



狭隘地における原位置浄化対策工事事例 RNIP αダブルパッカー注入工法の適用

第20回 東京都土壤汚染処理技術フォーラム 令和8年1月27日
株式会社タツノ 営業本部 環境ソリューション部

CONTENTS



- I 技術紹介
- II 適用事例紹介
- III 施工状況
- IV モニタリングと対策結果

I 技術紹介 RNIP α 製品紹介

原料	一次混合	粉碎混合	RNIP α スラリー
 RNIP (ナノ鉄粉) 粒子径70 nm BET比表面積30 m ² /g	 一次混合 ジャーテスタ MisungScientific製 SF6	 粉碎混合 湿式ビーズミル アメックス製 有効体積: 800mL 粉碎メディアφ2mm ガラスピース	 RNIP α スラリー密度: 1.10 ~ 1.20 g/ml 複合粒子濃度: 25 wt.% スラリー粘度: 500 ~ 600 mPa · s

搬入荷姿



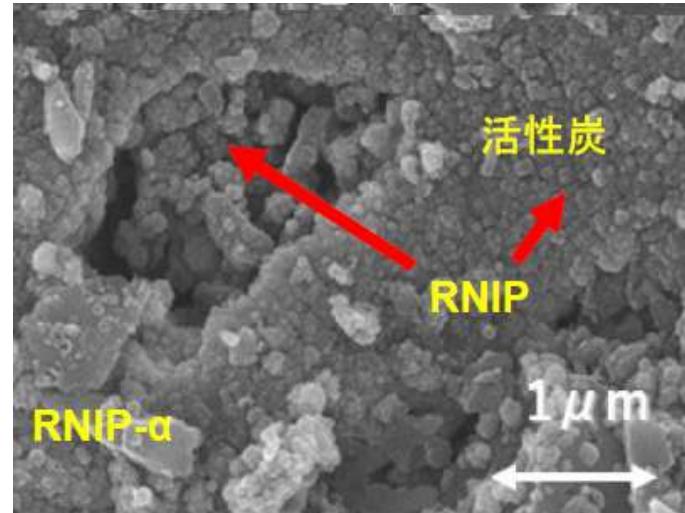
特長

1. 活性炭の汚染物質吸着作用と、RNIPの還元染物質により、原位置浄化プロセスが改善され、従来の半分の添加量で浄化されます。
2. RNIP（既製品）よりさらに迅速な汚染物質の浄化が実現し、浄化の工期短縮となります。

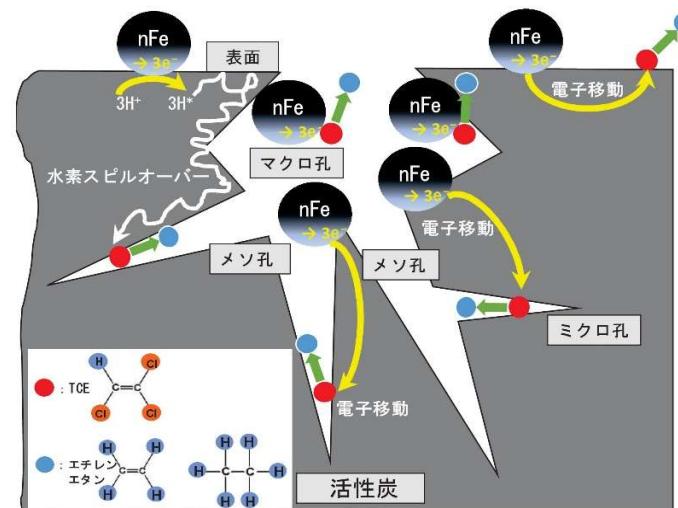
I 技術紹介 RNIP α 還元的脱塩素反応のしくみ



RNIP α スラリー状



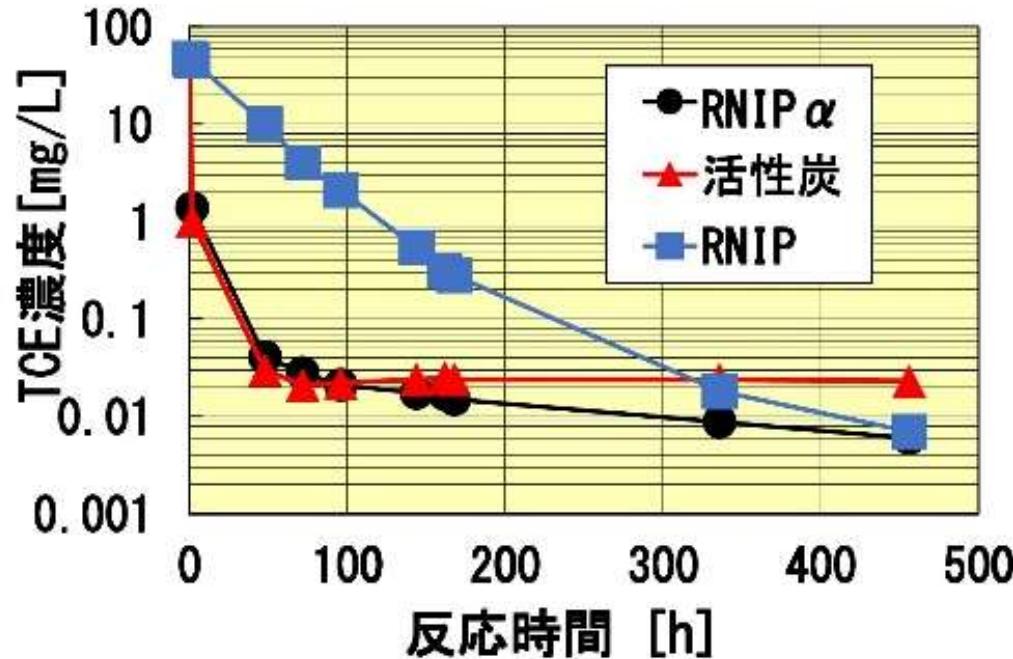
RNIP α 粒子構造



ナノ鉄粉還元+活性炭吸着機能

- RNIP α 粒子は活性炭の表面と細孔に、RNIP（ナノ鉄粉）が担持されている複合粒子。
- RNIP α は活性炭による吸着機能と、RNIPによる還元反応機能の2つの機能。
- RNIP α はナノ鉄粉と接触するTCEの直接的な還元的脱塩素反応と、活性炭による電子伝播と水素のスピルオーバー効果により、ナノ鉄粉と接触していないTCEへの間接的還元的脱塩素反応も起こり、エチレンまで比較的速く変換。

