

土粒子の密度試験の高品質化による一考察

中部土質試験協同組合 ○ 石原 聖子
 " 加藤 雅也
 " 久保 裕一
 " 坪田 邦治

1 はじめに

土の物理的性質を求める試験として、土粒子の密度・含水比・粒度・液性限界・塑性限界試験などがある。この中で、土粒子の密度は土の固相部分を構成する無機物および有機物の単位体積当たりの平均重量であり、間隙比・飽和度などの土の基本量を求める為に用いられる。

しかし、土粒子の密度試験は試験方法により、試料中の温度があがらず、土粒子に気泡が残り精度が悪くなるなど、土質試験の中でも非常に難しい試験である。

本論文は筆者らが、(社)地盤工学会(2000)「土質試験の方法と解説」(以下「試験法」)による湯せんを用いる従来の方法では、ピクノメーター中の試料温度が想定したほど上昇しない為、脱気が十分行われていない可能性があることに着目し、大型ホットプレートを使用して試料温度を上げる試験法が、湯せんを用いた試験法と比較して、良好な結果が得られたのでここに報告する。

2 試験方法

検証は「試験法」に準じ、地盤工学会が推奨する深型バットに水を溜めて煮沸する方法と、筆者らが提案する大型ホットプレートで煮沸する方法と2種類で実施し、温度測定場所を図-1の様に計5点(A~E)選び、それぞれピクノメーター(図-2)中の温度を測定するとともに、土粒子の密度試験結果のばらつきを測定した。

(1) 用いた試験器具

① 煮沸による方法

- ・ガスコンロ(リンナイ(株)製)
(ガス消費量4,400kcal)
- ・サイズ 550×350mm
- ・ピクノメーター(図-2)

② ホットプレートによる方法

- ・ホットプレート(アズワン(株)製)
- ・サイズ 750×550×156mm
- ・設定範囲温度 0~300℃
- ・ピクノメーター(図-2)

※ピクノメーターはゲーリュサック形比重瓶を採用。

図-2 ピクノメーター¹⁾

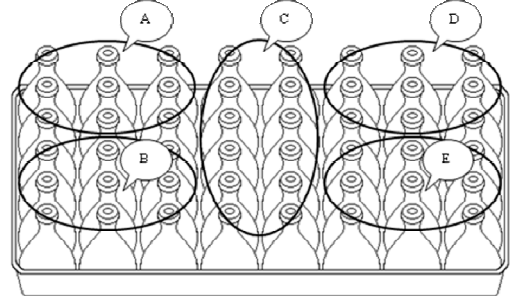
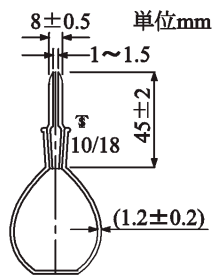


図-1 温度測定場所



図-3 湯せんによる煮沸の試験状況



図-4 ホットプレートによる煮沸状況

(4) 試験方法

① 煮沸による方法(試験法)

「試験法」に準じ、湯せん(図-3)を用いて実施した。

② ホットプレートによる方法

ホーローバット内にピクノメーターを並べ、ホットプレートの温度を180℃に設定した。ただしホーローバット内には水は溜めずに煮沸(図-4)した。本方法では、より均質な温度確保の為に、バケット内に敷砂も検討したがその構造上、熱伝導率が悪いことから断念した。

3 試験結果

(1) ピクノメーター内の温度差

① 煮沸による方法

各箇所における測定結果(図-5)から、A~E箇所

(2) 試験試料

試験に使用した試料は、濃尾平野地域における砂質土~粘性土をランダムに50試料選んで測定した。

(3) 煮沸時間

煮沸時間は「試験法」に基づき、さらに、実務を考慮してそれぞれ2時間とし、ピクノメーターの温度を30分おきに4回測定した。

は温度が85℃付近に集中しているのがわかる。特にC箇所ではさらに低い80~85℃程度を示している。これは、2連型ガスコンロを使用した為、中央部付近の熱量が不足したのが原因と考えられる。A箇所の中には一部95℃と高い温度を示している測点も有るが、これは代表的とはいえない。

この測定結果から、煮沸法では沸点の100℃にほど遠く、85℃近くの低い温度しか確保できていないことから、ピクノメーター内の蒸留水が沸点に到達せず、試料内に気泡が残留する影響で低い値が出現する可能性がある。

② ホットプレートによる方法

図-6からA~E箇所全体で温度が98℃付近に集中しており、図-5と比較して温度のばらつきが少なく高温度を確保できていることがわかる。

(2) データ整理後の試験値のばらつき

図-7~8は、土粒子密度の同一試験データのばらつき(=最大値-最小値)を示す。煮沸法では試験値全体に、最大0.025近い大きな差が出ているが、ホットプレートによる方法では最大0.015以下が多く得られており、比較的小さな差になっていることがわかる。BS規格²⁾では同一試料に対して2回の測定結果の平均比重の値として少数点以下2位まで求め、二つの結果の相違が0.03よりも大きい場合に試験を繰り返すとしている。このことから、BS基準は満足し、従来法でも実用上大きな問題となることはないと考えるが、ホットプレート法ではより精度の高い土粒子密度が得られる可能性を示唆している。

