

(III-38) 側圧増加三軸圧縮試験による関東ロームのせん断特性

東海大学工学部 学生員 ○鶴崎 泰裕
東海大学大学院 学生員 岩田 尚親
東海大学工学部 正会員 杉山 太宏・赤石 勝

1. まえがき

長期間水平力を受ける基礎構造物の横方向変形特性を調べるために、孔内水平載荷試験や実杭の長期載荷試験が行われている^{1), 2)}。これら既往の研究では、時間に依存する変形をクリープとして捉え検討している。著者らは少なからず圧密が影響すると考えるが、長期載荷の変形特性と圧密の関係について議論した報告はほとんどない。地盤調査法では、孔内載荷試験結果に対する排水条件を明記していないが、通常の粘性土では変形係数の決定に非排水条件を仮定し³⁾、この変形係数は室内土質試験の結果とほぼ一致するとされている⁴⁾。しかし変形係数は、載荷速度、ひずみレベル、排水条件等によって異なるので、粘性土地盤の長期載荷を対象とした設計では適切な地盤定数を設定する必要がある。

本報では、関東ローム層で行った長期孔内水平載荷試験(LLT)⁵⁾と室内試験を比較し圧密の影響について検討するために、載荷試験と同一深度で採取した関東ロームで側圧を増加させる三軸試験を行って、載荷時間間隔と排水条件ならびに変形係数について調べた結果を報告する。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、東海大学新館建設現場 G.L.-4.5m からブロック状(約 50cm の立方体)に採取した不攪乱とこれを練返し再構成した関東ローム(立川ローム)である。再構成した試料の物理的性質を表-1 に示した(不攪乱試料は別報⁵⁾を参照されたい)。再構成試料は、2mm ふるいを通させたのち液性限界の1.5 倍の含水比で練り返して直径25cm の一次元予圧装置に詰め、29.4kPa の上載圧で10 日間予圧密し作成した。

実験は、まずロームのせん断特性を調べるために等方、異方(K_0)応力状態で三軸圧縮・伸張 CU 試験を行った。圧密圧力は不攪乱、再構成試料と軸応力 $\sigma_v=1, 2, 3 \text{ kgf/cm}^2$ である。次に、別途実施した孔内載荷試験の載荷方法⁵⁾と応力状態を想定して $\sigma_v=1 \text{ kgf/cm}^2$ で等方・異方圧密後、側圧 σ_r を 0.2 kgf/cm^2 づつ時間間隔 $\Delta t=1, 2, 4, 8, 16$ 分の5 通りで載荷し、排水ならびに非排水条件の下破壊までせん断した。せん断中は軸荷重を調整し軸応力 σ_v を一定に保った(軸圧一定側圧増加試験)。供試体は直径 5cm 高さ 10cm、周面濾紙を巻き圧密過程から 2 kgf/cm^2 の背圧を与えた。不攪乱試料の B 値は 0.8 前後であったが不飽和のまません断した。

3. 実験結果と考察

はじめに、不攪乱ロームの三軸 CU 試験から得られた変形係数について述べる。吉中は水平載荷試験の変形係数 E_p が三軸試験の変形係数 E_c とほぼ等しいことを報告しており⁴⁾、この結果が多くの設計指針等に引

表-1 練返したロームの物理特性

密度 (kN/m^3)	ω_L (%)	ω_p (%)	粒 度 (%)		
27.18	122.9	70.4	粘土	シルト	砂
			36	41	25

表-2 不攪乱ロームの変形係数 E_{50}

σ_v (kgf/cm^2)	圧縮試験 E_{50} (kgf/cm^2)		伸張試験 E_{50} (kgf/cm^2)	
	異 方	等 方	異 方	等 方
1.0	157	380	162	244
2.0	522	325	311	910
3.0	420	333	350	880
孔内載荷試験の $E_p = 176.2 \text{ kgf/cm}^2$				

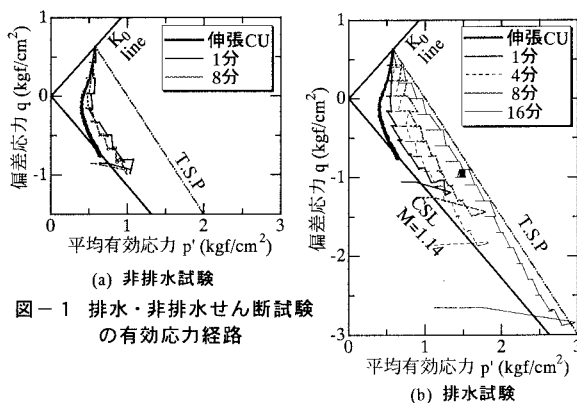


図-1 排水・非排水せん断試験の有効応力経路

Key word : 三軸圧縮試験, 関東ローム, 側圧増加, 変形係数, 時間効果

連絡先 : 〒259-1207 平塚市北金目 1117 東海大学土木工学科 TEL 0463-58-1211 FAX 0463-50-2045

用されている。そこで三軸試験の $E_c=E_{50}$ として⁶⁾、孔内载荷試験の E_p と圧縮・伸張、等方・異方の E_{50} をまとめたのが表-2である。試験によりばらつきはあるが、 E_{50} を求めたひずみは 0.15%~0.45%であった。 E_{50} は圧密圧力やせん断方法によって異なるもののロームの採取深度を考慮 $\sigma_v=1.0\text{kgf/cm}^2$ で比較すると、等方圧密よりも異方圧密の値が载荷試験に近いと言える。

