

Ⅲ－B 262

プラスチックボードドレーンと帯状水平排水材により改良された地盤の沈下挙動解析事例

東急建設(株) 正会員 徳留 修
東急建設(株) 正会員 岡本 正広

1. はじめに

従来の軟弱地盤の圧密促進工法は、サンドマットを敷設後、サンドドレーンやプラスチックボードドレーン（以下PDと称す）等の鉛直ドレーンを打設する工法が一般に用いられてきた。しかし、近年、良質な砂を入手することが困難になってきたことから、サンドマットに替わって人工の帯状水平排水材を用いる機会が多くなってきた。

また、このような改良地盤に対して、土／水連成型の有限要素法を用いて、地盤の圧密沈下および変形挙動を予測する研究も行われている。このとき、改良地盤の透水性をどのように評価するかが重要な問題であり、現状では、鉛直ドレーンによる改良地盤については、改良域を複合地盤として考え、平均的に改良域の透水性を向上させる方法が用いられているが、地表面に人工水平排水材を敷設した場合に対しては、このような適用事例が見当たらない。

そこで、本報文では、人工水平排水材を敷設した場合に対しても、改良域を盛土材と水平排水材の複合地盤として捉え、改良域の平均的な透水性の評価方法を検討し、また、当社において、施工中であるPDと帯状水平排水材により改良された地盤に、この方法を適用し、沈下挙動に対する実測値との比較検討を行った。

2. 地盤モデルの設定

今回、検討対象とする地盤は、地表面より非常に柔らかい（ $N=1\sim2$ 程度）粘土層、腐植土層、さらに下部シルト層の沖積層が11m程度堆積しており、以下基盤層となる洪積シルト層で構成されている。一方、地盤改良としては、トラフィカビリティーを確保するために現地発生土（厚さ60cm）を敷設後、地盤中に、PD（幅95.8mm、厚さ3.4mm）を1.2mピッチの正方形配置で打設し、PDの地表部に、帯状水平排水材（幅300mm、厚さ10mm）を敷設している。今回採用した地盤改良工法の概略図と解析に用いた地盤モデルを図－1に示す。

3. 解析手法

解析手法には、関口・太田モデルが組込まれた土／水連成有限要素解析プログラム（DACSAR）¹⁾を使用した。表－1に解析に用いた入力パラメータの一覧に示す。

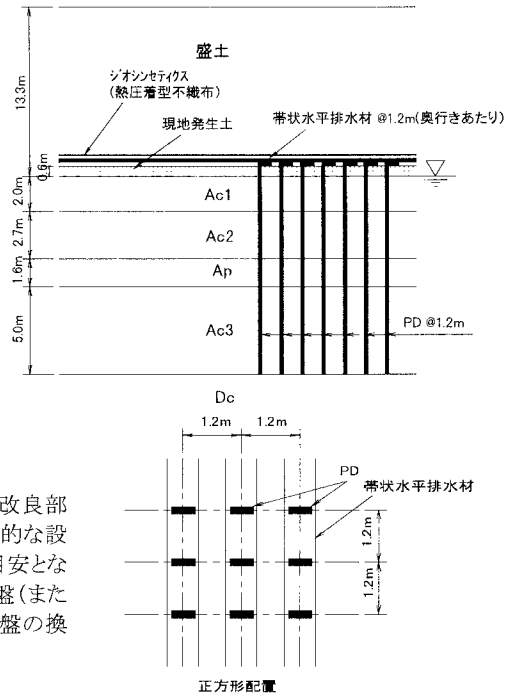
4. 地盤改良部の平均的な透水性の評価

土／水連成型の有限要素法による解析を行う上で、地盤改良部の平均的な透水係数を評価することは重要であるが、具体的な設定方法を示した文献が少ないようである²⁾。そこで、一つの目安となるパラメータを決定するために、改良材の断面積 A_D と原地盤（または現地発生土）の断面積 A から改良率を考慮して、複合地盤の換算透水係数 $\bar{k}$ を次式により求めることにした。

$$\bar{k} = \frac{k_D \cdot A_D + k_i \cdot (A - A_D)}{A}$$

ここに、 k_D :改良材の透水係数 k_i :原地盤（または現地発生土）の透水係数

表－2に、①PDと原地盤、②水平排水材と現地発生土からなる複合地盤の換算透水係数 $\bar{k}$ の算定結果を示す。なお、原地盤の透水係数は、堆積直角方向から採取した試料の標準圧密試験結果から得られた水平方向透水係数を用いた³⁾。



図－1 地盤改良工法の概略と地盤モデル

キーワード：プラスチックボードドレーン、帯状水平排水材、圧密、透水、土／水連成有限要素解析

連絡先：〒150-8340 東京都渋谷区渋谷1-16-14 技術本部土木技術部 TEL.03-5466-5276 FAX.03-3406-7309

5. 解析結果と考察

解析では、改良部の平均的な透水係数として、換算透水係数をそのまま用いた場合(case1)、換算透水係数を1/10(case2)および1/100(case3)倍した場合について検討を行った。図-2に各ケースにおける沈下曲線の解析結果と実測値を示す。本事例から判断すると、上記で提案した換算透水係数は、改良部の平均的な透水係数を過大に評価しており、その値を1/100に落とした場合が実測値と良く一致していることがわかる。

