

ベントナイト混合土の品質管理方法（混合率）に関する検討

ハザマ 正会員 ○中島貴弘, 山田淳夫, 木村 誠, 千々松正和

1. 目的

低レベル放射性廃棄物の浅地中ピット処分においては、ベントナイト混合土を難透水性覆土の材料としてピットを取り囲むように転圧施工する計画となっている。ベントナイト混合土を大量に製造して締固めに供する際には、混合土が所定の含水比とベントナイト混合率であることを迅速に把握して施工にフィードバックすることが求められる。このうち、含水比は赤外線水分計などにより短時間で比較的精度の高い計測値が取得できる。一方、ベントナイト混合率は、メチレンブルー吸着量（以下、MB）から推定する手法などが用いられているが、迅速性に欠ける点や試験に熟練を要することなど測定人誤差の課題が挙げられている。本研究では混合率の確認方法の確立を目指して、MB 測定を含めた複数の試験方法を用いてベントナイト混合率を推定し、測定精度や迅速性の観点から考察した。

2. 混合率測定方法

混合率の試験方法として、①MB測定、②電気伝導度測定、③細粒分含有率測定、④ファンネル粘度測定、⑤TVC-7形粘度測定、⑥加圧脱水量測定、⑦沈降試験、⑧近赤外線分光測定の8つの方法について比較検討した。それぞれの試験方法の概要を表-1に示す。母材は購入砂を使用し、ベントナイトは、クニゲルV1（V1）とクニボンド（KB）の2種類とした。クニゲルV1の混合率は $15 \pm 5\%$ 、クニボンドは $30 \pm 5\%$ の範囲とした。なお、測定値の影響因子として考えられるベントナイト混合土と試験溶液との固液比などは、事前の試験などを通じてベントナイト毎に適切な値を設定している。

3. 測定結果

各試験方法の測定値とベントナイト混合率の関係を図-1に示す。⑥の加圧脱水量法以外は混合率が大きくなると測定値も大きくなり、加圧脱水量法は混合率が大きくなると脱水量が小さくなる。④、⑤の粘度を測定する方法は混合率がある値よりも大きくなるとばらつきが大きくなり、測定精度が低くなる結果が得られた。上記3試験以外の5つの方法は測定値とベントナイト混合率の関係は線形近似ができるが、同一条件下の測定値のばらつき（測定精度）は大きく異なっている。①MB測定、②電気伝導度測定、③細粒分含有率測定、⑦沈降試験は比較的測定誤差が小さく、中でも③、⑦はベントナイトの種類によらず高い相関性が確認できる。一方、⑧近赤外線分光測定はクニボンドを用いた場合にばらつきが大きくなっており、ベントナイトの種類によって測定手法の適用性に顕著な差異が認められる。

図-1中の検量線から推定した混合率と設定混合率の差をヒストグラムにまとめた結果を図-2、図-3に示す。クニゲルV1混合土よりもクニボンド混合土の方が混合率の算定値のばらつきが大きく、標準偏差で評価すると、クニゲルV1混合土の場合0.5程度、クニボンド混合土の場合1.0程度である。測定誤差が大きかった④ファンネル粘度測定、⑤TVC-7形粘度測定の標準偏差は小さくなっている。⑧近赤外線分光測定の標準偏差はクニボンド混合土の場合、2.3という値でばらつきは大きいままであった。最も精度が高かったのは、③細粒分含有率測定で、クニゲルV1混合土の場合標準偏差は0.18、クニボンド混合土の場合の標準偏差は0.54であった。

