

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（その2）

原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 竹ヶ原竜大*、増田良一、多田 浩幸
朝野 英一
日揮 正会員 高尾肇、上坂文哉
日揮 宇津野二士

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。地下坑道の温度および湿度は、換気等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。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。ここでは既報¹⁾において実施した、小規模ブロック（直径50mm 高さ20mm）を用いた予備試験に引き続き、実規模の緩衝材厚さ700mmに相当する圧縮成形した緩衝材ブロック²⁾を用いた実験を実施した。

2. 試験条件および試験方法

表-1 に試験条件を示す。環境は温度 45℃、湿度 95%RH とし放置時間は最大 48 時間とした。ブロックの形状は外径 2260mm 内径 860mm 高さ 300mm 分割角度 45 度である。図-1 に形状と部位名称を示す。ベントナイトにはクニゲル VI、ケイ砂には瓢屋製 7 号ケイ砂を用いた。ブロック製作時のベントナイト:ケイ砂配合率(B:S)は 70:30 および 50:50 の 2 種類とした。含水比は B:S=70:30 を約 9%と 14%および無調整（約 4%）と B:S=50:50 を約 7%とした。表面粗さ測定は、接触式表面粗さ測定器（サーフテスト 301N：ミツトヨ製）を使用し、算術平均粗さ Ra（JISB0601）を測定した。含水比設定は高温多湿環境でのブロックひび割れを防ぐ観点から 温度 30℃ 湿度 80%RH および 温度 45℃ 湿度 95%でベントナイト粉末が湿度とバランスする含水比³⁾とした。この含水比は B:S=70:30 で約 9%および B:S=50:50 で約 7%とし、この含水比は B:S=70:30 で約 14%とした。さらに、無調整含水比（約 4%）で B:S=70:30 のブロック（ひび割れの発生が予測されるブロック）も同時に作成し、高温多湿環境でのひび割れ発生状況を観察した。

表-1 試験条件

項目	仕様
ブロック形状 ²⁾	外径 2260mm × 内径 860mm × 高さ 300mm 分割角度 45 度（1/8 リング型）
乾燥質量、目標乾燥密度	約 244kg、1.9Mg/m ³
ベントナイト、ケイ砂	クニゲル VI、瓢屋 7 号ケイ砂
ベントナイト配合率と含水比	B:S=70:30:4%（無調整）および 9%および 14% B:S=50:50:7%
模擬地下環境	温度 45℃、湿度 95%RH
暴露最大時間、観察時間	最大 48 時間（0、7、24、31、48 時間毎に観察と測定）
観察・測定項目	外観、質量、高さ、表面粗さ



図-1 形状と部位名称



図-2 試験状況

3. 試験結果

ブロックを高温多湿環境が維持できる恒温恒湿室に搬入し、ブロックを放置し、寸法、質量および表面粗さの測定と外観の観察を行った。図-2 に試験状況を示す。

キーワード 放射性廃棄物、ベントナイト、ブロック型緩衝材、製作、搬送・定置、高温多湿環境 連絡先：〒105- 0001

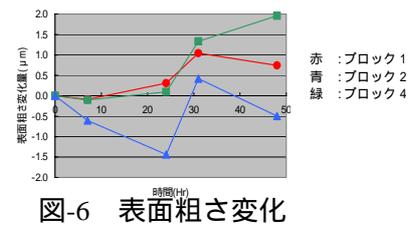
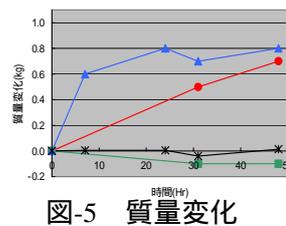
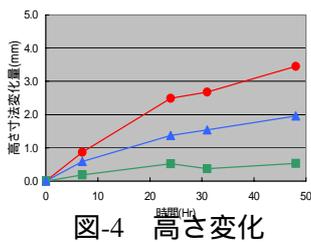
東京都港区虎ノ門 2-8-10 原子力環境整備促進・資金管理センター Tel：03-3504-1486 E-mail takegahara@rwm.or.jp

外観観察結果を表-2 に示す。ブロック 1 (図-3a 参照): 24 時間後上面・側面・内面に割れが発生。割れは時間とともに進行したが、48 時間後も元の形状を維持。ブロック 2 (図-3b 参照): 31 時間後上面・外面に割れ、7 時間後側面、24 時間内面に剥離が発生。割れは時間とともに進行したが、48 時間後も元の形状を維持していた。ブロック 3 (図-3c 参照): 上面・側面・内面・外面に放置開始から割れが発生、7 時間後に角部の崩落。24 時間には全体の角が崩壊し丸みをおびた形状になった。ブロック 4 (図-3d 参照): 48 時間後上面・側面・外面に割れ、剥離等は見られなかった。24 時間後内面は上下方向に割れが発生。内面の割れは進行したが、48 時間後も元の形状を維持していた。ブロック 3 は、観察開始後から形状変化が著しく、高さ、質量、表面粗さの計測ができなかった。図-4 に高さ変化を示す。高さは時間経過にしたがって増加する傾向を示した。図-5 に質量変化を示す。質量は時間とともに増加し、表面が吸湿したことが原因と思われる。図-6 に表面粗さ変化を示す。ほとんどの試料が 24 時間から 31 時間の測定で表面粗さの変化が大きくなる傾向が確認された。

表-2 外観観察結果

試料 No.		観察時間				
		0	7	24	31	48
ブロック 1 B:S=70:30 含水比 9%	上面			×	×	×
	側面			×	×	×
	内面			×	×	×
	外面		×	×	×	×
ブロック 2 B:S=70:30 含水比 14%	上面				×	×
	側面					
	内面					
	外面				×	×
ブロック 3 B:S=70:30 含水比 4%	上面		×	×	×	×
	側面		×	×	×	×
	内面		×	×	×	×
	外面		×	×	×	×
ブロック 4 B:S=50:50 含水比 7%	上面					
	側面					
	内面			×	×	×
	外面					

凡例 : 異常なし × : 割れ発生 : 剥離発生



4 . おわりに

実規模ブロック型緩衝材を用いて、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を試験により確認した。試験結果から、既報¹⁾において指摘した、環境と平衡するような含水比を設定することで、ブロックの健全性を保つことが可能であることが、実規模ブロックにおいても示唆された。以上のことから、定置環境（温度・湿度）と平衡するような材料の含水比をあらかじめ求めておくことで、搬送定置を考慮したブロック型緩衝材の含水比設定が可能となることが明らかになった。

なお、本報告は経済産業省からの委託による「地層処分技術調査等」の成果の一部である。

【参考文献】

- 1) 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(2002)、土木学会第 57 回年次学術講演会、CS10-044、pp.469-470
- 2) (財)原子力環境整備促進・資金管理センター(2003)、地層処分技術調査等 遠隔操作技術高度化調査報告書(2/2)、pp.3-165~3-199
- 3) (財)原子力環境整備促進・資金管理センター(2003)、高レベル放射性廃棄物処分事業推進調査報告書 - 遠隔操作技術高度化調査 - (2/2)、pp.3-270~3-301