

Na₂CO₃を事前混合したベントナイトと接するセメント硬化体の溶脱挙動

群馬大学工学部 学生会員 ○池尻 博
群馬大学大学院 正会員 半井 健一郎

1. はじめに

放射性廃棄物の余裕深度処分施設の人工バリア材には、拡散防止機能が期待されるセメント系材料と、止水性が期待される Na 型ベントナイトの使用が検討されている。しかし、長期間の接触によりセメント系材料からは Ca が溶脱し、隣接するベントナイト系材料の性能を低下させる。

これまでにセメント系材料の溶脱抑制手法として、ベントナイトへの炭酸塩の事前混合が検討されてきた¹⁾。電気泳動法による検討の結果、Na₂CO₃をベントナイト質量の12%と多量に混合させた場合、セメントペーストの表層にCaCO₃(カルサイト)が生成し、溶脱抑制効果が確認された。しかし、表層部分では局所的な劣化も確認されていることから、カルサイトの生成プロセスや低拡散性の把握が必要である。

本研究では、Na₂CO₃をベントナイトに事前混合させた供試体に対し、電気泳動法による溶脱促進試験を行い、カルサイト生成によるCa溶脱の抑制を詳細に検討する。その後、塩水浸漬試験を行うことで、カルサイト生成後の拡散性を明らかにする。

2. 実験概要

2.1 複合供試体の作製

セメントペーストの作製には、OPCを用い、水セメント比は45%とした。φ100mm×200mmの円柱型枠に打込み後1日で脱型、材齢28日まで水中養生を行い、中央部からφ100mm×25mmの供試体を切り抜いた。

ベントナイト砂混合土の作製には、Na型ベントナイト、最大粒径を1.2mmに調整した陸砂、および蒸留水を用いた。質量比7:3のベントナイトと砂にベントナイトの乾燥質量に対して12%のNa₂CO₃を練り混ぜた。比較用としてNa₂CO₃無混合も作製した。含水比は、26%に設定した。

その後、セメントペーストの上にベントナイト砂混合土を4層で65mmになるように締め固めた。その上に電極を設置し、さらにその上に1層で10mmとなるようにベントナイト砂混合土を締め固めた。乾燥密度は、1.6 g/cm³に設定した。供試体概要および供試体名を表-1に示す。

表-1 供試体概要と試験時間

供試体名	Na ₂ CO ₃ 混合率(%)	試験時間
N2C12-110	12	110
N2C12-720		720
REF-0	0	0(劣化無し)
REF-110		110
REF-720		720

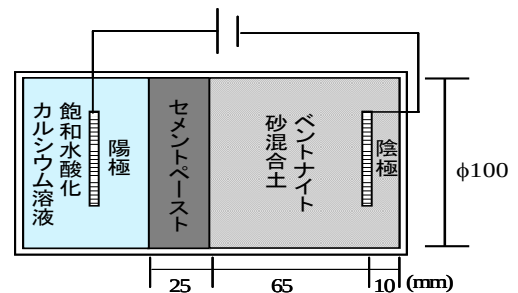


図-1 電気泳動試験装置の概略

2.2 実験項目

(1)電気泳動試験

図-1に電気泳動試験装置の概略を示す。陽極を飽和硫酸カルシウム水溶液、陰極をベントナイト砂混合土中に設置した。直流定電圧を5Vとし、電気泳動試験を行った。試験時間を表-1に示す。

試験終了後、複合供試体を切断し、セメントペーストを2等分した。2等分した一方を塩水浸漬試験用の供試体とし、もう一方は、EPMA分析用とした。

(2)塩水浸漬試験

電気泳動試験終了後、セメントペーストに対して既往の研究²⁾を参考に、塩水浸漬試験を行った。セメントペーストの表面からの塩分浸漬を評価するために、ベントナイトとの接触面以外をエポキシ樹脂で塗布して遮水した。その後、減圧吸水を2日間行い、10%の塩化ナトリウム水溶液に28日間浸漬させ、EPMA分析を行った。

3 実験結果

3.1 電気泳動試験結果

図-2に積算電気量の経時変化を示す。ここで積算電気量とは、測定した電圧および電流の積を時間に対して積算した値である。N2C12シリーズを見ると、30時間あ

キーワード ベントナイト砂混合土、溶脱、Ca型化、電気泳動法

連絡先: 〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1 TEL 0277-30-1610 FAX 0277-30-1601

たりで電気抵抗が大きくなっている。これは、密なカルサイトの生成が考えられる。

図-3 に EPMA による全シリーズの Ca の面分析結果を、図-4 に N2C12 シリーズの C の定量分析結果を示す。セメントペーストの表層を詳細に評価するため、図-3 では、セメントペースト表面から 5mm までの結果、図-4 では、セメントペースト表面の結果を示している。図-3 の REF シリーズを見ると、REF-110、REF-720 のセメントペースト表層部の Ca が減少し、時間の経過とともに Ca 溶脱が進行していることが分かる。それに対し N2C12 シリーズでは、電気泳動の試験時間に関わらずセメントペースト表層部の Ca の減少が見られない。これは、カルサイト生成により、溶脱が抑制されたためと考えられる。