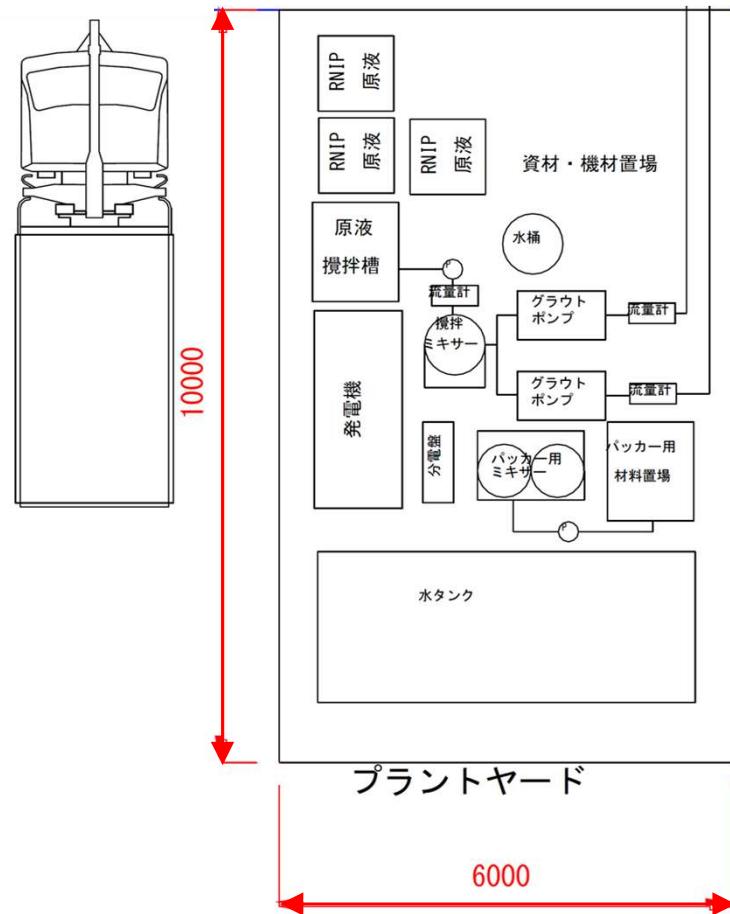
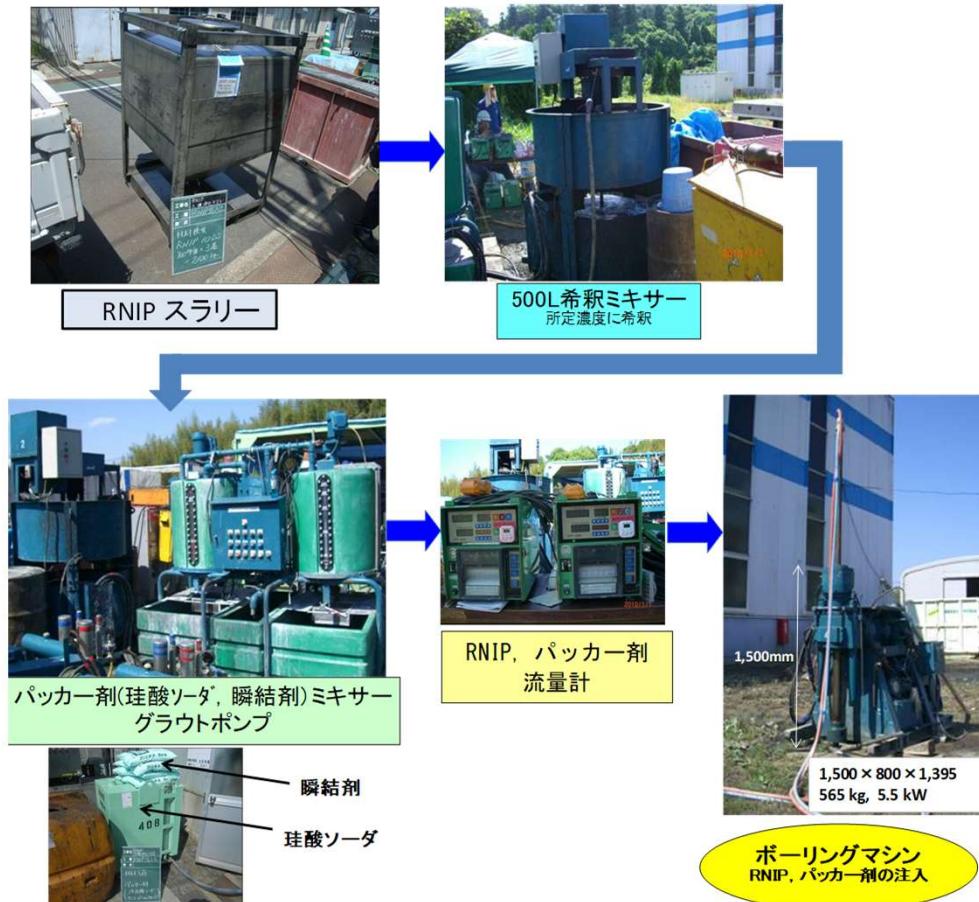
I 技術紹介 RNIP α 還元的脱塩素反応速度について



