

エタノールベントナイトスラリーの浸透特性に関する研究

岡山大学 正会員 西垣 誠 小松 満
岡山大学院 正会員 見掛 信一郎
岡山大学院 学生会員 田岡 洋 ○中島 朋宏

1. はじめに

今日、原子力発電は先進諸国で利用され、それに伴い放射性廃棄物が発生、そしてその処理法の確立が早急に求められている。現在、世界的に最も有効な処理法として地層処分が検討されているが、問題点も多い。その一つとして、大深度の岩盤中に掘削を行った場合、応力の解放により亀裂が生じ高透水性ゾーンとなるゆるみ領域が発生することが挙げられる。また予期せぬ断層の移動などにより、同様にゆるみ領域が発生する。これらに対しグラウトを行い透水性を下げる必要がある。また、放射性物質の半減期の長さから、難透水性を長期間保つ必要がある。そのためグラウト材として、水と混合すると膨潤し難透水性を示し、また天然材料であるため変化しないベントナイトが考えられている。そこで本研究では、膨潤を抑制するエタノールをスラリー化に用い、ベントナイトの置換による透水性の低下を実験的に調査を行った。

2. 試料

用いた試料は山形産 Na 型ベントナイトであり、比重は約 2.70 で、最大粒径は約 100 μm であり、60%エタノールを重量比 1 : 1.2 (ベントナイト:エタノール)で混合しスラリーを作成した。

3. 試験方法

(1) エタノール透水試験

圧密試験装置を図-1 に示す。従来の圧密試験機にアクリル製力バーを取り付け、透水試験も可能にした。また上部下部の排水を定水位タンクにすることにより供試体に作用する水压を一定にし、浸透圧による圧密も防いでいる。その試験装置に上部から圧力かけることにより、圧密させ間隙比を変化させた。初期供試体は $\phi 60\text{mm}$ 、高さ 20mm である。各載荷終了後、間隙比を求め、エタノールを用いた変水位透水試験を行い、各間隙比におけるエタノール透水係数を求めた。またエタノールは揮発性の液体であるため同じ径のビュレットにエタノールを入れ、その蒸発量を計測し、補正を行った。そのエタノール透水試験装置を図-2 に示す。

(2) 拘束下での水置換による透水試験

(1) と同様に圧密試験機を用いて間隙比を低下させ、上下部を固定し置換による体積膨張を許さない状況下で水を用いた変水位透水試験を行い、経時的な透水係数の低下を測定した。試験装置を図-3 に示す。排水側には試験管を取り付け、その試験管内の排水流量の計測を行った。また FDR-V 装置を用いて誘電率を計測し、誘電率とエタノール濃度の関係から排水エタノール濃度の計測を行った。また装置上部には圧力計を設置し経時的な膨潤圧の変化の計測も行った。しかし、

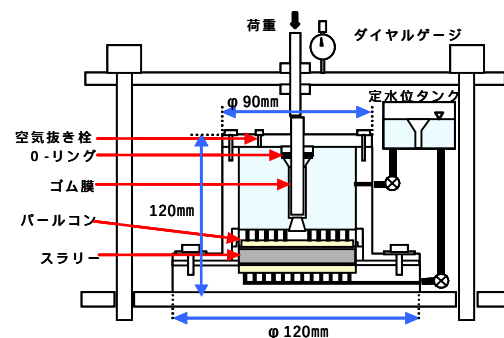


図-1 圧密試験装置

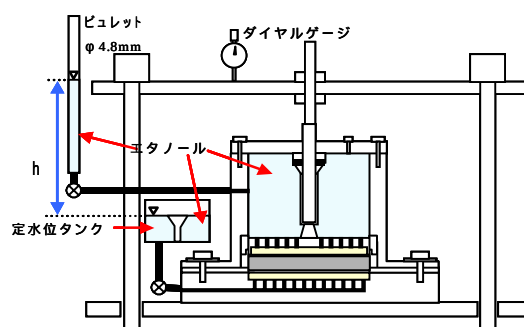


図-2 エタノール透水試験装置

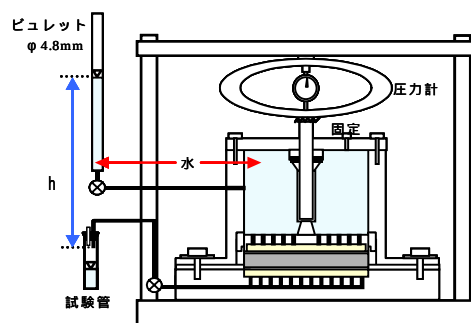


図-3 拘束下透水試験装置

キーワード ベントナイト エタノール 透水係数 間隙比

連絡先 〒700-0082 岡山市津島中 3-1-1 岡山大学環境理工学部環境デザイン工学科 tel086-251-8864

前述のエタノール透水係数と水の透水係数は液体の違いから比較はできないため、そこで同じパラメーターである固有透過度を用いて考察を行った。次式に固有透過度の計算式を示す。

$$\kappa = k \frac{\mu}{\rho g} \quad (2.1)$$

ここで、 κ : 固有透過度 (cm^2)、 μ : 液体の粘性係数 (Pa s)、 ρ : 密度 (g/cm^3) である。

4. 試験結果、考察

図-4 にエタノール透水試験から得られた、固有透過度と間隙比の関係を、図-5 に拘束下での水置換による透水試験から得られた固有透過度の時間的変化を示す。また間隙比 2.25 における排水濃度の時間的変化を図-6、排水量と膨潤圧の時間的変化を図-7 に示す。

