

## 現場締固め工法における締固め層境での透水係数測定結果

東京電力（株） 正会員 小野文彦、日本原燃（株） 正会員 庭瀬一仁  
東電設計（株） 正会員 谷智之、（株）間組 正会員 中越章雄、〇千々松正和

### 1. はじめに

現状考えられている余裕深度処分施設における低透水層の施工法としてベントナイトブロックによる施工および現場締固め施工が考えられている。ベントナイトブロックによる施工の場合、ブロック間の隙間が透水弱部になるのではとの懸念があるが、現場締固め施工の場合も締固め層境について同様な懸念がある。そこで、重錘落下方式により製作した1m×1m×1mの大きさのベントナイトブロック<sup>1)</sup>から試料をサンプリングし確認を行なった。ベントナイトはクニゲル V1 原鉱（クニゲル GX）であり、別途室内試験により同ベントナイトの膨潤圧の測定も行った。

### 2. 締固め層境における透水性に関する検討

現場締固め工法によりベントナイトを施工する場合、所定の層厚ごとに施工を行うため、施工後、層境が存在することになる。通常、各締固め層においては層の上部の方が下部より密度が高くなるため、層の上下において図-1のような密度差が生じることになる。

この部分の透水係数がどのようになる

のかを確認することを目的に層境を対象にサンプリングを行ない、透水試験を実施した。サンプリングは層境に平行な方向（HT コア）と層境に垂直な方向（VT コア）で行った。すなわち、図-2 に示すように透水試験としては、供試体内において層境が浸潤方向に平行な場合（HT）と垂直な場合（VT）の2ケースを行うことになる。

試験は VT については2ケース、HT については3ケース実施した。写真-1 には試験前に透水試験用のセルに供試体 HT を設置した状況を示す。目視では供試体表面には締固めの層境は見受けられない。表-1 には透水試験結果を示す。

試験終了後、供試体を取り出し、湿潤密度、含水比、乾燥密度の測定を行ったので、合わせて示している。VT と HT でそれほど大きな差は見られない。図-3 には JNC により示されている有効ベントナイト乾燥密度と透水係数の関係の関数式との比較を示す。同図より今回の試験により得られた透水係数の値と有効ベントナイト乾燥密度の関係は、JNC の関数式とよく一致している。また、層境が流れに直角方向にあっても水平方向にあっても透水係数の値は変わらないといえる。すなわち、乾燥密度の差が流れに沿って存在していても、流れに直角に存在していても、全体的な透水係数の値はそれほど変わらないといえる。

### 3. 膨潤試験結果

表-2 に示す条件でクニゲル V1 原鉱（クニゲル GX）の膨潤応力の測定を行った。パラメータは乾燥密度と初期飽和度とした。図-4 には膨潤応力の経時変化を示す。各乾燥密度とも、初期含水比が低い場合は、膨潤初期に高い応力が発生しているが、その後一旦減少し、平衡膨潤応力は初期含水比が高い場合とほぼ同じになっている。図-5 には平衡膨潤応力に関して既存のデータと比較した結果を示す。これまではクニゲル V1

