

埼玉大学 理工学部 正会員 風間秀彦

1. まえがき

土粒子の比重試験方法はJIS A 1202の規定にもとづいて行なわれるが、関東ロームのような高含水比の火山灰系粘性土は構造が複雑なために脱気操作がきわめてむずかしい。したがって、試料の前処理(試料の状態)、脱気時間などをいろいろ変えて気泡をできるだけ除去する必要がある。すでにこの点については2,3の報告がなされているが、関東ロームなどの場合、特に問題点が多く残されているのが現状である。そこで、本報告は、脱気方法・脱気時間・試料の状態などの試験方法によって比重値にどの程度影響するかについて実験的に考察したものである。

2 試料および実験方法

表-1に実験に使用した試料を示した。同じ関東ロームでもタイ積年代によって特性が異なるので4つの代表的なものを選んだ。さらに、比較検討の意味から板橋粘土と砂についても実験を行なった。

実験では100ccのピクノメーターに、炉乾燥重量が10～15gになるように試料を入れて実験を行なった。実験に使用した試料の状態は、自然状態のもの(未乾燥)、自然状態のペースト状のもの(45kg/cm²で200回突固めた)、炉乾燥試料を乳鉢で丹念に粉砕したもの²⁾と粉砕しないものの4つである。脱気の方法には、煮沸法と減圧法を用いた。煮沸法にはウォーターバットとサンドバットがあり、両者の差はないのでウォーターバットを用いた。脱気を助長させるために、ピクノメーターをよく振るように努めた(図-1参照)。減圧法の場合、減圧時間を決めるために予備実験を行ない図-2の結果を得た。この結果および他の報告例から減圧時間を1時間とした。試料をピクノメーターに入れ、水を加えて24

表-1 試料一覧表

試料	採取地	自然含水比
立川ローム	狭山市 川原田	92.2%
武蔵野ローム	所沢市 城	131.0
下米ローム	〃 宮本町	63.0
多摩ローム	〃 堀之内	91.2
板橋粘土	〃 城	94.0
豊浦砂	山口県 豊浦	—
相馬砂	福島県 相馬	—

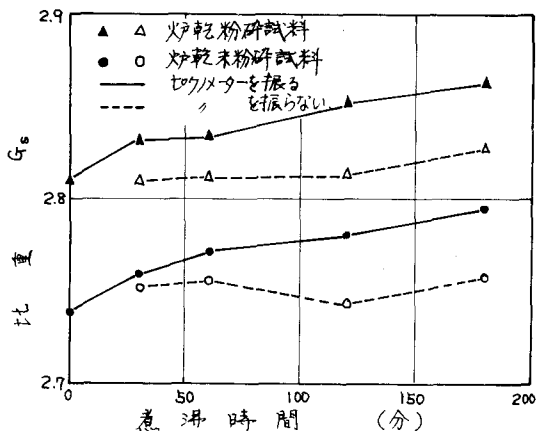


図-1 煮沸中ピクノメーターを振る影響(立川ローム)

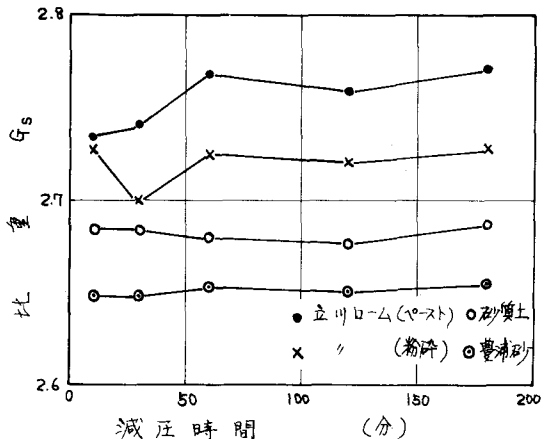


図-2 減圧時間と比重との関係(40mmHg)

時間放置してから脱気をし、同一条件のもとで、3～5個の測定値を求めた。

3. 実験結果

使用した測定器の精度はハカリが1mg、温度計が0.1℃であるから、測定器に関しては問題ないが、実験誤差および実用性を考えて、比重値の0.01以下の差は考慮しないことにした。

