

アサヒテクノのテーマ

# SWP工法とその関連工法

太陽から約1億5000km、地軸の傾きにより四季があります。

土と水と緑の惑星… **愛・ちきゅう**

真空のみで、地球に優しい地下水低下工法と軟弱地盤改良が出来ます。

- ・地下水位低下工法……………負圧伝播
- ・軟弱地盤改良、土壌浄化…真空気化



未来の子供達のために、愛を込めて  
大切に地球の環境を守ろう。  
海洋プラスチック問題、プラスチック等  
による土壌問題、土壌のPH問題⇒軟弱  
地盤改良に於いても地球に優しく  
⇒アサヒテクノは真空と空気  
⇒キャビテーション効果で。(CVT効果)

CVT研究会・SWP協会

 株式会社 アサヒテクノ

# スーパーウェルポイント工法(SWP 工法)の本質に迫る!?

## ～キャビテーション研究会の発足～

### <SPW 工法とその仲間たち>

株式会社アサヒテクノが SWP 工法を世に生み出してから早 20 年以上の歳月が流れた。人に例えれば既に成人に域に達し、独り立ちしても良い年を経ている。

確かに、高橋社長を筆頭とするアサヒテクノの技術者陣が、現場での課題解決に向けて見せる類い稀な執念とも思える飽くなき技術開発への取り組み、次から次へと繰り出される技術的アイデア、そして現場で実証される数々の技術的成果は、一度でもアサヒテクノの技術に接した方であれば頷かれることと思う。

そして今では SWP 工法を核として、数多くの真空あるいは減圧による様々な効用を期待する工法群が、「真空の力」としてアサヒテクノにより提供されている。

### <SWP 工法との出会いと謎>

斯様な駄文をここに記すのも、20 数年前に SWP 工法により窮地を脱することができた恩返しの一つとと思っている。

当時私が担当していた現場では、当初設計された DW 工法ではどうしても所定の深さまで地下水位を下げる事が叶わず、年末が近づく中で次の工程に何時入れるのかの見通しが立てられず、迫りくる年の瀬と工期で現場に焦りの色が日に日に増していた寒い朝、現場代理人に伴われ不安そうに所長室を訪ねてこられたのが高橋社長であった。

今でも覚えているのは「DW 工法に替えて SWP 工法を用いた場合、本数はどのくらい必要なのか？」という問いかけに「未だ設計法が確立していないものですから・・・でも効果は保証しますので、是非使って見て下さい。」との問答であった。

そして、今にして思えばかなり過大な本数の SWP で DW を代替していたことになっていたようであるが、適切な本数が本当は何本であったのかは今もって謎のままである。

### <謎の解明に迫る>

その後、SWP 工法やその仲間たちの工法を用いると通常の DW 工法に比較して周囲の地下水位を広範囲に低下させることなく、効果的かつ効率的に地下水位を低下させ得るのみならず、軟弱な地盤の強度を増加させ得る効果も期待で

きることも判り、法面崩壊防止工法としても利用できるのではないかとの期待も持たれ始めている。

しかしながら、法面崩壊防止工法としての利用には、施工中及び施工後の確かな安全の保証が何より求められる。その為には、一日も早い確かな設計法の確立と誰もが同じ精度で施工可能な施工法の確立が求められる状況となっている。

国土交通省の国土技術政策総合研究所の研究者の言葉をお借りすれば「工学の現象の説明に理学（科学）の言葉が追い付いていない状況を一日も早く解消したい。」と言うことになる。

### ＜謎の本質は？＞

SWP 工法やその仲間たちの工法の効果を説明するキーワードとして、高橋社長を始めとするアサヒテクノ技術陣は「負圧伝播」「真空気化」という考えで今まで説明を試みてきていたが、この度「負圧」の持つより理学的な側面に着目し「地下水の部分的負圧によるキャビテーション効果」及び「キャビテーション気泡の爆縮（圧壊）効果」を加味して新たな説明を試みようとのチャレンジを開始することとなった。

しかしながら、工学の分野では「キャビテーション」はむしろ効果や効率の阻害要因として認識されており、「キャビテーション」を取り除く方向での検討はなされていても、「キャビテーション」を積極的に制御して利用しようという発想は多くない。

しかしながら、何はともあれ二十歳を超えた SWP 工法が、誰にでも理解され認められ活用される独り立ちした工法として、その設計法及び施工法の確立の一助になることを期待して、この度発足する「キャビテーション研究会」のお手伝いをさせていただくこととした。

SWP 工法を始めとするアサヒテクノが提供する数々の工法の技術成果を知る多くの方々が、その成果の本質の謎解きとして、工学と理学とを繋ぐ言葉を紡ぎだすアサヒテクノの新たなチャレンジとなるであろう「キャビテーション研究会」に、関係各位の豊富な知識と経験と技術力を携えて是非集われること大いに期待したい。

発起人

CVT 研究会 会長 山根 隆行

＜元国土交通省 国土技術政策総合研究所 副所長＞

山口大学大学院創成科学研究科（工学）

特命教授 名誉教授 兵動 正幸

(株)アサヒテクノ 高橋 茂吉

# ・SWP工法, CVT工法他の真空とは

◦負圧伝播を利用した地下水位低下工法◦**・SWP工法**

◦沸点温度低下に伴う真空気化乾燥

すっからか〜ん工法 (SKK工法 + Qin-TAKO工法)

- 吸空間工法 ∴ 土壤浄化工法
  - 吸空乾工法 ∴ 軟弱地盤改良工法
  - 吸空缶工法 ∴ 食品, 泥水, 木材チップ乾燥
- 揮発性物質の土壤浄化工法(油分, Voc等)

◦応用技術

真空プレス型リチャージウェル工法(VPRW工法)◦◦完全復水技術

Qinニューマチック工法(大気圧or小圧気圧による大深度ニューマ)

砂の液状化対策(VAT工法)◦◦エアートラップ工法

とるとる砂Qシリーズ◦◦(除砂, 除コロイド, 除鉄分プラント)

軟弱地盤改良(A&S工法)◦◦圧密促進工法→CVT工法

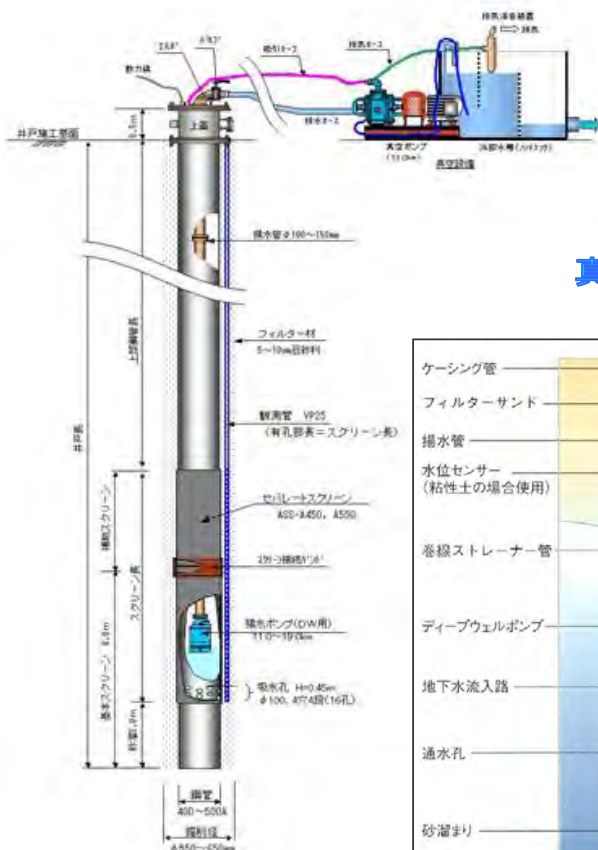
地すべり対策工法◦◦

CVT工法, パイプラーン工法, 集水井回復技術(パイプHi・Wai洗浄)

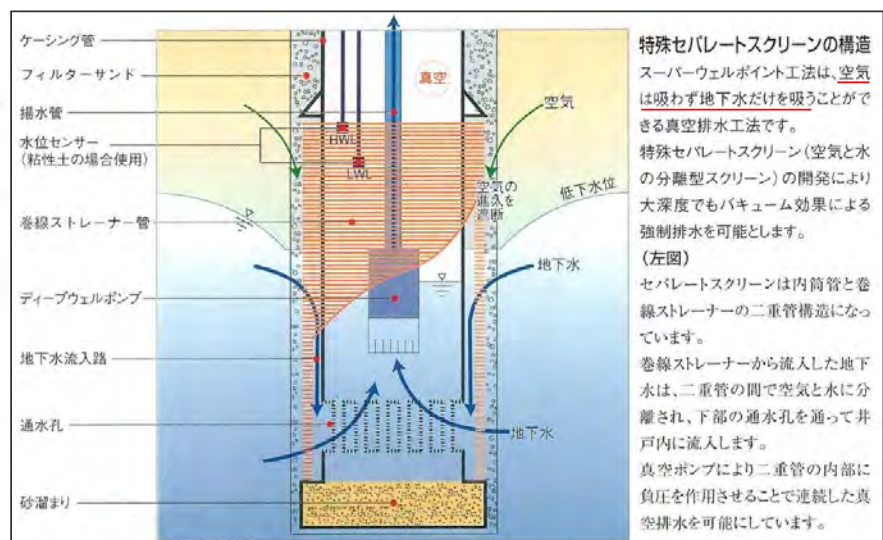
重金属土壤浄化◦◦SWP, Qin-TAKOによるHi・Wai洗浄

耕穀物, 汚泥等乾燥◦◦CVT乾燥装置

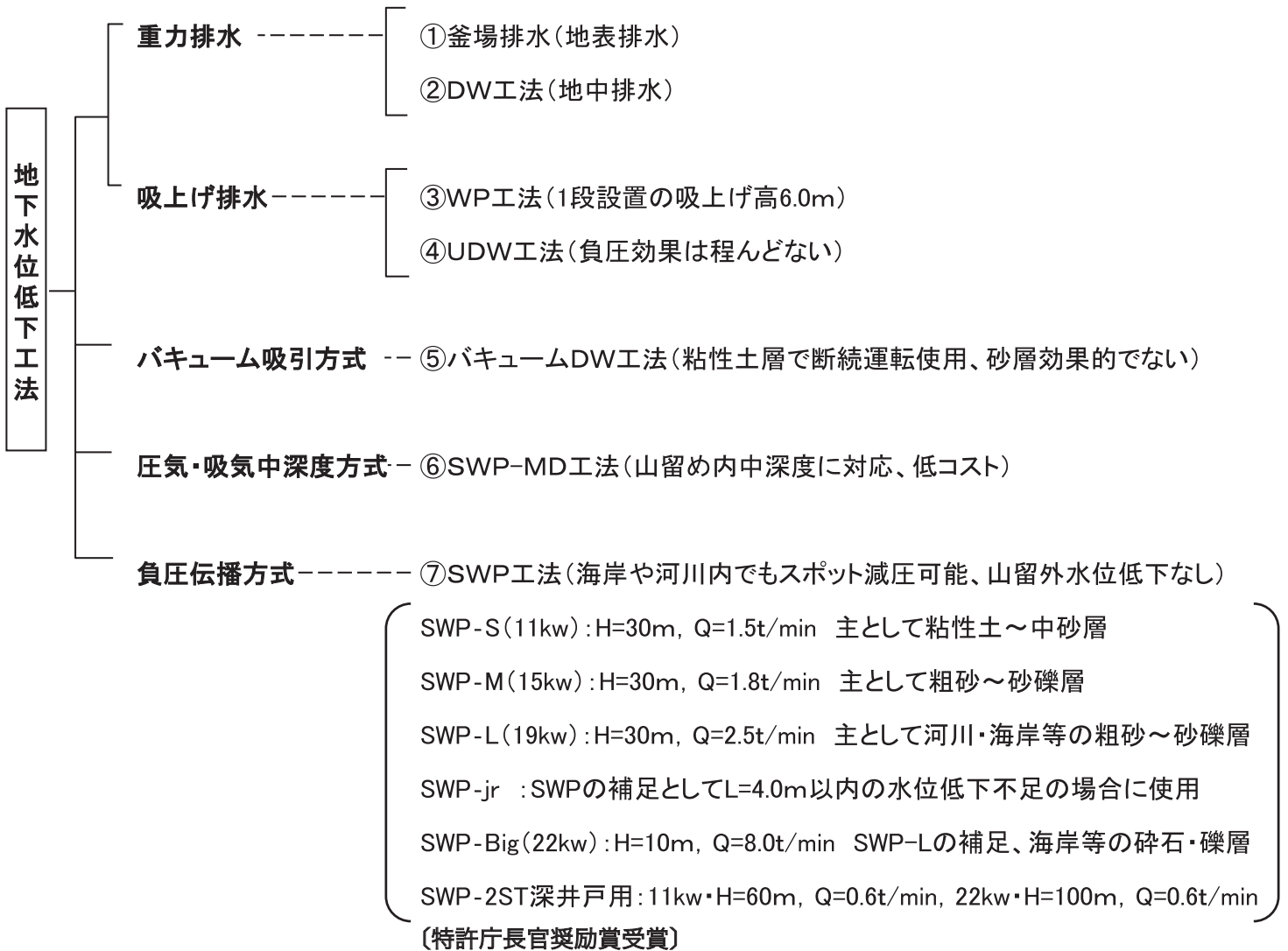
## スーパーウェルポイント井戸基本構造



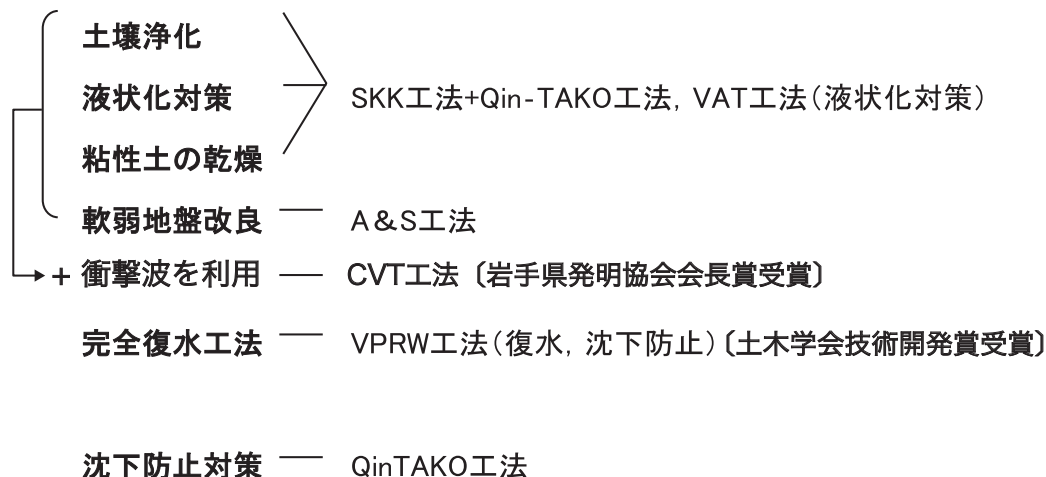
### 真空維持特殊スクリーン構造 セパレートスクリーン



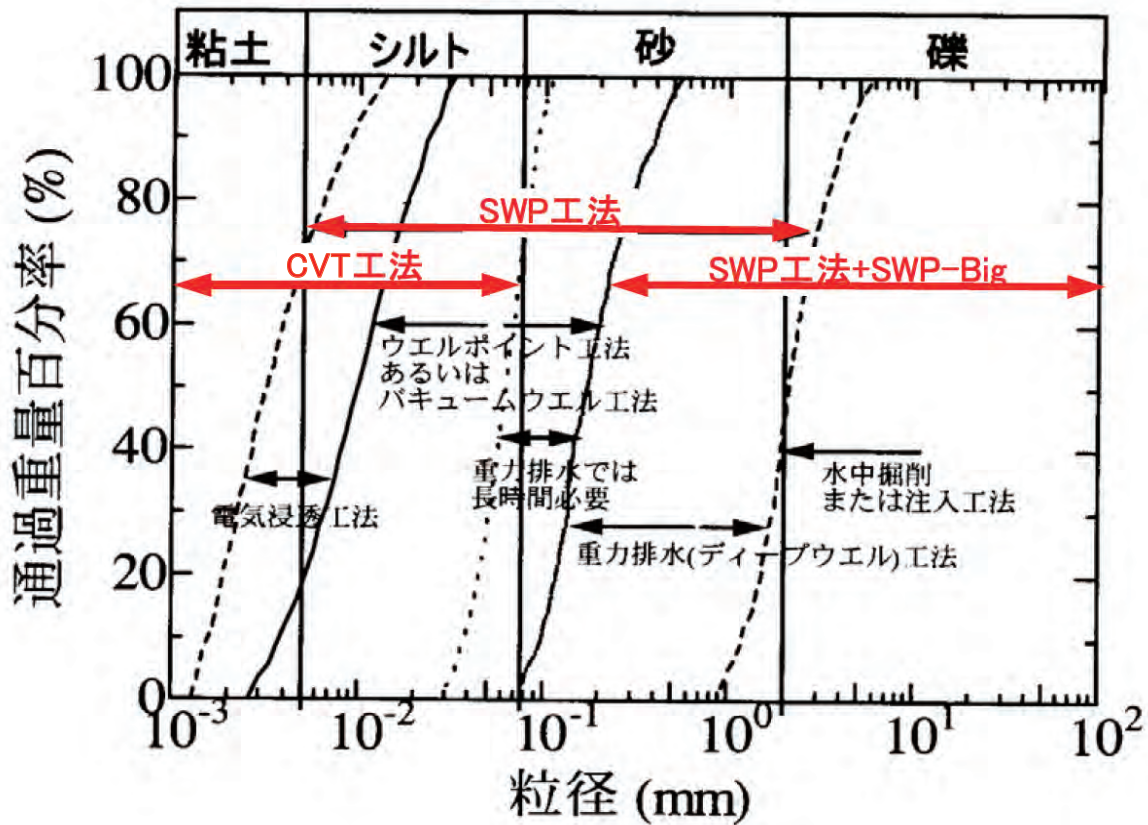
# ・地下水位低下工法の一覧(SWP工法とその仲間たち)



## 真空気化工法



# 各工法土質別適用範囲

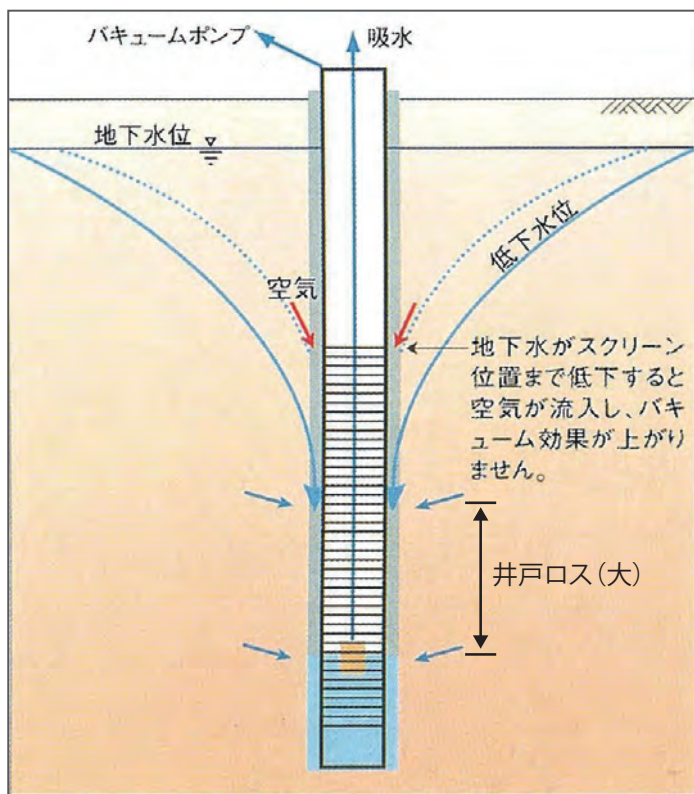


地下水低下工法の比較表

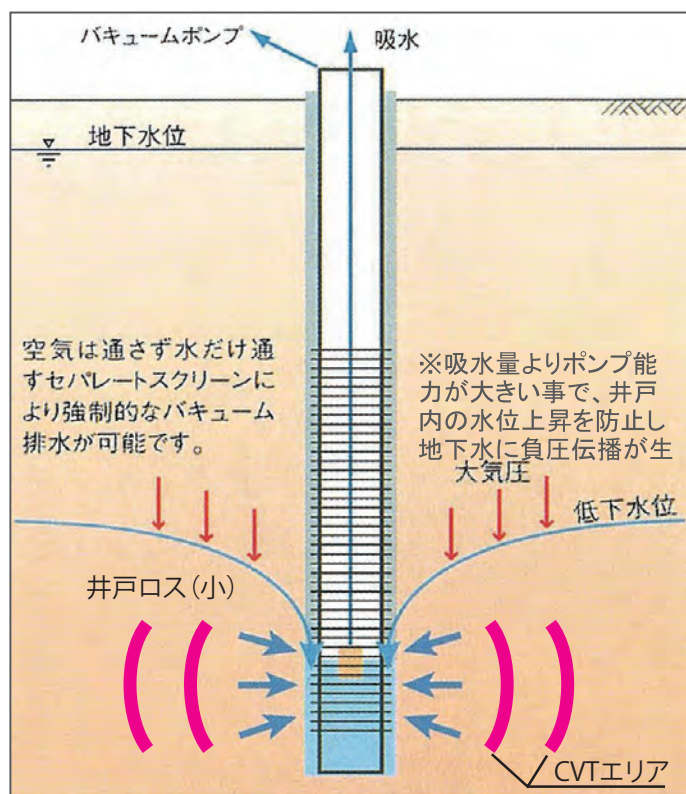
工法名	WP工法	DW工法	UDW工法	SWP-MD工法	SWP工法+SWP-jr工法
概要図					
揚水方法	吸上げ方式(重力)	重力排水	吸上げ方式(重力)	圧気圧+吸上げ方式	負圧伝播方式
適応深度	1段設置当たり3.5~4.0m位まで	H≒ ~300m	H≒ ~50m	H≒ ~20m	実績H≒ ~100m (H≒ ~300)
負圧伝播効果	Pv≒ ~0.02MPa	Pv=0	Pv=0	Pv≒ ~0.02MPa	Pv≒ ~0.08MPa
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工が容易</li> <li>砂層に有効</li> <li>水位低下が大きい所でもオープン掘削が出来る所は多段設置により可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>深さ的に大深度OK</li> <li>コスト安価</li> <li>一般的な工法で、調達容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>外見がSWP工法に似ている</li> <li>但し、SWP工法と同等級ではない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小規模中深度の排水でコスト安価</li> <li>WPの多段設置を必要としない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スポット減圧可能→橋脚・海岸水門・護岸工事でも施工可</li> <li>大深度ニューマでも小圧力で施工可</li> <li>負圧伝播で外回りの水位低下が殆どない(Qin-TAKO工法で完全に出来る。)</li> <li>目詰まり防止→Hi-Wai洗浄(特許)</li> <li>負圧伝播による水位低下工法→特許申請中</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>シルト・砂礫層では水位低下対して困難</li> <li>設置はシェディングであり砂層・小礫層に限定</li> <li>ヘッダーパイプで周囲を囲み、郡井の式として使用する必要あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>外周りの水位低下あり(井戸枯れ・沈下問題発生)</li> <li>井戸ロスが大きく計画通りの水位低下不足もあり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>パキューム吸引により目詰まり発生(解析と異なる)</li> <li>外周りの水位低下あり(井戸枯れ・沈下問題発生)</li> <li>パキューム効果なし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼矢板、ソイル壁等に囲まれたエリアに限定</li> <li>排水規模が限定される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特許工法のため、施工業者が限定される。(SWP協会員施工可)</li> <li>SWP工法の部材及び負圧伝播全てにおいて、特許取得、申請中実施中</li> </ul>
解析	手計算(FM解析等)	手計算(FM解析等)	負圧伝播出来ないため実態と異なる。(負圧伝播の解析ではない)	手計算	負圧伝播効果を九州産業大学の細川教授等による数値解析可・・・手計算(現在、他の解析では表現できない)
コスト(目安)	~80%	100%	~150%	~50%	~80% (単本数では高価)
効果	○	○	△	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土壌浄化としても利用可</li> <li>・液状化対策としても利用可</li> <li>・軟弱地盤改良としても利用可</li> </ul>
総合判断	○	○	△	○	◎

# バキュームディープウェル工法との違い

## 真空効果を利用した深井戸の従来工法とSWP工法との比較



従来工法《バキュームディープウェル工法》



スーパーウェルポイント工法

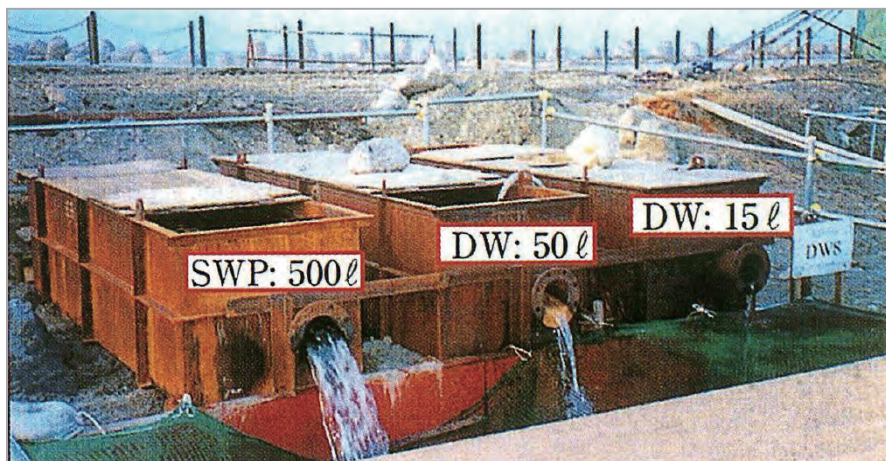
## 驚異的な吸水能力

SWPとDWの井戸能力比較表

土質名	透水係数 $k=\text{cm}/\text{sec}$	ディープウェルと比較したスーパーウェルポイントの吸水量
粗砂	$1.1 \times 10^{-1} \sim 3.6 \times 10^{-1}$	120~250%以上
中粒砂	$2.2 \times 10^{-2} \sim 7.5 \times 10^{-2}$	150~300%以上
細砂	$2.6 \times 10^{-3} \sim 1.4 \times 10^{-2}$	200~500%以上
極細砂	$4.6 \times 10^{-4} \sim 1.8 \times 10^{-3}$	300~1,000%以上
シルト	$1 \times 10^{-5} \sim 2.8 \times 10^{-4}$	500~2,000%以上
粘土	$< 3 \times 10^{-6}$	500~2,000%以上

重力排水(ディープウェル工法)を100%とした場合の吸水量

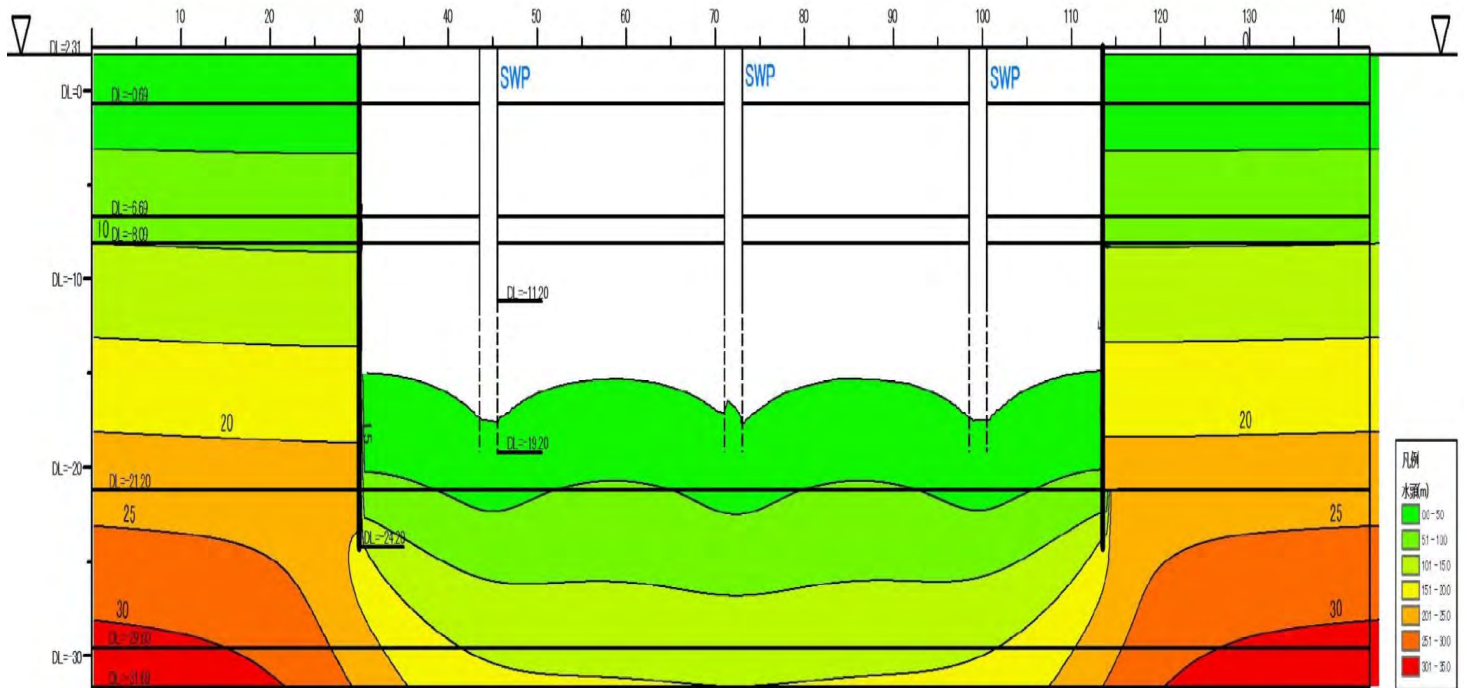
施工実績より



揚水量比較(実例)

SWP: 500ℓ/min  
DW: 15~50ℓ/min

# 負圧伝播による山留め内の水位低下(数値解析による)



※外回りの水位低下なし

例: 福岡市新西部水処理センター



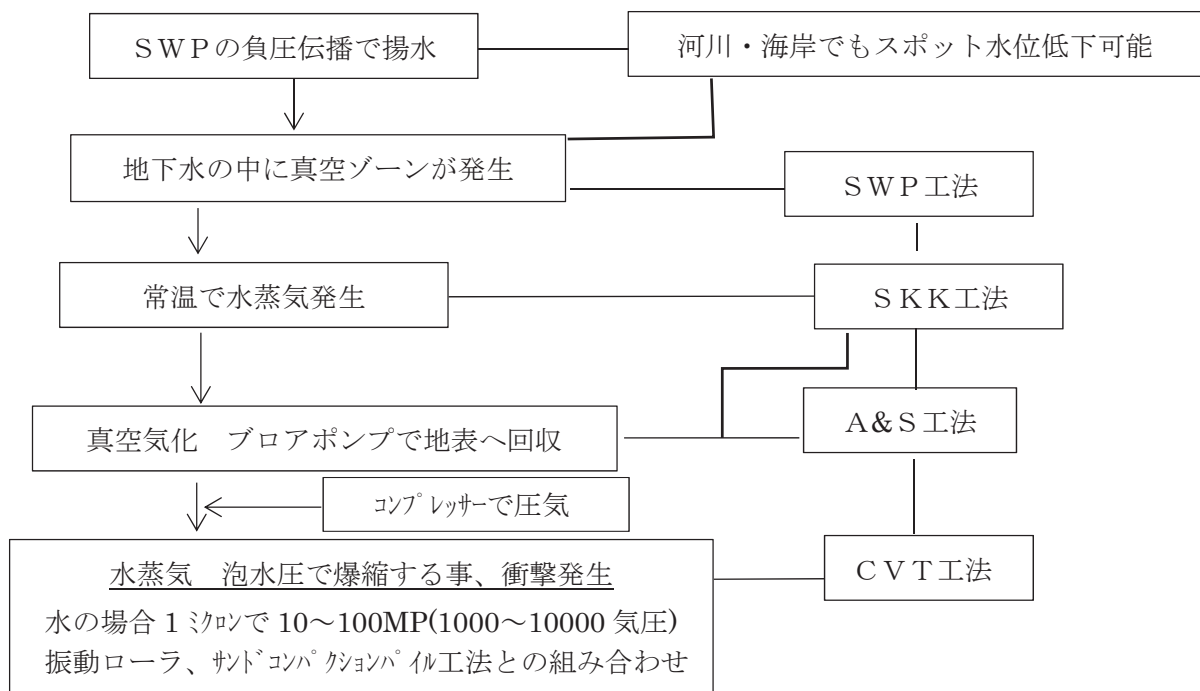
SWP 工法とその関連工法は全てキャビテーション現象で説明が出来ます。(CVT)

- ①バキューム吸引と Hi-Wai 洗浄で地中に真空ゾーン発生（オリフェス現象）  
→負圧伝播（スポット減圧） = SWP 工法
- ②真空ゾーン発生と同時に水蒸気発生  
→真空気化（粘性土の脱水、油分、VOCs 等浄化） = SKK 工法
- ③ SKK 工法 + 小盛土（衝撃荷重）  
→圧密促進工法 = A&S 工法
- ④ A&S 工法 + 圧気と吸気の繰返し作業で爆縮→衝撃波（1000～10000 気圧）  
→木材・泥土・穀物等の早期乾燥、圧密沈下、粘性土・砂層の地盤強化、地すべり対策、液状化対策（エアートラップと強度増加）等、加熱せずに早期乾燥と衝撃振動による強度増強 = CVT 地盤改良工法、CVT 乾燥装置

キャビテーション効果としては

- ① スポット減圧、水位低下が可能
- ② トラフィカビリティーの改善
- ③ 支持力強度の改善
- ④ 気化による衝撃により締固め効果もあり、
  - ・地すべり対策として有効 → セン断抵抗の改善
  - ・軟弱地盤改良として有効
- ⑤ 液状化対策として、空気トラップ技術と地盤強化
- ⑥ その他

キャビテーションのフロー図

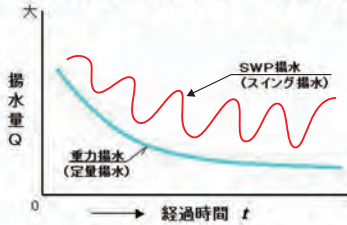


## SWP工法とその応用技術

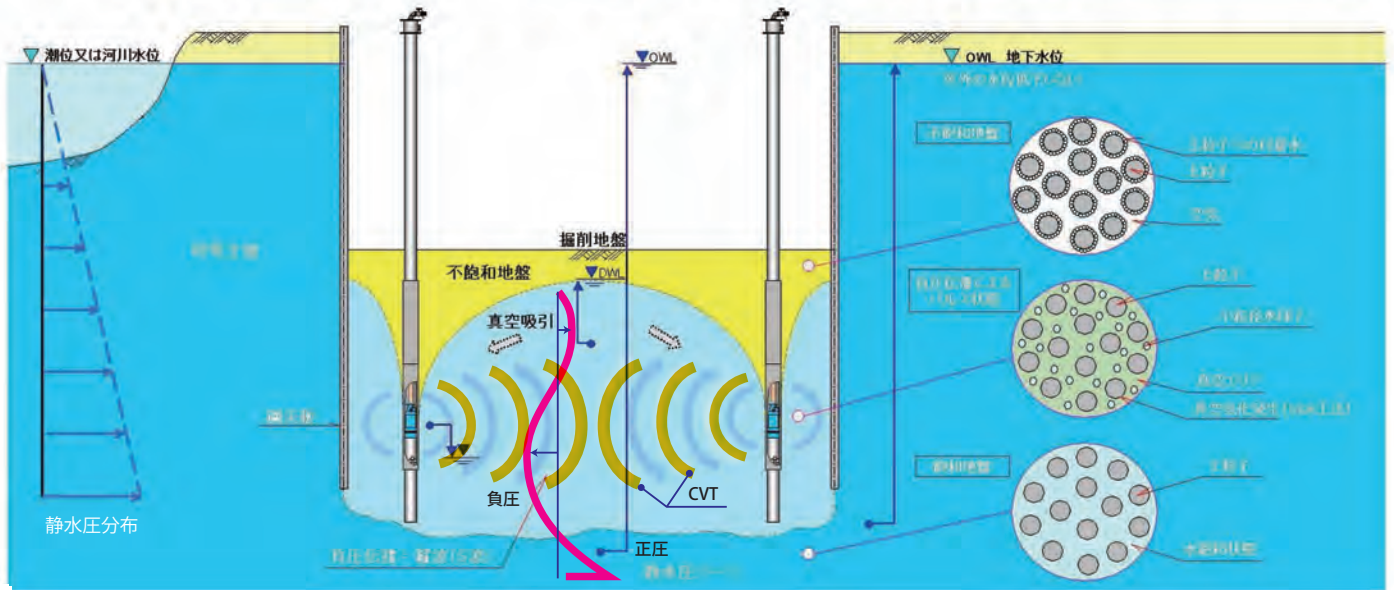
工法名	目的	組合せ工法	内容
SWP工法	河川、海岸などでもスポット的に水位低下可能	SWP工法単独	負圧伝播によるスポット水位低下可能
VPRW工法	溶解性鉄分の地下水を酸化させずに完全復水	SWP+VPRW工法の組み合わせ	空気中の酸素に触れずに圧力水で完全復水
SKK工法	キャブテーション効果で、Voc・油分・水等の気化浄化と乾燥	SWP+Qin-TAKO工法の組み合わせ	地中をSWPの負圧伝播で揚水すると、同時にキャブテーションが発生して真空→水蒸気発生→衝撃→ブローポンプで地表回収
A&S工法	短期圧密沈下促進工法として2～3ヶ月を目標とする	SKK工法+小盛土 載荷重	水分乾燥後の綿毛構造の粘性土を盛土で沈下
CVT工法	二次圧密工法として、理論圧密沈下量の早期沈下	A&S工法+振動ローラ、キャブテーション(CVT)効果との組み合わせ	A&S工法にダイレクトに振動ローラや、深部ではキャブテーション(CVT)効果との組み合わせと、キャブテーションでの圧密促進と強度改良

# SWP工法による負圧伝播のイメージ図

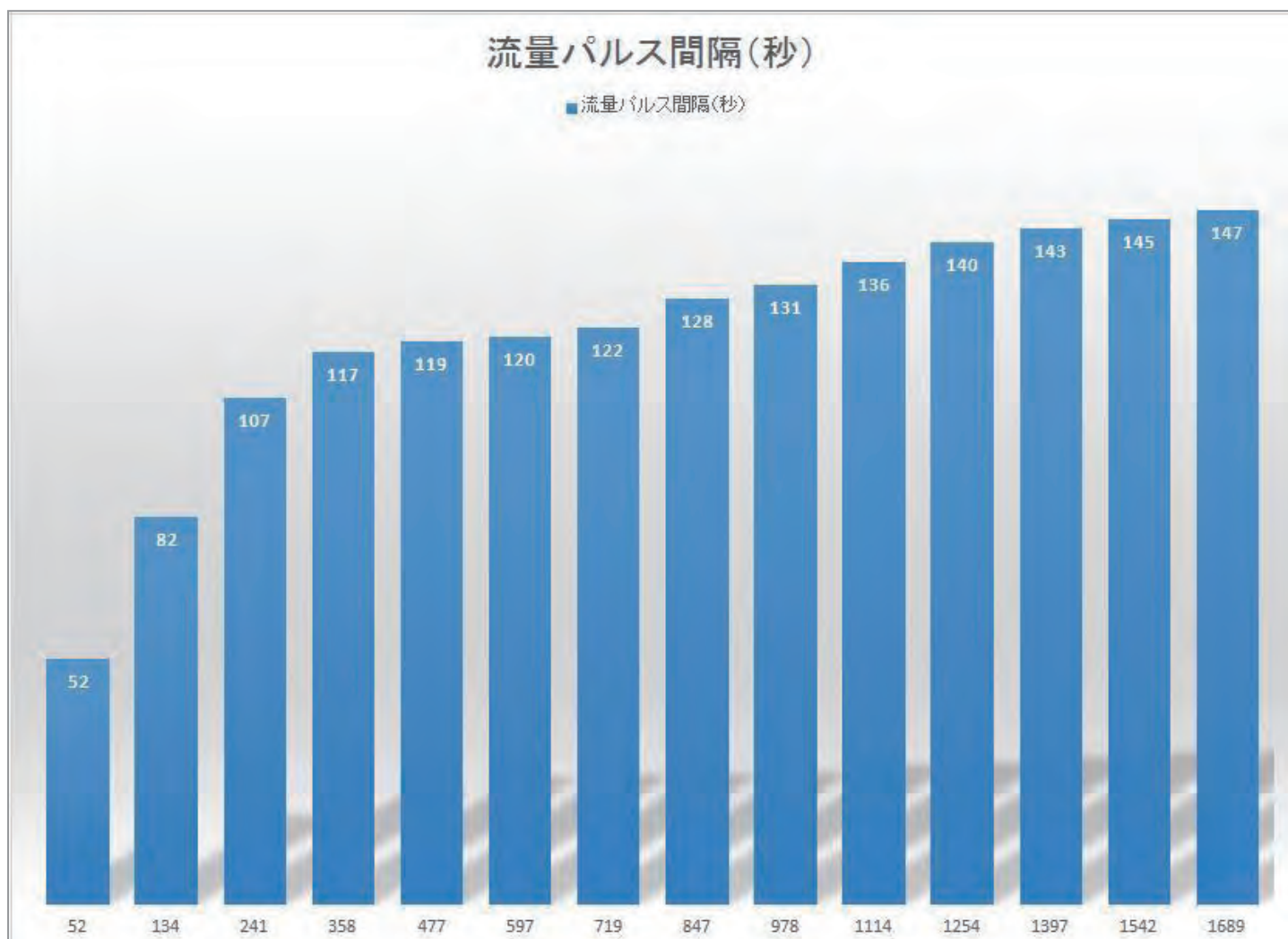
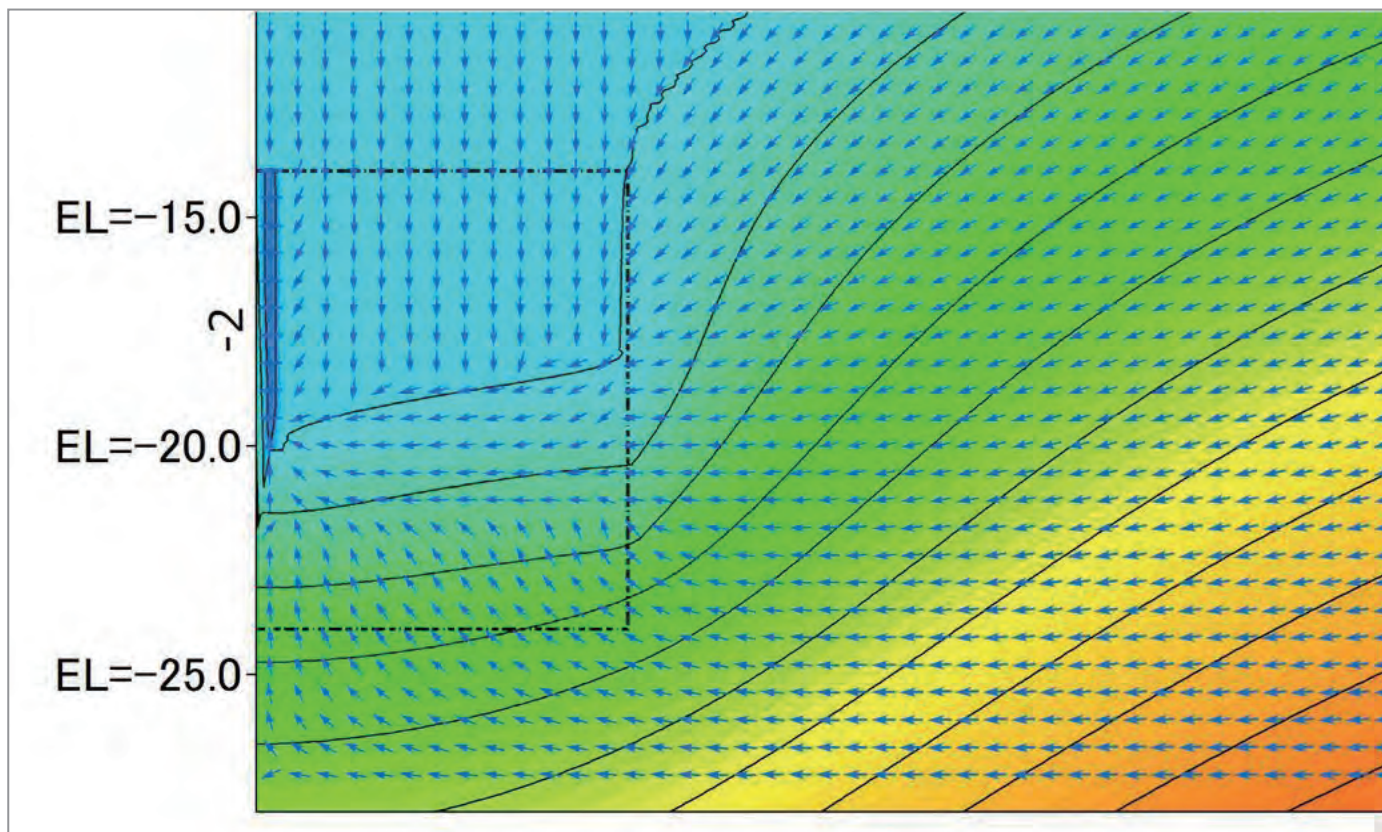
## 負圧伝播の効果



- ①山留め外の水位低下が殆どない。  
(山留めが不透水層に未貫入でもOK)  
山留めの内のみCVT
- ②海岸や河川の中でもスポット的に水位低下が可能。
- ③目的の水位低下に必要な揚水量は、砂層・砂礫層地盤ではDWの揚水量(Q)の1/2~1/5位でOK。



# 透水係数0.1



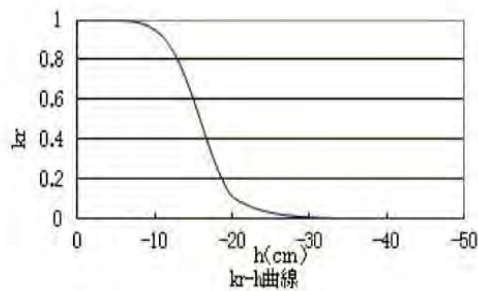
## HI-Wai 洗浄による揚水量の変動

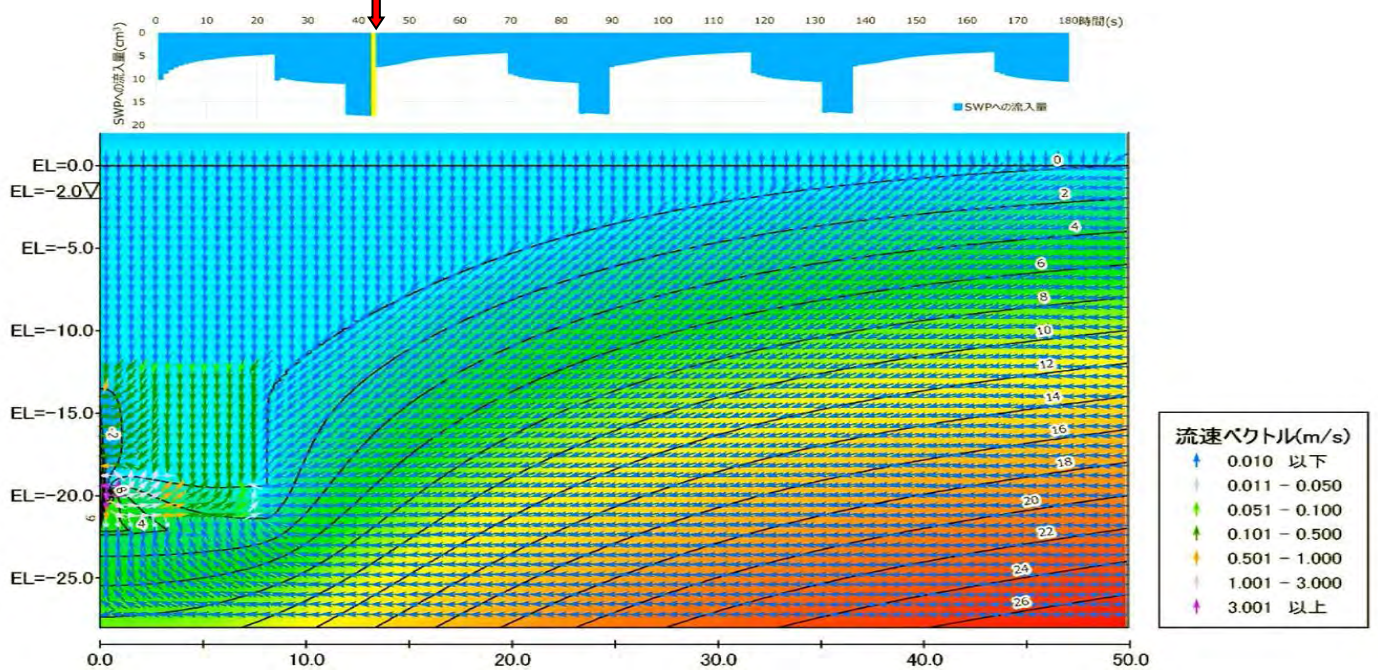
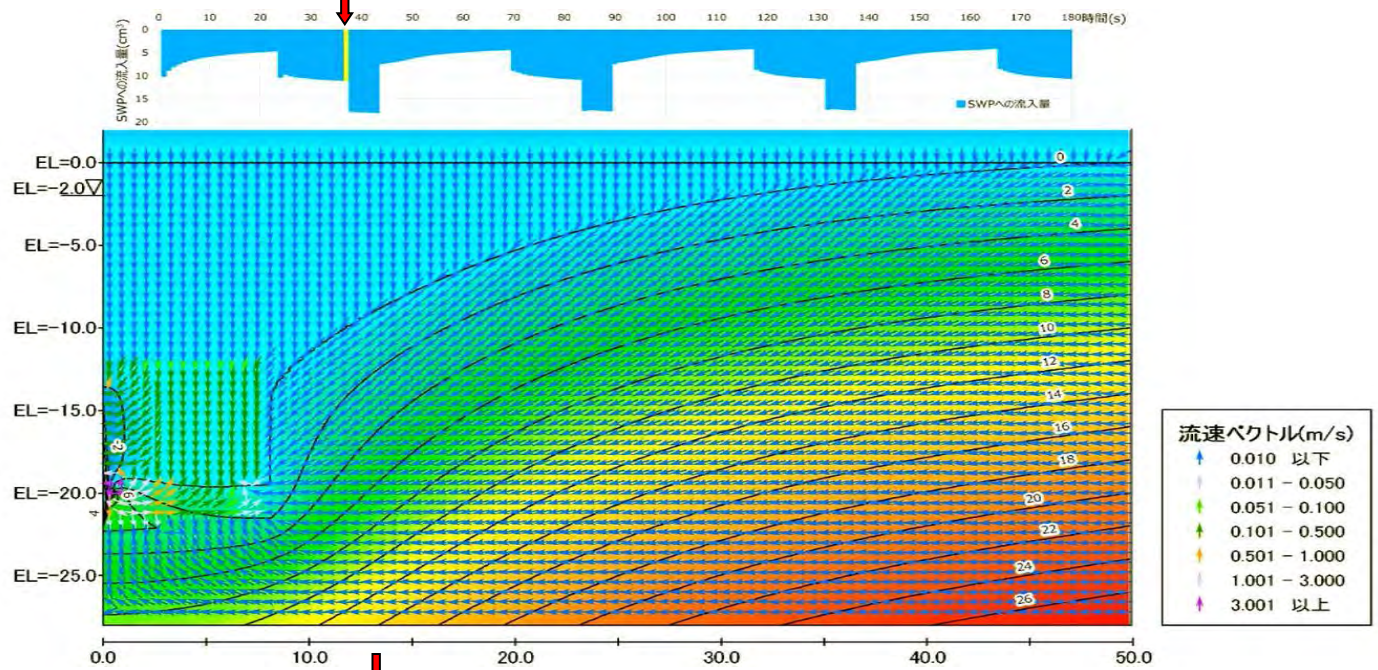
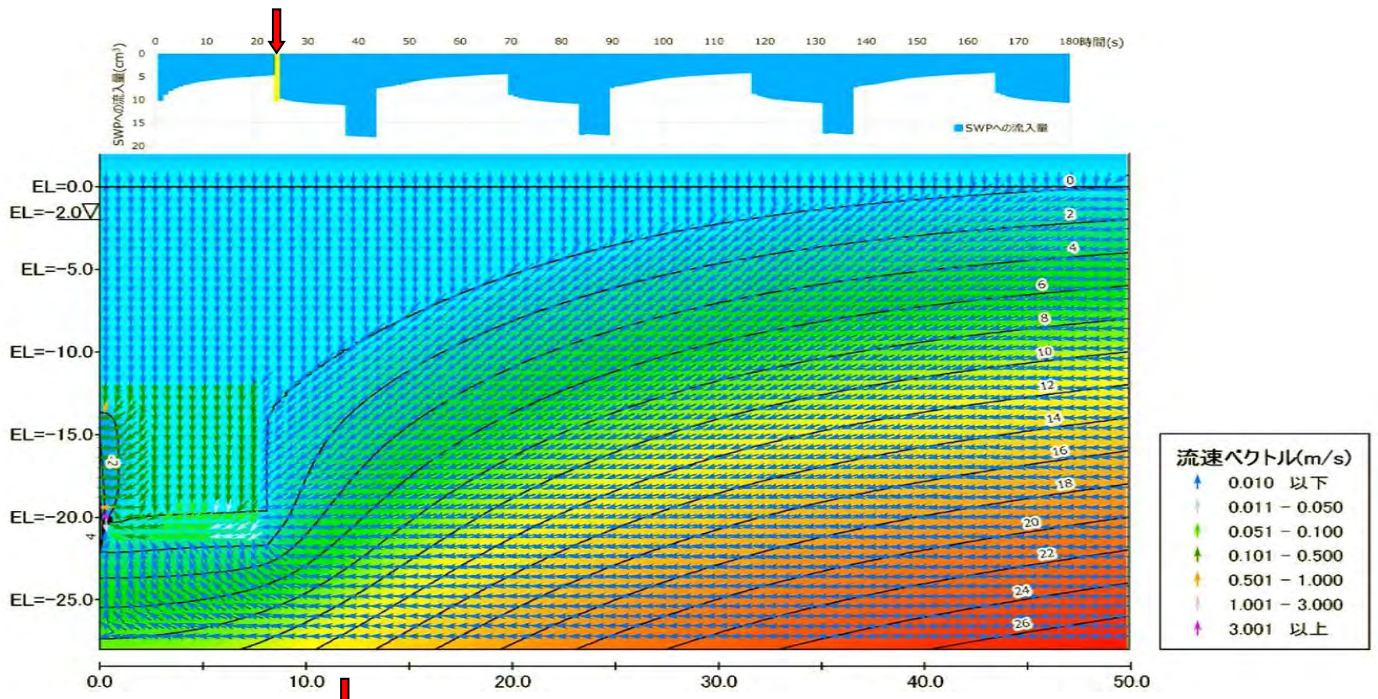
目詰まりで揚水量が減少した場合に HI-Wai 洗浄によって SWP 周辺の目詰まりを解消した後の揚水量の変動を表しています。シミュレーションは SWP 周辺の地盤の透水係数を 1.0cm/sec に設定し、SWP を作動させて SWP への流入量がほぼ一定になった 24 時間後の結果を初期値とし、それ以降の 3 分間の揚水量の挙動を表している。

