

岐阜県北部に分布する珪藻土の力学特性に関する実験的研究

岐阜大学 正会員 ○ 重松 宏明・八嶋 厚

岐阜大学 学部生 戸塚 大介・園原 宏和

1. 緒言

多くの珪藻で構成される地盤（珪藻土）の自然含水比は非常に高く、土木施工に伴う地盤の不安定化は大変大きな問題となっている¹⁾。筆者らは、岐阜県北部に広く分布する珪藻土をブロックサンプリングによって採取して、一連の室内実験（等方圧密試験、一軸圧縮試験、等方圧密三軸圧縮（CIU）試験）および走査型電子顕微鏡（SEM）観察を行い、珪藻土の力学特性および骨格構造を把握した。

2. 珪藻土のSEM観察と室内実験

岐阜県北部に広く分布する珪藻土は、第四紀更新世初期に火山噴出物によって堰き止められた湖沼に淡水性珪藻が堆積した地盤である。筆者らは、乱れの少ない高品質の試料を得るためにブロックサンプリングを実施した。平均自然含水比は205%で、液性限界はかなりのばらつきがあるものの170%程度で自然含水比の方が液性限界よりも高くなっている。

珪藻土の骨格構造を把握するためにSEM観察を行った。写真-1は、採取した乱さない珪藻土の電子顕微鏡写真を示しており、撮影に用いた試料は、地盤に対して垂直な面（鉛直断面）を真空乾燥法（試料を真空乾燥した後に金蒸着）により作成した。写真から、珪藻土中には直径約10 μ mの筒状と直径約50 μ mの板状の珪藻遺骸およびその破砕小片が全体に分布している。粒度については、粒度試験が困難であったため行っていないが、写真から5 μ m以下の粘土分および数十 μ mのシルト分も所々に含まれていることがわかる。写真-2は、採取した珪藻土を425 μ mのふるいで裏ごしした後（液性限界試験を行う前の状態）、自然乾燥させて、そのままの状態撮影（WET-SEM）した写真である。珪藻の殻は数nmと非常に薄いため、物理的に破壊されやすく化学的にも溶食されやすい。しかしながら、多くの珪藻は殻の破片が所々に散らばっているものの、筒状の形を保っていることがわかる。

図-1は、写真-1で示した乱さない珪藻土および筆者ら²⁾が以前に報告した上部大阪洪積粘土（久宝寺・鶴見洪積粘土）の等方圧密試験結果である。珪藻土の初期間隙比 e_0 (=5.44)は、上部大阪洪積粘土と比べて非常に大きい。それにも関わらず、珪藻土の等方圧密降伏応力 p_c (=720kPa)は、上部大阪洪積粘土の p_c (久宝寺:333kPa、鶴見洪積粘土:580kPa)よりもかなり大きくなっている。また、珪藻土の圧縮指数 C_c は2.94で、上部大阪洪積粘土の C_c (久宝寺:0.753、鶴見洪積粘土:1.17)と比べて、2倍以上の大きな値を示している。

図-2に一軸圧縮試験の結果を示す。図より、珪藻土は脆性的な挙動を示しており、一軸圧縮強度も400kPa近くあ

る。また、珪藻土は繰り返すと自立できなくなるため、鋭敏比を求めることは困難である。

珪藻土の力学特性を把握するためにCIU試験を行った。まず最初に、正規圧密領域（過圧密比1.0）において初期の p_c (=720kPa)とほとんど同じ応力(=715kPa)で圧密した供試体（乱さない試料）および初期の p_c をはるかに越えるような大きな応力(=1274kPa)で圧密した供試体（乱した試料）について非排水せん断試験を行った（図-3）。ひずみ速度は0.005%/minである。なお、両者の結果をそれぞれの p_c で正規化した。応力-ひずみ関係より、乱さない試料は乱した試料と比較してひずみ硬化領域が小さく、ピーク点を過ぎてからのひずみ軟化挙動が顕著である。有効応力径路から、乱した試料の方が乱さない試料よりも大きな負のダイレイタンスーを発生した後、critical stateに至ることがわかる。また、過圧密領域（過圧密比2.0および4.0）についてもCIU試験を行った（図-4）。ひずみ速度は0.005%/minである。応力-ひずみ関係より、両者ともにピーク点を過ぎるとひずみ軟化挙動を示しており、過圧密比4.0の方が過圧密比2.0よりもピーク強度が小さくなっているのがわかる。有効応力径路より、過圧密比4.0は真上に立ち上がっていることからやや正のダイレイタンスーを、過圧密比2.0は、顕著な負のダイレイタンスーを発生した後critical stateに至ることがわかる。

4. 結論

本研究において明らかになったことは、(1)SEM観察より、珪藻土を425 μ mのふるいで裏ごししても土中の珪藻遺骸は、あまり破壊されずに残っていることから、珪藻遺骸は人為的な外力に対して強いといえる。(2)珪藻土は、堆積された珪藻の内部に多量の水を含んでいるため、他の自然粘土と比較して初期間隙比が大きく、 p_c を過ぎてからの圧縮性も非常に大きい。(3)一軸圧縮試験から、珪藻土は堅固ではあるが、非常に鋭敏であるため、現位置における地盤の評価は注意が必要である。(4)CIU試験から、珪藻土の骨格構造を大きな応力で変化させると、乱さない珪藻土に比べて延性的な挙動を示す。また、過圧密領域におけるダイレイタンスー特性などから、珪藻土は自然粘土と同様な力学特性を示すと考えられる。

参考文献

- 1) 八嶋厚, 重松宏明, 岡二三生, 岡田幸久: 珪藻土の工学的性質が切取り面安定に及ぼす影響, 土木学会第53回年次学術講演会, pp.478~479, 1998.
- 2) 八嶋厚・重松宏明・岡二三生・長屋淳一: 最上部大阪洪積粘土の力学特性と内部構造変化, 現在, 土木学会論文集に投稿中.
- 3) (社)地盤工学会関西支部: 海底地盤, pp.112~145, 1995.

