

Ⅲ-A50

繰返し荷重を受ける不飽和粘性土の一軸圧縮強度の変化
～ K_0 圧縮を受ける供試体について～防衛庁 第四研究所 正 員 阿曾 昭 剛
同 上 正 員 松尾 啓

1. まえがき

土は最適含水比の状態において最も良く締固められ強度は増加する。そしてそれが最適含水比以外の状態においても、等方圧縮供試体の場合は、ある荷重レベルまで繰返し荷重等の締固め効果により強度は増加していく¹⁾。本報告では、さらに実地盤中での状態を再現するため K_0 状態で圧縮した不飽和供試体に対し、繰返し荷重を加えた後、一軸圧縮試験を行い供試体の強度変化について検討をした。

2. 試験に用いた試料と試験方法

表-1 試料の物理的特性

本試験で用いた試料は攪乱した関東ローム(多摩丘陵で採取)であり表-1に、その物理的性質を図-1に粒度曲線を示す。試料は4.75mmふるい通過分を含水比 $\omega=70\pm3\%$ の範囲に調整した後、供試体作成方法について

ρ_s (g/cm ³)	D ₅₀ (mm)	U _c	ω_L (%)	ω_P (%)	I _p
2.92	0.127	72	90.5	65.3	25.2

は過去の試験¹⁾と同様、高さ100mm、直径50mmとなるように二つ割れモールドを用い、締固めにより作成している。繰返し载荷を与えない場合は、上述した供試体を三軸セル内に設置し $K_0=0.4$ の状態で拘束圧 $\sigma_c'=98\text{kPa}$ まで上昇させ平均有効主応力 $p'=147\text{kPa}$ (バックプレッシャーを与えない)のもとで3時間、 K_0 圧縮を行った。その後、 K_0 状態で拘束圧を低下させた後、三軸セルから取り出し一軸圧縮試験を行った。また、繰返し载荷を与える供試体は、3時間の K_0 圧縮の後、 $\sigma_c'=98\text{kPa}$ 、 $\sigma_d=147\text{kPa}$ の状態から非排水条件のもとで載荷周波数 $f=1.0\text{Hz}$ の正弦波を所定の繰返し応力比(SR)、繰返し回数($N=30, 100$ 回)を与えた後、一軸圧縮試験を行った。また、図-2では今回の試験における応力経路を示している。

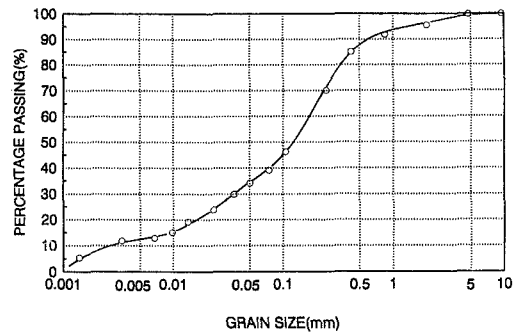


図-1 粒度曲線

3. 試験結果

図-3は、平均有効主応力 $p'=147\text{kPa}$ のもとで K_0 圧縮を行った供試体の圧縮後の乾燥密度(ρ_{dc})と一軸圧縮強さ(q_u)の関係、さらに K_0 圧縮後、繰返し载荷を加えたものは、その経過を経た後の ρ_{dc} と q_u の関係を示している。また、ここで示した全供試体の一軸圧縮試験直前における飽和度は $S_r=80\pm3\%$ の範囲にある。また、図中には、過去に行った等方圧縮($\sigma_c'=147\text{kPa}$)¹⁾での圧縮後の

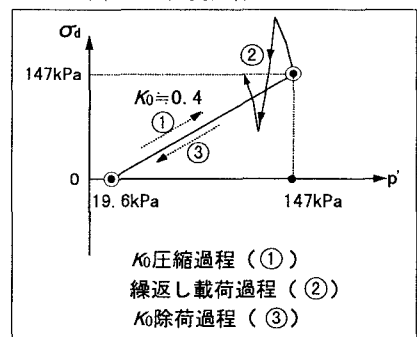


図-2 応力経路

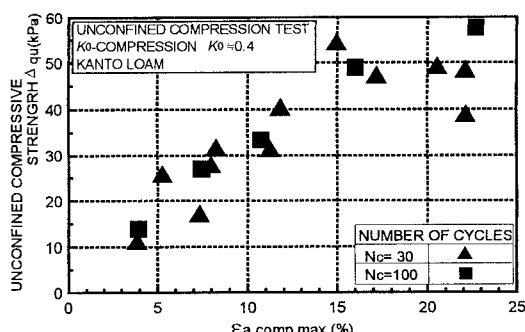
ρ_{dc} と q_u の試験結果も併せて示している。この図から、共に $p'=147\text{kPa}$ で等方圧縮したものと K_0 圧縮したものとの q_u を比較すると等方圧縮の方が $\rho_{dc}=0.8\text{g/cm}^3$ 以上で高めの値を示している。この点において、圧縮履歴の違いがわずかながら示されているといえる。また、 K_0 圧縮後、繰返し载荷を与えたものは、与えなかったものより ρ_{dc} と q_u 値がかなり大きくなっている。密度の増加については、片振りの繰返し载荷の影響により載荷終了時点で圧縮側の軸ひずみ($\epsilon_{a, comp}$)の発生量が約5%以上となっており、供試体が過度に圧縮されたものと考えられる。

