

III-247 ねじりせん断試験による乱さない粘土の非排水せん断強度特性

梶谷調査工事株式会社 〇原 勝 重
 東京大学生産技術研究所 龍 岡 文 夫

1. はじめに

図-1に示すような水平粘性土地盤に盛土した場合に、すべり面底部で用いるべき非排水せん断強度を直接求めること、また、同一応力状態で圧密した供試体について三軸圧縮・伸張試験を行って得られる非排水せん断強度と比較する資料を得ることなどを目的として中空円筒状供試体を用いた非排水ねじりせん断試験を行ったのでその結果について報告する。なお、本試験に使用した試料は東京湾海底地盤から採取した乱さない粘土である。

2. 試験方法

試料: 本試験に使用した試料は、東京湾海底地盤からシヤールサンプラーで採取した乱さない粘土である。試験を行なった試料の採取深度を表-1に示した。

供試体: 内径75mmのシヤールサンプラーで採取した試料を用いる都合上、供試体は、外径7cm、内径3cm、高さ10cmの中空供試体とした。図-2に供試体を三軸セルにセメントした様子および供試体の応力状態を示した。供試体は、原位置の有効土被り圧(σ_{v0}')で異方圧密($\sigma_{ac}' = \sigma_{v0}'$, $\sigma_{rc}' = 0.5\sigma_{v0}'$)した後、非排水せん断を行った。各供試体の圧密応力は表-1に示してある。供試体の作成方法については文献(1)参照。

ねじりせん断の載荷方法: 原位置の有効土被り圧で圧密した供試体を非排水状態にし、かつ高さを一定として等体積条件とすることにより「一定の供試体断面積」を保ちつつ、せん断ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_{at} = 0.15\%/min$ でせん断を行った。三軸セル内には、軸方向力とトルクの同時測定が可能な二方向ロードセル²⁾を設置した。

また、せん断応力のメンブレnciaに対する補正³⁾も行った。

3. 試験結果

図-3にS-12(深度12.0~12.9m)のねじりせん断試験結果の応力~ひずみ曲線と有効応力経路を示した。図-3(a)中の破線は、メンブレnciaの補正を行っていない値であり、メンブレnciaを補正した値(実線)と比較するとメンブレnciaが無視出来ない量であることがわかる。

ねじりせん断試験(TSS)から得られたPeak時あるいはせん断ひずみ $\dot{\epsilon}_{at} (\approx \epsilon_1 - \epsilon_3) = 22.5\%$ 時のせん断応力 $(\tau_{at})_{max}$ と三軸圧縮・伸張試験から表-1. 試料採取深度と供試体の圧密応力

Sample No.	Depth z (m)	Specimen No.	Consolidation condition	
			σ_{ac}' (kgf/cm ²)	σ_{rc}' (kgf/cm ²)
S-6	6.0~6.9	S-6-4	0.24	0.12
S-8	8.0~8.9	S-8-6	0.28	0.14
S-10	10.0~10.9	S-10-4	0.369	0.18
S-12	12.0~12.9	S-12-1	0.429	0.21
		S-12-5	0.823	0.42
S-21	21.0~21.9	S-21-4	0.919	0.45
		S-21-5	1.806	0.90

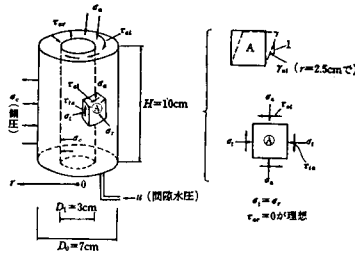


図-2. 三軸セルおよび供試体の応力状態

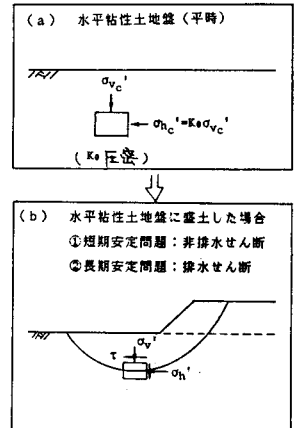
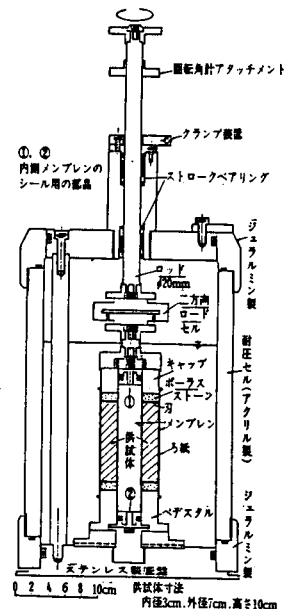


図-1. すべり面底部での圧密・せん断条件の模式図



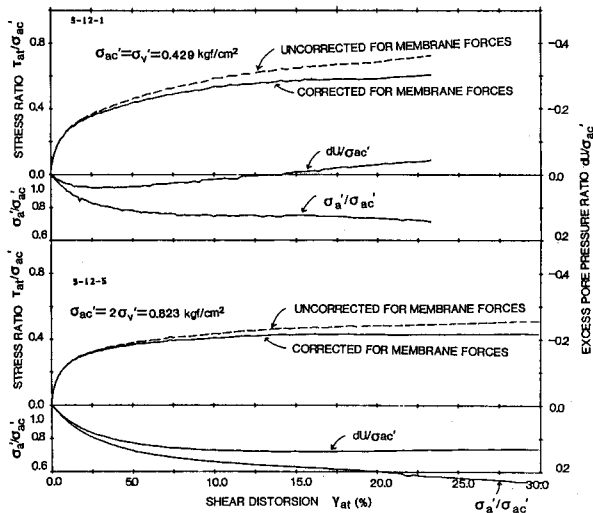


図-3(a) 試験結果 (応力~ひずみ曲線)