図-4 より間隙比の低下に伴い透水性も低下している。図-5 においては、間隙比を変化させない拘束条件下においても、エタノールと水とが置換し、また膨潤した結果、水の通路が減少し透水性が低下したことが明らかになった。そして、間隙比が小さいほど固有透過度の低下に時間的遅れを伴っているが、時間が経つにつれ両対数紙上でほぼ平行に低下している。また透水以前の供試体内に存在したエタノール量と、同等量排水されても固有透過度、膨潤圧、濃度は変化し続けた。濃度に関しては、水を透水する以前の試験装置の排水側はエタノールで満たしてあったため、それらが排水される時間が濃度低下の時間的遅れの原因となったと考えられる。しかし、固有透過度、膨潤圧は変化し続けたため、エタノールと水との置換には時間を要することが分かる。なお、その値は現在でも変化しているため継続的な計測が要求される。

5. まとめ

本研究では、グラウト材料として長期的に安定した止水効果が期待できるベントナイトを使用し、溶液としてエタノールを用い、水との置換による透水係数の低下を間隙比を考慮し実験的に求めた。以下に本研究で得られた結果をまとめる。

目詰まりなどで間隙比が低下することにより、スラリーの透水性も低下する。

拘束条件下でもベントナイト中のモンモリロナイトが水を吸着膨潤し、透水性が低下し難透水性を示す。エタノールと水との置換には置換性、透水性の低さから長い時間を要する。

これらよりエタノールベントナイトスラリーはグラウト材として、その難透水性から有効であるといえる。

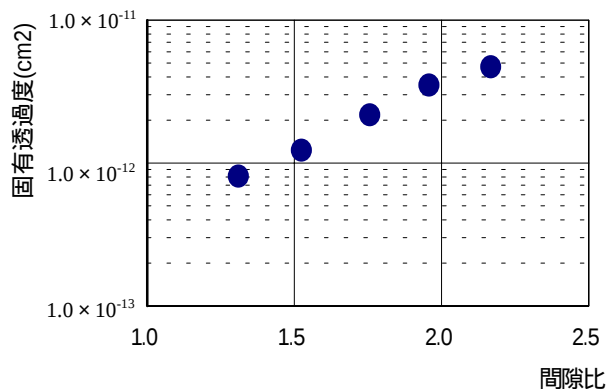


図-4 エタノール透水試験における固有透過度と間隙比

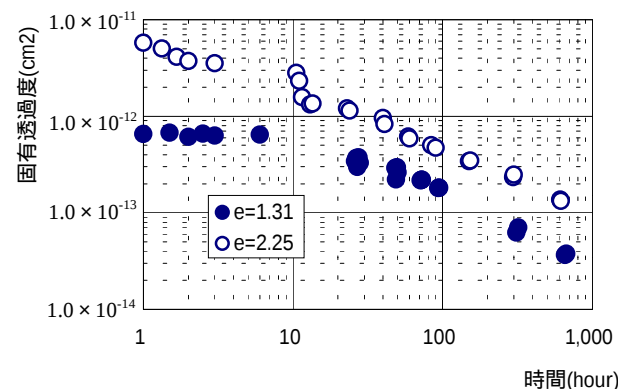


図-5 固有透過度の経時的変化

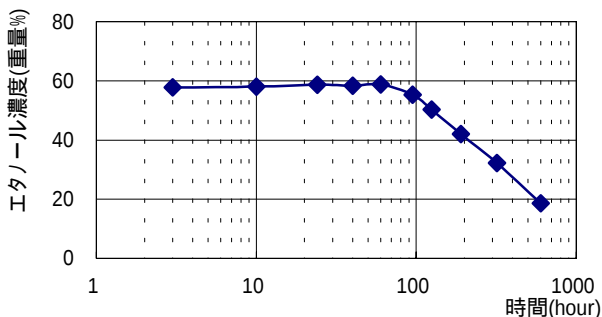


図-6 排水エタノール濃度の経時的変化(e=2.25)

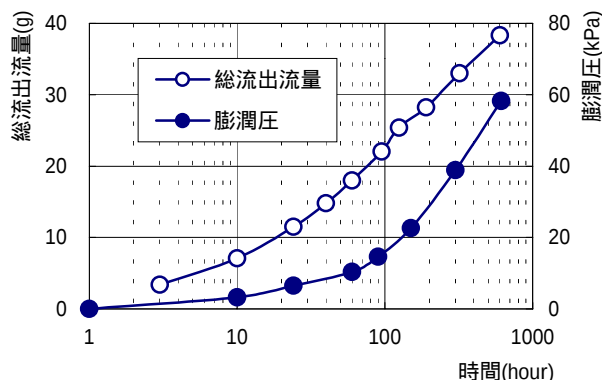


図-7 総排水量と膨潤圧の経時的変化(e=2.25)