

関西大学工学部 正会員 西田 一彦
(協) 関西土質研究センター 中山 義久
関西大学大学院 学生員 ○堀 太香夫

1. まえがき

鋭敏比の高い沖積粘土地盤は、攪乱作用を受けることで強度が著しく低下することがある。したがって、繰返し荷重が加わった際の変形、強度特性を十分把握しておく必要がある。そこで、本研究では、大阪市内に広く分布する鋭敏粘土を取り上げ、繰返し応力下における供試体の挙動を調べた。さらに、载荷後のせん断強度特性に着目し、強度回復の経時変化について検討を行った。以下、その結果について報告する。

2. 試料および実験方法

本研究に用いた試料は、大阪市内の鋭敏粘土分布地域内より採取した不攪乱試料である。試料の物理的性質を表-1示す。圧密降伏応力 $p_c = 1.05 \text{ kgf/cm}^2$ 、一軸圧縮強度 $q_u = 0.6 \sim 0.8 \text{ kgf/cm}^2$ 、鋭敏比は12~26である。

実験装置は、油圧サーボ式振動三軸圧縮試験機で、供試体は直径 5cm、高さ10cmである。実験手順としては、拘束圧 $\sigma'_o = 0.25, 0.50 \text{ kgf/cm}^2$ の下で、24時間等方圧密した後、周波数 1Hz、正弦波、応力比 r (せん断応力振幅 τ_d / 有効拘束圧 σ'_o) を設定し、非排水状態で2000回、4000回の繰返し载荷を行った。载荷後、その直後および非排水状態で1, 3日放置後の3通りの場合に分け、非排水せん断試験を実施した。比較のため、繰返し载荷履歴を受けない通常の非排水せん断試験も行った。

また同一の供試体において、载荷後の有効応力状態を一定に保つように背圧を制御して放置し、1, 3, 7日後に数回の繰返し载荷を行った後、同様に非排水せん断試験を行った。

3. 結果および考察

図-1は、繰返し载荷によって供試体内部で消費されるエネルギーの累積(応力~ひずみの履歴ループの面積) ΣW と、履歴ループの頂点を結ぶ直線勾配を変形係数 G (第一载荷のそれを G_o とする) として、変形係数比 G/G_o との関係を示したものである^{1) 2)}。累積減衰エネルギーの増加にともない、拘束圧や応力比によらず一義的な変形係数比の低下がみられる。またその低下の割合は初期において著しいことがわかる。

表-1 試料の物理的性質

自然含水比 W_o (%)	土粒子の 密度 ρ_s	コンシステンシー特性		粒度組成 (%)			間隙比 e_o
		W_L (%)	W_p (%)	砂	シルト	粘土	
61.7	2.612	76.2	29.4	4.6	17.0	56.0	1.678
65.1	2.724	82.4	35.3	9.7	36.5	73.0	1.761

