

地震後における流動化処理土の変形特性及び強度特性

中央大学 学生会員 吉尾 泰輝
 同上 正会員 國生 剛治
 同上 学生会員 岩沢 大
 同上 学生会員 川島 日王

1.はじめに

工事の際の建設残土は盛土など再利用については厄介であったが、その残土を利用し全く新しい有用な材料にする流動化処理土工法⁽¹⁾が埋め戻し・充填に効果的なため現在多くの場所で使用されている。しかし強地震直後での流動化処理土の強度や変形特性についての研究は数が少なかった。そこで本研究ではその基礎的検討として、カオリン粘土とセメント系固化材を加えた試料を対象に図-1の小型三軸試験機を用いて非排水で繰り返し載荷を行い、その後静的試験を行うことで地震が流動化処理土の強度や変形特性に与える影響について調べることが目的としている。

2.試験方法

試験に用いた試料は細粒分含有率の多い粘性土のカオリン粘土($I_p=44$, $\rho=2.729\text{g/cm}^3$) 固化材にセメント系固化材一般軟弱土用(TL-3)である。セメント添加量と泥水密度の2つのパラメータを変化させた流動化処理土を次に示す条件で作成した。まず第1にセメント添加量を一定に保ち、泥水密度を 1.150g/cm^3 、 1.200g/cm^3 、 1.250g/cm^3 、 1.300g/cm^3 と4段階に変化させる。次に泥水密度を 1.300g/cm^3 に保ちセメント添加量を50kg,100kg,150kg,200kgと段階的に変化させる2つの方法で変形及び強度特性を検討した。なお今回作成した流動化処理土の詳細を表-1に示す。事前に流動化処理土の強度特性が安定するまでにかかる日数を確認するために7日,14日,21日,28日と7日毎に一軸試験を行い、28日以前において強度増加はほぼ終了することを確認した。三軸試験では圧密非排水条件、有効拘束圧 98kPa 、背圧 294kPa 材齢28日以降という条件の下で以下の二段階の試験を行った。一段階目は地震荷重を模擬するために振動数 0.1Hz の正弦波を11波加える繰り返し載荷試験を行った。その後非排水条件のままで、まず、非接触変位計を用い微小歪みせん断剛性 G_0 を計測した後、歪み速度 $0.05\%/min$ で単調載荷せん断試験を行った。また、参考のため、繰り返し載荷を加えない非排水単調載荷せん断試験も行った。

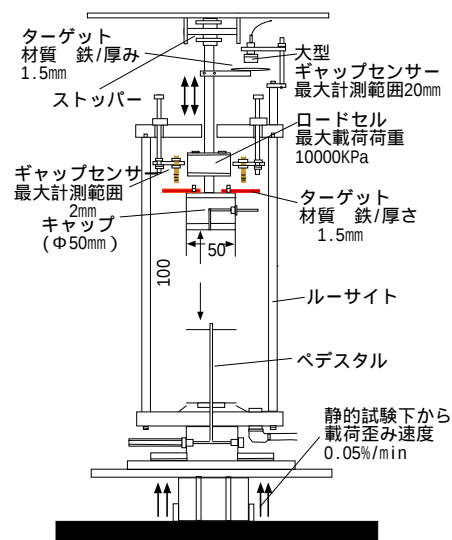


図-1 三軸試験機の詳細図

表-1 流動化処理土の配合表

セメント添加量 (kg/m^3)	泥水試験結果			(泥水+セメント)試験結果		
	目標泥水密度 (g/cm^3)	実測泥水密度 (g/cm^3)	フロー値 (mm)	実測泥水密度 (g/cm^3)	フロー値 (mm)	ブリーディング率 (%)
50	1.300	1.297	360	1.324	280	0
100	1.300	1.297	377	1.362	270	0
150	1.300	1.295	385	1.369	263	0
200	1.300	1.298	370	1.416	220	0
100	1.150	1.146	630	1.209	515	2.4
100	1.200	1.192	565	1.283	502	1.4
100	1.250	1.253	405	1.310	328	0.7
100	1.300	1.295	370	1.352	263	0

KEYWORD 流動化処理土、繰り返し載荷、せん断剛性、両振幅最大軸歪み、割線変形係数

郵便番号 112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel 03-3817-1799 中央大学理工学部土木工学科土質研究室

3. 試験結果及び考察

図-2 は、繰返し載荷時の応力を繰返し載荷を加えない静的強度（通常の静的強度）で割ったものを横軸に、縦軸には繰返し載荷後に得られた強度を通常の静的強度で正規化した値をとって示している。プロットは、配合に関係なく泥水密度及びセメント添加量を変化させた全てのデータである。繰返し載荷後においても破壊間近まで静的強度が低下せずほぼ一定の値を示すことが言える。このことより泥水密度やセメント添加量の変化に関係なく地震後の強度が低下しないことがわかる。

