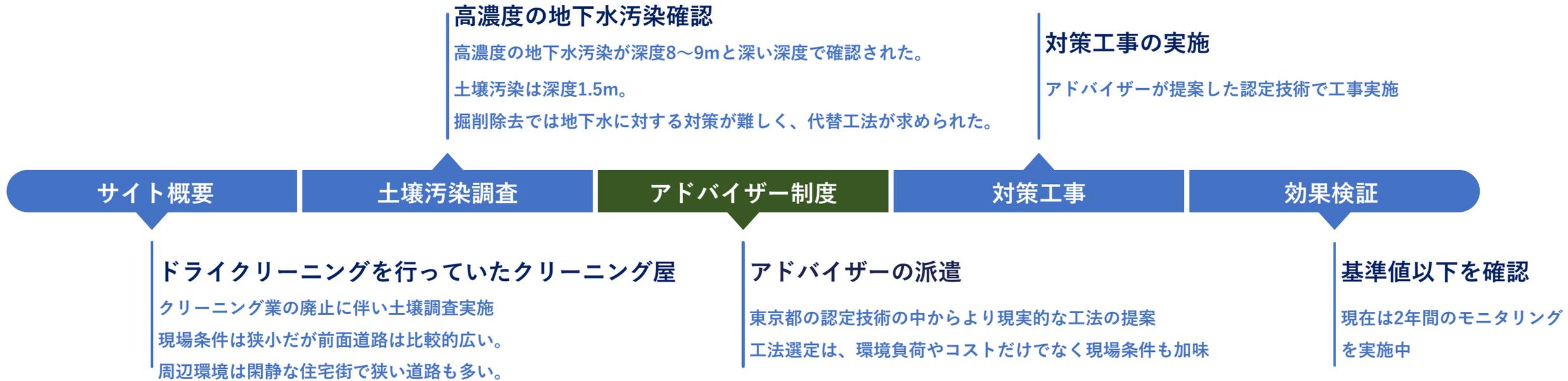


対策工事実施までの経緯



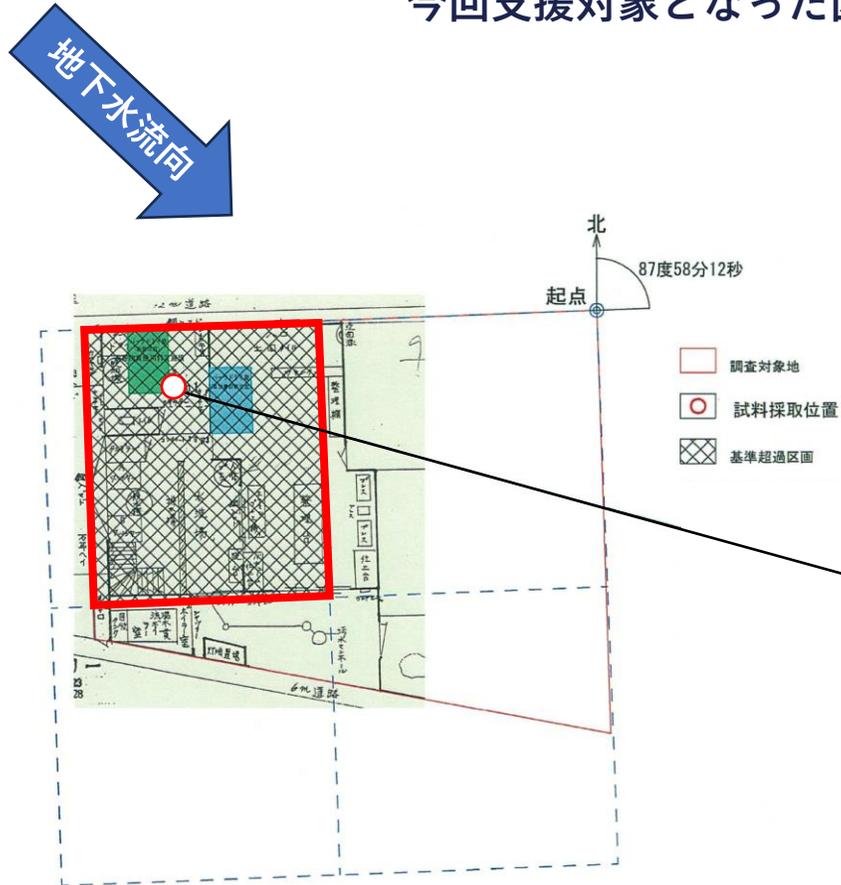
課題と対応方針について

	課題	対応方針
1	土壌汚染はGL-1.5mであるが、地下水汚染がGL-8~9m付近かつ高濃度で確認された。 土壌汚染と地下水汚染の深度が離れており、土壌汚染を対象としたGL-1.5mまでの掘削除去では地下水に対する対策を行うことはできない。	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と、深い深度に位置している地下水に対しても対策を行うことができる。
2	汚染が確認された地下水は宙水（溜まり水のようなもの）であり、季節によっては存在しない事もあるような水であるため、対策が困難である。	地下水の詳細調査を行い、地下水の分布状況を特定したうえで浄化工事を実施した。