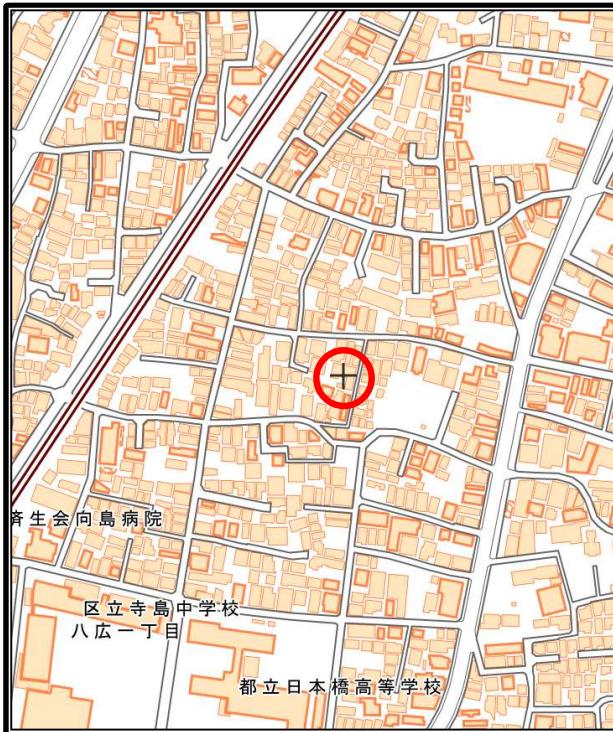
RNIP α は反応初期段階では活性炭とほぼ同じ挙動を示し、TCE初期濃度の1/1000の濃度低下迄に要する時間は、50時間程度であった。その後もTCE濃度の減少は続きます。
RNIPは擬一次反応速度式で表されるTCE脱塩素反応挙動で、TCE濃度減衰を示し、TCE初期濃度の1/1000に達する迄に270時間かかりました。

I 技術紹介 薬液注入工法によるRNIP α注入施工ヤード

機械とプラントがコンパクトなので狭隘の場所でも施工可能。



Ⅱ 適用事例紹介 周辺環境について



Ⅱ 適用事例紹介 汚染状況について①

【鍍金工場跡地】

VOC重金属複合汚染

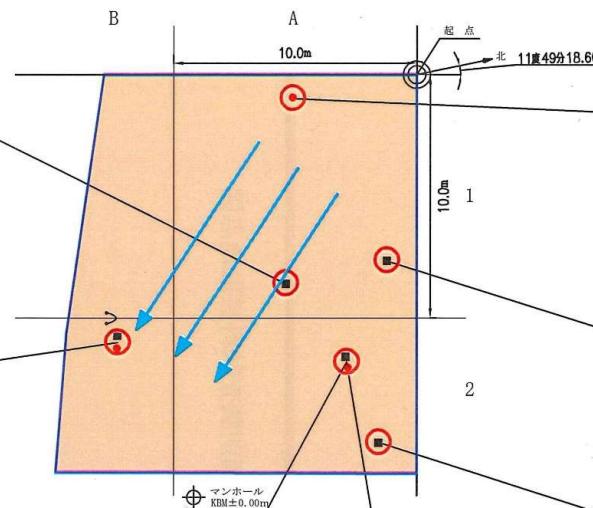


狭隘地



A-1-2 KBM+0.12m	
対象物質	ほう素
採取深度	溶出量 (mg/L)
地表面下表土	KBM-0.38m 1.1
GL-0.6m	KBM-0.48m 0.3
GL-1.0m	KBM-0.88m <0.1
GL-1.88m	<0.1
	0.2

A-1-2 KBM+0.04m	
対象物質	鉛
採取深度	含 有 量 (mg/kg)
地表面下表土	KBM-0.46m 410
	KBM-0.56m 880
	GL-0.96m <15
	GL-1.96m <15
	150



A-1-3 KBM+0.12m					
採取深度	対象物質	トリクロロエチレン (mg/L)	1,1-ジクロロエチレン (mg/L)	1,2-ジクロロエチレン (mg/L)	クロロエチレン (mg/L)
地表面下表土	KBM+0.07m	0.27	<0.0002	0.0012	<0.0002
GL-0.5m	KBM-0.38m	0.42	0.0004	0.0095	<0.0002
GL-1.0m	KBM-0.88m	0.28	<0.0002	0.020	<0.0002
GL-2.0m	KBM-1.88m	0.36	0.0018	0.59	0.032
GL-3.0m	KBM-2.88m	0.010	<0.0002	0.020	0.0005
GL-4.0m	KBM-3.88m	0.0021	<0.0002	0.0037	<0.0002
地下水		0.0025	<0.0002	0.0036	<0.0002
基準値		0.01	0.1	0.04	0.002
第二溶出量基準		0.1	1.0	0.4	0.02

※ GL-4.0m以深は、基準適合

A-1-1 KBM+0.09m	
対象物質	鉛
採取深度	溶出量 (mg/L)
地表面下表土	KBM-0.41m 0.020
GL-0.6m	KBM-0.51m <0.001
GL-1.0m	KBM-0.91m <0.001
GL-2.0m	KBM-1.91m <0.001
地下水	
基準値	0.01

■ 対象地
敷地面積: 約228.73m² (CAD計測による)
 ■ 表土試料採取地点
 ● 土壌ガス試料採取地点
 ○ 深度ボーリング調査地点
 ■ 基準不適合区画
 ▲ 区画統合
 → 地下水の流向方向
 ※表中の赤文字は第二溶出量基準超過を示す。

