

先進ボーリングコアを使用したメチレンブルー吸着法によるスメクタイトの簡易判定

香川大学工学部

正会員

長谷川修一

岐阜大学大学院工学研究科

学生会員

○林 宏樹

西日本高速道路エンジニアリング四国㈱

正会員

三谷浩二

西日本高速道路㈱四国支社大洲工事事務所

和田信良

同上

前田良文

1 はじめに

粘土細脈に含まれるスメクタイト等の膨潤性粘土鉱物は切羽観察では確認しにくい¹⁾ため、スメクタイトを含有するトンネル区間では想定以上の内空変位が発生したり、覆工施工後のはらみ出しが発生することがある¹⁾。粘土鉱物の同定に利用されているX線回折および膨潤性粘土鉱物の判定に使用されるCEC試験は、信頼度が高いものの、現場において膨潤性粘土鉱物の有無を迅速に判定するには不向きである。そこで、油井掘削現場で用いられるメチレンブルー吸着法によるスメクタイトの簡易判定の適用性について検討を行ったので、その概要を報告する。

2 研究方法

本研究では、四国横断自動車道歯長山トンネル先進ボーリングコアを使用して、メチレンブルー吸着法による粘土鉱物の同定とX線回折による粘土鉱物の同定結果を比較し、メチレンブルー吸着法の現場への適用性について検討を行った。図-1に研究フローを示す。

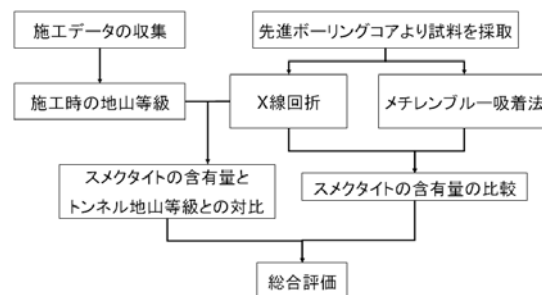


図-1 研究フロー

3 メチレンブルー吸着法による粘土鉱物の同定方法

3.1 原理

メチレンブルー吸着法は、スメクタイトの陽イオン交換能が大きいことを利用したスメクタイトの膨潤性質簡易定量法である。色素を持った陽イオンであるメチレンブルーが、スメクタイトの層間に吸着されると、青色が薄くなることを利用して、メチレンブルー吸着量からスメクタイトの含有量を評価する。メチレンブルー吸着法は、油井掘削現場におけるモンモリロナイトの含有量測定法²⁾として使用されている。

3.2 試験方法

メチレンブルー吸着法は、ピロリン酸ナトリウム法³⁾で行った。まず試料を乾燥させ、メノウ鉢で粉砕する。その後粉砕した試料0.500gと2%ピロリン酸ナトリウム溶液50mLを混ぜて攪拌し、メチレンブルー溶液を1mLずつ添加し、青色のハローを確認して添加を終了する。添加量が増えるほど、メチレンブルー吸着量も大きくなる。

3.3 予備試験の結果

予備試験として、工業用粘土(ボルクレイ)0.500gのメチレンブルー吸着量を測定した。本試験によるボルクレイのメチレンブルー吸着量は0.780(mmol/g)で、紙本ほか⁴⁾、大橋ほか⁵⁾の結果とほぼ同じ値となった(表-2)。

表-1ボルクレイのメチレンブルー吸着量結果の比較

試料名	試験者名	メチレンブルー吸着量(mmol/g)
ボルクレイ	本研究	0.780
ボルクレイ	紙本ほか(2005)	0.783
ボルクレイ	大橋ほか(2005)	0.800

キーワード トンネル, スメクタイト, 先進ボーリング, X線回折, メチレンブルー, 粘土鉱物

連絡先 〒761-0396 香川県高松市林町2217-20 香川大学工学部 長谷川修一

Tel:087-864-2155, E-mail:hasegawa@eng.kagawa-u.ac.jp

4 メチレンブルー吸着法と X 線回折の試験結果の比較

同一試料を使用して、X 線回折によるスメクタイトの含有量比とピロリン酸ナトリウム法によるメチレンブルー吸着量を表-2に示す。なお、X 線回折によるスメクタイトの同定のため、エチレングリコール処理を行った。

