

# SWP 工法を用いた解析

## 1. SWP 工法の研究について

SWP 工法を用いる場合の地下水の挙動は重力排水では想像出来ない挙動をします。SWP の現象については神野九州大学名誉教授【当時は工学部教授】、九州産業大学・細川教授【工学部】、中川鹿児島大学助教授【農学部】と研究チームをつくりおよそ2年間で説明を行いました。その成果を踏まえて水理実験【九州産業大学細川研究室】で水理現象を再現し、その現象を再現できる解析モデルを構築しました。解析モデルは断面二次元【飽和・不飽和モデルで鉛直方向には数cmのメッシュ】を構築し、SWP 工法を適用するに当たり安全で効率よく所定の効果が得られる配置【遮水壁の有無、SWP の深さ、スクリーンの位置、SWP の間隔及び遮水壁との位置など】計画を立案します。以下に解析手法の説明を行います。

## 2. 断面二次元モデル【飽和・不飽和 非定常モデル】

これまではバキューム効果を用いた SWP【スーパーウェルポイント工法】の解析を行ってきた。この工法は地下水排水を効率よく行うために真空吸引圧を利用した排水工法で、SWP を稼働した瞬間から急激な地下水の導水勾配が急激に発生して地下水の排水が急速に進行する。この現象をシミュレートするために指導開始から3間くらいは1/1,000秒のインターバルで計算を行います。

なおこの解法は以下の実験に基づいて構築しています。以前は直径1.2mの半円形の実験装置で遮水壁を入れた場合で実験を行いましたが、今回は遮水壁が無い場合で行っています。ディープウェルに比べて SWP 工法が地下水の排水効果が大きいことが確認されました。

遮水壁の有無や SWP の設置深など条件を種々変えた実験結果に基づいて解析モデルを構築しました。現時点では不飽和モデルで解析を行うため断面2次元モデルを使用しています。

