

III-47 液状化による砂地盤の沈下特性について

梶谷調査工事株式会社(東大生研研究生) 正員 佐々木 勉
 東京大学生産技術研究所 正員 龍岡 文夫

(まえがき)

最近、地震に対する関心が高まり砂地盤の液状化強度を求める実験研究が数多く見うけられる。砂地盤は、地震動を受けると過剰間隙水圧が発生するが、この過剰間隙水圧の消散に伴い砂地盤は沈下する。この沈下が大きくなると構造物に有害なものとなるが、この沈下に対する実験研究は少ないように思える。ここでは、この沈下量を推定する為の実験および解析方法を述べる。

(実験装置および方法)

実験装置は、中空伏試体を使う繰返しねじり単純せん断試験機に、図1に示すK₀リングを用いたものである。また、繰返しせん断中に鉛直変位が生じないようにストッパーが付いている。この様に、せん断中に鉛直変位ゼロ、側方変位ゼロとし、機械的に等体積状態を作り出せば、空気乾燥状態で試験を行っても、通常の飽和砂の非排水繰返しせん断試験に対応できる。試料は浅間山砂を使い、伏試体は空中落下法により、落下高さを変える事で密度を変え作製した。繰返しせん断は、 τ/σ'_v を0.145と一定にして、0.145で行ない、所定の $\gamma(DA)_{max}$ が発生したと中止した。せん断前に行なう一次元処女圧密およびせん断後に行なう一次元再圧密は、標準として0.03, 0.06, 0.12, 0.18, 0.29, 0.49, 0.98, 1.9, 3.0 k_{af}/cm²の荷重段階とし、圧密時間は最終荷重のみ60分間とし、その他は処女圧密が5分間、再圧密が10分間とした。なお、再圧密はせん断により低下した荷重値より1段階高い荷重段階より開始した。

(実験結果)

図2は典型的な実験の結果であるが、軸力の減少(有効応力の減少)が、通常の飽和砂の非排水試験時の間隙水圧の上昇と同じ傾向を示し有効応力の原理が成り立っている事を証明している。また、ひずみの増加も飽和砂におけるものと同一の傾向を示しスムーズである。

図3は、圧密時の沈下量(間隙比)と上載圧密の関係を示したものであるが、等体積せん断中に最大で0.2mm程度の沈下が生じたが、これは本来再圧密時の沈下量(S_r)に含まれるものと考えられる。

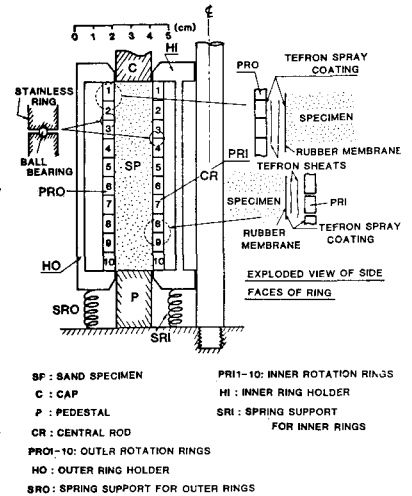


図1 K₀リング模式図
 (供試体寸法: 高さ100mm, 外径100mm, 内径60mm)

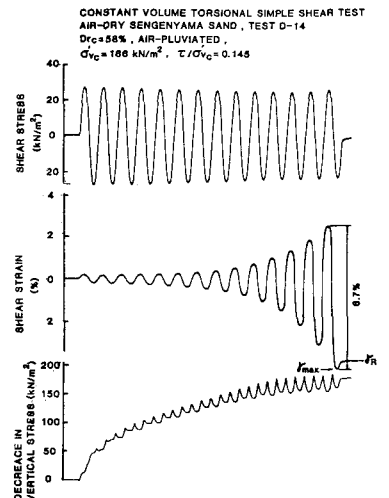


図2 典型的な実験結果

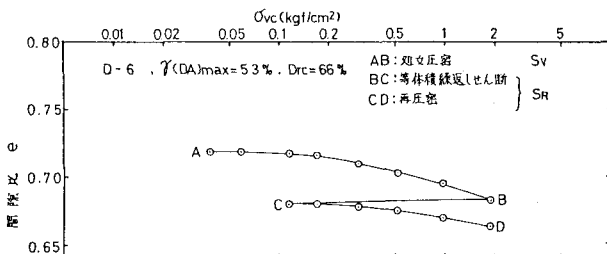


図3 $e \sim \sigma'_{vc}$ の関係図

図4, 図5は、最大せん断ひずみ $\gamma(DA)_{max}$ と繰返しせん断後の再圧密による次下量 S_R の関係を示したものであるが、 S_R は $\gamma(DA)_{max}$ が大きい程、相対密度 D_{rc} が小さい程大きくなる事が分かる。また、上載圧 σ'_v が変化しても $S_R \sim \gamma(DA)_{max}$ 関係に変化はなく、 D_{rc} により支配される事を示している。

図6は、 $\gamma(DA)_{max}$ と再圧密による次下量 S_R と処女圧密による次下量 S_v の比の関係を示したものであるが、 $S_R/S_v \sim \gamma(DA)_{max}$ は σ'_v によるが D_{rc} には無関係である。

