

PD効果に関する大型モデル実験と沈下予測法の検討

佐賀大学理工学部 学 ○大口一郎 同 正 柴 錦春
同 学 豊田清光 同 正 三浦哲彦

1. まえがき

プラスチックドレーン(以下 PD)工法は、代表的軟弱地盤改良工法であるが、改良地盤の沈下予測を的確に行う方法はまだ確立されていない。1 次元沈下計算式を用いて予測する場合、(1)スミアゾーン(ドレーン周辺粘土の乱れ範囲)の特性、及び(2)ドレーン排水能力の評価が計算結果に影響を及ぼす主な要因であると考えられる。柴・三浦(1999)は、室内透水試験は現場の透水性能を過小評価する可能性があることを考慮して、スミアゾーンのパラメータを決定する経験式を提案した¹⁾。豊田・柴・三浦(1999)は、粘土中におけるPDの排水能力を評価する経験式を室内試験より得た²⁾。本研究では、これらの提案をもとに、大型室内モデル実験、及び現場盛土試験の結果を対象に沈下予測計算を行い、実測値と比較してPD改良地盤における1次元沈下計算式の有用性について検討を行った。

2. 1次元沈下計算法

圧密理論式:PD改良地盤の沈下計算において、地盤内水平方向のPDによる圧密についてはHansbo(1981)の式(1)、鉛直方向の圧密についてはTerzaghiの圧密理論式(2)を用い、2式を合成することによって平均圧密度を式(3)で求めた。また、式(4)を用いて沈下量を計算した。ここで、 U_{ra} :半径方向平均圧密度、 U_{za} :鉛直方向平均圧密度、 U_{rz} :合成平均圧密度、 T_v :時間係数、 n :ドレーンの等価円直径 d_w に対する影響領域直径の比、 s : d_w に対するスミアゾーン直径 d_s の比、 k_h :水平方向透水係数、 k_s :スミアゾーンにおける水平方向透水係数、 q_w :ドレーンの排水能力、 M : $0.5\pi(2m+1)$, $m=0,1,2,\dots$ 、 H :排水距離、 C_c :圧縮指数、 e_0 :初期間隙比、 p_0' :初期応力、 $\Delta p'$:応力増分、 u_0 :初期間隙水圧である。

応力増分:盛土荷重による地盤においては、地盤内深度方向における応力増分が異なる。1次元の計算の精度を上げるために、Osterberg's 法により盛土荷重による地盤内の応力増分を計算した。

複数層地盤における間隙水圧:複数層地盤における間隙水圧の評価に関する簡単な理論式はないため、図1に示す方法を用いる。今回の場合、2層地盤内の水圧分布 c)は a)と b)を合わせることで求め、各層ごとに平均値を取った。この方法を用いることによって、実際地盤の特性を近似的に反映でき、既存の計算式を利用することができる。

計算開始時間:今回用いた計算法では、盛土施工過程における盛土荷重の変化を考慮することができないため、計算開始時間 $t=0$ は、施工期間の中間時点とし、 $t=0$ に全荷重が瞬時に加えられるものと仮定した。

3. パラメータの決定

スミアゾーンのパラメータの決定について、スミアゾーンの直径はPDを打設する際用いる鉄製模型マンドレルの等価直径の3倍にする。水平方向の透水係数 k_h とスミアゾーンの透水係数 k_s の比 k_h/k_s は、室内モデル地

$$U_{ra} = 1 - e^{-\frac{8T_v}{\mu}} \quad (1)$$

$$\mu = \ln \frac{n}{s} + \frac{k_h}{k_s} \ln s - \frac{3}{4} + \pi \frac{2l^2 k_h}{3q_w}$$

$$U_{za} = 1 - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{2}{M^2} \exp(-M^2 T_v) \quad (2)$$

$$U_{rz} = 1 - (1 - U_{za})(1 - U_{ra}) \quad (3)$$

$$S = H \cdot \frac{C_c}{1 + e_0} \log \frac{p_0' + \Delta p'}{p_0'} \quad (4)$$

ただし

$$\Delta p' = u_0 \cdot U_{rz}$$

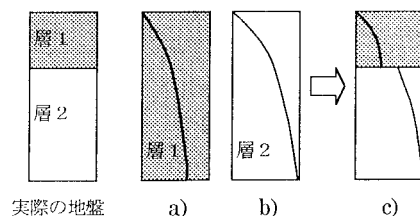


図1 間隙水圧分布概念図

盤については実験的に得られた 1.5、現場試験盛土地盤については柴・三浦 (1999) の提案式¹⁾より 10 を用いた。PD 排水能力 q_w 値 (q_w が大きいほどウェルレジスタンスは小さくなる) は、PD が粘土で拘束された状態での室内試験より得られた経験式²⁾から決定した。

