

III-357 大ひずみ領域における脆弱な砂の非排水せん断特性

九州工業大学工学部 正会員 ○永瀬英生

九州工業大学大学院 学生会員 濱本朋久

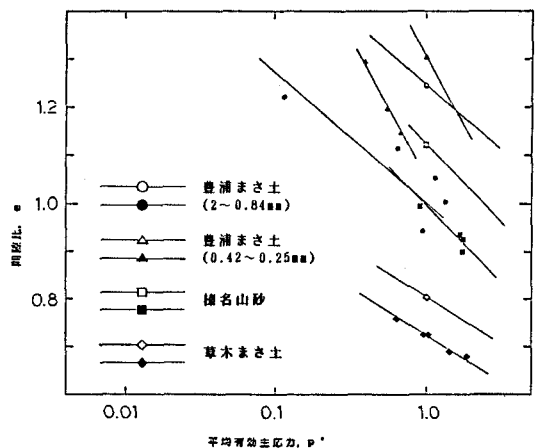
1. はじめに: 筆者は以前⁽¹⁾に、せん断力を受けると粒子が破碎しやすい脆弱な砂の非排水繰返し三軸試験を行い、相対密度 D_r が80%を超える密な砂の領域での液化強度は、破碎がほとんど生じないときに比べ相対密度に対してそれほど急激には増加しないことを述べた。しかし、このような結果になったのは、粒子破碎やその砂に含まれていた細粒分の影響で圧密時に大きな体積変化を伴い、相対密度を正確に把握できていなかったことが原因とも考えられる。したがって、脆弱な砂の非排水せん断特性を把握するためには、相対密度に代わる新たな砂の状態量が必要になってくるように思われる。そこで本研究では、脆弱なまき土の非排水三軸圧縮試験を実施し、既往の研究結果⁽²⁾も交えてせん断ひずみが30%以上の大ひずみ領域におけるせん断特性を検討するために、最近考案された⁽³⁾相対密度に代わる砂の状態量、C-D ステイトパラメータの考えを導入してみた。

2. 試料と実験方法: 試料には山口県で採取された豊浦まき土と豊浦標準砂を用いた。実際、試験に使用したまき土は、 $2.0 \sim 0.84 \text{ mm}$ と $0.42 \sim 0.25 \text{ mm}$ に予めふるい分けられたものである。

供試体寸法は、直径7.5cm、高さ15cmで、供試体端面にはポーラスストーンを用いた。実験手順は以下のとおりである。(1) 空中落下法で試料を作製する。なお、落下高さを変えて密度の調整を行った。(2) CO_2 と背圧により供試体を飽和させる。(3) セル圧 4 kgf/cm^2 、背圧 3 kgf/cm^2 の条件下で圧密する。(4) 圧密終了後、約0.3%のひずみ速度で非排水三軸圧縮試験を行う。

3. C-D ステイトパラメータについて: Verdugo(1989)は、相対密度に代わる砂の状態量として拘束圧による間隙比の変化を考慮したC-D ステイトパラメータ(以下C-Dと略)を考案している。このパラメータは、 $e - \sigma'_3$ (または $e - p'$)面上に描かれた、大ひずみ領域における定常状態を示す曲線(SSL)と最もゆるい状態における等方圧密曲線から求められる。具体的には、ある等方拘束圧下における定常状態と最もゆるい状態での間隙比をそれぞれ e_{ss} 、 e_1 とし、それと同一の拘束圧を受けたせん断試験前の間隙比を e とすれば、 $C-D = (e_1 - e) / (e_1 - e_{ss})$ と表される。ただし、 e_1 の値を求めるのに多少問題点があるようである。そこで今回は、次のような方法で e_1 の値を求めてみた。(1) 乾燥した砂に含水比10%程度の水を加えて非常にゆるい状態をつくり、それをスプーンで静かに詰める。(2) 1 kgf/cm^2 の拘束圧で圧密し、 1 kgf/cm^2 での e_1 の値を求める。(3) その値を $e - \log p'$ 面上にプロットし、その点を通りSSLに平行な直線を描く。この直線が等方拘束圧下における最もゆるい状態を表すと仮定する。

4. 実験結果および考察: 図1は間隙比 e と平均有効主応力の対数 $\log p'$ の関係を示したものである。これには口と◇印で既往の研究結果も示している。また、それぞれの白抜き印は拘束圧 1 kgf/cm^2 での最もゆるい状態を表す。この図では、ばらつきのあるデータもあるが、SSLはほぼ $e - \log p'$ 面上において直線で表されている。図2には、最大偏差応力 q_{max} を相対密度 D_r に対してプロットしている。粒子破碎や細粒分の影響によりデータが D_r の大きい領域でばらついていようである。そこで、図1より求められるC-Dの

