

排水距離の異なる粘土供試体の二次圧密特性

Secondary consolidation properties of clay specimen with different drainage distance

○内野 椋太¹, 川俣 良斗¹, 鎌尾 彰司²

Ryota Uchino¹, Yoshito Kawamata¹, Shoji Kamao²

Abstract: In this study, experiments were conducted to apply different drainage distance to the same clay to consolidation characteristics. The clay used was Kasaoka clay, which was drainage distance for a certain time with a pre-consolidation pressure of p_0 . Consolidation tests were conducted by step loading in accordance with JIS standards. Based on the experimental results, the Secondary consolidation characteristics of Kasaoka clay with different drainage distance were clarified.

1. はじめに

軟弱地盤上の盛土によって発生する長期沈下と二次圧密の関係が古くより検討されている。軟弱地盤が厚く堆積している箇所において、盛土や造成を行う場合、二次圧密沈下が問題になることが挙げられる。粘性土の圧密現象のうち、Terzaghiの圧密理論に従って生じる沈下は一次圧密と呼ばれ、その理論で説明できない沈下が二次圧密として区分されている。この二次圧密として説明されている粘性土の挙動は、従来から多くの研究者により、その解明のための取り組みがなされているが、統一的な説明は未だ見られない。

本研究では、排水距離の異なる供試体における圧密沈下の挙動を明らかにすることを目的としている。対象土として、笠岡粘土を用いて所定の先行荷重 p_0 で所定時間の予圧密を行った人工粘土を用いた。また、供試体の初期高さ $H_0=1\text{cm}$ と $H_0=2\text{cm}$ の2通り作成し、同一の実験を行いそれぞれの特性を比較した。さらに、同一の供試体初期高さ H_0 で、先行荷重 p_0 を変化させ、JIS規格の段階載荷による圧密試験を実施した。その結果をもとに排水距離の異なる粘土の圧密諸特性について検討を行った。

2.2 供試体作成方法について試料及び試験方法

供試体は大型圧密試験により作成する。供試体作成は、笠岡粘土に初期含水比 w_0 を90%になるように加水しミキサーを使用する。この初期含水比 w_0 の値は液性限界の約1.7倍であり、均一に攪拌することができる。十分に攪拌し、用意した粘土試料を直径30cmの大型圧密試験機へ試料を投入し、所定の先行荷重で圧密を実施する。先行荷重は20, 50, 100kN/m²の3種に設定し荷重を載荷した。圧密打ち切り時間は、双曲線法により一次圧密が95%以上を確認できた段階で圧密試験機から取り外し、供試体を作成した。

2.3 圧密試験について

作成した粘土試料を用いて供試体を高さ2cm, 1cm内径6cmの圧密リングに押し込み、圧密容器を組み立て、供試体を浸水させて上下面の排水を許し、側方変位を拘束した状態で荷重を初期値から順に2倍ずつ段階的に24時間載荷し、その時間と圧密量を測定する方法である段階載荷による圧密試験(JIS A 1217)を実施した。本研究における試験条件をTable 2に示す。

2. 実験方法

2.1 笠岡粘土の土性値

本研究で使用する笠岡粘土は岡山県笠岡市周辺の古代三紀層に豊富に埋蔵されている粘土の特性を生かし、その有効利用をはかるために開発された人工粘土である。笠岡粘土土性値をTable 1に示す。

Table 1. Soil properties of Kasaoka clay

Soil particle density ρ_s (Mg/m ³)	27.1
Liquid limit w_L (%)	53.1
Plastic limit w_p (%)	23.2
Plasticity index I_p (-)	29.9

Table 2. Test conditions

Preload p_0 (kN/m ²)	Initial height of specimen H_0 (cm)	Maximum drainage distance H_d (cm)	Initial moisture content w_0 (%)
20	1.0	0.5	55.0
20	2.0	1.0	54.8
50	1.0	0.5	46.9
50	2.0	1.0	46.4
100	1.0	0.5	41.1
100	2.0	1.0	40.8

1: 日大理工・学部・土木 2: 日大・教員・土木

3. 結果及び考察

3.1 圧密圧力 p と二次圧密速度 ϵ_α の関係

二次圧密速度 ϵ_α と圧密圧力 p の関係を示したのが Figure 1 である. Figure 1 を見てみると, どの先行荷重においても, 二次圧密速度 ϵ_α のピークが 0.6~0.75 の範囲に収まっているため, 先行荷重 p_0 の大きさは二次圧密速度 ϵ_α の大きさに影響がないことが考えられる. また, Figure 2 は, 圧密圧力比と二次圧密速度の関係を示したものである.

