

繰り返し等方応力を受ける飽和粘土の圧密特性

九州大学 工学部 正 員 山内 豊聡 " 落合 英俊
 同 上 正 員 林 重徳 " 坂井 晃
 同 上 学生員 〇青柳 隆浩 " 外池 正博

1. はじめに

軟弱地盤上に築造される低盛土道路では、自動車の走行荷重が盛土内で分散・吸収されずに、繰り返し荷重として伝播し、道路供用後において盛土荷重による沈下量に比べて大きな沈下が長期間にわたって継続する。従って、静的荷重を対象とした圧密理論の沈下とは異なつた変形挙動を示し、軟弱地盤上に築造される低盛土道路の設計、維持管理においては、交通荷重の影響をいかに評価するかが重要な問題となっている。著者らは、その変形挙動を繰り返し圧密を受けることにより二次圧密が卓越する⁽¹⁾という考えに基づき、静的な経時変形解析法に動的要素を組み入れることを試み、繰り返し等方圧密を受けた粘性土の挙動を正確に把握できれば、交通荷重による沈下性状をかなりの精度で評価できることを明らかにしてきた。本研究では、等方応力を繰り返し負荷できるように三軸試験機を改良し、供試体内部の間隙水压変化に着目して、飽和粘土の圧密特性について検討した。

2. 実験概要

繰り返し等方圧密試験機の概略を図-1に示す。本試験機は液圧により一定拘束圧と繰り返し等方応力を供試体に負荷できるものである。試料は繰り返した有明粘土($G_s=2.51$, $W_L=103.8\%$, $I_p=69.9$)であり、この試料を円筒モールドを用いて、標準圧密試験機で 0.5 kgf/cm^2 まで段階的に一次元圧密した。供試体(直径 5 cm , 高さ 4 cm)を完全に飽和させるため、バックプレッシャー 2.0 kgf/cm^2 を有効拘束圧(σ_0) 0.2 kgf/cm^2 で一昼夜載荷した後、有効拘束圧 1.0 kgf/cm^2 まで増加し、48時間等方圧密を行なつた。実験は供試体の上下端から排水を許した状態で、等方応力を周波数 1 Hz で繰り返し載荷した。間隙水压の消散過程を調べるため、供試体中央部で注射針を用いて間隙水压を測定し、供試体からの排水量はバックプレッシャーを加えた状態で測定した。載荷波形は片振りの三角波であり、供試体に与えた波形を図-2に示す。加えた繰り返し応力は、 0.4 , 0.6 , 0.8 , 1.2 kgf/cm^2 の4種類である。

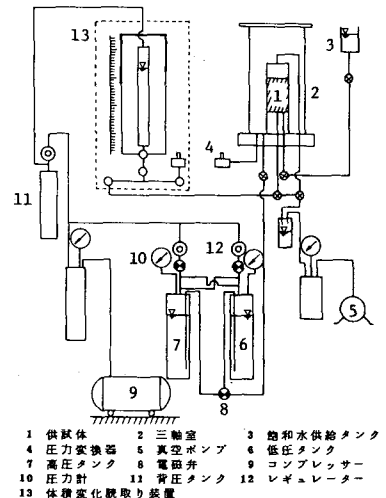


図-1 実験系統図

3. 実験結果と考察

3.1 静的等方圧密試験と繰り返し圧密試験の比較

図-3に静的等方圧密試験と繰り返し等方圧密試験の体積ひずみ(ϵ_v)の時間変化を示す。拘束圧(σ_0) 1.0 kgf/cm^2 で等方圧密後、 0.6 kgf/cm^2 の等方応力を静的に載荷した場合と繰り返し載荷した場合の比較である。静的圧密における体積ひずみの経時変化は、圧密初期にゆるやかに増加し、変曲点を迎えた後、一定の二次圧密速度を示す。一方、周波数 1 Hz の繰り返し圧密における体積ひずみ増分は載荷初期には小さく、その後載荷回数とともに大きくなる。すなわち、繰り返し圧密時の体積ひずみは、静的圧密に比べると圧密載荷初期には、時間的遅れを伴って生じ、静的圧密の二次圧密段階に入るとより大きな増加傾向を示す。以上のことは、走行荷重を受ける軟弱地盤上の低盛土道路では、静的荷重を対象とした圧密理論で予測される沈下量より大きな沈下が継続することを示している。

