

過圧密比が異なる粘性土における 非排水繰返しせん断後の沈下量評価

日本大学工学部 学生会員 ○関根 優介
日本大学工学部 正会員 仙頭 紀明

1. はじめに

いわき市平地区の軟弱地盤分布地域では、昭和 50 年代から 1m 近い地盤沈下が発生している。加えて東日本大震災では、地震後に約 10cm 沈下し、その後も沈下が継続している¹⁾。これらの沈下は、正規圧密状態のシルト層で発生していることが指摘されている²⁾。そこで本研究では、このシルトの替りに模擬粘土³⁾を用いて、圧密状態が異なる供試体に非排水繰返しせん断を与えた後に、再圧密試験を行った。実験結果から、圧密状態が再圧密体積ひずみに及ぼす影響を明らかにする。加えて、再圧密体積ひずみと繰返しせん断履歴指標との関係を示した。

2. 実験方法

実験には、中空ねじりせん断試験装置を用いた。試料の物理特性は、 $\rho_s=2.638(\text{g/cm}^3)$ 、 $w_L=54.7(\%)$ 、 $w_P=30.4(\%)$ 、MH(シルト(高液性限界))である。供試体はトリミング法により作製し外径 7cm、内径 3cm、高さ 10cm の中空円筒状に成形した。その後、10kPa で予備圧密を行い CO_2 と脱気水を流した。さらに、背圧 100kPa を載荷して飽和させた。これらの方法で B 値 95%以上を得た。その後、等方圧密を行って表-1 に示す実験ケースの過圧密比 1,2,3 の圧密履歴を与えた。なお圧密終了は 3t 法により確認した。その後、所定のせん断ひずみ片振幅を与える定ひずみ非排水繰返しせん断試験を行い、目標過剰間隙水圧に到達したら試験を終了した。応力制御試験ではせん断ひずみ両振幅が 3.75%に到達したら試験を終了した。最後に再圧密を行って再圧密体積ひずみを求めた。

3. 実験結果

図-1 に正規圧密粘土及び過圧密粘土における応力ひずみ関係と有効応力経路の例を示す。応力ひずみ関係より、過圧密粘土は剛性が高く、正規圧密粘土は剛性が小さいことがわかる。また有効応力経路より、過圧密粘土は平均有効応力が 80kPa 付近で頭

表-1 実験ケース

Case	過圧密比 OCR	先行圧密応力 (kPa)	圧密応力 (kPa)	せん断ひずみ片振幅 $\gamma_{SA}(\%)$	過剰間隙水圧比 r_u	最大せん断ひずみ片振幅 $\gamma_{max}(\%)$	体積ひずみ $\varepsilon_v(\%)$
1-1	1	100	100	0.12	0.29	0.12	0.46
1-2				0.21	0.40	0.21	0.57
1-3				0.40	0.69	0.40	1.27
1-4				0.57	0.80	0.57	2.05
2-1	2	300	150	0.12	0.20	0.12	0.19
2-2				0.24	0.29	0.24	0.23
2-3				0.58	0.60	0.58	0.64
2-4				0.77	0.81	0.77	0.90
3-1	3	300	100	0.12	0.09	0.12	0.12
3-2				0.35	0.20	0.35	0.24
3-3				0.91	0.50	0.91	0.79
3-4				1.10	0.60	1.10	1.00
1-5	1	100	100	-	1.82	1.93	2.43
1-6				-	1.83	2.10	2.93
1-7				-	1.80	2.07	2.52
2-5	2	300	150	-	2.07	1.96	1.87
2-6				-	1.84	2.04	1.00
2-7				-	1.92	1.95	1.35
3-5	3	300	100	-	1.55	1.97	0.94
3-6				-	1.34	1.88	0.59
3-7				-	1.47	1.94	0.74

