

Na 型、Ca 型ベントナイトを使用した放射性廃棄物処分施設用埋め戻し材料への塩分の影響

戸田建設(株) 正会員 ○関根一郎 田中徹
 正会員 中村隆浩 高木努
 茨城大学 正会員 小峯秀雄

1. まえがき

放射性廃棄物の処分施設の埋め戻し材料にはベントナイト混合土の使用が考えられており、その使用量は多く、材料や配合の選定は重要である。一方、ベントナイトは海水などのイオンの影響を受けることが報告されており¹⁾、長期的な遮水性能の変化について検討しておく必要がある。そこで本研究では、Na 型ベントナイトと Ca 型ベントナイトを使用したベントナイト混合土の透水性に対する塩分の影響を実験検討し、その遮水性能について考察した。

2. 実験方法および試料

図-1 に実験に用いた装置を示した。供試体は内径 100mm、高さ 20mm のステンレス製透水容器に試料を突き固め作成した。透水容器は上下を拘束し、透水容器の内側にはシリコングリースを塗布した。供試体の飽和作業時にはタンクから圧力 0.1MPa で脱気水を供給し、注水側のビュレットと排水側のビュレットの読みの差が 5%以内になるまで飽和させた。透水試験実施時には二重管ビュレットで加圧透水した。

実験に用いたベントナイトの基本的物性を表-1 に示す。Na 型ベントナイトとの代表としてクニゲル V1 を、Ca 型ベントナイトの代表としてクニボンド（共にクニミネ工業）を使用した。また、土質材料としては三河産珪砂の 4,5,6,7,8,9 号を等量混合して使用した。ベントナイト混合率（混合土に対するベントナイトの乾燥質量割合）は 15%とした。突き固めエネルギーは 1 Ec (5.6cmkgf/cm³) を基準とし、2Ec、4Ec となるように 3 段階に変化させた。突き固め試験結果は参考文献²⁾ を参照されたい。突き固めた試料の乾燥密度は Na 型ベントナイトを使用した場合 1 Ec : 1.70g/cm³、2 Ec 1.80g/cm³、4 Ec : 1.86g/cm³、Ca 型ベントナイトを使用した場合 1 Ec : 1.68g/cm³、2 Ec : 1.78 g/cm³、4 Ec : 1.86 g/cm³であった。実験に使用した水は、蒸留水および人工海水で、人工海水には八洲薬品製アクアマリンを使用した。主な化学成分は表-2

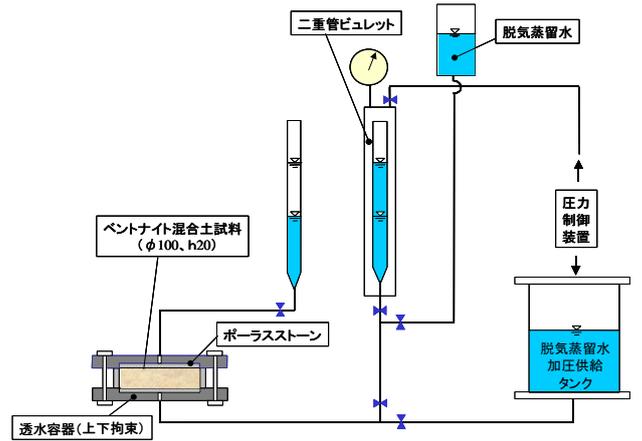


図-1 実験装置の概要

表-1 実験に用いたベントナイト

ベントナイト	A	B
タイプ	Na型	Ca型
名称	クニゲルV1	クニボンド
土粒子密度(Mg/m ³)	2.79	2.71
液性限界(%)	458.1	128.7
塑性限界(%)	23.7	38.4
塑性指数	434.4	90.3
モンモリロナイト含有率	57	84
陽イオン交換容量(meq/g)	1.166	0.795
交換性Naイオン量(meq/g)	0.631	0.119
交換性Caイオン量(meq/g)	0.464	0.585
交換性Kイオン量(meq/g)	0.03	0.019
交換性Mgイオン量(meq/g)	0.041	0.072

