

ベントナイトブロック寸法と製作性に関する実験的検討

原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 ○増田良一*、竹ヶ原竜大
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では、人工バリアとして廃棄体－岩盤間に粘土系材料による緩衝材の設置が検討されている。緩衝材の施工方法としては原位置締め固め方式¹⁾、ブロック方式¹⁾²⁾、一体型方式²⁾などが検討されている。粘土系材料としては、低透水性と高い膨潤特性を有するベントナイトを主とした材料が有望視されている。緩衝材の製作・施工性の検討は、人工バリアとしての機能を保証する上で重要であるが、緩衝材ブロックは、ハンドリングの対象とするブロックの分割方法が作業性に大きく影響し、寸法を大きくすることで地下施設への搬送をはじめ、各作業工程の削減等の利点がある一方、製作に用いるプレス機の大型化、ブロックの密度の不均一性の増加等、ブロックの製作性、品質に係わる問題が発生する。そこで本研究では、緩衝材ブロックの寸法と乾燥密度の分布に着目し、ブロックの製作性並びに品質について実験的に検討を加えた。

2. 試験条件および試験手順

使用した材料は、山形県月布産のクニゲルV1(クニミネ工業製)、ケイ砂（瓢屋製3号、7号）を用いた。ブロックの寸法は直径を50mm、300mm、700mmとし、ブロックの高さは、高さ(H)と直径(D)との比(以降H/Dとする)で0.13～1.0の範囲に設定した。ケイ砂混合率については30～70%の範囲で設定とした。これらの仕様の材料について、金型及びプレスを用いて圧縮成型を行い、各材料について成型圧力並びにブロックの密度分布について測定し、緩衝材の寸法・仕様とブロックの製作性の関係について検討を行った。

表-1に試験条件を、表-2に製作ブロックのサイズを示す。

表-1 試験条件

表-2 製作ブロックのサイズ

項目	内容	直径			
		H/D	直径 50mm	直径 300mm	直径 700mm
ベントナイト、ケイ砂混合率(重量比%)	70:30、50:50、30:70	H/D=1.0	高さ 50mm	高さ 300mm	—
含水比(%)	4、7、9、10	H/D=0.64	高さ 32mm	—	高さ 450mm
乾燥密度(g/cm3)	1.9(目標成形乾燥密度)	H/D=0.43	高さ 21mm	高さ 129mm	高さ 300mm
成形方式	金型・プレス圧縮成形	H/D=0.13	高さ 6.6mm	高さ 40mm	高さ 93mm

試験は、図-1に示すように①金型とプレス装置を用いたプレス成形により供試体を作成、②時間経過に伴い、リバウンドなどによる寸法の変化を確認、③密度分布測定のための試料分割、④密度測定の手順で実施した。また、密度測定はパラーフィン法を用いた。写真-1に2000tプレス装置を用いた直径700mm供試体の製作状況を示す。

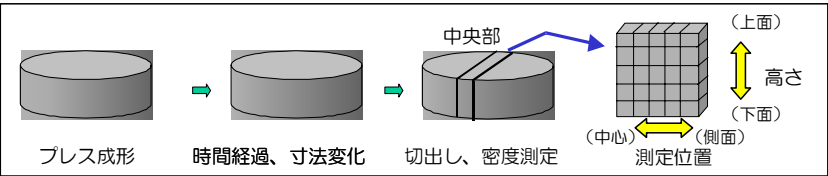


図-1 試験手順



写真-1 ブロック 2000t プレス製作状況

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、圧縮ベントナイト

*連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門2丁目8番10号 TEL03-3504-1506、FAX03-3504-1297、E-MAIL: masuda@rwmc.or.jp

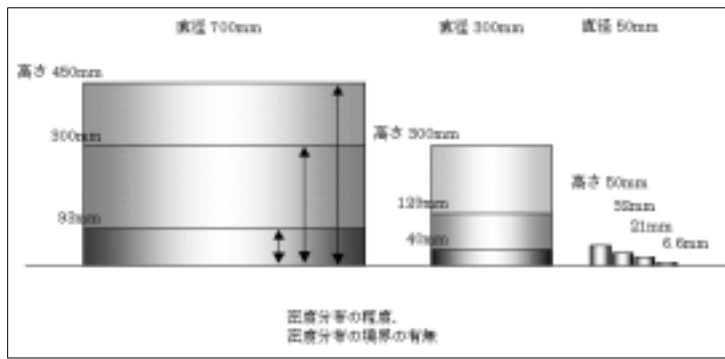


図-2 高さ方向のスケール効果

3. 試験結果

試験結果はブロック寸法の高さと直径がブロックの製作性へ与える影響に着目し、図-2 に示すブロック高さ方向と、図-3 に示すブロック直径方向の寸法変化と成型圧力・密度分布の関係について整理し、それらの知見に基づき実規模緩衝材ブロックを製作する場合の製作性について検討を加えた。試験結果の例として高さ 450mm、直径 700mm、ケイ砂混合率 30%、含水比 9% の緩衝材ブロックの密度分布を図-4 に、高さ方向の密度分布を図-5 に、直径方向の密度分布を図-6 に示す。

