

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 東京都土壌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

TATSUNO

- 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
 <p>RNIP (ナノ鉄粉) 粒子径70 nm BET比表面積30 m²/g</p> <p>活性炭 セラケム製 粒度 200メッシュ 通過 80 %以上 BET 比表面積658 m²/g</p>	 <p>ジャーテスタ MisungScientific製 SF6</p>	 <p>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 ガラスビーズ</p>	 <p>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</p>

搬入荷姿



1m³ SUSコンテナ
(700・kg/コンテナ)



200Lドラム缶
(150・kg/ドラム缶)



20Lユニオンコンテナ
(10 kg/コンテナ)

製品荷姿

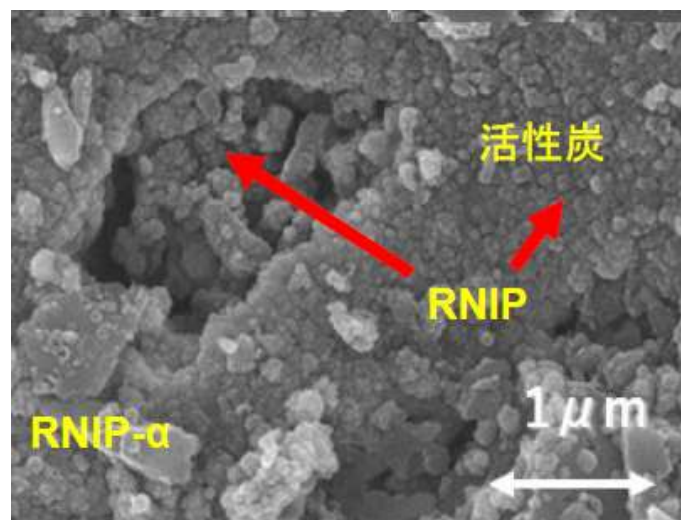
特 長

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。

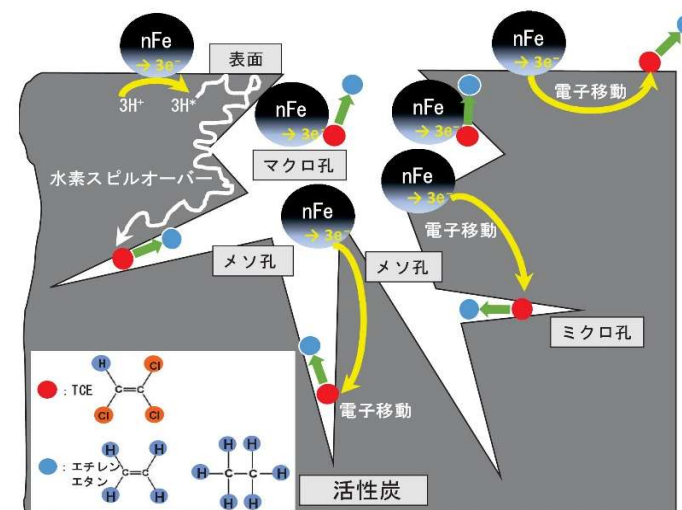
I 技術紹介 RNIP α 還元的脱塩素反応のしくみ



RNIP α スラリー状



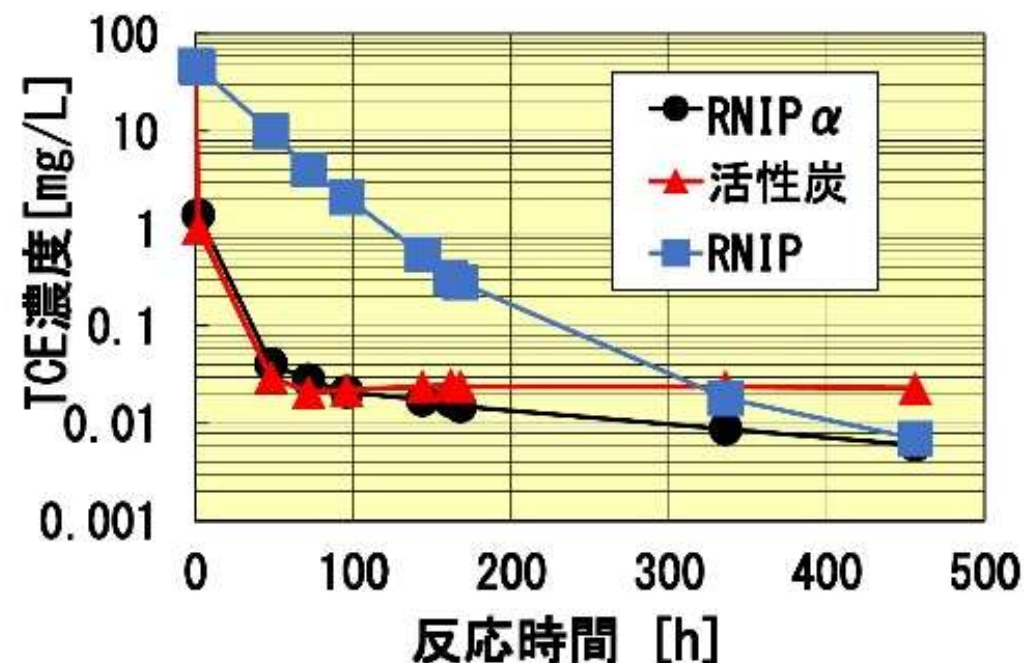
RNIP α 粒子構造



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

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。



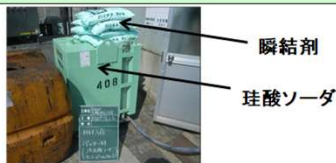
RNIP スラリー



500L希釈ミキサー
所定濃度に希釈



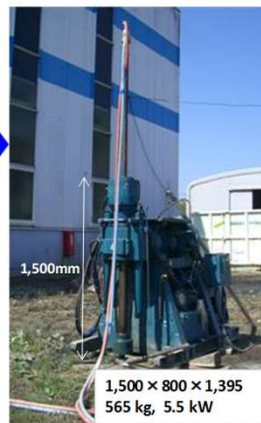
パッカー剤(珪酸ソーダ、瞬結剤)ミキサー
グラウトポンプ



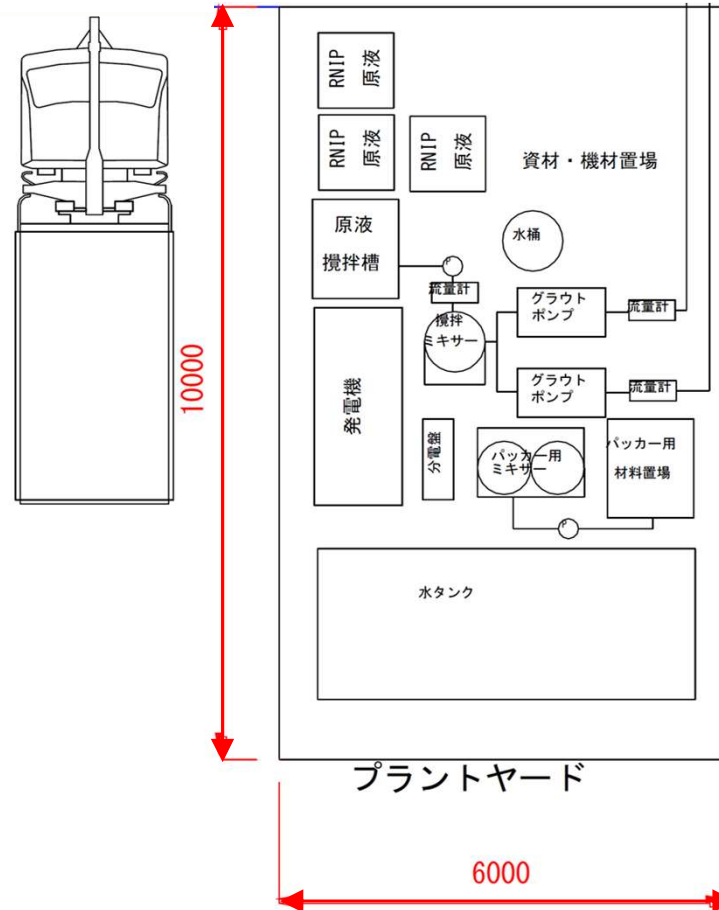
瞬結剤
珪酸ソーダ



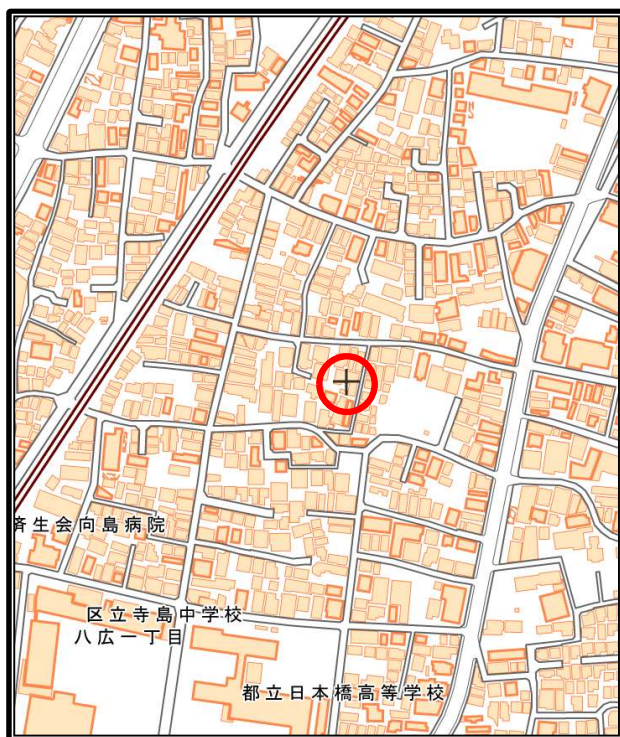
RNIP, パッカー剤
流量計



ボーリングマシン
RNIP, パッカー剤の注入



Ⅱ 適用事例紹介 周辺環境について



出展：国土地理院
○：対象地



出展：GoogieMaps
□：対象地

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



