

対策工事実施までの経緯

高濃度の土壌汚染確認

地下水汚染があり、汚染最大深度は5m、地下水位がやや深く
地下水の上にも土壌汚染がある
掘削除去は環境負荷やコストからみて非現実的
代替工法が求められた

対策工事の実施

アドバイザーが提案した認定技術で工事実施

サイト概要

ドライクリーニングを行っていたクリーニング屋
クリーニング業の廃止に伴い土壌調査実施
現場は狭小地で、隣地建物と近接している
周辺環境は人・車の通りが多い。

土壌汚染調査

アドバイザー制度

アドバイザーの派遣

東京都の認定技術の中からより現実的な工法の提案
工法選定は、環境負荷やコストだけでなく現場条件も加味

対策工事

効果検証

基準値以下を確認

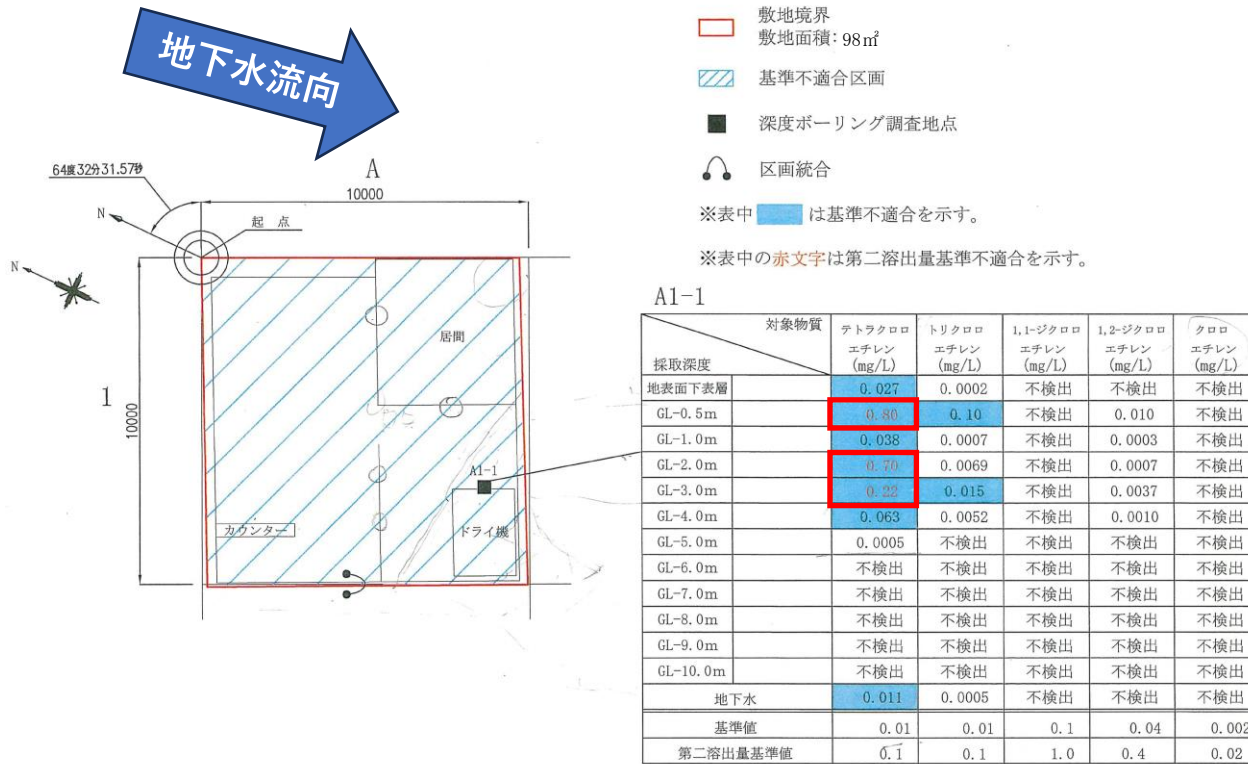
現在は2年間のモニタリングを実施中

課題と対応方針について

	課題	対応方針
1	環境負荷やコストからみて、掘削除去に替わる工法が必要であった。	原位置浄化は汚染深度に限定して集中的な対策を取ることができるため、工事規模も小さく、環境負荷やコストを抑えることが可能となる。
2	地下水より上に汚染があり、粘性土であることから注入工法は不向き。	本工法は攪拌翼で薬剤を混合攪拌するため、地下水より上部の汚染でも対応可能。
