

### 土木分野での粘土鉱物

#### Q. 質問内容

地表面下にある膨潤性粘土ですが、掘削後に地下水等が入ることにより膨張が発生する可能性があると考えられます。掘削を行うことにより、ペーパードレーンのように膨潤粘土層の側面から地下水が膨潤粘土層に浸透することから、短期間の間に膨張する可能性があるかと思えます。その認識は正しいでしょうか。また、乱れていない膨潤粘土層の上面から地下水が徐々に浸透する場合、地表面膨潤も発生する恐れはありますでしょうか？現地の状況は乾燥地帯のため、雨量も少ない状況ですが、長期にわたり人為的に冠水等が生ずる場合は想定しています。

#### A. 回答

ご質問から、掘削により空間が生じ、そこに地下水が流れ込んで、地下に位置する膨潤粘土層の側面から水が浸透する状況を想定しました。この状況では、膨潤粘土層で膨張が起こる可能性があるという認識は正しいと思えます。

ただし、(想定する速さによりますが) 短期間で膨張するかどうかは、水質・粘土層の膨潤状態・膨潤粘土層を拘束する力(例えば土被り圧)に依存すると考えられます。例えば、粘土層の膨潤量は水のイオン強度や交換性陽イオン種などに依存します(スメクタイトの膨潤として考えるのであれば)。そもそも膨潤性粘土がある程度の水を含む場合には、絶乾状態から膨潤する場合と比較して、膨潤量は低下します。粘土層の膨潤変形は拘束力の小さい方に向かって優先的に起こると考えられるので、掘削の状況によっては、地上方向への膨潤変形は起こりにくい場合があります。

膨潤粘土層の上面から地下水が徐々に浸透する場合も、水質・粘土層の膨潤状態・拘束力により決まるので、一概に地表面が浮上するような膨潤が発生するかどうかはわかりません。乾燥地帯で雨量が少なくとも、地下では絶乾とは限らないので、膨潤量も現場の状態次第と考えられます。

渡邊保貴(電力中央研究所)、佐久間博(物質・材料研究機構)

#### Q. 質問内容

粘土鉱物の1種であるスメクタイトには、Ca型とNa型の存在が知られております。そのスメクタイトを含む軟岩のスレーキング特性として、Na型では徐々に供試体が膨張する膨潤型が、一方Ca型では砂状〜ブロック状に崩壊する崩壊型に分かれるとれております。なぜ層間イオンの違いによって、このような崩壊形態を生じるのでしょうか。ご教授お願い致します。

#### A. 回答

ご質問にあるスレーキング現象は、参考文献1においても観察されており、ここでは著者らにより「軟岩中に含まれるスメクタイトの交換性陽イオンの組成と吸水特性の間には密接な関係が存在する」と述べられています。スメクタイトの交換性陽イオンのうち、Naイオンが多くを占める場合をNa型と呼び、一般に膨潤性は高いと言われています。一方で、交換性のCaイオンが多くを占める場合をCa型と呼び、Na型より膨潤性は劣ると言われています。こうした膨潤性の違いは、交換性陽イオンのようなスメクタイト層間にあるイオンが、スメクタイトの結晶表面や水分子と相互作用することに起因すると考えられています。例えば、水和により層間が大きく開き、単位層まで分離するようなNa型スメクタイトと比べ、Ca型スメクタイトの場合は、結晶表面とCaイオンの結合を保つために水和による層間の開きには限りがあり、水中でも積層構造が残ります。これについては、参考文献2、3も参照してください。こうした交換性陽イオンの組成に起因して、膨潤性が高く、これが軟岩自体の強度を上回るようであれば、いわゆる膨潤型のスレーキングになりますし、一方で膨潤性が低ければ、シルト岩・砂岩・粗粒な凝灰岩によく見られるような崩壊型のスレーキングに類似してくると考えられます。スメクタイトが水中で膨潤することにより粘性が高くなる性質を増粘性と呼びますが、これの大小をあわせて考えることもスメクタイトを含む軟岩のスレーキング特性では重要と思われま。

- 1) 石田良二・西川総明(1992)粘土科学 32, 97-107.
- 2) 佐藤努(1996)鉱物学雑誌 25, 99-110.
- 3) 佐藤努(2001)粘土科学 41, 26-33.