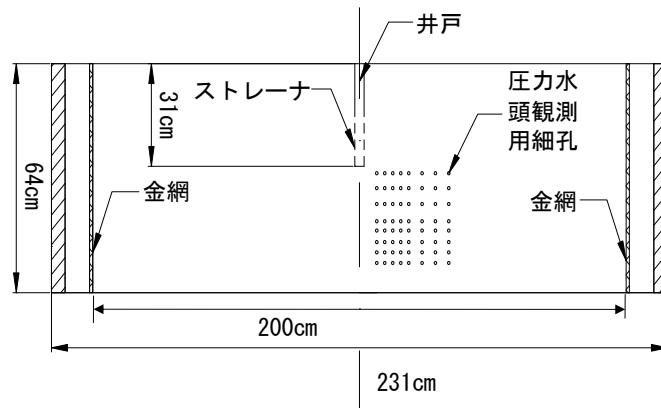


図-1 実験装置の概略

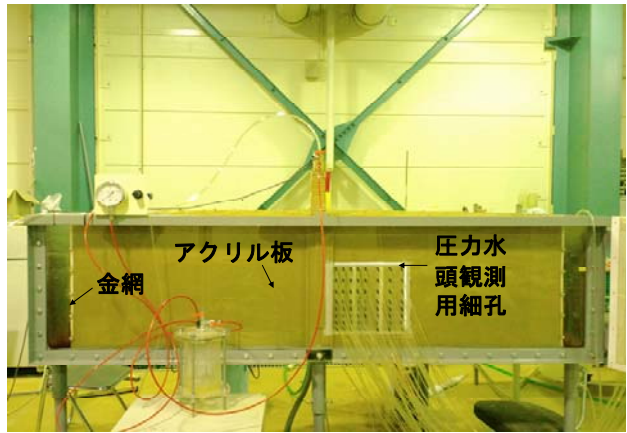


写真1 実験装置の正面写真

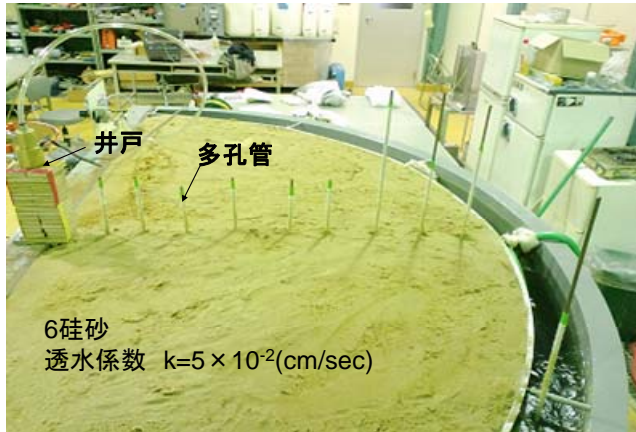
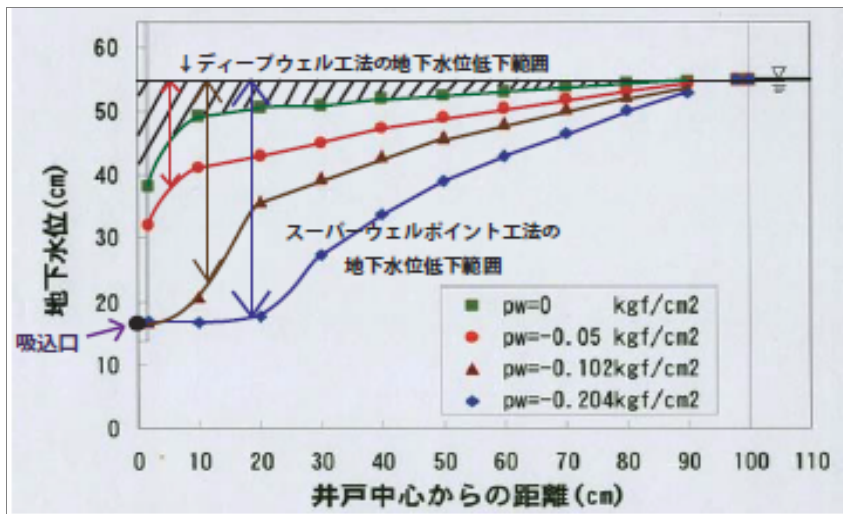


写真2 実験装置の平面写真

### SWP工法とDW工法の比較

遮水壁がない場合でDW( $PW=0$ )とSWP( $PW \neq 0$ )の比較で  
 SWPはDWに比べて地下水位の低下範囲が大きくなる  