の通りである。

3. 実験結果および考察

エネルギーを変化させて最適含水比で突き固めた供試体に蒸留水および

表-2 人工海水の主なイオン

イオン	人工海水 (mg/L)
Na ⁺	11,143
Ca ²⁺	64
K ⁺	438
Mg ²⁺	1,288

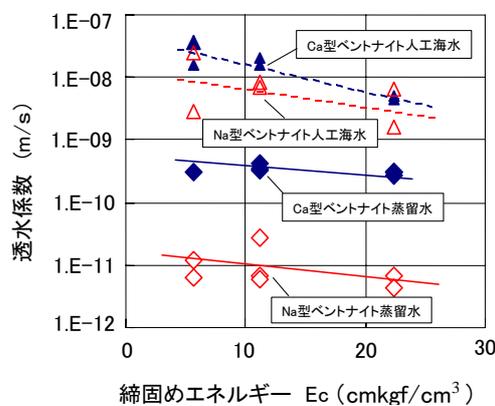


図-2 透水性の比較 (透過液体：蒸留水、人工海水)

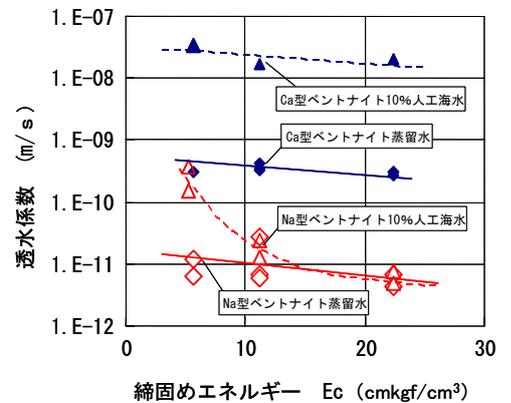


図-3 透水性の比較 (透過液体：蒸留水、10%人工海水)

キーワード：放射性廃棄物処分、ベントナイト混合土、Na 型ベントナイト、透水性
 連絡先：〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 TEL 03-3535-6316 FAX 03-3564-0730

人工海水を用いて透水試験を実施した結果を図-2に示す。人工海水を用いて透水した場合、Na型ベントナイト、Ca型ベントナイトとも大幅な透水係数の増大が認められる。これは膨潤したベントナイトがシュリンクしたためと考えられる。但し、これらの実験結果は拘束容器を用いた結果であり、透水係数の増大の程度を定量的に論じるには、他の実験方法による検証も必要であると考えられる。

図-3は、10%人工海水（10倍に希釈した人工海水）を用いて同様の実験を実施した結果である。Ca型ベントナイトの場合、希釈しない人工海水と同様に透水係数が増大している。Na型ベントナイトの場合は締め固めエネルギーが小さい場合は透水係数が増大するが、締め固めエネルギーが $4E_c$ と大きくなると透水係数の変化は見られなくなる。

図-4は突き固めた供試体を一旦蒸留水で飽和させた後、蒸留水および10%人工海水を用いて透水試験をした結果で、図-5、図-6は更に長期に圧力0.1Mpaで加圧通水し、透水試験を実施した結果である。一旦蒸留水で飽和させた場合、透水性は図-4のように短期的には変化しないが、長期的にはCa型ベントナイトの場合、図-5のように透水係数が徐々に増加する。Na型ベントナイトの場合は図-6のように実験した期間の範囲では透水係数の増大は認められなかった。

図-7は、Na型ベントナイトを用いた供試体に10%人工海水を長期的に圧力0.1Mpaで加圧通水した結果である。締め固めエネルギーが $1E_c$ 、 $2E_c$ と小さい供試体は、長期的に通水すると透水係数が徐々に増大したので実験を打ち切ったが、 $4E_c$ と比較的大きなエネルギーで突き固めた場合、通水した280日の長期間に亘って透水係数の増大は少なく比較的安定した実験結果が得られた。