現場締固めにより施工した低透水層

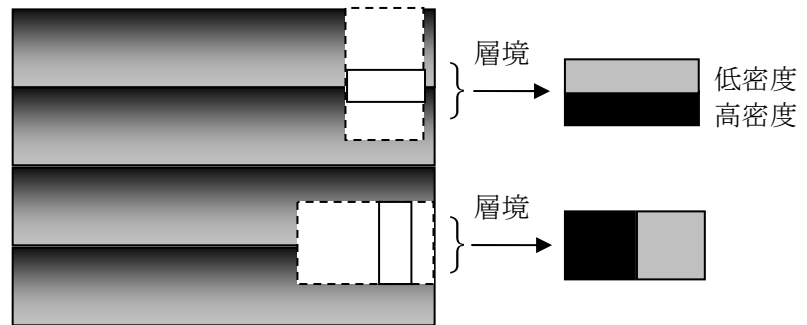


図-1 現場締固め施工後の密度分布

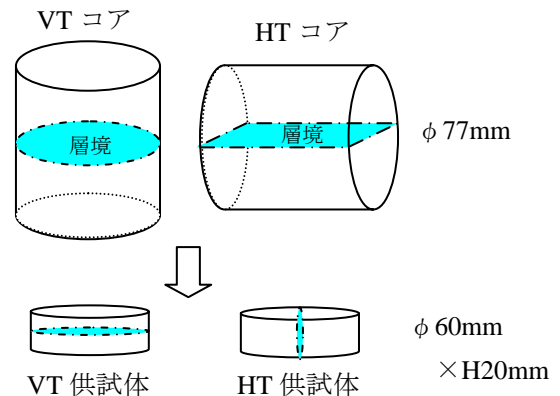


図-2 透水試験用コアの整形

キーワード 余裕深度処分施設、ベントナイト、透水係数、膨潤圧

\*連絡先 〒105-8479 東京都港区虎ノ門 2-2-5 / TEL:03-3588-5793 / mchiji@hazama.co.jp / 千々松正和

のデータが多く取得されているが、クニゲル GX の膨潤応力の値はこれらの値とそれほど大きくは変わらないものの、若干低い値となっている。この原因には、締固めエネルギーの小ささ、ベントナイト含有量の差が考えられるが、クニゲル GX についてはまだ十分にデータが取られているとは言えない状況であるので今後データを充実していく必要がある。

表-1 透水試験結果

供試体名	湿潤密度 (Mg/m <sup>3</sup> )	含水比 (%)	乾燥密度 (Mg/m <sup>3</sup> )	透水係数 (m/s)
VT1	1.985	27.55	1.556	1.91E-13
VT2	1.958	27.68	1.533	1.91E-13
HT1	2.024	23.72	1.636	1.73E-13
HT2	2.040	23.39	1.653	1.79E-13
HT3	1.981	26.78	1.562	2.43E-13

表-2 膨潤圧試験ケース

ケース	乾燥密度 (Mg/m <sup>3</sup> )	含水比 (%)	飽和度 (%)
SW1	1.4	6.5	20
SW2	1.6	6.5	27
SW3	1.8	6.5	39
SW4	1.4	29.5	91
SW5	1.6	21.6	91
SW6	1.8	15.3	92

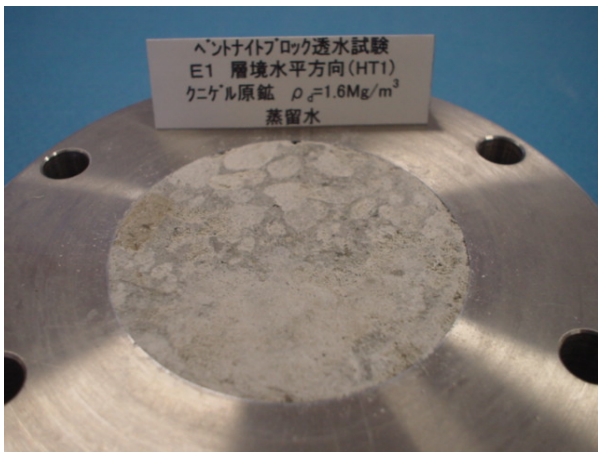


写真-1 透水試験用供試体 (HT)