表-2 から、スメクタイトの含有量が多い試料ほど、メチレンブルー吸着量も多くなる傾向にあり、メチレンブルー吸着量が 0.10(mmol/g)を上回れば、スメクタイトを含有している可能性があると判断される。ただし、X 線回折によってスメクタイトが含有されないと判定された試料でも、メチレンブルー吸着が認められるので、本試験法は、吸着量 0.10(mmol/g)を基準にして、スメクタイトの有無を予察的に判定する目的に使用したほうが良い。

表-2 X線回折とメチレンブルー吸着法の試験結果の比較

試料NO.	延長(m)	STAの位置	ピロリン酸ナトリウム法	X線回折								
			MB吸着量(mmol/g)	石英	長石	方解石	緑泥石	イライト	ドロマイト	スメクタイト	ヘマタイト	マグネサイト
B-66	250.6	111+85	0.22	+++		++++	+	+	++		++	
B-43	186.4	112+49	0.20	+++++			+	+				
B-68	254.9	111+81	0.16	+	++++	+	++		++	+++		
B-70	256.5	111+79	0.14	++++	++		+++		++++	++		+++
B-69	255.3	111+80	0.14	+++	++		++		++++	+		++
B-47	190.1	112+45	0.14	+++++			+	++				
B-71	257.5	111+77	0.12	++++	++		++		+++	++		+++
B-85	299.5	111+35	0.12	+++++	+++	++	+	+		+		
B-73	260.6	111+76	0.12	+++			++	+	++++			++
B-44	187.3	112+48	0.10	+++++	++		++	++				
B-48	190.3	112+45	0.10	+++++			++	++				
B-46	189.5	112+45	0.10	+++++	++		++	++				
B-45	188.5	112+46	0.08	++++	++		++	++				
B-56	217.0	112+17	0.06	+++		++++	++	+				
B-42	186.0	112+49	0.04	+++++	+		++++	+				
T-15	294.5	111+40	測定不可	+++		++	+	+		++		
B-75	263.8	111+72	測定不可	+++		+++++	+					

5 まとめ

歯長山トンネル先進ボーリングコアを対象として、メチレンブルー吸着法により現場でスメクタイトを簡単に判定できる方法を適用できるか研究した。

本研究の成果は次の通りである。

1. メチレンブルー吸着法でスメクタイトの有無を予察的に判定することが可能である。
2. メチレンブルー吸着量が 0.10(mmol/g)を超える場合、スメクタイトを含有している可能性がある。
3. メチレンブルー吸着法は、X 線回折や CEC 試験の前段階として、補助的に用いることが適当である。

6 今後の課題

今後の課題として、スメクタイトを含有しない試料がメチレンブルーを吸着する原因の解明や、現場でメチレンブルー吸着法を行う試験キットの開発が必要である。

引用文献

- 1) 長谷川修一・菅原大介・吉田幸信・中川浩二：熱水変質地山ではトンネル地山評価を2度間違う，日本応用地質学会平成 16 年度研究発表会講演論文集，pp.85-88，2004.
- 2) 粘土ハンドブック編集委員会：粘土ハンドブック，pp.626-627，1967.
- 3) 日本ベントナイト工業会：日本ベントナイト工業会標準試験方法，JBAS-107-91，1991
- 4) 紙本泰樹，長谷川修一，山中稔，藤川真治，重本直也：スメクタイトの現場判定を目的とした予備実験，地盤災害・地盤環境問題論文集，No.5，pp.85-94，2005.
- 5) 大橋良哉，小峯秀雄，安原一哉，村上哲：温度履歴を受けたベントナイトの膨潤変形特性とメチレンブルー吸着量の変化，第 40 回地盤工学研究発表会 2005 年 7 月，pp.265-266，2005.