

# 水平井戸による循環型汚染地下水浄化工法の開発

## —マルチ水平ウェル工法—

土木本部 土木部 中村憲司  
土木本部 土木部 笹間和也

概要：近年の世界的な環境保全の高まりの中、既存建物下の汚染修復は工期・工費共に負担が大きく、完全浄化を目指すには新たな技術開発が必要となっている。そこで汚染地下水の浄化精度の向上及び工費・工期の縮減を図るために、水平井戸による循環型汚染地下水浄化工法（マルチ水平ウェル工法）を開発したので、ここに報告する。

**Key Words**：土壤浄化，水平井戸，浸透流解析，復水機能，スリット管

### 1. はじめに

近年の世界的な環境保全の高まりの中、日本においても最近相次いで土壤・地下水汚染修復関連の法律・基準・資格制度が整備され、平成15年2月に「土壤汚染対策法」が施行されている。このような背景の中、工場跡地等の再開発事例に適応する汚染土壤修復技術は大きく進展しているが、未だ、既存建物下の汚染修復は工期・工費共に負担が大きく新たな技術開発が必要となっている。

そこで汚染地下水の浄化精度の向上及び工費・工期の縮減を図るために、汚染された土壤中に水平方向の井戸を築造し、復水システムにより効率よく浄化できる施工法を開発することにした。

### 2. 本工法の概要と特徴

#### 2.1 本工法の概要

本工法は、小口径管推進工法を利用して水平揚水井戸を構築し、曝気処理・加熱処理及び活性炭吸着処理等を実施後、処理水を地盤中に復水・循環させることにより、比較的小規模な敷地面積における汚染地下水浄化を低コストで可能とした水平井戸浄化システムであり、既存建物下での施工を可能としている。

図-1、2に適用イメージを示す。また開発目標を表-1に示す。

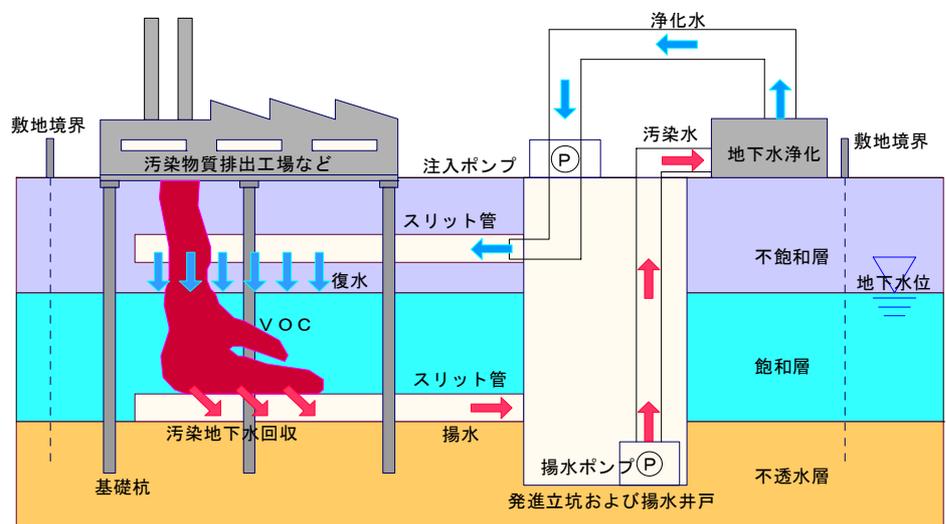


図-1 水平井戸浄化工法イメージ（断面図）



中村憲司



笹間和也

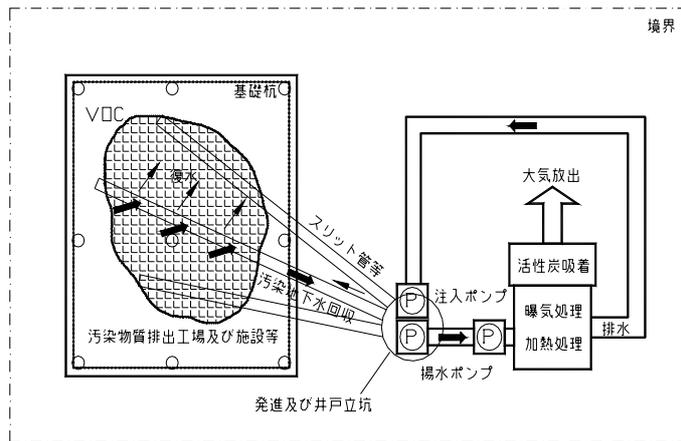


図-2 水平井戸浄化工法イメージ (平面図)

表-1 開発目標

目的	土壌・地下水浄化
特殊性	既存建屋下
対象深度	最大深度 10m 程度
対象敷地面積	1,000m <sup>2</sup> 程度
対象汚染物質	揮発性有機化合物(VOC)
浄化対象	地下水
推進システム	直線 L=50m 程度 人孔築造(点検坑兼用) 発進立坑深さ H=10m 程度 到達立坑は不要 土質：砂質土, 粘性土

## 2.2 主な特徴

現在、既存建物下の土壌浄化を行う場合、地上より斜め方向に浄化井戸を築造して行う方法があるが、建物下に処理できないV字領域が発生するなど、完全浄化に不安を残す。イメージ図を図-3に示す。

本工法は、施工機械の小型化によって狭い場所でも施工可能であり、更に到達立坑を必要とせず、1箇所の小型立坑から特殊なスリットを有した水平井戸を放射線状に複数築造することで前記問題点を解決した。主な特徴を以下に示す。

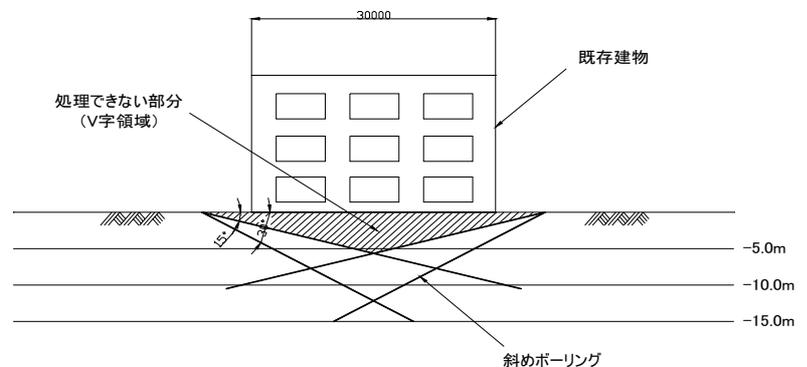


図-3 既存技術イメージ

- ①循環型システムなので自然環境への負荷を低減できる。  
(地下水位の変動や地盤沈下等の恐れが少ない等)
- ②復水に薬剤を溶解することで浄化期間の短縮が可能。
- ③施工機械の小型化により、狭い場所での施工が可能。(φ2000の小型立坑から施工可能)
- ④1箇所の立坑から水平井戸を複数築造できるので、低コストでの施工が可能。
- ⑤水平井戸が直線なので井戸の位置を確かかつ容易に確認でき、杭基礎等の障害物がある場合でも施工可能。
- ⑥施工精度が高いため浄化箇所をピンポイントで効果的に浄化することが可能。