3	サイト自体が狭小地だけでなく、前面道路の人や車の通行が多い。また、対策範囲はサイト全域であり、施工状況に応じた資機材のレイアウト変更が必須であった。	本工法での最大車両サイズは掘削機搬入の6tトラック程度ではあるが、敷地の状況に応じて掘削位置を変えることも可能であり、施工段階に応じた柔軟なレイアウト変更が可能である。

対策サイトの汚染状況

テトラクロロエチレンとその分解生成物のトリクロロエチレンによる土壌・地下水汚染を確認
今回支援対象となった区画は地下水汚染拡大防止区域である1区画（98㎡）

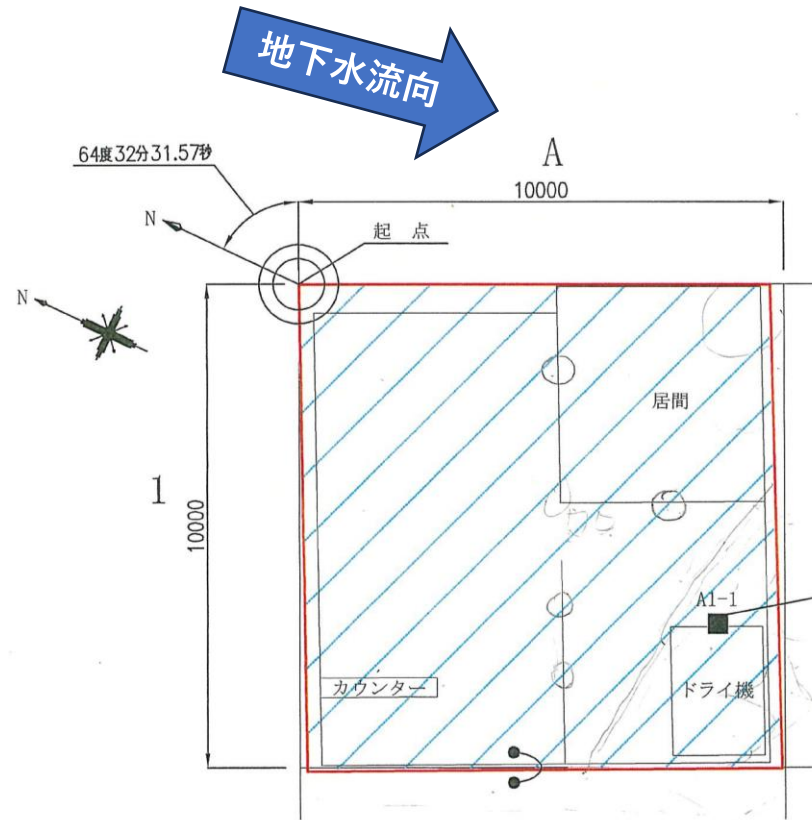


 : 基準不適合（テトラクロロエチレン：0.01mg/L以下）
（トリクロロエチレン：0.01mg/L以下）

 : 第二基準不適合（テトラクロロエチレン：0.1mg/L以下）

対策サイトの地盤状況

標尺	標高	深度	現場土質名(模様)	現場土質名	地盤材料の工学的分類	色調	相対密度	相対稠度	地質時代名	記事	孔内水位/測定月日
(m)	(m)	(m)									
1				表土		暗茶褐					
2											
3	44.03	2.60		腐植物混じりシルト		黒茶褐				▽地下水位 GL-4.1m	
4	43.03	3.60				黒茶褐					
5	41.78	4.85		砂質シルト		茶褐					
6				粘土質礫		茶褐灰					
7	39.73	6.90									
8											
9											
10											
11				粘土質礫		茶褐灰					
12											



