

高アルカリと硝酸塩の影響を受けたベントナイトの水理特性評価（その3）

- アルカリ変質したベントナイトの圧密試験 -

(株)大林組 正会員 ○高橋真一 田島孝敏 鳥井原誠
JAEA 三原守弘

1. はじめに

TRU 廃棄物の処分では、セメント系材料とベントナイト系緩衝材で構成される人工バリアの使用が検討されている。処分場閉鎖後、地下水が人工バリアに浸入すると、セメント水和物が地下水に溶出して Ca イオン等を含む高アルカリ溶液に変化、これによってベントナイトが変質してバリア性能が低下することが懸念、さらに、TRU 廃棄物の一部には硝酸塩 (NaNO_3) が含まれるため、これが溶解して、地下水の塩類濃度が増加することも予想され、その後、ベントナイトの変質が進むと同時に、セメント水和物の溶出が緩慢になり周辺地下水の成分に近い水が変質したベントナイトに浸透する、ことが予想される。

上記の条件でベントナイトの変質が進行した場合に、人工バリア機能として重要な透水性の特性変化を把握するために、ベントナイトの変質の影響が最も顕著に現れると考えられる、「アルカリ溶液に処理したベントナイト」に、「溶液」を間隙水として用いる飽和膨潤試料を作製し、段階載荷圧密試験を行い、透水試験結果¹⁾²⁾と比較検討を行った。

表-1 試験条件

| | | 間隙水（透水試験は通水した溶液） | | | |
|------------|-------|------------------|----|----|-----|
| | | DW | CW | AW | AWN |
| ベント ナイト | 無処理 | ○ | | | |
| | CW処理 | | ○ | | |
| | AW処理 | | | ○ | |
| | AWN処理 | | | | ○ |

凡例 ○：圧密試験、○：物理試験、○：透水試験¹⁾²⁾

2. 試験方法

2.1 試料 表-1に試料条件を示す。

間隙水は、地下水が人工バリアに浸入する過程で溶出するセメント浸出液を模擬するため、水酸化ナトリウム水溶液(CW)、CWに水酸化カリウムを添加した溶液(AW)、AWに硝酸ナトリウムを添加した溶液(AWN)およびイオン交換水(DW)を用いた。

ベントナイトについては、クニゲルV1(以下、KV1と称する)を各アルカリ溶液で処理したベントナイトを用いた。なお、間隙水とベントナイトの詳しい準備方法については、文献¹⁾²⁾を参照されたい。

各アルカリ溶液で処理したベントナイトの特性を示す指標として、塑性指数を図-1に示す。試験方法(JIS)では、含水比の調整に蒸留水を使用するが、参照のために前述の各溶液を用いた試験も行った。無処理試料に比べて、アルカリ溶液処理試料は、いずれも小さな値になる。間隙水に溶液を用いた試験結果では、一層その影響が顕著となっている。

2.2 圧密試験方法 試験装置は、「JIS A1217 土の段階載荷による圧密試験方法」に準ずる構造で、供試体の給水飽和過程で膨潤変位を抑制するために反力枠とロードセルを備えている試験装置を用いた。

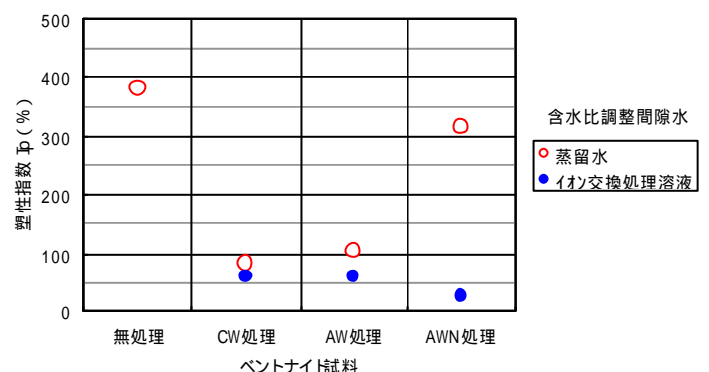


図-1 セメント浸出液によるベントナイトIPの変化

キーワード ベントナイト, 高アルカリ, 変質, 圧密特性, 透水係数

連絡先 〒204-0011 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 地盤岩盤研究室 TEL 0424-95-0910

供試体は、直径 60mm、高さ 10mm、前述の 4 種類のベントナイトと
けい砂（3 号および 5 号けい砂を乾燥重量で等量混合）を乾燥質量
比 7 : 3 の割合で混合したものを静的加圧方法で作製した。初期密度
は、透水試験¹⁾²⁾と同じ乾燥密度（1.6 Mg/m³）の透水係数を得るた
め、目標密度よりも若干小さな 1.45Mg/m³とした。

