

1. まえがき

筆者らはセメント系硬化剤を用いた改良土の物理特性と静的力学特性について一連の研究を行ってきた。^{1,2)} 一方、深層混合処理工法による改良土地盤に加わる外力としては、静的荷重のほかに、地震時応力や波力に起因する応力に代表されるくり返し荷重も重要である。このようなくり返し応力を受けた改良土の強度、変形特性についての研究は比較的少なく、データの蓄積がまたれている。本研究は、深層混合処理工法により改良された代表的な改良地盤について、簡単な地震応答解析および波力についての解析を行ない、地震および波力によるくり返し応力を十分な余裕でカバーできるように実験時の応力条件を決定し、以下に示す室内改良土について、圧密非排水くり返し三軸圧縮・伸張試験を行ない、くり返しせん断ひずみ履歴の改良土の強度特性と変形時特性への影響について調べたものである。

2. 実験に用いた試料

実験に用いた試料は、神奈川県および佐賀県の海底で採取した粘土にセメントを添加し、混練してから4週以上経過した試料である。表1は実験に用いた試料のセメント添加量と、くり返しせん断を受けない試料について行なった

表1 実験試料とくり返しせん断前の一軸圧縮試験結果

試料名	α (kg/m ³)	q_{ub} (kgf/cm ²)			E_{50b} (kgf/cm ²) × 10 ⁴		
		最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値
神奈川-3 (4 YW)	150	60.3	51.3	55.2	2.77	2.28	2.47
神奈川-3 (2 YW)	80	21.1	19.7	20.5	0.85	0.77	0.81
神奈川-3 (3 YW)	130	39.0	35.2	37.6	1.56	1.38	1.46
佐賀-1 (2 IW)	140	28.0	26.3	27.3	1.42	1.30	1.34
佐賀-1 (4 IW)	250	61.7	56.9	58.6	2.71	2.48	2.59

3. 実験装置と実験方法

実験は直径5cm、高さ10cmの室内改良土を所定の等方圧(σ_c)で圧密したのち、軸方向に σ_s なる軸差応力を加え、そののち、非排水状態で、片振幅が σ_d なる正弦波形の応力を加えた。波力対象の場合は5万回、地震力対象の場合は20回くり返し載荷し、そののち、一軸圧縮試験を行なっくり返しせん断ひずみ履歴の影響を調べた。実験装置は実験期日の短縮のため、地震荷重を対象とした実験は油圧サーボ機構の三軸試験機、波力荷重対象の実験は空気圧式の三軸試験機を用いた。くり返し応力の載荷の周波数については、特に波力荷重の場合、周期が長くかつくり返し回数が多いので、文献5,6の結果から周波数の影響が小さいことをふまえて、実験時間の短縮を目的として3~4Hzで行なった。地震荷重を対象とした実験は0.5Hzで行なった。実験時の応力条件は表2に示すような組み合わせとなっている。詳細は文献6,7を参照されたい。

4. 実験結果とまとめ

a 地震力を対象とした実験結果

図1と図2は異なるセメント添加量をもつ2種の試料について、20回のくり返しせん断後に行なった一軸圧

表2 実験時応力条件

a:地震時応力, b:波力

(a) 試料名	σ_c (kgf/cm ²)	σ_s (kgf/cm ²)	σ_d (kgf/cm ²)
神奈川-3 (4 YW)	0, 1, 2, 3	0, 1, 2, 4	1, 2, 4
神奈川-3 (2 YW)	0, 1, 2, 3	0, 1, 2, 4	1, 2, 4

(b) 試料名	σ_c (kgf/cm ²)	σ_s (kgf/cm ²)	σ_d (kgf/cm ²)
神奈川-3 (4 YW)	0, 1, 2, 3	1, 2, 4	1, 2
神奈川-3 (2 YW)	2	2	1, 2
神奈川-3 (3 YW)	2	2	1, 2
佐賀-1 (2 IW)	2	2	1, 2
佐賀-1 (4 IW)	2	2	1, 2

