

土木地質学の夢 (V)

阿部正宏

(8) 土木地質学に必要な粘土科学

粘土といえば、陶磁器の原料ということとは多くの方々が知っている。粘土のもっているよい性質をうまく利用し、上述の窯業をはじめとして、アート紙・コーティング材としての製紙関係、石油の精製、ポルトランドセメントの製品化、美容関係と巾広く利用され、この外園芸や農業関係にまで使用されている。

土木地質の面からみてみると、東名高速道路の道路工事で、関東ローム層や愛鷹ローム層とよばれている火山灰土では苦勞している。

アロフェンとよばれる粘土鉱物の含有量の多い火山灰土は、手を加えない自然のままの状態では、かなり締まった土であるが、この土がこねかえされると、含水比の高い弱点があらわれて、土の強度は激変して減少し、締め固めることができなくなる。

また、トンネル工事で約16年の才月がかかった丹那トンネル掘削でも、モンモリロナイトを主成分鉱物とするベントナイトとよばれる青粘土や、青白色の温泉

余土（温泉変質あるいは熱水変質によって生成した粘土）があったため、工事は大湧水と土砂崩壊になやまされた。

最近、丘陵地の宅造地の切土面・盛土面や擁壁でも災害が多発しているが、粘土・粘性土がその原因の1つともなっている。地盤沈下や地盤災害をみても、粘性土・粘土の問題が指摘されている。

土木地質学を発展させてゆくためには、どうしても、粘土科学（膨潤性、圧密、チクソトロピー等の問題）をおろそかにはできない。

簡単に粘土鉱物についてのべてみる。粘土鉱物を分類する場合、現在よく使われている方法は、X線回折、赤外線吸収スペクトル分析、示差熱分析のほか、電子顕微鏡観察や定量化学分析法である。鉱物学的分類の規準としては結晶構造のちがいを利用している。モンモリロナイト・パイロフィライトは2：1型構造、カオリナイト・ハロイサイトは1：1型構造で、土壌中に多くみられるアロフェンは非晶質であり、粘土鉱物は構造型で大きく3つに分けられている。

同じ構造型に属する粘土鉱物であっても、単位構造の高さ（ d_0 ）Å、二枚の珪酸塩に挟まれた間隙（“層間域”とよばれている）に存在する層間水、交換性陽イオンの有無、イオンの種類や量、などによって、粘土鉱物の性質はことなっている。前説したが、モンモリロナイトであっても、Na-モンモリロナイトは著しく膨潤するが、H・Ca・Mgイオンを層間域にもったモンモリロナイトは膨潤が弱い。よく“ベントナイトは膨潤する”と記載された報告書を見るが、ベントナイトの主成分の粘土鉱物が何んであるかを吟味してゆくべきものと思う。

層間域に層間水があれば、100~300℃に粘土を加熱すれば、結晶構造から水は抜け出し、単位構造の高さが減少する。層間域にイオンがある場合には、いろいろの薬品で粘土を処理し、X線回折によって単位構造の高さの変化を調べて粘土鉱物を推定する方法もとられている。

粘土鉱物の識別法の一つについてのべてみる。モンモリロナイト、クロライト、バーミキュライトの識別法としては、エチレングリコール処理を行ったあとで回折記録をとると、モンモリロナイトでは、単位構造の高さ（ d_0 ）Åが15Å→16~18Åに移動する。バーミキュライトは、150℃で1時間加熱したあとで回折記録をとると、14Å→10Åに移動するので識

別することができる。

最後に“膨潤”についてまとめてみると、層間域に水分子を多く取りこんでおこる膨潤を“内部膨潤”或いは“層間膨潤”とよんでいる。ベントナイトが膨潤する場合に発生する圧力はかなり大きいことはわかるが、トンネルの支柱にしたレールがアメのように曲がるほど強い圧力があるかは疑問視されている。

層間域に水分子が入りすぎると、珪酸塩層がバラバラとなり、数枚の珪酸塩層をもったモンモリロナイトの薄い板状結晶が分離する。

この狭い間隙に水分子が入って、モンモリロナイトの体積は増加する。このような粘土粒子と粘土粒子のすき間に水が入っておこる膨潤を“外部膨潤”或いは“粒子間膨潤”とよんでいる。



トンネル変形をおこす岩石と粘土鉱物

岩石	岩石の特徴	含まれる主な粘土鉱物
軟質頁岩	頁岩が風化したり、熱水により変質したもの	クロライト・モンモリロナイト
温泉余土 変質火山岩	火山灰などの火山噴出物や溶岩が主に熱水により変質したもの	主にモンモリロナイト
断層破碎帯の粘土、花こう岩の風化物	断層破碎帯にはさみこまれる粘土や花こう岩が風化したまき土	モンモリロナイト・カオリナイト・イライト
風化した結晶片岩	堆積岩や火成岩などが地下深部で圧力と熱を受けてできた結晶片岩（変成岩）が風化したもの	クロライト・イライト
蛇紋岩	かんらん岩という火成岩が地下の熱で変質してできたやわらかい岩石	クロライト・タルク（サーペンテン）・イライト

(株)長谷地質調査事務所