

琉球大学学術リポジトリ

シルトの膨潤, 収縮について :
風乾試料の静的締固めの場合(農業工学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 宮城, 調勝, Miyagi, Norikatsu メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4306

シルトの膨潤，収縮について

風乾試料の静的締固めの場合

宮・城 調 勝*

Norikatsu MIYAGI : Swelling and Shrinking of MAAJI Silt.
In case of static compaction for dry samples.

I はじめに

土の膨潤，収縮に対する要因については，土性，密度，含水量，粒度組成等があることはすでに明らかであり，また微視的にみて，土鉱物の種類も大きな要因とされている。

土中水の挙動，役割を検討するために，その水分量を土粒子の比表面積でとらえ，これにより土の三相を明らかにしようとする試みがなされている^{1,2)}

著者は前の報告³⁾で，マージ粘土の膨潤，収縮を検討するために，土粒子表面積という量を用いて，試料の膨潤時および収縮時における体積変化を平均土粒子間隔で表わして検討するとともに，風乾試料を一定体積のもとで吸水させ，吸水と共に発生する膨潤圧を，各間げき比毎に土の単位表面積当りの膨潤圧として表わしてきた。

ここでは，マージ土から選別したシルト分について，同様な測定結果を報告するとともに，粘土粒子の場合の諸量と比較しながら，土の表面積の果たす役割を検討しようとするものである。

II 試料および実験

1. 試料

試料は沖縄本島北部に分布する国頭マージ（粘板岩土）から選別したシルト分を使用した。選別は，沈降法によって，シルト粒子が懸濁液中の一定深さを沈降するに必要な時間を経過した後の，なお浮遊する粘土粒子を取除く装作を何回かくり返して行なった。この試料の粒度分析結果は，Fig. 1 に示すように74 μ 以下粒子 100%で，5 μ 以下粒子が20%程度残留していた。

2. 実験

膨潤および膨潤圧試験には圧密箱（直径60mmリング）を使用した。膨潤圧は，リングに充填した風乾試料が吸水するにつれて起る膨潤を，受圧板で拘束しながら，経過時間とともに発生する内部圧を膨潤圧として測定した。また，膨潤量は一軸の体積変化を測定し，収縮量はその変化量を水銀で測定した。なお，試料の比表面積は，BET法によるガス吸着法に従った。

* 琉球大学農学部農業工学科
琉球大学農学部学術報告 23 : 281 ~ 286 (1976)

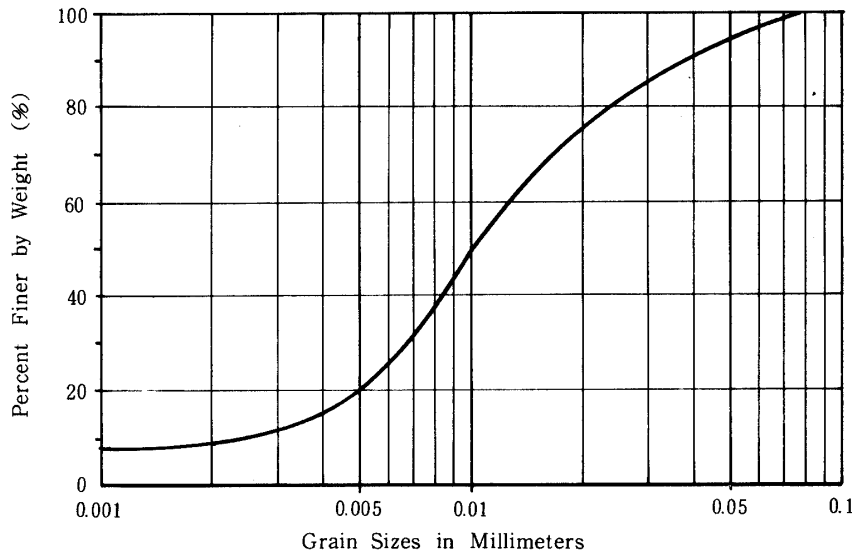
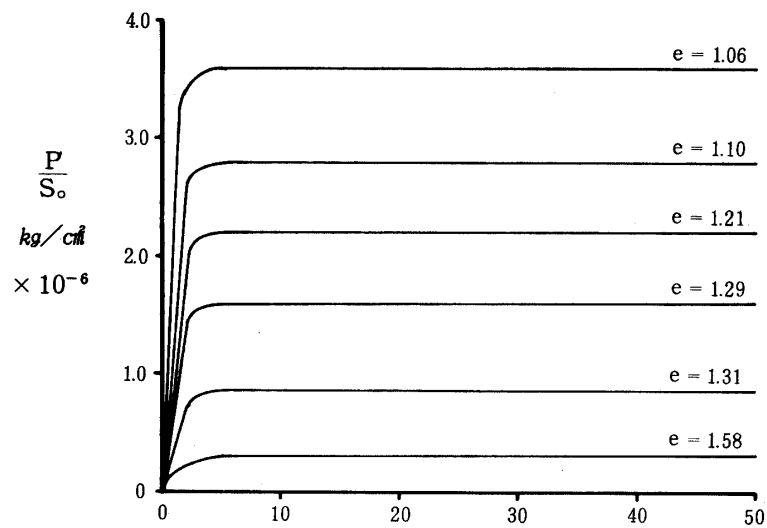


