

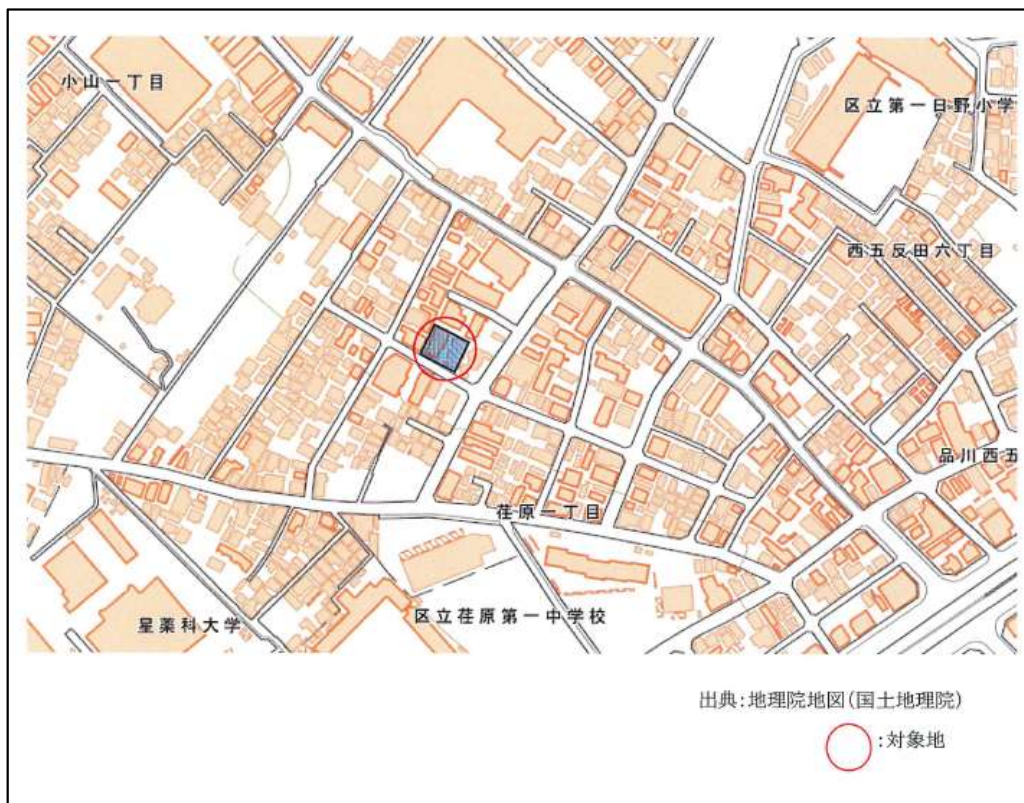
補助金活用事例紹介

技術名：バイオ栄養源EDCシリーズによる
バイオレメディエーション

2025年1月29日

エコサイクル株式会社

現場概要① ～立地～

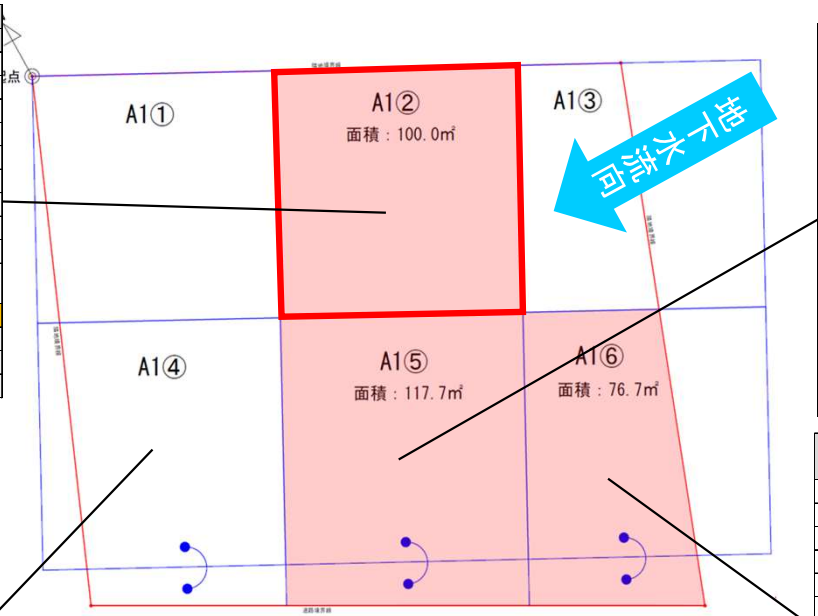


商業ビルやマンション等の高層建造物が見られるほかは主に住宅地

現場概要② ～汚染状況～

試料名	分析結果 (mg/L)				
	クロロエチレン	1,1-ジクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	テトラクロロエチレン	トリクロロエチレン
A1②表層	<0.0002	<0.002	<0.004	0.002	<0.001
A1②-0.5m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1②-1.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1②-2.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1②-3.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1②-4.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	0.003
A1②-5.0m	<0.0002	<0.002	0.088	<0.001	<0.001
A1②-6.0m	<0.0002	<0.002	0.018	<0.001	<0.001
A1②-7.0m	<0.0002	<0.002	0.026	<0.001	<0.001
A1②-7.45m (帯水層底面)	<0.0002	<0.002	0.035	<0.001	<0.001
地下水	0.001	0.002	1.0	0.003	0.033
第二基準	≦0.02	≦1	≦0.4	≦0.1	≦0.1
土壌溶出/地下水基準	≦0.002	≦0.1	≦0.04	≦0.01	≦0.01
定量下限値	0.0002	0.002	0.004	0.001	0.001

