

- 19) Deutscher Normenausschuß : Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke und Methoden zum Erkennen von Bodengruppen, DIN 18196, Juni 1970, Berlin.
- 20) Schweizerische Normenvereinigung : Klassifikation der Lockergesteine, Feldmethode nach USCS, SNV 670005, Juli 1959, Zürich.
- 21) Indian Standards Institution : Classification and Identification of Soils for General Engineering Purposes, IS 1498-1959, New Delhi.
- 22) 土の判別分類法基準化委員会 : 土質分類基準化作業の中間報告, 土と基礎, Vol. 19, No. 2, 昭和46年2月, pp. 21~24.
- 23) Ueshita, K. and Nonogaki, K. : Classification of Coarse Soils based on Engineering Properties, Soils and Foundations, Vol. 11, No. 3, 1971, pp. 91~111.
(原稿受理 1972.7.17)

技術手帳

土質工学に關係の深い粘土鉱物

鹿島建設技術研究所・工博 あり 有 いずみ 泉 あきら 昌

粘土は可塑性を持ち微粒子であり、加熱したり乾燥すると固まるなどの特性を持つ、大昔から人間の身近かにあって生活と密着してきた。人間の生活との関連度から農業、漁業、土木およびタイ積などの面で色々定義され分類されてきた。

その一例をつぎに述べれば、(i) 粘土鉱物(ベントナイト、カオリンなど)、(ii) 多量のきょう(夾)雑物(石灰質粘土など)、(iii) 焼成後の性質(耐火粘度など)、(iv) 利用面(漂白土など)、(v) 組織構造(スレート、ケツ岩)、(vi) 地質的成因(チュウ積粘土、レス土など)、(vii) 特有な性質(ボールクレー、ガンボクレーなど)。建設の方では 5μ 以下を粘土とするが石英微粉では“粘土”の性質は見られない。

土質工学の発展と共に粒径だけでは説明できないことも多くなり、粘土鉱物名が引用される例も多く見られるに至った。名前だけでも発音しにくいものもある位で、結晶構造がどうのと言われるとちょっと近づきやすくない。筆者も同様であるが理解しようと努力したこともあるので、できるだけ簡単に説明を試みたい。

粘土鉱物は岩石の風化などにより生成しその後の環境の下で変成したりするが、共通していることは SiO_4 の四面体層(S層)と AlO_6 の八面体層(A層)が平面的に広がり、それらが平行して積み重なったものが基本構造となっている。2枚のA層の間に1枚のS層がはさまれた2:1型鉱物群と1枚ずつの1:1型鉱物群に大別され、これら単位層鉱物が書物のページをなして積重なっていると考えるとよい。このページの間には水、有機化合物、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 K^+ または Ca^{++} などが固定して存在したり、A層内でも Al^{3+} が Mg^{2+} または Fe^{3+} と置換しあったり、S層内でも Si^{4+} と Al^{3+} が置換したりしている。また各ページの番号が規則的または不規則的に入り混じったものもある。このような多数の条件によってそれぞれ名前と性

質の異なった粘土鉱物が生まれる。

粘土鉱物はS層とA層の寸法が多少異なるので大きい結晶には成長しえないし、層内での元素の交換のため負に帯電し、その表面を電氣的に中和するために交換性イオンとして H^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} などを保持している。またS層の外側はOのみを露出し一方A層はOHを露出して、双極子能率を持つ水分子を配位させる力を持つし、特殊の有機物を配位させ粘土有機化合物を造ったりする。また面と稜の帯電状況からもカードハウス構造なども取りやすい。

粘土鉱物は一般に板状(棒状または繊維状のものもある)で比表面積が大きく、表面は水と仲がよく、間ゲキ水中のイオンとイオン交換をしたり有機物を吸着したりして土質発現のポテンシャルを持ちうるといえる。

粘土鉱物はそれが置かれている環境の下で安定な鉱物種に変わりつつあるので、別の環境下になれば別の鉱物種に変わりうるし、一般の土質では変成過程にあるいくつかの鉱物種の混合体である。

さて粘土鉱物は土木の分野で有用に利用され(泥水、粘土モルタル、止水注入材、ソイルライム反応、軽量骨材など)、その反面やっかいな問題(泥水廃棄、膨潤、盤ぶくれ、骨材によるポップアウト、地スベリ、軟弱地盤、ヘドロ問題など)を提出している。

ここでは主要な粘土鉱物の一族について名前を簡単にふれることとする。

モンモリロナイト(フランスのモンモリン地方の産)は2:1型鉱物で、SiおよびAlが一部それぞれAl、MgまたはFeで置換されたものの総称で、単にモンモリロナイトといえばAlの一部がMgで置換されたものを指す。モンモリロナイト群の中にはベントナイト(ワイオミング州ベントン地方産、モンモリロナイトを主成分とする)、バイデライト(Siの代わりに一部Alがはいる、コロラド