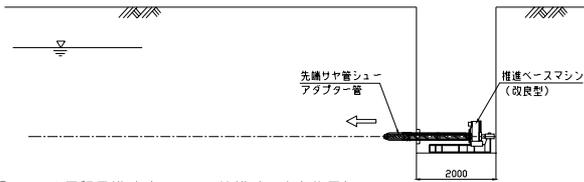
## 2.3 水平井戸施工方法

水平揚水井戸と水平復水井戸の設置方法としては、「タイプⅠ」(一工程方式)と「タイプⅡ」二工程方式がある。いずれも、低耐荷力方式の小口径推進工法を応用したものである。

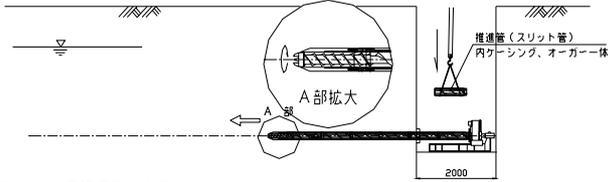
「タイプⅠ」では先端シューとオーガービットで掘削しながら特殊スリット管を同時に押し込んで行く方法である。一方、「タイプⅡ」は特殊スリット管より大きな径で先行掘削を行った後、特殊スリット管を挿入し、間隙充填を行う方法である。掘削地盤の土質により方式を使い分け、一般の砂地盤では「タイプⅠ」、細砂またはシルト地盤では「タイプⅡ」が望ましいと考えている。また方向制御は、電球式ターゲットをスクリーロード内に設置しており、トランシットにより掘進方向を確認できる。いずれも到達立坑を必要とせず、1ヶ所の小型発進立坑から放射状に複数推進できる工法である。