試料名	分析結果 (mg/L)				
	クロロエチレン	1,1-ジクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	テトラクロロエチレン	トリクロロエチレン
A1④表層	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	0.001
A1④-0.5m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	0.002
A1④-1.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	0.001
A1④-2.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1④-3.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1④-4.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1④-5.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1④-6.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1④-7.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1④-7.85m (帯水層底面)	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
地下水	<0.0002	<0.002	0.014	<0.001	<0.001
第二基準	≦0.02	≦1	≦0.4	≦0.1	≦0.1
土壌溶出/地下水基準	≦0.002	≦0.1	≦0.04	≦0.01	≦0.01
定量下限値	0.0002	0.002	0.004	0.001	0.001



試料名	分析結果 (mg/L)				
	クロロエチレン	1,1-ジクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	テトラクロロエチレン	トリクロロエチレン
A1⑤表層	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	0.002
A1⑤-0.5m	<0.0002	<0.002	<0.004	0.004	0.005
A1⑤-1.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	0.003	0.006
A1⑤-2.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑤-3.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑤-4.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑤-5.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	0.001	0.008
A1⑤-6.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	0.002	0.025
A1⑤-7.0m	<0.0002	<0.002	0.007	<0.001	<0.001
A1⑤-7.80m (帯水層底面)	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
地下水	0.0008	<0.002	0.16	<0.001	0.007
第二基準	≦0.02	≦1	≦0.4	≦0.1	≦0.1
土壌溶出/地下水基準	≦0.002	≦0.1	≦0.04	≦0.01	≦0.01
定量下限値	0.0002	0.002	0.004	0.001	0.001

試料名	分析結果 (mg/L)				
	クロロエチレン	1,1-ジクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	テトラクロロエチレン	トリクロロエチレン
A1⑥表層	<0.0002	<0.002	<0.004	0.003	0.004
A1⑥-0.5m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-1.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-2.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-3.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-4.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-5.0m	<0.0002	<0.002	0.008	<0.001	0.008
A1⑥-6.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-7.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-7.75m (帯水層底面)	<0.0002	<0.002	0.006	<0.001	<0.001
地下水	0.0016	<0.002	0.14	<0.001	0.002
第二基準	≦0.02	≦1	≦0.4	≦0.1	≦0.1
土壌溶出/地下水基準	≦0.002	≦0.1	≦0.04	≦0.01	≦0.01
定量下限値	0.0002	0.002	0.004	0.001	0.001

トリクロロエチレンとその分解生成物の
1,2-ジクロロエチレン、クロロエチレンに
よる土壌・地下水汚染を確認

凡例

対象地

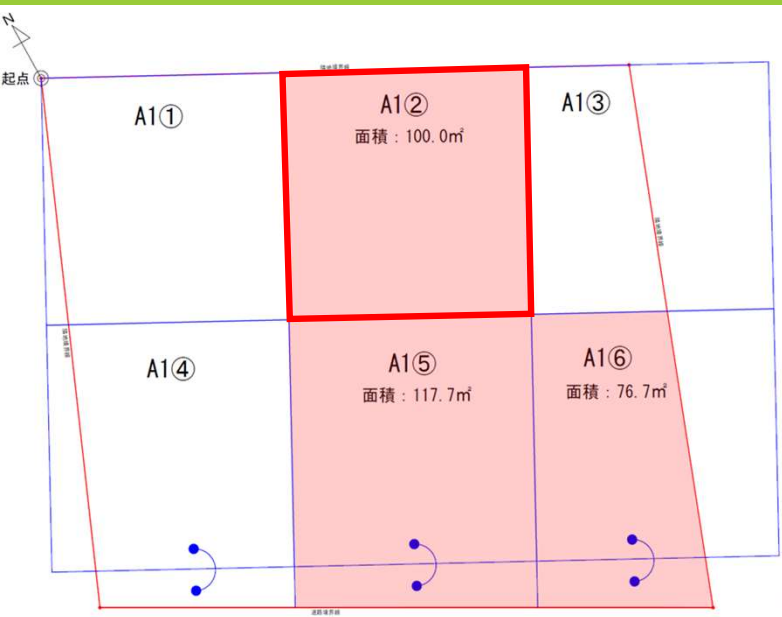
要対策区域

10m単位区画

地下水汚染拡大防止区域

区画の統合

現場概要③ ～土質～



不飽和層：ローム
飽和層：粘土質ローム～砂質粘土

A1②

標高	層厚	深度	柱状	土質	色	相対	相対	記	孔内水位 m / 測定月日
尺	m	m	m	区分	調度	調度	調度	事	
-1.05	0.60	0.80	1	埋土	暗褐色			埋土ローム主体 粘性小位 含水小位 不均質 全体にφ2~20mmの 垂直角角礫混入 可々コングラが混入	5/20 1.20
-2.35	1.30	2.10	2	ローム	褐色			均一なローム 粘性中位 含水少位	
-5.15	2.80	4.90	3	粘土質ローム	暗褐色			粘性中位 含水中位 GL~4.20m~4.50m迄 φ5~30mmの垂直角角礫が混入	
-8.05	2.90	7.80	4	砂質粘土	暗褐色			粘性中位 含水中位 不均質 下部に行くにつれ 粘性大位となる	
-8.75	0.70	8.50	5	粘土	暗褐色			やや硬質の粘土 粘性大位 含水中位 不均質 色調不均一 青灰色混入	