対策サイトの汚染状況

テトラ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相当である1区画（約85㎡）



調査対象物質	テトラクロロエチレン	トリクロロエチレン	1,1-ジクロロエチレン	1,2-ジクロロエチレン	クロロエチレン
試料採取区画 A1 (試料名: No.1)	溶出量 単位: mg/l				
GL m	T.P. m				
表層	66.90~ 66.85	0.024	不検出	不検出	不検出
-0.5m	66.40	0.025	不検出	不検出	不検出
-1.0m	65.90	0.033	不検出	不検出	不検出
-1.5m	65.40	0.0015	不検出	不検出	不検出
-2.0m	64.90	0.0007	不検出	不検出	不検出
-3.0m	63.90	0.0007	不検出	不検出	不検出
-4.0m	62.90	不検出	不検出	不検出	不検出
-5.0m	61.90	0.0003	不検出	不検出	不検出
-6.0m	60.90	不検出	不検出	不検出	不検出
-7.0m	59.90	0.0006	不検出	不検出	不検出
-8.0m	58.90	0.0022	不検出	不検出	不検出
-9.0m	57.90	0.0005	不検出	不検出	不検出
-10.0m	56.90	0.0005	不検出	不検出	不検出
地下水		0.26	0.0005	0.0012	不検出
定量下限値		0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
基準値		0.01 以下	0.01 以下	0.1 以下	0.04 以下
第2溶出量基準		0.1 以下	0.1 以下	1 以下	0.4 以下

※ 不検出とは定量下限値未満を示す。
太字は基準値超過を示す。網掛け■は基準不適合土壌の範囲（深度）を示す。



対策サイトの周辺状況



用途地域：第一種住宅地域、第一種住居専用地域

周辺環境：住宅、中規模の集合住宅、小規模店舗、学校等の建物が密集している。

学校が近く、学生の通りも多い。

道路状況：一方通行、時間帯規制、大型規制等がある道路が点在する。

2面道路に接しているが、1面は植栽がある

前面道路：道路幅員5.0m

隣接建物：2面

建物離隔：60cm程度（最小部分）

環境音：約46.0dB



採用した認定技術の概要

技術番号7：化学酸化剤を用いた原位置浄化と活性炭を用いた透過性地下水浄化壁のハイブリッド工法（原位置浄化）

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

	化学酸化剤の注入による原位置浄化	コロイド状活性炭の注入による透過性浄化壁の設置
対策目標	第二溶出量基準未滿	第二地下水基準未滿
使用薬剤	Cフェントン《特許第4700083号》 もしくは過硫酸ソーダ	コロイド状活性炭【PlumeStop™】
注入地点・範囲（想定）	第二溶出量基準超過土壤	下流側敷地境界
注入方法	注入井戸を用いた多地点同時注入 （※図-1,写真-1 参照）	特定深度注入プローブを用いた注入 （※図-2 参照）
本工法の採用理由	<p>対象物質がVOCsのエチレン系であることから、弊社での知見・実績により、化学酸化剤を用いた原位置浄化が適用可能と判断する。また、第二溶出量基準を超過している土壤はシルト系の粘性地盤（透水性や透気性が低い、汚染物質の吸着効果が高い）であるため、注入井戸を高密度かつ同時に注入することにより、効果的に化学酸化剤を浸透することができる多地点同時注入工法を採用する。</p>	<p>VOCsによる地下水汚染の拡散防止対策として、コロイド状活性炭【PlumeStop™】を敷地境界に注入し、透過性地下水浄化壁を設置する工法を提案する。本工法は、コロイド状の活性炭を地中に拡散させ、素早く有害物質（VOCs）を吸着するとともに、土着の有害物質分解微生物の活性・分解を高める技術を用いている。</p> <p>なお、【PlumeStop™】による効果は、半永久的となる。</p>