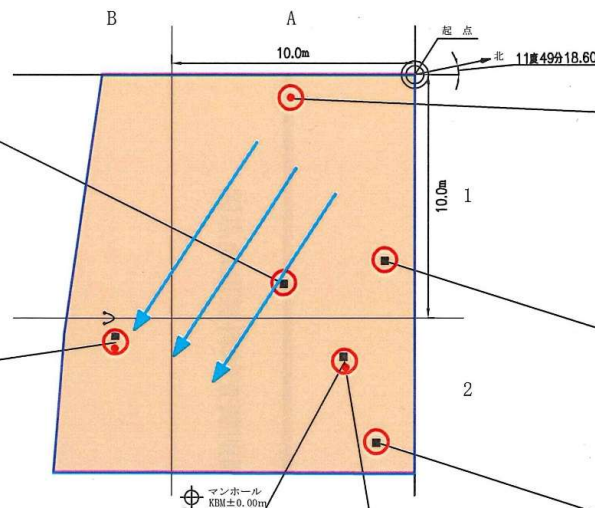
狭隘地



A-1-2 KBM+0.12m	
対象物質	ほう素
採取深度	溶出量 (mg/L)
地表面下表皮	KBM-0.38m 1.1
GL-0.6m	KBM-0.48m 0.3
GL-1.0m	KBM-0.88m <0.1
GL-1.8m	KBM-1.18m <0.1
GL-2.0m	KBM-1.91m <0.2
地下水	0.2

KBM+0.04m	
対象物質	鉛
採取深度	含有量 (mg/kg)
地表面下表皮	KBM-0.41m 410
GL-0.6m	KBM-0.51m 880
GL-1.0m	KBM-0.91m <15
GL-1.8m	KBM-1.18m <15
GL-2.0m	KBM-1.91m 150

		A-2-1		KBM+0.02m	
採取物質	六価クロム		ふっ素	ほう素	鉛
	溶出量 (mg/L)	含有量 (mg/kg)	溶出量 (mg/L)	溶出量 (mg/L)	含有量 (mg/kg)
地表面下表皮	93	1800	0.08	0.9	340
GL-0.5m	48	1500	1.0	1.8	420
GL-1.0m	2.2	110	1.4	1.7	65
GL-1.48m	<0.005	<25	0.23	<0.1	<15
GL-1.98m	<0.005	<25	0.23	<0.1	<15
GL-2.98m	<0.005	<25	0.24	<0.1	<15
地下水	<0.005	-	0.23	0.9	-
基準値	0.05	250	0.8	1	150
第二溶出量基準	1.5	-	24	30	-



		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)	クロロ エチレン (mg/L)
採取深度		0.025	<0.0002	0.0036	<0.0002
地表面下表皮	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

A-1-1 KBM+0.09m	
対象物質	鉛
採取深度	溶出量 (mg/L)
地表面下表皮	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	<0.001
基準値	0.01

A-2-2		KBM+0.02m		
対象物質		六価クロム	ふっ素	ほう素
採取深度		溶出量 (mg/L)	溶出量 (mg/L)	溶出量 (mg/L)
配管下表皮 (0.3-0.5m)	KBM-1.08m	7.4	1.3	2.3
	KBM-1.48m	<0.005	0.22	<0.1
	GL-2.0m	<0.005	0.22	<0.1
	GL-3.0m	<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

- 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
- ※表中の赤字は第二溶出量基準超過を示す。
- 地下水の流向方向

