

地盤改良工法の効果確認調査

応用地質株式会社 ○田口 衛、重信 純、内藤 秀信

1. はじめに

本報文は、長尺のバーチカルドレーン工法が必要な地盤において、ウェルレジスタンスを考慮したパックドレーンとサンドドレーンの改良効果が同程度であることを、試験施工により確認した事例である。

計画された盛土は、高さ6m、延長6km程度の二線堤兼バイパス盛土で、路線内の地質は、層厚が最大30m程度に及ぶN値0～1の粘性土を主体とする軟弱地盤である。検討の結果、残留沈下量 S_r が30cmに達するまでの沈下時間が30年以上に及ぶとの結論を得たため、圧密促進工法として、バーチカルドレーン工法を考えた。バーチカルドレーン工法としては、経済性から、ウェルレジスタンスを考慮したパックドレーンとしたが、改良層厚30m程度に及ぶウェルレジスタンスを考慮した場合の施工実績は少ない。そこで、実績のあるサンドドレーンとの改良効果を比較するために、試験施工を行った。本報告では、動態観測により長尺のパックドレーンの有効性について検証した事例を紹介する。

2. 地盤状況および試験施工の概要

2-1 地盤状況

試験施工箇所周辺の地質構成は、図-2に示すように、地表より上部粘性土(Ac1)、上部砂質土(As1)、中部粘性土(Ac2)、中部砂質土(As2)、下部粘性土(Ac3)および砂礫(Ag)からなる。

図-1には、調査地の土性図を示した。これによると、沈下対象となる粘性土(Ac1, Ac2)のN値は0～1と非常に軟弱であり、一軸圧縮強さ q_u は $19.6 \sim 78.4 \text{ kN/m}^2$ ($0.2 \sim 0.8 \text{ kgf/cm}^2$)の範囲にあり、深度方向に増加する傾向が見られる。地盤内応力状態は、正規圧密からやや過圧密状態である。