技術手帳

州バイデル地方産), ノントロナイト (Al の代わりに Fe がはいる, フランスのノントロン地方産), サポナイト (Al の代わりに Mg がはいる, 石ケン状に由来する) などがああり, 置換の程度で組成は一定しない。

これらは膨潤性が顕著で有機物ともよく反応し, 土質の方では重宝がられたりまた悪物にもなるが, 化学的処理の対象となりやすい点は面白い。

カオリン鉱物 (高陵土に由来する) は 1:1 型鉱物で元素の置換は非常に少ない。わが国の一般的土壌にはカオリン鉱物が多い。カオリナイトは比較的結晶度が高く, ハロイサイト (発見者 O. d'Halloy に由来する) はパイプ状で関東ローム下層の主要成分であり, これが脱水したものはメタハロイサイトであり, 同様に関東ローム中に多く見られる。

カオリン鉱物に一応分類されるものにアロファン (ギリシャ語 *allos phainesthai other to appear* に由来する) があり, X線では非結晶質であり電子顕微鏡では結晶である位極端に結晶度が低く関東ローム表層の主要成分である。関東ロームの特異性はこの鉱物の性質に基づく。

ジャ紋石 (緑色で蛇の鱗に似ている) は Al が Mg で置換されたもの。

カオリナイトはその結晶度にもよるが一般的には膨潤性もなく, ハロイサイトは有機物と結合する性質もあり関東ローム, 灰土など好ましくない性質を与える例もある。

イライト (イリノイ州に由来する) は 2:1 型鉱物で, 白雲母および黒雲母の誘導体とみなされ, 相隣の格子間に K などが共有されている点がモンモリロナイトと異なる。元素間の交換程度により組成の変動が大きい。板状で結晶度の良好のものが比較的多く膨潤性はない。ケツ岩の主成分であり海底土にも多く見いだされる。

緑泥石 (Chloros-green に由来する) は 2:1 型鉱物の

格子間に Mg (OH)₂ が規則的にはさまれた層構造で元素間の交換程度でアメサイト, ペンニンなど多くの鉱物に分類される。緑泥片岩の風化土または海底土に多く見いだされる。

バーミキュライトは 2:1 型鉱物であるが四面体層には Al が八面体層には Mg および Fe がはいったもので, 層間に Ca または Mg が固定されている。一部の膨潤性を示すが土中に多量存在する例は少ない。加熱時の特異な性状より Vermiculus (小さい虫) の名を持つ。

土中には粘土鉱物, たとえばモンモリロナイトとイライトの単位格子が不規則に積重なった混合層鉱物群が存在する例は多いが, 土質にどのように関連するか不明の点が多い。

粘土鉱物には SiO₄ 四面体が鎖状に連結して平面的に広がった複鎖構造のものがあり, アタパルジャイト (フランスのアタパルガス地方産) はその例である。乾燥地帯の土中に多く見られ, また海水中での有効に使用される泥水材料となる点が注目される。

粘土鉱物ではないが緑色凝灰岩中に多く見られるゼオライト鉱物群は特異な化学的性質を示し, ラテライト中に多く存在するギプサイトおよび針鉄鉱も土質としての特性を持ち, 粘土組成を取扱うとき無視できない鉱物である。

元素の置換は見られないが, 粘土鉱物の原型と見られるものにパイロフィライト (焼くと葉片状に剝離する性質からパイロとギリシャ語 *phulon*……葉片を結びつける) およびタルク (アラビヤ語 *talq*……滑石) がある。前者は 2:1 型鉱物で後者は 2 Al が 3 Mg で置換されたものである。両者は工業原料として重要であるが一般の土中に見られる例は少ない。

(原稿受理 1972.5.24)

近着の市販雑誌から

建設の機械化 1972.9 (日本建設機械化協会)

大久保架道橋工事におけるメッセル新工法
ロータリ掘削機による面掘削実験

宮坂 達夫
松本 克己

コンストラクション 1972.10 (重化学工業通信社)

ウォータージェット工法による岩石掘削
地下連続壁工法の現状と施工上の問題点

星野 謙三
鈴木 稔

施工管理 1972.10 (建設経営社)

建築工法事典

箕曲 在信

道路 1972.9 (日本道路協会)

本州四国連絡橋の海底掘削実験 (その1)
アスファルト舗装の板作用 (その1)

新開 節治
星野 出雲

最近の学会活動から

○シソーラス基準化委員会 (47.9.26)

- (1) 各種学協会が採用している表記法の実情調査結果
- (2) 情報検索の手法とシソーラスの規模との関連
- (3) 土質工学会のシソーラスの決め方

○地中埋設管研究委員会 (47.9.27)

- (1) 委員会発足の趣旨, 委員の紹介

- (2) 今後の委員会活動方針

○R.I. 利用法研究委員会 (47.9.28)

- (1) 暫定マニュアルの原稿について
- (2) 委員会の来年度の活動方針
- (3) 在来法~R.I. 法比較実験結果についての意見

○アースアンカー委員会 (47.10.3)