A1⑤

標高	層厚	深度	柱状	土質	色	相対	相対	記	孔内水位 m / 測定月日
尺	m	m	m	区分	調度	調度	調度	事	
-1.25	1.10	1.10	1	埋土	暗褐色			砂混じりローム主体 粘性小位 含水小位 不均質 全体に砂不均一に混入	5/23 1.47
-5.05	3.80	4.90	2	ローム	褐色			粘性中位 含水中位	
-8.15	3.10	8.05	3	砂混じり粘土	暗褐色			粘性中位 含水中位 不均質 全体に砂不均一に混入	
-8.75	0.70	8.75	4	粘土	暗褐色			粘性中位 含水中位 やや硬質 不均質 色調は不均一	

適用技術の概要 ～バイオ栄養源EDCによるVOC浄化～

バイオ浄化剤EDCを注入し、土着の微生物を活性化することで、有機塩素化合物を分解・浄化する方法です。

バイオ浄化剤

特許取得商品



EDC



EDC-E

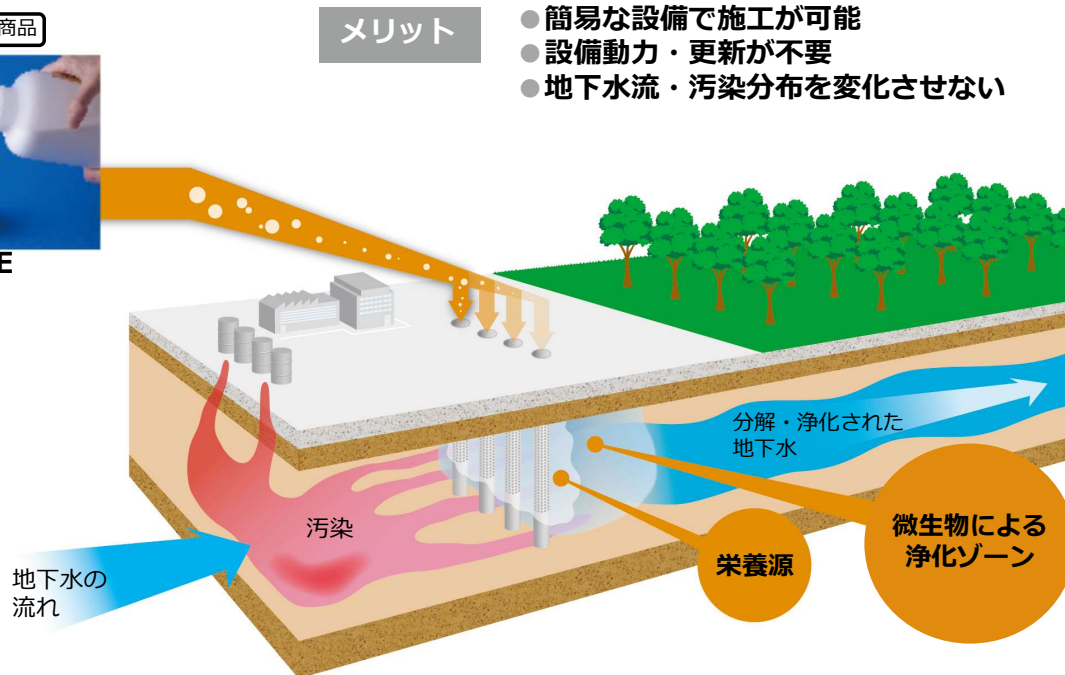
鉄粉バイオ還元浄化剤



EDC-ZVI

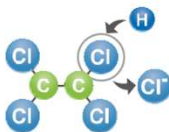
メリット

- 安全性が高い
- 簡易な設備で施工が可能
- 設備動力・更新が不要
- 地下水流・汚染分布を変化させない

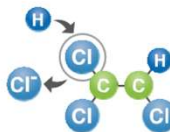


微生物による分解工程

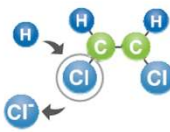
1 テトラクロロエチレン
PCE



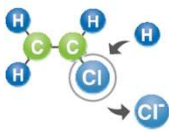
2 トリクロロエチレン
TCE



3 ジクロロエチレン
DCE



4 クロロエチレン
CE



5 エチレン



二酸化炭素
水

無害な物質へ

注入設備は、現場のスペース等に対応して柔軟なアレンジが可能です。



ダブルパッカー注入について ～深度別注入技術～

ダブルパッカー注入とは、ボーリング機でサイト地面に孔を掘り、そこに加圧注入用の二重管を設置し、深度毎に薬剤を圧力をかけて注入します。

加圧注入により透水性の低い粘性土に対応できること、深度毎に注入が可能で液が浸透しにくく汚染がたまって濃度が高くなりがちな粘性土の深度を狙って注入が可能なることから、粘性土層がある現場において有効な注入方法です。