※ GL-3.0m以深は、基準適合

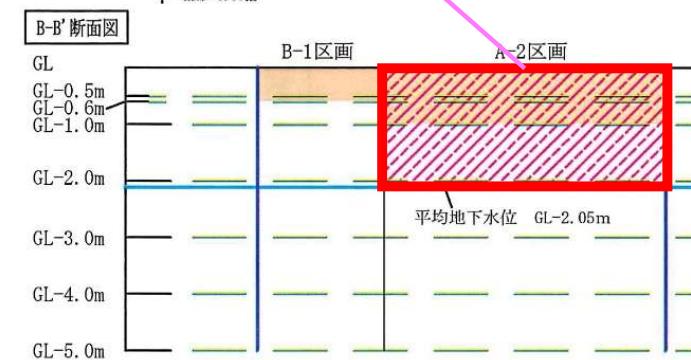
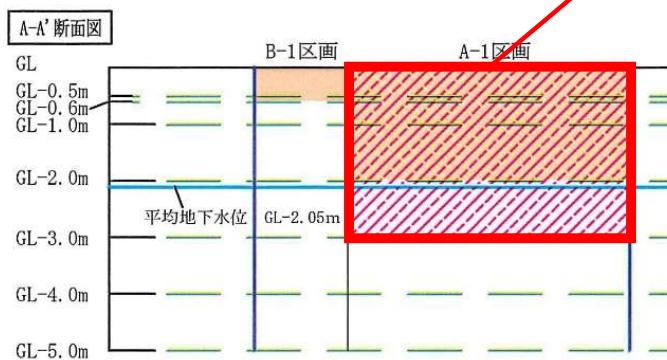
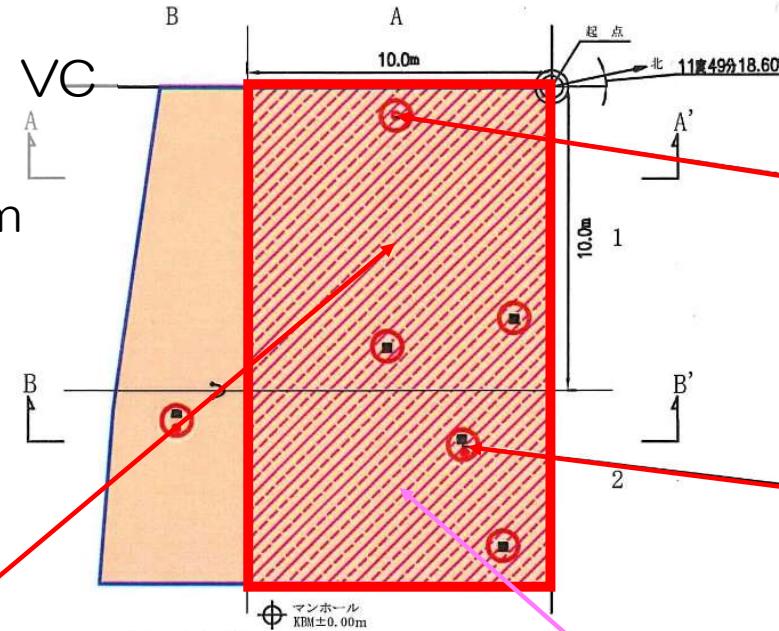
A-2-1 KBM+0.02m					
対象物質	六価クロム	ふつ素	ほう素	鉛	
採取深度	溶出量 (mg/L)	溶出量 (mg/L)	溶出量 (mg/L)	溶出量 (mg/L)	
地表面下表土	KBM-0.3m 93	1800	0.08	0.9	340
	KBM-0.58m 48	1500	1.0	1.8	420
	KBM-1.18m 2.2	110	1.4	1.7	65
	KBM-1.48m <0.005	<25	0.23	<0.1	<15
	KBM-1.98m <0.005	<25	0.23	<0.1	<15
	KBM-2.98m <0.005	<25	0.24	<0.1	<15
			0.23	0.9	-
			0.05	250	0.8
			1	150	-
			1.5	-	24
			30	-	-

A-2-1 KBM+0.02m					
採取深度	対象物質	トリクロロエチレン (mg/L)	1,1-ジクロロエチレン (mg/L)	1,2-ジクロロエチレン (mg/L)	クロロエチレン (mg/L)
地表面下表土	KBM-0.3m 0.039	<0.0002	0.0004	<0.0002	
GL-0.5m	KBM-0.48m 0.22	<0.0002	0.0011	<0.0002	
GL-1.0m	KBM-0.98m 0.56	0.0002	0.012	<0.0002	
GL-2.0m	KBM-1.98m <0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	
GL-3.0m	KBM-2.98m <0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	
地下水		0.0030	<0.0002	0.0012	<0.0002
基準値		0.01	0.1	0.04	0.002
第二溶出量基準		0.1	1.0	0.4	0.02

A-2-2 KBM+0.02m				
採取深度	対象物質	六価クロム	ふつ素	ほう素
地表面下表土	KBM-0.6-GL-1.0m	KBM-1.08m 7.4	1.3	2.3
GL-1.5m	KBM-1.48m	<0.005	0.22	<0.1
GL-2.0m	KBM-1.98m	<0.005	0.22	<0.1
GL-3.0m	KBM-2.98m	<0.005	0.18	<0.1
地下水		<0.005	0.28	0.8
基準値		0.05	0.8	1
第二溶出量基準		1.5	24	30

II 適用事例紹介 汚染状況について②

汚染物質：TEC、1,2-DCE、VC
 VOC対象面積：163.7m²
 汚染深度：GL-2.0m、-3.0m
 VOC対象土量：427.5m³



採取深度	A-1-3 KBM+0.12m			
	対象物質	トリクロロエチレン (mg/L)	1,1-ジクロロエチレン (mg/L)	1,2-ジクロロエチレン (mg/L)
地表面下表層 KBM+0.07m	0.27	<0.0002	0.0012	<0.0002
GL-0.5m KBM-0.38m	0.42	0.0004	0.0095	<0.0002
GL-1.0m KBM-0.88m	0.28	<0.0002	0.020	<0.0002
GL-2.0m KBM-1.88m	0.36	0.0018	0.59	0.032
GL-3.0m KBM-2.88m	0.010	<0.0002	0.020	0.0005
GL-4.0m KBM-3.88m	0.0021	<0.0002	0.0037	<0.0002
地下水	0.0025	<0.0002	0.0036	<0.0002
基準値	0.01	0.1	0.04	0.002
第二溶出量基準	0.1	1.0	0.4	0.02

