

引張り応力履歴が繰返しせん断剛性に与える影響

東北学院大学工学部 学生会員
東北学院大学工学部 正会員

○佐藤 周 千田 亜斗里
飛田 善雄 山口 晶

1 はじめに

土の地震時の挙動を調べる際には、土の引張り時のせん断ひずみ - せん断剛性関係が必要となる。しかし、引張り時のせん断ひずみ - 剛性関係について詳細に調べた研究はない。なお、土の繰返し時のせん断剛性は、一般的に一つの供試体に対して応力制御のステップ载荷を行っている。しかし、土の引張り強度は非常に小さいことから、引張り時のせん断ひずみ - 剛性関係には、引張り時に発生した亀裂などが大きな影響を与える可能性がある。そこで、本研究では、中空ねじりせん断試験機を用いて、ステップ载荷と単独際荷を行い引張り時のせん断ひずみ - 剛性関係に履歴の与える影響を求めることを目的とした。

2 供試体作製

本研究ではセメントを混ぜた粘性土供試体を用いて中空ねじりせん断試験を行い、繰返し引張り時の脆性挙動を調べた。

供試体の試料として必要な量のカオリン粘土，ポルトランドセメント，水を（カオリン粘土+セメント）：水=4：3の比率で混合する。これは供試体作製圧密装置で载荷した際に試料が漏れない程度の比率である。セメント量は、供試体の自立と成型のやり易さから考え、カオリン粘土量の5%で統一し作製することとする。

カオリン粘土とセメントに水を入れよく混合した試料を作製容器に流し込む際に側面をハンマーで叩くことによりあらかじめ試料内の空気をできるだけ追い出すようにする。

試料を入れ終えた供試体作製容器を供試体作製圧密装置にセットし、供試体作製圧密装置の圧力バルブを使って、 150kN/m^2 をかけ、それぞれ1日間と3日間かけて载荷する。この時荷重を一気に载荷すると試料が上部から漏出するため、2時間から3時間かけて徐々に所定の圧力まで上げていく。

3 予備実験

ここでは、作製した供試体の一軸圧縮試験と圧裂試験を行い、一軸圧縮強度と圧裂強度の関係、一軸圧縮強度と圧密沈下ひずみの関係を求めた。なお、求めた一軸圧縮強度と圧密沈下ひずみの関係は、本実験で用いた供試体の補正に用いる一軸圧縮強度を推定するために用いる。

図-1 に一軸せん断応力と沈下ひずみ関係を示す。この図から一軸圧縮強度は、圧密沈下ひずみと比例関係になった。図-2 に圧裂強度と一軸圧縮強度の関係を示す。圧裂強度と一軸強度を比較したところ、圧裂強度は一軸強度のおよそ $1/10$ ということがわかった。図-3 に一軸試験時のピーク応力とそのときのひずみ（破壊ひずみ）の関係を示す。強度は3日養生の実験の方が強いが破壊ひずみはほとんど変わらないという結果が出た。

