

Ⅲ－１ 地すべり土塊に含まれる緑泥石の変質

愛媛建設コンサルタント	正	○高岡利行
東建ジェオテック	正	仙波伸治
愛媛大学工学部	正	矢田部龍一
愛媛大学工学部	正	横田公忠
愛媛大学工学部		芳ノ内信也

1. はじめに

四国の地質構造は御荷鉾帯、秩父帯、領家帯、四万十帯に分けられる。そのなかで、御荷鉾帯においてはクロライトが主要粘土鉱物で風化蛇紋岩粘性土との混合粘性土をつくっており、このような蛇紋岩とクロライトとが接するような箇所からは膨張性鉱物が生成されやすい。御荷鉾帯での地すべり地において地盤の強度低下を招く原因とされるクロライトの膨張性鉱物への変移の過程を追うことを目的とし、御荷鉾帯蔭地区の100mボーリングのコアを試料としてその結晶構造の崩壊がどのようにして起こっているかについて検討した。

2. 試験方法

それぞれの試料に対してX線回折試験における粉末法、沈降定方位法、エチレングリコール処理と蛍光X線回折分析を行った。

(1) X線回折試験：X線は波長が0.01～100Åの電磁波である。その内の特性X線($\lambda = 15.43\text{nm}$)は、鉱物が結晶質であれば結晶内には原子が規則的に3次元配列されており、空間格子をつくる。この格子面からのX線の反射は原子面においてブラッグの条件、 $n\lambda = 2d\sin\theta$ により反射(2次X線)されることで反射角 θ から原子面間隔 d を求めることができる。鉱物を構成している原子が安定した構造を取る場合、原子面間隔 d は鉱物固有の値を有しているため、既存の d 値が分かっている鉱物は同定が可能である。粉末法は目的の試料を乳鉢の中ですりつぶし細かい粒とし、X線回折を行う。その結果からJCPDSカードによって同定し、同定された物質のピーク強度を使って含有率を計算した。ただし、この含有率は簡易定量値であり配向、吸収の影響等は全く考慮されていないため実際の含有率と異なることがあるので注意が必要である。沈降定方位法では粘土鉱物粒子が層状の結晶構造をしていることから、水溶液中での沈降を利用して定方位させる。試料の一定量を試験管にとり、脱イオン交換水で攪拌分散させ、その分散液をスライドガラス上に落とし、蒸発乾固させる。これにより約 $2\mu\text{m}$ 以下程度の粘土鉱物粒子をスライドガラス上に定方位させる。エチレングリコール処理は定方位試料にエチレングリコールの蒸気をあびせ、試料を湿らせた状態で測定する。膨張性鉱物であるスメクタイトはエチレングリコール処理により層格子の厚さが約2倍に増大するので、この性質を利用してスメクタイトとクロライトのX線回折の区別を行う。

(2) 蛍光X線回折分析法：蛍光X線回折分析を使い元素を対象とした重量濃度を測定した。X線が物質に照射されると、物質からはその原子番号に固有の波長を持つ蛍光X線が照射される。放出される蛍光X線のエネルギーは固有のものとなるため、エネルギーを測定すれば物質中に含まれる元素がわかり、同時にその強度から元素濃度を計算することができる。一般に、蛍光X線の強度は測定対象に含まれる原子で決まり、物理的あるいは化学的な状態には無関係である。ただし、蛍光X線回折分析は試験装置の性能上、軽元素のNa、Mg、Alは測定誤差が生じやすいため注意を必要とする。

3. 試験結果及び考察

粉末法にて同定した結果、クロライト、長石、トレモライト、石英が主に検出された。クロライトは全体において存在しX線強度も強く、次いでトレモライト、長石と続いていくが、それ以外の鉱物のX線強度は小さかった。簡易定量値よりクロライト、トレモライト、アルバイト、アノーサイトの含有率を計算しクロ

