

間隙水の吸引工法を利用した掘削部軟弱地盤の土質改良事例

(株) 鴻池組 本社土木事業本部技術部 正会員 ○國富 和眞, 村下 富雄
(株) 鴻池組 田尻地区函渠その3工事事務所 上野 裕司, 畑 真哉
有限会社アサヒテクノ 正会員 高橋 茂吉, 尾崎 哲二

1. はじめに

東京外かく環状道路(千葉県区間)の開削トンネル工事において、高含水比の地盤(沖積粘性土)に対するトラフィカビリティ確保や土砂搬出時の施工性の向上を目的として、SKK工法(スーパーウェルポイント工法に吸送気管を組み合わせた工法; 図-1 参照)を利用した土質改良工を行った。本稿では、SKK工法の土質改良への適用性を試験施工並びに実施工にて確認した結果を報告する。

2. 土質改良方法(原理)

真空圧で粘性土供試体内の空気を吸引すると間隙内の吸着水が蒸発・乾燥し、含水比が著しく低下する¹⁾。SKK工法はこの現象を利用した工法で、まず負圧を利用した井戸で自由水を排除し、吸送気管による空気の送り込みで水みちを形成して透水性を向上させた後、地盤内の空気を吸引して吸着水を蒸発させ、地盤の含水比を効率的に低下させる工法である²⁾。

3. 試験施工による土質改良効果の確認

SKK工法の含水比低下効果およびその効果到達範囲などの確認を目的として現地にて試験施工を行った。試験ヤードは10m×20mの広さで、外周の土留め壁や地盤改良工の削孔あとを設けて実際の施工に近い状態にした。土質改良効果の判定は含水比wと三成分コーン貫入試験によるコーン指数qcにて行い、測定回数は0.5・1.0・2.0ヶ月後の3回とした。試験ヤードの平面図と測定ポイントを図-2に、試験箇所土層状態を図-3に示す。

土質改良前後の含水比の変化を表-1に示す。含水比の値は、井戸から7m離れた位置の各層上下2箇所の採取試料の平均値である。問題となる粘性土に着目すると、2ヶ月間の土質改良によりAc1で11.6%、Ac2で5.6%の含水比低下効果が確認できた。Ac2の含水比低下量が少ないのは、上位層のAs2の水位低下が不十分であったためと考えられる。

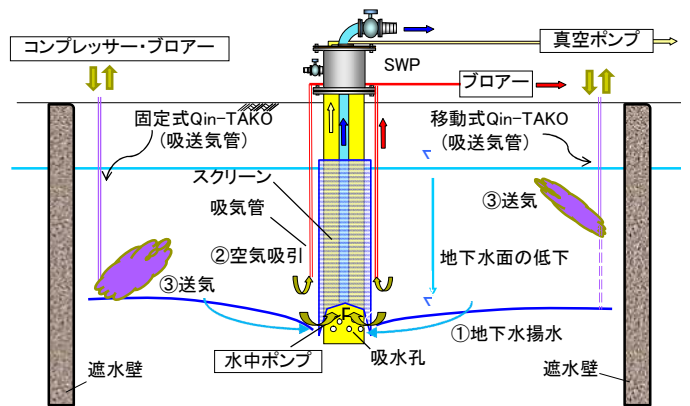


図-1 SKK工法の概念図

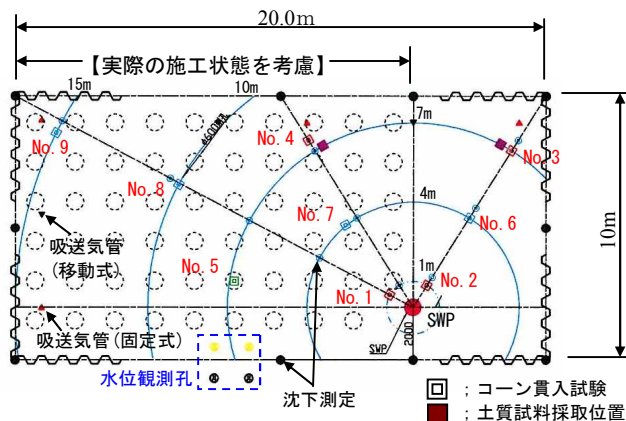


図-2 試験ヤード平面図(測定位置)