3.1 煮沸法

各試料の煮沸時間と比重との関係を図-3(a)～(e)に示した。これらの結果から、関東ロームは約4時間の煮沸で比重が一定値になると言える。一方、砂や粘土は短時間の煮沸では個々のデータのバラツキが大きいので30分以上の煮沸が必要と思われる。煮沸時間に関して島らの関東ロームの実験では10～20分、³⁾神山の実験では5～8時間で一定値になると報告している。このように煮沸時間に変化があるのは、試料や実験上の細かい点によるものと考えられる。試料の状態に関して4時間以上の煮沸では、自然ペースト、自然状態、炉乾燥試料の順に比重が大きい。この傾向はすでに報告されたものとはほぼ一致する。^{1), 3)}粉砕した炉乾燥試料は短時間の煮沸では効果的であるが、4時間以上では粉砕しないものと差がなくなる。試料別に見ると、新しいロームほど煮沸時間や試料の状態に敏感であるのに対し、多摩ロームは砂と同様に変化が小さい。これは新しいロームほど構造が複雑なためと考えられる。

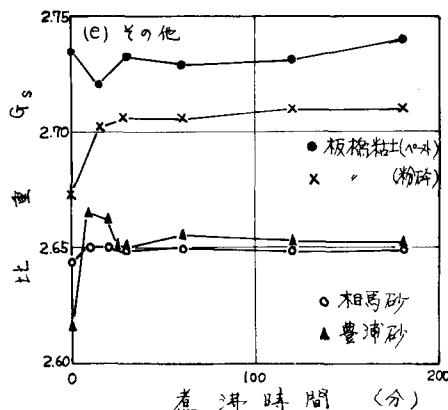
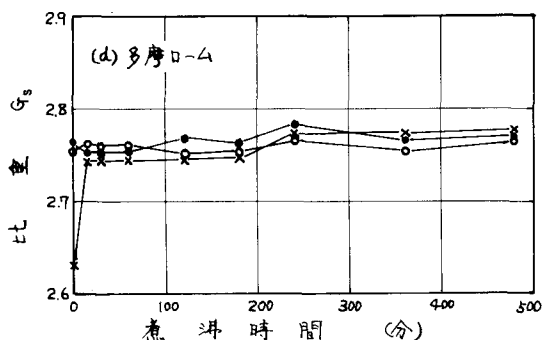
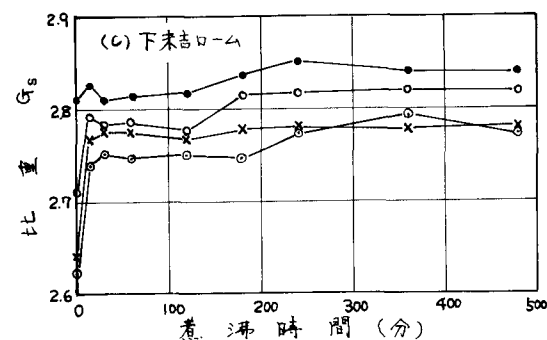
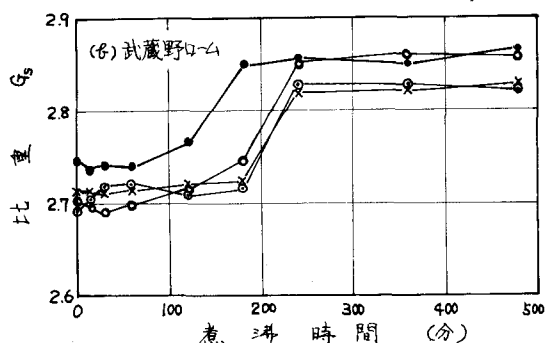
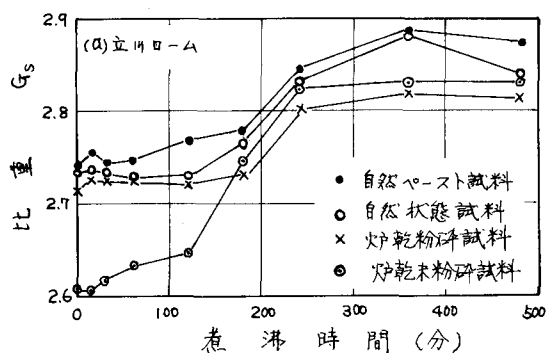


