

廃棄体の沈下量に与えるベントナイト種類の影響

（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の処分場では、人工バリアの一つとして、緩衝材ベントナイトが使用されることが計画されている(図-1)。ベントナイトには、止水性や核種移行遅延性等の様々な性能が要求される。これらの性能が担保されるためには、地下水が浸入した際、廃棄体の沈下により廃棄体下部の緩衝材厚さが過度に減少しない必要がある。しかし、実験的検討を行うにもベントナイトが有する低透水性のため、実物大規模の実験を実施することは、時間の制約上非常に困難である。

そこで本研究では、時間を短縮して実現象を再現できる遠心模型実験により、ベントナイト種類と乾燥密度を変化させ、廃棄体の沈下に与える影響について検討を行った。

2. 実験概要

今回想定した実処分場は、緩衝材厚さが40cm、廃棄体重量は6060kgfである。これらの値は、既往の研究¹⁾での設定値より決定した。実験は遠心加速度比30gの下で実施した。従って実験での供試体のサイズは厚さ1.333cm、廃棄体重量は224gfである。

表-1に示すように、使用したベントナイトは、クニゲルV1・MX80・ネオクニボンドの三種類である。膨潤後の乾燥密度は表-1に示すとおりになるように緩衝材供試体を静的圧縮により作成した。供試体は、図-2に示すように6分割となっている。

供試体を作成した後、図-2に示す容器内に、緩衝材供試体と廃棄体模型をセットし、内部を真空状態とする。真空状態としたのは、緩衝材に蒸留水を供給した後、飽和状態とするためである。次に、遠心加速度を与えた状態で、供試体周面と底面から蒸留水を供給した。試験中の温度は約22℃の状態で行った。ベントナイト底面部分において膨潤圧、廃棄体の上部の変位を非接触変位計より計測した。ただし、ケース1から3では膨潤圧については計測を実施していない。

試験終了時には、含水比を計測し、飽和度を求めた。その結果、すべてのケースで飽和度は95%以上であり飽和していたと考えられる。

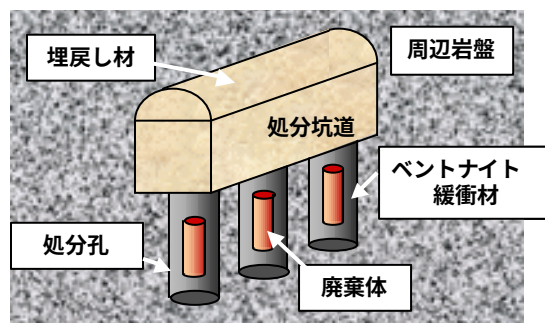


図-1 高レベル放射性廃棄物処分場概念図

表-1 試験パラメーター

ケースNo	ベントナイト種類	平均乾燥密度 (Mg/m ³)
1	クニゲルV1	1.35
2	クニゲルV1	1.15
3	クニゲルV1	1.55
4	クニゲルV1	1.15
5	クニゲルV1	1.35
6	クニゲルV1	1.55
7	MX80	1.15
8	MX80	1.35
9	MX80	1.54
10	ネオクニボンド	0.9
11	ネオクニボンド	1.15

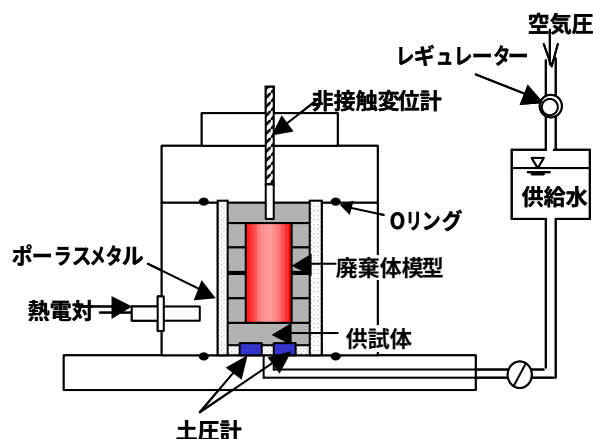


図-2 試験システム

キーワード： 放射性廃棄物処分施設、ベントナイト、遠心模型実験、沈下

連絡先： 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 （財）電力中央研究所 地球工学研究所 バックエンド研究センター TEL (04)7182-1181 FAX (04)7182-2243

3. 実験結果

図-3 は、平均乾燥密度と沈下量の関係である。ここで平均乾燥密度とは、容器内に投入したベントナイト乾燥重量を試験終了時のベントナイトが膨潤し容器内の隙間を閉塞した時点における体積で除したものである。また沈下量は、実物に換算したものである。グラフには、これまでに報告しているクニゲル V1 で遠心加速度比 $100 \cdot 30$ の下で得られた結果²⁾を、併せて示した。沈下量はベントナイトが隙間を充填し、沈下を開始した時点からのものである。図-3 からベントナイトの種類により同平均乾燥密度における沈下量が異なることが分かる。これは、モンモリロナイト含有量に起因する膨潤圧が、ベントナイト種類によって異なることが原因であると考えられる。また、沈下量と乾燥密度との関係は、どのベントナイトでも密度低下に従い沈下量が大きくなることが分かる。