計算は HI-Wai 洗浄によって目詰まりが解消することで SWP への流入量が大きくなる現象を再現するために、周辺地盤の不飽和透水係数比の範囲を  $0.0007 < k_r < 1.0$  から  $0.03 < k_r < 1.0$  に下限値を大きくして SWP を作動させたのちの動画である。不飽和透水係数は次の式で計算しています。

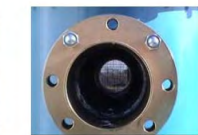
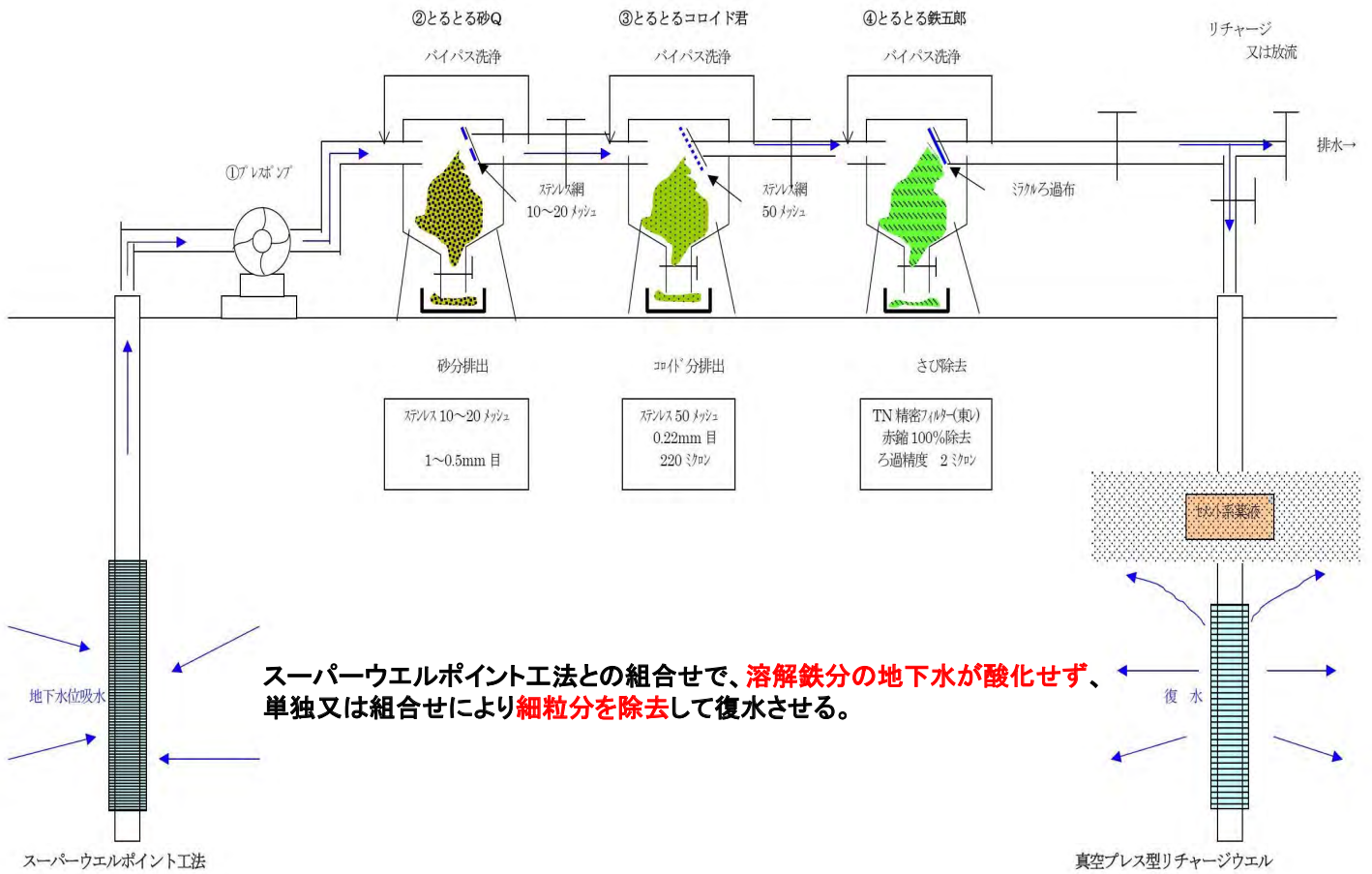
$$k_r = k(h)/k_s$$

$k_r$ : 不飽和透水係数比、 $k(h)$ : 不飽和透水係数 cm/sec、 $k$ : 飽和透水係数 cm/sec





# 細粒分除砂装置(とるとるシリーズ)



とるとる 砂Q



プレスポンプ



VPRW密閉構造



# 負圧伝播の特徴

前項の数値解析結果より、

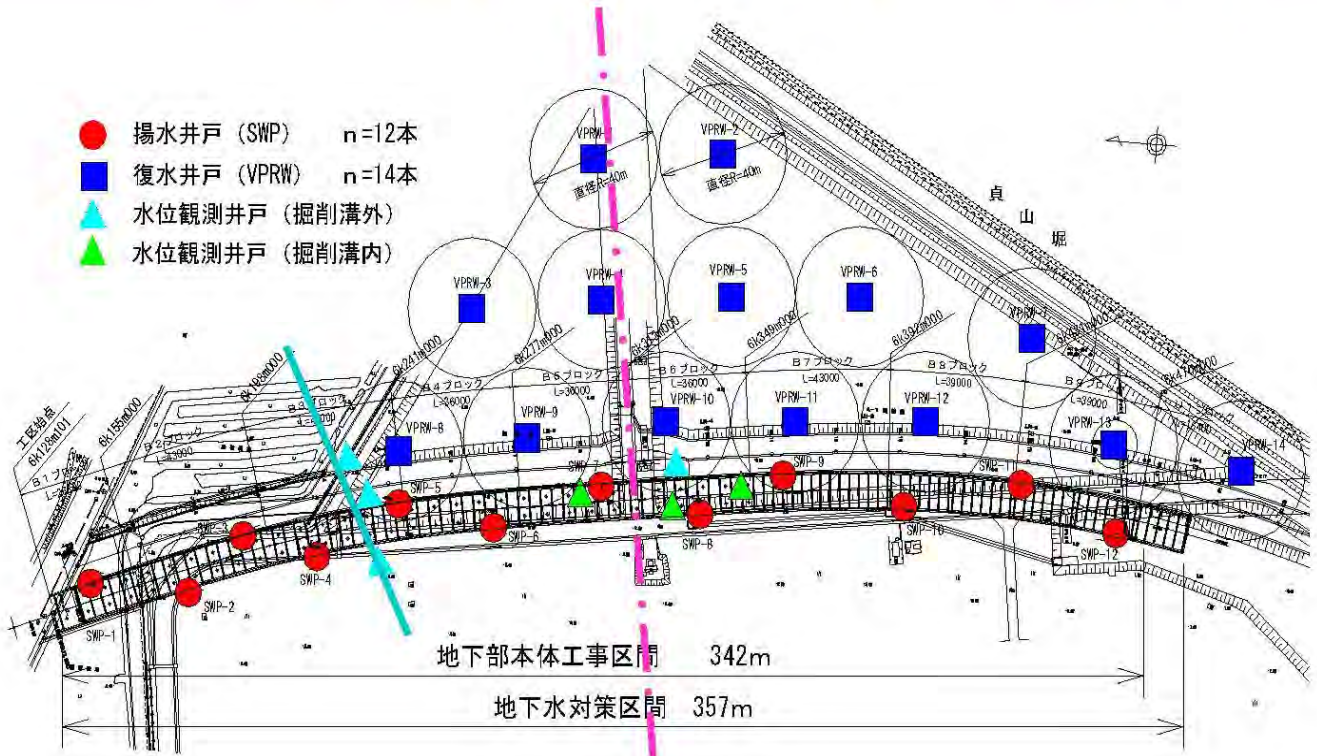
- ① 重力排水では地下水は連立されていて、その深度に比例して水圧が加算される。
- ② それに対して、SWP工法でバキューム吸引するものの地下水を吸い上げない様に揚水すると、井戸周辺の地下水は急速に井戸内に引き込まれる。
- ③ 事前にSWP周りの地盤をHi-Wai洗浄で見かけの透水係数( $k'$ )を大きく改善しておくこと、目詰まりが発生することなく吸水される。
- ④ その時の地盤には地下水の通しにくい透水係数( $k$ )があるため、地下水は連立からCVT状態となり、その間隙には真空空間又は減圧空間が発生する。  
(負圧伝播の発生メカニズム作業・・・特許)  
よって、スポット減圧が可能となった。
- ⑤ その結果、
  - ・ 山留内のみをスポット的に水位低下が出来、外回りの水位は殆ど低下しない事から周辺地盤の沈下対策、井戸枯れ防止に有効である。
  - ・ 海岸や河川の橋脚工事等でもドライ施工が可能となった。
  - ・ ニューマチックケーソン工事の大深度でも、15m以深にSWPを併用することで深度が深くても低圧気で作業が可能となる。
  - ・ 飽和地盤でも減圧ゾーンを形成し真空気化が進む。これにより、
    - 土壤浄化
    - 軟弱地盤の改良
    - 圧密沈下の促進
    - その他が、可能となった。



# 真空プレス型リチャージウェル工法 (VPRW工法)

施工例: 仙台空港アクセス鉄道

## SWP, VPRW工法計画平面図



# 地中及び地下水におけるキャビテーション効果

- a) 地下水及び地中におけるキャビテーション現象(CVT現象)の発生
- b) 流体の中で例えば、スクリューの様々なもので高速で回転させると流体の流れの中に真空ゾーンが発生し、水蒸気の泡が発生します。  
その泡が水圧及び大気圧で爆縮すると同時に衝撃波が発生します。  
この現象をCVT現象と言います。
- c) SWP工法では偶然にも下記の2つの条件でCVT現象が発生しました。  
地下水は地盤にあり、透水係数 $k$ があり、水の様々な高速の流れが無くても遅い流れの中で容易にCVT現象が発生していました。  
その条件としては
  - ① SWPのバキューム吸引で揚水した場合、井戸の中のDWポンプの吸水口より井戸内水位を大気圧で吸い上げないようにすること。そのことにより、地盤の地下水に吸引応力が発生します。(自社特許)
  - ② Hi-Wai洗浄にて、水みちを作り井戸に近いほうがマクロ的に地盤の透水係数が大きくなります。(自社特許)この二つの条件より、地盤にCVT現象が発生し、スポット減圧、間隙水の水蒸気化、衝撃波により、様々な効果ができておりました。

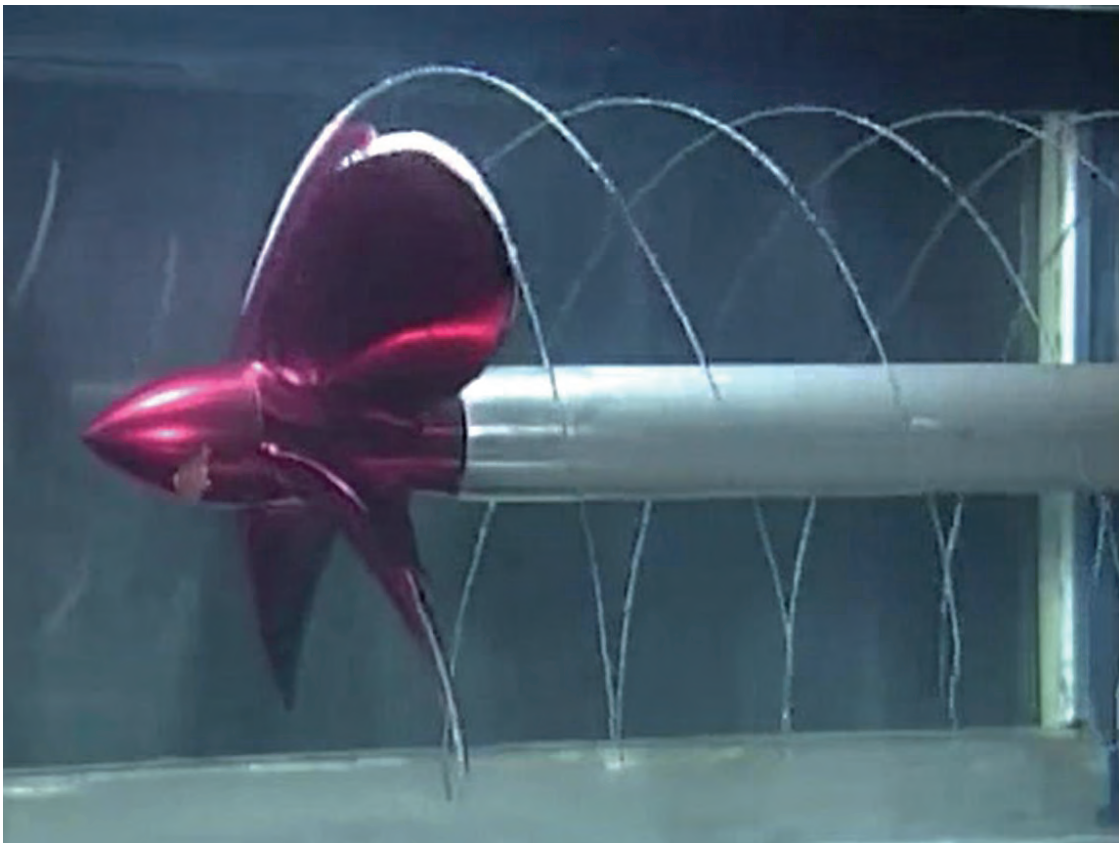
## キャビテーション(CVT)とは？

キャビテーション(cavitation)

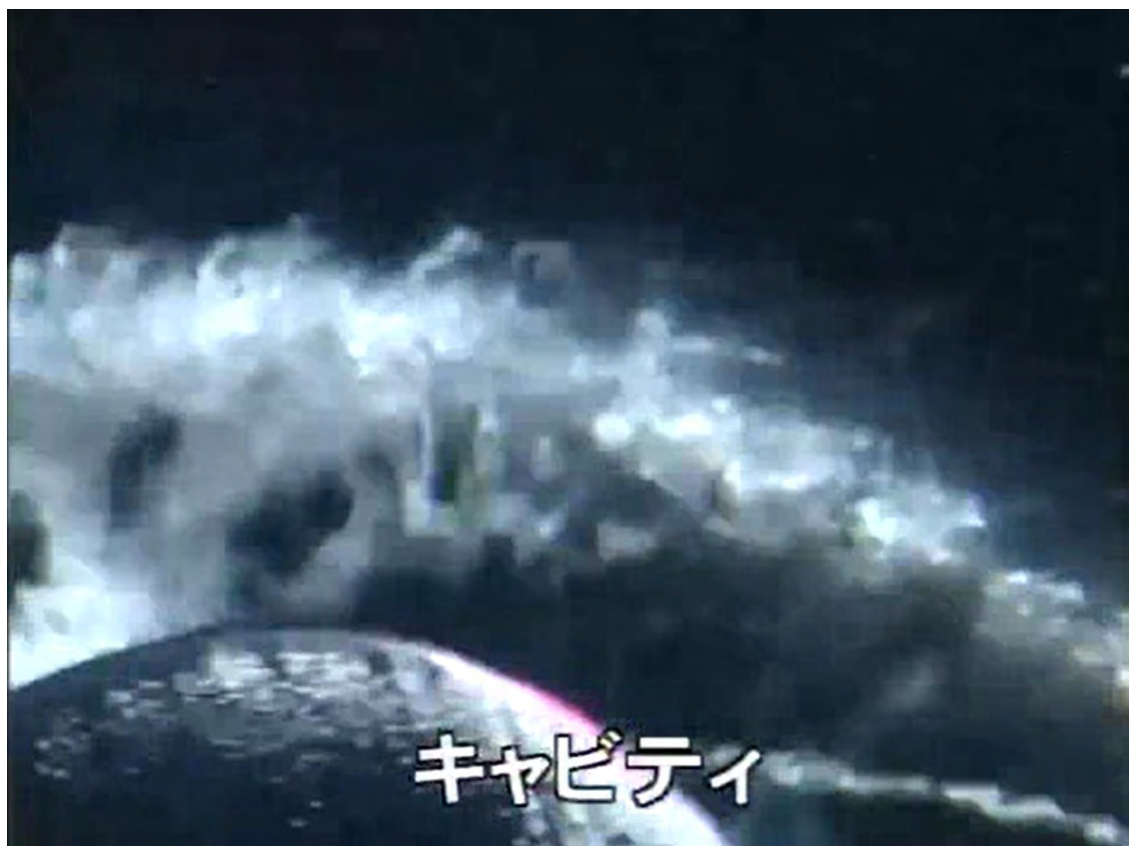
- ✓ 液体の流れの中で圧力差により短時間に泡の発生と消滅が起きる物理現象である。
- ✓ 空洞現象とも言われる。
- ✓ この現象は19世紀末に、高速船用のプロペラが、予想された性能を発揮しなかったことから発見された。

(映像は  
インターネットより)

気泡やキャビテーションが  
もたらす破壊



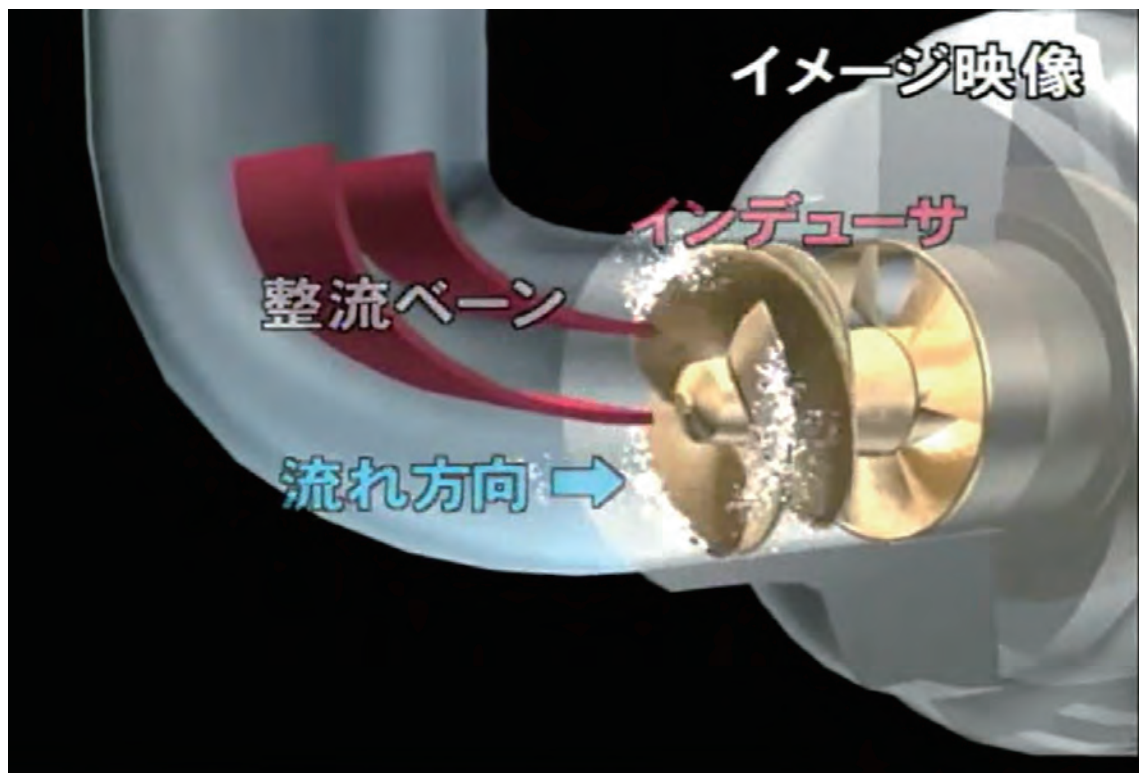
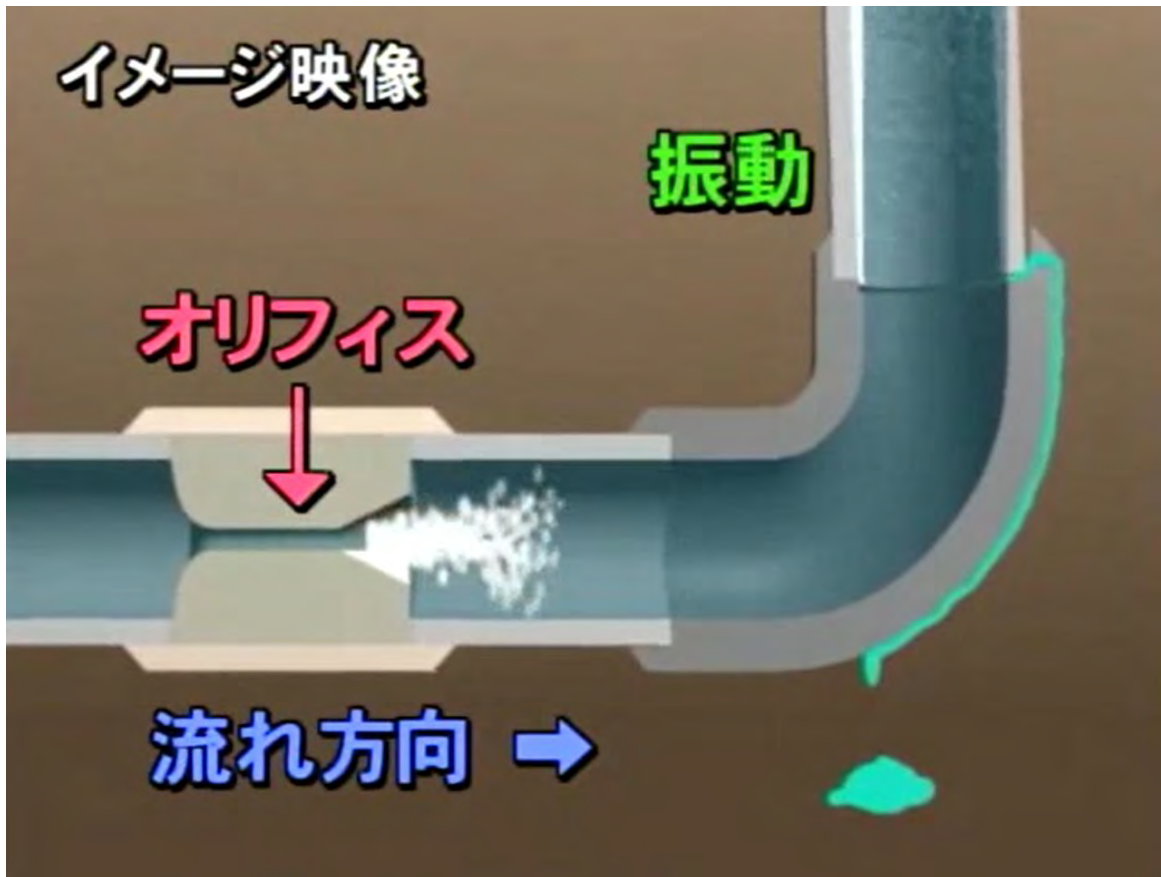
スクリューが高速で回転すると、CVTが発生、大型高速船では、40ノット(時速74km/h)が限界。



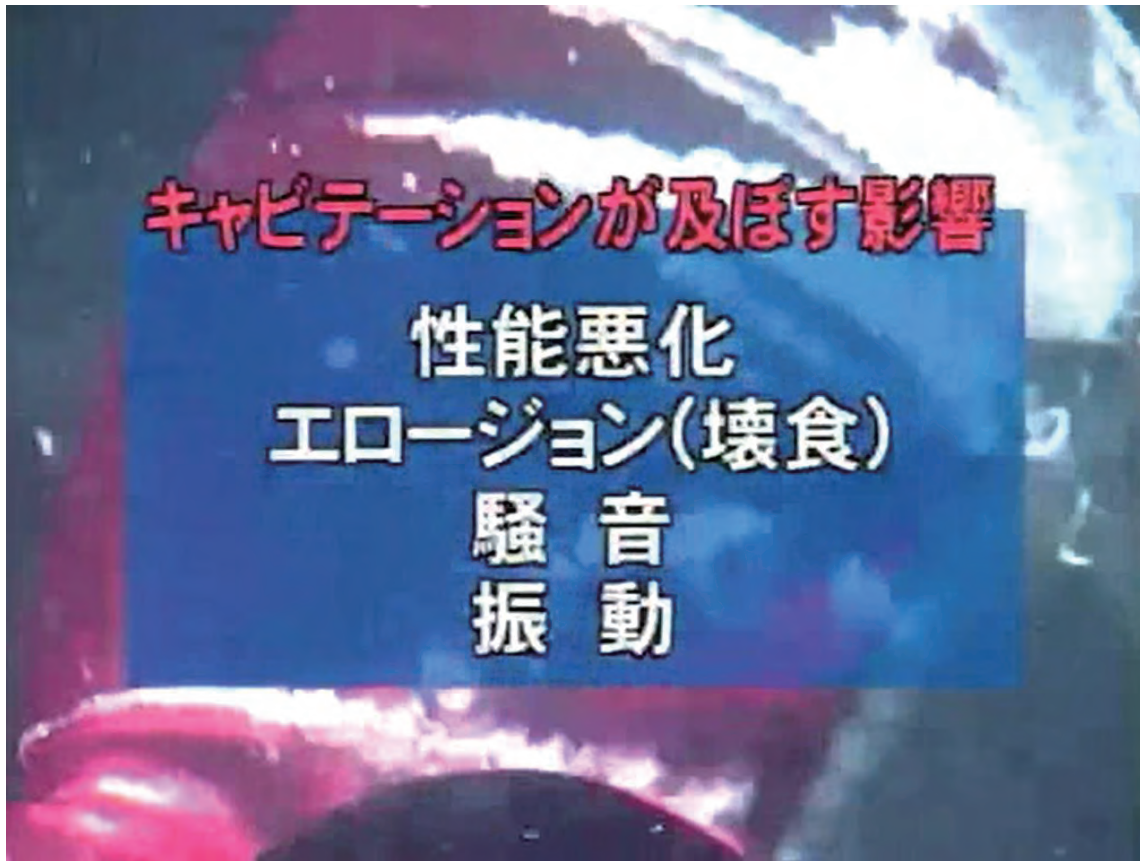
SWP工法ではこのキャビテーションの発生により、地下水の中で真空ゾーンが発生し、その周りも減圧されることとなります。

その事により、山留内のみ水位低下や河川内や海岸の水門工事等でもスポット的に水位低下ができます。

地下水中に水面より低い圧力ゾーンが発生 → 負圧伝播



SWP工法ではこのオリフィスをHi-Wai洗浄とバキューム吸引にて、キャビテーションを発生させています。  
 又、真空気化(水蒸気の泡)を利用して、SKK工法やA&S工法として利用しています。



流体工学分野では、このCVTは配管やスクリューに悪影響を及ぼしていますが、CVT工法ではこのエロージョン、振動を利用して

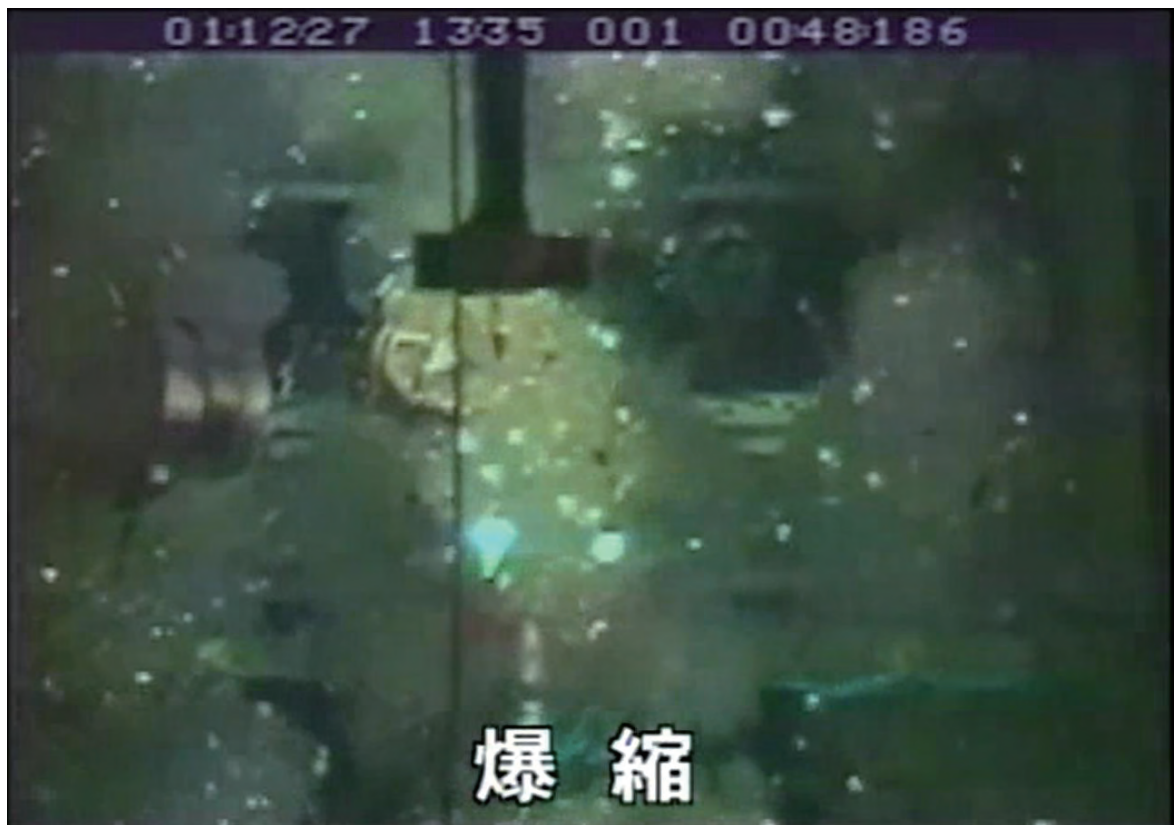
CVT工法 - - - 地すべり対策(地下水低下とせん断抵抗の増加)

SKK工法 液状化対策(エアートラップと地盤強化)

A&S工法 軟弱地盤改良(圧密促進と地盤強化)

土壤浄化(真空気化、ヘビーメタル除去)

CVT乾燥装置 - - - 木材、穀物、汚泥等の乾燥装置に使用しています。



12 0msec



衝撃波=1,000~10,000気圧

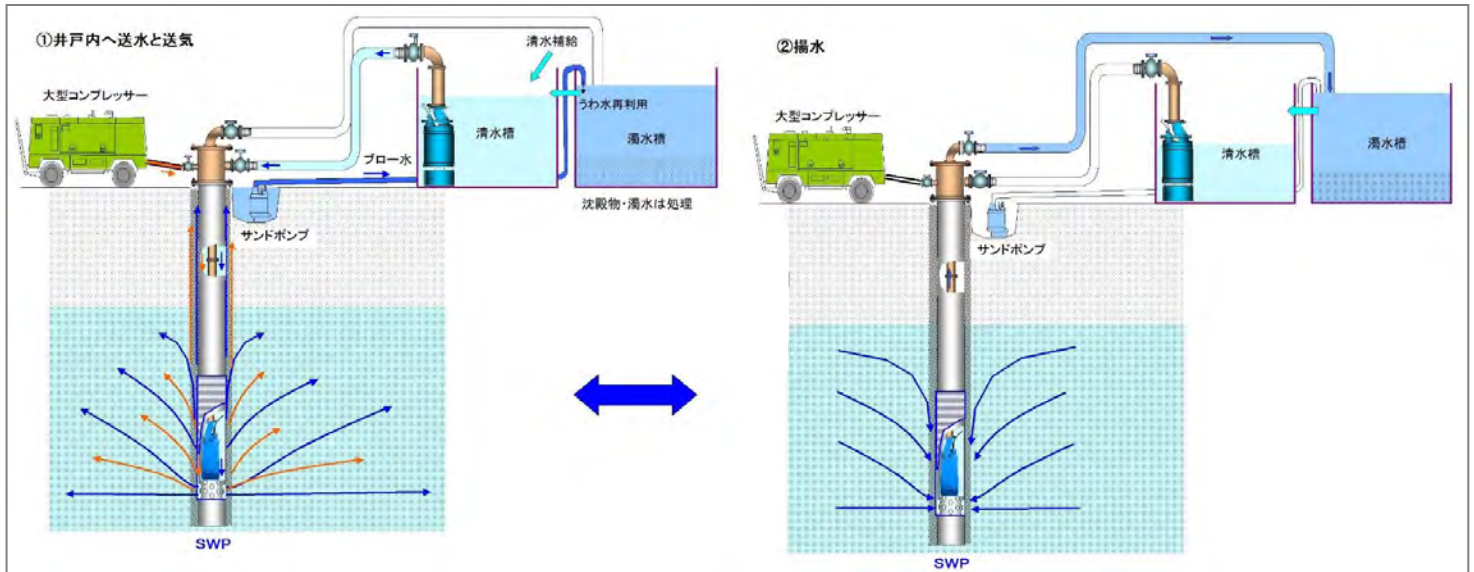


## エロージョン(壊食)

このエロージョンを利用して粘性土、PEAT層、木材、穀物等の早期乾燥を実現しています。

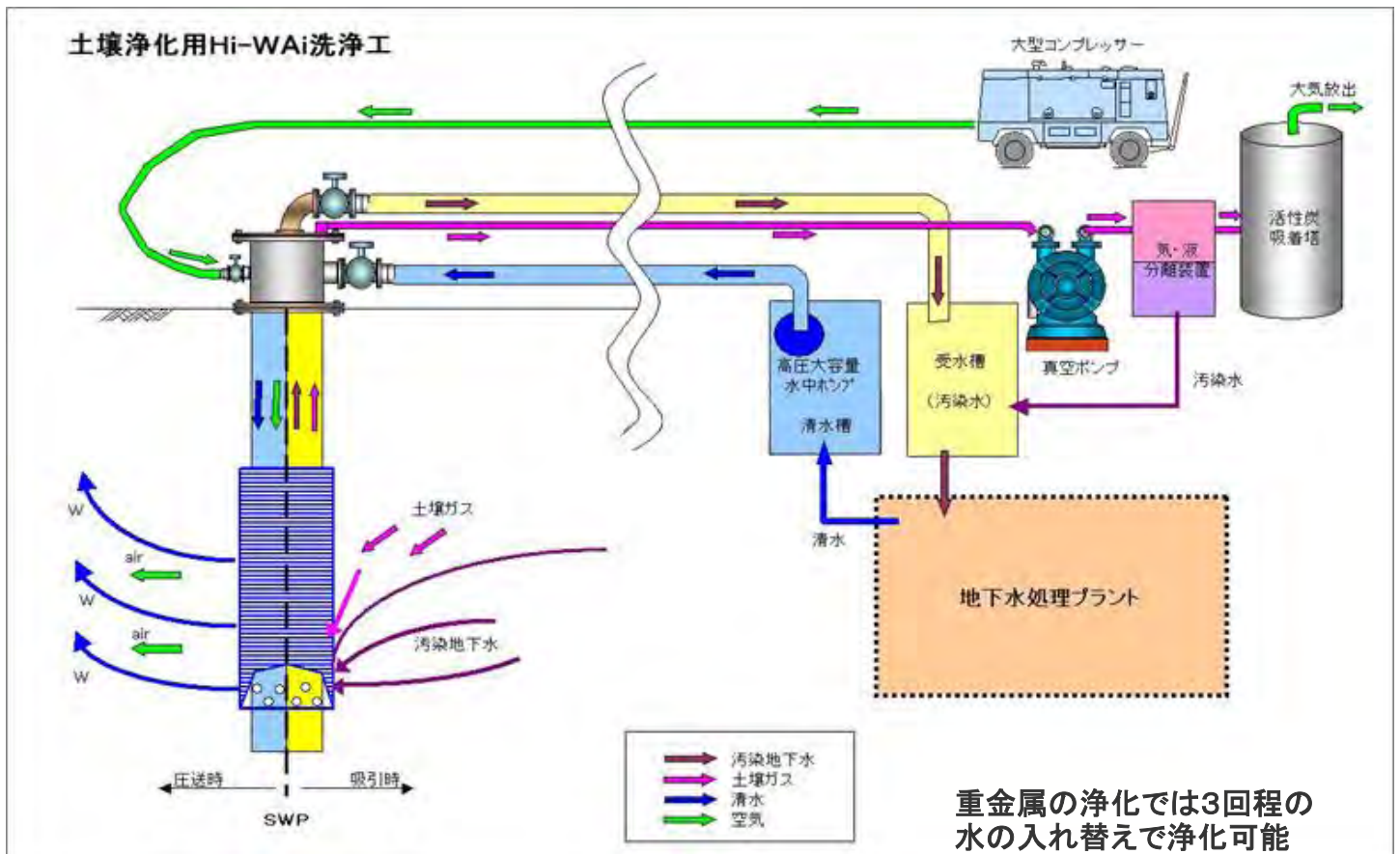


# Hi-Wai洗浄

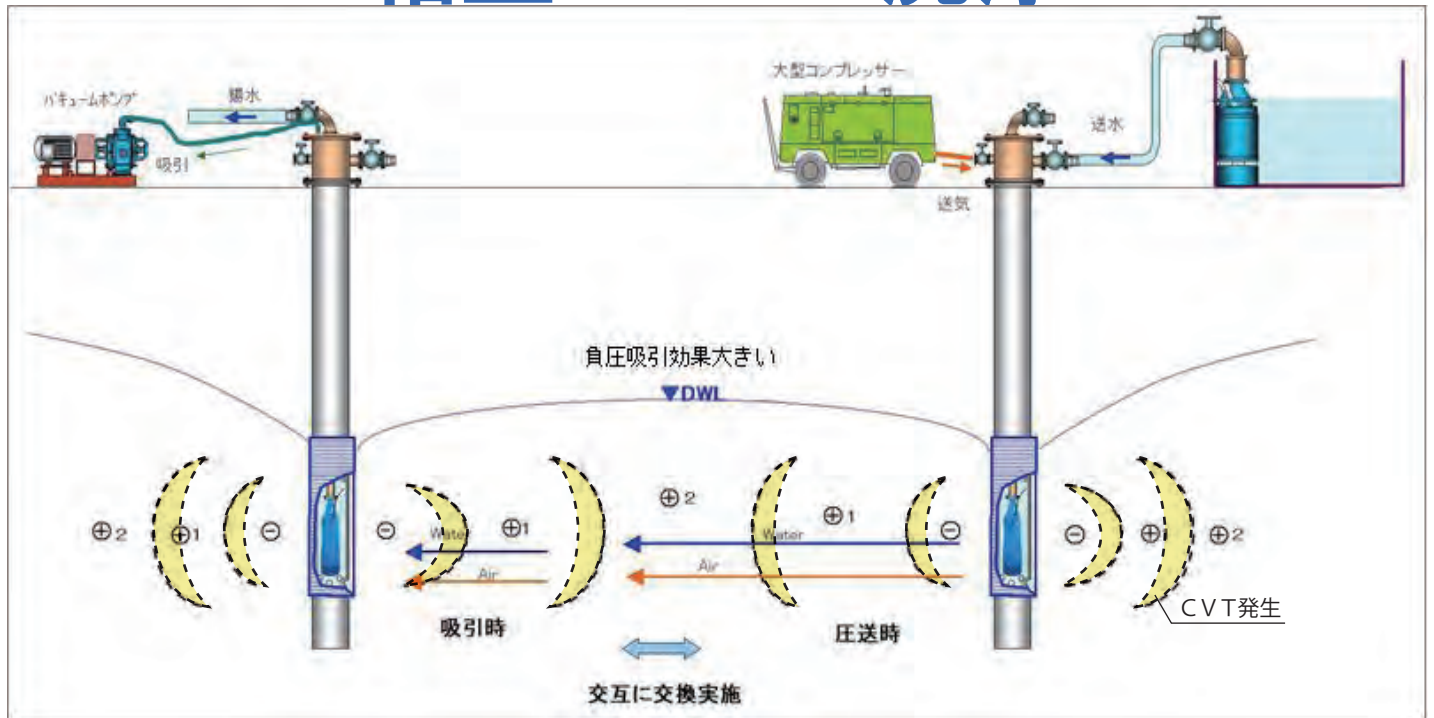


## 特徴:

- ①開発当初のスイング洗浄(SW洗浄)を、より効果的に行なう為、大量の圧力水+大型コンプレッサーによる大量圧縮空気を同時又は、交互に地盤中に圧入作業と吸引作業を繰り返す事により、「水みち作成」の効果を大巾に改善した
- ②毛管現象などによる吸い上げや透水係数(k)の小さな地盤(細砂,粘性土,砂岩層等)で、目的の水位をほぼ完全に低下させる事が出来る。
- ③土壤浄化の現場で、ヘビーメタル(重金属)やVOC,油分,等の洗浄効果が期待出来る。
- ④地中への空気と水の衝撃(インパクト)効果で砂の締め固め効果が期待出来ます。・特に送水送気によって、一度ゆるめた後、バキューム吸引で締め固める事で土粒子の配置(スワリ)が変化し、地盤強度が増加します。

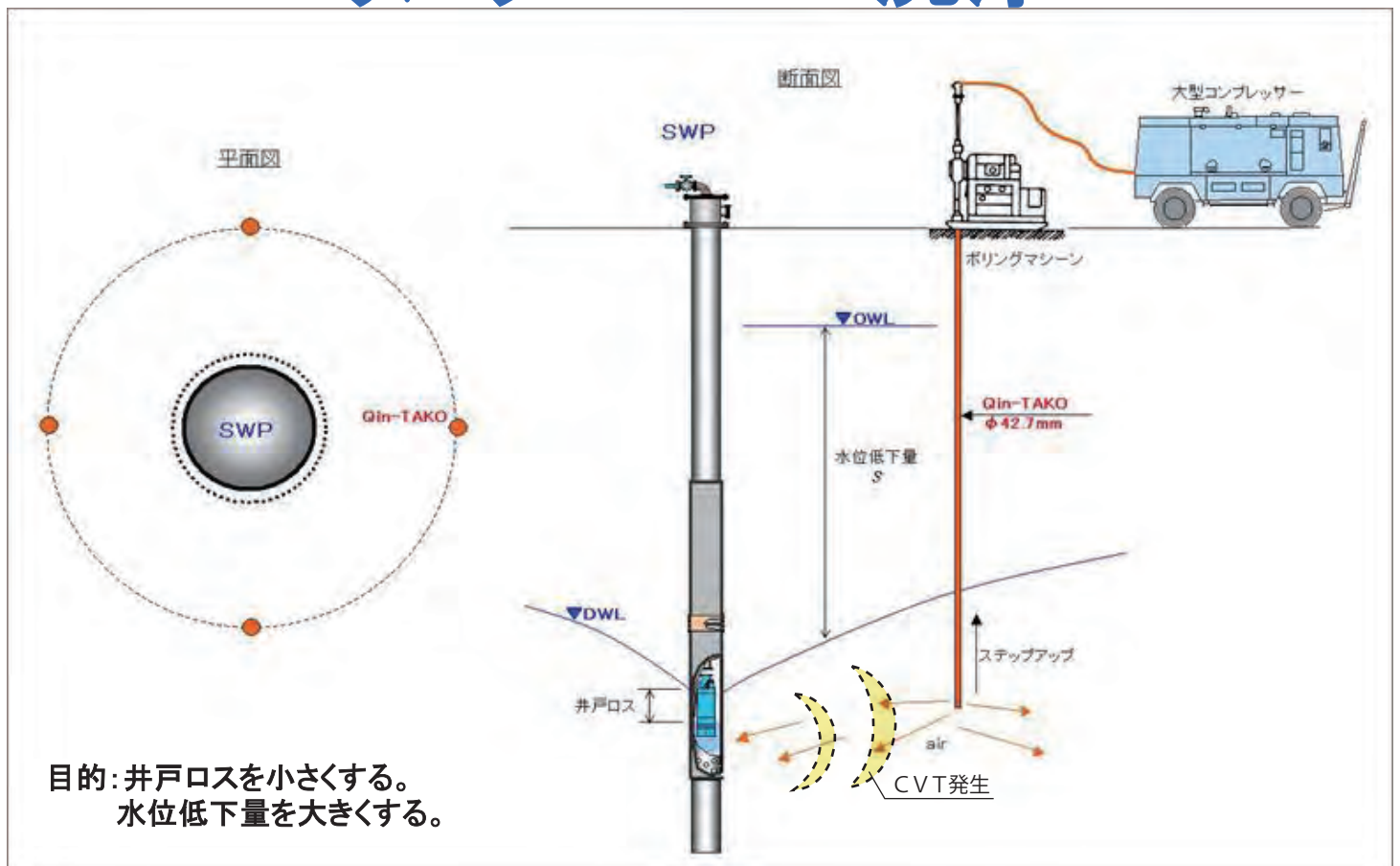


# 相互Hi-Wai洗浄



目的: 圧送と吸引を相互の井戸で繰り返し行うことで、SWP井戸間の透水係数が大幅に改善され  
水位低下効果が大きくなり、又、井戸ロスを小さくする効果も大幅に改善した洗浄法です。

# リングHi-Wai洗浄



目的: 井戸ロスを小さくする。  
水位低下量を大きくする。

# Hi-Wai洗淨狀況



CVTによる地盤改良効果(参考例)

b) 国土交通省発注の外環状線市川工区(全工区)においては、ゆるい細砂混りシルト層ゆるい粘性土、ピート層のすべての土質で、目標のコーン指数400はクリアしていました。(D-2)

c) シンガポールでの試験施工(D-3)では、

- ① スウェーデン貫入試験(D-4)で、  
上部 N値で N=2~4 → 改良後 N=15~20  
下部 N値で N=2 → 改良後 N=6~8

② 標準貫入試験(D-5)では、  
ビフォー N=0~5 → アフター N=10~20

③ Pc (KN/m<sup>2</sup>) では、(D-5)  
ビフォー Pc=100 → アフター Pc=220~340

④ 沈下量(D-6)

目標としていたSWP井戸管の沈下量s=0.886mはクリアしました。但し、海側で一部沈下量が少ない所がありました。振動ローラで衝撃を与える事で約25cm位沈下しました。

浅い表層部・・・20tクラス振動ローラ  
深い場合・・・サンドコンパクション他との組合せ  
CVT効果  
インパクト有効

⑤ 浅岡式で判断すると、A&S工法では一次圧密から二次圧密に変化しています。

d) マレーシアのピート層では、真空気化(cavitation propagation)で(D-1)、

① 初期ひずみeが小さい事。

② 圧縮指数(Cc)がゆるやかな勾配に変化しています。  
テルツァギーの圧縮指数に対して、真空気化で含水比eが5~10%

キャビテーション工法での改良効果

a) CVT工法では真空気化乾燥で水分を蒸発させると、粘性土分の縮毛構造間のセメンテーションの腕の強度が増す。

テルツァギー理論で言う所の圧縮指数が大幅に変化しています。

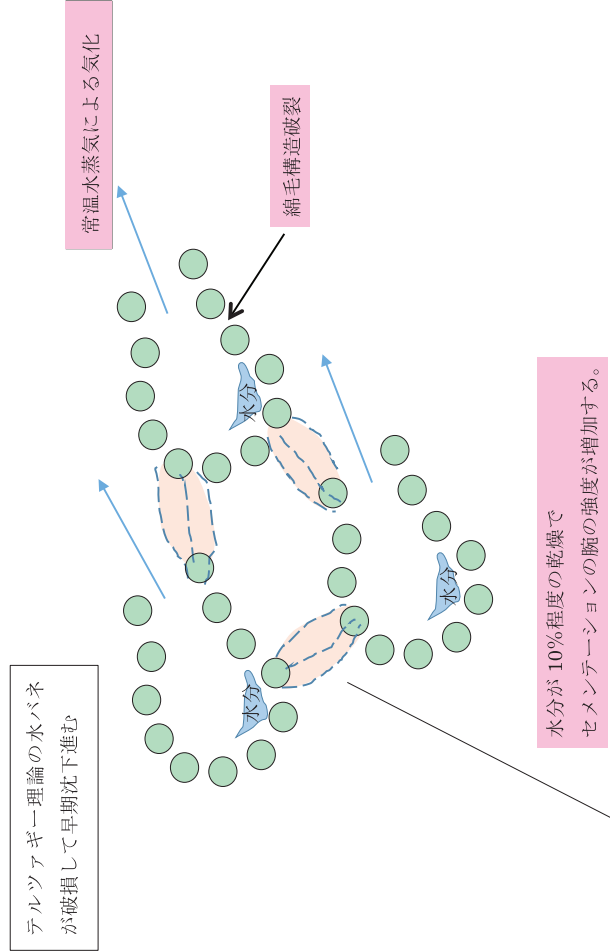
(含水比eで5~10%の乾燥で改良しています)

