

細粒分含有率の異なる試料に対する 一軸圧縮試験と UU 三軸圧縮試験の適用性に関する研究

中部土質試験協同組合 ○松本 勝己
石原 聖子
法安 章二

1. はじめに

一般に、飽和度の高い粘性土に対して土の非圧密非排水 (UU) 三軸圧縮試験 (JGS 0521-2020, 以下 UU 三軸圧縮試験と称す。) を行った場合、非圧密非排水条件 (以下 UU 条件と称す。) であるため、各拘束圧の主応力差は一定となり、モールの応力円の破壊包絡線は $\phi_u=0$ となる。したがって、一軸圧縮試験 (JIS A 1216:2020) が UU 条件と仮定できる場合、一軸圧縮強さ (q_u) は、UU 三軸圧縮試験の拘束圧 0 における主応力差に相当することから、 $c_u=q_u/2$ として粘着力が求められる¹⁾。

一軸圧縮試験は UU 三軸圧縮試験と比較した場合、試験費用が安く、必要な供試体数も一般的に 2 供試体 (UU 三軸圧縮試験は 3 供試体) であるため試料長が短いサンプリング試料でも試験が可能である。

上記の点から、UU 三軸圧縮試験より一軸圧縮試験が選択される場合がある。ただし、一軸圧縮試験は細粒分含有率が少なくなるにつれて応力解放の影響を受け、過小評価される傾向にある²⁾。

本研究では、細粒分含有率を変えて試料を作製し、一軸圧縮試験及び UU 三軸圧縮試験を実施した。細粒分含有率の違いによるそれぞれの試験値を比較することで、一軸圧縮試験の適用性を把握することを目的とした。

2. 試験方法

試験試料は、同一深度の乱れの少ない試料で、細粒分含有率を変えて何パターンか用意することは困難であるため、一般に市販されている珪砂 6 号及び青粘土を使用し、再構成して試料を作製した。珪砂 6 号及び青粘土の配合割合 (乾燥質量比) を変えることで細粒分含有率の異なる、4 パターンの試料を用意した。(表-1 参照)

表-1 作製する試料の条件

試料名	配合割合	
	珪砂 6 号	青粘土
試料 A	0%	100%
試料 B	25%	75%
試料 C	50%	50%
試料 D	65%	35%

試料の作製は、珪砂 6 号及び青粘土に蒸留水を混合し、液性限界の約 1~2 倍 (基本的には液性限界の 2 倍で調整するが、珪砂 6 号の配合量が多くなるにつれて水分過多となり、土と水が分離してしまうため、蒸留水の量を減らした。) に調整した。調整した試料は、直径 15cm の

容器の中で攪拌及び脱気を 6 時間行い、その後 200kN/m² の圧密圧力により 5 日間一次元圧密を行った。作製した試料は容器から慎重に拔出し、5 等分に切分けた後、2 供試体分を一軸圧縮試験、3 供試体分を UU 三軸圧縮試験に使用した。また、UU 三軸圧縮試験の拘束圧は、200kN/m² の圧密圧力で試料作製したことから、過圧密領域の 75、150 kN/m² と、正規圧密領域の 300 kN/m² とした。(表-2 参照)

試料作製の流れを図-1 に示す。また、作製した試料の諸元表を表-3 に、粒径加積曲線を図-2 に示す。

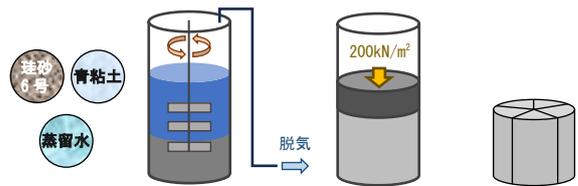


図-1 試料作製の流れ

表-2 各試験の条件

試験の種類	せん断速度	側圧
一軸圧縮試験	1.0%/min	-
UU 三軸圧縮試験	1.0%/min	75・150・300kN/m ²

表-3 試料の諸元表

試験結果	試料 A	試料 B	試料 C	試料 D
諸元				
細粒分含有率 F_c (%)	89.1	67.2	45.2	31.6
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.932	2.034	2.106	2.070
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.733	2.709	2.687	2.675
飽和度 S_r (%)	99.7	99.1	100.0	95.8

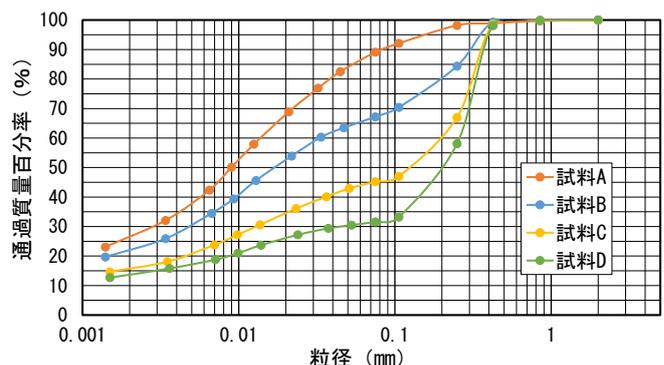


図-2 粒径加積曲線

3. 試験結果

表-4 試験結果一覧

試験結果	試料 A	試料 B	試料 C	試料 D
一軸圧縮試験				
一軸圧縮強さ q_u (kN/m ²)	96.5	81.7	67.6	45.1
非排水せん断強さ $s_u (=q_u/2)$ (kN/m ²)	48	41	34	23
UU 三軸圧縮試験				
粘着力 c_u (kN/m ²)	42	42	38	52
せん断抵抗角 ϕ_u (°)	0 ※			

