

II-449 ベントナイト系人工バリア材の研究

三井建設（株）技術研究所 正会員 樋口 正典
三井建設（株）技術研究所 正会員 宇都宮 透

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては、人工バリアの一つとして廃棄物容器の周囲（処分孔）及び処分坑道をベントナイトなどの粘土鉱物を含んだ材料で充填することが考えられている。そして、ベントナイトは特にその膨潤性による止水性及び自己シール性が期待されている。処分孔の充填には、圧縮成型された高密度ベントナイト混合物の使用が考えられているが、坑道の充填については現場での締固めになると思われ、あまり高い密度は望めそうにない。そして、これら充填材について、高い密度領域における性能の評価は行われてきたが、低い密度領域においては十分ではないと思われる。よって、ここではベントナイト／硅砂混合物を用いて通常の締固め試験及び圧密試験を行うことにより、締固め工法により得られる密度及びそのような密度領域での膨潤性及び透水性について予備的な評価を行ったので、その結果について報告する。

2. 試験の概要

試料はベントナイト（クニゲルV1；クニミネ工業㈱）：硅砂（B:S）=10:0, 5:5, 2:8, 1:9（乾燥重量比）とした。ベントナイト及び硅砂について、比重試験及び粒度試験を行った。また、各試料について、液性限界・塑性限界試験を行った。締固め試験は、JIS-A-1210突固めによる土の締固め試験方法により行い、試験方法の種類は 1.1-b（ランマー質量2.5kg, モールド内径10cm, 突固め層数3, 各層当りの突固め回数 25, 試料の準備及び使用方法是乾燥法で非繰返し法）である。圧密試験は、JIS-A-1217土の圧密試験方法により行った。

3. 試験結果及び考察

試料の基礎物性として、ベントナイトと硅砂の粒度分布を図-1に、ベントナイトと硅砂の比重及び各試料におけるコンシステンシー特性及び締固め特性を表-1に示す。また、締固め曲線を図-2に示す。締固め試験の結果、乾燥密度はベントナイト単体の 1.39g/cm³とB:S=2:8の 1.77g/cm³の範囲であった。傾向としては硅砂を混合することにより乾燥密度は高くなるが、B:S=2:8に比べ 1:9のほうが若干低い値となっている。このことから、1:9 試料ではベントナイトの不足が生じているものと思われる。ベントナイトの効果による膨潤性及び止水性を評価するには硅砂を含む全体としての乾燥密度では不適當であるとGrayら¹⁾は報告している。すなわち、膨潤圧はベントナイトの混合率に関わらず、膨潤に不活性な材

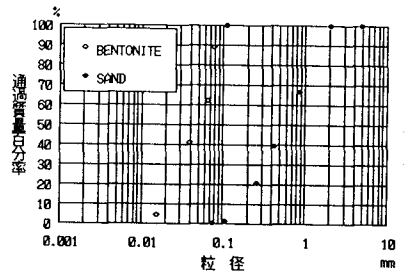


図-1 粒度分布

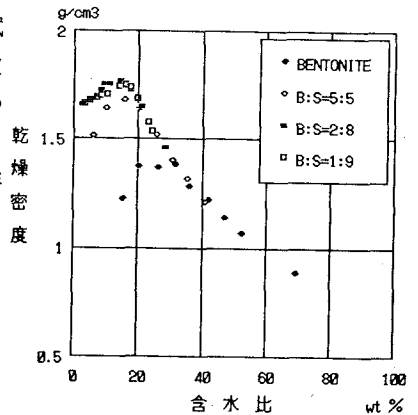


図-2 締固め曲線

表-1 試料の基礎物性

	ベントナイト：硅砂				
	10:0	5:5	2:8	1:9	0:10
真比重	2.649	—	—	—	2.623
液性限界 %	357.0	194.0	63.5	44.9	—
塑性限界 %	21.9	14.4	20.6	26.9	—
塑性指数	335.1	179.6	42.9	18.0	—
最適含水比 %	30.5	15.3	12.8	15.7	—
最大乾燥密度 t/m ³	1.390	1.682	1.770	1.751	—
有効ベントナイト密度	1.390	1.238	0.769	0.439	—

