井戸洗浄
革命

特許出願中
特願　2011-162950

平成23年度札幌市建設業等成長分野事業補助金交付

アースエアージェット工法

～回転式超高圧エアジェッティング洗浄～

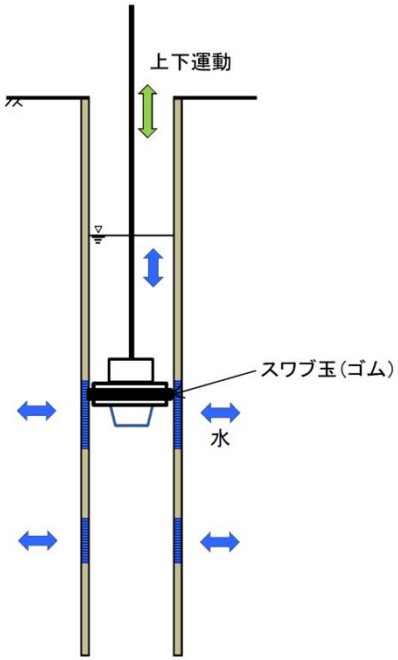
■　技術資料　■

アーストラストエンジニアリング株式会社

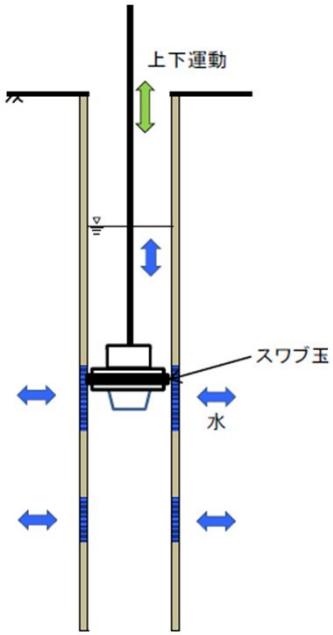
従来の井戸洗浄工法

種類

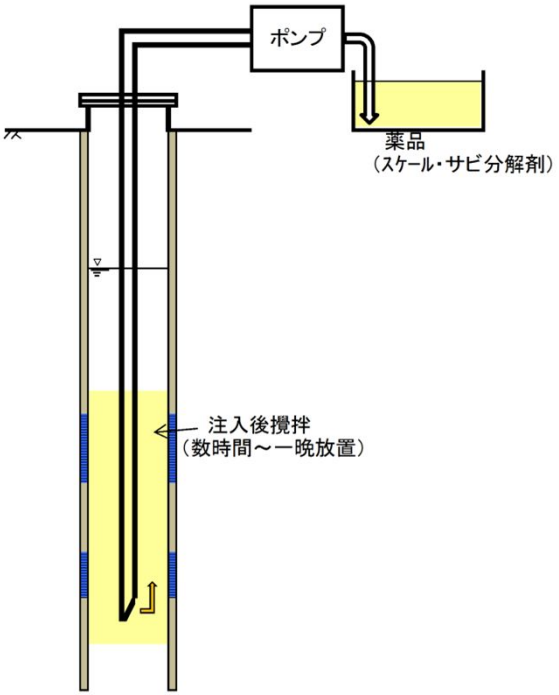
- ブラッシング洗浄
- スワビング洗浄
- 薬品洗浄
- エアー(又は水)揚水・圧入洗浄(→バックウオッシュ工法)



