

鋭敏粘土の動的強度特性

関西大学 工学部 正員 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 ○前橋敬郎

1. まえがき

鋭敏粘土の分布する地域では杭打設など振動に伴う事故が発生するが、繰返し载荷を受けた場合の強度特性についてはあまり知られていないのが現状である。そこで、本研究は鋭敏粘土を用いて、種々のせん断応力比の下での変形と過剰間隙水圧の挙動ならびに繰返し载荷時のせん断応力比と圧密後の供試体の強度の間の関係を調べた結果について述べたものである。

2. 実験装置

本研究に用いた実験装置は、電気・油圧サーボ式振動三軸圧縮試験機である。供試体に作用する軸方向荷重及び側圧はそれぞれ独立に制御可能である。本実験装置の最大軸荷重は100kgf、最大軸変位50mm、最大側圧10kgf/cm²である。周波数は0.001~10Hzの間で、位相差は0°~360°の間で連続的に可変である。

3. 試料と実験方法

今回、実験に用いた試料は東大阪鋭敏粘土に類する鋭敏粘土である。採取深度付近のN値は0~5、圧密降伏応力 P_v は0.5~1.5(kgf/cm²)、一軸圧縮強度 q_u は0.3~0.7(kgf/cm²)である。その鋭敏比については測定不可能である。用いた供試体の基本的性質は表-1に示すとおりである。供試体は直径5cm、高さ10cmである。

実験方法については図-1に示すように有効拘束圧 $\sigma'_a=0.5$ (kgf/cm²)で12時間圧密し(①→②過程)、周波数0.5Hzの正弦波で、平均主応力一定の条件で繰返し载荷を行った(②→③過程)。载荷回数 の最大値を1000回とし、载荷中の軸変位、間隙水圧変化を測定した。载荷後、過剰間隙水圧が一定になるまで約1時間放置し、次に過剰間隙水圧が消散するまで再圧密を行った(③→④過程)。その後、繰返し载荷の影響を調べるために軸ひずみ速度0.2%/minにて静的非排水せん断試験を行った(④過程)。また検定のため、通常の圧密非排水せん断試験も行った(②過程)。

表-1 物理試験結果

試料名	採取深度 (m)	水分 (%)	液性指数 (%)	天然含水率 (%)	w_L (%)	w_p (%)	G_s	e_0	ρ_s
1	6.00~6.85	26.7	60.8	12.5	61.2	33.7	2.540	53.9	1.413
2	5.00~5.80	32.1	58.6	9.3	66.4	39.2	2.634	48.8	1.301
3	6.00~6.85	23.7	53.2	23.1	62.2	29.3	2.619	50.3	1.316
4	5.00~5.80	33.3	47.1	19.6	60.9	32.3	2.649	43.6	1.220
5	6.00~6.85	41.6	46.4	12.0	55.2	32.3	2.635	42.5	1.141
6	5.00~5.75	31.3	43.1	25.0	59.9	33.9	2.664	45.3	1.233
7	6.00~6.85	28.9	48.3	23.7	59.1	30.2	2.633	49.6	1.237
8	4.00~4.85	28.4	54.5	17.1	63.5	31.6	2.639	51.4	1.371
9	5.00~5.75	27.2	55.7	17.1	67.4	31.0	2.640	54.4	1.439
10	4.00~4.85	26.4	45.2	28.4			2.673	55.3	1.455
11	6.00~6.82	24.1	51.3	24.6	52.0	32.8	2.638	47.5	1.243
12	6.00~6.83	30.6	45.6	23.8	41.9	31.9	2.647	45.2	1.166
13	5.00~5.80	31.1	46.9	22.0	48.1	27.7	2.656	52.3	1.384

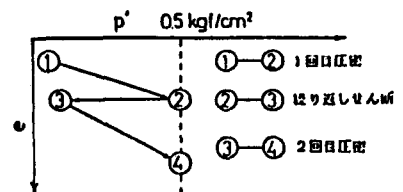


図-1 実験方法の手順

4. 実験結果と考察

図-2はせん断応力比 τ_a/σ'_v と過剰間隙水圧の増加速度を経過時間をパラメーターとして示したものである。

τ_a/σ'_v が小さい場合、過剰間隙水圧の増加速度の経時的な変化は小さく τ_a/σ'_v が大きくなるにつれて過剰間隙水圧の増加速度は大きくなり、 $\tau_a/\sigma'_v=0.26$ 近辺を境に傾向が異なっている。さらに、過剰間隙水圧は載荷開始直後急激に発生し、繰返し載荷時間(繰返し載荷回数)とともに緩やかになり、かつ τ_a/σ'_v の大きいものほど顕著である。