試験より以下のことが分かった。1) 材料配合やブロック寸法に係らず、 H/D が大きくなると必要な成形圧力が高くなる。2) 時間経過に伴うブロックの直径方向の寸法変化比率は、材料配合、ブロック寸法、 H/D によらず大きな差は見られない。また、高さ方向の寸法変化比率は直径によらず、 H/D が小さいほうが大きい。3) 密度分布は一般の粉体圧縮と同様、高さ方向では、下面では外側に向かって密度差が低い方へばらつき、上面では外側に行くほど、密度差が高い方へばらつく。また、直径方向では外側の方が密度差のばらつきが大きい。4) ブロック直径によらず H/D が大きくなると密度差が大きい。5) ブロックの密度差と密度差の生じる領域は H/D とよい相関性がある。

4. まとめ

金型とプレス機を用いた緩衝材ブロックの製作性について検討を実施した。ブロックの寸法が製作性へ与える影響を明らかにする為に、ブロック直径、高さ、 H/D (高さと直径の比)、材質 (ベントナイト、ケイ砂配合率)、初期含水比と製作されたブロックの密度分布の関係を示した。また、製作後の緩衝材ブロックの時間変化や必要な成形圧力などの知見を得ることができた。これらの知見は、緩衝材製作設備の設計並びに緩衝材の製作品質の評価に生かすことができると考えられる。なお、本報告書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) 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—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) 電力中央研究所, 電気事業連合会 (1999) : 高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術

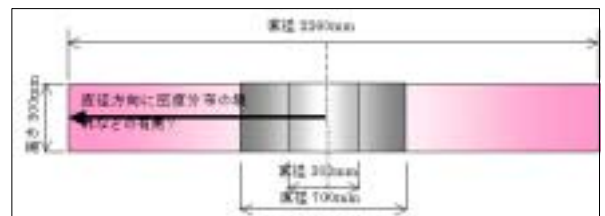


図-3 直径方向の寸法効果

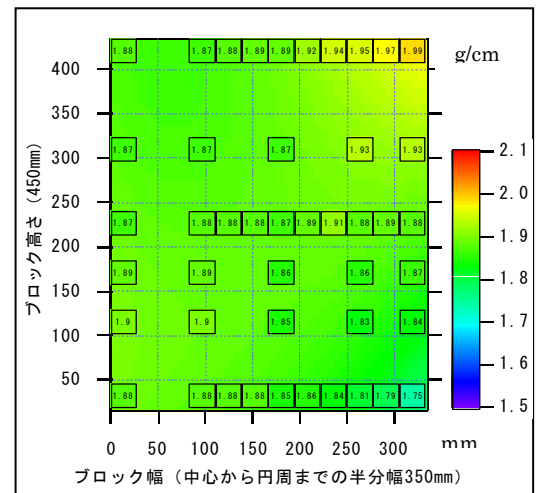


図-4 ブロック内密度分布

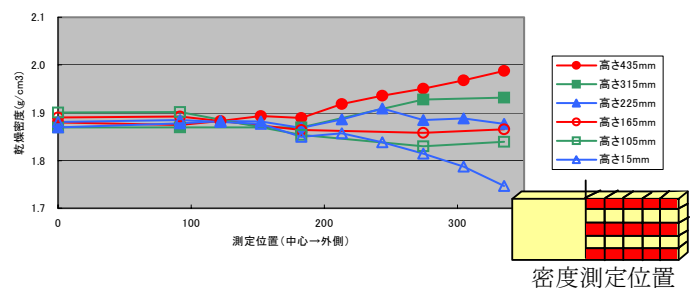


図-5 ブロック水平方向の密度分布と高さ方向の関係

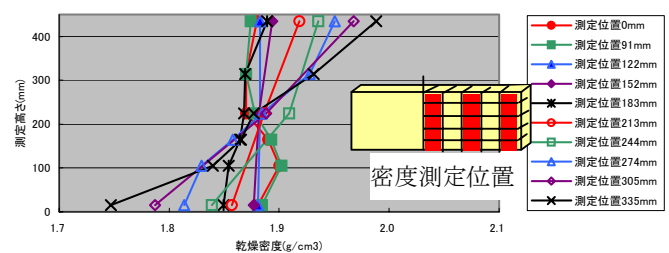


図-6 ブロック高さ方向の密度分布と直径方向の関係