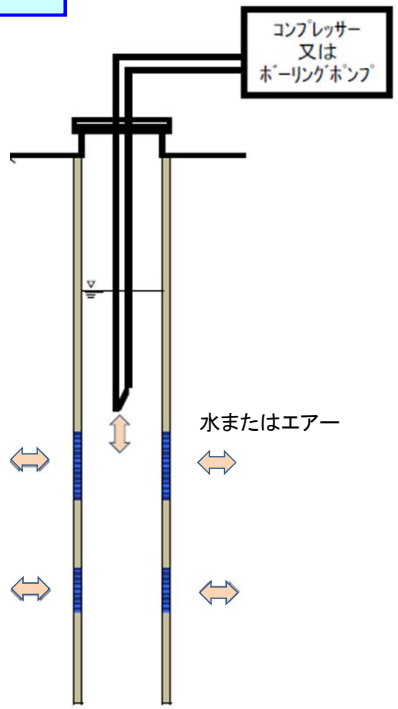
ブッラシング洗浄



スワビング洗浄

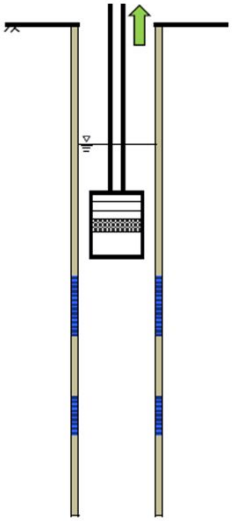


薬品洗浄

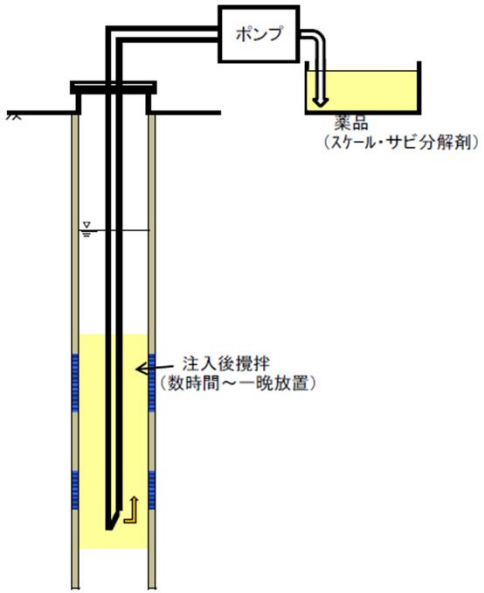


エアー(水)揚水・圧入洗浄

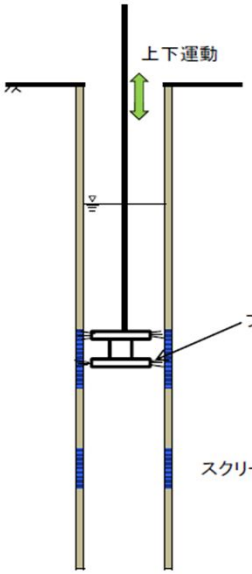
一般的な井戸洗浄作業の流れ



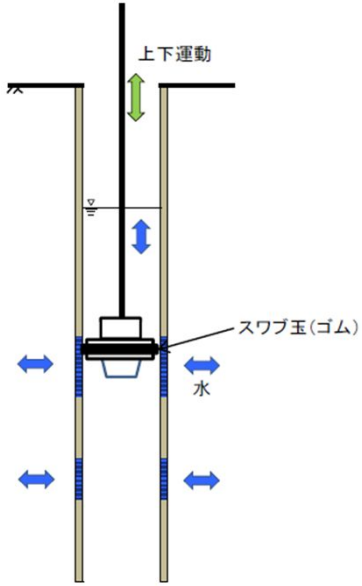
①. ﾎﾟﾝﾌﾟ引き上げ



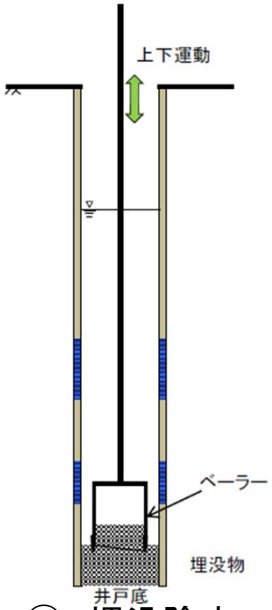
②. 薬品洗浄



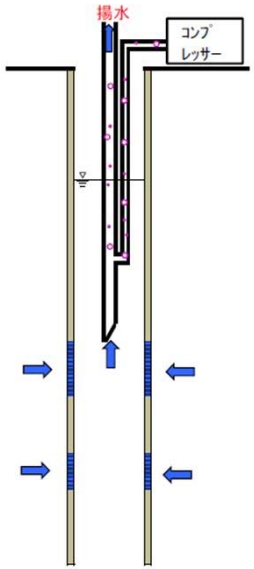
③. ブッラシング



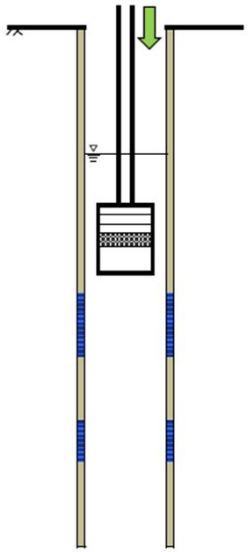
④. スワビング



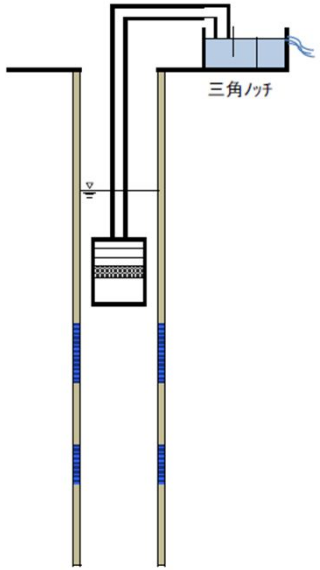
⑤. 埋没除去



⑥. エアーリフト揚水



⑦. ポンプ挿入



⑧. 揚水試験

従来井戸洗浄工法の目的と問題点

洗浄方法	項目	内　容
ﾌﾞﾗｯｼﾝｸﾞ	方法	ｹｰｼﾝｸﾞ内径よりやや大きいﾜｲﾔｰﾌﾞﾗｼを上下させ、ｽｸﾘｰﾝおよびｹｰｼﾝｸﾞ内部の付着物を掻き落とし除去する工法
	特徴・問題点	・ｹｰｼﾝｸﾞﾊﾟｲﾌﾟ表面の目詰まり解消・清掃には有効 ・堅いｽｹｰﾙ、充填砂利、地層の目詰まり解消は困難
ｽﾜﾋﾞﾝｸﾞ	方法	ｹｰｼﾝｸﾞ管内にﾋﾟｽﾄﾝの役目をするスワブ玉を挿入し、上下動によりピストン動作を与へ、水の動揺を大きくして、ｽｸﾘｰﾝ周辺のｽｹｰﾙや砂粒を除去する工法
	特徴・問題点	・ｽｸﾘｰﾝ等が腐食・劣化している場合、破損の危険性有り ・過度のｽﾜﾋﾞﾝｸﾞは抑留事故の危険性大 ・目詰まり解消部分または目詰まりが発生していない部分で水が流動する可能性大 →ｽﾜﾋﾞﾝｸﾞ効果は水の多いある一定の部分しか期待できない？
薬品	方法	ｽｸﾘｰﾝ部分の目詰まりを解消するため、坑内に薬品を放置し、ｽｹｰﾙの溶解，金属酸化物の溶解，泥壁除去を行う工法
	特徴・問題点	・ﾒｰｶｰにより成分，効果，使用割合および価格が異なる。 ・薬品洗浄による効果の判定が難しい＝効いたのかどうか良く分からない場合が多い
ｴｱｰ(水) 揚水・圧入 （ﾊﾞｯｸｳｵｯｼｭ）	方法	ｴｱｰまたは水を急激に井戸内に流入させて、逆洗する工法 揚水・注入を繰り返し、ｽｸﾘｰﾝと充填砂利中の目詰まり物質を動揺させ洗浄
	特徴・問題点	目詰まり解消部分または目詰まりが発生していない部分でｴｱｰ(水)が流動する可能性大 （→ｽﾜﾋﾞﾝｸﾞ洗浄と同様）

アースエアージェット工法の開発経緯

従来の井戸洗浄は

・どの方法も大幅な目詰まり解消・水量回復の期待効果は少ない（ある程度の効果）

・他に抜本的に効果が期待できる良い工法がない

という理由から、
何十年にわたって同様の工法で洗浄が行われてきた

これまで井戸の高圧洗浄は

・空気中では凄い威力を発揮する

・水中では一気に水圧が弱まり、効果は激減する

という課題・疑問が指摘され、実用化されてこなかった。
そこで我々は

井戸の中で高圧洗浄を行い効果をあげるには

・どれくらい近づければ　？

・どれくらいの水圧で、どれくらいの水量でどれくらいの回転で　？

・他に水中でできることは　？

・どれくらい効果があるのかをどのように判定するか　？

を考え、北海道立工業試験場の協力も得て
さらに、多くの実証試験を行った後

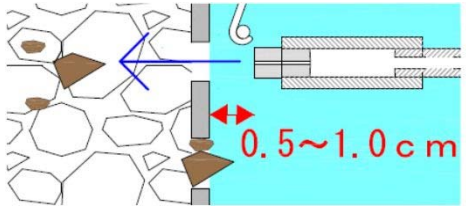
ケーシングおよびストレーナーを高圧ジェット噴流およびエアーにより効果的に洗浄する方法

アースエアージェット工法を開発

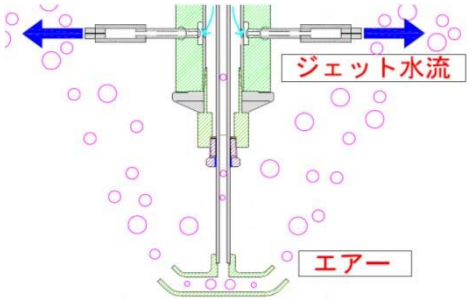
アースエアージェット工法の特徴

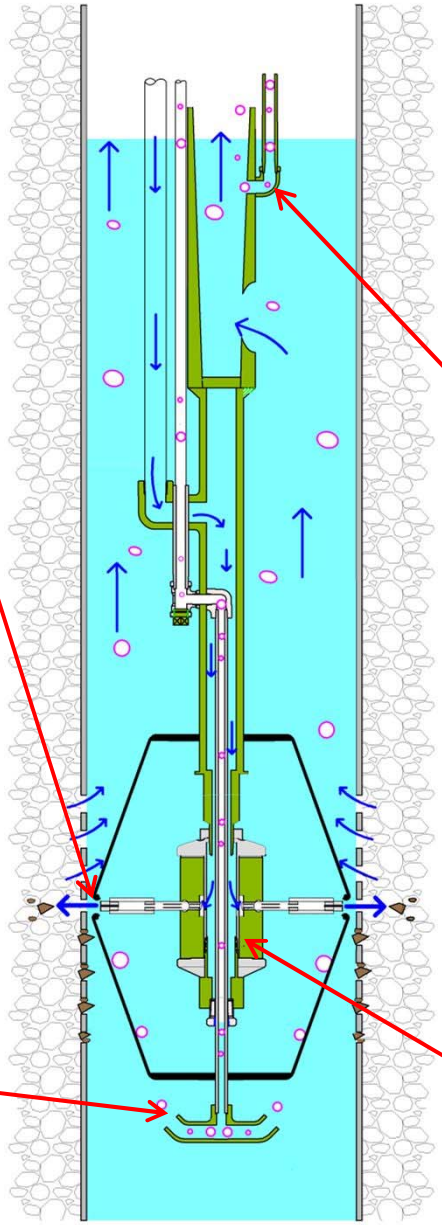
僅か0.5～1.0cmの距離で直接高圧噴射
・吐出圧力10MPa(100K)
・吐出量　100　ﾘｯﾄﾙ/分