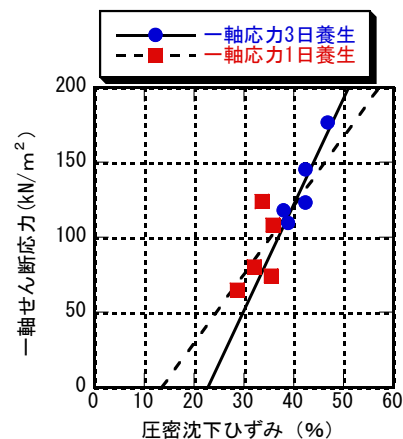


図-1 一軸せん断応力 - 圧密沈下ひずみ

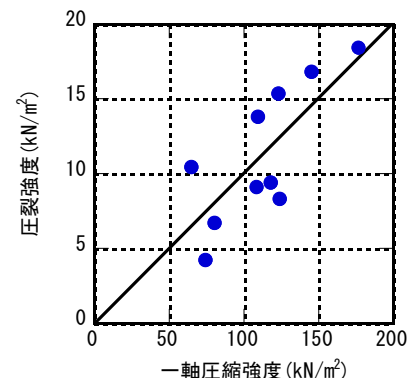


図-2 圧裂強度 - 一軸圧縮強度

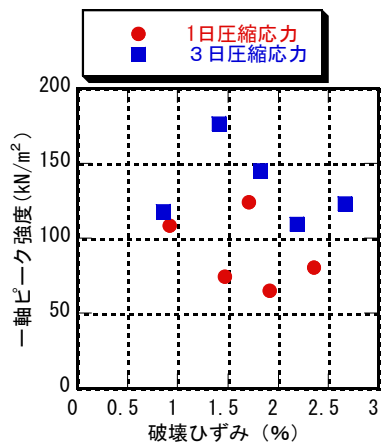


図-3 一軸ピーク強度 - 破壊ひずみ

4 中空ねじり試験

本研究では、中空ねじりせん断試験機を用いて、引張り時のせん断ひずみ - 剛性関係を求めることを目的とする。

中空ねじりせん断試験機に用いる供試体は、外径 7cm、内径 3.5cm、高さ 7cm の中空円筒形に成型した供試体を使用する。

実験はステップ载荷と単独载荷の 2 種類行う。ステップ载荷のせん断応力振幅は、20, 30, 40~120kN/m² まで 10kN/m² 毎とし、各ステップにおいて繰返し回数 11 回の载荷を行い、その後、次のステップに移る。単独载荷については、せん断応力振幅を 20, 40, 60, 100kN/m² でを行い、それぞれの応力振幅を 11 回载荷したのみの実験である。実験はトルク制御で行っている。

5 結果・考察

供試体は同じ作製方法ではあるが、予備実験と同様に供試体によって圧密沈下ひずみ量が異なった。そこで、せん断剛性を圧密沈下ひずみから推定したせん断強度で割ることにより、供試体の強度のばらつきを補正した。この値を補正せん断剛性とした。図-4 に 1 日養生の図-5 に 3 日養生の補正せん断剛性 - せん断ひずみ関係を示す。同図上には単独载荷とステップ载荷の結果をあわせて示した。

図-4、図-5 からステップ载荷の補正せん断剛性は、単独载荷のものより小さくなった。小さいせん断ひずみの場合にその差が大きいのは、せん断ひずみが小さいときに土の脆性挙動の影響が大きい、ということを表している。また、大きいせん断ひずみの場合にその差が生じなかったのは、応力振幅が大きくなるほど供試体の損傷が大きくなり、結果的に単独载荷とステップ载荷で破壊の程度が飽和状態となったためと考えら

れる。

以上から、せん断ひずみが小さい時にはせん断剛性の差が見られるが、6%以上になるとその差は見られなくなった。

参考文献

- 1) 大矢洋介, 吉田望, 飛田善雄: 土の引張り破壊を考慮した堤体の変形解析, 第 39 回地盤工学発表会, pp879-880,2004.
- 2) 永尾拓洋, 関雅樹, 佐藤清: 液状化による盛土の堤体破壊に関する検討, 第 40 回地盤工学研究発表会, pp1403-1404,2005.

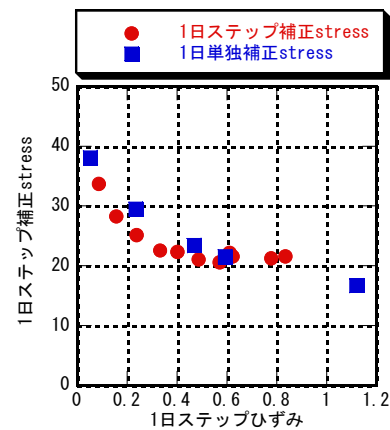


図-4 補正せん断剛性 - せん断ひずみ

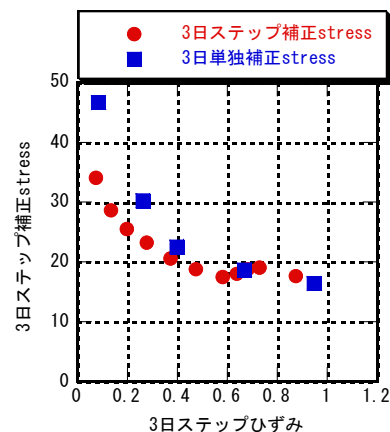


図-5 補正せん断剛性 - せん断ひずみ