

予備圧密段階の異方性が繰り返し粘土供試体の非排水せん断挙動に及ぼす影響

名古屋大学工学部 正会員 浅岡顕・中野正樹・野田利弘・山田英司・金田一広 学生会員 中井健太郎
○不動建設(株) 正会員 関 友亮

1.はじめに

自然堆積粘土は、堆積過程・環境に応じて構造や異方性が発達し、ほとんどの場合、過圧密状態になっている。このため、自然堆積粘土は複雑な変形挙動を示す。本報告では、十分に繰り返して構造を低位化させ正規圧密状態にした粘土に限定し、その供試体作成時の予備圧密段階で生じる異方性のみに着目して、異なる等方圧密圧力下での側圧一定非排水三軸圧縮と伸張せん断試験結果から、この異方性がその後の非排水せん断挙動にどのような影響を及ぼすかについて述べる。

2.「鉛直採取」粘土供試体の側圧一定非排水三軸圧縮・伸張せん断試験

試験に用いた試料は、東京湾エリアで採取された川崎粘土で、比重 $G_s=2.737$ 、液性限界 $w_L(\%)=50.5$ 、塑性限界 $w_p(\%)=24.7$ である。この試料に液性限界の2倍になるように蒸留水を加えて十分に攪拌し、鉛直応力 196kPa で一次元的に予備圧密を行う。その後、せん断円筒供試体(高さ 8cm, 直径 3.5cm)の軸が鉛直方向になるように圧密層から採取して成形した供試体(「鉛直採取」供試体)に対し、拘束圧 294kPa, 490kPa で等方圧密を行う。図1に、以下で述べるせん断試験について、等方圧密後(せん断開始時点)の比体積をまとめて示しておく。

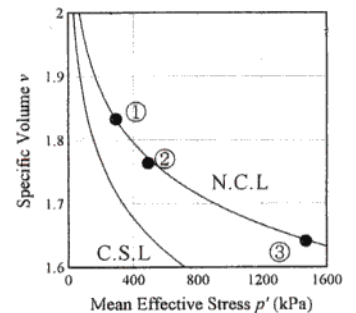


図1 初期比体積

これらの粘土供試体を用いて、軸ひずみ速度 0.007%/min で、側圧一定の非排水三軸圧縮・伸張せん断試験を実施した。図2、図3にその結果を示す。なお、図中の限界状態線(C.S.L.)は非排水三軸圧縮せん断試験により求めたもので、以後同様である。図2と図3の平均有効応力 p' ~ 軸差応力 q 関係では、それぞれの試験で、拘束圧に応じてほぼ相似な挙動を示し、典型的な正規圧密粘土の挙動を示している。ただし、軸差応力 q ~ 軸ひずみ ε_a 関係で供試体に「エレメント」とは言えなくなるようなせん断面の発生が見られると、拘束圧に応じて挙動が異なる。また、伸張試験では圧縮試験で得られた「限界状態線」に到達しておらず、非排水「強度」も小さい。

3.「水平採取」供試体の圧縮・伸張せん断挙動

円筒供試体の軸が水平方向になるように圧密層から採取した供試体(「水平採取」供

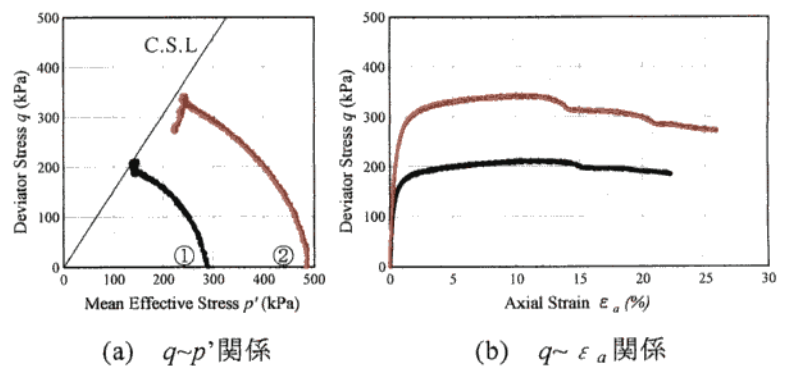
(a) $q \sim p'$ 関係 (b) $q \sim \varepsilon_a$ 関係

図2 「鉛直採取」供試体の三軸圧縮試験結果

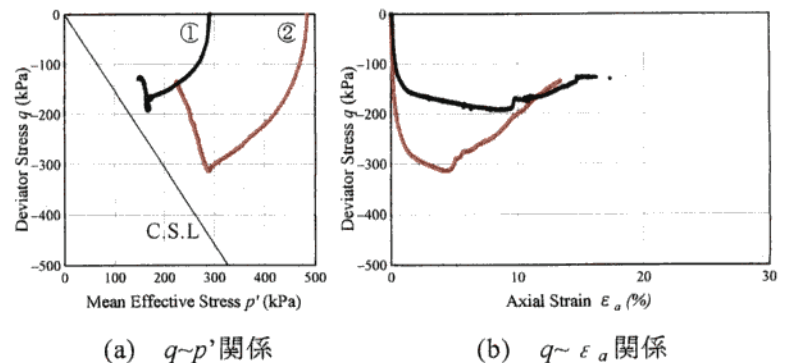
(a) $q \sim p'$ 関係 (b) $q \sim \varepsilon_a$ 関係

図3 「鉛直採取」供試体の三軸伸張試験結果

繰り返し、粘土、非排水、異方性、予備圧密

〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻 TEL 052-789-3833, FAX:052-789-3836

