

電気促進試験におけるコンクリートと接するベントナイトのカルシウム型化に及ぼす初期乾燥密度の影響

群馬大学大学院	学生会員	○渡辺 真樹
群馬大学大学院	正会員	半井 健一郎
北海道大学大学院	正会員	杉山 隆文
群馬大学大学院	フェロー	辻 幸和
戸田建設	非会員	富澤 奈緒美

1. はじめに

放射性廃棄物の地層処分において、人工バリアとしてコンクリートとともにベントナイト砂混合土を用いるにあたり、コンクリートから溶脱するカルシウムイオンによって、ナトリウム型ベントナイトがカルシウム型化することが懸念される。実際の施工で目標とされるベントナイト砂混合土の乾燥密度は、施工方法、透水係数等を考慮し、 $1.6 \sim 1.9 \text{ g/cm}^3$ とされており、本研究では異なる乾燥密度(1.6 g/cm^3 、 1.7 g/cm^3 、 1.8 g/cm^3)のベントナイト砂混合土を作製し、さらに実際の人工バリアを模擬した複合体で電気泳動試験を行った。各分析により、ベントナイト砂混合土の乾燥密度がベントナイトのカルシウム型化に及ぼす影響を評価した。

2. 実験概要

(1) ベントナイト砂混合土とコンクリートの複合体の作製

ベントナイトはクニゲル V1、砂は最大粒径 1.2mm に調整した陸砂、水は蒸留水を用いた。ベントナイトと砂は質量比を 7 対 3 で混合し、既往の研究¹⁾と同様に練混ぜを行い、締固めを行った。締固め方法は、質量 2.5kg のランマーを高さ 30cm から落下させた。セルにセットした $\phi 100 \times 25 \text{ mm}$ の硬化コンクリートの上面にベントナイト砂混合土を 4 層で突固め、厚さ 65mm とした。その上にステンレススチールの電極を設置、さらにベントナイト砂混合土を 10mm になるように突き固めた。ベントナイト砂混合土の含水比と乾燥密度を表-1 に示す。目標とする乾燥密度が得られるように、含水比、1 層あたりの突固め回数を変化させて、ベントナイト砂混合土の締固め試験を行った。

表-1 ベントナイト砂混合土の含水比と乾燥密度

供試体名	含水比 %	乾燥密度 g/cm^3
Bt16	28.6	1.6
Bt17	26.1	1.7
Bt18	22.6	1.8

コンクリートは W/C=55%、s/a=49%、材齢 28 日における圧縮強度は 32.2 N/mm^2 で、普通ポルトランドセメントを用いた。試験時のコンクリートの材齢は約 19 ヶ月である。

(2) 電気泳動試験概要

図-1 に示すセルを用いて、コンクリート中のカルシウムイオンをベントナイト砂混合土中に電気泳動させた。セルに直流電圧を 15V 印加し、経時的に電流を測定した。積算電気量は、異なる時期に行った試験で得られた $13.0 \times 10^3 (\text{A} \cdot \text{sec})$ を目標とした。

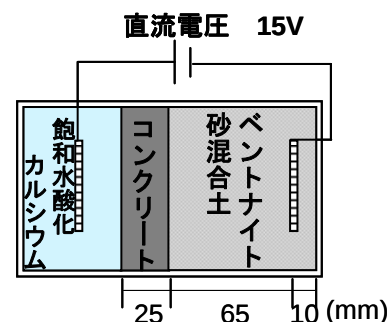


図-1 電気泳動試験装置図

3. 実験結果

(1) 電気泳動試験結果

電気泳動試験中の電流は経時的に減少し、収束した。各複合体における積算電気量、試験期間を表-2 に示す。Bt17 の試験期間が大きくなったのはベントナイト砂混合土とコンクリートの付着性状の違いのためと考えられる¹⁾。電気泳動後、ベントナイト砂混合土を回収し、コンクリート界面

表-2 積算電気量と試験期間

供試体名	積算電気量 C	試験期間 h
Bt16	13.1×10^3	249
Bt17	13.0×10^3	346
Bt18	12.9×10^3	288

キーワード ベントナイト 乾燥密度 カルシウム型化 コンクリート 電気泳動法 溶脱

連絡先: 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 TEL 0277-30-1613 FAX 0277-30-1601

から約 5mm、その後は約 10mm ずつスライスし、各分析に供した。コンクリート界面側から 1 層目と称する。

(2) XRD 分析結果

各供試体の XRD 分析の結果を図-2 に示す。既往の研究²⁾より、スメクタイト底面間隔からナトリウム型では $2\theta=7.0\sim7.5^\circ$ 、カルシウム型では $2\theta=5.7\sim6.0^\circ$ を基準に、ナトリウム型ベントナイトのカルシウム型化への変化を考察した。Bt17、Bt18 の 1~2 層目では明確なピークが認められないものの、カルシウム型のピークへの移行の段階であると推測できる。