「タイプⅠ」の施工方法を図-4に、「タイプⅡ」の施工方法を図-5に示す。

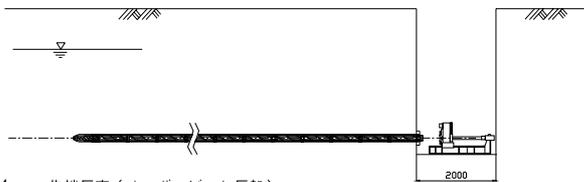
1. 1工程目推進（先端さや管シュー、アダプター管）



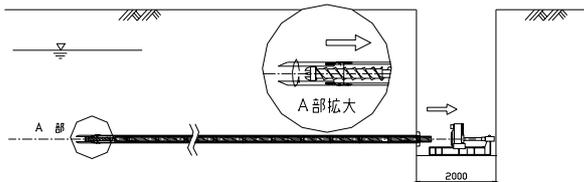
2. 1工程目推進（スリット管推進、方向修正）



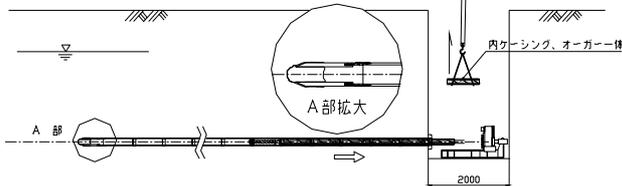
3. 1工程目推進完了



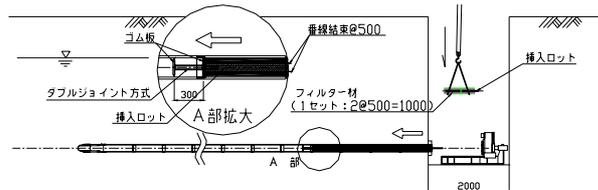
4. 先端圧密（オーガービット反転）



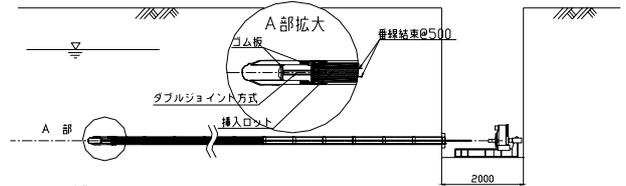
5. 内管、オーガービット引き回取り



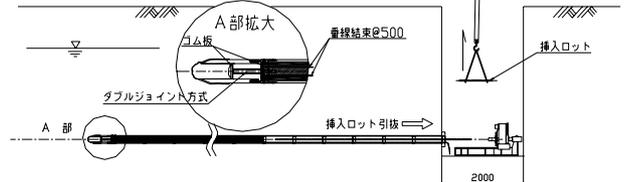
7. 2工程目別途挿入（先端閉塞、フィルター材）



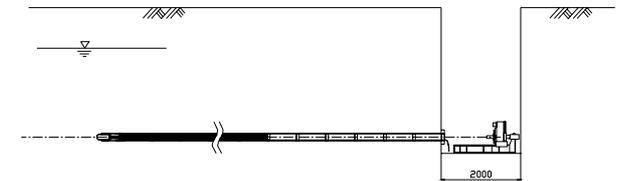
8. 2工程目完了（先端閉塞、フィルター材）



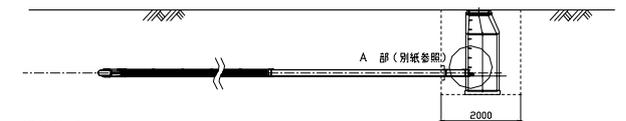
9. 挿入ロット引抜



10. 水平井戸設置完了

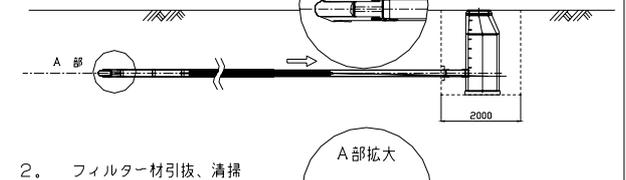


11. 完了



維持管理

1. フィルター材引抜



2. フィルター材引抜、清掃

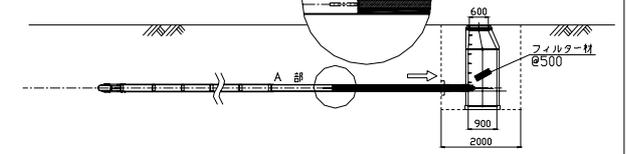


図-4 「タイプI」(一工程方式)の施工方法

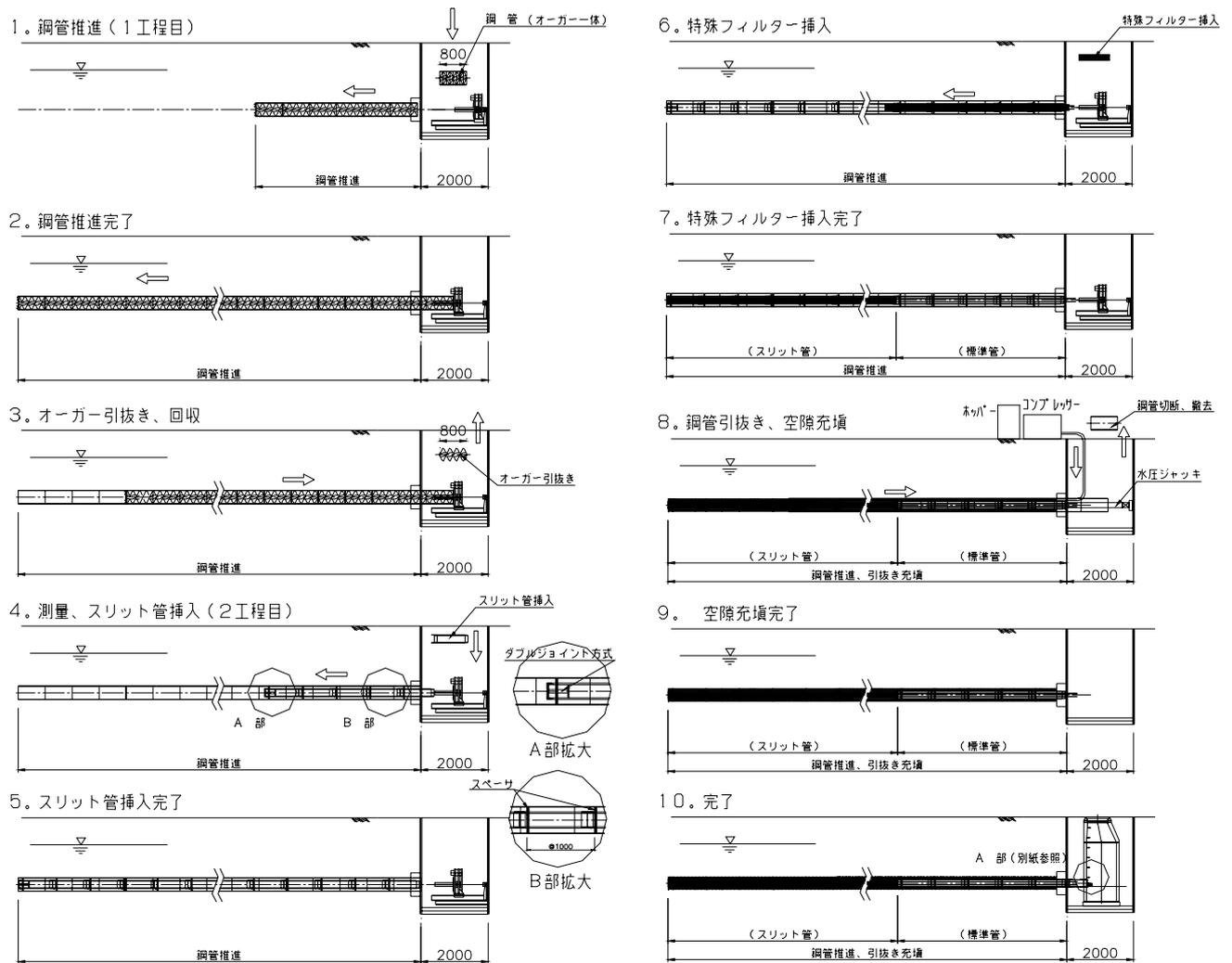


図-5 「タイプII」(二工程方式)の施工方法

## 2.4 仕様材料

本工法のスリット管は、管本体、水溶性目地材及び特殊フィルター材から構成される。管本体には水溶性目地材がスリット内に詰め込まれており施工中にスリット部から管内面への地下水及び土砂の流入を防止する。したがって、施工中は通常の管と同様に完全止水の状態であるが、施工後には、水溶性目地材が完全溶解し、所定の空間が管周面に復元され、水平井戸として機能するようになっている。特殊フィルター材は、地下水の浄化期間中にスリット部から流入した土砂を捕捉し、管の機能低下を防止する。なお、特殊フィルター材は一定の頻度で交換し機能低下の防止を図ることが可能である。

### 2.4.1 特殊スリット管

井戸用管は従来から縦井戸用のスクリーン管が多数あるが、それらを水平方向用の井戸管として使用するには、施工中のスリット部からの地下水及び土砂の流入、継手形状等を改良する必要がある。本工法では小口径推進用のFRPM管の周面にスリット加工を施すことで前記問題点を解決し、集水・揚水管として機能できるようにした。特殊スリット管を写真-1に示す。スリット管は、呼び径200, 400mmの2種類があり、地下水の集水量及び復水量に応じて使い分けをする。また小断面の立坑から低耐荷力式推進工法にて土中に設置するため、管の有効長を1.0mとしている。形状を図-6, 表-2に示す。



写真-1 特殊スリット管

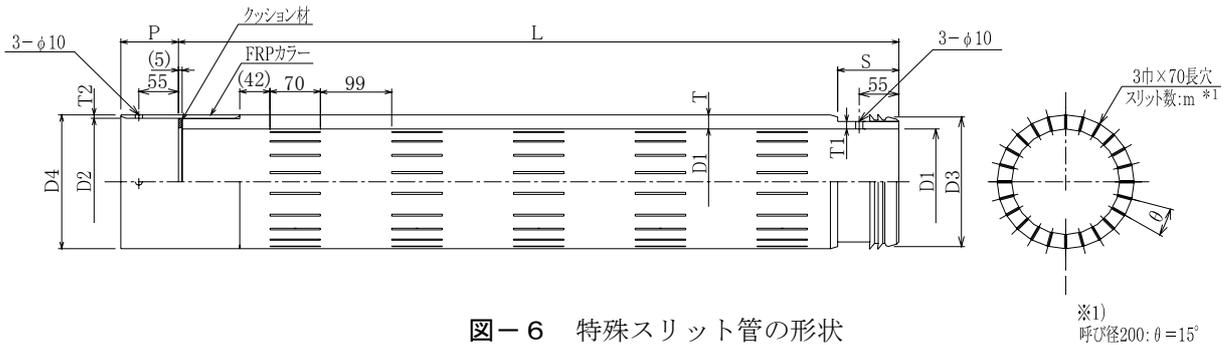


図-6 特殊スリット管の形状

表-2 特殊スリット管の諸性能

呼び径		200	400
スリット幅(mm)		3.0	3.0
本管部	管厚 T(mm)	21.5	25.0
	内径 D1(mm)	200	400
	外径 D2(mm)	243	450
	有効長 L(mm)	1000	1000
	円周方向スリット数(箇所)	24	33
受口部	内径 D3(mm)	231	434
	厚さ T2(mm)	6.0	8.0
	長さ P(mm)	80	80
差し口部	厚さ T1(mm)	11.0	12.5
	長さ S(mm)	85	85
開口率(%)		2~5	2~5
有効断面積 Ae(m <sup>2</sup> )		0.0073	0.0162
許容耐荷力 Fa(MN)		0.30	0.66

