

梶谷調査工事株式会社 ○古 條 茂 士
 同 上 原 勝 重
 日本道路公団 和 佐 勇 次 郎
 東京大学生産技術研究所 龍 岡 文 夫

1. まえがき

海底粘土地盤に長大な盛土をする時の短期安定性の設計・計算に用いる粘土の非排水せん断強度の基礎資料を得ることを目的として、三軸圧縮試験、三軸伸張試験およびねじりせん断試験を行い、これらの非排水せん断強度の異方性を調べた。また、一軸圧縮強さと三軸圧縮試験による非排水せん断強度の比較も行った。その結果について報告する。

2. 方法

図-1に示すようなすべり面の代表的要素④、⑤、⑥の変形パターンは、PSC(平面ひずみ圧縮試験)、DSS(直接単純せん断試験)、PSE(平面ひずみ伸張試験)でその挙動が再現できる。しかし、現在のところこれらの試験装置は普及しているとは言い難い。そこで、PSC、PSEの代わりに、TC(三軸圧縮試験)、TE(三軸伸張試験)を行い、DSSの代わりに三軸セルを用いたTSS(ねじりせん断試験)を行った。

試験に使用した試料は、東京湾海底地盤から採取した粘土である。図-2に物理特性の代表例を示した。TC、TE試験では、直径5cm、高さ10cmの供試体を用い、TSS試験では、外径7cm、内径3cm、高さ10cmの中空供試体を用いた。試験は、原位置の有効土被り圧(σ'_{v0})で等方圧密($\sigma'_{ac} = \sigma'_{rc} = \sigma'_{v0}$)または異方圧密($\sigma'_{ac} = \sigma'_{v0}$, $\sigma'_{rc} = 0.5\sigma'_{v0}$)した後、非排水せん断を行った(CU試験)。供試体の作成方法および試験方法については、文献(3)、(4)を参照。

3. 結果

一軸圧縮強さと三軸圧縮試験の軸差応力 σ_{max} について

乱さない粘土を採取したボーリング孔では、図-3

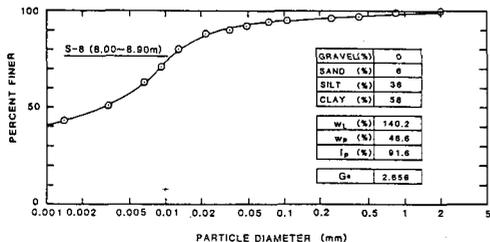


図-2 物理試験結果例(S-8, 深度8.0~8.9m)

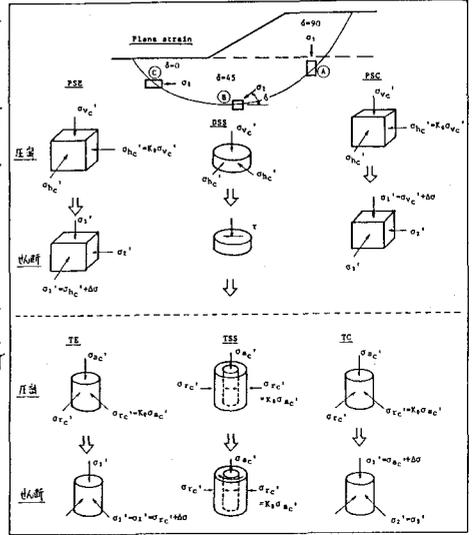


図-1 各要素の圧密・せん断条件

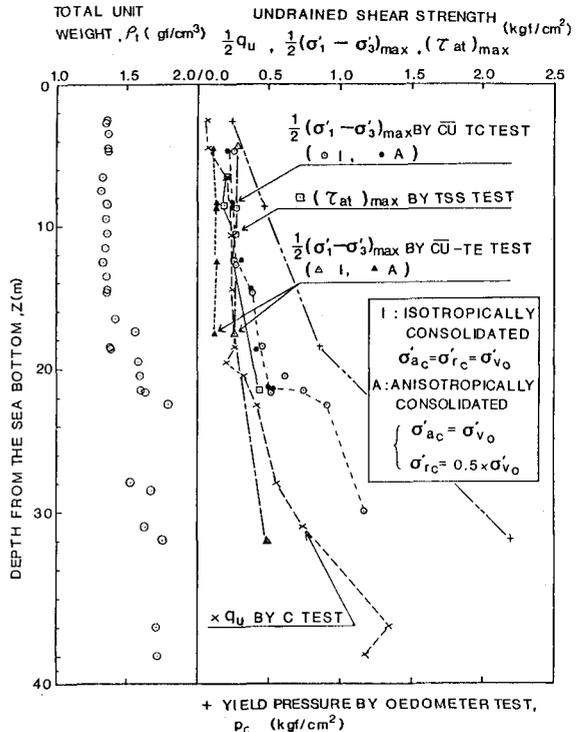


図-3 試験結果統括図

の試験結果線描図に示すように、TC, TE, TSSの他に、一軸圧縮試験や圧密試験も行っている。図-3に示す一軸圧縮強さ σ_u の1/2と三軸圧縮試験の最大軸差応力 $\sigma_{max} = (\sigma'_1 - \sigma'_3)_{max}$ の1/2の深度方向の分布を見た場合、 σ_u と $\sigma_{max}/2$ の値には明確な差が見られる。図-4に示す σ_u と σ_{max} の関係では、 σ_u の値は σ_{max} の値よりも小さく $\sigma_u = (0.5 \sim 0.8) \sigma_{max}$ の範囲にあり、深いほど σ_u / σ_{max} が小さい傾向が見られる。このことは、試料の乱れによる影響が関係しているものと考えられる。なお、図中の数字は試料採取深度である。