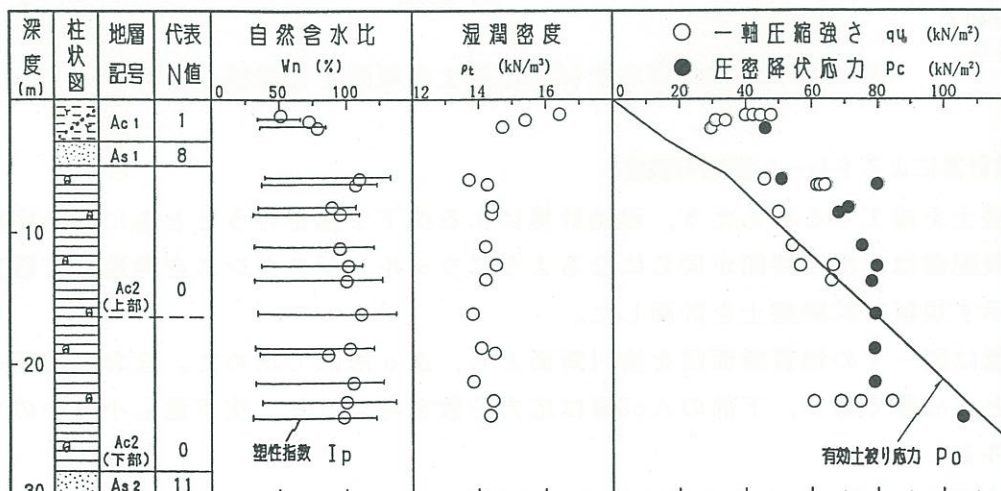


図-1 土性図

2-2 試験施工の概要

試験施工の概要は図-2に示す通りであり、動態観測計器は、各工法区間毎に、沈下板、層別沈下計、キャサグランデ型の間隙水圧計、および地中傾斜計を配置した。

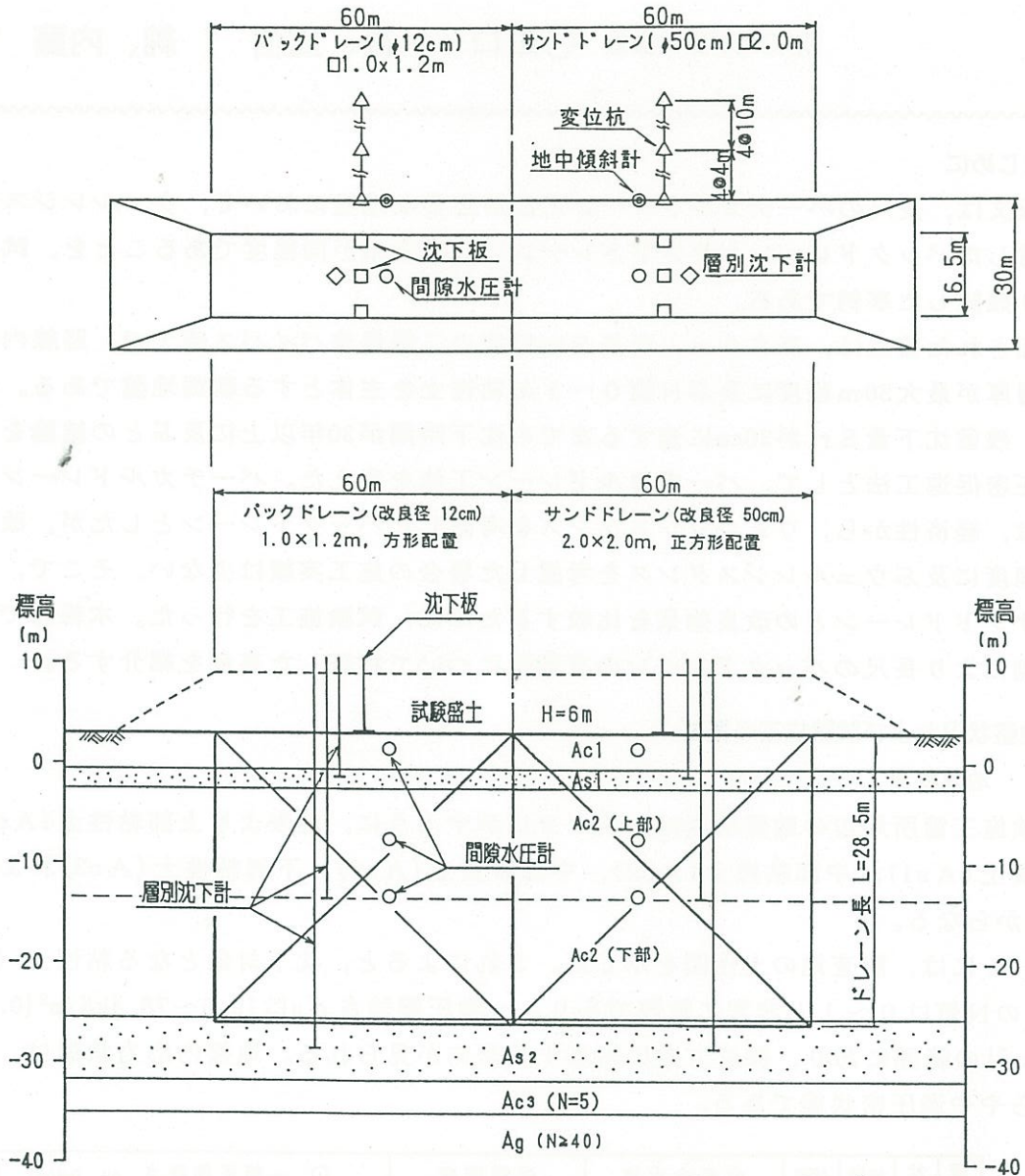


図-2 地質断面および試験盛土の概要と観測計器の配置

3. 理論計算によるドレーン間隔の設定

試験盛土を施工するにあたり、理論計算による沈下予測を行うとともに、各圧密促進工法の打設配置は、沈下時間が同じになるようにウェルレジスタンスを考慮して設定し、図-2に示す規模で試験盛土を計画した。

沈下量は図-1の地質断面図を検討断面とし、 Δe 法にて求めた。なお、沈下対象層はAc1層とAc2層であり、下部のAc3層は応力分散を考えると、沈下量も小さいので、計算の対象外とした。

残留沈下量 S_r が 30cm となる時点の沈下時間を求め表-1に示した。これによると、パッ

クドレンおよびペーパードレンの各工法の沈下時間が、サンドドレン工法とほぼ同じとなる打設配置は、それぞれ1.1m、0.6mとなる。そこで、経済的な観点から、試験施工にはサンドドレン工法およびパックドレン工法を採用するものとした。

表-1 各工法の打設配置と沈下時間（残留沈下量 S_r を30cmとした場合）

工法	配置 $d(m)$	ウェルズ・スタンス係数 L	有効径 $d_e(m)$	沈下時間 日	経済性	最終沈下量 $S(m)$
サンドドレン	2.0	0.11	2.26	190	◎	2.32
パックドレン	1.0	1.83	1.13	155	-	
	1.1		1.24	190	○	
	1.2		1.35	225	-	
	1.1	0.0	1.13	105	-	

※ 透水係数：粘土 $k_c=1.0 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$ 、ドレン $k_s=1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$
 ※※ パックドレン $d=1.1\text{m}$ 、 $L=0.0$ はウェルズ・スタンスを考慮しない場合を表す

4. 動態観測結果

動態観測結果から、全沈下量の理論値と実測値を比較して、図-3に示した。図には双曲線法による予測も併せて示した。なお、動態観測期間は、盛土施工開始時から、約350日経過した時点までである。これによると、以下のことが言える。

- ①経過日数350日の実測沈下量は、サンドドレンは1.8m、パックドレンは2.1mで、概ね同じであるが、理論値の2.3mに対しては、サンドドレンで若干差が大きい。
- ②双曲線法による最終予測沈下量は、サンドドレンは2.3m、パックドレンは2.6mで、概ね同じである。また、理論値の2.4mに対しても概ね同じ結果である。
- ③双曲線法から、残留沈下量 S_r が30cmとなる経過日数を求めると、サンドドレンは約660日、パックドレンは約690日となり、理論値の200日を大幅に越える結果となったが、両工法の沈下状況は同程度であると言える。

