

III-4 三軸液状化試験における構造の変化と再液状化強度

北見工業大学 正員 鈴木 輝之
大日本土木(株) 鈴木 利文

1. まえがき

筆者らは三軸液状化試験におけるゆる詰め飽和砂の粒子配列及び密度分布の変化を調べた実験の結果について既に報告している¹⁾。今回の報告では、前回の報告での内容にさらに密詰め飽和砂のデータを加えて、三軸液状化試験における再液状化強度の変化特性を、事前に発生させた液状化の下で生じた粒子配列構造の変化によって説明することを試みた。

2. 実験内容

用いた装置は空気圧式の繰返し三軸試験機²⁾で、試料は豊浦砂である。供試体は直径50mm、高さ、110mmの円柱形で、その作製は多重フルイ落下法（MSP 供試体）と湿潤砂を直径12mmの丸棒で締固める Moist rodding 法（MR 供試体）の2種で行った。

実験は、まず規則的な繰返し応力の下で液状化を発生させた後に再圧密した供試体について、同一応力の下で再液状化させる実験と、走査型電顕によって粒子の配列状態を調べる実験を行なった。第一段階の液状化試験ではストッパーによって軸ひずみ振幅の最大値を規制した。また粒子配列方向の観察は、接着材によって固化させる方法で行ない、供試体の上部、中部、下部の3カ所で各々水平断面と鉛直断面について行なった。

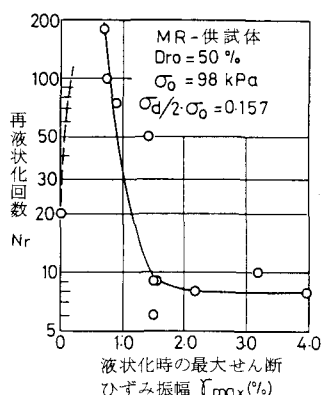
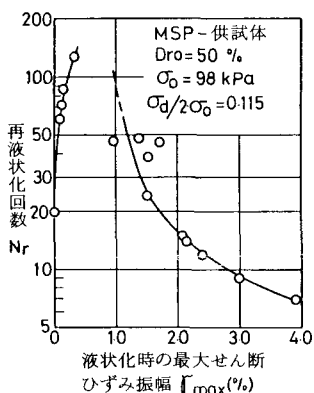


図-1 再液状化回数の変化(I) 図-2 再液状化回数の変化(II)

3. 再液状化強度の変化

図-1～3は、ストッパーによって規制した、第一回目の液状化時のせん断ひずみ振幅の最大値 γ_{max} と再液状化回数 N_r の関係を示している。ここで繰返し応力比 $\sigma_d/2 \cdot \sigma_0$ の値は一定であるから、 N_r の変化は再液状化強度の変化とみなすことができる。これらの図から分るように、一回目の液状化における γ_{max} の増加にともなって、再液状化強度は最初に増加し、その後減少に転じて一回目の液状化強度より小さくなる。この再液状化強度の変化は、著者らが既に発表している³⁾、種々の静的せん断履歴を加えたときの液状化強度の変化と同じ傾向を示している。また著者の一人は静的せん断履歴の影響が現われる機構を理論的に説明することを試みているが⁴⁾、この考えだけでは、本実験のように液状化履歴の影響であるところの再液状化強度の変化を十分に説明することはできない。

どのような履歴にせよ、その影響は密度と構造の変化によってもたらされることは間違いないのであるから、再液状化特性を明らかにしていくためには、液状化にともなう供試体の密度

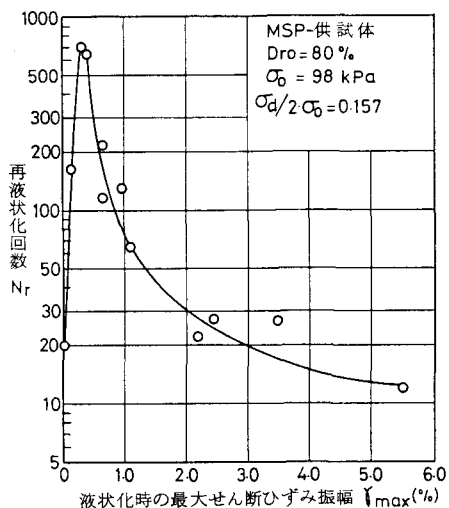


図-3 再液状化回数の変化(III)