PlumeStop™
LIQUID ACTIVATED CARBON™

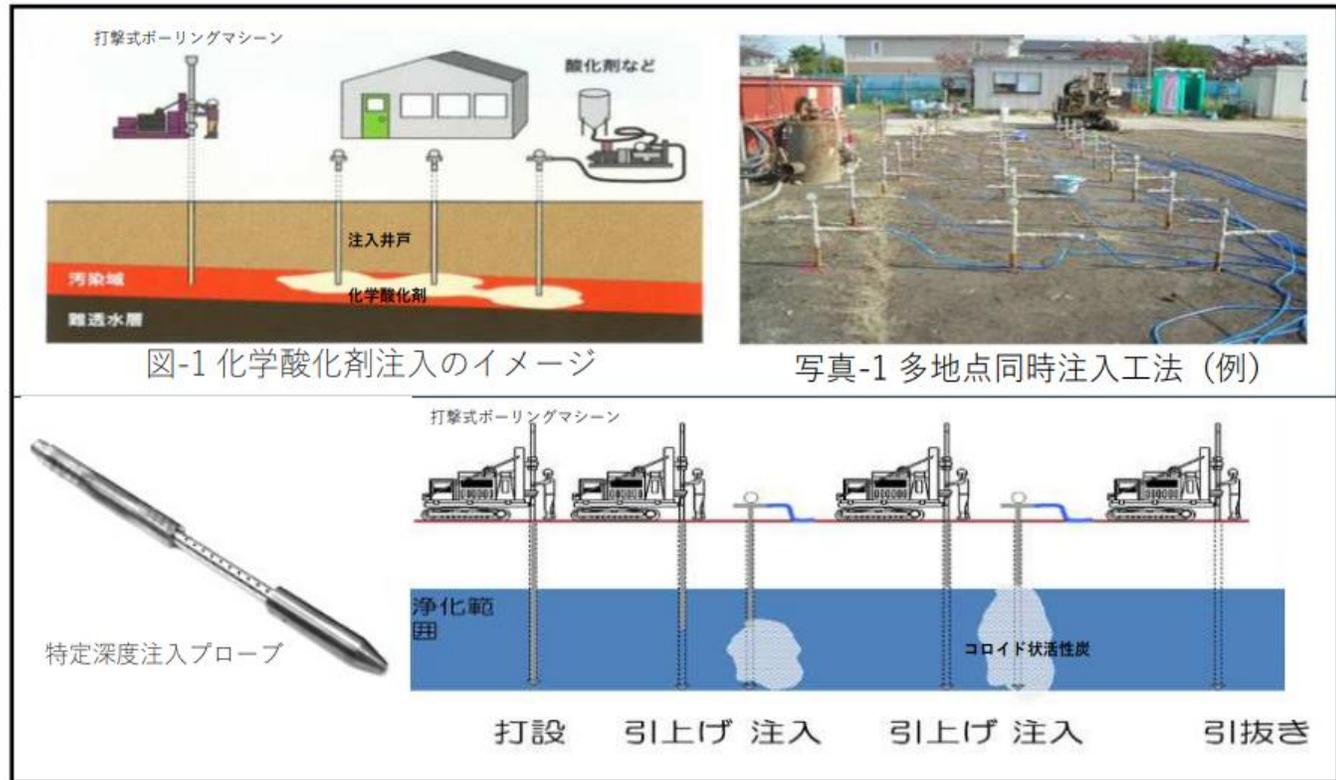


図-1 化学酸化剤注入のイメージ

写真-1 多地点同時注入工法（例）

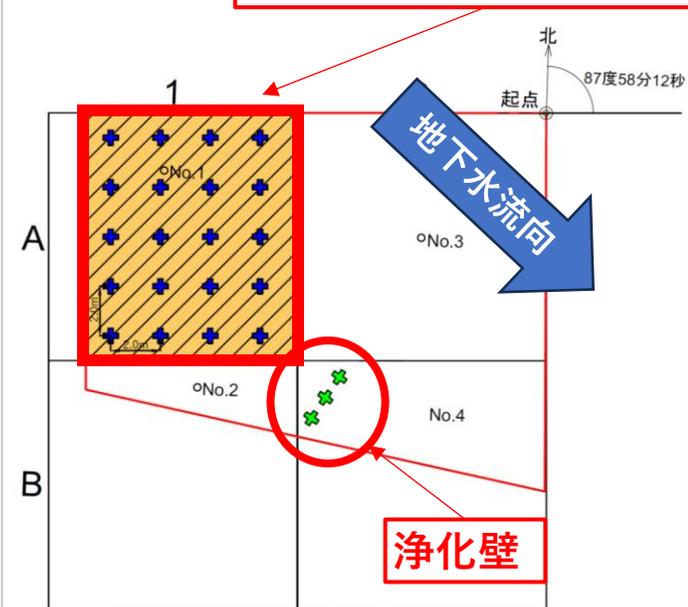
図-2 コロイド状活性炭注入【PlumeStop™】のイメージ

対策範囲と工事計画

GL-1.5mまでの浅い土壌部分は、重機による薬剤の混合攪拌、GL-8~9m以深の地下水は、注入井戸による薬剤注入工法にて汚染対策を実施。あわせて地下水下流側に活性炭を主原料とした浄化壁（Plume Stop）を設置し、地下水の拡散防止。対策工事完了まで約4か月（2025年1月～2025年4月）汚染区画の解除が最短でなされるのは2027年5月頃

【施工平面図】

混合攪拌および薬剤注入

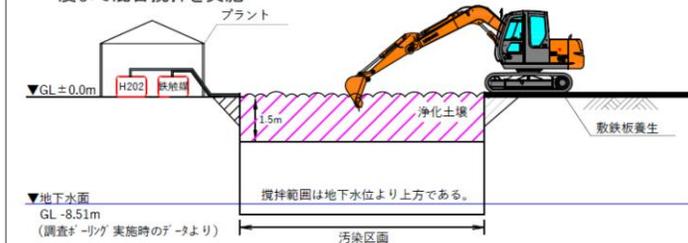


- (凡例)
- 10m格子
 - 敷地境界
 - 土壌溶出量基準不適合
 - 地下水基準不適合