ライトについて深さとの関係を図4に示す。沈降定位法の試料にエチレングリコール処理を施すことにより、深度40mより上の酸化が進行して茶褐色に変質した箇所を中心に膨張性が現れた。膨張性が分離によって確認できたものについては $d=15.0\text{\AA}$ でのX線強度を $d=14.2\text{\AA}$ でのX線強度で割った値をスメクタイト比として、図1にまとめた。また、蛍光X線回折分析法によりMg、Al、Si、Feの重量濃度を計算して百分率で表し、Mg及びAlと深さとの関係をそれぞれ図2、図3に示す。図1、図2、図3を比較してみると、膨張性鉱物のスメクタイト比が大きいところほど、Mg元素の比率ははっきりとした減少をしめしており、それ以外の箇所ではMgの顕著な変化はみられなかった。つまり、ピークが分離し膨張性鉱物の存在が確認された箇所とMgの重量濃度との間には相関関係があるとみられる。また、クロライトの含有率についてもMgの増減に対応して同じような変化をする傾向にあり、クロライトとMgの間にも密接な関わりがあるように思われる。一方、Alは全体を通してほぼ一定値を取っていてMgほどの変化量はなく、また膨張性鉱物との相関もあまり認められなかった。粘土鉱物は、四つの酸素が正四面体を形成しSiがその中心にあって四つの酸素と結合したシリカ四面体の連結した六角網のシリカ層と、6個のOあるいはOHからなる正八面体が連結して層構造をつくった八面体層とが、ある一定の規則に従って重なりあった構造をとっている。八面体層の場合はそれぞれの八面体の中心にAl、MgあるいはFeが位置しており、この八面体格子点にAlが存在するときこの格子をギブサイト層といい、八面体層にMgイオンが存在するときはブルーサイト層という。スメクタイトはクロライトに対して八面体層が一つ欠けている以外は同じ層状のパターンの非常に良く似た構造をしているが、試験結果よりスメクタイト化が進んでいる箇所でAlよりもMgの方が顕著に減少していることが分かる。

4. まとめ

スメクタイト比の増減とMgの重量濃度には相関がみられ反比例の関係にあった。また、クロライトの含有率とMgの重量濃度とは比例関係にあるが、Alとの間には明確な相関関係は認められなかった。以上より結論として、御荷鉾帯のクロライトはAlを含んだギブサイト層とMgを含んだブルーサイト層のうちブルーサイト層の方が崩壊してスメクタイト化し、膨張する機構を獲得するようである。ただし、今回の試験は一つのボーリングコアの試料についてのみの結果でしかなく、さらに多くの試料について試験を行う必要がある。

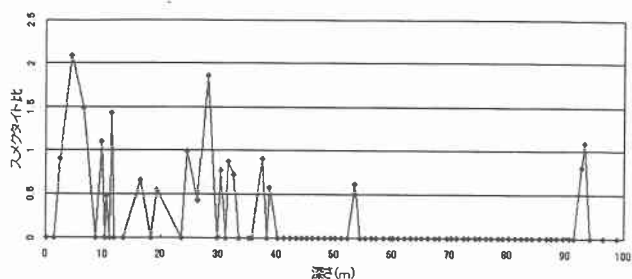


図1 深さに対するスメクタイト比

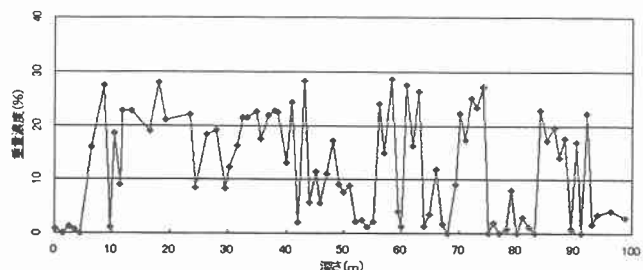


図2 Mgの重量濃度と深さの関係

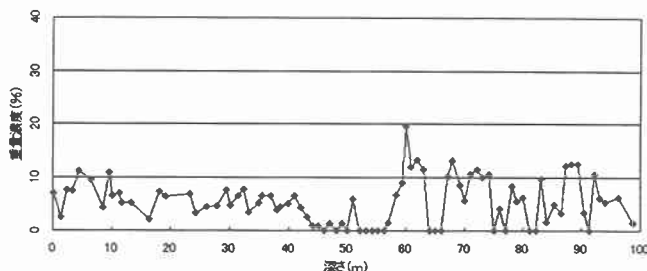


図3 Alの重量濃度と深さの関係

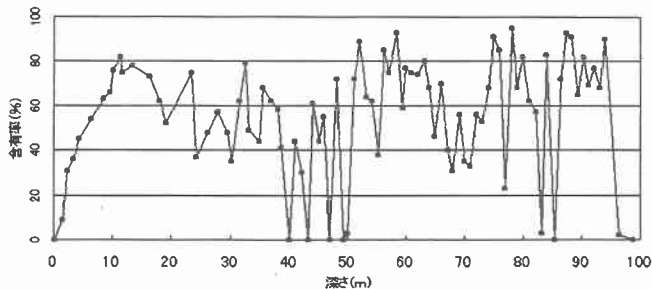


図4 クロライトの含有率と深さの関係