次に図-1、図-2は、再構成の異方圧密試験で行った軸圧一定側圧増加試験の有効応力経路と偏差応力軸ひずみ関係である。図-1(a)はせん断中非排水条件、(b)は排水条件の結果で、比較のため伸張 $\overline{\text{CU}}$ 試験の結果を太実線で示している。非排水試験の有効応力経路ならびに応力ひずみ関係は $\overline{\text{CU}}$ 試験とほぼ同じ挙動を示し、また 1分と 8分载荷にも大きな違いがないのに対して、排水試験では载荷時間の増加に伴い有効応力経路は全応力経路に近づきながら偏差応力も増大している。これは段階载荷中の圧密により強度増加が生じたものと思われる。また、排水条件は 1分载荷の結果に影響しないことが注目される。排水試験の過剰間隙水圧の経時変化を示すと図-3のようになる。図から、1分载荷では水圧の消散がほとんどないこと、载荷時間の増加とともに各载荷段階中の水圧の減少割合が拡大することがわかる。以上の結果から、長期载荷試験の結果には間隙水圧の消散による圧密が大きく影響するものと考えられる。

図-2の軸ひずみ偏差応力関係から変形係数を求めると、圧密による強度増加によって载荷時間が長いほど変形係数は大きくなる。これは孔内载荷試験と逆の結果⁵⁾である。そこで、排水試験の体積ひずみと軸ひずみから計算した横ひずみと偏差応力の関係を示したのが図-4である。ただし横ひずみは各载荷時間直前のひずみを結んでいる。このように整理するとせん断初期の接線勾配は载荷時間の増加に比例して減少し、孔内载荷試験の結果とうまく対応する。図-5は、横ひずみ 0.5%時の割線勾配を変形係数 E_{cr} として求め、载荷時間 1分の E_{cr1} で正規化した変形係数比 E_{cr}/E_{cr1} と载荷時間間隔の関係を示している。孔内载荷試験と同様、軸圧一定側圧増加試験の E_{cr}/E_{cr1} は载荷時間に比例して減少し、不攪乱試験では孔内载荷試験(LLT)結果とほぼ一致した。変形係数の定義に検討の余地はあるが、長期载荷試験結果の一評価法と考えられる。

5. まとめ

関東ロームの透水係数は粘土よりも高い。今回実施した排水試験から 1分载荷の水圧消散が微量であることを考えると、1分で载荷する粘性土の孔内载荷試験は非排水条件と考えてよい。また、载荷時間間隔の増加により水圧が消散して圧密が生じることから、現位置の長期载荷試験結果には圧密が大きく影響していると考えられる。

—参考文献— 1) 中川他(1983): ポーリング孔内クリープ試験と地盤K値への適用, 土と基礎, Vol.31, No.8, pp.17-23. 2) 矢作他(1979): クリープを考えた杭の横方向K値, 土と基礎, Vol.27, No.3, pp.19-26. 3) 地盤工学会(1995): 地盤調査法, 第6編, 第9章. 4) 吉中(1968): 横方向地盤反力係数, 土木技術資料, Vol.1, No.10, pp.32-37. 5) 岩田他(投稿中): 孔内水平载荷試験の排水条件と時間効果, 第27回土木学会関東支部技術研究発表会. 6) (社)日本道路協会(1996): 道路橋示方書・同解説IV下部構造編, pp.237-239.

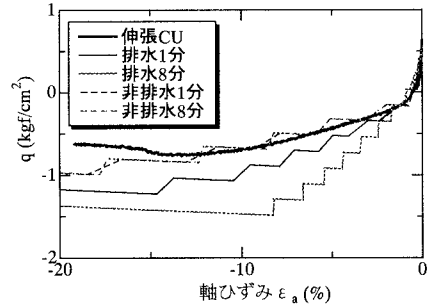


図-2 排水・非排水せん断試験の応力ひずみ関係

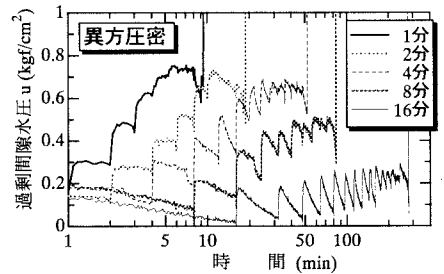


図-3 過剰間隙水圧の経時変化(排水試験)

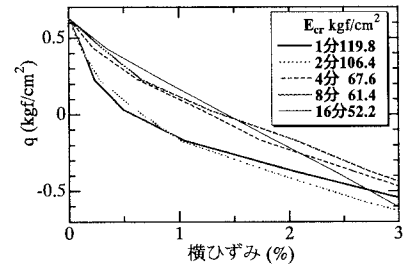


図-4 偏差応力と横ひずみの関係

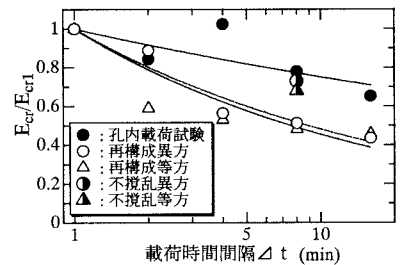


図-5 変形係数比と载荷時間間隔