

III-313 砂とベントナイト混合材料の膨潤変形前後の透水係数

(財)電力中央研究所 ○小峯秀雄 緒方信英
地質工学(株) 菅原 宏

1. はじめに

放射性廃棄物処分施設の概念検討, 特にあまり放射能レベルの不高くない廃棄物処分施設においては, 難透水性, 核種の吸着性等の観点から, 砂とベントナイトの混合材料の利用が考えられている¹⁾²⁾。筆者らは砂とベントナイトの混合材料を対象に, その配合や締固め密度と透水係数の関係について調査を実施しており, その膨潤圧発生下での透水試験の結果については既に報告している³⁾。一方, この混合材料が膨潤変形を生じた場合に, その透水係数が増加し, 遮水性能の低下が考えられる。この点を明らかにするために, 本研究では3種類の配合の混合材料について, 膨潤変形前後で透水試験を実施し考察を行った。

2. 試料および実験方法

試料はNa型のベントナイトと三河珪砂6号(粒径74~2000 μm)を混合したものとし, ベントナイト配合率(全試料乾燥質量に対するベントナイトの乾燥質量の百分率)は10%, 20%および30%の3種類とした。所定のベントナイト配合率に調整した試料を図-1に示す試験装置に最適含水比(表-1)で所定の乾燥密度に締固めてセットする。そして, 鉛直圧(Vertical pressure)として0.4 kgf/cm²もしくは1.0 kgf/cm²を作用させた状態で供試体(Specimen)下部から0.1 kgf/cm²の水頭で給水を開始し, 各鉛直圧下で膨潤変形を発生させ, その変位量を経時的に測定する(膨潤変形試験)。図-2にその結果の概念図を示す。ここで膨潤率(Swelling strain)とは供試体の一次元膨潤変位量を供試体作製時の高さ(初期高さ)で除し, 100倍した値とする⁴⁾。この膨潤率の経時変化曲線に対して双曲線近似を行い, その漸近線の値を最大膨潤率(%)と定義し⁴⁾, その値の95%以上の膨潤率を発生した場合, 膨潤変形は終了したと判定し, それ以上膨潤変形が生じないようにPistonを固定して透水試験(供試体上端水圧は0.5 kgf/cm², 下端水圧は2.5 kgf/cm²)を実施する。なお, 供試体の初期高さは1.0 cmとした。

3. 実験結果および考察

図-3, 4は各供試体の膨潤変形後の透水係数について, 供試体の体積変化が生じない場合の透水係数 k_c (膨潤圧発生下での透水係数³⁾, ●もしくは▲で表示)と合せて図示したものである。図-3に示すようにベントナイト配合率が10%の場合, 鉛直圧が0.4 kgf/cm²の下では約0.4%の膨潤率を発生し, そのときの透水係数は k_c と比べて大きくなっている。また鉛直圧が1.0 kgf/cm²の下では若干ではあるが体積収縮(膨潤率表示

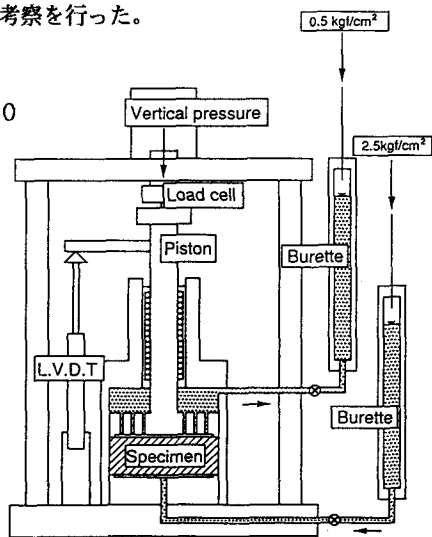


図-1 試験装置概要図

表-1 各試料の最適含水比 ω_{opt} (%)

ベントナイト配合率(%)	最適含水比 ω_{opt} (%)
10	17.6
20	17.0
30	14.6

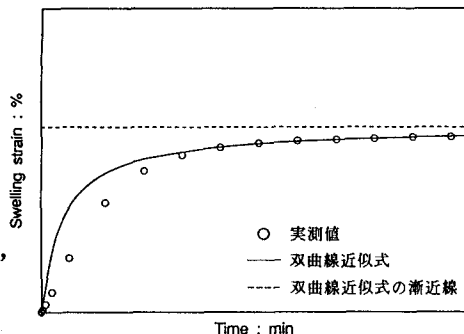


図-2 膨潤変形試験結果の概念図

では -0.1%)を生じており、そのときの透水係数は k_c と比べて小さくなっている。これは体積膨張もしくは収縮による間隙比の変化に応じて透水係数が変化したものと考えられる。

