

一次圧密中に生じるクリープが粘土の沈下－時間関係に及ぼす影響

山口大学工学部 正会員 松田 博
山口大学大学院 学生員○ 佐藤 秀政
復建調査設計(株) 正会員 周藤 宜二
復建調査設計(株) 正会員 板谷 吉章

1.まえがき 土の骨格が弾性体であるならば、圧密沈下は既存の圧密理論で予測可能であり、実際 Terzaghi の圧密理論が定着している。しかし、Terzaghi の圧密理論には種々の仮定が設定されているため、理論値と実際の沈下量は一致しないことがほとんどである。このことは、1977 年に Ladd¹⁾が示した粘土の圧密に関する相似則、いわゆる仮定 A と仮定 B に関連している。仮定 A では過剰間隙水圧の消散によって生じる一次圧密と粘性変形によって生じる二次圧密に分類される。すなわち EOP において有効応力と間隙比の関係は、対象とする土層の層厚に無関係に成立する。それに対して仮定 B はクリープが圧密の全過程を通じて生じるとするものである。クリープについては沈下ひずみに関する多くの実測例が報告されているが、クリープに起因した過剰間隙水圧については報告例がほとんどみられない。これはクリープに起因して生じる間隙水圧が極めて小さいためであろう。そこで筆者らは沖積粘土に比べてクリープが卓越する泥炭を用いて過剰間隙水圧の変化について報告した²⁾。ここでは、分割型圧密試験装置を用い、EOP において非排水条件下で載荷し、クリープによる過剰間隙水圧を発生させた後、排水として圧密を行なった。また載荷と同時に排水させる通常の圧密試験も行い両者を比較することにより、一次圧密中に生じるクリープが沈下特性に及ぼす影響について検討した。

2.実験方法および供試体 用いた試料は、神奈川県内でシンウォールチューブにより採取した横浜泥炭 [$\rho_s=2.161\text{g/cm}^3$ 、液性限界 245.1%、塑性指数 167.2、強熱減量 70.0%、圧縮指数 3.40(攪乱)、4.13(不攪乱)、初期間隙比 8.41(3.64~12.54)、初期含水比 365.3%(166.2~545.4%)] である。泥炭の攪乱試料の作成は、まず不攪乱試料を圧密リングへセットし、刃型ナイフにより縦横 1 cm 間隔で切断した後、ビニール袋に入れて十分に練りかえし、再度圧密し整形した。

実験は、分割型圧密試験機(分割供試体高さ 20mm、直径 60mm)を用い、Table-1 に示す載荷パターンのもとで、横浜泥炭の攪乱試料および不攪乱試料(本報告では攪乱試料の結果についてのみ示す)について実験を行なった。実験においては、圧密圧力 39.2 kPa、78.4 kPa のもとで各分割層ごとに片面排水状態で 2 段階の予圧密を行なった後、所定の圧密圧力(156.8 kPa)による通常の圧密試験(PD-V)と非排水放置期間を含んだ圧密試験(PD-XI)を行なった。圧密中はバックプレッシャーとして 98 kPa を負荷した。

Table 1 Loading patterns

Test No.	Specimen	σ_0 (kPa)	$\Delta\sigma_f$ (kPa)	H_0 (cm)	Number of sub-specimen	Initial drainage condition
PD-XI	Yokohama Peat	78.4	78.4	10	5	With undrainage
PD-V	Disturbed					Without undrainage

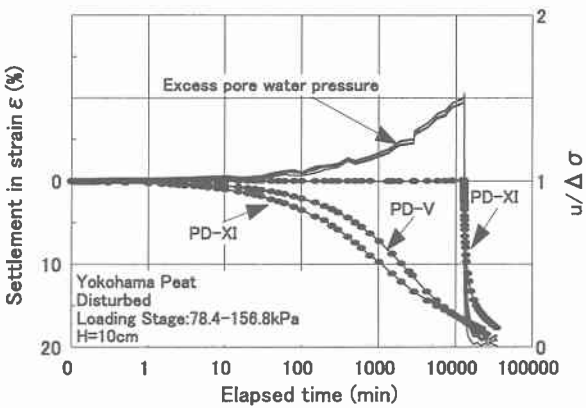


Fig.1 Relationships between elapsed time and settlement in strain, excess pore water.

