

土の構造と水分吸着特性

関西大学 工学部 正員 西田一彦

関西大学 工学部 正員 青山千影

和歌山工業高等専門学校 正員 佐々木清一

1. まえがき

本研究は、風化土の水分吸着特性を明らかにしたものである。風化土の圧縮性、パン断などにおいては、普通の沖積土と異なった特異な現象を示すことが多い。その原因には、土粒子の多様性、質的变化、土の構造の複雑さによるものと考えられる。特に、土の構造と水との関係は複雑であり、団粒構造、土粒子配向などは、水との相互作用を無視して論じられない現象である。そこで、以下2, 3の水分吸着実験を行い、その結果について報告する。

2. 試料および実験方法

試料は、宝塚市中山の流紋岩質凝灰岩の風化土で、赤褐色に粘土化したものを、74μ以下に選別して使用した。その基本的性質は、比重が2.68、液性限界77.3%、塑性限界46.6%である。またX線回折と示差熱分析を行なった結果、試料中には主に、石英、ハロイサイト、結晶度の悪いカオリナイトなどが含まれていることが明らかとなった。

まず吸着実験に先立って、直径3.76cm高さ7.53cmのモールドと、重量500gのランマーを用い、落差30cmのところから3層に10回の突固めを繰り返す法により行なった。そして、図-1に示すように、最適含水比の前後で乾燥密度が同一のものを採取し、凍結乾燥させた。これら2試料と、もとの粉体試料について、柴田化学製吸着装置により、水蒸気圧を飽和蒸気圧まで増大するときの吸着量ならびに、飽和蒸気圧から減圧するときの吸着量を求めた。温度は30℃と40℃の2つの場合について行なった。さらに、吸着実験と平行してB.E.Tプロットによる比表面積算定と、突固めによる土粒子配向を判定するためのX線回折を行なった。なおX線回折には、突固め含水比の状態において、突固め方向に水平なものと、垂直なものを準備し、ハロイサイトならびにカオリナイトの(001)面におけるピーク強度の変化を観察した。

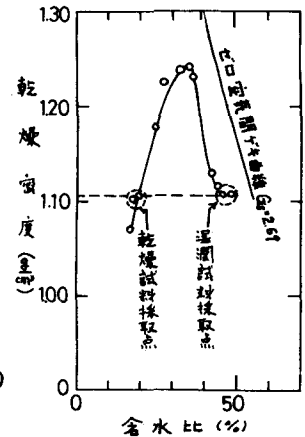


図-1 突固めの曲線と試料採取点

3. 結果と考察

上記の方法により求めた水分吸着曲線は図-2のとうりである。これによると各試料はB.E.Tの多分子吸着を示していることがわかる。そして、粉体から突固め含水比の増大に従い吸着量が増大する傾向にあり、最適含水比前後の試料では、吸着量が非常に異なる特徴を示している。図-3は、水分子が土粒子表面に吸着する際に出す熱量を表わしたものである。図からも明らかとなり、粉体試料と突固め試料とでは、極端な差が生じて

いる。ここで水蒸気の液化熱が $10.65 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$ であるからこの値にほぼ等しい吸着熱をもつ粉体を突固めた場合、非常に大きな吸着熱を出す状態へと変化したことが考えられる。さらに突固の乾燥側と湿潤側を比較した場合、前者では吸着量が 16 mg/g で最大吸着熱を示した後、急激に低下するのに反し、後者では、 24 mg/g で最大吸着熱を示した後、緩慢な低下を示している。これは、乾燥側が遠達性が小さく、単分子吸着後安定な状態になるのに反し、湿潤側では、遠達性が大きて数分子を吸着させた時点でも不安定な状態にあることを物語っている。図-4は、土粒子表面への水分吸着による表面自由エネルギーの変化量を、バンガム式で算出したものである。エネルギー低下の傾向は、吸着曲線の場合と同様に、粉体、乾燥側、湿潤側の順に大きくなっている。そして、乾燥側と湿潤側との間に大きなエネルギーレベル差が生じている。なお、この計算に際し、測定した比表面積は、粉体が $51.6 \text{ m}^2/\text{g}$ 、乾燥側が $59.8 \text{ m}^2/\text{g}$ 、湿潤側が $62.9 \text{ m}^2/\text{g}$ であった。次にX線回折結果は、乾燥側から湿潤側にかけて、わずかにピーク強度は増加したものの、水平垂直方向の強度差は全く見られなかった。したがって、粘土鉱物そのものの配行は少ないものと考えられる。

以上より、粉体から突固への吸着量の増加は、突固めにより団粒構造が解体され比表面積が増大したのが大きな要因と考えられる。そして、乾燥側と湿潤側での異状な吸着量の増加は、次のように考えられる。すなわち突固の仕事量の増大によって、土の構造の自由エネルギーレベルが増大するが、これは同時に土塊内部の水分によって相殺されている。ところが、凍結乾燥過程においては、水分の影響が除かれ、土粒子構造の自由エネルギーレベルの差が表われる。それゆえ、水分吸着過程では、その差が吸着量の差となって表われるものと考えられる。しかし、これら吸着量の差は、土粒子表面の質的差異による可能性が高いが、土粒子構造の要素も関係するはずであり、この点に関しては今後の問題である。

4. 参考文献

- 1) E.T. Stepkowska Water Sorption Test for Particle Interaction Estimate. *Proc. 8th Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng.* Vol. 2, Pt. 2, pp. 211-216, 1973
- 2) G.L. Roderick and T. Pamirol Water Vapor-Sodium Montmorillonite Interaction. *Highway Res. Rec.* No. 118, pp. 45-67, 1966

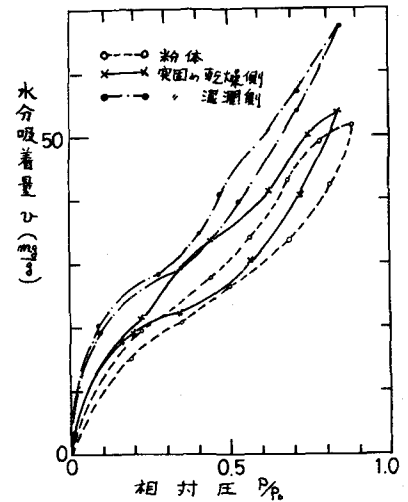


図-2 水分吸脱着等温線

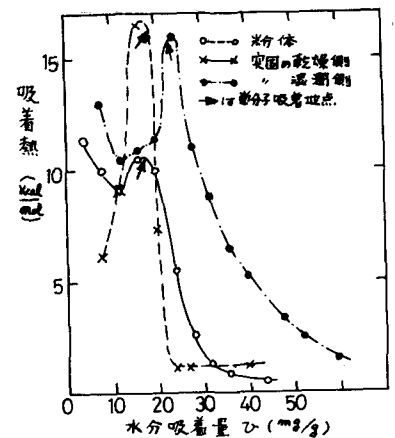


図-3 吸着熱曲線

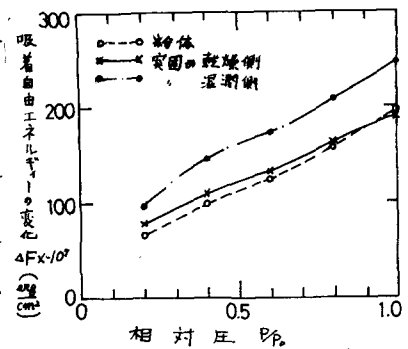


図-4 吸着自由エネルギー変化と相対圧