

モルタルとベントナイト砂混合土の界面近傍に関する考察

群馬大学工学部 学生会員 ○ 富澤 奈緒美
群馬大学大学院 学生会員 福岡 弘誠
群馬大学工学部 正会員 杉山 隆文
群馬大学工学部 フェロー 辻 幸和

1. はじめに

放射性廃棄物の地層処分において、コンクリートとともに Na 型ベントナイトを用いるにあたり、コンクリートから溶出するアルカリ成分がベントナイトに及ぼす影響を把握する事は重要である。本研究では、コンクリートから溶出する Ca イオンに注目し、溶出する Ca イオンが Na 型ベントナイトに及ぼす影響を電気的手法を用いて調べた。試験では、界面から陰極までの距離を、既往の研究¹⁾の 4 倍にして、浸出 Ca イオンや Na イオン量の分布や Ca 型化を比較した。

2. 実験概要

(1)ベントナイト砂混合土の作製

ベントナイト砂混合土の作製には、ベントナイトはクニゲル V1、粒度を 1.2mm 以下に調整した陸砂、蒸留水をそれぞれ用いた。ベントナイトと砂は質量比 7:3 で混合し、オムニミキサーで練混ぜ後、試料を PE 袋に入れ一晩放置して再度練混ぜを行い、締め固めた。締め固め方法は質量 2.5kg のランマーを 30cm の高さから落下させた。落下回数は 250 回/1 層とした。ベントナイト砂混合土の圧縮成型体の含水比は、約 15%であり、乾燥密度は約 1.8g/cm^3 である。

(2)ベントナイト砂混合土とモルタルの複合供試体の作製方法

ベントナイト砂混合土を $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ の円柱型枠を用いて $\phi 10\text{cm} \times 8\text{cm}$ になるように 2 層に分けて締め固めた後、電極(陰極)をセットし、その上に厚さが 1cm になるようにベントナイト砂混合土を再度締め固めた。その後、一度型枠から取り出し、ベントナイト砂混合土の上下を反転させ、図-1 のように再び型枠に設置し、厚さが 1cm になるようにモルタルを打ち込んだ。24 時間後、型枠から取り出し、電気泳動試験セルに装着するために円周面をシリコンで固定した。なお、モルタルの養生では、モルタル部分を湿布で覆い、28 日間行なった。モルタルの W/C は 45%、S/C は 2.0 であり、普通ポルトランドセメントを用いた。

(3)電気泳動試験方法

図-2 に示す電気泳動試験装置を用いて、モルタル中の陽イオンである Ca イオンを陰極方向であるベントナイト砂混合土中へ溶出させた。セルに直流定電圧 15V を印加し、経時的に電流を測定した。試験は、電流量が既往の研究¹⁾とほぼ等しくなる約 40 日間行なった。そして、試験後の試料について膨潤力、MB 吸着量、伝導率、浸出陽イオン量、を測定し、XRD 分析を行った。

3. 実験結果

(1)電気泳動試験結果

電気泳動試験中の電流の経時変化を図-3 に示す。経時的に電流は減少し、一定の値に収束していくことがわかる。電気泳動試験装置を解体し、ベントナイト砂混合土の試料を回収した。試料を陽極側から 1cm ずつ 8 層に切断して、各分析に供した。モルタルとの界面から 1 層目と称する。

(2)膨潤力、伝導率、MB 吸着量、浸出陽イオン結果

表-1 に膨潤力、伝導率、MB 吸着量、浸出陽イオン量結果を示す。膨潤力は、初期値では $14.0\text{ml}/2\text{g}$ であったが電気泳動後はすべての層で減少し、陽極側に