料の容積を除いた部分における乾燥膨潤性粘土の密度（有効乾燥粘土密度）によって決まる。そこで、表-1に締め固め試験より得られた有効ベントナイト密度を付記した。有効ベントナイト密度はB:S=5:5で1.238, 2:8で0.769, 1:9で0.439g/cm³と、ベントナイト混合率の低下にともない減少する傾向を示す。B:S=5:5, 2:8, 1:9の試料により行った圧密試験の結果より膨潤圧と有効ベントナイト密度の関係を求め、結果を図-3に示した。なお、圧密完了時には載荷圧と膨潤圧は等しいものと仮定し、ここでの膨潤圧は圧密試験における載荷圧とした。また、最終圧密量は圧密理論を適用し、曲線定規法により推定したものである。ここで、B:S=5:5, 2:8については、Grayらの提言どおり、ベントナイトの混合率が違うにも関わらず、膨潤圧は有効ベントナイト密度に対して同様の傾向を示す。しかしながら、B:S=1:9のデータだけは特異な傾向を示している。そこで、珪砂のみで圧縮試験を行い、それより得られた乾燥密度と各試料における珪砂密度（全容積における乾燥珪砂の密度）を比較してみた。その結果を図-4に示す。すると、B:S=1:9についてはほとんど珪砂のみでの結果に等しく、ベントナイトの不足により膨潤の効果は得られていないことがわかった。ゆえに、これらのデータを除外して考えれば、Grayらのデータに不足していた低密度領域においても同様に、ベントナイトの混合率に関わらず、有効ベントナイト密度による膨潤圧の評価が可能であることが確認できた。圧密試験により推定した透水係数と有効ベントナイト密度の関係を図-5に示す。ここでの有効ベントナイト密度は各圧力における載荷直前での値を用い、透水係数については珪砂を除いた部分の容積により断面補正した値を用いた。この結果から、有効ベントナイト密度の増加にともない透水係数は減少する傾向を示す。これより、透水係数についても、ベントナイトの混合率に関係なく有効ベントナイト密度により評価できると考える。

4. まとめ

今回はあくまでも予備試験の結果ではあるが、以下がわかった。1) Grayらのデータに不足していた低密度領域においても同様に、膨潤性は有効乾燥膨潤性粘土密度により評価できる。2) ただし、膨潤性粘土の混合率が低いときは、膨潤性粘土の不足が生じる。3) 透水性についても有効乾燥膨潤性粘土密度により評価できる。今後、精度を上げた試験を行う予定である。

参考文献 1) M. N. Gray, S. C. H. Cheung and D. A. Dixon, Swelling Pressures of Compacted Bentonite/Sand Mixtures, Scientific Basis for Nuclear Waste Management VIII, C. M. Jantzen, J. A. Stone and R. C. Ewing, Eds., Material Research Society, Pittsburgh, Pennsylvania, 1985, pp. 523-530.

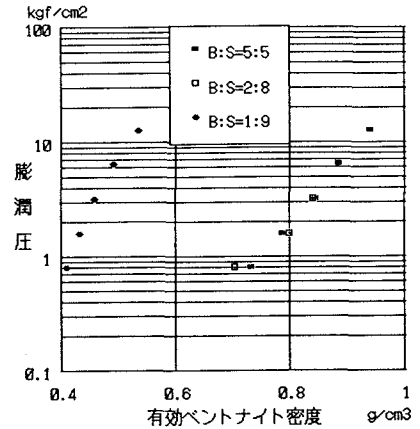


図-3 膨潤圧～有効ベントナイト密度

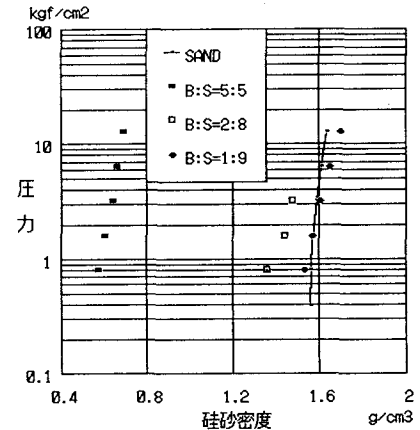


図-4 圧力～珪砂密度

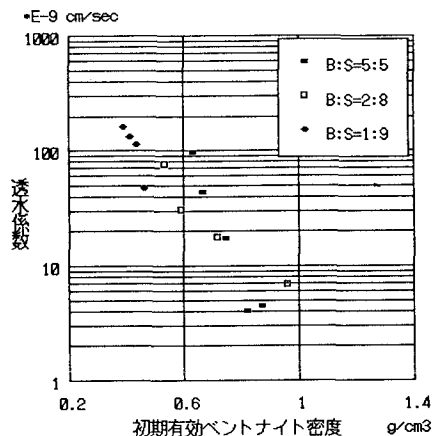


図-5 透水係数～有効ベントナイト密度