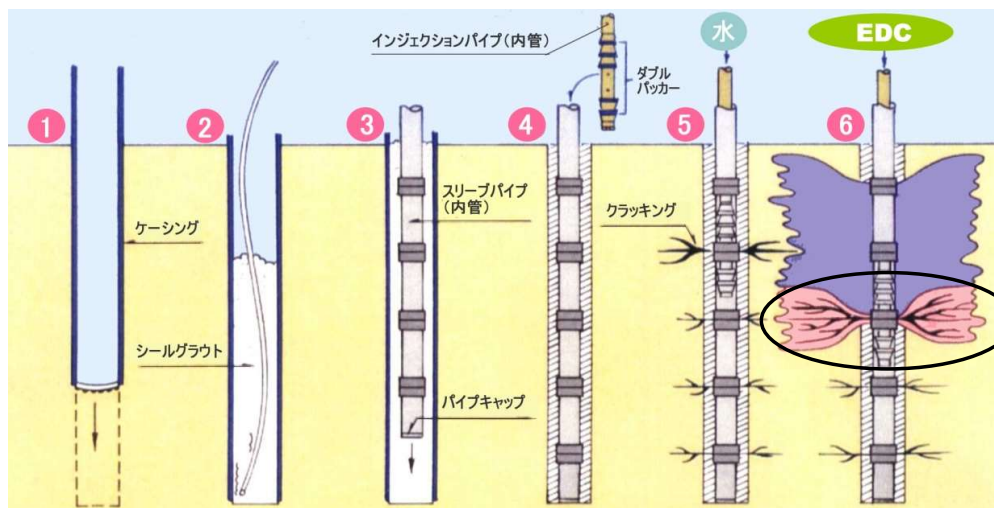
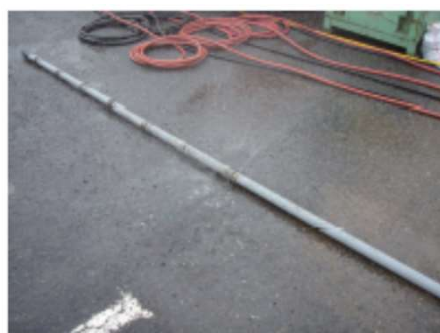


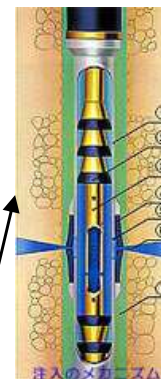
図. ダブルパッカー注入イメージ



注入外管・内管からの送水状況



注入口からの送水状況



スポットで実施する場合の小規模設備



稼働工場内の土壌浄化の注入状況



稼働工場内の注入プラント状況

加圧注入

粘性土、多少の粒子
状材料も注入OK

深度ごとに注入

汚染濃度などに応じ
て深度方向に注入量
を配分可能

+

大規模な設備不要

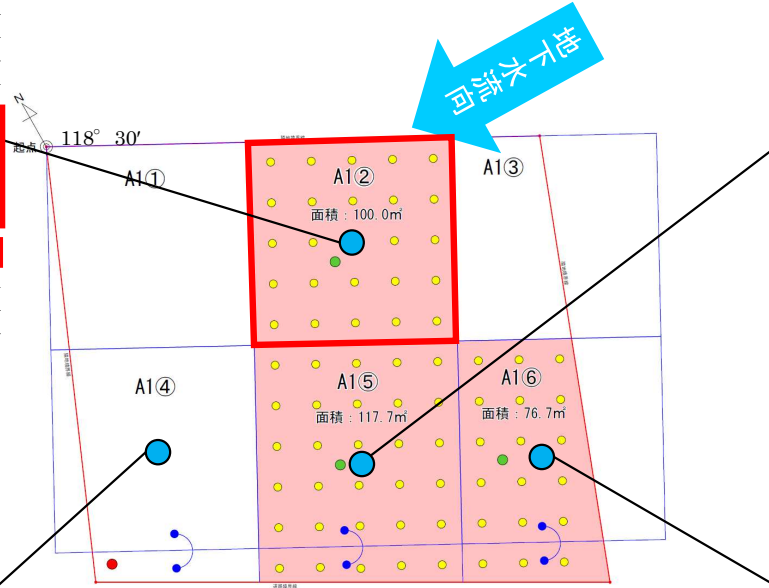
地上部は、注入液調
整タンク、送液ポン
プ・ホース等面積：
数m×数m

対策計画① ～対策区間と井戸配置～

原位置浄化（バイオレメディエーション）

試料名	分析結果 (mg/L)				
	クロロエチレン	1,1-ジクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	テトラクロロエチレン	トリクロロエチレン
A1②表層	<0.0002	<0.002	<0.004	0.002	<0.001
A1②-0.5m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1②-1.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1②-2.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1②-3.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1②-4.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	0.003
A1②-5.0m	<0.0002	<0.002	0.088	<0.001	<0.001
A1②-6.0m	<0.0002	<0.002	0.018	<0.001	<0.001
A1②-7.0m	<0.0002	<0.002	0.026	<0.001	<0.001
A1②-7.45m (帯水層底面)	<0.0002	<0.002	0.035	<0.001	<0.001
地下水	0.001	0.002	1.0	0.003	0.033
第二基準	≦0.02	≦1	≦0.4	≦0.1	≦0.1
土壌溶出/地下水基準	≦0.002	≦0.1	≦0.04	≦0.01	≦0.01
定量下限値	0.0002	0.002	0.004	0.001	0.001

試料名	分析結果 (mg/L)				
	クロロエチレン	1,1-ジクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	テトラクロロエチレン	トリクロロエチレン
A1④表層	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	0.001
A1④-0.5m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	0.002
A1④-1.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	0.001
A1④-2.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1④-3.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1④-4.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1④-5.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1④-6.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1④-7.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1④-7.85m (帯水層底面)	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
地下水	<0.0002	<0.002	0.014	<0.001	<0.001
第二基準	≦0.02	≦1	≦0.4	≦0.1	≦0.1
土壌溶出/地下水基準	≦0.002	≦0.1	≦0.04	≦0.01	≦0.01
定量下限値	0.0002	0.002	0.004	0.001	0.001