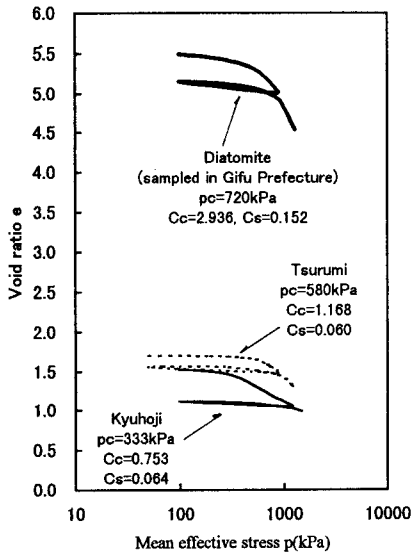


図-1 等方圧密試験結果

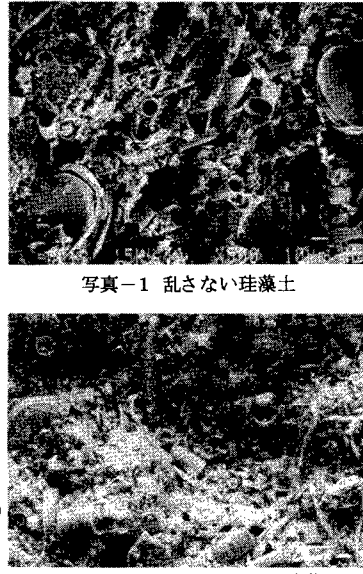


写真-2 ふるいで裏ごしした珪藻土

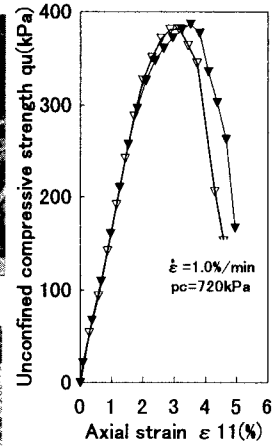


図-2 一軸圧縮試験結果

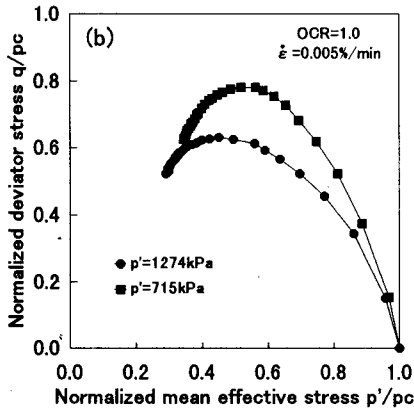
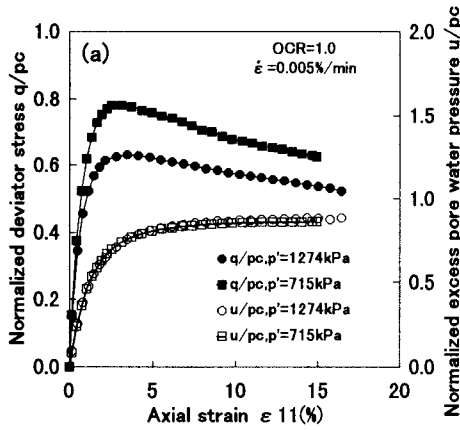


図-3 珪藻土の(a)応力-ひずみ関係および(b)有効応力径路

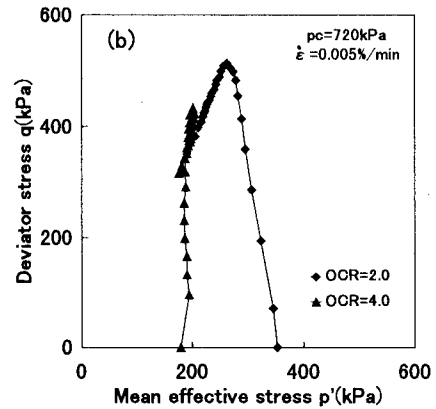
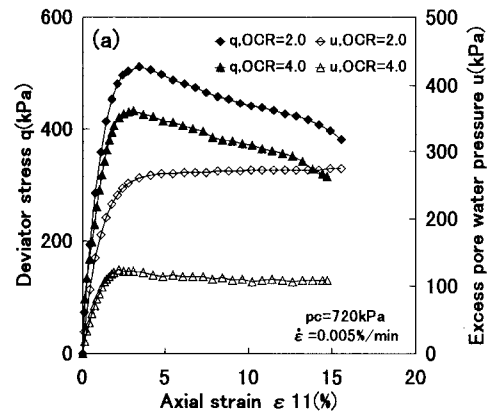


図-4 珪藻土の(a)応力-ひずみ関係および(b)有効応力径路