図-4 に、試験終了時の平均乾燥密度と膨潤圧との関係を示す。膨潤圧の大きさは、同程度の乾燥密度で比較すると、クニゲル V1 が最も小さく、次いで MX80、ネオクニボンドの順に大きくなっている。本試験で得られた関係は、過去の要素試験で得られている乾燥密度と有効膨潤圧との関係と整合の取れる結果となった。

図-5 に、試験終了時の膨潤圧と沈下量との関係を示す。図-5 から、ベントナイト種類が異なっても、有効膨潤圧と沈下量との関係は、一つの関係を有していることが予測される。次に、クニゲル V1 に関して、簡易的に沈下量の予測を、一次元で行った。以下の仮定を用いた。概念の詳細は、既往の文献²⁾を参照されたい。

- ・ ベントナイト緩衝材は、緩衝材と容器との間に隙間がない場合には、全体積は一定で変形を生じる。
- ・ 変形の終了(沈下の収束)は、廃棄体上部のベントナイト膨潤圧、下部のベントナイト膨潤圧、廃棄体重量、ベントナイト重量の力が釣り合った時点。

ここで、小峯らが提案する膨潤体積ひずみと膨潤圧の関係を計算するのに、田中らによるベントナイトの膨潤圧評価式³⁾を用いた。間隙水のイオン濃度 n_0 については、40 と 80 を用いた。計算結果を、図-5 に併せて示す。実験結果と同様、沈下量と膨潤圧の関係は、同様の大きさ・傾向を示しており整合性の取れた結果となった。

4. まとめ

遠心模型実験により、高レベル放射性廃棄物処分場での廃棄体の沈下と与えるベントナイト種類の影響について検討を行った結果以下のことが分かった。ベントナイト種類によらず発生する膨潤圧により廃棄体の沈下量は予測可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 電力中央研究所・電気事業連合会: 高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術, 電力中央研究所研究報告, 1999
- 2) 中村邦彦, 田中幸久: 高レベル放射性廃棄物処分孔での廃棄体の沈下実験—遠心模型実験と簡易沈下予測法の提案, 電力中央研究所研究報告 U03074, 2004
- 3) 田中幸久, 中村邦彦: 海水の濃度と高温履歴がベントナイトの膨潤特性に及ぼす影響, 電力中央研究所研究報告 N04007, 2004

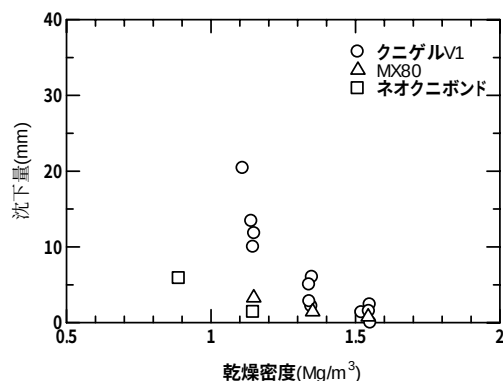


図-3 乾燥密度と沈下量の関係

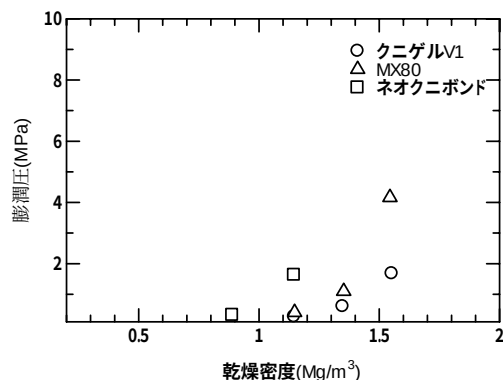


図-4 乾燥密度と膨潤圧の関係

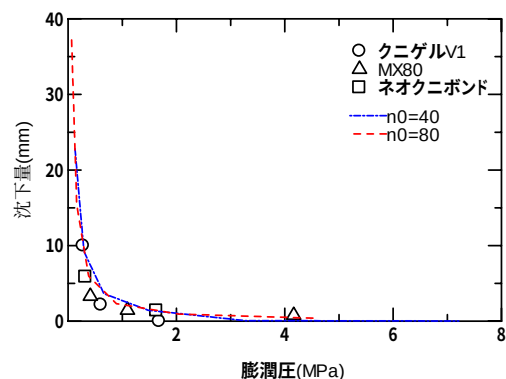


図-5 沈下量と膨潤圧の関係