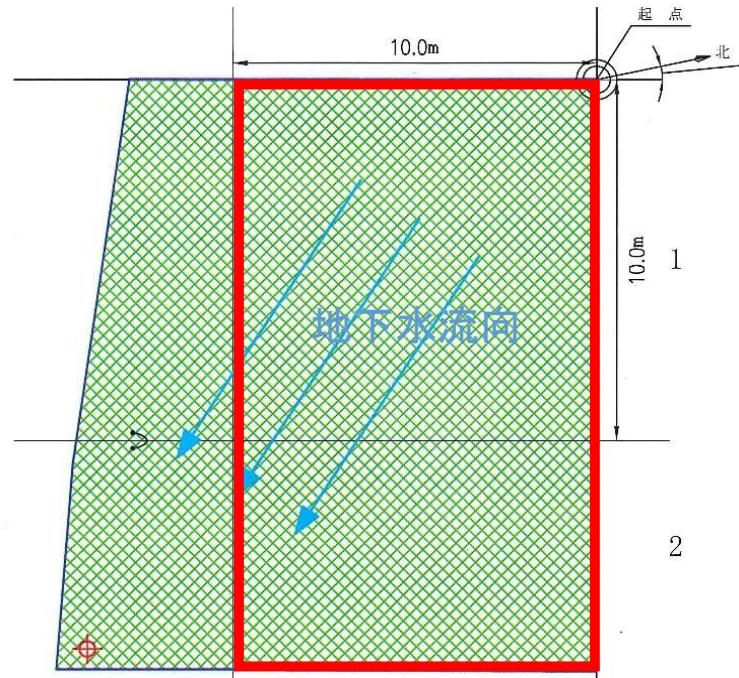
※ GL-4.0m以深は、基準適合

採取深度	A-2-1 KBM+0.02m			
	対象物質	トリクロロエチレン (mg/L)	1,1-ジクロロエチレン (mg/L)	1,2-ジクロロエチレン (mg/L)
地表面下表層 KBM-0.03m	0.039	<0.0002	0.0004	<0.0002
GL-0.5m KBM-0.48m	0.22	<0.0002	0.0011	<0.0002
GL-1.0m KBM-0.98m	0.56	0.0002	0.012	<0.0002
GL-2.0m KBM-1.98m	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
GL-3.0m KBM-2.98m	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
地下水	0.0030	<0.0002	0.0012	<0.0002
基準値	0.01	0.1	0.04	0.002
第二溶出量基準	0.1	1.0	0.4	0.02

