

放射性廃棄物処分場におけるモルタル充填材に関する検討

(財)原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 藤原 愛,

東洋エンジニアリング(株) 廣田 謙, 大林組 長尾 覚博, 溝淵 麻子, 正会員 佐藤 立

1. 検討概要

放射性廃棄物処分施設で検討対象とされている珪砂充填材には、狭隘部への充填性、ガス透過性、廃棄体の保持性、アルカリ雰囲気維持による核種の低溶解性と収着性が期待されている。本研究では、各種のセメント系材料を充填材として選定する基礎データとして、普通ポルトランドセメント珪砂(以下、OPC珪砂)と普通ポルトランドセメント1に対し高炉スラグを混合したセメント珪砂(以下、1-9C珪砂)を対象として、水セメント比(以下、w/c)が透気性に及ぼす影響を評価するとともに、スライムNAGRAの高透気珪砂充填材について、w/cと砂セメント比(以下、s/c)の組合わせが、透気性、強度、充填性に及ぼす影響を試験により評価した。さらに、それらの結果を、キャピラリーバンドモデル(以下、CBモデル)により数値シミュレーションを実施した。

2. 水セメント比(w/c)が透気性に及ぼす影響

(1) 試験概要と試験方法

OPC珪砂と1-9C珪砂について、w/c(55, 65, 75%)と供試体の飽和度が、透気性、透水性、空隙率、細孔分布等に及ぼす影響を評価した。供試体は、100mm×H30mmの円柱形で標準水中養生後、炉乾燥62%R.H.及び97%R.H.雰囲気中で、重量変化が認められなくなるまで養生し、飽和度の調整を行った。透気試験は、水素ガスを用いて「変圧法」により実施し、載荷側の目標初期圧力を9.6kgf/cm²(0.9N/mm²)とした。

(2) 試験結果(図-1, 図-2 参照)

- 1-9C珪砂の方が、OPC珪砂よりも、透気/透水係数が1桁から2桁程度大きく、さらに空隙率と細孔半径も、約1割大きい結果となった。
- w/cが大きくなると若干、透気/透水係数が大きくなるものの、顕著な影響は認められない。
- 飽和度が大きくなると、透気係数が小さくなり、絶乾状態と飽和度95%以上の比較では、透気係数が3~4桁程度異なる結果となった。

3. スライムNAGRAタイプの高透気モルタルに関する検討

放射性廃棄物処分、珪砂充填材、透気性、配合設計、数値シミュレーション

(財)原子力環境整備促進・資金管理センター: 〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-8-10、TEL03-3504-1081、FAX03-3504-1297

東洋エンジニアリング: 〒275-0024 千葉県習志野市茜浜2-8-1、TEL047-454-1904、FAX047-454-1840

大林組: 〒131-8510 東京都墨田区堤通1-19-9、TEL03-5247-8573、FAX03-5247-8681

(1) 試験概要と試験方法

スライムNAGRAタイプの高透気珪砂について、w/c(40,50,60%)とs/c(2.5~6.0)の組合わせが、透気性、力学特性(圧縮強度)、充填性に及ぼす影響を評価した。透気試験は、乾燥空気を用い、載荷圧力を一定とした。充填性は、目視観察により7段階で評価した。

(2) 試験結果(図-3~図-5 参照)

- 圧縮強度は、w/cが60%、s/cが2.5の組合わせがもっとも高く、より小さなw/cとより大きなs/cの組合わせで、圧縮強度が低下する傾向となった。
- 透気係数は、w/cが40%、s/cが6.0の組合わせで最も高く、より大きなw/cとより小さなs/cの組合わせで小さくなる傾向となった。
- 充填性は、「高w/cと低s/c」と「低w/cと高s/c」の組合わせで良好となった。は、珪砂の流動性が高いためであり、は、粘性が小さいためである。

