

III-A 272

低レベル放射性廃棄物処分施設における
ベントナイト混合土の膨潤時の透水特性

原子力環境整備センター 正会員 吉田弘明 今井淳 藪内耕一
清水建設 正会員 中島均 白石知成 石井卓

1. はじめに

原子力発電所から発生する低レベル放射性廃棄物を埋設する鉄筋コンクリート造の埋設設備は、土砂とベントナイトを混合したベントナイト混合土で周囲を取り囲み、その上部4m以上を通常の土砂で埋め戻すこととなっている。ベントナイト混合土に要求される性質は難透水性および長期間の安定性である。このうち難透水性は、ベントナイトの構成鉱物であるモンモリロナイトの膨潤特性に依存する。しかし、ベントナイトの過度な膨潤による体積変形はベントナイト混合土に変形を引き起こすこととなり、ベントナイト混合土の難透水性を低下させる原因となり得る。

本研究では、数種の拘束圧のもとでのベントナイト混合土の膨潤変形量を測定し、想定される施設では通常覆土からの荷重によりベントナイト混合土が膨張しないことを確認した。また、膨潤変形後の供試体に対して透水係数を測定することにより、膨潤により体積増加が生じたベントナイト混合土においても、その難透水性は大きく変化しないことを確認した。

2. 試験方法

試験に用いたベントナイト混合土の供試体は、段丘砂にベントナイトを15%混合した材料を、最適含水比状態で最大乾燥密度に締め固めて作製した。表-1に使用した供試体の物性を示す。試験装置には、圧密試験装置のカラーの部分長くした装置を用い、供試体が膨潤により体積膨張しても測定可能な装置とした。

図-1に試験手順を示す。試験に用いる供試体をセットした後、表-2に示す10段階の荷重のもとで、それぞれの供試体の沈下量が収束するまで圧密させる。次に、通水し飽和させることにより膨潤を発生させ、ベントナイト混合土の膨潤変形量の経時変化を、装置上部に設置したダイヤルゲージにより経時的に測定した。さらに、膨潤変形が収束した供試体に対し透水試験を実施し、膨潤変形終了後の透水係数を測定した。

表-1 ベントナイト混合土の物性

土粒子の密度	g/cm ³	2.685
最大粒径	mm	4.75
最適含水比	%	13.8
最大乾燥密度	g/cm ³	1.777

表-2 段階載荷条件と最終目的荷重

荷重単位: kgf/cm²

供試体番号	最終目的荷重	段階荷重条件															
		0.03	0.05	0.08	0.13	0.23	0.43	0.63	0.83	1.03	1.63	2.03	3.03				
1	0.03	●															
2	0.05	○	●														
3	0.08	○	○	●													
4	0.13	○	○	○	●												
5	0.23	○	○	○	○	●											
6	0.43	○	○	○	○	○	●										
7	0.63	○	○	○	○	○	○	●									
8	1.03	○	○	○	○	○	○	○	●								
9	2.03	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	3.03	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

●: 最終目的荷重
○: 段階荷重

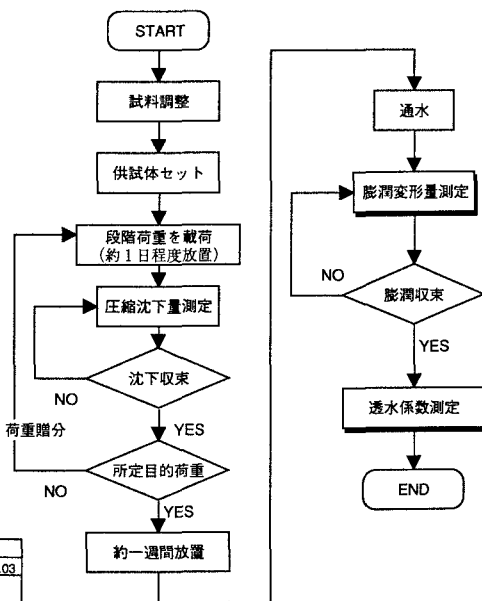


図-1 膨潤特性試験実施フロー

3. 試験結果および考察

(1) 膨潤量の測定結果

図-2 にベントナイト混合土の膨潤変形量を測定した結果を示す。膨潤変形は拘束圧が 0.23 kgf/cm^2 より小さい場合に発生しており、 0.03 kgf/cm^2 のケースで膨潤変形率は最大15%程度発生する。また、拘束圧が小さいほど膨潤変形が収束するまでの時間が長く、拘束圧が 0.03 kgf/cm^2 で約2カ月、 $0.05, 0.08 \text{ kgf/cm}^2$ で40日程度である。