供試体を設置した後、上部載荷板の変位を拘束し、供試体下部か
ら各溶液を供給した。溶液は、30cm 程度の水位差で給水
した。飽和膨潤中は、溶液の給水量と膨潤圧力を計測し、
膨潤圧がほぼ一定値に収束するのを確認した。飽和膨潤
終了後、膨潤応力を初期荷重として、荷重増加率 1.6 倍
の段階載荷圧密を行った。載荷時間は各 1 週間で進めた。

3 . 試験結果

3.1 膨潤過程 表- 2 に平衡膨潤圧を示す。無処理試料
については既往データと同様、乾燥密度が比較的小さい
ことに対応した比較的小さな平衡膨潤圧となっている。
CW 処理試料は 1.7 倍程度まで増加、一方 AW,AWN 処理試
料は 1/5 程度に低下している。処理に用いたアルカリ溶
液の種類がベントナイトの膨潤圧に影響することが確認
できる。

3.2 圧密過程 図 - 2 は、e - log p 関係を示す。平衡
膨潤圧が無処理試料より小さくなった AW,AWN 処理試料
では圧密進行とともに無処理試料と同様の e - log p 曲線
を示す挙動になっている。一方 CW 処理試料では同じ間隙
比に対して圧密荷重が拡大する傾向となっている。どの
試料も荷重が大きな範囲での勾配（圧縮指数 Cc）は同じ
程度を示している。一般に自然堆積の粘土材料では、Cc
は図 - 1 で示した PI に比例することが知られているが、
アルカリ溶液で処理したベントナイトでは、その傾向は
見られていない。

図 - 3 は、圧密試験結果から、一旦乾燥密度と透水係数
の関係を整理した後、乾燥密度 1.6Mg/m³における透水
係数を示した。図中には DW の透水試験結果¹⁾も付記し
た。無処理試料の圧密試験結果と透水試験結果はほぼ同
様の値を示した。これに対しアルカリ溶液で処理したベントナイトでは、無処理試料に比べ、透水係数が増
加する傾向であり、圧密試験結果と透水試験結果の透水係数に差が見られた。

4 . まとめ

アルカリ溶液で処理したベントナイトを用いて、飽和膨潤圧密試験を行い、圧密特性、透水特性を検討した。その
結果、飽和膨潤時の平衡膨潤圧、圧密載荷時の圧縮曲線にその影響が大きいことが認められた。さらに、アルカリ溶
液で処理したベントナイトの透水係数については、圧密試験と透水試験の透水係数に差が見られた。

参考文献

- 1)田島ほか :高アルカリ硝酸塩の影響を受けたベントナイトの水理特性評価 (その 1) 土木学会年次学術講演会、2006 年
- 2)新村ほか :高アルカリ硝酸塩の影響を受けたベントナイトの水理特性評価 (その 2) 土木学会年次学術講演会、2006 年

表 - 2 平衡膨潤圧

| 試料 | 平衡膨潤圧(MPa) |
|-------|------------|
| 無処理 | 0.26 |
| CW処理 | 0.45 |
| AW処理 | 0.08 |
| AWN処理 | 0.09 |

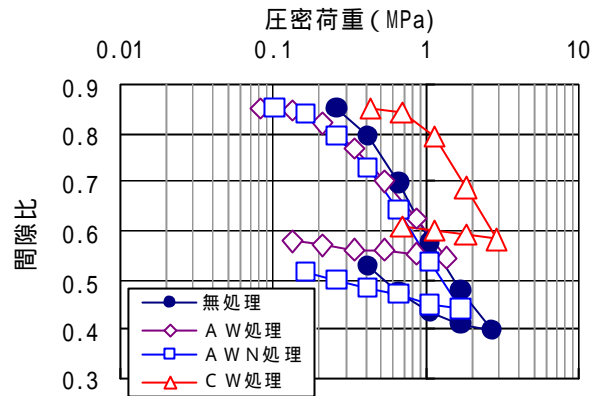


図 - 2 e - log p 曲線

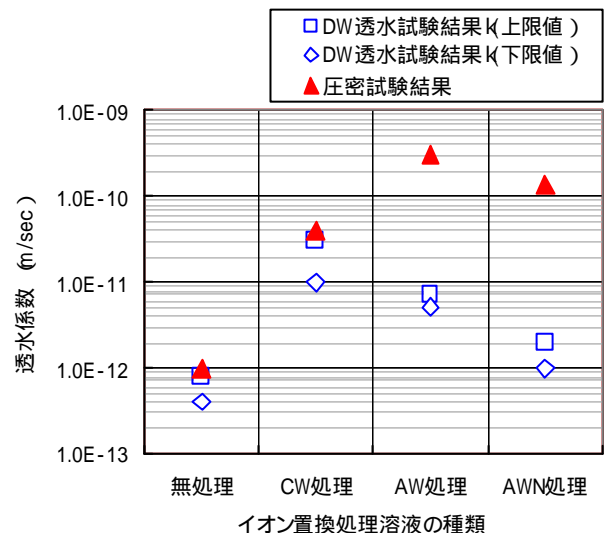


図 - 3 乾燥密度 1.6Mg/m³における透水係数