 なお、DW・SWPの吸込口の深さは同じ

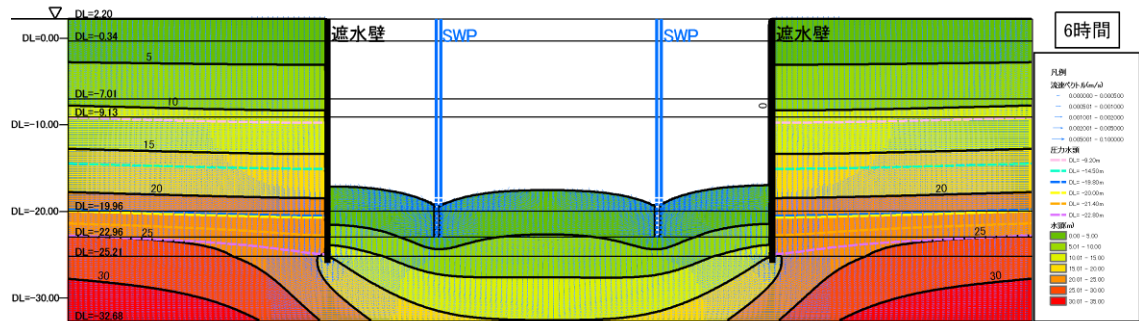


緑色：ディープウェル工法 赤、青色：SWP工法【半円形で遮水壁が無い場合】

### 3. 解析の例

具体的な解析結果：SWP 工法特長は地下水の排水効率が非常に高いこと、下図のように遮水矢板を利用すると、**遮水矢板の外側の地下水位を下げずに**、遮水矢板内部の地下水位を低下させることが出来ます。ドライワークや盤膨対策で地下水の豊富な地域で利用されています。計算は初めの3分間くらいは1/1000秒の計算で、徐々にインターバルを1秒くらいに広くして計算しました。

