

関西大学工学部正員 西田一孝
和歌山工業高等専門学校 正員 佐々木 清一
関西大学工学部正員 青山千彰

1) まえがき

風化した残積土は、沖積土にくらべて土粒子そのものが著しく変化に富み、かつ表面物性が特異性をもっている。したがって、風化土の圧縮性、膨張性などについては、普通の沖積土とは異なった特異な現象を示すことが多い。その原因は、主として土粒子の多様性、質的变化、土の構造の複雑さによるものと考えられる。

よび、著者らは、実固めた風化土の乾燥側と湿潤側試料の吸着特性の差異が、土粒子の表面特性に関連することを報告した。今回は、とくに、実固めた試料の水分吸着時における体積変化について、検討したものである。

2) 試料と実験方法

使用した試料は、大阪宝塚市中山台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自然乾燥し、74 μ 以下にふるい分けしたものである。その基本的性質は、比重2.68、液性限界77.3%、塑性限界46.6%である。また、X線回折と走査電顕の観察から、試料中の粘土鉱物は、主にハロイサイト系のものであることが明らかとなった。そして、上記の試料を使用し、やり返し法で実固め試験を直径3.76cm高さ7.53cmのモールドと重量500gのランマーとを用い、落差30cmのところから3層10回と20回について行なった。さらに、乾燥側と湿潤側から乾燥密度が同一のものをサンプリングし凍結乾燥させた。

この試料の水分吸着および体積変化量は水分吸着・体積変化測定装置で測定した。

3) 結果とその考察

実固めた試料の水分吸着等温線の一部を図-1に示した。まず、吸着の仕方は、各試料とも共通してBET型吸着を示していることが、明らかである。そして、実固め回数の増加により、これらの試料の吸着量は、増加する傾向を示している。また、この等温線をくり返し測定すると形が直線に近づき、そして再現性があることを示している。すなわち、この現象は、土塊内部の空気の存在と物理吸着と意味するものである²⁾。

次に、土塊表面の質的变化と水分との関係は、固体表面に保持されている水の吸着エネルギーレベルの変化量で表現される。このエネルギーレベルの変化量と乾燥および湿潤側で採取した試料との関係とをみることは、工学的性質との関連性の点で重要である。ここで、吸着エネルギー変化量 ΔF の計算は、一般に多孔性吸着剤の表面への吸着に使用されているBinghamの式で行った。

そこで、実固めた試料について、 ΔF と P/P_0 の関係を両対数にプロットしたものが図-2である。この結果、 P/P_0 の増加により、 ΔF 値は直線的に増え、また乾燥側と湿潤側とは、単位面積あたりの水分吸着エネルギーレベルの低下が異なり、とくに、乾燥側よりも湿潤側のほうがこのレベルの低下が著しい。この現象は、実固め回数が20回に増えた時点でも同様である。さらに詳しくみると、実固め回数が10回より20回と増加するにつれ、吸着量が増え

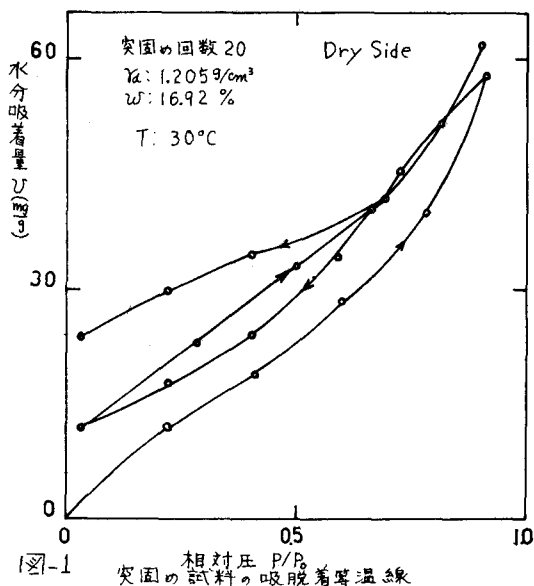


図-1 実固め試料の吸着等温線

ているにもかかわらず、20回の試料の方が ΔF は減少する傾向を示している。この理由として、使用した試料が風化土であるため土粒子の表面と内部では、一般に組成が異なるであろう。つまり、突固め回数増加に伴ない風化土粒子の表層部がはがれ、表面自由エネルギーの小さい新しい表面が表われた結果によるものと思われる。