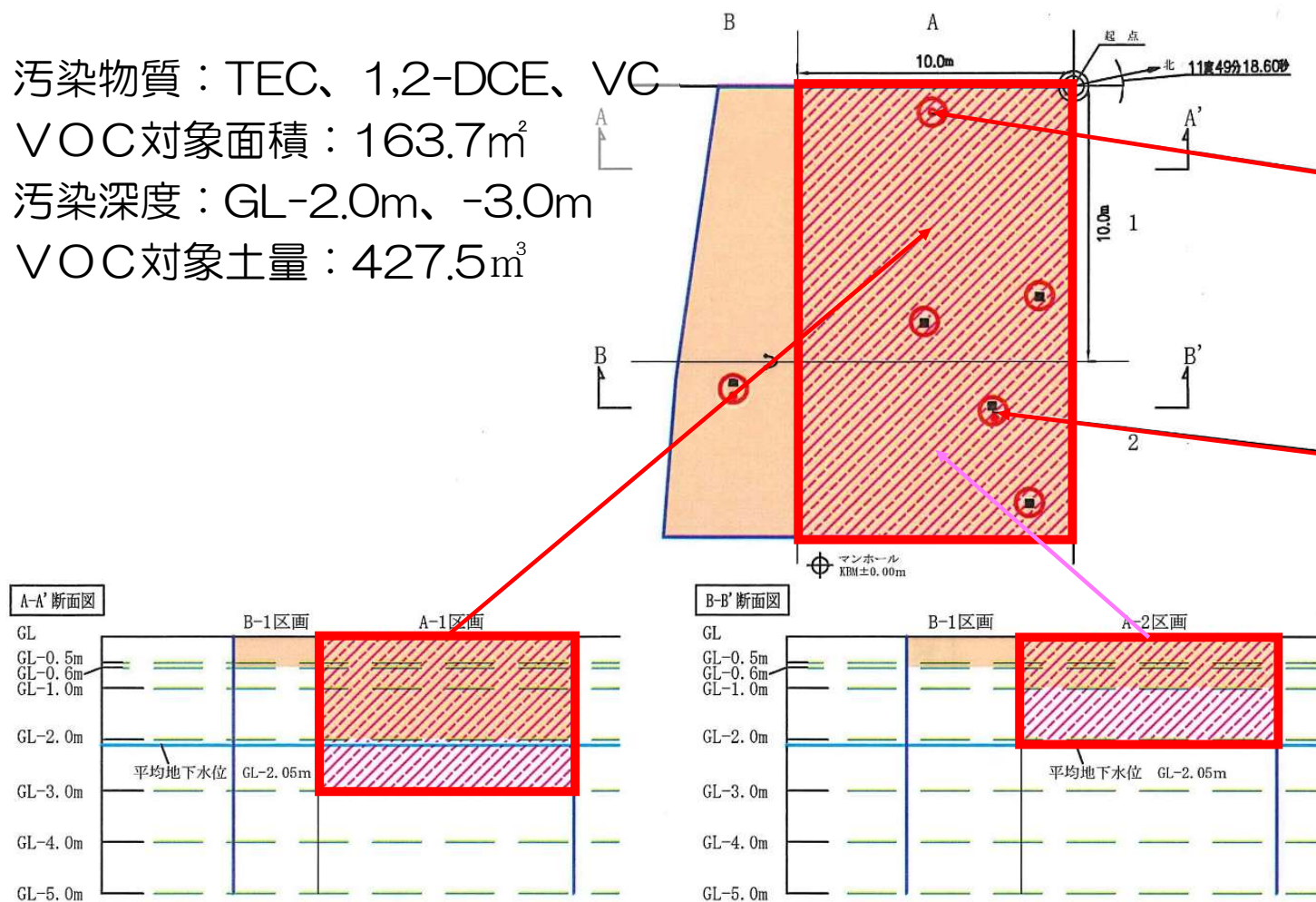
Ⅱ 適用事例紹介 汚染状況について②

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



		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

		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