※ GL-3.0m以深は、基準適合

…VOC対策範囲

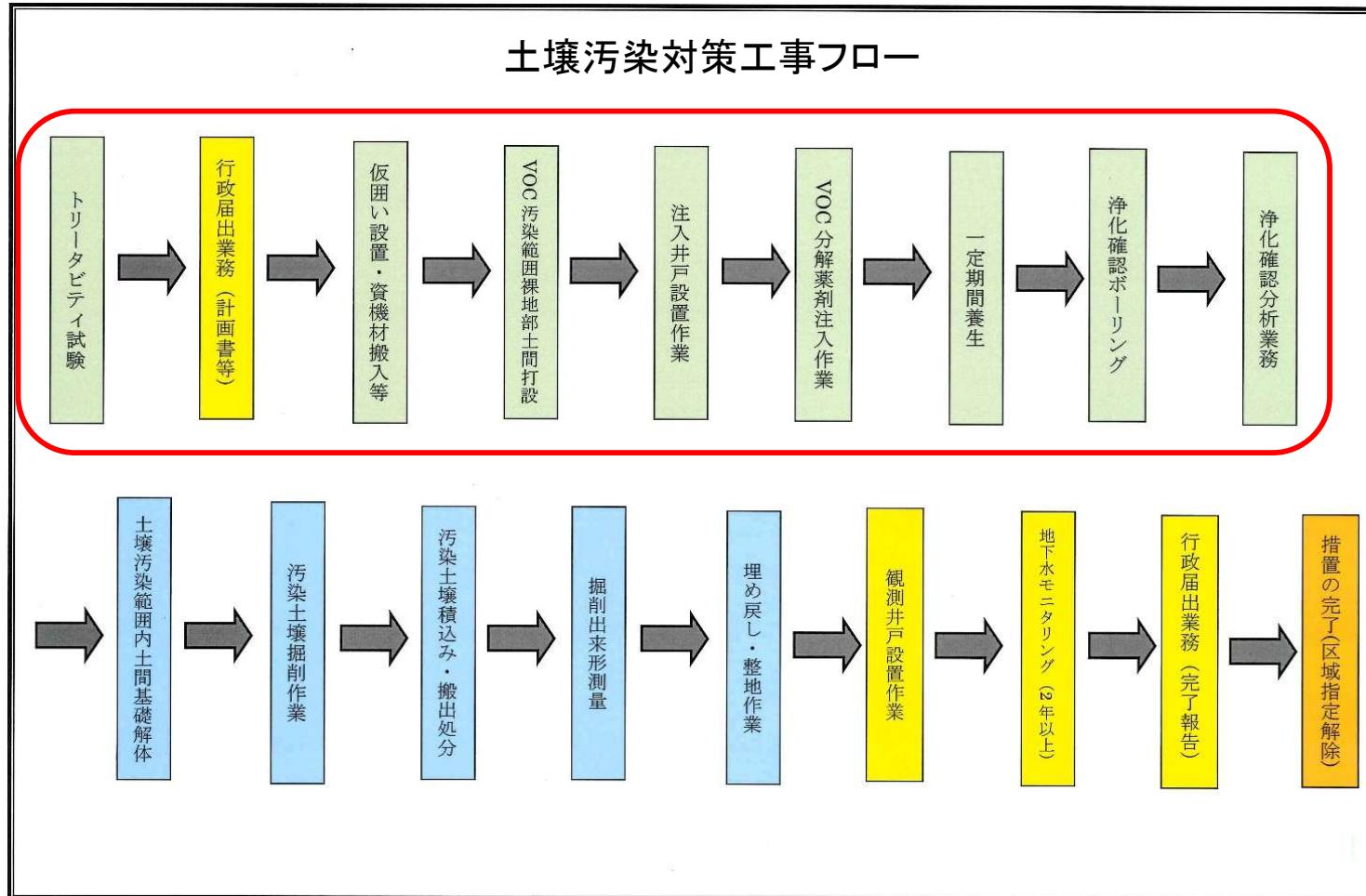
Ⅱ 適用事例紹介 土質と地下水について



土質：砂混じりシルト
地下水位：GL-2.0m

標高	層厚	深度	柱状圖	土質	色相	相対密	記	孔内水位m／測定月日
1	0.15	0.30		粘土混じり砂	青灰	少	20mmの粗角砾、 柱内少量入	2/25 2.01
2	1.35	1.65		砂混じりシルト	赤	少	2mm～20mmの 玉角砾少量入 0.65～1.00m間 1.40～1.55m間 青灰多量入	2/25 2.01
3	0.35	0.70		不飽和層: GL-2.05m	青灰	少	0.00～1.40m間 青灰	2/25 2.01
4	0.30	4.10		シルト質細砂	青灰	少	1.55～2.00m間 青灰 粗粒不均一 含水率中 2.70～3.05m間 木片多量入 粗粒均一 含水率中 柱内に貝殻片少量混入	2/25 2.01

