

ベントナイトの品質管理のためのメチレンブルー吸着量試験に関する一考察 (その1. 試験方法に関する検討)

ハザマ 正会員 千々松正和 非会員 西田由紀
茨城大学 学生会員 ○小栗光 正会員 小峯秀雄
クニミネ工業 非会員 篠木進 正会員 諸留章二

1. 目的

放射性廃棄物処分場における人工バリアの一つとしてベントナイトの使用が検討されている^{1), 2)}。ベントナイト系バリアの設計は有効モンモリロナイト密度²⁾を指標として行われることがあるが、この場合、ベントナイトのモンモリロナイト含有率が重要な管理項目となる。モンモリロナイト含有率の算出に際しては、メチレンブルー吸着量(MBC)試験³⁾が実施されることが多い。しかし、日本ベントナイト工業会によるベントナイトのメチレンブルー吸着量の測定方法(JBAS-107-91)には曖昧な部分が多いため、試験者に判断が委ねられる部分がある。ベントナイトの品質管理として各メーカーが独自に試験を実施し品質の安定性の指標とする場合には良いが、各試験者間でのデータの比較やMBC値からベントナイトのモンモリロナイト含有率を算出する際には、試験方法をより詳細に規定し試験者による差を低減させる必要がある。そこで、試験方法における手順の差が、どの程度結果に影響を与えるのか確認することを目的に試験を実施した。

2. 試験概要

表-1 試験ケース

試験ケース	濾紙	分散方法	初期値	ハロー幅	測定時間
Case-0	裏	超音波	80%	1.5mm	30分以内
Case-1	表	超音波	80%	1.5mm	30分以内
Case-2	裏	煮沸	80%	1.5mm	30分以内
Case-3-1	裏	超音波	20%	1.5mm	30分以内
Case-3-2	裏	超音波	40%	1.5mm	30分以内
Case-3-3	裏	超音波	60%	1.5mm	30分以内
Case-3-4	裏	超音波	70%	1.5mm	30分以内
Case-3-5	裏	超音波	90%	1.5mm	30分以内
Case-4	裏	超音波	80%	2.0mm	30分以内
Case-5-1	裏	超音波	80%	1.5mm	60分程度
Case-5-2	裏	超音波	80%	1.5mm	90分程度

使用したベントナイトはNa型ベントナイト(KV)とCa型ベントナイト(KB)の2種類である。測定方法は、日本ベントナイト工業会標準試験方法(JBAS-107-91)に従った。2%ピロリン酸ナトリウム溶液中に分散させた粉状ベントナイトにメチレンブルー溶液を添加し、攪拌後、濾紙上に滴下したスポットの周辺ハロー幅を目視判定することによりMBC値を求める測定方法である。本検討では、装置、器具、試薬はJBAS-107-91に準拠したが、詳細の記載がないマグネチックスターラーの回転数は450rpmに設定し、初期値分のメチレンブルー溶液を全量添加し終えた後に

攪拌を開始した。濾紙は定性濾紙(JIS P 3801に規定される3種)を使用し、スポットの直径は10mm程度になるよう滴下した(図-1参考)。表-1に示す通りCase-0を標準ケースとし、濾紙の裏表、分散方法、メチレンブルー溶液添加初期値、終点ハロー幅、測定時間(攪拌開始から終点ハロー幅超過確認までの時間)をパラメータとする試験ケースを設定した。

表-2 測定結果

MBC値(mmol/100g)		
試料	KV	KB
Case-0	88	120
Case-1	86	116
Case-2	90	118
Case-3-1	76	106
Case-3-2	78	108
Case-3-3	84	114
Case-3-4	84	114
Case-3-5	90	114
Case-4	94	128
Case-5-1	88	116
Case-5-2	86	118

3. 試験結果

図-2および図-3は、表-2に示す測定結果についてCase-0で得られたMBC値を100%として整理したものである。

Case-1は大きな誤差を生じなかったものの、やや曖昧なハローが出現する傾向となった。濾紙の表面は裏面よりも目が細かく均質であるため、メチレンブルー溶液が濾紙の表面を滑ってしまい、ハローの際が不明瞭になると考えられる。また、ホットプレートにより煮沸分散したCase-2も大きな誤差を生じなかった。本確認試験は他の物質と混合していないベントナイト単体の試験であるため、対流により円錐ビーカー底部のベントナイト粒子がピロリン酸ナトリウム溶液中に均等に分散したと考えられる。誤差

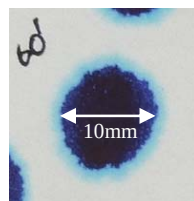


図-1 スポット(KB)

キーワード：放射性廃棄物処分、ベントナイト、品質管理、有効モンモリロナイト密度、メチレンブルー吸着量
連絡先：〒305-0822 茨城県つくば市荻間515-1/TEL:029-858-8810/mchiji@hazama.co.jp/千々松正和