○成層状況

埋土（粘性土）→シルト→粘土質礫

○不飽和層

埋土（粘性土）、シルト

○飽和層

シルト（GL-4.1m以深）

粘土質礫

○地下水流向：南方向

対策サイトの周辺状況



用途地域：第一種住居地域

周辺環境：住宅、中規模の集合住宅、学校など様々な用途の建物が密集している。人通りが多く、車両も多い。河川脇に遊歩道がある。

道路状況：大型規制等がある道路が点在する。
前面道路はバス通りかつスクールゾーンの道路である。

前面道路：道路幅員6.5m（歩道除く）

隣接建物：2面（前面道路および私道以外）

建物離隔：80cm程度（最小部分）

環境音：約45～66dB（平日日中）



採用した認定技術の概要

技術番号11：Smart Cap™工法（原位置鉄粉処理）（原位置浄化）

対象物質：クロロエチレン、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、1,3-ジクロロプロペン、ジクロロメタン、テトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエチレン、トリクロロエチレン、

Smart Cap™ 工法

従前浄化工法

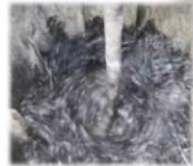
原位置
鉄粉処理



+

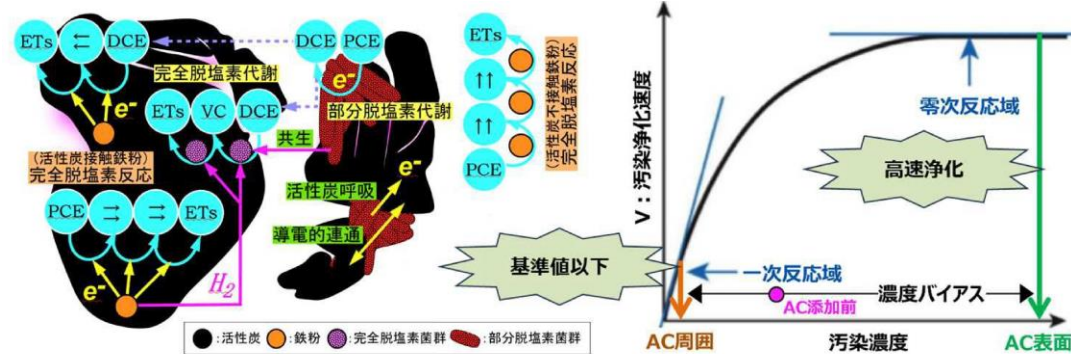


GRAC™
(専用活性炭)



土壌へのCO₂貯留量（輸入炭ベース）
1.9 kg CO₂-eq/kg AC

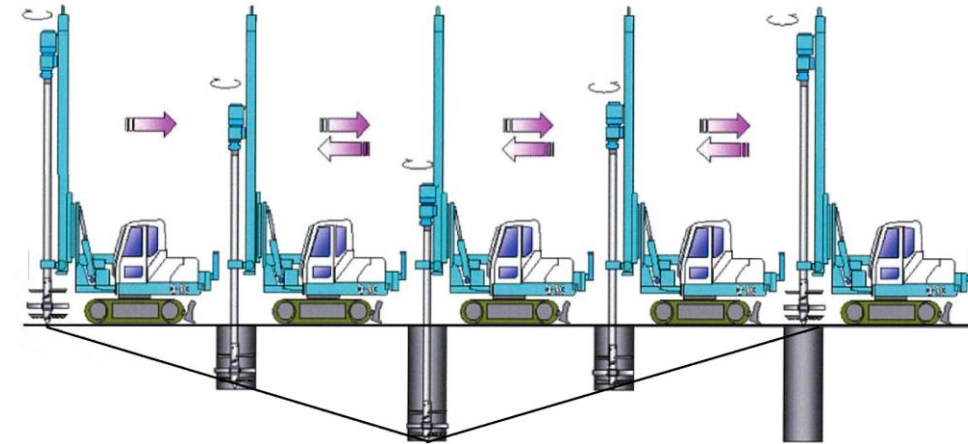
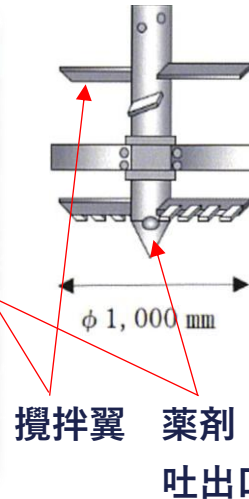
特許6750865号、他3特許の通常実施権設定下において実施



