

Ⅲ-9 非排水状態で拘束圧が低下したときの残留有効応力 ー非排水強度を求めるためにー

(株)ウエスコ	正会員	○田邊裕介
(株)ウエスコ	正会員	伊豫屋紀子
愛媛大学大学院	学生会員	篠原宏治
(株)ウエスコ	正会員	八木則男

1. まえがき

粘性土地盤は掘削などにより急速な応力解放を受けた場合、全応力低下量と同量の間隙水圧が低下するため有効応力が保持され、非排水強度 c_u は変化しないと考えられてきた。このことが、試験時に全応力がゼロまで低下する一軸圧縮強度 q_u で地盤内の c_u が評価できる根拠ともなっている。しかし、 $q_u/2$ が地盤内の c_u より小さくなるという事実より、たとえ掘削直後であっても、粘性土地盤は様々な要素に起因して応力除荷前の有効応力が保持できていないと考えられる。また、粘性土は平地や海底に堆積したものや地すべり地のすべり層に存在するものなど種々の圧密状態で存在しているため、粘性土の圧密状態を考慮した上で非排水強度を評価する必要がある。本研究では、人工的に再構成した粘性土試料(図-1 中の NC, OC)と、粘性土試料の含水比を変えずに攪乱、再圧密した粘性土試料(図-1 中の RNC, ROC)を用いて非排水状態で全拘束圧がゼロまで低下した場合の供試体に残留する有効応力(以下、残留有効応力と称す)の保持について考察した。

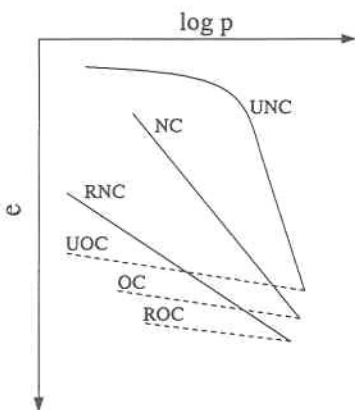


図-1 粘性土の圧密状態の概念図

表-1 試験試料の諸物性

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_p (%)	塑性指数 I_p
2.672	91.1	32.5	58.6

また、本研究では背圧を圧密開始からせん断終了まで作用させているため、全応力低下量は正規圧密試料では圧密圧力の大きさ、過圧密試料では吸水膨張後の拘束圧の大きさとなる。なお圧密後及び吸水膨張後に非排水状態で全拘束圧をゼロまで低下させることを、「拘束圧を解放する」と表記する。また、三軸試験機を用い全拘束圧をゼロまで低下させた後の非排水せん断試験を $\overline{CU}$ 試験と称す。

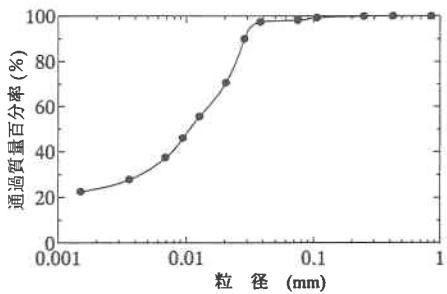


図-2 試験試料の粒径分布

2. 試料及び試験方法

試験試料は岡山県南部で採取された軟弱な粘性土である。この諸物性を表-1 に、粒径分布を図-2 に示す。試験では、この粘性土試料を液性限界以上の高含水比で練り返し、予圧密圧力 78.4kN/m² の供試体 A、予圧密圧力 294kN/m² の供試体 B を作製した。さらに、供試体 B を真空状態で含水比を変えることなく十分に手で練り返し、攪乱した供試体 B' を作製した。供試体 A、供試体 B' を用いて行った試験方法を以下に述べ、②以降に作用させた圧力条件を表-2 に示す。

表-2 試験方法②以降に作用させた圧力条件

供試体名	供試体番号	圧密圧力 (kN/m ²)	OCR	背圧 (kN/m ²)	解放前拘束圧 (kN/m ²)
A	NC1	98	1		98
	NC2	196	1		196
	NC3	392	1	147	392
	OC1	392	4		98
	OC2	392	2		196
B'	RNC1	98	1		98
	RNC2	196	1		196
	RNC3	392	1	147	392
	ROC1	392	4		98
	ROC2	392	2		196