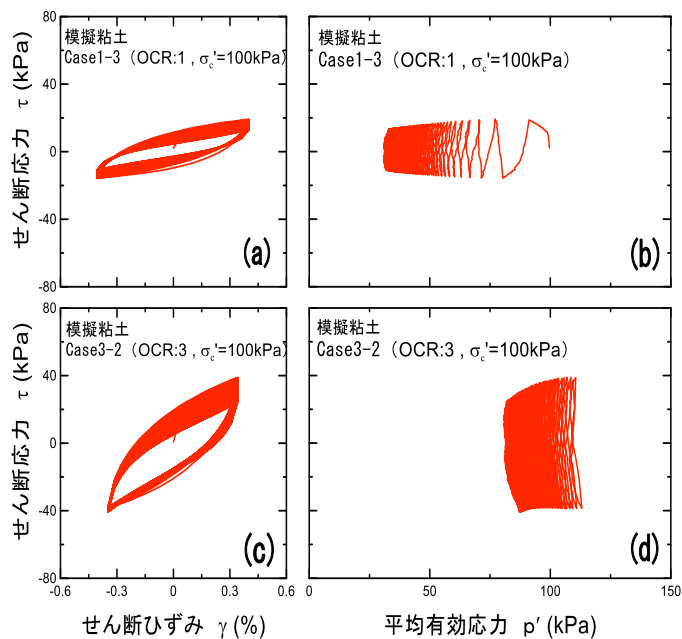


図-1 実験結果の例

(左: 応力-ひずみ関係, 右: 有効応力経路)

キーワード 地盤沈下, 過圧密比, 非排水繰返しせん断, 体積ひずみ

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 日本大学土木工学科 TEL024-956-8710

打ちになっているのに対して正規圧密粘土は 30kPa 付近まで低下している。

図-2 に再圧密体積ひずみ(ε_v)と過剰間隙水圧比(r_u)の関係を示す。図より繰返し載荷の方法によらず、 r_u の増加に伴い ε_v も増加することがわかる。また、OCR1 と 3 で圧密応力 σ_c' が 100kPa のケースは同一傾向であるが、OCR2 で σ_c' が 150kPa のケースはそれより下方に位置している。これより、 ε_v の大きさは OCR の違いに加えて、 σ_c' の大きさが影響していると考えられる。

図-3 に既往の実験データ^{2), 4)}とともに、 ε_v と r_u の関係を示す。既往の様々な自然粘土の沈下傾向は、仙台ピートといわき市の正規圧密シルトを除けば、今回の実験結果と同じである。ここで、いわき市のシルト(正規圧密)²⁾は、 r_u が小さいにも関わらず大きな ε_v を示しており、特異な挙動を示す粘性土であることがわかる。

図-4 に ε_v とせん断ひずみ片振幅(γ_{SA})の関係を示す。図より γ_{SA} が増加すると ε_v は頭打ちになる傾向がある。また、正規圧密粘土は、過圧密粘土と比べて大きな沈下挙動を示している。これより正規圧密粘土は、過圧密粘土と比べて地震によって大きな沈下が発生しやすいと考えられる。さらに、過圧密粘土は、OCR が大きくなるほど沈下量は小さくなった。なお、いわき市のシルト(正規圧密)²⁾は OCR1 の近似曲線上にあることもわかった。

4. まとめ

過圧密比が異なる粘性土を対象として非排水繰返しせん断試験とその後に再圧密を行った結果、以下のことがわかった。

- 1) 過圧密粘土は、正規圧密粘土に比べて剛性が大きく、平均有効応力の低下量も小さい。
- 2) 過剰間隙水圧比の増加に伴い、再圧密体積ひずみは増加し、両者には強い相関がみられた。
- 3) せん断ひずみ片振幅が大きくなると、再圧密体積ひずみは頭打ちになる傾向がみられた。
- 4) 正規圧密粘土は、過圧密粘土よりも沈下量が大きく、OCR が大きくなるほど沈下量は小さくなった。

