

Ⅲ-143

粘性土を用いた盛土の沈下予測
—水平ドレーンとプレロードの設計—

東洋地質調査株式会社 正 OE.Verdeja、藤村 健司
大津市 堀井 信幸
大阪市立大学 正 高田 直俊

1. まえがき

宅地造成を現地発生土の粘性土を用いて行う場合、かなりの沈下が予想される。施工後の残留沈下が大きいと宅地として種々の問題が生じるため、造成後の沈下が許容される値以下になる対策を講じなければならない。この対策として水平ドレーン材を適当な間隔で配置すること、プレロード工法を用いる方法が考えられる。

ここでは、工期の制約条件のもとに造成後の残留沈下が許容値以下になるように、最適な水平ドレーン材の配置とプレロード厚を決めるために圧密沈下の数値解析を行った。このような造成盛土の圧密定数をどう決めるかは沈下予測において重要な課題であるが、そのための室内試験は別報¹⁾を参照されたい。

2. 圧密解析の考え方

盛土の施工条件 最終層厚 12 m の盛土が時間に対して直線的に層厚が増すように盛り立てられ、圧密促進のため適当な間隔で水平ドレーンを入れる。盛土施工期間(プレロード有りの場合を含む)は 120日、工期(圧密期間)を盛土施工後 180日とする。

圧密方程式 水平ドレーン材に挟まれた盛土層ごとに両面排水条件で次の圧密方程式を適用する。

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = c_v \xi^2 \left[\frac{\partial^2 \xi}{\partial z_o^2} \right] \xrightarrow{\text{差分}} \Delta \xi_{z_o} = \frac{n^2 \Delta T_v}{4} \xi^2 (\xi_{z_o - \Delta z_o} - 2\xi_{z_o} + \xi_{z_o + \Delta z_o}) \quad (1)$$

ここで、 $\Delta \xi_{z_o}$ は時間(t)と(t+ Δt)間の深さ z_o における圧密比(ξ)の増分であり、 $n = H_o / \Delta z_o$ ($= 40$)、 $\Delta T_v = c_v \Delta t / (H_o/2)^2$ であり、 Δt は時間差分で、 Δz_o は空間差分(層厚差分)である²⁾。

荷重条件 水平ドレーンで区切られた各層が階段状に施工されるものとし、各層は層厚の半分の自重と上方の盛土荷重の両方を圧密荷重として受けるものとする。すなわち、各層の中央で圧密圧力を代表させ、層内の圧密圧力は一定としている。圧密時間は各層の立ち上がり時間の中央を起点とする。地下水位は盛土底面よりも低いと考える(暗渠排水が行われる)。盛土の沈下量は各層の圧密量を加算して求める。

圧密定数 圧密定数は別報¹⁾の試験から次の値を選んだ。圧密係数 $c_v = 0.01 \text{ m}^2/\text{d}$ 、 $f - \log p$ 関係は $f = 1.76 - 0.53 \log(p/2.5)$ (p の単位は tf/m^2) を用いた。ただし、盛土の初期体積比 $f_o = 1.76$ で、これに対応する圧密降伏応力 $p_o = 2.5 \text{ tf}/\text{m}^2$ である。この圧力までの過圧密域における圧密量は無視する。

プレロード除去後の残留沈下 残留沈下の一つは、プレロードがない場合の未圧密部、もう一つはプレロードをかけるときの除荷後の盛土圧に対する有効応力の不足分に基づくものである。後者は、図-1に示すようにプレロード荷重 p_2 で圧密途中に除荷され、この時の有効応力の等時線が盛土荷重 p_1 を越えていない部分の除荷後の圧密をさす。この場合の沈下量は各深さにおける有効応力の不足分が p_1 まで増すとして計算する。なお、層の上下部は過圧密になっており、厳密には除荷によって膨張するが、これは無視する。

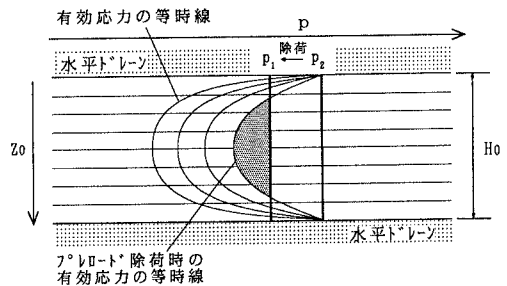


図-1 土層内の未圧密状況

3. 計算の手順

図-2に計算の流れを示す。盛土中のドレーン間隔は一定とする。ドレーン間隔を 2.0、2.5、3.0、3.5、4.0、4.5、5.0 m とし、盛土開始から 300 日後の残留沈下 S_R が許容値 S_a (4 cm として与えた) を満たすようにプレロード荷重を調製する(プレロード増分は 1 m)。