一方、ベントナイト配合率が 20% で、鉛直圧が 1.0 kgf/cm^2 の場合は他の条件と比べて乾燥密度が大きく、したがって間隙比も小さくなるので透水係数が小さくなる。ところが、鉛直圧が 0.4 kgf/cm^2 の下では約 6% の膨潤率を発生しているにもかかわらず、そのときの透水係数は k_c と比べて同程度もしくはやや小さくなっている。また図-4に示すようにベントナイト配合率が 30% の場合においても膨潤変形が生じているにもかかわらず、透水係数は体積変化が生じない場合の透水係数と比べて同程度であることが判る。一般の土質材料は間隙比が増加すると透水係数も増加するが、ベントナイト配合率が 20% および 30% の混合材料の場合にはこの一般的な知見が成り立たないように思われる。これらの混合材料においては、吸水によって粘土粒子内の層間距離が増加し、供試体中の間隙は粘土粒子それ自身の体積膨張により充填されることが考えられる⁵⁾。つまり供試体の変形の有無にかかわらず供試体内部においては粘土粒子の膨潤変形が生じており、透水性に有効な間隙(粘土粒子の膨潤により充填されていない間隙)体積は同程度であると考えられる。したがって図-3、4に示す実験結果が得られたものと考えられる。

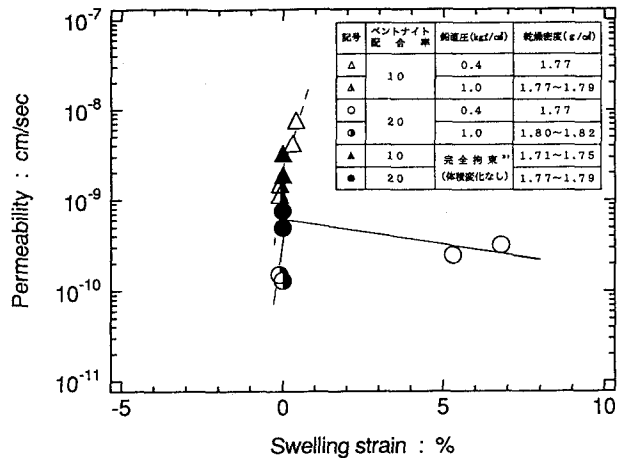


図-3 膨潤変形後の透水係数と膨潤率の関係
(ベントナイト配合率 10% 、 20%)

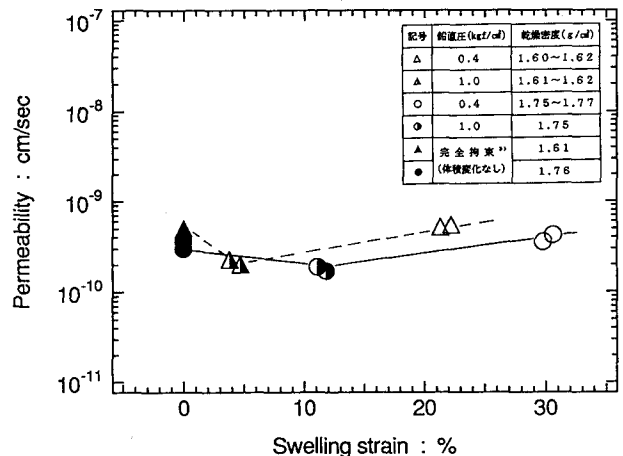


図-4 膨潤変形後の透水係数と膨潤率の関係
(ベントナイト配合率 30%)

4. 結論

今回使用した試料の内、ベントナイト配合率が 10% の場合の砂とベントナイト混合材料においては、供試体の膨潤に起因する間隙比の増加により、透水係数の増加が認められた。一方、ベントナイト配合率が 20% および 30% の場合、透水係数の変化は非常に小さい。したがって膨潤率がこの程度ならば、膨潤変形に起因する透水性の低下はほとんどないものと考えられる。

参考文献

- 1) Pusch, R. (1982): Mineral-water interactions and their influence on the physical behavior of highly compacted Na bentonite, Jour. Can. Geotech. Vol.19, No.3, pp.381-387
- 2) Komine H. et al. (1991): Permeability and Mechanical Properties of Bentonite-Sand Mixture for Sealing LLW Repositories, SMIRT11 Transactions Vol. SD1
- 3) 小峯, 緒方, 菅原 (1991): 「砂とベントナイトの混合材料の透水係数」, 土木学会第46回年次学術講演会 pp.884-885
- 4) 小峯, 緒方, 原 (1990): 「締固めたベントナイトの膨潤特性-乾燥密度, 含水比の影響-」第25回土質工学研究発表会, pp.399-400
- 5) 小峯, 緒方, 菅原, 田代 (1992): 「締固めたベントナイトの膨潤圧に関する基礎的研究」第27回土質工学研究発表会 (投稿中)