

高密度ベントナイトペレットの試験製造

大成建設(株) 正会員 ○本島 貴之, 磯 さち恵, 八尋 英恵
(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター 小林 正人, 橋本 和幸, 岩谷 隆文

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分において、処分坑道の埋め戻し方法として、材料としてベントナイト混合土やベントナイト単体を用いた転圧締固めや吹付け、およびベントナイトペレットを用いた充填などが検討されている。本稿は、埋戻し材の候補であるベントナイトペレットの効率的な製造および高密度化について検討・実施した内容を報告する。埋め戻しの目標密度は様々な観点から検討が加えられるべき指標であるものの、本稿では最も高密度側と言える緩衝材の有効粘土密度に相当する 1.37Mg/m^3 を埋戻し後のかさ密度(乾燥密度)の目標に設定し、それを達成するためペレット単体の乾燥密度は 2.0Mg/m^3 を目標とした。

2. 高密度ベントナイトペレット製造に向けた検討

・既往事例とその課題

処分事業においてベントナイト系材料に期待される機能として、低透水性、自己シール性ならびに熱伝導性などがあり、これらの機能を満足するためにはペレット自体を高密度化することが有効であるため、高密度を達成するための様々な製造手法が検討されている。ベントナイトペレットの製造は、粉体から粒状体を製造するプロセスであり、押出造粒法、ブリケットティング法、およびロールプレス法などの成型手法や、乾燥による収縮を利用した高密度化の手法およびそれらを組合せた手法がある^{1),2),3),4)}。

特に国内において、ペレット単体として乾燥密度 2.0Mg/m^3 以上の高密度を実現している既往検討^{2),3),4)}では、ドラム造粒と乾燥収縮を組合せた手法や高压の等方圧縮装置を使用する手法があり、製造効率の向上および製造コストの低減が今後の課題である。

・検討方針

ペレットにより埋戻しを行う場合その使用量は膨大になることから、製造効率が高いこと、安定した品質確保ができることおよび製造コストが低いことなどが重要となる。本検討では、それらを達成できる手法の一つとしてブリケットティングマシンによるペレット製造方法に着目し、製造試験を実施することとした。

3. 製造試験

ペレット製造の材料として、Na型ベントナイト(クニミネ工業(株)製クニゲルV1)を使用した。また、使用機械は、新東工業製のブリケットティングマシン(図1、表1参照)を使用した。ブリケットティングマシンでの製造は、ホッパーに投入された材料が縦型の押し込みスクリューにより予備圧縮されながら、互いに同一速度で逆方向に回転する2本のロール(図2参照)の間に効率よく送り込まれて圧縮成型されることで高密度ペレットの製造が達成される。ペレットの形状はロールに掘られた窪みの形状によって決まる。



図1 ブリケットティングマシン



図2 ロール拡大写真

表1 機械能力

型式	BMS- II
ロール直径	520mm
ロール圧縮力	1.5MN
製造元	新東工業株式会社

キーワード：ベントナイト、ペレット、ブリケットティング、高レベル放射性廃棄物、坑道埋め戻し

連絡先：〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株)原子力本部 TEL03-5381-5315

本検討では高密度化の実現および窪みからのペレット剥離が滞りなくできる形状として、卵形(28mm×25mm×13mm)を選択した。上記の材料、機械を用いてペレット製造を行った。

4. 製造したペレットの密度確認結果

製造したベントナイトペレットを図3に示す。一部加圧による割れがあるものの、ロール形状に応じた形のペレットを連続製造することができた。本製造試験時の製造能力は991kg/hrであった。ペレット1個あたりの乾燥密度をパラフィン法で測定した結果、標本平均 2.049Mg/m³、標本標準偏差 0.008Mg/m³であり、目標とした乾燥密度2.0Mg/m³以上、かつ密度のばらつきの少ないペレットを達成することができた(表2参照)。

一方、ペレットの形状は機械のロール上の窪み形状に依存し、既往検討よりも球状から遠い卵形の形状であり、自然落下による充填率は約55%と、真球の最密充填による充填率約74%を下回っている。そのため、充填率、充填密度の向上を目的として製造したベントナイトペレットとベントナイト原鉱石(クニミネ工業製クニゲルGX、乾燥密度1.7Mg/m³、0.85mm以上2mm以下に粒度調整)を7:3の割合で混合して小型容器に充填し、かさ密度を測定した(図4参照)。その結果、かさ密度は1.389Mg/m³であり、目標の1.37Mg/m³を上回ることを確認した(表3参照)。



図3 製造したペレット



図4 小型容器への充填状況

表2 ペレット密度測定結果

ケースNo.	含水比(%)	湿潤密度(Mg/m ³)	乾燥密度(Mg/m ³)
1	8.51	2.241	2.065
2	8.36	2.216	2.045
3	8.2	2.217	2.043
4	8.35	2.216	2.046
5	7.37	2.207	2.044
標本平均			2.049
標本標準偏差			0.008

表3 小型容器充填 かさ密度

ベントナイトペレット	1650g
ベントナイト原鉱石	734g
容器体積 内径φ144mm×高さ150mm	1,580cm ³
材料含水比	8.66%
湿潤密度	1.509Mg/m ³
かさ密度	1.389Mg/m ³

5. まとめ

処分坑道の埋め戻しを念頭に、

2.0Mg/m³以上の高密度ベントナイトペレットを効率的に製造できる手法としてブリケット法に着目し、製造試験を実施した。試験の結果、ペレット1個あたりの密度および充填後の密度ともに目標とした値である2.0Mg/m³および1.37Mg/m³を達成することができた。また、原材料をブリケットマシンで圧縮成形するという単一の工程のみによって、安定的に高品質かつ高効率で製造が可能であることを確認した。

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事業 可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発」の成果の一部である。

参考文献: 1) 高尾他(2002): ベントナイトペレットの特性試験(その1)-ベントナイトペレットの製作方法の検討および製作-, 第57回土木学会年次学術講演会, 2) 中島他(2016): 高レベル放射性廃棄物処分施設におけるすき間充填技術の開発, 清水建設研究報告, 3) 藤原他(2008): 粒状ベントナイト充填による狭隙部人工バリア施工の検討;(その1) 室内試験による施工法の検討, 日本原子力学会 2008年春の年会, 4) 和田他(2003): 低透水層用充填材「ベントボール」, 神戸製鋼技報。