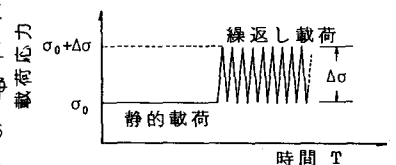


図-2 載荷波形

3.2 間隙水压の変化

図-4、図-5に静的等方圧密試験と繰り返し等方圧密試験における体積ひず

み(ϵ_v)と間隙水圧比($\Delta u/\sigma_0$)の時間変化を示す。
 繰り返し圧密試験(図-5)は拘束圧 1.0 kgf/cm^2 で
 静的圧密(図-4)した後、 0.6 kgf/cm^2 の等方応力
 を載荷した結果である。静的圧密試験の場合、
 間隙水圧は載荷とともに拘束圧増分($\Delta\sigma_0$)とほ
 ぼ同じ値まで上昇した後、約1日で消散する。
 繰り返し圧密試験の場合、間隙水圧は周波数1
 Hzの等方応力の載荷・除荷に対応して模試体内
 部で変動しながら、載荷した等方応力の約6割
 程度まで上昇し、その後、載荷回数が進むにつ
 れ減少するが、載荷後約1日経過のちも消散し
 ない。これらの結果より、図-3における静的
 圧密と繰り返し圧密の体積ひずみ・時間曲線
 の相違は、次のように考えられる。繰り返し圧密
 における体積ひずみが静的圧密と比較して時間
 遅れの傾向を示すのは、載荷周期の影響により、
 静的圧密ほど間隙水圧が上昇しないためである。
 また、静的圧密の二次圧密段階において繰り返
 し圧密の体積ひずみ増分が静的圧密の体積ひず
 み増分より大きく現われるのは、間隙水圧が完
 全に消散しないためであると考えられる。

3.3 繰り返し応力の影響 図-6は
 体積ひずみ(ϵ_v)と載荷回数(N)の関係であり、
 繰り返し応力比($\Delta\sigma/\sigma_0$)が大きくなるほど体積
 ひずみが増大する。また、図-7は繰り返し
 応力の影響を検討するため、ある載荷回数(N)
 における繰り返し応力比($\Delta\sigma/\sigma_0$)と体積ひずみ
 (ϵ_v)の関係を示したものである。繰り返し初期
 においては、体積ひずみに及ぼす応力比の影響
 は小さいが、載荷回数が10回を超えたときから
 繰り返し応力比の大きいものほど、体積ひずみに
 及ぼす影響は顕著になる。以上の結果より、低
 盛土道路の盛土基礎地盤浅層部では、土被り圧
 による拘束圧と繰り返し荷重の比(繰り返し応力
 比)が大きくなるため、繰り返し圧密の影響を
 より顕著に受け、長期にわたって大きな決下
 が継続すると考えられる。

4. まとめ

繰り返し等方圧密試験の結果、繰り返し圧密
 を受けた粘土は、静的圧密と比較して、間隙
 水圧が上昇せず、消散に長時間を要する。ま
 た、繰り返し応力が増大するほど体積ひずみに
 及ぼす影響は顕著になることが明らかになった。

参考文献 1) 山内地 “交通荷重を受ける低盛土
 道路下の軟弱地盤の経時変形解析” 九工学集
 報 (1984) Vol. 57, No. 5

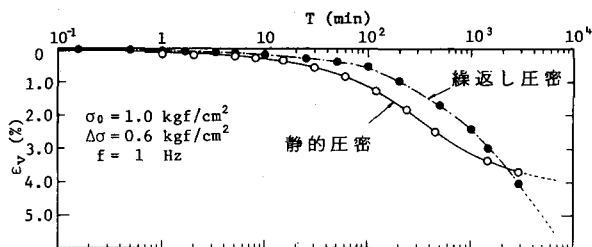


図-3 静的圧密と繰り返し圧密の体積ひずみ変化

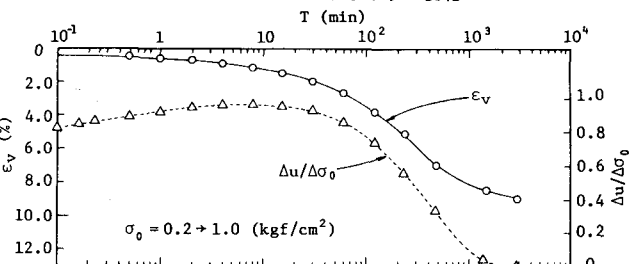


図-4 静的圧密における体積ひずみと間隙水圧の経時変化

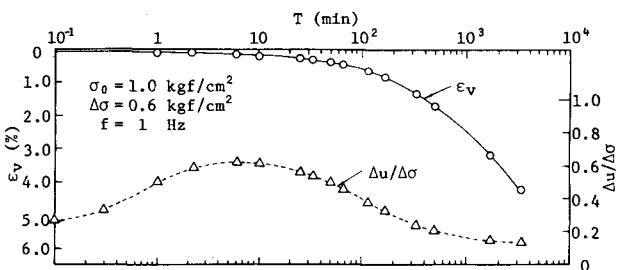


図-5 繰り返し圧密における体積ひずみと間隙水圧の経時変化

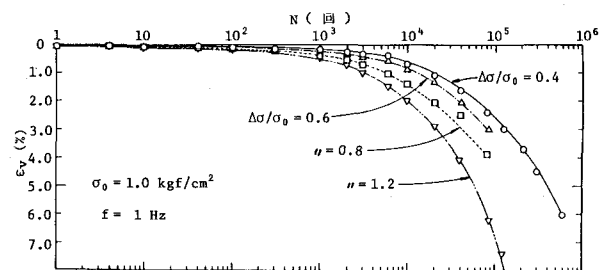


図-6 体積ひずみに及ぼす繰り返し応力比の影響

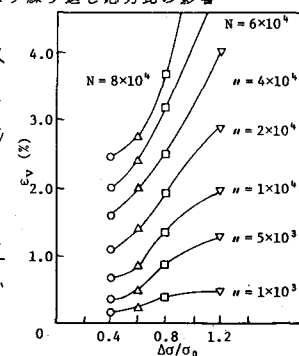


図-7 任意の載荷回数における繰り返し応力比と体積ひずみの関係