【柱状改良施工】

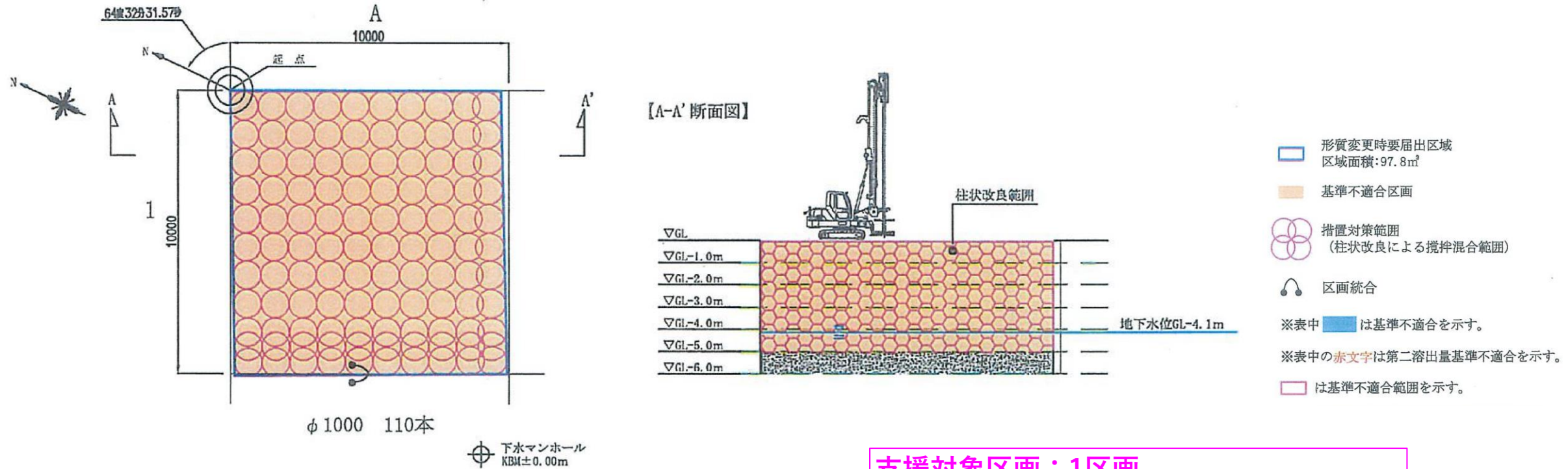
攪拌翼を所定の深度まで下ろし、復路にて攪拌翼を回転させながら、鉄粉処理薬剤（活性炭含む）を吐出し、汚染地層に混練する。

固結無き粒子構成であれば、飽和/不飽和を問わず実施可能。



対策範囲と工事計画

対策工事全体としては、1区画の原位置浄化を実施している。GL-5mまで鉄粉攪拌処理を実施し汚染対策を実施。
対策工事完了まで約2か月（2025年4月～2025年5月）汚染区画の解除が最短でなされるのは2027年6月頃。