図-3 各試料の煮沸時間と比重との関係

3.2 減圧法

図-4 (a) ~ (e)に減圧度と比重との関係を示した。減圧度を高めれば比重は多少小さくなるが、100 mmHg 以下ではほとんど変化がない。しかし、精密な減圧装置を用いた場合、関東ロームおよびフライアッシュでは10 mmHg 以下でない^{4) 5)}と比重値は一定にならないと報告されている。試料の状態に関しては、自然ペースト試料と粉碎した炉乾燥試料が比較的良好な結果を示している。特に、立川、武蔵野ローム、板橋粘土の粉碎した炉乾燥試料の値が他の試料状態に比べて高い値を示しているのが目につく。多田によれば、14 mmHg に減圧した場合炉乾燥試料よりペースト状あるいは自然状態の試料の方がわずかに大きいとされている。関東ロームの試料による差は、特にないようである。

4. 実験結果の考察

煮沸法と減圧法の違いは図-3と図-4を対比してみれば明白で、煮沸法の方が脱気効果が秀れていると言える。すなわち、立川、武蔵野、下米吉のロームでは、4時間以上の煮沸の比重値と減圧法との差は0.05~0.1に及び、減圧法の脱気効果は3時間程度の煮沸効果しかない。しかし、多摩ロームと砂は両者の差はほとんどないと思われる。減圧法に関して実験方法を2.3工夫すればもう少しよい結果が得られると思う。すなわち、煮沸法と同様に減圧中にロクノメーターをよく振

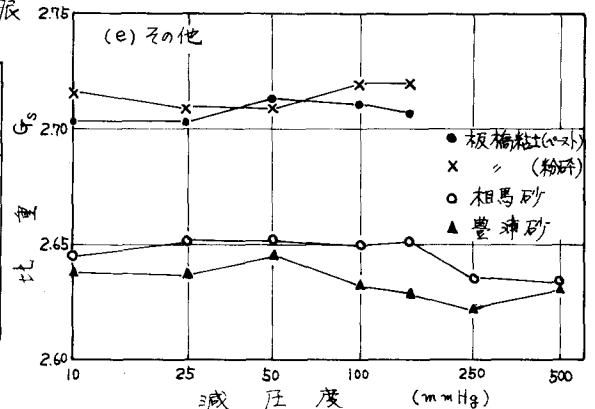
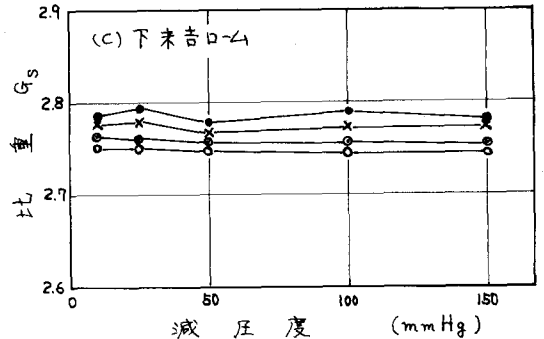
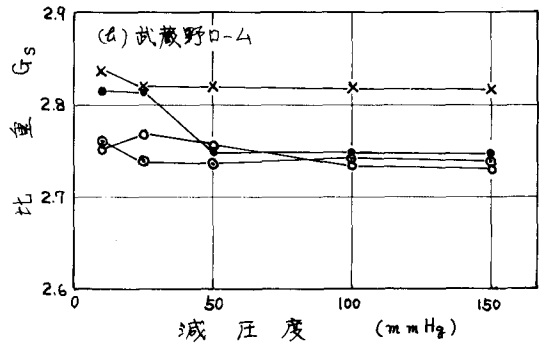
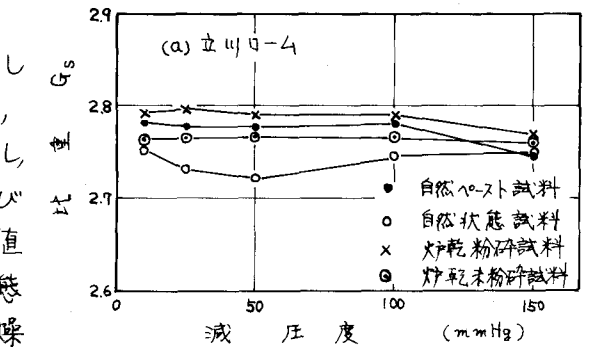
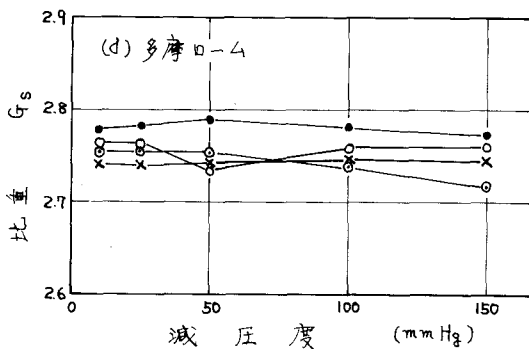


