

PSIII-6

粘性土の強度特性に及ぼす応力解放の影響

北大工学部 正会員 三田地 利之
札幌市 正会員 桜庭 大久
北大工学部 工 藤 豊

1. まえがき 粘性土の強度特性に及ぼすサンプリングから強度試験に至るまでの試料の乱れの影響に関してこれまで多くの研究がなされているが^{1)~9)}、一軸圧縮強度に及ぼす応力解放の影響のみの要因に限って検討した例は少ない^{8), 9)}。また、三軸圧密非排水強度に及ぼす背圧の有無の影響に関する研究も限られている。本報告は一軸圧縮強度および三軸圧密非排水強度に及ぼす応力解放の影響に関するシミュレーション実験結果の報告である。

2. 実験 実験に用いた試料は、市販のカオリン粘土で、その物理的性質は $LL=76\%$ 、 $PI=44$ 、 $G_s=2.75$ である。鉛直応力 100kPa で予圧密後の試料から直径 50mm 、高さ 120mm の円柱供試体を作成し、三軸セルにセットした。軸力は三軸セル内にセットしたロードセルにより測定し、圧密開始時より 200kPa の背圧を適用した。実験は図-1に示すように、すべての供試体について最初に有効圧密応力 $\sigma_v' = 300\text{kPa}$ まで等方圧密した後、以下のような実験を行った。なお、圧密時の排水は半径方向に規制している。

1) I S 試験：圧密終了後すぐに非排水圧縮試験。

2) P S 試験：圧密時の背圧と等しくなるまで非排水で側圧を下げ、間隙水圧が平衡状態に達した後(20~30分)、非排水せん断。(理想状態の一軸圧縮試験)。

3) U U 試験：非排水で応力解放後セルを解体して供試体を再セットし、非圧密非排水せん断。再セットに要した時間は約30分。再セット後の側圧(0, 400, 500kPa)。応力解放に伴って吸気。

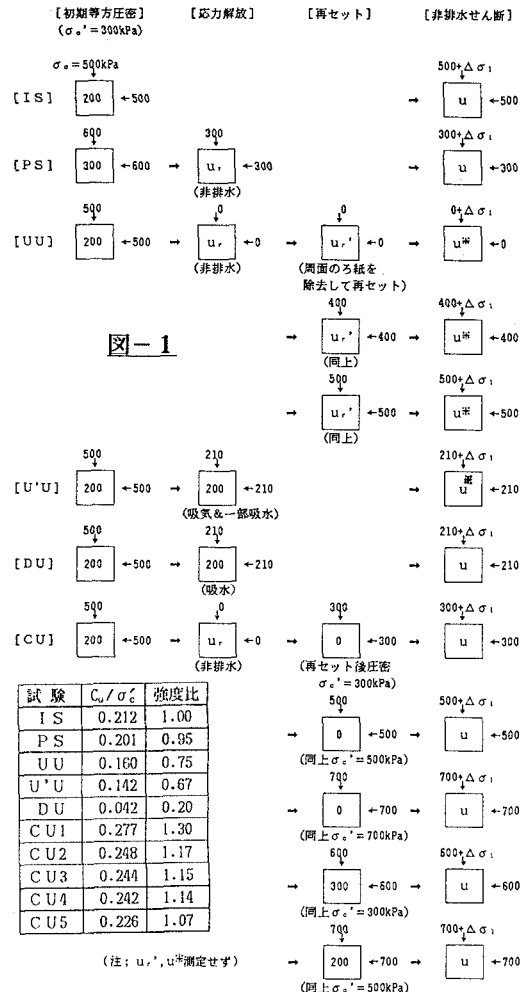
4) U' U 試験：排水経路を通じて吸気量を計測しながら側圧を背圧よりも 10kPa だけ高い値まで下げ、平衡状態に達した後(約 3 時間)非排水せん断。応力解放に伴って吸気および一部吸水。

5) D U 試験：吸水量を計測しながら側圧を背圧よりも 10kPa だけ高い値まで下げ、間隙水圧が平衡状態に達した後(約 3 時間)非排水せん断。応力解放に伴って吸水。

