

東海大学大学院 学生員 ○杉山 剛夫
(株) オオバ 正会員 山田 道夫
東海大学工学部 正会員 杉山 太宏・赤石 勝

1. まえがき

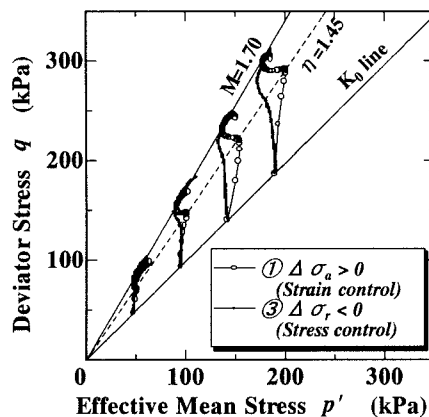
切土斜面や掘削地盤の安定解析では、主に長期の安定性が問題となり有効応力法による検討が推奨されている。しかし、有効応力法では破壊時の間隙水圧の推定が困難であること、また、過圧密地盤では有効応力による強度定数の決定が難しいなどの理由から、全応力法による検討が行われることも多い。三田地ら¹⁾は、過圧密粘性土の非排水強度を簡便に予測する実験式を提案しているが、切土斜面や掘削地盤では、側方荷重が減少し破壊に至ると考えられるので、通常行われる軸方向に一定のひずみ速度でせん断する三軸試験とは異なる応力経路をたどる。載荷方法の違いは変形係数に大きく影響し、強度にはほとんど影響しないとする報告があるが^{2),3)}その数は決して多くない。切土や掘削地盤の安定解析に用いる強度定数の取り方として、残留強度を用いる方法等も提案されているが、本報告では三軸試験におけるせん断方法の違いが強度変形特性に及ぼす影響について調べた。具体的には、繰り返し飽和した関東ロームを異方(K_0)正規圧密および過圧密した後、通常の三軸圧縮試験(軸圧増加試験)と側圧を減少させ軸圧を一定に保つ三軸圧縮試験(側圧減少試験)を行い、両試験のせん断特性について比較し考察した。

2. 試料および実験方法

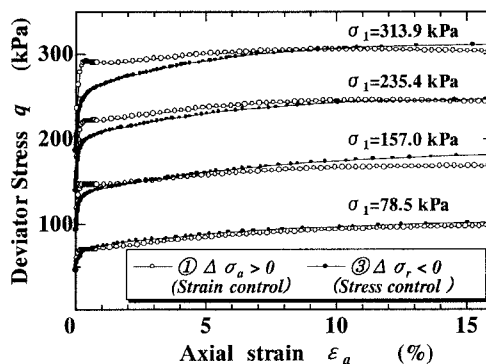
実験に用いた試料は、東海大学(神奈川県平塚市)周辺で採取した関東ロームで物理的性質を表-1に示す。液性限界の1.5倍の含水比で繰り返した試料を、直径15cmのCBRモールドで上載圧29.4kPaにより1週間予圧密したブロックから、直径5cm高さ10cmの円柱供試体を切出した。所定の圧力で24時間等方圧密した後、 $K_0=1-\sin\phi'$ (Jaky式)から推定した K_0 状態となるよう軸荷重のみ載荷して24時間異方(K_0)正規圧密した供試体と、正規圧密後過圧密比 $OCR(=\sigma'_{v0}/\sigma'_v)=1.5, 2, 3, 4$ まで異方(K_0)除荷(除荷時の K_0 値 K_{0s} は $K_{0s}=K_0(OCR)^{1/2}$ から推定)した供試体により以下3通りでCU試験を行った。①軸ひずみ速度0.15%/minで通常行われる側圧一定軸圧増加試験(以下①法)、②①法と同じひずみ速度でせん断しながら軸圧を一定に保つよう側圧を減少させる軸圧一定側圧減少試験(以下②法)、③0.98kPa/minの一定速度で側圧を減少させながら軸圧を一定に保つ軸圧一定側圧減少試験(以下③法)。なお、圧密過程から200kPaのバックプレッシャーを載荷して、せん断前のB値はいずれも0.97以上であった。

表-1 試料の物理的性質

ρ_s (kN/m^3)	ω_L (%)	ω_p (%)	Grading (%)		
28.97	104.9	72.0	Clay	Silt	Sand
			20.9	42.0	37.1