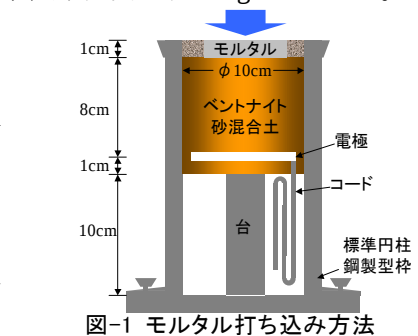


図-1 モルタル打ち込み方法

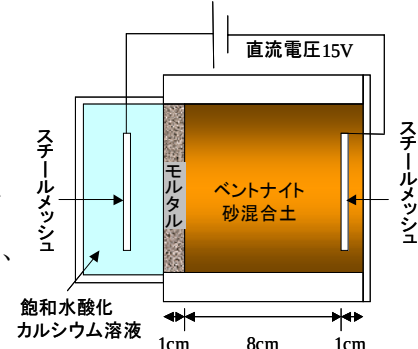


図-2 電気泳動試験装置図

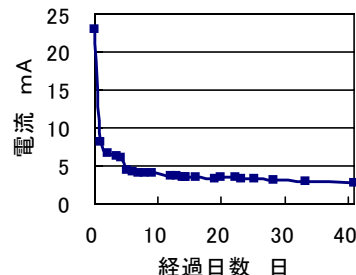


図-3 電流の経時変化

キーワード モルタル ベントナイト砂混合土 界面近傍 Ca 型化

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

表-1 初期値と試験後の分析結果

	初期値	電気泳動試験後							
		1層目	2層目	3層目	4層目	5層目	6層目	7層目	8層目
膨潤力 ml/2g	14.0	5.2	6.0	10.5	7.5	8.0	10.0	12.0	11.0
伝導率 mS/m	36.3	14.4	13.0	20.2	25.5	30.9	35.3	52.0	62.1
MB吸着量 mmol/100g	40.0	32.0	40.0	48.0	48.0	50.0	48.0	50.0	54.0
浸出陽イオン量 ※ meq/100g	Ca ²⁺	36.9 (42.5)	73.0(79.3)	62.9(78.0)	49.7(61.0)	40.9(50.9)	35.5(43.7)	34.0(39.3)	37.1(36.0)
	Na ⁺	48.4 (55.7)	17.3(18.8)	16.4(20.3)	30.4(37.3)	38.2(47.5)	44.7(55.0)	51.4(59.3)	64.3(62.5)
	K ⁺	1.6 (1.8)	1.7(1.9)	1.4(1.7)	1.4(1.7)	1.2(1.5)	1.0(1.3)	1.2(1.3)	1.5(1.4)
	Total	86.9	92.1	80.7	81.5	80.3	81.2	86.6	102.9

※ カッコ内はTotalに占める各陽イオンの割合 (%)

近い層では初期値の半分以下となった。

伝導率をみると、7層目、8層目では初期値より大きい値となり、陽極側から陰極側に向かって増加した。伝導率は浸出陽イオン量の総量にほぼ比例する結果となり、陰極電極付近に陽イオンが蓄積した結果であると思われる。

MB 吸着量では、1層目は初期値より減少し、3層目から8層目はほぼ一定の値となり、初期値より増加していた。

浸出陽イオン量の分析結果から、各層に占める各陽イオン量の割合に注目し、層ごとにおける各陽イオンの占める割合を図-4に示す。陽極側に近いほど Ca イオンは高い割合であることがわかる。これは明らかにモルタルから電気泳動した Ca イオンによるためと考えられる。

次に陽イオン量に注目し、既往の研究結果¹⁾と比較した。図-5に既往の研究と本研究での陽イオン量の界面と陰極間の分布の様子を示す。ここで、 n_i は浸出陽イオン量の測定値を初期値で除したものであり、初期値を1として表した値である。既往の研究は界面から埋込み電極までの距離が2cmであり、モルタルではなくコンクリートを使用しているが、電気量は本研究とほぼ同じである。図-5に示すように既往の研究では、Na イオン量は陰極に近いほど増加した。Ca イオン量は初期値の2倍でほぼ一定だったが、陰極側に近い層で大きくなった。一方、本研究では、Na イオン量は既往の研究と同様で、界面から陰極まで徐々に増す傾向を示していた。しかし、Ca イオン量は既往の研究と異なり、界面と接した1層目で浸出量が最も大きく、陰極位置までに減少している。モルタルからCa イオンが供給されてベントナイト砂混合土へ移動したことを示している。

(3)XRD 分析結果

XRD の結果を図-6に示す。モルタルとの界面から1層目、2層目はCa型のピーク²⁾がみられ、3層目から8層目までは初期値と同じNa型のピークがみられた。図-4と比較してみると、各層の陽イオンの総量に占めるCaイオンの割合が80%に近い時にCa型のピークが表れていた。これは、既往の研究¹⁾でも同様の結果となった。

4. まとめ

既往の研究と異なり、界面から陰極までの距離を長くすることにより、界面と接した1層目でCaイオンの浸出量が最も大きくなった。しかし、Naイオンの浸出量の分布は既往の研究と同様であった。また既往の研究と本研究において、界面を通じて供給されるCaイオンにより、界面から2cm付近までのベントナイトがCa型化していると考えられる。

参考文献 1) 福岡弘誠他：コンクリートと接するベントナイト砂混合土の変状に関する基礎実験 土木学会第59回年次学術講演会、CS部門、pp. 71 - 72、2004. 2) 黒澤進他：高アルカリ性条件でのベントナイトの変質とコロイドろ過効果に及ぼす影響、日本原子力学会和文論文誌、pp. 244 - 249, vol.1, No.2, 2002.

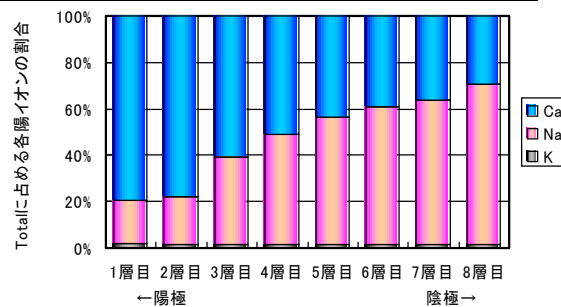


図-4 層ごとにおける各陽イオンの占める割合

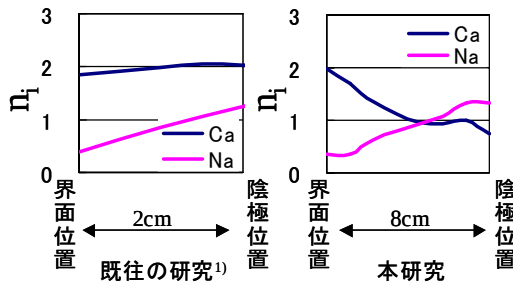


図-5 陽イオン量の界面と陰極間の分布の様子

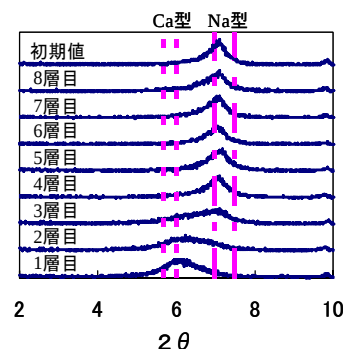


図-6 XRD 測定結果