

# “3つの圧縮力”が融合したA&S工法 (SKK工法に盛土を加えた圧密脱水工法)

「地下工事に於いて、いかにして地下水を取り除くか」という地下水対策は建設・土木業界が長年取り組んできた課題である。この課題に於いて、(株)アサヒテクノが開発した「スーパーウェルポイント(SWP)工法」は、業界に多大な影響を及ぼしたエポックメイキングな地下水位低下工法である。本技術をもとに数々の実績を重ねてきた同社は「すっからか〜ん(SKK)工法」をはじめとする各種応用技術の開発を鋭意進めている。

そのうちSKK工法を発展させた「A&S工法」は、近年、国内外から注目度を高めている。同工法は圧密脱水工法における“3つの圧縮力”が融合した新技術である。圧密の基礎、従来の圧密脱水工法との違いを踏まえてA&S工法の概要と特長、その効果などについて同社東京支店長 尾崎 哲二氏に伺った。

## ■はじめに

(株)アサヒテクノの出発点は平成8年、社員9人で岩手県北上市に設立した有限会社アサヒテクノにある。かねてから温めていた工法を東京のゼネコンに持ちかけ、完成させたことが契機となった。それが、「スーパーウェルポイント(SWP)工法」である。

地下工事では地下水を取り除かなければならない。SWP工法は大気圧を利用し、わずかな力で大量の排水を可能にする画期的な技術であり、工期を短縮し、経費の節減を実現するその絶大な効果は一躍注目を集めた。

平成12年には同社が中心となって「スーパーウェルポイント協会」が設立され、SWP工法の普及に拍車がかかった。それ以降、国内外で地下水低下工事の実績を重ねSWP工法は高い信頼性を勝ち得ている。近年では「すっからか〜ん(SKK)工法」など、各種の応用技術も開発されている。

## ■圧密脱水工法のメカニズム

土は土粒子と間隙(空気や水を含む空隙)で構成される。粘土、シルト、砂、礫、巨礫のなかで粒径が最も小さい粘土は間隙率(体積比)が50%以上で最も高く、次いでシルト、砂、礫、巨礫の順に低くなる(図1)。また、粘土では土粒子

に吸着して容易には取り除かれぬ保水(吸着水)の占める割合が高く、重力に支配される湧出水(自由水)の割合が低い。

圧密脱水工法は軟弱地盤の地盤改良の一つとして以前より広範に利用されてきた。圧密脱水工法とは、軟弱な地盤に「人工的な圧縮力」を作用させ強度を増加させることである。すなわち、軟弱地盤を圧縮して「間隙水を排水」し(あるいは空気を追い出し)、その空隙が土粒子に置き換わる状態をつくることである。その結果、地盤の密度が増し、強度が高まる。このとき間隙水(地下水)が排水されるから沈下を伴う。

## ■ 载荷盛土工法と真空圧密工法

圧密脱水工法では盛土による方法(载荷盛土工法)、真空ポンプにより地盤を真空载荷する方法(真空圧密工法)が代表的な工法として知られている。

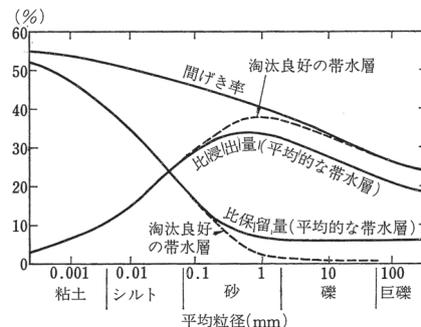


図1: 粒径と比湧出量・比保留量との関係 (出展: 地下水資源・環境論—その理論と実践—)

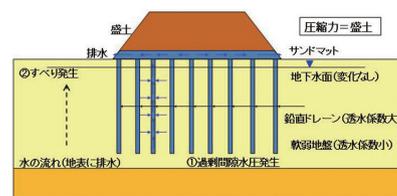


図2: 「载荷盛土工法」概要図

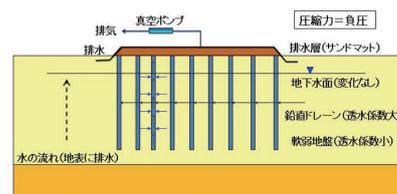


図3: 「真空圧密工法」概要図

以下に、両工法の概要を示す。

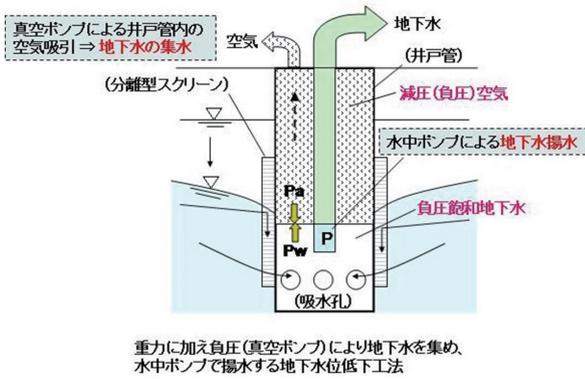
### ・载荷盛土工法(図2)

地盤に盛土し、その重さによって地盤を圧縮する。圧縮力は間隙水の排水力となり、生じた空隙は土粒子に置換される。しかし、粘性土は透水係数が小さいため、排水に時間を要する。このため鉛直ドレーン材を挿入し、排水時間を短縮する。また過剰間隙水圧の発生により盛土速度が制限される場合がある。

この工法では地下水位の低下は伴わず、間隙水はドレーン材を通じて、地表に排水される(上方移動)。

### ・真空圧密工法(図3)

地盤に鉛直ドレーン材を挿入して、これを真空ポンプで吸引して(負圧により)地盤を圧縮する。負圧により間隙水は排出され、生じる空隙は土粒子に置換される。この工法では真空度の維