参考として、

- ① マレーシアでのピート層の圧密試験・・・データ(D-1)
- ② シンガポールでの改良効果、沈下量sに対して大きく変化等を参照してください。

真空気化による粘性土の改良効果 イメージ図

粘性土のセメンテーションの強度改良



位乾燥させると、セメンテーションアームの強度がUPして二次圧密に変化しています。

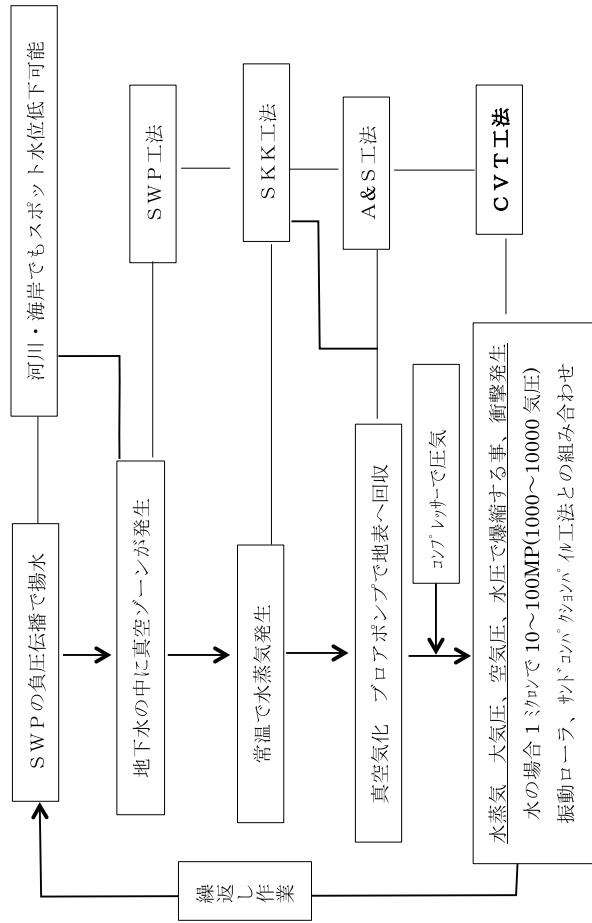
⇒ひずみ（沈下量）に対して改良強度が非常に大きい。

※このセメンテーションアームの改良は、地すべり対策でも大きなセメント強度の改良になり、今後の研究が大事になります。

e) キャピテーション効果としては

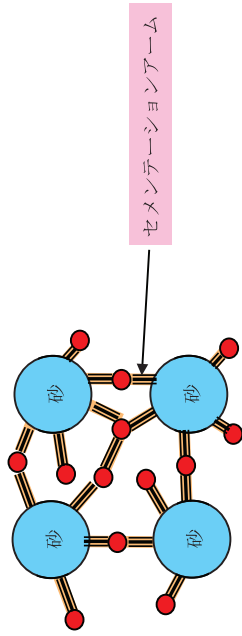
- ① トラフィカビリティーの改善
- ② 支持力強度の改善
- ③ 気化による衝撃により締固め効果もあり、
  - ・地すべり対策として有効 → セメント抵抗の改善
  - ・軟弱地盤改良として有効
- ④ その他

f) キャピテーションのフロー図



g) 砂質土のセメンテーションアームの強度

砂層の粒度分の内、粘性土分のセメンテーションアームの水分を真空気化（キャピテーション）効果で脱水すると、



単粒構造内の結合強度が大きくなります。

※粘性土や砂層共、真空気化で乾燥すると、セメンテーションアームの強度が改良され、地盤改良に有効です。

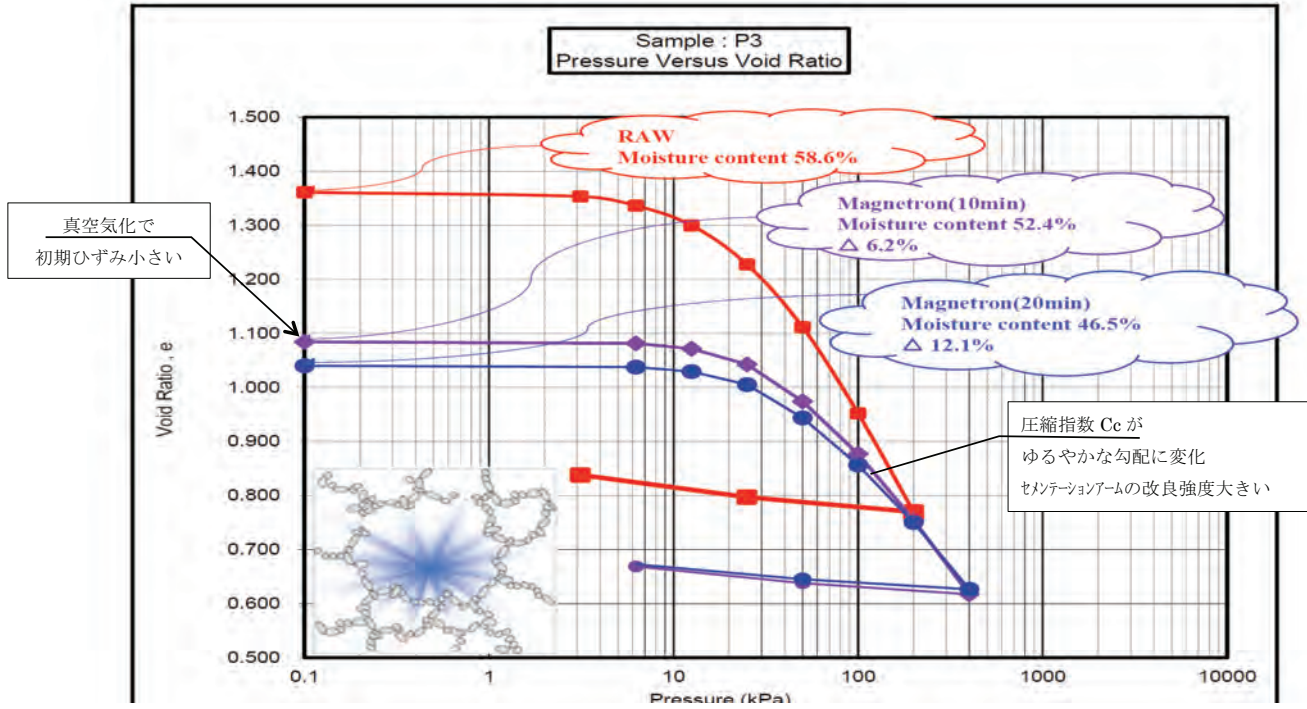
地中のキャピテーションが発生し、真空ゾーンの中に水分水蒸気として気化します。その際、水が気化すると体積膨張が始まり、×1700倍にもなります。スクューヤポンプ等で発生するキャピテーションは、1000~10000気圧の衝撃にもなり、地中にインパクトを与え、締固め効果にもなります。また、その後、水蒸気空洞は水圧・土圧により爆縮する事で大きな衝撃が発生し、CVT工法では地中全体が負圧状態でプロアポンプにて水蒸気を地表へと回収できますが、しばらく時間を取った後（3~4日サイクル）次に圧気を地中へ送り込むと、この爆縮が始まり地中に衝撃を与える事が出来ます。このシステムを繰り返すことで効果的に乾燥と地盤改良が出来ます。

水中での例では、カミオゾンデで水深1000mの所で3箇所の電球がこの爆縮で大きな衝撃が発生し、地震が発生しました。

電球そのものが負圧状態の中の水蒸気状態で、キャピテーションと同じです。他にH2ロケット8号機の事故例、三浜原発の事故例とこのキャピテーションが注目されています。この現象を利用してメタンハイドレードのHi-Wai洗浄に利用でき、広い範囲の回収に役立つものと思います。

他に、地すべり対策でも有効な工法です。

(D - 1) マレーシアピート層の圧密試験



h) SWP工法とその応用技術

工法名	目的	組合せ工法	内容
SWP工法	河川、海岸などでもスポット的に水位低下可能	SWP工法単独	負圧伝播によるスポット水位低下可能
VPRW工法	溶解性鉄分の地下水を酸化させずに完全復水	SWP+VPR工法の組み合せ	空気中の酸素に触れずに圧力水で完全復水
SKK工法	キャピラリーシリン効果で、Voc・油分・水等の気化浄化と乾燥	SWP+Qin-TAKO工法の組み合せ	地中をSWPの負圧伝播で揚水すると、同時にキャピラリーシリンが發生して真空→水蒸気発生→衝撃→プロアポンプで地表回収
A&S工法	短期圧密沈下促進工法として2~3ヶ月を目標とする	SKK工法+小盛土 載荷重	水分乾燥後の縮毛構造の粘性土を盛土で沈下
CVT工法	二次圧密工法として、理論圧密沈下量の早期沈下	A&S工法+振動ローラー, CVT効果との組合せ	A&S工法にダイレクトに振動ローラー、深部ではCVT効果との組合せと、キャピラリーシリンでの圧密促進と強度改良

**最新技術 現場**

東京外信 三浦新一(高谷ICT)の現場・施工事例を掲載する専門誌

## 間隙水の吸引工法(SKK工法)を適用して 軟弱掘削土の土質を改善 - 田尻地区函渠その3工事 -



国土交通省  
関東地方整備局  
霞が関区工事事務所  
副所長 **山田 明彦**



東海建設 本社  
土木事業本部 技術部  
部長 **圓富 和賀**



東海建設 東京本部  
田尻地区函渠工事の工事事務所  
現場代理人 **安部 遼人**

### はじめに

「田尻地区函渠その3工事」は、千葉県市川市田尻高谷地区の東京メトロ東西線に近接した延長134mの工区で、掘削幅約30m、掘削深さ約15mの掘削深部の道路トンネル(図-1)を閉鎖工で築造する工事である。工事位置は河川において地下水位が高く、掘削地盤には軟弱な高含水比の沖積性土が存在するため(図-2)、トラフ・カビクリチの不良や土砂崩壊等の施工上の悪化といった問題が懸念された。そのため、スーパードラムポンプ(SWP)工法に吸送気管を組み合わせたSKK工法を利用し、軟弱地盤中の間隙水および地下空気を吸引することで土質改良を行い、上記問題の解決を図った。

本稿では、SKK工法の土質改良への適用性を、試験施工ならびに表層土において確認した結果を報告する。

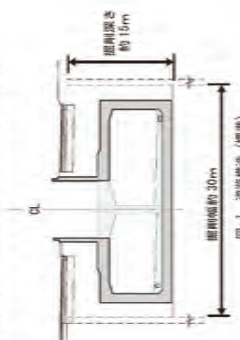


図-2 工事位置および土質横断面

### SKK工法の概要

(1)SKK工法の概要(土質改良の原理)  
SKK工法は、SWP工法を応用した技術で、高真空吸引で地下水位の低下を促進し、水位低下した地盤中の地下水空気を吸引して吸着水を気化脱気し、地盤の含水比を効率的に低下させる工法である。SKK工法を用いて沖積粘性土地盤の含水比を大きく低下させることで、トラフ・カビクリチおよび土砂崩壊等の施工上の問題を改善できる。  
SKK工法では、地下空気の回収を促進させるため、SWP井戸側に吸送気管を設置している。また、本工事で空気の流れ込みで水みちを形成して透水圧(通気圧)を向上させるため、Qin-TANKO工法(吸送気管の追加設置)を採用した(図-3)。

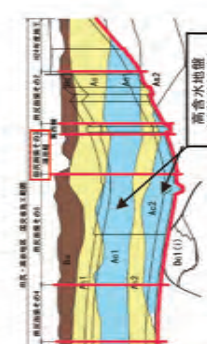
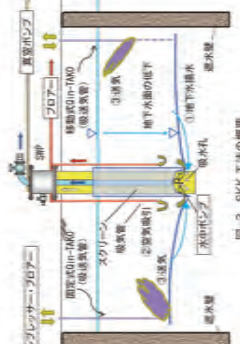
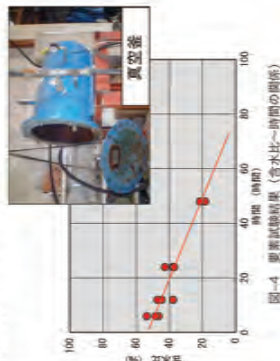


図-4 主要試験結果(含水比-時間の関係)

### (2)地盤内空気の吸引による含水比低下効果

真空吸引による含水比低下効果を確認するために、真空管を用いた基礎試験(逆着実験)を行った。現地A-1層から採取したボーリングコア試料を図-4中に示す真空室に入れ、真空吸引(真空圧0.88MPa)して含水比の変化を測定した。

図-4は試料の含水比と時間の関係である。試料の含水比は、時間の経過とともに仮想的に低下し、約60%あった含水比が4時間後に22%にまで低下している。これより、地下水が完全に蒸発した理想的な環境下では、真空吸引による吸着水の気化乾燥で含水比が半減(相当真空低下)することが確認できた。



### 現場試験施工による土質改良効果の確認

現場調査や施工条件は室内試験に反映できないため、室内試験の結果のみでは現場での含水比低下量、それに要する時間、日本の井戸による効果と同等程度の相定が必要でない。そこで、土質改良効果の確認および表層土での対策仕様の設定を目的として、実物大規模の現場試験施工を行った。

#### (1)現場試験施工の概要

施工着手前の試験施工区用地に図-5に示す10×20mの試験ヤードを設けて試験施工を実施した。試験施工では、ヤード内に日本の井戸(SWP)と吸送気管を配置し、SKK工法の稼働による含水比の低下、三成分コーン貫入試験によるコーン指数の改善、地表前地下水等を測定し、土質改良効果の判定を行った。各項目の測定頻度は0.5、1、2か月後の3回で、測定箇所は図-5に示すとおりである。

なお、表層土条件(層厚)と整合させるため、試験ヤード外周は長さ15mの鋼矢板で締め切り、鋼矢板下部は断片止(A-2)に根入して外周からの地下水の流入を極力遮断した。また、表層土では地盤改良施工(底層改良)による開孔孔路が生じるため、試験施工ではボーガのみで同様の開孔路を設けている(図-5の破部A)。

図-6に示すように、試験施工における井戸の下端は、下

部地盤からの地下水の湧出込みを避けるために、A-2層下端付近まで掘削している。したがって、効果確認の対象層は主にA-1層である。

#### (2)土質改良効果の確認結果

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(図-5のNo.4付近)の各層上下2か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か月間の土質改良によりA-1で1.6%、A-2で5.8%の含水比低下効果を確認できた。A-2の含水比低下量が少ないのは、先に述べたように、井戸がA-2層に達していないこと、および上位層の水の水位低下が若干分であったためと考えられる。

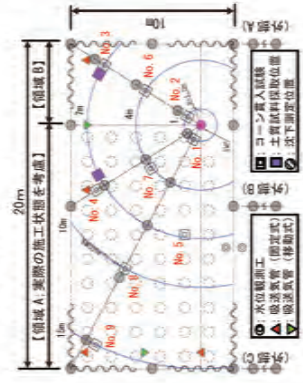


図-5 試験ヤード(測定位置)

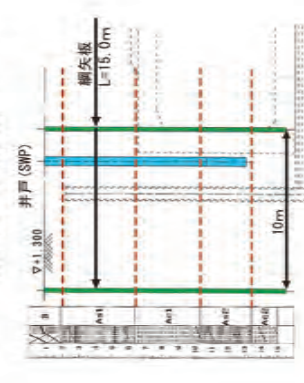


図-6 試験ヤード断面図(土質改良層)

表-1 土質改良前後の含水比の変化

測点	1か月後(%)	2か月後(%)	ΔW(%)
A-1	31.2	29.1	2.1
A-1	37.4	37.8	-0.4
A-2	39.3	37.7	1.6
A-2	71.5	75.2	-3.7

次に、土質改良直後のコーン指数 $q_c$ の変化を  
 図-7に示す。 $q_c$ のグラフは連続した出力前を併ごと  
 に平均化したものである。図-7に示すように、2か  
 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  
 び対象土層(粘性土)の $q_c$ が土工工事の目標値 $q_c \approx$   
 $400\text{ kN/m}^2$ を満足する結果であったため、SKK工法  
 の適用によりトリアキリティ確保および掘削土砂  
 搬出の施工阻害に対する効果があると判断した。

(3) SKK工法による地表面変位(沈下)の性状  
 地盤中の含水比が低下すると、それに伴い地表  
 面沈下が発生する。試験施工では試験ヤード内外  
 の土質改良直後の地表面沈下量を生体計測器で求  
 め、SKK工法による効果および周辺への影響につい  
 て検証した。地表面変位と原点(ヤード内)は井戸、  
 ヤード外は調査点(表)からの距離をとって、  
 図-8に示す。

試験ヤード内の測定位置は図-5に示すとおり  
 で、地盤改良の剛孔跡を考慮した側の「領域A」とそ  
 の他の「領域B」に区分して地表面沈下を整理した。

図-8より、剛孔跡がある「領域A」の沈下量は  
 $80\text{ mm}$ 前後で、「領域B」に対して倍以上的沈下量である。  
 これは、剛孔跡の存在で地下空気の流れが発生しやすくな  
 るため、 $15\text{ m}$ 位置の測定が欠測になったと考えられることである。  
 なお、 $15\text{ m}$ 位置の測定が欠測になったが、目視からはヤード  
 内全面に等面沈下が発生しているようであり、この点から  
 $40\text{ kN/m}^2$ 以上の効果は $15\text{ m}$ 程度まで確認していると判断した。

試験ヤード外は長辺の調査方向に3箇所(長辺  
 中央調査点「外部B」、短辺調査点「外部A」「外部C」)  
 の測定箇所を設けて沈下測定を行った。図-8より、調査点  
 から $1\text{ m}$ 離れた位置で最大 $4\text{ mm}$ 程度の沈下量が発生してい  
 るが、それより離れた箇所では測量誤差程度の値であっ  
 た。なお、井戸近くの調査点はヤード内地盤の沈下による  
 共下がりであり最大 $8\text{ mm}$ 沈下しており、調査点から $1\text{ m}$ 離れた  
 沈下はその影響を受けている可能性がある。透水壁の共下  
 がりが発生し、透水が調査に行われる条件下では、SKK  
 工の挙動に伴う周辺影響はほとんどないと考えられる。

### SKK工法の適用結果(実施工での検証)

#### (1) 目標による土質改良効果の確認

試験施工の結果、掘削距離約 $15\text{ m}$ の位置でも土質改  
 良効果(目標 $q_c$ の確保)が確認できたため、実施工でのSKK  
 工法の井戸は図-9のとおり約 $30\text{ m}$ 間隔で配置することに決  
 定した。SWPより半徑 $15\text{ m}$ を超える箇所には固定式の吸込  
 気管を配置し、移動式吸込気管も必要に応じて配置する計  
 画とした。

SKK工の施工は、土留め壁(工区境界)の掘削り壁を含

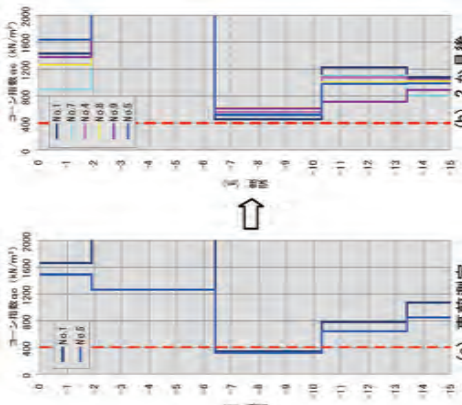


図-7 土質改良直後のコーン指数の変化

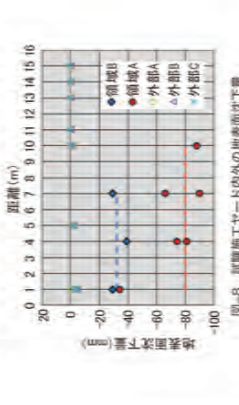


図-8 試験施工ヤード内外の地表面沈下量

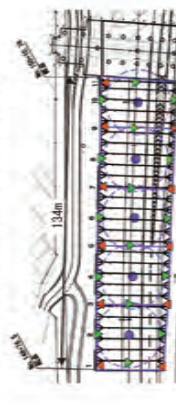


図-9 SKK工 (SWP + 0in + TAKO) 平面配置計画

む)、掘削および掘削壁の全面地盤改良を施工した後に  
 行ったSKK後動時の groundwater 量は、運転開始直後(約60分)  
 目、1か月後は約 $3\text{ m}^3/\text{日}$ 、2か月後は約 $10\text{ m}^3/\text{日}$ と漸減した。  
 地下水水位は初期の段階でAs1層下層まで低下(低下量は約  
 $3\text{ m}$ )し、その後は緩やかに低下する傾向であった。



写真-1 掘削現場での掘削機周辺の状況



写真-2 SKK適用による掘削機周囲 (Ac1層)

Ac1層上層深部付近での掘削機周囲の状況を写真-2に示す。  
 比較のため、先行工区における沖積粘土地盤(Ac層)の掘  
 削状況を写真-1に示す。SKK工適用により、本工区の対象  
 地盤(Ac層)では地下水のしみ出しや地盤の乾燥化は生じ  
 ず、吸込機取付程度で重傷発生が可能であった。また、セメン  
 ト改良処理を施すことなく掘削機上の搬出が可能となった。  
 (2) 土質改良効果の確認

Ac1層は、3次掘削(掘削深約 $30\text{ m}$ )の段階で出現した。3  
 次掘削完了後、井戸間(SWP2~SWP5の間)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 $1\text{ m}$ 深部)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、深部方向の強度分布の推定にはスウェー  
 デン式サンディングテスト(SS)を用いた。測定位置(試料採取  
 位置)は図-10に示すとおりである。  
 Ac1層の含水比測定結果を表-2に示す。事前含水比は  
 工事着手時に調査したAc1層の自然含水比である。SKK工  
 法による含水比低下に対する効果は、井戸から近いNo.5で  
 はやや少ないが、試験施工間と比較してほぼ同等であるとい  
 える。

表-2 土質改良前後の含水比 (Ac1)

	90.0 (%)	1か月後 (%)	$\Delta W$ (%)
試験施工	37.4	45.8	-11.0
実施工 No.1	58.3	49.1	-10.2
実施工 No.5	58.3	50.7	-7.0

次に、3次掘削機から下方の $q_u$ 分布を図-11に示す。こ  
 の $q_u$ 分布は同一深部の一軸圧縮強度と整合させたSSによ  
 る強度分布である。これより、掘削機付近(表層)の強度は  
 施工(掘削機)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、No.5を除き本工区における目標強度( $q_u$   
 $\approx 80\text{ kN/m}^2$ )を $q_u \approx 400\text{ kN/m}^2$ がおおむね得られている。地  
 盤強度(コーン指数)においても、試験施工時と同等の土質  
 改良効果が見られていることを掘削機で確認できた。

No.5位置の $q_u$ 値はやや小さい箇所があり、土質改良効  
 果のパラメータは皆めまい。しかしながら、その大半が $q_u \approx$   
 $200\text{ kN/m}^2$  ( $q_u \approx 100\text{ kN/m}^2$ )であり、実施工においてトリアキ  
 リティに対する問題は生じなかった。

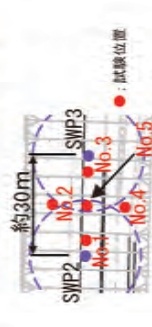


図-10 測定位置 (試料採取位置)

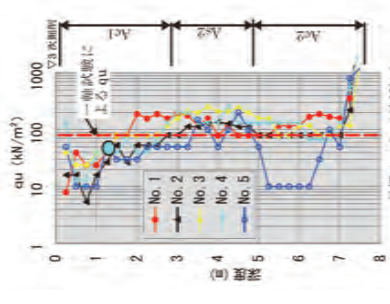


図-11 土質改良後の地盤強度分布

### おわりに

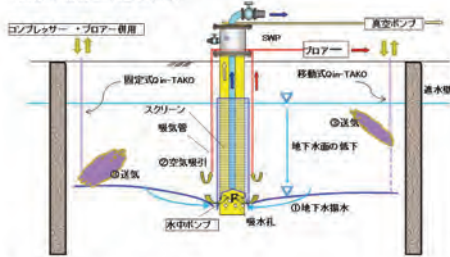
本工区では、SKK工法による土質改良を実施し、非常に  
 沖積粘土でのトリアキリティの確保掘削機土砂搬出の施  
 工阻害が大幅で減少した。SKK工法の適用により、先行地盤  
 改良の岩層およびセメント混じり土の発生抑制(産廃処分費  
 の削減)等、コスト削減にも大きく寄与できたと考ええる。



# SKK工法による粘性土の脱水

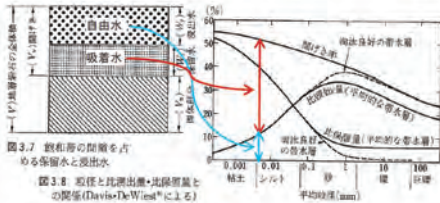
— 粘性土の脱水を短期間に進め、掘削地盤のトラフカビリティの改善を図る —

(東京外環自動車道モデル)



- 1 水中ポンプ、真空ポンプを稼働させ地下水を揚水する(SWP工法)。
- 2 地下水面の低下にともないブロアー(吸気管)を稼働させ、地下空気の吸引により揚水を促進する。同時に、地下水を気化させ回収する。
- 3 コンプレッサー(固定式Qin-TAKO)の送気により地下水揚水を促進させ、吸着水を気化させる。移動式Qin-TAKOにより粘性土全般への送気を行う。状況によって固定式、移動式Qin-TAKOにおいてブロアーによる地下空気の回収を行う。

＜本工法の特長＞  
従来の薬剤(固化材)による地盤改良に比べ、  
①低コストであり、  
②掘削土が建設残土として利用できる。  
(近年、薬剤利用の掘削土の海面埋立が困難になっているが、本工法による掘削土は埋立可能である)  
③掘削土の軽量化(運搬コストの低減)  
(含水比の低下による)



土中水(地下水)は浸出水(自由水)と保留水(吸着水)に分けられる。粘性土の場合、重力排水(DW工法)により自由水の排水はできるが、吸着水の排水はできない。粘性土では吸着水が支配的であり、自由水の排水を要するため脱水が進まずトラフカビリティの改善は難しい。SWP工法は水中ポンプに加えて真空ポンプを利用する排水工法である。この工法では重力に加え負圧によって地下水を集め、水中ポンプによって揚水する。これにより、比較的短時間で自由水の揚水が可能となる。SKK工法ではさらにコンプレッサー、ブロアーを用いる。これらは地下水の回収を促進させ、空気の送気、回収により吸着水を気化(水蒸気)させ脱水する。また、地下水位低下にともなう圧密排水の効果も想定される。

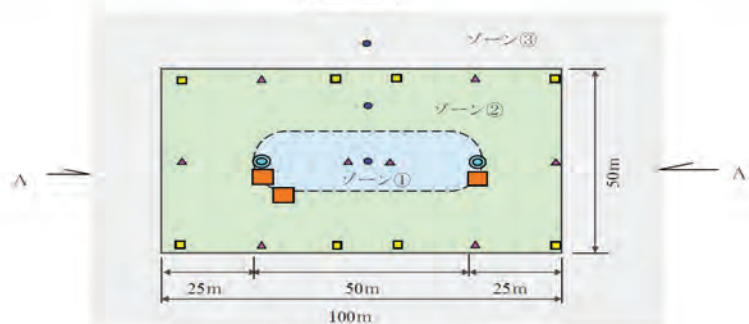


SKK工法による実証試験 (東京外環自動車道 田尻地区函渠その3工事)

(D - 3)

## シンガポール某圧密沈下工事

平面図

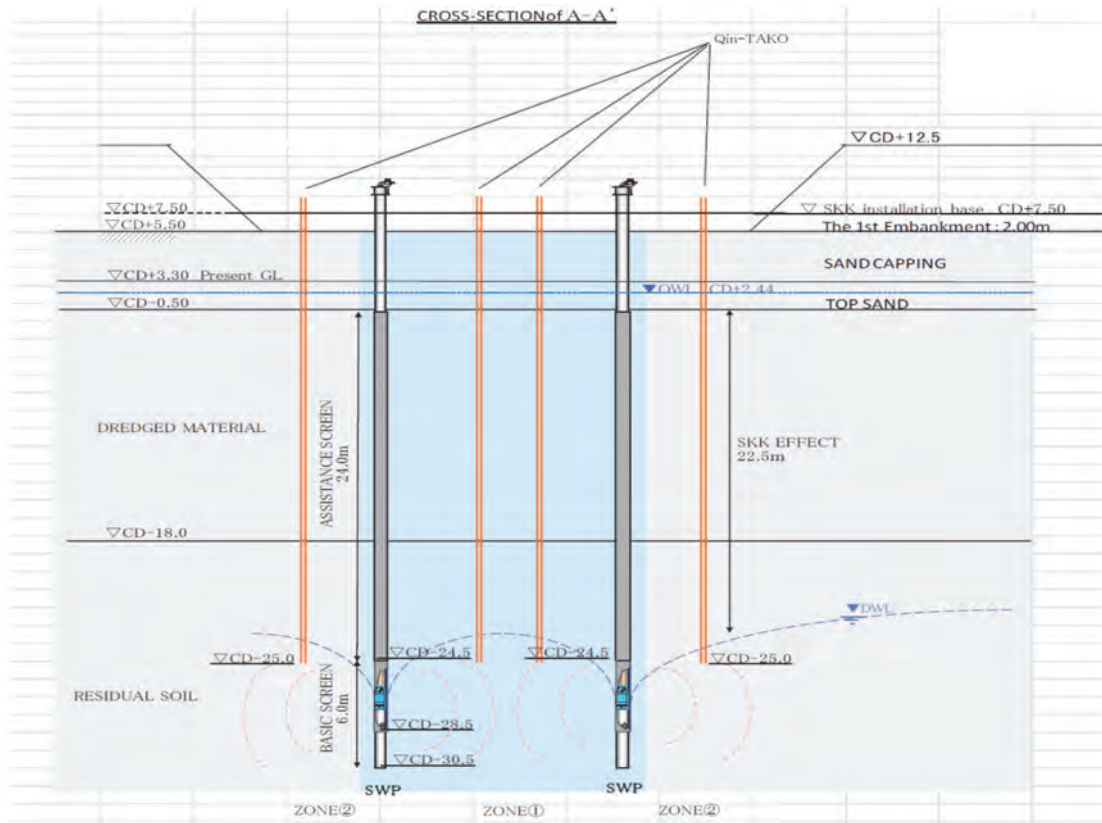
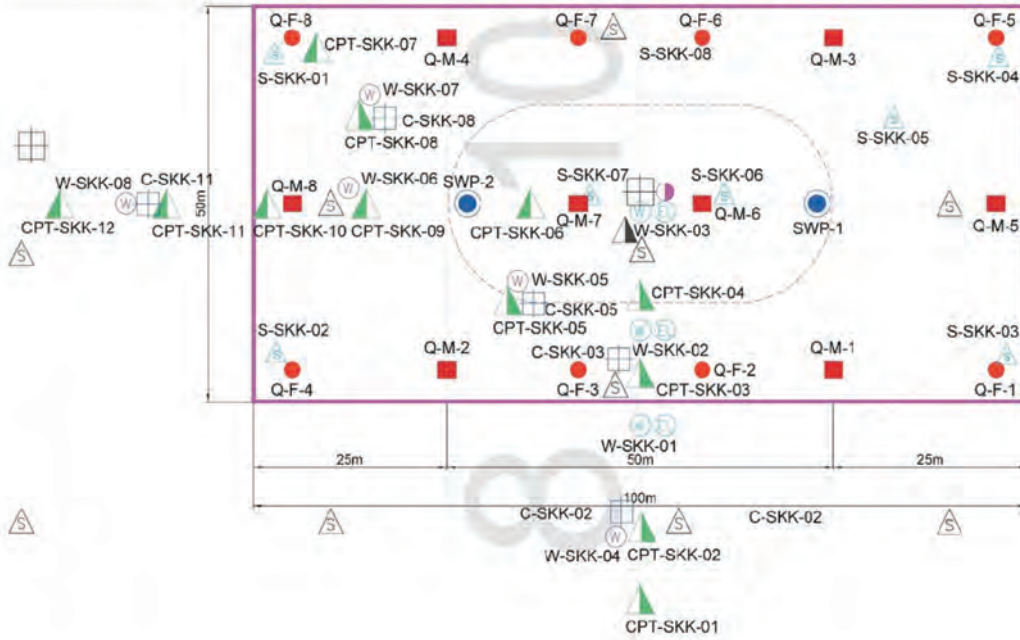


- ゾーン① 負圧伝播と真空気化の確認(SKK間内)
- ゾーン② 負圧伝播と真空気化の確認(SKK間外)
- ゾーン③ 負圧伝播と真空気化の確認(外周への影響確認;SKK間隔確認)

- 真空設備、送気設備、動力設備
- SKK 2本
- 固定式 Qin-TAKO 8孔
- 移動式 Qin-TAKO 8カ所 ※移動式 Qin-TAKO の施工箇所は、沈下の動向により増設あり。
- 水位観測井3カ所(Qin-TAKO)

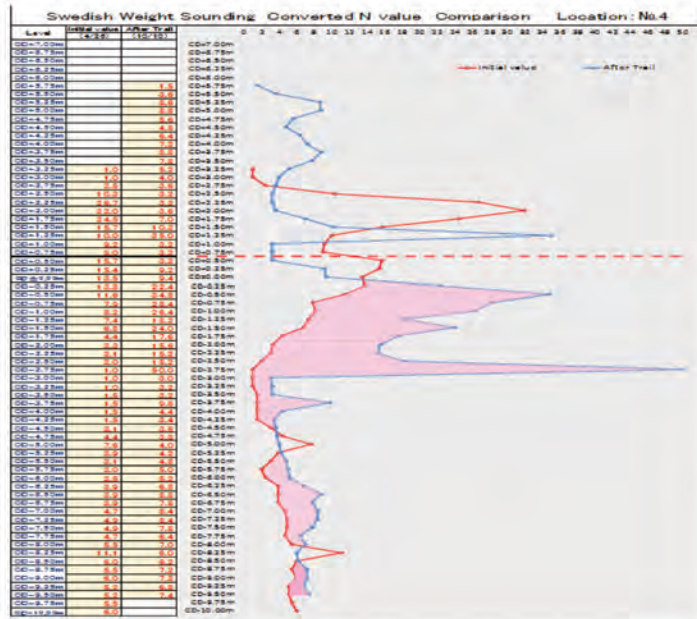
# 計測個所

## SKK TRIAL TEST AREA



(D - 4)

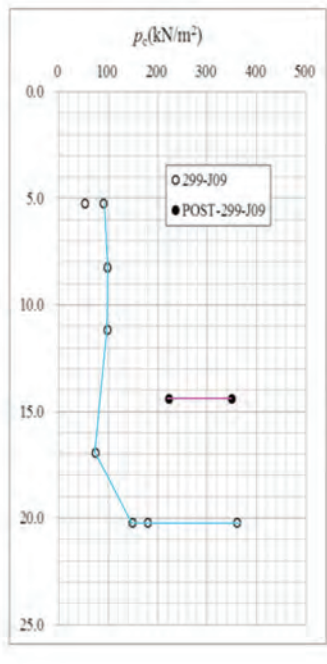
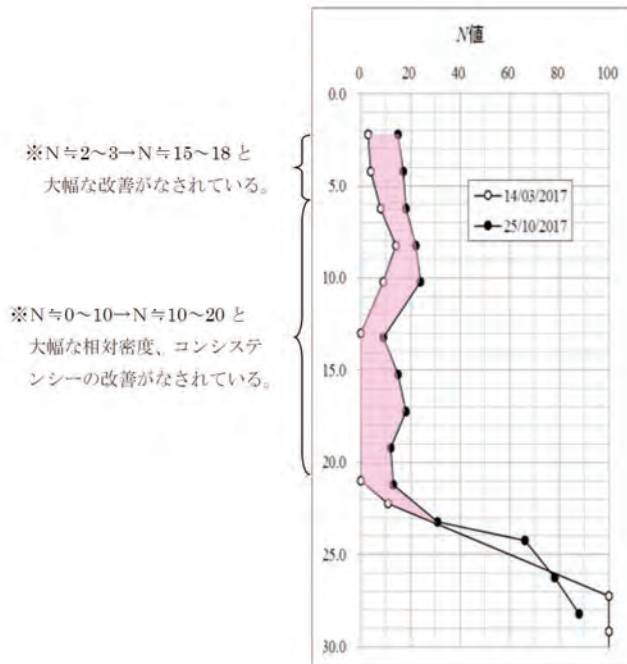
# スウェーデン貫入試験



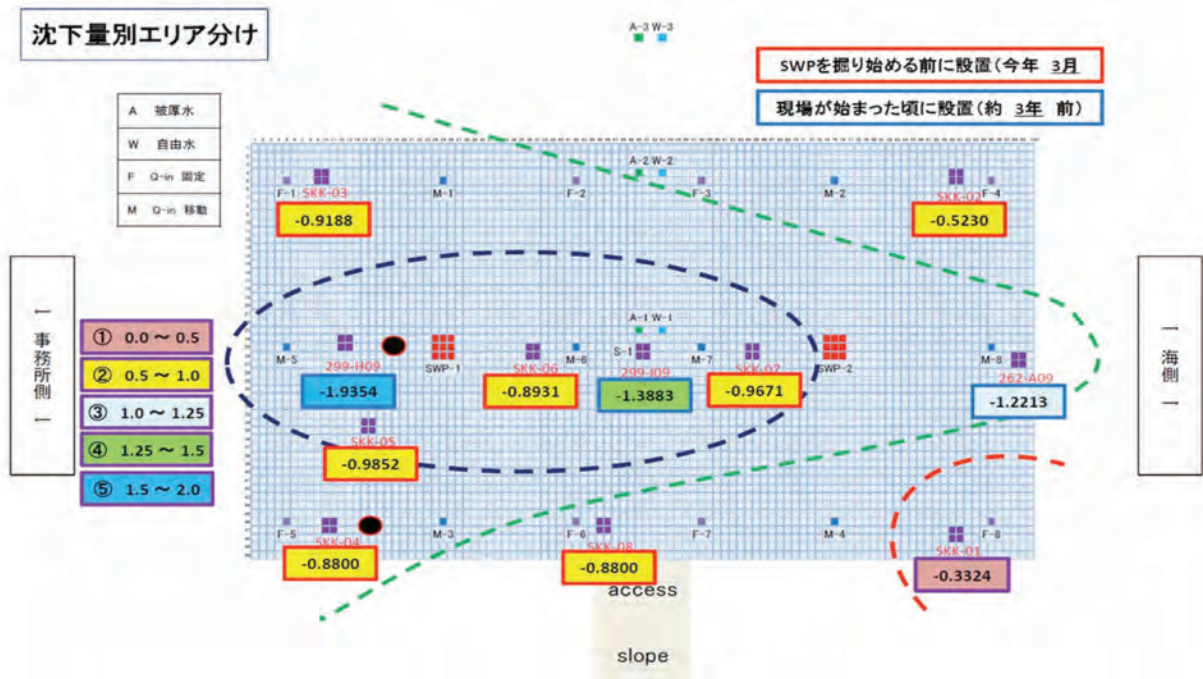
※ Nが2~4→Nが15~20程度に改良

※ Nが2→Nが6~8程度に改良

(D - 5)



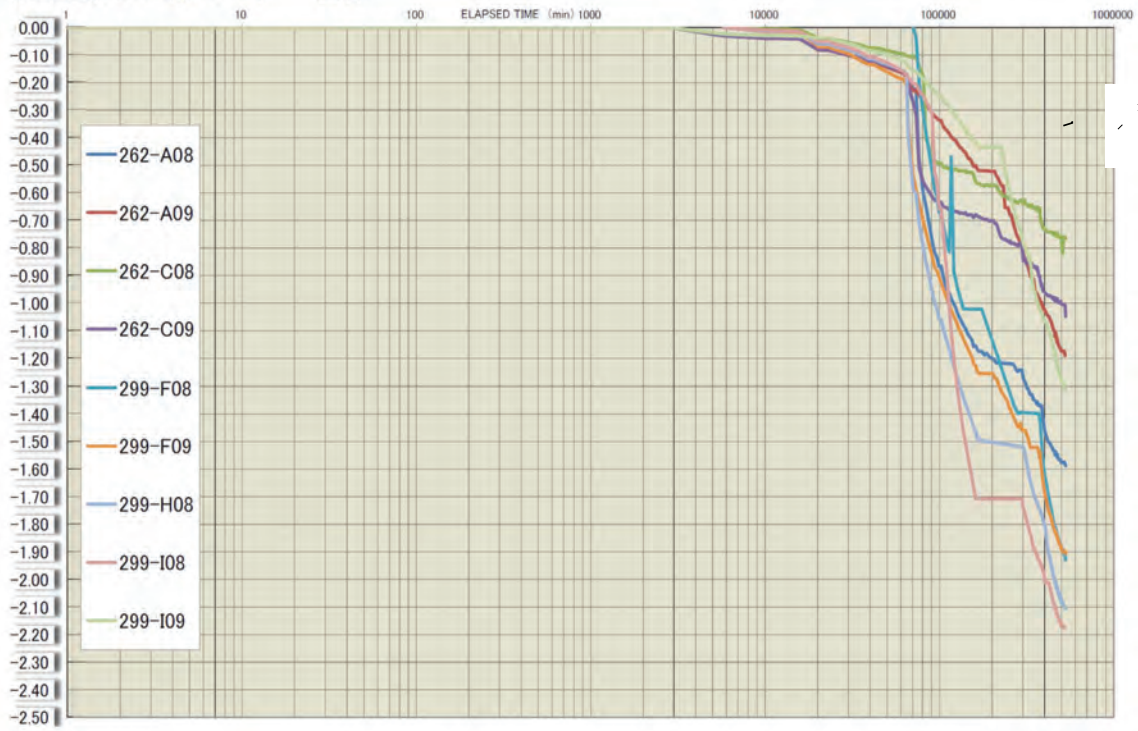
(D - 6)



## 全体沈下

沈下盤No.	沈下量(m)		圧密度
	総沈下量	推定沈下量	
SKK-01	0.3324	0.886	38%
SKK-02	0.523	0.886	59%
SKK-03	0.9188	0.886	104%
SKK-04	0.88	0.886	99%
SKK-05	0.9852	0.886	111%
SKK-06	0.8931	0.886	101%
SKK-07	0.9671	0.886	109%
SKK-08	0.6332	0.886	71%
262-A08	1.5982	0.886	180%
262-A09	1.2213	0.886	138%
262-C08	0.7737	0.886	87%
262-C09	1.0573	0.886	119%
299-F08	1.945	0.886	220%
299-F09	1.9394	0.886	219%
299-H08	2.1418	0.886	242%
299-H09	1.9354	0.886	218%
299-I08	2.1863	0.886	247%
299-I09	1.3883	0.886	157%

沈下盤(Semilogarithm) 全体



# 1. SWP工法による負圧伝播とは？

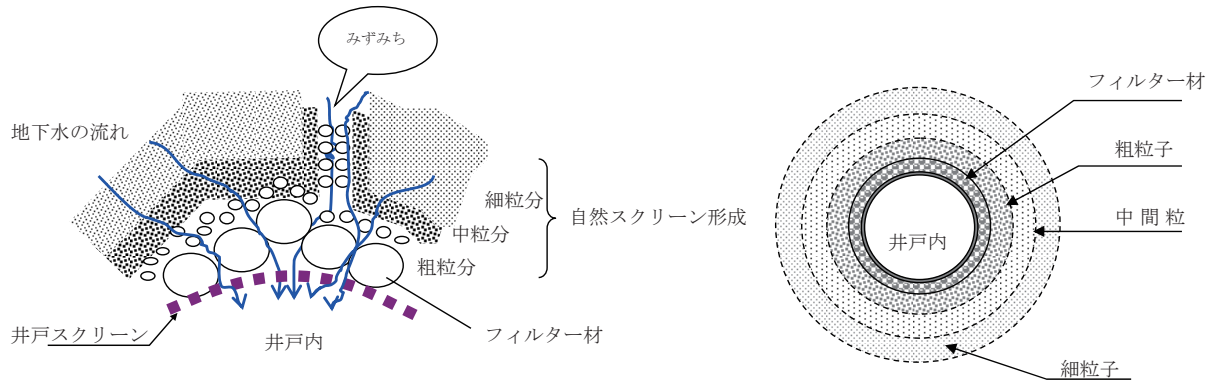
《当社独自の特許工法》

i) Hi-Wai 洗浄効果のグリル現象により、井戸に近い方が見掛けの透水係数が大きくなる事。

Hi-Wai 洗浄での圧送・圧気・吸水・吸気を繰り返す事で地盤中の井戸周りに、井戸に近い所に粗い粒子が集まり、中間に中程度の粒子、遠くに細粒子がアーチ型に組み換えられリング状に形成されます。

これを私たちはグリル現象と称しておりますが、このグリル現象が生じると目詰まりの発生しない自然のスクリーンが出来ます。

グリル現象の概念図



特徴：

- ①大量の圧力水+大型コンプレッサーによる大量圧縮空気を同時又は、交互に地盤中に圧入作業と吸引作業を繰り返す事により、「水みち作成」の効果を大巾に改善した。
  - ②毛管現象などによる吸い上げや透水係数(k)の小さな地盤(細砂,粘性土,砂岩層等)で、目的の水位をほぼ完全に低下させる事が出来る。
  - ③土壌浄化の現場で、ヘビーメタル(重金属)やVOC,油分,等の洗浄効果が期待出来る。
  - ④地中への空気と水の衝撃(インパクト)効果で砂の締め固め効果が期待出来ます。
- 特に送水送気によって、一度ゆるめた後、バキューム吸引で締め固める事で土粒子の配置(スワリ)が変化し、地盤強度が改善出来る。

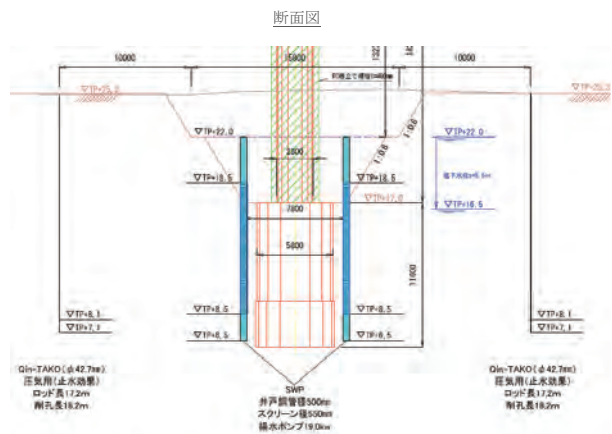
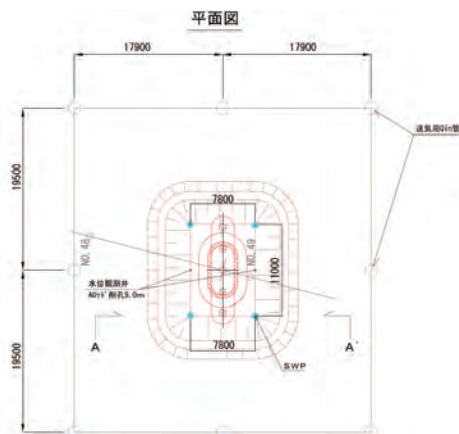
ii) SWP井戸内の水位をバキューム吸引しても、井戸吸水量 (q) より能力の大きな揚水ポンプを設置する事により井戸内水位を上げない様にする事で地盤内の方へ負圧が伝播して行きます。この2つの効果によりSWPの井戸に向かう地下水速度が加速的に加速されます。その事によって地下水は連続性が失われC V Tが発生し、その中に負圧エリアが生じ縦波で井戸内へ吸引されます。

iii) 負圧伝播効果

- ④地下水の供給が多い河川や海岸でも、スポット的に地下水位低下が出来ます。
- ④土留壁内の地下水位低下の場合では、負圧伝播の範囲は土留め内 (ソイル壁, 鋼矢板等) に限定され、少ない揚水量で目的の水位低下が可能になります。
- ④その事により、土留め外回りの水位低下は殆ど有りません。(但し、自由地下水に限定されます)

iv) 負圧伝播による河川でのオープン掘削例

耐震補強工事で橋桁が低い事から鋼矢板が打設出来ず、オープン掘削で水位低下を行った例。



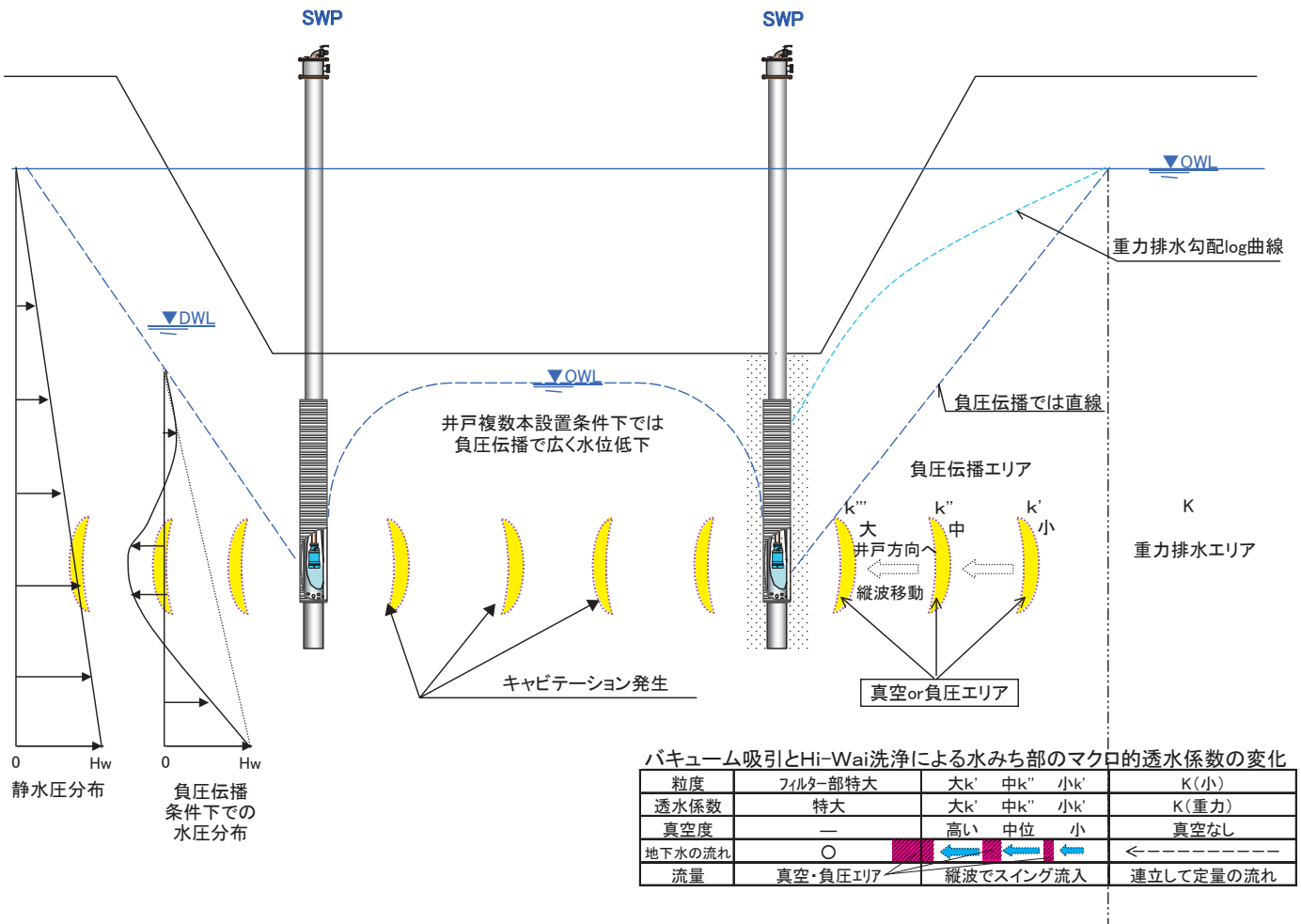
掘削完了

全体



土質条件：玉石混じり砂礫層  
 透水係数： $k \approx 3.0 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$

SWPの負圧伝播イメージ図



## 2. SWP工法による地盤沈下対策

a) 被圧地下水の場合には全体としての水位低下はないものの、被圧水の水圧は減圧するので Qin-TAKO 工法等で被圧水圧の保持コントロールが必要となります。

b) 鋼矢板設置にサイレントパーラー+ジェットカッターの場合

近年、鋼矢板の打設方法としてサイレントパーラー+ウォータージェット水との併用工法が採用されるケースが多くありますが、ジェットカッター水による空洞化が生じたまま放置しておくこと鋼矢板際に“水みち”が生じ、締切り外周からの地下水流入量が多くなることから、SWP工法といえども外回りの水位低下が生じてしまいます。

この場合には鋼矢板設置後、分離しないセメントミルク注入材（サンコーハードEH，サンコーポールL3等）で完全に空洞部を充填する必要があります。

貧配合の場合には鋼矢板の回収も可能です。

### サンコーハードEHカタログ

#### 1. サンコーハードEHの特徴

- ・凝結時間を短縮します。
- ・ブリージングを抑制します。
- ・安定した長期強度が得られ、恒久的強度を必要とする地盤安定化や裏込めに有効です。
- ・攪拌中は凝結しにくく静止すると凝結しやすい性質をセメントに持たせます。
- ・急激な硬化が無いためワーカビリティに優れています。
- ・配合により流動性消失時間や一軸圧縮強度の調整が可能です。
- ・腐食性化合物や毒劇物を含みません。

#### 2. サンコーハードEHの性状

外 観	白色微粉末
臭 気	なし
溶 解 性	水にほとんど溶けない
pH	10.6(100g/ℓ)
真 比 重	2.3

#### 3. サンコーハードEH CB配合例及び測定例(200ℓ配合)

##### 1) 配合

No.	普通ポルトランドセメント(kg)	ベントナイト(kg)	サンコーハードEH(kg)	水(ℓ)
9	50	10	—	180.1
10			0.5	179.9
11			1.0	179.7
12			1.5	179.5

##### 2) 液温と流動性消失の関係及びPポートフロー値

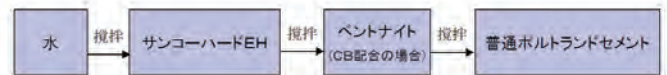
No.	流動性消失時間(min)			Pポートフロー値(sec)			
	10℃	20℃	30℃	1min	5min	30min	1hr
9	240~300	150~180	150~180	8.3	8.3	8.5	8.6
10	240~300	60~90	30~45	8.6	8.7	9.1	8.7
11	90~120	30~50	15~20	8.5	8.7	8.8	8.7
12	60~90	15~25	10~15	8.7	8.9	8.9	8.7

##### 3) 液温と体積比の関係及び一軸圧縮強度(20℃飽和湿気中養生)

No.	体積比(1日後)			一軸圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )			
	10℃	20℃	30℃	1day	3day	7day	28day
9	0.79	0.87	0.84	0.01	0.06	0.13	0.25
10	0.81	0.90	0.91	0.01	0.05	0.11	0.25
11	0.89	0.93	0.94	0.01	0.05	0.09	0.17
12	0.92	0.95	0.96	0.01	0.05	0.09	0.17

※ベントナイトは、■ホーエン 赤城ベントナイト(250メッシュ)を使用。

#### 5. 調合方法



- ① 所用量の水を張り、攪拌しながらサンコーハードEHを投入して充分に分散させます。
- ② CB配合の場合はベントナイトを投入して充分に分散させます。
- ③ 更に攪拌しながら所用量のセメントを投入して均一に分散させます。
- ④ 調合後も攪拌機は停止しないで下さい。

#### 6. 荷 姿 5 kg紙袋入り

#### 7. 使用上の注意 <<ご使用前に必ずお読みください>>

- 1) サンコーハードEHを取り扱う場合は保護手袋、保護めがね、保護マスクを着用し、できるだけ衣服や身体に触れないようにして下さい。特に目の粘膜面への付着には注意して下さい。取り扱い後は、手洗い、うがい、洗顔を十分行って下さい。  
 <応急処置>  
 ・目に入った場合は清浄な水で15分以上洗浄し、直ちに医師の診察を受けて下さい。  
 ・多量に吸入した場合、うがいをを行い直ちに空気の新鮮な場所に移し安静を保ち、直ちに医師の診察を受けて下さい。  
 ・皮膚に付着した場合は石鹸水で洗浄した後、必要に応じて医師の診察を受けて下さい。
- 2) 測定例に記載のデータは当社試験室内における測定結果であるため普通ポルトランドセメント、ベントナイトの銘柄及びロットにより結果が異なる場合があります。
- 3) サンコーハードEHの保管、貯蔵に当たってはセメント程度の注意を払って下さい。



無公害無機系懸濁型瞬結硬化剤

# サンコーポール 10-L

サンコーポール10-Lは、瞬結タイプの無機系懸濁型水ガラス系グラウト用硬化剤であり、毒物及び劇物をまったく含まない安全性の高い薬剤です。

1. サンコーポール10-Lの特徴

- 1) 一般LWと比較してゲルタイムが早く瞬結型です。
- 2) 均質で安定なゲルを得ることが出来ます。
- 3) 立ち上がりのシャープなゲルが得られます。
- 4) 無機懸濁型水ガラス系ですので水質監視はpHのみです。
- 5) 配合液の粘性が低いため高い流動性が得られます。

2. サンコーポール10-Lの性状

外観	白色微粉末
臭気	特になし
B液 pH	13.1
真比重	2.4

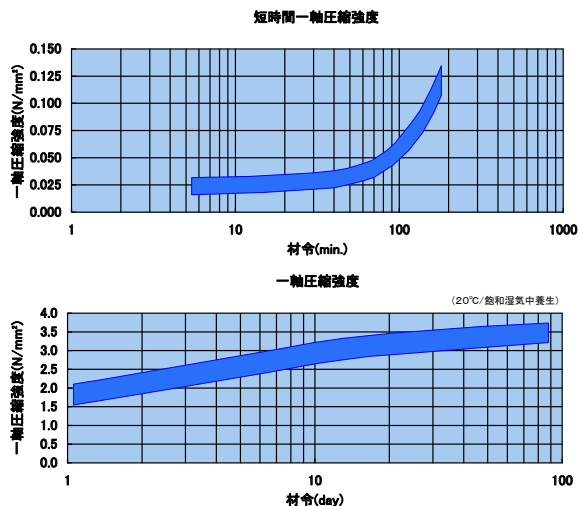
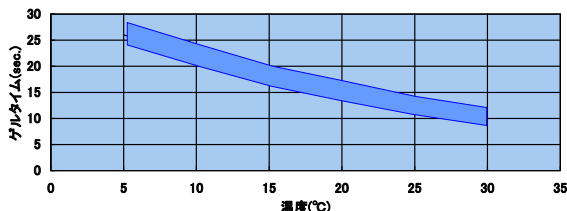
3. サンコーポール10-Lの標準配合

400ℓを基準にしますと次のようになります。尚( )内は1000ℓ当たりの配合を示します。

400ℓ(1m <sup>2</sup> =1000ℓ)	
A液 200ℓ (500ℓ)	B液200ℓ(500ℓ)
JIS3号 ケイ酸ナトリウム 80ℓ (200ℓ)	普通ポルトランドセメント 50kg (125kg)
	サンコーポール10-L 20kg (50kg)
水 120ℓ (300ℓ)	水 約176ℓ (約440ℓ)

4. サンコーポール10-Lの標準物性値

温度とゲルタイムの関係



5. 透水係数 10<sup>-7</sup> ~ 10<sup>-8</sup> (cm/sec.)

