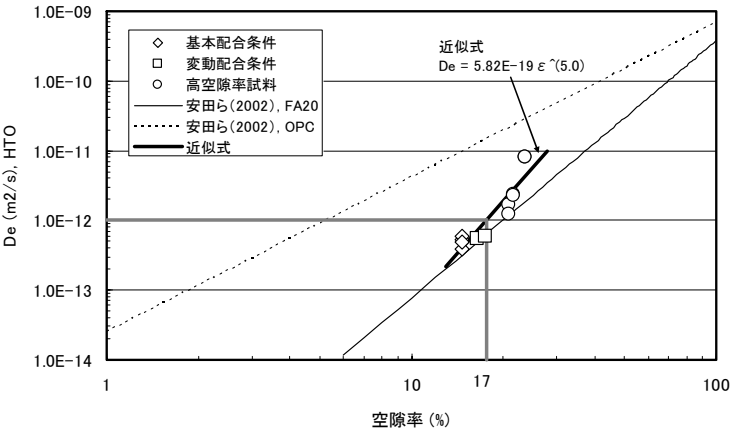
配合条件が拡散特性や空隙特性に与える影響を調査するため、表－1 に示すように基本配合に対して水結合材比、石灰石微粉末量、空気量、スランプフローを変動させたケースについて拡散係数及び空隙率等の測定を行った。

変動幅の設定については、以下のとおりとした。水結合材比は、細骨材表面水率の設定・計量誤差を想定して設定した。石灰石微粉末混入率については、施工性に係る因子であるモルタルの粘性が大きく変化しないと予想される範囲を考慮して設定した。空気量については、拡散抑制機能への悪影響の把握を目的に、基本配合より増加させて設定した。スランプフローについては、高流動コンクリート施工指針の推奨値を参考に、材料分離等の悪影響を及ぼさない範囲に設定した。

基本配合及び変動配合に対して実施した空隙率とトリチウムの実効拡散係数の測定結果を図－1 に示す。この際、特性値を取得するまでの

表－1 配合条件が拡散・空隙特性に与える影響の検討パラメータ

検討パラメータ	ケース No.	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	1	45.0	60	2.5	60
変動配合	水結合材比 (単位水量)	2	50.0	60	60
		3	40.0	60	60
	石灰石微粉末量	4	45.0	50	60
		5	45.0	70	60
	空気量	6	45.0	60	60
		7	45.0	60	60
	施工性 (スランプフロー)	8	45.0	60	50
		9	45.0	60	70



図－1 トリチウム実効拡散係数と空隙率の関係

キーワード 放射性廃棄物, セメント系材料, 拡散抑制, 品質管理, 地下空洞型処分

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-8-10 TEL 03-3504-1081 FAX 03-3504-1297

セメント硬化体の養生期間は3ヶ月間とした。図-1中の◇及び□が基本配合及び変動配合に該当し、参考比較のために高水結合材比の供試体を用いた試験結果を○で示した。既往の研究で報告されているように、セメント硬化体の実効拡散係数と空隙率との間には相関性が認められる。また、例えば実効拡散係数として $1 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 程度を目標性能とした場合には、空隙率として17%程度以下であれば良いことが分かった。

3. 空隙率と相関性のある代替特性の検討と品質管理

空隙率が、拡散抑制性能の達成度を把握するための代替指標となることが分かったが、空隙率は硬化後の特性であり、現場での日常管理には適しているとは言い難い。そこで、現場での測定の迅速性などを勘案し、空隙率の代替特性として、単位水量、単位容積質量、モルタルを遠心分離した分離水、モルタルを真空吸引した分離水及び空気量を取り上げて、空隙率との相関性を調査した。代表例として、単位水量を変動させたケース（表-1におけるケース1, 2, 3）について空隙率との関係を示したものを図-2に示す。同図より、単位水量と空隙率との間には高い相関性が確認された。また、単位容積質量、モルタルを遠心分離した分離水、モルタルを真空吸引した分離水及び空気量についても、単位水量と同様の傾向が確認されている。

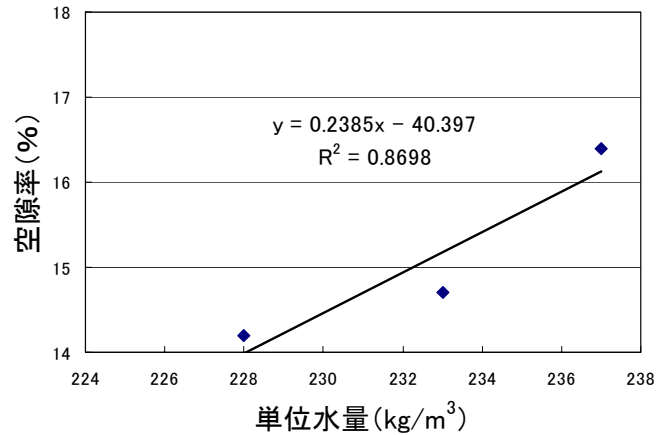


図-2 単位水量と空隙率の関係

土木学会コンクリート標準示方書では、コンクリートの受入れ検査はコンクリートが打込まれる前に実施することを原則としている。日常実施される品質管理は、特殊な装置を必要とせずコンクリート打設前の現場で実施可能であり、短時間に結果が明らかになることが望ましい。そこで、今回の試験を通じて空隙率との間に高い相関性が確認された単位水量は、拡散抑制を期待されるセメント系材料の品質管理項目として適切であると考えられる。

4. まとめ

拡散抑制を期待されるセメント系材料の品質を早期に予測することを目的として、拡散係数との相関が報告されている空隙率と相関性のある代替特性を用いた品質管理の方向性について検討した結果、現場において合理的に実施可能な品質管理項目として単位水量の適応性が高いという見通しを得た。

今後は、データの拡充を図るとともに、拡散抑制性能を見極めるためにセメント硬化体の緻密化が十分に進行したと考えられる長期養生を行った供試体に対して試験を行い、品質管理方法の設定を目指した検討を行う予定である。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」の成果の一部である。

参考文献

- 1) 加藤佳孝, 魚本健人: 構成材料の空間的特性を考慮したコンクリートの有効拡散係数の予測モデル, コンクリート工学論文集, 第16巻, 第1号, pp.11-21, 2005
- 2) 安田和弘, 横関康祐, 河田陽介, 吉澤勇二, 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, No.56, pp.492-498, 2002