重力に加え負圧(真空ポンプ)により地下水を集め、水中ポンプで揚水する地下水低下工法

図4:「SWP工法」の原理

持が重要であり、近年地表部の密閉度を高める開発が進んでいる

この工法においても地下水位の低下は伴わず、間隙水はドレーン材を通じて、地表に排水される(上方移動)。

### ■ SWP工法とその応用技術

載荷盛土工法は排水に時間を要し、盛土速度にも制限が生じる。一般に工期は1年を超える長期となる。真空圧密工法は、工期が半年～1年と短縮できるがコストは一般に高くなる。

前記2工法の「工期」「コスト」における難点克服を可能にする、SWP工法をベースにしたA&S工法を開発している。

SWP工法は重力に加えて真空ポンプ(負圧)で地下水を集め、水中ポンプで地下水を揚水する地下水低下工法である(図4)。同工法では負圧を利用して強制排水を行うため地下水位の低下が大きく、さらに従来工法では不可能であった付着水の除去が可能となる。この結果、水位低下にともなう有効応力の増加とともに間隙水(自由水+付着水)の排除により空隙が生じる。また井戸を中心とする領域で負圧により地盤を圧縮する。

このSWP工法に加え井戸周辺の地盤に吸送気管(QinTAKO)を挿入し、先端よりコンプレッサーによる送気およびブロアーによる吸気を行う。ブロアーによる吸気は井戸脇に挿入するパイプからも行う。この工程により地盤の透水性の改善、地下水の回収促進および負圧荷の効果が得られる。

この工法をすっからかーん工法(SKK工法)と呼ぶが、これに盛土を加えた工法がA&S工法である。

A&S工法を整理すれば、①地下水位低下による有効応力の増加 ②真空ポンプ、ブロアーの吸気による負圧荷 ③盛土による特に浅層部の圧縮、という“3つの圧縮力”が融合した圧密脱水工法である(図5)。

### ■ A&S工法の概要と特長

A&S工法では対象地盤の中心部にSWPを設置し、周辺に固定式QinTAKOおよび移動式QinTAKOを設置する。

工法の手順は以下のとおりである。

- ①SWPを稼働させ、揚水して地下水位を低下させる。
- ②固定式QinTAKOを稼働させる(送気、吸気)。
- ③移動式QinTAKOを稼働させる(送気、吸気)。SWP近傍から開始し、順次離れた場所に移動する(同心円状)。
- ④盛土(初期の設置が望ましい)。

同工法は同時に以下の高い排水能力を有する。①SWP工法による地下水位の低下に伴う自由水、付着水の排水(空隙の生成)、②QinTAKOの送気による間隙水の排水および亀裂形成による透水係数の改善、③QinATAKOの吸気による間隙水の水蒸気による排水

結果的にドレーン材などの設備は不要となり、排水が完了する期間は通常わずか3カ月程度であり、工期短縮、コ

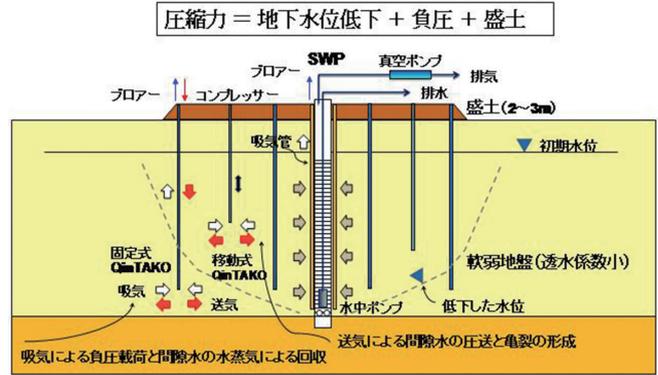


図5:「A&S工法」概要図

スト低減が可能となる。また、盛土時における施工速度の制限も不要である。

### ■ 施工事例

埼玉県浦和市の造成工事において、層厚30m、N値ゼロの超軟弱の粘性土地盤にA&S工法を適用したところ、図6(論文「間隙水吸引と上乗荷重荷荷による新しい軟弱地盤改良工法の開発」より引用)に示す地盤改良の効果が得られた。自然含水比が平均10.8%の低下、地盤の圧密降伏応力が平均52.0kN/m<sup>2</sup>の上昇など同工法による軟弱地盤改良効果が実証された。

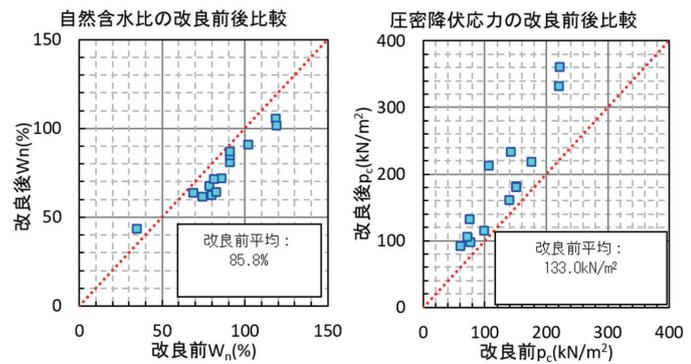


図6:改良前後の物性比較

### ■ おわりに

A&S工法は国内での適用が今後広がりを見ることが期待されるなか、同工法は海外からの引き合いもあり軟弱地盤の多いシンガポールや港湾整備が進む韓国などでも試験施工が進んでいるという。今後、更なる応用技術の開発、適用範囲の拡大など、同工法の動向から目が離せない。

【取材日・場所:平成29年6月12日、東京支店】