

立命館大学大学院 学生会員 ○西村 卓郎
 立命館大学理工学部 正会員 竹下 貞雄
 立命館大学大学院 学生会員 林 正一
 立命館大学理工学部 学生会員 小伊豆俊博

1. まえがき

今回著者らは、物理的性質の異なる2種類の砂について非排水条件で三軸圧縮試験を行った結果、steady state lineを求めると共に、Verdugo¹⁾のIntrinsic Liquefaction Potentialの P'_{max} の値として $r_c=2.0$ のときの P'_c を用いて得られた η 値を用いて2つの砂の液状化特性を評価できることが判明したので報告する。

2. 実験概要

試料は吉田砂と和田砂を用いた。その物理的性質を表-1に、粒度分布を図-1に示す。供試体寸法は直径5cm、高さ10cmとし、約0~60%のいろいろな相対密度(D_r)を用いて実験を行った。CO₂と脱気水を通し、供試体を飽和させた後、バックプレッシャーを3 kgf/cm²かけることにより、ほぼ100%に近いB値を得ることができた。

載荷試験は、所定の等方側圧で圧密を行った後、非排水条件下で、ひずみ速度1%/minで連続的に供試体を圧縮し、軸変位量が30mmになるまで行った。

3. 実験結果および考察

Verdugoらは、下に示す η を用いて液状化を評価する方法を提案し、 η 値が大きい程砂は液状化しやすいとしている。

$$\eta = \left(\frac{A_d}{A_c + A_d} \right) P'_{max} \quad \dots (1)$$

この式で、 A_c は図-2における液状化する範囲であり、 A_d は液状化しない範囲である。また、曲線ILSは非常に緩い砂の供試体の圧密曲線であり、曲線IDSは締まった砂の圧密曲線であり、SSLはsteady state lineを示す。しかし、Verdugoの論文では P'_{max} がはっきりと定義されていないと思われる。従って我々は石原ら²⁾による初期状態比 r_c を用いて、この値が2.0になるような平均有効主応力 P'_c の値をVerdugoの定義する P'_{max} として η 値を

表-1 試料の物理的性質

| | 吉田の砂 | 和田の砂 |
|---------------|------|------|
| G_s | 2.66 | 2.75 |
| D_{10} (mm) | 0.12 | 0.11 |
| D_{30} (mm) | 0.15 | 0.14 |
| D_{60} (mm) | 0.19 | 0.24 |
| U_c | 1.52 | 2.18 |
| U'_c | 0.94 | 0.81 |
| e_{max} | 0.99 | 1.01 |
| e_{min} | 0.60 | 0.61 |

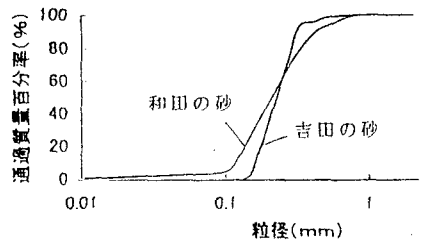


図-1 粒径加積曲線

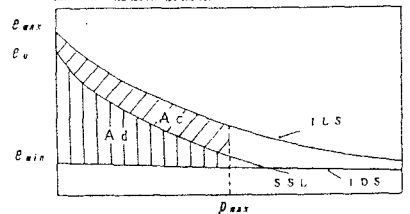


図-2 SSL、ILSとIDSの関係

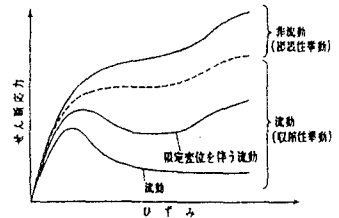


図-3 応力-ひずみの関係²⁾

決めることを提案する。

ここで、 $r_c = P'_{c0} / P'_{cs}$ 。 P'_{c0} 、 P'_{cs} は図-4に示す。

この方法を用いて我々は吉田砂と和田砂の液状化特性の大きさを比較した。

また、 $r_c = 2.0$ は、図-3における砂の応力-ひずみ曲線でのひずみ軟化とひずみ硬化の境界のグラフより得られるものである。

図-4および図-5は $r_c = 2.0$ になったときの吉田砂と和田砂の応力経路図である。これによってそれぞれの平均有効主応力 P'_{cs} は 15 kgf/cm^2 であることが分かる。

図-6および図-7は吉田砂、和田砂のSSL、ILSとIDSの関係を示した図である。

図-2における A_c 、 A_d の積分範囲を決定する P'_{max} の値は

$$\text{吉田砂} \quad P'_{max} = 15 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{和田砂} \quad P'_{max} = 15 \text{ kgf/cm}^2$$

となり、式-1に代入することにより次のような値を求めることができた。

$$\text{吉田砂} \quad \eta = 0.281$$

$$\text{和田砂} \quad \eta = 0.274$$

従って、はじめに記したように η 値から吉田砂の方が和田砂よりも液状化し易いと考えられる。

4. 結論

(1) 和田砂と吉田砂のように、steady state line がほぼ同じである場合には、これだけでは液状化特性の大きさが比較できないことがある。

(2) Verdugoの η 値を求める場合の P'_{max} として $r_c = 2.0$ のときの P'_{cs} を用いると、2つの砂の液状化特性を比較できる。

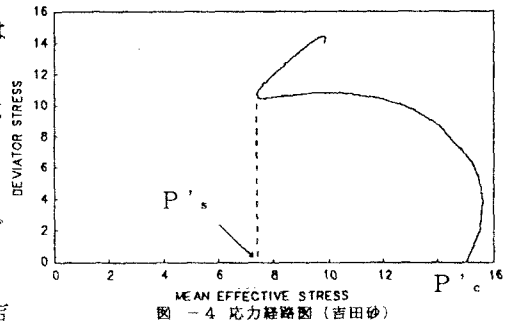


図-4 応力経路図 (吉田砂)

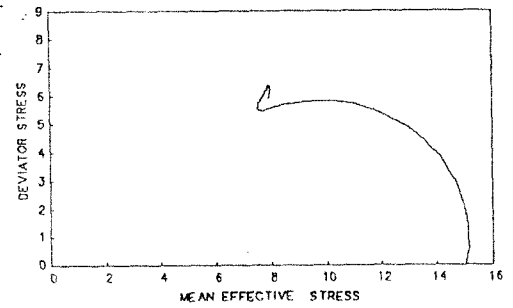


図-5 応力経路図 (和田砂)

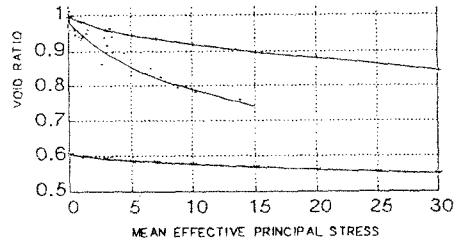


図-6 SSL、ILSとIDSの関係 (吉田砂)

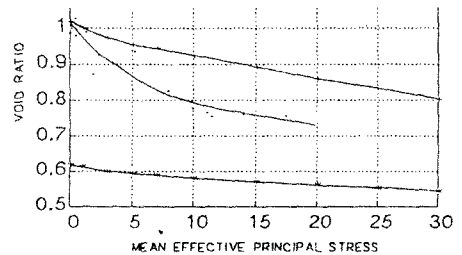


図-7 SSL、ILSとIDSの関係 (和田砂)

参考文献

- 1) R. Verdugo: Characterization of The Undrained Behavior of Sandy Soils, 1991
- 2) 石原研而: 地震時の液状化と流動破壊, 土と基礎, Vol. 41, NO. 8, 1993