#### Q. 質問内容

はじめまして。初めて質問させていただきます。ベントナイトに塩類濃度の高い溶液を通水してその遮水性の変化について調べています。通水後のベントナイトは蒸留水を通水したものに比べて粘性に乏しく脆い感じがします。そこで、ベントナイトの粘性を定量的に測定する方法について知りたいのですが、試験法が

定められていればお教えください。例えば細い棒を突き刺してその時の抵抗値を測定してはどうかと思ったのですが、いかがでしょうか。どうかご教示くださいますようお願い申し上げます。

#### A. 回答

メールの内容から推察いたしますと、ある程度の大きさを有するベントナイト供試体の強度測定方法についての事だと思しますので、下記に相当すると考えられる手段を述べさせていただきます。

1) 土壤硬度計の利用 比較的簡易に土壤硬度を測定するために用いられる機器であり、基本的には土壤断面へのコーン等の圧入に対する土壤の抵抗値またはひずみ量も考慮した指標値を示す機器。原理はほとんど同じではありますが、「山中式土壤硬度計」と呼ばれているものの他に数社のメーカーのものが存在しているようで、私が知っているものは長さ20~30cm程度の円筒形で、2重円筒の内筒の先が円錐形(平面になっているものもあるようです)になっており、バネ応力を利用した機器です。

2) ちょう度計の利用 JIS K2220 に規定されておりますグリースのちょう度測定方法が利用できると思います。基本的には規定円錐の垂直落下進入度を測定する機器であります。

藤田健一(株式会社ホージュン)

#### Q. 質問内容

はじめまして。飽田と申します。山地河川の濁水対策を検討中ですが、微細な土砂成分について知識が不足しているのでお教え願いたいと存じます。現場の地質は(1)中古生層(黒色泥岩・砂岩)、(2)花崗岩、(3)流紋岩の3種類です。根尾谷断層の近傍のため、各地質地域で崩壊が生じており、下流河道で濁水が生じました。

質問の第一点は調査方法です。どのような項目についてどういった調査が必要でしょうか。

質問の第二点は調査結果の判断です。例えばイライトなどが検出されたとして、それが堆積岩由来と結論できるでしょうか。地質と粘土の関係を記した文献があれば教えていただきたいと思います。

最後に三点目として対策方法です。注目されるのは荒廃流域でありながら長期の濁水は今度が初めてだという点です。貯水池もない80km<sup>2</sup>ほどの流域で工事などがなく、1ヶ月もの濁水が続くとは疑問です。住民は「林道工事などで瀬・淵が平滑化したからだ」と言うのですが、それを復元して濁水が緩和されるでしょうか。たぶんに情報不足ですが、わかる範囲で回答をいただけることを期待しております。お願いします。

#### A. 回答

質問一: 当然ですが濁水の原因をはっきりさせなければなりません。濁水を採取し汚濁物質を集め構成物質を明らかにします。それがまず当然第一段階です。次に長期の濁水が継続するのであれば、何処から濁水が発生しているのか河川流域を調査する必要があるでしょう。もしそれでもわからなければそれぞれの地点での濁水から汚濁物質を採取し、調べる必要があります。周辺の地質に生成している粘土鉱物などを調べる必要もあります。また、同時に河川の支流も当然調べる必要があります。

質問二: ある粘土鉱物が検出された、ここではイライトとしますと、必ずしも堆積岩由来とは言えません。なぜなら、この地域は断層の多い地域で花崗岩や流紋岩といった火成岩が存在することは熱水活動が盛んであった可能性があります。熱水性のイライトが生成している可能性もあります。この違いを明確にする必要があります。ですから地質と粘土鉱物の関係を一般化した文献は難しいでしょう。

質問三: 前述しましたように、状況が十分把握できないので、何ともお答えできません。いずれにせよ原因をはっきりしなければ対策を議論しても始まらないと思います。

北川隆司(広島大)

#### Q. 質問内容

セメントメーカーのものです。さっそくで申し訳ありませんが、質問内容は当社の材料で地盤改良(ジェットグラウト-高圧のセメントミルクで地盤を攪拌し、土砂とセメントミルクを置換し、セメントの杭を造る方法)に使用される材料があるのですが、この時置換される土砂についてです。この土砂は場所により異なりますが、主に粘性土であり、そのなかにたまに臭気のきついものがあります。この臭気の一般的な成分と発生する原因について参考になる資料がございましたらご紹介していただきたく。お忙しいところ誠に恐縮ですが宜しくお願いいたします。

#### A. 回答

私の知識の範囲で回答させていただきます。地盤にセメントミルクを注入しますと、セメントに由来するアルカリによってpHが12~13と高くなり、多かれ少なかれ発熱もあります。大抵の土は、有機物を含んでおり、その有機物はセメントの高pHによって一部が分解し溶解します。土壤有機物は、炭素と水素が主体ですが、窒素もアミノ基などとして含まれています。有機物分解にともなって、窒素が水に溶解し、高pHのもとではアンモニアガスなどになって放出されます。有機物の量が多いほど、また富栄養化した水底土を起源とする土のように窒素を多く含む土ほど、この現象は強いです。多分、これがご質問の臭気の主原因だと思います。勿論、温度も高く、アンモニア以外のガスも溶解しきれなくなり、発生しますので、必ずしも純粋なアンモニアの臭気とは一致しないと思います。ご質問のセメントが通常のセメントなのか、有機系の添

加材もつかわれているのか、分かりませんが、セメントの側に原因があるとするならば、メーカーさんの問題だと思います。なお、悪臭成分として、もう一つの代表である硫化水素ガスは、アルカリ性下ではガス化しないので、この場合、関係ないと思います。

久保 博 ((株)大林組技術研究所)