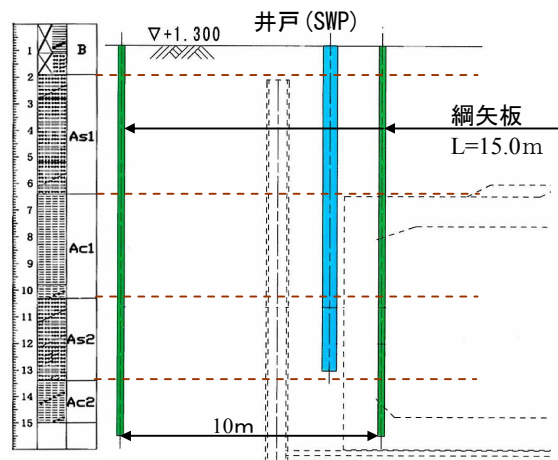


図-3 試験位置の土層・土質

キーワード 土質改良, 地下水位低下工法, 真空吸引, 含水比低下, トラフィカビリティ改善

連絡先 〒136-8880 東京都江東区南砂2-7-5 (株) 鴻池組 本社土木事業本部技術部 TEL03-5617-7791

次に、土質改良前後の q_c の変化を図-4 に示す。 q_c のグラフは連続した出力値を層毎に平均化したものである。 図-4 に示すように、2ヶ月間の土質改良で q_c のラインは全体的に増加している。 今回の試験施工において、全ての測定点および土層の q_c が本工事の目標値 $q_c \geq 400 \text{ kN/m}^2$ を満足する結果であったため、トラフィカビリティ確保および掘削土砂搬出の施工性向上に対する効果があると判断した。 なお、最遠端距離の15mの位置でも土質改良効果が確認できたため、実施工でのSKK工法の井戸は30m間隔で配置することとした。

4. 施工時における改良効果の確認

実施工において、3次掘削（掘削深さ約8m）の段階で強度の小さいAc1地盤が現れた。 現場状況の目視によると、Ac1地盤には地下水の湧出がなく、無処理で重機作業ができる状態であった。

3次掘削完了後、井戸間のヤードを利用してSKK工法の効果確認試験を実施した。 確認は掘削面付近（約1m深度）の採取試料による一軸圧縮強度 q_u と含水比である。 なお、深度方向の強度分布の推定にはスウェーデン式サウンディング（SS）を用いた。

3次掘削面から下方の q_u 分布と測定位置を図-5 に示す。 この q_u 分布は同一深度の一軸圧縮強度と整合させたSSによる換算強度である。 図-5 より、掘削面付近（表層）の強度は施工による乱れの影響を受けて小さくなっているが、深部では本工事における目標強度（ $q_u \geq 80 \text{ kN/m}^2$ ）が概ね得られている。 ただし、No.5位置のみ目標強度よりやや小さい分布になっている。 土質改良効果のバラツキは否めないが、この位置でも大半が $q_c \geq 200 \text{ kN/m}^2$ （ $q_u \geq 40 \text{ kN/m}^2$ ）であり、トラフィカビリティに対する問題はなかった。

表-2 に Ac1 の含水比の変化を示す。 含水比の低下効果は、井戸に近いNo.1で試験施工とほぼ同等、井戸から遠いNo.5ではやや少ない結果であった。

5. おわりに

本工事では、SKK工法による土質改良効果を確認することができた。 ただし、土質改良効果（含水比低下量）にはバラツキが認められることから、今後は、SKK工法の運転期間や吸送気管の運転方法（吸送気の運転期間、設置場所）の工夫など、効果のバラツキを低減できる手法の検討が必要と考える。