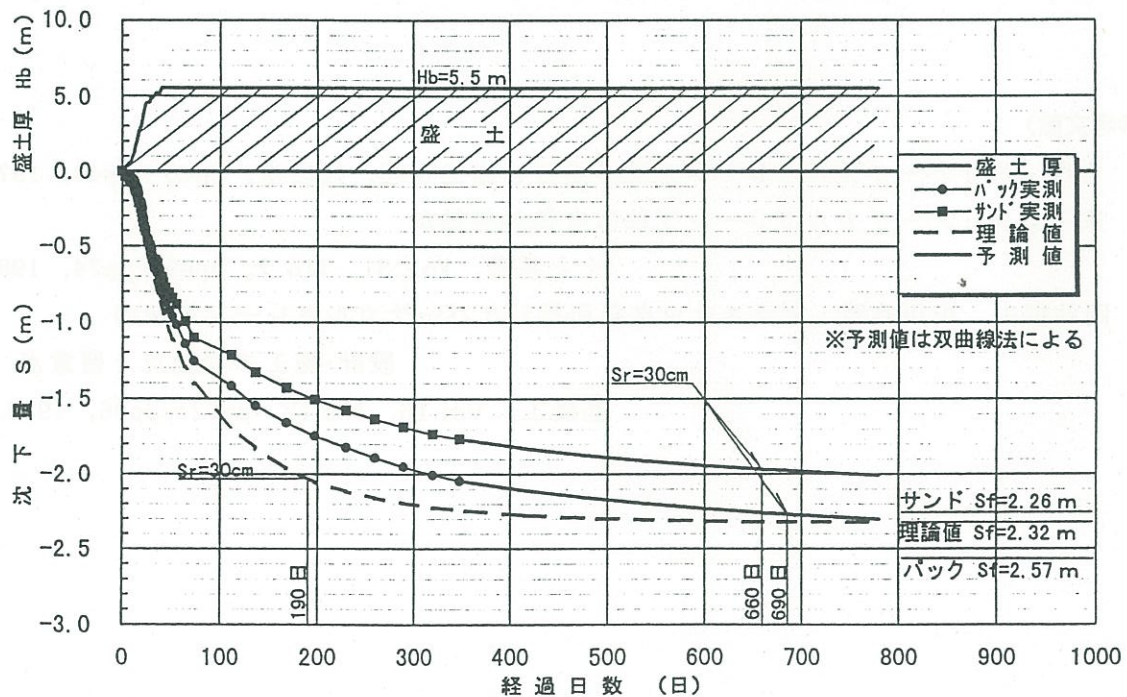


図-3 全沈下量の理論値と実測値の比較

5. ウェルレジスタンスを考慮したバーチカルドレーンの適用性と問題点

実測値や理論値から、ウェルレジスタンスの影響による長尺のバーチカルドレーン工法の適用性と問題点は、以下のようにまとめられる。

- ① 試験施工の結果、ウェルレジスタンスを考慮することにより、長尺のパックドレーン工法でもサンドドレーン工法と同程度の改良効果が得られた。このことは、小口径のドレーンでも、適切な計算手法を用いることで改良層厚の厚い地盤にも十分適用できることを示している。
- ② 長尺での小口径ドレーンを用いる場合の沈下時間の算定には、ウェルレジスタンスを考慮しなければ、沈下時間が実測値と大きく異なることが判明した。
- ③ バーチカルドレーン工法は、小口径のものほど経済的である。したがって、ウェルレジスタンスを考慮することで、より経済的な工法を提案することが出来る。
- ④ 沈下量の理論値は、双曲線法から得られた予測値とほぼ同程度であるが、沈下時間は双曲線法による予測値と比較すると、3倍以上異なる。このことは、ドレーン打設時の地盤の乱れによる圧密係数の低下やドレーン周囲の攪乱帯（スミヤードゾーン）の影響、ドレーンやサンドマットの透水性の問題等が考えられる。

6. あとがき

圧密促進工法として、長尺のパックドレーン工法の施工実績は少ないものの、今回の試験施工結果からみれば、サンドドレーン工法と比較しても、圧密促進効果には問題ないことが明らかとなり、当初の期待に添う結果が得られた。しかしながら、沈下時間に対する予測精度は低いと言わざるを得ない。今後、当地区での本施工が実施されるが、沈下時間に影響する他の要因（ドレーンやサンドマットの透水性の問題、スミヤードゾーンの影響等）を考慮した予測を行っていくとともに、動態観測結果から、逆解析的な手法により定数を逆算し、予測精度を高めていく所存である。

〈参考文献〉

- 1) 吉国 洋：バーチカルドレーン工法の設計と施工管理，技報堂，pp40～pp49，1979.8
- 2) 網干寿夫：バーチカルドレーン工法は有効か無効か
土と基礎，Vol.31，No.2，pp69～pp74，1983.2
- 3) 岡林郁夫，市川宣明：プラスチックを利用したバーチカルドレーン工法の
設計・施工の問題点と留意点
基礎工，Vol.16，No.12，pp92～pp96，1988.12