

膨潤したベントナイトの長期均一性に関する実験

鹿島技術研究所 正会員 ○田中 益弘、笹倉 剛
藤澤 理、岡本 道孝

1. はじめに

放射性廃棄物処分施設における緩衝材や充填材などの人工バリア材に使用されるベントナイト系材料の要求性能の一つに、発生する空隙をベントナイトの膨潤で補修する自己シール性能がある。ベントナイトの膨潤は空隙部を流れる(浸入)水によって生じるため、空隙部近傍のベントナイト系材料の密度は空隙部遠方のものより低下し(含水比は高くなり)、ベントナイト系材料中に密度(含水比)差ができる。この密度(含水比)差は長期的には解消され均一化するものと予想されるが明らかにされていない。このため密度(含水比)差の発生状況と均一化に関する幾つかの実験を行ったので、その代表的な3つの実験結果の概要を紹介する。

2. 実験概要

1) 供試体

実験に用いた材料はNa型ベントナイト(クニゲルV1)で、これを所定の密度になるよう静的に圧縮成型したベントナイト100%の角型の固化体を供試体とした。

2) 実験容器

図-1に示すように、実験容器は内寸法10×10×5cmの鋼製容器である。この容器に供試体を納め、下部から上部に通水して(供試体と空隙部が並列状態)透水試験ができる構造となっている。

3) 実験方法

実験は空隙の大きさがベントナイト供試体の密度と含水比変化に与える影響(実験-1)と時間経過に伴う密度と含水比の均一化(実験-2, 3)に関する以下に示す三つである。

実験-1: 空隙部を容器体積の10~60%(1~6cm)になるように成型した乾燥密度 $\rho_d = 1.6 \text{ Mg/m}^3$ 供試体を容器に納め、空隙部にスペーサーを咬ませたまま一ヵ月間通水して供試体を飽和させる。その後、スペーサーを除去し、再度通水して空隙部を自己シールする過程での透水係数の変化を調べる。透水係数がほぼ一定になった時点で容器を解体し、膨潤した供試体を分割して含水比と乾燥密度を測定し空隙の大きさによる不均一性を検討する。

実験-2: 実験-1の方法で、同一空隙部をもつ供試体の通水期間を変えて逐次解体し、密度及び含水比の変化より均一性を検討する。

実験-3: 実験容器に密度の異なる二つの供試体($\rho_d = 1.2, 1.8 \text{ Mg/m}^3$)を半々セットし、所定の期間(140日)通水させた後、解体して、供試体内の含水比及び密度変化より均一性を検討する。

3. 実験結果と考察

それぞれの実験結果について以下に示す。

実験-1: 図-2に空隙部を変化させた各供試体中の含水比変化を示す。空隙部は膨潤により含水比は高くなり、しかも空隙部が大きいほど膨潤量が大きくなるため含水比も高くなり、供試体中の含水比差も大きくなる。図-3は初期の空隙部と供試体の境界を同じにして図-2を書き換えたもので(図-2中の●印を試料位置0とした)、空隙部が大きいほど供試体の奥まで含水比の変化が及んで

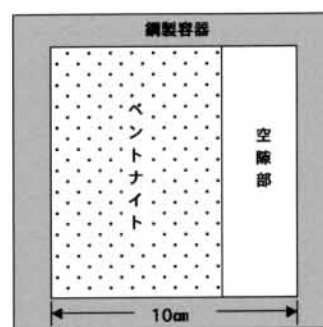


図-1 実験容器

キーワード: ベントナイト、自己シール性、膨潤、含水比、乾燥密度、透水係数

連絡先: 〒182-0036 調布市飛田給 2-19-1 tel 0424(89)8354 fax 0424(89)7036

いることが分かる。図一4に各供試体中の乾燥密度変化を示す。密度変化についてもほぼ同じ傾向である。

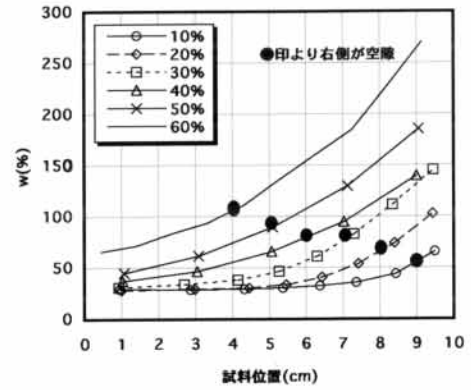
実験一2: 図一5に空隙部30%を有する供試体の通水期間56日と298日後に解体した供試体内の密度及び含水比状態を示す。この図から明らかなように、解体日の遅い供試体の方の密度及び含水比の差は小さく、僅かではあるが均一化の方向がうかがえる。