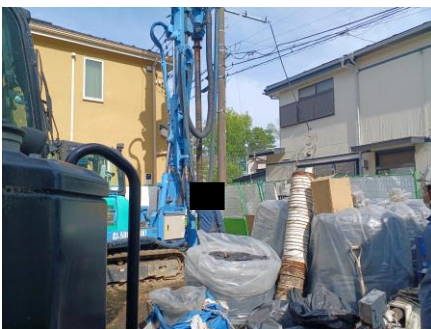
支援対象区画：1区画

対象土量：約490m³（GL-0～5.00m）

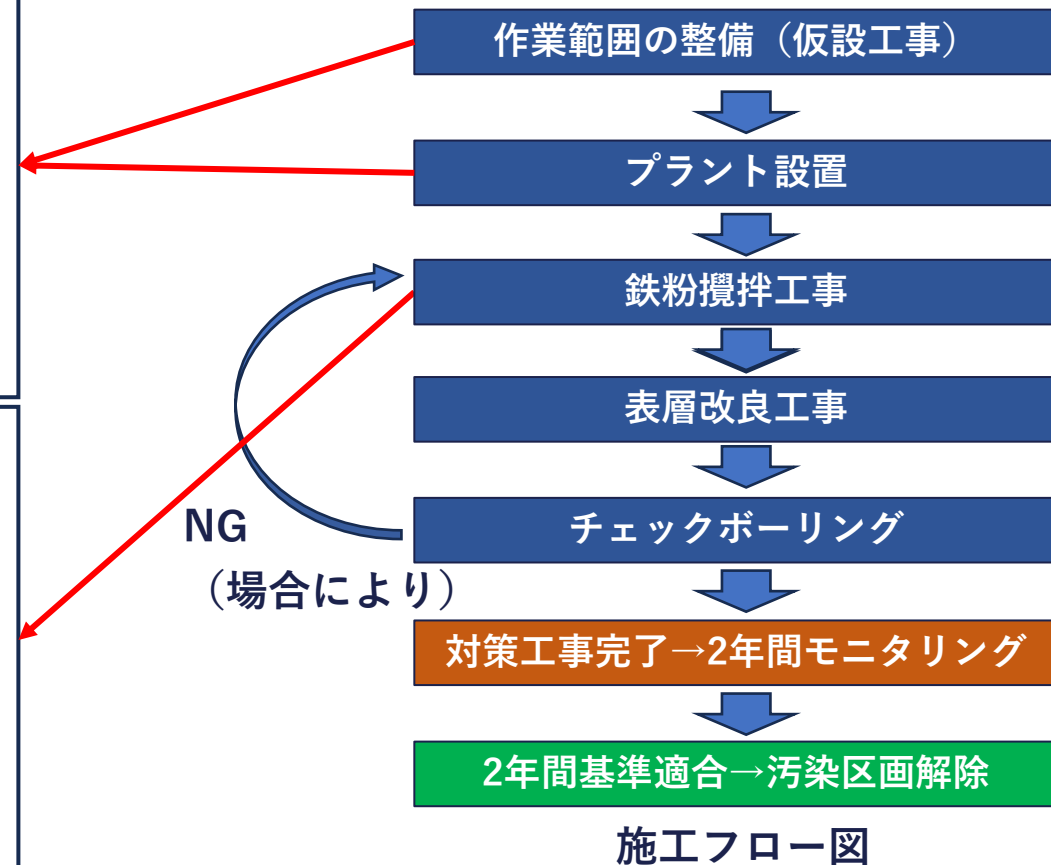
施工状況写真と施工フロー



位置出し測量、とプラント設置(ミニクレーン使用)
プラントは3m×9m程度で設置範囲としては最小に近い



鉄粉攪拌工事(柱状噴射式攪拌混合機)
今回サイト：GL-5.0m



鉄粉攪拌工事：鉄の粉体を混ぜ合わせた液体と活性炭とを土と混ぜ合わせ、有害物質を分解する方法。

チェックボーリング：土を採取し土壌分析を行い、土壌汚染の有無を確認するボーリング。

施工状況写真と施工フロー



表層改良工事(バックホウ使用)

