

セリ断によるマサ土の水分吸着特性について

関西大学工学部 正員 西田 一彦
 和歌山工業高等専門学校 正員 〇 佐々木 清一
 不 動 建 設 正員 梅 田 智

1) まえがき

マサ土は風化残積土であり、その工学的特性は風化の程度に大きく依存する。そしてマサ土の特殊土としての本質が、土塊あるいは土粒子そのものの風化変質にある。とくに、その特性の1つに吸水によるセリ断力の著しい減少があげられる。このセリ断力の減少の要素として土粒子破砕やそれに伴う表面特性の変化が関係しているものと思われる。

そこで、本研究においては、セリ断力の低下に及ぼす土粒子内空孔の破砕について、さらに破砕に伴う土粒子表面上に吸着する水分子の力について物理化学的方法を導入し検討したものである。

2) 試料と実験方法

風化度のことなる(カサ比重 G_s を尺度に採用) 2 試料を対象とし、まず含水量を種々に変化させセリ断試験を行った。さらに、その時の試料について水分吸着量 (40°C) およびフッ素吸着により比表面積を求めた。

3) 実験結果とその考察

セリ断強度に与える含水比の影響および風化度との関連性について図-1 に示した。一般に、この図から含水比の低い部分 (約 15% まで) においては含水比の増加に伴ないセリ断強度は増加の一途をたどり、試料の最適含水比の付近でピークを示しこれをすぎると減少する傾向を現わしている。とくに注目する現象は、例えば川砂のセリ断強度は含水比の変化に伴いほぼ一定の傾向を現わすが風化度小のマサも砂質土であるのでこれと似た挙動を示す。ところが、風化度の大きいマサになると図からも明らか

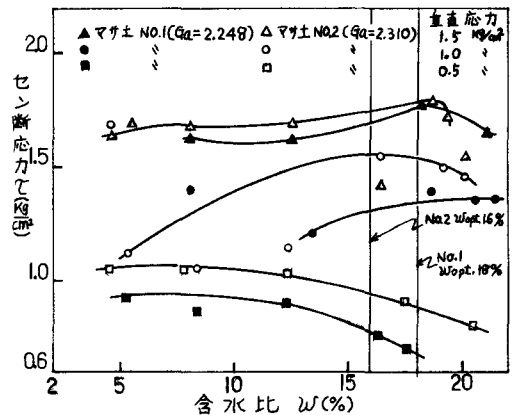


図-1 セリ断応力と含水比の関係

なごとく著しいセリ断強度の低下を最適含水比をすぎた所から示している。この現象は、マサの特性をはんえいしたものの1つと言えよう。また、垂直応力を順次増やしていくと試料1と試料2のセリ断強度が接近していく傾向が明らかであるが、この事実、風化度の大きい試料でも垂直応力が小さい場合は土粒子内空孔の破砕が生じなく、たとえ空孔が存在しても、1つの完全な土粒子として挙動するためと考えられる。

マサ土の吸水によるセリ断力低下の原因として、上記のごとく内部空孔の破砕を指摘したが、つぎに破砕した土粒子表面に吸着する水分子の力すなわち吸着能も重要な要素と考えられる。まず、吸着能を評価する物理量として水分吸着による自由エネルギーレベル ΔF 値 (飽和時) を導入すれば、この値は表面自由エネルギーの低下量を示している。ところで、この値は、吸着前の固体の表面張力と吸着後の表面張力の差でもあるので、仮に吸着

後の表面張力がどの試料についても一定と仮定すれば、 ΔF 値の大きい風化の進んだものは吸着前の固体の表面張力（表面自由エネルギー）が風化度の小さいものに比べて大きいことになる。とくに、破砕後に風化度の大きな試料ほど大きく ΔF 値の変化を示すことは破砕に伴ない固体の表面自由エネルギーが大きく減少することを意味する。図-2は、破砕に伴ない吸着能の変化を現わすものである。いま、この図をみると土粒子の破砕により ΔF 値が比表面積（破砕のパラメータ）の増加とともに双曲線的に大きく変化し、しかも減少していることが明らかである。ただし、風化の程度が両試料とも接近しているから差異は必ずしも明確でない。

上記の事実にもとづいて、破砕による ΔF 値の変化と比表面積との関係について図-3のごとくモデルを設定し、土粒子を1辺 D の立方体とみなし、破砕後は n 個の1辺 d の立方体に分割されるものとする。（土粒子は球状、扁平な形など形は多種多様であるが立方体とみなしても取り扱い上さしつかえないと考えている。）

破砕前：体積 $V=D^3$ 、表面積 $S_0=6D^2$ 、比表面積 $A_0=\frac{6}{D}$

破砕後： $V=D^3$ 、 $S=6d^2$ 、 $A=\frac{6}{d}$

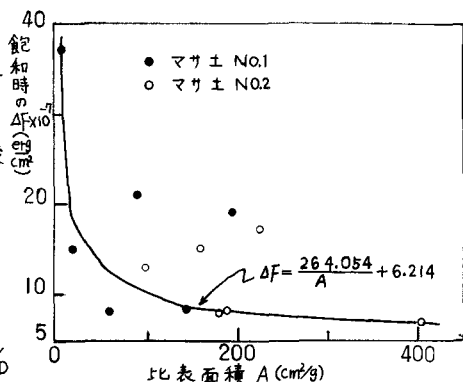


図-2 飽和時の ΔF と比表面積の関係

いま破砕前後の表面積の関係は、 $S=6d^2n^3=6(\frac{D}{n})^2n^3=S_0n$ --- (1) すなわち

(1)式は破砕後の S は破砕前 S_0 の n 倍を意味する。ところで、破砕後の新しい表面での ΔF 値の変化について考えると（表面状態が一定であるならば、 ΔF と A は比例すると考えている。）新しく出た表面積は $S-S_0$ である。図-3 破砕モデルから、旧表面と新表面の全表面に対する割合はそれぞれ $\frac{S_0}{S}$ 、 $\frac{S-S_0}{S}$ となる。したがって、旧、新表面に吸着する水分の化学ポテンシャルを μ_0 、 μ とし、この割合で平均すると、 $\Delta F=\mu_0\frac{S_0}{S}+\mu(1-\frac{S_0}{S})=(\mu_0-\mu)\frac{S_0}{S}+\mu$ --- (2)、(1)(2)式から表面積を比表面積に書き改めると(3)式となる。

$\Delta F=(\mu_0-\mu)\frac{1}{RA}+\mu$ ただし $R=\frac{PD}{6}(\text{const.})$ --- (3) ΔF 値と比表面積に関するデータから最小自乗法にて実験式 $\Delta F=\frac{264.054}{A}+6.214$ を得る。つまり土粒子が破砕により分割され内部の新表面が出てきた結果、旧新表面が入り混じることになるが、破砕による旧新表面に対する水分の吸着エネルギーの変化量を上式で表現できる。

4) あとがき

マサ土の吸水による土断強度の低下の主要要素として土粒子の内部空孔の破砕とそれに伴う新表面の現われによる水分吸着能の低下が重要であることを指摘した。今後は、今までの土粒子の問題としてとらえたものをマスの場合へと拡張し強度と結びつける方向で取り組んでいく。

5) 参考文献

- 1) 中垣正幸 「表面状態とコロイド状態」東京化学同人 PP. 84~85 1970

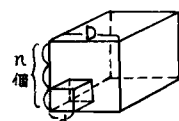


図-3 破砕モデル