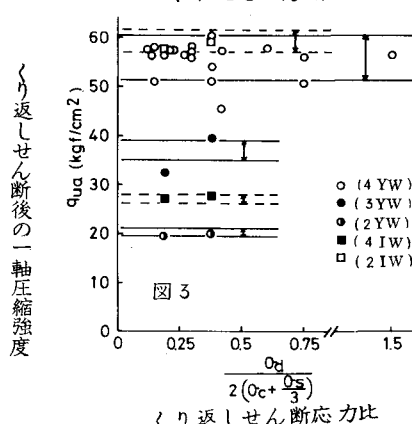
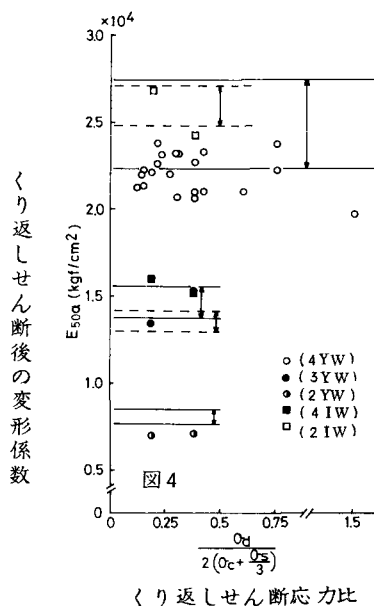
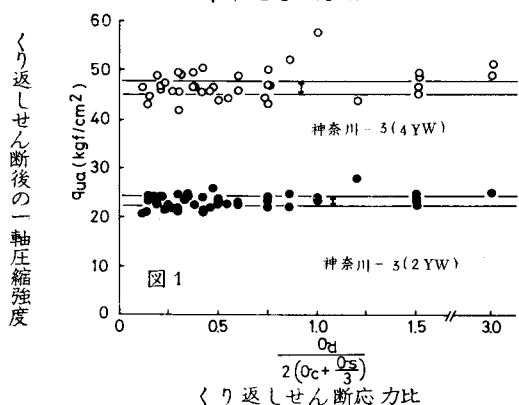
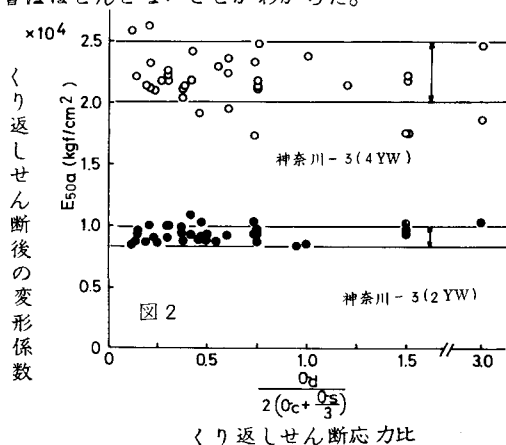
縮試験で得られた一軸圧縮強度 q_u と変形係数 E_{50} をくり返しせん断応力比 $\sigma_d/2(\sigma_c + \frac{\sigma_s}{3})$ に対してプロットしたものである。図中にはくり返しせん断を受けない試料のそれも範囲として示してある。図から試料自身の強度、変形係数のバラツキを考慮すると実験時の応力条件（表2に示す組合せ）の範囲内では、20回のくり返しせん断による改良土の q_u や E_{50} への影響はほとんどないことがわかる。

b 波力を対象とした実験結果

波力を対象とした実験では、粘土が2種、セメント添加量が5種からなる5種の試料について行なった。実験結果は図3と図4に示されている。図3からわかるように、 q_u については、異なる5種の試料のいずれについても、5万回のくり返し応力による影響はほとんどないことがわかる。 E_{50} については2YWの試料が若干剛性の低下が見られるが、しかし、この場合実験数がわずか2つで、試料自身のバラツキが原因しているかも知れない。

c まとめ

以上の実験結果より、実験で設定した応力範囲内において、くり返しせん断による改良土の q_u および E_{50} への影響はほとんどないことがわかった。



- 4) 谷口他(1980): セメント混合による改良土の動的強度に関する一考察 第35回土木学会年次大会
参考文献 1) 川崎他(1978): セメント系改良土の工学的性質に関する研究, 竹中技術研究報告, 第19号
2) Kawasaki et.al(1981): Deep Mixing Using Cement Hardening Agent, 10th ICSMFE
3) 加場(1974): 繰返し荷重を受けるソイルセメントの変形および強度特性, 土木学会論報第231号
5) 畑中他(1980, 1981): セメント系硬化剤により改良された軟弱地盤の動力学特性, その1, その2 第15回, 第16回土質工学研究発表会 6) 斉藤他(1981): セメント系硬化剤による深層混合処理工法に関する研究(その17), 第16回土質研究発表会 7) 木下他(1981): セメント系硬化剤による深層混合処理工法に関する研究(その18), 第16回土質研究発表会