試料名	分析結果 (mg/L)				
	クロロエチレン	1,1-ジクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	テトラクロロエチレン	トリクロロエチレン
A1⑤表層	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	0.002
A1⑤-0.5m	<0.0002	<0.002	<0.004	0.004	0.005
A1⑤-1.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	0.003	0.006
A1⑤-2.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑤-3.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑤-4.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑤-5.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	0.001	0.008
A1⑤-6.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	0.002	0.025
A1⑤-7.0m	<0.0002	<0.002	0.007	<0.001	<0.001
A1⑤-7.80m (帯水層底面)	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
地下水	0.0008	<0.002	0.16	<0.001	0.007
第二基準	≦0.02	≦1	≦0.4	≦0.1	≦0.1
土壌溶出/地下水基準	≦0.002	≦0.1	≦0.04	≦0.01	≦0.01
定量下限値	0.0002	0.002	0.004	0.001	0.001

試料名	分析結果 (mg/L)				
	クロロエチレン	1,1-ジクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	テトラクロロエチレン	トリクロロエチレン
A1⑥表層	<0.0002	<0.002	<0.004	0.003	0.004
A1⑥-0.5m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-1.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-2.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-3.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-4.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-5.0m	<0.0002	<0.002	0.008	<0.001	0.008
A1⑥-6.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-7.0m	<0.0002	<0.002	<0.004	<0.001	<0.001
A1⑥-7.75m (帯水層底面)	<0.0002	<0.002	0.006	<0.001	<0.001
地下水	0.0016	<0.002	0.14	<0.001	0.002
第二基準	≦0.02	≦1	≦0.4	≦0.1	≦0.1
土壌溶出/地下水基準	≦0.002	≦0.1	≦0.04	≦0.01	≦0.01
定量下限値	0.0002	0.002	0.004	0.001	0.001