Fig. 1 Grain Sizes Distribution

Ⅲ 結果および考察

Fig. 2 は風乾試料に自然吸水させた場合の、吸水経過時間に対して、発生する内部圧を土の単位表面積当りの膨潤圧として表わしている。土は吸水すると膨潤圧を発生するが、その膨潤圧は膨潤ヒズミによっておき変えられ、その一部が上部荷重および粒子間の摩擦力等と平衡を保った状態で落着く。ここでは、膨潤ヒズミを拘束した状態で、試料内に発生する圧力、すなわち、土粒子相互が吸水により必要な位置を保とうとする力を、単位表面積当りの大きさで表わしている。吸水経過時間～膨潤圧の関係は、粘土試料の場合の比較的ゆるやかな膨潤圧の上昇に比べると、シルト試料の場合は膨潤の終了が早く、この試料の場合、数分以内で膨潤圧はほぼ一定値に達している。これは、試料の透水性の差に基因するものであり、比表面積の大きな土ほど土粒子間の毛管圧力によって、個々の通水断面が狭められるためと思われる。

Fig. 2 Relationship Between Swelling Pressure (P/S_0) and Absorbing Time (t).

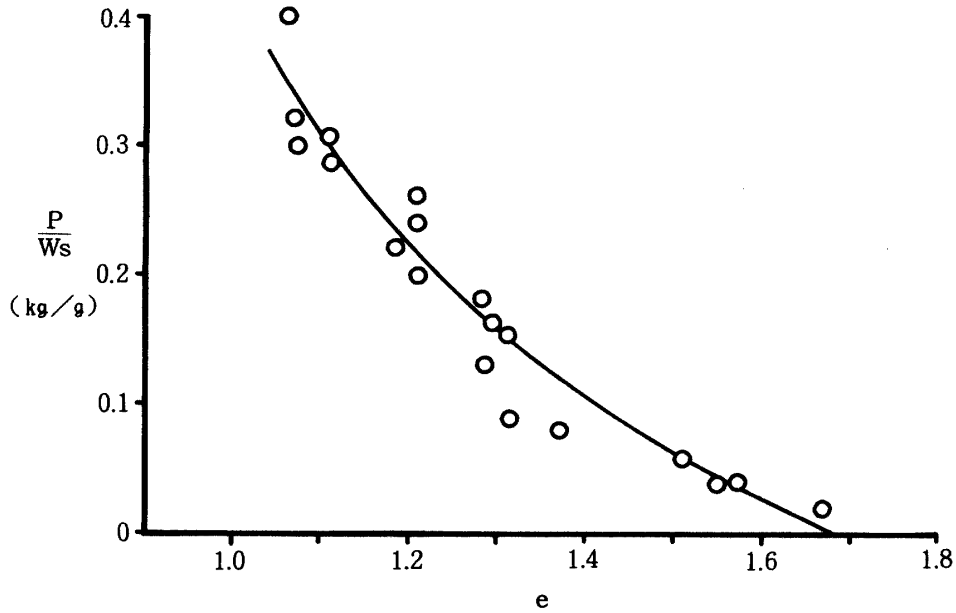


Fig. 3 Swelling Pressure (P/W_s) at Various Void-Ratio (e)

