

## 静的締固め方法の違いが不飽和締固め土の力学的性質に与える影響

岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 (フェロー会員) 吉村優治  
 岐阜工業高等専門学校 建設工学専攻 (学生会員) 湯下清史  
 岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 (学 生) 大西将仁  
 神戸大学 工学部建設学科 (正会員) 加藤正司

### 1. はじめに

不飽和土の力学試験は大掛かりかつ複雑なことから、不飽和土の力学データは非常に少ないのが現状である。本研究室では、平成7年度に岐阜高専吉村研究室と共同研究者加藤が開発したサクシオンおよび体積変化が測定できる一軸圧縮試験機を用いて、種々の方法で締固めた不飽和土の力学的データの蓄積を行っている。本報は、一軸圧縮試験用供試体(直径50mm,高さ100mm)を静的に締め固めて作成した場合の力学挙動について報告したものである。

### 2. 研究の概要

現場で行われているローラー等で締め固める転圧式に相当する供試体を室内試験で作成する場合、ペロフラムシリンダーを用いた加圧で締め固める静的締固め方法により供試体を作成することができる。本研究では、供試体への締め固め応力が測定できる静的荷重法と、任意の乾燥密度の供試体を作成できる静的密度法の2種類により静的締固め供試体を作成した。

静的荷重法は、モールド(内径50mm,高さ300mmの鉄製の円筒で内面フッ素樹脂加工済)にスペーサーディスク(60mm×2枚,20mm×2枚,10mm×2枚)を挿入しながらペロフラムシリンダーを加圧させるもので、直径50mm,高さ120mmの供試体を作成する。静的荷重法で作成した供試体の締め固め応力別の締め固め曲線を図-1<sup>1)</sup>に示す。

静的密度法は、基本的には静的荷重法と同様にスペーサーディスクを挿入しながらペロフラムシリンダーを加圧させることで直径50mm,高さ120mmの供試体を作成するが、挿入の際、所定の密度で加圧を強制的に終了させることで任意の密度の供試体を作成することができる。しかし、供試体への締め固め応力が未知となる欠点がある。

そこで本研究では、静的荷重法と静的密度法で作成した供試体の初期状態(含水比,乾燥密度)を揃え、両者の供試体内の密度,含水比分布状態や力学的性質を比較することで、両方法で作成した静的締固め供試体の差違について検討したものである。

### 3. 試料および供試体

#### 3.1 試料

試料は「土質工学会・不飽和地盤の安定性に関する研究委員会」が計画・実施した不飽和土の一斉試験<sup>2)</sup>で指定されたDLクレー(商品名)を用いた。DLクレーは昭和ケミカル株式会社で製造されたものであり、原材料はカオリンと珪石で粒度は人工的に調整されている。DLクレーの物理的性質を表-1に示す。

#### 3.2 供試体

全ての供試体はモールド(内径50mm,高さ300mmの鉄製の円筒で内面フッ素樹脂加工済)に試料を詰め、スペーサーディスク(60mm×2枚,20mm×2枚,10mm×2枚)を挿入しな

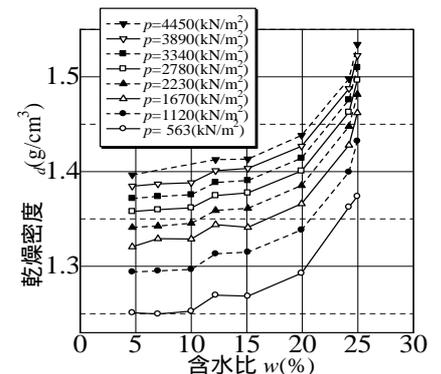


図-1 静的締固め曲線(荷重法)<sup>1)</sup>

表-1 DLクレーの物理的性質

土粒子の密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.679
液性限界	NP
塑性限界	NP
砂分(%)	0.10
シルト分(%)	95.20
粘土分(%)	4.70
最大粒径(mm)	0.250
60%粒径(mm)	0.030
50%粒径(mm)	0.025
30%粒径(mm)	0.024
10%粒径(mm)	0.014
均等係数	2.1
曲率係数	1.3

表-2 比較した供試体の初期状態

供試体	締め固め応力	含水比	乾燥密度	飽和度	間隙比
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[%]	[g/cm <sup>3</sup> ]	[%]	
荷重法	951	9.77	1.277	23.85	1.097
密度法	1670	9.39	1.287	23.25	1.082
密度法	4450	9.71	1.286	24.04	1.082

がらペロフラムシリンダーを加圧させる方法で作成するが、最後にスペーサーディスクを挿入した際に、モールドを反転させている。静的荷重法では 951 kN/m<sup>2</sup> で加圧し、静的密度法では 1670kN/m<sup>2</sup>, 4450kN/m<sup>2</sup> の 2 種類の締固め応力で供試体を作成し、静的荷重法で作成した供試体と共に締固め応力の違いが与える影響について比較する。力学的性質を比較するため一軸圧縮試験で用いた供試体の初期状態を表 - 2 に示す。

