

(Ⅲ - 50) 分割型圧密試験による粘土骨格の一次元圧密における圧縮特性

東海大 正員 ○本間 重雄
東海大 正員 稲田 倍穂

1. まえがき

飽和粘土の圧密定数の決定は、一般に標準圧密試験に基づいて行われる。その場合、試験結果の整理にあたっては粘土骨格の圧縮特性としては弾性体 (m_v 一定)、間隙水の流れに対してはDarcy則 (k 一定)を仮定したTerzaghiの一次元圧密理論が用いられている。しかし、理論による沈下予測と実際の地盤における沈下挙動とは相当かけ離れた結果となることが多くの事例で報告されており、その原因として ① 過剰間隙水圧が消散した後の粘土骨格のクリープ的変形 (二次圧密) ならびに一次・二次圧密を通じての骨格変形における粘性の影響 (圧密速度、アイソタッチ等に関係)、② 間隙水の排水における非Darcy流れの存在 (一次圧密速度、 H^2 則等に関係) などが指摘されている^{1) 2)}。ここでは①の要因に関し、一次元圧密過程における粘土骨格の圧縮特性を解明するため分割型圧密試験を実施し、粘土骨格点における粘弾性圧縮の特徴を検討したのでその概要を報告する。

2. 実験概要

実験装置は図-1に示す片面5連のセル载荷型の分割型圧密試験機である。各分割供試体の間隙水は連続しており、全体として一つの粘土層とみなされる。また、分割供試体間および両端には小型圧力計が設置しており、圧密に伴う粘土層内の間隙水圧の消散過程が測定できるようになっている。セルおよび管路内の水は事前に充分脱気しておき、予圧密圧力 0.2kgf/cm^2 で圧密した粘土試料に対し、圧密圧力 $0.1\text{kgf/cm}^2 \sim 6.4\text{kgf/cm}^2$ まで荷重増分比1の割合でそれぞれ24時間圧密を行った。その間、各分割供試体の沈下量、供試体間の間隙水圧ならびに排水量の測定を行った。

図-2は荷重段階 3.2kgf/cm^2 ($p=1.6 \rightarrow 3.2\text{kgf/cm}^2$)の場合について、分割供試体間で測定された間隙水圧 u の値をもとに、垂直応力分担式 $\sigma(p) = \sigma' + u$ より得られる有効応力 σ' の時間変化を示したものである。排水面上(1)では有効応力一定であり、粘土層内部にいくに従い σ' の増加は時間的に遅れる傾向にある。図-3は各分割供試体の間隙比変化 Δe と時間 t の関係を示したもので、排水面側では荷重とともに間隙比はいち早く減少して行くが、供試体内部にいくに従い σ' 同様 e の減少も時間的に遅れる傾向にある。これらの傾向は他の荷重段階においても同様に認められた。

図-2に示した有効応力変化は分割供試体の間における変化であるので、これを図-3の間隙比変化と対比するため各分割供試体中央での有効応力(両端の平均値)に直し Δe との関係を求めると図-4の結果が得られる。