Fig. 3では、各間げき比に対するシルト試料の膨潤圧の大きさを単位重量当りで表わしており、Fig. 4は、同様な関係をシルト、粘土の両試料について単位表面積当りで示している。

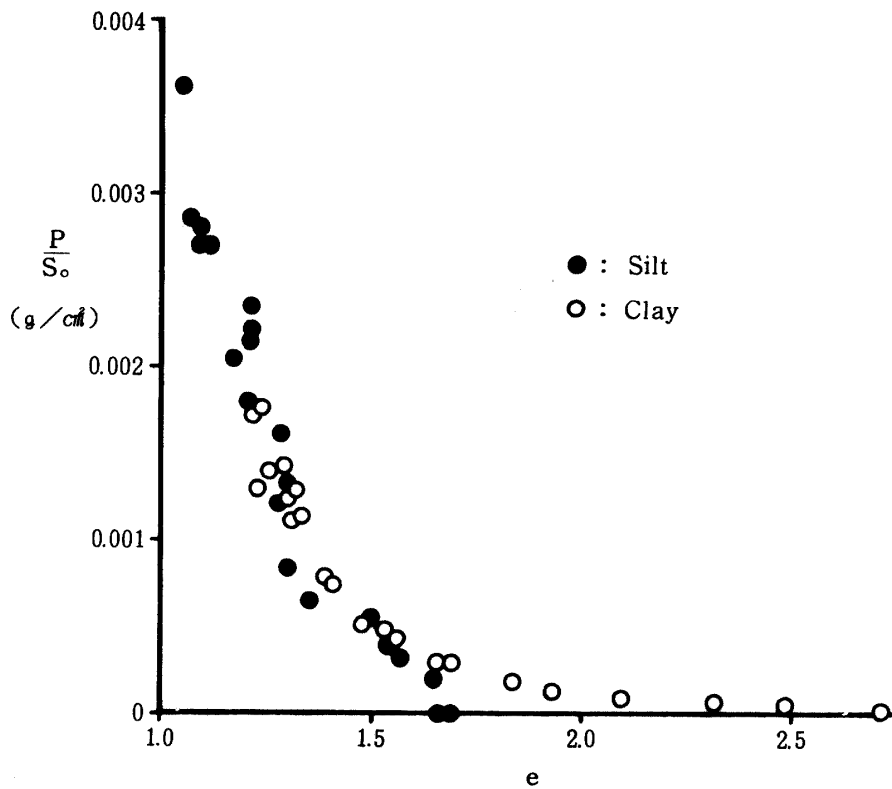


Fig. 4 Swelling Pressure (P/S_0) at Various Void-Ratio (e)

単位重量当りの膨潤圧は、シルトの場合、粘土試料に比べてかなり小さいが、単位表面積当りに換算すると、各間げき比に対する膨潤圧は粘土試料の場合とほぼ同一曲線上に分布しており、その値は 10^{-6} kg ぐらいのところにある。但し、吸水によって体積変化が起らない限界の間げき比は、シルトの場合、1.67であった。シルトと粘土の単位表面積当りの膨潤圧がほぼ等しい値を与えていることから、土の比表面積の要素が土の諸性質を究明する上で一つの有効要素となり得ることが考えられる。

試料が自由膨潤した場合および炉乾燥収縮した場合の土粒子間隔の変化を平均的に取扱い、平均空げき半径として表わしたのがFig.5である。平均空げき半径は、透水理論におけるKozeny, Carman⁴⁾のhydraulic-radiusと同様な考え方であり、

