

マイクロ波で作成した不飽和粘土供試体のエレメント性

徳島大学 学生会員 ○岡野 裕平 徳島大学 正会員 鈴木 壽
 徳島大学 正会員 上野 勝利 徳島大学 正会員 渦岡 良介

1. はじめに

本研究の最大の特徴は、マイクロ波を利用した不飽和粘土供試体作成法による迅速で均質な供試体で不飽和土の物理的、力学的試験を行うことができることである。これまでは、特に、水分保持特性試験では A. Tarantino (2010)¹⁾, Karube & Kawai (2001)²⁾に見られるような典型的な締固め粘土が中心で供試体のエレメント性が実証されていない。また、不飽和粘土の弾塑性挙動の最近の研究、V. Sivakumar et al. (2010)³⁾においても締固めた不飽和カオリンを試料として用いており、未だ供試体作成法に統一した方法は確立されていない。

2. マイクロ波の利用と試験の概要

以下に、不飽和粘土の水分保持特性を加熱時間 t と飽和度 S_r あるいは体積含水率 θ で表す。実験に用いた供試体は直径 7cm、高さ 3cm のスラリー状の粘土を圧密荷重 40kPa 予圧密した飽和粘土試料で、不飽和圧縮試験に用いる物を想定している。本実験で用いた電子レンジは、発振周波数 2450MHz であり、出力は 100~750W である。均質な不飽和供試体を作成するには急激な脱水は体積変化を発生させるのでなるべく時間をかけて脱水する必要がある。したがって、本実験では最も高周波出力の低い 100W を設定し加熱による急激な体積変化を抑えた。

電子レンジが発生する内部エネルギー μ は、次式で表される。

$$d\mu = \sigma \cdot d\varepsilon + \Delta Q \quad (1)$$

ここに、 $\sigma \cdot d\varepsilon$ は熱による仕事で、 ΔQ は熱量増分である。このように、内部エネルギーは増加すると供試体の応力一ひずみによる仕事とともに供試体の温度も増加する。したがって、本研究ではこうした点に留意し過度な加熱を避け断続的な加熱によって供試体を作成するものとする。

不飽和土の水分保持特性試験は先にも述べたように高周波などを 100W と設定し、加熱時間を 1 分、放熱時間を 2 分とした。連続加熱でも、実験を実施したが長時間の加熱では供試体は破裂することもあったので本研究ではこの時間を採用した。実験では、加熱直後の供試体の質量を測定して飽和度を算定した。

また、以下で述べる加熱時間とは断続的な加熱時間を累和したもので連続時間とは異なる点に注意する。

3. 供試体のエレメント性

ここでは、上記に示した不飽和粘土作成法による供試体のエレメント性を含水比の分布の均一性として評価する。

圧密供試体

圧密供試体の均質性を調べるために、供試体を高さ方向に 3 分割し、平面を正方形になるように 9 分割、合計 27 分割した。それぞれの含水比を測定したが、特に注意した点は各シャーレの試料が乾燥しないように迅速に湿潤重量を測定したことである。

