

名古屋工業大学 学生員 鈴木好実
 // 正員 松岡 元
 // 正員 中井照夫

過圧密粘土の平均有効主応力 σ_m 一定条件下の三軸圧縮・伸張試験を行ない、空間滑動面 (SMP) に基づいた破壊規準¹⁾に従ってその強度特性を検討した結果、過圧密粘土の強度は正規圧密粘土の SMP に基づく摩擦成分と *Mises* 系の粘着成分の重ね合わせとして理解されるという結果を得たので報告する。^{2), 3)}

試料は市販の粉末粘土の練り返し再圧密粘性土 (通称藤の森粘土 $LL=44.7\%$, $PL=24.7\%$) であり、供試体は直径 3.5 cm, 高さ 8 cm の円筒形とした。ゴム・スリーブ, 3 紙の張力の影響を除くために, 厚さ 0.03 mm のゴム・スリーブを用い, 側方排水用紙は巻かずに試料の上下端面からのみ排水を許した。軸ひずみ速度は $\dot{\epsilon}_a = 0.8\%$ (0.63 mm/day) とした。また排(吸)水量測定用のビュレット内の水の蒸発量はダミーのビュレットで補正した。なお, 全ての試験は恒温室 ($20^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$) 内で行なった。

図-1 に正規圧密粘土 (NC, 過圧密比 $OCR=1$) の三軸圧縮・伸張試験 ($\sigma_m = 2.0 \text{ kgf/cm}^2$) 結果を, 図-2 に $OCR=2$ の三軸圧縮・伸張試験 ($\sigma_m = 2.0 \text{ kgf/cm}^2$) 結果を, 図-3 に $OCR=4$ の三軸圧縮・伸張試験 ($\sigma_m = 2.0 \text{ kgf/cm}^2$) 結果を, 図-4 に $OCR=8$ の三軸圧縮・伸張試験 ($\sigma_m = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$) 結果を示す。これらの図より破壊時の主応力比は正規圧密粘土では圧縮・伸張条件とも約 3.5 程度であるが, 過圧密粘土では過圧密比が大きいほど大きくなり, また圧縮条件より伸張条件の方が大きくなるのがみられる。

図-5 は NC と $OCR=4$ の破壊時の応力状態を正八面体面 (OC 面) 上にプロットしたものであり, 図-6 は NC と $OCR=8$ の場合の結果を示している。図-5, 6 より, $OCR=4, 8$ と NC の OC 面上のせん断応力の差が圧縮・伸張条件ではほぼ等しいのがみられるが, これは *Mises* 系の粘着成分によるものと推察される。なお, 同図中にはこのせん断応力の差を半径とした *Mises* の破壊規準 (円弧) と次式を示

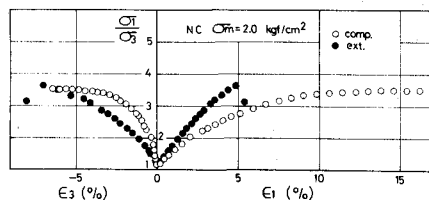


図-1 三軸圧縮・伸張条件下の正規圧密粘土の $\sigma_1/\sigma_3 \sim \epsilon_1, \epsilon_3$ 関係。

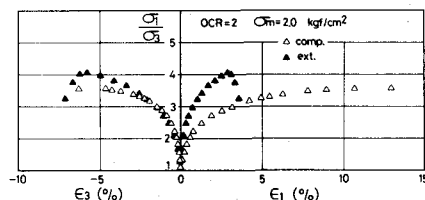


図-2 三軸圧縮・伸張条件下の過圧密粘土 ($OCR=2$) の $\sigma_1/\sigma_3 \sim \epsilon_1, \epsilon_3$ 関係。

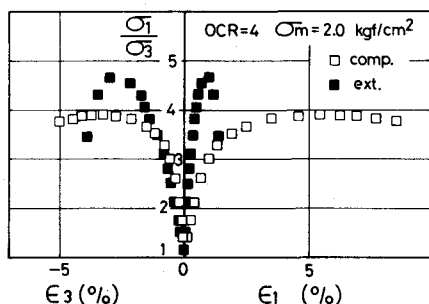


図-3 三軸圧縮・伸張条件下の過圧密粘土 ($OCR=4$) の $\sigma_1/\sigma_3 \sim \epsilon_1, \epsilon_3$ 関係。