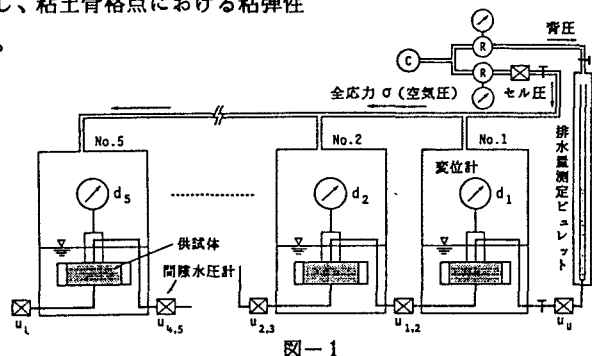


図-1

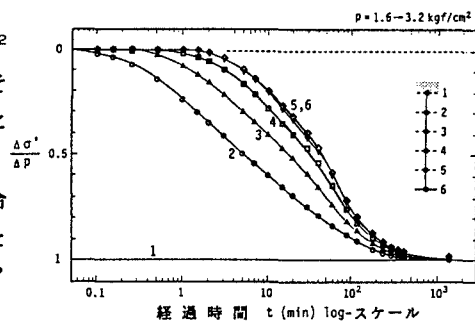


図-2

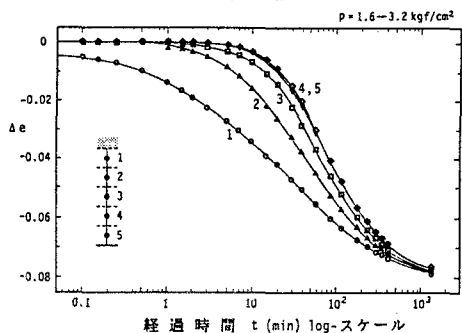
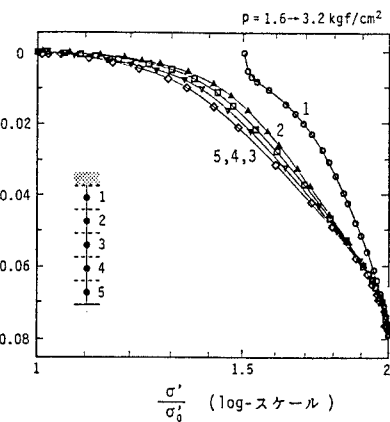
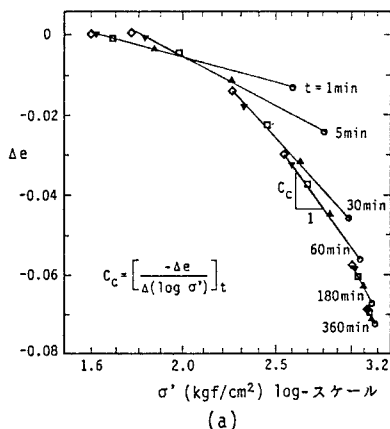


図-3

図一4の分割供試体中央での有効応力比 (σ'/σ'_0) と間隙比変化 Δe の関係図によれば、排水面に近い骨格点の経路ほど右側に張り出し、骨格点の位置によりそれぞれ異なった経路をたどりながら圧密の終期にはどの骨格点も有効応力一定のまま圧縮し続ける結果を示している。これは骨格の変形における粘性圧縮（クリープ）に基づくものであり、粘土骨格の圧縮特性は時間依存性を示すものと考えられる。この点をさらに明らかにするため、図一2, 3をもとにして間隙比変化 Δe と有効応力 σ' の関係を圧密時間ごとに示したのが図一5(a)である。また図一5(b)は間隙比変化 Δe と時間 t の関係を有効応力ごとに示したものである。もし骨格が粘性を示さないとすれば、圧縮指数 $C_c = -\partial e / \partial(\log \sigma')$ は圧密時間 t によらず定数のはずであるが、 C_c は時間

により変化する。また、 $C_\alpha = -\partial e / \partial(\log t)$ の値も粘性圧縮を生じなければゼロのはずであるが、実際には有効応力 σ' の大きさによって変化するから、粘土骨格はたとえ一次圧密中であっても弾性圧縮（非線形弾性）と同時に粘性圧縮を生じることが明かである。そこで、粘土骨格の弾性圧縮成分 C_c と粘性圧縮成分 C_α の変化を有効応力比 (σ'/σ'_0) との関係で示すと図一6のとおりとなり、 C_c は有効応力比の増加につれて次第に増大し、圧密の終期において急激な上昇を示す。これは圧密終期におけるクリープの圧縮すなわち二次圧密の影響と考えられる。また、 C_α の値も有効応力比の増加につれて増大するが、有効応力比1.7付近でピークが現れ、その後減少に転じて24時間圧密終了時の C_α^{24} に落ち着く。

これらのパターンは他の荷重段階全てにおいて同様に現れ、粘土骨格は圧密の全過程を通じて顕著な時間依存性を示すことが認められる。これらの特徴を定量的に評価すれば、粘土骨格の一次元圧密における圧縮特性を



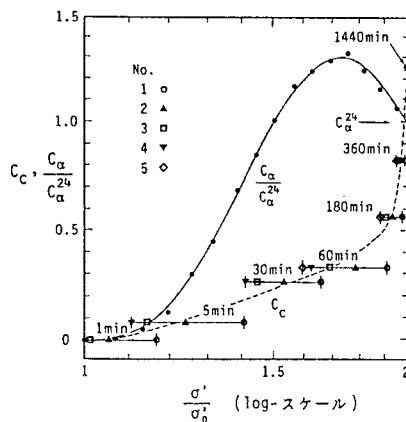
図一4

図一5

$$\dot{e} = a_v \frac{d\sigma'}{dt} + C_\alpha' \quad (a_v = C_c / \sigma', \quad C_\alpha' = C_\alpha / t)$$

なる粘弾性構成式で表現できるものと思われる。なお、定式化にあたっては荷重時間間隔、荷重増分比、除荷時の非線形回復変形や供試体の端面摩擦の影響等に関する検討が必要と思われる。

【参考文献】1) 網干寿夫, 松田博「粘土の二次圧密と沈下解析」土と基礎, Vol. 29, No. 3 (1981), 2) 今井五郎「飽和粘土の一次元圧密」わかり易い土質力学原論, 土質工学会, p. 187-243 (1992) 3) 稲田倍穂「軟弱地盤上の盛土の長期沈下量」第29回土質工学最新情報コロキウム, 土質工学会北陸支部 (1992)



図一6