原位置浄化（バイオレメディエーション）

原位置浄化（バイオレメディエーション）

凡例

— 対象地

10m単位区画

区画の統合

要対策区域

地下水汚染拡大防止区域

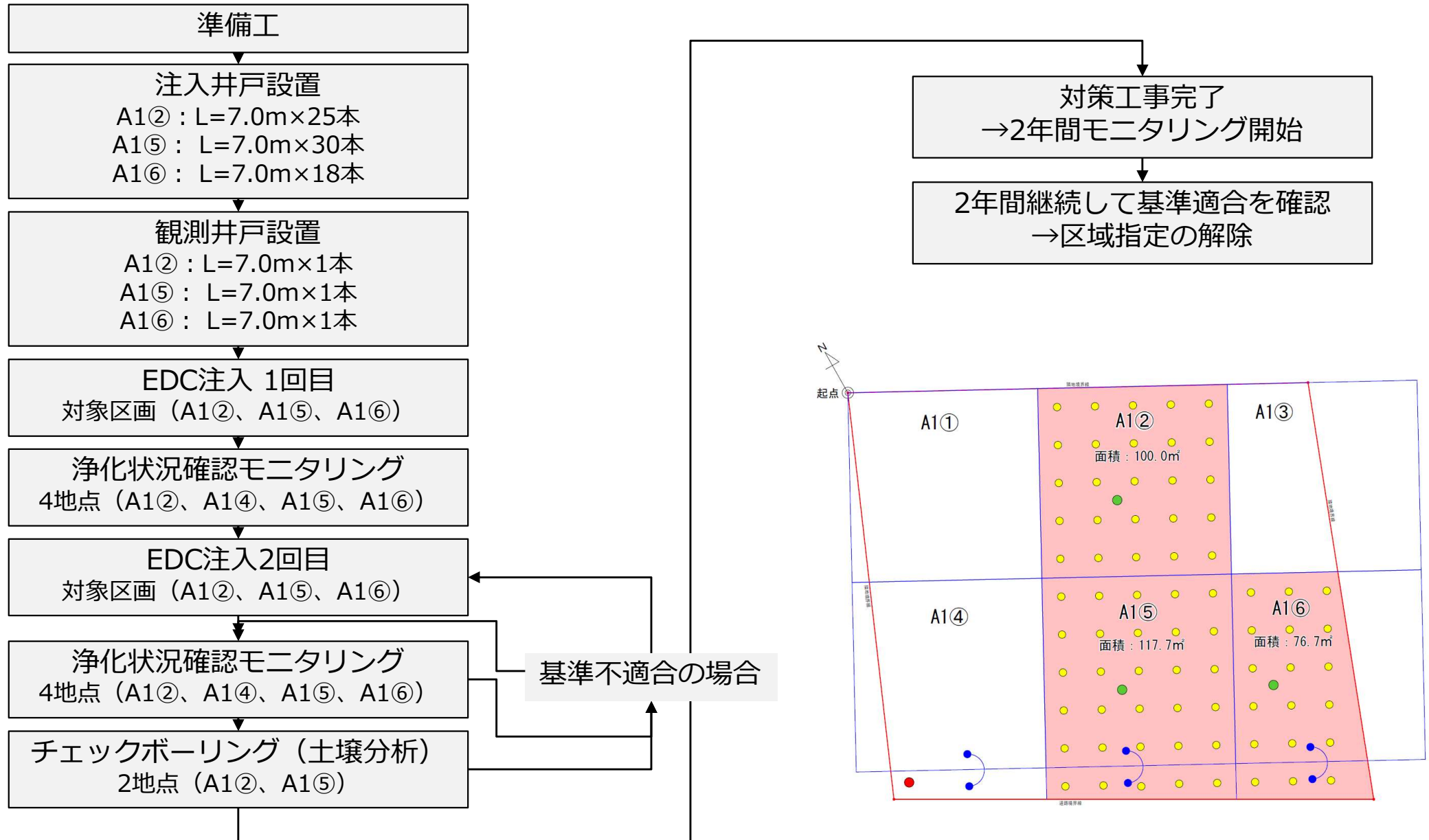
既往調査地点

観測井戸（浄化状況確認）

観測井戸（2年間モニタリング対象）

注入井戸（計73本）

対策計画② ～施工フロー～



対策前の水質の評価 ～バイオ適用性のチェック～

項目	単位	指標	A1② 土壌汚染：あり 地下水汚染：あり	A1⑤ 土壌汚染：あり 地下水汚染：あり	A1⑥ 土壌汚染：なし 地下水汚染：あり
トリクロロエチレン	mg/L	汚染物質	0.033	0.007	0.002
1,2-ジクロロエチレン	mg/L	汚染の分解生成物	1.0	0.16	0.14
クロロエチレン	mg/L	汚染の分解生成物	0.001	0.0008	0.0016
pH	-	バイオ処理の場合中性 (pH7) 付近が望ましい	6.46	10.88	5.69
酸化還元電位ORP	mV	バイオ処理の場合 -100mV以下が目安	-27.7	-104.8	+162.2
硫酸イオン	mg/L	バイオ処理の阻害物質	87	68	74

対策前の評価・対策時の注意事項

- ✓ 未対策の段階で分解生成物1,2-ジクロロエチレン、クロロエチレンが検出されており、バイオ浄化に適する。
- ✓ pHがA1⑤にてpHがアルカリ側に傾いており、浄化時に調整・監視が必要 ※分解生成物が検出されており、自然に浄化が進行していることから、致命的ではない。
- ✓ バイオ処理の阻害物質の硫酸イオン濃度がやや高めで、浄化時に低減の確認・監視が必要。