河川内の工事、地下水の豊富な下水道施設の工事などに用いられています。



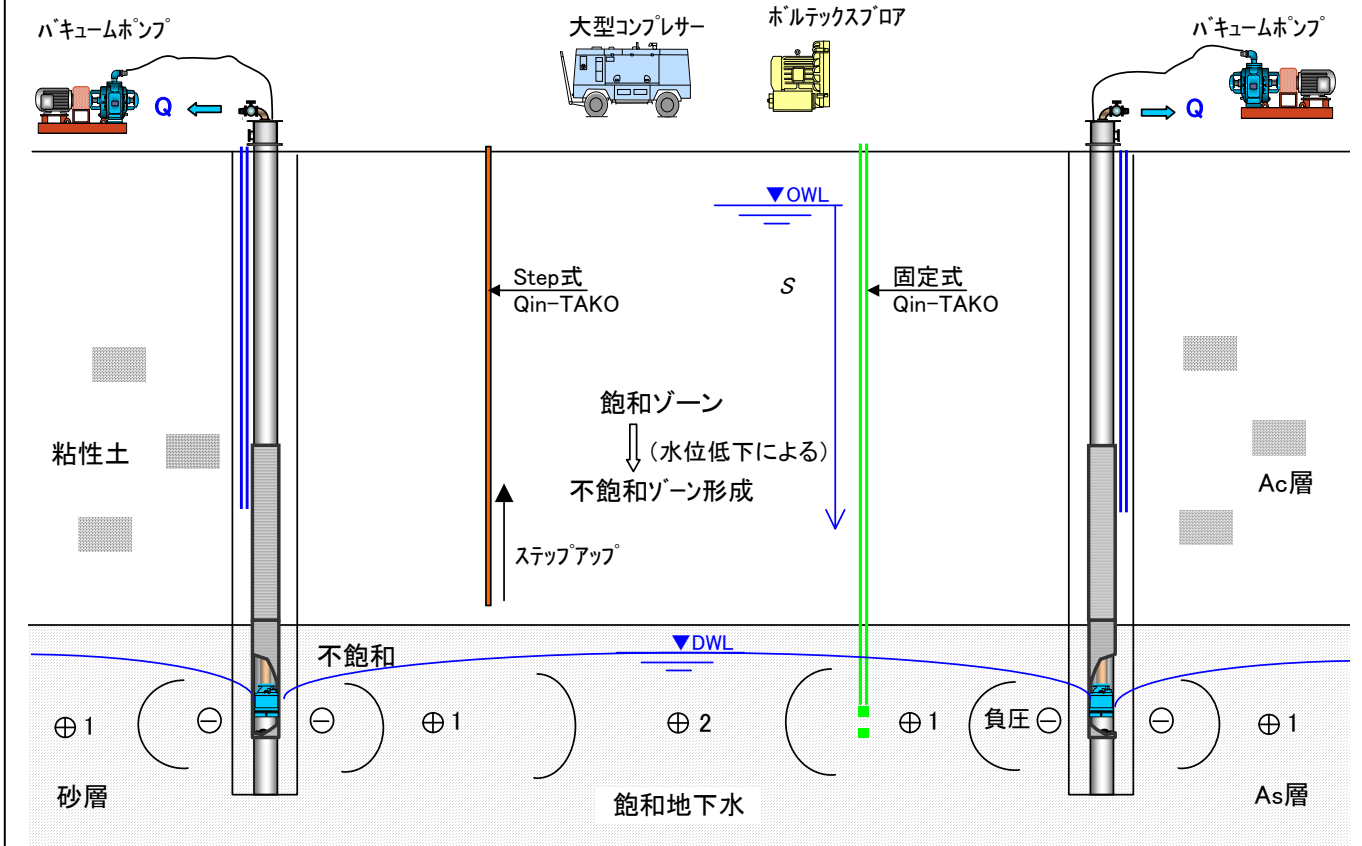
摘要事例：河川や海岸堤防の浸透防止工法解析、感潮区間の地下水への塩水浸入解析、盤膨れ対策工法【構造物下の減圧】、田畑の脱塩工法の効果解析など

