

土粒子の密度試験における煮沸時間の影響検討

中部土質試験協同組合 ○石原 聖子, 坪田 邦治, 加藤 雅也

1. はじめに

大型ホットプレートを用いた煮沸温度の高温化に伴う土粒子の密度試験の高精度化について報告^{1)~2)}しているが、「適正な煮沸時間」についての課題が残っていた。地盤材料試験の方法と解説(以下試験法)における土粒子の密度試験方法では、試料の煮沸時間は“2~4時間以上の煮沸が必要であるが、土の種類や試料調整方法を考慮して行う”とされている³⁾。

本論文では、砂から泥炭までの6種類の土質材料を用いて土粒子の密度試験における煮沸時間の影響検討を行い、有用な結果が得られたので報告する。

2. 試験方法

試験方法は、試験法(JIS A 1202-2009)に基づき、試料の過熱方法を筆者らが提案する大型ホットプレート法を用いて、煮沸時間を0.5~5時間に変化させるとともに、比重瓶(三角フラスコ(図-1))内の温度および土粒子の密度を測定した。

(1) 主要試験器具

- ・大型ホットプレート(写真-1)
(750×550×156mm)
- ・珪砂を敷いたアルミパット
(165×110×20mm)
- ・比重瓶(三角フラスコ(図-1))
(口元φ=20mm 対応)
- ・デジタル温度計

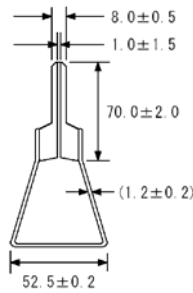


図-1 比重瓶
(表示単位:mm)



写真-1 ホットプレートを用いた煮沸状況

(2) 試験試料

試験に適用した試料は、砂、火山灰質土、砂質シルト、粘性土、有機質土、泥炭の6種類の土質材料とした。

なお、火山灰質土(釧路2, 千歳, 函館, 余市, 恵庭の6種類)と泥炭(空知, 岩見沢, 南幌, 美唄の4種類)は北海道土質試験協同組合から提供して頂いた試料を適用した。その他は、濃尾地域における複数のヶ所の試料(各3~6試料)を適用した。その代表的な物理特性を表-1に示すとともに、各土質材料の代表的な粒径加積曲線(最大粒径φ=9.5mm)を図-2に示す。

表-1 試験に用いた代表的な土質材料特性

土質	砂	火山灰質土	砂質シルト	粘性土	有機質土	泥炭
試料数	3	6	4	6	6	4
含水比w(%)	18.4	21.6	37.7	70.4	120.0	287.2
礫分(%)	0.0	9.6	0.5	0.0	0.0	0.5
砂分(%)	95.3	67.6	27.5	3.7	0.2	12.8
細粒分(%)	4.7	22.8	72.0	96.3	99.8	86.7

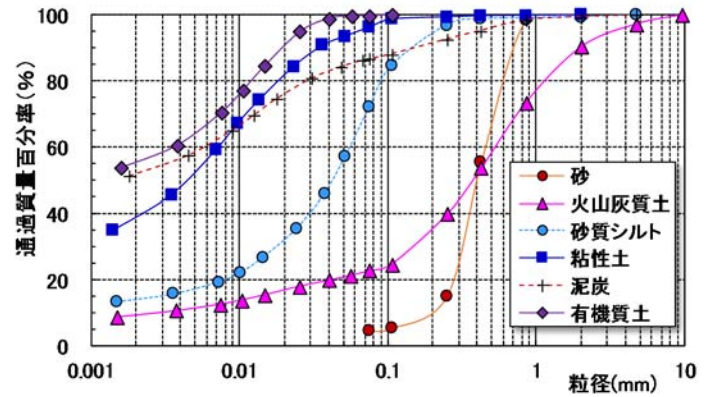


図-2 土質材料の粒径加積曲線

(3) 煮沸時間と温度測定

本実験では、0.5, 1, 2, 3, 4, 5時間毎に土粒子の密度試験を行った。この測定時にホットプレートから引き揚げる際の比重瓶内の温度を測定した。

3. 試験結果

土質材料毎に、土粒子の密度、比重瓶内の測定温度と煮沸時間との関係を図-3に示し、以下に特徴を述べる。

(1) 砂

土粒子の密度は、煮沸時間の経過に伴う変化が全体的に少なく安定した結果が得られた。比重瓶内の温度も1時間を経過すると92℃以上が得られ、比較的安定していることが判った。煮沸時間は図-3(1)より、1時間以上を確保することが望ましいと考える。