4. キャピラリーバンドモデル(CBモデル)によるシミュレーション解析

(1) 解析概要

試験結果をCBモデルに基づきシミュレーション解析を行った。CBモデルは、毛管を交差のない独立した半径と屈曲率を持つ均質な管と仮定しており、本数値解析について、式(1)の様に定式化される。細孔分布は、水銀圧入法で評価し、屈曲率は予備解析により30とした。

$$\phi_g(t) = \sum \left(\frac{P_g}{\tau \cdot L} \cdot \frac{\pi r_i^4}{8\mu_g} \cdot t \right) \cdot N_i \quad (1)$$

ここに、 P_g : ガス圧、 r_i : 屈曲率、 L : 供試体厚、 r_i : 細孔半径、 μ_g : ガスの粘性係数、 t : 時間、 N_i : 細孔本数

(2) 解析結果(図-6~図-7 参照)

OPC珪砂については、絶乾状態では比較的良好に一致しているものの、飽和度が大きくなると解析の方が試験結果と比較して3桁程度大きくなった。1-9C珪砂については、両者の結果の違いは1桁程度であり比較的良好に一致した。

5.まとめ

各種配合の珪砂材料の透気係数を取得した。
 高透気珪砂を対象として、w/c と s/c の配合設計により透気性，強度，充填性の設計が可能であることを確認した。
 細孔分布と空隙率に基づき、珪砂材料の透気係数をシミュレーション可能であり、解析により珪砂材料の透気係数