第二溶出基準		0.1	1.0	0.4	0.02

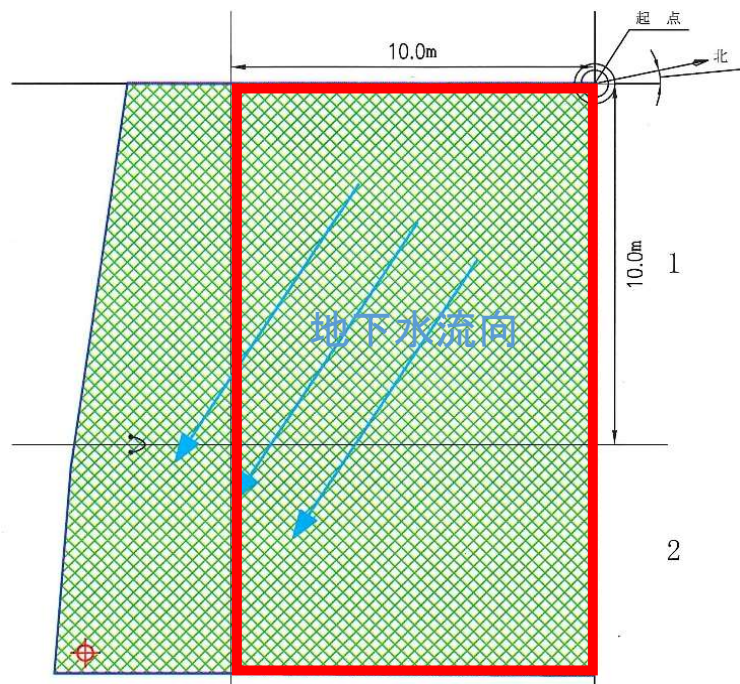
※ GL-3.0m以深は、基準適合

原位
位置
浄化
範囲

原位
位置
浄化
範囲

□…VOC対策範囲

Ⅱ 適用事例紹介 土質と地下水について

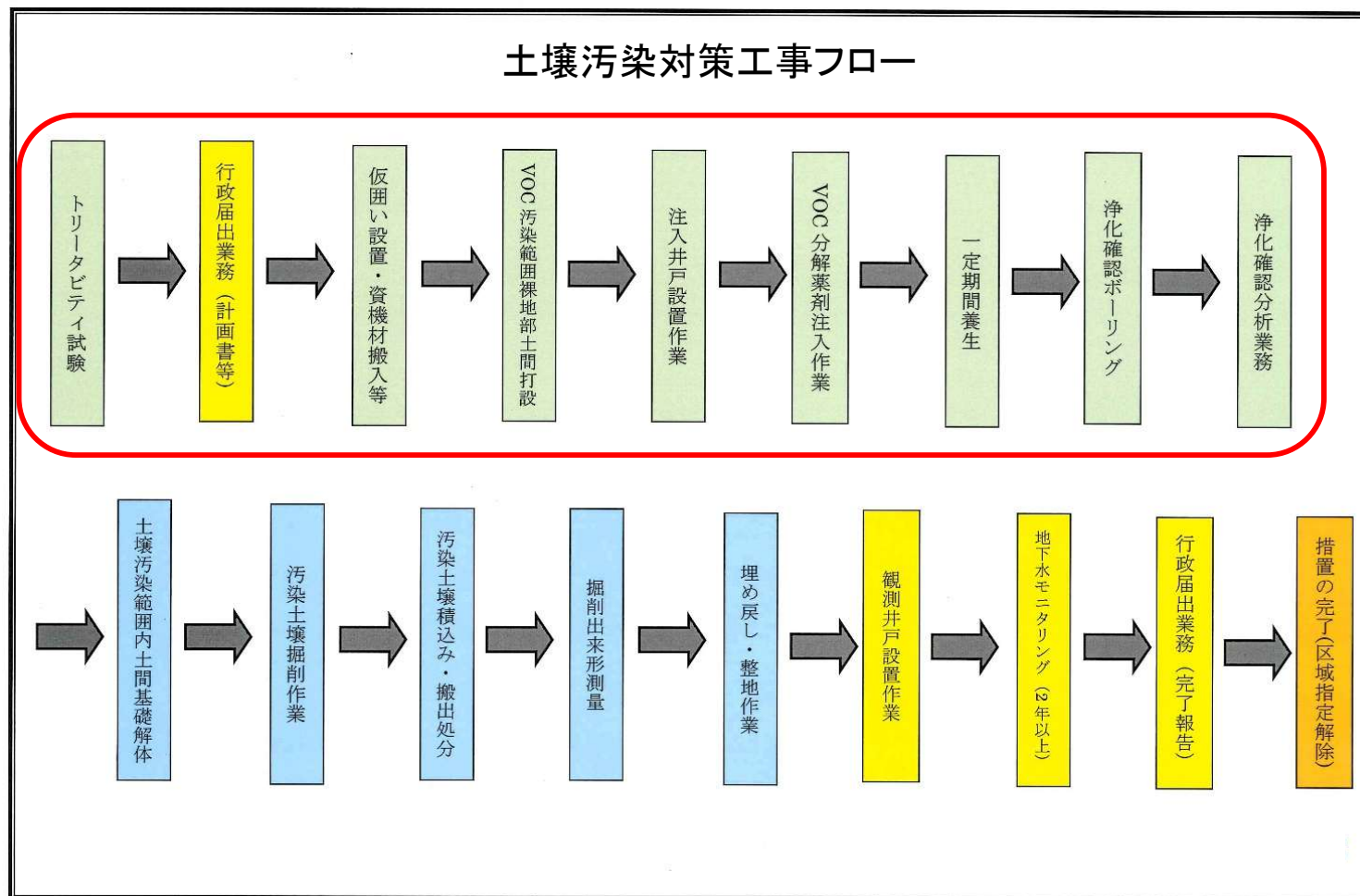


土質：砂混じりシルト

地下水位：GL-2.0m

[illegible]

