

全水頭場に制約条件を有する地盤の圧密変形解析

名古屋大学工学部 学生会員 ○中川 克章

名古屋大学工学部 正会員 浅岡 顕・野田利弘・中野正樹

1. はじめに

低透水性の軟弱粘土地盤内部に透水性が十分大きなサンドドレーンが敷設された場合には、その砂杭部で「全水頭が常に等しく」なっていることを仮定し、水頭場（あるいは圧力場）に「等水頭条件」を与えて弾性圧密計算を行った。これにより、「砂杭」の敷設方法の違いによって、盛土盛立て終了後に抑制される残留沈下量や圧密の早さが異なる様子を調べたので、報告する。

2. 計算方法

計算は微小変形理論に基づいて行った。等水頭条件は、「砂杭」を想定した2節点間の

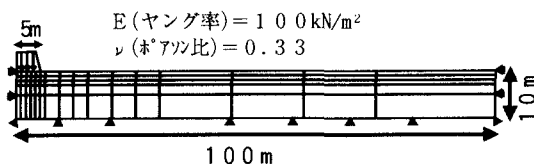


図1 解析に用いたメッシュ図

水頭を同じにすることを意味する。具体的な定式化は文献 1)、2)を参考にされたい。計算に用いた有限要素メッシュ図ならびに境界条件を弾性定数とあわせて図1に示す。簡単のため平面ひずみ条件を仮定したがこのため、実際のサンドドレーンとは異なることを断っておく。また、計算では、地盤の透水係数を 10^{-10} ~ 10^{-1} cm/sec まで変化させ、変形挙動を調べた。盛土荷重の載荷履歴は図2に示す。

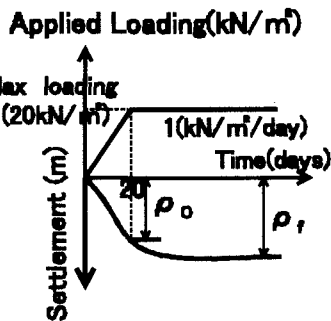


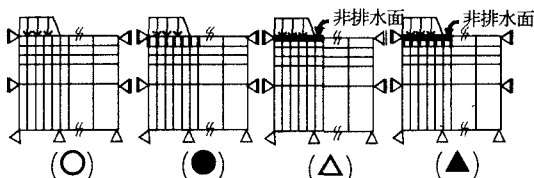
図2 盛土荷重の載荷履歴

3. 計算結果

以下では主に、①盛土と砂杭を有する地盤の境界面で排水性を保つ方が良いのか？、②砂杭は途中で切れていてもサンドドレーンは有効か？の二つの話題をとりあげて結果を示す。

①盛土と砂杭を有する地盤の境界面で排水性を保つ方が良いのか？

図3に示すように、(○)盛土と地盤の境界面が排水（水圧ゼロ）で等水頭条件がない場合、(●)境界面が排水で等水頭条件がある場合、(△)境界面が非排水で等水頭条件がない場合、および(▲)境界面が非排水で等水頭条件がある場合の4種類の地盤を想定した。図4は透水係数が 10^{-5} cm/sec の場合の盛土中央直下における時間～沈下量関係であり、図5



(太線は等水頭条件を示す)

図3 等水頭条件の入れ方

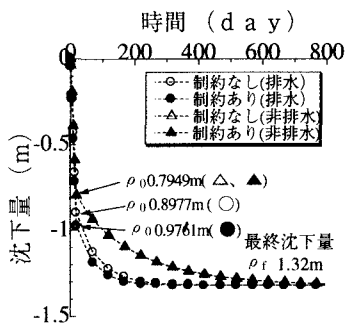


図4 時間-沈下量関係

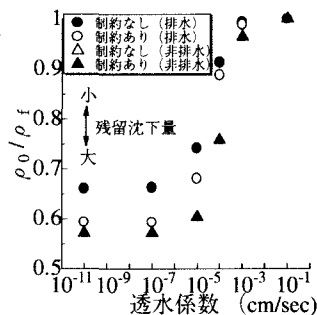


図5 透水係数-沈下比関係

は、透水係数～沈下比 ρ_0/ρ_f 関係（ ρ_0 と ρ_f は盛土載荷時と圧密終了時の沈下量）を示す。なお、 ρ_f は弾性体を用いているので、いずれの透水係数の場合でも同一である。たとえ砂杭が敷設されていても(▲)、盛土と地盤の境界面が非排水(△、▲)であると、圧密の進行はかなり遅く、残留沈下量も大きいことから、境界面は排水性を保った方(○、●)が良いことがわかる。透水係数を変えても、上記と同様の傾向が得られた。また、例えば透水係数が非常に小さい地盤(10^{-10} cm/sec)を考えると、盛土と地盤の境界面が排水であ

っても、砂杭を敷設する(●)だけで、(○)の場合と比べて、砂杭がなく透水係数が 10^{-5} cm/secの地盤と同じだけ残留沈下が抑制でき、透水性が改良されたことに等しいことがわかる。また、透水係数 10^{-5} cm/secの場合で荷重放置時について浅岡法(図6)を適用すると、盛土と地盤の境界面の透水性を良く保つ方が、圧密の進行がはるかに早くなることがわかる。