表-1 混合率測定方法

試験名	試験方法
①メチレンブルー吸着量測定	JBAS-107-91に準拠。
②電気伝導度測定	試料攪拌後、すぐに測定。
③細粒分含有率測定	JIS A 1223
④ファンネル粘度測定	イオン交換水に試料を入れ、3分間程度攪拌後、上澄み液のみを別容器に移し、すぐに粘度計のローターを回転させ60秒後に測定した。
⑤TVC-7形粘度測定	
⑥加圧脱水量測定	水道水に混合土を入れて10分間攪拌した後、2分間静置して上澄み液を専用の容器に入れ、100kPaの圧力で5分間加圧脱水した時のろ過水量を測定する。
⑦沈降試験	1昼夜（18時間）程度分散剤を混ぜた蒸留水中で分散後、試験直前に1～2分間程度攪拌してから測定。測定は攪拌後、静置15,30,60,120分後に行う。
⑧近赤外線分光測定	近赤外線分光測定装置を用いて測定。測定の前にはあらかじめベントナイトの種類に応じた専用の測定用アプリケーションを作成し測定装置に格納しておく。測定前にベントナイト種類に適合したアプリケーションをロードして測定する。

キーワード ベントナイト混合土、難透水性覆土、混合土、品質管理、混合率測定

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 ハザマ技術研究所 TEL:029-858-8810 FAX:029-858-8829

