

遠心模型実験による蒸留水,塩水環境下における廃棄体の沈下挙動の検討

(財)電力中央研究所 正会員 ○中村邦彦,田中幸久

1.はじめに

高レベル放射性廃棄物処分場において、廃棄体周辺に止水性や応力干渉性などの様々な性能を期待しベントナイトを緩衝材として使用することが計画されている。性能を担保するためには、ベントナイトの大きな変形は望ましくない。廃棄体の沈下は、廃棄体底部の緩衝材厚さの減少に密接に関係するため把握しておくことは重要であるが、処分場の持つ性質上、超長期の予測が必要となるため、これまでに実験的にあまり扱われていない。

蒸留水環境下における廃棄体の沈下について、また塩水環境下にさらされた場合にはどのような挙動を示すのか把握しておく必要がある。

これまでベントナイトは塩水環境下においては膨潤圧の低下の度合いに対して、膨潤変形量の低下が顕著であることが、田中ら¹⁾の研究から分かっている。

今回は蒸留水,塩水環境下における廃棄体の沈下挙動について検討した。

2.試料および実験概要

実験に使用したベントナイトは、クニゲル V1 である。表 1 に特性を示す。目標としたベントナイト乾燥密度は、試料と試験モールドとの隙間を膨潤変形後に閉塞した際に $1.15 \cdot 1.35 \cdot 1.55 \text{ Mg/cm}^3$ の三種類となるように設定した。想定した実スケールは、廃棄体が直径 800mm、高さ 1860mm を有する円筒形廃棄体で重量は 6060kgf である。緩衝材厚さは 400mm とし、ブロック型方式を想定した。

実験は遠心加速度比が $30 \cdot 50$ のもと二回ずつ実施した。表 2 に実物と遠心模型実験との相似則を示す。ベントナイトの変形が時間に関して相似則が成立すると仮定している。これは、ベントナイトのような超難透水性物質が変形を起こす際には、地震時のせん断のような急激な変形が生じない限りは、間隙水が外部に排出される速度に依存して変形が伴うと考えたためである。間隙水の移動の相似則については、これまでも様々な研究が行われており、ダルシー則が成立するような地盤においては、遠心加速度比の二乗に反比例することが実験的にも分かっている。相似則の成立を仮定すると実物で 100 年かかるモデルを例えば 50g モデルでは 14.6 日に短縮されることが期待される。

供試体を静的に圧縮し作成した後、図 1 に示すような装置に供試体、廃棄体模型をセットする。脱気後遠心加速度を付与した状態で供試体周囲から蒸留水を供給し非接触変位計により廃棄体模型の変位を計測した。蒸留水の供給はポーラスメタルを介し、底面、周面から行われる。

表1 クニゲルV1の試料特性

比重	2.78
液性限界	473.9%
塑性限界	26.6%
塑性指数	447.3
活性度	6.93
粘土分含有率	64.5%
メチレンブルー吸着量	72mmol/100g

表2 相似則

	次元	実物	遠心模型
長さ	L	L	L
面積	L ²	A	A/N ²
体積	L ³	V	V/N ³
応力	ML ⁻¹ T ⁻²	σ	σ
ひずみ	なし	ε	ε
時間	T	T	T/n ²

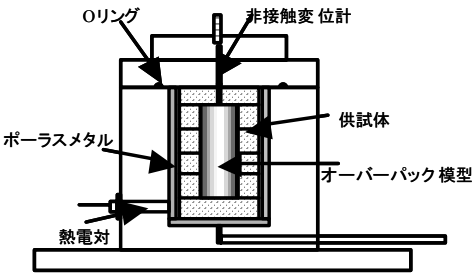


図1 システム概要図

キーワード：ベントナイト 遠心模型実験 塩水

(財)電力中央研究所 地盤耐震部 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 TEL 04-7182-1181

