

木更津工業高等 土木工学科 正員 飯竹重夫
同 上 同 上 正員 金井太一

細粒土の性質は主として土粒子の構造とその表面状態によって左右され、特に透水性、保水性、膨潤収縮性は土粒子の比表面積と関連が深いといわれている¹⁾。これまでに土の比表面積についてはコンシステンシー限界²⁾、マサ土の凡比³⁾、地すべり粘土の物理的性質⁴⁾との関係について多くの報告がある。また、関東ロームの様な火山性土は比表面積が異常に大きいとの報告もある⁵⁾。ここでは数種類の土について比表面積を測定した結果、測定方法、試料の団粒径の大きさによって値が影響を受けるなどの結果を得たので報告する。また、粒度分析結果より算出した比表面積との関連についても若干の検討を加えた。

1. 実験方法

使用した試料の採取地および土性を表-1に示す。比表面積の測定には水分吸着・比表面積測定装置P-850型(華中化学)を使用した。測定方法は N_2 ガス吸着による容量法と H_2O ガス吸着(吸着温度 $30^{\circ}C$)による重量法の2つの方法で行なった。比表面積の算定は N_2 、 H_2O

表-1 試料の採取地および土性

試料名	採取地	比重	自然含	コンシステンシー			統一	三田
			水比(%)	WL(%)	WP(%)	Ip(%)		
KL(関東ローム)	千葉県・千葉市	2.93	116	159	103	56	VH	粘土
KC(カオリン)	市販品	2.71	0	49	30	19	CL	〃
KN	千葉県・松戸市	2.72	63	144	61	83	MH	〃
HN	千葉県・八千代市	2.73	30	76	28	48	CH	〃
ZN	〃・匝瑳市	2.64	24	52	33	19	CL	〃
KS	千葉県・松戸市	2.72	31	72	41	31	CH	砂質粘土
MN	茨城県・水戸市	2.56	103	157	87	70	MH	粘土

のいずれの場合もB.E.T.理論の概要が与えられ、次式で求められる。

$$S = s \cdot v_m \cdot N_A$$

S : 比表面積(m^2/g)、 s : 吸着分子断面積($\text{\AA}^2$)、 v_m : 単位吸着量(cm^3 , 吸着等温線から求める)、 N_A : アボガドロ数
試料は付着している水分の影響を除去するために $110^{\circ}C$ で24時間乾燥し、装置にセットした後再度 $110^{\circ}C$ で加熱すると同時に真空吸引し十分に脱ガスを行なった。関東ローム等の火山性土はこの加熱脱ガスの程度が結果に影響を及ぼす様にある。また、試料の団粒径の大きさの影響を調べるために粒径約5mm, 約1mm, 25 μ m(乳びろ)の3種の試料を作成し実験を行なった。

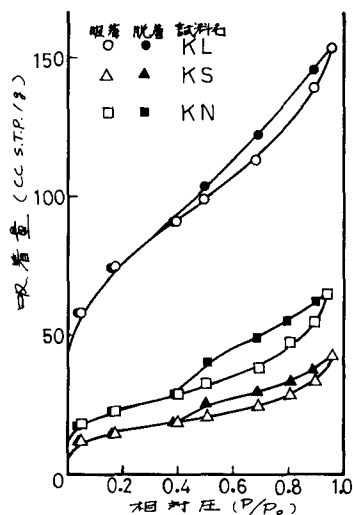


図-1 N_2 ガスによる吸着等温線(例)

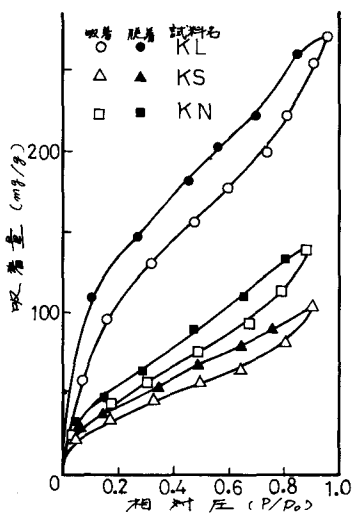


図-2 H_2O ガスによる吸着等温線(例)

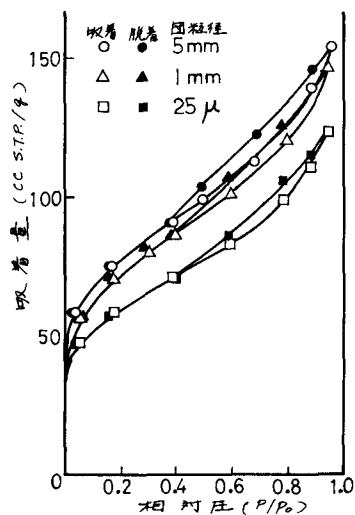


図-3 団粒径を変えた場合の吸着等温線(例)
(千葉県・八千代市)

表-2 吸着方法の違いによる比表面積の例 (m²/g)