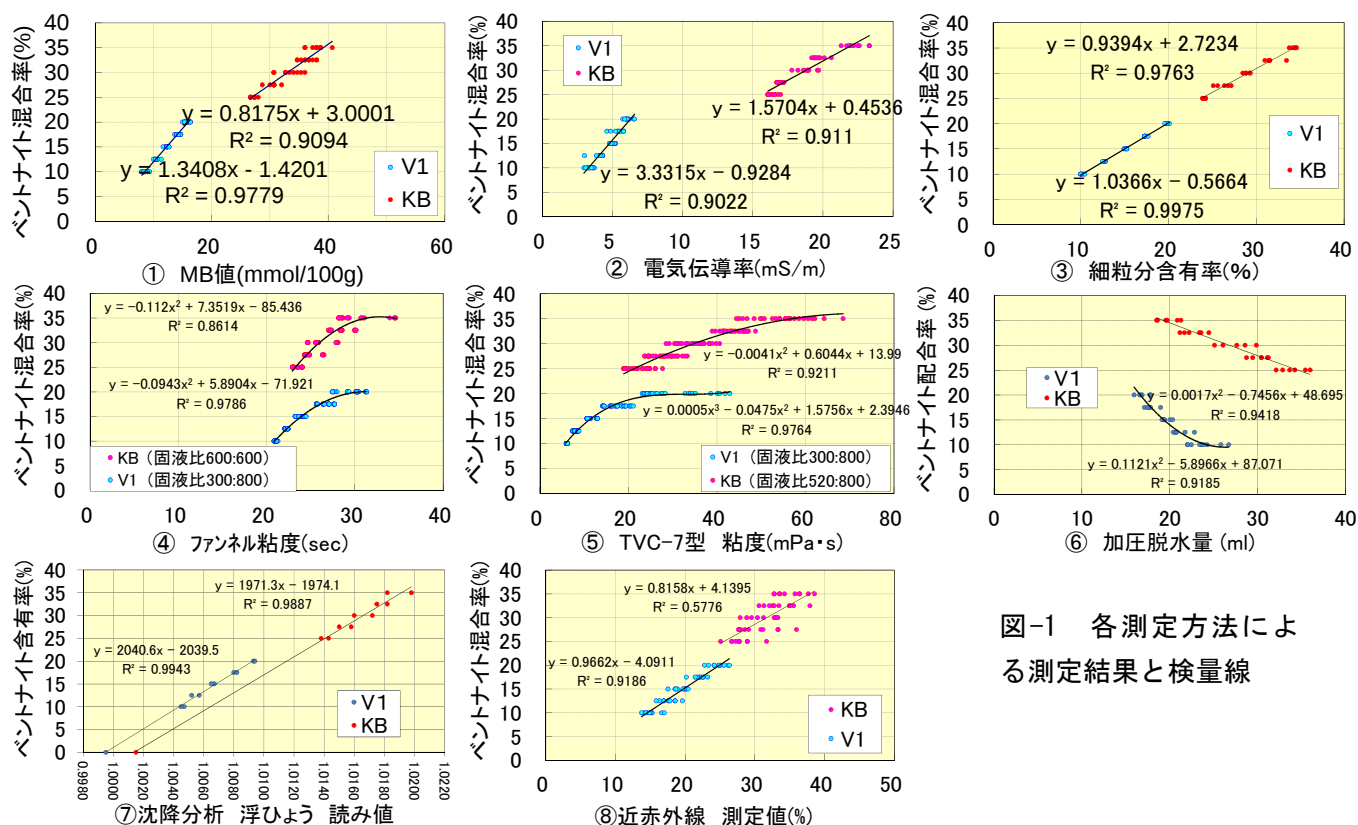


図-1 各測定方法による測定結果と検量線

4. 考察

①MB 測定はベントナイトの種類によらず比較的精度は高いが、測定人誤差や試験の迅速性に課題が残る。また、③細粒分含有率測定の測定精度も高いが、迅速性に課題が残る。ただし、測定精度については、今回は使用した母材が細粒分(75 μ m以下の粒径)をほぼ含まない点にも留意する必要がある。⑦沈降試験も同様に高い測定精度で混合率の推定が可能であり、さらには試験方法も簡便であるため利便性も高いと考えられる。また、②電気伝導度測定や⑥加圧脱水量測定は迅速であり、ある程度の精度で混合率の推定が期待できること示唆する結果を得た。一方、④ファンネル粘度測定や⑤TVC-7形粘度測定は、測定精度と迅速性の両面で適用性が難しいことを示唆する結果を得た。⑧近赤外線分光測定は、迅速性は高いものの、測定結果のばらつきが高く、厳密な品質管理に適用するほどの精度を確保するためには課題が残る結果となった。

5. まとめ

本検討では、ベントナイト混合土の品質管理として、ベントナイト混合率の確認方法に着目し、精度や迅速性の観点から複数の試験手法の適用性について考察した。その結果、今回の試験条件の範囲では、迅速性があり、かつ、ある程度の精度で混合率を推定する方法として、電気伝導度、沈降試験、加圧脱水量測定が有効であることが分かった。また、迅速性などには課題が残るもののMB測定や細粒分含有率測定は高い測定精度があることが確認できた。

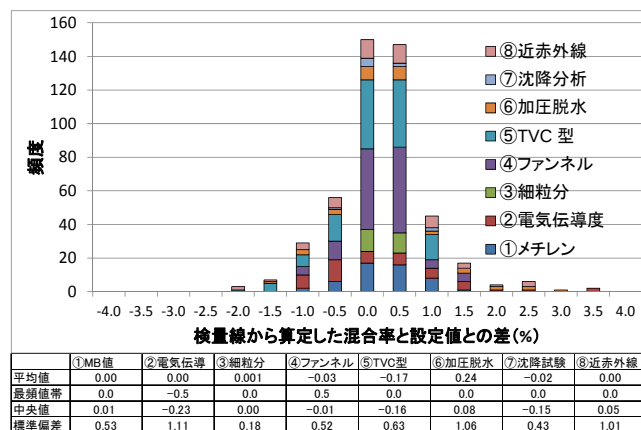


図-2 検量線から推定した混合率と設定混合率との差(クニゲル V1 混合土)

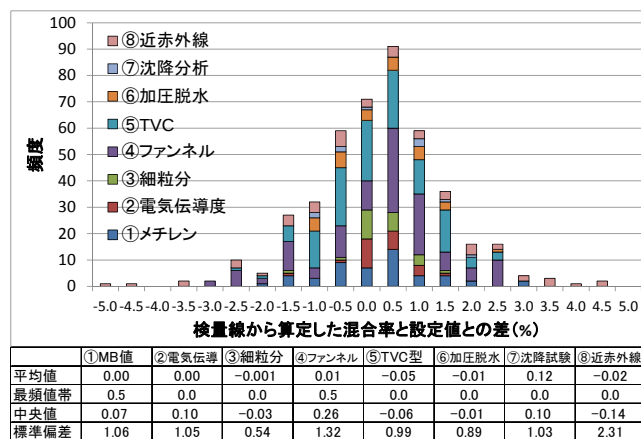


図-3 検量線から推定した混合率と設定混合率との差(クニボンド混合土)