表-1 解析に用いた入力データ

入力 パラメータ	Ac1 弾粘性	Ac2 弾粘性	Ap 弾粘性	Ac3 弾粘性	盛土材 弾性	現地発生土 弾性
単位体積重量 γ (tf/m ³)	1.40	1.85	1.10	1.75	1.80	1.80
塑性指数 PI	95.0	17.0	159.0	30.0	-	-
ダイレイタシー係数 D	0.066	0.045	0.250	0.054	-	-
非可逆比 A	0.452	0.724	0.377	0.630	-	-
限界応力比 M	0.790	1.268	0.659	1.103	-	-
有効応力に基づくポアソン比 ν'	0.39	0.32	0.41	0.35	-	-
2次圧縮指数 α	0.006	0.004	0.022	0.006	-	-
初期体積ひずみ速度 dV_v/dt	7.72E-05	2.92E-05	4.57E-04	1.02E-05	-	-
透水係数 k (cm/sec)	5.0E-07	5.0E-07	5.0E-07	5.0E-07	1.0E-05	1.0E-05
圧密降伏応力 σ'_{v0} (tf/m ²)	3.90	15.60	9.00	18.80	-	-
先行圧密時静止土圧係数 K_0	0.65	0.48	0.70	0.53	-	-
有効上載圧 σ'_{v0} (tf/m ²)	0.40	1.95	3.18	5.13	-	-
現位置静止土圧係数 K	0.37	0.18	0.60	0.31	0.50	0.50
圧縮指数 λ	0.39	0.15	2.21	0.20	-	-
σ'_{v0} 時の間隙比 e_0	2.39	0.91	4.07	1.06	-	-
弾性係数 E (tf/m ²)	-	-	-	-	5000	5000
ポアソン比 ν	-	-	-	-	0.30	0.30

注) 透水係数は改良前の値である。

6. まとめ

プラスチックボードドレーンと帯状水平排水材による軟弱地盤対策工法を採用した地盤の沈下挙動解析を行った結果、改良部の平均的な透水係数としては、堆積直角方向から採取した試料の標準圧密試験結果から得られた水平方向透水係数を用いて換算した透水係数の値を1/100程度にすると、解析結果と実測結果が比較的良く一致した。

6. おわりに

本検討では、PDと帯状水平排水材により改良された地盤を対象に、改良地盤の平均的な透水係数を設定する目安を示し、土／水連成型の有限要素法(DACSAR)を用いて沈下挙動の解析を行い、実測値との比較を行った。本解析事例では、沈下挙動に対してのみ、検討を行ったが、今後は、側方変位に対しても検討を行うつもりである。

表-2 換算透水係数の算定結果

	改良材		原地盤(現地発生土)		換算透水係数 (cm/sec)
	透水係数 k_0 (cm/sec)	断面積 A_0 (cm ²)	透水係数 k_i (cm/sec)	断面積 A (cm ²)	
① PDと原地盤	5.E-07	3.26 (9.58 × 0.34)	1.00E+01	14400 (120 × 120)	2.E-03
② 水平排水材と現地発生土	1.E-05	30 (30 × 1)	1.00E+01	7200 (120 × 60)	4.E-02

注) 断面積については、改良材一本あたり分担から計算した。

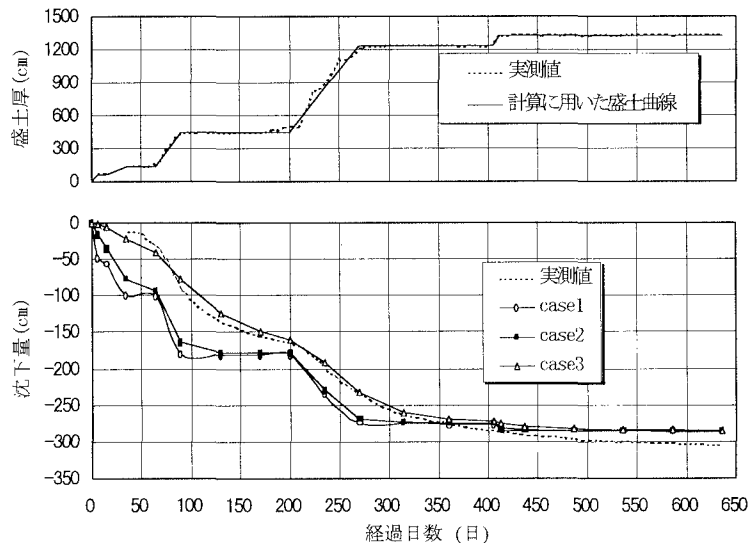


図-2 解析結果と実測圧密沈下曲線の比較

参考文献

- 1) 太田・石川・菅井・飯塚: 軟弱地盤上に施工された高速道路試験盛土による変形とその数値シミュレーション, 地盤工学における逆解析の適用と施工管理に関するシンポジウム論文集, 地盤工学会,
- 2) 矢部・阿部・本多: サンドドレーン改良地盤に対する見掛けの透水係数の評価事例, 第32回地盤工学研究発表会, pp.1357~1358
- 3) 岡本・プラダン・テジ: 軟弱地盤の大深度地盤改良へのプラスチックボードドレーンの適用に関する基礎的研究, 土木学会論文集No.560, V1-34, pp.69~78, 1997