

Ⅲ-A214

弾粘性理論によるプレローディング改良地盤の圧密挙動解析

広島工業大学 正 員 吉國 洋
 広島大学 正 員 〇加納誠二
 広島大学 正 員 森脇武夫
 広島大学大学院 学生員 岩本晃敏

1. はじめに

軟弱地盤の改良方法の一つとしてプレローディング工法が広く用いられているが、その際事前圧密荷重の撤去時期や残留沈下量の算定が重要となる。しかし従来の算定法では粘土のクリープ特性等が考慮されていないため正確な挙動予測が不可能である。実際にプレローディングされた地盤においてクリープの沈下が生じ、上部構造物に破損等が発生した事例も少なくない。そのため過圧密領域での時間依存性挙動を表現する理論による予測が必要となる。そこで本研究では吉國¹⁾の提案した一次元弾粘性理論を用いて、プレローディング工法により改良された軟弱地盤の残留沈下の予測法を確立するための基礎的研究として、弾粘性モデルを用いて数値解析を行い、プレローディングした場合の圧密挙動検討した。

2. 解析方法

解析モデルは層別計測型分割圧密試験に対応した 10cm の均質な粘土地盤で、片面排水条件下にあると仮定した。解析条件は表-1 に示すような条件を与えた。Case1 のシリーズでは除荷時の粘土層内の平均圧密度を変化させており、除荷後間隙水圧の消散した後(1000 分後)再載荷を行なった。Case2 のシリーズでは平均圧密度 60%で除荷した後再載荷までの期間を変化させている。また解析に用いた圧密パラメータは $C_\alpha=0.0239$ 、 $C_\beta=0.542$ 、 $C_\gamma=0.073$ 、 $C_k=0.823$ 、 $\gamma_{sat}=1.632$ とした。なお圧密方程式の差分化は参考文献²⁾に詳しいので参照されたい。

表-1 解析条件

Case No	初期圧密荷重 σ_0 (kPa)	事前圧密荷重 σ_p (kPa)	除荷荷重 (kPa)	最終圧密荷重 σ_f (kPa)	備考
Case1-1	156.8	—	—	205	205kPa に載荷のみ
Case1-2	156.8	313.6	-156.8	205	除荷時圧密度 30%
Case1-3	156.8	313.6	-156.8	205	除荷時圧密度 60%
Case1-4	156.8	313.6	-156.8	205	除荷時圧密度 90%
Case1-5	156.8	313.6	-156.8	205	除荷時圧密度 99%
Case1-6	156.8	313.6	-156.8	205	圧密度 99%の 10 倍の時間
Case1-7	156.8	313.6	-156.8	205	圧密度 99%の 100 倍の時間
Case1-8	156.8	313.6	—	313.6	313.6kPa に載荷のみ
Case2-1	156.8	313.6	-156.8	205	除荷後 10 分で再載荷
Case2-2	156.8	313.6	-156.8	205	除荷後 100 分で再載荷
Case2-3	156.8	313.6	-156.8	205	除荷後 1000 分で再載荷
Case2-4	156.8	313.6	-156.8	205	除荷後 10000 分で再載荷

3. 解析結果

図-1 に Case1 のシリーズの圧密曲線を示す。これを見ると Case1-2 と Case1-3 では再圧密後も大きな沈下が生じている事が分かる。また Case1-2~1-4 では再載荷後長期間経過すると事前荷重を載荷せず最終圧密荷重だけを載荷したの Case1-1 とほぼ重なり合っていることが分かる。

