

III-B 225 過圧密履歴を受けたセメント改良土の非排水せん断特性

鉄建建設(株)技術研究所 正会員 谷崎 誠二
 鉄建建設(株)技術研究所 正会員 矢島 寿一
 鉄建建設(株)技術研究所 正会員 永岡 高

1. はじめに

従来、セメント改良土のせん断特性を知るためには試験が簡便である一軸圧縮試験が行われている。しかしながら、近年のセメント改良土のせん断特性を知るために行われた既往の研究によると、一軸圧縮試験ではセメント改良土のせん断特性の本質を把握できないことから三軸圧縮試験を行う必要性を述べている¹⁾。また、セメント改良土のせん断特性を知るために正規圧密状態で三軸圧縮試験を行った研究²⁾はあるが、過圧密履歴を受けたセメント改良土の研究はないのが現状である。そこで本報告では、拘束圧を受けたセメント改良土のせん断特性を把握する一手段として、過圧密履歴をセメント改良土に作用させ、このときの非排水せん断特性について検討を行っている。

2. 供試体作成方法と試験方法

セメント改良土を作成するために使用した母材は、米山粘性土($G_s=2.82$, $\text{sand}=42.5\%$, $\text{silt}=29.5\%$, $\text{clay}=28.0\%$, $w_L=64.2\%$, $w_P=36.6\%$)であり、セメント改良土の作成方法は、粘性土の調整含水比(w_{mix})を $w_{mix}=75\%$ とし、普通ポルトランドセメント混入量(C)を $C=100\text{kg/m}^3$ とした配合条件で混合したスラリー状のものを型枠に投入し、約4時間後若干固化したものを所定の大きさに切り出した後、材令8週間以上水中養生し、 $\phi 50\text{mm} \times H100\text{mm}$ の供試体に整形した。このように作成されたセメント改良土の物性値を表-1に示す。

表-1 軽量土の物性値

湿潤密度： γ_s (g/cm^3)	1.64
含水比： w (%)	60.5
間隙比： e	1.74
一軸圧縮強さ： q_u (kgf/cm^2)	2.63

表-2 試験条件

OCR	等方圧密圧 σ'_c (kgf/cm^2)	せん断時拘束圧 σ'_r (kgf/cm^2)	σ'_c/p_c	σ'_r/p_c
1	0.5	→	0.15	→
	1.0	→	0.29	→
	2.0	→	0.59	→
2	1.0	0.5	0.29	0.15
	2.0	1.0	0.59	0.29
	4.0	2.0	1.18	0.59
3	1.5	0.5	0.44	0.15
	3.0	1.0	0.88	0.29
4	2.0	0.5	0.59	0.15
	4.0	1.0	1.18	0.29

試験条件は過圧密比(OCR)とセメント改良土の等方圧密時の圧密降伏応力(p_c)と等方圧密圧(σ'_c)の比(σ'_c/p_c)を考慮して表-2に示すように設定した。そして、せん断時の排水条件は非排水条件とした。

3. 過圧密状態でのせん断特性

(1) OCRと σ'_c/p_c が $q \sim \varepsilon_a$ 関係に及ぼす影響

せん断時の拘束圧(σ'_r)が $\sigma'_r=0.5, 1.0, 2.0\text{kgf/cm}^2$ のときの

軸差応力(q) $\sim$ 軸ひずみ(ε_a)関係は図-1(a)(b)(c)に示すとおりであり、各 σ'_r における $q \sim \varepsilon_a$ 関係の形状はOCRや σ'_c/p_c の値に影響されず常にひずみ硬化軟化型であるが、 $q \sim \varepsilon_a$ 関係で示される最大軸差応力(q_{max})、残留軸差応力(q_{res})はOCRの大きな値ほど大きくなっている。

(2) OCRと σ'_c/p_c が $\Delta u \sim \varepsilon_a$ 関係に及ぼす影響

せん断時の拘束圧(σ'_r)が $\sigma'_r=0.5, 1.0, 2.0\text{kgf/cm}^2$ のときの過剰間隙水圧(Δu) $\sim$ 軸ひずみ(ε_a)関係は図-2(a)(b)(c)に示すとおりであり、ここでは Δu を σ'_r で正規化している。各 σ'_r 時の $\Delta u/\sigma'_r \sim \varepsilon_a$ 関係での小ひずみ領域でみられる最大過剰間隙水圧($(\Delta u/\sigma'_r)_{max}$)をみると、 $\sigma'_r=0.50\text{kgf/cm}^2$ ではOCRや σ'_c/p_c が $(\Delta u/\sigma'_r)_{max}$ の値にあまり影響しないが、 $\sigma'_r=1.0, 2.0\text{kgf/cm}^2$ ではOCRが大きくなると $(\Delta u/\sigma'_r)_{max}$ の値も大きくなり、OCRが $(\Delta u/\sigma'_r)_{max}$ の値に影響していることがわかる。これは、 σ'_c/p_c の範囲が $\sigma'_r=1.0, 2.0\text{kgf/cm}^2$ では $\sigma'_c/p_c=0.29 \sim 1.18$ であり、 $\sigma'_r=0.50\text{kgf/cm}^2$ の σ'_c/p_c 範囲($\sigma'_c/p_c=0.15 \sim 0.59$)よりも大きいためこのことが影響しているものと考えられる。また、 $\varepsilon_a=5\%$ 以降の $\Delta u/\sigma'_r$ の大きさは各 σ'_r ともOCRの大きなもの