出来るだけ近い位置で！

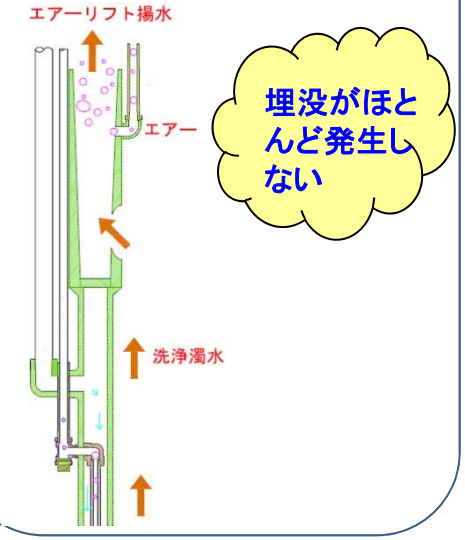


ｼﾞｪｯﾄ下方からｴｱｰを噴射し、空気溜まりを発生させ洗浄効果を大幅にｱｯﾌﾟ

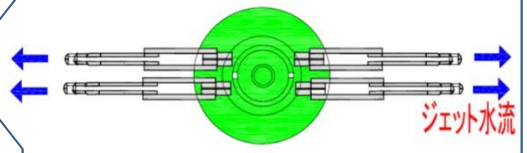




・洗浄と同時に揚水
・水の汚れを見ながら洗浄



・ノズルの延長が容易
・150mm以上のあらゆる径の井戸に対応
・4本のノズルで同時に洗浄



平面図

アースエアージェット工法状況

ジェット部分

エアー注入状況

水中(20cm)→空中へ

水中でのジェット試験状況

高圧ポンプ　吐出量　100ℓ/分時
吐出圧　30MPa(300kg/cm^2)

