

モンモリロナイト含有量の定量化に関する一考察

(株)間組 正会員 ○千々松 正和, 山田 敦夫, 雨宮 清
日本原燃(株) 正会員 伊藤 裕紀, 庭瀬 一仁, 東電設計(株) 正会員 金子 岳夫

1. はじめに

放射性廃棄物処分施設におけるベントナイト系バリアにおける透水係数や膨潤圧等の諸性能に関しては、ベントナイト混合土の有効モンモリロナイト密度との相関が高いと言われている^{1),2)}。そこで、ベントナイト混合土の品質管理項目として、乾燥密度やベントナイト混合率と合わせてモンモリロナイト含有量を管理項目とすることが検討されている²⁾。しかし、モンモリロナイト含有量の定量化手法に対して、測定値のばらつき等を比較した既往検討事例は少ない。そこで、本研究では、各種ベントナイトに対してモンモリロナイト含有量の測定を実施し、定量化手法に関する一考察を行ったので報告する。

表-1 ベントナイトの基本特性

ベントナイト		A	B	C	D	E	F	G
タイプ		Na型	Na型	Na型	Na型	Ca型	Ca型	Na置換型
土粒子密度 (g/cm ³)		2.84	2.66	2.63	2.67	2.62	2.69	2.58
液性限界 (%)		559.7	342.4	446.7	388.7	142.7	165.2	407.9
塑性限界 (%)		37.8	28.1	25.7	26.6	42.6	43.0	33.7
塑性指数		521.9	314.4	421.1	362.1	100.1	122.2	374.3
浸出陽イオン量 (meq/100g) SFSA法	Na ⁺	61.9	47.4	61.6	43.1	4.0	2.5	70.4
	K ⁺	1.4	0.1	0.2	1.6	1.6	1.3	0.5
	Ca ²⁺	21.8	6.2	7.4	6.1	73.3	58.7	7.1
	Mg ²⁺	5.5	0.7	0.7	5.3	11.9	16.4	0.7

2. 検討概要

ベントナイト中のモンモリロナイト量(スメクタイト量)の定量はメチレンブルー吸着量(MBC)あるいは陽イオン交換容量(CEC)を用いて行われることが多い³⁾。鉱物の定量はX線回折法でも行われるが、X線回折ピークが測定時の相対湿度などにより変化するため、ベントナイト中のモンモリロナイト含有量に関してはX線回折で定量することは困難であるとされている³⁾。ここでは、X線回折を含めたこれらの方法によりモンモリロナイト量を定量した場合について、試験方法および試験者により結果にどの程度の差異が生じるのか確認を行った。なお、MBCおよびCECに関しては日本ベントナイト工業会標準試験方法⁴⁾に準じて実施し、X線回折による定量は鉄道技術研究報告⁵⁾に示されている方法で行った。X線回折により定量を行う前提として、モンモリロナイトの層間の陽イオン組成を一定にする必要があるため、交換性陽イオン組成をイオン交換処理により単一化させることとし、回折線がシャープであることなどからCa型とすることとした。また、分析精度向上のために標準試料は被検試料とプロファイル(特に半価幅)が類似しているものを用いることが重要であることから、各ベントナイトのX線回折の結果得られたプロファイルより、ベントナイトAの測定にはハウジュンベントナイトを精製したベントナイト(STD-HB)、B、Cの測定にはクミネベントナイトを精製したベントナイト(STD-KB)、D、Eの測定には米国石油協会のスメクタイト標準試料(API21)、F、Gの測定には米国テキサス州産(Stx1)を使用し、希釈物質として石英、非晶質物質として火山ガラスを用いることとした。

3. モンモリロナイト含有量測定結果

試験は表-1に示す7種類のベントナイトに関して実施した。A~DはNa型ベントナイト、E、FはCa型ベントナイト、GはNa型に置換したベントナイトである。MBCに関しては3機関で試験を実施し、CECについては2機関で試験を実施した。図-1および図-2に測定結果を示す。ベントナイトの種類の違いによるMBCおよびCECの差は定性的には各測定機関毎で同様の結果となっているが、同一ベントナイトに対する測定値には測定機関(試験者)で差がある。この差はCECの方が大きくなっている。すなわち、CECの方が試験者による差が大きいと言える。図-3は各ベントナイトに対して異なる方法で定量されたモンモリロナイト含有率の差を示す。なお、MBCおよびCECの値からモンモリロナイト含有率を算出する際は、それぞれ140mmol/100g、120meq/100gで除して求めた³⁾。3種類の方法で得られたモンモリロナイト含有率の値が、ほぼ同じであるベントナイトと若干異なるベントナイトとがある。また、ベントナイトA、F以

キーワード：放射性廃棄物処分、ベントナイト、モンモリロナイト、品質管理、透水係数、膨潤圧

連絡先：〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5/TEL:03-3588-5793/FAX:03-3588-5755

外はMBCとX線回折により定量された値が比較的近い値となっている。図-4には、各方法により定量されたモンモリロナイト含有率に関して、同一のベントナイトに対して横軸をX線回折によるモンモリロナイト含有率、縦軸をMBCあるいはCECによるモンモリロナイト含有率としてプロットしている。機関Bにより実施されたCECの値から求めたモンモリロナイト含有率は他と大きく異なる結果となっているが、それ以外についてもX線とMBC・CECによるモンモリロナイト含有率とである程度のばらつきがあることが分かる。図-5には、各ベントナイトを乾燥密度 1.4Mg/m^3 に圧縮成型した供試体による試験により得られた透水係数および膨潤圧と各ベントナイトの有効モンモリロナイト密度との関係を示す。透水係数、膨潤圧とも有効モンモリロナイト密度と相関があることが分かる。なお、モンモリロナイト含有率としては機関AによるMBCから定量された値を用いた。

