

III-B 357

不攪乱関東ロームの繰返し三軸圧縮強度特性

日本大学理工学部 正会員 巻 内 勝 彦
 同 上 正会員 峯 岸 邦 夫
 日本大学大学院 学生員 ○ 高 橋 和 希

1 まえがき

自然状態において高含水比火山灰質粘性土である関東ロームは、不攪乱状態ではその力学特性は通常大きな問題を起こさないないが、ひとたび攪乱を受けると強度低下が著しい等の特異な性質を持っている。したがって、繰返し荷重等の攪乱作用をもたらす場合の土質工学的特性を明らかにしておくことが大切である。本研究では、動的応力を受ける切土路床や基礎地盤を想定した場合の基礎的研究として、乱さない状態の不飽和火山灰質粘性土を用い繰返し三軸圧縮試験を行い、応力・ひずみ・回数の関係に与える応力レベルおよび周期の影響、繰返し載荷後の静的一軸圧縮強度特性の変化等を調べた。

2 供試体および実験方法

実験試料は、ブロックサンプリングにより乱さない状態で採取した火山灰質粘性土（関東ローム V H₂：千葉県船橋市採取）で、その物理的性質は、土粒子の密度 $\rho_s = 2.71 \text{ g/cm}^3$ 、自然含水比 $w_n = 113\%$ 、乾燥密度 $\rho_d = 0.50 \text{ g/cm}^3$ 、湿潤密度 $\rho_t = 1.08 \text{ g/cm}^3$ である。現場より室内に搬入したブロック試料から直径 $\phi = 50 \text{ mm}$ 、高さ $H = 100 \sim 120 \text{ mm}$ の供試体を切り出し作製した。

実験は、まず静的三軸圧縮試験の結果に基づき、各拘束圧に応じた軸差応力 σ_s を求め、繰返し応力レベル σ_d は応力比 (σ_d / σ_s) を $0.60 \sim 0.90$ の範囲とした。繰返し三軸圧縮試験は、 $\sigma_3 = 20 \text{ kPa}$ の拘束圧で等方圧密した後、波形 $\sin$ 波、周期を $0.5, 1, 5, 10 \text{ Hz}$ と変化させ載荷試験を行った。載荷回数は、供試体の変形が 15% の軸ひずみに達するかもしくは 15000 回までとし、明かなせん断破壊に至らなかった供試体については、繰返し載荷試験終了後に静的一軸圧縮試験を行った。

3 実験結果および考察

図-1、図-2は、載荷回数と全ひずみの関係に及ぼす応力比と周期の影響について示したものである。これらの図より全体的にみると供試体の全ひずみは、繰返し応力の大きさおよび載荷回数にほぼ比例して増加傾向を示している。高い応力比になるほど供試体が少ない載荷回数で破壊しやすくなるのは、土構造内部において塑性ひずみの累加が促進し、土粒子構造再配列や密度増加などが起こり破壊直前でせん断ゾーンでの軟化傾向が発生するためと考えられる。この傾向は、高い周期で顕著に現れていることがわかる。

図-3、図-4は、載荷回数と弾性ひずみの関係を示したものである。これらより弾性ひずみは応力比に比例すること

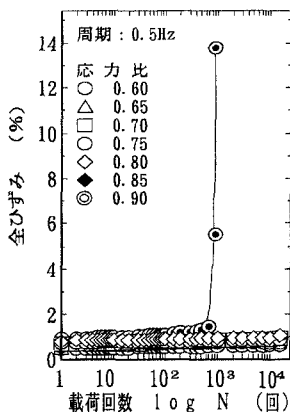


図-1 繰返し応力下の全ひずみ

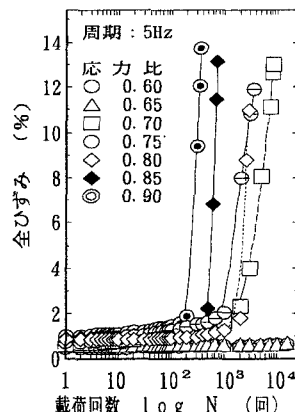


図-2 繰返し応力下の全ひずみ

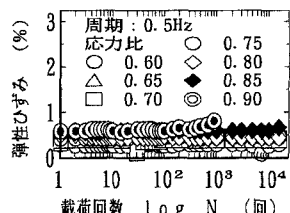


図-3 繰返し応力下の弾性ひずみ

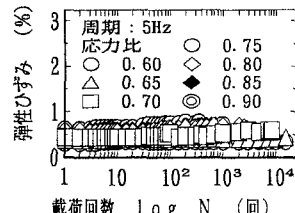


図-4 繰返し応力下の弾性ひずみ

がわかる。また15000回までに破壊に至らなかった供試体の弾性ひずみは載荷回数に関係なくほぼ一定値を示しているが、載荷途中で破壊に至ったものは、破壊直前で若干増加またはばらつく傾向がある。また、載荷周期の影響はほとんどみられないことがわかる。