作業状況

アースエアージェット

ジェット部分

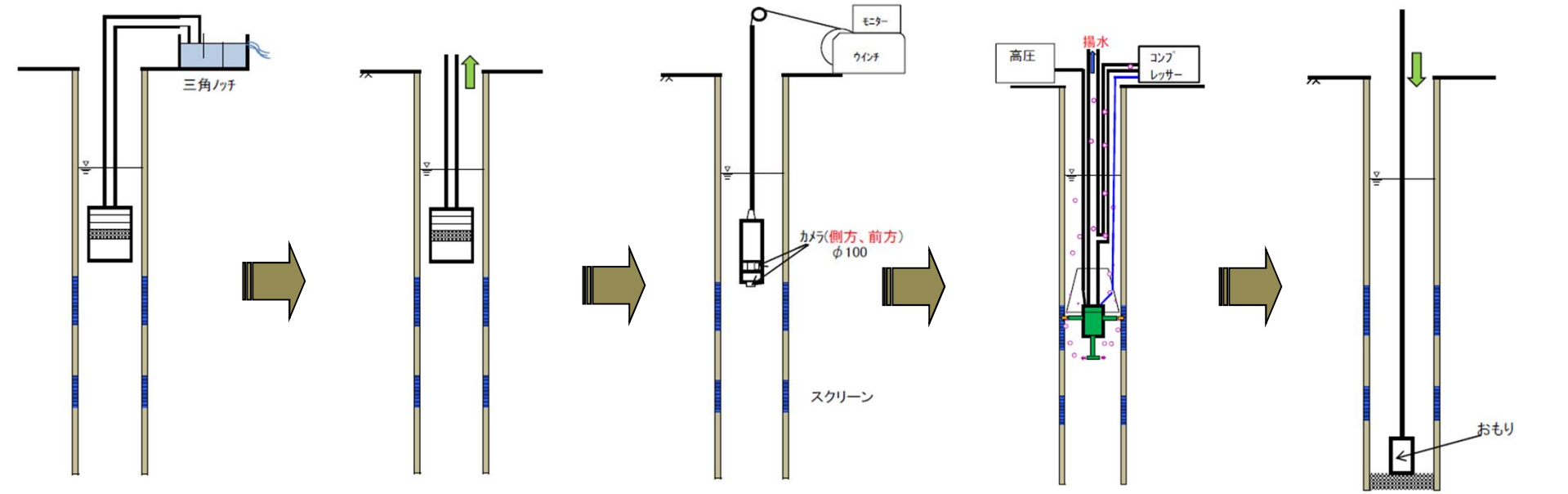
井戸内挿入

回転中（空中）

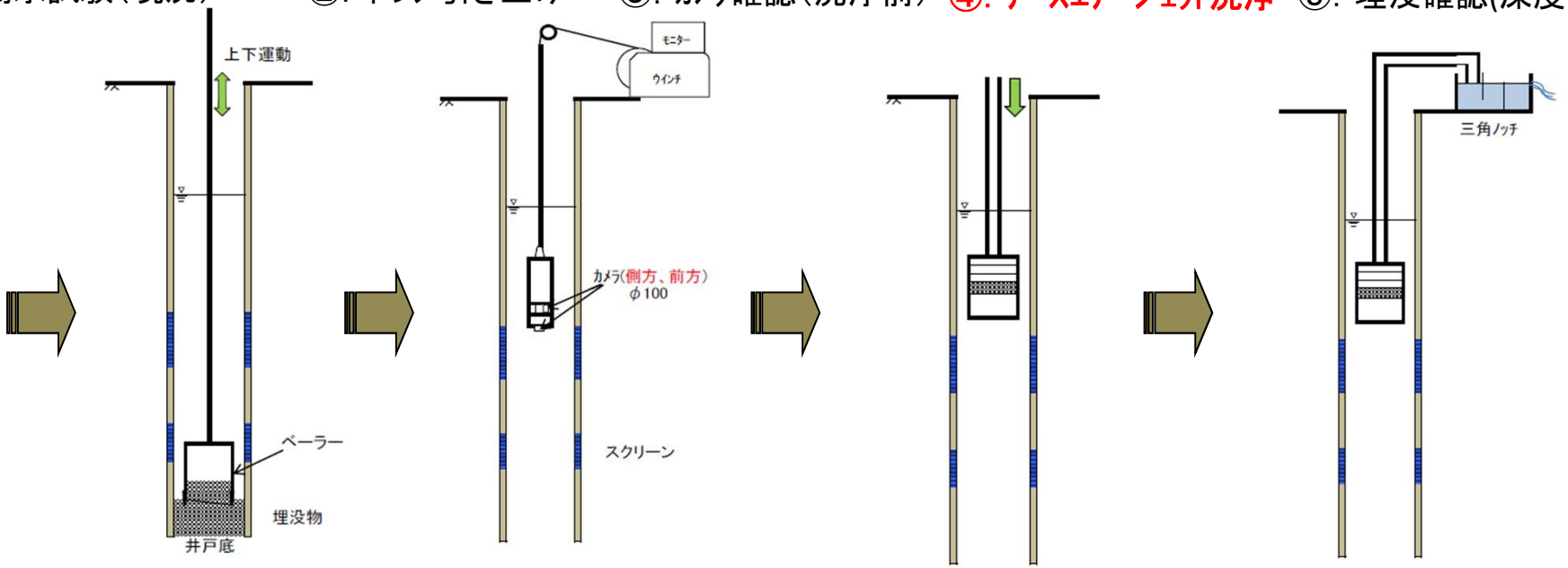
回転中（水中）

洗浄中

アースエアージェット洗浄作業の流れ



①. 揚水試験（現況）　②. ポンプ引き上げ　③. カメラ確認（洗浄前）　④. アースエアージェット洗浄　⑤. 埋没確認(深度確認)



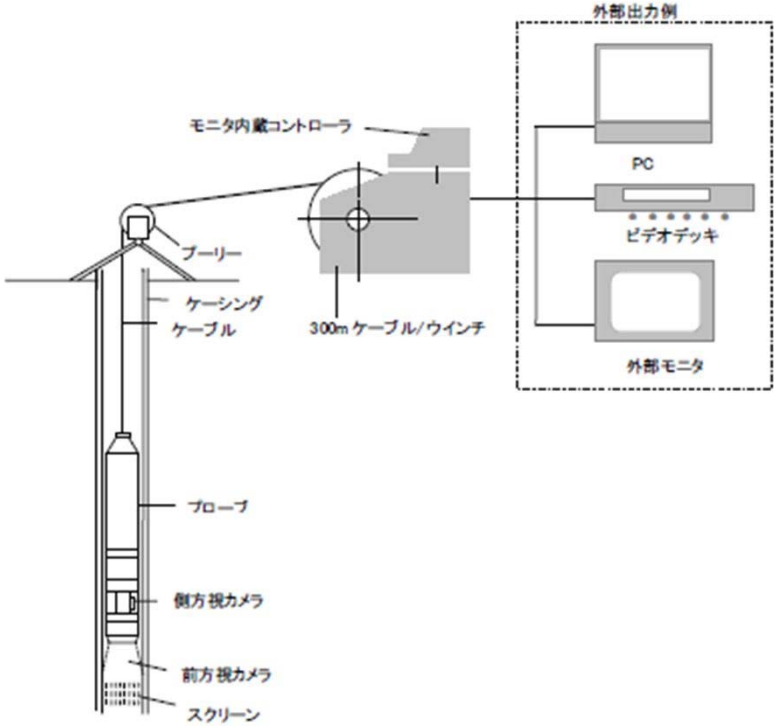
⑥. 埋没除去(ある場合）　⑦. カメラ確認（洗浄後）　⑧. ポンプ挿入　⑨. 揚水試験（改修後）

井戸カメラ　　I－DO　300F－Ⅱ　レアックス社製

従来品　φ60mm

より鮮明に
より近く

New! Φ100mm プローブを採用



■ プローブ

	2WAY孔内観察カメラ（フォーカス機能付）	
外径	Φ60mm	Φ100mm
適用口径	Φ66mm～Φ400mm	Φ400mm～Φ3000mm
長さ及び重量	長さ700mm、5.0Kg	長さ720mm、8.0Kg
材質	ステンレス（SUS304）	アルミニウム、ステンレス（SUS304）
動作環境	温度0℃～60℃、耐圧300m 3Mpa	
カメラ解像度	NTSC　水平768本、鉛直494本（有効画素数　38万画素、総画素数41万画素）	
カメラ照明	白色LED	
回転	コントローラーからの操作により左右360°　回転（側方観察カメラ）	

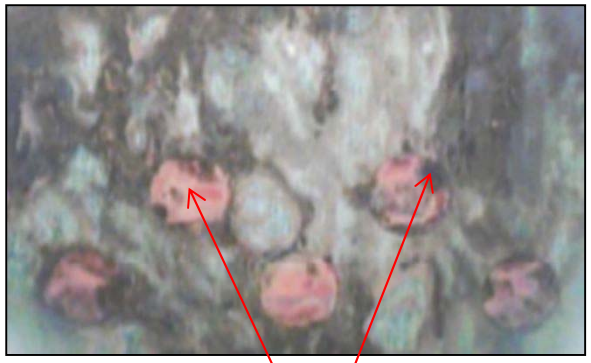
洗浄効果の状況

事例　1

＜洗浄前＞

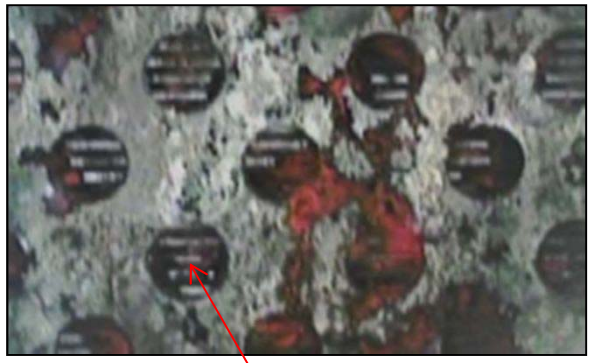
ほとんどの部分が目詰まり

＜従来工法＞
ブラッシング・スワビング後



・　一部分が剥離し目詰まり解消？
・　表面部分は比較的きれいに！

＜アースエアージェット工法＞
高圧洗浄後



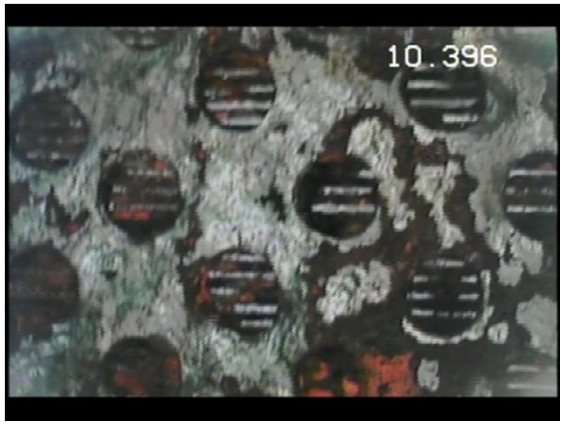
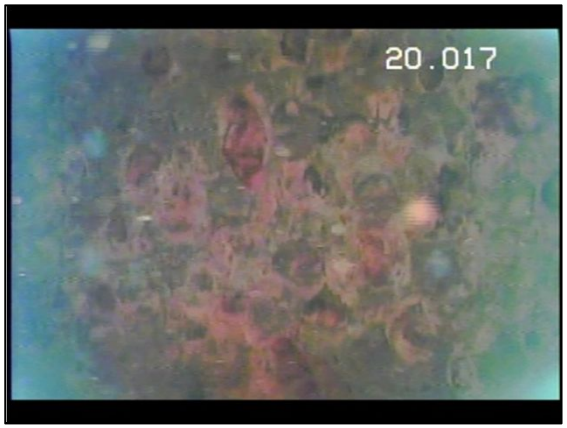
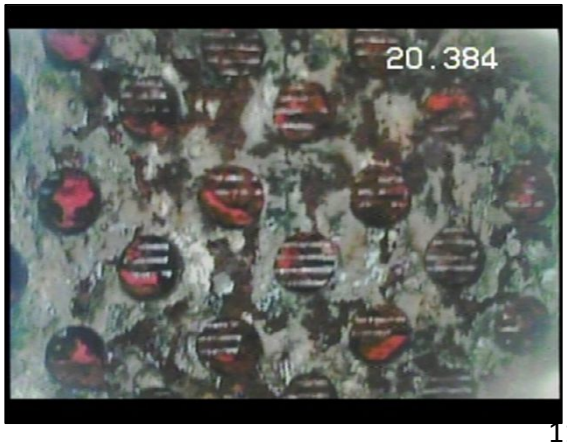
スクリーン部分が鮮明に！