や構造の変化を調べるのが基本的な手法になると思われる。

4. 液状化にともなう粒子配列構造の変化

粒子の配列状態を表示する方法はいくつかあるが、ここでは所定の断面で観察される粒子の長軸方向を計測し、次式によって計算される卓越配列方向 $\bar{\theta}$ と集中度 $V \cdot M$ を用いることにする。⁵⁾

$$\bar{\theta} = \frac{1}{2} \arctan \frac{\sum_{i=1}^n \sin 2 \cdot \theta_i}{\sum_{i=1}^n \cos 2 \cdot \theta_i}$$

$$V \cdot M = \frac{1}{n} \left\{ \left(\sum_{i=1}^n \sin 2 \cdot \theta_i \right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n \cos 2 \cdot \theta_i \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \times 100 (\%)$$

図-4～6は液状化時の最大せん断ひずみ振幅(スリッパで規制) γ_{max} と集中度 $V \cdot M$ の関係を示している。また図-7は鉛直断面について、卓越配列方向 $\bar{\theta}$ と $V \cdot M$ の関係をプロットしたものである。これらの図から次のことがいえる。

1) 水平断面では集中度が小さく、長軸方向はランダムな分布をしていると見なせる。

2) 初期状態($\gamma_{max} = 0$)の鉛直断面での集中度から見て、MSP供試体はMR供試体に比べてかなり異質性が強い。

3) 図-1～3と図-4～6の比較から、供試体中部及び下部の鉛直断面での集中度は、再液状化強度が増加するような小さな γ_{max} が加わることによって低下し、再液状化強度が低下するような大きな γ_{max} によって増加している。

4) 供試体上部の鉛直断面での集中度は、初期状態での集中度の大きさにかかわらず、 γ_{max} の増加にともなって30%程度の値に近づいている。

5) 集中度が高くなると卓越配列方向は一定方向に収束しているが、その方向角は 0° すなわち水平となるようである。

初期状態の供試体では、鉛直断面の粒子配列が水平方向に集中しているMSP供試体よりも、ランダムな配列のMR供試体の方が液状化強度の大きいことが分っている。¹⁾ この配列構造と液状化強度の関係が再液状化の場合にも成り立つとすれば、図-4～6における供試体中部及び下部の鉛直断面の集中度の変化が、図-1～3における再液状化強度の変化に対応していることになる。

文 献

- 1) 鈴木, 鈴木: 第21回土質工学研究発表会(予定) .
- 2) 鈴木, 土岐: 土質工学会論文報告集, 21巻, 4号 .
- 3) 鈴木, 鈴木: 第40回土木学会年講Ⅲ部 .
- 4) 鈴木, 土岐: 土質工学会論文報告集, 22巻, 2号 .
- 5) Curray, J. R.: Journal of Geology, Vol. 64 (1956)

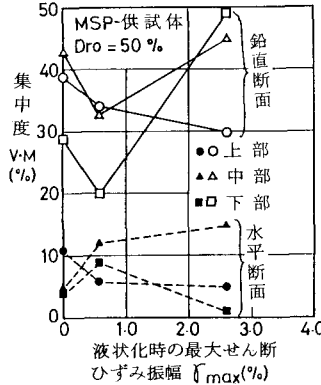


図-4 液状化による集中度の変化 (I)

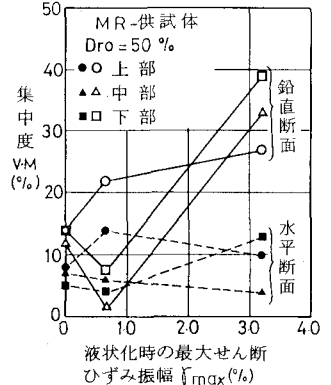


図-5 液状化による集中度の変化 (II)

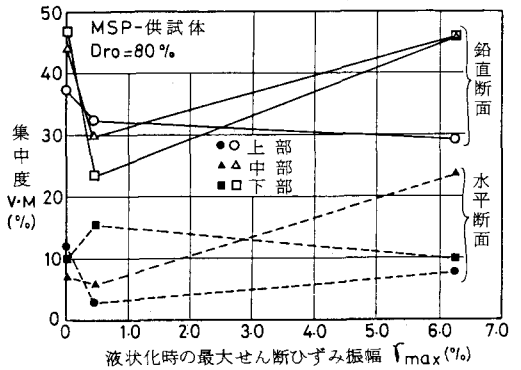


図-6 液状化による集中度の変化 (III)

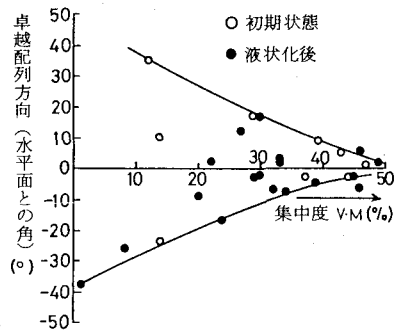


図-7 集中度と卓越配列方向