### 4. 事例

この方法を利用したSKK工法があります。この工法は高濃度土壌汚染対策として、地下水の浄化、地中の有毒ガスを同時に浄化します。東京都の豊洲の土壌浄化技術の一つに認定されています。また同工法は岩手県・青森県境の不法投棄での土壌浄化の試験工法に採用されてすぐれた効果を発揮しました。】次に実際に工事の事例を紹介します。

# S K K + Q<sub>in</sub> TAKO 工法 (軟弱地盤改良工法)

No. 1



※下部砂層の地下水を負圧伝播でスポット揚水し、不飽和ゾーンを作る。

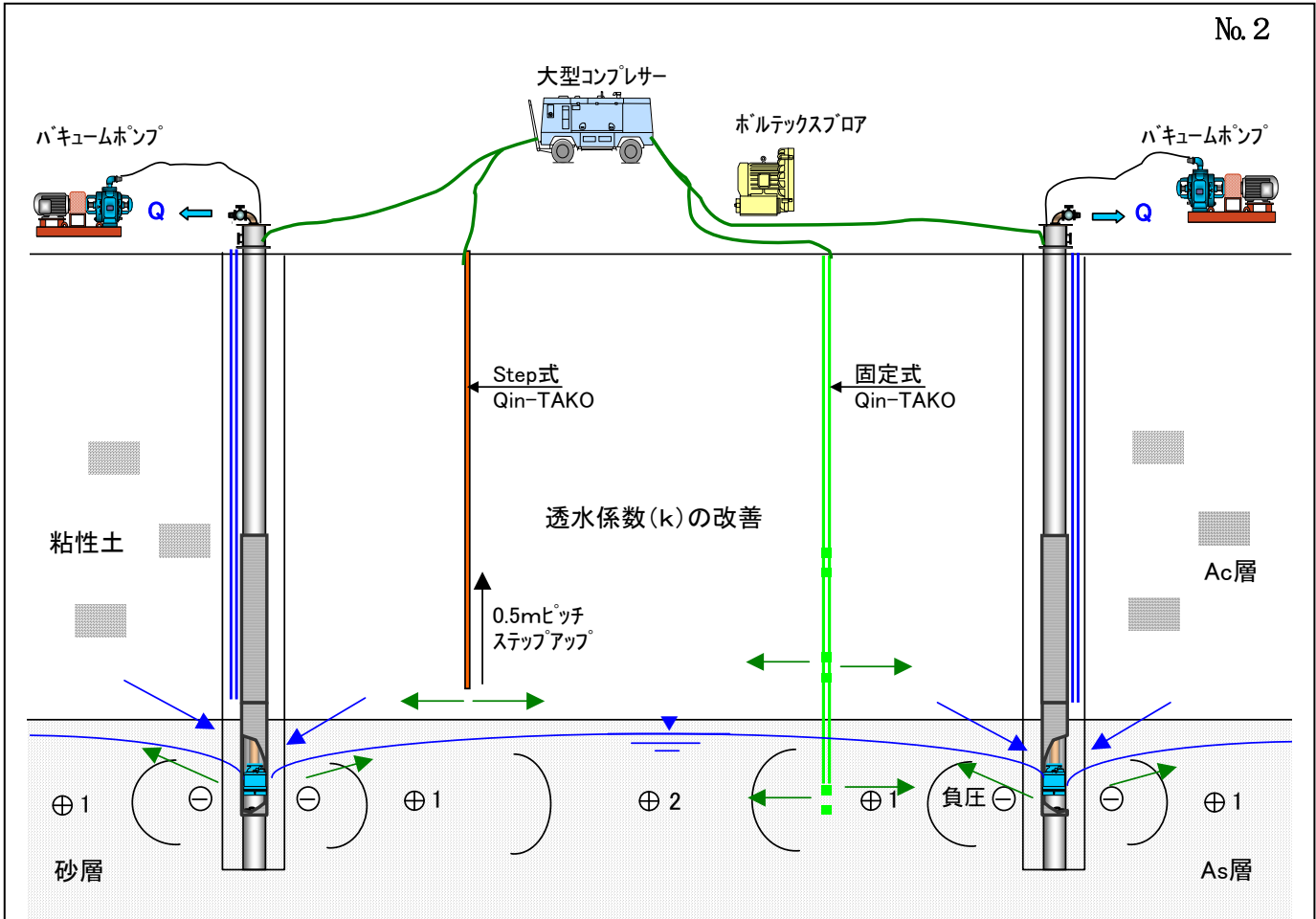
- ① SWP工法にて上部粘性土と下部砂層の地下水を負圧伝播でスポット減圧を行う。
- ② 粘性土と砂層の天端に不飽和ゾーンを設ける。
- ③ 負圧伝播で揚水する場合は重力排水と異なり、
  - ・井戸ロスが少なく効率的に水位が低下する。
  - ・広い範囲で水位を低下する必要がある為に、少ない揚水量で高い水位低下が可能。