されるSMPに基づいた破壊規準¹⁾ (3本の実曲線)を示している。
 $\sigma_{SMP}/\sigma_{SMP} = \sqrt{(J_1 \cdot J_2 - 9J_3)/9J_3} = \text{一定}$, あるいは, $J_1 \cdot J_2/J_3 = \text{一定}$
 (J_1, J_2, J_3 : 有効応力の1次, 2次, 3次の不変量)

さて, 以上の考察より過圧密粘土の強度は, 正規圧密粘土のSMPに基づく破壊規準(摩擦成分; 太い実曲線で示す)にMisesの破壊規準(粘着成分; 円弧で示す)が加わったものとして理解される。三軸圧縮・伸張条件以外の一般応力条件下でも, 図-5, 6の破線のように表わされると考えられる。なお, この粘着成分の源は, 土粒子間の粒子間引力によるのではないかと想像される。²⁾

図-7はNCとOCR=4の場合の圧縮・伸張条件下の破壊時の主応力からMohrの応力円を描いたものである。この図より, OCR=4とNCの $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$ の差($\Delta\tau_{45^\circ}$)が, 圧縮・伸張条件ではほぼ等しいのがみられる。そして $\Delta\tau_{45^\circ}$ はOCR面上では $2\sqrt{2/3}$ 倍されるが, $2\sqrt{2/3} \cdot \Delta\tau_{45^\circ}$ と図-5のOCR面上のせん断応力の差(粘着成分)がほぼ等しくなる。すなわち, ここでいう粘着成分の大きさは図-7の破壊包絡線の縦軸切片から求まるものではないことに注意すべきである。

謝辞 御援助いただいている本学山内利彦教授, 実験に協力していただいた卒業生(現・岡山県庁)野村幸宣氏に謝意を表する。

文献 1) 松岡・中井(1977): Stress-Strain Relationship of Soil, on the "SMP", Proc. Specialty Session 9, 9th Int. Conf. SMFE.

2) 軽部(1974): 粘性土の力学的挙動と安定解析への適用に関する研究, 京都大学学位論文。

3) 松岡・中井・野村(1979): 正規および過圧密粘土の変形特性, 第34回土木学会年次講演概要集, 第3部。

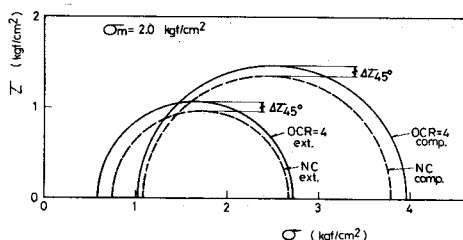


図-7 三軸圧縮・伸張条件下の正規圧密粘土と過圧密粘土(OCR=4)の破壊時のMohrの応力円と45°面上のせん断応力の差。

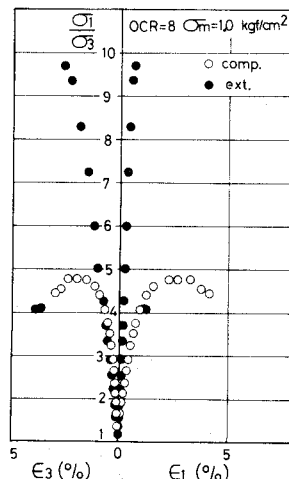


図-4 三軸圧縮・伸張条件下の過圧密粘土(OCR=8)の $\sigma_1/\sigma_3 \sim \epsilon_1, \epsilon_3$ 関係。

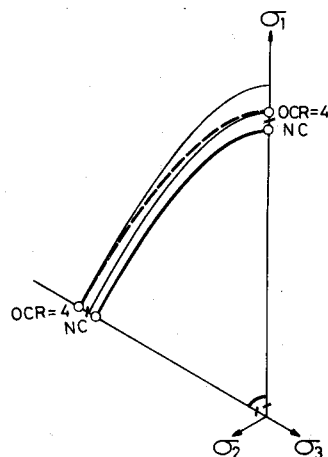


図-5 正八面体面上で表示した正規圧密粘土と過圧密粘土(OCR=4)の強度と提案破壊規準。

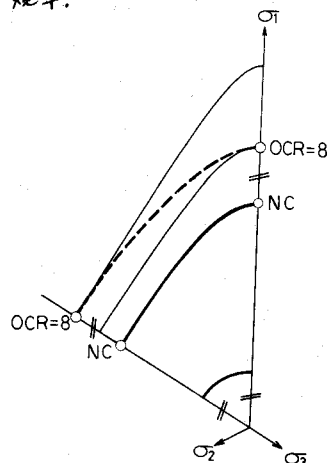


図-6 正八面体面上で表示した正規圧密粘土と過圧密粘土(OCR=8)の強度と提案破壊規準。