6. 荷姿 20kg紙袋入り

7. 使用上の注意 <<御使用前に必ずお読み下さい>>

- 1) B液の調合は、攪拌しながら(水) → (サンコーポール10-L) → (セメント)の順に投入して下さい。
  - 2) 調合されたB液は、物性低下の原因になりますので長期の保存をさけ、出来るだけ早めにご使用ください。
  - 3) 調合されたB液は、アルカリ性の液体ですので保護手袋、保護メガネ、保護マスクを着用し、できるだけ衣服や身体にふれないようにして下さい。特に目等の粘膜面への付着には注意して下さい。取り扱いは、手洗い、うがい、洗顔を十分行って下さい。
- <応急処置>
- ・目に入った場合は大量の水で15分以上洗浄し、できるだけ早く医師の診察を受けて下さい。
  - ・顔つて飲み異常を感じた場合は医師の診察を受けて下さい。
  - ・皮膚に付着した場合は、石鹸水で洗浄した後、必要に応じて医師の診察を受けて下さい。
- 4) ケイ酸ナトリウム濃度、水の投入量等により物性が異なります。正確に計量して下さい。
  - 5) サンコーポール10-Lの貯蔵保管に当たりましては、高温、多湿とならない場所に保管して下さい。また水濡れしないように保管して下さい。
  - 6) カタログ記載値は、当社試験室内での測定結果であり施工条件等により変動が生じること

c) 鋼矢板設置にサイレントパーラー+ジェットカッターの場合

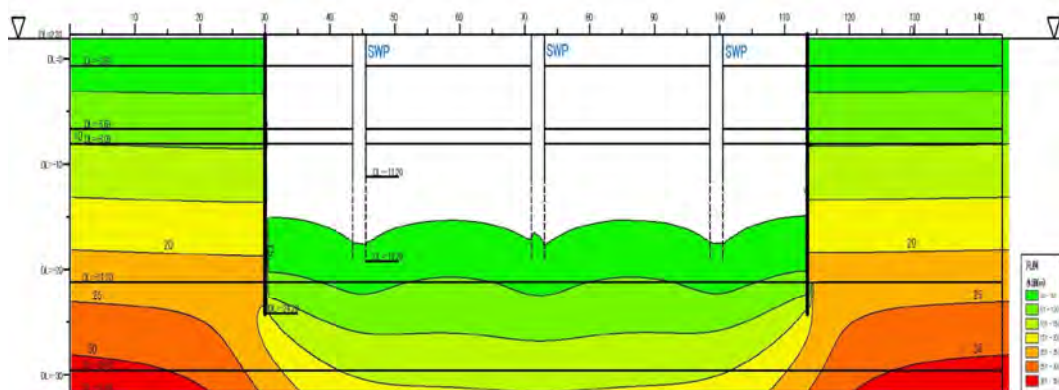
基本的に根固め部分の打設にはジェット水を止めてパイプロのみで打込、地下水の回り込み流入を防止します。硬質地盤でパイプロのみでの打設が不可能な場合にはジェットカッター使用となりますが、この場合もb)と同様に空洞注入を行います。

d) SMWやTRD工法の様な地盤と密着性の高い地中連続壁は問題はないと思います。

e) 山留めの根入れ長とSWPのスクリーン長との関係も外回りの水位低下に関係しますので、充分注意検討を必要とします。

f) 沈下が問題となる様な重要構造物がある場合には数値解析等でシミュレーションを行い、検討と対策を必要とします。

負圧伝播による山留め内の水位低下 (数値解析例)



g) 被圧水圧を保持するための Qin-TAKO と減圧弁でのコントロール

粘性土地盤の下部に帯水層がある場合には、その水圧により掘削に伴って盤ぶくれが発生します。

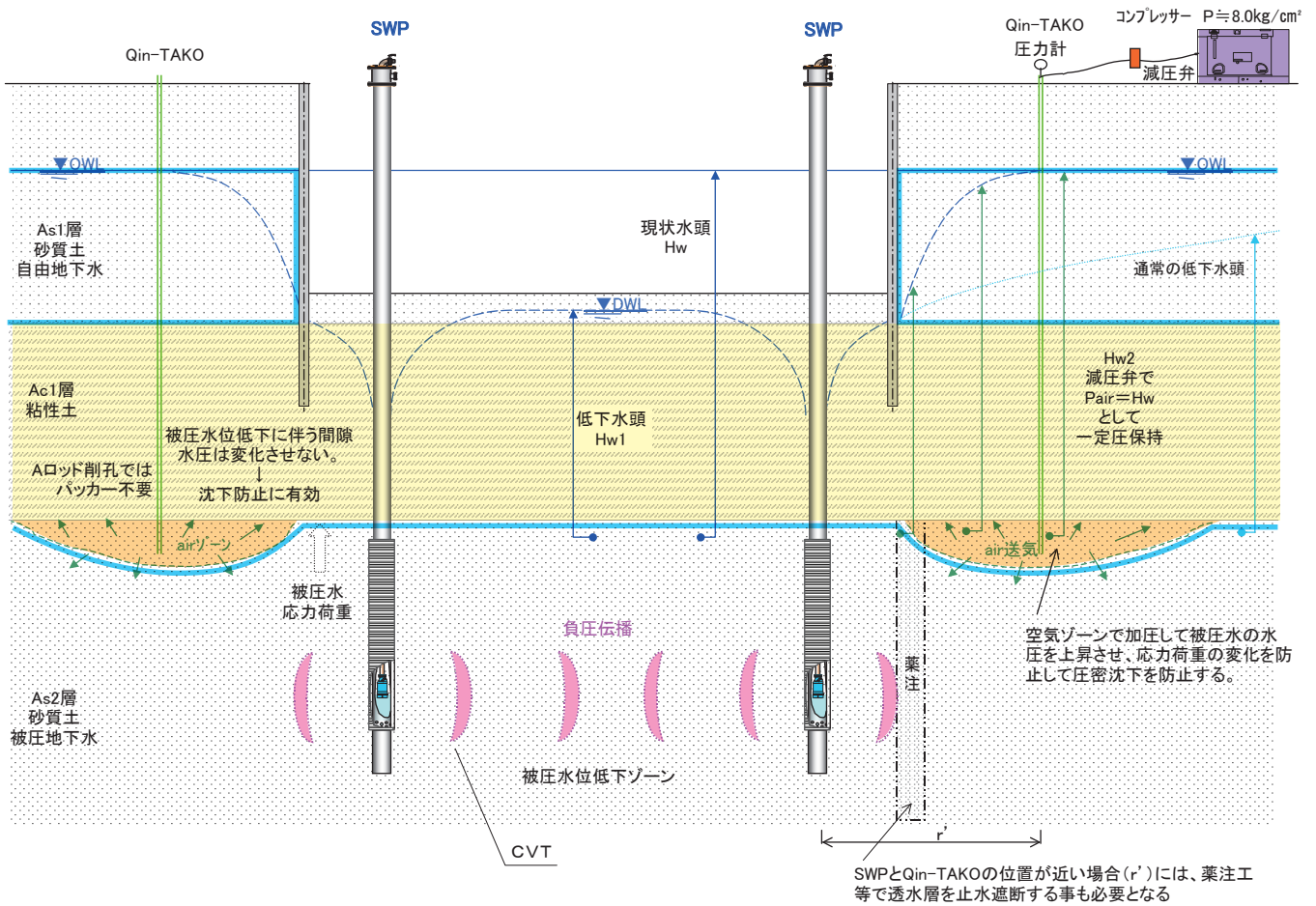
その防止のためにSWPで揚水して減圧しますが、水圧低下と同時に粘性土への応力荷重が増加する事で圧密沈下が発生し、沈下に至ります。

それに対して Qin-TAKO で下部帯水層にコンプレッサーにより  $P_{air} \approx$  水頭  $H_w$  + 送気抵抗圧分 (2.0m程度) の圧力を減圧弁で設定コントロールして、被圧水頭分  $H_w$  を保持して沈下を防止します。

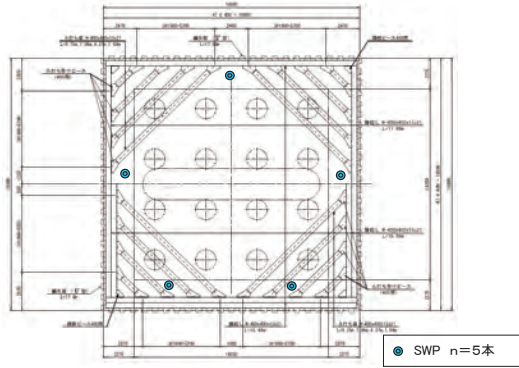
コンプレッサーは一般的なものは  $P_{air} \approx 8.0 \text{ kg/cm}^2$  ですが、減圧弁により一定圧の送気をする事で減圧された時のみ地盤に圧気出来、圧力保持により沈下防止に対処出来ます。

但し、調査ボーリング孔の穴等によりエアブローが生じる場合には薬液注入工等で充填し、ブロー防止を施します。

h) Qin-TAKOによる被圧水頭 ( $H_w$ ) 保持による沈下防止対策

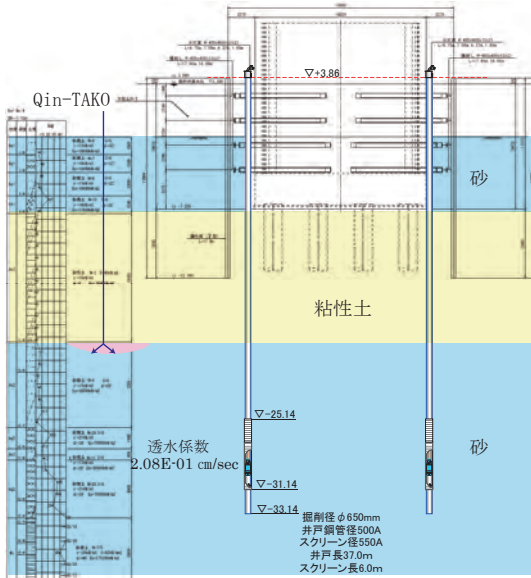
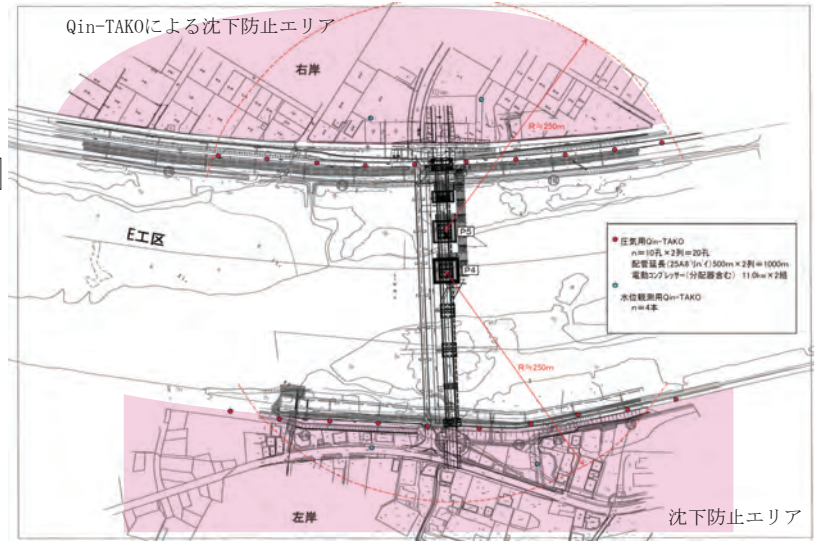


代表橋脚盤ぶくれ対策



現場施工例

橋脚部被圧水位低下に伴う周辺地盤の沈下防止



全体 (両岸には民家)



掘削完了



Qin-TAKO を両岸に設置



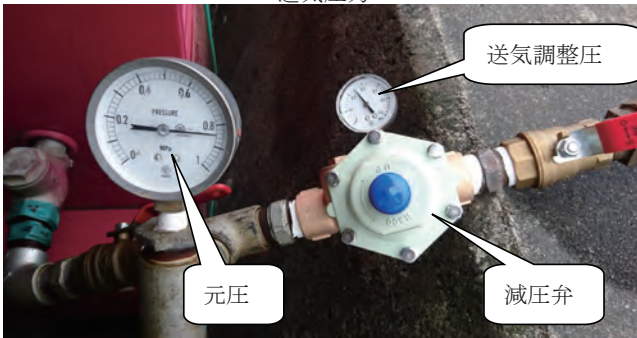
電動コンプレッサー



送気によるエアブロー



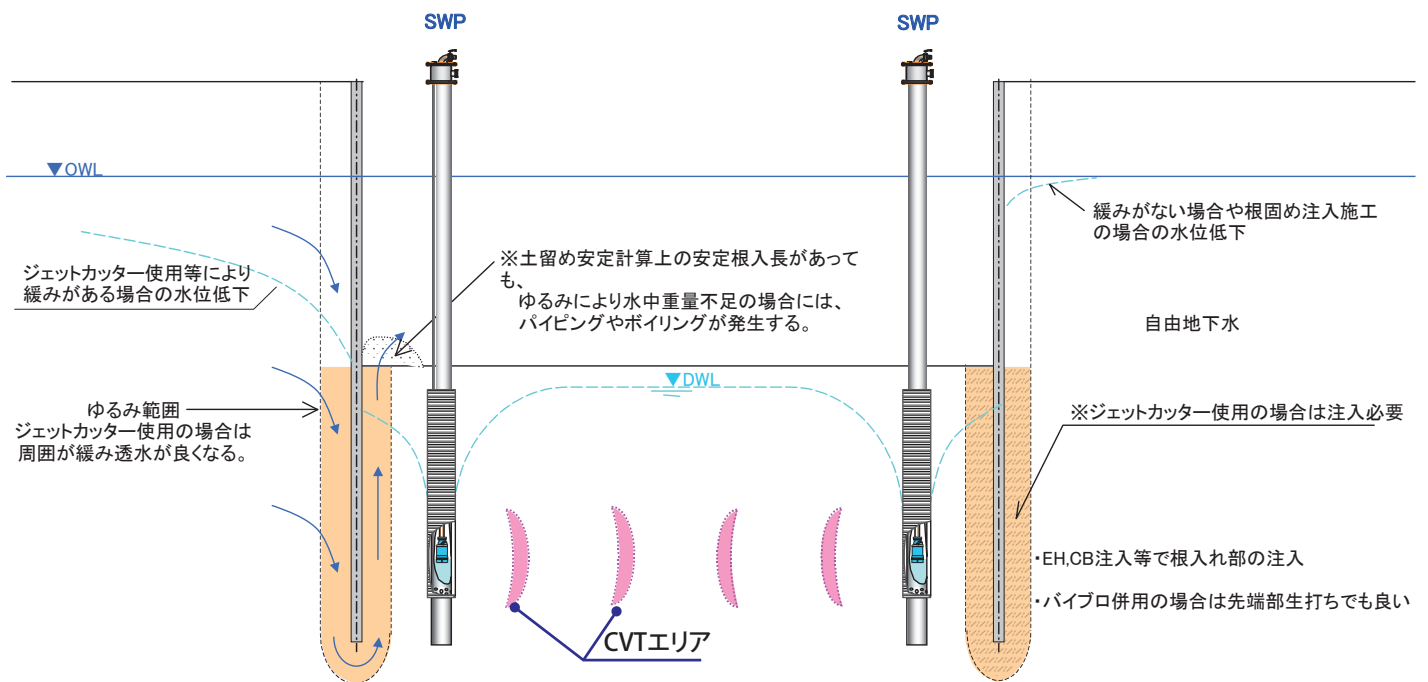
送気圧力



エアブロー

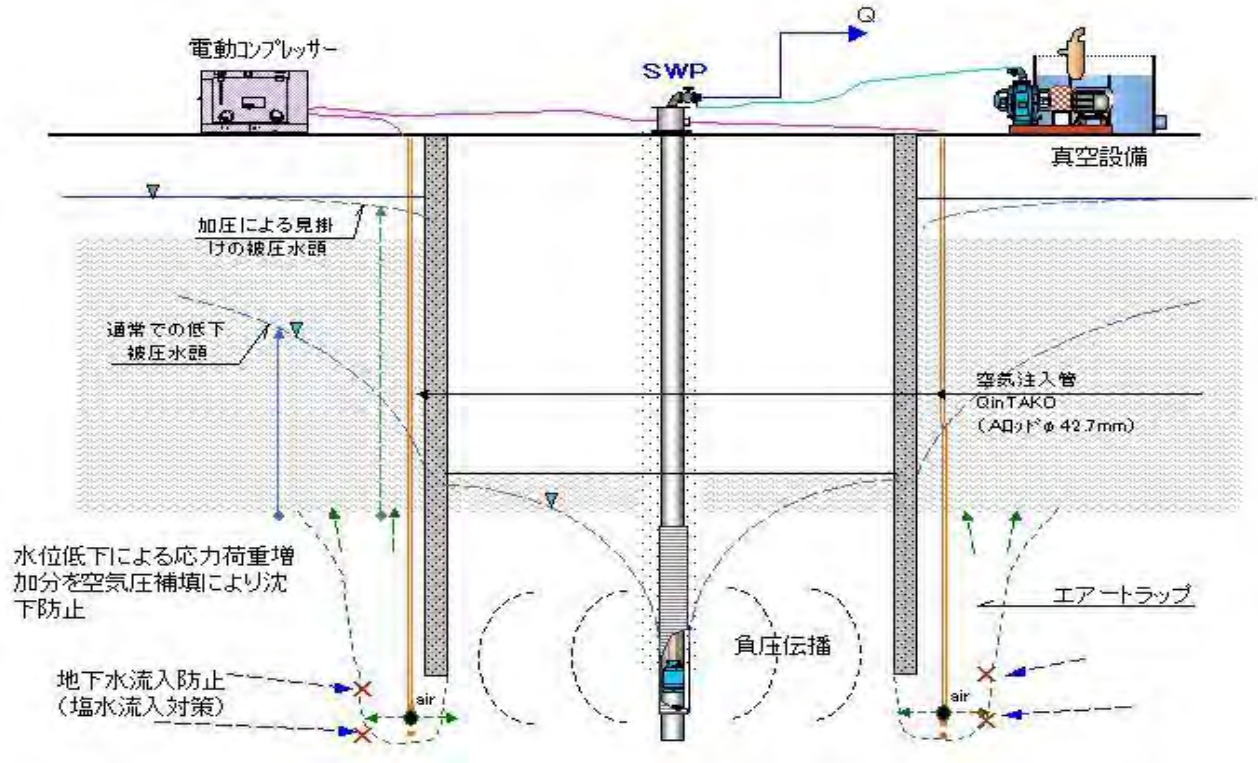


i) ジェットカッター+ [ サイレントパーラーパイプロ打設 ] の鋼矢板打設は特に補助工法必要 (※要注意)



基本的には負圧伝播によって揚水した場合には、外回りの水位は殆ど低下しないが、ジェットカッター等で鋼矢板を設置した場合は、そのゆるみゾーンから地下水が回り込み外回りの水位も低下するため、注入 (EHCB等) でゆるみ、水みち、空洞部を充填する必要あり。  
(特にサイレントパーラー+ジェットカッターの場合は注意が必要)

# Qin-TAKO工法による沈下対策及び塩水流入防止



## スポット減圧

地下水の中にCVTを発生させる事で地下水位は高い所に有っても、トンネル切羽やケーソン先端部に負圧を生じさせ、大気圧を利用して逆圧気工法として、切羽に湧水が出ない様にする事が出来ます。→スポット減圧可（博多のNATOM工法等の事故を防止する事が出来ます。）

# 未来の技術

## ①大深度吸引式ニューマチックケーソン (Qin-newma工法:特許第4310128号)

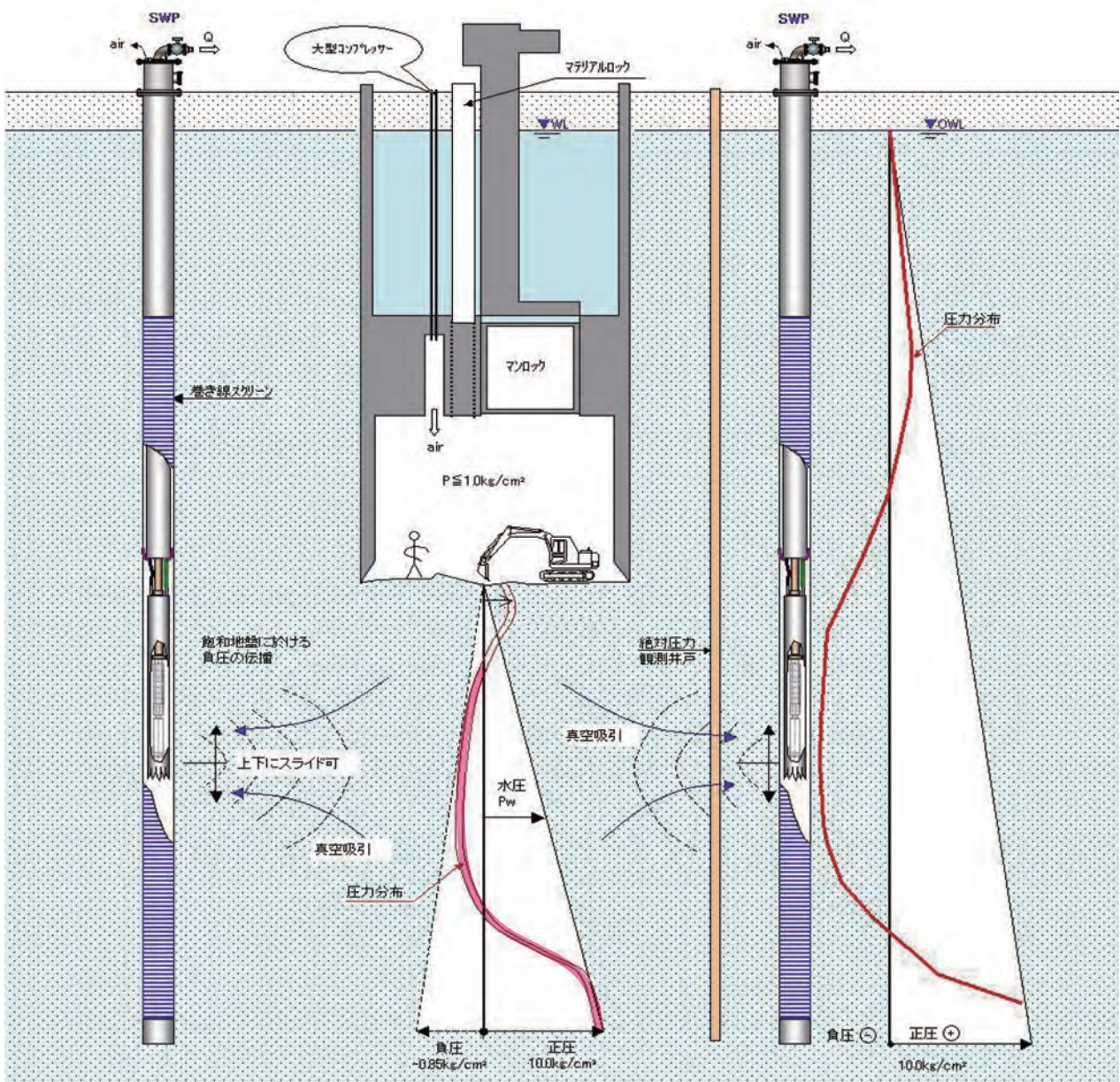
スーパーウェルポイント工法(以下SWP工法と称す)により、大深度(地下300mまでの範囲に於いて、真空を飽和地盤に伝播する事により地下水の集水能力の向上や、動水勾配が直線的になる事、限定された範囲内の減圧効果が有る事が判明しております。

近年大都市において大深度開発が進んでおり、地下構造物の計画、需要が多く計画されています。ニューマチックケーソンも大深度化が進み、高気圧ケーソン(ヘリウムガス使用)、又無人化ケーソン等の開発が進み実用化されつつあります。

しかし、高気圧作業は劣悪な作業環境と、外部に与える影響化が大きい。

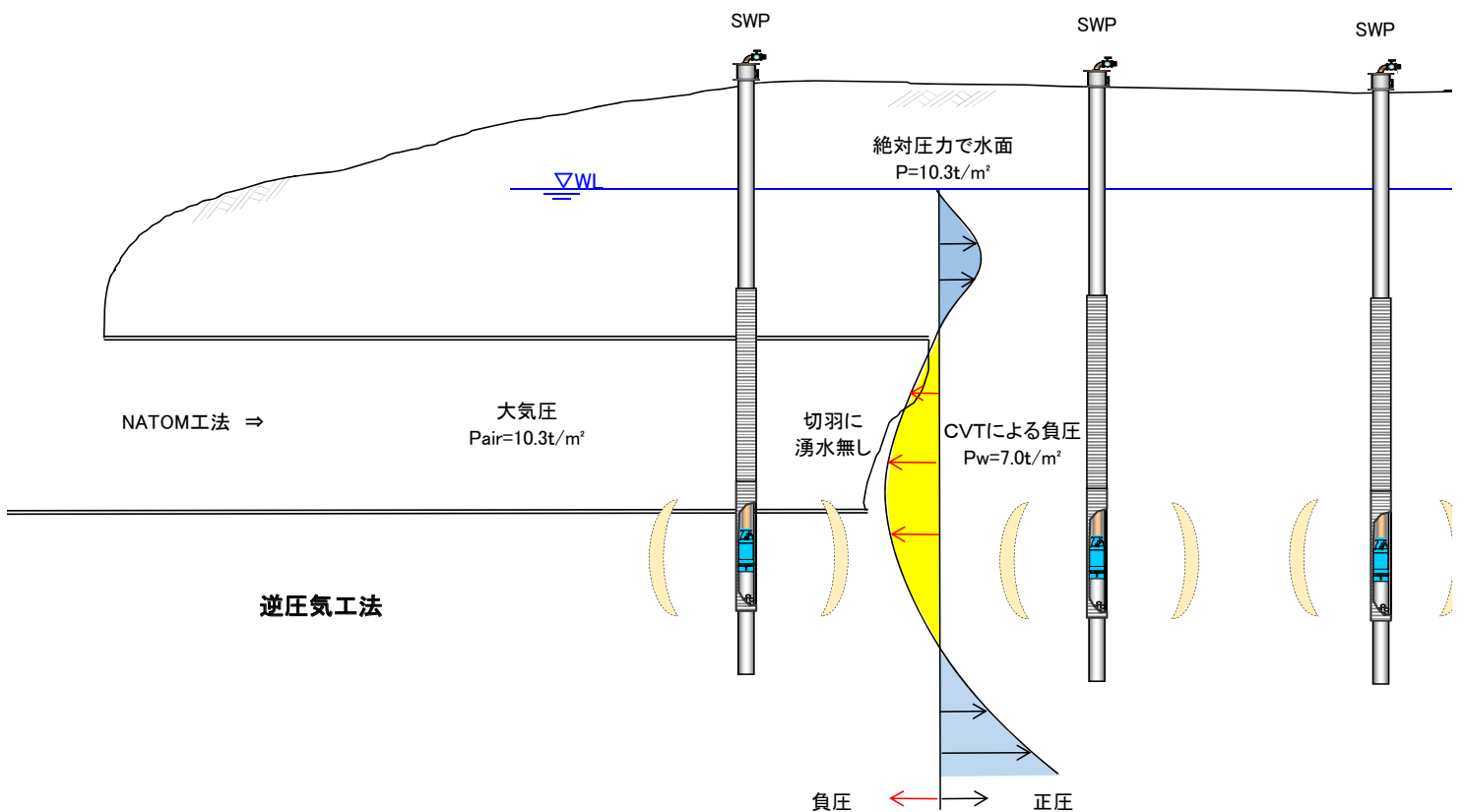
又、メンテナンスの時には、どうしても人間が中に入らざるをえない事などが、問題となります。

この工法の特長は、ケーソン切羽をSWPを用いて限定された範囲内を真空を伝播させる事により、低圧





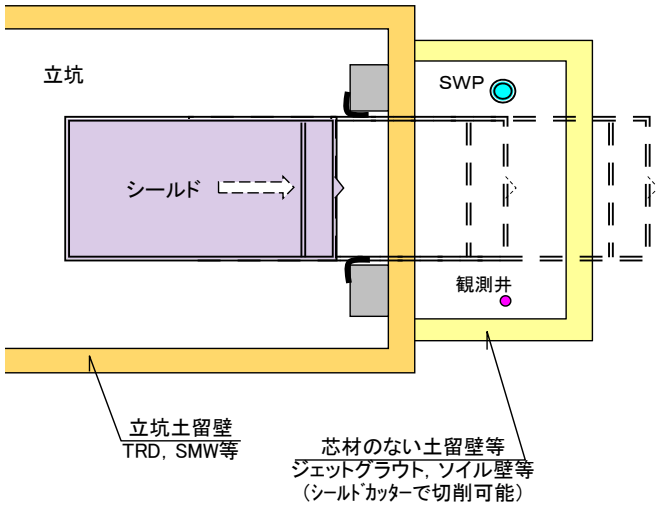
## トンネル切羽での湧水無しが可能！



# 大型シールド工事に於ける安全な発進・到達

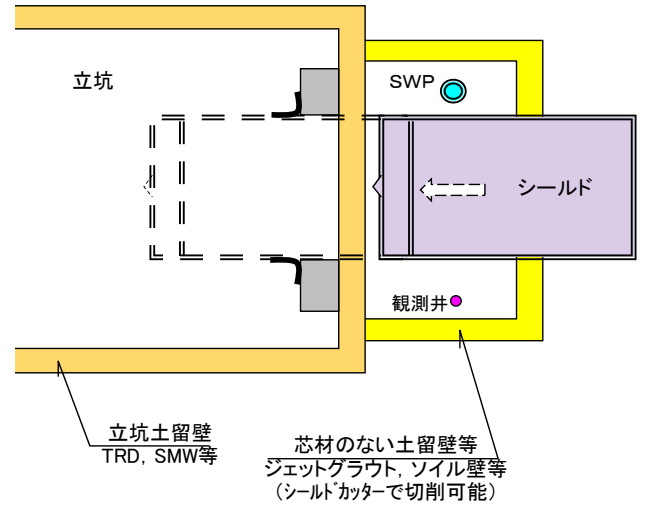
## シールド発進

平面図



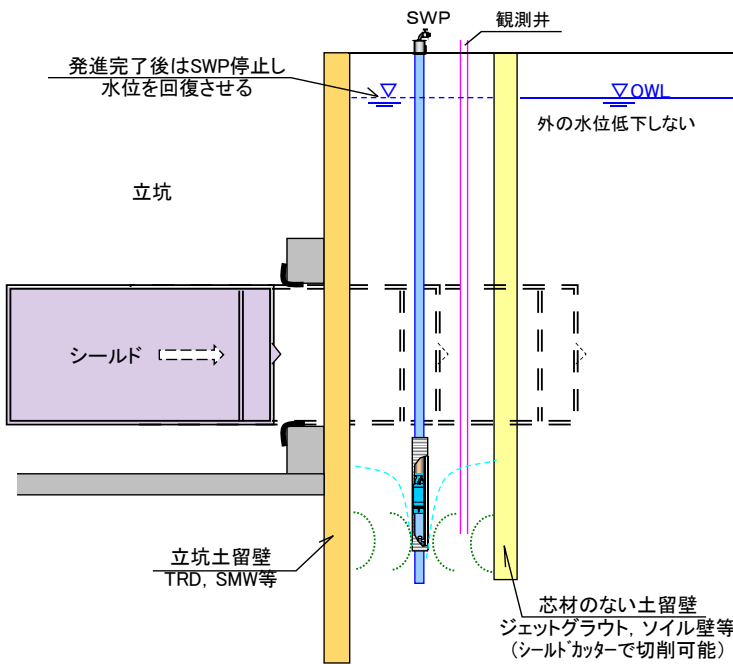
## シールド到達

平面図



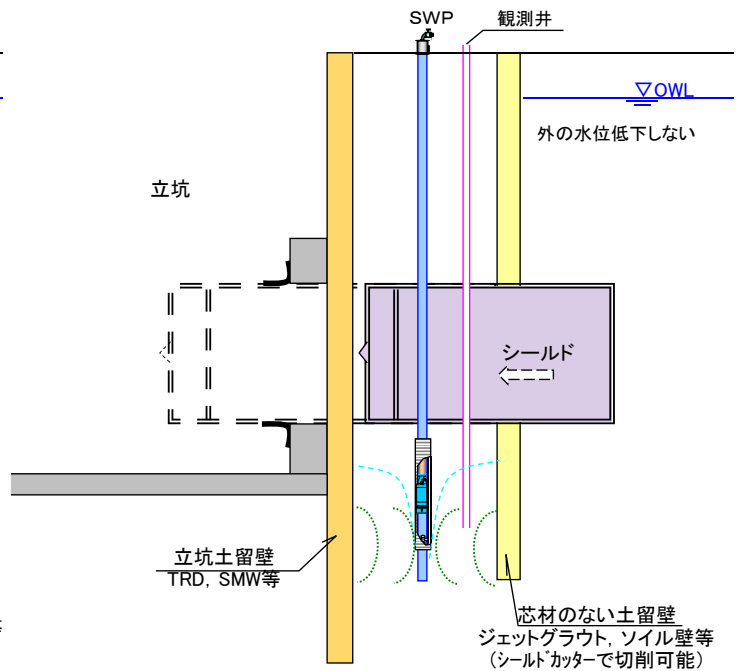
## シールド発進

断面図



## シールド到達

断面図



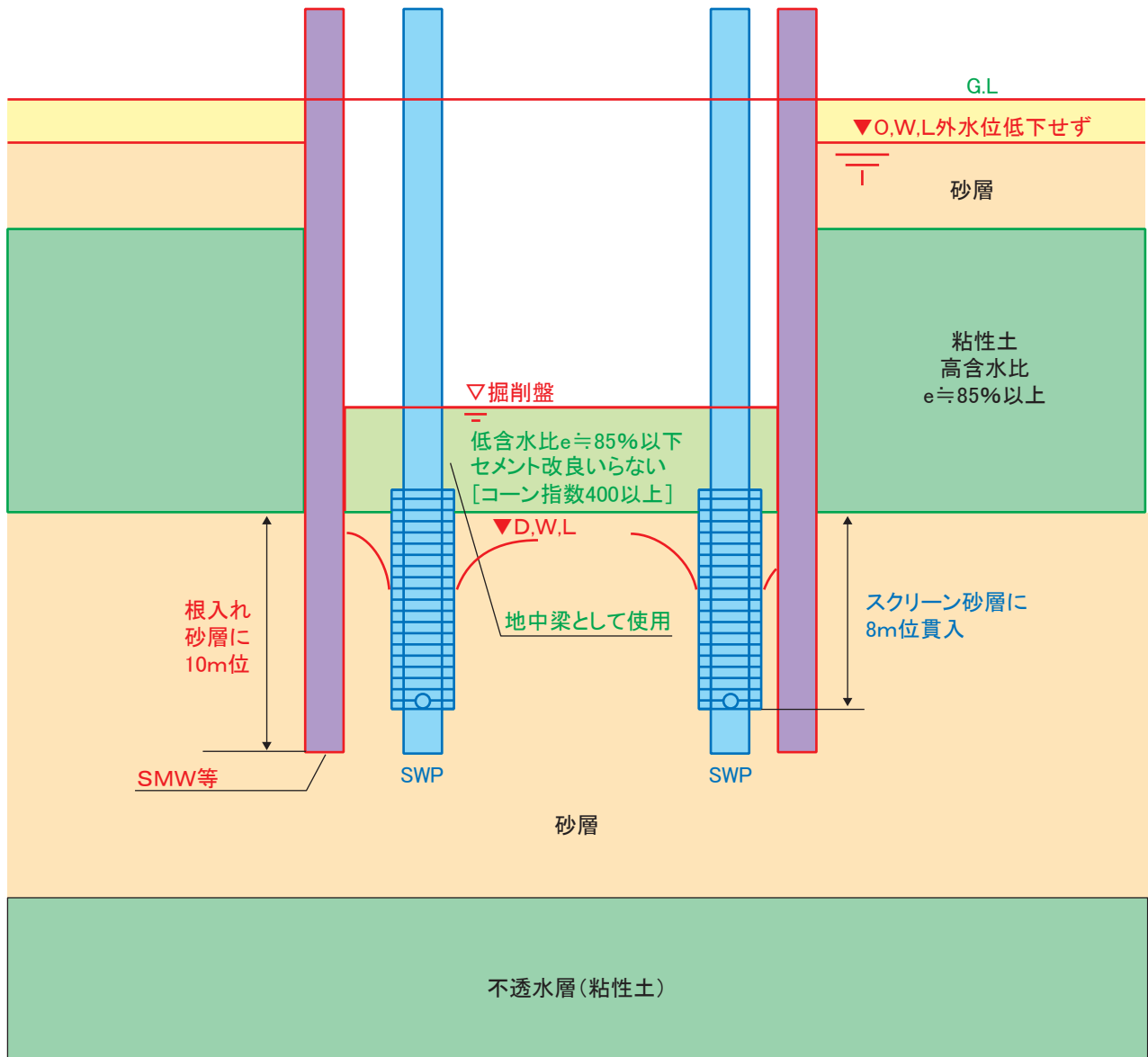
切羽部分の水位低下を確認の上発進・到達させる。

※台湾, 新宿等の大型地下鉄工事で施工例あり



# 建築現場におけるCVT工法の有効性

- ①水位低下に伴うドライワーク
- ②粘性土地盤で高含水比 $e \approx 85\%$ 以上は、産業廃棄物としての処理費が高額となります。(セメント改良土も)  
それがCVT工法で、含水比の低下と、コーン指数400以上をクリアする事で処理費が発生しません。
- ③SWPでは、山留めの外水位は、ほとんど低下しない為、不透水層まで山留を長くする必要は有りません。



# CVT工法

{

SKK工法

A&S工法

VAT工法

}
→
CVT工法へ

## ISSUES

1. 現行の軟弱地盤の地盤改良工法
  - プレローディング      • 真空圧密
  - バーチカルドレーン      • サンドコンパクション、深層混合処理
2. 困難な地盤条件
  - 超軟弱地盤      • 沖積地盤, ピート層, 浚渫土埋立て地盤
3. 時間とコスト
  - 圧密時間の短縮      • 盛土材料の高騰

### SWPIによる間隙水の脱水能力ディープウェルとの比較

Soil Type	Hydraulic conductivity (m/s)	SWP well pumping capacity to deep well (DW) point
Coarse sand	$1.1 \times 10^{-3} - 3.6 \times 10^{-3}$	$\geq 120 - 250\%$
Medium sand	$2.2 \times 10^{-4} - 7.5 \times 10^{-4}$	$\geq 150 - 300\%$
Fine sand	$2.6 \times 10^{-5} - 1.4 \times 10^{-4}$	$\geq 200 - 500\%$
Very fine sand	$4.6 \times 10^{-6} - 1.8 \times 10^{-5}$	$\geq 300 - 1000\%$
Silt	$1.1 \times 10^{-7} - 2.8 \times 10^{-6}$	$\geq 500 - 2000\%$
Clay	$< 3.6 \times 10^{-8}$	$\geq 500 - 2000\%$

- 井戸ロスが少ない。
- 井戸周辺から地下水位を急速に低下できる。

Table 1: SWP pumping capacity, effectiveness and efficiency compared with deep well (DW) point

### SWPIによる真空領域創出の模型実験



### 地下水の真空気化の例



### 高含水比シルト、ピートの脱水



## 施工例

SKK 施工前



SKK工法+QinTAKOによる真空気化沈下促進



SKK 施工後

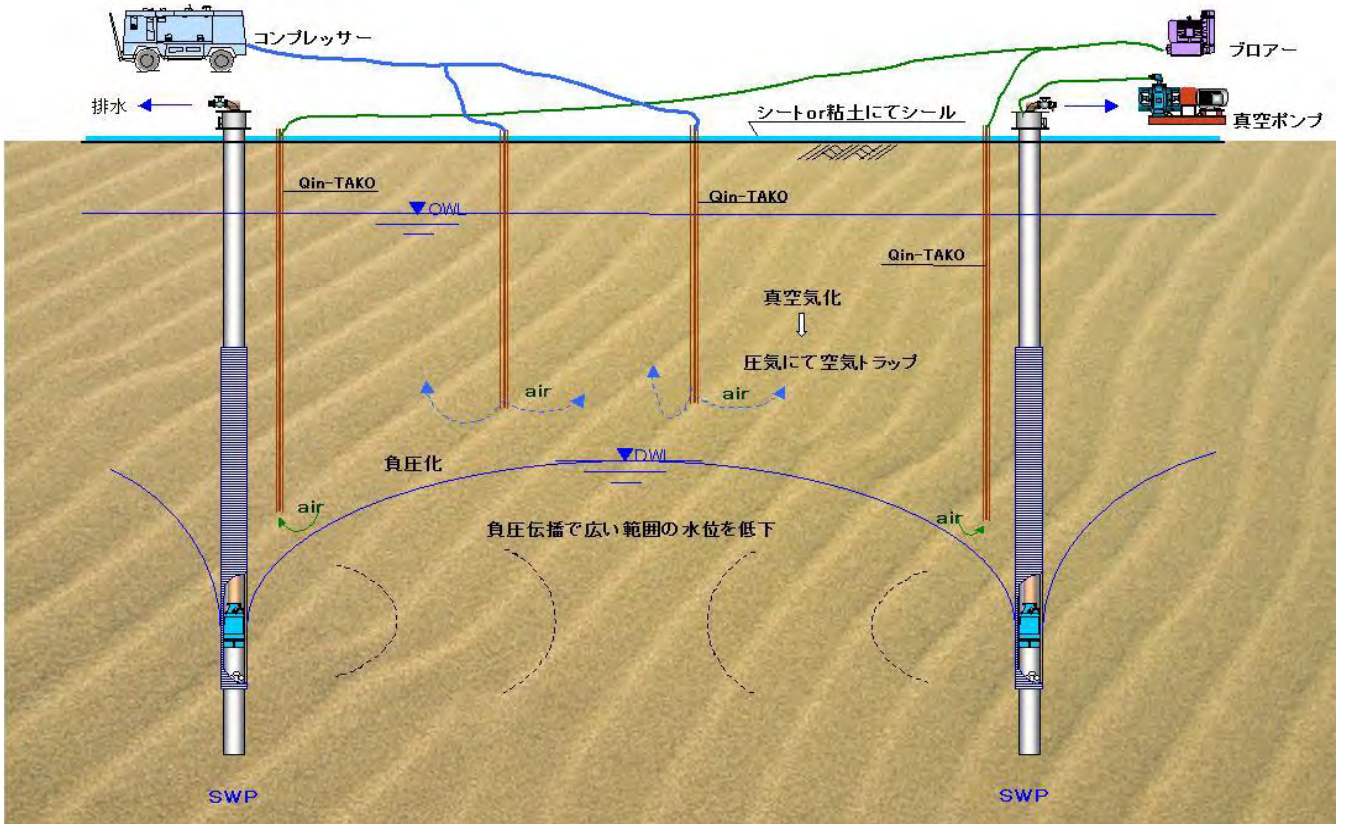


岩手県境のSKK工法(VOC吸引)



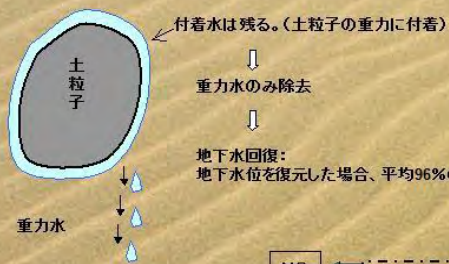
# 砂の液状化対策

## 真空気化による空気トラップ工法 V.A.T工法(バキューム式エアトラップ工法)

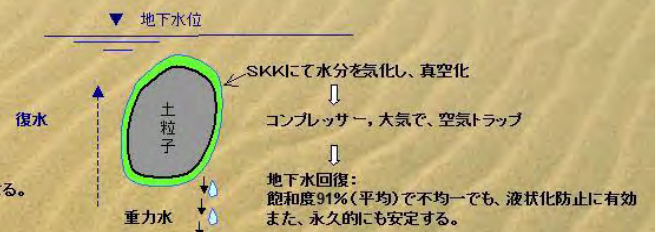


### V.A.T工法の説明図

#### ・重力排水の場合

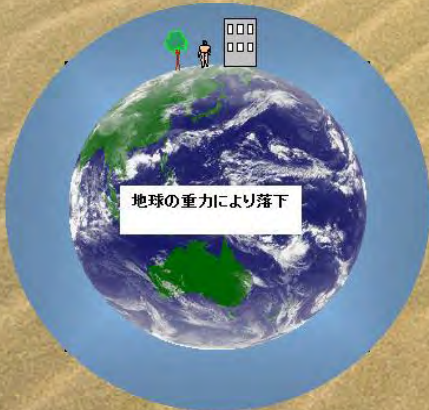


#### ・真空気化の場合(SKK工法) → V.A.T工法



NG ← [ ] → OK

液状化の判定  
飽和度 98% → NG  
飽和度 93% → OK  
※飽和度90%程度であれば  
液状化発生が制御される



実験結果を一覧表にして表-1に示す。  
 相対密度をランダムに作った供試体を真空乾燥用と自然乾燥用に重量順に分けたが、ほぼその通りの相対密度の順になっている。供試体作成時の相対密度と飽和度の関係を図-1に示す。  
 作成時の飽和度は90%から98%に分布している。また、相対密度は48%から99%に分布している。

図-2は復水1回目(Sr3)と2回目(Sr5)の飽和度の関係をグラフ化したものである。  
 真空乾燥と自然乾燥のそれぞれを区分けて示しているが、45度の直線からの両グループの離れ具合に顕著な傾向は見られない。

一方復水前の飽和度は真空乾燥では1回目(Sr2)と2回目(Sr4)で当然のことながら大きくなるが、自然乾燥ではほとんど変化がない。  
 復水後の飽和度は1回目(Sr3)と2回目(Sr5)で差がないため復水後の飽和度は、1回と2回目の飽和度の平均値(Sr後)でその傾向を調べることとする。

図-3は真空乾燥と自然乾燥の飽和度が相対密度の違いで差があるか否かを調べたものである。この図によると相対密度85%以上で真空乾燥の方が自然乾燥よりも飽和度が5%程度少なくなっていることが分かる。  
 当初の相対密度は真空乾燥と自然乾燥で同一のものは作って比較できなかったため、復水後の飽和度を当初の飽和度で除しその比率を相対密度で調べた結果を図-4に示す。

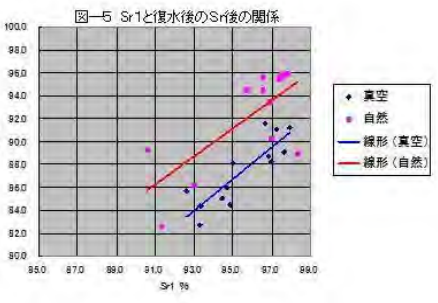
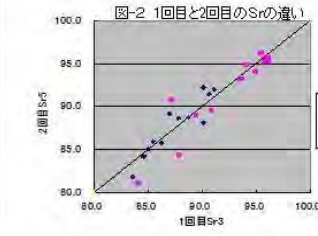
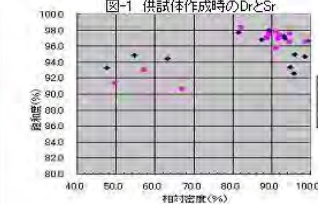
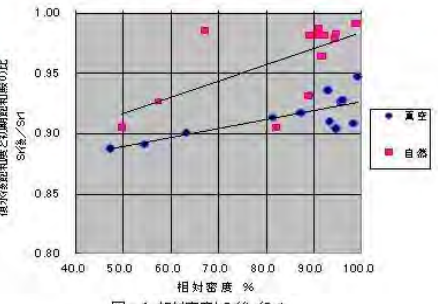
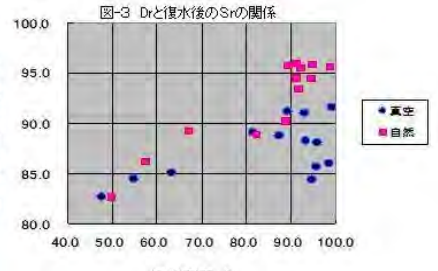
初期飽和度Sr1と復水後のSr後の関係を図-5に示す。この図から分かるように相対密度の大小にかかわらず真空乾燥は自然乾燥に比べて5%程度飽和度が低くなっている。

これらの図から判断できることは、真空乾燥は相対密度の大小にかかわらず飽和度が5%程度自然乾燥よりも小さくする効果がある。

簡単な室内実験ではあるが、真空で乾燥させると飽和度が速く下がることはもちろんのこと同じ飽和度から復水しても飽和度は自然乾燥よりも低くなり、真空乾燥は地盤の不飽和化に対して効果がある事が分った。  
 今後は真空暴露時間と飽和度低下の関係、復水したとき飽和度が何時まで低いまま維持できるのか、さらには粘性土を含む土に対しても効果があるのかが残された課題である。

表-1 実験結果

試体番号	供試体作成時の相対密度		真空乾燥後の飽和度		復水後の飽和度(1回目)		自然乾燥後の飽和度		再復水後の飽和度(2回目)		復水前の飽和度の平均値		供試体作成時の相対密度と飽和度の比	
	Dr	Sr-1	Sr-2	Sr-3	Sr-4	Sr-5	Sr-6	Sr-7	Sr-8	Sr-9	Sr-10	Sr後	Sr後/Sr1	
1	81.4	97.7	81.1	90.1	84.5	82.1	72.2	89.1	89.1			89.1	0.91	
2	87.8	96.8	87.1	88.7	85.1	86.7	71.1	86.7	86.7			86.7	0.92	
4	88.2	97.8	84.0	82.8	80.8	82.2	75.5	91.2	91.2			91.2	0.92	
5	84.9	98.5	86.2	84.8	80.0	84.2	68.1	84.4	84.4			84.4	0.90	
9	95.8	92.8	88.1	86.5	80.9	86.9	88.5	86.7	86.7			86.7	0.91	
10	96.0	96.0	81.8	87.0	82.8	89.1	87.5	88.1	88.1			88.1	0.92	
12	98.8	94.7	83.8	86.2	78.4	86.8	88.5	86.0	86.0			86.0	0.91	
15	96.4	97.0	83.0	87.8	82.7	88.7	88.3	88.2	88.2			88.2	0.91	
17	85.0	97.2	84.5	86.8	86.9	81.4	75.7	91.0	91.0			91.0	0.94	
19	98.2	98.7	84.4	81.1	86.9	92.0	76.8	91.6	91.6			91.6	0.93	
22	47.5	98.3	61.8	83.8	78.8	81.8	86.8	82.7	82.7			82.7	0.89	
24	54.8	94.9	54.8	84.8	78.4	84.2	86.5	84.4	84.4			84.4	0.89	
25	85.2	94.4	85.4	86.1	80.9	86.1	88.2	86.1	86.1			86.1	0.90	
Sr0	84.2	96.5	87.2	87.8	82.8	87.5	78.8	87.4	87.4			87.4	0.91	
3	82.2	98.8	87.8	87.2	75.4	90.8	75.0	89.0	89.0			89.0	0.90	
6	88.9	97.0	70.0	80.8	84.7	88.8	87.4	90.2	90.2			90.2	0.93	
7	91.1	97.8	88.1	90.1	82.4	86.7	90.8	86.9	86.9			86.9	0.94	
8	85.2	97.5	87.8	86.9	84.9	86.5	88.1	86.7	86.7			86.7	0.92	
11	87.7	98.9	79.8	86.8	75.5	85.3	77.8	86.4	86.4			86.4	0.91	
12	92.2	97.4	88.5	86.7	83.7	86.8	88.6	86.5	86.5			86.5	0.92	
14	94.1	96.7	86.9	84.9	82.8	84.1	84.2	84.5	84.5			84.5	0.90	
18	94.5	96.5	81.5	84.0	80.3	84.9	84.9	84.5	84.5			84.5	0.90	
18	84.8	97.5	86.7	86.4	87.1	86.3	86.9	86.8	86.8			86.8	0.92	
20	96.9	96.5	88.9	86.1	82.9	86.2	85.9	86.7	86.7			86.7	0.90	
21	48.8	91.8	72.3	84.1	79.4	81.2	76.2	82.8	82.8			82.8	0.90	
28	87.8	96.0	80.8	87.5	87.2	84.5	74.0	86.2	86.2			86.2	0.92	
28	87.1	96.8	86.7	88.5	88.0	88.1	86.9	89.2	89.2			89.2	0.90	
平均	88.2	96.9	82.0	82.4	81.2	82.0	81.6	82.2	81.6			81.6	0.90	

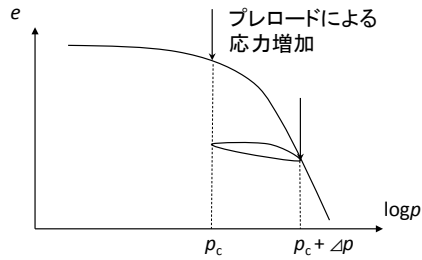
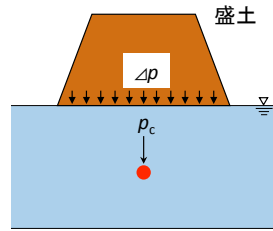


施工例: 釜石荒川防潮水門工事 3.11震災での液状化発生の際の痕跡なし



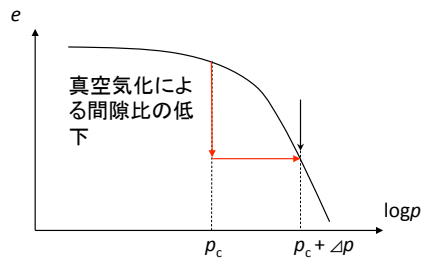
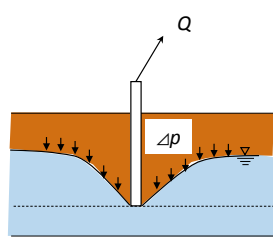
# 真空気化による粘土地盤の圧密促進

## プレローディング

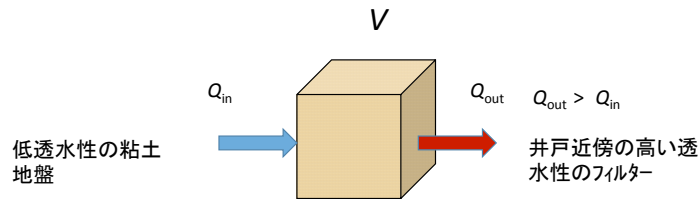


## SWP

SWP 工法は軟弱地盤の圧密を加速し、強度を増加させることが可能.