各種試験による非排水せん断強度の比較

図-5に、試験結果例としてTC, TE試験の有効応力径路を示した。TC, TE試験結果とTSS試験結果の直接的比較は、最大せん断応力 τ_{max} で行った。

$$\begin{cases} \text{TC, TE試験の場合} & \tau_{max} = (\sigma'_1 - \sigma'_3)_{max} / 2 \\ \text{TSS試験の場合} & \tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2}\right)^2 + (\tau_{\theta})^2}_{max} \end{cases}$$

図-6, 図-7は、S-8(深度8m), S-12(深度12m), S-21(深度21m)におけるTC, TSS, TE試験から得られた τ_{max} と最大主応力 σ'_1 が水平面からなす角度 δ で整理し比較したものである。ここで、TSS試験の δ は、 $\delta = 90 - \frac{1}{2} \arcsin(\tau_{\theta})_{max} / \tau_{max}$ で求まる。

図-6を見ると δ が大きい程、 τ_{max} の値が大きいう強度異方性のあることがわかる。また、図-7は、TC試験での τ_{max} の値を1として、TSS, TE試験の τ_{max} の値を比較したものであり、強度異方性がより明確となっている。さらにこの図-7で一軸圧縮強さ σ_u と比較してみると、 σ_u の値は、図-4が $(0.5 \sim 0.8) \sigma_{max}$ であり、TSS, TEの値の範囲内にある。このため、 $\frac{1}{2} \sigma_u$ 値を図-1に示すすべり面に対する安定計算に用いる近似的な設計強度と考えると差支えないと思われる。ただし、今回の試験は、深度21mまでの沖積粘性土層のTC, TSS, TE試験しか行っており、21m以深の洪積粘性土層の σ_u 値を設計強度に用いることには疑問が残る。また、TE試験では、等方、異方の強度およびせん断時のneckingがせん断強度に与える影響などについて今後研究する必要があると思われる。

おわりに、本試験は、東京大学生産技術研究所で行ったものである。試験に際し御助言御指導を賜りました同研究所第5部龍岡研究室の方々に末筆ではありますが感謝の意を表します。

(参考文献)

- 1) 龍岡文夫: 土質基礎工学における有限要素法の適用 第1章 土の材料特性のモデル化, 工費学会講習会テキスト, pp.1~16, 昭和57年2月
- 2) 原清昭: おじりせん断試験による乱れ土の非排水せん断強度特性, 第9回国土学会年次学術講演会投稿集
- 3) 龍岡原山田: 土質せん断試験機設計製作一応、有価の制御測定6-地質と調査1987年第4号pp.55-61
- 4) 粘り粘性土の三軸圧縮試験-圧密非排水試験法, 工費学会, 1983年7月三軸圧縮試験実技講習会テキスト。

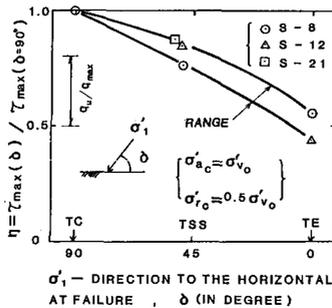


図-7 $\tau_{max} / \sigma'_{v0} \sim \delta$ 関係

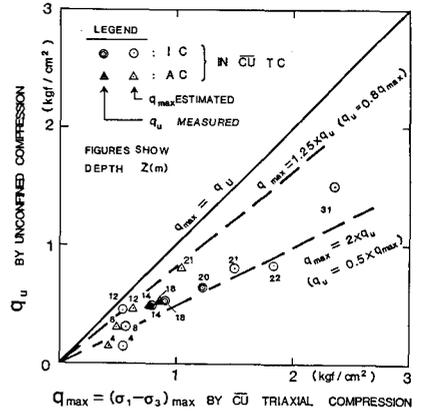


図-4 一軸圧縮強さ σ_u と軸差応力 σ_{max} の関係

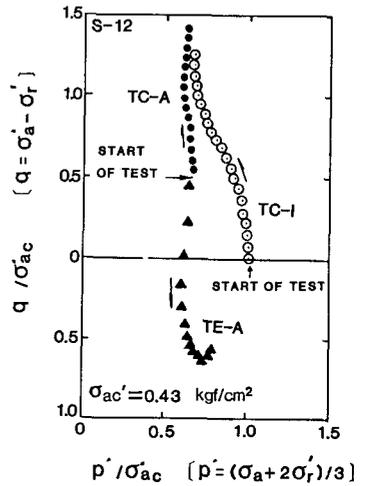


図-5 三軸圧縮伸張試験の有効応力径路 (S-12, 深度12.0~12.9m)

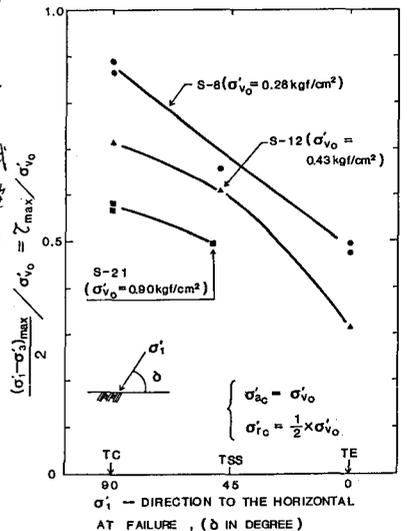


図-6 $\tau_{max} / \sigma'_{v0} \sim \delta$ 関係