Ⅲ施工状況 土壌汚染対策フロー



Ⅲ 施工状況 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

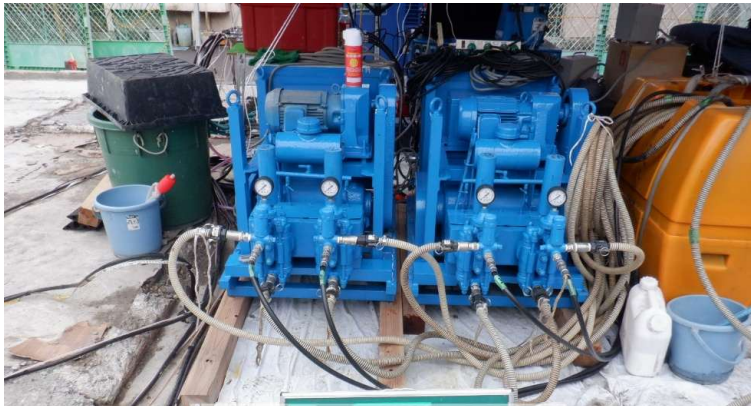
Ⅲ 施工状況 資機材搬入



発電機



流量計



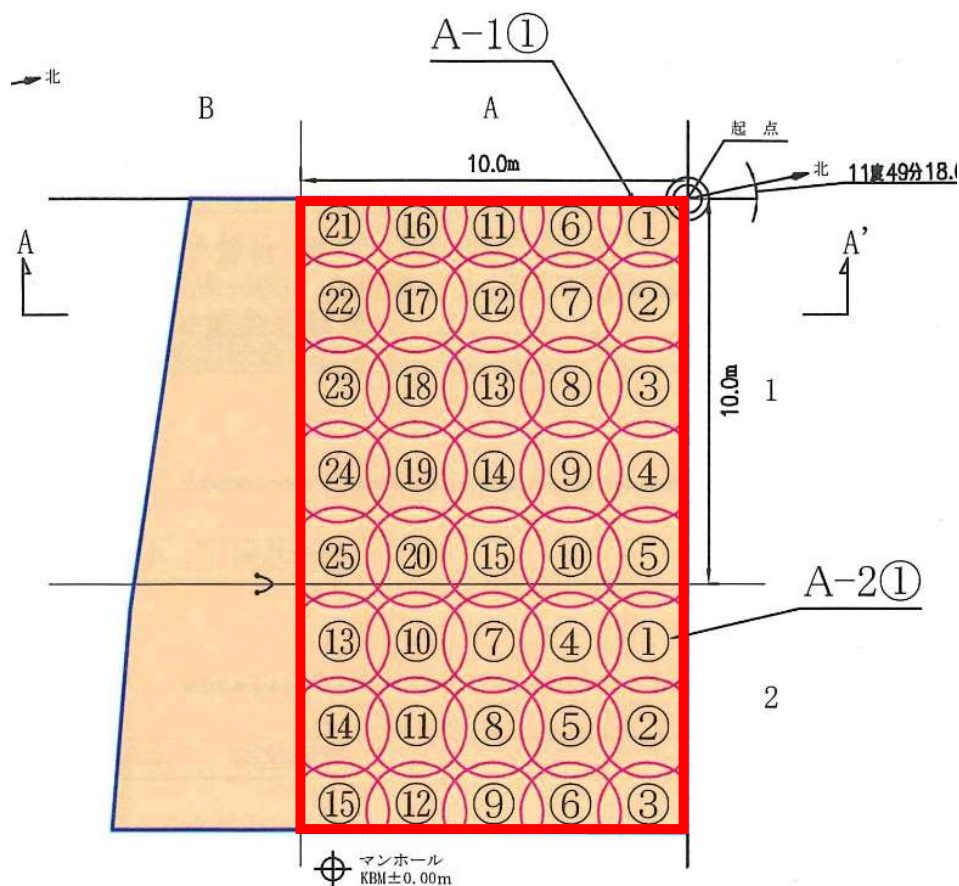
グラウトポンプ



ダブルパッカー

Ⅲ施工状況 注入地点と対象土量