## SWP による真空領域創出のメカニズム



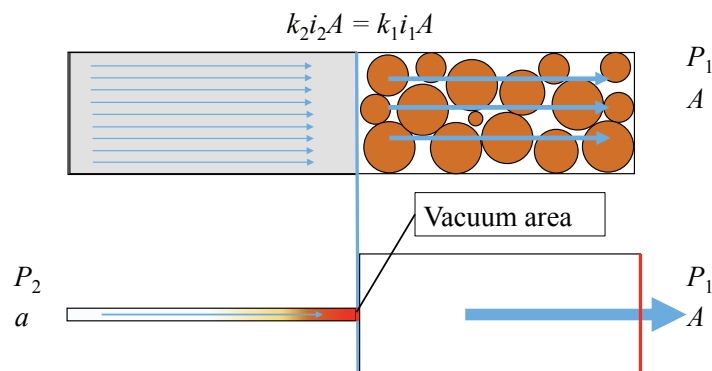
$$Q_{out} - Q_{in} = \Delta V$$

$\Delta V=0$  の場合、水の流れの連続性がなくなり、真空の部屋ができる。

⇒ 間隙水のキャビテーションによる気化が起こる。

Low permeability  $k_2$

High permeability  $k_1$

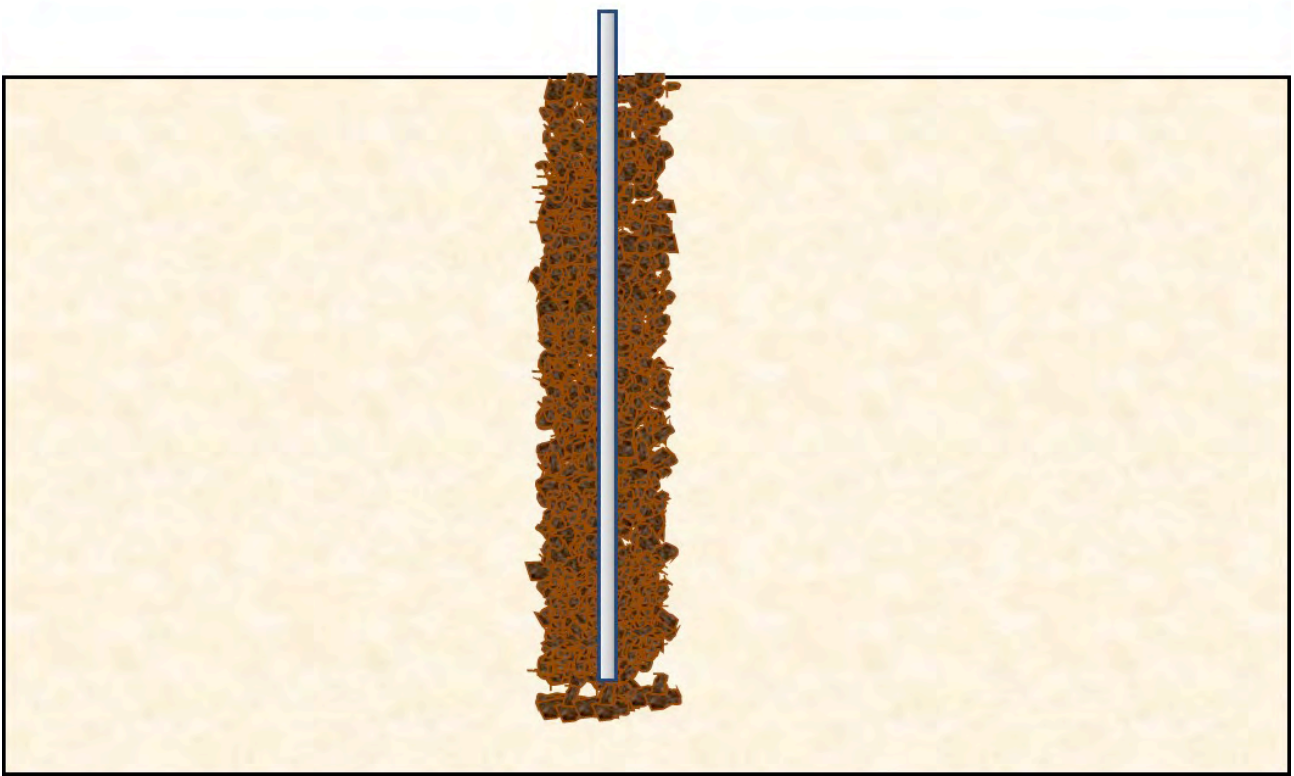


$$P_2 a = P_1 A$$

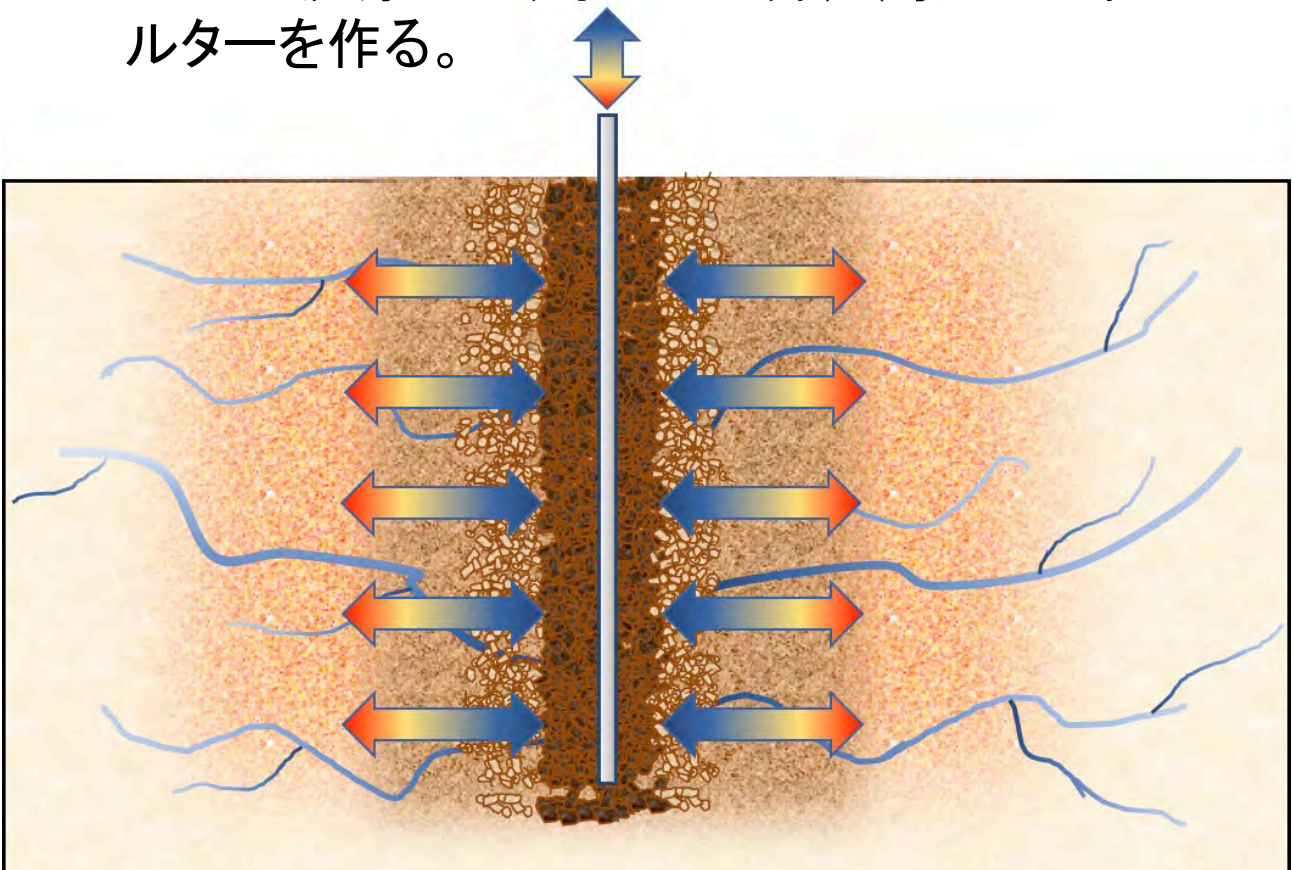
$$P_2 = A/a P_1$$

$$k_2 i_2 a = k_1 i_1 A$$

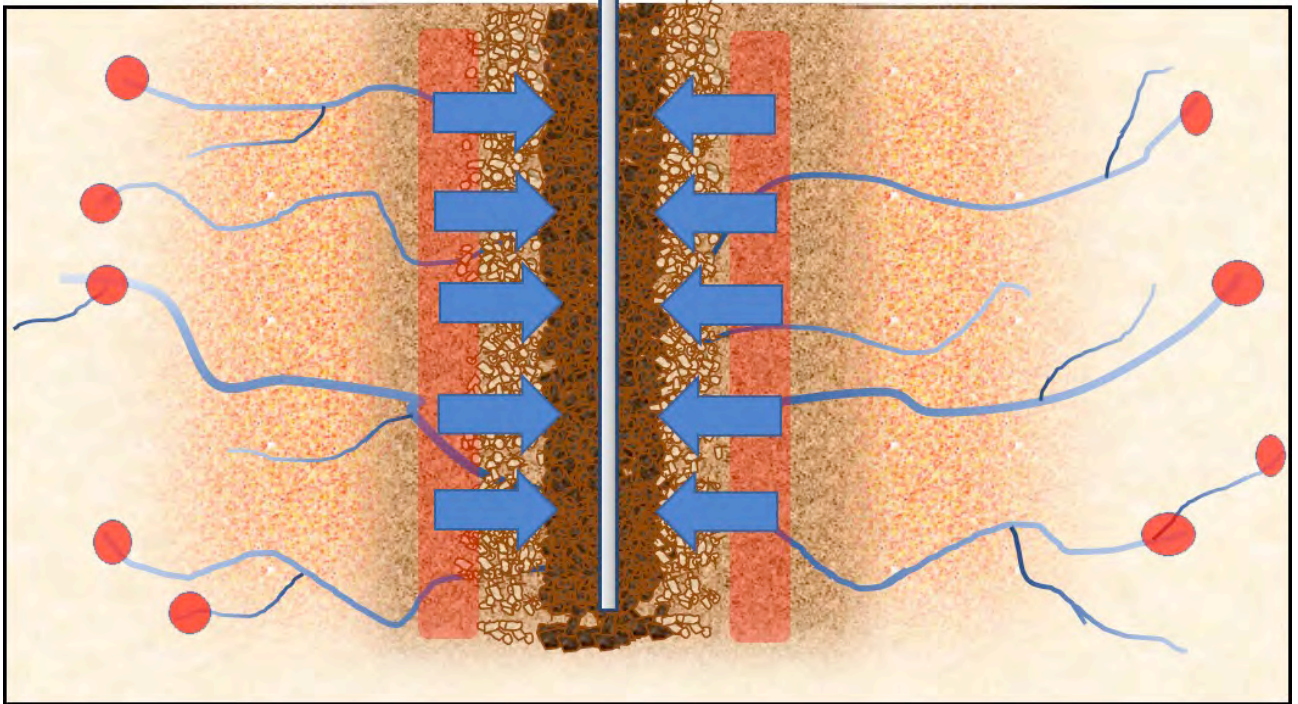
SWPの手順： 井戸周辺に碎石を投入する。



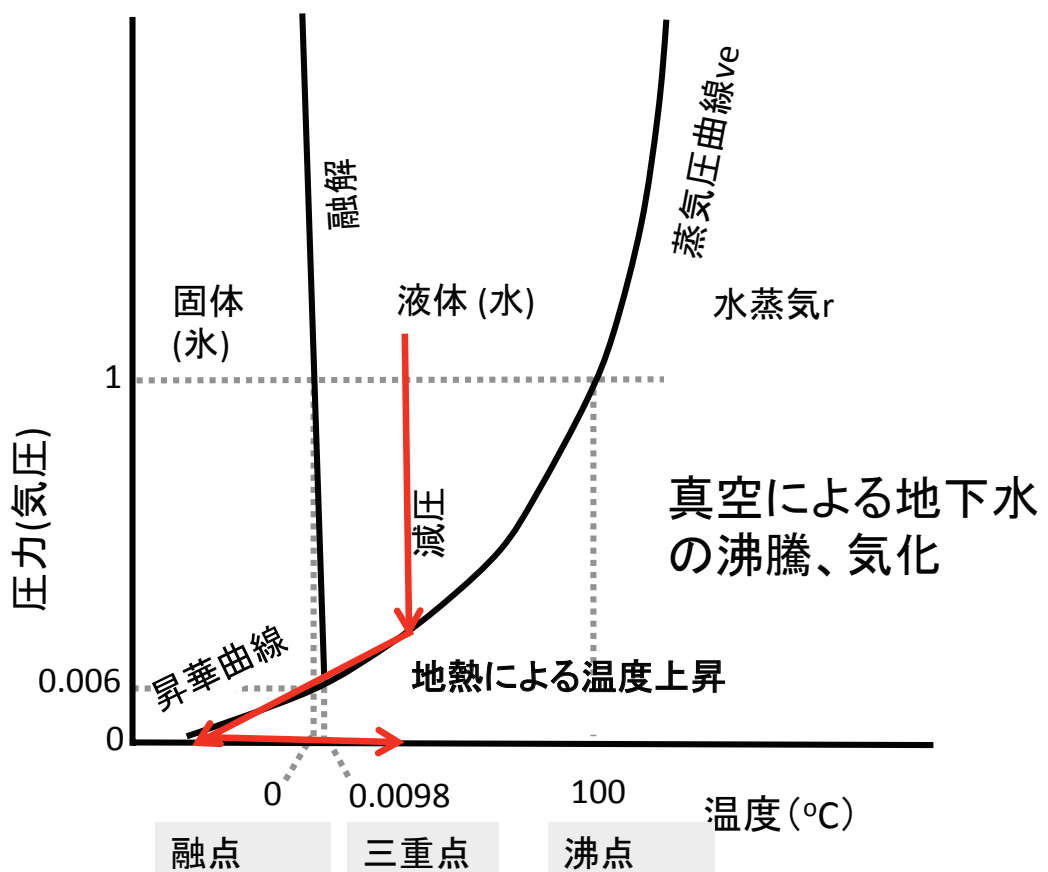
Hi-Wai 洗浄により水みちと井戸周辺にフィルターを作る。



井戸からの吸引により、フィルター外側および水みちとの境界に真空の部屋ができる。

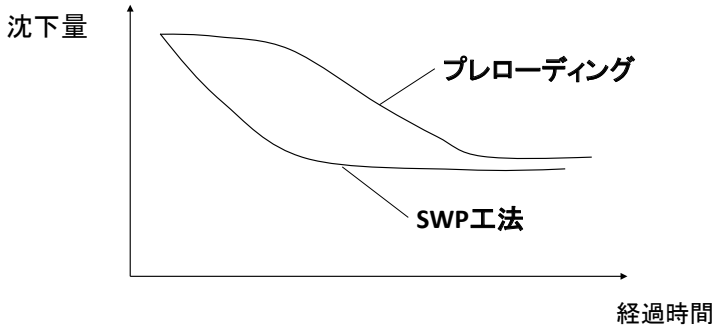


## 真空による水の沸騰と気化(水の状態曲線)



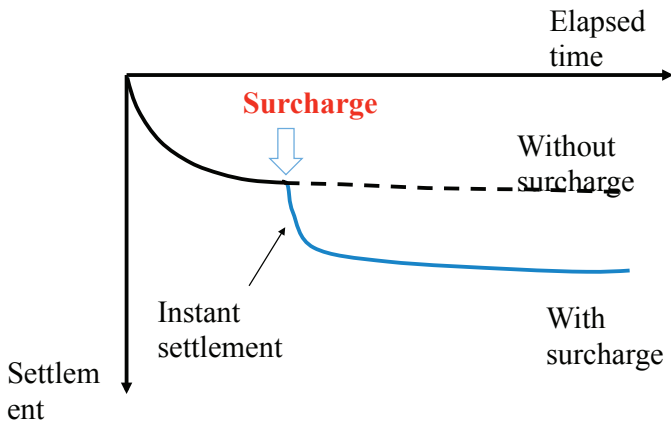
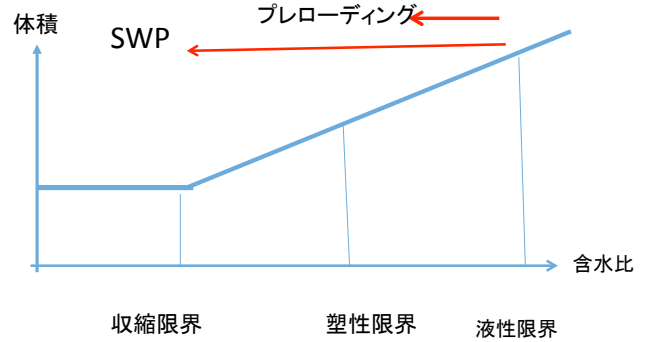


SWP 工法は粘土の圧密時間を短縮できる!



粘土内の真空気化と負圧伝播が圧密を促進する。

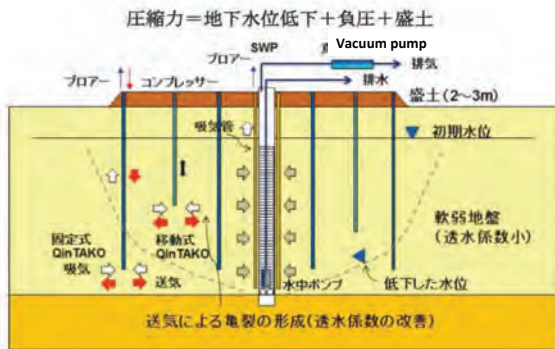
プレローディングとSWPによる粘土のコンシステンシー特性の違い



### 改良メカニズム

- ① 負圧伝播
  - ➡ 有効応力の増加
- ② 真空気化
  - ➡ 粘土の収縮による圧密

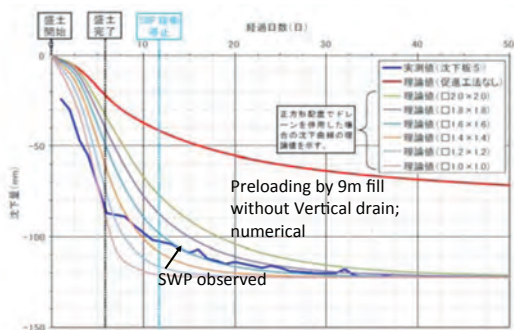
## 圧密促進工法(A&S工法)



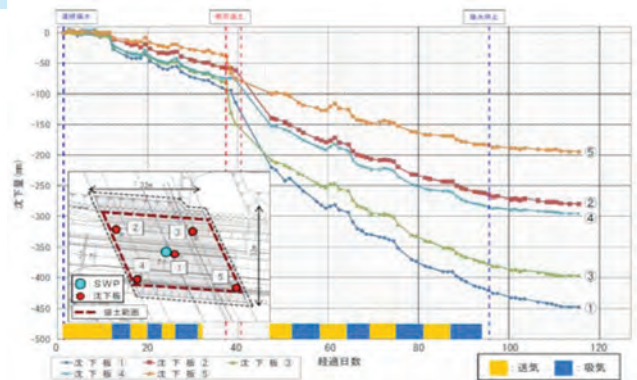
## 改良効果

- ① プレローディングなしで、圧密が可能
- ② 地下水位以下でも間隙水圧の低下、脱水が可能
- ③ バーチカルドレーンなしで圧密促進が可能

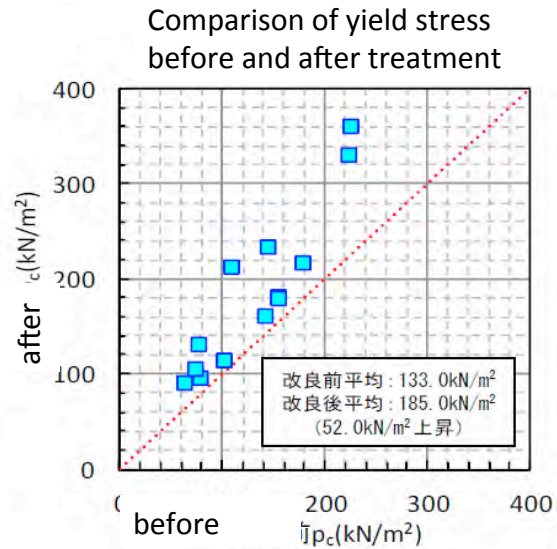
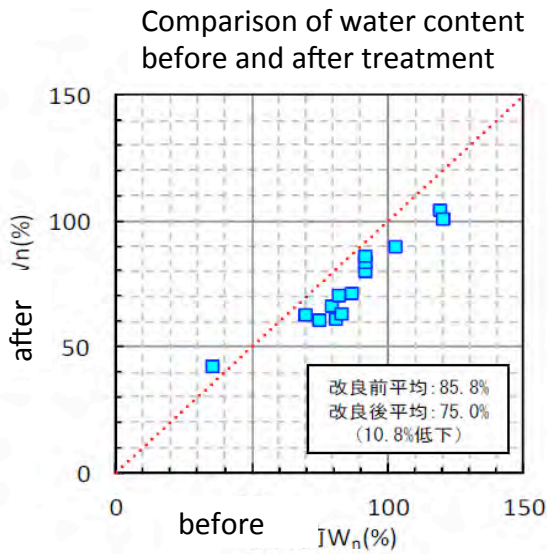
## 載荷盛土による沈下挙動(A工区)9mのプレローディングの理論値とSWPの実測値



## 計測データ(C工区・地表面沈下量)



# 改良前後の含水比と圧密降伏応力



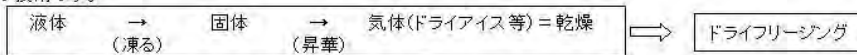
## 軟弱地盤改良工法 (SKK工法 + Qin-TAKO工)

Q: SKK工法とは

A: 大地のドライフリージングかな!

ドライフリージングは、負圧化すると沸点温度が低下して気化し、乾燥が進む技術だよ!

ただ、バキュームポンプがオイルの粘性を利用して真空を作り出しているため、水蒸気ではポンプがキャビテーションを起こす事から、一度凍らせて昇華の技術です。



SKK工法は、バキュームポンプをオイル式ではなく水封式(エルモ型ポンプ)を用いるために、

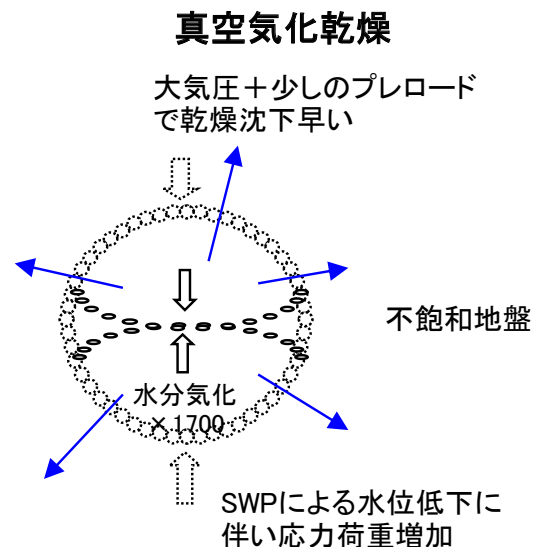
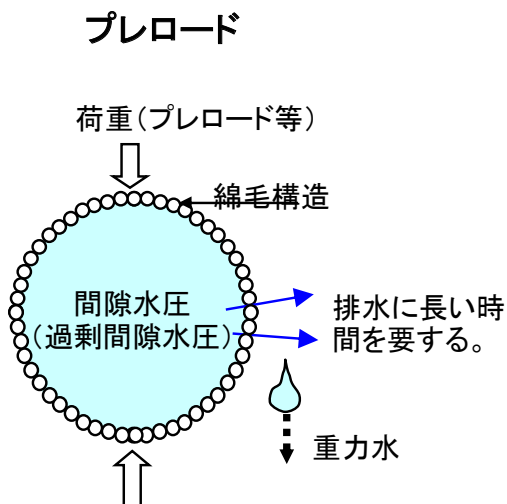
液体 → 水蒸気 → 直接気化させて乾燥できる工法です。

但し、エルモ型では高真空は望めない(Pv≒8.5m/w)ため、完全気化は出来ず、水蒸気として水分を回収し乾燥させます。

また、気化する時の水の体積変化率は実に×1,700倍で、容易に粘土の中より水分を気化して回収することが出来る。



### 圧密沈下と真空気化のちがい





SKK施工前



SKK施工後

掘削土改良状況

SKK工法+QinTAKOによる真空気化沈下促進



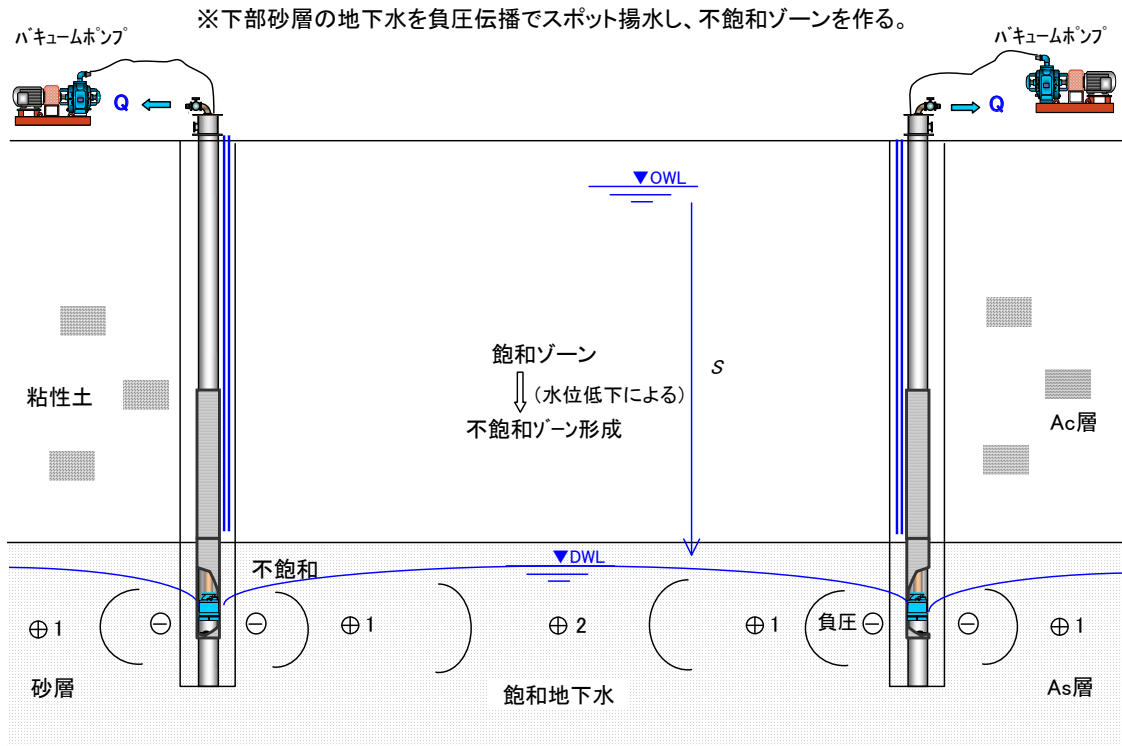
SKK設置状況

地盤改良比較

工法名	各種パーチカルドレーン	大気圧工法	N&H工法等	ドレーン材+直接吸引工法	SKK工法	SKK+QinTAKO工法
略図						
盛土高 静水圧 正圧 負圧						
盛土・沈下量・間隙水圧変化	盛土(大) 沈下量 間隙水圧	盛土(中)+大気圧 沈下量 間隙水圧	シート張りで大気圧加 沈下量 間隙水圧	ドレーンダイレクト吸引 沈下量 間隙水圧	真空吸引 沈下量 間隙水圧	真空吸引 沈下量 間隙水圧
載荷方法	盛土(大) $P = \gamma_s \times H$ $P = 1.8 \times 10.0m = 18.0t/m^2$	盛土(中)+大気圧 $P = \gamma_s \times H + P_a$ $P = 1.8 \times 5.0m + 4.0 = 13.0t/m^2$	盛土(中)+大気圧 $P = \gamma_s \times H + P_a$ $P = 1.8 \times 5.0m + 4.0 = 13.0t/m^2$	(盛土)直接ドレーン $P = \gamma_s \times H + P_a$ $P = 1.8 \times 5.0m + 4.0 = 13.0t/m^2$	大気圧+水位低下に伴う応力荷重 $P = P_a + \gamma_w \times H (or + W(小))$ $P = 4 + 1.0 \times 20m (1.8 \times 3) = 29.4t/m^2$	大気圧+応力荷重+コフレッサー圧 $P = P_a + \gamma_w \times H + P_c (P_c = 30 \sim 65t/m^2)$ $P = 4 + 1.0 \times 20m + 65 = 89.0t/m^2$
吸上げ掘り	—	有効6.5m (Max 8.5m) GL-6.5mでPv≒2.0t/m <sup>2</sup> まで	有効6.5m (Max 8.5m) GL-6.5mでPv≒2.0t/m <sup>2</sup> まで	有効6.5m (Max 8.5m) GL-6.5mでPv≒2.0t/m <sup>2</sup> まで	Max 300m 全深度でPv≒4~8.5t/m <sup>2</sup>	Max 300m 全深度でPv≒4~8.5t/m <sup>2</sup> (+エリア均質化)
対地盤負圧度	—	—	—	—	—	—
ハキューム吸引	—	—	—	—	—	—
脱水方法	盛土により過剰間隙水圧で脱水	盛土により過剰間隙水圧で脱水+大気圧	盛土により過剰間隙水圧で脱水+大気圧	盛土により過剰間隙水圧で脱水+大気圧	ハキューム吸引と真空吸引(×1700倍) 水の体積変化率酸化した場合×1700倍に容易に脱水	同上+コフレッサーによる圧気 水の体積変化率酸化した場合×1700倍に容易に脱水
工期	長期(約2年~5年位)	中期(約4ヶ月~2年位)	中期(約4ヶ月~2年位)	中期(約4ヶ月~2年位)	短期(約1.5ヶ月~6ヶ月位)	短期(約1.5ヶ月~4ヶ月位)
コスト	大 (△)	大~中 (△)	中 (□)	中 (□)	小 (○)	小 (◎)

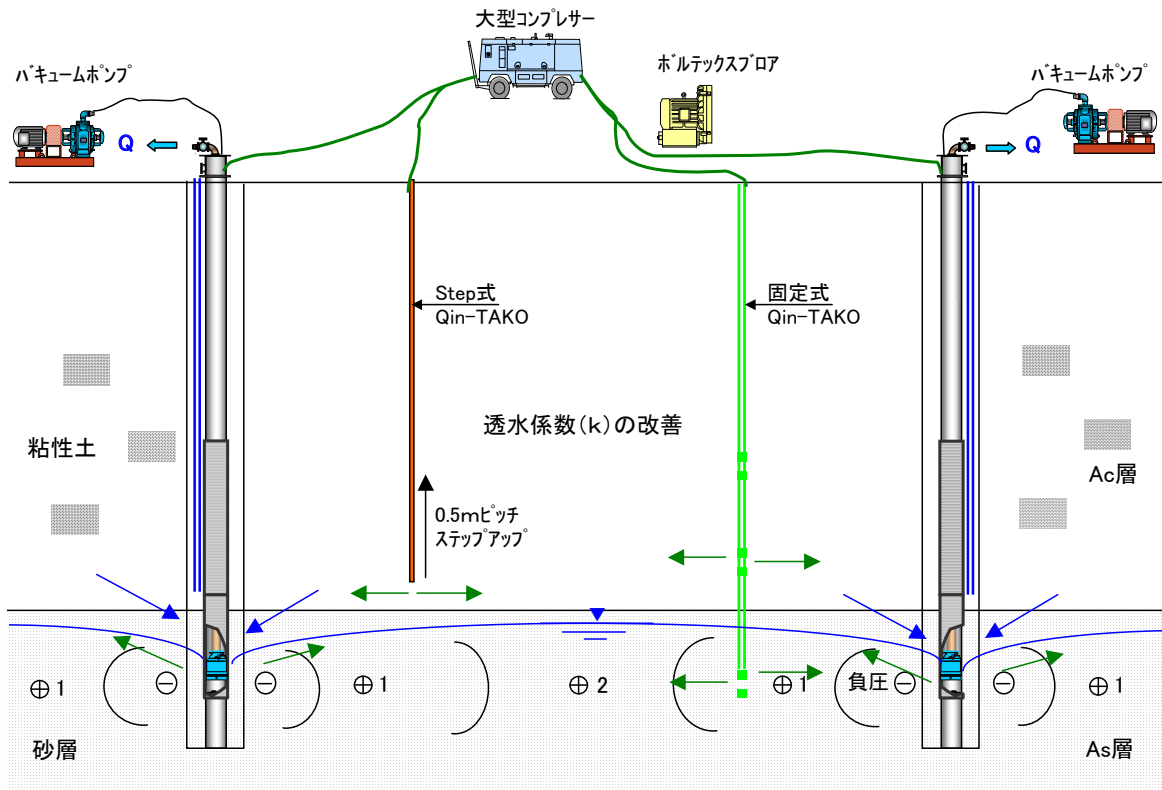
# CVT工法の施工手順

手順No.1



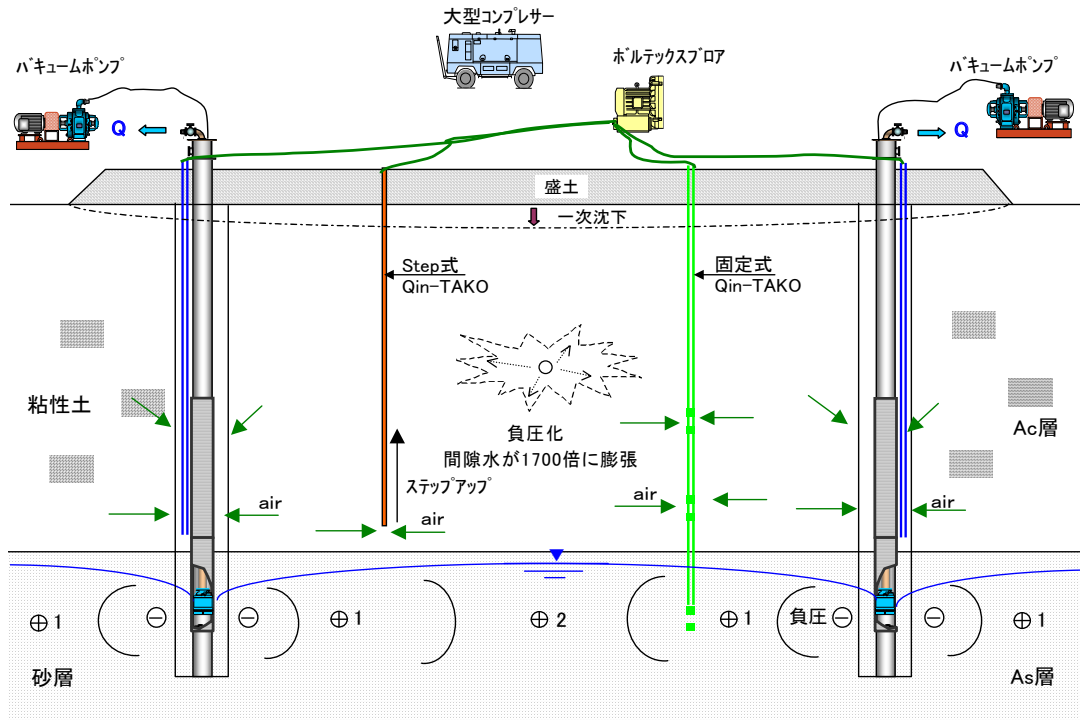
- ① SWP工法にて上部粘性土と下部砂層の地下水を負圧伝播でスポット減圧を行う。
- ② 粘性土と砂層の天場に不飽和ゾーンを設ける。
- ③ 負圧伝播で揚水する場合は重力排水と異なり、
  - ・井戸ロスが少なく効率的に水位が低下する。
  - ・広い範囲で水位を低下する必要がない為に、少ない揚水量で高い水位低下が可能。

手順No.2



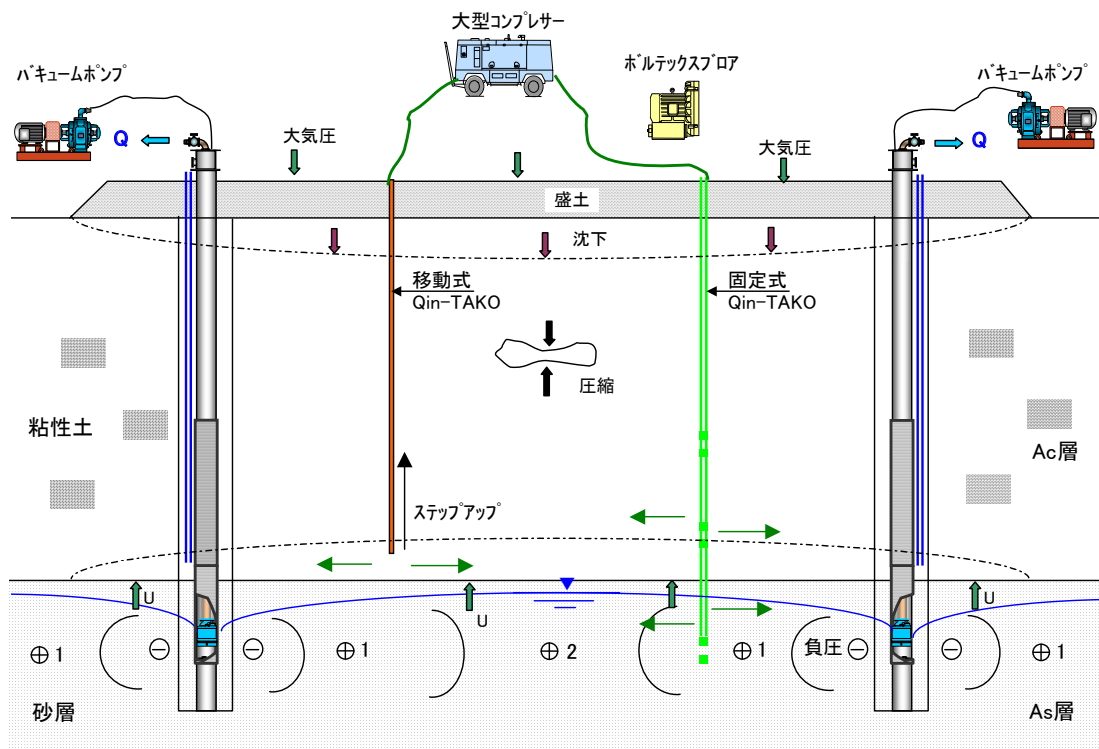
- ① Hi-Wai洗浄は、大量の水と大型コンプレサーにより地盤に水及び空気を送り込む。
- ② その後、バキューム吸引により空気と水を除去し、更にコロイド分を除去して揚水し地盤を負圧化させる。
- ③ ①～②の作業を繰り返し行う。
- ④ SWPとQin-TAKOを使用し、SWPで吸引、Qin-TAKOで圧送する事で井戸ロスを小さくする。(リングHi-Wai洗浄)
- ⑤ Step型Qin-TAKOによりムラ無くみずみちを付ける。
- ⑥ 脈状にみずみちを付ける事で、マクロ的に透水係数を改善させる。

※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。

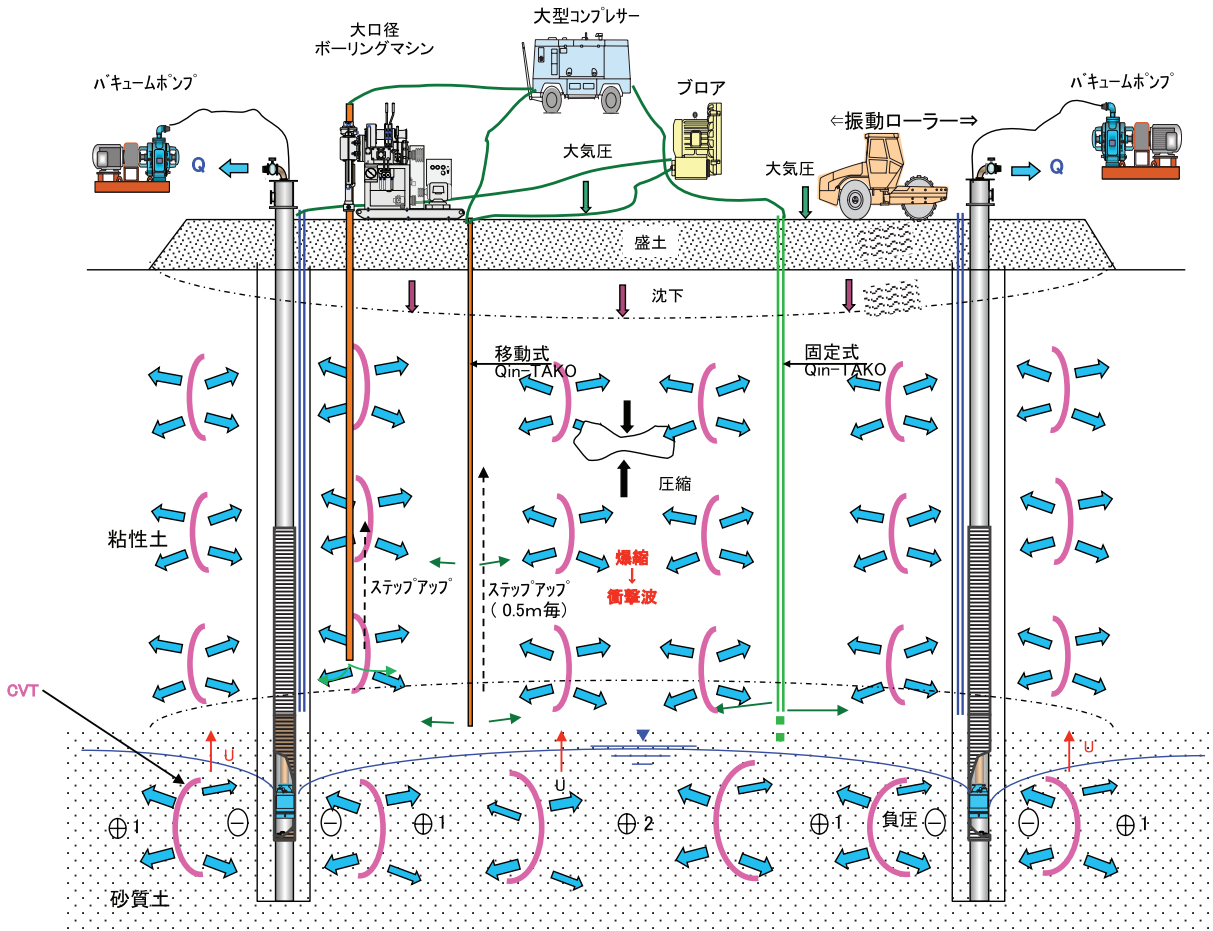


- ① SKKとQin-TAKOにより、ホルテックスブローにて砂層の天場と粘性土を真空化(負圧化)させる。
- ② その事により水の沸点温度が低下して間隙水が水蒸気として膨張し、SKK及びQin-TAKOにより地表へ吸引排出され、地盤が乾燥される。
- ③ この時、間隙水圧は負圧化していて、地震時に過剰間隙水圧にはならず、液状化防止できる。
- ④ 砂層では間隙の5%以上の真空トラップによる空気量が永久に残留する為、液状化防止として有効(港湾空港研究所との共同特許申請中)

※大型コンプレッサー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。



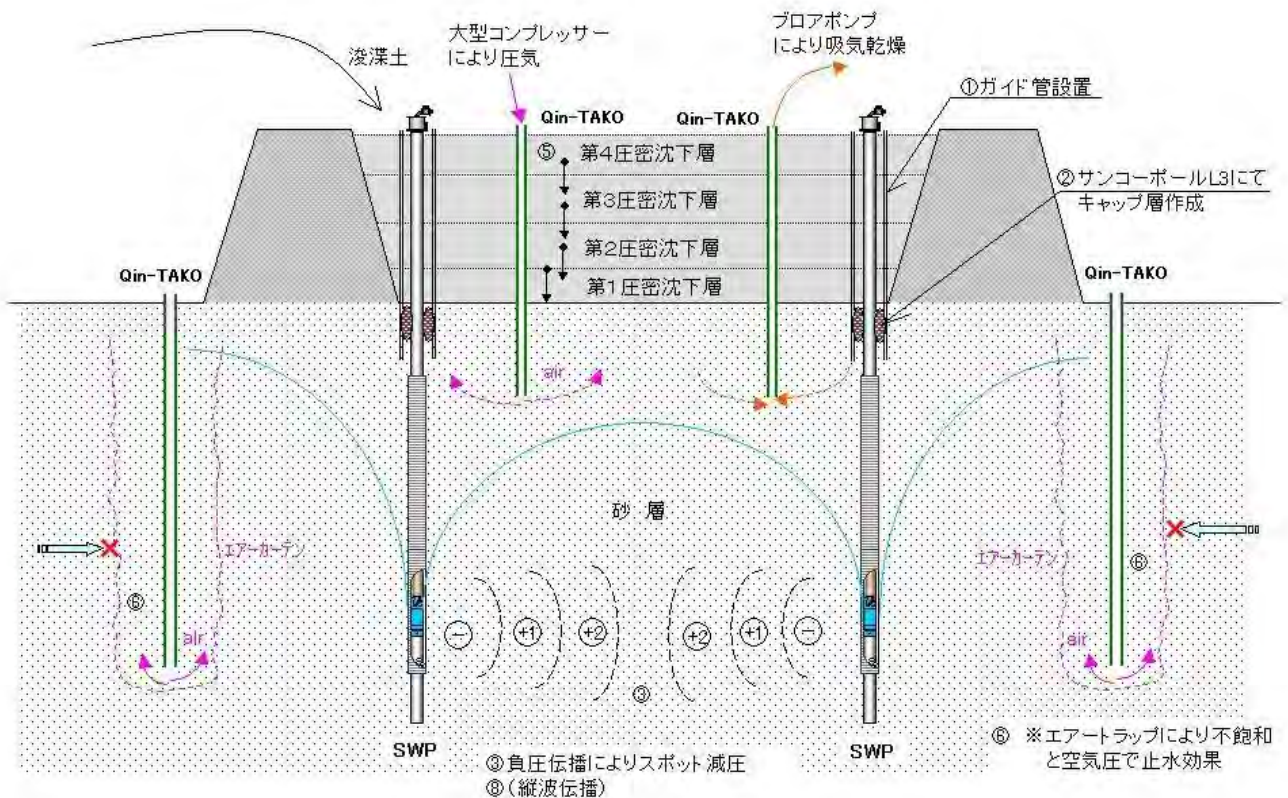
- ① 真空気化による細空洞化した地盤はそのままでは沈下が小さい為、大型コンプレッサーにより砂層天場に圧縮空気を送る事により、空気圧による揚圧力が発生します。(最大 $P \approx 6.5t/m^2$ )=アップリフトによる圧縮
- ② 移動式Qin-TAKOによりムラ無くダイレクトに粘性土を圧縮させる。
- ③ エアブローによる含水比軽減を図る。
- ④ その後、全体を真空気化する事で大気圧と盛土加重により圧縮沈下を図る。
- ⑤ 含水比の軽減と圧縮沈下により、地盤の強度増加が出来る。
- ⑥ その後、ポンプを停止して地下水を復元させる。復元させても圧縮しているためバウンドは無い。



衝撃波発生 → 圧縮締め

また、地表部はエアプロアがあり、振動ローラーでダイレクト圧縮 → 2次圧密(GL-5.0m位有効)

### ④海底ヘドロ脱水(浚渫土脱水)





# 地上り対策工…C V T工法

・C V T工法では3つの要因で地上りがストップする様です。

①負圧伝播により広い範囲での水位低下が可能となります。

地上り面は上下岩盤層の中に有り気密性が高く、C V T効果により広い範囲での水位低下が可能です。

②C V T効果でせん断抵抗が増大します。

参考までに軟弱地盤では粘性土分、コーン指数  
P=400 以上

粘性土、砂質土、N値0 → 15 以上  
以上のデータもあります。

③飽和地盤から、空気トラップ技術により液状化領域から塑性領域へと変化しせん断抵抗が増します。  
又、透水系数も不飽和透水係数に変化し、地下水の流れが小さくなります。

# 全国で初めて地すべり対策として採用された スーパーウェルポイント工法 (SWP工法)



## 平成26年度 天竜川水系 此田地すべり強制排水工事 について説明します



地すべり対策として、最も有効な方法は地下水位を下げることで、此田地区では、集水井をA、B、C7ブロックに区分しそれぞれ31、17、8基設置し、さらに横ポーリングによって配水管を3、35、9箇所設置しています。

それらの効果により、地下水位は低下し地すべり抑制効果は得られてはいますが従来の方法では自然流下に頼るため、湧水を集めるのに時間を要していました。

本工事は、井戸管内を真空状態にすることにより地下水を強制的に集水し、従来の2~10倍の排水量が期待できる「スーパーウェルポイント (SWP) 工法」を施工します。

SWPは、主に液状化対策や汚染地下水の浄化などに実績がありますが、この工法を地すべり対策として施工するのは全国で初めてです。では、SWPについて以下のとおり説明します。

### 工事概要

工事名：平成26年度 天竜川水系  
此田地すべり強制排水工事  
工事場所：長野県飯田市南信濃此田地先  
工期：平成26年 4月 17日~  
平成26年 10月 31日  
工事内容：  
斜面対策  
地下水排除工  
スーパーウェルポイント工法 一式  
施工：池端工業 株式会社

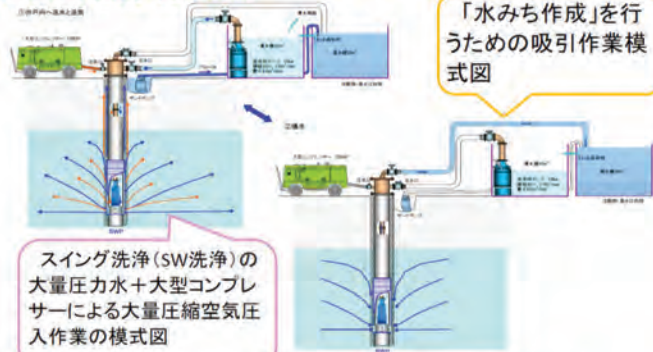
[カモシカ通信より]

