

(III-4)

繰返し荷重による圧密量の評価

東海大学工学部 正会員 ○杉山 太宏
(株) 建設企画コンサルタント 正会員 白子 博明
東海大学工学部 正会員 赤石 勝

1. まえがき

一般に、地下水位の季節的な変動や交通荷重等により繰返し荷重を受ける粘性土は、繰返し回数の増加とともに沈下量が増大する。また、繰返しによる圧密量は、大きさの等しい静的な荷重による圧密量よりも大きいことが知られており¹⁾、土粒子の骨格構造が綿毛化構造から分散構造へ変化することが原因と考えられている²⁾。これまでに、繰返し荷重により発生する沈下量を把握するため載荷周期、初期応力、荷重増分比等の要因が調べられ³⁾、沈下量を評価するための解析モデルが提案されている^{4), 5)}。しかし、繰返し圧密現象を十分に説明できる理論や解析法は、今のところ確立していない。

この報告は、一次元で繰返し荷重を受ける粘性土の圧密量を評価するために、載荷周期を変化させた繰返し圧密試験を行うとともに、差分法による一次元圧密解析を行ったものである。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、関東近県の4ヶ所で採取した粘土を混合したもので、物理的性質を表-1に示した。試料を液性限界以上の含水比で十分攪拌し0.2kgf/cm²で2週間予圧密後、以下の圧密試験を行った。

表-1 試料の物理的性質

G _s	W _L (%)	W _P (%)	Grading (%)		
			Clay	Silt	Sand
2.519	49.6	27.6	42	51	7

実験A：標準圧密試験機により $p_0=1.6\text{kgf/cm}^2$ で圧密した試料に対し、載荷周期1, 5, 10, 30min(載荷:除荷=1:1)で繰返し荷重 $dp=1.6, 0.8, 0.4\text{kgf/cm}^2$ (荷重増分比 $dp/p_0=1, 0.5, 0.25$)を240minまで加え、圧密量の経時変化を測定した。また、同荷重により繰返しを行わない静的試験を行った。

実験B：同じく標準圧密試験機により圧密荷重 $p_0=0.4, 0.8, 1.6\text{kgf/cm}^2$ で圧密した試料に対して $dp/p_0=1$ の圧密荷重を1日間隔で5回繰返し、その経時変化を測定した。また圧密係数 c_v を決定するため各載荷・除荷終了後に変水位透水試験を実施した。

実験C：応力状態を明確にするため、実験Aと同一条件で三軸試験機により繰返し等方圧密試験を行った。供試体の直径と高さは5cmで、10, 60minの載荷周期で600minまで繰返し載荷した。試験中 2.0kgf/cm^2 のバックプレッシャーを作用させて、排水量と供試体底部の間隙水圧を計測した。

3. 実験結果と考察

図-1 (a),(b)は、実験Aと実験Cより得られた体積ひずみの経時変化を示したものである。 $dp/p_0=1$

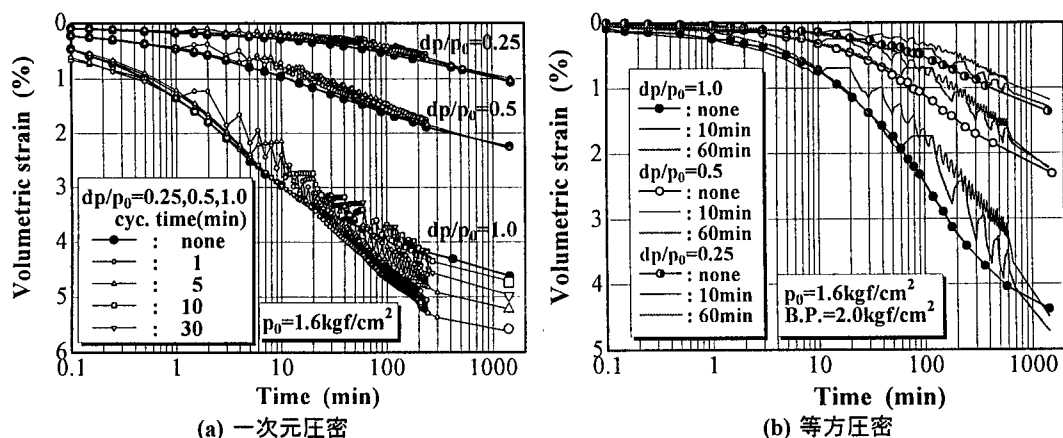


図-1 体積ひずみの経時変化

の一次元圧密では、載荷周期が短いほどひずみ量が大きく、また、繰返し終了時のひずみ量はいずれも静的試験より大きくなっている。 $dp/p_0 < 1$ では載荷周期によらず静的試験と同程度のひずみ量で、この程度の繰返し回数では明確に繰返しの影響が現れなかった。等方圧密では、載荷周期や荷重増分比によらず繰返し停止時のひずみ量は静的試験よりも小さい。 $\sqrt{t}$ 法により求めた一次元圧密の t_{90} は6.5minで、等方静的試験の過剰間隙水圧が0となるには約1000min前後を要することから、さらに継続して繰返し載荷を行えば、ひずみ量が逆転するものと考えられる⁶⁾。