4. 水平ドレーンの間隔とプレロード厚の決定

計算を行ったいくつかの施工パターンの中から3つを選び、盛土のみとプレロードをかけた場合の沈下一時間曲線を図-3に示す。これらはいずれも残留沈下が許容値内の場合である。図-3 (a) はドレーン間隔 3 m でプレロードがない場合で、図中の点線は各層の沈下曲線である。これを加算したものが盛土表面の沈下曲線となる(実線)。(b) と (c) はドレーン間隔がそれぞれ 4 m と 5 m の場合で、残留沈下の許容量を満たすためには、それぞれに対してプレロードの盛土高が異なり、ドレーン間隔が大きくなると必要なプレロードは大きくなる。それらの中で、造成後に計画される構造物荷重(木造住宅)及び現場の施工条件と経済性からドレーン間隔 4 m ・プレロード 2 m の施工法が適当と判断した。

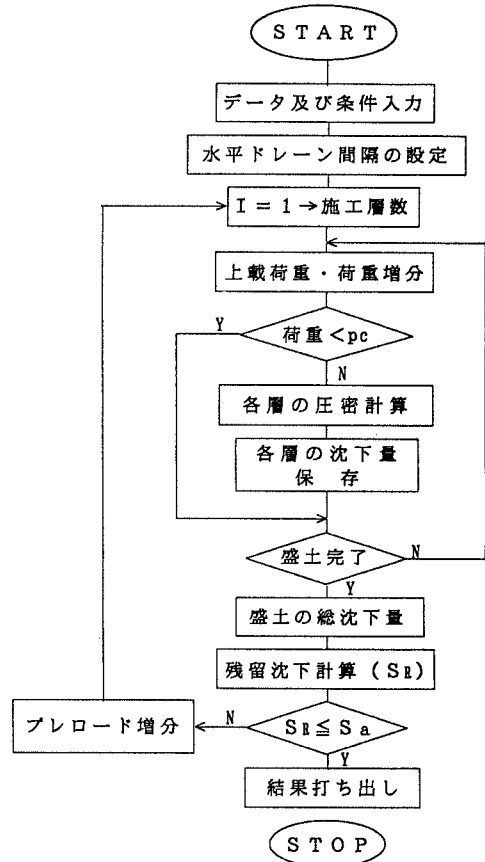


図-2 計算の流れ

なお、本論文をまとめるに当たり大津市の増田元信氏に有益な助言を頂いた。ここに謝意を表す。

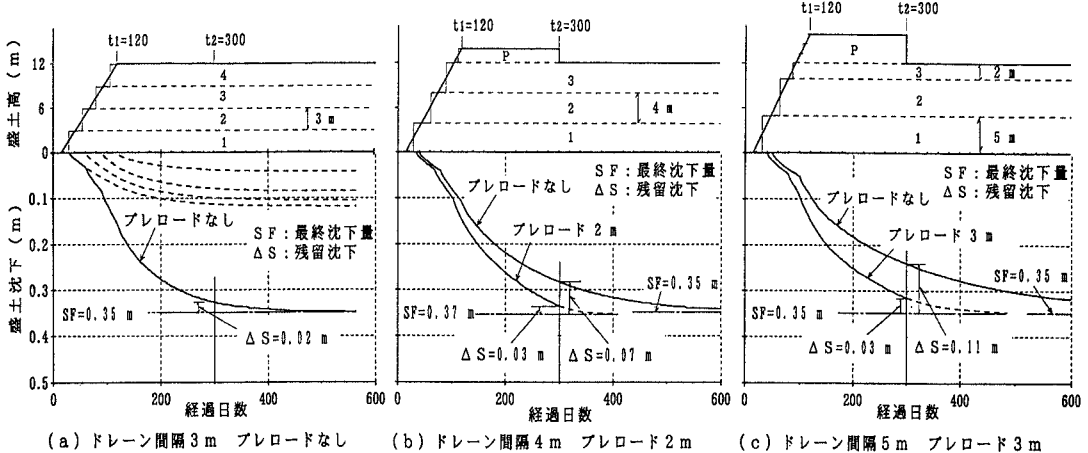


図-3 計算による盛土の沈下状況

<参考文献>

- 1) 近藤、安川、堀井、高田：粘性土を用いた造成盛土の沈下予測のための室内圧密試験、第50回土木学会年次学術講演会、1995
- 2) 高田直俊：圧密を考える、わかりやすい土質力学、土質学会関西支部講習会資料、pp.55-75、1985