

III-117 飽和砂地盤の液状化特性及び弾性特性に及ぼす繰返しひずみ履歴の影響

茨城大学 (学) ○見郷浩二
 東京大学生産技術研究所 (学) S.TEACHAVORASINSKUN (正) 龍岡文夫
 茨城大学 (正) 安原一哉 (正) 佐藤研一

1. はじめに

自動車や列車はそれぞれ舗装体やレールを通して路床土に動的荷重を伝達する。これらの荷重の特色は、1つ1つの荷重そのものは大きくないが、その回数が非常に多いことである。このような、土の力学的特性に影響を及ぼすと思われる繰返しの履歴を、繰返しひずみ履歴 (CYCLIC PRESTRAINING) と呼ぶ。本研究は、交通荷重や機械振動による CYCLIC PRESTRAINING を加えられた飽和砂地盤が非排水繰返し荷重を受けたときの動的強度 (いわゆる液状化強度) を調べるために繰返し三軸試験を実施し、次に挙げる4つの点に着目し、実験的検討を行ったものである。(1) 飽和砂の液状化強度に対するCYCLIC PRESTRAINING の影響、(2) 飽和砂の微小ひずみレベルでの弾性特性に対する CYCLIC PRESTRAINING の影響および、液状化強度と最大等価ヤング率の相関性、(3) 等価ヤング係数に対する繰返し回数の影響、(4) 減衰定数に対する CYCLIC PRESTRAINING の影響、である。

2. 実験概要

図-1に示す繰返し三軸試験機を使用した。微小ひずみレベルでの軸ひずみは、非接触型変位計 (GAP SENSER) を用い、測定した。供試体 (直径7.5cm、高さ15cm) は、豊浦砂の「ゆるい (約 $D_r=55\%$) 」と「密 (約 $D_r=90\%$) 」の2種類で、落下高さ一定の空中落下法で作成した。排水状態で周波数0.5Hz軸ひずみレベル (片振幅) 約0.03%で約7,000~30,000回のCYCLIC PRESTRAININGを供試体に加えた後、0.1Hzの正弦波繰返し軸荷重を用いた非排水繰返し三軸試験を行い、CYCLIC PRESTRAININGを加えた供試体の液状化強度を測定した。また、CYCLIC PRESTRAININGを加えていない供試体の実験も行った。弾性係数及び飽和度係数B値はCYCLIC PRESTRAININGを加える前後に測定した。なお、本実験は、すべて有効拘束圧 1.0kgf/cm^2 のもとで行った。

3. 実験結果及び考察

(1) CYCLIC PRESTRAINING を加えた供試体と加えない供試体の液状化試験結果を図-2(a),(b)に示す。CYCLIC PRESTRAINING を加えたことによる間隙比変化をデータポイントの近くに示す。液状化強度はこの小さい間隙比変化にもかかわらず、CYCLIC PRESTRAINING 加えることにより大きく増加することがわかる。今回 CYCLIC PRESTRAINING を加える前後にB値を測定したがほとんど変化していないことから、飽和度の低下がその原因ではない。また、本実験では約7,000回と30,000回のCYCLIC PRESTRAININGを加えているが、回数を多くすると液状化強度は増加した。この結果は時松ら¹⁾(1990)の結果とほぼ同じ傾向であった。