図-4 各試料の減圧度と比重との関係

って気泡の抜け出すのを助けること、試料の重量を少くして脱気を容易にすること、および減圧度を高めることなどである。そのほか脱気を促進させるために超音波処理する方法もある。超音波処理した関東ローンは未処理のものに比べ、比重値が0.083〜0.179 大きいと報告されており⁷⁾、超音波処理は有効な手段と考えられる。試料の状態というのは、前処理によって粒子自体が質的に変化しない限り、脱気の難易性の問題である。その難易さは比重値の差からみると10%以下である。図-5は気乾燥日数と自然含水比との関係を示した。同じ試料でも急激に乾燥した場合と徐々に乾燥した場合とでは脱水量が異なる。これは自然状態の試料を乾燥炉に入れたと、高い温度のために試料の表面の毛細管が一時的に閉鎖して、土粒子に強く吸着している水分は乾燥炉に入れても脱水しにくくなる。一方、試料を空气中に放置しておくことで乾燥が急激でないために表面の閉鎖能力が低下するので脱水されやすい状態になると推測される。図-5から立川ローンは9%、多摩ローンは5%の差がある。この現象は、炉乾試料の比重が自然状態より小さいという問題に、原理的に何らかの関係があると思われる。また、脱気操作以外に比重値に誤差を与える要素について、報告されているが、これらの要素は脱気操作の誤差に比べて比較的小さいと思われる。しかし、関東ローンは複雑な構造をもっている⁸⁾ので、脱水性や吸水性に関して異常な挙動を示す。したがって、これらの点に十分注意しなければならないことは勿論、さらに不明確な点を明らかにする必要がある。それと同時に、土粒子の比重の意味を工学的立場から再検討してみる必要もあると思われる。

5. まとめ

以上の実験からつぎの結論が得られた。

i) 煮沸法による比重試験は、関東ローンでは4時間以上砂や粘土でも30分以上の煮沸が必要である。通常の減圧法では3時間煮沸程度の脱気効果しかない。

ii) 試料の状態による比重値は、自然状態のペースト試料が最も大きく、ついで自然試料、炉乾試料の順であり、煮沸時間を長くしても試料の状態による差は残る。

iii) 新しいローンほど、わずかな条件の差に敏感に反応して μ - τ のバラツキが大きい。

おわりに、本実験に協力してくださった矢野田拓君(国土総合開発)に厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 島傳保, 井上洋司 (1967): 「関東ローンの比重測定誤差について」 試験所報告 昭和44年度 日本道路公団 17, 12, 46
- 2) 黒川, 佐藤, 大坪 (1971): 「土粒子の比重試験に関するふたつの問題」 第6回土質工学研究会会議演集 PP. 101 ~ 104
- 3) 神山光男 (1958): 「土粒子の比重測定について」 土と基礎 Vol. 6, No. 2, PP. 4 ~ 8
- 4) 高木, 糸田干: 「粒状物質の土粒子比重の精密測定について」 東大理工学報告 Vol. 5, No. 6
- 5) 三輪茂雄 (1970): 「粉体材料の基礎的性質の測定(II)」 材料 Vol. 19 No. 200, PP. 64 ~ 71
- 6) 多田敦 (1963): 「関東ローンの真比重の測定について」 研究の資料と記録 第13集 東京大学農学部, 農地工学研究室 PP. 21 ~ 22.

7) 森 麟 (1971): 「関東ローンの土質試験法についての資料(その1)」 土と基礎 Vol. 19, No. 1, PP. 36 ~ 40

8) 土質工学会編 (1969): 「土質試験法 — 第1回改訂版 —」 PP. 22 ~ 41, 498 ~ 515

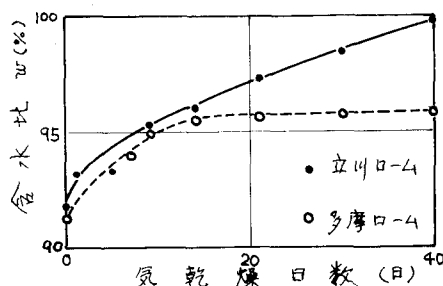


図-5. 気乾燥日数と含水比との関係