図1 $e - \log p'$ 曲線

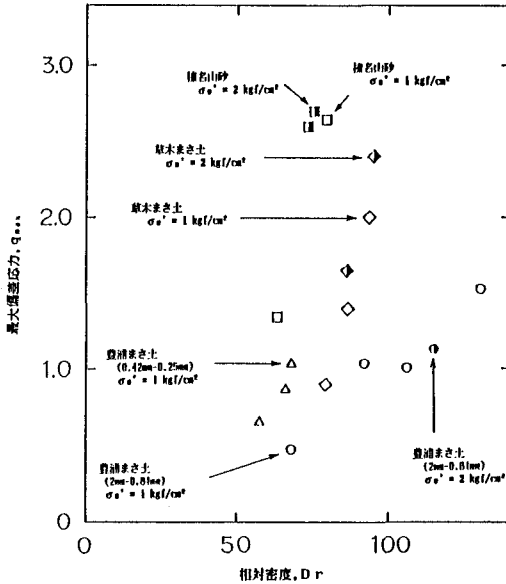


図 2 最大偏差応力と相対密度の関係

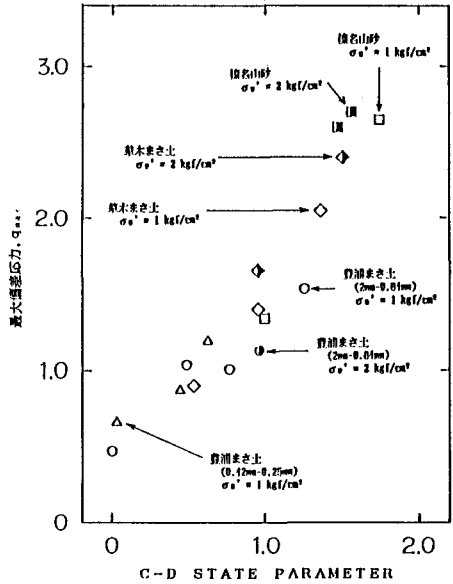


図 3 最大偏差応力と C-D ステイトパラメータの関係

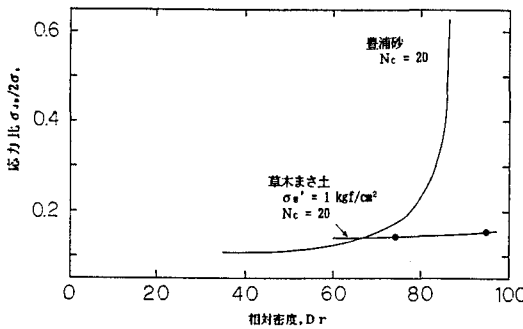


図 4 相対密度に対する液状化強度

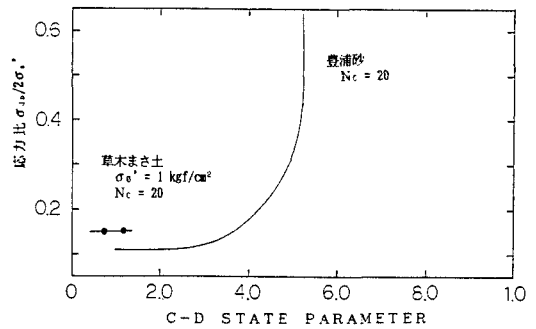


図 5 C-D ステイトパラメータに対する液状化強度

値を用いてその結果を整理してみると図 3 のようになる。データが狭い範囲に収まり、両者の間に一義的な関係が存在するようである。よってこの場合、C-D の値は相対密度に比べて、粒子破碎を起こしやすい砂や細粒分を多く含む砂の状態量を表すのに有効なパラメータとなっている。図 4 は既往の研究で得られた脆弱な草木まさ土および豊浦砂の液状化強度と相対密度の関係を示したものである。同一のデータを C-D の値で整理したのが図 5 である。これらの図より、C-D が有効なパラメータであるとするれば、相対密度 D_r を用いた場合、草木まさ土の状態量を過大評価することになる。さらに、この 2 種類の試料の液状化強度を比較するためには、草木まさ土の C-D 値の大きい領域における実験が必要になってくると思われる。

5. まとめ: 拘束圧による間隙比の変化を考慮した C-D ステイトパラメータを砂の状態量として用いてみると、最大偏差応力 q_{max} とそのパラメータの間に一義的な関係が存在することが明らかとなった。

6. 参考文献: 1) 永瀬英生他(1988): 破碎性粒状土の繰返し非排水三軸試験, 第 23 回土質工学研究発表会, pp.683-686. 2) 小暮隆夫(1989): 中拘束圧下における破碎性砂の非排水三軸圧縮試験, 群馬大学卒業論文. 3) Verdugo, R.A.(1989): Effect of Fines Content on the Steady-State of Deformation on Sandy Soils, Master Thesis, University of Tokyo.