4. まとめ

ベントナイト混合土に対する塩分の影響について、代表的なNa型ベントナイト、Ca型ベントナイトを使用した材料を対象に透水試験を行い、実験検討した。さらに長時間通水し長期的な変化について考察した。その結果、塩分濃度が異なると透水性への影響は大きく変化し、10倍に希釈した人工海水に対しては影響は軽減されること、締め固めを十分に行なったベントナイトに対しては塩分の影響は少ないことが明らかとなった。なお、本実験は代表的なベントナイトについて、ベントナイトの添加量を固定して実施したものであり、一般的な結論を得るために更に実験検討する必要があると考えている。

参考文献

- 1) 直井優・小峯秀雄・安原一哉・村上哲・百瀬和夫・坂上武晴：各種ベントナイト系緩衝材の膨潤特性に及ぼす人工海水の影響、土木学会論文集 No.785/III-70、2005
- 2) 関根一郎・田中徹・柴田靖：Na型、Ca型ベントナイトを使用した放射性廃棄物処分施設用埋め戻し材料の透水性比較、土木学会第60回年次学術講演会、2005

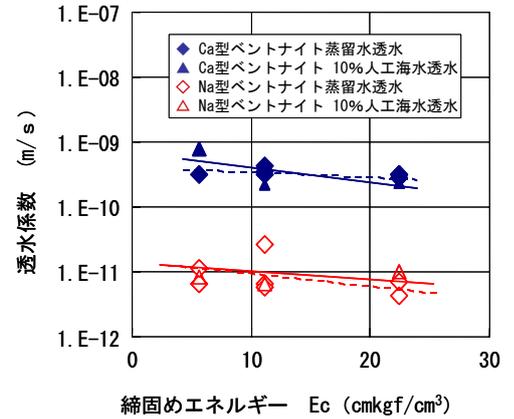


図-4 蒸留水で飽和させた試料の透水性

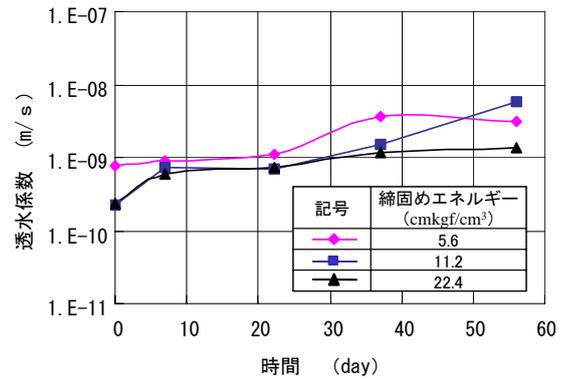


図-5 蒸留水で飽和させたCa型ベントナイト試料の透水性変化

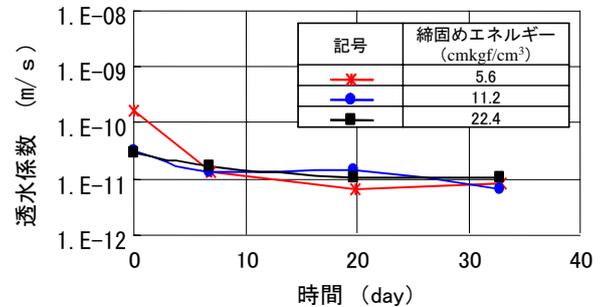


図-6 蒸留水で飽和させたNa型ベントナイト混合土の10%人工海水通水結果

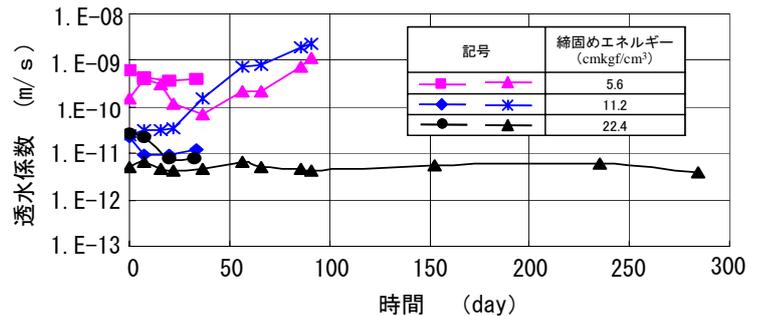


図-7 Na型ベントナイト試料の10%人工海水通水時の透水性変化