は大きくないものの、超音波分散と異なる点は、作業効率と試験精度である。JBAS-107-91では、超音波分散の代替法として穏やかな煮沸分散が規定されているが、穏やかな煮沸を保つためには温度調節を必要とし、作業効率が低い。さらに設定温度も試験者の判断に委ねられることとなる。また、Case-4は終点ハロー幅2.0mmで判定したケースであるが、両試料において、終点ハロー幅1.5mmで判定したCase-0とは7%の誤差が生じた。JBAS-107-91では、滴定の終点ハロー幅は1.5～2.0mmと規定されているが、終点ハロー幅により結果に誤差が生じることとなる。Case-5-1および5-2においては、メチレンブルー溶液を添加する際に数分（Case-5-1：1分程度、Case-5-2：5分程度）間隔を空け、時間をかけて測定を行ったが、大きな影響は確認できなかった。すなわち、メチレンブルー溶液を添加してからの攪拌時間が同じであれば、添加の間隔は影響しないと考えられる。一方、JBAS-107-91では、メチレンブルー添加初期値は結果として予測される値の80%と規定されているため、Case-3-1～3-5においては、予測値（Case-0結果）に対するメチレンブルー添加初期値を変えて影響を確認した。図-2、図-3に示すように、KVのMBC値はメチレンブルー添加初期値の増加に伴い増加し、KBの場合は増加後80%をピークとして減少した。予測値の20%および40%を初期値としたケースでは、両試料においてCase-0との誤差が10%以上となった。添加量が少量であるため、メチレンブルーがベントナイトと反応する割合が高く、終点ハロー幅に至るのが早いと考えられる。JBAS-107-91に規定されている測定誤差がメチレンブルー溶液添加量の差として1ml以内であることを考慮すると、60%、70%、90%を初期値とした場合の5%程度の誤差であっても許容範囲外となる。

また、図-4（KV）に示すように、攪拌条件のみCase-0と異なる測定（回転数1,000rpm、初期値分のメチレンブルー溶液の添加開始と同時に攪拌開始）を行ったところ、MBC値は7%程度減少した。メチレンブルー溶液添加と同時に攪拌を開始したことにより早い段階においてメチレンブルーとベントナイトが反応し、さらに高回転数で攪拌したため反応が促進された可能性がある。攪拌を開始するタイミングと回転数に関しては、誤差要因として今後検討予定である。

4. まとめ

終点ハロー幅およびメチレンブルー添加初期値が主な誤差要因であると考えられる。濾紙の裏表、分散方法は大きな誤差を生じる要因ではないものの、作業効率および試験精度の向上を図るために考慮すべき要因である。また、試験者による差を低減させるためには、終点ハロー幅は範囲を設けず一定値に固定した方が良く考えられる。終点ハロー幅は滴下したスポットの直径によるため、絶対値ではなくスポットの直径に対する割合で規定した方が良く。なお、予測値が適切でない場合には結果のMBC値が予測値の80%とならない。そのため、メチレンブルー添加初期値が結果の80%となることを確認し必要に応じ繰返し測定を行う必要がある。さらに、攪拌時のマグネチックスターラーの回転数および攪拌開始のタイミングが誤差要因となる可能性があるため、今後影響を確認する必要がある。

【参考文献】1) 核燃料サイクル開発機構：わが国における高レベル放射性廃棄物の地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ一分冊2 地層処分の工学技術，1999，2) 土木学会：余裕深度処分における地下施設の設計，品質管理および検査の考え方，2009，3) 日本ベントナイト工業会標準試験方法：ベントナイト（粉状）のメチレンブルー吸着量測定方法，JBAS-107-91，1991

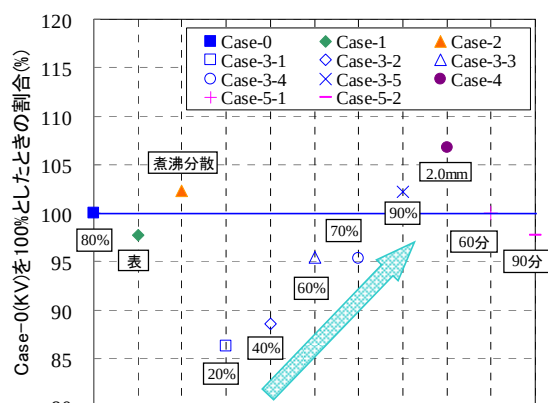


図-2 KV 試験結果

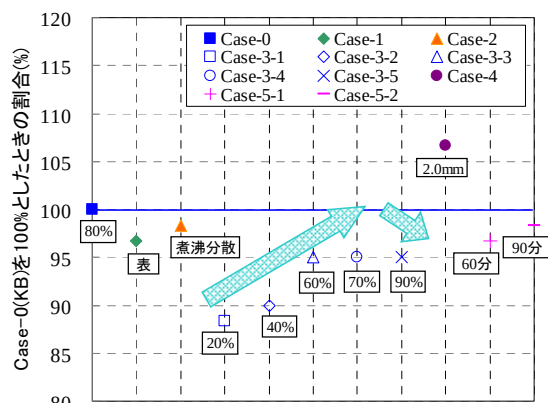


図-3 KB 試験結果

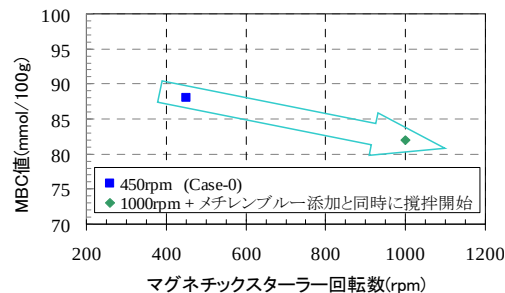


図-4 攪拌条件の異なるケース（KV）との比較