

III-185 繰返し応力効果による粘性土の強度変化特性

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 ○ 三 嶋 大 悟

1 まえがき

火山灰質粘性土である関東ロームは、他の粘性土と違い自然含水比が高く、いったん攪乱作用を受けると強度低下が著しいなど特異な性質をもっている。したがって、施工中の重機によるこね返しはもちろん、道路・鉄道などの切土部では長期間にわたって繰返し交通荷重が載荷されるので、これら地盤土の強度・変形特性を十分把握しておかなければならない。本研究では、乱さない状態で採取した関東ロームの不飽和供試体について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繰返し応力レベルと載荷回数の影響、破壊モード、軟化現象、強度低下などを調べた。

2 実験条件と方法

実験に使用した試料は火山灰質粘性土(関東ローム, VH_2 , 船橋市採取)の乱さない試料で、その物理的性質は土粒子の密度 $\rho_s=2.70\text{g/cm}^3$, 自然含水比 $w_n=109.2\%$, 乾燥密度 $\rho_d=0.564\text{g/cm}^3$, 湿潤密度 $\rho_t=1.23\text{g/cm}^3$, 液性限界 $w_L=148.4\%$, 塑性指数 $I_p=60.0$ である。現場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 $H=100\sim 120\text{mm}$ の供試体に成形した。

まず、静的三軸圧縮強度 σ_s を求め、その結果に基づき繰返し応力レベル σ_a は、応力比(σ_a/σ_s)を0.70~0.90の範囲とした。繰返し三軸圧縮試験は、非排水条件下で拘束圧 $\sigma_3=0, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5\text{kgf/cm}^2$ の下で周期:1Hz, 波形:sin波で行った。載荷回数は、供試体が15%以上の軸ひずみに達するまで、または15000回までとし、破壊に至らなかった供試体については、繰返し試験後に静的一軸圧縮強さを求めた。

3 結果および考察

図-1, 2は、全ひずみ ϵ_t と載荷回数 N の関係を示したものである。繰返し応力レベルと回数に依存してひずみの進行および破壊が発生しているが、 $\sigma_3=1.0\text{kgf/cm}^2$

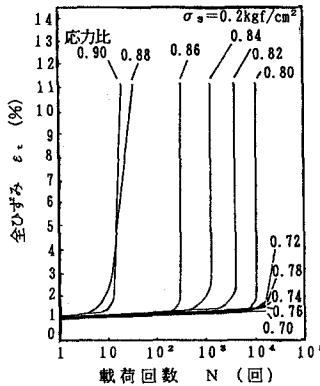


図-1 繰返し応力下の全ひずみ

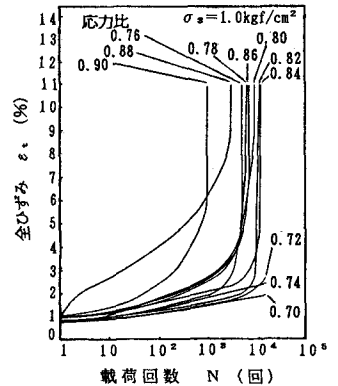


図-2 繰返し応力下の全ひずみ

以上ではひずみの進行挙動に

ばらつきがみられる。これは、拘束圧の増大とともに軟化傾向が生じ塑性ひずみが累加しやすくなるためと考えられる。

図-3, 4は、復元ひずみ ϵ_r と載荷回数 N の関係を示したものである。これらの図から、 $\sigma_3=0.2\text{kgf/cm}^2$ 以下では応力比にほぼ比例し回数 N に関係しないが、 $\sigma_3=1.0\text{kgf/cm}^2$ 以上では繰返し応力との比例関係は明確でなくばらついて