突固めた試料の表面と水分子の結合状態は、吸着熱曲線で定性的ではあるが説明できる。ここに、吸着熱は、Clausius-Clapeyronの式で計算した。まず、湿润と乾燥側とを比較した場合、前者は、土粒子表面からの距離の増加に伴ない吸着熱の減少の割合が小さい。この現象から、土粒子角に作用する力は、Van der Waals力³⁾で連達性が高いことを後者に比べてX-10物語るものである。また、突固め回数が増加すると、半分子層を形成する以前で、吸着熱の急激な低下がみられ、しかも、負の吸着熱を生じている。これは、水分子の配向がrandomになることに関係すると推定される。

乾燥および湿润側での吸着熱の差異は、体積変化とも関連している。

つまり、たて軸に試料の鉛直変位を、よこ軸に相対圧をとったものが図-3である。この図から、乾燥側は、収縮、湿润側では膨張する傾向にある。さらに詳しくは、上記のげたように、湿润側の方が吸着エネルギーレベルの低下が著しく、また連達力も大きいという事実と乾燥側に比べて一般に膨張することに対応している。

試料の仕事量の評価は、載荷重(0.3012g)一定のもとで、経路を考えることでも可能である。そこで、図-3の経路の長さを測定したところ、乾燥側では約45cm、湿润側では約39cmであった。乾燥側の方が湿润側より経路の長さが大きいということは、土の構造が不安定であることに関係していると思われるが、この点については、目下検討中である。

4) あとがき

突固め回数が増加すると、吸着量の増加、吸着エネルギーレベルの減少などの傾向を示す。また、乾燥側と湿润側では、前者よりも後者の方が連達力が大であり、しかも膨張する傾向が著しい。

5) 参考文献

- 1) 西田, 青山, 佐々木 (1974): 土の構造と水分吸着特性, 土木学会関東支部年講, PP. II-5-1~III-5-2
- 2) Mooney, R. W. Keenan, A. G. and Wood, L. A. (1952): Adsorption of Water Vapor by Montmorillonite I, J. A. C. S., Vol. 74, No. 6, PP. 1267-1271
- 3) Marshall, C. E. (1964): The Physical Chemistry and Mineralogy of Soils, John Wiley & Sons, Inc. Vol. 1, PP. 188~210

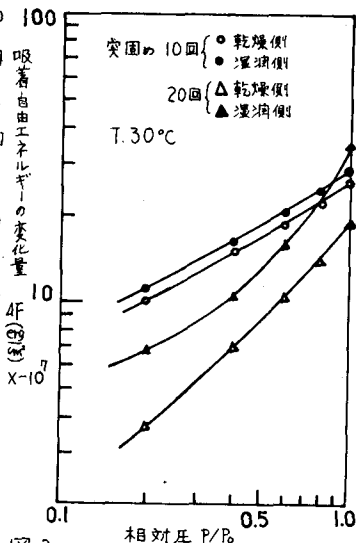


図-2. 吸着自由エネルギーの変化量と相対圧

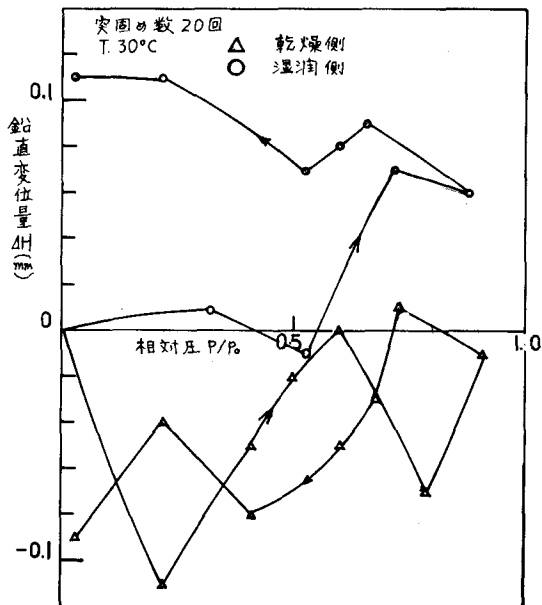


図-3 鉛直変位量と相対圧