### 2.4.2 水溶性目地材

特殊スリット管を推進している間は、止水のため水溶性目地材をスリットに詰めて施工を行う。施工後は、水溶性目地材が地下水に溶けて無くなるので、スリットが復元し水平井戸として機能する。この水溶性目地材は、施工日数に応じて溶解するまでの日数を自由に設定することが可能である。本工法で使用している水溶性目地材の特徴を示す。

- ①水に対して完全溶解する。
- ②溶解速度を自由に設定することが可能である。
- ③生分解性があるため環境を汚染することなく自然に還元する。
- ④急性毒性、ガン原生性、変異原生性すべてにおいて陰性であるため、安全性が高い。
- ⑤耐油性に優れている。

水溶性目地材の形状を図-7に、写真を写真-2に示す。

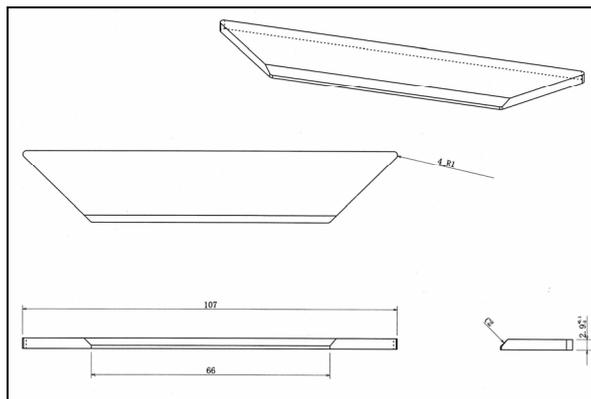


図-7 水溶性目地材の形状

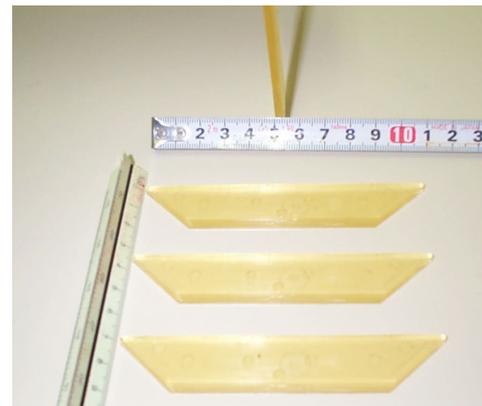


写真-2 水溶性目地材

### 2.4.3 特殊フィルター

特殊フィルターは、PP (ポリプロピレン) 製立体網状体を円筒状にし、さらにその外面にプラスチックネット (目の大きさ 1mm 程度) を施したフィルターである。このフィルターは、推進施工後に管内に挿入する。また、水平井戸を長時間使用していると、スリットや特殊フィルター材の目詰まりが原因で揚水・復水量が減少することがある。このような事態に備えて特殊フィルターは、メンテナンスができるように接続リングおよび接続ロープと緊結され、引き抜くことが可能な構造になっている。特殊フィルターの形状を図-8に、写真を写真-3に示す。

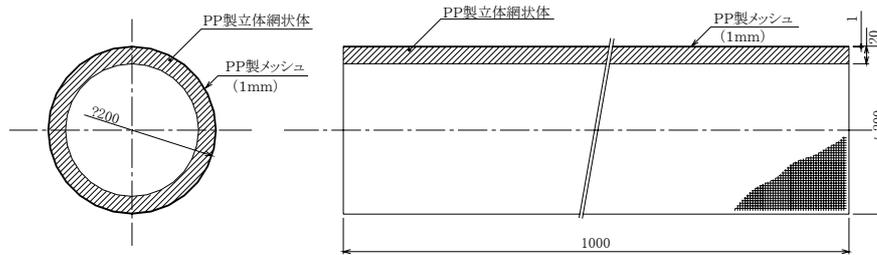


図-8 特殊フィルターの形状



写真-3 特殊フィルター

### 3. 性能確認試験

汚染地下水を経済的に効率良くかつ安全に浄化するためには、揚水量及び復水量のバランスが非常に重要となる。そこで特殊スリット管の基本的な集水性能を確認するため小型水槽を用いた集水モデル実験、及び基本的な復水機能を確認するため大型水槽を用いた復水モデル実験を行った。

#### 3.1 小型水槽実験

##### 3.1.1 実験概要

図-9に示すように、透水地盤中に埋設されたスリット管の集水機能が当工法の重要な部分である。

そこで、基本的な集水性能を確認するため、透水係数の異なる3種の地盤材料と、2種のスリット管を組合せ、小型水槽実験を行い、その集水結果の検証、並びに浸透流解析結果との比較を行った。

##### 3.1.2 実験装置

実験に用いた水槽の形状を図-10に、また外観を写真-4に示す。水槽は45cm×45cm×45cmの大きさで、上蓋に止水機能と水頭（管上1mまで）を発生させる機能を持たせた。この機能により、地下水位のある土中をモデル化している。工法用のスリット管はφ200もしくはφ400であるが、実験にあたり小型水槽とのスケールの兼ね合いからφ130のFRP管を用いることとした。集水機能を果たすスリット位置を図-11に示す。スリットは円周3等分と6等分に配置し、スリットの幅は3mmとしている。なお管の強度を確保するため、全長にスリット加工せず、隔壁を設け長さ10cmのスリットを管長方向に3本配置している。土層は3種の透水係数（JIS A 1218）を有するものを想定し、水平井戸の集水能力を計測した。なお、水槽内の土充填時に、締固め度のバラツキを極力さけるため、単粒の土を選定している。表-3に各材料の透水係数と粒度特性を示す。

