

III-144

荷重履歴が粘性土の長期沈下特性に及ぼす影響について

鹿島技術研究所 正会員 鈴木 聡
鹿島東北支店 " 北本 幸義

1. はじめに

造成工事等における地盤改良に多用されているプレローディング工法では、除荷時の圧密度を90%以上確保しても長期的には沈下が再発することが知られている。このような現象に対して、Bjerrum の遅延圧密の概念を適用すれば、除荷に伴って受ける再沈下の遅延効果は正規圧密状態での二次圧密における時間経過と等価に評価できることを前報¹⁾にて報告した。

この考え方に基づけば、従来、安定地盤と見なされてきた過圧密状態においても、再載荷がなされた場合には、長期的に沈下が復活することが予想される。そこで、再載荷荷重をパラメータとした長期圧密試験を実施し、荷重撤去後再載荷によって生ずる地盤の沈下挙動は、プレロード撤去後の地盤と同様に遅延効果をも有することがわかったので、その概要について報告する。

2. 長期圧密試験

用いた試料は100 μ mのふるいを通して加水、練り返したシルト混じり粘土で、その特性は表-1に示す通りである。これを予め0.8kgf/cm²の圧力で予備圧密し、標準圧密試験装置にセット後、図-1および表-2に示す条件にて試験を行った。図-2に、この試験により得られる代表的なlog t $\sim$ e関係の模式図を示す。なお、本報文では長期沈下性状の評価を目的としているため、No1では一次圧密終了時(t_p)以降、No2 $\sim$ 3では膨潤終了時(t_{rl})以降、No4 $\sim$ 6については再載荷によって弾性変形とみなし得るCs $\cdot$ log(p₃/p₂)分だけ減少した時点(t_{p'})以降を各々二次圧密領域と考え、以降の考察を行うこととした。

3. 遅延効果による試験結果の評価

図-1に示すように、A点にてp₁なるプレロードを載荷し、一次圧密が終了してB点に至り、除荷を行ってD点に達した後二次圧密沈下が始まることを考える。このとき、D点での沈下速度は、B点において時間t_q経過後の沈下速度と等しいと仮定すると、時間t経過後の間隙比の減少量 Δe は次式で表すことができることを前報¹⁾にて報告した。

$$\Delta e = C\alpha \cdot \log \frac{t_q + (t - t_{rl})}{t_q} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、t_qはプレロードによる二次圧密の遅延効果を表すパラメータである。t_qが大きいほど、同一経過時間における二次圧密沈下量は小さくなることになる。

今、B点から除荷を行ってC点に達した後、再載荷を行ってD点に至った場合の沈下速度が、除荷時と同様にB点において時間t_q経過後の沈下速度と等しいと仮定すると、時間t経過後の間隙比の減少量 Δe (図-2)は(1)式のt_{rl}をt_{p'}に置き換えることによって表すことができる。

図-3、4に、各々のケースにおける二次圧密領域での間隙比

表-1 試料の特性

比 重	Gs	2.579
液性限界(%)	wL	148.8
塑性限界(%)	wP	42.5
圧縮指数	Cc	0.8
膨潤指数	Cs	0.1
二次圧密係数	C α	0.01

表-2 試験条件

No.	1	2	3	4	5	6
p ₁	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
p ₂	—	2.8	2.4	2.0	2.0	2.0
p ₃	—	—	—	2.4	2.8	3.2

(kgf/cm²)

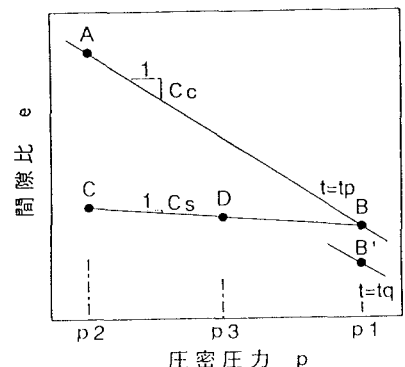
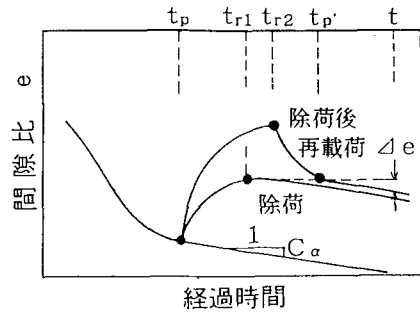