### SWP工法とは？

SWP工法は地下300m位まで負圧伝播で揚水できる工法で、世界で初めての工法です。  
(類似工法に注意してください) 負圧伝播が出来るのはこの工法のみです。この負圧伝播で海岸や河川での橋脚工事等でドライ施工が可能になり、山留めの外の水位は低下しない等の効果があります。

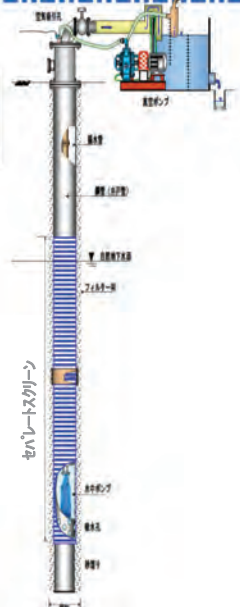
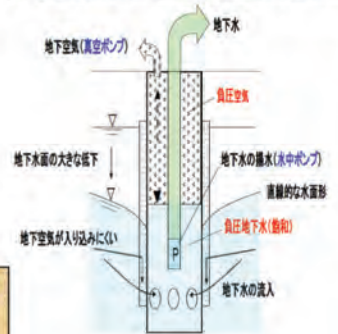
### スーパーウェルポイント工法

Hi-Wai工法(Hi-Wai洗浄)



スイング洗浄 (SW洗浄) をより効果的に行うため、大量の圧力水+大型コンプレッサーによる大量圧縮空気を同時又は、交互に地盤中に圧入作業と吸引作業を繰り返すことにより、「水みち作成」の効果を改善する事が出来ます。 [Hi-Wai洗浄]

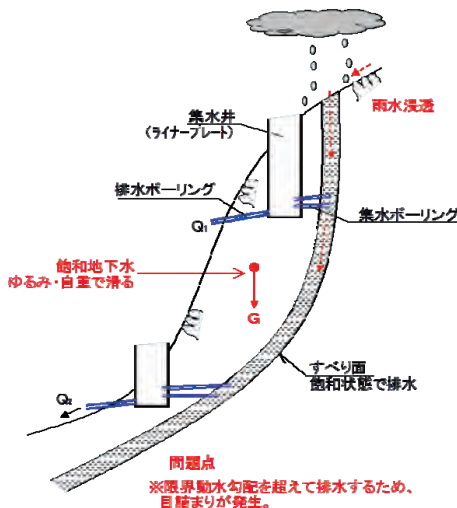
地下空気の井戸管への入り込みを防ぐ(構造)  
-井戸管を真空状態にして地下水(飽和)に負圧を与える(機能1:地下水を集水)  
-井戸管内の地下水のピエゾ水頭(ポテンシャル)を下げる-  
-井戸管に流入する地下水を水中ポンプで揚水する(機能2:地下水を揚水)



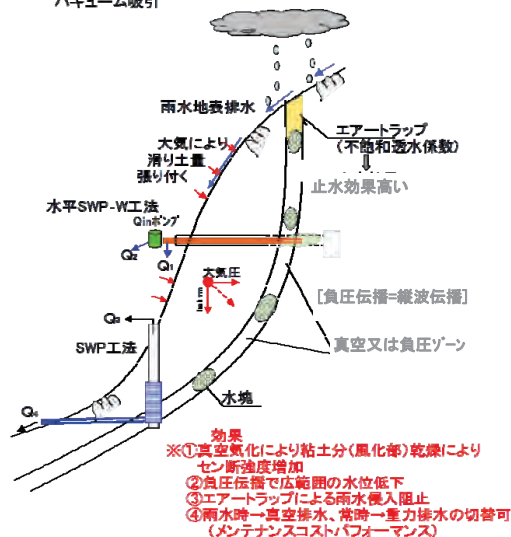
[カモシカ通信より]



重力排水との対比 (A) 重力排水



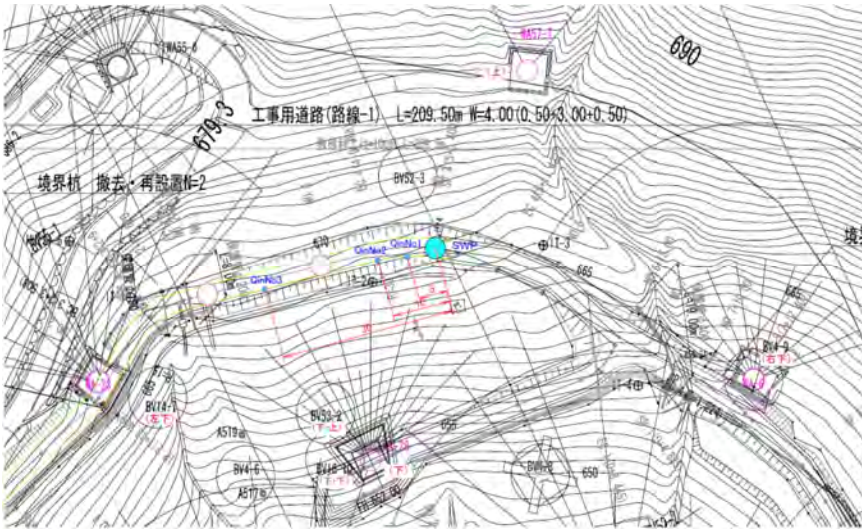
(B) 負圧伝播によるバキューム吸引



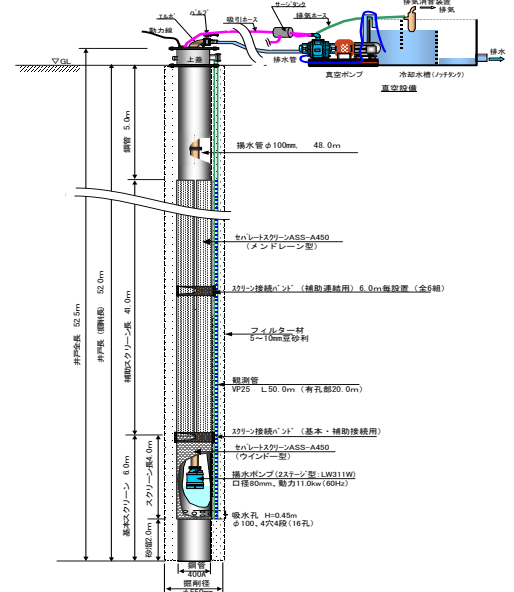
負圧伝播の表現は、現在、九州大学の神野先生や九州産業大学の細川先生等によって数値解析で表現できます。  
負圧伝播とは、井戸周りの地下水をバキュームで吸引する事で地盤中の地下水の連続性が欠けて縦波で吸引され、スポット的に水圧が低下される新しい技術です。

# 天竜川此田地区地すべり対策工 SWP工法揚水試験中間報告 (抜粋)

## 1. 設置位置図

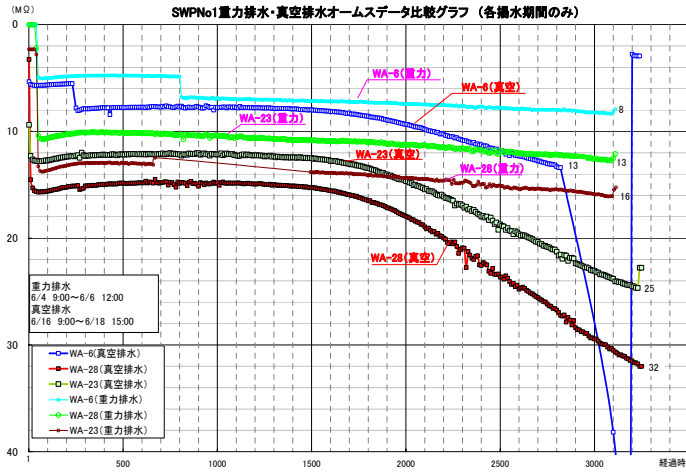


## 2. SWP井戸構造

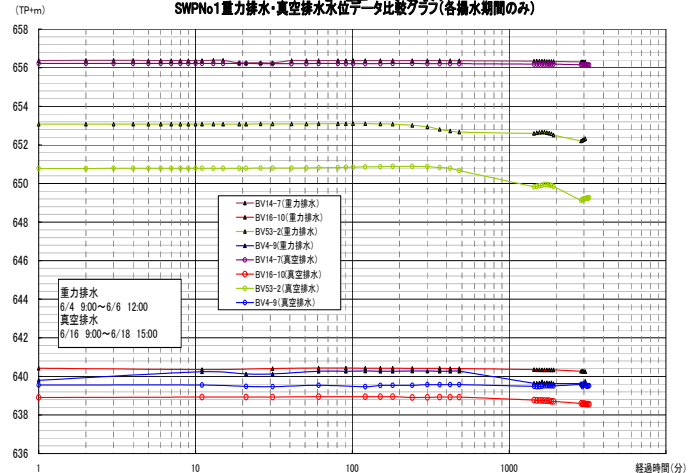


## 3. 重力排水と真空排水との対比

a : 井戸間の $\Omega$ 値 (水分量) の比較



b : 水位の比較



## 4. 効果のまとめ

### 揚水量の変化 (目安)

排水法	初期量	平衡量	揚水状況
重力排水	5.0 $\theta$ /min	0 $\theta$ /min	一定量 $\rightarrow$ 重力排水
真空排水	25.0 $\theta$ /min	2~3 $\theta$ /min	ウエーブしながら揚水 $\rightarrow$ 負圧伝播を確認

バキューム運転による連続運転では、  
初期量 25~30 $\theta$ /min (リング HI-WAI 洗浄効果)  
中期 約 2~3 分間隔で排水  
平衡時 約 10 分で排水 (平均 0.1~0.5 $\theta$ /min)  $\rightarrow$  負圧伝播効果

オーム値水位の初期値は、揚水前数値としています。  
理由としては、オーム値は水位変化より早く変化する特徴があります。  
オーム値変化でスタート時のポンプUPに伴う変化は大きいですが、鋼管のオーム値は1 $\Omega$ 以下で井戸内水位変化は基本的に考えにくく、地盤内 $\Omega$ の単位はメガオーム (M $\Omega$ ) です。  
参考までに、砂層等の堆積層平衡時までの変化は $t \approx 6$ 分位です。  
今回は岩盤内クラックの水分変化を示していて、井戸周辺の水分が負圧により早く脱水され、オーム値が早期に上昇した事を示しています。  
オームシステムの測定間隔も $t = 10$ 分間隔であり、その範囲内で変化したかと思えます。

### 真空度

ほぼ高真空で排水し、その値は約-0.075~-0.08MPa位で地表部からのブローはほとんどなかった。  
当真空ポンプの真空度は $P_a = -0.085$ 以上はポンプがキャビテーションしてしまうため、これ以上はあげられません。

### 真空排水での結果

#### オーム値(水分量の日安)と水位の変化

井戸No.	SWPからの位置	オーム値 (M $\Omega$ )		水位 (cm)			判定	記事	
		変化	効果	位置	変化	効果			
Qin No.1	r=5.0m	3.0	-28.5	+25.5			30	○	
Qin No.2	r=10.0m	1.5	-17.0	+15.5			270	◎	
Qin No.3	r=30.0m	3.0	-19.0	+16.0			回復途中	○	12' HI-WAI 洗浄による
WA57-7	上	1.0	-11.0	+10.0				△	
WA-6	右下	3.0	-22.0	+19.0			BV4-9	3	○
WA-23	左下	6.0	-39.0	+33.0			BV14-7	8	◎
WA-28	真下	7.0	-56.0	+49.0			BV53-2 (F上)	20	◎
							BV16-10 (F下)	2	◎

揚水時間 約 $t \approx 2,200 - 2,400 = 17,800$ 分 (12.3日間)

### まとめ

a) 今回の揚水試験結果で地すべり対策として重力排水と比較すると、真空排水による負圧伝播で揚水した場合は揚水量がスイングして変化が大きく、間欠揚水状態で揚水出来ることが確認された。  
この事は、すべり面が丁度チューブ状で、密閉された空洞を真空吸引した場合には負圧が広い範囲で伝播することが確認され、地すべり面全体にその効果が及ぼす様に思えます。  
今後、長期の揚水でそのエリア範囲を確認したいと思えます。

b) 排水効果エリアとしては、SWPを中心として山側を望み、その効果は下表の通りでした。

位置	効果
山側	△
右下側	○
左下側	◎
直下の上側	◎
直下の下側	◎

今後、長期揚水の変化を確認したいと思えます。

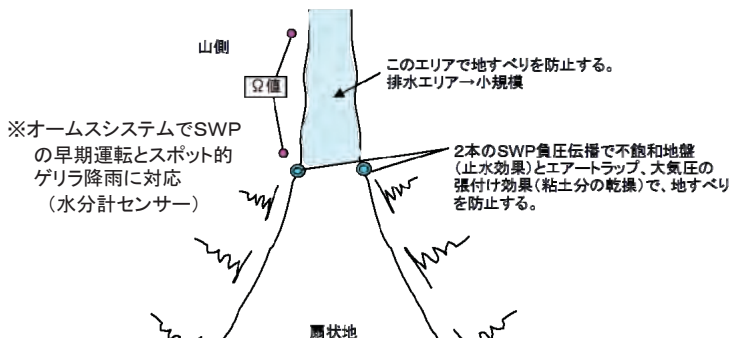
# 地すべり地盤に於けるSWP工法とその関連技術の有効性について

## 1. 地すべり対策工として

### 特徴

- 1) バキューム吸引する事で、重力排水とは異なりスイング（脈動）しながら吸水出来、負圧伝播で広い範囲での水位低下が可能。
- 2) 地すべり面を負圧化し、地すべり土を斜面に張り付ける事で地すべりを防止する。
- 3) 地すべり面をSWPで揚水する事で、その中の水分を真空気化効果（SKK工法の効果）で乾燥させて、滑り面のせん断抵抗をアップさせる。
- 4) 地すべり面に空気トラップする事で、洪水時の雨水の浸透を軽減させる。不飽和透水係数  $k' \approx (1/10 \sim 1/100) k$  の止水効果あり。

## 2. 広島型小規模排水での地すべり対策として有効（マサ土対応）

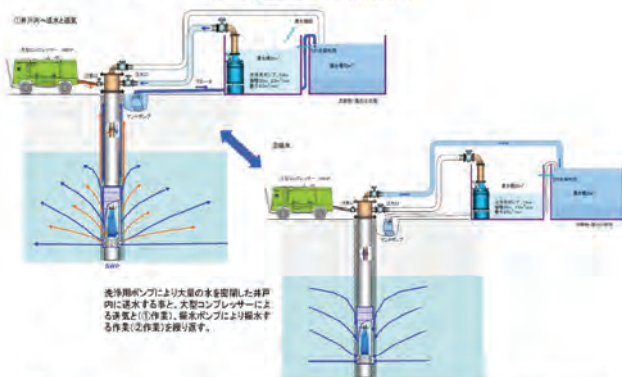


- ① マサ土は気密性が高く水位低下困難→Hi-Wai洗浄で負圧伝播効果(大)
- ② マサ土は気密性が高いため真空度も高く、大気圧の張付け効果(大)
- ③ マサ土は気密性が高く、エアートラップにより地表部での止水効果大きく、マサ土 全体への雨水浸透防止可能→雨水は地表面排水

## 3. 地盤中の見掛けの透水係数(k')の改善 ⇒ Hi-Wai 洗浄工

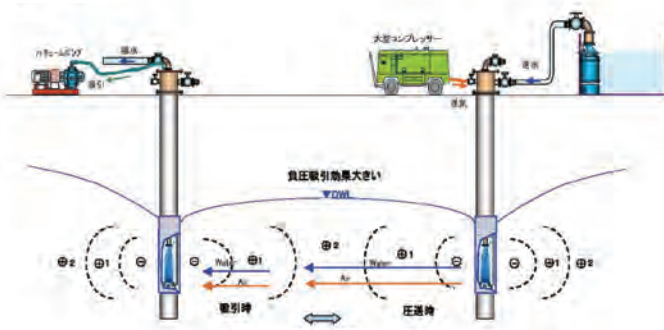
(バキューム吸引でも目詰まり発生しない)

### 基本Hi-Wai 洗浄



特徴:  
 ① スイング洗浄SWP洗浄法、より効果的に汚泥を吸引し、大量の圧力水+大型コンプレッサーによる大量圧縮空気を用いた、交互に地盤中に注入作業と吸引作業を繰り返す事により、汚泥の吸着を大幅に低下し、土質改善効果(土質改良)による透水性向上が期待出来る。  
 ② 汚泥の吸着を低下し、土質改善効果(土質改良)による透水性向上が期待出来る。  
 ③ 土質改良の効果で、ヘビーメタル(重金属)やAOC、油分、等の洗浄効果が期待出来る。  
 ④ 地盤中の空気と水の混合(インパクト効果)で砂の細かい粒子が期待出来る。1. 押し込み速度によって、一度吸引した土質がバキューム吸引で繰り返し吸引される事による土質改良(スラック)が期待出来る。2. 吸引速度によって、一度吸引した土質がバキューム吸引で繰り返し吸引される事による土質改良(スラック)が期待出来る。

### 相互Hi-Wai 洗浄



目的: 圧送と吸引を相互の井戸で繰り返す事で、SWP井戸間の透水係数が大幅に改善され水位低下効果が大きくなり、又、井戸ロスを小さくする効果も大幅に改善した洗浄法です。

## 4. オームシステムによる地中の監視の目（水分量センサー）

低圧電圧（V≒1~9V位の範囲）の方が広く地盤の水分量を時系列で測定出来る事から、地下水が上昇する前にSWPを運転する事が出来、未然に地すべりを防止する事が出来ます。

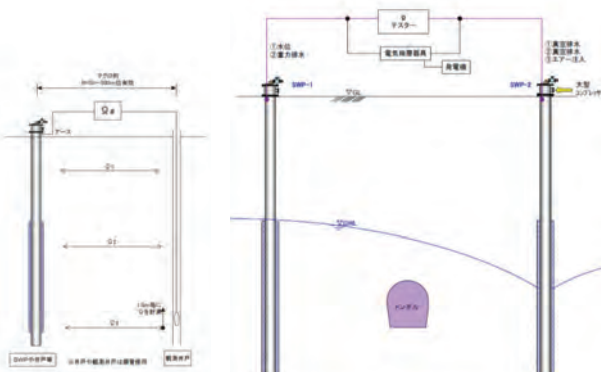
### オームシステムの概要

※地すべり面の水分計センサーで、早期運転可能。

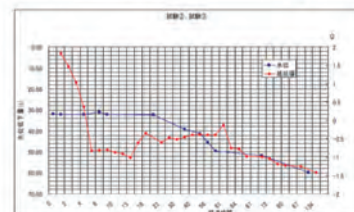
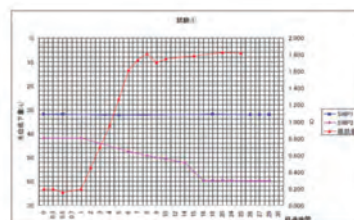
水位観測井戸では遅い。



地すべりの広い範囲に2本のアースを基岩までボーリングにて設置しておき、その間の抵抗値を常時観測して地下水の変化や雨量等とリンクさせておくと、雨水時の地下水飽和状況の抵抗値を推測する事が出来、警戒エリアを設けることで、地すべり発生前に警告や避難をさせる事が出来ます



SWPや鉄管による水位観測孔であれば、地盤の最下部より輪切りの状態で、連続して抵抗値を測定する事ができ、リアルに地下水質や水分量の分布が把握できます。



特長: 電子信号の方が水の変化より早く平衡状態になる。  
 →結果、早く避難出来る。

# 国土防災対策としての 近未来型のSWP工法応用技術

＜パイプリターン工法との組合せでSWP工法（真空排水）とSWP-W工法（重力排水）との切替可＞

## 1. 重力排水と真空排水の自動切り替えでコストダウン

ランニングコストダウンを目的として

常時：パイプリターン工法にてSWPに到達させ、水平鋼管パイプを通して下流へ重力排水。  
降水時：水位センサーやオームシステムで連動させ、SWPを自動運転しバキューム吸引する。

**夢の工法を実現。**  
自動式リターン装置搭載により、鋼管パイプを直立に引きもどして水中のケーシング交換機再挿入。

**掘進機引抜動作**

**パイプリターン工法の特長**

- 推進管はそのまま、掘削機が縮小・自立後退し、再挿入が可能。
- 土質に依存しない掘削が可能で、掘削機が先導内径より径が狭い。
- クラフド管、管を動かさなくても良いので、掘削に与える影響が少なく掘削しやすくなる。
- 小スペースの発進基礎、掘進立坑は不要。
- 最小径φ2000mmの発進立坑（P&A50）、（水平方向掘削機）
- 掘進立坑は不要、掘削機、掘削人への移動が可能。
- 全方向掘削が可能。
- 7.5m、水平方向、長さ、約6、300(TK)
- 長尺掘削機最大300mが可能。
- 掘削機と掘削機との距離により、掘削機と掘削機をシステム化可能。
- シフトシステムに方向修正、掘削機が可動。

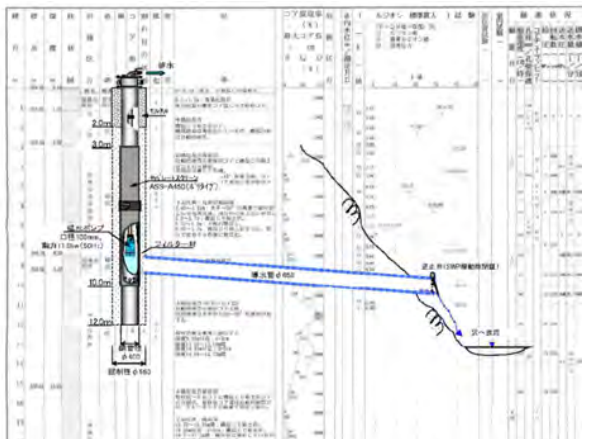
**【技術仕様】**

掘削機仕様  
 掘削機径φ2000mm(φ2000mm)  
 掘削機長さ100m(φ100mm)  
 掘削機重量1000kg  
 掘削機掘削速度100m/分  
 掘削機掘削方向任意  
 掘削機掘削角度任意

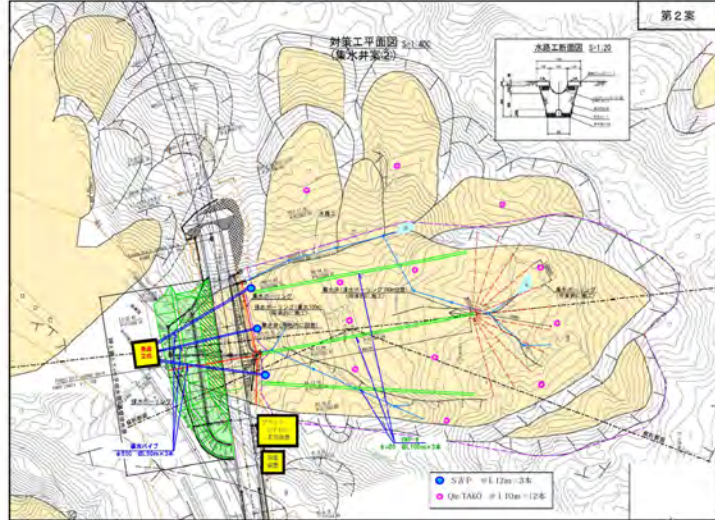
**不可能を可能に変えた!!**  
**パイプリターン工法**

【先導機】  
 掘削機径φ2000mm(φ2000mm)  
 掘削機長さ100m(φ100mm)  
 掘削機重量1000kg  
 掘削機掘削速度100m/分  
 掘削機掘削方向任意  
 掘削機掘削角度任意

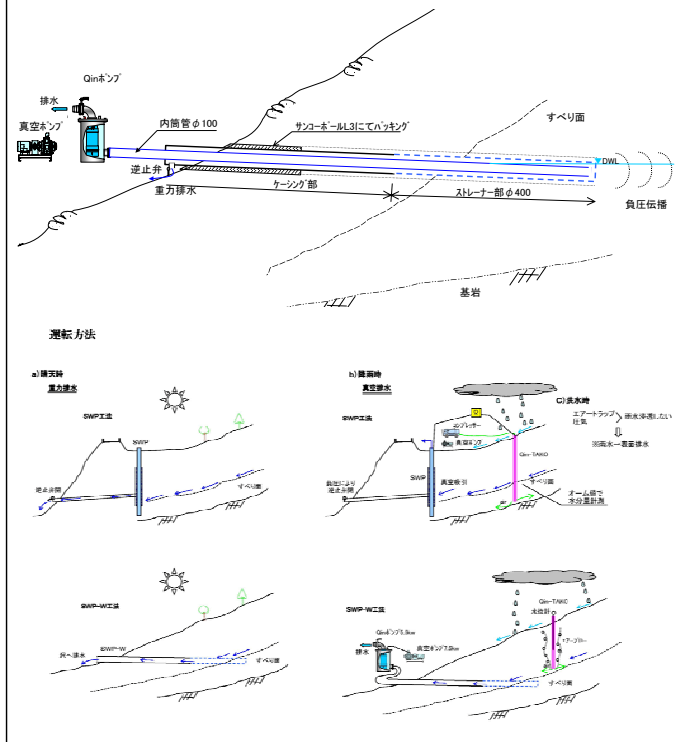
掘削機仕様  
 掘削機径φ2000mm(φ2000mm)  
 掘削機長さ100m(φ100mm)  
 掘削機重量1000kg  
 掘削機掘削速度100m/分  
 掘削機掘削方向任意  
 掘削機掘削角度任意



### SWP工法と水平SWP-W工法の計画例

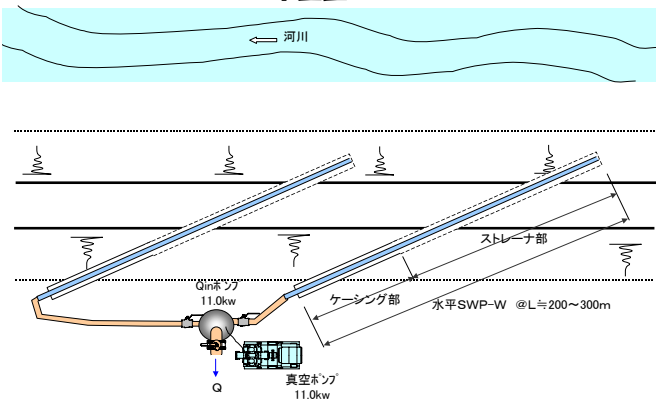


### 水平SWP-W工法（大型水平水抜きSWP工法）



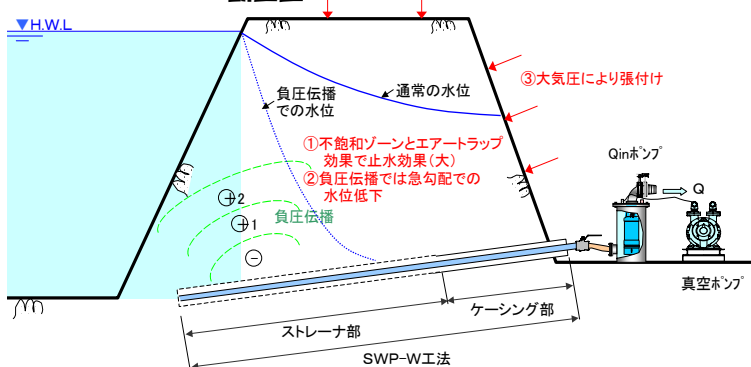
## 2. 河川堤防補強工事としての応用（洪水時対策）

平面図



※Qinポンプセット1組にて複数本のSWP-Wを揚水できる。

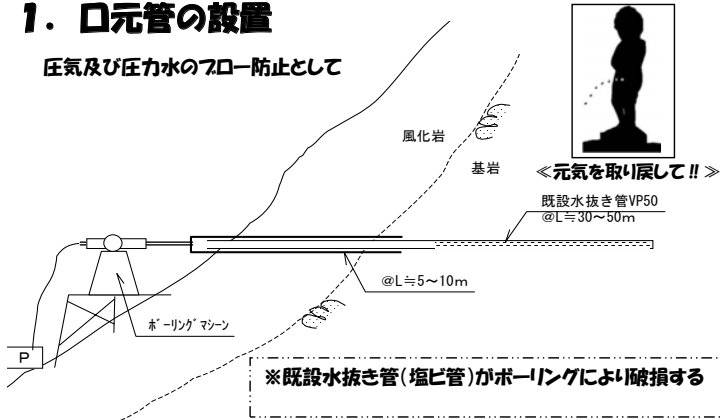
断面図



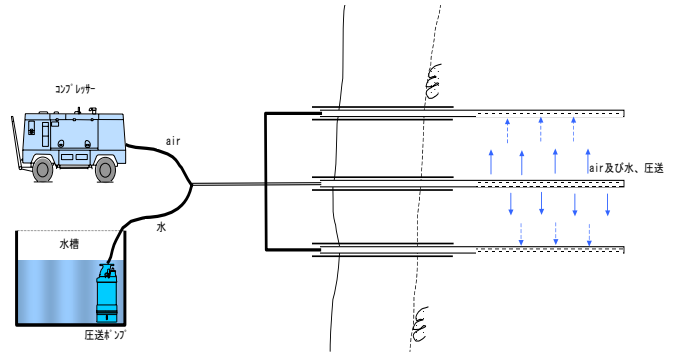
# Qin-Pipe工法 (水平水抜きパイプ回復工法) SWP応用技術 《孤立沢Qinパイプ工法試験施工》

## 1. 口元管の設置

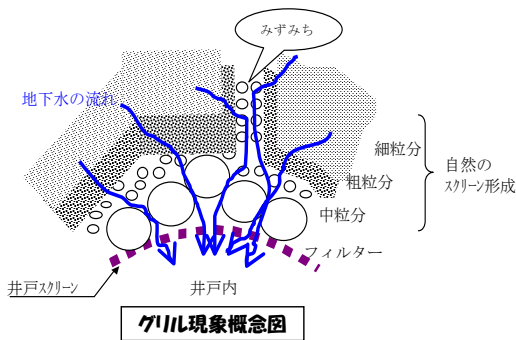
圧気及び圧力水のフロー防止として



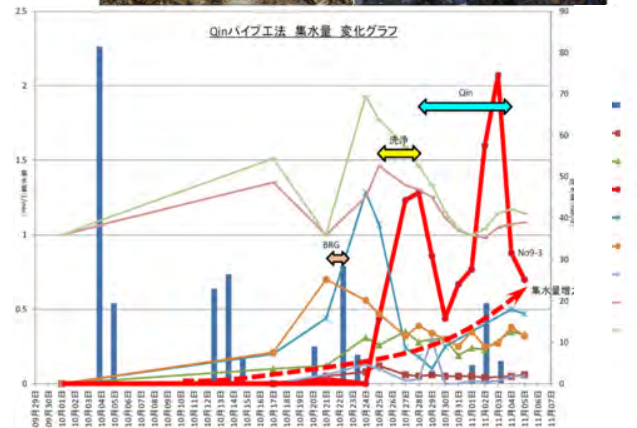
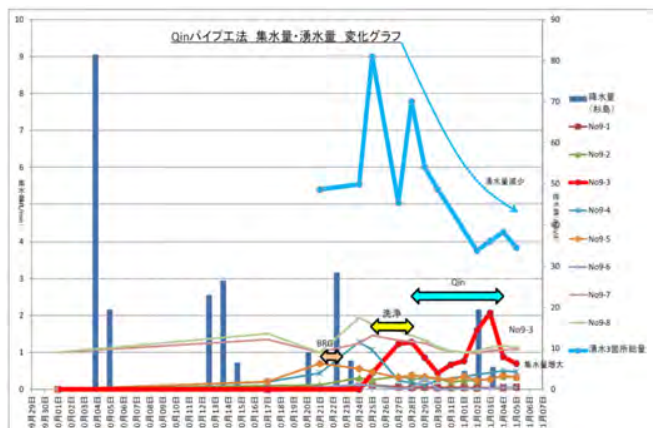
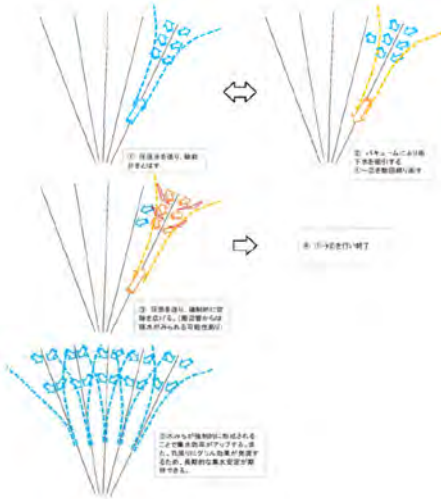
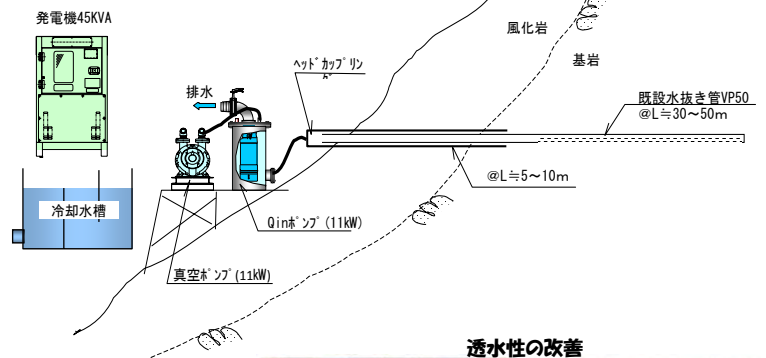
## 2. 水平Hi-Mai洗浄の実施



## 3. 井戸周りの地盤にみずみちを付け、目詰まりの発生しにくい地盤を形成



## 4. Qin-Pumpの設置



# カモシカ通信



## 平成26年度 天竜川水系 此田地すべり強制排水工事 について説明します



地すべり対策として、最も有効な方法は地下水位を下げることです。此田地区では、集水井をA、B、Cブロックに区分しそれぞれ31、17、8基設置し、さらに横ボーリングによって配水管を3、35、9箇所設置しています。

それらの効果により、地下水位は低下し地すべり抑制効果は得られてはいますが従来の方法では自然流下に頼るため、湧水を集めるのに時間を要していました。

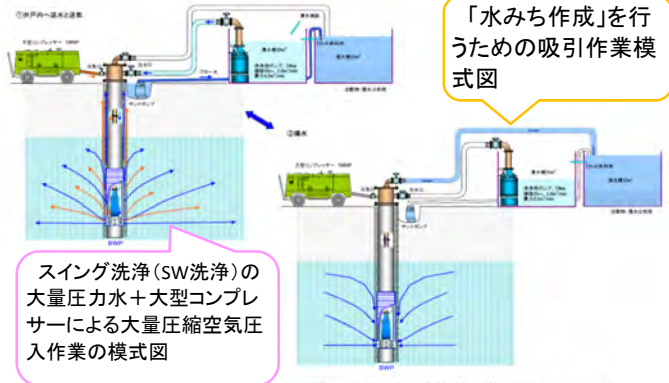
本工事は、井戸管内を真空状態にすることにより地下水を強制的に集水し、従来の2～10倍の排水量が期待できる「スーパーウェルポイント(SWP)工法」を施工します。

SWPは、主に液状化対策や汚染地下水の浄化などに実績がありますが、この工法を地すべり対策として施工するのは全国で初めてです。では、SWPについて以下のとおり説明します。

### 工事概要

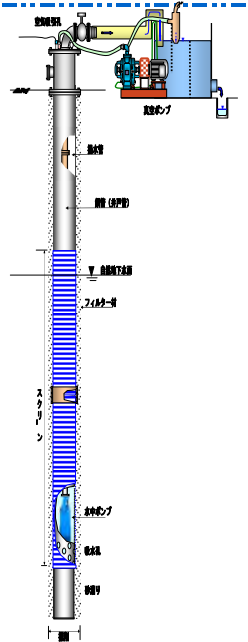
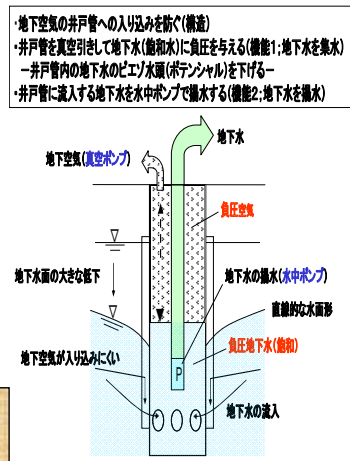
工事名：平成26年度 天竜川水系  
此田地すべり強制排水工事  
工事場所：長野県飯田市南信濃此田地  
工期：平成26年 4月 17日～  
平成26年 10月 31日  
工事内容：  
斜面对策  
地下水排除工  
スーパーウェルポイント工法 一式  
施工：池端工業 株式会社

### スーパーウェルポイント工法 Hi-Wel工法(Hi-Wel洗浄)



スイング洗浄(SW洗浄)の大量圧力水+大型コンプレッサーによる大量圧縮空気圧入作業の模式図

スイング洗浄(SW洗浄)をより効果的に行うため、大量の圧力水+大型コンプレッサーによる大量圧縮空気を同時又は、交互に地盤中に圧入作業と吸引作業を繰り返すことにより、「水みち作成」の効果を改善する事が出来ます。



### 最近の話題

遠山川漁業協同組合主催(4月27日) 魚のつかみ取り



同地域に広く関わる青崩峠道路工事連絡協議会や上村中郷ツバタ沢工事用道路建設業者らが、日ごろの工事協力に感謝するとともに河川環境保全への思いを込めてアマゴの成魚、約800匹を寄付。これを受けた同組合が、地域住民に還元しようと実施しました。

南信州新聞記事

天龍村ホームページより

昨年度ブッポウソウ写真コンテスト最優秀賞作品。



国の天然記念物で絶滅危惧(きく)種のブッポウソウが、ことしも天龍村に渡って来ました。5月6日から村内の複数カ所で確認され、9日には役場の巣箱に入った。(南信州掲載) <http://www.vill-tenryu.jp/>

### 遠山川砂防出張所からお知らせです

4月に中西所長が異動になり、松業新所長が着任しました



はじめまして、本年4月よりこの遠山川砂防出張所にお世話になることになりました松業志郎です。よろしくお願ひします。遠山川流域の美しい景観と環境の中で仕事ができる喜びを感じており、この地域に貢献できるよう努める所存です。

# カモシカ通信

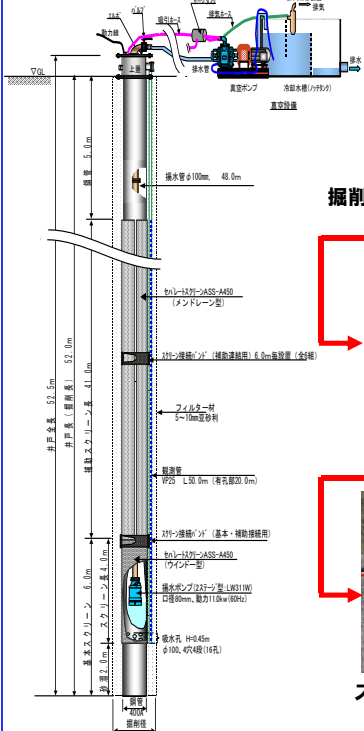


## 平成26年度 天竜川水系 此田地すべり強制排水工事

9月3日に、本工事の現場施工が完了しました。施工期間中は地域の皆様にご理解、ご協力いただき無事故・無災害で竣工できました。誠にありがとうございました。

スーパーウェルポイント詳細図

施工状況



掘削状況(ダウンザーホールハンマー)



スクリーン管達込状況



フィルター材(砂利)充填状況



ポンプ・揚水管設置状況



工事設備設置完了



観測用ボーリング状況



ロッド挿入状況



観測用ボーリング完了



スーパーウェルポイント揚水試験  
(流量計観測)



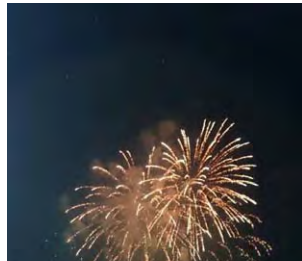
施工完了

**工事概要**  
 工事名 平成26年度 天竜川水系 此田地すべり強制排水工事  
 工期 (自) 平成26年 4月 17日  
 (至) 平成26年 10月 31日  
**工事内容**  
 地下水排除工  
 スーパーウェルポイント工法 一式 観測用ボーリング 一式  
 仮設電気設備 一式  
 施工 池端工業 株式会社  
 現場代理人 池端 崇一郎 監理技術者 緑川 実男

【遠山川砂防出張所より】 今後は、この工法(スーパーウェルポイント)による地すべり対策効果を計るため、設備を適宜稼働させ地下水位及び地盤変状の観測を行っていきます。

## 遠山の御射山祭り

遠山郷の夏を締めくくる「御射山祭」が行われました。午後5時半すぎに御輿を担いだ子供や若者が遠山中学校を出発し、和田商店街を練り歩きながら諏訪神社へ向かう「キオイ」が始まりました。午後7時半からは大花火大会が開かれ轟音が響く中、次々とスターマインが打ち上げられ、遠山の夜空を彩りました。(8月23日)



## つめたざわはし 完成



「平成24年度 天竜川水系 ツバタ沢砂防堰堤工事用道路工事」は現在鋭意施工中ですが、このたび、工事用道路として使用する「つめたざわはし」の架け替えが完了し9月より共用開始(一般車両通行可能)しました。

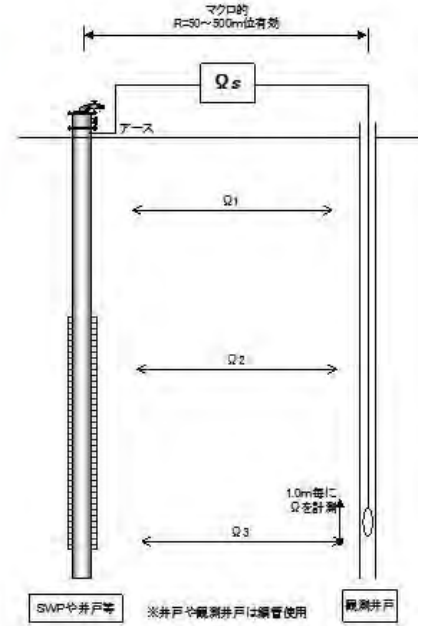
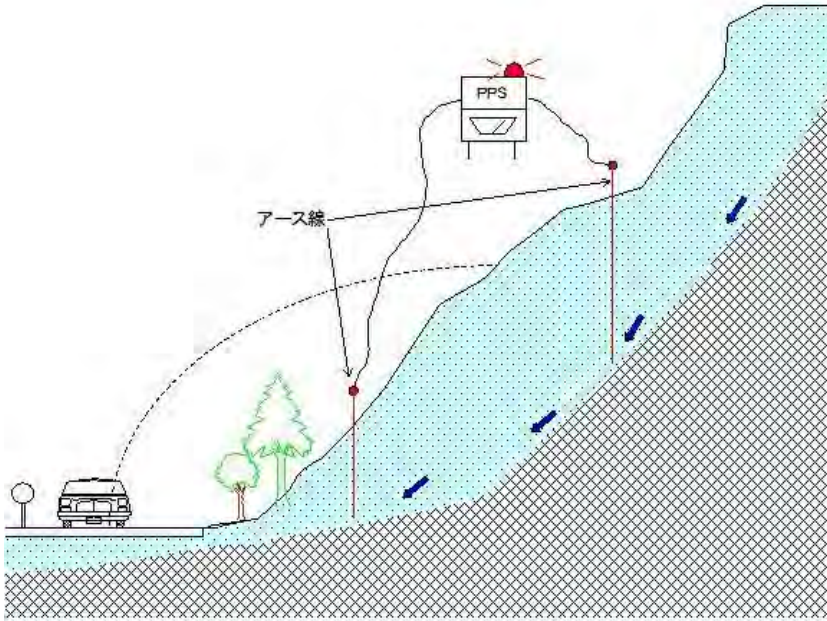
仮橋での共用期間中はご不便をおかけしました。今後も、新橋には工事車両も通りますのでご理解・ご協力願います。

この橋中央部には、施工業者である北沢建設(株)が上村小学校の児童が工事見学した際教材提供していただいた、小水力発電によるLED照明が常時点灯しています。

この設備は仮設で、本工事竣工まで設置していただく予定です。道路照明の規模ほどはありませんが、ツバタ沢の景観を重視した施工による流路の工夫やそれを利用した水力発電機です。見学にどうぞ。エネルギーの有効利用のヒントになれば幸いです。



# オームシステム



地すべりの広い範囲に2本のアースを基岩までボーリングにて設置しておき、その間の抵抗値を常時観測して地下水の変化や雨量等とリンクさせておくと、雨水時の地下水飽和状況の抵抗値を推測する事が出来、警戒エリアを設けることで、地すべり発生前に警告や非難をさせる事が出来ます。

SWPや鉄管による水位観測孔であれば、地層の最下部より輪切りの状態で、連続して抵抗値を測定する事ができ、リアルに地下水脈や水分量の分布が把握できます。

## 地すべり工事でのオームシステム施工例

南アルプス 飯田市内

国交省天竜川河川国道事務所

オームシステム  
(電源:ソーラー)

アース部  
(Aロッド)

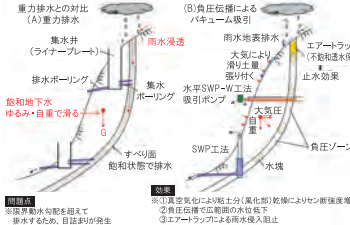


# アサヒテクノ スーパーウェルポイント工法 地すべり対策に初適用

真方を使って地下水を集める地水位低下工法「スーパーウェルポイント(SWP)」を、主に地盤改良を始め、液状化対策「真空気化」や汚染地下水浄化など多くの場に加え、国土交通省中部地方整備局の地すべり対策「アサヒテクノ」が着手に全うしたことが、効果検証の結果を上げている。この実証を踏まえ、同地盤の大竜川上流河川事務所は、29日に長野県田市など7市を管轄する天竜川災害対策センターで、同技術に定評がある地すべり対策「アサヒテクノ」を紹介している。

SWP工法は真空ポンプで地下水を集め、集めた地下水を水ポンプで揚水する。地下水位を下げ、土質を固くする。アサヒテクノは、スーパーウェルポイント工法による地すべり対策「アサヒテクノ」が、地すべり対策に初適用されたのは、平成26年10月である。

アサヒテクノは、地すべり対策に初適用されたのは、平成26年10月である。



による配水管を、35、9カ所設置している。その結果、「地下水水位は低下し、地すべり抑制効果は得られてはいるが、従来の方法では自然流下による排水量が不足し、時間も要し、一部の水が低下して排水量が得られず、対策が求められた。そこで、井戸管を真空状態にする」として、従来の10倍の排水量を確保できるSWP工法を施工することにした。SWP工法の施工は、試験導入の位置付けだが、表層に集水井を設置し、真空ポンプで地下水を集めることで、地すべり抑制効果が期待される。アサヒテクノは、地すべり対策に初適用されたのは、平成26年10月である。



建設通信新聞

# アサヒテクノのSWP工法 地すべり対策で威力 2基追加、効果検証

アサヒテクノ(本社・岩手県北上市、高橋茂吉社長)が、制排水工事(長野県飯田市)で地すべり対策に初めて本格導入され、現在1基が稼働しているが、良好な地下水排除効果が認められ、設備2基の追加発注も決まった。10月までに設置を完了させ、面的な排水効果の検証に入る。

此田地区の地すべり対策では、すでに複数の集水井と横ボーリングによる有孔管が設置され、地下水の低下による地すべり抑制効果は得られているが、一部で水位の高い箇所があったため、従来の集水井に比べて2-10倍の排水量が期待できるSWP工法を試験的に導入することにした。井戸管内を真空状態にすることで地下水を強制的に集水するSWP工法は、主に液状化対策や汚染地下水の浄化などで実績がある。地すべり対策では、有孔管を放射状に設置する横ボーリングが不要になることから、工事費が大幅に低減できるほか、必要な時にすべり面を中心とした水抜きが可能のため、生活用の井戸枯れへの影響も抑制できるというメリットがある。

同事務所の中谷洋明所長は、「集水井と比べ、同じ機能なら30年稼働で掘るコスト、電気代を含めて大幅に削減できる。まだ稼働してワンシーンだが、自分たちで地下水位をアクティブにマネジメントできるのは大きい」とSWP工法を評価する。

此田地区では14年に1基を導入し、「良好な結果が出ており(同事務所)ことから、2基の追加発注を決めた。追加分は2015年10月以降に設置し、面的な水位変動を検証する。実証の結果、良好な結果が得られれば、さらなる追加設置も検討する考えだ。



建設通信新聞

# 工事の概要 〔治山研究会にて、優秀賞受賞〕

- 工事名：北の又地区地すべり災害関連緊急治山工事
- 工事目的

北の又地区地すべり災害関連緊急治山工事に於いて、地すべり対策の一環として地下水位低下方法のスーパーウエルポイント工法(SWP)により極力地下水位を低下させるものである。

・ SWP n :4 本にて無事地上りがストップし、林野庁において賞を頂いた現場です。

## ・ 結果

当地は岩手県の八幡平に位置し、下流に北の又発電所があります。

前年3月の中頃、雪解け水により大きく地上りが発生した所です。

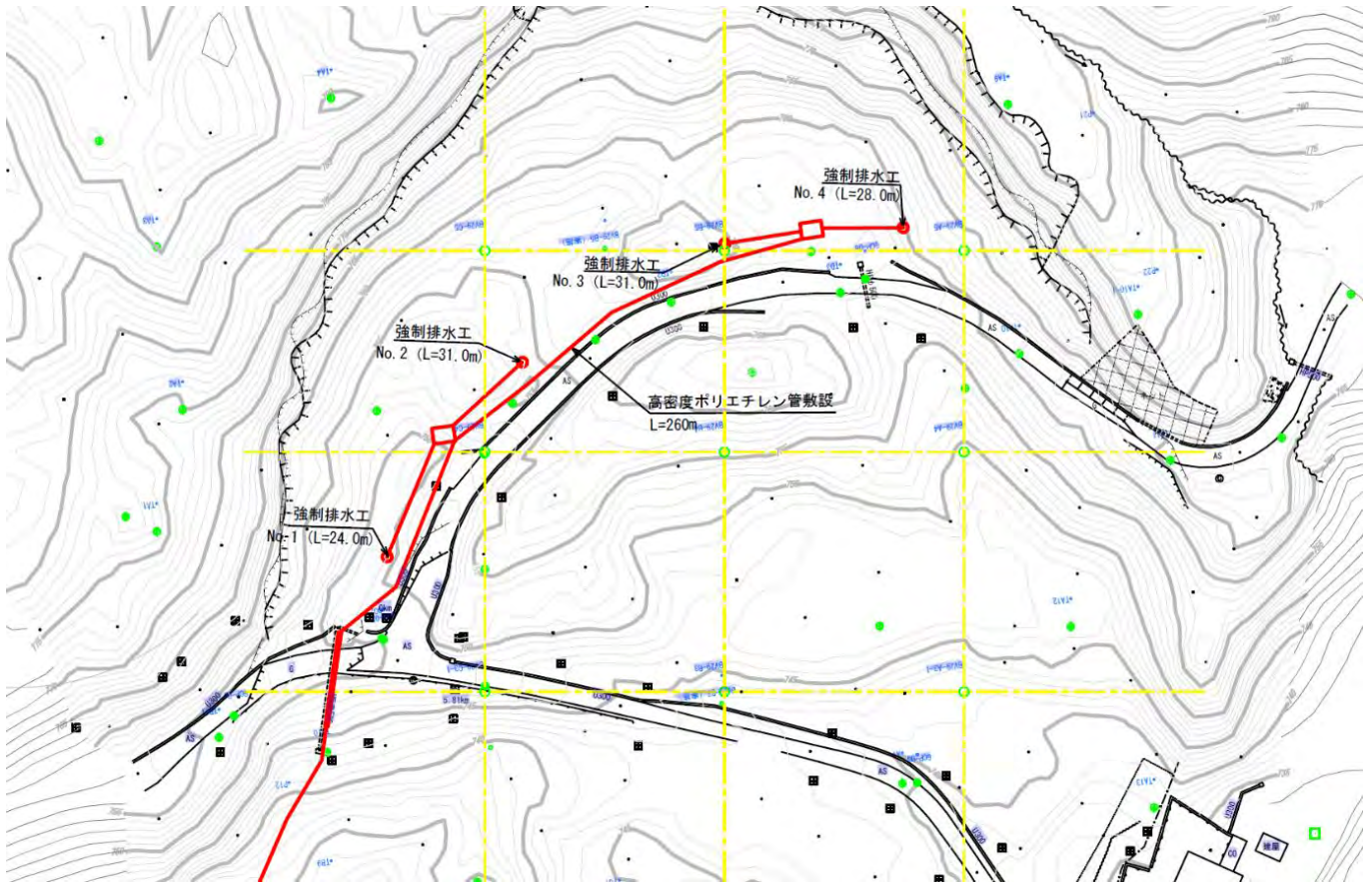
今年の3月には、地上りにより発電所が流されるのでは？と大きな懸念がありました。

SWPの処置は1月～2月中頃を目標として豪雪の中施工し、3月の雪解けでも地上りはほとんど無く、無事目標を達成したものと思います。

湧水量は初期の $Q=1.0\text{t}/\text{min}$ 位のものが平衡時には $Q=200\sim 300\text{t}/\text{min}$ 位と減少しています。

山形県の七五三の地上り現場でもHi-Wai洗浄で本揚水前に地上りがストップした例があり、CVT工法は水位低下+セン断抵抗の増加が認められて、CVT効果によるものと思います。今後そのメカニズムの解明が急務です。

