

定圧一面せん断における超過圧密粘土の変形特性

(有)アルプス調査所 正 本郷五十鈴

信州大学工学部 正 梅崎健夫, 正 河村 隆

1. はじめに 粘性土地盤の切土・掘削工事では、施工後の時間経過とともに地盤の膨潤が進行し、のり面付近の過圧密比はたいへん大きくなる。せん断強度も膨潤に伴って減少し、のり面のすべり破壊に対する安定性は漸次低下する。このような長期安定問題を検討するために、高压圧密試験機と一面せん断試験機を併用した試験方法を提案し、過圧密比 OCR=16, 32, 64 の超過圧密粘土の定圧一面せん断強度特性を明らかにした¹⁾。

本文は、文献 1)の試験結果に基づいて、超過圧密粘土の変形特性を考察したものである。

2. 試験方法 試料は NSF 粘土($G_s=2.756$, $w_L=61.1\%$, $I_P=27.4$)である。含水比 120% ($2w_L$)で練り返し、一次元的に予圧密 ($\sigma_v=133.3, 294\text{kN/m}^2$)した試料を直径 6cm, 高さ 2cm に成形して供試体とした。標準圧密試験機および高压圧密試験機(最大圧力:10035.2kN/m²)で圧密圧力 $p_0=156.8\text{kN/m}^2$ から荷重増加率 $p/p=1$ で最大圧密圧力 $p_{max} = \sigma_c = 156.8, 313.6, 627.2, 1254.4, 2508.8, 5017.6, 10035.2\text{kN/m}^2$ までそれぞれ圧密し、その後引き続き、荷重減少率 $p/p=1$ で $p_1=19.6\text{kN/m}^2$ まで膨潤を行った。圧密・膨潤過程ともに両面排水で各段階は 24 時間である。圧密・膨潤した供試体を取りだし、H- 型一面せん断試験機 (垂直荷重は反力側で測定)へ設置し、垂直応力 $\sigma_N=156.8\text{kN/m}^2$ で再圧密することにより異なる過圧密比 ($OCR = \sigma_c / \sigma_N = 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64$)の粘土の定圧一面せん断試験を実施した。試験は σ_N で 60 分間再圧密(3t 10min)した後、上下せん断箱の隙間を 0.2 mm に設定し、反力側の垂直応力 σ_N が一定となるように載荷圧力を制御する「真の定圧」試験を水平変位 7 mm までせん断速度 0.02 mm/min(せん断時間 $t=5.83\text{hr}$)で行った。また、OCR=16, 32, 64 ではせん断中に供試体を水浸させた定圧一面せん断試験も実施した。

3. 試験結果および考察 図-1 にせん断応力 τ を垂直応力 σ_N で正規化した応力比 τ / σ_N および垂直変位量 H と水平変位 δ の関係を示す。供試体を水浸させた場合の結果は割愛した。 $\tau / \sigma_N \sim \delta$ 関係は OCR=1~8 ではひずみ硬化型、OCR=16~64 ではひずみ軟化型を示す。また、OCR が大きいほど初期接線勾配 (せん断剛性) も大きい。ダイレイタンスは OCR=1~8 では圧縮で、OCR=16~64 では圧縮から膨張に転じる。 τ / σ_N の最大値を破壊点とし、破壊変位 δ_f を矢印で示す。破壊は OCR が大きいほどせん断変位の早い段階で生じる。

図-2 にせん断終了後の含水比分布を示す。せん断面が供試体の高さ 10 mm の位置にあるため、供試体を 4, 8, 12, 16 mm の高さで 5 分割して含水比を求めた。OCR=1~4 では