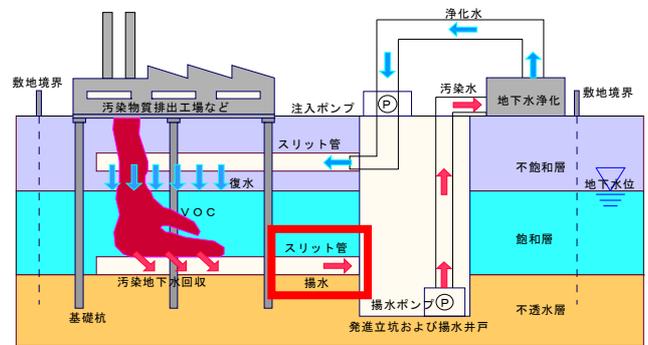


図-9 水平井戸浄化工法イメージ

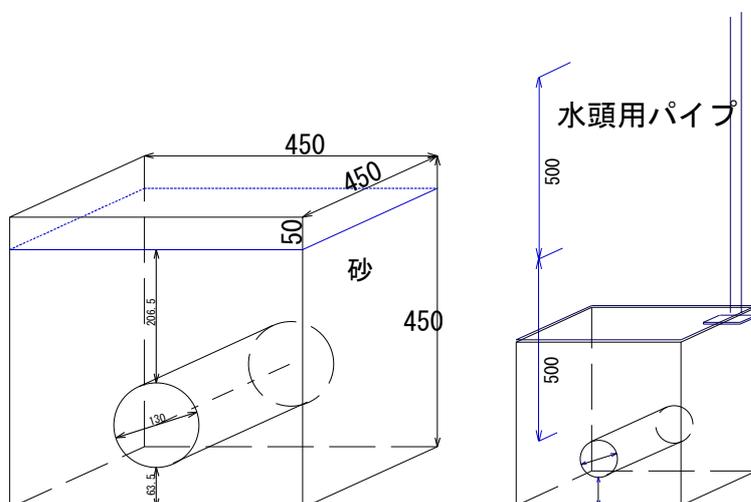


図-10 実験水槽形状



写真-4 小型実験水槽



図-1-1 特殊スリット管

表-3 土層材の透水係数

資料名	透水係数 ( $k_{15}$ :cm/s)	粒径特性		
		D50	Uc	Uc'
①4号珪砂	0.15	1.030	2.030	0.916
②6号珪砂	0.03	0.327	1.550	1.100
③シルト	0.00683	0.165	5.030	3.780

注)試験は夏期から秋期にかけて実施。水温が季節変動するので解析時の透水係数は温度補正を行っている。

### 3.1.3 実験ケース

土層材3種(4号珪砂, 6号珪砂, シルト), 特殊スリット管2種(3点浸出, 6点浸出)を用い, それぞれ水頭を3段階変化(低: 45cm程度, 中: 60cm程度, 高: 100cm程度)させたときの流量を計測した。またモデル実験を行う一方で, 実験値が理論値とどのような関係にあるかを確認するため浸透流解析にてその比較を行った。

### 3.1.4 計測項目及び方法

- ①水頭: 水槽に設置した水頭確認用のパイプを立ち上げ, 目視にてその位置を確認する。
- ②流量: 定水位状態になったことを確認後, スリット部を通過した水の流出量と時間を計測する。

### 3.1.5 実験結果

#### ①3点浸出管

3点浸出管における各土層材料での浸出量の解析値との比較を図-1-2に示す。図より, 当然ながら透水係数が高くなるにつれ, 実験値も解析値も集水流量が増加する。また, 水頭を大きくすることで各土層材で総量は違うものの, 正比例的に増加する。ただ, どの土層材においても実験値より解析値の方が流量が大きくなるのが特徴的である。

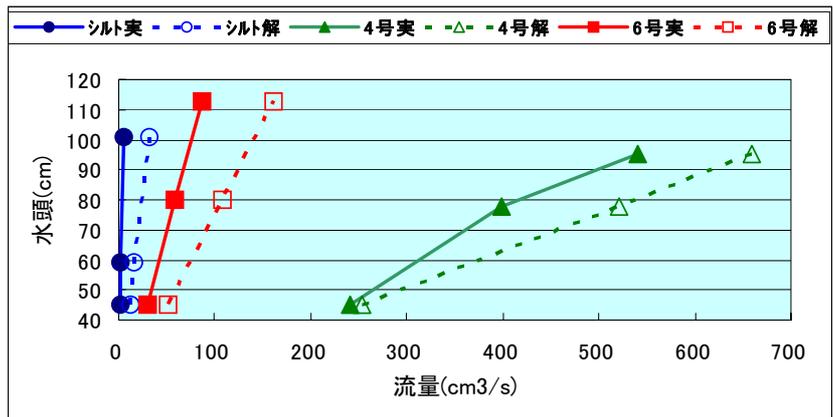


図-1-2 3点浸出管実験-解析比較

#### ②6点浸出管

①と同様に, 6点浸出管における各土層材料での浸出量と解析値との比較を図-1-3に示す。傾向的には3点管と同様に実験値より解析値の方が流量が大きくなる。スリットの開口面積は3点管の2倍であり, 珪砂4号ではこの効果が現れ, 6点管の方が流量が大きくなっている。しかし, 面積2倍の効果が流量2倍となる結果にはならない。

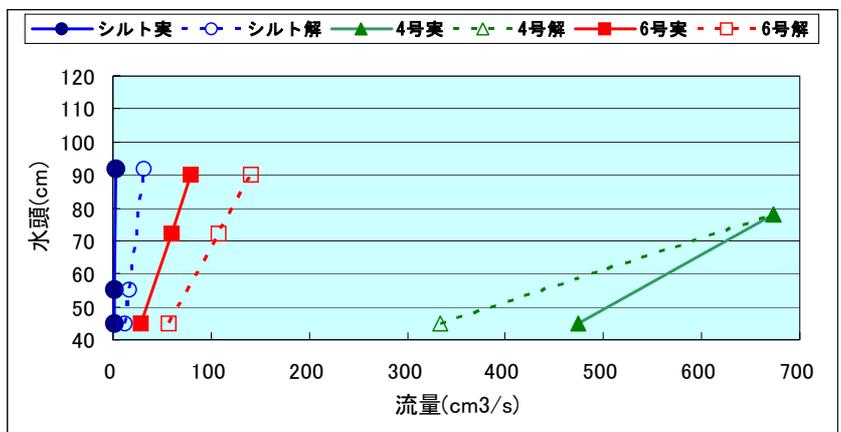


図-1-3 6点浸出管実験-解析比較

一方,  $10^{-2} \cdot 10^{-3}$  オーダー(珪砂6号, シルト)の中・低透水性材料では, 3点管・6点管, つまりスリット面積の大きさにあまり影響を受けず, どちらの値もほぼ同じ値となった。実験・解析ともにこのような傾向が出ており, 管径が同じである場合, 透水係数がある範囲以下にな

ると、スリット面積に大きく影響されず、土層の透水係数に依存する傾向にあることが明らかとなった。

表-4に、実験値と解析値の比率を示す。表より、3点管・6点管ともに透水係数が小さいシルトで、解析値の10~15%、次いで6号珪砂で50%、透水係数が大きい4号珪砂で80~100%と、透水係数が大きくなるほど解析値と整合してくる傾向にある。

