

## Ca 型ベントナイト混合土の練り混ぜ方法の違いが品質に与える影響について

安藤ハザマ 正会員 ○千々松正和, 木村誠, 石濱裕幸

## 1. はじめに

低レベル放射性廃棄物の浅地中処分における難透水性覆土として低混合率のベントナイト混合土を用いることが計画されている<sup>1)</sup>。ベントナイト混合土の練り混ぜは種々の機械を用いて行われており練り混ぜ後の材料の均質性や団粒化の有無等の確認は行われているが、練り混ぜた材料の品質（締固め性や透水性）の違いに関する検討は少ない。そこで、本研究では、いくつかの機械を用いてベントナイト混合土の練り混ぜを行い、仕上がり品質と合わせて、練り混ぜた材料の締固め性や透水性の確認を実施したので報告する。

## 2. ミキサーの比較検討

本検討ではバッチ式のみキサーを主な対象としたが、比較のために一軸連続式みキサー(BHS)による練り混ぜも実施した。使用した材料はCa型ベントナイトのクニボンドと砂の混合材料（乾燥質量比；クニボンド：砂＝30：70）である。なお、ベントナイトと砂は事前に混合しておき、本検討では加水混合による含水比のばらつき、団粒化の有無の確認のみを行うこととした。設定含水比は20.5%とした。今回比較したみキサーは表-1に示す通りである。試験手順は以下の通りである。(a)材料投入：みキサー容量の約60%に相当する質量、(b)空練り：2分、(c)加水：所定量を散水、(d)混練：散水後30秒、(e)排出。

なお、試験は3回実施することとし、試験の前に捨て練りを実施した。測定項目は以下の通りである。(a)回収率：排出質量／（投入質量＋加水量）、(b)団粒化。

表-1 検討に用いたみキサー

| みキサー  | 装置概略       | メーカー    | 型式       | 容量(ℓ)    | 回転数                          | 投入量(kg) |
|-------|------------|---------|----------|----------|------------------------------|---------|
| パグミル  | 二軸強制型      | 石川島建機   | DAM60    | 60       | バートル回転数:45rpm                | 35      |
| ジクロス  | 二軸強制型      | 北川鉄工所   | WHQ-120  | 120      | バートル回転数:52rpm                | 70      |
| ペレガイア | パン型強制混合造粒型 | 北川鉄工所   | VZ-100E  | 60       | アーム:23.2rpm, ロータ:390.0rpm    | 35      |
| アイリッヒ | 攪拌付回転容器型   | 日本アイリッヒ | R08-W    | 75       | アシテータ:700/min, パン(周速):1m/sec | 40      |
| BHS   | 一軸連続混合型    | 北川鉄工所   | MFKG0313 | 10～20t/h | バートル回転数:265rpm               | —       |

図-1には、バッチ式みキサーを用いた試験での回収率を示す。アイリッヒやペレガイアは捨て練りの段階から90%以上の回収率となっているが、パグミルやジクロスは捨て練りの段階では90%以下の回収率となっており、練り混ぜを重ねるに連れて回収率が上がっている。すなわち、パグミル、ジクロスでは、機械へのこびりつきがアイリッヒやペレガイアに比べて多く、そのため、練り混ぜ初期の回収率が低くなっている。

図-2には含水比の測定結果の統計値を示す。バッチ式のみキサーはいずれも含水比のばらつきは小さいという結果となっているが、連続式のBHSのばらつきは非常に大きいという結果であった。二軸の連続式みキサーを用いた時のばらつきは、これほど大きくなかった<sup>2)</sup>ことより、今回使用した一軸連続みキサーの練り混ぜ能力はやはり二軸に比べると小さいと言える。また、パグミルやジクロスでは練り混ぜ後に若干大きな塊が見られた。アイリッヒは他のみキサーと比べると造粒化が目立つが、これはみキサーの性能の高さから良く練り混ぜられているためであり、その結果として造粒化しているものと思われる。