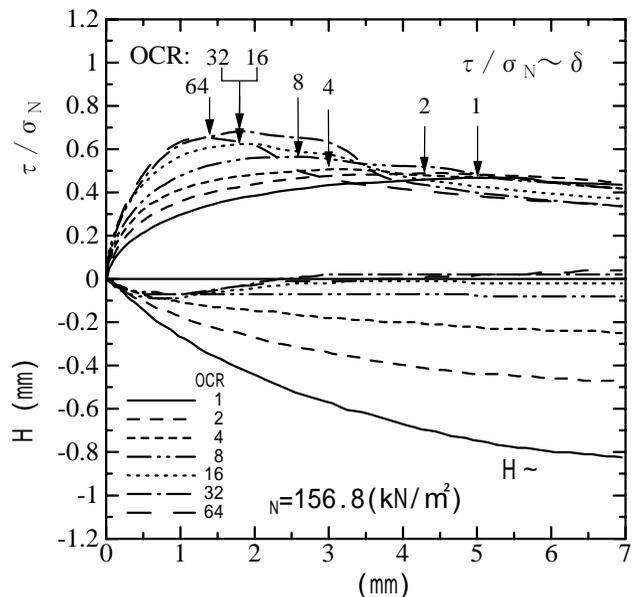


図-1 ($\tau / \sigma_N \sim \delta$) 関係

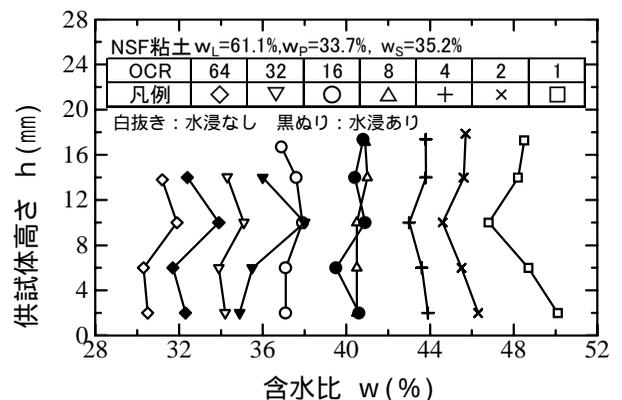


図2 せん断終了後の含水比分布

キーワード：粘土，一面せん断試験，排水せん断，過圧密，ストレス・ダイレイタンス

連絡先：〒380-8553 長野市若里 4-17-1, TEL&FAX 026-269-5291

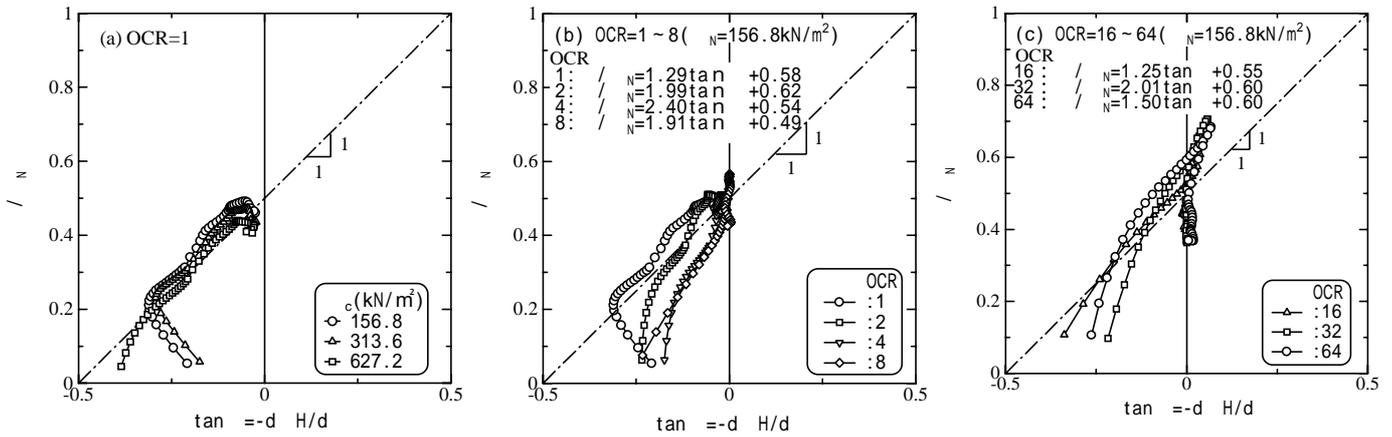


図-3 ストレス・ダイレイタンシー関係（水浸なし）

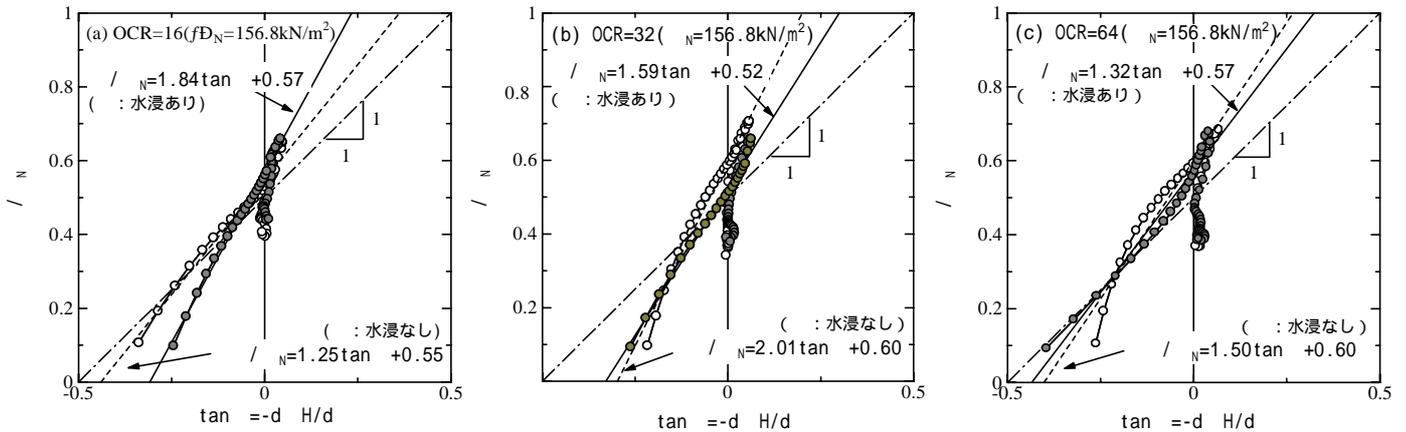


図-4 ストレス・ダイレイタンシー関係（水浸あり）

せん断面の含水比が低下し，OCR=16～64ではせん断面の含水比が高くなる．OCR=8では含水比はほぼ均一である．OCR=16～64において水浸した場合には，含水比分布の形状は同様であるが，全体的に含水比が高い．なお，せん断開始時における間隙比 e_N から $S_r=100\%$ としてこのときの含水比 w_N を算定したものを図中の表に示す．

図-3にOCR=1～64（水浸なし）の場合におけるストレス・ダイレイタンシー関係を示す． δ はダイレイタンシー角（ $\tan \delta = dH/d$ ）である．(a)OCR=1においては c の異なる場合の結果も併せて示した．せん断開始から $(\sigma/N)=0.2$ 程度までとそれ以降におけるバイリニアな関係が認められる． $(\sigma/N)>0.2$ の関係は， c が異なる場合においても，ほぼ1対1の直線上にある．(b)，(c)において，OCR>1の場合にはせん断開始から近似的な直線関係が認められる．それぞれ図中の式はせん断開始から $(\sigma/N)_{\max}$ までの直線近似式である．近似式の傾きはOCR=1～4までは増加しているが，OCR=8～64では有意な傾向は認められない．