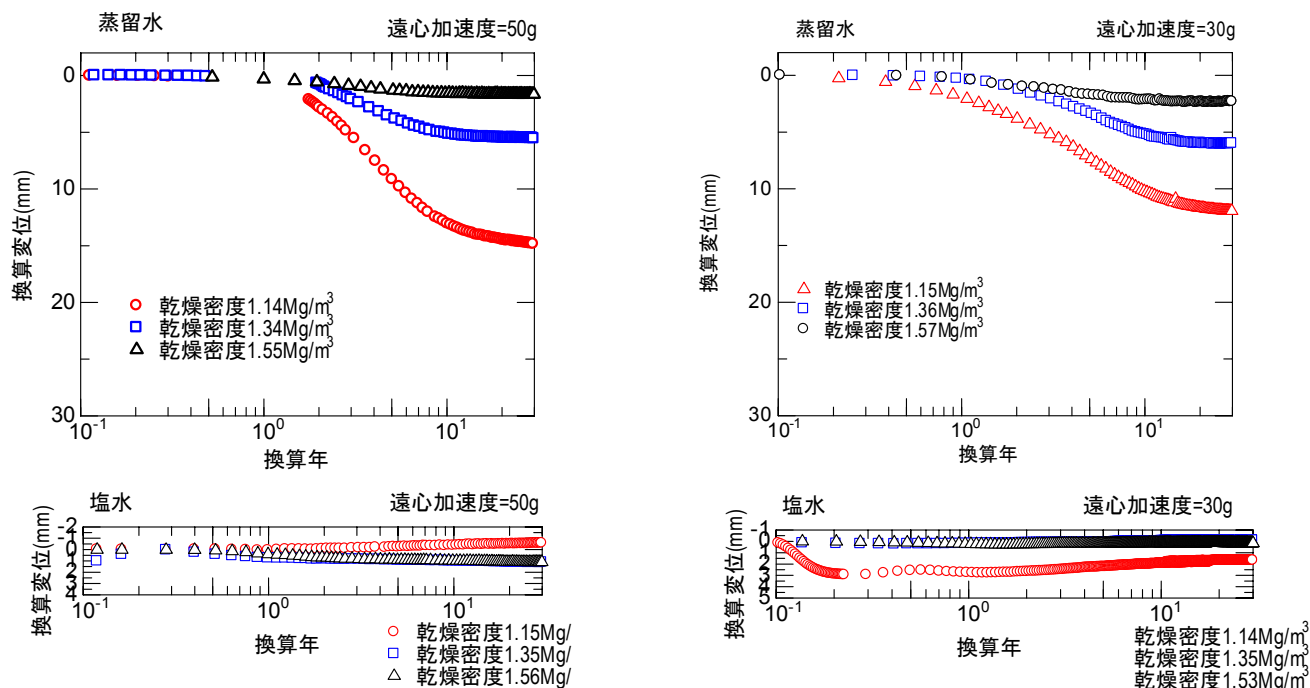


図 2、換算時間と換算変位量との関係

3. 結果と考察

実験で得られた、時間と変位量の関係を実物スケールに換算した結果を蒸留水、塩水環境下における 30g と 50g について図 2 に示す。

塩水環境において、ベントナイトの膨潤圧は、層間の陽イオン濃度と塩水である外部水の陽イオン濃度との差が蒸留水とに比べると小さくなるため膨潤圧が小さくなると考えられる。このため廃棄体の沈下量は支持力の低下により蒸留水に比べて大きくなるものと考えていたが、実際には蒸留水におけるケースに比べて逆に小さくなるといった結果が得られた。中には沈下が生じないケースもあった。沈下が生じなかった理由としては、膨潤変形後に隙間が充填しきれなかったためと思われる。人工海水 100%では、膨潤変形量が今回の実験に相当する密度においては、110%～150%程度であり、本実験の初期設置時の隙間を閉塞するのに必要な体積膨潤率 120%程度と似通っていたため、密度の不均質性により膨潤が均質に進展しなかった場合には、閉塞されずに上部に隙間が生じたためと推測される。事実実験終了時に隙間が閉塞されていないものもあった。

一般的な傾向として言えることは、100%人工海水においては沈下量が蒸留水から人工海水環境下に変化した際であっても、沈下量が大きくなることはなく、小さい値を示した。

これは、廃棄体の支持力となる底部ベントナイトの膨潤圧が小さくなる一方で、沈下させる力となる上部のベントナイトの膨潤圧の減少が著しいためと考えられる。このことは、ある高密度から膨潤変形した状態と、ある低密度から圧密したベントナイトが同じ密度になった時に示す圧力が違う可能性を示唆するものと考えられる。

5. 結論

人口海水 100%環境下において廃棄体の沈下量は、蒸留水環境下に対してほとんど低下をしなかった。これは、廃棄体の支持力となる膨潤圧が小さくなる一方で、沈下させる力となる膨潤圧の減少が著しいためと考えられる。今後は人口海水濃度を変化させ検討を行う。

参考文献

- 1) 田中幸久(2002):ベントナイトの膨潤特性に及ぼす塩分濃度と熱履歴の影響：電力中央研究所研究発表会—原子力部門—予稿集 pp66～67