(2) CYCLIC PRESTRAINING が微小ひずみレベルでのヤング係数に及ぼす影響を調べるため、供試体に CYCLIC PRESTRAININGを加

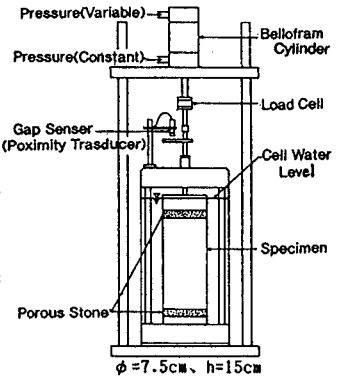


図-1 繰返し三軸試験装置

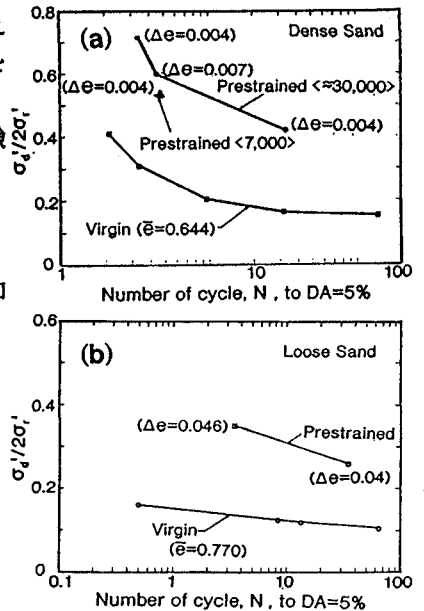


図-2(a),(b) PRESTRAINを受けた砂の液状化強度

える前後に等価ヤング係数を排水状態で測定し、その比較を行った結果を図-3に示す。図-4にまとめを示す。ただし、今回の実験においてはロードセルと GAP SENSER がセルの外側に取り付けられているために軸受けの摩擦と載荷ロッドのたわみと供試体の上下端のなじみの不完全さによる誤差が生じ、測定された初期等価ヤング係数は正確な値とは言えない。よって、本研究ではヤング係数の変化の傾向を検討した所、その結果より供試体に CYCLIC PRESTRAINING を加えてもヤング係数は増加せず、むしろ若干低下していることがわかった。CYCLIC PRESTRAINING を加えることにより液状化強度が増加しても排水状態で測定したヤング係数は増加せず、同一の初期密度に対して液状化強度とヤング係数の間には関連性がなかったと言える。

(3)等価ヤング係数を求める微小ひずみでの繰返し載荷試験では、振動数0.1Hzの繰返し応力を約2分30秒間(15回)加えた。等価ヤング係数と片振幅軸ひずみの関係を図-4(a),(b)に示す。15回目の等価ヤング係数を実線で、1回目の等価ヤング係数は破線で示す。これらの結果より、VIRGIN SPECIMEN と PRESTRAINED SPECIMENの両方とも、1回目で得られたヤング係数より15回目で得られたヤング係数の方がやや高い値を示した。しかし、10回目あたりからヤング係数は安定している。また、大きなひずみレベル(片振幅で約 10^{-4} 以上)において、VIRGIN SPECIMEN と PRESTRAINED SPECIMEN の15回目のヤング係数は類似であるが、1回目のヤング係数は VIRGIN SPECIMEN の方がやや低い。

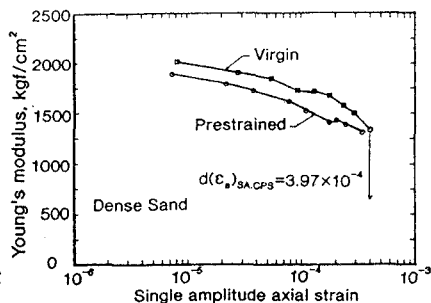


図-3 PRESTRAINを受けた砂の弾性定数

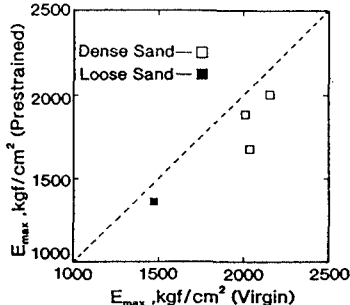


図-4 PRESTRAINを受けた砂と VIRGINな砂の弾性定数の比較

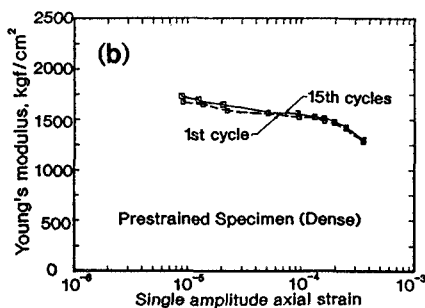
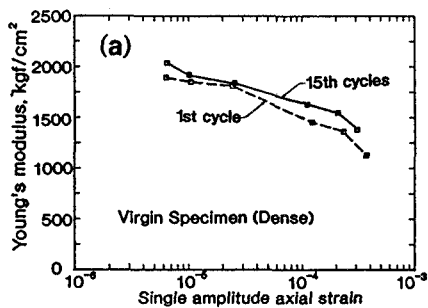


図-4(a),(b) 弾性定数に及ぼす繰返し回数の影響

(4)減衰定数と片振幅軸ひずみの関係を図-5に示す。これらの結果から、豊浦砂の弾性限界は片振幅軸ひずみで約0.01%である。これは、ひずみレベルが0.01%より大きくなったとき、供試体の等価ヤング係数がひずみ振幅の増加に対してより早い割合で減少している結果と対応している。また、この図が示しているように履歴減衰定数は CYCLIC PRESTRAININGを加えてもほとんど変化をしていない。

4. まとめ

CYCLIC PRESTRAINING を加えることにより、飽和砂の液状化強度は増加するが、排水状態で測定された最大等価ヤング係数は増加しないという結果が得られた。最後に、本研究を行うにあたり、東大生研の方々に大変お世話になりました。記して感謝の意を表します。 参考文献:1)Tokimatsu,K.et al,S&F,Vol.30,No.20,pp33~42,1990

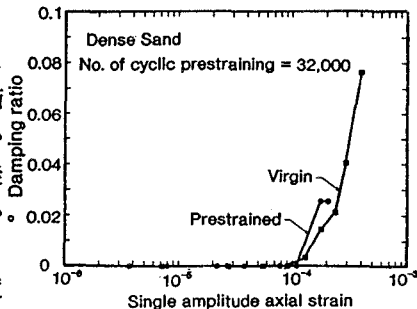


図-5 PRESTRAINを受けた砂の減衰定数