$$\text{平均空げき半径} = \frac{\text{試料の空げき量}}{\text{試料の総表面積}}$$

で表わしている。

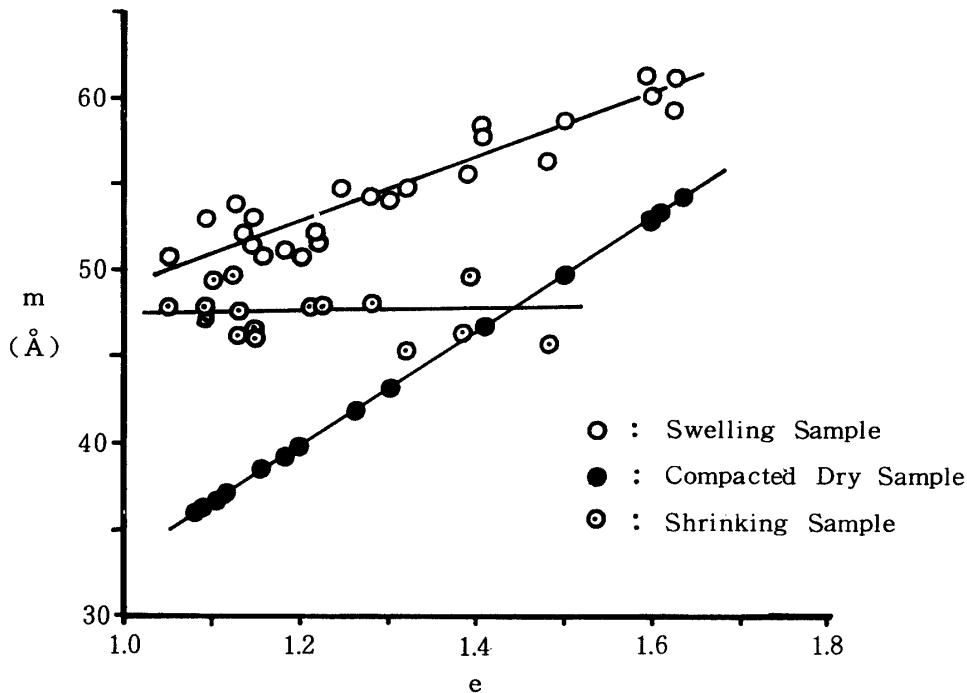


Fig. 5 Void-Radius (m) at Various Void-Ratio (e)

膨潤時の平均空げき半径は、試料の初期間げき比によって直線的に変化し、その値は間げき比が1.1～1.7の範囲で50～60 Åであった。粘土試料の場合と比較してみると、シルト試料の平均空げき半径はその変化率が小さく、その値もほぼ $1/2$ に相当する。また、膨潤試料を炉乾燥させた後の平均空げき半径は、各間げき比に対してほぼ一定値を示している。このことは、試料が乾燥によって収縮する際に、粒子間のけん引力が土の骨格構造と、ある一定の粒子間距離でつり合っていることを意味している。

土の膨潤が土粒子間の反撓力とけん引力の差で与えられるものとするれば、Fig.4の結果でシルト、粘土の膨潤圧が単位表面積当りでほぼ等しい値を示しているの、膨潤時の変化率が大きい程土粒子のけん引力が大きいと考えることができる。しかし、膨潤、収縮時の体積変化が土粒子相互の位置の変動をともしなうものであり、したがって土粒子間の粘着力および土の内部摩擦角による構造強度の要素が入ってくるので、この結果では、反撓力、けん引力の大きさを論ずることはできない。

収縮時における平均空げき半径は，粘土試料の $65\sim 75\text{Å}$ に対し，シルトの場合 $45\sim 48\text{Å}$ と小さくなっている。このことを収縮限界値の考え方で比較すると，粘土試料の方が大きな含水比を示していることになる。土中水のすべてが土粒子周辺に水膜という形態で存在することは考えられないが，一応水膜の厚さとして換算して，土の比表面積との関係を表わした報告によると，比表面積が大きい土ほど，液性限界値における水膜の厚さが小さくなっている。この結果は土の骨格構造に関係なく，全く自由な状態での土粒子表面積～水分の関係であり，土の骨格構造の要素を考慮した場合，粘土ほどポーラスで，収縮力に対してより強い構造体ができることになる。

Fig. 6は試料の一軸的膨潤率を各間げき比に対して表わしている。膨潤率は，間げき比に対して曲線変化をなすものと考えられるが，この結果では現われていない。このことは，膨潤が一軸的に測定されたことと，土の内部摩擦角による膨潤抵抗が，密度が大きい程大きくなるためと考えられる。