4. 計算結果

室内モデル地盤: 中型モデル地盤(直径 45cm、高さ 95cm)、大型モデル地盤(直径 120cm、高さ 130cm)の実測値³⁾を対象とした計算結果を図 2、3 に示す。今回、室内試験から得られた $k_h/k_s=1.5$ は、スミアゾーンの影響を過小評価しており、的確に予測することができなかった。室内モデル地盤におけるスミアゾーンの影響については、 $k_h/k_s=2\sim5$ という報告があり³⁾、今回の計算では、 $k_h/k_s=3$ が最も的確に沈下を予測する結果となった。また、理想ドレーン(スミアゾーンとウェルレジスタンスを考慮しない)を用いた場合の計算値も図中に示したが、実測値から大きく外れている。これにより計算結果に及ぼすスミアゾーンとウェルレジスタンスの影響は大きいことがわかった。

現場試験盛土地盤: 実測値は、佐賀空港建設時の試験盛土の結果を用いた⁴⁾。計算では、対象地盤の深さを 19.5m とし、排水条件については、対象地盤の地表面及び底面(砂層)は排水層とした。深さ約 5m に存在する砂層については、その砂層を無視する場合(ケース 1)、完全な排水層とする場合(ケース 2)、という 2 つの仮定を用いた。

図 4 に無処理地盤、図 5 に PD 改良地盤の計算結果を示す。5m 位置の砂層を排水層とした場合の計算値は妥当であるといえる。理想ドレーンの場合については、室内モデル地盤の計算結果同様、有用でないことがわかった。

5. まとめ

本研究では、室内モデル地盤及び現場試験盛土地盤の実測値を用いて 1 次元沈下計算法の妥当性を検討した。その結果、実測値と計算値は若干のずれを生じたが、1 次元式でも十分に現場の沈下予測を行うことができることがわかった。また、提案されているパラメータ決定法も有用であることが検証された。

参考文献 1)Chai, J.C., and Miura, N. (1999) "Investigation on some factors affecting vertical drain will be appear on J. of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, vol.125, No.3 2) 豊田・柴・三浦(1999): "粘土拘束下におけるプラスチックドレーンの排水性能について" 平成 10 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 3) 村(1994): "低平地に堆積する海成粘土の土質特性と鉛直排水工法による地盤改良に関する研究" 佐賀大学博士学位論文 4) 吉岡・三浦・村(1994): "佐賀空港建設に伴う基礎実験と地盤改良のための試験盛土" 土と基礎 Vol.42, No.4, pp.33~38

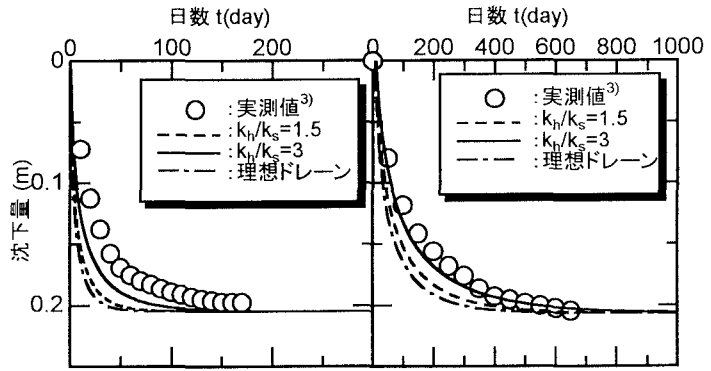


図2 中型モデル地盤沈下曲線 図3 大型モデル地盤沈下曲線

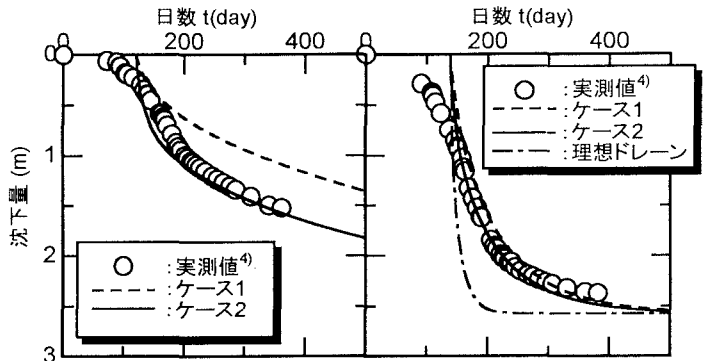


図4 無処理地盤曲線

図5 PD処理地盤曲線