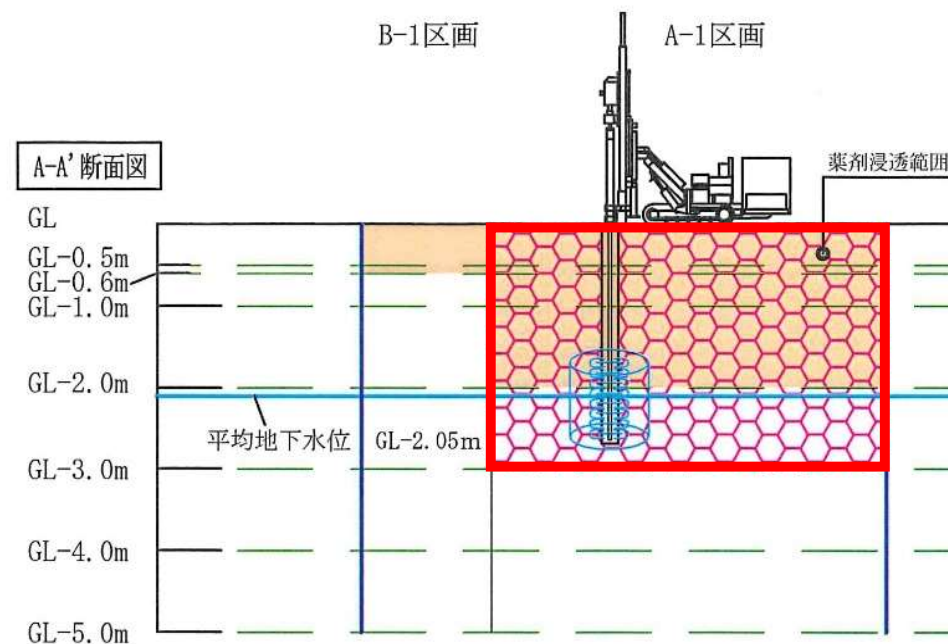
注入地点 40地点



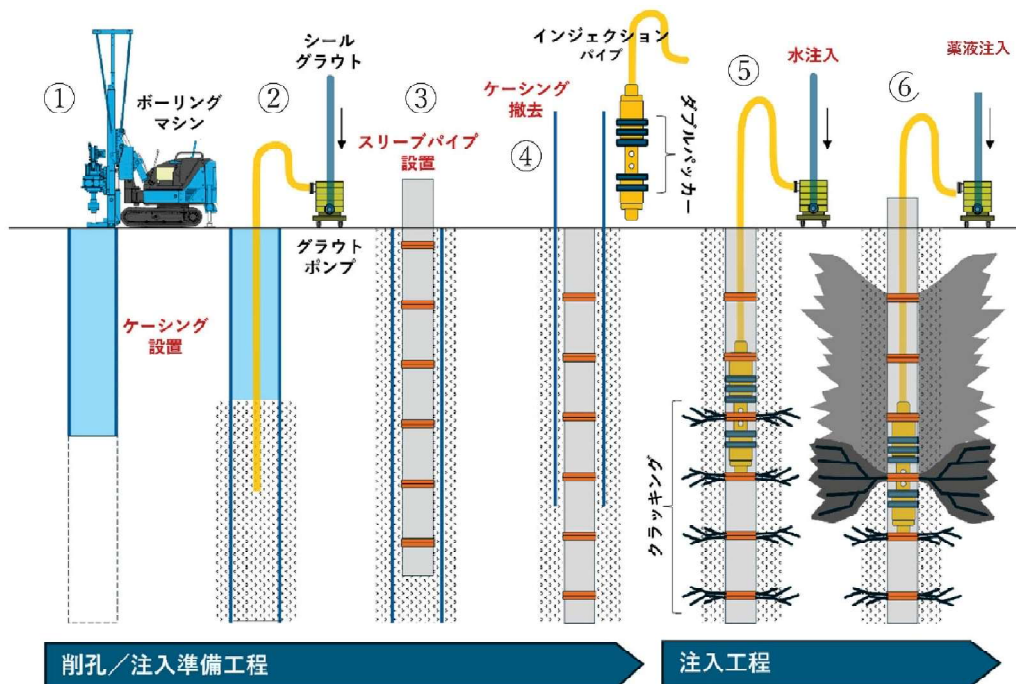
VOC対象面積：163.7m²

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



【施工操作概略】

- ①削孔とケーシングの設置
- ②シールグラウトの注入
- ③スリーブパイプの設置
- ④ケーシングの撤去
- ⑤水注入によるクラッキングの生成
- ⑥薬液の加圧注入