a) 有効応力経路

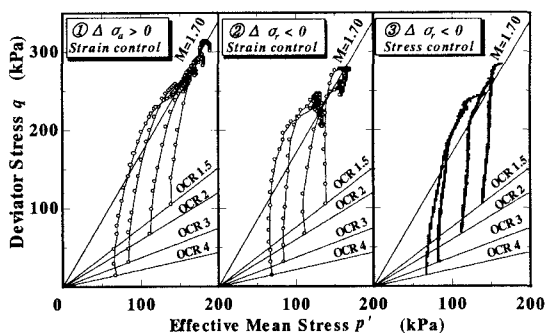


b) 応力ひずみ関係

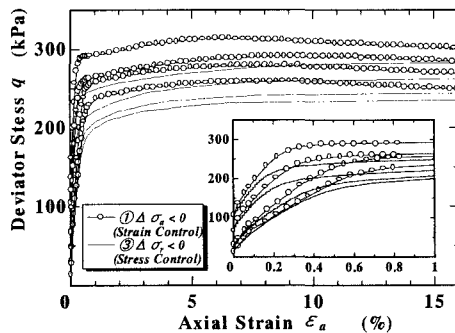
図-1 K_0 正規圧密ローム

Key Words : 斜面安定, 関東ローム, 切土, 側圧減少三軸圧縮試験, 強度増加率

連絡先 〒259-1207 平塚市北金目 1117 TEL 0463(58)1211 FAX 0463(50)2045



a) 有効応力経路



b) 応力ひずみ関係

図-2 K₀ 過圧密ローム

3. 実験結果と考察

3.1 正規圧密ロームのせん断挙動

図-1は、①法と③法による K₀ 正規圧密ロームの有効応力経路と応力ひずみ関係である。せん断方法により有効応力経路は異なり、軸圧増加による①法では圧密圧力によらず有効応力比 η が 1.45 付近まで水圧の発生量が少ないのに対し、③法ではせん断初期から負のダイレイタンスが生じている。しかし、最終的な限界状態線 CSL ならびに最大軸差応力(せん断強度)にせん断方法の影響は現れない。またこの傾向は、応力ひずみ関係からも明らかである。一般に再構成した関東ロームを等方圧密して $\overline{CU}$ 試験を行うと、CSL 近傍でダイレイタンスの逆転が生じ、その後 CSL に沿って軸差応力が増加する。本実験から、K₀ 正規圧密においても同様の挙動が観察され、さらに K₀ 正規圧密ロームのせん断強度は、せん断方法に依らないことが認められた。

3.2 過圧密ロームのせん断挙動

3通りのせん断方法で行った K₀ 過圧密ロームの有効応力経路を図-2(a)に、①法と③法による応力ひずみ関係を図-2(b)に示した。各有効応力経路は過圧密比の増加に伴い正規圧密の CSL を越える経路をたどるが、最終的には CSL に到達している。しかしせん断強度はせん断方法の影響を受け、側圧を減少させる②、③法が①法より小さくなっている。また、応力ひずみ関係にも違いがあるので、再現性を確かめるために追加試験を行ったが同様の結果が得られた。

3.3 変形係数と強度増加率

せん断方法の違いは、変形挙動に影響するとされるので³⁾、軸ひずみ 0.1%における変形係数と OCR の関係を示したのが図-3である。各試験法の変形係数は、OCR=1.5 で最大値を示したのち減少するが、過圧密比に依らず②、③法の値が小さい。図-4は、最大軸差応力から求めた強度増加率 c_u/σ_v と OCR の関係である。両者に比例関係にあり¹⁾、また過圧密比が大きくなるほどせん断方法による c_u/σ_v の差が増大することが明らかである。

4. まとめ

粘性土のせん断方法の違いは、せん断挙動に影響しないとする報告もある²⁾が、側圧減少による繰り返した K₀ 過圧密ロームでは、通常のせん断方法より小さな強度を与え、変形係数にも影響を及ぼすことが明らかとなった。

《参考文献》1) 三田地, 小野(1985): 過圧密状態の粘土の非排水強度推定法, 土と基礎, Vol.33, No.3, pp.21-28., 2) 竹村(1995): 講座 変形と破壊のメカニズムその1, 土と基礎, Vol.43, No.1, pp.58-62., 3) 岡部, 鶴飼他(1996): 異方圧密した粘性土の拘束圧解放時のせん断特性, 第31回地盤工学研究発表会講演集, pp.871-872.

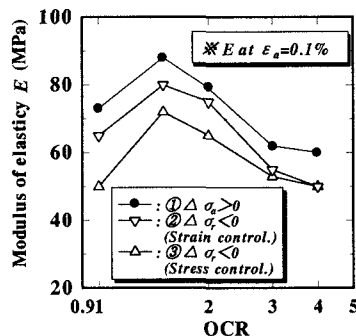


図-3 変形係数の比較

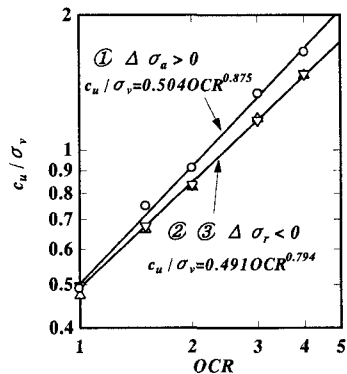


図-4 強度増加率と過圧密比