3.実験結果 Fig.1 は、層厚 10cm の供試体(5 層に分割)について得られた非排水放置期間中および排水時における過剰間隙水圧および沈下ひずみの経時変化を示したものである。なお、PD-XI については、載荷時を経過時間=0 とした場合と、排水開始時を経過時間=0 とした場合について示した。非排水条件下で載荷すると、載荷直後において発生する過剰間隙水圧は荷重増分と等しいが、時間の経過とともに過剰間隙水圧は荷重増分に比べて小さくなっていくことが分かる。また、非排水放置期間中、沈下ひずみはほとんど見られないことから応力緩和によって過剰間隙水圧が生じたといえる。Fig.2,3 は、通常の圧密試験(PD-V)と非排水放置期間を含んだ圧密試験(PD-XI)による各分割層毎の状態経路を示したものである。PD-V による状態経路は各分割層毎に異なっており、排水面側の状態経路が最も右側に張り出している。しかし、PD-XI について排水面側の状態経路は、通常の圧密試験のものと比較すれば非排水面側との相違はわずかである。同一有効応力のもとでは、排水面側の層よりも非排水面側の層においてひずみが大きいので、クリープによる圧縮を大きく受けているといえる。Fig.4,5 は、通常の圧密試験(PD-V)と非排水放置後の圧密試験(PD-XI)について各分割層毎の有効応力とひずみ速度の関係を示したものである。いずれの有効応力においても、各分割層のひずみ速度は PD-V に比べ PD-XI の方が大きくなっていることが分かる。これより、非排水放置期間を含んだ場合の方が、圧密が早く進行していると考えられる。(Fig.1) これは、非排水放置期間中に、クリープ変形によって生じるべき沈下が間隙水圧に置き換わっているためである。

4.まとめ 圧密初期に非排水として実験を行い、載荷と同時に排水した場合の圧密特性と比較した。その結果、非排水条件下で載荷することにより、ひずみ速度はいずれの分割層においても大きくなるため非排水期間を含んだ場合の方が圧密が早く進行することが分かった。

【参考文献】1) Ladd.C.C.: State of the art report, Proc.9th ICSMFE, Vol.2, p.448, 1977.

2) 松田, 佐藤, 周藤, 板谷: クリープが泥炭の一次圧密特性に及ぼす影響, 第 35 回地盤工学研究発表会, 2000(投稿中)。

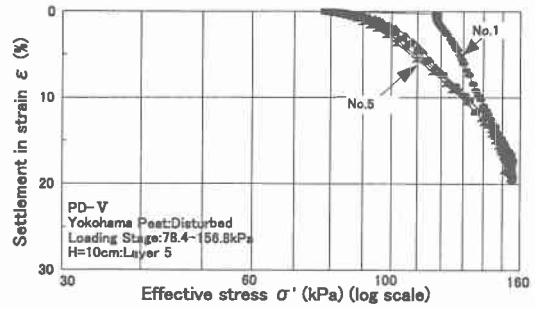


Fig.2 Stress-Strain relations for PD-V

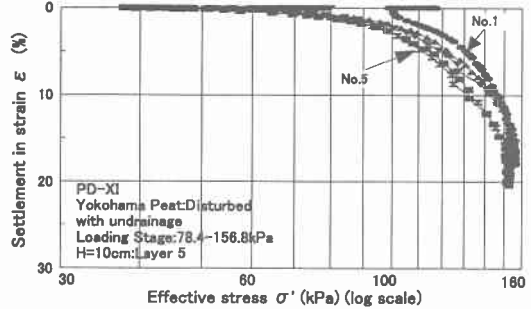


Fig.3 Stress-Strain relations for PD-XI

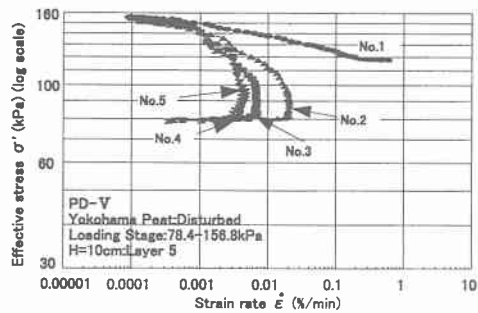


Fig.4 Relationships between σ' and $\dot{\epsilon}$

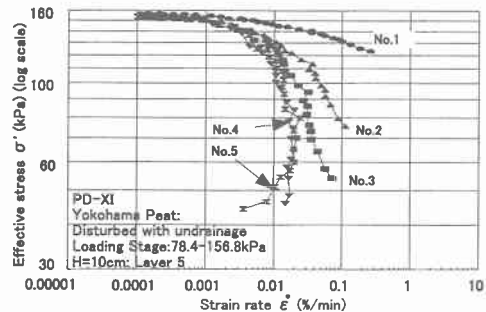


Fig.5 Relationships between σ' and $\dot{\epsilon}$