注入孔設置状況



RNIP α 注入状況



スリーブパイプ



ダブルパッカー

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

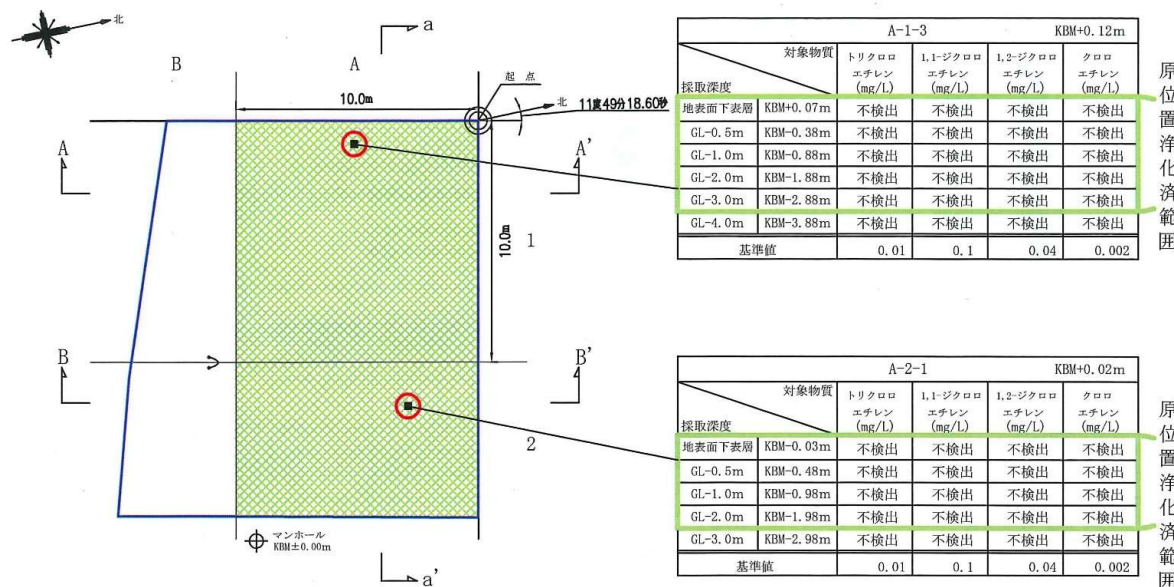


RNIP α 注入全景
A-1区画



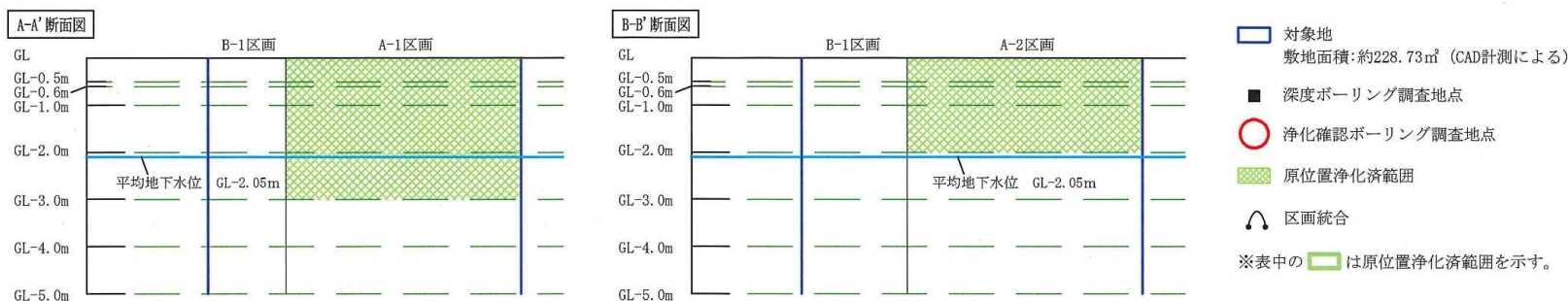
RNIP α 注入全景
A-2区画

IVモニタリングと対策結果 土壌モニタリング



A-1区画
基準適合確認

A-2区画
基準適合確認



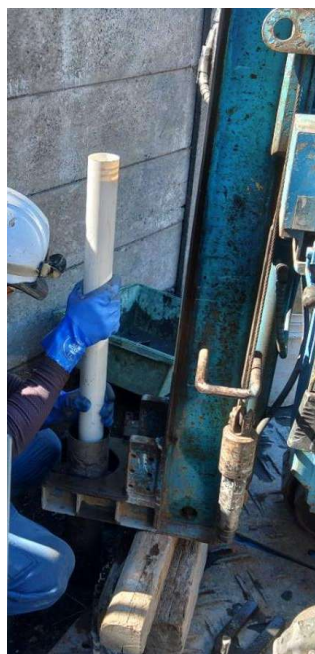
Ⅳモニタリングと対策結果 地下水モニタリング



観測井戸
削孔状況



観測井戸材
PVC50mm



観測井戸材
設置状況



地下水パーシ