# 平面位置図



# SWP の位置



# 北の又水力発電所



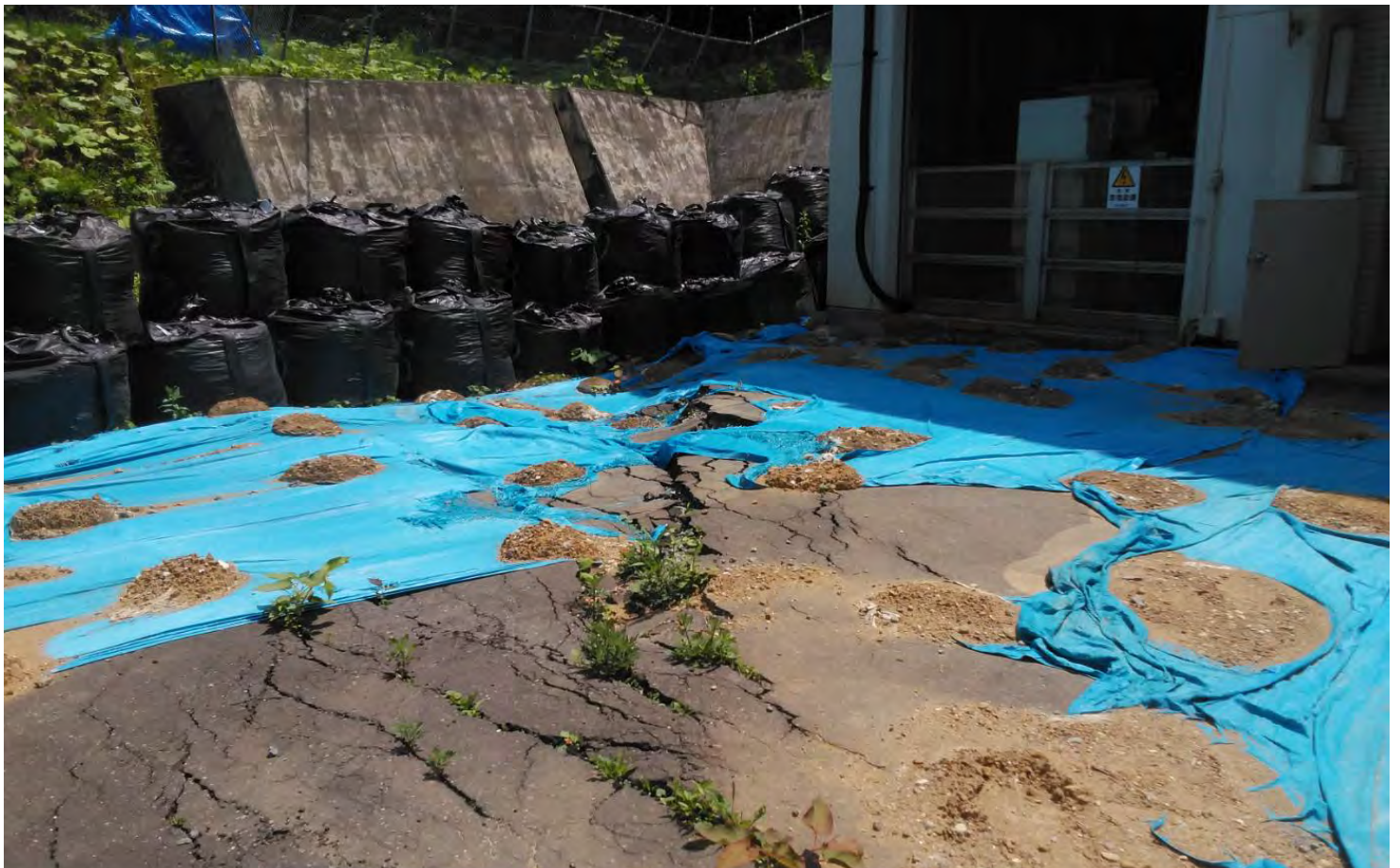
## スーパーウェルの位置 n=4本



## 北の又発電所入口附近



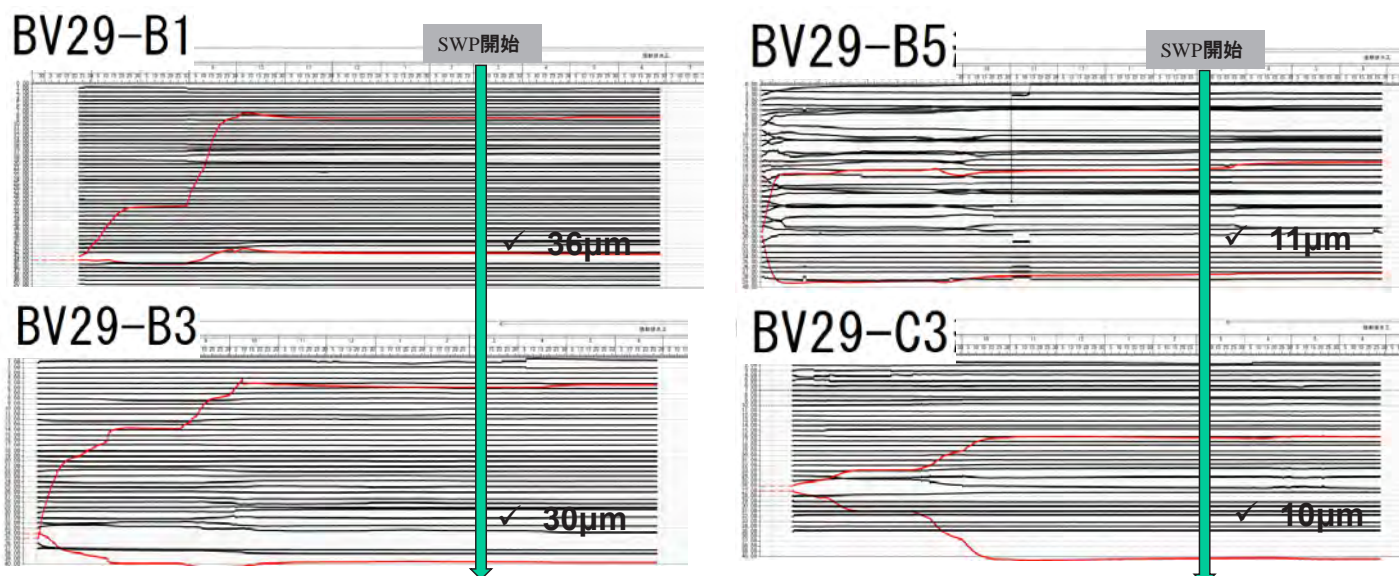
## 発電タービン近く



# 北の又発電所搬入口



(前年雪解け時の地上データは無し)



(提供:岩手北部森林管理局)

- ✓ SWP対策工法開始:2019年3月
- ✓ 昨年の雨期および雪解け時期において地すべりが顕著に生じた現場において、地すべり対策の工事としてSWPを実施している。
- ✓ その結果、雪解け時期においては地すべりがほとんど生じていない結果が得られ、SWPの地すべりに関する効果が明らかになった。
- ✓ これから、雨期における地すべりの現象を詳細に調べる必要があると考えられる。

# ・SWPと長尺水平SWP工法との組合せ

## 1. コスト面から運転管理の提案

1-1) SWP で連続運転だと電力料金が嵩むため、台風、長雨、大雨の時に運転し常時は水平 SWP で長尺水平ボーリングにて排水する。

1-2) 又、迂り面に対して常時はベビーコンプレッサーで一定の圧力を注入して雨水の侵入を防止する。

又、空気圧はその水頭分のみ圧力として、コンプレッサーのタンク圧を減圧弁で自動コントロールする。

又、ベビーコンの電力もソーラー発電で充分に対応出来るものと思います。

1-3) SWP での揚水の目安

1 年間での大雨等は 4 回位とし、1 回当りの揚水日数は 10 日間位とします。

1 年間当り

4 日×10 日=40 日程度

他コンプレッサーでの圧気管理

365 日-40 日=325 日程度

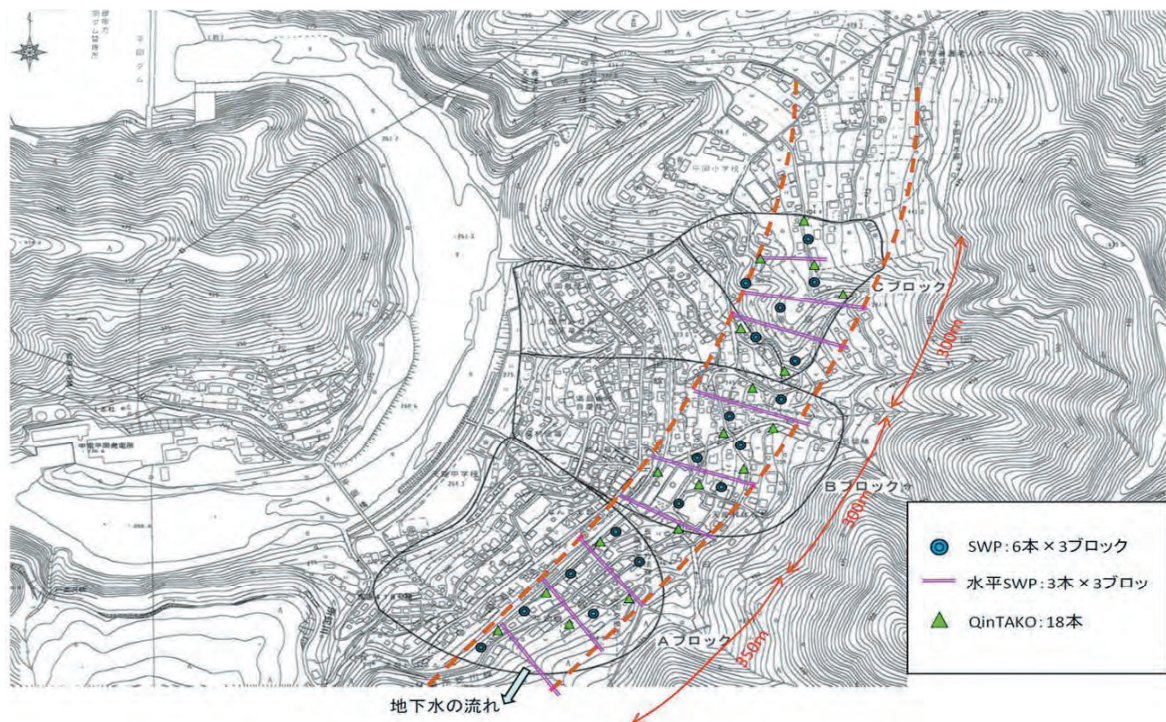
SWP 水平水抜きボーリング

大雨時 40 日

常時 325 日

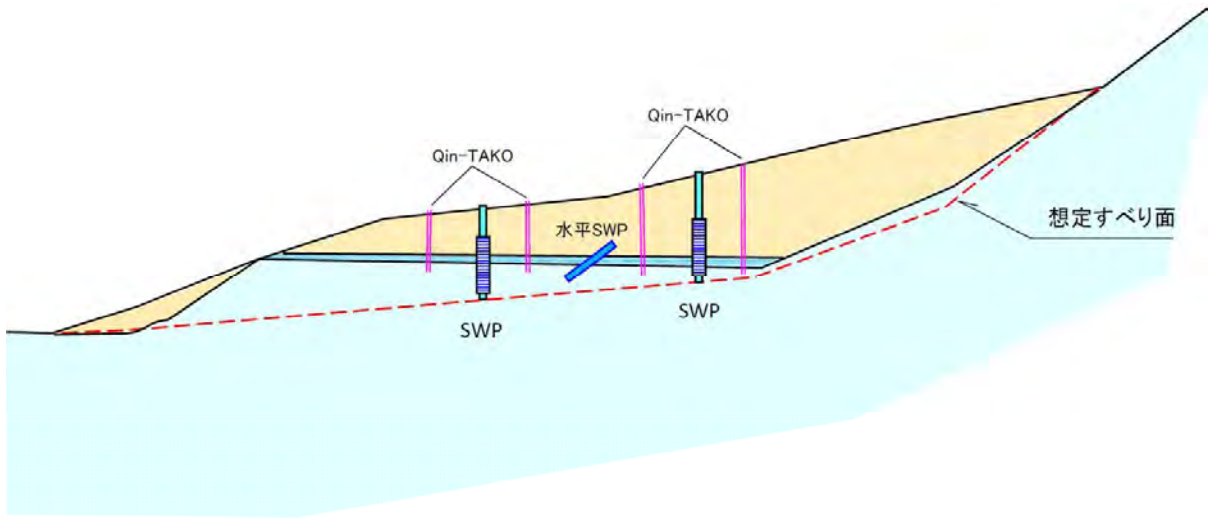
## 2. 概略配置図 (案)

平面図



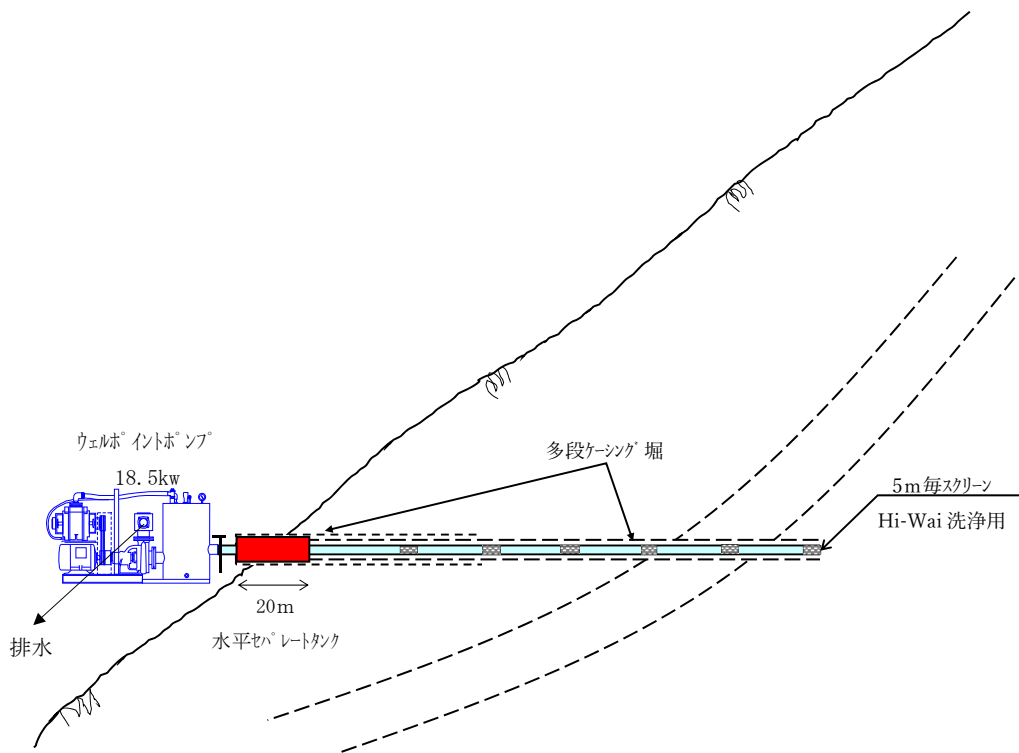


断面図



### 3. 水平SWPの概要

イメージ図



長尺水平ボーリング

## 4. 長尺水平ボーリング

### 4-1 掘削工法の選定

今回の水抜きボーリングに与えられた条件は以下の通りである。

L≒500mの掘削が可能である事。

破碎帯層に対応出来る事。

掘削工法としての以上の条件を満たすものとして、トップドライブ・二重管方式ボーリング工法が考えられる。この特徴は以下の通りである。

①高強度のシールドパイプ(SS-R890S-C材)を使用することによりボーリングマシンの有する 高トルクに耐え、崩壊性の地質や砂礫層でのシールドパイプ拘留の危険性は低い。

②外管がそのまま定管してケーシングパイプとする為、直ちに工法変更が可能である。

以上のことから本工事には、トップドライブ・二重管方式ボーリング工法が掘削において確実で、最適と判断される。

### 4-2 掘削プログラム

#### ① 削孔径及び段落とし

水平ボーリングに限らず垂直のボーリング工事においても、掘削のプログラムは、最終掘削孔径に合わせて、口元掘削径により順次掘削径を落とし最終的には竹の小状のプログラムとなる。

これは、長尺のボーリングの場合、途中にある崩壊性の地層の崩壊防止の為にケーシングパイプを、途中で定管し掘削径を落として順次掘削を行うためである。そのような措置を取らない場合、ビット交換などシールドパイプを抜管した時、再挿入で元の掘削深度までの到達に時間を要する事になる。

また、崩壊性の地層を突破し先に掘進した状況でも、トルク的な負担は常にシールドパイプに掛かり、掘削不能に陥る場合もある。

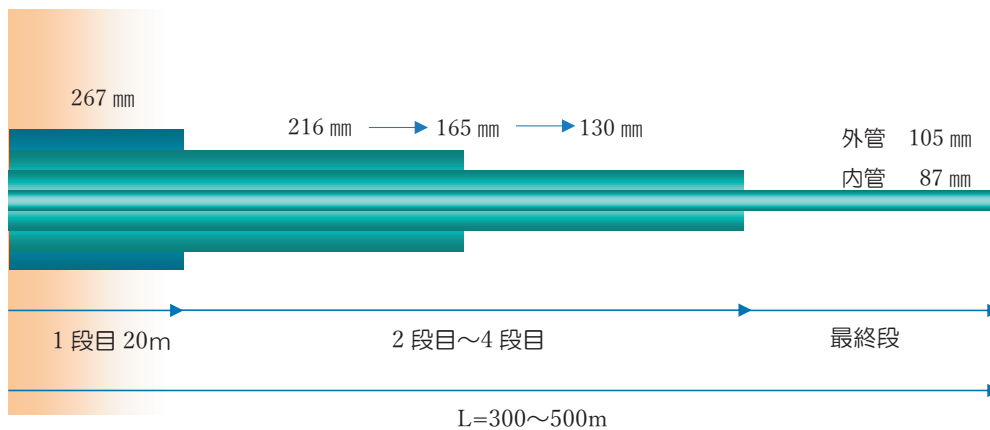
以上の様に、段落としは長尺のボーリング（特に崩壊性の地層の掘削）に必要不可欠な方法である。

今回施工のL=300~500mに関しては、次頁記載の掘削プログラムとし最終掘削孔径はφ87mmとする。

但し、段落としの深度は、掘削状況によって変更がある。

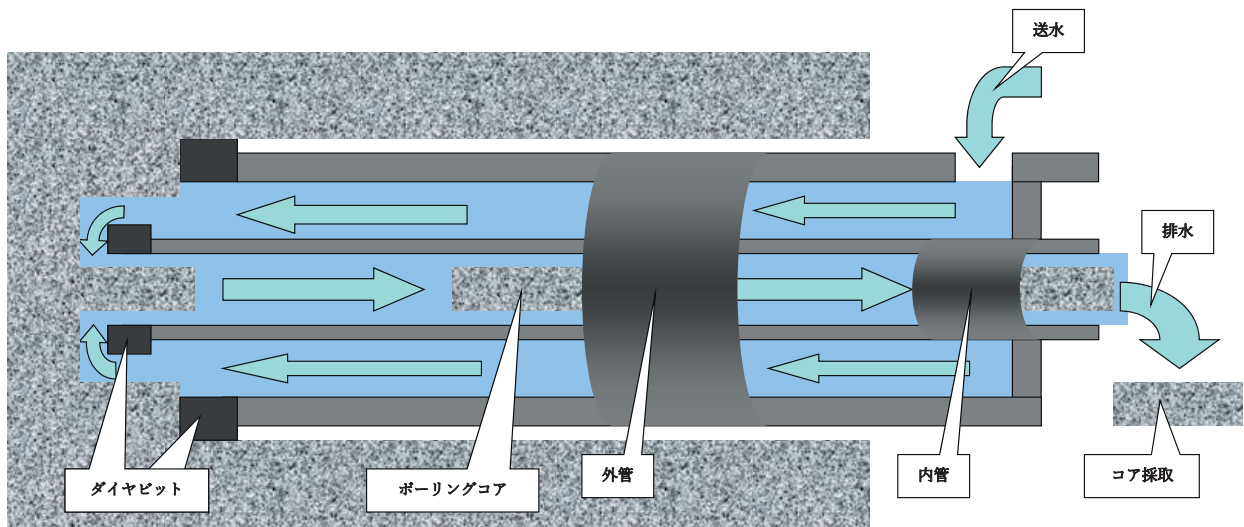
掘削後、水平SWPとしてガス管φ50（5m間隔でセパレートストレーナ-加工）を挿入する。

掘削プログラム（例）

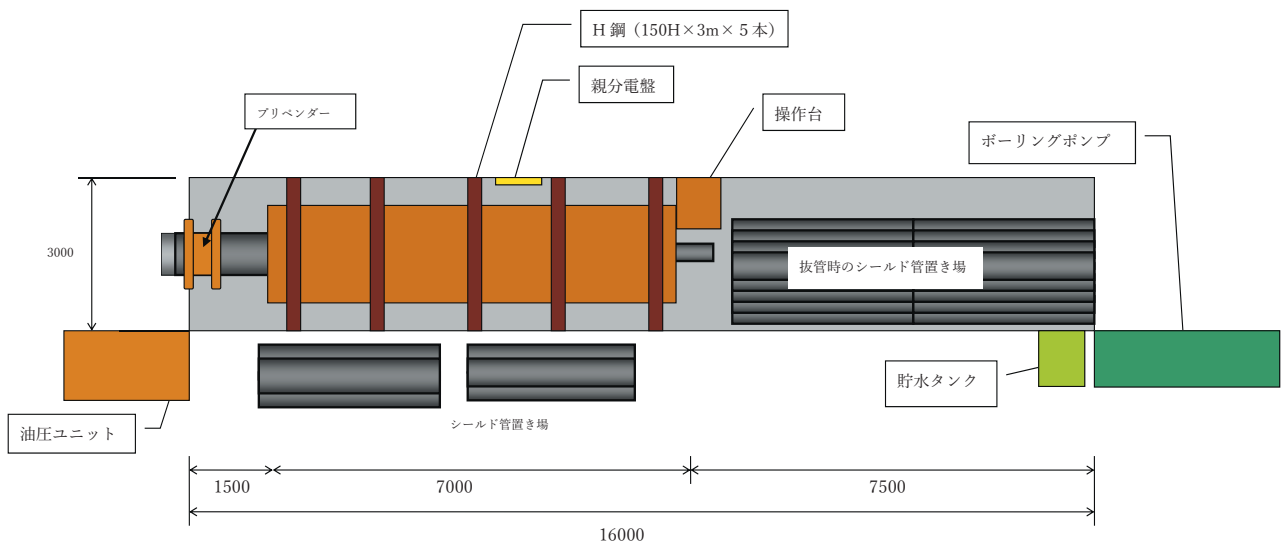


## ダブルリバーシ工法（オールコアリング）

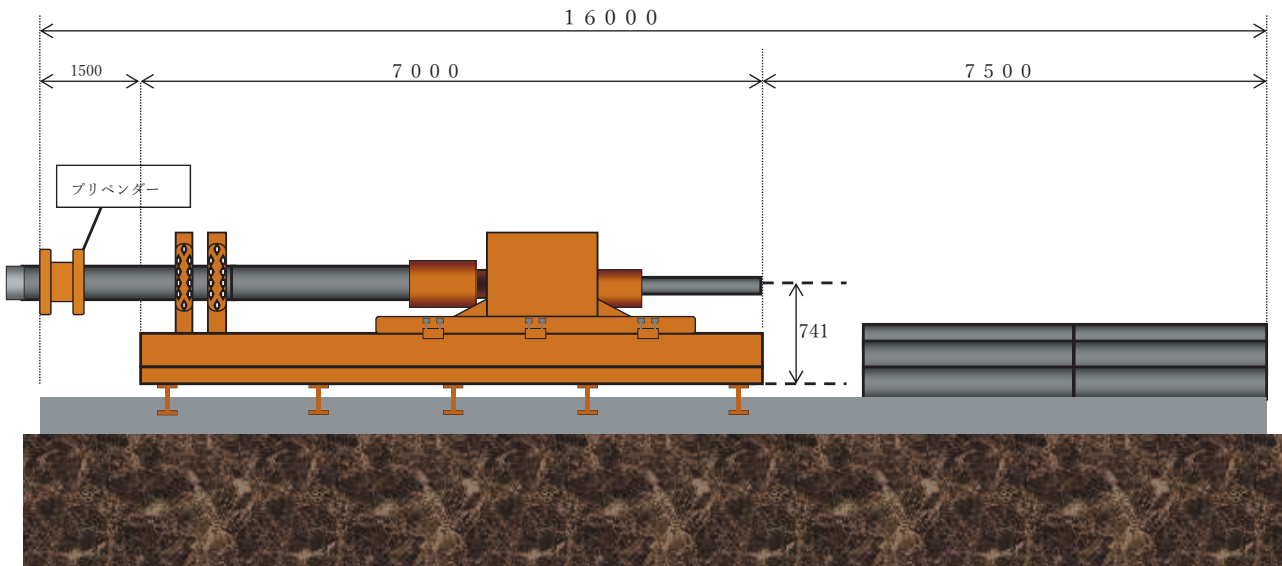
外管と内管の二重管の同時回転で掘削し、外管と内管の間からボーリングポンプで送水する。  
送水された水が内管を通してコア共に排出する。



機械配置平面図



機械配置断面図

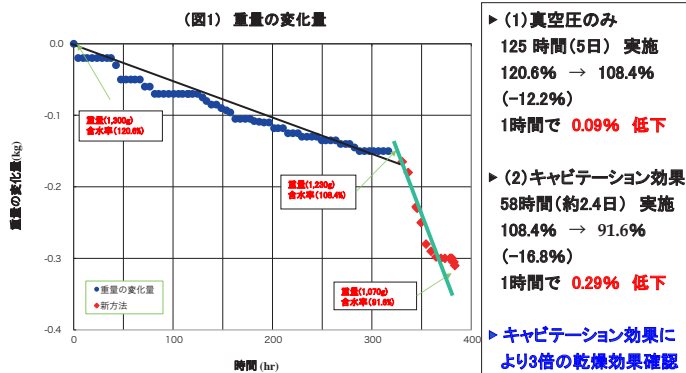


# キャビテーション乾燥装置 CVT 乾燥装置

- 木材、穀物、汚泥等の早期乾燥
- 非加熱タイプ  
CVT 効果…穀物等
- 低温マグネトロン加熱タイプ  
CVT+ マグネトロン…木材、汚泥等

## 1. 木材乾燥試験

<木材の乾燥試験結果>



## 1. 木材乾燥試験



Figure 1 Picture of White-LL Magnetron Power Block

- ▶ マグネトロンを用いて物質を通す  
マイクロ波により均質で早期乾燥  
ができるサイクルの研究
- ▶ マイクロ波はアクリル板を通過する  
ためシールドクロスが必要

## 1. 木材乾燥試験



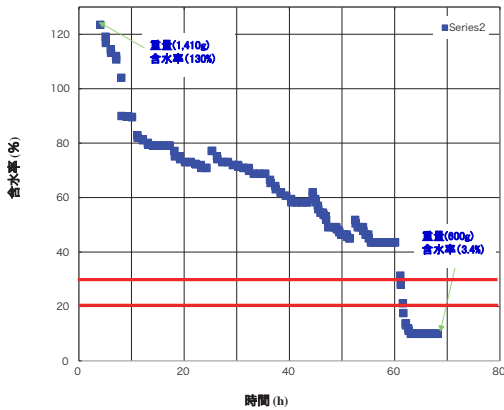
<木材乾燥試験>

- ▶ 試験方法
- (1) 真空圧のみ
- (2) キャビテーション効果
- 真空圧 (-0.08MPa) : 50分
- 大気圧解放 : 10分

## 2. 試験結果

### <木材の乾燥試験結果>

(図2.) 含水比の変化

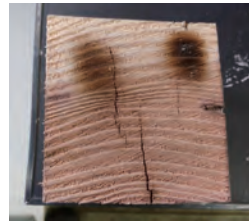


- (1)真空圧(-0.08MPa)
- (2)キャピテーション効果
- (3)マグネトロン効果

▶含水率(20%)までは  
60時間(2.5日)  
で乾燥できる

## 2. 試験結果

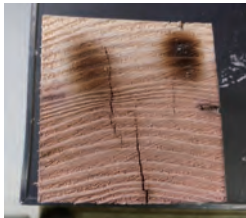
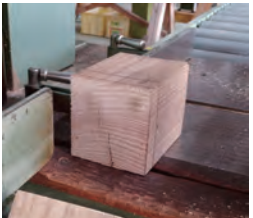
### <木材の乾燥試験結果>



- ▶マグネトロンの効果確認  
(林業技術センター)
- ▶水分のみに反応する  
木材表面には水分無  
心材部の水分に反応
- ▶含水率(20%)まで  
60時間(2.5日)

## 2. 試験結果

### <木材の乾燥試験結果>



- ▶マグネトロンの効果確認  
(林業技術センター)
- ▶水分のみに反応する  
木材表面には水分無  
心材部の水分に反応
- ▶含水率(20%)まで  
60時間(2.5日)

## 3. 事業化への展開

### ● C.V.T乾燥工法の模型試験(試験装置)



Φ=500mm、L=5000mm 鋼管  
飽和蒸気圧 -0.08MPa

- C.V.T乾燥工法
- ① 真空圧(-0.08MPa)
  - ② キャピテーション効果
  - ③ マグネトロン

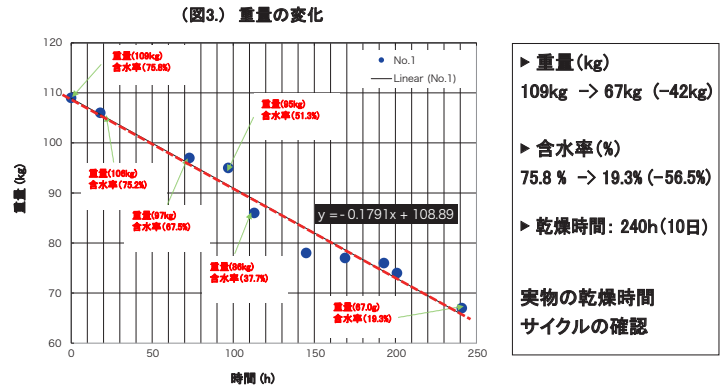
### 3. 事業化への展開

- C.V.T乾燥工法の模型試験(試験装置) ①真空圧(-0.08MPa) ②キャビテーション効果 ③マグネトロン



### 3. 事業化への展開

- C.V.T乾燥工法の模型試験



### 3. 事業化への展開

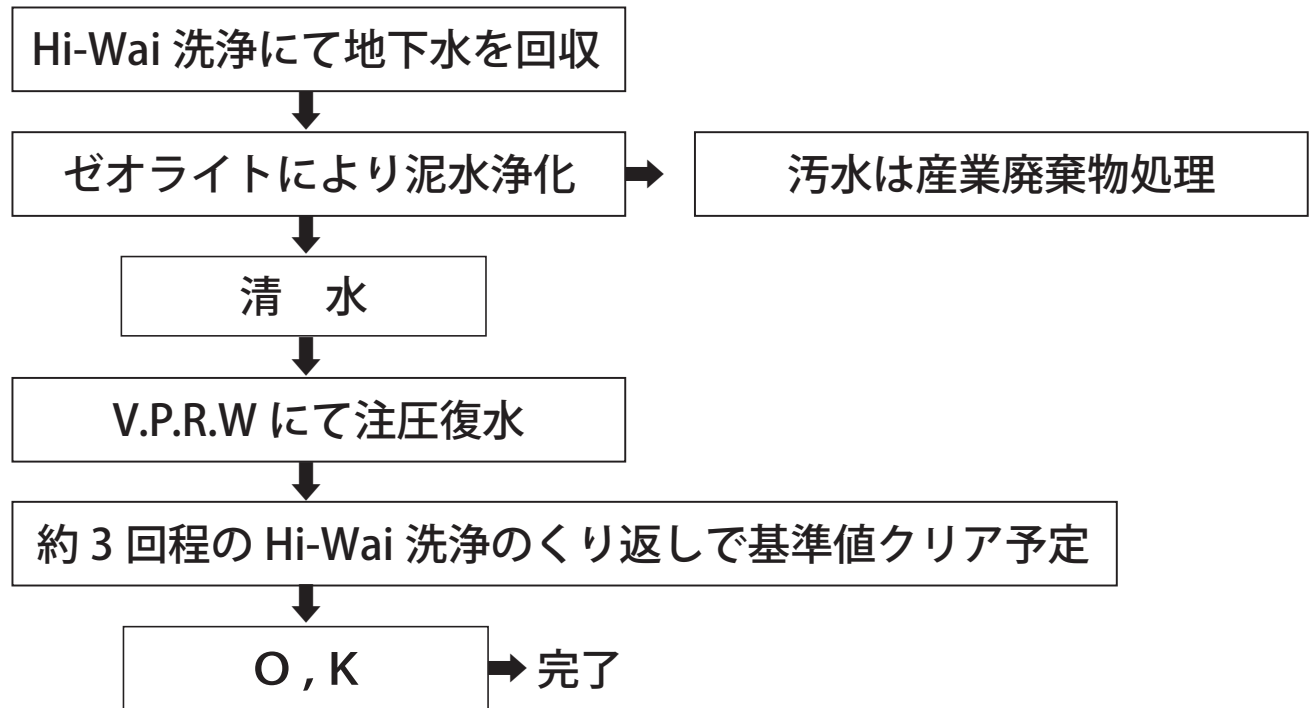


### 3. 事業化への展開



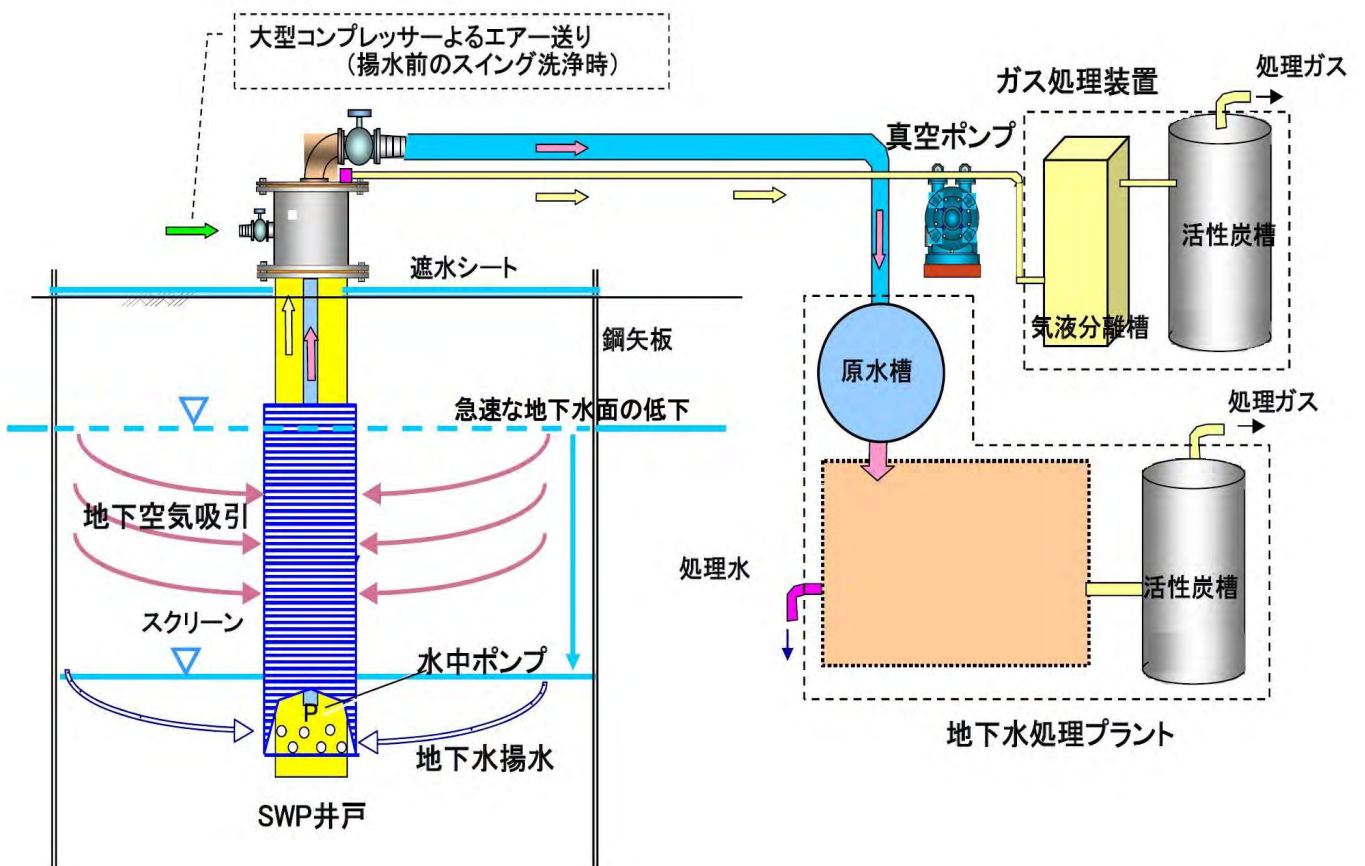
# CVT 効果による土壌浄化法

- 重金属（ヘビーメタル）等



- 油分、VOC、等揮発性物質

## SKK工法土壌浄化概念図



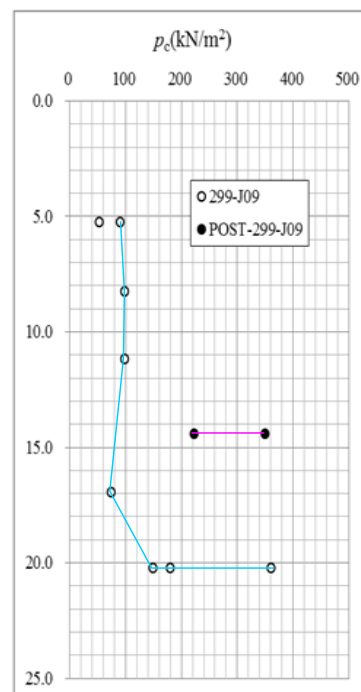
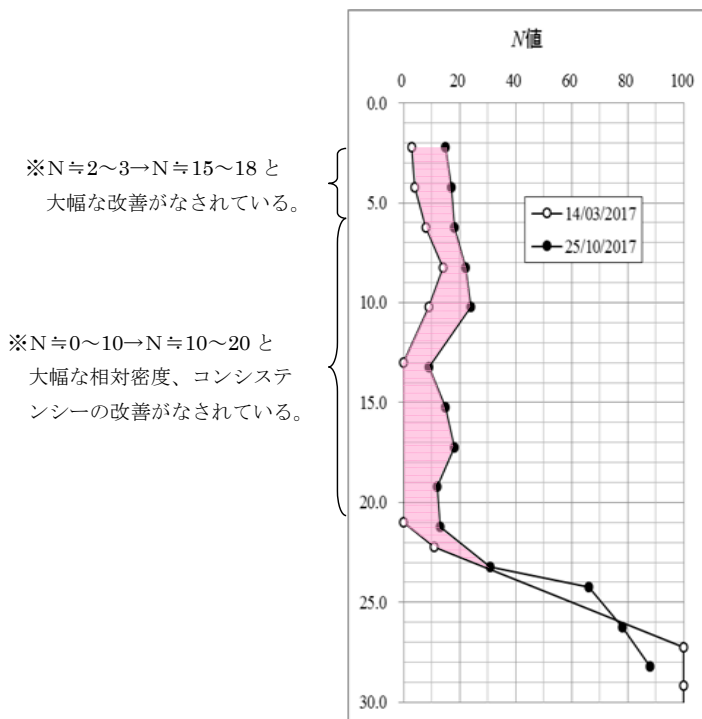


# 砂の液状化対策としては CVT 工法では 2 つの効果で液状防止が出来ます。

## ①空気トラップ技術

CVT 工法では空気混入量が間ゲキの 5%以上クリア出来れば液状化しないと言われてはいますが、CVT 工法では 7%～ 10%位期待できる。

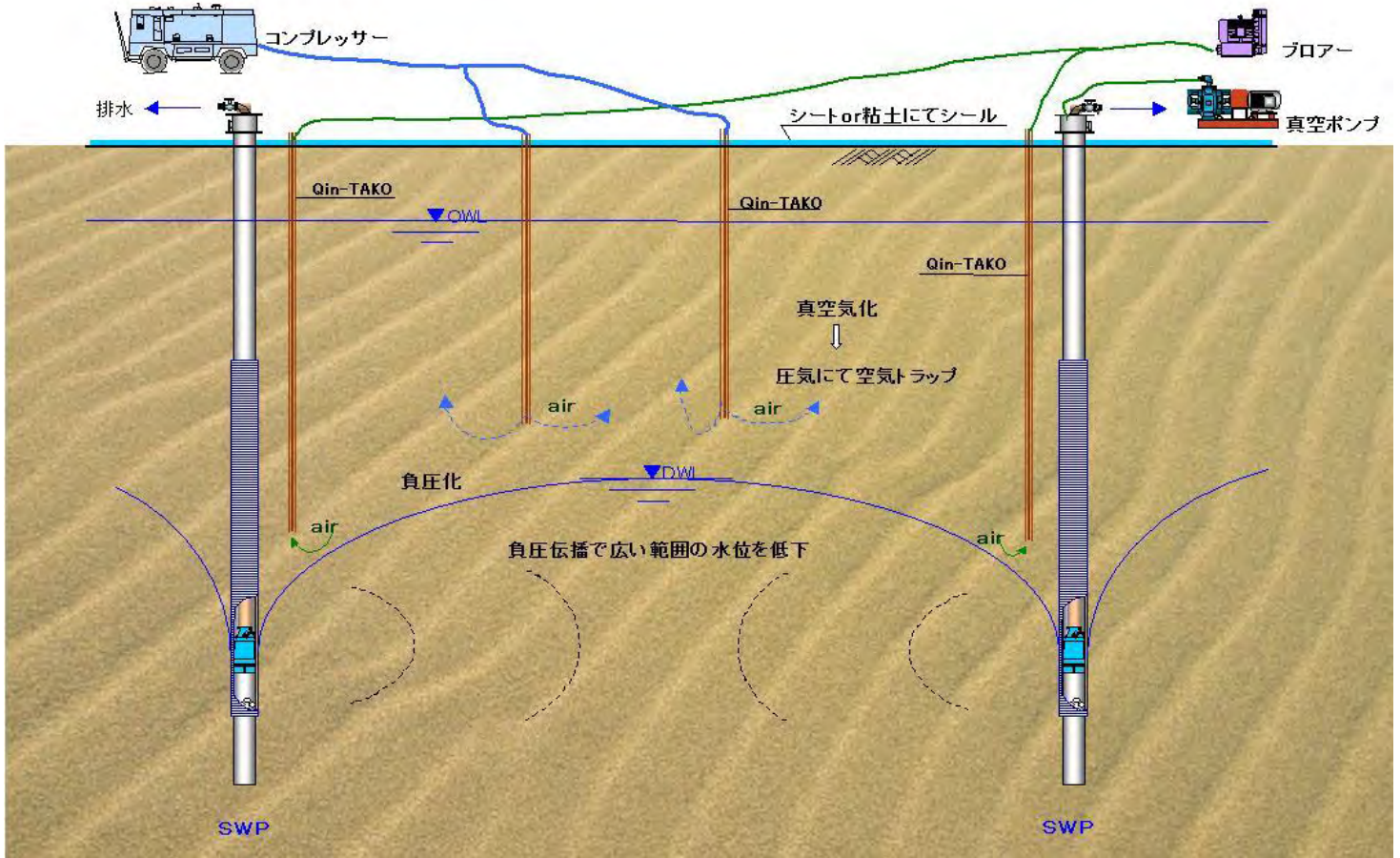
## ②相対密度が $N \approx 15$ 以上クリア出来れば OK ですが、下記データでは $N \approx 0 \rightarrow N \approx 15$ 以上有り有効です。



※ $P_c \approx 100\text{KN/m}^2 \rightarrow 220 \sim 340\text{KN/m}^2$  位と大幅な改善がなされている。

# 砂の液状化対策

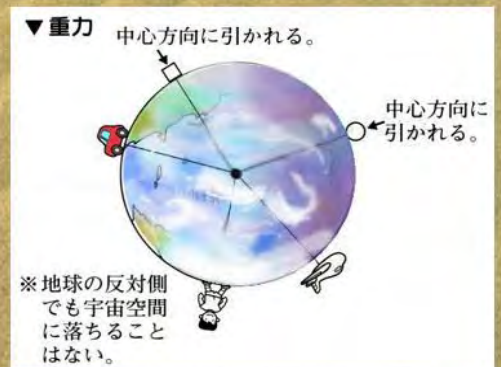
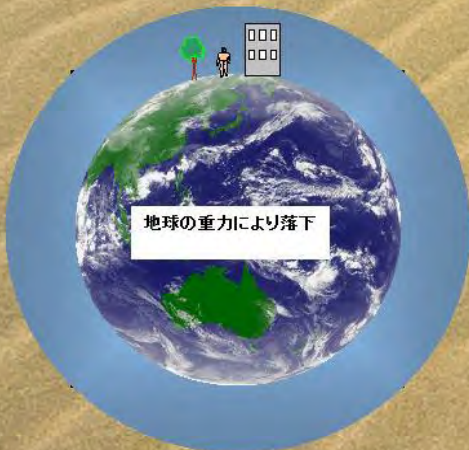
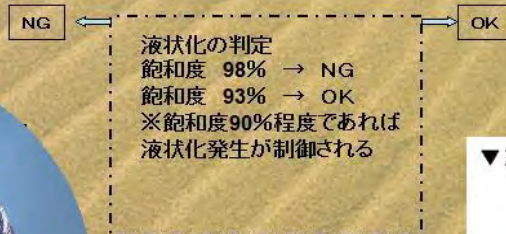
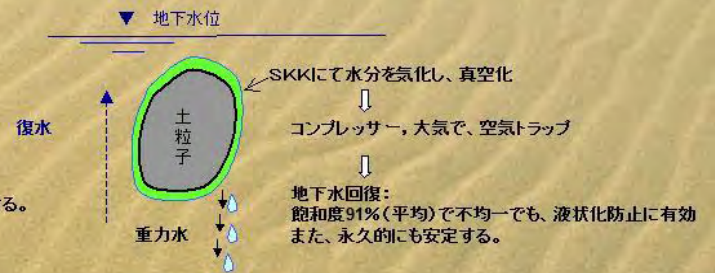
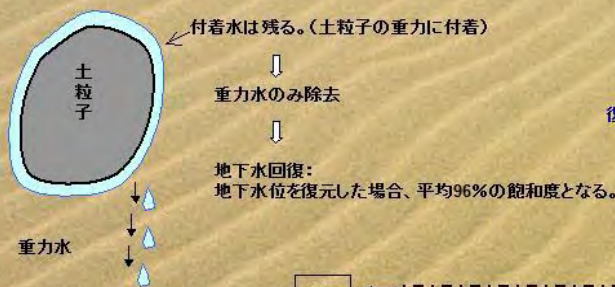
## 真空気化による空気トラップ工法 V.A.T工法(バキューム式エアートラップ工法)



### V.A.T工法の説明図

#### ・重力排水の場合

#### ・真空気化の場合(SKK工法) → V.A.T工法



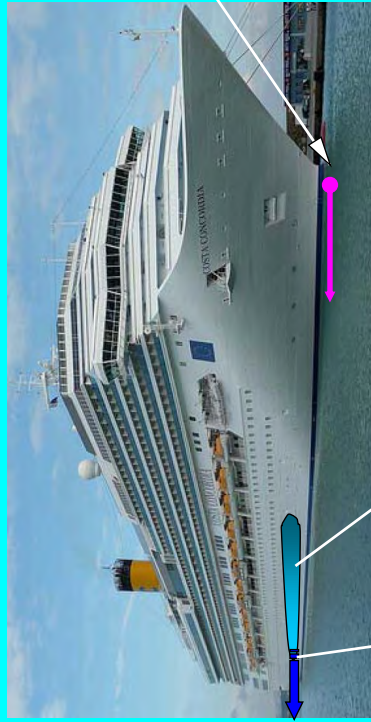
施工例：釜石荒川防潮水門工事 3.11震災での液状化発生の際の痕跡なし







# 夢の大型船のQinHiパワーボート(特許取得) ☆人生と航路は波が立たない方が早く静かに進む



- ・スクリュー音が出ず、音静か
- ・空中噴射で振動も少ない
- ・スクリューとの併用もOK!