さらに

スクリーン外（そと）の充填砂利が見えるように！

洗浄効果の比較

事例　その1

	ポンプ引上げ直後	ブラッシング・サービング後	アースエアージェット洗浄後
10m付近			
15m付近			
20m付近			

洗浄効果の状況

事例　2

＜洗浄前＞

ほとんどの部分が泥で目詰まり

＜従来工法＞
ブラッシング・スワビング後

水中でのアースエアージェット噴射状況

- ある程度の洗浄は期待できる
- 砂利部分の多くは目詰まり

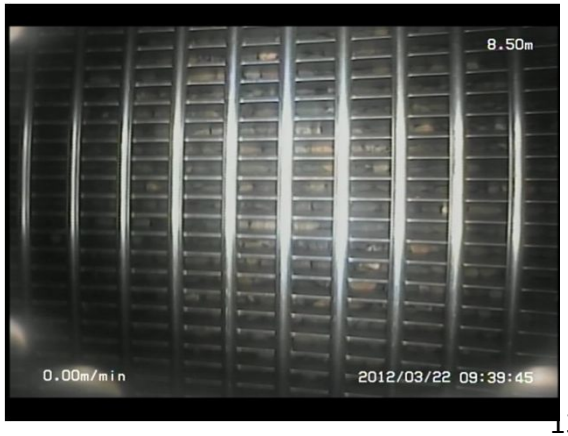
＜アースエアージェット工法＞
高圧洗浄後

- 砂利がほとんど清浄される！
- 掘削時とほぼ同様？

この汚れによって

洗浄効果の比較

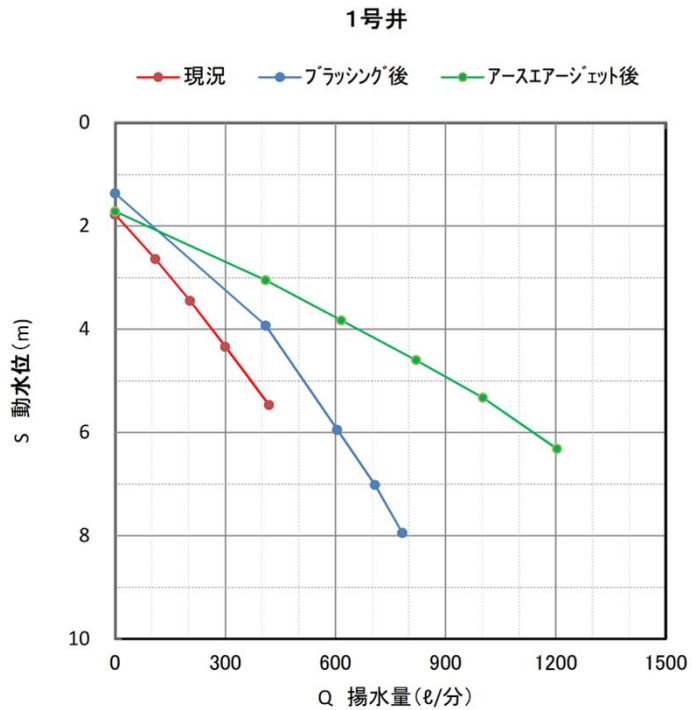
事例　その2

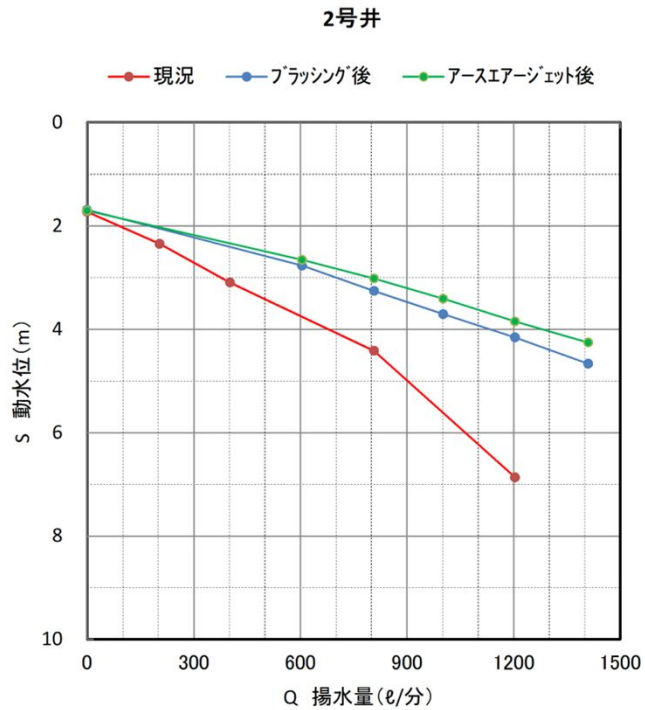
	ポンプ引上げ直後	ブラッシング・サービング後	アースエアージェット洗浄後
3m付近			
5m付近			
7m付近			

改修工事後の状況

事例　1

水量が回復、**揚水能力低下の期間延長の期待度大**





- 鉄分が高いため、ストレーナーの目詰まりが発生し、3年程度に1回の割合で井戸清掃を実施
- 年数の経過と共に、揚水能力低下（＝水位低下）の周期が早くなり、現在は1.5～2.0年の周期で井戸清掃を実施

