

高温多湿環境におけるベントナイトブロックの状態変化に関する検討

原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 ○増田 良一*、高尾肇
ハザマ 正会員 千々松正和、雨宮清
日揮 正会員 竹ヶ原竜大、茨城大学 正会員 小峯 秀雄

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分においてブロック型緩衝材を処分坑道に搬送定置する場合、定置方法に依存するものの、ある一定時間ブロック型緩衝材が地下坑道の環境にさらされることになる。地下坑道は、深度に依存するものの、何らかの換気を行わない場合は高温多湿環境であることが予想される。坑道の換気等を行い、雰囲気制御するかどうかは今後の検討課題であるが、雰囲気制御しない場合、ブロック型緩衝材が高温多湿環境にさらされた際にどのような状態変化を示すのかを把握することは、ブロック型緩衝材の搬送技術を検討する上で必要不可欠な課題である。そこで、ベントナイト供試体の配合条件等を種々変化させて高温多湿環境における状態変化に関する実験を実施した。なお、本研究は経済産業省からの委託として、処分サイトの多様性を念頭に置き、緩衝材定置技術に関する幅広い技術メニューの提示を目的として実施中の研究の成果の一部である。

2. 試験条件

表-1 に設定した環境を示す。温度としては 30℃および 45℃の 2 ケースを設定し、相対湿度は 95%とした。温度はそれぞれ、地下深度 500、1000m を想定した時の温度である¹⁾。また、湿度は釜石鉱山における調査結果²⁾³⁾より 90～100%であること、恒温恒湿室で制御できる最も高い相対湿度が 95%RH であるため、ここでは多湿環境として相対湿度 95%RH を設定した。さらに操業中に換気することを想定して相対湿度 80%のケースも実施した。表-2 には実施した試験ケースを示す。ベントナイト材料としてはクニゲル V1 を基本とし、初期含水比、ケイ砂混合率、初期乾燥密度による影響を把握することを目的とした。また、ベントナイト材料の違いによる影響を把握するため、粒状ベントナイト（クニゲル V1 の精製過程途中で取り出した粒の大きな材料）、MX-80 に関しても試験を実施した。

表-1 試験環境条件

項目	試験環境条件
温度・湿度	ケース 1 ; 30℃、95%RH ケース 2 ; 45℃、95%RH ケース 3 ; 30℃、80%RH
放置時間 (時間)	1、3、5、8、12、24、48

表-2 試験ケース

ベントナイトの 種類	ベントナイトの 含水比(%)	ベントナイト： ケイ砂	設定乾燥密度 (g/cm ³)		
			1.6	1.8	1.9
クニゲル V1	6	10:0 / 7:3	○/○		
	10	10:0 / 7:3	○/○	○/○	○/○
	18	10:0 / 7:3	○/○		
粒状	7	10:0	○		
MX-80	10	10:0	○		
	18	10:0	○	○	

3. 試験手順

試験は、①供試体の初期の寸法（直径、高さ）および質量の測定、②シャーレに入れ、高温多湿環境に所定時間放置、③別のシャーレに移し替え、寸法、質量の測定、外観観察の実施、④含水比の測定、という手順で実施した。作製した供試体をシャーレに入れる際には、結露によりシャーレ底に水が溜まる可能性があったため、供試体の底にマットを敷き、結露した水が直接供試体に触れないように養生した。

4. 試験結果

図-1 に各試験環境条件において実施した試験の結果を示す。同図は供試体の含水比の経時変化を示したもの、図の凡例 ABB-CC-DDD-EE-FF は A：ベントナイト材料（K：クニゲル V1、M：MX-80、G：粒状ベントナイト）、BB：乾燥密度、CC：初期含水比、DDD：ベントナイト混合率、EE：相対湿度、FF：温度を表し

キーワード 放射性廃棄物、ベントナイト、搬送・定置、高温多湿環境

*連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-8-10 TEL:03-3504-1081、FAX:03-3504-1297、E-MAIL：masuda@rwm.or.jp