得られた $\varepsilon_1 = 15\%$ または $\varepsilon_1 - \varepsilon_3 = 22.5\%$ 時の軸差応力 $(\sigma'_1 - \sigma'_3)_{max}$ の半の値を深さ方向の分布として示したものが図-4である。この図によると、 $(\tau_{at})_{max}$ の値は、深度が深くなるにしたがい明らかに増加しており、自然の傾向を示している。また、同じ深度における三軸圧縮試験(TC)、三軸伸張試験(TE)の軸差応力 $(\sigma'_1 - \sigma'_3)_{max}$ の半と比較した場合、 $(\tau_{at})_{max}$ の値は、TCとTEの値の間の値となっている。 $\sigma'_{ac} = 2\sigma'_{v0}$ の場合の $(\tau_{at})_{max}$ の値は、 $\sigma'_{ac} = \sigma'_{v0}$ の場合の1.37~1.53倍であり、図-3(b)に示すように原位置での試料の状態が若干過圧密であると考えられる。

ねじりせん断試験から得られたせん断応力 $(\tau_{at})_{max}$ は、応力のモール円内で示した場合、図-5(b)となる。三軸試験から得られる最大せん断応力 $\tau_{max} = (\sigma'_1 - \sigma'_3)_{max}/2$ とねじりせん断試験の τ_{max} とを比較する場合には、 $(\tau_{at})_{max}$ と有効応力 σ'_a, σ'_r を用いて $\tau_{max} = \sqrt{(\frac{\sigma'_a - \sigma'_r}{2})^2 + (\tau_{at})_{max}^2}$ で求めた τ_{max} によって比較することが可能である。

また、すべり面上のせん断応力の最大値 τ_f を求める場合、すべり面を有効応力での応力の最大傾斜角の面であると定義すると三軸試験での τ_f は、 $\tau_f = \tau_{max} \cdot \cos \phi'$ である。一方、単純せん断試験では測定した最大せん断応力を τ_f としているが、ねじりせん断試験では、有効応力 σ'_a, σ'_r を測定できるため、 τ_f も三軸試験と同様に $\tau_f = \tau_{max} \cdot \cos \phi'$ で求めることも可能である。

τ_{max} を用いた各種試験の非排水せん断強度の比較については、文献4)を参照。

(謝辞) 本研究は東京大学生産技術研究所で行ったものであり、試験装置の作成等は同研究所の試作工場で作成していただき、また、試験を行う際、山根一助(理) 基礎世帯コンサルタント)に御指導・御助言を賜り、お礼申し上げます。

(参考文献)

- 1) 有田 原山: 土質試験の誤差と製作一応の荷重制と現地6-、地質調査1984年号第45頁~51
- 2) 佐藤他: 三軸試験の誤差と特性、土木学会20年次学術講演会II-43, pp.285~286, 1983年
- 3) 原田 大: 砂の非排水せん断強度の測定精度、1985年土木学会論文報告会第200号
- 4) 有田 原山: 土質試験の誤差と製作一応の荷重制と現地6-、地質調査1984年号第45頁~51

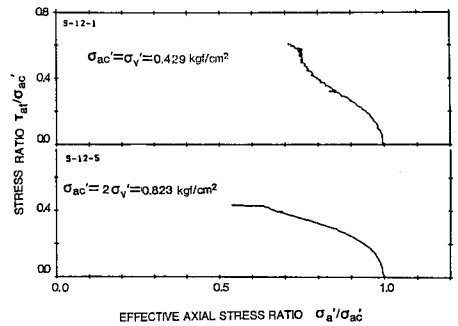


図-3(b) 試験結果 (有効応力経路)

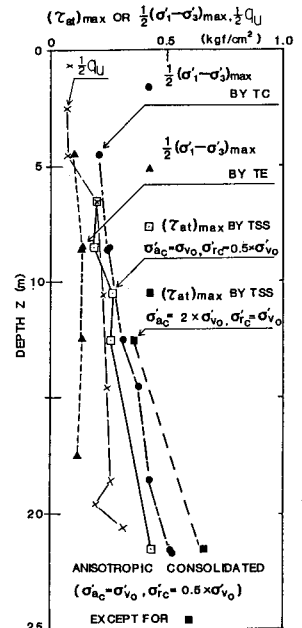


図-4 各種試験のせん断強度

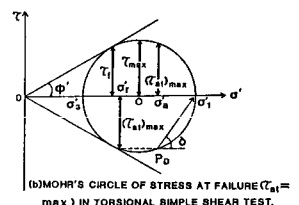
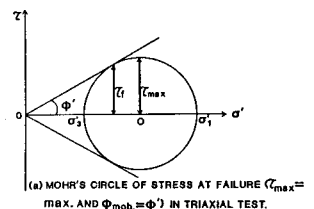


図-5 応力のモール円