図-2 に除荷開始直前の粘土内の間隙水圧分布を示す。これより Case1-4~7 に関して間隙水圧はほぼ消

キーワード：プレローディング工法、圧密、弾粘性圧密理論、二次圧密

連絡先：〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 TEL&FAX 0824-24-7785

散しており、事前圧密応力が有効応力に変換されているが、Case1-2とCase1-3では深層部においてCase1-2では86%近く、Case1-3では58%近く間隙水圧が残留している事が分かる。つまり非排水面近くの要素は有効応力が小さいため、最終荷重に対して正規圧密粘土に近い状態になる。そのため圧密度の低い粘土では再載荷後これらの部分の沈下により大きな沈下を生じる事になる。よって事前圧密荷重の除荷時期は沈下量から求めた圧密度で判断せず、過剰間隙水圧の消散程度で判断すべきと考える。図-3は除荷過程における平均的な間隙水圧を示す。Case1-2では長時間経過すると除荷過程にも関わらず正の過剰間隙水圧となっており、これによる沈下も生じていると考えられる。図-4はCase1-2～1-7の再載荷後の挙動を示す。これよりどのケースにおいても長時間経過するとクリープ的沈下が生じている事が分かる。これは粘土の骨格構造が持つ時間依存性挙動に依存するもので、粘性の低い地盤の残留沈下を極力押さえたい場合にはサンドコンパクション工法等の置換工法が有効だと考えられる。図-5はCase2のシリーズにおける再載荷後の沈下挙動を示す。除荷後長期間経過しても再び再沈下が生じ、どのケースもほぼ同じラインにのる事が分かる。

図-1や図-5を見るとそれまでの履歴は違っても長時間経過すると同じライン上にのる傾向にあり、粘土は長時間経過すると履歴を忘れると考える事ができる。

4. まとめ

- 1) 最終圧密荷重による最終沈下量を上回る圧密度が事前圧密によって得られても、圧密期間を短期に設定したものほど再載荷後の残留沈下量は大きくなる。そのため除荷時期を沈下量より求めた圧密度ではなく過剰間隙水圧の消散程度によって判断する方が良いと考えられる。
- 2) 残留沈下の主な原因は、事前圧密荷重の除荷時期に残留した過剰間隙水圧によるものであると判断されるため、サンドドレーン工法の併用などにより過剰間隙水圧の消散を促進する必要がある。
- 3) 過圧密状態の粘土でも粘土の骨格構造が持つ時間依存特性により沈下が生じるため、粘性係数の低い地盤の残留沈下を極力押さえたい場合にはサンドコンパクション工法等の置換工法によって粘性係数の高い地盤に変える必要がある。

参考文献

1)吉國洋 (1990):粘土の圧密曲線と圧縮曲線に対する一つの解釈 (I),第 25 回土質工学研究発表会講演概要集,pp.307-308. 2)平尾隆行,吉國洋(1993):弾粘性圧密方程式の数値解析,第 48 回土木学会年次学術講演会概要集,pp.986-987.

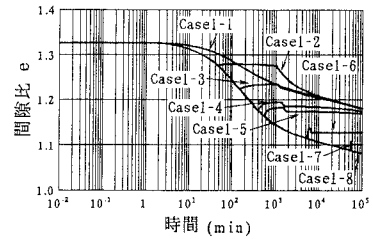


図-1 圧密曲線(Case1-1～1-8)

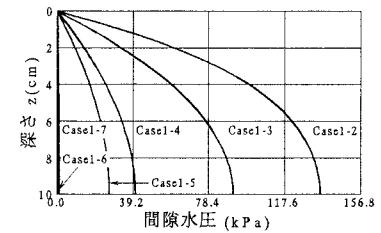


図-2 除荷時の間隙水圧分布 (Case1-2～1-7)

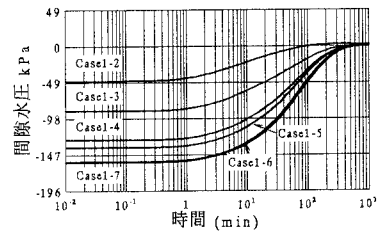


図-3 除荷後の間隙水圧の経時変化 (Case1-2～1-7)

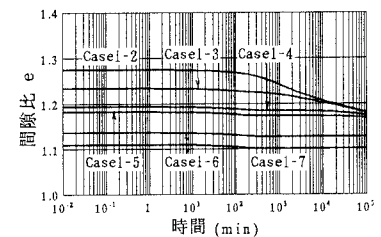


図-4 再載荷後の挙動(Case1-2～1-7)

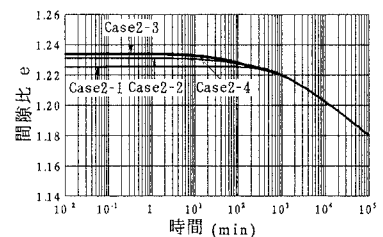


図-5 再載荷後の挙動(Case2-1～2-4)