実際の施設では、ベントナイト混合土の上部に4m以上の通常覆土が施工されることになっており、これによる上載荷重は 0.8 kgf/cm^2 程度である。そのためベントナイト混合土には膨潤による体積膨張は起こらないものと考えられる。

(2) 膨潤後透水試験の測定結果

図-3 に膨潤変形後の供試体に対して透水試験を実施した結果を示す。供試体により若干のパラッキはあるものの、透水係数は膨潤変形量に依存せずほとんど変わらない結果である。特に、拘束圧 0.03 kgf/cm^2 の供試体において、膨潤変形率が15%程度であるにもかかわらず、透水係数で 10^{-9} cm/s オーダーを維持できることが確認できた。これは、拘束圧が小さいためベントナイトは膨潤し供試体の体積は増大するが、骨材と骨材の間隙は膨潤したベントナイトのゲルにより満たされるためと考えられる。

以上の結果より、ベントナイト混合土に膨潤による体積膨張が発生しても、その透水係数は変化しないことが確認できた。

4. おわりに

以上、低レベル放射性廃棄物貯蔵施設の難透水性覆土として使用されるベントナイト混合土の膨潤変形特性と膨潤変形時の透水特性について報告した。その結果、実施設でのベントナイト混合土では膨潤変形は起こらず、遮水性についても低下することはないと考えられ、高い遮水性を要求される低レベル放射性廃棄物埋設施設の材料として有用であることを確認した。

なお、本研究は、(財)原子力環境整備センターが科学技術庁の委託を受けて行った「低レベル放射性廃棄物最終貯蔵システム安全性実証試験」の一環として、ベントナイト混合土の遮水性を確認するために行った実証試験の一部である。

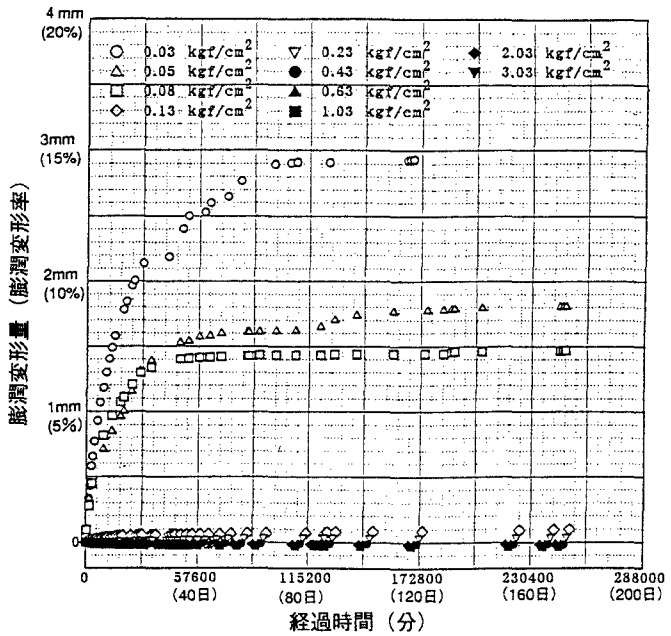


図-2 膨潤変形量測定結果

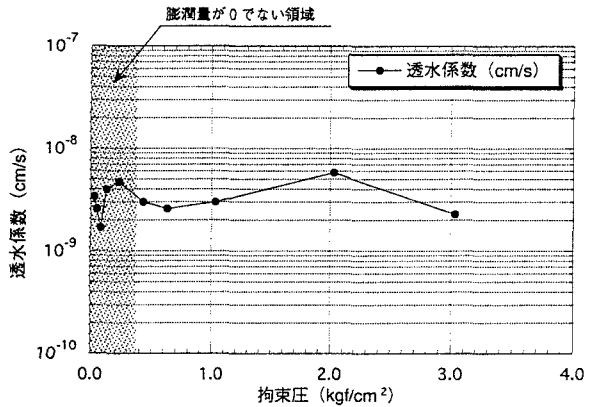


図-3 膨潤後透水試験結果