

先行荷重の異なる粘土の圧密諸特性

Consolidation properties of clays with different pre-consolidation pressures

平山瞬太郎¹, 〇三橋洸太¹, 鎌尾彰司²Shuntaro Hirayama¹, Kota Mitsuhashi¹, Shoji Kamao²

Abstract: In this study, experiments were conducted to apply different pre-consolidation pressures to the same clay to consolidation characteristics. The clay used was Kasaoka clay, which was pre-consolidated 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 consolidation characteristics of Kasaoka clay with different pre-consolidation pressures 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。¹⁾ 軟弱地盤が厚く堆積している箇所において、築堤や拡築を行う場合、二次圧密沈下が問題になることが挙げられる。²⁾ 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、先行荷重が異なる粘土の二次圧密特性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 で所定時間の余圧密をした人口粘土を用いた。また、得られる諸特性を求めするために、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。その結果をもとに二次圧密速度と圧密圧力、圧密圧力比との関係、先行荷重と圧密降伏応力との関係を調べ、粘土の圧密諸特性について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 笠岡粘土の土性値

笠岡粘土の土性値を Table 1 に示す。

Table 1. Soil properties of Kasaoka clay

土粒子の密度 ρ_s (Mg/m ³)	2.71
液性限界 w_L (%)	53.1
塑性限界 w_p (%)	23.2
塑性指数 I_p (-)	29.9

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 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 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 30 cm 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, 100, 300kN/m² の 4 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、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。

3. 結果及び考察

3.1 先行荷重 p_0 と圧密降伏応力 p_c の関係

先行荷重 p_0 と圧密降伏応力 p_c の関係を調べたのが Figure 1 である。Figure 1 より、先行荷重 $p_0 \approx$ 圧密降伏応力 p_c と読み取れることから、本研究で用いた笠岡粘土は正規圧密状態であることが分かる。

3.2 二次圧密速度 ε_a について

二次圧密速度の定義について示す。各載荷段階ごとの時間-沈下量曲線 (対数目盛) の中で、理論圧密度 100% までの一次圧密以降の部分が二次圧

1: 日大理工・学部・土木 2: 日大・教員・土木

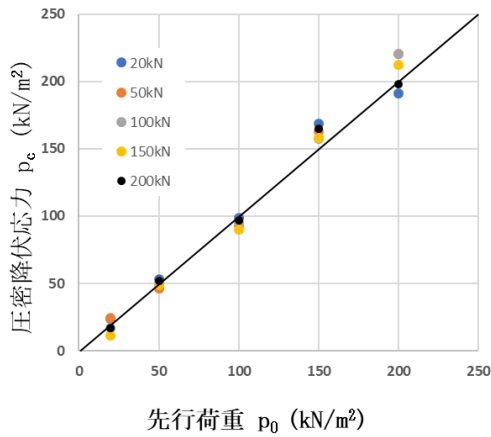


Figure 1. Relationship between p_0 and p_c

密である。本研究では、時間-沈下量曲線（対数目盛）の二次圧密領域で直線的に進行する特性より、その直線勾配を $\Delta S / \Delta \log t$ とし、二次圧密速度 ϵ_α を次式(1)のように定義した。

$$\epsilon_\alpha = \frac{\Delta S}{H_0 \log t} \times 100 (\%) \dots (1)$$

3.3 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 の関係を調べたのが Figure2 である。本研究で用いた笠岡粘土の二次圧密速度 ϵ_α は載荷直後から圧密圧力 p の増加に伴い、二次圧密速度も大きくなっていき、圧密降伏応力の約2~3倍付近で最大値を示すような傾向になった。これは、過圧密領域では二次圧密速度 ϵ_α が小さく抑えられ、正規圧密領域に入ってから二次圧密速度 ϵ_α が大きくなることによるものと考えられる。そのため、過圧密状態においては、沈下量だけでなく長期に渡る沈下挙動も抑えられる効果が確認された。

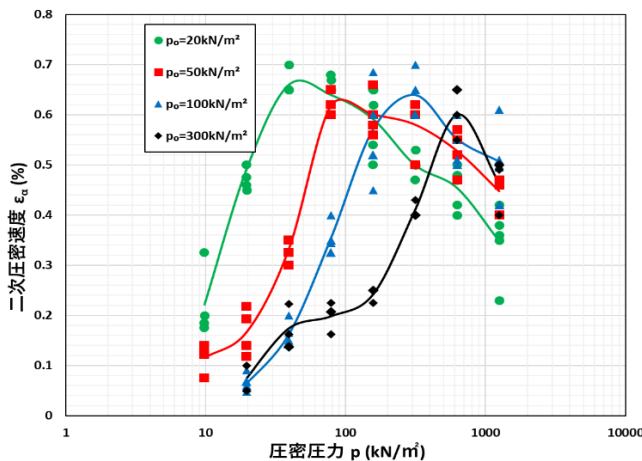


Figure 2. Relationship between p and ϵ_α

3.4 圧密圧力比 p/p_c と二次圧密速度 ϵ_α の関係

二次圧密速度 ϵ_α と圧密圧力比 p/p_c の関係を調べたのが Figure3 である。圧密圧力 p_c は各荷重の定数となるため、先行荷重 p_0 が異なっても曲線が重なるような傾向が確認された。また、全体的な傾向として圧密圧力比 p/p_c が1を超えた時点からばらつきが大きくなっていることが確認できる。これは、圧密圧力が増加していく過程で、二次圧密速度のピークを迎えるタイミングに違いがあることが影響しているのではないかと考えられる。

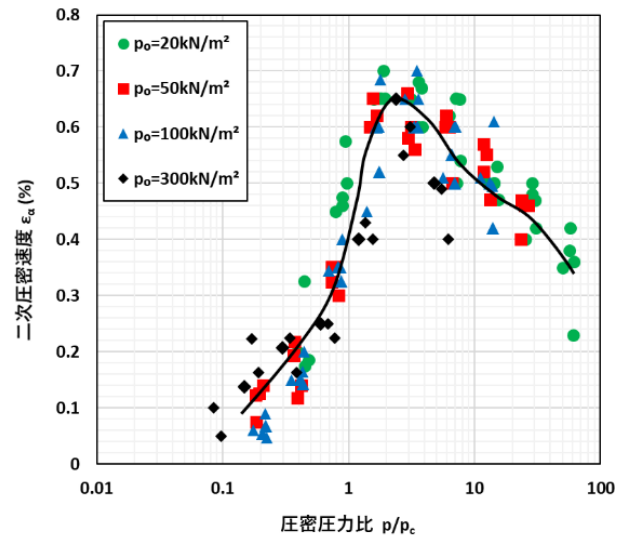


Figure 3. Relationship between p/p_c and ϵ_α

4. まとめ

- (1) 先行荷重 p_0 と圧密降伏応力 p_c の関係から 1:1 線上に点が見られることが確認できた。
- (2) 圧密圧力 p と二次圧密速度 ϵ_α の関係から先行荷重 p_0 が大きいものほど、二次圧密速度 ϵ_α のピークが、より大きな圧密圧力で見られることが確認できた。
- (3) 二次圧密速度 ϵ_α と圧密圧力比 p/p_c の関係から、先行荷重 p_0 が異なっても曲線が、 p_c の2倍付近にピークが見られることが確認できた。

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, June 1987 [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