Figure 2 を見てみると, 圧密圧力比 p/p_c が 1 を超えたあたりから二次圧密速度 ϵ_α に違いが現れ始め, ピークの大きさに 2 つの傾向を確認できた. 最大排水距離 $H_d=1\text{cm}$ と最大排水距離 $H_d=2\text{cm}$ の二次圧密速度 ϵ_α のピークを比較してみると, ピークを迎える際の圧密圧力の大きさは同様であるものの, 最大排水距離 $H_d=1\text{cm}$ が 0.65 近辺であるのに対して, 最大排水距離 $H_d=2\text{cm}$ は 0.7 近辺であることが分かる. これは最大排水距離 $H_d=1\text{cm}$ の供試体が最大排水距離 $H_d=2\text{cm}$ の供試体と比べて, 正規圧密時に圧密の進行が早く, 沈下量が大きかったためであると考えられる.

高木らの研究では, 最大排水距離 H_d の異なる大阪湾粘土を使用して, 長期圧密試験を行い, 長期圧密の挙動を考察している. その結果, 圧密の初期段階では, 最大排水距離 $H_d=10\text{cm}$ に比べ, $H_d=1\text{cm}$ の方が, 体積ひずみが大きい, 103 分を超えたあたりから, $H_d=10\text{cm}$ の方が上回る傾向が確認されている. このことから, 最大排水距離 H_d が小さい供試体は圧密の進行が早く, 早い段階で圧密終了するのに対して, 最大排水距離 H_d が大きい供試体は圧密の進行が遅く, なだらかに圧密が終了していくことが考えられる.

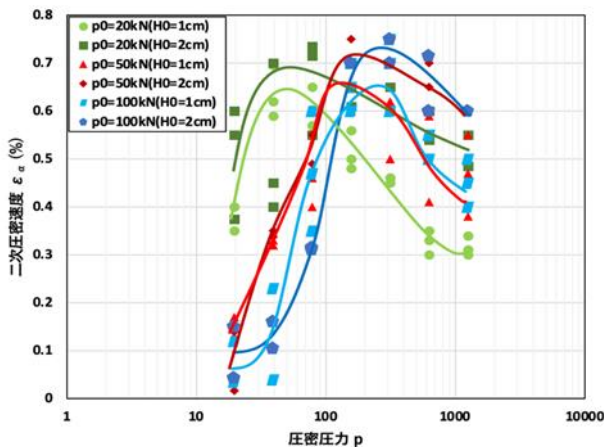


Figure 2. Relationship between p and ϵ_α .

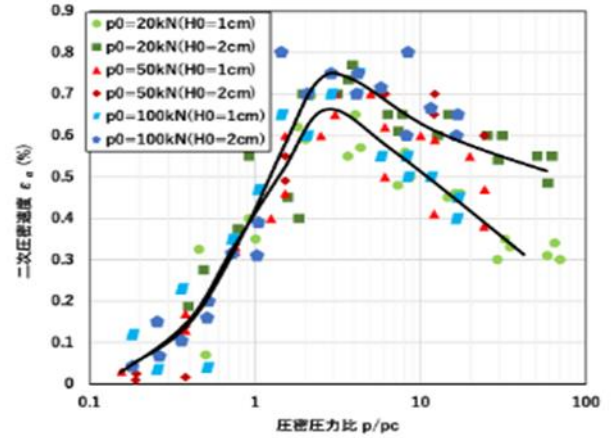


Figure 3. Relationship between p/p_c and ϵ_α .

4. まとめ

圧密圧力 p と二次圧密速度 ϵ_α の関係から, 供試体初期高さ H_0 が小さく, 最大排水距離 H_d が小さい供試体は圧密の進行が早く, 圧密終了が早いのに対し, 供試体初期高さ H_0 が大きく, 最大排水距離 H_d が大きい供試体は圧密の進行が遅く, なだらかに圧密終了していくことが確認できた. 本研究では, 笠岡粘土を用いて, 最大排水距離 H_d の違いによる特徴に着目して実験を行ったが, 試料の種類により圧密の進行に変化が現れることが考えられるため, 今後, 複数の試料で同一の最大排水距離 H_d における諸特性の違いを研究することが望まれる.

5. 参考文献

- [1] 令和3年度 卒業論文:「先行荷重の異なる粘土供試体の圧密諸特性に関する研究」
- [2] 土質工学会論文報告集:「粘性土の二次圧密における荷重条件の影響」, vol.27, No.2, pp.93-106, june1987 [4] 東海大学紀要工学部:「二次圧密モデルに関する一考察」, vol.58, No.1, pp.1-5, 2018
- [3] 第17回土質工学研究発表会:「粘土の二次圧密特性についての考察」, pp.237-240, 1982
- [4] 高木, 杉山:長期圧密試験の二次圧密計算手法に関する一考察
- [5] 第37回土木学会関東支部技術研究発表会