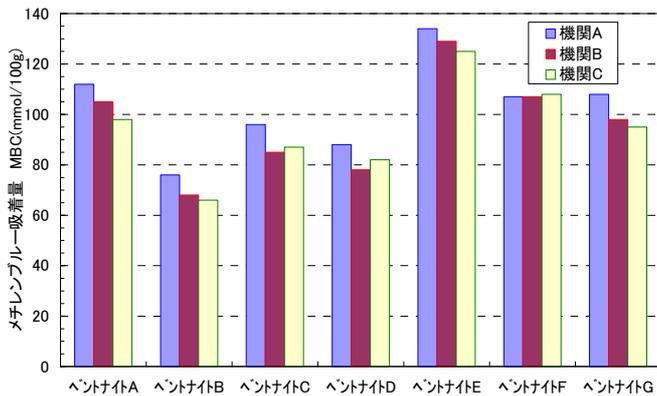


図-1 MBCの測定結果

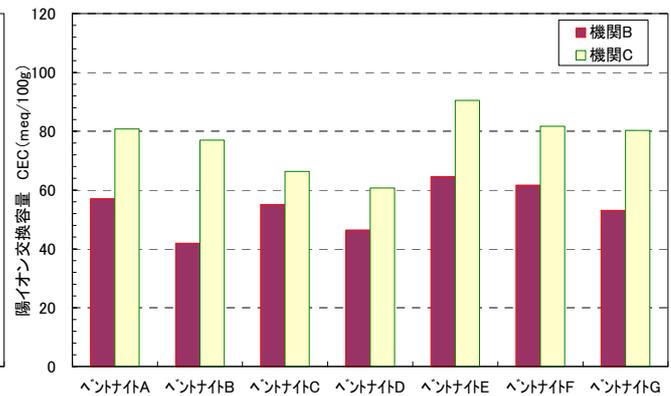


図-2 CECの測定結果

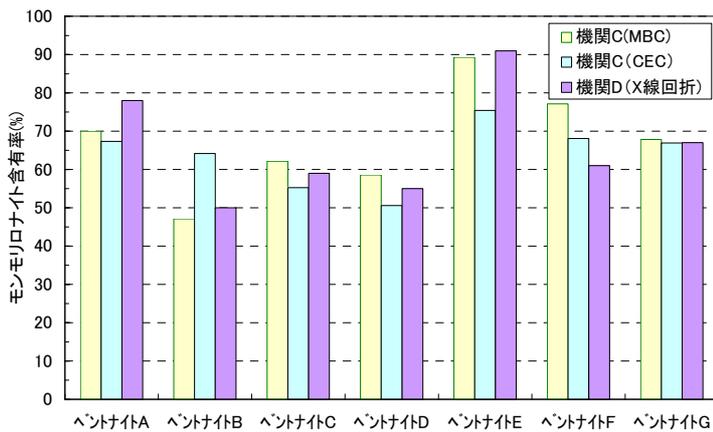


図-3 測定方法の違いによるモンモリロナイト含有率の差

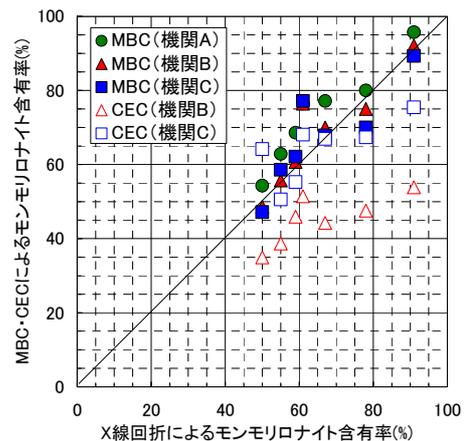


図-4 モンモリロナイト含有率のばらつき

4. まとめ

ベントナイトのモンモリロナイト含有量に関して試験方法および試験者によるばらつき程度の確認を行った。その結果、試験方法、試験者の両方に対してある程度のばらつきを有するということが分かった。したがって、ベントナイト混合土に関しては、これらのばらつきを把握した上で品質管理を行っていく必要がある。

【参考文献】1)長谷川:ベントナイトの透水・浸潤特性への海水影響, 電力中央研究所報告, 研究報告 N04005, 2004. 2)社土木学会エネルギー委員会低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分に関する研究小委員会: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)伊藤ほか:ベントナイトの鉱物組成分析, 日本原子力学会誌, Vol.36, No.11, pp.1055~1058, 1994. 4)日本ベントナイト工業会標準試験方法 JBAS-107-91, JBAS-106-77. 5)X線回折法による膨潤性粘土鉱物定量法, 鉄道技術研究報告, 1986.

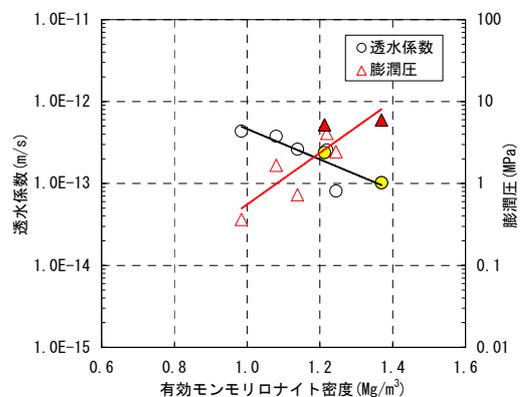


図-5 乾燥密度(1.4Mg/m^3)供試体の特性