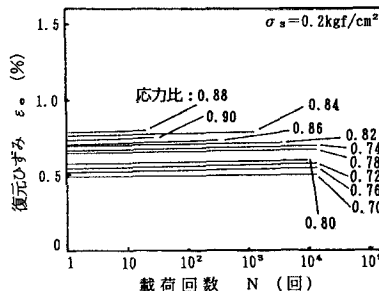


図-3 繰返し応力下の復元ひずみ

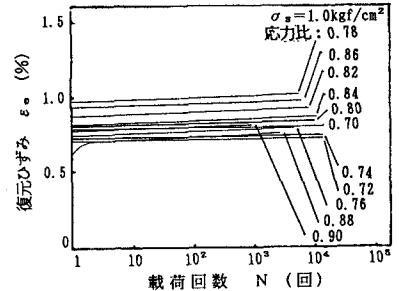


図-4 繰返し応力下の復元ひずみ

いるのがわかる。なお、ある回数において破壊に至るものは、破壊に近づくとき復元ひずみが若干増加またはばらつきを示す傾向がみられた。これは破壊直前で土構造を構成する土粒子の配列移動が生じ始めるためと考えられる。図-5, 6は定常変形領域の全ひずみ(ε_t)と載荷回数(N)の関係を $\varepsilon_t = \alpha_t \log N + \beta_t$ の直線式で近似した場合の α_t , β_t と応力比の関係を示したものである。図-5から、応力比および拘束圧に比例してひずみの進行が増大することがわかる。また、拘束圧が高いほど拘束水が自由水化し軟化が進み、変形に非可逆性をもつと考えられる。図-6においても、図-5と類似の傾向を示す。これにより、低い応力レベルでは、供試体の挙動が、一部に弾性的要素をもち一定の土構造を保持しているが、高い応力レベルほど、土構造内部の土粒子の移動を誘発的に大きくするため、塑性すべりを累加発生して ε_t が増加していくものと考えられる。図-7は、全ひずみ・回数曲線において破壊を示す変曲点すなわち破壊発生回数と応力比の関係を示したものである。これを見ると、全体的傾向として、応力比が高いほど破壊は少ない載荷回数で起きることがわかる。図-8は、破壊に至らない供試体についての繰返し載荷後の一軸圧縮強さと応力比の関係を示したものである。これによると、未載荷の供試体の一軸圧縮強さに比べ強度低下がみられ、繰返し効果による土構造の乱れ、軟化が生じていることがわかる。

4 あとがき

- 1) 低い拘束圧の下では、破壊の発生は応力比に比例して早く、応力比0.80以上の繰返し載荷ではほとんど大変形もしくは破壊に至る。一方、高い拘束圧の下では、応力比に比例して全ひずみの進行が大きい傾向を示すが、挙動にばらつきがみられ不安定である。
- 2) 復元ひずみは、拘束圧が低い場合、応力比に比例し、載荷回数に関係なくほぼ一定であるが、拘束圧が高いと、繰返し応力との比例関係にばらつき挙動を示す。
- 3) 載荷回数による全ひずみの増加率を示す傾き α_t および切片 β_t 。(載荷回数 $N=1$ 回に相当するひずみ)は拘束圧および応力比に比例して増加する。
- 4) 破壊に至らない供試体の繰返し載荷後の一軸圧縮強さは、いずれの拘束圧においても強度低下を示し、軟化傾向がみられる。

【謝辞】 実験に当っては、本学学生小林吉高、三浦久典両君に協力を得たことを記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 巻内・峯岸・三嶋：繰返し応力を受けた火山灰質粘土の強度・変形特性，土木学会第46回年次学術講演会，1991。

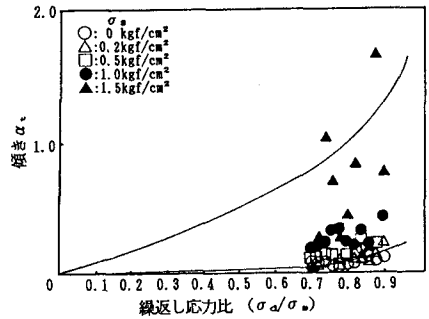


図-5 繰返し応力比と傾き α_t の関係 (全ひずみ)

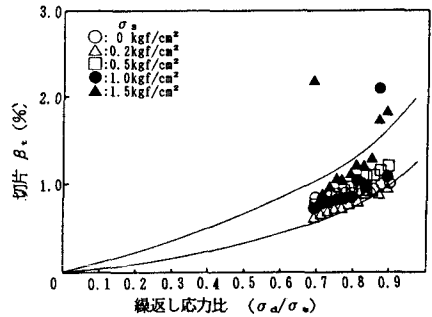


図-6 繰返し応力比と切片 β_t の関係 (全ひずみ)

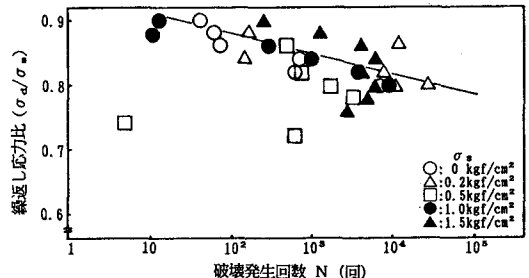


図-7 繰返し応力比と破壊発生回数の関係 (破壊開始の変曲点)

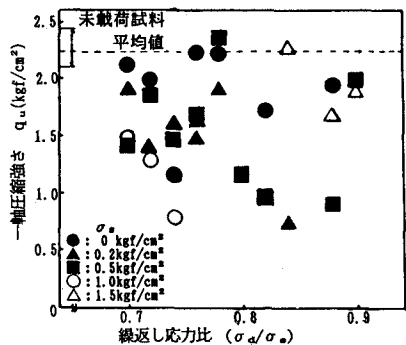


図-8 繰返し載荷後の一軸圧縮強さ ($\sigma_v=0\sim1.5\text{kgf/cm}^2$)