清掃の周期が早くなった原因

- 井戸のｽｸﾘｰﾝおよび帯水層の目詰まり
- 従来の井戸清掃（ﾌﾞﾗｯｼﾝｸﾞ・ｽﾜﾋﾞﾝｸﾞ）ではある一定の洗浄効果

＝完全な清掃は困難、ある一定部分の目詰まりが解消されれば能力が回復 ⇨ 長続きしない

ｱｰｽｴｱｰｼﾞｪｯﾄ工法の実施により

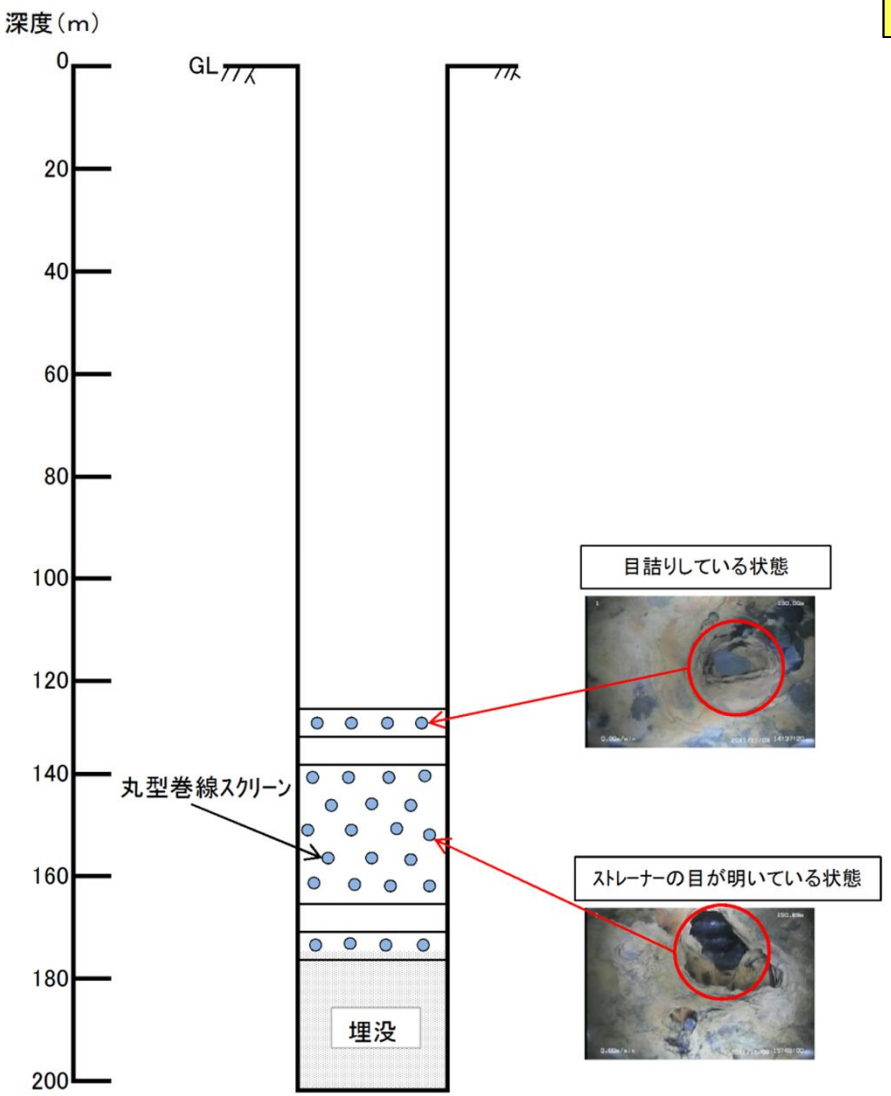
- ｽｸﾘｰﾝおよび砂利部分までの目詰まりがほぼ完全に解消
- 全体の目詰まりが解消されたことにより、**一部分が目詰まりしても能力低下（水位）が少ない**