施工状況① ～準備工～



施工前（建造物解体後）



準備工（機材荷下ろし）

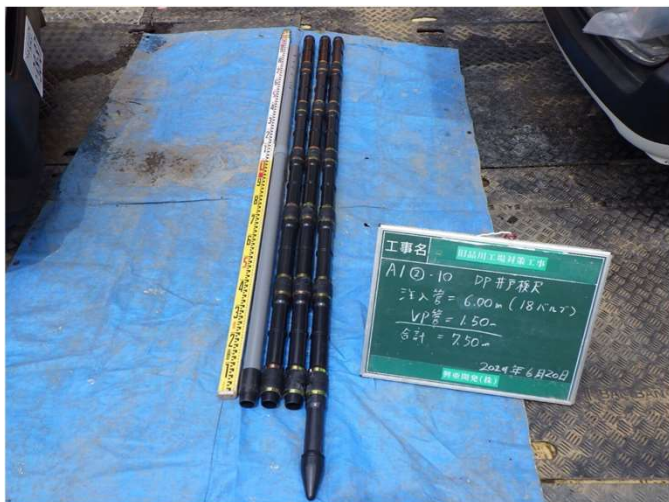


準備工（機材荷下ろし）



準備工（機材荷下ろし）

施工状況② ～注入井戸の設置～



注入井戸管（外管）



ボーリング削孔



CB充填

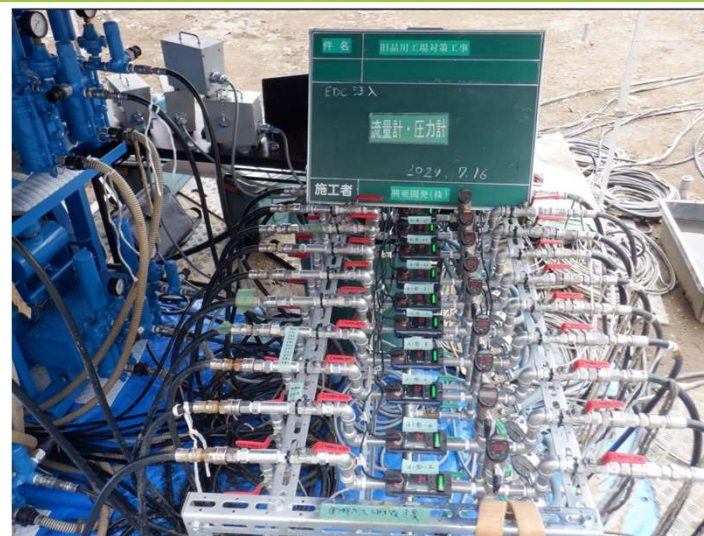


井戸材挿入

施工状況③ ～注入プラントの設置～



注入プラント荷下ろし



流量計・バルブ



発電機

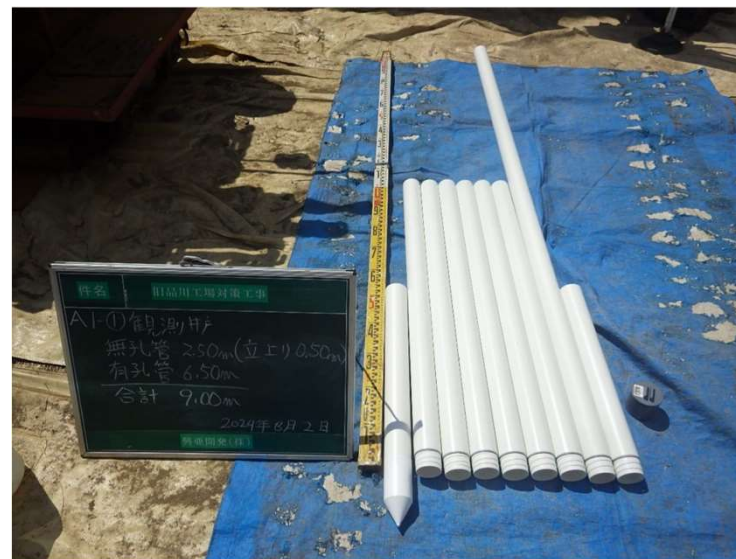


注入プラント完成

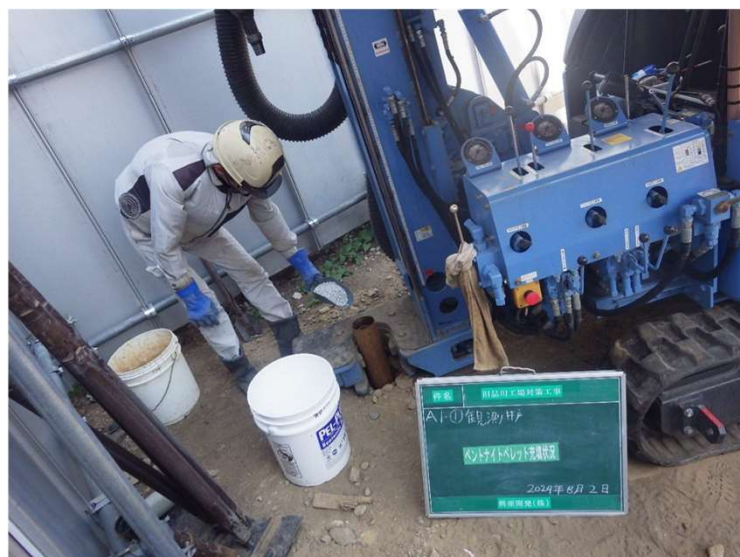
施工状況④ ～観測井戸の設置～



ボーリング削孔



井戸管



ケーシング打設

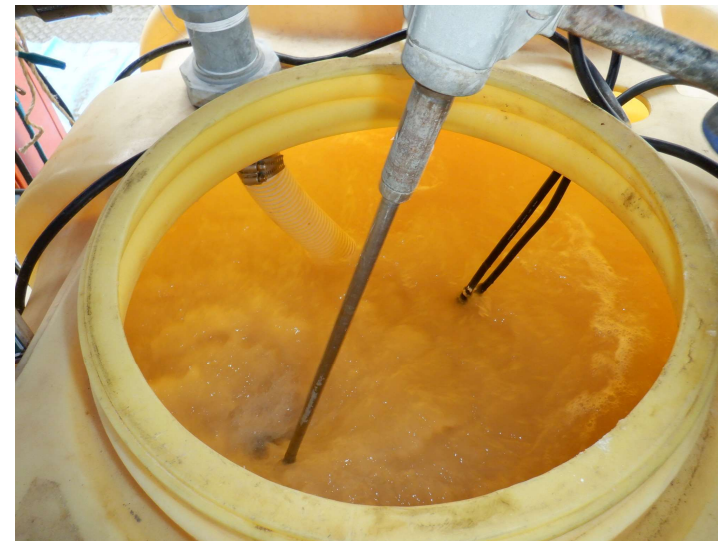


井戸管挿入

施工状況⑤ ～注入液の作成～



注入プラント



注入液の作製



浄化剤EDCの計量



pH調整剤の計量

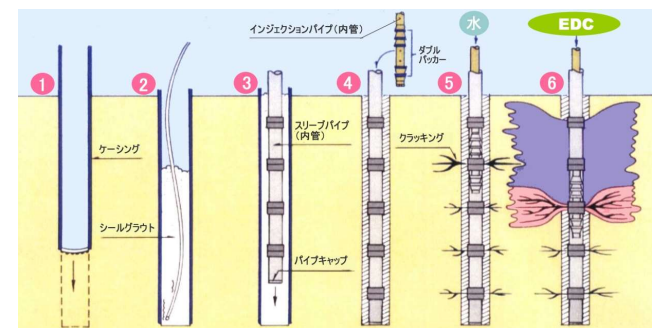
施工状況⑥ ～ダブルパッカー注入～



ダブルパッカー・注入ホース



注入井戸管



A1②



A1⑤

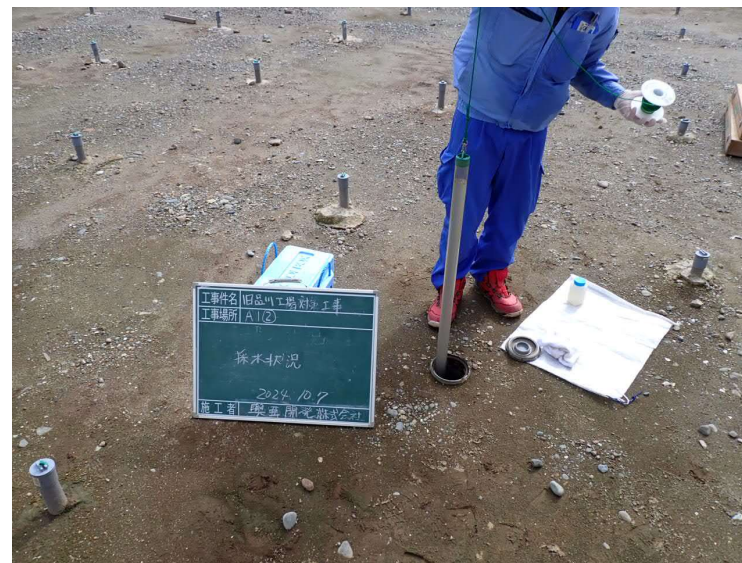


A1⑥

施工状況⑦ ～地下水採取・水質モニタリング～



ベイラー（採水器）による採水①



ベイラー（採水器）による採水②



採水試料



マルチ水質計

対策結果① ～A1②区画～

A1②	2023年	2024年							基準値
	12月6日	7月11日	8月20日	9月9日	9月19日	10月7日	10月31日	12月18日	
経過日数	汚染状況調査時	注入前日	8月定期測定	2回目注入前	2回目注入完了時	2回目注入完了0.5月後	2回目注入完了1.5月後	2回目注入完了3月後	
トリクロロエチレン	0.033	0.003	0.001未満	0.001未満	-		0.001未満	0.001未満	0.01以下
1,2-ジクロロエチレン	1.0	1.7	0.004未満	0.004未満	-	0.004未満	0.004未満	0.004未満	0.04以下
クロロエチレン	0.001	0.0011	0.0095	0.0037	-	0.0012	0.0002未満	0.0002未満	0.002以下
全有機炭素量TOC	-	1未満	36	-	2,000	320	1未満	1未満	100以上
pH	-	6.46	6.52	6.82	7.18	6.9	6.73	6.65	6.0～9.0
酸化還元電位ORP	-	-27.7	-207.3	-183	-144.5	-157.5	-137.3	-131.2	-100以下
硝酸イオン	-	6.1	1未満	-	1未満	1未満	1未満	1未満	0に近い
硫酸イオン	-	87	2.3	-	8.6	1未満	3.6	3.7	0に近い

- ①pHが中性付近 ○
- ②硝酸イオン、硫酸イオンが低減 ○
- ③酸化還元電位が-100mV以下に低下 ○
- ④脱塩素化の進行 ○ ※1,2-ジクロロエチレンが低減してクロロエチレンが増加

対象汚染物質の基準適合 ※トリクロロエチレン～クロロエチレンまで全て基準適合

対策結果② ～A1⑤区画～

A1⑤	2023年	2024年							基準値
	12月6日	7月11日	8月20日	9月9日	9月19日	10月7日	10月31日	12月18日	
経過日数	汚染状況調査時	注入前日	8月定期測定	2回目注入前	2回目注入完了時	2回目注入完了0.5月後	2回目注入完了1.5月後	2回目注入完了3月後	