圧密降伏応力(p_c)については $e \sim \log p$ 関係より得られた
 $p_c=3.4\text{kgf/cm}^2$ を用いている。

ほど大きい。

(3) 有効応力経路

過圧密セメント改良土のせん断時の有効応力経路がどのようなものになるのかを知るためにせん断時の拘束圧($\sigma'_r = p'$)が $p' = 0.5, 1.0, 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ のときの有効応力経路($q \sim p'$ 関係)を示すと図-3(a)(b)(c)のようになる。図中の2本の実線はセメント改良土の最大応力状態と残留応力状態での破壊線を示している。各 p' ともせん断初期での有効応力経路の立ち上がりはOCRの値がOCR=1~4と増加するに伴い少しずつ右側に移行するが、

$\Delta u / \sigma'_r \sim \varepsilon_a$ 関係で述べたように過圧密状態での σ'_c / p_c の値が影響し、同じOCRであっても σ'_c / p_c の大きなものほど右側への移行が大きい。そしてその後の有効応力経路は各 p' とも最大応力状態での破壊線上に沿って上昇し、OCRの値が大きなものほど大きな軸差応力(q)を示した後、残留応力状態の破壊線に到達する。

4. まとめ

本研究によって明らかになった事項をまとめると以下のようになる。①過圧密セメント改良土の非排水せん断時の $q \sim \varepsilon_a$ 関係での最大軸差応力($q_{\max}$)、残留軸差応力(q_{res})ともOCRの大きな値ほど大きくなる。②過圧密セメント改良土の非排水せん断時の $\Delta u \sim \varepsilon_a$ 関係での最大過剰間隙水圧($(\Delta u / \sigma'_r)_{\max}$)の大きさはOCRよりも σ'_c / p_c の値に影響される。③過圧密セメント改良土の非排水せん断時の有効応力経路はOCRの値よりも σ'_c / p_c の値が大きく影響しており、過圧密履歴を受けたセメント改良土の $q \sim p'$ 関係での最大および残留軸差応力状態の破壊基準は正規圧密状態でのセメント改良土の破壊基準と同等である。

【参考文献】1)木幡ほか：セメント系安定処理土の強度・変形特性について、セメント系安定処理土に関するシンポジウム発表論文集，pp.1-19，平成8年2月，地盤工学会2)たとえば，善ほか：事前混合処理工法による処理土の強度・変形特性，港湾技術研究所報告，第29巻，第2号，pp.85-118,1990.6

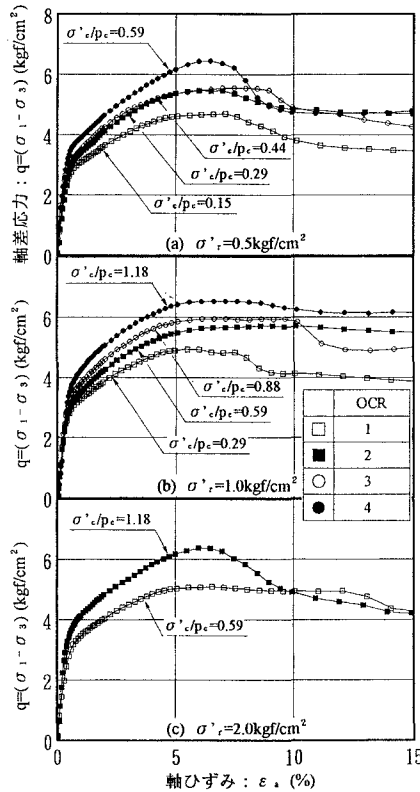


図-1 $q \sim \varepsilon_a$ 関係

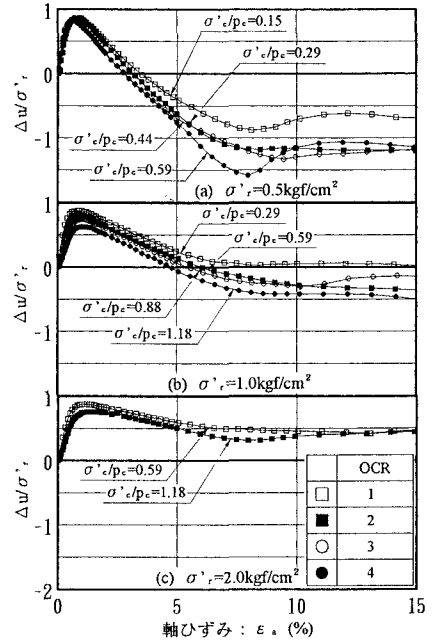


図-2 $\Delta u / \sigma'_r \sim \varepsilon_a$ 関係

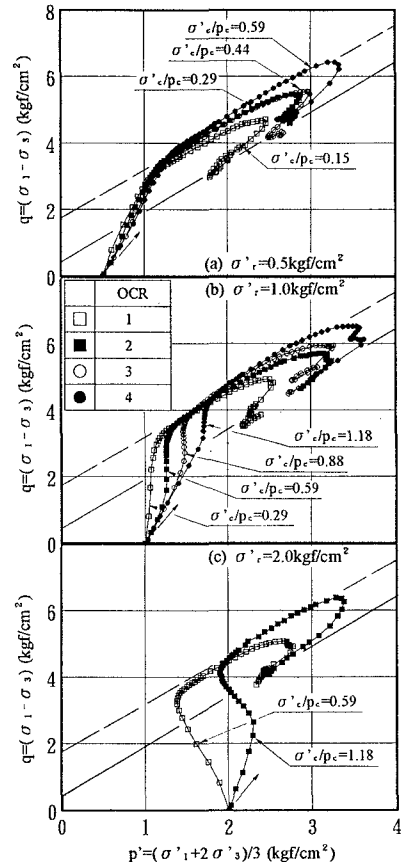


図-3 有効応力経路