参考文献

- 1) 有限会社アサヒテクノ；技術資料, 2) 高橋茂吉, 尾崎哲二；すっからかん工法とその応用技術, 「震災からの復旧・復興, 住環境の再生に役立つ地盤技術」シンポジウム技術報告書, 地盤工学会東北支部, 平成23年12月1日。

表-1 土質改良前後の含水比の変化

| | 事前 (%) | 1ヶ月後 (%) | 2ヶ月後 (%) | Δw (%) |
|-----|--------|----------|----------|----------------|
| As1 | 31.7 | 26.1 | 23.0 | -8.7 |
| Ac1 | 57.4 | 57.8 | 45.8 | -11.6 |
| As2 | 39.3 | 37.7 | 36.3 | -3.0 |
| Ac2 | 71.5 | 73.2 | 65.9 | -5.6 |

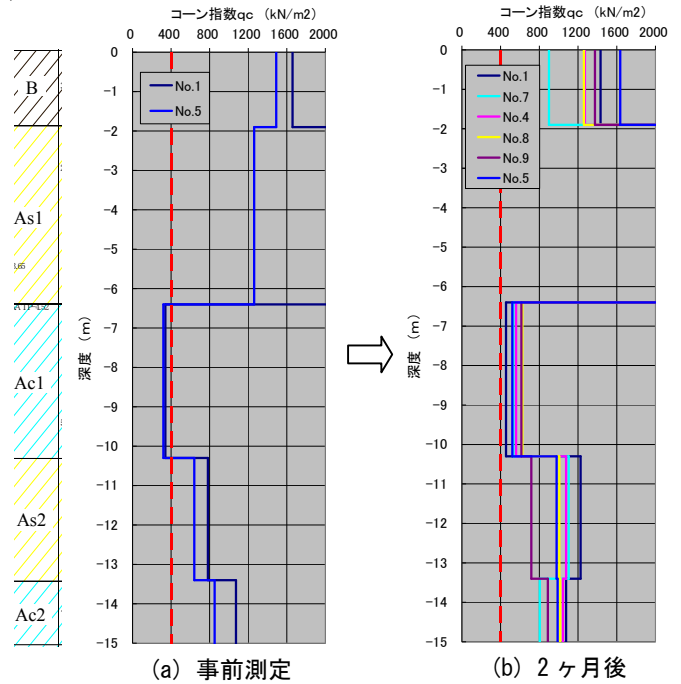


図-4 土質改良前後のコーン指数の変化

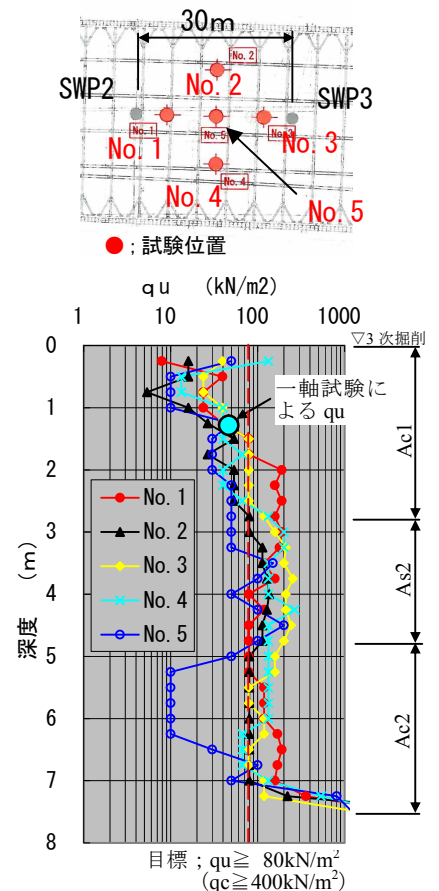


図-5 土質改良後の地盤強度分布