

Ⅲ－B 263 建設発生土をSCPの杭材料に用いた地盤改良後の圧密沈下量の簡便な推定方法

中部電力株式会社 正 西尾 良治

不動建設株式会社 正 ○ 野津 光夫, 正 仁田尾 洋

1. はじめに

最近の重要な地盤環境技術課題のひとつに、建築基礎掘削、トンネルなどの建設時に排出される建設発生土、コンクリートがら、石炭火力発電所から発生する石炭灰などの処理問題がある。また、サンドドレーン工法に必要な、透水性の良い砂材料を確保し続けることは、環境上のさまざまな制約により困難となることが予想される。このような背景から、“建設発生土類を砂杭の中詰め代替材料として利用する地盤改良工法”が開発・実用化されている¹⁾。本工法を粘性土地盤に適用する際は、杭打設時に発生する過剰間隙水圧の消散に伴う地表面の圧密沈下を利用して、杭打設による地盤の隆起（盛り上がり）を抑制しつつ、建設発生土を杭材料として地盤内部に収めることができる。この圧密現象は、従来の砂杭工法でも認められていたもので、施工後十分な放置期間を取ることによって考慮でき、同時に杭間粘性土の強度増加²⁾やその後の盛土荷重等による沈下の低減効果³⁾も期待できる。

ここでは、杭打設後の放置期間中の圧密沈下量を簡便に算定する方法を提案し、その方法の妥当性を、室内試験結果および名古屋港の埋立地内で行った現地試験工事の結果を用いて示す。

2. 杭打設後の放置期間中の圧密沈下量算定方法

杭打設後の強度増加量 Δc は、実用上次式

$$\Delta c = 4 \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{R}{r_e}\right) \cdot \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{c}{p}\right) \cdot U \quad \cdots(1)$$

が用いられている¹⁾。

ここに、 c_0 :原地盤強度(kN/m²)、 R :杭長(m)、 r_e :杭1本が分担する排水有効円の半径(m)、 U :圧密度で $U=1-\exp(-A \cdot c_v \cdot t/L^2)$ で与えられる。 A :速度パラメータでこれまでの実績より $A=0.1 \sim 0.5$ が用いられる。 c_v :地盤の圧密係数

(cm²/day)、 t :打設後経過時間(day)、 L :排水距離で $r_e \sim r_w$ 、 r_w は杭の半径である。

式(1)より、杭打設後の平均有効応力の増加 $\Delta p'$ は、式(2)で表されるので、杭打設後の沈下量 S (m)は式(3)で評価できる。

$$\Delta p' = \frac{4}{3} \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{R}{r_e}\right) \cdot U \quad \cdots(2)$$

$$S = \frac{\lambda}{(1+e_0)} \cdot H \cdot \ln\left(\frac{p_0' + \Delta p'}{p_0'}\right) \quad \cdots(3)$$

ここに、 $\lambda=0.434 \cdot C_c$ 、 H :粘土層厚(m)、 p_0' :初期平均有効応力($= (1+2K_0) \sigma_{v0}'/3$)、 σ_{v0}' :有効土被り圧である。

以下では、実測沈下量との比較を示す。表-1は名古屋港で実施された試験工事¹⁾における原地盤の土質キーワード：地盤改良、サンドコンパクションパイル、圧密、沈下

連絡先：東京都台東区台東 1-2-1 不動建設(株)ジ・エシ・エリカ 事業本部 Tel:03-3837-6034, Fax:03-3837-6158

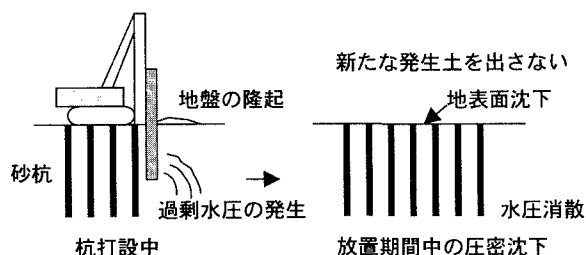


図-1 工法の概要

表-1 試験工事¹⁾における原地盤の土質パラメータ

(a) TYPE-1

深度(m)	c_0 (tf/m ²)	e_0	λ	c_v (cm ² /day)
2.7-5.9	2.3	1.47	0.36	
5.9-7.5	1.9	0.71	0.06	129
7.5-10.9	2.0	0.95	0.16	

(b) TYPE-2

深度(m)	c_0 (tf/m ²)	e_0	λ	c_v (cm ² /day)
2.7-7.2	2.0	1.56	0.28	
7.2-10.4	2.0	0.94	0.12	90
10.4-11.2	2.2	2.46	0.63	

ラメータである。TYPE-1 では、正方形 1.7m ピッチで $\phi 700\text{mm}$ の建設発生土杭および 0.85m ピッチでプラスチック・ドレーン(PD)が打設されている。TYPE-2 では、正方形 1.7m ピッチで $\phi 400\text{mm}$ の建設発生土杭(杭長 15m)が PD 材付き被覆材に覆われて打設されている。図-2 は、杭間での地表面沈下測定値および式(3)による解析値である。なお、実際には打設直後に 30~40cm の地盤の隆起が見られた。式(3)では、速度パラメータとして $A=0.1, 0.5$ を用いているが、実測値はこの範囲に入っている。