を推定可能であることを示した。

なお、本報告は経済産業省委託の放射性廃棄物処分高度化システム確認試験の成果の一部である。

参考文献

- [1] NAGRA, NTB92-11, 1994
- [2] CEC Report R-3101(MEGAS), 1994

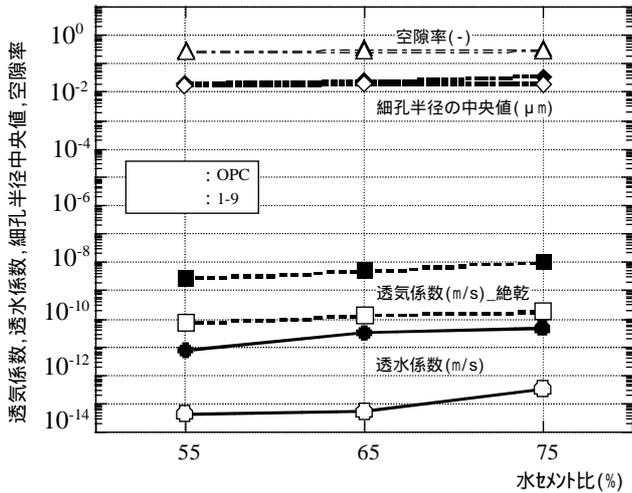


図-1 w/c と透気/透水、細孔の関係

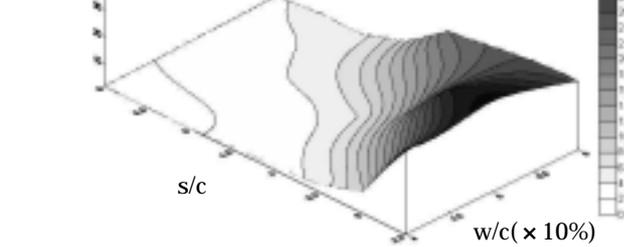


図-3 w/c と s/c の組合わせと圧縮強度の関係

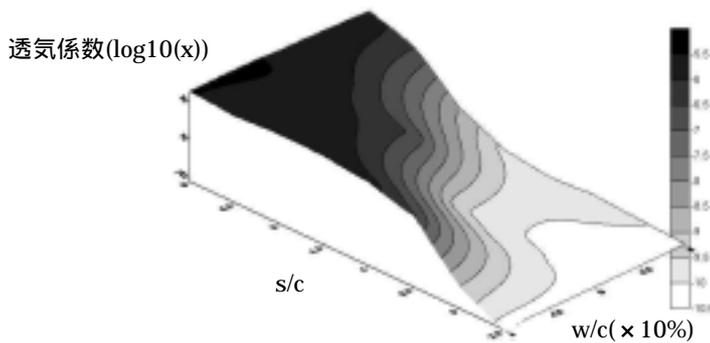


図-4 w/c と s/c の組合わせと透気係数の関係

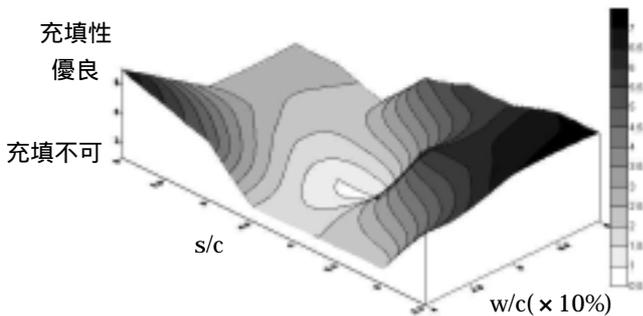


図-5 w/c と s/c の組合わせと充填性の関係

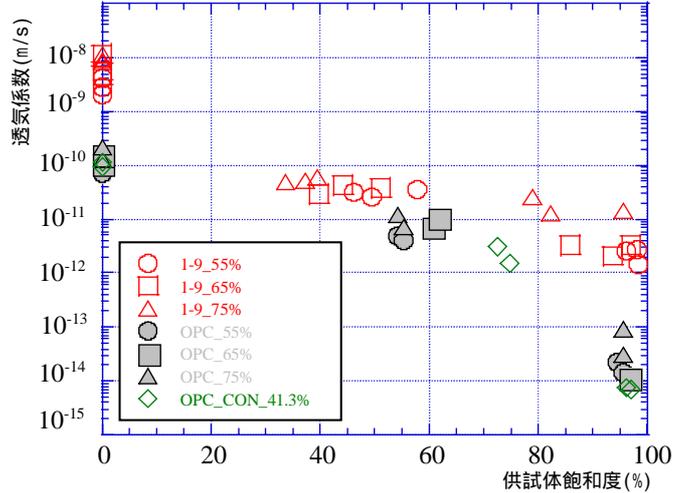


図-2 供試体の飽和度と透気係数の関係

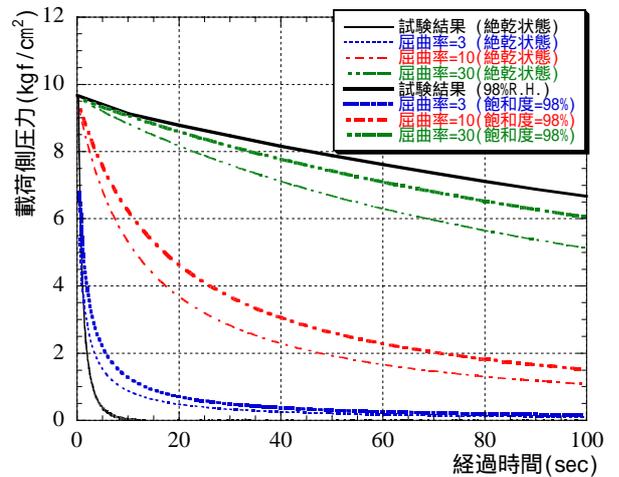


図-6 屈曲率が透気性に及ぼす影響

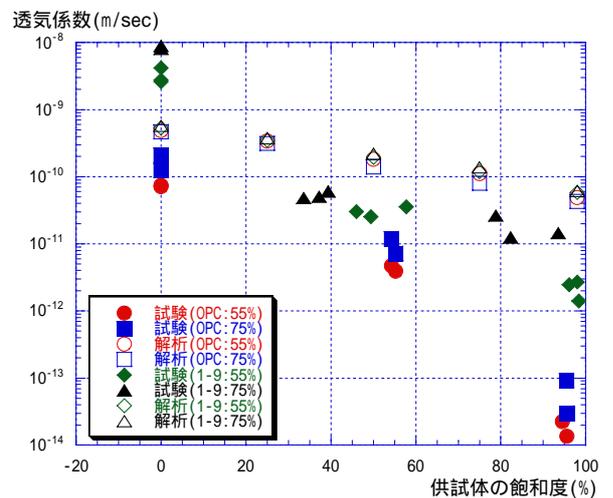


図-7 シミュレーション解析結果