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

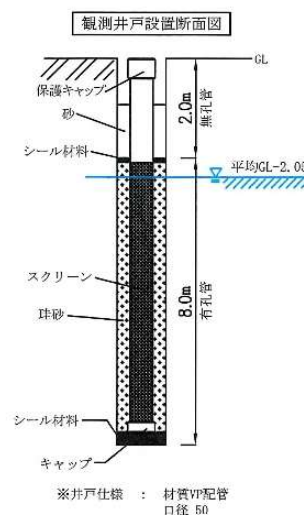
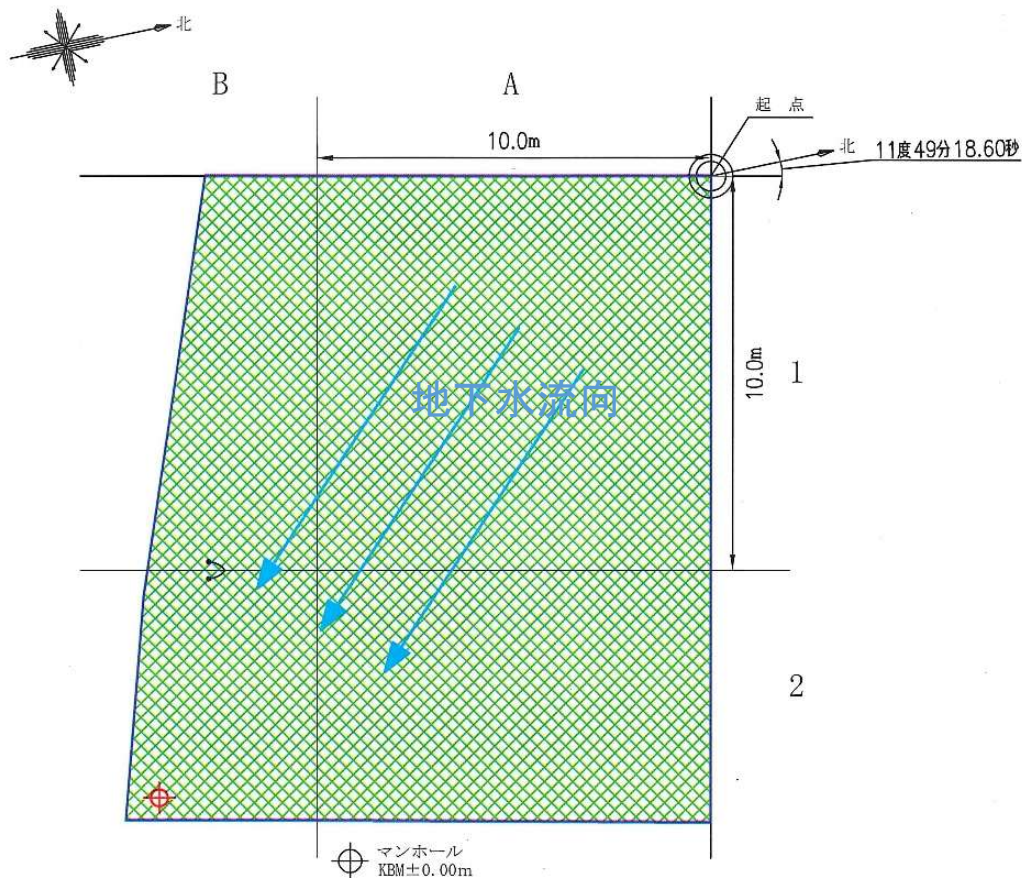


表-4-1 本工事期間中の地下水分析結果一覧表 単位: mg/L

分析項目	TCE	1, 1-DCE	1, 2-DCE	CE	孔内水位 (m)
試料採取日					
2025年04月12日	不検出	不検出	不検出	不検出	2.10m
地下水基準	0.01	0.1	0.04	0.002	

地下水基準適合確認
土壌汚染対策工事完了



2年間モニタリングに移行

- 対象地
敷地面積: 約228.73㎡ (CAD計測による)
- 埋戻し範囲
- + 観測井戸設置地点
- ↶ 区画統合
- 地下水の流向方向

ご清聴いただきありがとうございました。