トリクロロエチレン	0.007	0.008	0.007	0.006	-	0.003	0.003	0.001未満	0.01以下
1,2-ジクロロエチレン	0.16	0.022	0.011	0.011	-	0.005	0.008	0.004未満	0.04以下
クロロエチレン	0.0008	0.0002未満	0.0042	0.0064	-	0.0050	0.0099	0.0002未満	0.002以下
全有機炭素量TOC	-	3.3	23	-	55	31	42	1未満	100以上
pH	-	10.88	10.01	10.83	8.89	10.05	9.24	8.55	6.0～9.0
酸化還元電位ORP	-	-104.8	-286.2	-139.5	-298.2	-276.8	-186.3	-276.6	-100以下
硝酸イオン	-	21	1未満	-	1未満	1未満	1未満	1未満	0に近い
硫酸イオン	-	68	52	-	68	62	84	240	0に近い

①pHが中性付近 × ※浄化期間中、8.5以上のアルカリ側で推移

②硝酸イオン、硫酸イオンが低減 ×

③酸化還元電位が-100mV以下に低下 ○

④脱塩素化の進行 ○ ※1,2-ジクロロエチレンが低減してクロロエチレンが増加

対象汚染物質の基準適合 ※トリクロロエチレン～クロロエチレンまで全て基準適合

対策結果③ ～A1⑥区画～

A1⑥	2023年	2024年							基準値
	12月6日	7月11日	8月20日	9月9日	9月19日	10月7日	10月31日	12月18日	
経過日数	汚染状況調査時	注入前日	8月定期測定	2回目注入前	2回目注入完了時	2回目注入完了0.5月後	2回目注入完了1.5月後	2回目注入完了3月後	
トリクロロエチレン	0.002	0.001未満	0.001未満	0.001未満	-	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.01以下
1,2-ジクロロエチレン	0.14	0.004未満	0.006	0.004	-	0.004未満	0.004未満	0.004未満	0.04以下
クロロエチレン	0.0016	0.0009	0.016	0.010	-	0.0003	0.0002	0.0002未満	0.002以下
全有機炭素量TOC	-	1未満	2.2	-	580	33	1未満	1未満	100以上
pH	-	5.69	6.33	6.78	7.07	6.63	6.46	6.77	6.0～9.0
酸化還元電位ORP	-	162.2	-209.7	-140.4	-152.8	-140.3	-116.5	-178.7	-100以下
硝酸イオン	-	69	1未満	-	1未満	1未満	1未満	1未満	0に近い
硫酸イオン	-	74	36	-	1未満	1.1	4.2	20	0に近い

- ①pHが中性付近 ○
- ②硝酸イオン、硫酸イオンが低減 ○
- ③酸化還元電位が-100mV以下に低下 ○
- ④脱塩素化の進行 ○ ※1,2-ジクロロエチレンが低減してクロロエチレンが増加

対象汚染物質の基準適合 ※トリクロロエチレン～クロロエチレンまで全て基準適合

認定技術EDC工法の実施により

- 3つの対策区画について、全て地下水基準適合を満足した。
※土壌汚染浄化確認のためのチェックボーリング：1月初旬に実施済。
- コンパクトな施工機械により搬出入および現場内での取り回しに支障なし。
- 民家の密集地における施工で、特に苦情はなし。

工夫・配慮した点

施工時に発生する騒音・振動に関して、

- 古い民家の近傍におけるボーリングマシンの振動（特に土曜日）は注意して実施。
- 音の出る作業に配慮：発電機の起動を8時以降、削孔機の作動を9時以降に開始。

ご清聴ありがとうございました