表-4 流量比率比較

水頭	実験値/解析値					
	3点浸出管			6点浸出管		
	シルト	6号	4号	シルト	6号	4号
低	15%	59%	95%	10%	49%	142%
中	15%	55%	76%	8%	55%	100%
高	16%	55%	82%	8%	56%	

3.1.6 実験の考察

以上、今回の水槽実験の結果を表-5にまとめた。

表-5 実験結果と考察

実験解析結果分析		実工法への応用
・高透水地盤 (10 <sup>-1</sup> オーダー) ではスリット面積の大きさが浸出量にある程度効果を発揮する。	→	・浄化水量に見合うスリット管の構成, コストバランスの算定データとなる。
・中低透水地盤 (10 <sup>-2</sup> オーダー以下) ではスリット管の面積は浸出量に大きく関係しない。ある程度の開口面積を確保すれば所定の機能を持つ。	→	・必要以上に開口率を増やす必要がない。つまり, 管製造コストを抑えることが可能(目詰まりに対する安全性の検証が必須)。

引き続き数種の確認実験, 解析を行い, システムの精度を高める必要があると考える。また, 今回の実験により, 水平井戸による集水機能はかなり高い能力を持つことが明らかとなった。汚染地下水の浄化を主目的とした機構であるが, この高い集水能力は水源地への応用も可能と考える。今後は, この点も踏まえ, より精度が高く, コストバランスのよいシステムを提案したいと考える。

3.2 大型水槽実験

3.2.1 実験概要

図-14の太枠内で示す循環方式の井戸システムにおいて, 復水機能はシステム構成上最も重要な要素である。そこで, 基本的な復水機能を確認するため, 大型水槽を用いた復水モデル実験により, 限界注水量等の浸透特性及び地盤挙動を把握し, 循環方式における復水機能の検証, 並びに浸透流解析結果との比較を行った。

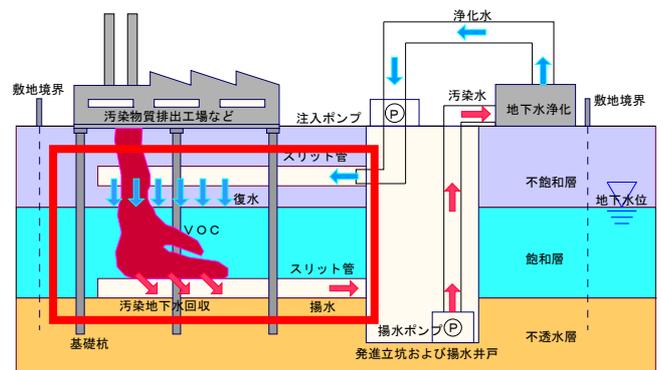


図-14 水平井戸浄化工法イメージ

3.2.2 実験装置

大型水槽 (B2000 × H1500 × D750) に揚水管1本と復水管4本を設置し, 飯豊産の5号珪砂を充填後, 所定の位置まで注水し飽和層と不飽和層を形成させた。実験モデルを図-15に, 大型水槽を写真-5にそれぞれ示す。また, 揚水・復水管には流量を調整できるバルブを設置している。

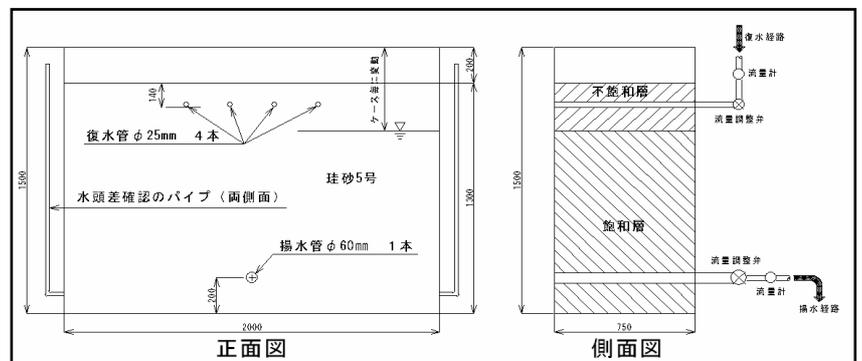


図-15 大型水槽形状

揚水・復水管をそれぞれ写真-6, 7に示す。なお, 浸透圧の偏りや締め固め度のバラツキを避けるため, 使用材料は単粒状の土を選定した。



写真-5 大型水槽全景

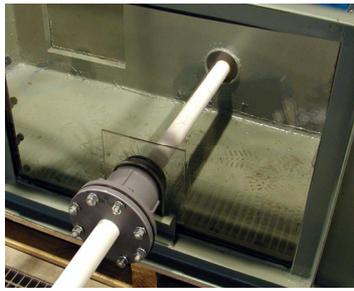


写真-6 揚水管

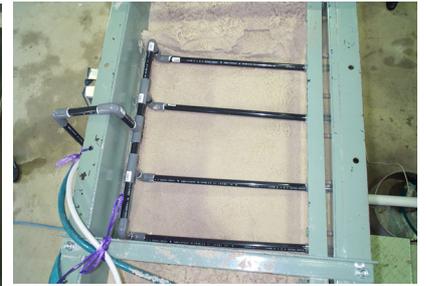


写真-7 復水管

### 3.2.3 計測項目及び方法

①揚水量及び復水量：流入部，排水部に設置した流量計にて測定する。

②水頭差の変位：水頭差は，水槽の両サイドに水頭確認用のパイプを立ち上げ，目視にてその位置を確認する。なお，計測時間は1ケース30分間とし，頻度は2分間隔とする。

### 3.2.4 実験ケース

揚水量及び復水量の流量を変化させ水位面がどのように変化するか，4つのケースを設定し実験を行った。実験ケースを表-6に示す。また，モデル実験を行う一方で，実験値が理論値とどのような関係にあるのかを確認するため浸透流解析（復水解析ツール）にてその比較を行った。解析条件を次に示す。

流量条件，初期水頭：実測データ

透水係数： $k_6=5.64 \times 10^{-2}(\text{cm/s})$  実験時の水温にあわせて温度補正

表-6 実験ケース

ケース	揚水量と復水量の比率
①	1.00 : 1.00
②	1.00 : 1.08
③	1.00 : 1.43
④	1.00 : 0.70

### 3.2.5 実験結果

#### ・ケース①

各ケースにおける水位の経時変化を図-16～19に示す。

実験値は，揚水-復水の流量比率がほぼ同じであるにもかかわらず，時間の経過とともに水位が徐々に低下する傾向を示した。水頭変位は30分間で-54mmであった。一方，解析では当然双方の比率が一定でバランスが保持されているため水位の変動はしない。