図-1 はその結果である。図から分かるように、おおよそ含水比は 25% で均一といえる。

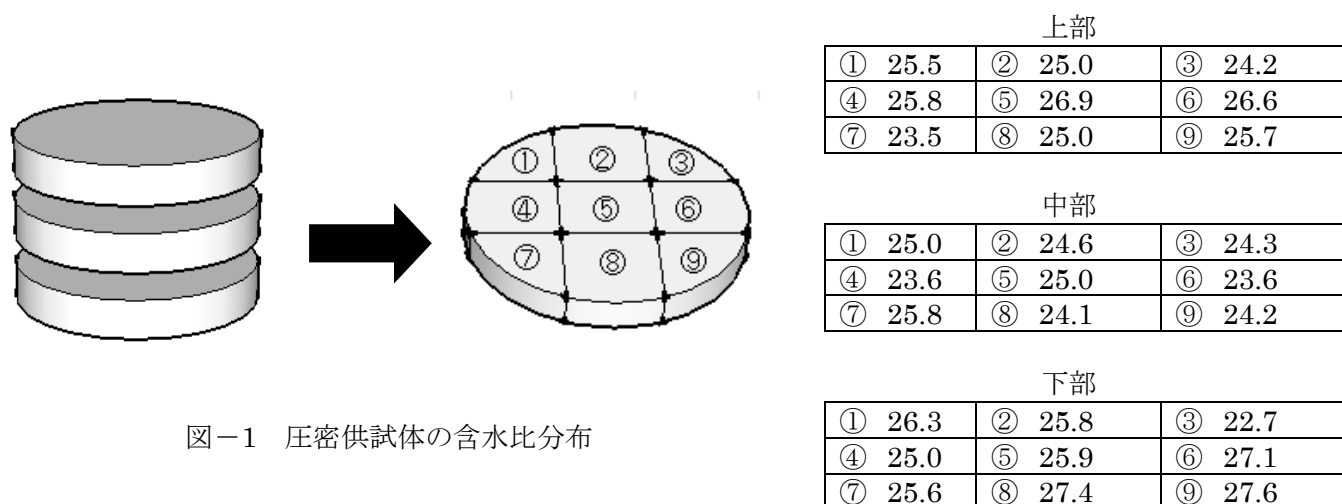


図-1 圧密供試体の含水比分布

一軸供試体

(a) 提案法による供試体

上述したように、圧密供試体のエレメント性が証明されたので供試体の奥行き方向の均質性は証明された。したがって、ここでは高さ方向のみの均質性を調べる。すなわち、一軸供試体は直径 3.5cm、高さが 7cm なのでそれを 5 等分し輪切りの試料を作成し、それらの含水比を測定した。その結果を図-2 に示す。供試体の含水比は 28%前後で高さ方向に対しても均質であることが証明された。

①29.2	②28.5	③28.4	④28.7	⑤27.6
-------	-------	-------	-------	-------

(b) 締固め供試体

一般的に用いられているのは、初期飽和度を制御した締固め供試体である。供試体は、粉末状の空気乾燥状態で所定の飽和度になるように水分を加え一軸圧縮供試体作成用モールド内に入れ、所定の 4 回締固めた。なお、締固め層数は、標準締固め試験の締固めエネルギーと同様にするために 5 層とした。写真 1 は、直径 5cm、高さ 10cm の一軸圧縮試験の供試体を撮影したものである。この写真から分かるように、供試体は一様でなく層と層の分離を示す細いラインが入っていることも分かる。つまり、こうした土粒子骨格構造の乱れた供試体では正確な実験が困難である。

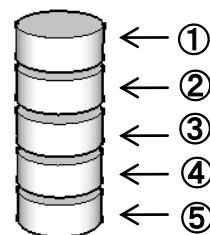


図-2 一軸供試体の含水比分布

4. おわりに

次に、マイクロ波を利用した不飽和粘土供試体作成法を提案しその妥当性を調べた。試験は、圧密・一軸供試体で行い供試体のエレメント性はそれらの含水比分布で評価した。その結果、含水比分布が圧密供試体で 23%~27% 程度、一軸供試体で 28%~29% 程度と高い均質性を示した。圧密供試体と一軸供試体で含水比が若干異なっているのは、それぞれ異なる予圧密試料から供試体を作成したためである。

参考文献

- 1) Tarantino A. (2009). A water retention model for deformable soils. *Geotechnique* 59, No.9, pp751-762.
- 2) Karube, D. & kawai, K. (2001). The role of pore water in the mechanical behaviour of unsaturated soils. *Geotech. Geolog. Engng* 19, Nos 3-4 pp211-241.
- 3) Sivakumar, V. et al. (2010). Mechanical behaviour of unsaturated skaolin (with isotropic and anisotropic stress history). Part 1: wetting and compression behaviour. *Geotechnique* 60, No.8, pp581-594.



写真-1 締固め供試体