一方図-3,4 は応力比を変えて繰返し載荷をした後での微小歪みせん断試験及び静的試験による変形特性に関する結果である。ここに縦軸は微小歪み時せん断剛性 G_0' と静的強度の 50% 応力での割線変形係数 E_{50}' を繰返し載荷を加えない微小歪みせん断剛性 G_{0max} 及び割線変形係数 E_{50max} でそれぞれ割り正規化したものである。微小歪みせん断剛性 G_0 はポアソン比 0.5 として計算している。応力比を増加させていくに従い、割線変形係数 E_{50} は緩やかに低下する。微小歪みせん断剛性 G_0 についても大きな応力比での

繰返し載荷を加えていくに従い、割線変形係数 E_{50} とほぼ同様な割合で低下することを示している。そしてこのような低下傾向は試料の配合の違いにあまりよらない事がわかる。

最後に図-5 では繰返し載荷中での正規化した応力比と両振幅最大軸歪み DA の関係を示している。両振幅最大軸歪み DA は応力比 0.8 程度までは小さいが、それ以降急激に増加し始め、破壊に至る。また配合に関係なくどの試料においてもほぼ 1 本の線の上ののることが分かった。以上のように、強度、変形係数(E_{50}, G_0)、両振幅軸歪み DA が正規化した繰返し応力比に対してほぼ一義的定められることは、今後流動化処理土の設計法で考えていく上で重要な点である。

4. まとめ

泥水とセメントから作成した流動化処理土について圧密非排水条件で繰返し載荷とその直後に非排水単調載荷試験を行った結果以下の点が明らかとなった。

- (1) 繰返し載荷後の静的強度は低下しないが E_{50} 及び G_0 は繰返し応力比にしたがって低下する。
- (2) 両振幅最大軸歪み DA は正規化応力比が 0.8 位まであまり発生しないが破壊間近で急激に増加し破壊に至る。
- (3) これらの正規化繰返し応力比に対する変化傾向は流動化処理土の配合の違いによらず、ほぼ統一的に評価できる。

<謝辞>流動化処理工法研究機構の久野先生、住友大阪セメント株式会社の吉原氏、安井氏には研究上のアドバイスやセメントの手配などで大変お世話になりました。<参考文献>久野悟郎編著：土の流動化処理工法、技報堂

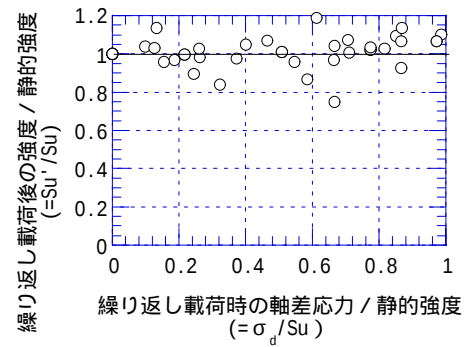


図-2 繰返し応力比と静的強度の正規化の関係

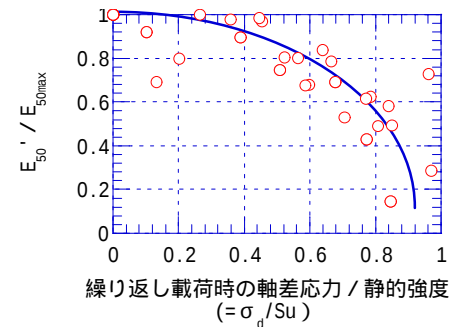


図-3 繰返し応力比と E_{50} の正規化の関係

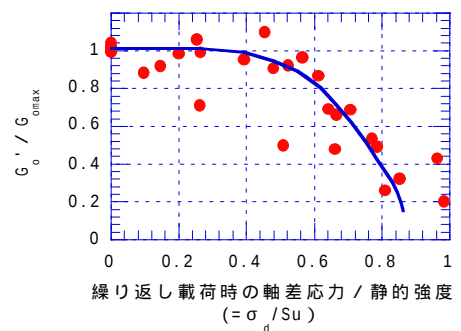


図-4 繰返し応力比と G_0 の正規化の関係

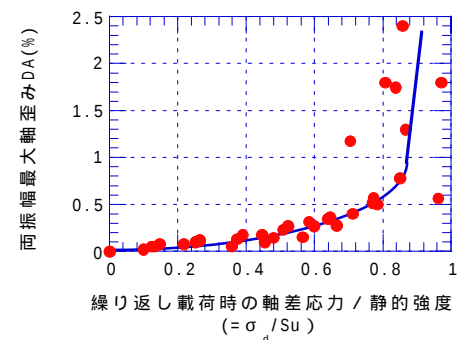


図-5 繰返し応力比と両振幅最大歪み DA の関係