#### ・ケース②

ケース①において水位が低下したため，復水量を徐々に増加し水位が一定になる復水量を求めた。その結果，計測開始から15分後頃から水位バランスが一定となった。その時の流量比率は復水量が揚水量に対して1.08倍である。解析結果では，復水量が揚水量を上回るため，30分後には水位が59mm上昇する。またこの流量比率の場合，解析結果では44分後に完全飽和状態となる。

#### ・ケース③

復水量を揚水量の1.43倍した場合，グラフに示す通り水位はほぼ直線的に上昇する傾向となり，計測開始から約16分後（側面

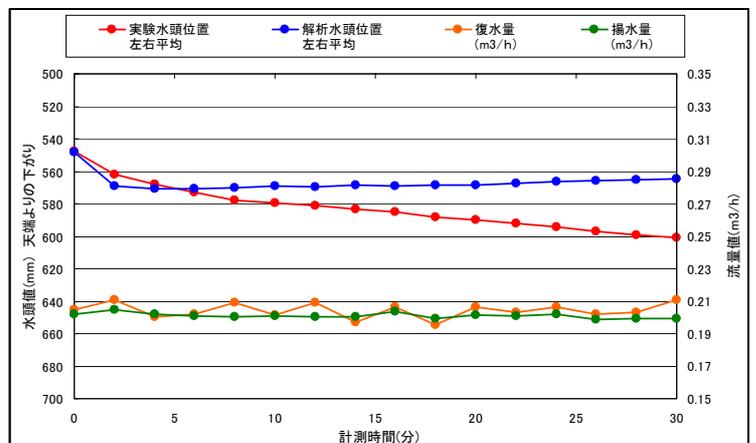


図-16 ケース①

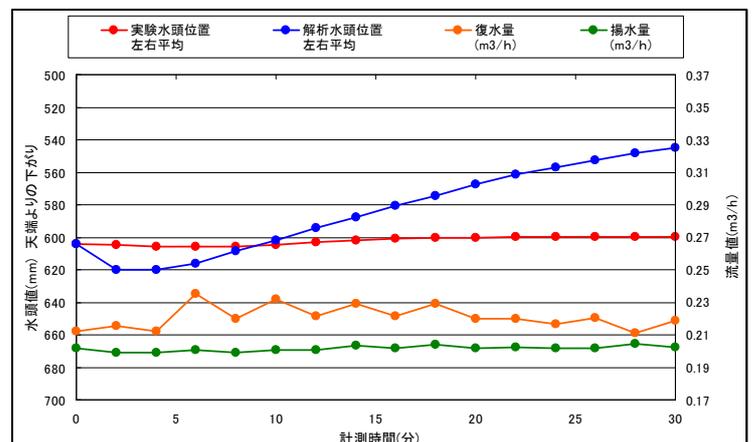


図-17 ケース②

との水頭差は 240mm) に水槽中央部の土の表面が滲み始め、24 分後には水槽中央部(復水付近)において表面湧水の状態が目視により確認された。一方、解析値の水頭変位は 2 次曲線状に上昇する傾向を示しており、14 分後に完全飽和状態となる。中央部での水位到達時間は 12 分後(側面との水頭差 50mm) である。したがって、実験値と解析値の水槽中央部での表面が滲み始める時間差は 4 分となる。

また、水位の上昇に伴い(圧力水頭が増大)、揚水側の流量値が増加しているのがグラフから読み取れる。今回の実験では、循環水の流量を自動制御で一定になるような装置ではなかったため、その影響によるものと思われる。この傾向はケース 4 においても発生している。

・ケース④

本ケースでは、復水量を揚水量の比率を 0.7 倍(ケース 3 の逆数)に減少させてその傾向を確認した。双方とも時間の経過とともに水位は低下するが、ケース 3 に比べてその傾きは緩やかである。30 分後の水頭変位は実験値では 151mm、解析値は 273mm であった。これらの差は、飽和層と不飽和層への浸透速度や浸透圧の違いによるものと推測される。

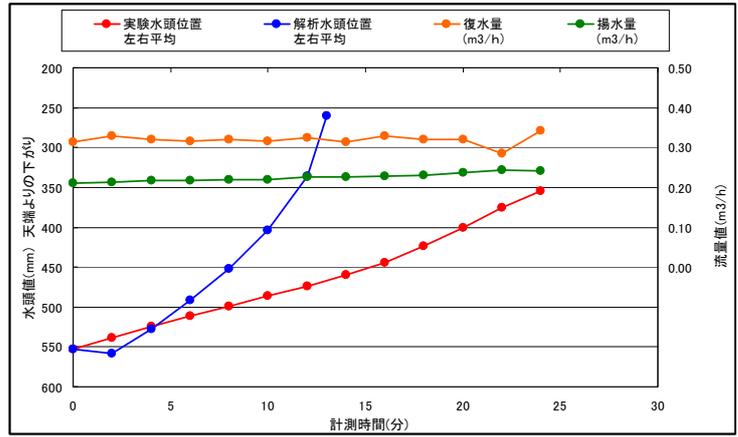


図-18 ケース③

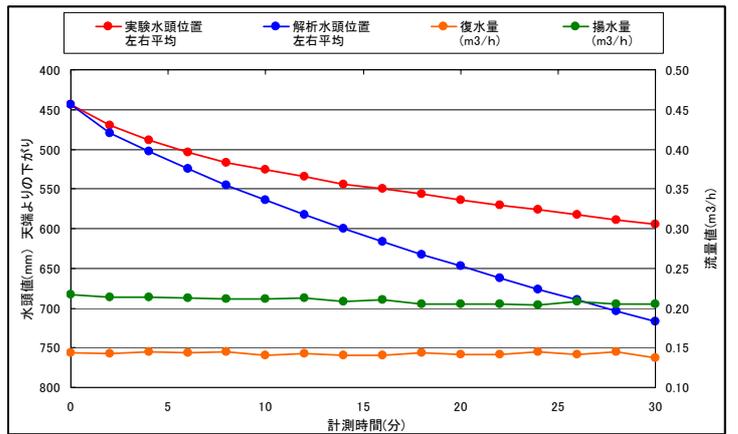


図-19 ケース④

3.2.6 実験の考察

以上、循環式による復水実験によって確認できたことを表-7にまとめた。なお、今回の結果により幾つかの課題が抽出されたが、一連の実験により循環方式の水平井戸システムの基本的な特性を捉えることができたと考えられる。

表-7 実験結果の分析と考察

実験結果の分析	→	実施工への展開
①復水側の浸透の遅れにより水位変動が発生する。 ②一定以上の注水を行うと限界注水量が存在し、地表面まで影響が及ぶことが確認できた。 ③水位変動を制御する為には、揚水量と復水量を個別に制御することが必要である。	→	今後はこれらを踏まえ、 ①各種地盤でのデータの蓄積が必要。 ②情報化施工の実施が必要。 ③解析ツールの改善が必要。 と考える