図-4 から、N2C12 シリーズではセメントペースト表面に C があることから、表面にカルサイトが生成していることが分かる。また、図-4 より、試験時間の長い N2C12-720 の方が C の質量割合が大きいことから、時間の進行とともにカルサイト層が密になっている可能性も考えられる。

3.2 塩水浸漬試験結果

図-5 に、REF-110、N2C12-110 に加え、比較のため行った REF-0 の塩水浸漬試験について、Cl の面分析の結果を示す。REF-0 がセメントペーストの表面から 20mm 付近まで塩分浸透しているのに対し、REF-110 は 25mm(全域)までの塩分浸透が確認された。これは、Ca の溶脱により拡散防止機能が低下し、イオンの移動速度が速くなったためだと考えられる。

一方 N2C12-110 は、塩分浸透が 10mm 付近まで進行し、それ以降は抑制傾向が見られる。これは、イオンの移動速度が抑制されたことを示している。よって、カルサイトの生成が拡散防止機能を向上させることが確認できた。

4. まとめ

ベントナイトへの Na_2CO_3 の 12% の事前混合が、セメントペーストの表面にカルサイトを生成させ、Ca 溶脱を抑制し、拡散防止機能を向上させることが確認できた。

参考文献

- 1) 半井 健一郎ほか: 隣接ベントナイトへの炭酸塩の混合がセメント系材料溶脱に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp713~718, 2010
- 2) 土木学会: コンクリート技術シリーズ 55 コンクリートの塩化物イオン拡散係数試験方法の制定と基準化が望まれる試験方法の動向, pp53-65, 2003.

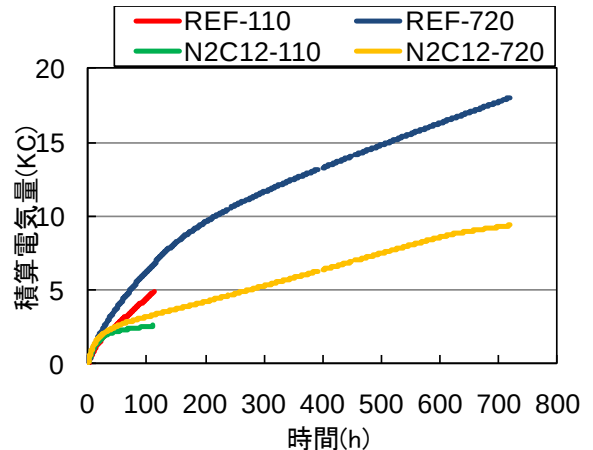


図-2 積算電気量の経時変化

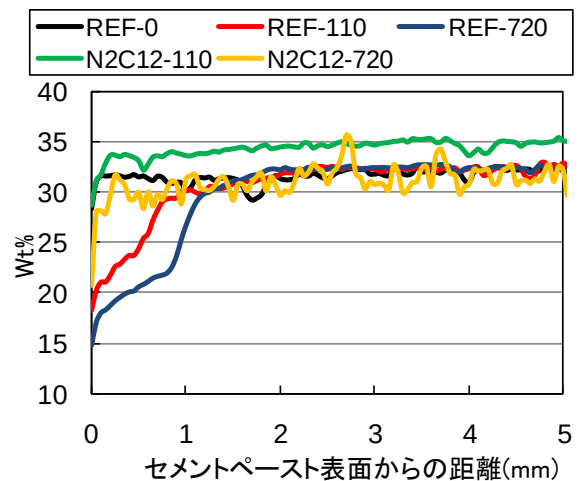


図-3 Ca の面分析結果

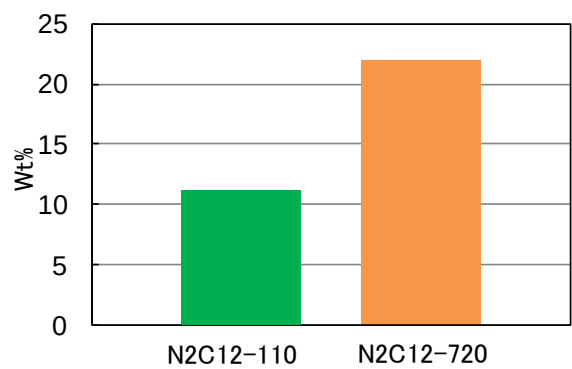


図-4 C の定量分析結果

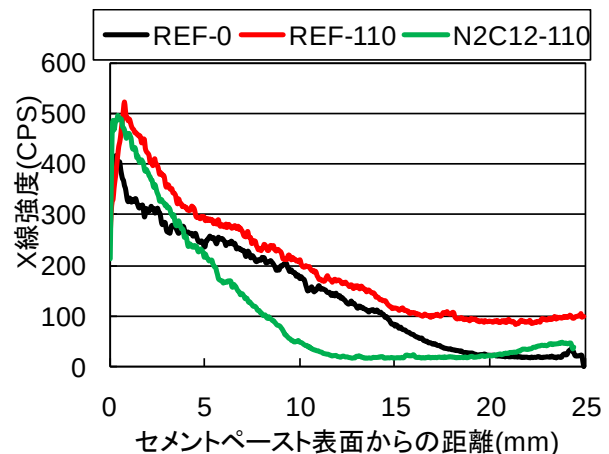


図-5 Cl の面分析結果