

埋め戻し用充填材料の試作（その2） － ベントナイトペレット製造の合理化 －

株式会社大林組 正会員 ○森 拓雄 正会員 深谷 正明
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 正会員 棚井 憲治

1. はじめに

放射性廃棄物場において人工バリアの構築をはじめ、PEM（プレアセンブル方式の鋼殻）の隙間充填や操業坑道の埋戻しなど、空洞に土質系材料を充填する方法として、ブロック定置，原位置締固め，ペレット充填，吹付けなどの方式が検討されている^{例え1)}。このうちペレット充填方式は，遠隔操作が容易なこと，狭隘部でも施工が可能であることなどの特徴を有する反面，充填後の密度（充填材の質量／空洞の容積）が他の方式よりも小さくなる課題がある。充填後の密度を大きくする方策として高密度のベントナイトペレットの使用が考えられ，その製造方法として，ブリケットイングやロールプレス，パン造粒，コールドプレスなど様々な方法が検討されている^{例え2)}。これまで筆者らは，経済性に優れたロールプレスによるベントナイトペレット製造方法の検討を行ってきた³⁾。今回，ロールプレスの通過回数を減らしたり，短時間に大量に解砕・粒度調整したりすることで，製造の合理化を模索した。

2. ペレット製造工程

図-1 にロールプレスによるベントナイトペレットの製造方法を示す。原鉱破碎粒度調整品または粉体のベントナイトを **Step 1**：ロールプレスに複数回通過させることで板状に造粒し，**Step 2**：機械で解砕することで粒状化させる。さらに，後述するが解砕だけでは目標の粒度分布とならないため，**Step 3**：細粒分を添加し粒度調整（混合）を行うこととした。

3. 造粒の合理化

棚井らは最大粒径 5mm の山形産ベントナイト原鉱破碎粒度調整品（クニゲル GX の粒径 5mm 以下，原鉱乾燥密度 1.70Mg/m³，含水比 ω =8.9%をそのまま使用）をロールプレス機（ロール幅 200mm，最大押し力約 4t）に 5 回通過させることで，乾燥密度 1.96Mg/m³（JIS A 1225 パラフィン法で測定）の板状のベントナイトペレットを造粒した³⁾。ロールプレスの通過回数はベントナイトペレットの製造コストに直結するため，通過回数を削減できれば造粒の合理化が図られる。そこで山形産粉体ベントナイト（クニゲル V1，含水比 ω =10.3%をそのまま使用）を大型のロールプレス機（ロール幅 300mm，最大押し力 60t）に通過させベントナイトペレットの製造を試みた。

通過回数 1 回目で乾燥密度 1.98Mg/m³の板状のベントナイトペレットが造粒できた。ただし板の厚みが平均 1.4mm であったため，最終工程での最大粒径がより大きなベントナイトペレットを得るため，さらに 2 回通過させた。その結果，通過回数 2 回目で厚み 3.6mm，乾燥密度 2.02Mg/m³，通過回数 3 回目で 4.1mm，乾燥密度 1.98Mg/m³の図-2 に示すような板状ベントナイトペレットが得られた。

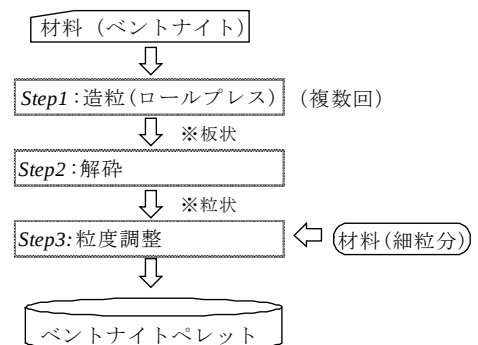


図-1 ペレット製造フロー



図-2 大型ロールプレスを通させた板状ベントナイトペレット

キーワード 放射性廃棄物処分，ベントナイト，人工バリア，粒度，乾燥密度

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 ㈱大林組技術研究所 TEL 042-495-1015

4. 解砕方法の検討

板状のベントナイトペレットを解砕する方法として、①カッター、②ハンマー、③二軸ローラー（3章の造粒で用いた機械と同じ）、④ジョー、⑤コーン（コーンが回転し対象物を側壁に押し当てすりつぶす。大量施工向き）などの方式がある。このうち①～④の方式について、3章で造粒した板状ペレットを解砕し、製造能力や得られる粒度を調査した。