今後は、適用現場は複雑な土質条件であると想定されるため、土質等の諸条件を変えた実験を継続し、その復水機能の検証を行っていく。また、解析面においても復水と移流分散を連動させたシミュレーション解析を実施し、精度の向上を図り、効率的な浄化システムの構築を目指していきたい。

4. 本工法を用いた地下水位低下工法への適用例

4.1 工事概要

4.1.1 採用理由

既存建屋等がない敷地内で広範囲にわたり地下水位低下させる工法としてウェルポイント工法やディープウェル工法は施工実績が多くその効果も認められているが、当現場の施工条件は地上の建屋に影響を与えな



### 4.3.2 地上空隙充填試験結果

充填性の良否は吐出圧，含水状態により決定され，様々な吐出圧，含水状態での充填を行った．その結果，吐出圧：0.7kg/cm<sup>2</sup>，含水率15%，が配管途中で目詰まりを起こすことなく圧送可能で，充填性も最適であることを確認した．この吐出圧，含水状態の内側鋼管（φ400）を引抜き充填後，確認項目である打撃と目視による確認を行った．結果は打撃確認については，充分充填されていることを確認した．また，目視確認については外側鋼管（φ600）上部を切り取り，十分に充填されていることが確認できた．外側鋼管を切断した状況を写真-8に示す．充填材料の設計数量と実数量との比較結果を表-9に示す．

設置数量に対し，実数量が多いのは引抜きの際，坑口からこぼれ出た砂による影響であり，ほぼ設計通りの材料が充填されていることが分かる．以上により，空隙充填試験での打撃確認（目視確認），数量比較とあわせて結果の妥当性が確認されたため，実施工での採用を決定した．

### 4.4 実施工での充填性能の確認

実施工では特殊スリット管のスリット幅3mmを考慮し，1号けい砂，じゃみ砂を重量比1：1で混合して充填した．1号けい砂とじゃみ砂の混合砂の粒度分布を図-23に示す．空隙充填試験で充填性能を確認していたので，実施工での充填性能の確認方法としては，設計数量に対する施工数量の比較で行った．その結果，実際に充填された砂は3%程度のロス率で充填され，実施工においても空隙充填試験と同様に十分な充填性能を有していることを実証できた．これは，スパーサーと同位置に設置した流出防止板の効果が大きかったものと思われる．また，施工精度もほぼ計画通りであった．数量比較結果，施工精度を表-10に示す．

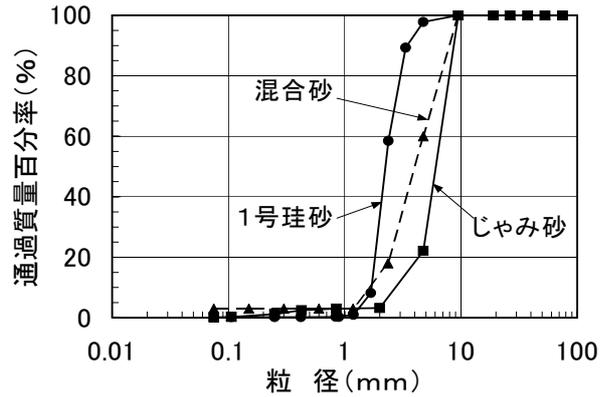


図-23 粒度分布

表-8 充填性能の調査項目

		確認事項	
充填試験	充填性 (打撃，目視)	数量比較	吐出圧
実施工		数量比較	吐出圧

表-9 試験で使用した充填材量比較

	設計数量 (m <sup>3</sup> )	実数量 (m <sup>3</sup> )	吐出圧 (kg/cm <sup>2</sup> )
充填試験	0.168	0.187	0.7



写真-8 充填状況

表-10 実施工で使用した充填材量と管施工精度

	設計数量 (m <sup>3</sup> )	施工数量 (m <sup>3</sup> )	差 (m <sup>3</sup> )	吐出圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	施工精度	
					上下(mm)	左右(mm)
1 スパン目	2.32	2.42	0.10	0.7	±0	±0
2 スパン目	2.32	2.37	0.05	0.7	-30	-33
合計	4.64	4.79	0.15			

※施工精度は上：+，下：-，右：+，左：-で表示

### 4.5 実施工での集水効果の確認

施工完了直後，管渠2本平均8.0リットル/min程度の集水量となり，施工後2週間程度経過した調査の結果，地下水位の変動は管渠周辺10m程度の範囲で施工開始前に比べ0.5m程度低下した．これは土質が比較的透水性の低いシルト質においても管渠周辺に透水性の高い材料を充填することで周辺地盤の透水性を高め，井戸としての機能を早期に発揮させたものと考えられる．今後，引き続き集水量，水位変動調査を継続

する予定である。

#### 4.6 水平井戸としての評価

以上、本工法を地下水位低下工法へ適用した事例について述べた。施工の結果、本工法は到達立坑を設けずに、特殊スリット管の水平方向の設置が十分可能であること、及び井戸としての集水機能を十分に発揮できることが確認できた。本事例は地下水位低下を目的に本工法が採用されたが、本来の目的である「既存建物下の循環型汚染地下水浄化工法」として十分に適用可能であると考ええる。

### 5. まとめ

以上、水平井戸による循環型汚染地下水浄化工法の概要、性能確認実験、地下水位低下工法への適用例について述べた。土地所有者や汚染原因者等が、無理なく速やかに改善措置を実施し、周辺住民の安心・安全な環境を確保するためには、低コスト・低負荷型で狭い場所でも短期間に浄化処理が可能な対策技術を開発し実用化することが不可欠と考えている。特に既存建屋下部の汚染修復には工期・工費共に負担が大きくなるため、効率の良い新たな技術開発が待たれていた。

本工法はこのような要望を受けて開発されたものであり、今後は更なる集水・復水機能の検証を行い、解析面においても復水と移流拡散を連動させた最適なシミュレーション解析を実施することで精度の向上を図り、効率的な浄化処理システムの構築を目指していきたいと考える。

### 謝辞

本開発は、建設工事における省力化技術の共同開発を目的とした自動測量研究会の当社他7社((株)新井組, 真柄建設(株), (株)松村組, 村本建設(株), (株), (株)ベストエンジニアリング, 栗本化成工業(株))で共同開発されたものであり、関係各位に心よりお礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) 「土壌汚染対策法に基づく調査及び措置の技術的手法の解説」, (社)土壌環境センター, 2003.9
- 2) 「土壌・地下水汚染の調査・予測・対策」(社)地盤工学会, 2002.5