ASAHI TECHNO

## S K K + Q<sub>in</sub> TAKO 工法 (軟弱地盤改良工法)

No. 2

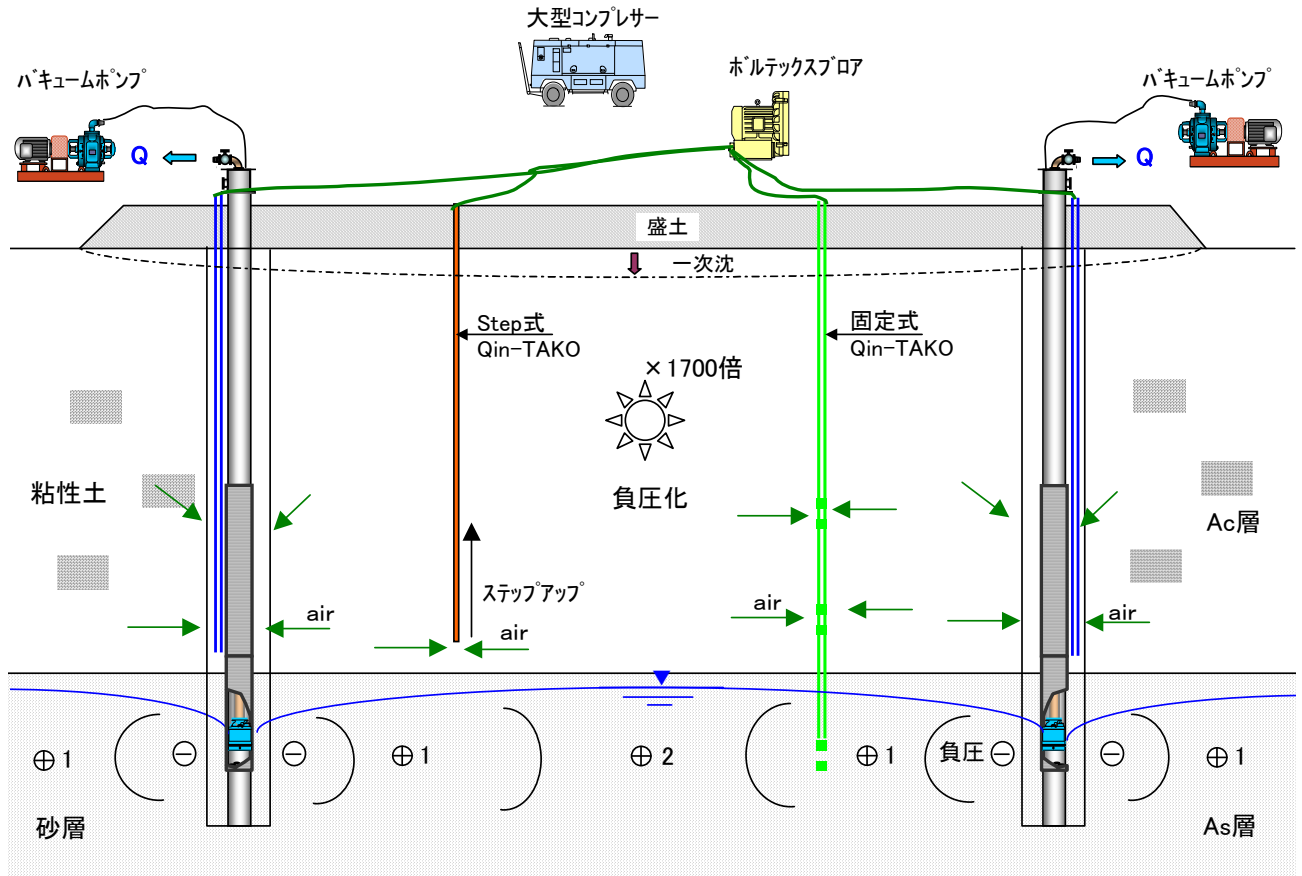


※H i - W a i 洗浄で地盤の透水性係数(k)を改善する。→負圧伝播を広くする。

- ① H i - W a i 洗浄は、大量の水と大型コンプレサーにより地盤に水及び空気を送り込む。
- ② その後、バキューム吸引により空気と水を除去し、更にコロイド分を除去して揚水し地盤を負圧化させる。
- ③ ①～②の作業を繰り返し行う。
- ④ S W P と Q<sub>in</sub>-TAKO を使用し、S W P で吸引、Q<sub>in</sub>-TAKO で圧送する事で井戸ロスを小さくする。(リングH i - W a i 洗浄)
- ⑤ S t e p 型 Q<sub>in</sub>-TAKO によりムラ無くみずみちを付ける。
- ⑥ 脈状にみずみちを付ける事で、マクロ的に透水性係数を改善させる。