(3) 温度と試験値の相関

図-9にそれぞれの方法での平均相違差と平均測定温度の相関を示す。この図から、温度が100℃に近ければ試験値の相違差は小さくなり、精度が上がることを解る。

4 まとめ

①当組合で実施した検証結果から湯せんによる煮沸ではピクノメーター内の温度の平均約85℃で試験値の相違差は平均値で0.015、ホットプレートによる温度は、平均約96℃で試験値の相違差は平均値で0.008程度となり、沸点温度の100℃により近い温度での煮沸を行える可能性が高いことが解る。このことはばらつきが少なく、より精度の高い土粒子密度が得られるものといえる。

②ガスコンロを使用した従来法では、ピクノメーター内の温度が低く試料に気泡が残り、試験結果にばらつきが生じるので、ホットプレートを使用してピクノメーター内の温度を上げることが非常に有効であると考えられる。

③今後は、温度と煮沸時間の影響を求めるなど、本試験方法を確立していきたい。また、試験の従来法を改善し、新たな試験法を提案するなどにより、より精度の高い土質試験値を得ることで、社会資本整備に貢献するとともに、このようなデータを蓄積することにより、東海地域の地盤データバンクとして精進していきたい。最後に、議論を頂きました、福岡土質試験室太田氏に深謝します。

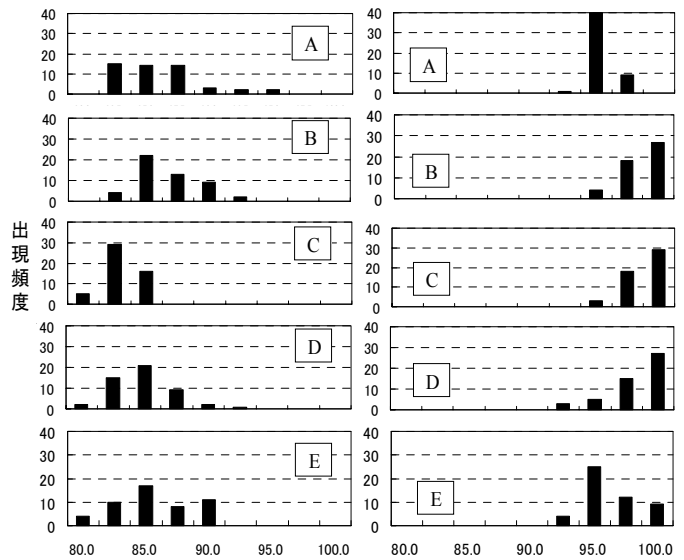


図-5 各箇所温度(煮沸法) 図-6各箇所温度(ホットプレート法)

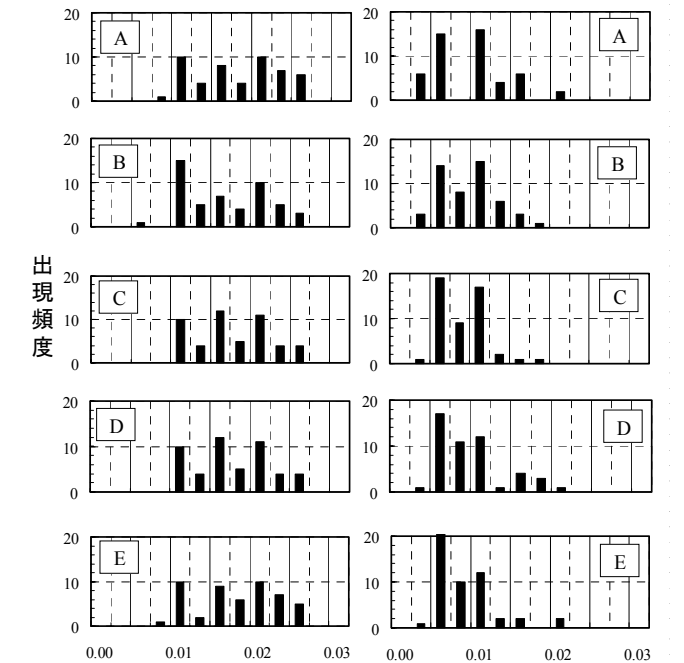


図-7試験値の差(煮沸法) 図-8試験値の差(ホットプレート法)

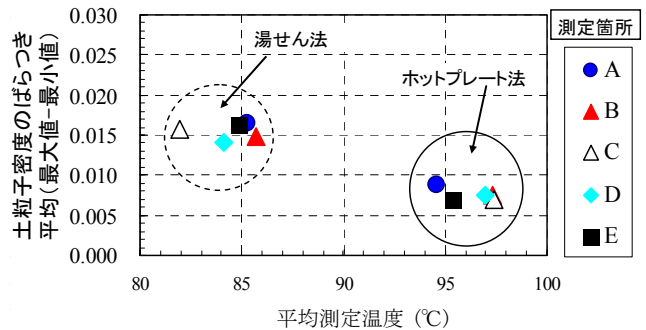


図-9 土粒子密度平均(max-min)と測定平均温度の相関
《引用・参考文献》

1) (社)地盤工学会「土質試験の方法と解説」-第1回改訂版-, p.57, 2000. 2) BS 1377-1975, 2.6 Test 6. Determination of the Specific Gravity of Soil Particles, 2.6.2 Test6 (B) Method for fine-grained Soils.