

III-157

繰返し応力を受けた火山灰質粘性土の強度・変形特性

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 〇三嶋 大悟

1. まえがき

関東地方に広く分布する火山灰質粘性土(通称関東ローム)は、自然含水比が高く、こね返し作用を受けた後の強度低下の度合いが普通の土に比べて顕著であるのが特徴である。通常、繰返し荷重を受ける土の変形・強度特性には硬化・軟化や疲労現象がみられ、これらの点について関東ロームの場合まだ未解明の部分が多々残されているのが現状である。

本研究では、交通荷重を受ける切土部路床を想定し、乱さない状態の不飽和火山灰質粘性土供試体採取し、繰返し三軸圧縮試験を行った。特に、繰返し載荷時の回復・非回復ひずみ特性、降伏破壊に与える応力レベル(静的強度に対する比)、繰返し回数の影響を調べた。

2. 供試体の条件および作製方法

実験に使用した試料は、船橋市内(日大二和校地)採取の火山灰質粘性土(関東ローム, V_{H_2})の乱さない試料で、その物理的性質(平均値)は、土粒子の密度 $\rho_s = 2.76 \text{ g/cm}^3$ 、自然含水比 $w = 109.2\%$ 、乾燥密度 $\rho_d = 0.56 \text{ g/cm}^3$ 、湿潤密度 $\rho_w = 1.23 \text{ g/cm}^3$ 、液性限界 $w_L = 113.0\%$ 、塑性指数 $I_P = 49.5$ である。現地よりブロック採取した試料をトリマーおよび直ナイフを用いて直径 $\phi = 50 \text{ mm}$ 、高さ $H = 100 \sim 120 \text{ mm}$ の円柱供試体に成形した。

3. 試験方法

繰返し三軸圧縮試験は、動的三軸試験装置を用い、 0.2 kgf/cm^2 の拘束圧(路床条件を想定)の下で、繰返し三軸圧縮試験を周期: 1 Hz 、波形: \sin 波で行い載荷・除荷時のひずみを測定した。繰返し応力レベル σ_a は、まず静的三軸圧縮試験(UU試験)を行い、同一拘束圧下の静的強度(σ_s)に基づき、応力比(σ_a / σ_s)を定めた。今回は破壊特性をみるため比較の高い応力比 $0.70 \sim 0.90$ の範囲とした。載荷回数は、供試体が15%以上の軸ひずみに達するまで、ないしは150,000回までとした。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、直ちに静的一軸圧縮試験を行い、強度低下特性を調べた。

4. 結果および考察

繰返し応力を受けた供試体の全ひずみ(ϵ_t)は、図-1に示すように応力レベルに比例してひずみの進行が増大する傾向を示す。応力比が0.80以上では、載荷回数に依存して、ひずみは急速に進行し破壊もしくは大変形に至るが、応力比0.70~0.74では、載荷回数の影響による塑性ひずみの急激な増大はあまり見られない。データにややばらつきが出ているのは、供試体の不均質性、採取・成形時の乱れ、試料の採取日の違い等により供試体条件が若干異なっていたためと考えられる。図-2の載

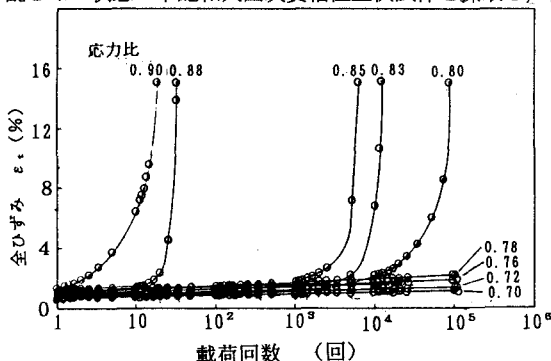


図-1 繰返し応力下の全ひずみ

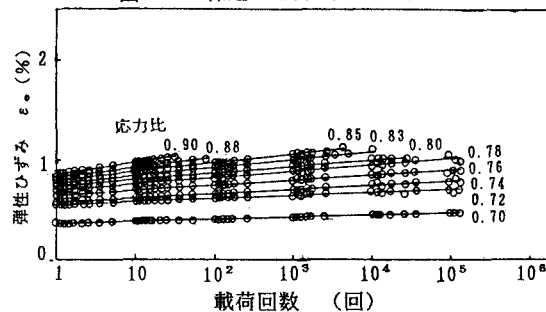


図-2 繰返し応力下の弾性ひずみ

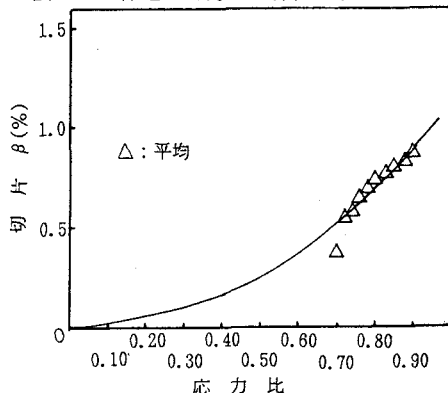


図-3 繰返し応力比と切片 β の関係(弾性ひずみ)