その結果を表-1 に示す。ハンマー方式が、解砕後の粒度が目標の粒度分布に近く、処理能力が最も大きい。

表-1 板状ベントナイトペレットの解砕方法の検討

方式	原理	解砕後の粒度	処理能力
カッター	羽根が高速で回転し、羽根が対象物を破砕	○ 比較的目標の粒度分布に近い	○ 湿潤重量30～140kg/h※
ハンマー	ドラムが回転し、遠心力で対象物が外壁に打ち付けられ破砕	○ 比較的目標の粒度分布に近い (図-3参照)	◎ 湿潤重量約200kg/h※
二軸ローラー	2つのローラーの隙間に対象物が通過させることで破砕	x 再造粒	— (調査せず)
ジョー	板状の片刃がローリング動作し、対象物を小割りにする	— (調査せず)	△ 上記3つに比べ、極端に処理スピードが遅いため中止

※今回のデモ機を使用した場合

5. 粒度調整

図-3 にハンマー方式で解砕した粒状ベントナイトペレットの粒度分布（○）を示す。Garitte らは充填後の密度を大きくする目的でペレットの粒度分布を Fuller 曲線で管理している⁴⁾。暫定管理値として最大粒径が 3mm と 7mm（ 5 ± 2 mm）の Fuller 曲線を図-3（1 点破線）に合わせて示したが、今回製造したペレットは粒径 0.1mm 前後の材料が不足している。

そこで粒度分布が暫定管理値に入るために必要な細粒分を求め、解砕後の粒状ベントナイトペレットに粉体ベントナイト（クニゲル V1）を乾燥重量比 15% 添加し混合した。その粒度分布を図-3（●）に示す。粒度調整の効果を確認するため、解砕品およびその粒度調整後のベントナイトペレットについて最小密度・最大密度試験（JIS A 1224 に準ずる。ただし最大粒径は 5mm、湿潤状態のまま）を行った結果を表-2 に示す。粒度調整を行うことで、最大密度が 7.6% 増加した。一方、最小密度の増加率は 3.6% で改善効果が小さい。

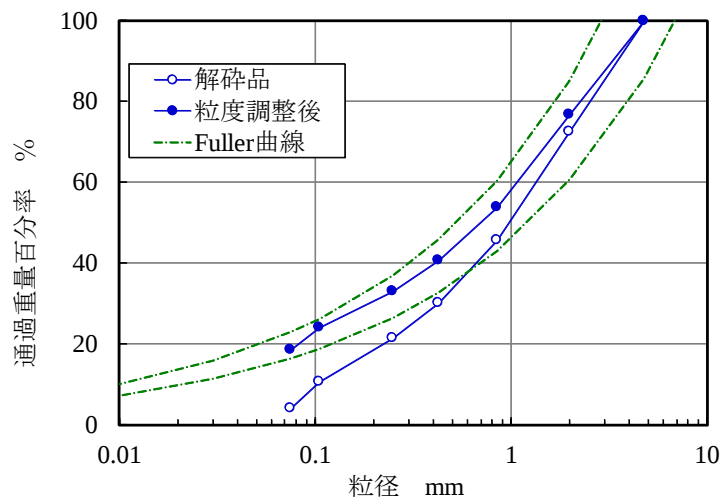


図-3 ベントナイトペレットの粒度分布

表-2 ペレットの最小・最大密度

	乾燥密度※2 Mg/m ³	
	解砕品	粒度調整後
最小	1.015	1.052
最大	1.368	1.471

※2: 試験後に含水比から換算

6. まとめ

以上の結果、乾燥密度 2.02Mg/m³ のベントナイトペレットを造粒することが出来き、この材料を容器に充填した場合、最大密度 1.47Mg/m³（乾燥）が得られることが明らかになった。今後は、この材料を用いて実際に空洞に充填した場合に得られる密度を調査し、今回の最小・最大密度との関係（相対密度）や、より大きな充填後の密度を得るための方策を材料の製造と施工の両面で検討し、特に最小密度の改善に取り組む予定である。

参考文献

1) 原環センターら：オーバーパック、緩衝材の遠隔ハンドリング・定置技術の開発，日本原子力学会第 20 回バックエンド夏期セミナー，2004. 2) 高尾ら：ベントナイトペレットの特性試験（その 1）ーベントナイトペレットの製作方法の検討および製作ー，土木学会第 57 回年次学術講演会，CS10-046，2002. 3) 棚井ら：埋め戻し用充填材料の試作，日本原子力学会 2016 年秋の大会，2D10，2016. 4) Garitte, B. et al.: Requirements, manufacturing and QC of the buffer components Report LUCOEX – WP2, LUCOEX EUROPEAN COMMISSION D2.3, September, 2015.