(2) 火山灰質土

砂と同様に、煮沸時間の経過に伴う土粒子の密度変化が少ないことが判った。比重瓶内の温度は、0.5時間では79~88℃と低いですが、1時間を超えればほぼ一定の温度(90℃以上)で安定している。なお、火山灰質土3(釧路地域)の試料に関しては2時間以降で90℃に留まっており、火山灰質土4(千歳地域)でも同様な傾向(90~91℃)が見られた。これらは、試料に含まれる鉱物成分が溶解したことによって沸点が下がったと考えられる。煮沸時間は図-3(2)より、1~2時間が望ましいと考える。

(3) 砂質シルト

煮沸時間の経過に伴う土粒子の密度に変化がほとんどなく、安定した試験結果が得られた。試験材料にもよるが、煮沸時間は図-3(3)より、2時間程度確保することが望ましいと考える。

(4) 粘性土

煮沸時間の経過に伴う土粒子の密度の変化は少なく、1~2時間の値で安定することが判った。一部、4~5時間でやや変動したがその変化量は小さいといえる。砂質シルトと同様に、比重瓶内の温度は、0.5時間では82~91℃と低い、1時間を超えるとほぼ90℃以上を確保でき、安定している。煮沸時間は図-3(4)より、1時間以上が望ましいと考える。

(5) 泥炭

土粒子の密度は温度の上がりきっていない0.5時間の値に信頼性がなく、1時間の値も同様の評価とする。比重瓶内の温度は、0.5時間では90℃以下も計測され、十分な温度が確保されていない。1時間ではほぼ94℃以上となった。煮沸過程で、0.5時間後から温度が上がるに伴って植物繊維が比重瓶の口から盛り上がる現象が起こり、2時間を経過した頃に落ち着いて泥状になった。これらのことから脱気が十分に行われ、安定した土粒子の密度を得るには煮沸時間を2時間確保することが必要であると考えられる。

(6) 有機質土

煮沸時間1~2時間の土粒子の密度に安定的な値が得られている。煮沸時間が2時間を超えて、3~5時間では土粒子の密度が低下する傾向が読み取れる。比重瓶内の温度は、4種類が0.5時間では80~87℃程度と低く、1時間を超えると95℃程度を確保している。しかし、有機質土4,5(岐阜地域)は3時間を超えると低下した。泥炭と同様に0.5~2時間を過ぎるまで比重瓶の口から植物繊維が盛り上がったため、脱気が十分に行われ、安定した土粒子の密度を得るには煮沸時間を2時間確保することが必要であると考えられる。

4. まとめ

各種の土質材料を用いて、煮沸時間を変化させて土粒子の密度試験を行った。その結果を下記にまとめた。

- (1) 今回の試験では、全試料で煮沸時間が0.5時間では比重瓶内の温度の上昇が十分確保できず、煮沸時間が1~2時間では、全体的に90℃以上を確保でき、土粒子の密度も安定した結果が得られることが判った。
- (2) 有機質土は2時間を超えると土粒子の密度に変化が見られ、低下傾向にあるといえる。
- (3) 大型ホットプレート法の土粒子の密度試験の煮沸時間は1~2時間が適切といえる。

《謝辞》

本実験の火山灰質土、泥炭は北海道土質試験協同組合の場谷悦江氏から提供して頂きました。記して謝意を表します。

《引用・参考文献》

- 1) 石原聖子, 加藤雅也, 久保裕一, 坪田邦治: 土粒子の密度試験の高品質化による一考察, 中部地質調査業協会・ミニフォーラム中部, pp.8~9, 2008.