実験一3: 図一6に通水期間140日後に解体した密度の異なる供試体内の密度・含水比変化である。空隙が全くない状態で二つの供試体を挿入して、飽和状態で長期的に均一化したならば、乾燥密度は平均値の $1.5\text{Mg}/\text{m}^3$ となることが予想される。図から明らかなように異なる密度の供試体を境として高い密度の供試体は密度低下を、また低い密度の供試体は密度上昇を起こすことから乾燥密度 $1.5\text{Mg}/\text{m}^3$ に均一化する傾向がうかがえる。ちなみに、二つの供試体の境界位置である5cmでの乾燥密度は $1.5\text{Mg}/\text{m}^3$ となっている。

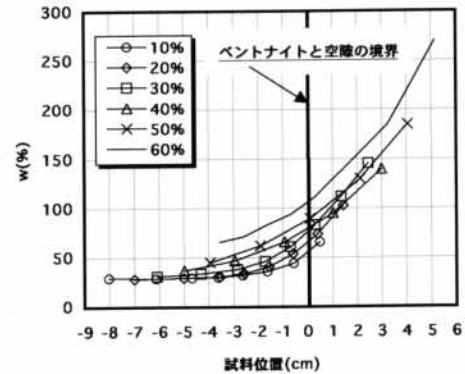
以上の実験から膨潤して起こるベントナイト供試体の不均一性は長期的に解消されることが想定される。これは、通水当初、水は主として透水係数の大きい空隙部を流れているが、空隙部が自己シールされて透水係数が小さくなると、空隙部から離れた透水係数の小さいベントナイト供試体部にも水の流れが起こることにより均一化が進むと考える。

4. まとめ

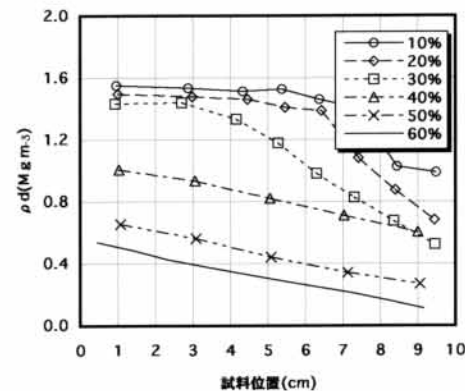
人工バリア材に発生した隙間をベントナイトの膨潤で自己シールすると、ベントナイトの含水比は高まり、乾燥密度は減少する。隙間が大きいほど、この傾向は顕著に表れ、自己シール初期には隙間付近のベントナイトに含水比や密度差が生じる。しかし、この差は長期的に解消する方向にあり、最終的には均一化することが予想される。



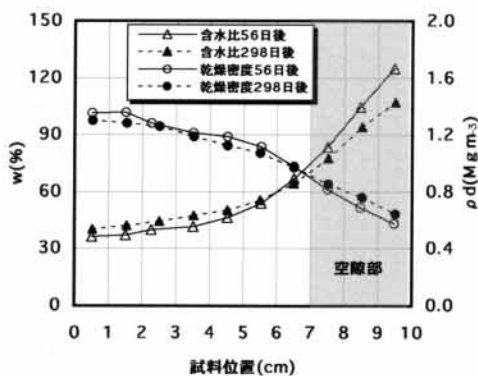
図一2 供試体中の含水比変化



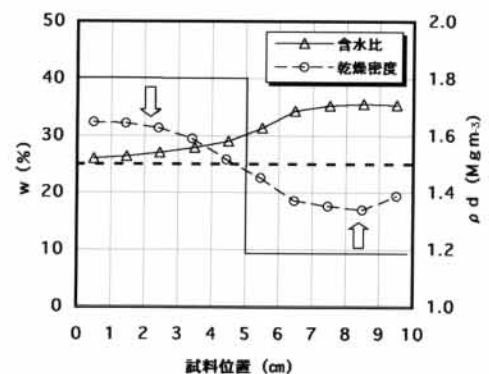
図一3 境界を同じとした場合の含水比変化



図一4 供試体中の乾燥密度変化



図一5 供試体内の乾燥密度・含水比変化



図一6 供試体内の乾燥密度・含水比変化

5. 終わりに

今回の実験では、通水方向としてベントナイト供試体と空隙が並列状態の場合を取り上げた。通水方向が直列状態の場合は、水がベントナイト中を一様に流れるため均一化が早いことが予想される。今後、この点について検証する所存である。