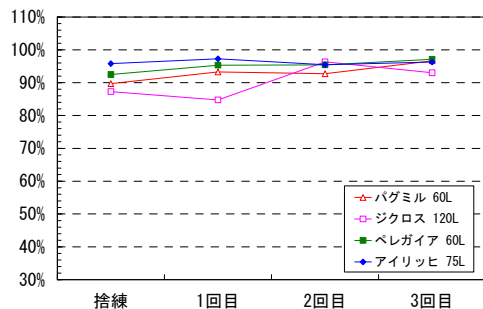


図-1 各練り混ぜ機械の材料の回収率

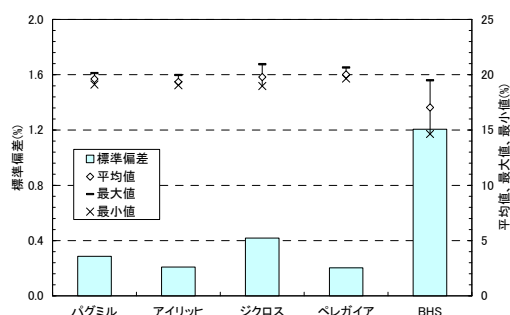


図-2 練り混ぜ後の材料の含水比測定結果の比較

キーワード：放射性廃棄物埋設設備，難透水性覆土，ベントナイト混合土，練り混ぜ，締固め性，透水性

連絡先：〒305-0822 茨城県つくば市荻間515-1/TEL:029-858-8810/FAX:029-858-8829

### 3. 練り混ぜ方法の違いが締固め性に与える影響の確認試験

練り混ぜ方法の違いが材料の締固め性にどのように影響を与えるのかを確認した。混合順序・方法を変えた場合に締固め性が変化するかを確認することを目的に手練りによる2種類の方法で練り混ぜを行った。1番目は、簡易な方法として、袋に所定の量の砂と水を入れてよく振って混ぜた後に、所定の量のベントナイトを加えて、さらによく振って混ぜる方法（袋振り混ぜ）である。2番目の方法として、最初に砂とベントナイトをバットに入れて混ぜて、そこに水を徐々に加えながら混ぜていく方法（バット練り混ぜ）である。また、小型のアイリッヒミキサ（100程度）を用いて練り混ぜを行った。この3種類の方法で練り混ぜを行った材料を用いて得られる締固め曲線の比較を行った。なお、締固め試験はC法とした。また、前節で実施した各種ミキサーでの練り混ぜ材料に対してもC法のエネルギーでの締固めを行った。図-3に試験結果を示す。バット練り混ぜとアイリッヒ練り混ぜは、ほぼ同程度の締固め性を示しているが、袋振り混ぜはこれらと比べると締固め性が低いという結果となった。すなわち、同じベントナイト配合率、含水比でも良く練り混ぜる場合（バット練り混ぜやアイリッヒ練り混ぜ）とあまり練り混ぜない場合（袋振り混ぜ）で締固め性は異なってくるといえる。また、今回の機械練り混ぜでは、バッチ式のタイプはバット練り混ぜと同等の締固め性を示し、連続式は袋振り混ぜに近い結果となった。なお、図-4には袋振り混ぜ後およびバット練り混ぜ後の材料の状況を示すが、練り混ぜることにより材料の色も変わってきていることが分かる。

### 4. 練り混ぜ方法の違いによる透水性能の比較

練り混ぜ後の材料について透水性の違いの有無を確認した。試験仕様は、締固め試験の結果を参考に設定した。袋練り混ぜ材料、バット練り混ぜ材料、小型アイリッヒ材料は、初期含水比は最適含水比+4%とし、乾燥密度はそれぞれの締固め曲線上の含水比が最適含水比+4%の時の値とした。また、機械で練り混ぜた材料に関しては、練り混ぜ後の材料の平均含水比、平均乾燥密度の供試体とした。図-5には横軸を供試体の有効粘土密度として透水係数の値をプロットした結果を示す。袋振り混ぜ材料は他に比べて密度が低いこと透水性の値が大きくなっている。図-5には、バット練り混ぜにより混合した材料を用いた配合の異なる透水試験結果（初期含水比は各配合における最適含水比+4%、乾燥密度は各配合の締固め曲線上の含水比が最適含水比+4%の時の値）も合わせて示し、その結果から得られた近似曲線も示している。その結果、袋振り混ぜの材料を用いた透水試験結果はこの近似曲線より高いところに位置していることがわかる。

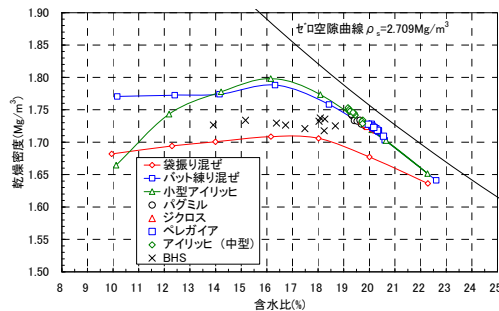


図-3 各練り混ぜ方法での締固め曲線



図-4 練り混ぜ後の材料

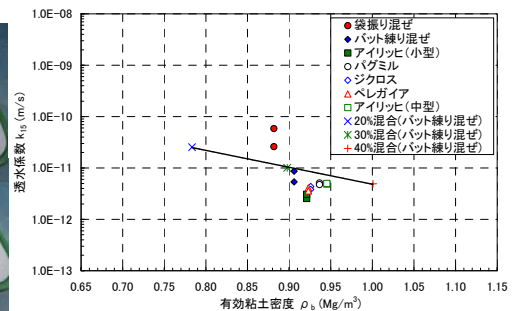


図-5 透水試験結果

### 5. まとめ

ベントナイト混合土の練り混ぜ方法の違いによる材料の品質の確認を行ったところ以下の知見が得られた。

- ・各種機械を用いてベントナイト混合土(Ca型ベントナイト30%混合)の練り混ぜを行ったが、バッチ式であればどのミキサーであっても、同等の品質での加水混合が可能であることが分かった。
- ・ベントナイト混合土を練らない場合は練り混ぜる場合に比べて締固め性が劣る。そのため練らない材料は同一エネルギーで締固めた場合の仕上がり密度は低くなり、透水係数の値も大きくなる。この大きくなる割合は密度低下分だけでなく、それ以上に大きくなる。
- ・以上の結果、バッチ式機械で練り混ぜた材料に比べて連続式の機械の一部で練り混ぜた場合は仕上がり材料の締固め性や締固め後の透水性の低下するため、それを加味した配合設計を行う必要があるといえる。

【参考文献】1) 伊藤ほか；低配合ベントナイト混合土の長期状態変化を踏まえた設計手法に関する一考察，第65回年次学術講演会講演概要集，土木学会，CS7-017，2010，2) 石濱ほか；混合率30～50%のベントナイト混合土の練り混ぜに関する検討，第66回年次学術講演会講演概要集，土木学会，CS3-030，2011