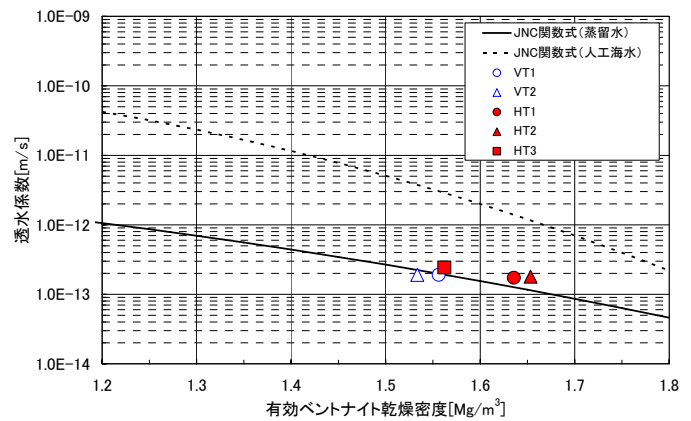


図-3 透水試験結果

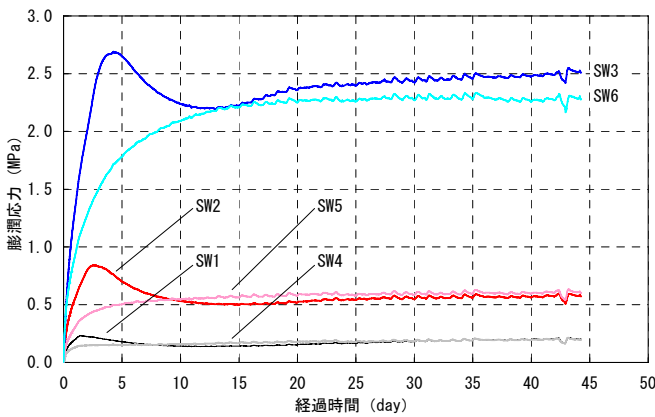


図-4 膨潤応力の経時変化

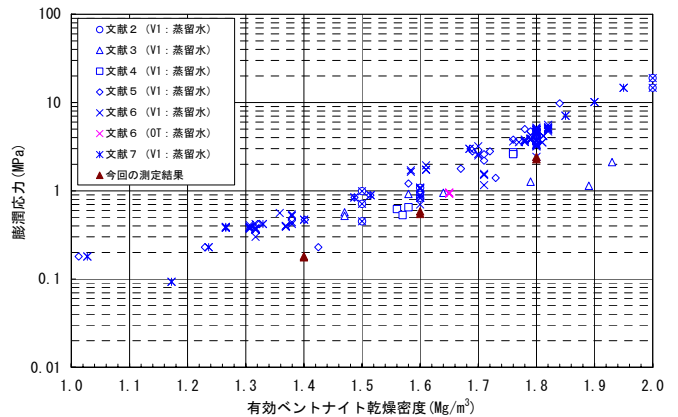


図-5 膨潤応力の既存値との比較

#### 4. まとめ

今回、現場締固め施工時の締固め層境の透水性に関して検討を行なったが、層境があることによる有意な影響は見られなかった。また、クニゲル原鉱 (クニゲル GX) の膨潤圧の測定を行ったが、有効ベントナイト乾燥密度が同じ場合クニゲル V1 に比べ若干低い値となった。

本研究は、電力共通研究として実施したものである。

【参考文献】 1) 小野ら：ベントナイトブロックの施工性に関する検討(その1)1m<sup>3</sup>ベントナイトブロックの製作、土木学会第61回年次学術講演会 (投稿中) (2006) 2) 鈴木ら：緩衝材の特性試験 (I)、PNC TN8410 92-057 (1992) 3) 小峯ら：高レベル放射性廃棄物地層処分のための緩衝材の力学特性 (その1)、電力中央研究所報告 U92039 (1992) 4) 並野努、菅野毅：緩衝材の圧密特性、PNC TN8410 97-051 (1997) 5) 前田ら：カルシウム型化及びカルシウムベントナイトの基本特性—膨潤圧、透水係数、一軸圧縮強度及び弾性係数、PNC TN8410 98-021 (1998) 6) 鈴木ら：緩衝材の膨潤特性、JNC TN8400 99-038 (1999) 7) 菊池ら：幌延地下水を用いた緩衝材・埋め戻し材の基本特性試験、JNC TN8430 2004-005 (2004)