＝揚水能力低下の時間が長くなる可能性が高い ⇨ 1.5～2.0年 ⇨ 3.0年以上？

改修工事後の状況

事例　2

水質が改善！



作業開始前

- 自噴量　400　ﾘｯﾄﾙ/分
- 坑口圧　0.15MPa
- 水　質　**鉄　0.74**　mg/ﾘｯﾄﾙ（基準値　0.3mg/ﾘｯﾄﾙ以下）

（掘削当初　鉄　0.66　mg/ﾘｯﾄﾙ）

ｱｰｽｼﾞｪｯﾄ工法実施

深度124～129m付近を洗浄中、排砂が大量に発生

↓ その結果

- 自噴量　750　ﾘｯﾄﾙ/分　に増加
- 坑口圧　0.15MPa
- 水　質　**鉄　0.21**　mg/ﾘｯﾄﾙ（基準値　0.3mg/ﾘｯﾄﾙ以下）

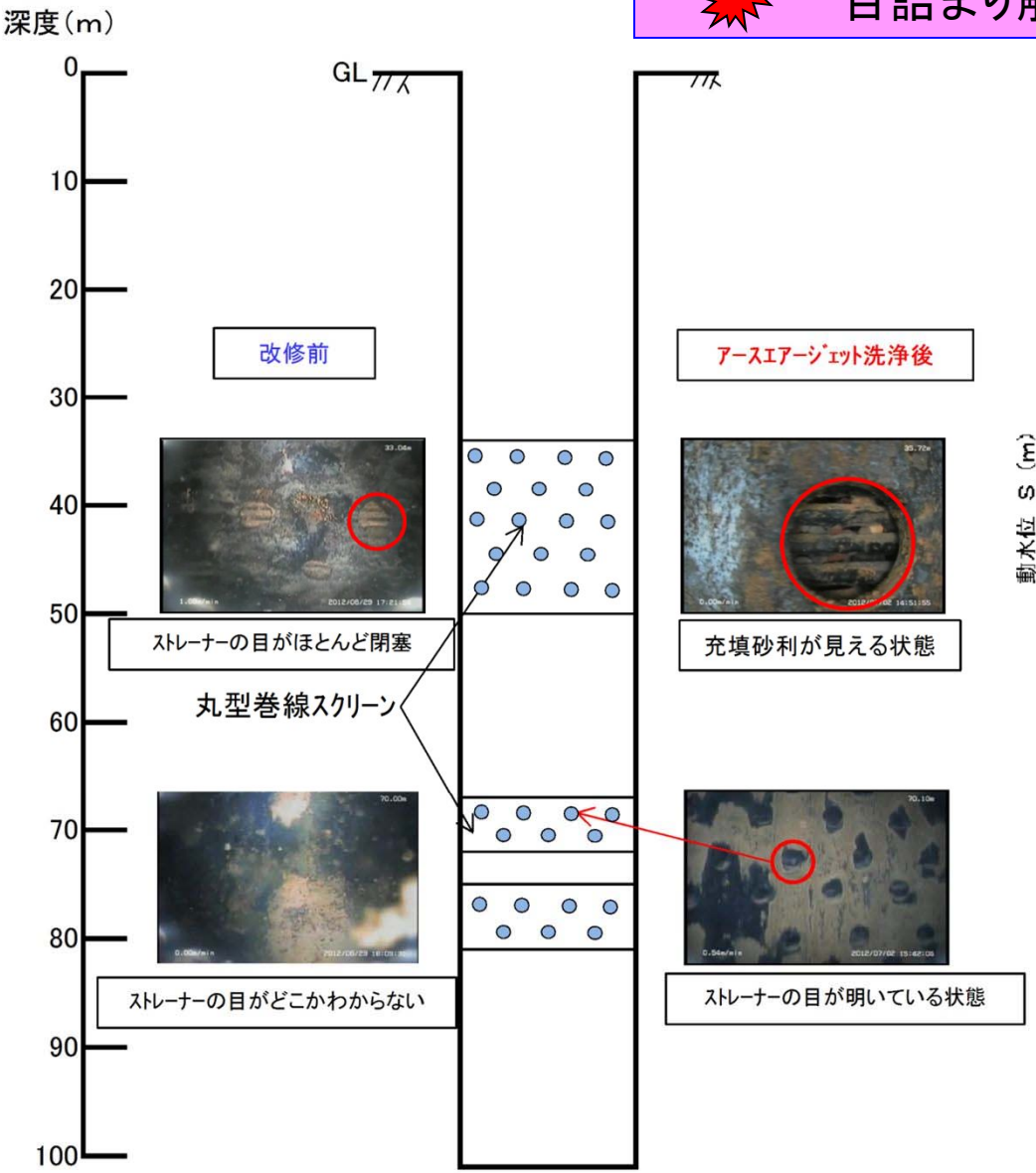
↓

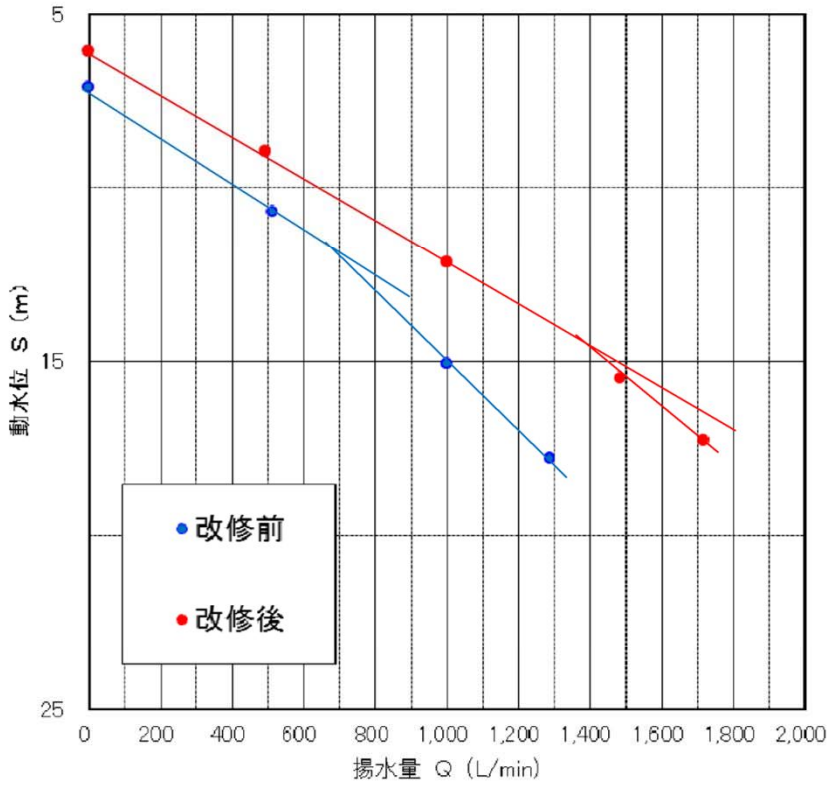
これまで水が出ていなかった地層（ｽﾄﾚﾅｰ→当初から目詰り）から地下水が湧出し、水質が改善

改修工事後の状況

事例　3

目詰まり解消、揚水量が大幅に回復





アースエアージェット工法のまとめ

比較

項目	従来工法	アースエアージェット工法
スクリーンの洗浄・目詰まり解消効果	一部分のみ	ほとんど、**大幅に改善**
砂利充填部分の目詰まり解消効果	ほとんど困難	ほとんど、**大幅に改善**
揚水能力の改善効果 （水量回復・増加の期待）	やや期待	**回復の期待大**

適用範囲

①. 通常の井戸の洗浄・改修・浚渫工事 ➡
- 従来工法と比較し大幅に目詰まりを解消
- 明らかな洗浄効果の違い

②. 新規井戸掘削直後の洗浄 ➡
- ベントナイト泥水の影響で**最初から目詰まりが発生**？
- 井戸能力の過小評価　？

③. 二重管ケーシング施工前の井戸洗浄 ➡
- 井戸能力が低下したまま施工
- 改修後は井戸洗浄を行っても回復の期待少

④. 還元井の洗浄・改修 ➡
- 通常の井戸に較べ、洗浄効果の期待度大
- 一部目詰り発生でも還元能力低下の可能性少(長持ち)

⑤. 温泉井のスケール除去・洗浄 ➡
- 通常の浚渫に較べ、温泉井に与える衝撃が少
- 浚渫による泉温低下，泉質変可の可能性少

工業試験場技術支援
成果事例集に掲載

H24.5

北海道立工業試験場の技術協力によって、**アースエアージェット工法が完成**しました。

試行錯誤の中、数多くの助言をいただき1年がかりで完成することができました。

実証試験の状況を検証する
工業試験場の技術者の方々

深井戸洗浄装置の開発

Development of Deep Well Cleaning System

情報システム部　　多田達実、鈴木慎一

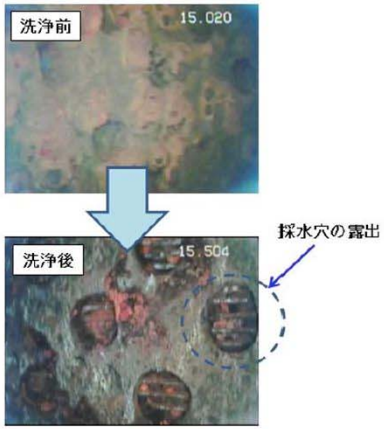
■支援の背景

地下水は飲料用や工業用として広く利用されています。井戸には多くの穴があいた管が地中深く埋め込まれ地層からしみ出した水が集められ組み上げられています。その管の穴は時間経過の中で腐食や雑物の沈着により閉塞され水のしみ出しが阻害されます。そのような状況となった場合は、一般に管内壁をブラシなどにより洗浄する方法がとられていますが穴の洗浄度が不十分となることもあります。そのため、相談企業では、平成２２年度から水ジェットで洗浄する方法に取り組んできました。当場には、開発の初期段階から相談があり、水ジェットの水中減衰効果の計測方法や減衰を弱める方法について技術支援を行いました。

■支援の要点

１．高圧洗浄効果の検証方法
２．高圧洗浄方法の確立

透明管内での洗浄試験



管内面の洗浄前後の状態

■支援の成果

１．水深２００ｍにおける水ジェット洗浄において水の抵抗による減衰を防ぐ方法を検討し、その構想に基づいて装置を試作しました。
２．水中の水ジェットの洗浄能力を計測する実験装置を提案しました。
３．水ジェット洗浄システムを実際の井戸に適用し従来のものに比べ洗浄能力が高いことを確認することができました。
４．他社特許の調査を行い本開発の独創性を確認し、特許出願をすることができました。

アーストラストエンジニアリング㈱　札幌市白石区菊水９条２丁目４番１８号　℡ 011-822-5800

札幌市建設業成長分野
成果事業集に掲載

H24.4

札幌市では建設業の支援を目的として、「建設業等成長分野進出支援事業」を実施しています。
平成23 年度は、7月1日から7月29 日まで事業の募集を行い、市内中小建設業等から17件の申請があり、外部有識者等による審査委員会の審査を経て、6件の補助事業が採択されました。
その中に、アースジェット工法が選ばれました。

A「本業強化に関する事業」

事業名：アースエアージェット工法事業
概 要：既存井戸の洗浄業務において、井戸能力の回復・水量増加を目的として洗浄能力の向上やコスト削減を可能とするアースエアジェット工法を開発し、坑井メンテナンス業務の受注促進を図る。
補助金額： 150 万円

