

(Ⅲ - 18)

サンド・ドレーン周辺の圧密係数の変化を 考慮した圧密沈下計算法

防衛大学校 正会員 茂籠 勇人
防衛施設庁 同 ○池田 真人
防衛大学校 同 正垣 孝晴

1. はじめに

サンド・ドレーン(SD)打設に伴いドレーン周辺に攪乱帯が形成されることが知られている。攪乱帯の強度・圧密パラメータは攪乱の影響で変化し、SD の圧密促進効果を低減させる。SD によって改良された地盤では、強度・圧密パラメータの異方性に及ぼす攪乱の影響を把握することが必要である。著者らは、試料の乱れが強度・圧密パラメータの異方性に及ぼす影響を一連の実験から検討してきた¹⁾。

本稿では、攪乱帯の圧密係数の変化を考慮した SD 打設地盤の圧密沈下解析法を提案した。そして、事例解析を行い、提案法の妥当性を検証した。

2. サンド・ドレーン打設地盤の圧密パラメータに及ぼす攪乱の影響

尾上²⁾はドレーン打設をシミュレートした模型実験を行い、ドレーン周辺の間隙比 e の変化を示した。図-1 は尾上の実験結果を再整理して、ドレーン打設の影響のない領域の間隙比 $e(u)$ に対するドレーン近傍の間隙比 $e(d)$ の比 $R(e)$ を、 r/r_w に対してプロットしたものである。 r, r_w はそれぞれドレーン中心からの距離とドレーン半径である。

Shogaki et al¹⁾は、乱れの程度の異なる自然堆積粘土に対し、堆積方向に対して切り出し角度を変化させた供試体を作成して一連の一軸圧縮試験と標準圧密試験を行った。そして、強度・圧密パラメータに及ぼす攪乱の影響を定量的に示した。

図-2 に乱れの程度が同じ供試体に関し、垂直供試体の圧密係数 c_v に対する水平供試体の圧密係数 c_h の比 (c_h/c_v) 、乱さない試料の圧密係数 $c_v(u)$ に対する c_h の比 $(c_h/c_v(u))$ 、 $c_v(u)$ に対する c_v の比 $R(c_v)$ と r/r_w の関係を示す。図-2 に示す各比は圧密降伏応力 σ_p に相当する e の変化を図-1 の関係に対応させて得ている。図-2 から SD 周辺の地盤の c_v, c_h を r の関数として得ることができる。

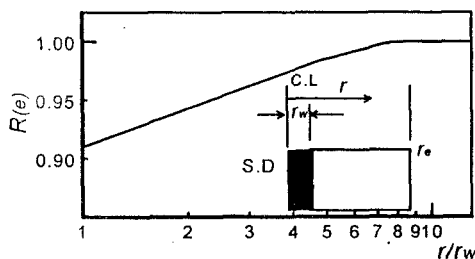


図-1 $r/r_w \sim R(e)$ の関係

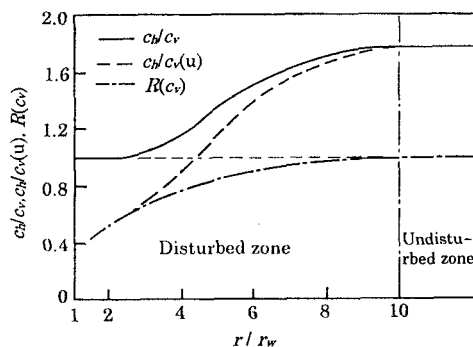


図-2 $r/r_w \sim$ 圧密パラメータの関係

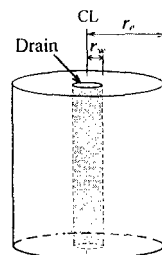


図-3 中空円筒の概念図

3. 攪乱を考慮した圧密沈下計算法

SD で改良された地盤の沈下は図-3 に示す中空円筒の圧密沈下問題として解析され、Barron³⁾により厳密解が提案されている。また、攪乱帯の影響を考慮した解は Onoue⁴⁾により提案されている。Onoue⁴⁾の解は攪乱帯の圧密係数を均一として得たものである。

SD 周辺の攪乱帯を半径方向に任意のブロックに分割し、各ブロックに異なった圧密パラメータを与える。図-4(a)に概念図を示す。第 i ブロックの圧密パラメータには次式の関係が成り立つ。ここで、 k_h , m_h はそれぞれ水平供試体に対する透水係数、体積圧縮係数である。

$$k_{hi} = c_{hi} m_{hi} r_w \quad (i=1, 2, \dots) \quad (1)$$

ヘッド差 Δh_i を持つ第 i ブロックの境界面上での土中水の流速 v_{hi} は Darcy 則から次式で得られる。

$$v_{hi} = c_{hi} m_{hi} r_w \frac{\Delta h_i}{dr_i} \quad (2)$$

ここで、それぞれ c_{hi} と $c_v(u)$ 、 m_{hi} と $m_v(u)$ に次の関係を仮定すると、式(2)は乱さない試料の圧密パラメータを用いて式(4)で表すことができる。

$$\alpha_i c_{hi} = c_v(u), \quad \beta_i m_{hi} = m_v(u) \quad (3)$$

$$v_{hi} = (c_v(u) m_v(u) r_w) \frac{\Delta h_i}{\alpha_i \beta_i dr} \quad (4)$$