荷回数と弾性ひずみの関係を見ると、繰返し応力比に比例して弾性ひずみは増加するが、載荷回数による影響は応力比の低いものほど変化は少なく、ほぼ一定値を示す。ある回数において破壊に至るものは、破壊直前において弾性ひずみがばらつきを示し、かつ多少増加する傾向が見られる。これは、高応力比になる程顕著で、破壊直前で土構造の再配列移動が生じるためと考えられる。弾性ひずみ(ϵ_e)と載荷回数(N)の関係を $\epsilon_e = \alpha \log N + \beta$ で近似し、図-3と4に α 、 β と応力比の関係を示す。図-3をみると、弾性ひずみは応力比に比例して大きくなる。これは、供試体の乾燥密度が低く間隙比が大きいため土構造が柔軟性を持つためと考えられる。図-4をみると、低応力比では、供試体の挙動は一部に弾性的要素をもち、一定の土構造を保持したまま、他方で微小塑性すべりを発生していることになるが、高応力比では、土構造内部の土粒子の移動を誘発的に大きくするため、塑性および弾性ひずみが共に増加していくものと考えられる。

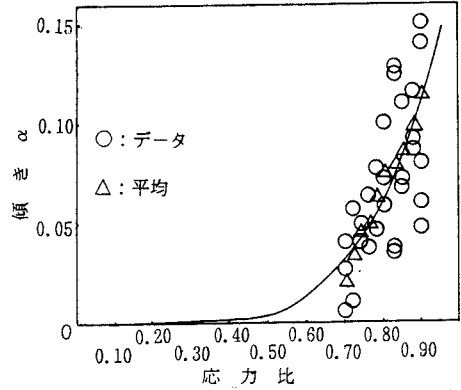


図-4 繰返し応力比と傾き α の関係(弾性ひずみ)

図-5に示すように、同一応力比において一定の載荷回数における全ひずみは、回数の増加によって大きくなることわかる。つまり、応力比の大きさに比例して、繰返し応力下では、土構造内部において塑性ひずみの累加が増大し、土粒子構造の塑性破壊が起こり軟化傾向が生じると考えられる。

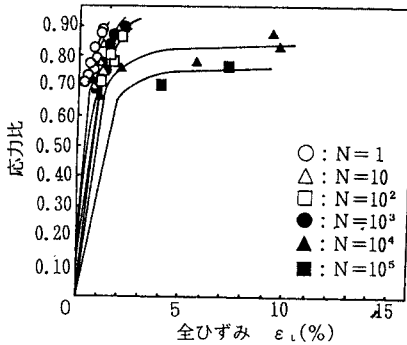


図-5 繰返し応力比と全ひずみの関係

図-6の弾性ひずみについては、全ひずみの場合よりも載荷回数による影響は小さく、乱さない関東ロームにおける変形係数の一般的な値¹⁾とほぼ等しい範囲の値が得られている。図-7は、繰返し載荷後の各応力比ごとの一軸圧縮強さである。繰返し載荷を受けることで、土粒子構造に乱れが発生し、応力比が高いものほど、その乱れが大きいので、一軸圧縮強さが小さいと考えられる。

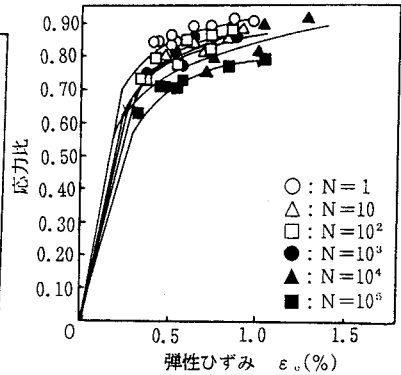


図-6 繰返し応力比と弾性ひずみの関係

5. まとめ

- 1) 繰返し載荷によるひずみの進行は、応力比に比例して増大し、応力比0.83以上で破壊もしくは大変形を起こす。
- 2) 弾性ひずみは、多少のばらつきが見られるものの載荷回数に関係なくほぼ一定であり、破壊の直前で多少増える傾向が見られた。全般的な傾向として繰返し応力比の低いものほど載荷回数による変動は少ない。
- 3) 弾性ひずみの増加率を示す傾き α は、応力比に比例してひずみが急増する。また、切片 β も応力比に比例する。
- 4) 繰返し効果により、高応力比では、ある繰返し回数を境に軟化現象が生じ破壊に至る。
- 5) 繰返し後の一軸圧縮強さは、低応力比ほど大きい。

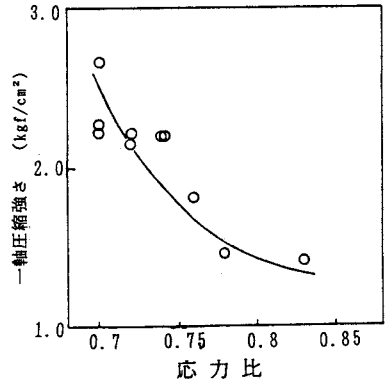


図-7 繰返し載荷後の一軸圧縮強さ

【謝辞】 実験にあたり本学学生高久治勇君の協力を得たことを記して謝意を表します。

【参考文献】 1) 関東ローム研究グループ：関東ローム，菊地書館，1965。