6) C U 試験：3)と同様にして再セットし、再圧密〔(側圧, 背圧) = (300, 0), (500, 0), (700, 0), (600, 300), (700, 200)kPa〕した後非排水せん断。応力解放に伴って吸気。

なお、非排水せん断時のひずみ速度はすべて $0.1\%/min.$ で、3), 4)以外のすべての試験において供試体下端中央部で間隙水圧を測定し、試験は原則として同一条件下で2回ずつ行った。非排水強度 C_u は主応力差 $q(=\sigma_1 - \sigma_3)$ の最大値の $1/2$ で定義し、C U 試験の場合は再圧密時の有効圧密圧力で、またそれ以外は全て始めの有効圧密圧力で除すことによりこれを正規化して2回の実験の平均値を用いて比較を行った。以下、正規化した強度を C_u/σ_v' とする。

3. 実験結果と考察 図-2は、I S, P S, U' U,



D U試験とU U試験（せん断時の側圧 500kPa の場合）の主応力差 q を応力解放前の有効圧密圧力で除したものと軸ひずみの関係を示したものである。またそれぞれの試験の C_u/σ_c' の平均値と I S試験のそれとの比を図-1 に示した。以下それぞれの試験による強度比を試験名により、I S, P S等のように表す。図-2からも明らかのように I SとP Sとの差は5%程度と小さく、以下U U, U' U, D Uの順に強度の低下が大きくなっている。P S試験においては、応力解放後も有効応力が解放前の値の90%程度残留しており、一軸圧縮試験でも有効応力の保存状態がよければ、原位置強度と変わらない値が得られることが分かる。U Uはせん断時の側圧に関わらず平均値では 0.75 となったが、側圧ゼロの場合4回の実験による C_u/σ_c' が 0.149~0.174 となり、他の試験と比べてバラツキが大きい。また、せん断時に側圧をかけた、いわゆるU U試験の場合、一軸に比べてバラツキは少ないが I Sからの強度低下は大きい。U' UがU Uよりも低下しているのは、一部吸水していることと応力の開放時間が長く、供試体に働く有効応力が開放前よりもかなり低下していることによると思われる。D Uは最悪の条件下での一軸圧縮強度を表すものと考えられ、応力解放時の吸水が強度低下の大きな要因になり得ることを示している。ちなみに応力解放前後の有効応力の比として計算した過圧密比は約 30 である。

図-3は I S試験とC U試験の主応力差を応力解放前の有効圧密圧力で除したものと軸ひずみの関係を示したものである。またそれぞれの試験の C_u/σ_c' の平均値と I S試験の値との比を図-1 に示した。ここでC U試験の強度比を再圧密時の側圧および背圧の違いにより上からC U1~C U5と呼ぶことにする。再圧密時の背圧がゼロのC U試験より得られた値は I Sよりもかなり大きい。これは応力解放によって不飽和化した供試体の間隙比が再圧密によって減少することによるものと考えられ、再圧密時の圧力が初期の圧密圧力の2.3倍（C U3）になってもなお I Sより 15%程度大きい。一方、C U4およびC U5の結果は、再圧密時の側圧と背圧の組合せによっては再圧密時の圧力が初期の圧密圧力の2倍弱でも I Sに近似した強度が得られることを示唆している。

図-4は非排水せん断時に間隙水圧を測定した全ての試験の破壊時の主応力差と主応力との関係を示したものであって、有効応力によるせん断抵抗角は応力解放の影響をほとんど受けないことが分かる。

4.あとがき 今回は初期圧密を等方応力条件に限定しているが、今後、異方圧密に拡張したいと考えている。

（参考文献） 1) Skempton & Sowa; Geotechnique, Vol.13, No.4, 1963. 2) Ladd & Lambe; ASTM, STP 361, 1963. 3) Noorany & Seed; ASCE Vol.91, SM2, 1965. 4) 奥村; 港湾技研報告, Vol.8, No.1, 1969. 5) 中瀬ら; 港湾技研報告, Vol.11, No.4, 1972. 6) 阿部、川上; 第15回土質工学研究発表会、1980. 7) 木村、斉藤; S & F, Vol.22, No.4, 1982. 8) 矢田部ら; 第22回土質工学研究発表会、1987. 9) 外崎ら; 第22回土質工学研究発表会、1987.