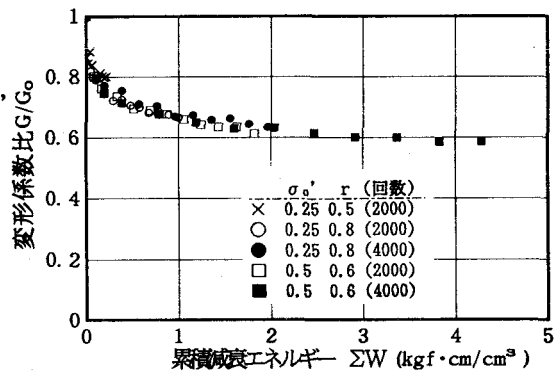


図-1 ΣW と G/G_o の関係

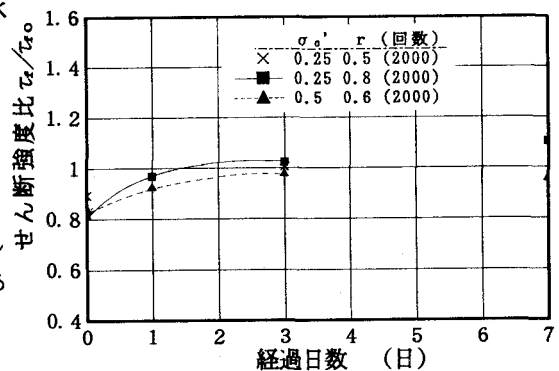


図-2 せん断強度比の経時変化

図-2は、繰返し載荷後直後および非排水放置後に行った非排水せん断試験によるせん断強度比 τ_f/τ_{f0} (繰返し載荷を受けないせん断強度を τ_{f0} とする) を、経過日数に対して示したものである。繰返し載荷直後に低下した強度が、3日後にはほぼもとの強度にまで回復している。しかしこの強度回復は、図-3に示す有効応力経路にみられるように過剰間隙水圧の消散に起因しているとも考えられる。放置1日で繰返し載荷によって発生した過剰間隙水圧が消散し、繰返し載荷前の有効応力状態に戻っている。有効応力が増加すれば強度回復が起こる。しかし、放置1日の応力経路は繰返し載荷を受けないものの経路とは一致せず、より過圧密な状態へと移行している。有効応力の増加による影響をなくすため、繰返し載荷後の応力状態を一定に保つよう背圧を制御した場合の結果を図-4に示す。有効応力を載荷直後と同じに保つても、強度はいったん減少した後再びもとの値に回復している。

図-5の同一の供試体を用いて行った有効応力一定放置における変形係数からみても、経過日数によって増加する傾向にある。なお放置期間中で行った繰返し載荷は、その後の強度特性に影響を及ぼさないものと考えた。それぞれの拘束圧において、繰返し載荷回数が2000回と比較すると、4000回のものの方が、加えられたエネルギーが大きく、強度はより低下する。また強度回復も小さく7日後でも、もとの変形係数には達していない。

4. あとがき

- 繰返し載荷を受けると有効応力の減少に伴って強度が低下するが、その後、繰返し載荷後非排水状態のまま、もしくは有効応力状態を一定に保ったままで放置しても強度は徐々に回復していく。このことから、繰返し載荷後の強度回復は、圧密以外の、シキソトロピー現象のような強度回復の要因が大きく作用しているものと考えられる。
- 繰返し載荷後の時間的な強度回復は、放置開始初期において著しく、加えたエネルギーが大きいほど強度回復に長い時間を必要とする。

参考文献

- Y. L. Cao, K. T. Law: Can. Geotech. J. Vol. 29, pp. 103-111, 1992.
- 山崎浩之・善 功企・加賀谷宏基: 繰返し載荷を受ける粘土の劣化特性と静的強度の関係, 第26回土質工学研究発表会講演集, 301, pp. 791~792, 1990.

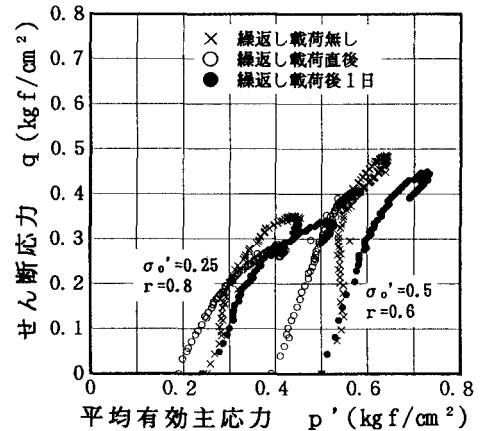


図-3 有効応力経路

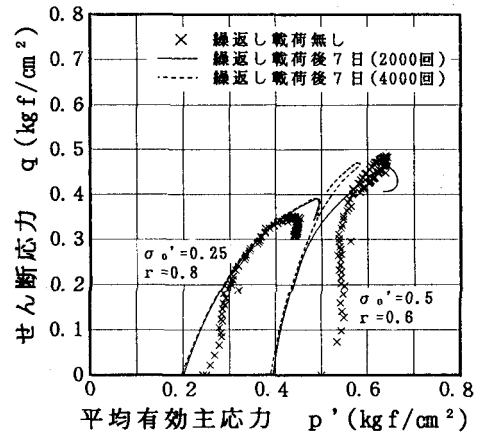


図-4 有効応力経路

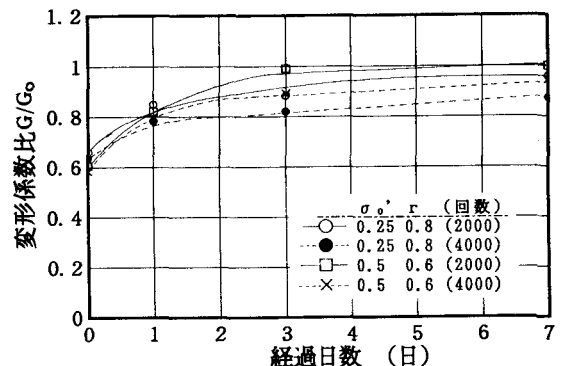


図-5 変形係数比の経時変化