図-4にOCR=16～64（水浸あり）の場合における同様の関係を示す．(a)～(c)において，いずれの場合も水浸の影響は， $(\sigma/N)_{\max}$ にはあまり認められないが，ストレス・ダイレイタンシー関係に現れる．それぞれ水浸した場合の図中の直線近似式により，近似式の傾きはOCR=16～64まで減少している．また， $(\sigma/N)_{\max}$ 後の関係は，それぞれ，別の直線関係により $\tan \delta = 0$ に至り，その後は (σ/N) のみ変化する．

4.まとめ 練返し再構成粘土(NSF粘土)を用いた場合の主な結論を示す．(1) $\sigma/N \sim \delta$ 関係はOCR=1～8ではひずみ硬化型，OCR=16～64ではひずみ軟化型を示し，ダイレイタンシーはOCR=1～8では圧縮，OCR=16～64では圧縮から膨張に転じる．(2) せん断面の含水比はOCR=1～4では低下し，OCR=16～64では高くなる．OCR=8では含水比はほぼ均一である．(3) OCR=16～64における水浸の影響は， $(\sigma/N)_{\max}$ にはあまり認められないが，ストレス・ダイレイタンシー関係に現れる．(4) $(\sigma/N)_{\max}$ までのストレス・ダイレイタンシー関係の直線近似式の傾きは，OCR=1～4までは増加し，それを境にOCR=8～64までは減少する．

[参考文献]1)本郷ら：超過圧密粘土の定圧一面せん断強度特性，第35回地盤工学研究発表会，2000（印刷中）．