図-1 e $\sim$ log p関係

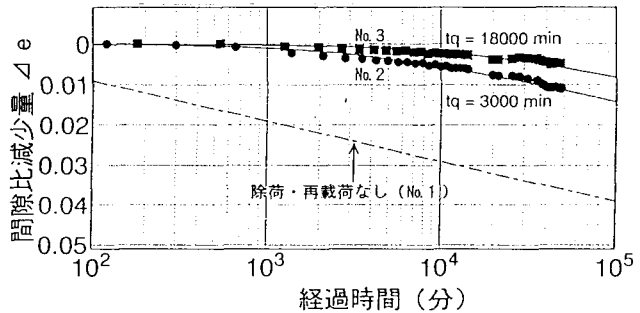
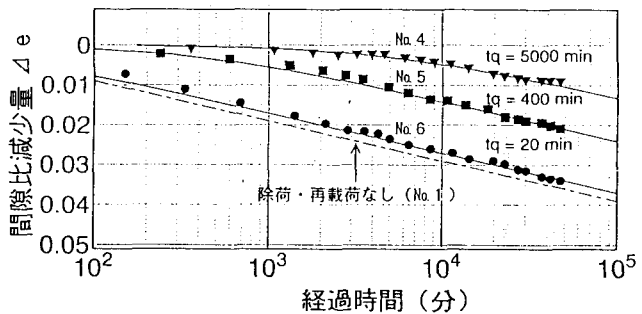
の変化を示す。経過時間は各々のケースの二次圧密開始時を0としている。図中の実線は、(1)式に試験結果から求めた t_q を代入して算出した計算値である。計算値と実測値は除荷のみならず再載荷の場合においても良く一致しており、再載荷後においても除荷膨潤後と同様に、二次圧密性状が時間経過と共に正規圧密状態での二次圧密性状に漸近していくことがわかる。 t_q の値はOCRが小さいほど小さくなる傾向を示しており、OCR (p_1/p_3) = 1となるNo.6では t_q の値は20minであり、ほとんど二次圧密の遅延効果はないと考えられる。このケースは、 $e \sim \log p$ 図上ではほぼ正規圧密領域に位置しており、それゆえ二次圧密性状が正規圧密状態のものほとんど変わらないものと考えられる。


図-2 $e \sim \log t$ 関係

仮に、除荷後と再載荷後の長期沈下性状が応力履歴によらず等しく発現するものとすれば、図-2より再載荷時の t_q は除荷時の t_q よりも($t_{p'} - t_{r1}$)だけ大きくなるはずである。しかしながら、実際に試験より求められた再載荷時の t_q は、同じOCRとなる除荷膨潤後の t_q と比較（図-3、4：No.2と5、No.3と4）すると、除荷時のものよりも小さい値となっている。これは、再載荷により、 t_q で表されるところの遅延効果が失われ、正規圧密状態での二次圧密特性が比較的早期に復活することを意味するものと考えられる。そのため、応力履歴を無視して、単純に最終荷重とプレロード荷重のみによって決まるOCRと、そのOCRに対応した C_α を用いて長期沈下量を予測することは、除荷時以上に沈下量を過小評価することとなる。

4. おわりに

今回の試験結果より、プレロード除荷後に構造物等の荷重が再載荷されたときの長期沈下性状は、除荷膨潤後の再沈下と同様に時間が経過すると正規圧密状態での二次圧密性状に近づくこと、また、単純に除荷が行われたただけの場合に比べて、正規圧密状態の二次圧密性状への復活に要する時間が短いことがわかった。今後、遅延効果を表すパラメータ t_q の評価を進め、応力履歴の長期圧密特性に及ぼす影響の定量的評価法を確立したい。


図-3 $\Delta e \sim \log t$ 関係（試験結果1）

図-4 $\Delta e \sim \log t$ 関係（試験結果2）