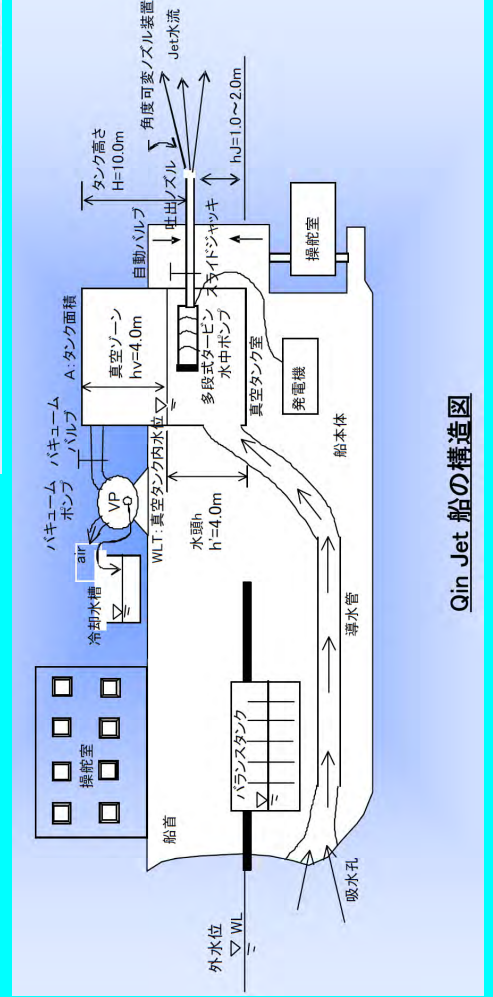
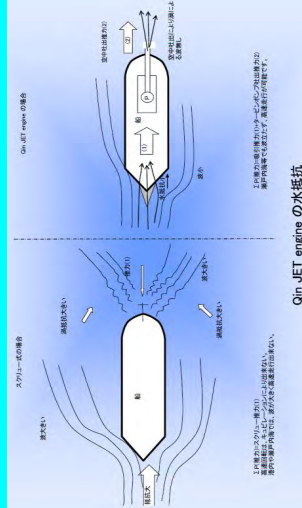
バキューム吸引用



船先の波が立たない

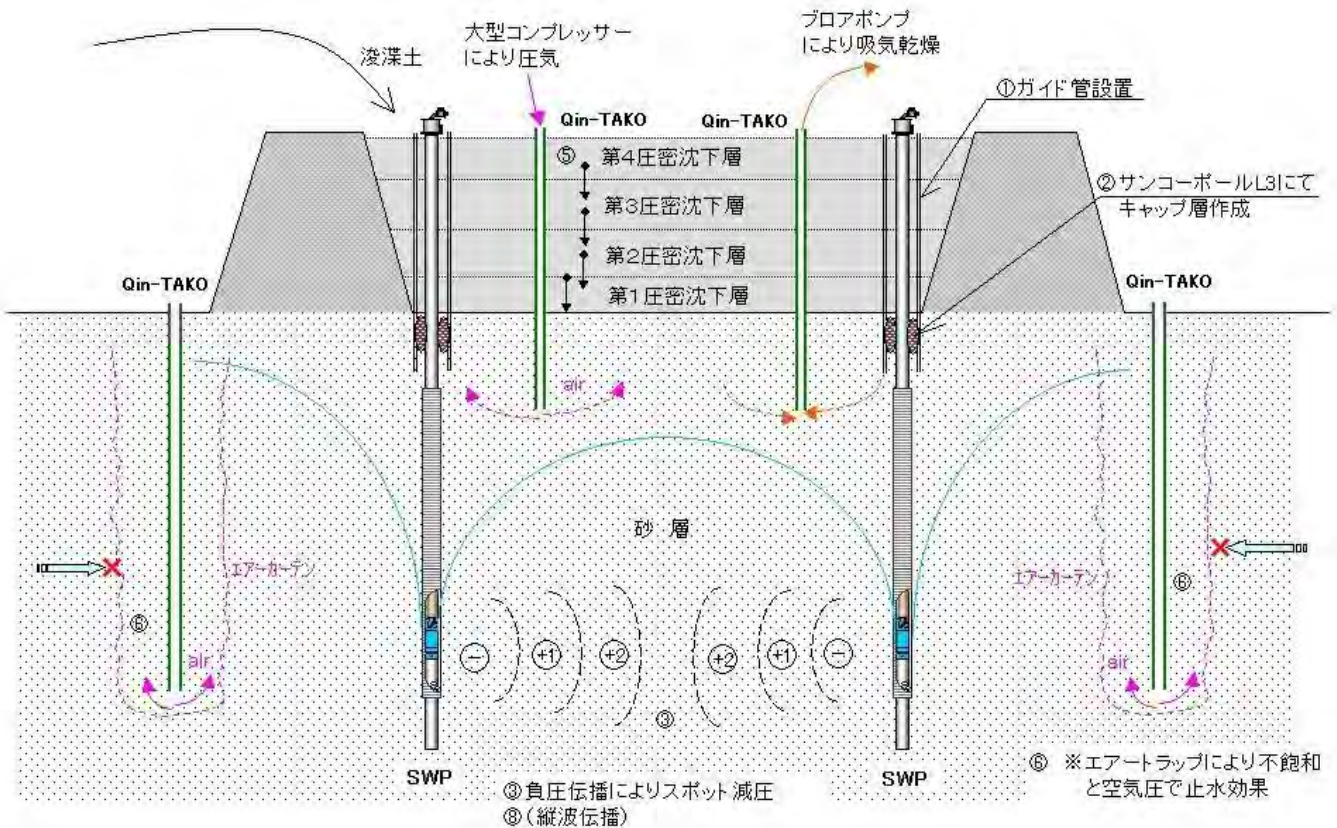
多段タービン高圧水中ポンプ

吐出ノズル



Qin Jet 船の構造図

## ④海底ヘドロ脱水(浚渫土脱水)

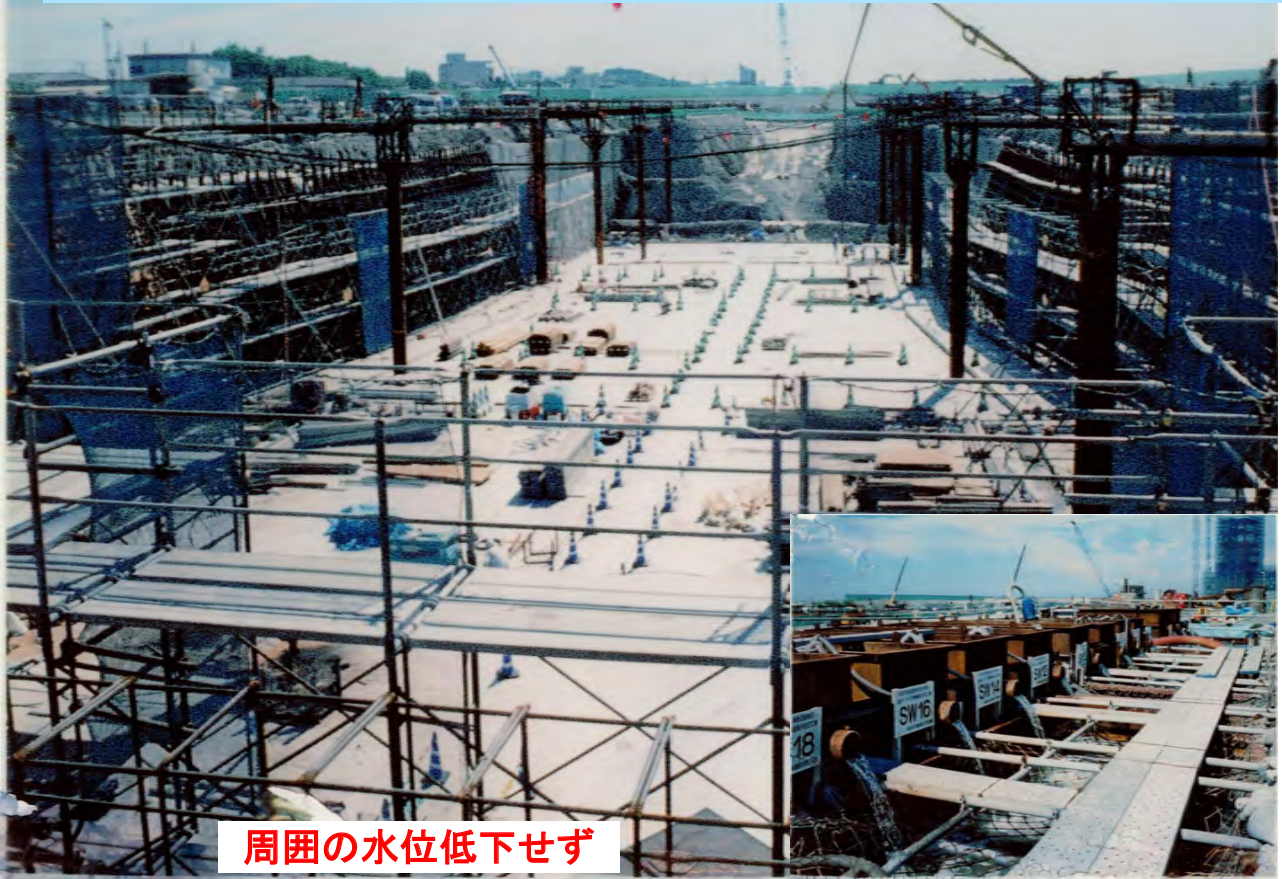


## 取得特許一覧表

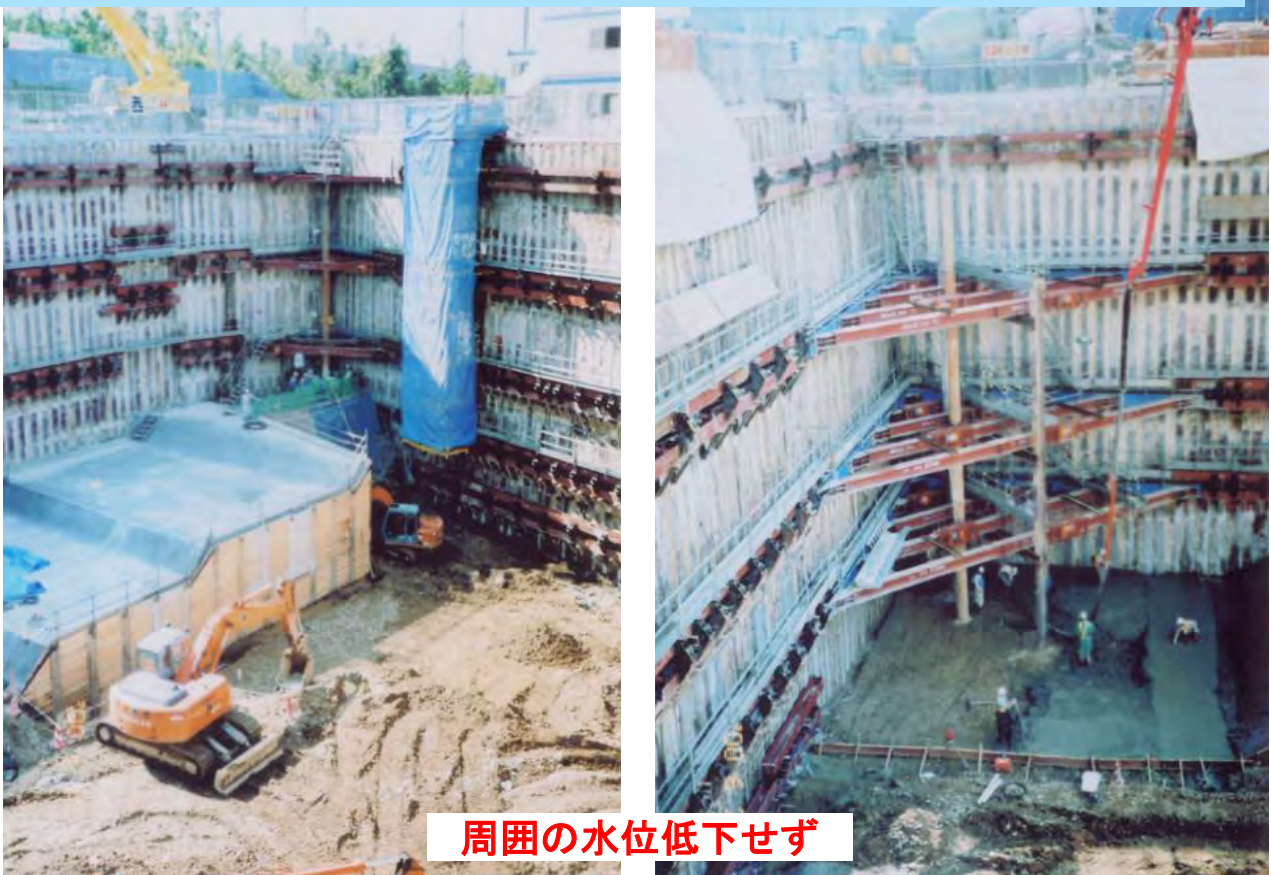
No.	文献番号	出願番号	出願日	公知日	発明の名称
1	再表 2017/187714	特願 2018-514131	2017/2/10	2017/11/2	移動式泥土脱水装置、及び泥土脱水方法
2	特開 2017-154571	特願 2016-038672	2016/3/1	2017/9/7	バキューム式アンカー、及び波力発電設備
3	特開 2017-031845	特願 2015-150684	2015/7/30	2017/2/9	波動発電装置
4	特開 2017-031598	特願 2015-150679	2015/7/30	2017/2/9	水底地盤の地下水水位低下装置、水底部の泥土及びヘドロの減容化方法、海底地盤中のメタンハイドレート回収装置、及び方法
5	特許 6189631	特願 2013-101291	2013/5/13	2014/11/27	地盤の改良工法
6	特許 6158555	特願 2013-072651	2013/3/29	2014/10/16	地盤の改良工法
7	特許 6090831	特願 2012-231391	2012/10/19	2014/5/12	地盤の改良工法
8	特許 5938306	特願 2012-196706	2012/9/7	2014/3/20	泥土脱水装置及びフィルター装置
9	特許 5887637	特願 2012-097734	2012/4/23	2013/10/31	含水土の減量化方法
10	特許 5658177	特願 2012-004763	2012/1/13	2013/7/25	地盤の改良工法
11	特開 2012-225143	特願 2011-159456	2011/7/21	2012/11/15	地盤の改良工法
12	特許 5519722	特願 2012-087978	2012/4/6	2012/9/20	地盤の改良工法
13	特許 5243627	特願 2012-006336	2012/1/16	2012/9/20	地盤の改良工法
14	特許 5307257	特願 2012-006334	2012/1/16	2012/9/20	地盤の改良工法
15	特許 5336616	特願 2012-006332	2012/1/16	2012/9/20	地盤の改良工法
16	特開 2011-206660	特願 2010-075991	2010/3/29	2011/10/20	濁水処理システムおよび濁水処理方法
17	特許 5408908	特願 2008-146040	2008/6/3	2009/12/17	地すべり予知システム
18	特許 5231088	特願 2008-140265	2008/5/29	2009/12/10	切羽の地盤改良工法
19	特許 4863228	特願 2008-329305	2008/12/25	2009/3/26	水力発電装置
20	特許 5213216	特願 2007-122125	2007/5/7	2007/11/22	地盤の改良工法
21	特許 4114944	特願 2006-130537	2006/5/9	2007/11/22	地盤の改良工法
22	特許 4542572	特願 2007-179811	2007/7/9	2007/11/15	汚染地盤浄化装置
23	特開 2007-247184	特願 2006-069456	2006/3/14	2007/9/27	地盤圧密工法
24	特許 5142348	特願 2006-067044	2006/3/13	2007/9/20	地盤の液状化防止方法
25	特許 4925683	特願 2006-034610	2006/2/11	2007/8/23	ウォータージェット推進船
26	特許 4223035	特願 2005-359048	2005/12/13	2007/6/28	揚水装置
27	特開 2006-341214	特願 2005-170436	2005/6/10	2006/12/21	真空式AW工法
28	特許 4376760	特願 2004-335827	2004/11/19	2006/6/8	地下水吸水装置及び地下水吸水工法
29	特許 4280213	特願 2004-238899	2004/8/18	2006/3/2	大深度真空排水・圧密脱水工法と併用する小井戸の排水工法
30	特許 4360675	特願 2004-040810	2004/2/18	2005/9/2	大深度真空排水・圧密脱水工法におけるストレーナ装置及びそのストレーナ装置による施工方法
31	特許 4624652	特願 2003-141944	2003/5/20	2004/12/9	エアリフト揚水装置
32	特許 4464071	特願 2003-141930	2003/5/20	2004/12/9	エアリフト発電装置
33	特許 4146280	特願 2003-141953	2003/5/20	2004/12/9	汚染土壌の洗浄方法
34	特許 4238307	特願 2003-141847	2003/5/20	2004/12/9	汚染土壌の洗浄方法
35	特開 2004-344015	特願 2003-141937	2003/5/20	2004/12/9	海水加熱装置
36	特許 4310128	特願 2003-114545	2003/4/18	2004/11/11	ケーソン工法
37	特開 2004-263379	特願 2003-052446	2003/2/28	2004/9/24	液状化防止装置
38	特許 3706368	特願 2003-005893	2003/1/14	2004/8/5	地下水を揚水して再び地下に返送する方法及び装置
39	特許 4429594	特願 2002-352113	2002/12/4	2004/7/2	ポンプ装置
40	特許 4287172	特願 2003-069501	2003/3/14	2004/6/24	水力発電装置
41	特許 3870151	特願 2002-305797	2002/10/21	2004/5/13	臨海用の水力発電システム
42	特許 4155789	特願 2002-301733	2002/10/16	2004/5/13	汚泥乾燥装置
43	特許 4076424	特願 2002-291138	2002/10/3	2004/4/22	軟弱地盤改良方法
44	特許 3655883	特願 2002-067559	2002/3/12	2003/9/25	地下水揚水方法
45	特許 3561505	特願 2002-049561	2002/2/26	2003/9/5	冷暖房方法及び冷暖房システム
46	特開 2003-240279	特願 2002-033729	2002/2/12	2003/8/27	冷房方法、冷房装置又は冷房システム
47	特許 3645862	特願 2002-033721	2002/2/12	2003/8/27	地下水水位低下方法及び地下水水位低下装置
48	特許 3523628	特願 2001-302459	2001/9/28	2003/4/8	揚水した地下水に含まれる砂の除去装置
49	特許 3493183	特願 2001-054989	2001/2/28	2002/9/11	地盤に水を返送する方法
50	特許 3445786	特願 2001-054988	2001/2/28	2002/9/11	地下水を揚水して再び地下に返送する方法及び装置
51	特許 3362731	特願 2001-054990	2001/2/28	2002/9/11	河川に水を返送する方法
52	特許 3974851	特願 2002-517906	2001/7/31	2002/2/14	地下水揚水装置
53	特許 3280935	特願平 11-181990	1999/6/28	2001/1/16	ストレーナ装置におけるストレーナ部形成方法
54	特許 3243501	特願平 11-089941	1999/3/30	2000/1/25	地下水水位低下装置、地盤改良方法およびストレーナ装置

# 現場施工例

新潟港(西地区)道路(トンネル)左岸擁壁部(その2)工事《揚圧力対策》

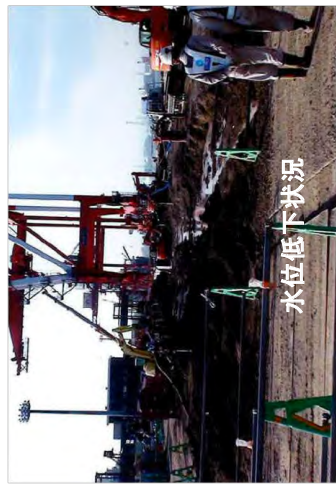


仙台市長町ポンプ場工事《揚圧力対策・ドラークワーク》





仙台新港コンテナヤード復旧工事（対象土：岩ズリ，砂層）



1) 吸水能力の向上により1本当たりの地下水位低下量と影響範囲の拡大

在来工法に比べて2~20倍以上の給水効果があり、バキューム効果により、重力排水に比べ地下水位低下量と影響範囲が増大するため、井戸間隔を広げることができ。



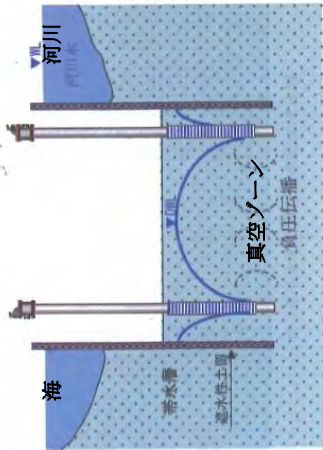
オープン掘削 ドライワーク(下水処理場)



オープン掘削 ドライワーク(樋管撤去復旧)

2) 遮水壁内の限定排水が可能

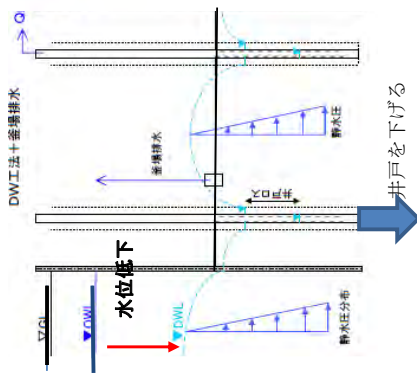
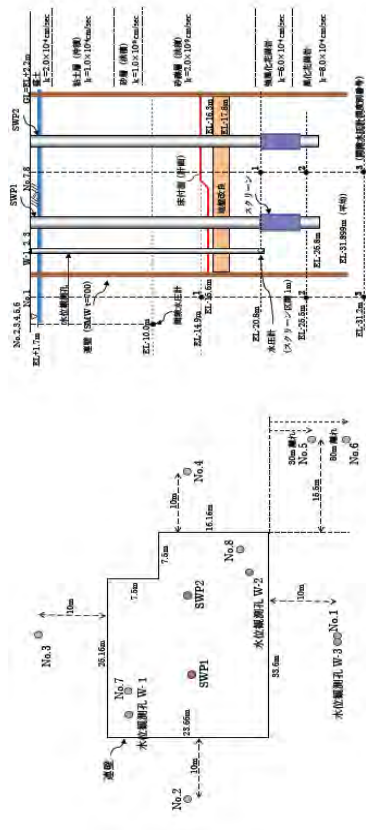
遮水性連続壁(SMW:鋼矢板)の根入れによる遮水効果を利用した壁内限定排水が可能で、壁周囲の地下水位は殆ど低下しないため河川内での施工や水位低下による周辺への影響が殆どない。



構造物への近接施工・河川内や海岸  
周辺での施工が出来る

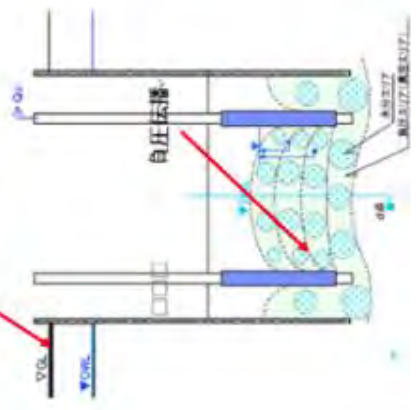
地下水位低下工法施工事例(1)  
福岡市下水道処理場建設工事

対象地



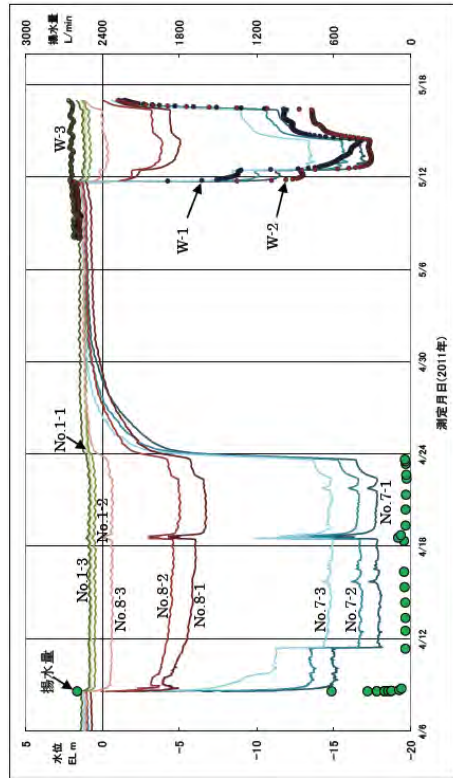
DW工法+釜場排水

SWP工法による排水



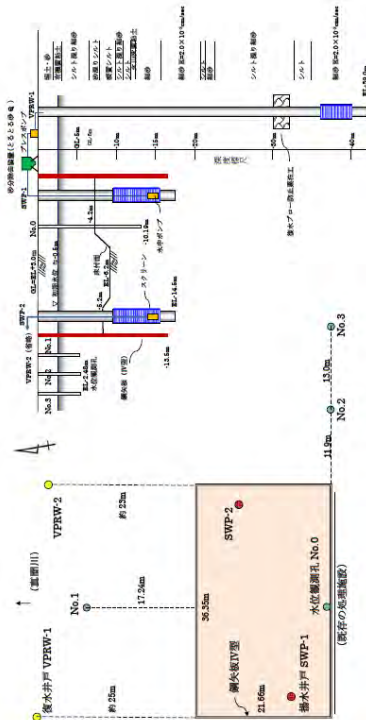
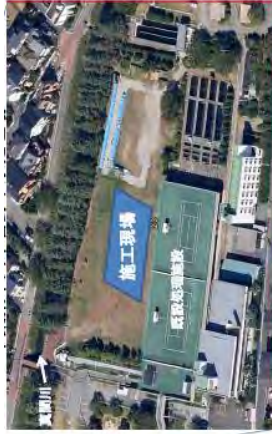
平面図

断面図



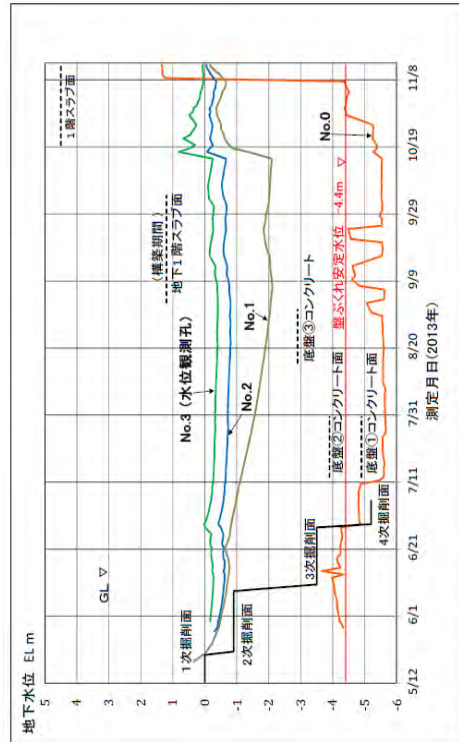
地下水位と揚水量

地下水位低下工法施工事例(2)  
千葉市川下水処理場建設工事



平面図

断面図



地下水位

地下水位低下工法施工事例(3)  
水門復旧工事



河川、海周辺での施工(水門復旧)



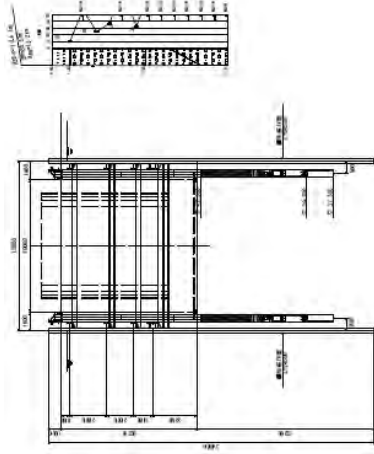
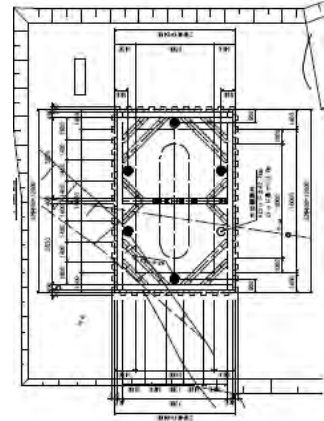
河川、海周辺での施工(水門復旧)

地下水位低下工法施工事例(4)  
橋梁下部工(河川内での施工)

ケーソン工事の代替工法(施工費低減)



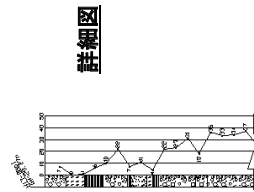
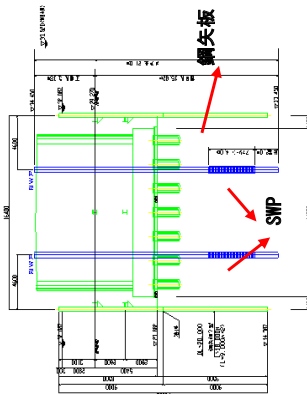
橋梁下部工 最近の施工事例



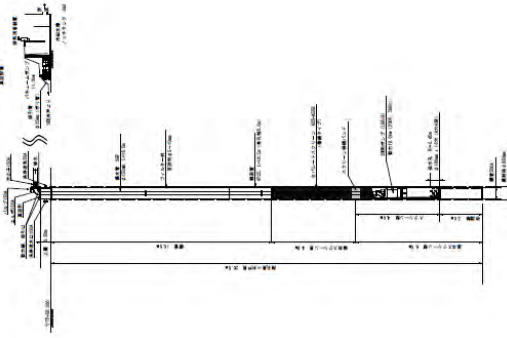
断面図

平面図

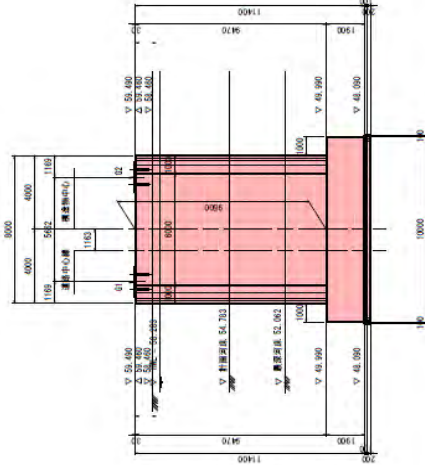
全体図



詳細図



SWP 図面



橋台構造図

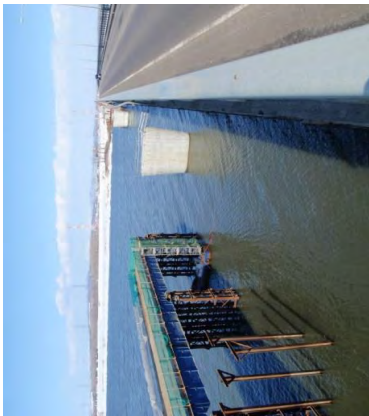


床付け完了

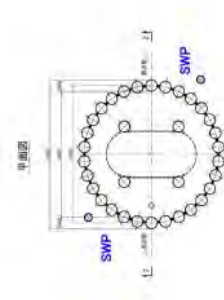
地下水低下工法施工事例(5)  
鋼管井筒内 盤ぶくれ対策



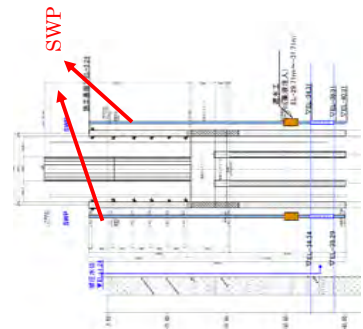
着工前



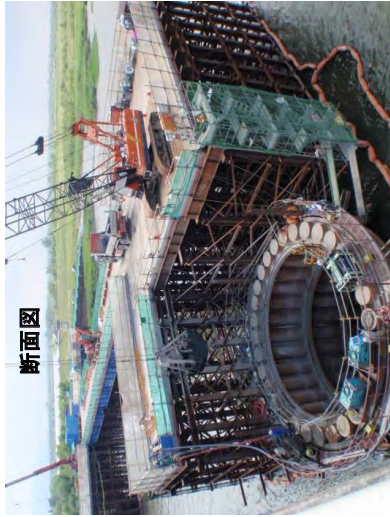
完成



平面図



断面図



SWP 揚水状況



井筒内掘削状況



掘削状況

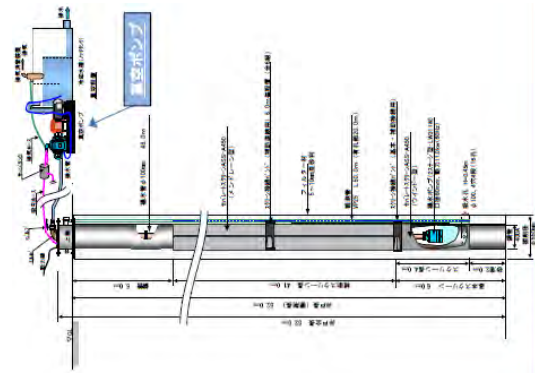


底盤コンクリート完了

3) 地すべり対策



SWP 井戸構造図



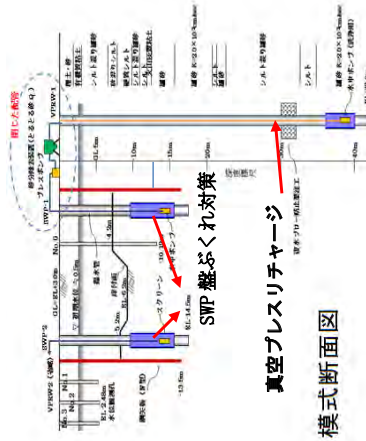
4) クリーンなリチャージ工法として対応可能

真空排水により空気接触がないため、水中の鉄分が酸化せず無公害でのリチャージが可能で、中間プレスポンプの加圧により地中へ復水が可能となる。



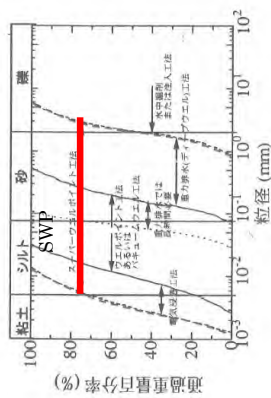
掘削状況

盤ぶくれ、復水対策  
(終末処理場)

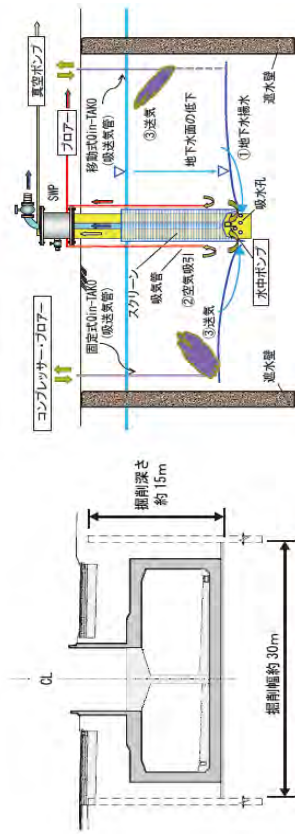


床付面掘削状況

5) あらゆる地質に対応が可能  
 施工事例(1) 間隙水吸引による軟弱掘削土の土質改善



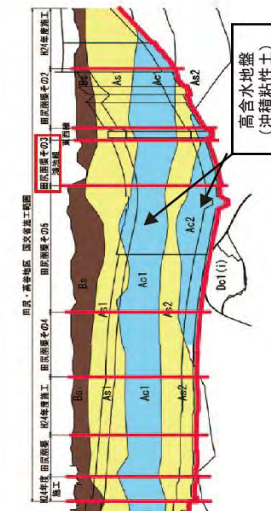
粒径と地下水位低下工法  
 SKK工法(SWP工法による地盤改良)(粘性土の脱水によるコスト大幅な低減)  
 短期間による粘性土脱水にて掘削時のトラフカピリティの改善  
 施工方法(関東整備局 東京外環自動車道)



道路構造図

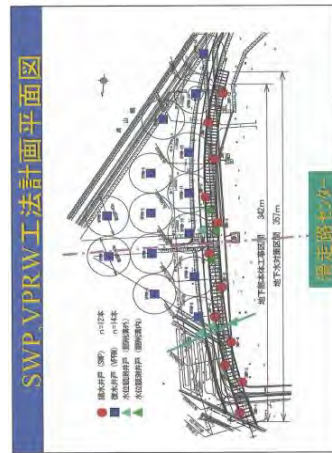


SKK工法の概要図

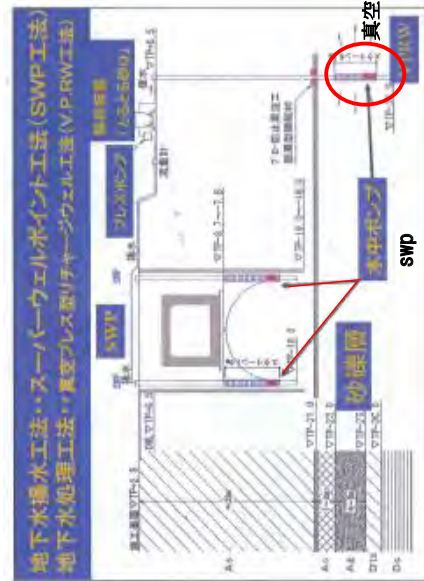


工事位置と土質縦断面

仙台空港アクセス鉄道(開削トンネル)



SMP VPRW 平面図



地下水対策と真空式リチャージウエル

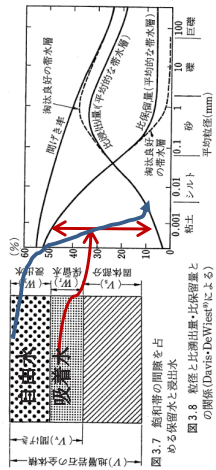
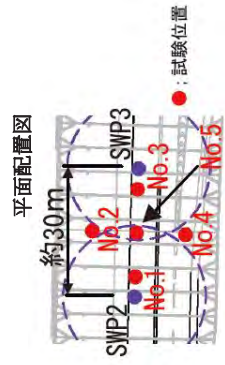
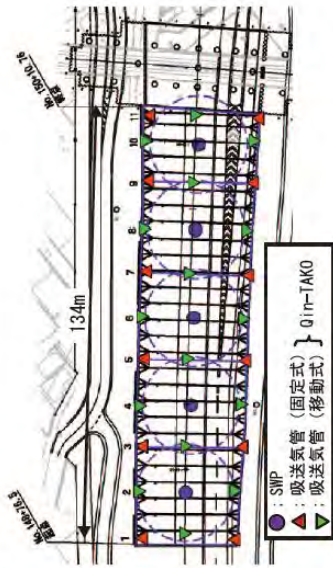


図 3.7 飽和帯の含水量を占める保留水と自由水の関係 (Davis-Wastiehlによる)

粒径と比湧出量と比保留量との関係

SWP 着工前

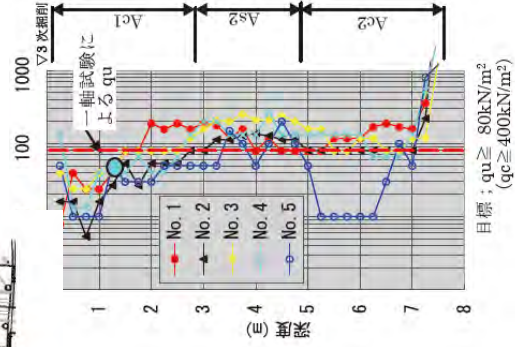


測定位置図

	事前 (%)	1 か月後 (%)	$\Delta W$ (%)
試験施工	57.4	45.8	-11.6
実施工 No.1	58.3	48.1	-10.2
実施工 No.5	58.3	50.7	-7.6

土質改良前後の含水比

土質改良後の地盤強度分布



目標 :  $q_c \geq 400 \text{ kN/m}^2$

掘削状況(ドライ施工)



ダンプ積み込み状況



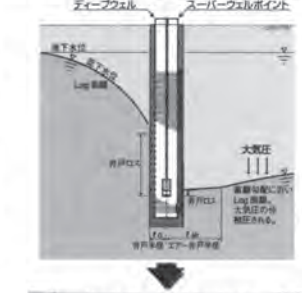
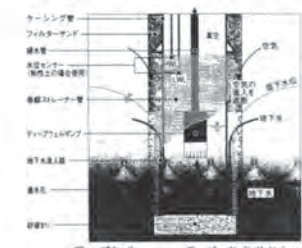
# 大深度真空排水・圧密脱水工法／スーパーウェルポイント工法

## 揚水能力は数十倍 コスト3割削減



北陸地方整備局 建設空港部長

「揚水能力は数十倍、コストは3割削減」と、スーパーウェルポイント工法の効果を語る。従来の真空排水工法は、揚水能力が1.2倍から数十倍に向上し、コストも3割削減された。これは、大深度での真空排水が可能になったためである。



スーパーウェルポイントとディープウェルの揚水量の比較

### 特殊セパレートスクリーンの構造

スーパーウェルポイント工法は、空気は吸わず地下水だけを吸うことができる真空排水工法。特殊セパレートスクリーン(空気と水の分離型スクリーン)の開発により、大深度でもバキューム効果による強制排水を可能にした(左図)。

### スーパーウェルポイント工法の特徴

- 吸水力が大きく、地下水低下量が大きい  
従来のディープウェル工法などと比べ、スーパーウェルポイント工法はバキューム(真空)効果により揚水能力が1.2倍から数十倍にアップする。
- 圧密脱水ができ、地盤改良が可能  
大気圧を利用して強制排水を行うため、重力排水では不可能な間隙水を除去できる。圧密脱水効果が大きく、掘削場内のトラフイカビリティーが向上するとともに、掘削土中間処理費も軽減できる。地盤改良としても各種ドレーン工法に比べ低コストとなり、圧密沈下に必要な時間も大幅に短縮できる。
- あらゆる地質に対応、各種の用途に適用できる  
バキューム効果を利用して排水を行うため砂礫、砂質土から粘性土まで強制排水が可能で、地下水低下工法、軟弱地盤改良、地滑り対策、成状化防止、地熱利用計画、地下水資源開発(地下ダムの揚水井戸)、災害時の水資源確保などに有効。
- 真空プレス型リチャージウェル工法と併用で威力を発揮  
地下水を汲み上げるスーパーウェルポイント工法は、地下水を復水する真空プレス型リチャージウェル工法と組み合わせ使用することができる。この方法は、汲み上げた地下水を空気に触れずに(溶解性成分を酸化させずに)直接、地下にリチャージするため、目詰まりを起こさず地下に復水することができる。

## 大気のパワーを大深度に活用

「地球には大気があり、大気には重力がある」と、スーパーウェルポイント工法は、地中埋設した井戸の中を大気(空気)が流れる「スーパーウェルポイント」を大深度まで利用する。従来の真空排水工法は、揚水能力が1.2倍から数十倍に向上し、コストも3割削減された。これは、大深度での真空排水が可能になったためである。

### 山根 隆行氏

北陸地方整備局 建設空港部長。スーパーウェルポイント工法を初めて導入した。従来の真空排水工法は、揚水能力が1.2倍から数十倍に向上し、コストも3割削減された。これは、大深度での真空排水が可能になったためである。

### 「脚光浴びないが影の立役者です」

山根氏は、スーパーウェルポイント工法の導入により、大深度での真空排水が可能になり、コストも3割削減された。これは、大深度での真空排水が可能になったためである。



真空プレス型リチャージウェル工法は、スーパーウェルポイント工法で汲み上げた地下水を処理するため地下に圧力復水する工法。汲み上げられた地下水は空気に触らず直接、地下に復水(リチャージ)するため、従来の工法における復水時の目詰まりなどの問題点が解消された。

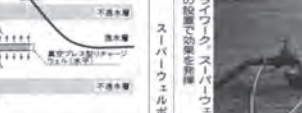
### ■強制的な圧力注入

真空プレス型リチャージウェル工法は、水を浸透させるのではなく、中間ポンプを設置し、圧力水により強制的に早く地中に注入する。粘性土層などの互層の場合には、井戸周辺部を薬液注入工でパッカーを行い土砂重量で制圧力として注水圧に対応する。

### ■地下水の溶解性成分を酸化させないで目詰まりが起きない

真空プレス型リチャージウェル工法は、除鉄装置を使用するのではなく、地中の溶解性成分を空気に触れずに閉鎖状態のままリチャージする。そのため赤錆の発生を防止し、目詰まりが起きにくい。■細粒分を除去して復水をスムーズにする  
排水管の途中に除砂用フィルターが付いた密閉式除砂タンクを設けている。これにより細粒分を除去し、目詰まりが起きにくくなっている。

### スーパーウェルポイント工法による真空プレス型リチャージウェル工法



真空プレス型リチャージウェル工法は、スーパーウェルポイント工法で汲み上げた地下水を処理するため地下に圧力復水する工法。汲み上げられた地下水は空気に触らず直接、地下に復水(リチャージ)するため、従来の工法における復水時の目詰まりなどの問題点が解消された。



地盤改良とラブリック、スーパーウェルポイントの設置と効果

## 地中埋設した井戸内を真空に保つ

スーパーウェルポイント工事経歴書(実績表) 2002年5月現在

No.	所在地	工事内容	工事完了日
1	東京都	地下埋設井戸工事	2001.10
2	東京都	地下埋設井戸工事	2001.11
3	東京都	地下埋設井戸工事	2001.12
4	東京都	地下埋設井戸工事	2002.01
5	東京都	地下埋設井戸工事	2002.02
6	東京都	地下埋設井戸工事	2002.03
7	東京都	地下埋設井戸工事	2002.04
8	東京都	地下埋設井戸工事	2002.05
9	東京都	地下埋設井戸工事	2002.06
10	東京都	地下埋設井戸工事	2002.07
11	東京都	地下埋設井戸工事	2002.08
12	東京都	地下埋設井戸工事	2002.09
13	東京都	地下埋設井戸工事	2002.10
14	東京都	地下埋設井戸工事	2002.11
15	東京都	地下埋設井戸工事	2002.12
16	東京都	地下埋設井戸工事	2003.01
17	東京都	地下埋設井戸工事	2003.02
18	東京都	地下埋設井戸工事	2003.03
19	東京都	地下埋設井戸工事	2003.04
20	東京都	地下埋設井戸工事	2003.05
21	東京都	地下埋設井戸工事	2003.06
22	東京都	地下埋設井戸工事	2003.07
23	東京都	地下埋設井戸工事	2003.08
24	東京都	地下埋設井戸工事	2003.09
25	東京都	地下埋設井戸工事	2003.10
26	東京都	地下埋設井戸工事	2003.11
27	東京都	地下埋設井戸工事	2003.12
28	東京都	地下埋設井戸工事	2004.01
29	東京都	地下埋設井戸工事	2004.02
30	東京都	地下埋設井戸工事	2004.03
31	東京都	地下埋設井戸工事	2004.04
32	東京都	地下埋設井戸工事	2004.05
33	東京都	地下埋設井戸工事	2004.06
34	東京都	地下埋設井戸工事	2004.07
35	東京都	地下埋設井戸工事	2004.08
36	東京都	地下埋設井戸工事	2004.09
37	東京都	地下埋設井戸工事	2004.10
38	東京都	地下埋設井戸工事	2004.11
39	東京都	地下埋設井戸工事	2004.12
40	東京都	地下埋設井戸工事	2005.01
41	東京都	地下埋設井戸工事	2005.02
42	東京都	地下埋設井戸工事	2005.03
43	東京都	地下埋設井戸工事	2005.04
44	東京都	地下埋設井戸工事	2005.05
45	東京都	地下埋設井戸工事	2005.06
46	東京都	地下埋設井戸工事	2005.07
47	東京都	地下埋設井戸工事	2005.08
48	東京都	地下埋設井戸工事	2005.09
49	東京都	地下埋設井戸工事	2005.10
50	東京都	地下埋設井戸工事	2005.11
51	東京都	地下埋設井戸工事	2005.12
52	東京都	地下埋設井戸工事	2006.01
53	東京都	地下埋設井戸工事	2006.02
54	東京都	地下埋設井戸工事	2006.03
55	東京都	地下埋設井戸工事	2006.04
56	東京都	地下埋設井戸工事	2006.05
57	東京都	地下埋設井戸工事	2006.06
58	東京都	地下埋設井戸工事	2006.07
59	東京都	地下埋設井戸工事	2006.08
60	東京都	地下埋設井戸工事	2006.09
61	東京都	地下埋設井戸工事	2006.10
62	東京都	地下埋設井戸工事	2006.11
63	東京都	地下埋設井戸工事	2006.12
64	東京都	地下埋設井戸工事	2007.01
65	東京都	地下埋設井戸工事	2007.02
66	東京都	地下埋設井戸工事	2007.03
67	東京都	地下埋設井戸工事	2007.04
68	東京都	地下埋設井戸工事	2007.05
69	東京都	地下埋設井戸工事	2007.06
70	東京都	地下埋設井戸工事	2007.07
71	東京都	地下埋設井戸工事	2007.08
72	東京都	地下埋設井戸工事	2007.09
73	東京都	地下埋設井戸工事	2007.10
74	東京都	地下埋設井戸工事	2007.11
75	東京都	地下埋設井戸工事	2007.12
76	東京都	地下埋設井戸工事	2008.01
77	東京都	地下埋設井戸工事	2008.02
78	東京都	地下埋設井戸工事	2008.03
79	東京都	地下埋設井戸工事	2008.04
80	東京都	地下埋設井戸工事	2008.05
81	東京都	地下埋設井戸工事	2008.06
82	東京都	地下埋設井戸工事	2008.07
83	東京都	地下埋設井戸工事	2008.08
84	東京都	地下埋設井戸工事	2008.09
85	東京都	地下埋設井戸工事	2008.10
86	東京都	地下埋設井戸工事	2008.11
87	東京都	地下埋設井戸工事	2008.12
88	東京都	地下埋設井戸工事	2009.01
89	東京都	地下埋設井戸工事	2009.02
90	東京都	地下埋設井戸工事	2009.03
91	東京都	地下埋設井戸工事	2009.04
92	東京都	地下埋設井戸工事	2009.05
93	東京都	地下埋設井戸工事	2009.06
94	東京都	地下埋設井戸工事	2009.07
95	東京都	地下埋設井戸工事	2009.08
96	東京都	地下埋設井戸工事	2009.09
97	東京都	地下埋設井戸工事	2009.10
98	東京都	地下埋設井戸工事	2009.11
99	東京都	地下埋設井戸工事	2009.12
100	東京都	地下埋設井戸工事	2010.01

## スーパーウェルポイント協会

- ＜特別会員＞ アサヒテクノ
- ＜正会員＞ 西松建設、日本建設機械商社、成幸工業、旭一リング、大橋商会、互華基礎工業、三共工業、中央建設、八戸地下開発工業
- ＜賛助会員＞ 地盤地盤環境研究所、白石、中央開発、大成建設、中外テクノス、国土防災技術、簡配、長谷川工業、丸八建設、新設コンサルタント、東山ボーリング



# 地下水問題に挑み着実に成果拡大



国土交通省東北地方整備局環境部 環境整備事務所仙台空港建設事務所 所長 武田 進生

国土交通省東北地方整備局環境部 環境整備事務所仙台空港建設事務所 所長 武田 進生  
「SWP工法」の特許庁長官奨励賞を受賞  
SWP工法の特許庁長官奨励賞を受賞した武田所長は、仙台空港建設事務所長官から賞状を授けられた。SWP工法は、地下水の汚染を防止し、地下水の回復を図るための工法で、仙台空港建設事務所では、仙台空港の建設に伴って発生する地下水の汚染を防止するために、SWP工法を採用している。



岩手県工業技術センター 副理事長 小山 康文

岩手県工業技術センター 副理事長 小山 康文  
海外での拡大に期待  
SWP工法は、海外でも広く採用されている。特に、中国、韓国、タイ、インドネシアなどの国々で、SWP工法の導入が進んでいる。小山氏は、海外でのSWP工法の普及を促進するために、海外への出張やセミナーを開催している。



九州大学大学院工学研究科 環境システム科学研究センター 教授 神野 健二

九州大学大学院工学研究科 環境システム科学研究センター 教授 神野 健二  
合理的設計が可能  
SWP工法の設計は、現場の状況に応じて合理的に行うことが可能である。神野氏は、SWP工法の設計において、地下水の汚染の程度や地質の条件などを考慮し、最適な設計を行うことが重要であると述べている。



中国・南華大学水利水電工程系 助教授 武 院峰

中国・南華大学水利水電工程系 助教授 武 院峰  
明るい未来を確信  
SWP工法の普及により、地下水の汚染防止が実現され、環境が改善されることを確信している。武氏は、SWP工法の普及を促進するために、中国でのセミナーや出張を行っている。



国際航空 地盤環境エンジニアリング事業部 工学博士 尾崎 哲二

国際航空 地盤環境エンジニアリング事業部 工学博士 尾崎 哲二  
試行錯誤、努力の賜  
SWP工法の開発には、試行錯誤を繰り返しながら、多くの努力をかけた。尾崎氏は、SWP工法の開発に尽力し、その普及に貢献している。

## スーパーウェルポイント工法



表彰状を授ける 高橋 茂吉氏



国土交通省 国土技術政策総合研究所 副所長 山根 隆行氏

山根 隆行氏  
設計法の不確立がもたらした成功  
SWP工法の設計は、現場の状況に応じて合理的に行うことが可能である。山根氏は、SWP工法の設計において、地下水の汚染の程度や地質の条件などを考慮し、最適な設計を行うことが重要であると述べている。



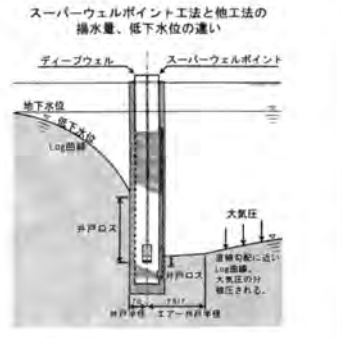
国土交通省 国土技術政策総合研究所 副所長 高橋 茂吉氏

高橋 茂吉氏  
真空技術の裾野の広さに期待  
SWP工法の普及により、地下水の汚染防止が実現され、環境が改善されることを期待している。高橋氏は、SWP工法の普及を促進するために、中国でのセミナーや出張を行っている。



国土交通省 国土技術政策総合研究所 副所長 高橋 茂吉氏

高橋 茂吉氏  
真空技術の裾野の広さに期待  
SWP工法の普及により、地下水の汚染防止が実現され、環境が改善されることを期待している。高橋氏は、SWP工法の普及を促進するために、中国でのセミナーや出張を行っている。



スーパーウェルポイント工法と他工法の揚水量、低下水位の違い

## 現場で困っていることを目の前で解決



掘水井戸の設置状況



掘水井戸の設置状況

建設現場の多くは、現場の幅員を解決する掘水井戸の設置が必要となる。SWP工法は、掘水井戸の設置を容易にし、現場での作業負担を軽減する。

### ■VPRW工法

VPRW工法は、真空アプス型リッチャージウェル(VPRW)工法とも呼ばれる。掘水井戸の設置を容易にし、現場での作業負担を軽減する。

### ■SWP工法

SWP工法は、数ある掘水井戸工法の中でも、最も効果的な工法である。掘水井戸の設置を容易にし、現場での作業負担を軽減する。

従来の工法に比べ、工期を短縮し、コストを削減できる。SWP工法は、掘水井戸の設置を容易にし、現場での作業負担を軽減する。

### ■特殊工法の「見本市」

特殊工法の中には、SWP工法以外にも、様々な工法が存在する。SWP工法は、掘水井戸の設置を容易にし、現場での作業負担を軽減する。

### ■SWP J r工法

SWP J r工法は、SWP工法の改良版である。掘水井戸の設置を容易にし、現場での作業負担を軽減する。

現場での作業負担を軽減し、工期を短縮できる。SWP工法は、掘水井戸の設置を容易にし、現場での作業負担を軽減する。

### ■AW工法(土壌浄化=VOC除去)

AW工法は、土壌浄化に効果的な工法である。掘水井戸の設置を容易にし、現場での作業負担を軽減する。

海外への紹介、実績も豊富である。SWP工法は、掘水井戸の設置を容易にし、現場での作業負担を軽減する。

### 創設5周年 スーパーウェルポイント協会

本部 〒024-0322 岩手県北上市和賀町岩崎新田5-16-81  
TEL0197-73-6399 FAX0197-73-7899  
東京支部 〒105-8401 東京都港区虎ノ門1-20-10  
TEL03-3502-0309 FAX03-3502-0228  
大阪支部 〒540-0008 大阪府中央区大手前1-7-24  
TEL06-6944-8527 FAX06-6910-3130

Double  
Win  
Records

C's Factory

# 愛・ちきゅう

アランドロン  
亜乱土論

作詞／OH・康子・作曲・編曲／千葉有一郎



話してごらんよ／雨のかすみそう  
夏油高原風の声／あれから十五年  
愛・ちきゅう／涙をこえて  
以上6曲がYouTube、AppleMusic  
カラオケ(亜乱土論でJOYSOUND、  
DAM)に有ります。いいね！押してね。





NETIS登録 KT-000120-A

スーパーウエルポイント工法・CVT工法

株式会社 **アサヒテクノ**



[大深度真空排水工法]の発明者(自社特許)  
スーパーウエルポイント協会 特別会員  
社団法人 日本ウエルポイント協会 正会員

本 社	〒024-0322 岩手県北上市和賀町岩崎新田5地割16番81 E-mail代表：asahi03@carrot.ocn.ne.jp	TEL 0197-73-6015 / FAX 0197-73-7713
東京支店	〒132-0035 東京都江戸川区平井5-11-8 (サンヨーハイツ401) E-mail：asahi_tokyo@space.ocn.ne.jp	TEL 03-6913-9137 / FAX 03-6913-9138
札幌営業所	〒065-0015 北海道札幌市東区北15条東18丁目3-15 (株明翔内) E-mail：meisho@helen.ocn.ne.jp	TEL 011-783-2900 / FAX 011-785-7758
盛岡営業所	〒020-0143 岩手県盛岡市上厨川字杉原101番地6 E-mail：asahi13@titan.ocn.ne.jp	TEL 019-641-3976 / FAX 019-641-3979
仙台営業所	〒980-0003 宮城県仙台市青葉区小田原8丁目11-5-703号 E-mail：haramachi-takeshi@nifty.com	TEL 022-722-7623 / FAX 022-722-7623
名古屋営業所	〒460-0003 名古屋市中区錦1丁目20番12号 (伏見ビル5F)	TEL 052-232-4311 / FAX 052-232-4311
関西営業所	〒527-0173 滋賀県東近江市上岸本町1180 E-mail：nasu.ikuo@kinkichisui.co.jp	TEL 0749-46-0086 / FAX 0749-46-0086
西日本営業所	〒733-0833 広島県広島市西区商工センター4丁目3番17号 E-mail：taku@ohashi-shokai.co.jp	TEL 082-501-2877 / FAX 082-501-2800
九州営業所	〒810-0001 福岡県福岡市中央区天神3-10-32 (ロゼ天神2F) E-mail：nakashima@wallace.co.jp	TEL 092-752-7748 / FAX 092-406-9851

URL <http://www.asahitechno.jp>