

粘土層の除荷膨潤挙動に及ぼす層厚の影響

広島工業大学 正会員 吉國 洋
 鳥取県 正会員 岡田 雅美
 中電技術サービス(株) 正会員 池上 慎司
 広島大学大学院 学生員 〇宇高 薫

1. はじめに

軟弱地盤に対する残留沈下などの改善策として事前圧密工法がある。これは地盤に設計荷重以上の荷重を予め載荷し、余剰荷重を除荷する工法である。この際地盤は除荷により膨潤するが、この挙動は複雑である。現場では土を弾性体と見なして確立された慣用推定法が採用されており、この工法では除荷による膨潤量を過大に見積もる可能性がある。そこで本研究では、除荷膨潤時の層内部における挙動を実験的に明らかにした上で、弾粘性圧密理論の立場からその挙動のメカニズムの検討を行った。

2. 実験方法

試料は広島粘土を室内で練返し、49kPaで再圧密したものを用いた。膨潤挙動のメカニズムの解明にあたり、層内部挙動を調べる次の実験を計画した。載荷方法を図1に示す。

除荷はOCR=2で行い、排水条件は右図の通りである。また、試験で用いた層別計測型圧密試験装置の概略図を図2に示す。5個の供試体は密閉型一次元圧密試験器内に入れ、ハイロンチューブで直列に接続されており、層厚は10cmとみなせる。本試験ではNo.1の上端面ではコックを開放して水の出入りを可能とし、No.5の下端面ではコックを閉じることにより非排水面とした。

3. 試験結果及び考察

図3はこの試験の各層の過剰間隙水圧の経時変化である。除荷直前においては、各層とも前荷重載荷に伴い発生した間隙水圧が消散している。除荷後は、吸排水面側(No.1)では間隙水圧が直ちに消散するが、非吸排水面側(No.5)ほど消散が鈍くなっている。図4は負の間隙水圧の消散に対する等時曲線である。明らかに非吸排水側ほど吸水する速度が鈍くなっていることが分かる。

図5は間隙比の経時曲線である。いずれの層も除荷した直後に膨潤し始め、200~300分後に最大膨潤量に達している。

図6は間隙比の等時曲線であり、吸排水面側に比べて非吸排水面側の膨潤量が少ない。本試験では土の自重は無視し得るため、弾性圧密理論では各層の膨潤量は等しくなるはずである。これらの点について弾粘性液体の立場より解釈する。このレオロジー式は

$$-\frac{de}{dt} = m_v \frac{d\sigma'}{dt} + \frac{\sigma'}{\eta} \quad (m_v, \eta; \text{正のパラメータ}) \quad (1)$$

である。(1)式の右辺第1項は弾性成分を、第2項は粘性成分を表している。非吸排水面側の要素であるNo.5においては、吸排水困難であるのでモデルは体積変形しにくい状態にある。今、極端な例として非排水条件で体積変形のない状態を考える。このとき(1)式は左辺が0であるため

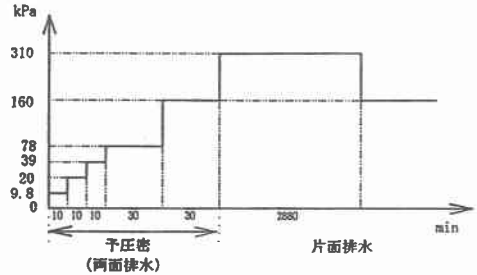


図1 載荷方法(一次元載荷)