3. 沈下低減効果

杭打設後、地盤内では平均有効応力が増加しているため、この後の上載荷重増荷に対し、図

-3 のように沈下量の低減効果が期待できる。そこで、室内土槽実験結果⁴⁾を用いて、沈下低減効果を実証してみる。本実験は次のように行われた。直径 15cm、高さ 30cm のモールドに木節粘土を充填後、 68.6kN/m^2 まで予備圧密し、供試体の中央に杭径 30mm の透水性のロッドを静的に貫入させ、放置して過剰間隙水圧が消散したことを確認後、さらに上載荷重 88.2kN/m^2 を増荷した。図-4 は鉛直変位~時間関係である。式(3)において、 $\lambda=0.256$, $e_0=1.315$, $p_0'=68.6\text{kN/m}^2$ ($K_0=1.0$), $\Delta p'=40\text{kN/m}^2$ (過剰水圧測定値⁴⁾より)としたときの、貫入後の放置期間の計算沈下量 15mm、および上載荷重増荷後の計算沈下量 20mm に対し、実測沈下量は若干少ない結果となっているが概ね妥当といえる。また、貫入~放置過程がない場合の計算沈下量は 27.4mm となり、約 27% の沈下低減効果が認められる。なお、このほかに放置期間後の上載荷重増荷時の有効応力径路の変化に起因する沈下低減効果³⁾があるが、ここでは簡単のため考慮していない。

参考文献：1)松尾ほか：建設発生土類を活用した軟弱地盤改良工法の開発，土木学会論文集，No.567/VI-35, pp.237-248, 1997.6, 2)浅岡ほか：SD, SCPにおける地盤改良原理の考察とその応用，土と基礎，1994.2, 3)野津ほか：砂杭打設による粘土地盤の沈下抑制効果について，土木学会第50回年次学術講演会，pp.444-445, 1995.9., 4)松尾ほか：建設発生土を利用した

軟弱地盤改良工法の開発に関する基礎的研究，土木学会論文集，No.547/III-36, pp.199-210, 1996.9

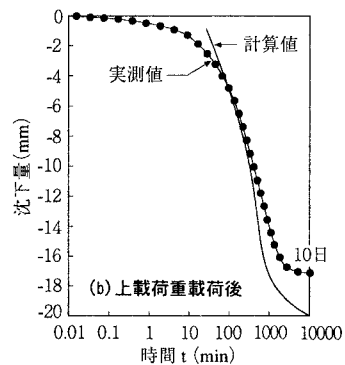
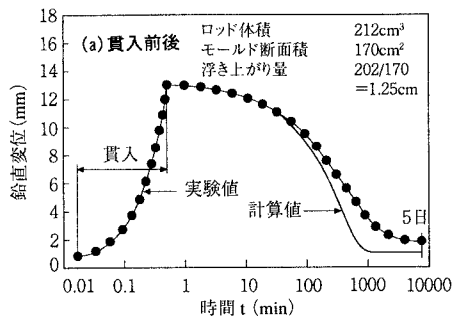


図-4 室内土槽実験における載荷板の鉛直変位~時間関係⁴⁾(計算値 FEM⁴⁾によるもの)

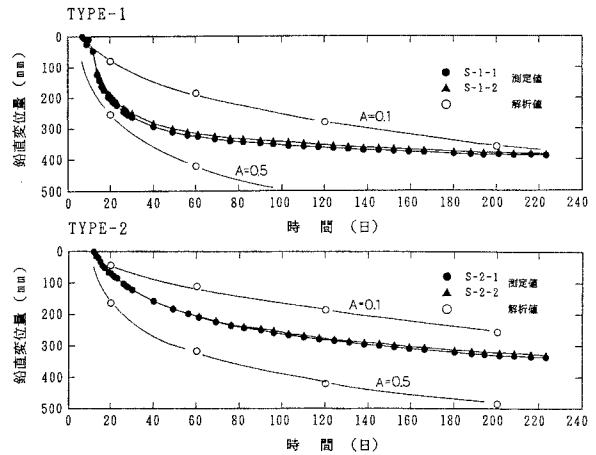


図-2 杭間での地表面沈下測定値および解析値

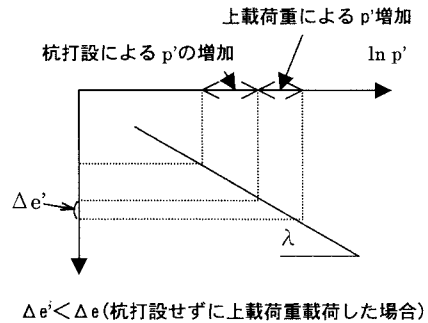


図-3 沈下低減効果