実験Bより得られた透水係数 k ならびに体積圧縮係数 m_v と繰返し回数の関係を図-2(a),(b)に示す。繰返し回数の整数値が除荷後の値を表している。透水係数は、当然ながら圧密荷重が大きいほど減少するが、繰返しによる影響は小さくほぼ一定である。一方、除荷・再載荷による過圧密時の m_v は正規圧密時の1/10程度で、再載荷時の方が除荷時よりも大きい。そこで、 $dp/p_0=1$ で行った実験Aの結果に対し、繰返し毎に再載荷時の体積圧縮係数 m_{vr} と除荷時の m_{vs} の比をとり回数との関係を示したのが図-3である。 m_{vr}/m_{vs} は、繰返し回数の増加とともに減少するものの常時1以上で、周期1minで240回繰返した場合でも1.02であった。これは、繰返し圧密による沈下量が、静的のそれよりも大きくなる要因の1つであることを示すものと思われる。

4. 差分法による再現計算

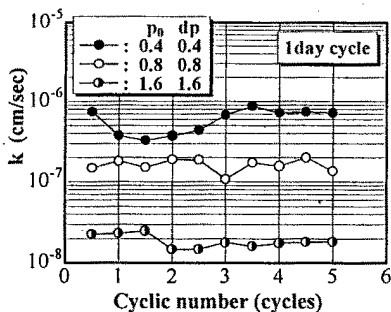
著者らは、差分法によりサーチチャージ除荷後の沈下量の予測も可能な、二次圧密を含んだ一次元圧密解析法を提案している⁷⁾。この解析には5つの定数が必要であるが、いずれも標準圧密試験から得ることができる。この解析法に体積圧縮係数比 m_{vr}/m_{vs} と再載荷時の圧密係数 c_{vr} を追加して、一次元繰返し圧密($dp/p_0=1$)の再現計算を行った結果が図-4である。図-3の結果から、繰返し回数20回前後で m_{vr}/m_{vs} と c_{vr} を変化させた。計算結果は、繰返しにより増加するひずみ量(図-1(a))をうまく再現している。紙面の都合上、解析手法や定数の決定については、発表会で説明したい。

4. あとがき

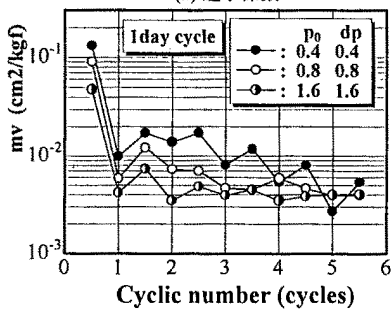
繰返し圧密の沈下量を実験と数値解析により検討した。今後さらに実験を追加し、 $dp/p_0 < 1$ や多次元での解析を行う予定である。

一参考文献一

- 1) H. Fujiwara et al., Soils and foundations, Vol.25, No.3, pp.19-30, 1985.
- 2) 山内豊聡他(1974): 第9回土質工学研究発表会, pp.143-146.
- 3) 梅崎健夫他(1988): 第23回土質工学研究発表会, pp.301-304.
- 4) 陶野郁雄他(1986), 第31回土質工学シンポジウム論文集, pp.85-90.
- 5) Baligh, M.M. et al. (1978): Proc. ASCE, Vol.104, No.11, pp.415-431.
- 6) 落合英俊他(1985), 九州大学工学集報, Vol.58, No.4, pp.499-505.
- 7) 赤石 勝他(1991): 第31回土質工学シンポジウム論文集, pp.112-115.



(a) 透水係数



(b) 体積圧縮係数

図-2 k, m_v と回数の関係(実験B)

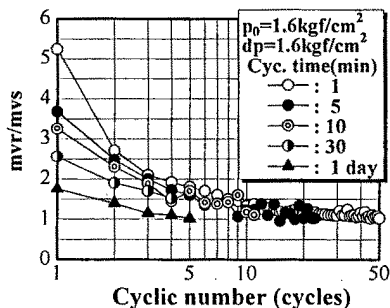


図-3 m_{vr}/m_{vs} と回数の関係(実験A)

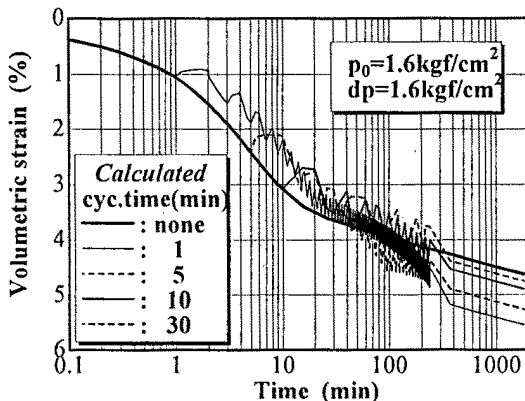


図-4 計算結果($dp/p_0=1$)