Ⅲ施工状況 土壤汚染対策フロー



III 施工狀況 資機材搬入



現場進入路 幅員1.8m



機材搬入（人力）



機材搬入（人力）



注入プラント全景

Ⅲ施工状況 資機材搬入



発電機



流量計



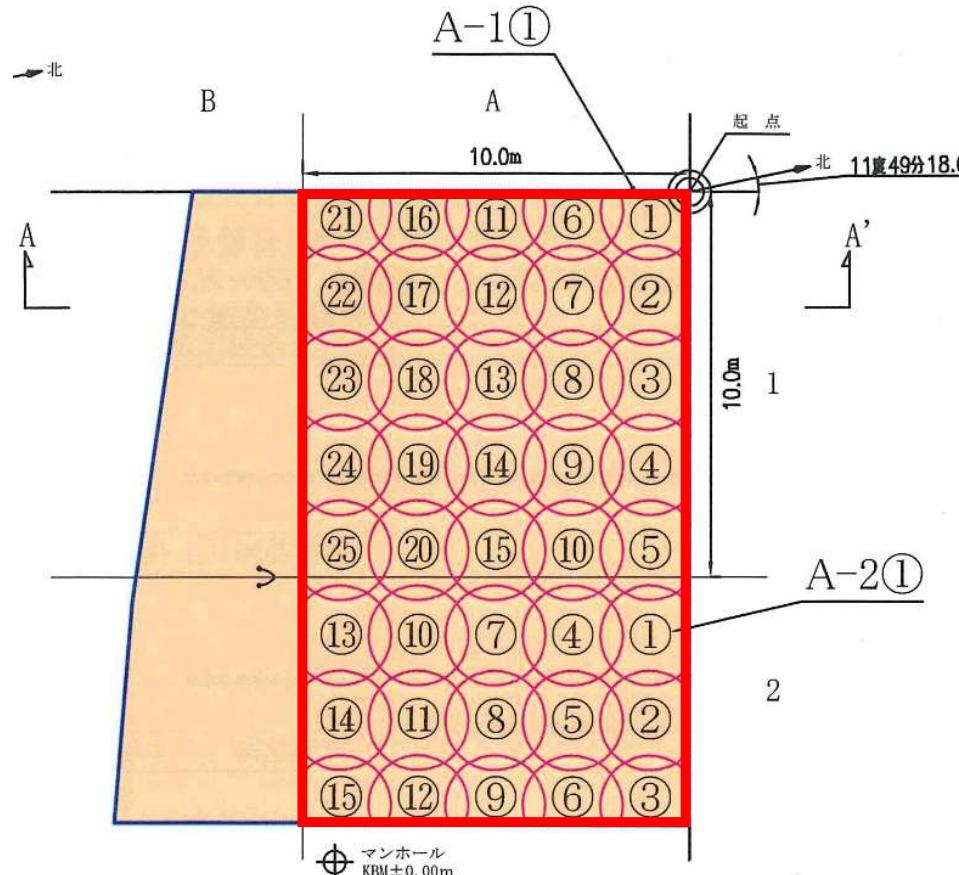
グラウトポンプ



ダブルパッカー

Ⅲ施工状況 注入地点と対象土量

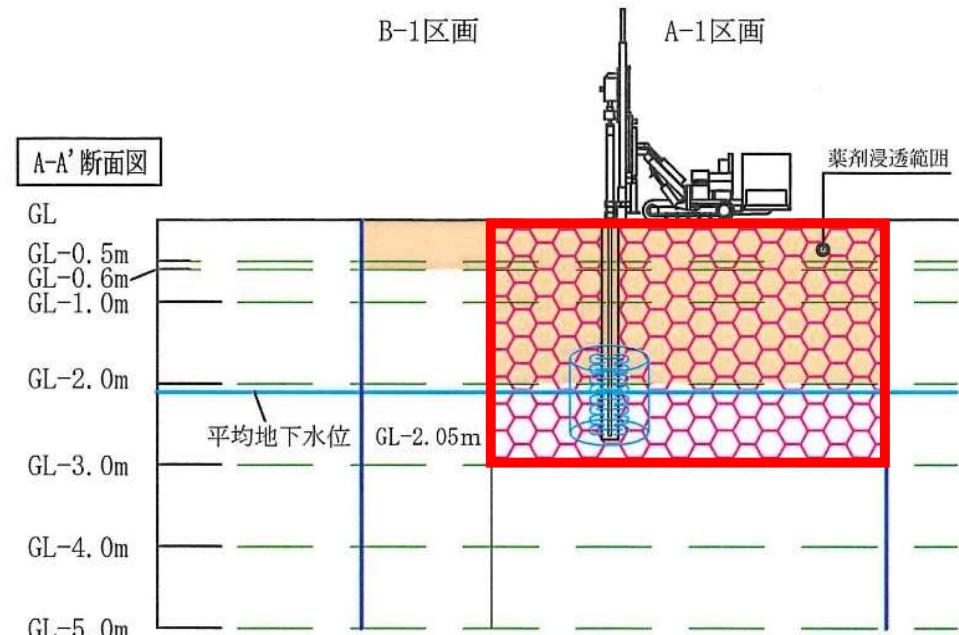
注入地点 40地点



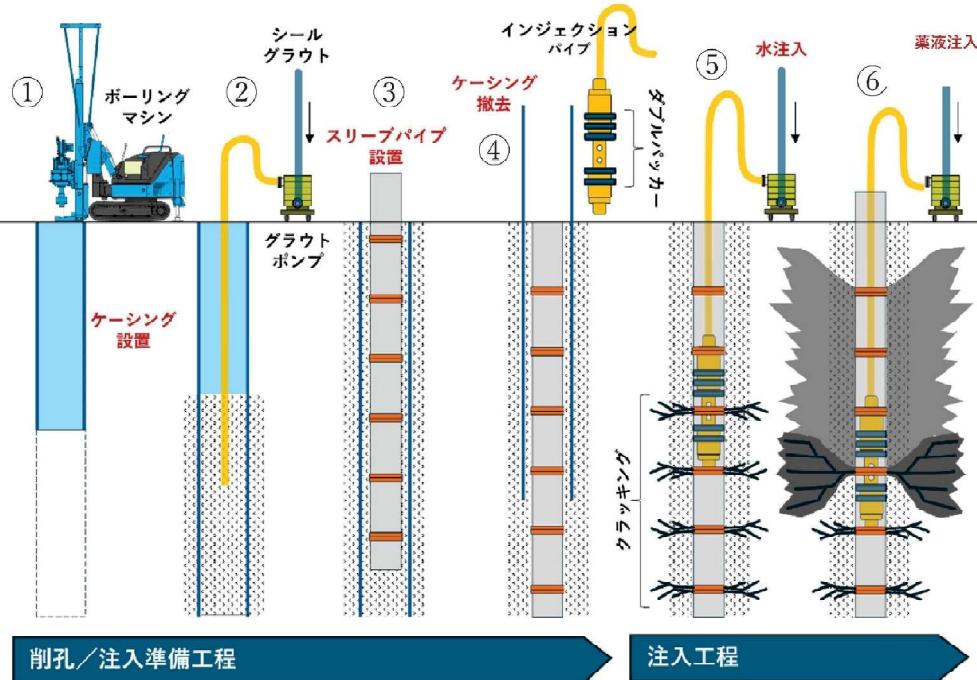
VOC対象面積 : 163.7m²

VOC対象土量 : 427.5m³

汚染深度 : GL-3.0m



Ⅲ施工状況 RNIP α 注入手順



スリーブパイプ



ダブルパッカー



注入孔設置状況



RNIP α 注入状況

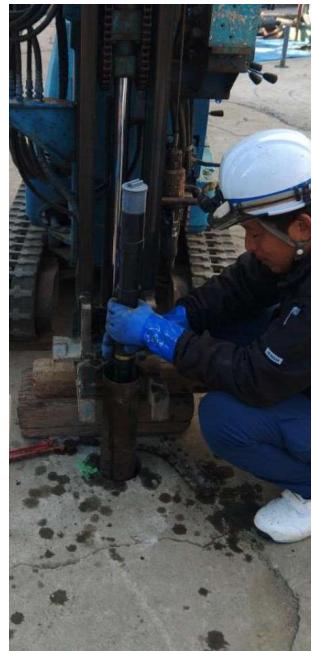
Ⅲ施工状況 施工状況写真



注入孔削孔
ケーシング設置



スリーブパイプ
材料検収



スリーブパイプ
設置状況



スリーブパイプ
設置完了



RNIP α
注入状況

Ⅲ施工状況 施工状況全景

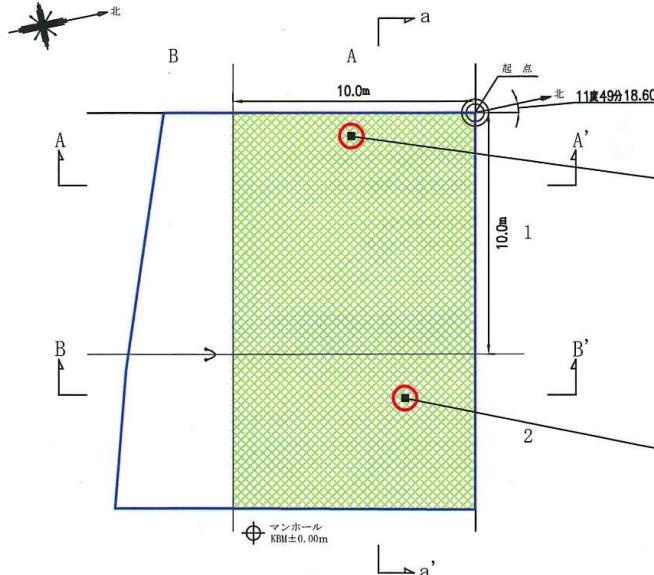


RNIP α 注入全景
A-1区画



RNIP α 注入全景
A-2区画

IVモニタリングと対策結果 土壤モニタリング



対象物質	A-1-3 KBM+0.12m			
	トリクロロエチレン (mg/L)	1,1-ジクロロエチレン (mg/L)	1,2-ジクロロエチレン (mg/L)	クロロエチレン (mg/L)
採取深度 地表面下表層	KBM+0.07m	不検出	不検出	不検出
GL-0.5m	KBM-0.38m	不検出	不検出	不検出
GL-1.0m	KBM-0.88m	不検出	不検出	不検出
GL-2.0m	KBM-1.88m	不検出	不検出	不検出
GL-3.0m	KBM-2.88m	不検出	不検出	不検出
GL-4.0m	KBM-3.88m	不検出	不検出	不検出
基準値	0.01	0.1	0.04	0.002