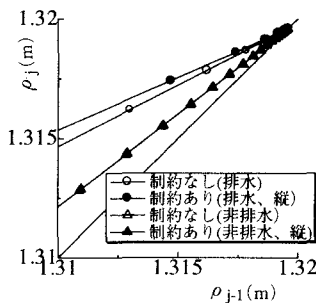


図6 浅岡法

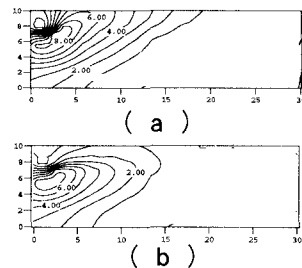


図7 過剰水圧分布

図7(a)、(b)は、透水係数が 10^{-5} cm/sec時の(○)と(△)の場合の盛土載荷直後の過剰水圧分布である。盛土と地盤の間の透水性が悪いと、地盤内に発生する過剰水圧の勾配は非常に大きいこともわかる。

②砂杭は途中で切れていても有効か？

図8に示すように(○)等水頭条件が全くない場合、(●)まっすぐ1mの等水頭条件がある場合、(△)まっすぐ3mの等水頭条件がある場合、(▲) (△)の中1mに等水頭条件がない場合、

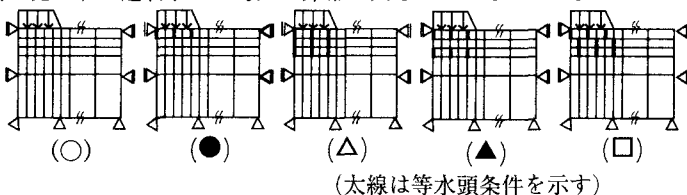


図8 等水頭条件の入れ方

(□)(△)の中1m以下が横にずれた等水頭条件がある場合の5種類の地盤を想定して計算した。地盤の透水係数が 10^{-5} cm/sec時の時間～沈下量関係(図9)と透水係数～沈下比 ρ_0/ρ_f 関係(図10)から、3mまっすぐ入れた場合(△)が盛土載荷直後の残留沈下量が最も小さいことがわかる。他の(▲)、(□)も若干であるが、等水頭条件がない場合(○)より、残留沈下量は小さくなる。これは、浅岡法を適用した場合(図11)、3mまっすぐ入れた場合(△)が最も圧密が早く進行するが、途中で途切れたり、横にずれた場合<(▲)、(□)>でも、等水頭条件がない場合(○)よりも早く圧密が進行することに対応している。しかし、図12(a)、(b)は、透水係数が 10^{-5} cm/sec時の(●)と(□)の場合の盛土載荷直後の過剰水圧分布であるが、この図の比較など

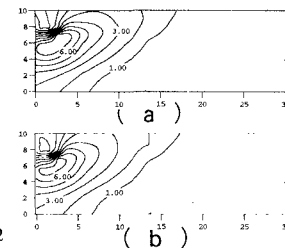
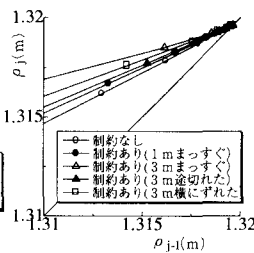
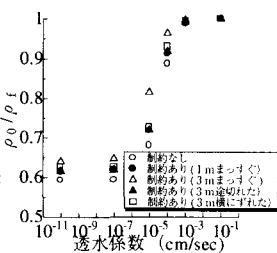
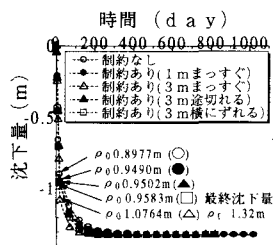


図9 時間～沈下量関係 図10 透水係数～沈下比関係 図11 浅岡法 図12 過剰水圧分布から、砂杭が途中で切れていたり、横にずれている場合<(▲)、(□)>には、残留沈下抑制や圧密促進について一定の効果があるものの、砂杭が地表面に現れていることの影響の方がより大きいことがわかる。

4. おわりに

本来サンドドレーンの有効性は、飽和粘土地盤が弾塑性挙動を示すことに基づき議論されるべきである³⁾。ここでは地盤を線形弾性体と仮定し、サンドドレーンの有効性に関連した一側面を取り上げそれを検討した。

参考文献

- 1)浅岡、野田他:”圧密解析における「水に関する境界条件」…”,土木工学会第51回年次学術講演会,Ⅲ-A,pp364-365,1996
- 2)Asaoka et al.:”Displacement/Traction Boundary Conditions Represented by Constraint …”,S&F, under contribution.
- 3)Asaoka et al.:”観測的方法による透水係数の推定を組込んだプレロード工…”,土木学会論文集, No.469/Ⅲ-23, pp.45-54,1993