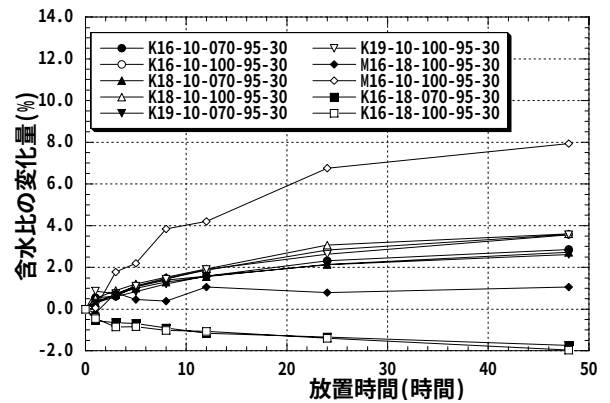
ている。これらの図から以下のことが分かる。1) 初期含水比が同じ場合、クニゲルV1よりMX-80の方が、吸水量が大きい、2) ベントナイトに対する含水比が同じであれば、ベントナイト単体でもケイ砂混合体でも吸水量、変形量はほぼ等しい（B/S=10/0～7/3の場合）、3) 初期含水比が低いほど、吸水量が（図は示していないが変形量も）大きい、4) 供試体の密度差による吸水量の差は小さい、5) 相対湿度が高いほど、吸水量は大きい（初期含水比が低い場合）、6) 温度が高いほど、吸水量が大きい（初期含水比が低い場合）。また、図-2には試験終了後における供試体の様子の一例を示す。湿度が高く、温度も高い場合、供試体の含水比が低いと、供試体を所定の環境条件にさらして数分で、供試体角部にひび割れが生じ、時間の経過とともに供試体全体にひび割れが発生し、最終的に壊れてしまうという結果になった。一方、初期の含水比が低くても、環境と比較的平衡するような含水比であれば、長期に渡り健全性を保てるという結果になった。また、粒状ベントナイトで作製した供試体は、クニゲルV1で作製した供試体に比べ、水分量の変化は若干少ないのみであるが、変化量は格段に小さく、破壊も生じなかった。

5. おわりに

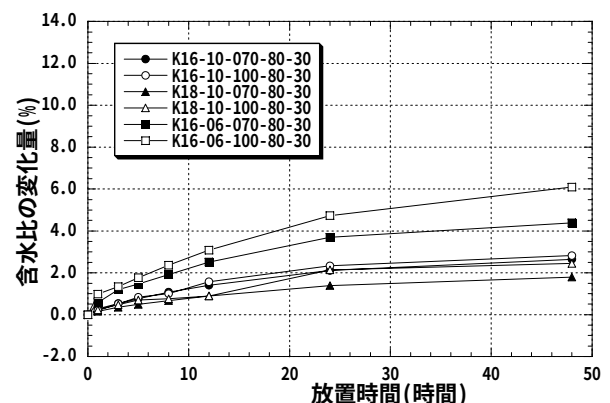
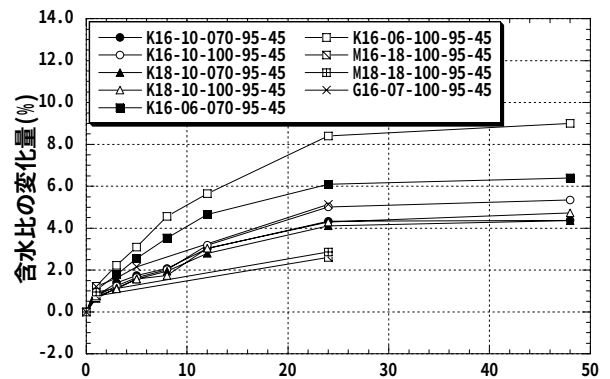
今回、ブロック型緩衝材の高温多湿環境における状態変化に関する予備的試験を実施した。その結果、緩衝材ブロックの高温多湿環境での状態変化はベントナイトの種類、初期含水比に大きく依存することが分かった。しかしながら、用いる材料、あるいは、坑道の環境の最適化を図ることにより、搬送・定置時の緩衝材ブロックの健全性を保つことは可能であることが示唆された。なお、本報告は経済産業省からの委託による「高レベル放射性廃棄物処分事業推進調査」の成果の一部である。

【参考文献】1)核燃料サイクル開発機構(1999)：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性、一、地層処分研究開発第2次取りまとめ 分冊

2) 地層処分の工学技術、JNC TN1400 99-022. 2) 千々松正和、藤田朝雄、杉田裕、石川博久(1997)：テストビット内の湧水量の測定結果、釜石原位置試験場における粘土充填・熱負荷試験、テクニカルノート09-96-02、PNC TN8410 97-070 3) 酢谷佳尚、渡辺邦夫、佐久間秀樹、野口義文(1991)：釜石鉱山におけるベンチレーションテストを用いた湧水量の測定、第23回岩盤力学に関するシンポジウム 講演論文集、pp.182-186



(a)ケース 1



(c)ケース 3

図-1 各試験環境における供試体含水比の変化量の経時変化



(a)ケース 1

(b)ケース 2

(c)ケース 3

図-2 試験後の供試体の一例（ケイ砂混合体、 $\rho_d=1.8\text{g/cm}^3$ 、48時間後）