4. 密度試験結果と考察

高さ 100mm の供試体を高さ 25mm ごとに 4 分割し、供試体の最上部、上部、下部、最下部の乾燥密度を求めることで供試体内の締固め具合を比較する。密度試験を行った供試体は、一軸圧縮試験で用いた供試体(表 - 2)と同様の初期状態になるよう作成している。

図 - 2 は供試体高さに対する乾燥密度の変化を示したものであり、全ての供試体において、乾燥密度は上部が大きく、下部ほど小さくなっており、完全には均質にはなっていないことがわかる。しかし、供試体の平均乾燥密度に対する供試体最下端と最上部での相対誤差は僅か 2~3% であり、供試体作成方法による差違はほとんど見られない。

なお、紙面の都合で図表は省略するが、含水比約 24% で作成した供試体についてもこれと同様の傾向を得ている。

5. 一軸圧縮試験結果と考察

力学的性質を求めるにあたり、JIS A 1216<sup>3)</sup> に準じて一軸圧縮試験(供試体寸法 50mm, H 100mm, せん断速度 0.2%/min)を行う。試験には、サクシオンを測定するため供試体下部にセラミックディスクと、負の圧力まで測定可能な間隙水圧計を取り付けた一軸圧縮試験装置を用いる。この装置は供試体を小さなセルで覆い、水の出入量を計測することにより、体積変化の測定を可能にしている。

表 - 2 で示した供試体を用いて一軸圧縮試験を行った結果を図 - 3 に示す。a) ~ c) より、圧縮応力、サクシオン、体積ひずみと圧縮ひずみの関係は、全ての供試体で類似した傾向を示していると判断でき、締固め応力の違いは力学的性質に影響しないと考えられる。また、含水比 24% 程度で作成した供試体の比較結果からも同様な傾向を確認している。以上のことから、静的密度法で作成した供試体は、静的荷重法と同等の力学的性質を持つことは明らかであり、静的密度法の締固め応力は図 - 1 の締固め曲線に供試体の初期状態を重ね合わせることで推測できると考えられる。

6. おわりに

本研究の結果より、静的締固めで作成した不飽和供試体は作成方法が異なっても初期状態(密度, 含水比)が等しければ同等の力学的性質を持つことが明らかとなった。

参考文献

- 1) 池本宏文：不飽和土の水分保持特性に関する研究，岐阜工業高等専門学校環境都市工学科平成 10 年度卒業論文，1999. 2.
- 2) 阿部廣史・畠山正則：不飽和土の一斉一軸・三軸圧縮試験の結果について，不飽和地盤の調査・設計・施工に関する諸問題シンポジウム発表論文集，土質工学会，pp. 23~58，1993. 1.
- 3) (社)地盤工学会：土質試験の方法と解説 - 第一回改訂版 - ，pp. 430~440，2000. 3.

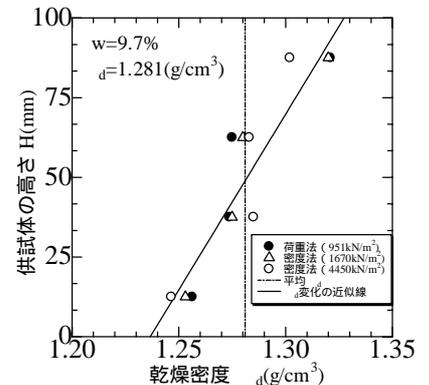
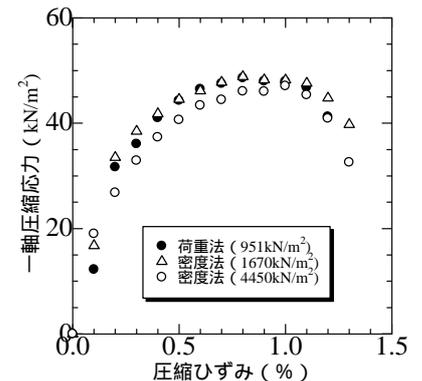
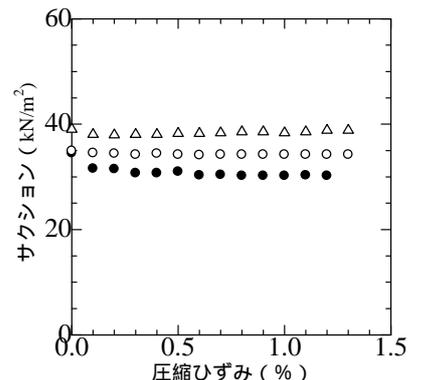


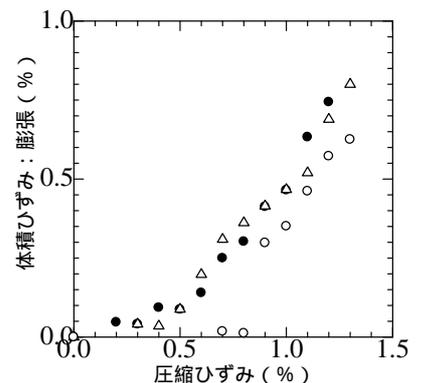
図 - 2 密度試験結果



a) 圧縮応力と軸ひずみの関係



b) サクシオンと軸ひずみの関係



c) 体積ひずみと軸ひずみの関係

図 - 3 一軸圧縮試験結果