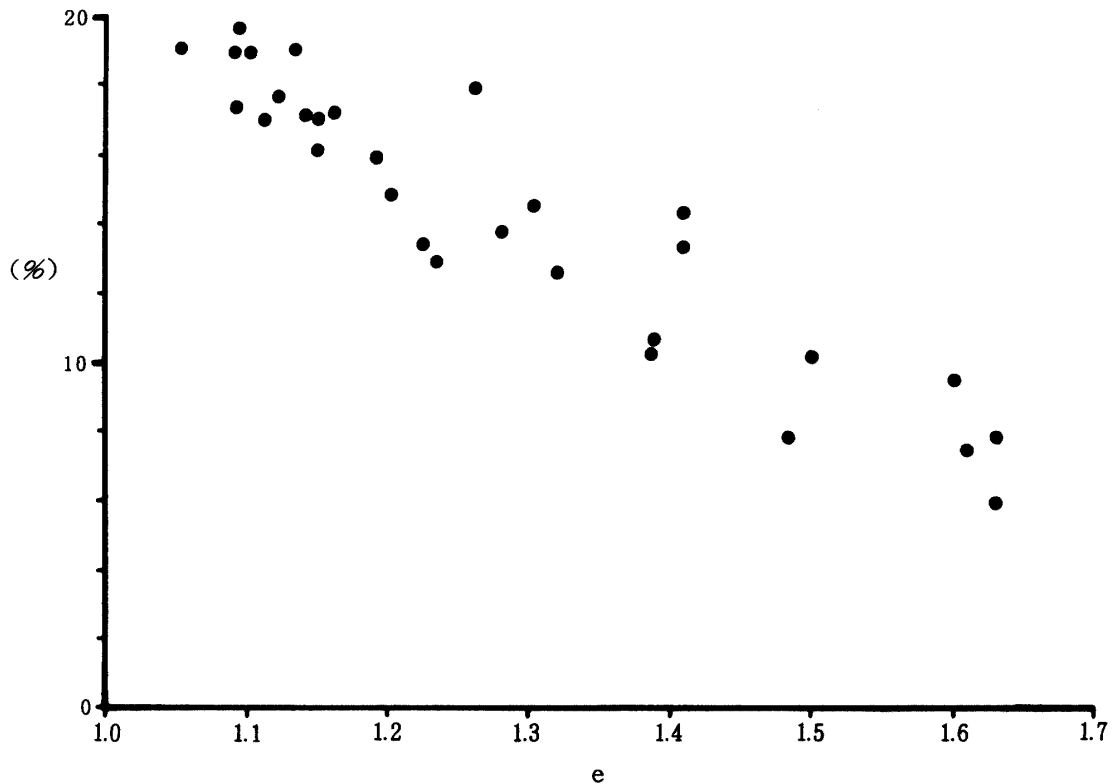


Fig. 6 Swelling Percent at Various Void-Ratio (e)

IV ま と め

国頭マージから選別したシルト試料と，前の報告による粘土試料についての膨潤圧，膨潤量，収縮量を，土の表面積を使って比較検討してきた。この中で，比表面積の異なるシルト，粘土試料の膨潤圧が単位表面積当りに換算した場合，ほぼ等しい値を示したことは興味深い。また膨潤収縮時における平均空げき半径は，全く自由な湿潤状態における比表面積～水膜厚さの関係とは逆に，土層中においては細粒子ほど大きな値を示す結果を得た。このようなことから，土粒子表面の活性を論ずる上で，土の比表面積の果たす役割が大きいと思われる。

参 考 文 献

- 1) 近藤 武 1975 土の締固めにおける水分の役割に対する一考察, 農業土木学会論文集 **58** : 21 ~ 26
- 2) 葛上 久, 尾崎毅司, 中谷三男 1971 比表面と液性限界の関係, 農業土木学会論文集 **37** : 61 ~ 67
- 3) 宮城調勝 1975 マージ粘土の膨潤, 収縮について, 琉球大学農学部学術報告 **22** : 289 ~ 298
- 4) Carman, P. C. 1956 Flow of gases through porous media, Butterworths Scientific Publication : 8 ~ 12

Summary

In this paper, the distance of soil particles in swelling and shrinking samples, has been studied.

The distance of soil particles is obtained by dividing the air-void in soil by the surface area of soil particles.

The results obtained from these experiments are as follows: 1. Comparing swelling pressure of silt and clay, it was found that silt has smaller values than clay in its unit weight, but in unit surface area of particles, they have same values of swelling pressure. 2. In the swelling and shrinking samples, silt has smaller values in the average distance of soil particles than clay.