鉄粉攪拌は多量の水を土に入れることになるため地面がドロドロになる。そのため、石灰等を混ぜて表層を締め固める。

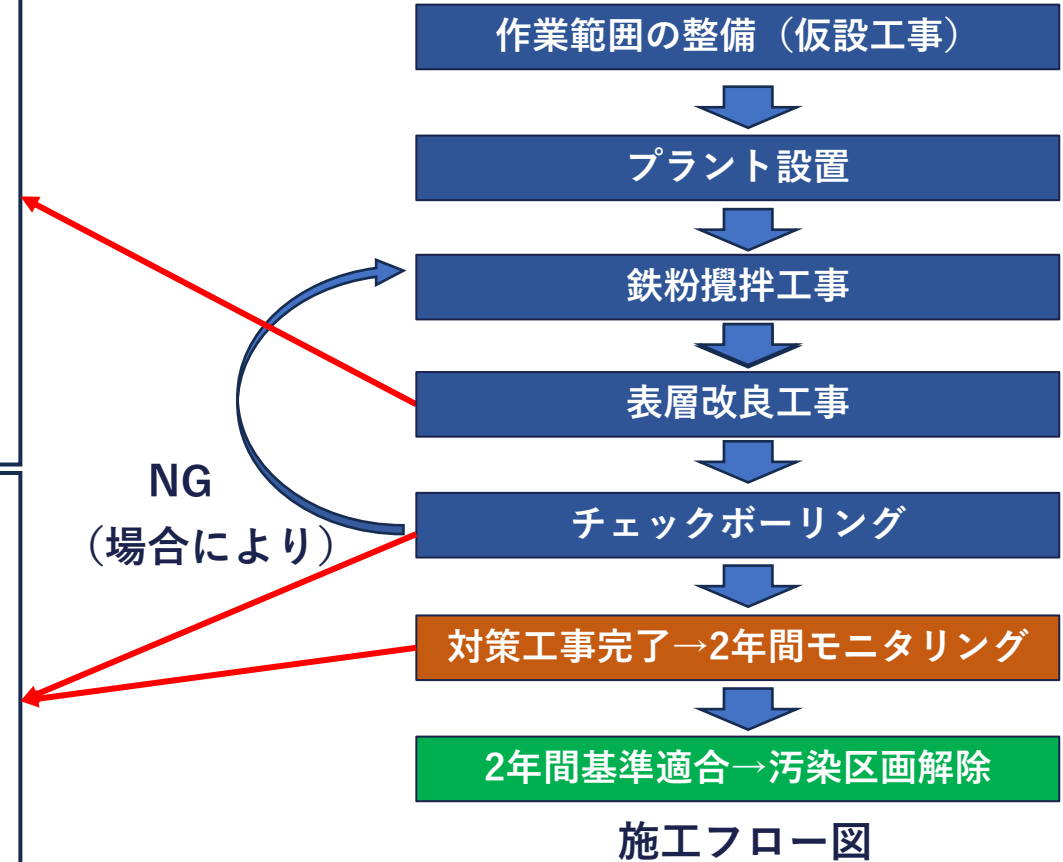


観測井戸設置

チェックボーリング

モニタリング

工事後にモニタリング用井戸設置とチェックボーリングを行う。



鉄粉攪拌工事：鉄の粉体を混ぜ合わせた液体と活性炭と土を混ぜ合わせ、有害物質を分解する方法。

チェックボーリング：土を採取し土壌分析を行い、土壌汚染の有無を確認するボーリング。

対策結果（チェックボーリング結果）

※基準値は、土壤汚染対策法に基づく基準を示したものです。

項目名			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	クロロエチレン
単位			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
基準値			0.1	0.04	0.01	0.01	0.002
定量下限値			0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
採取日	試料番号	試料名	-	-	-	-	-
5/15	2501105	A1-1 表層	不検出	不検出	0.0006	不検出	不検出
5/15	2501106	A1-1 GL-0.5m	不検出	不検出	0.0003	不検出	不検出
5/15	2501107	A1-1 GL-1.0m	不検出	不検出	0.0003	不検出	不検出
5/15	2501108	A1-1 GL-2.0m	不検出	不検出	0.0013	不検出	不検出
5/15	2501109	A1-1 GL-3.0m	不検出	不検出	0.0014	不検出	不検出
5/15	2501110	A1-1 GL-4.0m	不検出	不検出	0.0008	不検出	不検出
5/15	2501111	A1-1 GL-5.0m	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
5/15	2501112	A1-1 地下水	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出