## SKK + Qin TAKO 工法 (軟弱地盤改良工法)

No. 3



※負圧条件下で粘土の間隙水が真空気化して、×1,700倍に膨張し吸引され乾燥が進む。

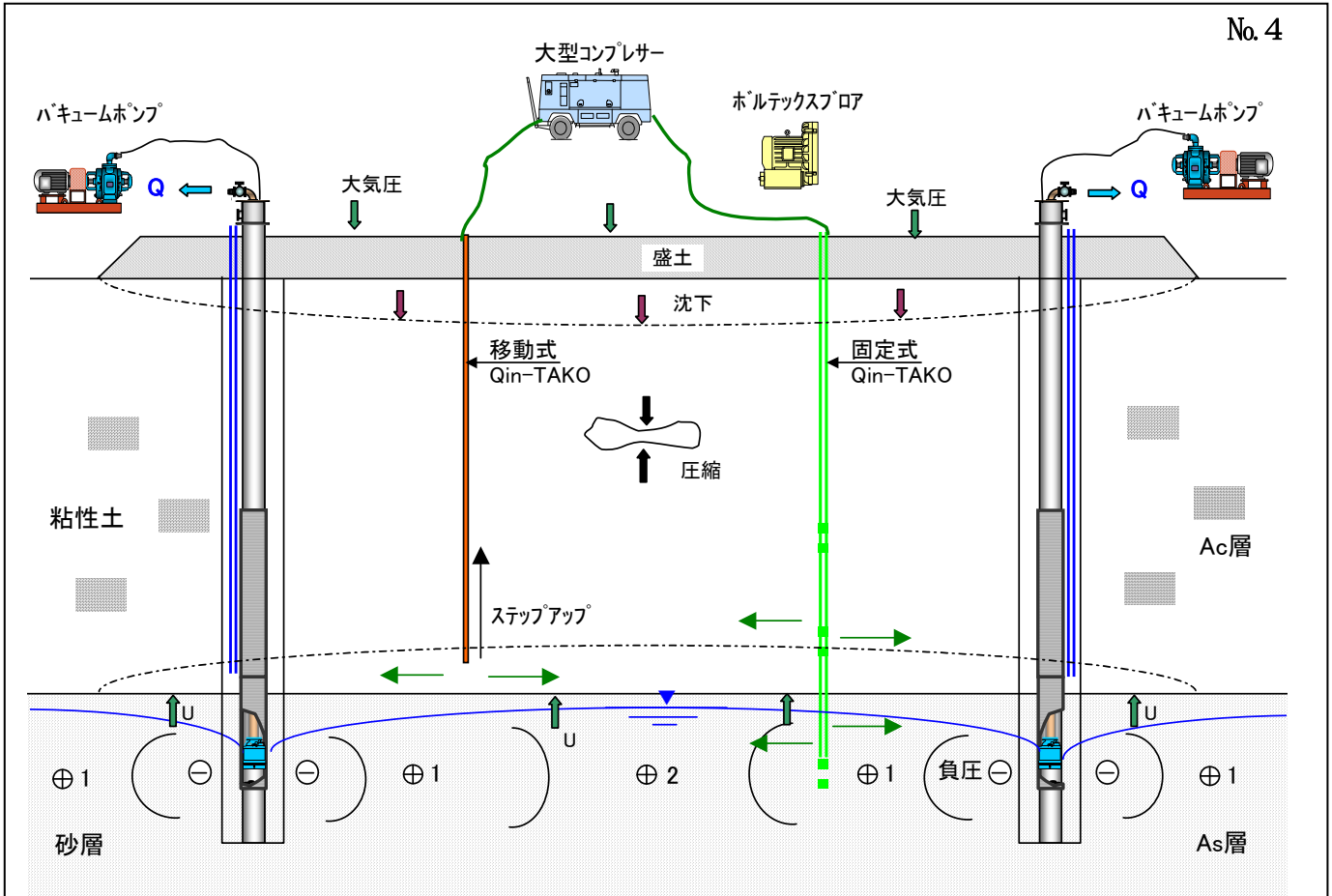
- ① SKK と Qin-TAKO により、ボルテックスブローアにて砂層の天場と粘性土を真空化（負圧化）させる。
- ② その事により水の沸点温度が低下して間隙水が水蒸気として膨張し、SKK 及び Qin-TAKO により地表へ吸引排出され、地盤が乾燥される。
- ③ この時、間隙水圧は負圧化していて、地震時（ユーラユーラ時）に過剰間隙水圧にはならず、液状化防止できる。
- ④ 砂層では間隙の 5%以上の真空トラップによる空気量が永久に残留する為、液状化防止として有効（港湾空港研究所との共同特許）



ASAHI TECHNO

# S K K + Qin TAKO 工法 (軟弱地盤改良工法)

No. 4



※大型コンプレッサー圧で砂層に空気を圧送し、揚圧力(U)により粘性土を圧縮し、その後、負圧吸引で圧縮沈下させる。

- ① 真空気化による細空洞化した地盤はそのままでは沈下が小さい為に、大型コンプレッサーにより砂層天場に圧縮空気を送る事により、空気圧による揚圧力が発生します。  
(最大  $P \approx 6.5t/m^2$ ) = アップリフトによる圧縮
- ② step 型 Qin-TAKO によりムラ無くダイレクトに粘性土を圧縮させる。
- ③ エアブローによる含水比軽減を図る。
- ④ その後、全体を真空気化する事で大気圧と盛土加重により圧縮沈下を図る。
- ⑤ 含水比の軽減と圧縮沈下により、地盤の強度増加が出来ます。



ASAHI TECHNO