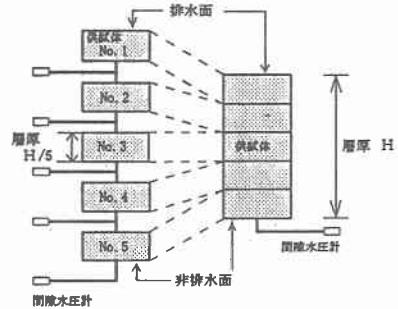


図2 層別計測型圧密試験装置概要

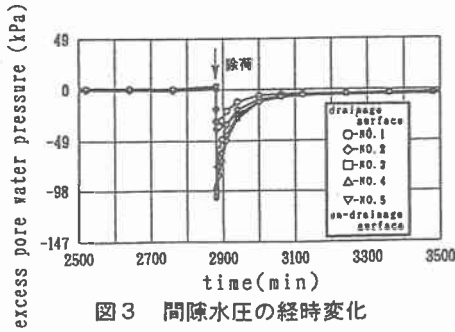


図3 間隙水圧の経時変化

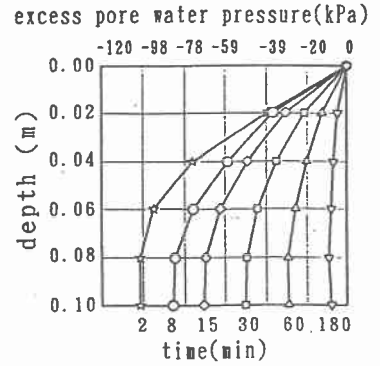


図4 等時曲線

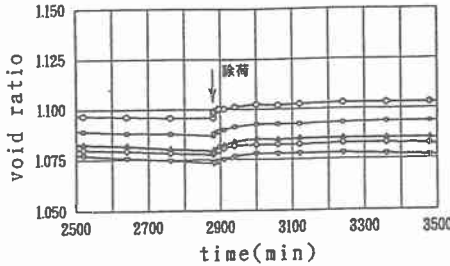


図5 間隙比の経時曲線

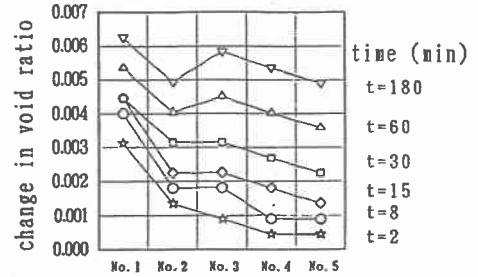


図6 等時曲線

$$\frac{d\sigma'}{dt} = -\frac{\sigma'}{m\eta}$$

(2)

と書ける。除荷直後におけるスプリングとダッシュポットが最初図7(a)の状態にあるとする。その後非吸排水状態に保持されれば、ダッシュポットは(1)式右边第2項で表されるように、有効応力が存在する限りひずみが進行する。このとき(b)のように全体の変位を一定に保つようスプリングは伸張する。その際(2)式から明らかなように有効応力は減少する(有効応力緩和)。これはスプリングに蓄積されたエネルギーの減少を意味し、弾性による変形回復(膨潤量)の減少につながる。このことから非吸排水面付近では、かなり長い間モデルの変形が拘束されているため、時間に依存した有効応力の緩和が進み、変形の回復が少ないものと考えられる。

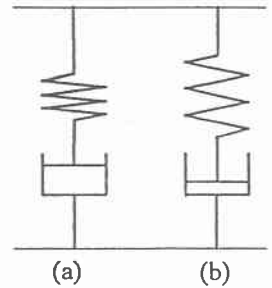


図7 レオロジーモデル

したがって非吸排水状態を長く経験すると、変形回復能を消失してしまうことが分かる。以上のことから、(有効応力緩和の進行) → (負の間隙水圧の消散) → (膨潤量の減少) の構図が成り立つと考えられる。このように、粘土層の変形回復能は有効応力緩和に伴って減衰するので、除荷膨潤量は慣用推定法で求められる予測値ほど大きくない。

4. 結論

- 1) 粘土層の変形回復能は、有効応力緩和に伴って減衰する。この挙動は粘土層の非排水面付近で著しい。
- 2) 有効応力緩和は非排水で進行するため、その進行速度は粘土層の層厚に無関係である。
- 3) 実地盤での除荷膨潤量は、慣用推定法による予測ほど大きくない。