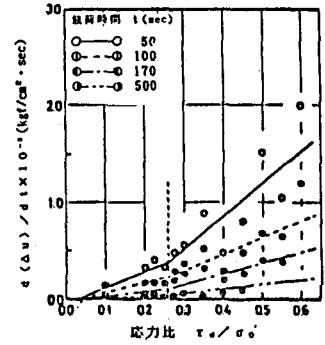


図-2 応力比と
間隙水圧の増加速度

図-3は供試体内部で損失するエネルギー $\Delta W/\sigma'_v$ 、すなわち損失エネルギー ΔW と過剰間隙水圧増加を有効拘束圧 σ'_v で除して表したものである。 $\Delta W/\sigma'_v$ が小さいところでは τ_a/σ'_v の大小によらず過剰間隙水圧の値が似ている。 $\Delta W/\sigma'_v$ が大きくなるにつれて τ_a/σ'_v の大小による過剰間隙水圧の発生パターンが異なる傾向を示す。

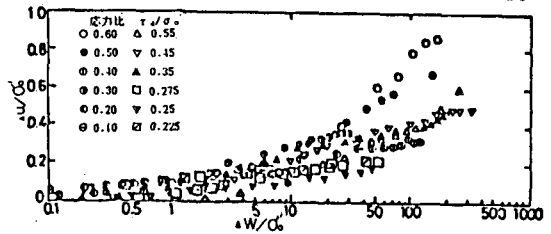


図-3 損失エネルギー比と間隙水圧比

図-4は繰返し載荷による攪乱と攪乱を受けた後、圧密したときの間隙比の変化量 Δe との関係を示したものである。攪乱比 R の小さい領域については、間隙比の変化量は小さく、かつ傾きが小さい。 R の大きい領域については、間隙比の変化量は大きく、かつ傾きが大きくなっている。 $R=1.5$ 付近でその傾向が異なっている。

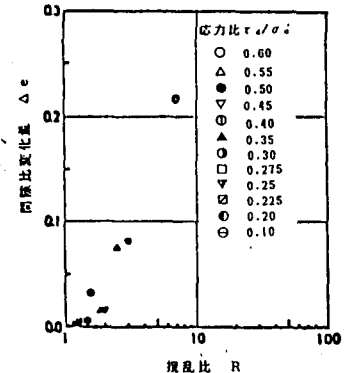


図-4 攪乱比と間隙比変化量

図-5はせん断応力比と繰返し載荷を受けた試料の圧密後の非排水せん断強度 τ_f をプロットしたものである。これより繰返し載荷、圧密後の非排水せん断強度が載荷履歴を受けないものの強度に近い部分が見られる。しかし、 $\tau_a/\sigma'_v=0.26$ より大きい領域では繰返し載荷を受けることより土構造が破壊され、圧密による密度増加によって強度増加が明確になるものと考えられる。 $\tau_a/\sigma'_v=0.20$ より小さいところでは、間隙水圧の増加も比較的少なく、強度のバラツキが見られる。このような現象についてはさらにデーターを追加し吟味、確認する必要がある。

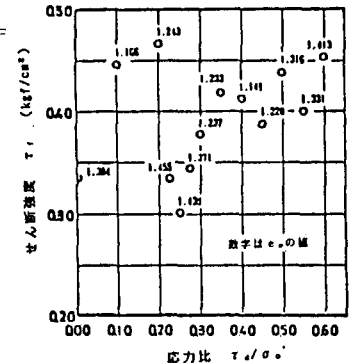


図-5 応力比と圧密後の強度

最後に、お世話になった大阪大学松井保教授、阿部信晴助教教授に感謝します。

【参考文献】1) 松井保、小原秀夫、伊藤富雄、飽和粘土の力学的特性に及ぼす動的応力履歴の影響、土木工学会論文集第257号 pp. 41-51, 1977.