※非排水非圧密条件下では、側方応力に関係なく一定の大ききで扱う「 $\phi_u=0$ 法」の考え方をを用いる。

試験結果の一覧を表-4 に示す。

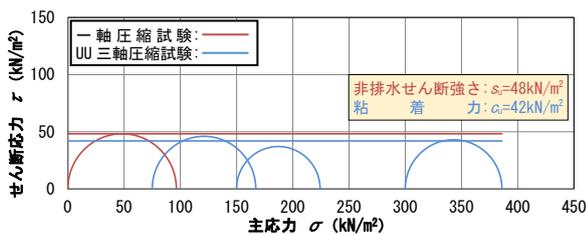
試料 A ($F_c=89.1\%$) については、図-3(a) のモールの応力円と破壊包絡線を見ると非排水せん断強さ s_u (48kN/m²) の方が粘着力 c_u (42kN/m²) よりも少し大きくなっている。基本的には、一軸圧縮試験の結果が UU 三軸圧縮試験の結果を上回することは考えづらいことから、試料の乱れの影響が出ているものと考えられる。

試料 B ($F_c=67.2\%$) については、図-3(b) のモールの応力円と破壊包絡線を見ると非排水せん断強さ s_u (41kN/m²) と粘着力 c_u (42kN/m²) の値に総じて差異はない。

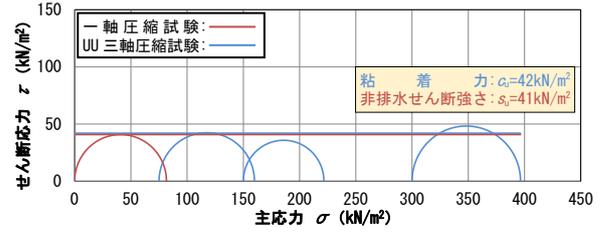
試料 C ($F_c=45.2\%$) については、図-3(c) のモールの応力円と破壊包絡線を見ると非排水せん断強さ s_u (34kN/m²) より粘着力 c_u (38kN/m²) がやや大きく出ているが大きく変わることはない。

試料 D ($F_c=31.6\%$) については、図-3(d) のモールの応力円と破壊包絡線を見ると非排水せん断強さ s_u (23kN/m²) が粘着力 c_u (52kN/m²) と比較してかなり小さな値となり、一軸圧縮試験の結果が UU 三軸圧縮試験の結果を大きく下回ることが分かる。これは、細粒分含有率が少ないことにより、一軸圧縮試験の結果が応力解放の影響を受けて過小に評価されたためだと考えられる。

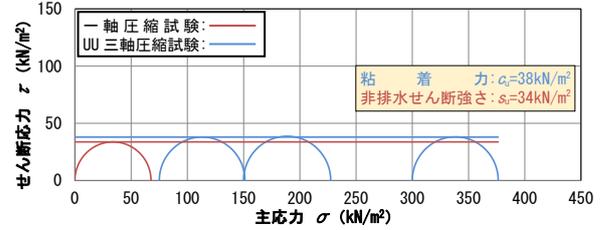
細粒分含有率と s_u/c_u の関係を図-4 に示す。試料 A については、 $s_u/c_u > 1.0$ の結果は考えにくいいため、 $s_u/c_u = 1.0$ として結果を整理した。 s_u/c_u が 1.0 に近いほど一軸圧縮試験及び UU 三軸圧縮試験の結果が近く、1.0 より小さい値になるほど一軸圧縮試験の結果を用いた場合、過小評価されることになる。各試験結果を結んだ曲線から、細粒分含有率が 50% を下回るあたりから s_u/c_u は著しく低下傾向を示していることが分かる。



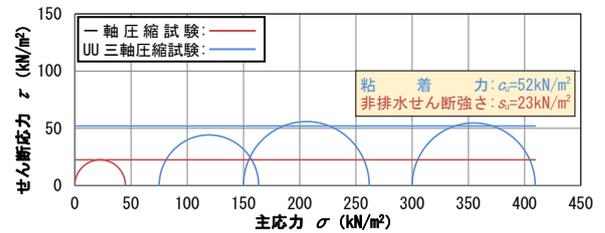
(a) 試料 A



(b) 試料 B



(c) 試料 C



(d) 試料 D

図-3 モールの応力円と破壊包絡線

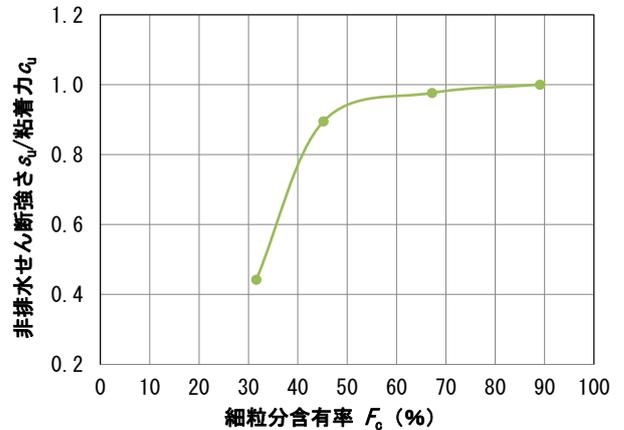


図-4 細粒分含有率と s_u/c_u の関係

4. まとめ

細粒分含有率が 50% を下回る試料については一軸圧縮試験を実施するべきではなく、上回るような試料については一軸圧縮試験の結果を用いても UU 三軸圧縮試験の結果と大きな差がないという知見を得た。

《引用・参考文献》

- 1) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説 [第一回改訂版], pp. 581-613
- 2) 地盤工学会：土質試験 基本と手引き 第二回改訂版 pp. 135-158