α_i は図-2 から求めることができる。また、ここでは簡単のために $\beta_i = 1$ としている。 m_v に与える攪乱の影響は小さいため⁵⁾、この仮定は許される。式(4)は排水長を擬似的に変化させることにより、SD 周辺の攪乱の影響を透水の遅れとして表すことを意味する。図-4(b)にその概念図を示す。総てのブロックについて同様に求めると、SD の有効半径 r_e' は次式で得られる。

$$r_e' = r_w + \sum_{i=1}^n (\alpha_i dr) + r_{undis} \quad (5)$$

Barron の厳密解において r_e に変えて r_e' を代入すると、乱さない試料の圧密パラメータを用いて攪乱の影響を考慮した SD 打設地盤の沈下解析が可能となる。

4. サンドレーン打設地盤の圧密沈下予測

羽田⁶⁾で施工された SD 打設地盤の圧密沈下量を予測する。沈下量の推定は、次の3つの圧密係数を用いて行った。(a) $c_h = c_v(u)$ 、(b) SD 打設地盤を攪乱領域と不攪乱領域に2分割し、各領域に一定の c_h を用いる⁴⁾。(c) 提案法により計算する。図-5に圧密沈下予測結果を示す。提案法による沈下の事前予測は、実測値を良く説明していると判断されるが、圧密進行に伴い事前予測値は実測値に比べ沈下量を過大評価している。今後は圧密進行に伴う事前予測値と実測値の差に及ぼす要因を解明し、これを考慮した解析を行いたい。

参考文献

- 1) Shogaki et al, IS-Hiroshima, pp.561-666, 1995.
- 2) 尾上, 第26回土質工学研究発表会概要集, pp.2015-2018, 1991.
- 3) Barron R. A., Trans. ASCE, Vol.113, No.2346, pp.718-742, 1948.
- 4) Onoue, Soils and Foundations, Vol.28, No.4, pp.165-174, 1988.
- 5) Shogaki and Kaneko, Soils and Foundations, Vol.34, No.3, pp.1-10, 1994.
- 6) 丸山ら, 土木学会第46回年次学術講演会概要集, pp.702-703, 1991.

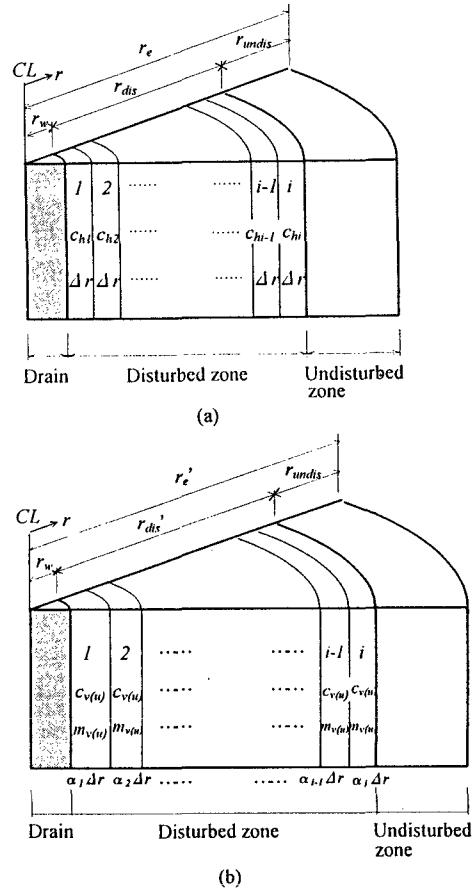


図-4 攪乱帯分割の概念図

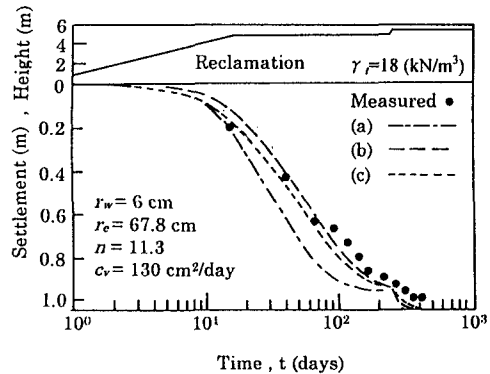


図-5 沈下予測結果