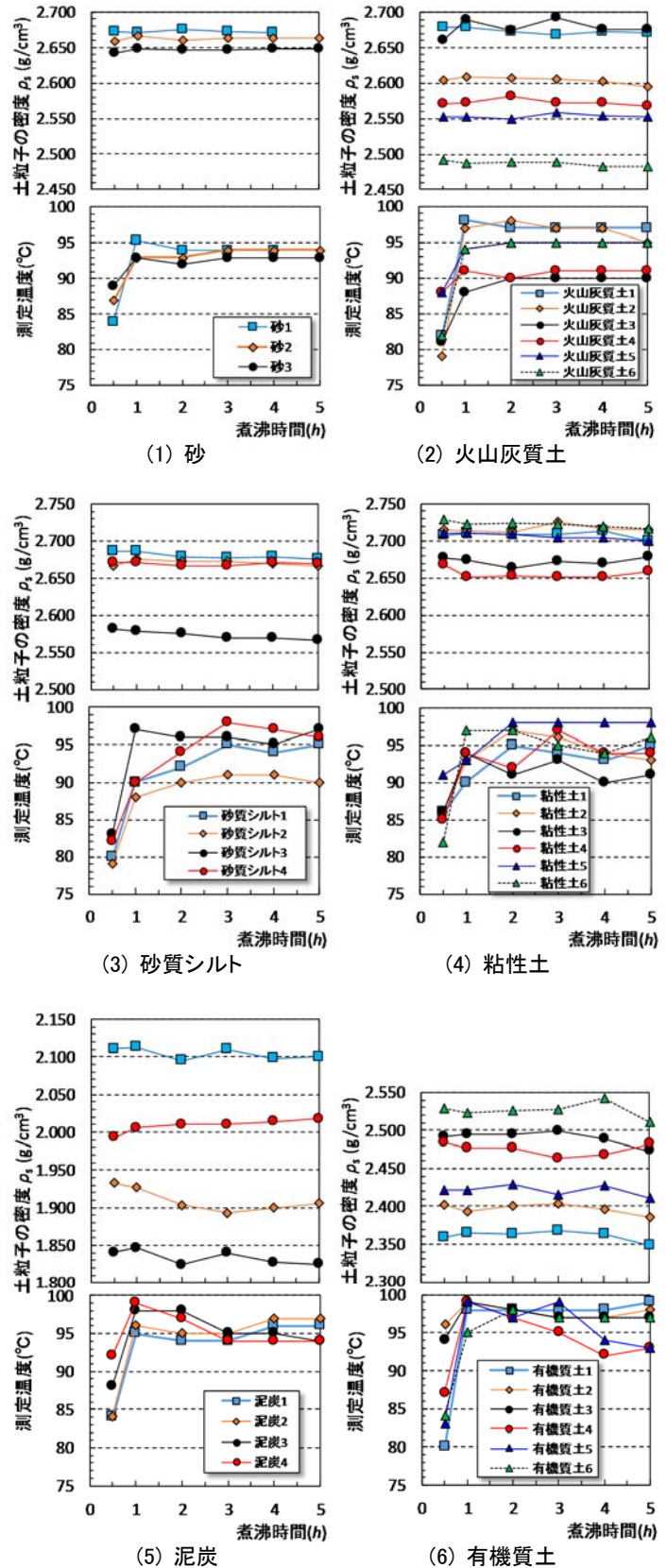


図-3 各土質材料による土粒子の密度・温度の変化状況

- 2) 植下協, 坪田邦治, 久保裕一, 加藤雅也, 石原聖子: 大型ホットプレートを用いた土粒子の密度試験, 地盤工学会誌, 第61巻第10号, pp.14~17, 2013.
- 3) 地盤工学会: 地盤材料試験の方法と解説-二冊分の1-, pp.97~103, 2009.