正規圧密粘土の瞬間せん断剛性の軸圧縮履歴依存性

土粒子比重

 $G_{\mathfrak{s}}$

2.54

Pre-consolidation: 235.2 (kPa)

 $\sigma_a = \sigma$

富士通エフ・アイ・ピー	正会員	高木	智哉
富士通エフ・アイ・ピー		岸本	鉄太郎
神戸大学工学部	正会員	飯塚	敦
神戸大学工学部	正会員	河井	克之
東京工業大学理工学研究科	学生員	橘	伸也

表-1 用いたカオリン試料

液性限界

 $W_L(\%)$

58.0

塑性指数

PI

14.2

Undrained

塑性限界

 $W_P(\%)$

43.8

1.はじめに

中空円筒ねじり試験から軸圧縮履歴と瞬間せん断剛性 係数の関係を調べる. 共軸 Cam-clay モデルでは軸圧縮 履歴が増加しても瞬間せん断剛性係数は変化しない. これに対して矢富らの非共軸 Cam-clay モデルは軸圧縮 履歴が増加すると瞬間せん断剛性係数は単調減少する. まずこの変化を調べ、そのあと理論曲線との整合性につ いても検討する.

2. 試験方法

実験にはカオリン粘土を用いた.物性を表-1 に示す. 供試体は外径10(cm),内径6(cm),高さ10(cm),供試体上・ 下両面排水とした.実験手順を図-1 に示す.まず235.2(kPa) まで予圧密を行い,実験用供試体を準備する.ワイヤーソー とモールドと直ナイフを用いて中空円筒状に供試体を成形 して,試験機にセットする.供試体は,二重管ビューレット で排水量を測定しながら正規圧密状態まで等方圧密を行う. 次いで,排水バルプを閉じ,所定の (図-1参照)まで非 排水軸圧縮せん断を行う.軸圧縮後,連続して供試体高さを 変えずにねじりせん断に移行する.

中空円筒ねじり試験の軸圧縮過程で、破壊に至るまで圧縮を行うとせん断面が水平に入る場合があった.**写真-1**に

一例を示す.軸圧縮で破壊まで軸圧縮を行った後、乾燥炉で 絶乾状態まで乾燥させた供試体である.座屈に近い破壊形態 であり,このような破壊を経た後の供試体挙動は,実験デー タとして採用しなかった。

3.試験結果と考察

中空円筒ねじり試験とは独立に,通常の圧密非排水三軸圧縮試験(\overline{CU})も実施し,限界応力比Mを計測した(M=1.286,有効内部摩擦角 ϕ' は31.9度).

中空円筒ねじり試験において,所定のせん断応力比αまで軸圧縮せん断した後の等体積ねじりせん断は,図-2に示すように,単純せん断とみなした.このような仮定を置くことによって,材料の構成関係は,一般に,



写真-1 供試体の一例

キーワード 軸圧縮履歴,瞬間せん断剛性係数,中空円筒ねじり試験,非共軸性, 連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台 1-1 神戸大学工学部建設学科 飯塚 敦

Forming Hollow cylindrical specimen 1. Isotropical consolidation (up to NC state) σ_{a} σ_{c} σ_{a} σ_{c} σ_{a} σ_{a} σ_{a}

--┘└------- Undrained ┘└-------図-1 実験の手順

表-2 実施した試験の種類

試験番号	等方圧密過程	背圧	軸ひずみ速度	軸圧縮履歴
	圧密圧力(kPa)	(kPa)	(%/min)	(M=1.286)
ΨA	98 196 294	49	-	0
中Β	98 196 294	49	0.0000338	0.128
中C	98 196 294	49	0.0000549	0.448
中D	98 196 294	49	0.0000556	0.806

$$T_{11}-T_{22} = 2\mu^* (D_{11}-D_{22})$$
, $T_{12} = 2\mu D_{12}$ (1)
と書き表すことができる.Yatomi et al.(1989)によると,材
料が非共軸性を有するならば,瞬間軸せん断剛性 μ^* は非
共軸性の影響を受けないが,瞬間せん断剛性 μ は軸圧縮
せん断履歴の大小によって変化することが,理論的に予測
されている.ここでの実験の目的は,この理論予測を実際
に調べることにある.瞬間せん断剛性 μ は,ねじりせん
断直後のせん断剛性であるから,実験計測データから,図
-3にまとめられた手順によって求めることができる.

このようにして求められた 瞬間せん断剛性を,事前に与

えられた軸圧縮履歴 α に対して 示したのが,図-4と図-5である. 図-4 と図-5 には,材料の非共軸性 を考慮に入れた2つの構成理論か ら予測される瞬間せん断剛性の変 化を書き加えられている.ここで 比較に用いられた2つの構成理論 は、1 つは Yatomi et al.(1989)によっ て提案されている非共軸 Cam-clay モデル,他の1つはHashiguchi and Tsutsumi(2003)による弾塑性構成 モデルである.非共軸 Cam-clay モ デルは, Rudnicki and Rice(1975)に よる塑性仕事に寄与しない非共軸項を, Cam-clay モデルに付加したものであり, Hashiguchi and Tsutsumi(2003)による構 成モデルは接線応力効果を取り入れる ことによって非共軸性を考慮したモデ ルであって,式(1)の形式に書き表した 時のそれぞれの瞬間せん断剛性は図-6 のように表される.



図-2 単純せん断仮定



図-4 橋口・堤モデルとの比較

図-5 非共軸 Cam-clay モデルとの比較

実験の結果によると、軸圧縮履歴 α に対して瞬間せん断剛性 μ は単調減少を示すが、その形状は上に凸であって、2つの構成理論とも、瞬間せん断剛性 μ の軸圧縮履歴 α に対する単調減少を説明することはできているが、単調減少形状の凸性は、Hashiguchi and Tsutsumi(2003)による構成理論では説明できているが、Yatomi et al.(1989)による理論では、うまく説明することができていない、なお、通常の(共軸) Cam-clay モデルでは、瞬間せん断剛性 μ は、軸圧縮履歴 α によらず一定値となる、

4. 参考文献

Hashiguchi, K. and Tsutsumi, S. (2003): International Journal of Plasticity, **18**; 1651-1677, Rudnicki, J.W. and Rice, J.R. (1975): J. Mech. Phys. Solids, **23**; 371-394, Yatomi, C., Yashima, A., Iizuka, A. and Sano, I. (1989): Soils and Foundations, **29**(3); 41-53