# 各種せん断試験による関東ロームの非排水強度

防衛大学校 (学)熊谷尚久・岩崎靖・正垣孝晴 東京電力㈱ (国)高橋 章・鶴田 滋

# 1. はじめに

地盤の短期安定問題に用いる粘性土地盤の強度として,我が国では一軸圧縮強さq<sub>u</sub>の 1/2 が多用されている。これは, 一軸圧縮試験UCTが比較的簡単かつ安価な試験であり, q<sub>u</sub>/2 を用いて安定解析を行うと,実際の破壊現象を良く説明で きるためである<sup>1),2)</sup>。しかし, q<sub>u</sub>は試料の乱れによって大きく低下することから, q<sub>u</sub>に代えて試料の乱れの影響が少ない とされる再圧縮法<sup>3)</sup>で得た非排水強度c<sub>u</sub>を設計強度とする提案がある。しかし,これら強度値の関係や試料の乱れに対 する影響を同じ性質を持つ自然堆積土を用いて厳密に検討した研究は少ない。

本稿では、コーンサンプラー<sup>4)</sup>で採取した関東ロームの直径*d*48mm,高さ*h*450mmの試料片から、小型供試体を用いて行われた一軸圧縮試験UCT,三軸圧縮試験CK<sub>0</sub>UC,一面せん断試験DSTと圧密試験IL結果が検討される。また、関東ロームに対するこれらの試験法の評価が示される。

### 2. 供試土と試験方法

供試土は、約80年前にダム堤体として締め固められた関東ロームである。 $I_p=36\sim47$ ,  $q_u=(35\sim197)$  kPaの範囲の土である。関東ロームに対する試験条件を表-1にまとめた。 $CK_0UCOK_0$ 圧密は、d15mm, h35mmOS供試体に対しては軸 圧 $\sigma'_a$ を増加させ側圧 $\sigma'_r$ を増減させる方式とした。また、d35mm, h80mmOO供試体は $\sigma'_r$ を増加させ $\sigma'_a$ で $K_0$ 状態を保った。図-1に供試体位置を示す。d48mm, h450mmO限られた試料片から、不撹乱試料として、UCTとS供試体に対して各4個、DSTとILに対しては各1供試体、そして3個のO供試体を作成した。

## 3. 一面せん断試験結果

図-2にDSTの有効応力経路を示す。総ての供試体においてqが増加するとp'は減少するが、その後反転して $q_{max}$ までp'が増加している。そして、 $q_{max}$ は圧密圧力の近傍のp'で発現している。図-3にBor.3 T-1のUCT、C $K_0$ UC、DSTの有効応力経路を示す。C $K_0$ UC はS供試体の $\phi$ 'がO供試体のそれより大きい。これは、 $K_0$ 圧密の方法の差に起因していると考えている。UCTの結果は(〇)でプロットしている。UCTとC $K_0$ UCの有効応力経路は同じ破壊基準で統一的に解釈できている。

Test	Consolidation pressure(kPa)	Strain rate	Shear condition	Cu	Specimen size (mm)
UCT	-	1 (%/min)	undrained	$q_{ m u}/2$	d15, h35
CK <sub>0</sub> UC	30, 100, 200	0.05 (%/min)	undrained	$q_{\rm max}/2$	d15, h35
DST	100	0.1 (mm/min)	undrained	$\tau_{\rm max}$	d30, h10





キーワード:関東ローム,試料の乱れ,非排水強度,有効応力経路

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 建設環境工学科 TEL 046-841-3810



図-2 一面有効応力経路(関東ローム)

図-3 有効応力経路(関東ローム)

図-4 に $c_u/p$ と $\sigma'_a/\sigma'_{vo}$ の関係を示す。ここに、 $\sigma'_{vo}$ は有効土被り圧である。CK<sub>0</sub>UCの $c_u/p$ は $\sigma'_a/\sigma'_{vo}$ の増加につれて小さくなるが、これはO,Sの供試体寸法に依存しない。 $\sigma'_a/\sigma'_{vo}$ が大きく正規圧密領域に近くなるとO,S供試体の $c_u/p$ の差は小さくなるが、 $\sigma'_a/\sigma'_{vo}$ が小さな過圧密領域においては $c_u/p$ の変動が大きい。また、図-3 にはDSTの $c_u/p$ も併記している。

DSTの $c_u/p$ は同じ $\sigma_a$ 下で $CK_0$ UCのそれより大きな値を示している。このような挙動はBor.や深度の異なる他の試料でも同様であった。正規圧密の筑波粘土に対しては、DSTの強度は $CK_0$ UCのそれより幾分小さかった<sup>5)</sup>。粗粒分を含む締固めた関東ロームの場合、せん断箱の拘束が  $\tau$ の増加に寄与したことが推察されるが、d30mm供試体に特有なものであるのかは今後の検討が必要である。

表-2<sup>6</sup>は, 試料の乱れ, 試験方法, 試験時間, 経済性を評価項目として, 各種室内せん断試験法の適用性を評価した ものである。*d*30mm, *h*10mmを用いたDSTの場合, 圧密時間が約8分と短い。したがって, 当該ロームに対する試験時間 は粘性土のC<sup>6</sup>からB判定に変更した。サクション測定を伴う一軸試験法は, 関東ロームに対しても, これらの評価項目 の中で優位にあると考えられる<sup>7</sup>。しかし, 現行設計法の中で原位置の非排水強度の推定法の感度を把握する地道な努 力<sup>8</sup>) が必要と考えている。



### 表-2 各種室内せん断試験法の評価

試験法	乱れの評価	試験方法	試験時間	経済性			
UCT	С	А	А	А			
DST, DSST	В	С	В	С			
CK <sub>0</sub> UC (1%/min)	В	С	С	С			
CK <sub>0</sub> UCとCK <sub>0</sub> UE の平均値 (0.05%/min)	В	С	С	С			
UCT (サクション測定)	А	А	А	А			
適応性; A=高, B=中, C=低							

#### 4. おわりに

各種せん断・応力条件下の強度・圧密特性がコーンサンプラーで採取した d48mm の試料片から測定できるので,小型供試体は調査・試験費用の削減に加え,調査・設計の精度向上に寄与できると考えている。

#### 参考文献:

- 1) Matsuo, M and Asaoka, A.: A statistical study on a conventional "Safety Factor Method", Soils and Foundations, 16(1), pp.75-90, 1976.
- 2) 正垣・茂籠・松尾:自然堆積土の非排水強度異方性と斜面安定解析法,土と基礎,45(8), pp.13-16, 1997.
- 3) Berre, T. and Bjerum, L.: Shear strength of normally consolidated clays, Proc. of 8th ICSMFE, Vol.1, Moscow, pp.39-49, 1973.
- 4) Shogaki, T., Sakamoto, R., Kondo, E. and Tachibana, H.: Small diameter cone sampler and its applicability for Pleistocene Osaka Ma 12 clay, Soils and Foundations, 44 (4), 119-126, 2004.
- 5) 岩崎・正垣:一面せん断強度特性に及ぼす供試体寸法と変位速度の影響,地盤工学会全国大会,2007.
- 6) 正垣・佐藤:小型供試体を用いた自然堆積土の非排水強度の評価,土と基礎, 54(8), pp.14-16, 2006.
- 7) 村田・岩崎・正垣・熊谷・鶴田・高橋:原位置の非排水強度推定の簡便法の関東ロームへの適用,地盤工学会全国大会, 2007.
- 8) 高橋・正垣・桜井:コーン貫入試験と室内せん断試験の信頼度分析と盛土設計の最適化,土と基礎,54(8), pp.25-28,2006.