キーワード 一軸圧縮試験 火山灰質粘性土 繰返し荷重 不飽和土 K_0 圧縮

〒229-0006 相模原市淵野辺 2-9-54 TEL 0427-52-2941 FAX 0427-52-5476

図-4では、 K_0 圧縮後、繰返し载荷を与えなかったデータをもとに、 $K_0 \approx 0.4$ の状態繰返し载荷を受けた供試体の密度増加による影響を除去した一軸圧縮強度の増加分(Δq_u)と繰返し応力比(SR)でまとめている。これより繰返し载荷を与えることによりSR ≈ 0.75 において Δq_u のピーク値が示されている。しかし、過去に行った等方圧縮($\sigma'_c=147\text{kPa}$)試験のピーク値がSR ≈ 0.3 で示されていることから、拘束圧が同様ではないものの今回の試験における片振りの繰返し荷重は、供試体に構造的な変化を与え、その結果ピーク値を与えるSRを大きく増加させたものと考えられる。

次に、 q_u が増減する理由を考察するために図-5では、図-4と同様のデータを用いて繰返し载荷終了時に発生する最大の圧縮ひずみ($\varepsilon_{a \text{ comp max}}$)と Δq_u の関係についてまとめている。この図では $\varepsilon_{a \text{ comp max}}$ が増加すると Δq_u も増加している。このことから、繰返し荷重によって供試体が締め固められ、構造的により強固な状態に移行したのと考えられる。ただし、 $\varepsilon_{a \text{ comp max}}$ の発生量が約5%以上と等方圧縮のそれと比較するとかなり大きな値を示している(等方圧縮では

図-5 Δq_u - $\varepsilon_{a \text{ comp max}}$

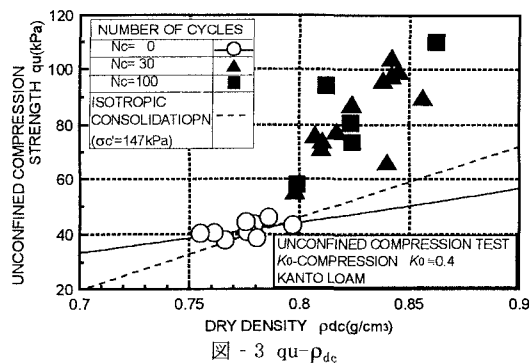
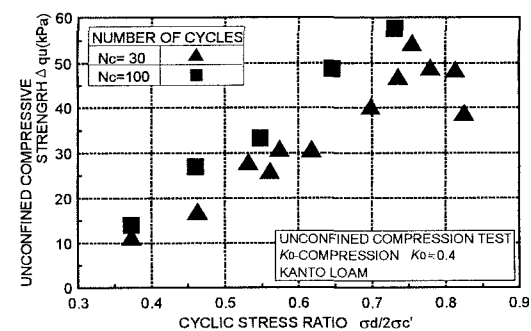
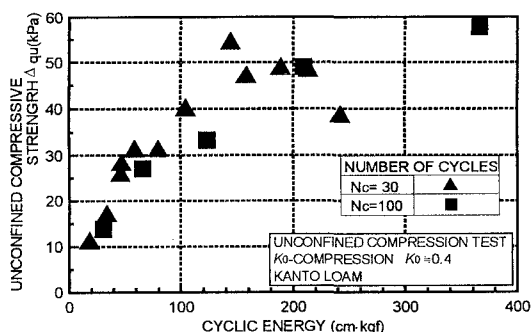
約2%未満)。また、 $\varepsilon_{a \text{ comp max}}=15\%$ 以上になると強度が一定値もしくは減少傾向にあり、構造的に乱される状態に移行するものと考えられる。

さらに、図-6では図-5と同様のデータを用いて繰返し载荷中に供試体に与えられる、繰返し载荷エネルギーと Δq_u の関係でまとめている。これより载荷エネルギーが増加すると Δq_u も増加していることがわかる。このことは過去の等方圧縮での供試体についても述べたが、 $\varepsilon_{a \text{ comp}}$ が発生するには、それに相当する载荷エネルギーが必要であり、この関係は密接である。そして、载荷エネルギーが約140~200 $\text{cm} \cdot \text{kgf}$ においてピーク値を示しそれ以上では、 Δq_u は減少傾向にあるといえる。

4. まとめ

K_0 圧縮された不飽和供試体に対し繰返し载荷を与えると、一軸圧縮強度は増加する。その値は等方圧縮されたそれよりもかなり大きな値になっている。また、SR ≈ 0.75 以上の繰返し応力が载荷されると、構造が乱され強度は減少傾向にあるといえる。

参考文献：1)阿曾沼・松尾：繰返し荷重を受ける不飽和粘性土の一軸圧縮強度の変化について、土木学会第52回年次学術講演会講演概要集 第3部門(A) pp92-93

図-3 q_u - ρ_{dc} 図-4 Δq_u -SR図-6 Δq_u -CYCLIC ENERGY