ディープウェルエによる周辺地盤への影響に関する検討

(株)淺沼組 正会員 ○高稲敏浩名古屋大学 正会員 野田利弘(株)淺沼組 山下勝司

1. はじめに

ディープウェル工法(以下 DW)による周辺地盤への影響(沈下)は、定常状態を想定し、推定式を用いて 影響半径 R および水位低下量を算定し、その有効応力の増分から沈下量を求める方法が用いられることが多 い。しかし、地盤への影響を沈下で評価する場合、地盤の応力状態によりその影響する範囲は変化すると考 えられる。本報では地盤上の盛土の有無および透水係数の大小による影響範囲の検討を水〜土連成有限変形 FEM 計算(GEOASIA¹⁾²)を用いて、2次元軸対称条件で実施した。

2. 計算条件

図1に計算に用いた有限要素メッシュ(盛土載荷後)、境界条件および材料区分を示す。図右端を中心とする半径530m、高さ22mの断面で、地層構成は、上層(Ac層)7.8m、下層(Ds層)14.2mである。DWは中心から35.7mの位置で、ポンプ設置深度はGL-22mである。材料定数を表1に示す。Ac層については、検討対象地盤で実施された試験結果から力学挙動を再現することで設定し、Ds層は、密な砂を想定した。地盤の初期条件は、表1に示したとおりであるが、比体積と構造の程度は各層で一定とし、過圧密比を土被りに応じて鉛直方向に分布させた。なお、Ac層の透水係数については表2に示す3ケースについて検討した。

盛土は有限要素を追加することで再現し、地盤と盛土間の水理境界は排水境界(大気圧)とした。盛土高さは、仕上がり高さで I,II 工区 2.5m、III 工区 2.3m である。材料定数は、Ds 層と同じものを使用し、 $\gamma = 18.6$ kN/m³となるよう比体積で調整した。また、盛土上に想定される交通荷重を、図 1 中 C.L.から 117m および 223m の位置に幅 8m、16 kN/m²の分布荷重を載荷した。また、建築物建設前に高さ調整のための盛土が実施されていて、その盛土については分布荷重で与えた(図 1 参照)。

計算上の地下水位の低下は、地盤下面を非排水境界とし、DW 設置位置において間隙水圧を減少させることで表現した。具体的には、DW 設置位置で 10m の水位低下したものとし、GL-10m 以深の要素の間隙水圧を一様に 981kPa 減少させた。また、計算手順は、盛土完了後 1310 日間放置、その後 1 日で DW 設置位置において所定の水位まで低下させ、36 日間水位を保持(ポンプ稼働)、その

後40日間で水位回復させ、過剰間隙水圧が消散するまで放置した。

	Ac層の透水係数
CASE1	5.9×10 ⁻⁶ cm/sec
CASE2	2.0 × 10 ⁻⁶ cm/sec

Ac 層の透水係数

2.1 × 10⁻⁷cm/se

表 2

CASE3

	弾塑性パラメータ					発展則パラメータ				初期値					透水
層	圧縮	膨潤	限界状	正規圧密	ポアソ	構造低位	正規圧密	回転硬	回転硬化	応力比	構造の	異方性	初期比体積	ρ_{s} (t/m3)	係数
	指数	指数	態定数	線の切片	ン比	化指数	土化指数	化指数	限界定数		程度	の程度			k_0
	λ	κ	М	N	v	a, b, c,c _s	т	b _r	m _b	K_0	1/R*0	K_{β}	V_0		(cm/sec)
Ac層	0.21	0.019	1.2	2.18	0.3	0.75,1.0,1.0,0.4	5.0	0.001	1.0	0.6	9.54	1.0	2.78	2.67	表2参照
Ds層,盛土	0.05	0.012	1.0	1.98	0.3	2.20,1.0,1.0,1.0	0.1	3.5	0.7	0.6	1.30	0.6	1.84	2.65	1.9×10 ⁻³





ディープウェル工法,有限要素法,盛土

〒569-0034 高槻市大塚町 3-24-1 ㈱淺沼組技術研究所 TEL.072-661-1620

-147

3. 計算結果

CASE1について、図 2 に各段階における地表面沈下量分 布を示している。図3には、DW開始時を基準とした地表 面沈下量分布を示す。黒線は、盛土ありの場合、緑線は、 盛土なしの場合である。DW による周辺地盤への影響は、 盛土の最遠部の 475m付近まで及ぼしているが、盛土を実 施しない地盤では 300m 程度までの影響にとどまっている ことが分かる。特に、CLから120m付近の交通荷重の載荷 箇所において、沈下量が大きくなっている。荷重載荷によ り DW による沈下量および影響範囲は大きくなったこと が分かる。図4には点Kにおける土要素の挙動(平均有効 応力~比体積)を示している。黒線が盛土有の場合、緑線

が盛土無の場合であり、 図中①はDW 実施直前、 ②は、DW 停止、③放置 後である。盛土載荷によ り地盤の圧密降伏応力 を超えほぼ正規状態と なったため、DW による 水圧の低下すなわち有 効応力の増加により沈下 量が増えたことがわかる。^{調20}

図 5,6 に CASE2,3 の DW 開始時を基準とした地表 面沈下量分布を示す。表3 に各ケースの DW 停止放 置後の沈下量を示す。右側 法尻部(CL より 474m)で約 3mmの沈下がみられる。比 較のため盛土が無い場合に



DW

100

盛土直後

調整成十前

x座標(m)

200

CASE3

0.0940

甾位

425

ĎW

300

DW終了

径庄密終

400

500

<u>ଞ</u> 20

40 画

60

¦≍ 80

100

3mm 以上の沈下を生じた範囲を表4に示す。いずれの場合も盛土載荷により DW の影響範囲は広くなってい る。また、透水係数が小さくなるに従って影響範囲が大きくなっていることも分る。なお、CASE3 について は、透水係数が小さいため DW 開始後の沈下には盛土による圧密沈下も含まれているので注意が必要である。

0 1 9 8

甬荷重載荷部最大

4. おわりに

盛土載荷の影響によって、圧縮勾配の小さい過圧密状態から圧縮勾配の大きい正規圧密領域に応力状態が 遷移するため、その後の DW に伴う有効応力の増加によって、盛土部の沈下が盛土のないところよりも大き く沈下する。また、DW から十分離れた地点でも、少しの有効応力増加によって沈下を示す領域(影響範囲) が拡大する。また、今回のような地層構成で上層地盤の透水性が低くなると、盛土載荷の影響の有無にかか わらず、沈下の領域(影響範囲)が拡大することが分かった。

[謝辞]:計算にあたり日本下水道事業団東海総合事務所からデータの提供などご支援を頂きました。ここに 謝意を表します。 [参考文献]: 1) Asaoka et al.: An elasto-plastic description of two distinct ..., S&F, 42(5), 47-57, 2002. 2) Noda et al.: Soil-water coupled finite deformation analysis..., S&F, 48(6), 771-790, 2008.