本業強化に関する事業①

アーストラストエンジニアリング株式会社

水井戸の洗浄を革新する「アースエアジェット工法」の開発

札幌市白石区のアーストラストエンジニアリング株式会社は、空気と洗浄水を高圧噴射して井戸の汚れを取り払う新たな洗浄技術「アースエアジェット工法」を開発した。この方式は、目詰まり部分をブラシなどでこすり取る従来工法と比べ高い洗浄効果を示し、井戸の寿命を延ばしたい市町村自治体などに注目されている。

洗浄前

洗浄後

熟練技術者の経験が生かされたジェット開発

「アースエアジェット工法」を開発した同社は、温泉や水井戸を掘る専門業者として1985年に創業した。自治体の公営温泉建設ブームによって順調な営業を続けていたが、温泉施設の建設はやがて一巡し、温泉井戸も公共事業費の削減から新規の受注がほとんどなくなっていった。こうした推移の中で同社は、井戸の洗浄という分野に目を向ける。

ジェットの力で井戸の汚れを取り払うアイデアは古くからあったが、井戸のような水中での有効性が疑問視されていた。しかし、「実際にやってみないと分からない」と、2010年頃から同社で開発に取り組み始めた。

課題が困難であればあるほど挑戦心をかき立てられるのが技術者の本性。業務の合間に開発は断続的に続けられた。当初、自社開発を考えていたエアジェット機構は安価な既製品を用い、壁面と近づけジェットの威力を維持するアタッチメントを装着した。開発の中で最も困難だったのがジェットを回転させる仕組みだったという。初期型では人の手で回転させていたが、2つあるノズルの径を変えることにより筐体（きょうたい）が回転し始めた。同社はこの新工法について特許を出願している。

水中カメラとセットで展開

エアジェットの威力は高く、地下の井戸の様子を特殊カメラで撮影すると従来工法とは圧倒的な差が見られた。試験的に洗浄を行った中で水質の向上といううれしい副産物もあった。何層にもなる地下水脈の中で、水質の良い層の出水が良くなったためだ。

試作機の性能確認のために導入した水中カメラだが、これが思いがけない関心を呼んでいる。洗浄前と洗浄後の状況が手に取るようにわかり、これまで間接的に確認するしかなかった効果が、はっきりと確かめられるからだ。洗浄装置の改良と平行して、より高性能な水中カメラを導入し、開発当初に比べ、明瞭な画像が得られるようになっている。同社では、この水中カメラによる撮影と洗浄をセットで売り込み、従来工法との差別化を図る戦略だ。

技術の新規性が高く、洗浄効果も明確なことから、複数自治体が興味を示している。温泉井戸の開発が伸び悩んでいる中、同社では今後この技術を応用し、温泉井戸を洗浄する新たな工法の開発にも取り組みたいとしている。

会社情報

アーストラストエンジニアリング株式会社
所在地／札幌市白石区菊水9条2丁目4番18号
TEL／011-822-5800 FAX／011-822-5807
代表者／吉國富雄
創立／昭和60年10月
従業員／27名
URL／www.et-eng.jp

“人”を基盤に技術の伝承を

代表取締役
吉國 富雄

わが社の社名は、地球（アース）、技術（エンジニアリグ）、そして信頼（トラスト）、つまり人から来ています。今回の技術開発では、井戸掘り50年という当社のベテラン技術者が力になりました。私たちの基盤は、この会社で働いている一人ひとりです。社員全員で株をもってもらう持ち株会方式を採用しています。この厳しい中で若い人を採用するとともに、ベテラン技術者の定年を延長し、さらに定年後も会社に関わってもらえるような会社にし、技術を伝承していくことが、私たちの生き残る道だと思っていますし、今回の技術開発も若手とベテラン技術者が共同し生まれてきました。

執行役員 営業本部長
出口 高広

工事部
福井 亮

H24.8.7

北海道建設新聞に掲載

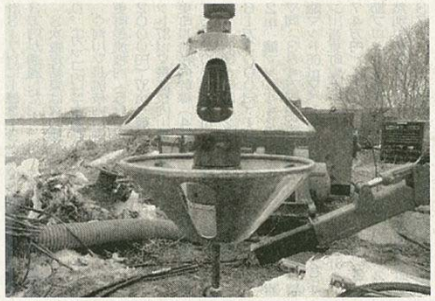
北海道建設新聞　2012年(平成24年)8月7日(火曜日)

アースエアージェット工法開発

高圧噴流で井戸内を洗浄

格子奥の汚泥も除去

アーストラストエンジニアリング（本社・札幌）は、高圧ジェット噴流で水井戸の内部を洗浄する「アースエアージェット工法（回転式超高圧エアージェッティング洗浄）」を開発し、受注展開している。水中だと威力が低下する高圧水流洗浄の課題を改善。水圧を損なわないように、エア噴射工程を加えた超近距離からの噴射で対処した。従来工法では洗浄しずらかった格子の奥に付着した汚泥も除去できる。洗浄可能な径は125㍉から500㍉まで。



井戸内に挿入するアースエアージェット

アーストラストエンジニア

経年による集水管の目詰まりは、水量低下の要因となり、井戸内部の定期的な洗浄管理が求められる。目詰まりの除去は、ワイヤブラシを使ったフラッシング洗浄や、ゴム材を巻いた道具でこするスワッピング洗浄方式などが一般的。しかし、汚泥が剥離しやすい表面部の除去は容易だが、格子部材奥の除去は難しかった。

同社が開発したシステムはコンプレッサー、高圧ポンプ、長尺の洗浄装置などで構成する。洗浄する箇所の下からエアを噴射し、水内に空気だまり（空間）を作る点が最大のポイント。一時的に水を除ける、この空間を利用してジェット水流を照射。噴流の減圧を抑えて、高い洗浄効果を実現した。

洗浄水を流すために4本で設計したノズルは、延長可能。現場によって大きさが異なる各井戸の内部で、噴射距離をわずか0・5㍍の超近距離に設定できる。洗浄時には揚水して、洗浄作業と同時に剥がした汚泥を吸い込む。この洗浄フローによって、井戸底部への汚泥の沈殿を抑える。吐き出し圧力は10㌔㌘、吐水量は1分当たり100㍑に設定している。

洗浄装置を自動的に横軸で回転し、井戸内の全周を洗い流す。出口高広常務は「最初（装置）は、うまく自動回転せずに手で回していた。（4本の）ノズル径の大きさを対称に変えることで、自動回転できるようになった」と細かな工夫を積み重ねた。

システムは125㍉から500㍉の井戸に対応。深さは自由。井戸内での洗浄具合はカメラで目視可能で、汚れの落ち具合をリアルタイムで確認できる。従来よりも綿密な清掃で、清掃点検の延長が期待できるが「（システムが完成したばかりで）実際の凡例が少ないため一概に言えない」（同常務）。

具現化には、実験場の確保にも苦労したほか「限界距離はどれぐらいか」「ノズルの径はどの程度の大きさが良いのか」など、基本仕様の最適化に手間を要し、社員間でアイデアを出し合ったほか、工業試験場からも協力を受けた。

既に八雲町と日高町で受注し、システムの威力を実証済み。八雲町では深さ100㍍の井戸で洗浄している。

問い合わせは同社、電話011（822）5800まで。