工事完了後のチェックボーリング結果は対象となる特定有害物質全てが基準適合という結果になった。

現在2年間のモニタリング中

効果検証

工法	掘削除去	原位置浄化（今回工法）	掘削除去との比較
対策土量	490m ³ （約880トン※1） GL-0m～5m	490m ³ （約880トン※1） GL-0m～5m	表層から対策が必要となるため 対策土量に変更はなかった。
工事期間	5か月程度 ※狭小地かつ掘削深度も深いため 分割して工事する必要あり	<u>4か月程度</u>	汚染深度が深いかつ敷地が狭いと掘削 除去より工期は短くなる。（▼20％）
工事費用（概算）	6200万円（12.6万/m ³ ） ・狭小地のため仮設工事費が高額	<u>3200万円（6.5万/m³）</u>	<u>1m³あたりのコストを 抑えることが可能。</u> （▼49％）
環境負荷 （工事車両台数）	4tダンプ392台 （土壌搬出・搬入用）※2 人通りが多く車両も多い 狭小地で大型車も不可	<u>4tトラック10台</u> <u>（プラント設置・撤去・薬剤搬入用）</u> <u>プラント設置完了後は車両搬入がほぼない</u>	土の運搬がないため <u>車両台数を大きく抑えることが可能。</u> （▼97％）
環境負荷 （CO2排出量）※3	14.7トン/件	<u>0.38トン/件</u>	<u>単純に車両台数だけ見てもCO2排出量 を大きく抑えることが可能（▼97％）</u>

※1：1.8トン/m³として計算

※2：4tダンプ1台あたり2.5m³として計算（土壌搬出92台、土壌搬入92台）

※3：1トンの物を1キロ運搬＝トラックの場合208gのCO2排出量（国土交通省HP：モーダルシフトとは）

運搬距離を40kmとして設定⇒1台あたり約37.5kgのCO2排出量

汚染深度が5mと深く、対策範囲も狭小地である敷地全体であるため、汚染土壌の掘削や搬出入に伴う車両の出入りが困難であった。
そのため、**掘削除去工法は現実的な対策工事とはなりえず**、地下水が深く、土質も粘性土であるため、**注入による原位置浄化も難しい**。
このような現場条件でも施工ができる本工法を使用することで、結果的に、コストや環境負荷にかなった施工となった。

この工法をあなたの土地で採用するにあたって

採用の条件確認

・汚染の状態

- ①対象物質がマッチしているか？（P5記載）
- ②濃度が10mg/L以上ではないか？
（テトラクロロエチレンだと基準値の1000倍に相当）

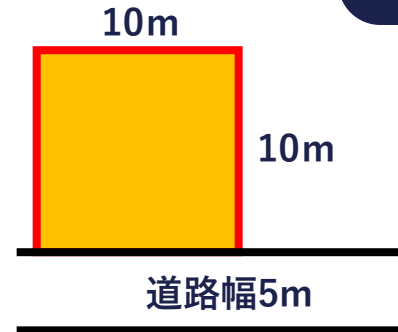
・地盤の状態

- ①地下水位はどのくらいの高さか？
（基本的に地下水より上でも施工可能だが送水量が異なる）
- ②主な土質は砂か粘土か？硬いか軟らかいか？
（物理的に攪拌するので、硬い地盤だと施工が難しい）
- ③土中のpHはどれくらいか？（極端に酸性やアルカリ性に傾いていると分解に時間がかかる場合あり）

・土地の状態

- ①プラント設置スペースはあるか？（3×9m ※27㎡程度）
- ②前面道路の広さや制限はどうか？（特に工事期間に影響）
- ③隣地建物までの離隔はどうか？（近すぎると場合によっては沈下等の影響有無の確認が必要となる）

工事のイメージ例



敷地面積：100㎡（10m×10m）

前面道路：幅5m（4tトラックは乗入可能）

地下水位：2m

現場状況：更地（建物解体後）

現場条件	汚染深度0m～4mの場合	汚染深度3m～7mの場合
対策土量	400㎡	400㎡
他工法との併用有無	表層改良工事を併用	表層改良工事を併用
汚染状態	基準値の数十倍程度 地下水汚染あり	基準値の数十倍程度 地下水汚染あり
工事期間	4か月程度	4か月程度
費用 （本工法）	2400万～3200万（6～8万/㎡）	2400万～3200万（6～8万/㎡）
費用 （掘削除去）	3200万～4000万（8～10万/㎡） 対策土量：400㎡	7000万～8400万（10～12万/㎡） 対策土量：700㎡

Smart Cap™工法は他の工法と比べ、薬剤を土壌に注入しながら物理的に攪拌するので、粘性土地盤や地下水より上の汚染でも施工可能な工法であり、原位置浄化でも現場条件の適応性が比較的高い工法である。