図-5は、破壊に至った供試体について全ひずみの進行過程を明らかにするために、繰返し載荷回数（横軸）を普通目盛で表示したものである。この図より載荷回数と全ひずみの関係は、よく知られたクリープ形態の3段階を経て破壊に至ることがわかる。まず第1段階として、載荷開始によりひずみは急激に増加する遷移段階。第2段階として、ひずみ速度が一定の直線的な挙動を示す定常段階。最後に第3段階として、破壊に至るまでひずみが再び急速に増加する終局段階。各応力比を比べてみると、応力比の高い0.85~0.90のものでは、第2段階が短期間ないしは明確に示されないままひずみの進行速度が急激に増加し、破壊に至る傾向がみられた。これは、繰返し作用が供試体の土粒子の再配列（移動）を促進しせん断ひずみを累加させ破壊に至らせたものである。

図-6は、応力比が0.80のときの載荷回数と全ひずみの関係に及ぼす載荷周期の影響を示したものである。この図より周期が短くなるに従い少ない載荷回数で破壊に至っている。このような傾向は、周期が短くなると土構造内部において弾性ひずみ領域の変形が十分に回復しないうちに次のひずみが累積するため塑性ひずみの易動性が高まり、土構造骨格が破壊しやすくなったものと考えられる。

図-7は、15000回載荷しても破壊に至らなかった供試体について一軸圧縮強さを求め応力比との関係を示したものである。この図をみると各周期において応力比が高くなるにつれて一軸圧縮強さは大きくなる傾向がみられる。また、未載荷供試体の平均一軸圧縮強さと比べても載荷後の供試体の方が一軸圧縮強さが大きくなっている。これは、繰返し載荷が圧密増加と粒子再配列を促進させ硬化現象を発生したためと考えられる。

4 まとめ

以上の結果をまとめると次のようになる。

- 1) 全ひずみは、繰返し応力レベルおよび載荷回数に比例して増加する。また応力比が高くなるほど供試体が破壊するまでの載荷回数は減少する。特にこの傾向は、載荷周期の高いものほど顕著である。
- 2) 弾性ひずみは、周期・載荷回数に関係なくほぼ一定値を示すが、15000回に到達するまでに破壊に至ったものは破壊直前で若干増加しないしばらつく傾向がみられた。
- 3) 破壊に至る供試体の全ひずみの進行過程は、遷移段階、定常段階、終局段階の3段階で示すことができる。
- 4) 繰返し載荷後の一軸圧縮強さは未載荷試料と比べて高くなる傾向がみられた。これは、繰返し作用により、圧密増加と粒子再配列による硬化現象として反映されたと考えられる。

【謝辞】 本実験を行うに当たって、本学学生の小森谷嘉人・三浦吉高両君の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

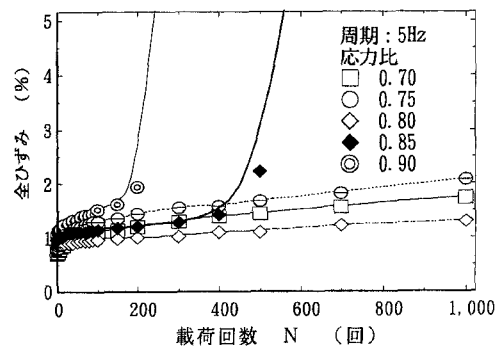


図-5 破壊供試体の全ひずみの進行

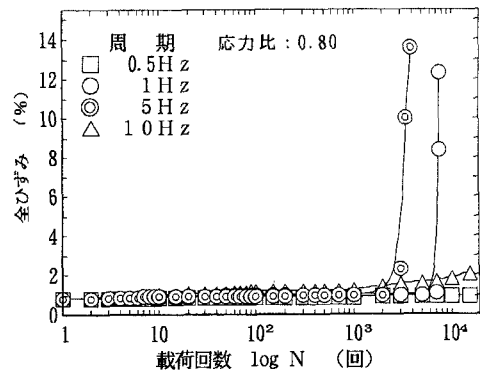


図-6 全ひずみに及ぼす周期の影響

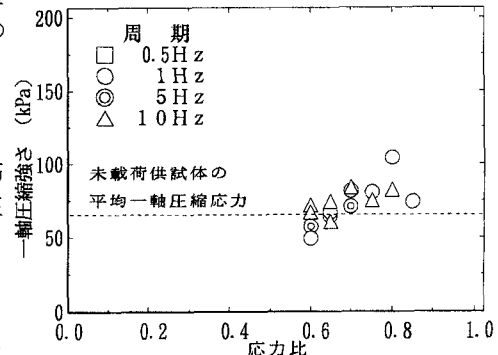


図-7 15000回載荷後の一軸圧縮強さ