- ① 供試体 A、供試体 B' を用い、正規圧密及び過圧密状態の $\overline{CU}$ 試験を行う。
- ② 供試体 A、供試体 B' を用い、等方圧密を 24 時間行う。

(過圧密試料は吸水膨張しながら拘束圧を低下させる)

- ③ ②の後、非排水状態で拘束圧をゼロまで解放し、間隙水圧測定後 $\overline{UC}$ 試験を行う。

3, 試験結果及び考察

図-3 に拘束圧解放後の残留有効応力と解放前拘束圧の関係を示す。まず $\overline{CU}$ 試験では、拘束圧の解放を行わないため解放前拘束圧と残留有効応力は等しい。よって図-3 では、煩雑になるのを防ぐため、原点を通る直線で示す。 $\overline{UC}$ 試験では、RNC, ROC の方が NC, OC よりも残留有効応力が小さい。この理由として RNC, ROC のせん断前の間隙比 e が小さいことが考えられる。また解放前拘束圧が大きくなるにつれて残留有効応力の低下度合いが高くなる。この理由として、拘束圧解放に伴う間隙水中の空気が遊離し、飽和状態であった供試体が不飽和になったことが影響していると考えられる。また解放前拘束圧が 196kN/m^2 及び 392kN/m^2 の場合では、残留有効応力の違いがあまり見られない。この理由として、サクシジョンによる負圧の発生限界が影響していると考えられる。そのため、解放前拘束圧がある一定値を超えると残留有効応力は収束するのではないかと考えられる。また、 $\overline{CU}$ 試験と $\overline{UC}$ 試験の結果を比較すると、供試体 A, B' 共に解放前拘束圧が大きくなるにつれて、残留有効応力の保持ができなくなっている。この理由として、先に述べた供試体が不飽和になること及び負圧の発生限界が影響していると考えられる。

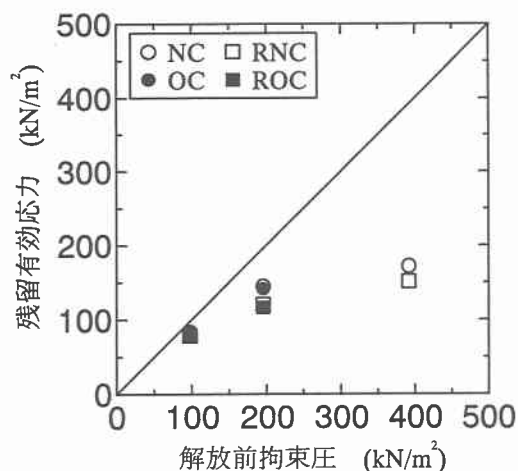


図-3 解放前拘束圧～残留有効応力の関係

4, まとめ

本研究より得られた主な結論を以下にまとめる。

- ① $\overline{UC}$ 試験では、RNC, ROC の方が NC, OC よりも残留有効応力が小さい。
- ② 解放前拘束圧が大きくなるにつれて、残留有効応力の低下度合いが高くなる。
- ③ サクシジョンによる負圧の発生限界が生じるため、解放前拘束圧がある一定値を超えると残留有効応力は収束するのではないかと考えられる。
- ④ 供試体 A, B' 共に解放前拘束圧が大きくなるにつれて、残留有効応力の保持ができなくなっている。

以上のようなことから、たとえ掘削直後であり、吸水膨張していなくとも応力除荷前の有効応力が保持できていない。さらに負圧の発生限界より、残留有効応力は収束すると考えられるため、大規模な応力解放を実施する際には、注意が必要である。

今後の課題として、本試験では、試料として比較的高塑性の粘性土を用いたため、低塑性の粘性土においても試験することで、様々な状況での残留有効応力の評価を可能にし、正確な非排水強度の評価の一助けになればと思う。

参考文献

- ・篠原宏治：急速に応力解放された粘性土の非排水強度の評価,愛媛大学卒業論文,2001.
- ・藤原身江子, 八木則男, 矢田部龍一, 篠原宏治：一軸圧縮強度の評価に関する一考察, 平成 13 年度土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集, pp. 190～191, 2001.
- ・藤原身江子, 八木則男, 矢田部龍一, 篠原宏治：吸水しないで拘束圧が低下したときの粘性土の非排水強度, 第 36 回地盤工学研究発表会講演集, pp. 239-240, 2001.