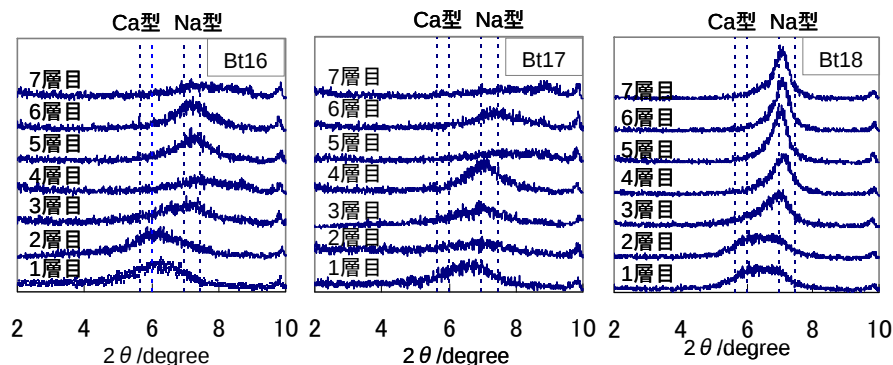


図-2 XRD 分析結果

Bt16 では、1~2 層目でカルシウム型のピークを示した。電気泳動試験によってコンクリートから溶脱したカルシウムイオンにより、コンクリート界面側のベントナイト砂混合土からカルシウム型化が進んでいることがわかる。一方で、Bt16、Bt17 ではカルシウム型およびナトリウム型、どちらのピークも認められない層があった。カルシウム型のピークへの移行段階であると推測することもできるが、これは今後研究する必要がある。

(3) 浸出陽イオン量、膨潤力分析結果

各供試体の各層のカルシウムイオンとナトリウムイオンの浸出陽イオン量比を図-3 に、各層の膨潤力を図-4 に示す。乾燥密度によらず、3~7 層目では浸出陽イオン量比が小さく、膨潤力の低下が小さい。一方で、1、2 層目では浸出陽イオン量比が大きく、膨潤力が低下している。このことから、コンクリートから溶脱したカルシウムイオンの影響で、コンクリート側 1、2 層目はカルシウム型化していると考えられる。

(4) 浸出陽イオン量比、膨潤力による定量的評価

各供試体の各層における膨潤力と浸出陽イオン量比の関係を図-5 に示す。乾燥密度によらず、同一の傾向を示しており、膨潤力と浸出陽イオン量比の関係式から、両者を定量的に評価できることを示唆している。

4. まとめ

乾燥密度によらず、コンクリートからベントナイト砂混合土中に移動したカルシウムイオンの影響で、コンクリート界面側 0~15mm の範囲では浸出陽イオン量比が大きくなり、膨潤力が大きく減少した。

参考文献：

- 1) 富澤奈緒美ほか：コンクリートから溶出するカルシウムイオンによるベントナイト砂混合土の膨潤力の低下に関する実験的研究、セメント・コンクリート論文集、No.60、pp162-167 (2006)
- 2) 黒澤進ほか：日本原子力学会和文論文誌、Vol.1、No.2、pp138-142(2002)

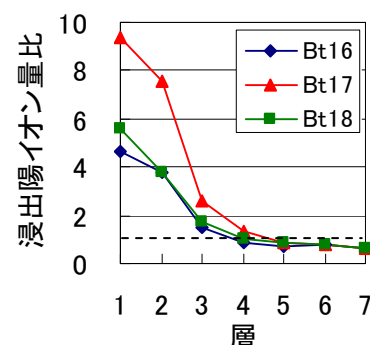


図-3 各層の浸出陽イオン量比

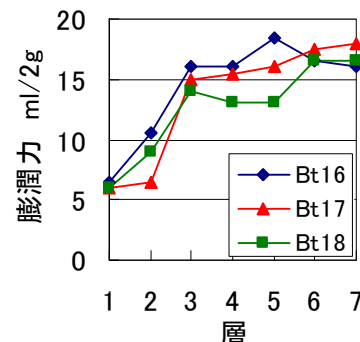


図-4 各層の膨潤力

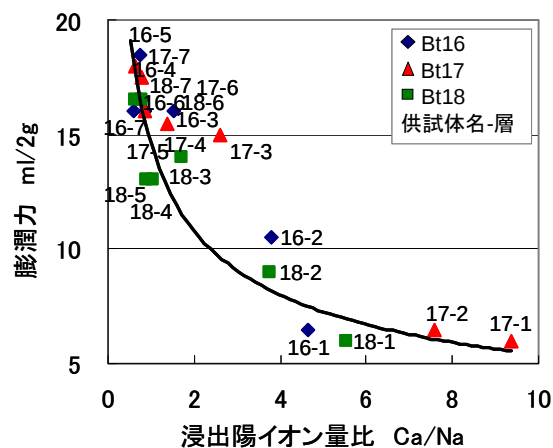


図-5 膨潤力、浸出陽イオン量比の関係