<謝辞>

本研究は JSPS 科研費（課題番号：16H02362）、代表：安原一哉（茨城大学）の助成を受けました。記して謝意を示します。

<参考文献>

- 1) 川井大介, 仙頭紀明: いわき市平地区における地盤沈下量の推移と地盤の堆積構造の関係性について, 平成 28 年度土木学会東北支部技術研究発表会, III-59, 2017.
- 2) 仙頭紀明, 鈴木雄大: 地震を受けた軟弱粘性土地盤の沈下挙動に関する研究, 平成 30 年度土木学会全国大会, III-324, pp.647-648, 2018.
- 3) 清水浩平, 中村晋, 仙頭紀明, 海野寿康: 海底地盤を対象とした模型実験に用いる模擬粘土の物理・力学特性, 平成 28 年度土木学会東北支部技術研究発表会, III-46, 2017.
- 4) 鈴木猛康: 動的応力履歴を受けた飽和粘性土の沈下挙動, 応用地質, vol.25, No.3, pp.24-29, 1984.

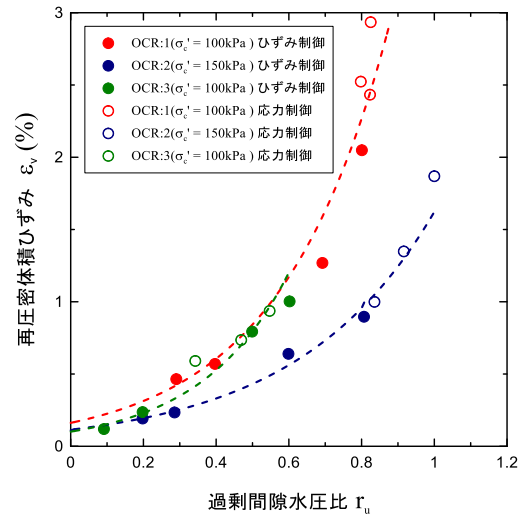


図-2 ε_v と r_u の関係

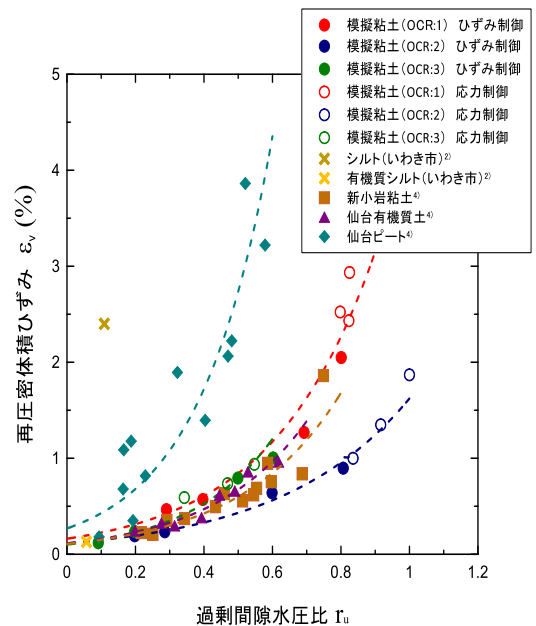


図-3 ε_v と r_u の関係

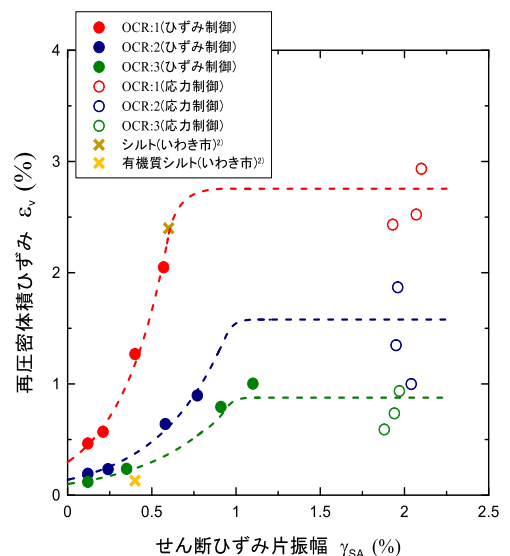


図-4 ε_v と γ_{SA} の関係