試体) に対し、拘束圧 294kPa で非排水三軸圧縮・伸張試験を実施した。試験結果を図4、図5に示す。2.での試験結果と比較すると、図2(a)と図4(a)から、圧縮側では非排水強度が鉛直採取供試体(210kPa)より水平採取供試体(170kPa)の方が小さく、有効応力経路が「寝ている」(q の増加量に比べ p' の減少量が多い)ことがわかる。また、図3(a)と図5(a)から、伸張側では、せん断強度が鉛直採取供試体より水平採取供試体の方が大きく、有効応力経路が「立っている」ことがわかる。

4. 高圧で等方圧密した鉛直および水平採取粘土供試体の非排水圧縮せん断挙動

2.と3.で得られた鉛直採取供試体と水平採取供試体のせん断挙動の違いについて、予備圧密段階において十分な攪拌後に一次的ではあるが、せん断応力を受けながら塑性的な大変形を受けることに着目し、この塑性変形に伴い応力に誘導されて発達した異方性^{1),2),3)}が、2.と3.の試験で与える大きさ程度の等方圧密(拘束圧 294kPa、490kPa)時に消えていなかったと考えて、1470kPaの高圧で等方圧密した鉛直と水平採取供試体に対し、側圧一定の非排水三軸圧縮試験を実施した。なお、伸張試験は試験機の都合上実施していない。試験結果を図6に示すが、両供試体のせん断挙動が一致していることがわかる。また、低拘束圧での圧縮試験(図2)よりも「寝た」挙動を示している。

5. おわりに

4.で述べた、十分に繰り返して予備圧密を行い、しかも高圧で等方圧密/圧縮した粘土(供試体)は、構造が十分に低位化していて、異方性がない正規圧密粘土と言える。また、「圧密圧力 294~490kPa 程度の等方圧密された鉛直採取供試体は、伸張側強度が圧縮側よりも小さく、水平採取供試体ではその逆になること」について、せん断試験を行う供試体に(初期)異方性があるとすれば、文献1)~3)の視点から説明しうる。今後、圧縮と伸張で違いを生じさせる中間主応力の影響等は、どの程度の圧密圧力であれば異方性が消えるかなども見極めながら、等方高圧密繰り返し供試体で調べることを考えている。

文献

- 1) Hashiguchi & Chen (1998): "Elastoplastic Constitutive ..." Int.J. Numer. Anal. Meth. Geomech., 22, 197-227.
- 2) 安藤・浅岡他(2002): "液相から固相への変化を視野に入れた粘土の..." , 第37回地盤工学会研究発表会.
- 3) 山田・浅岡他(2002): "粘土の異方性に起因する非排水せん断挙動の変化に関する一考察", 本誌.

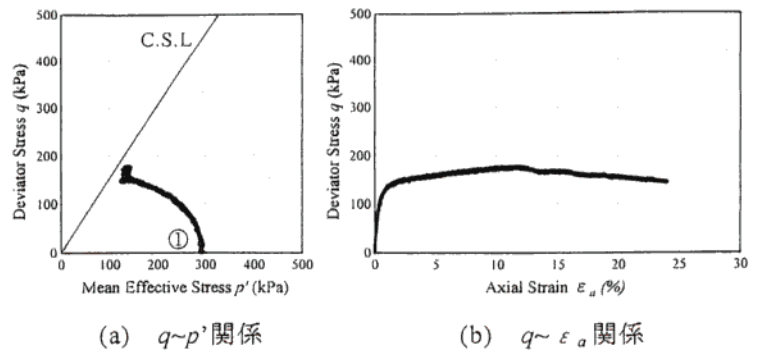


図4 「水平採取」供試体の三軸圧縮試験結果

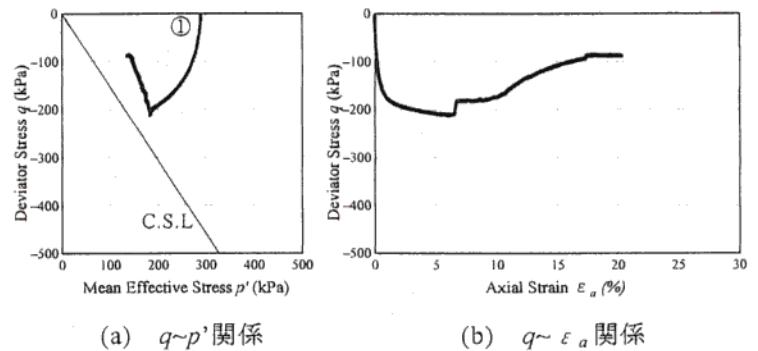


図5 「水平採取」供試体の三軸伸張試験結果

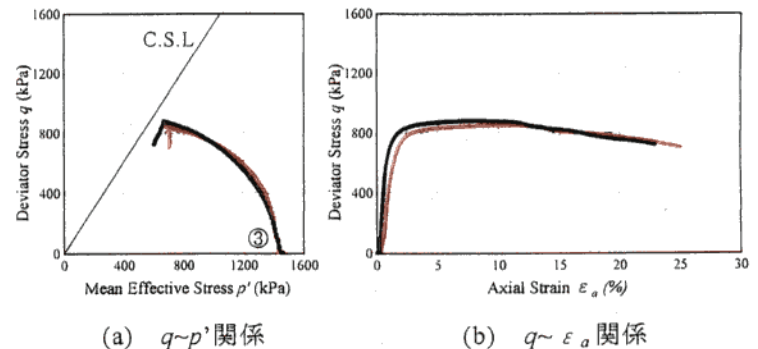


図6 「鉛直採取」供試体の三軸伸張試験結果