次下量の推定は、単純に最大せん断ひずみ $\gamma(DA)_{max}$ が分かれば、繰返し載荷後の次下量 S_R は、図5より求められる。また、別途に入念な一次元圧密試験(図7)を行なう事ができれば、ある地点、例えば $\sigma'_v = a$ なる地点の次下量 $(S)_{\sigma'_v=a}$ は、図7より処女圧密量 $(\Delta E_v)_{\sigma'_v=a}$ を求め、さらに図6より $\sigma'_v = a$ 地点で推定される $\gamma(DA)_{max}$ に対応する $(S_R/S_v)_{\sigma'_v=a}$ を求め、次式により求められる。

$$(S)_{\sigma'_v=a} = \frac{(\Delta E_v)_{\sigma'_v=a}}{100} \times \left(\frac{S_R}{S_v} \right)_{\sigma'_v=a}$$

(まとめ)

以上に述べた様に、液状化による砂地盤の次下量は、ねじり単純せん断試験機にKリングを併用する事により簡単に求める事ができる。

液状化による絶対次下量は、同一の最大せん断ひずみ $\gamma(DA)_{max}$ に対しては、上載圧 σ'_v には無関係であり、処女圧密量 S_v との比は、同一の $\gamma(DA)_{max}$ に対して相対密度 D_{rc} には無関係である。

(謝辞)

本研究は、東京大学生産技術研究所で行なったものである。実験にあたり、東大生研三木五三郎教授には多大なる御助力をいただきました。試験機は、東大大学院生村松正重氏の製作したものをらせていただき、さらに東大生研山田真一氏はじめ東大生研試作工場のスタッフの皆様には多大なる尽力を頂きました。末筆ながら感謝の意を表します。

(参考文献)

- ① 丸山“液状化地盤の動的挙動”, 中央大学修論, 1977
- ② Lee and Albaisa "Earthquake Induced Settlements in Saturated Sands" Proc. ASCE No. GT4, 1974
- ③ 沢田“土構造物の動特性に関する実験的研究”, 工研資料, 第1298号, 建設省土木研究所, 1978
- ④ 村松ら“振動三軸および動的ねじり単純せん断による密な砂の液状化特性” 第16回土質工学発表会, 1981

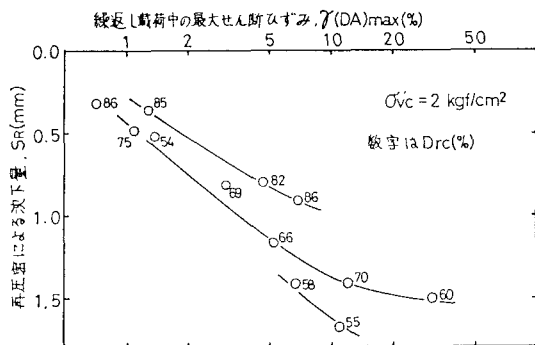


図4 $\gamma(DA)_{max} \sim S_R$ の関係 (1) (供試体高さ = 10 cm)

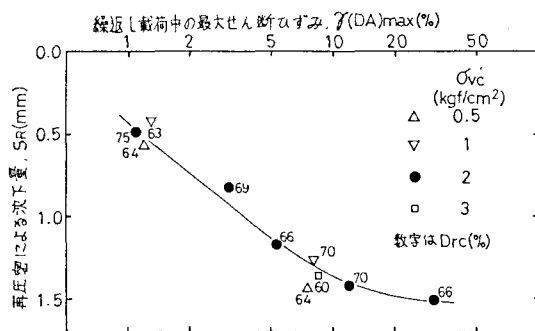


図5 $\gamma(DA)_{max} \sim S_R$ の関係 (2) (供試体高さ = 10 cm)

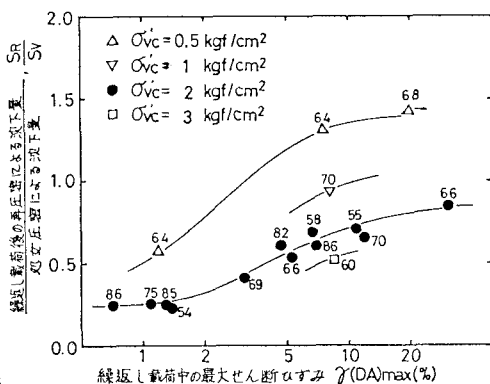
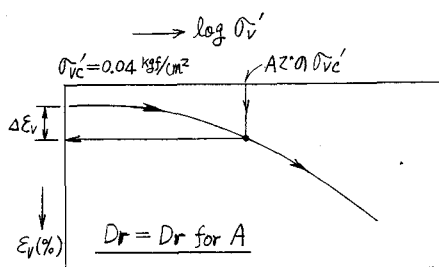


図6 $\gamma(DA)_{max} \sim S_R/S_v$ の関係



(別途入念に行なう一次元圧密試験)

図7 $\sigma'_v \sim E_v$ 関係の模式図