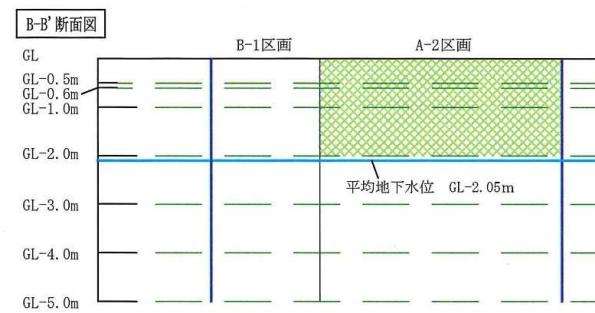
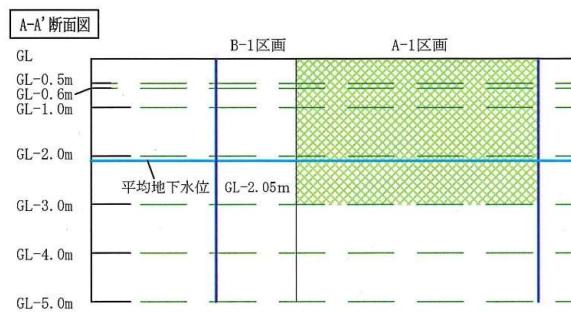
原位置浄化済範囲

対象物質	A-2-1 KBM+0.02m			
	トリクロロエチレン (mg/L)	1,1-ジクロロエチレン (mg/L)	1,2-ジクロロエチレン (mg/L)	クロロエチレン (mg/L)
採取深度 地表面下表層	KBM-0.03m	不検出	不検出	不検出
GL-0.5m	KBM-0.48m	不検出	不検出	不検出
GL-1.0m	KBM-0.98m	不検出	不検出	不検出
GL-2.0m	KBM-1.98m	不検出	不検出	不検出
GL-3.0m	KBM-2.98m	不検出	不検出	不検出
基準値	0.01	0.1	0.04	0.002

原位置浄化済範囲

A-1区画
基準適合確認

A-2区画
基準適合確認



- 対象地 敷地面積:約228.73m² (CAD計測による)
- 深度ボーリング調査地点
- 処理確認ボーリング調査地点
- 原位置浄化済範囲
- △ 区画統合
- ※表中の ■ は原位置浄化済範囲を示す。

IVモニタリングと対策結果 地下水モニタリング



観測井戸
削孔状況



観測井戸材
PVC50mm



観測井戸材
設置状況

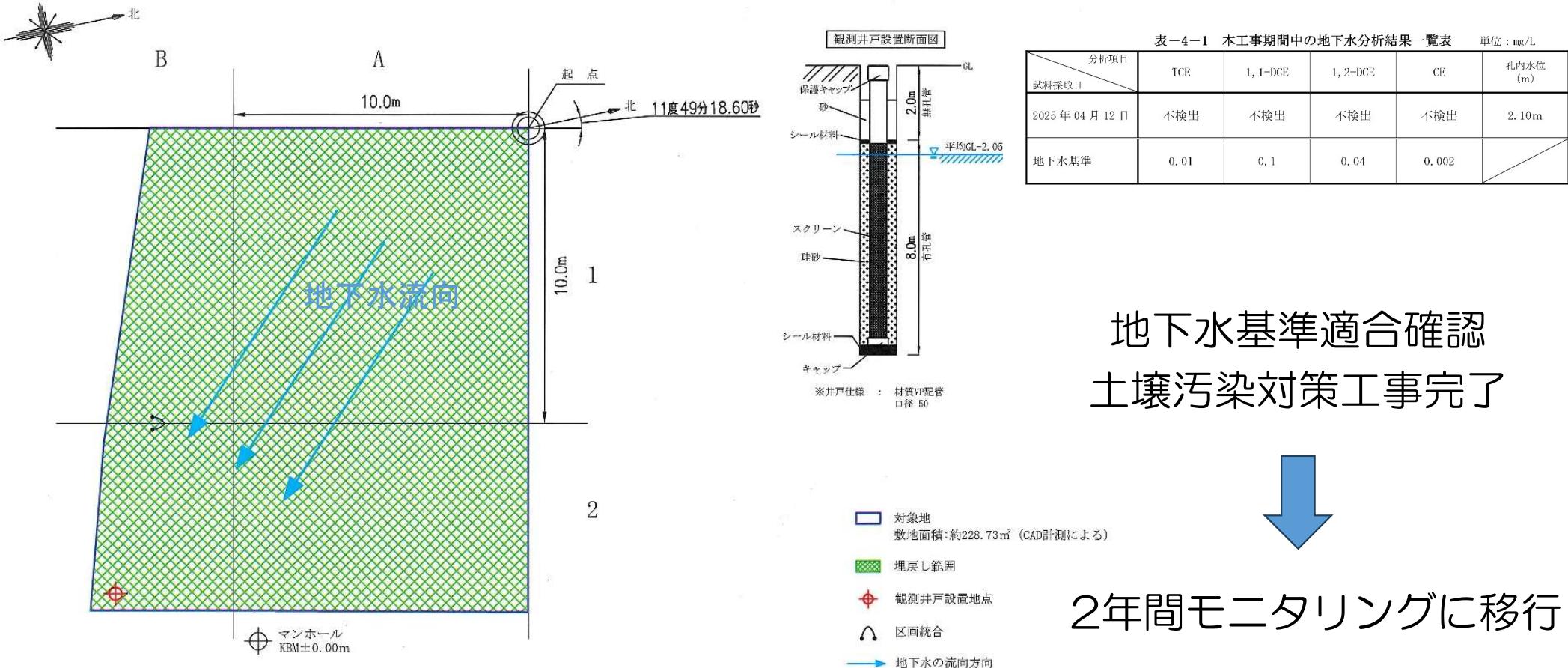


地下水パージ



観測井戸
設置完了

IVモニタリングと対策結果 地下水モニタリング





ご清聴いただきありがとうございました。