試料名	N ₂		H ₂ O	
	吸着	脱着	吸着	脱着
KL	269	271	345	365
KS	52	54	122	135
KN	84	83	168	177

2. 実験結果

(1) 吸着等温線は試料および吸着ガスの種類と比表面積に及ぼす影響

図-1, 2はN₂ガス, H₂Oガスによる吸着等温線, 図-3は関東ロームについて図粒径を変えた場合の吸着等温線である。いずれも吸着, 脱着でヒステシスが生じている。N₂ではP/P₀の高い範囲でのみヒステシスが生じており, N₂とH₂Oで曲線の性状の違いが見られ, これらは比表面積(S)の値に当然影響するはずである。これらの曲線にB.E.T.理論を適用して求めると表-2の様になる。いずれの試料もN₂とH₂Oの結果にかなりの相違が見られる。しかもH₂Oの場合は吸着と脱着で値が異なっている。図-3で図粒径によっても曲線の性状は異なっている。

(2) 比表面積に及ぼす図粒径の影響

図-4は図粒径(D)とSの関係を示す。Sの大きい試料ほどDの影響が大きく, しかもH₂Oの場合にその傾向がより顕著である。これらの原因についてはオア-門での吸着ガスの凝縮, 崩壊による土粒子構造の変化なども考えられるが明らかでない。

(3) 比表面積と粒度の関係

比表面積は細粒土では土粒子の表面状態や空隙, 細孔の多少に影響されようが土全般では概し裁的に粒度分布によって左右されると考えられる。そこで粒度分布より土粒子と球と仮定して次式から比表面積(S')を算定し, 吸着実験より得た値と比較すると図-5のようになる。 $S' = \frac{6}{100\rho} \sum \frac{P}{d}$ S': 比表面積 (cm²/g), ρ : 土粒子密度 (g/cm³), d: 土粒子平均粒径 (cm), P: dに相当する重量百分率。いずれの試料もS'よりSの方が大きく, Sの大きい試料ほどその差が大きくなる。これは粒度分析における理論上, 操作上の不備もあろうが, 土粒子の表面には細粒に比べて凹凸や細孔が多量に存在していることを示唆している。

謝辞 研究遂行に当たり常に御指導と戴いて下さる中央大学工学部教授に厚く御礼申し上げます。本実験は文部省科学研究費の補助と受けたことを記し謝意を表する。引用文献

1) 土壌物理測定法委員会: 土壌物理測定法, 養賢堂 P71

2) 島上他: 細粒土の工学的性質に因する比表面について, 日本国土工学研究委員会

3) 西田, 佐々木: 水蒸気吸着による土粒子の表面特性の検討, 土壌学論文報告集 No.2

4) 青山, 山崎: 新潟県各地の地質と液状化現象の発生条件の相関, 日本国土工学研究委員会

5) 竹中: 関東ロームの非自由水分, 農工研報第57号, 1963.

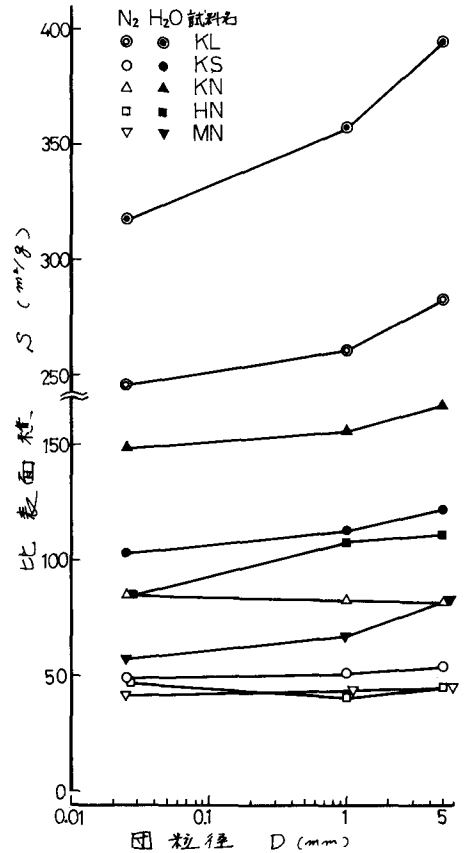


図-4 図粒径と比表面積の関係

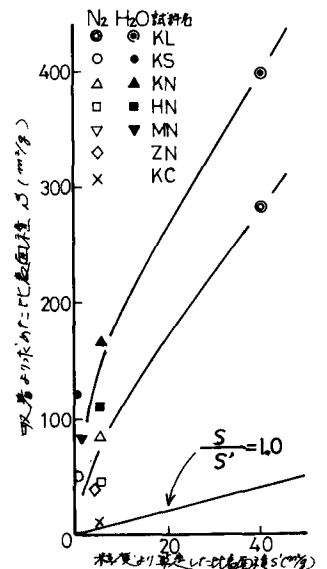


図-5 吸着実験の比表面積と粒度より求めた比表面積の関係