 - 既往調査地点
 - ⊕ フェントンを反応剤注入地点 (20地点)
 - ⊕ Plume Stop注入地点 (3地点)

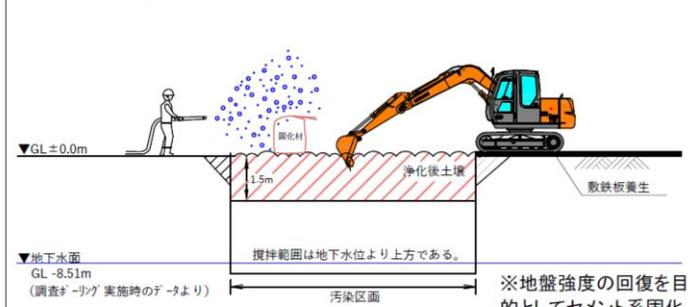
【施工概略】

手順① 薬剤散布および重機(バックホウ)を用いて混合攪拌

※薬剤を散布しながら、バックホウを用いて所定深度まで混合攪拌を実施



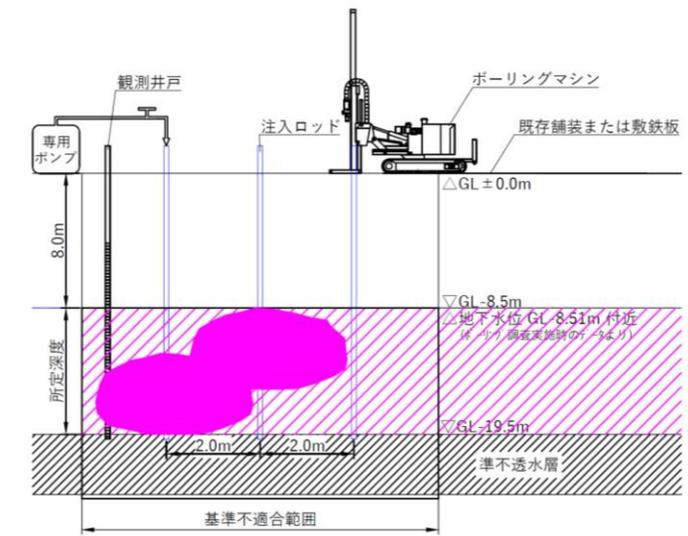
手順② 地盤改良



※地盤強度の回復を目的としてセメント系固化材等を用いて地盤改良を実施

【断面図】

- ① ボーリングマシンを用いて目的深度に注入井戸を設置する。
- ② 専用ポンプを用いて継続的にフェントン反応剤を注入し、対象範囲に浸透させる。
- ③ 所定の薬剤量を注入したら注入ロッドを引き上げ、注入を繰り返す。



施工状況写真と施工フロー



作業範囲の整備（資材搬入）

設置範囲は10m×10m程度（敷地が狭い場合は6×10m程度まで縮小可能）



攪拌混合工事(バックホーによる掘削)

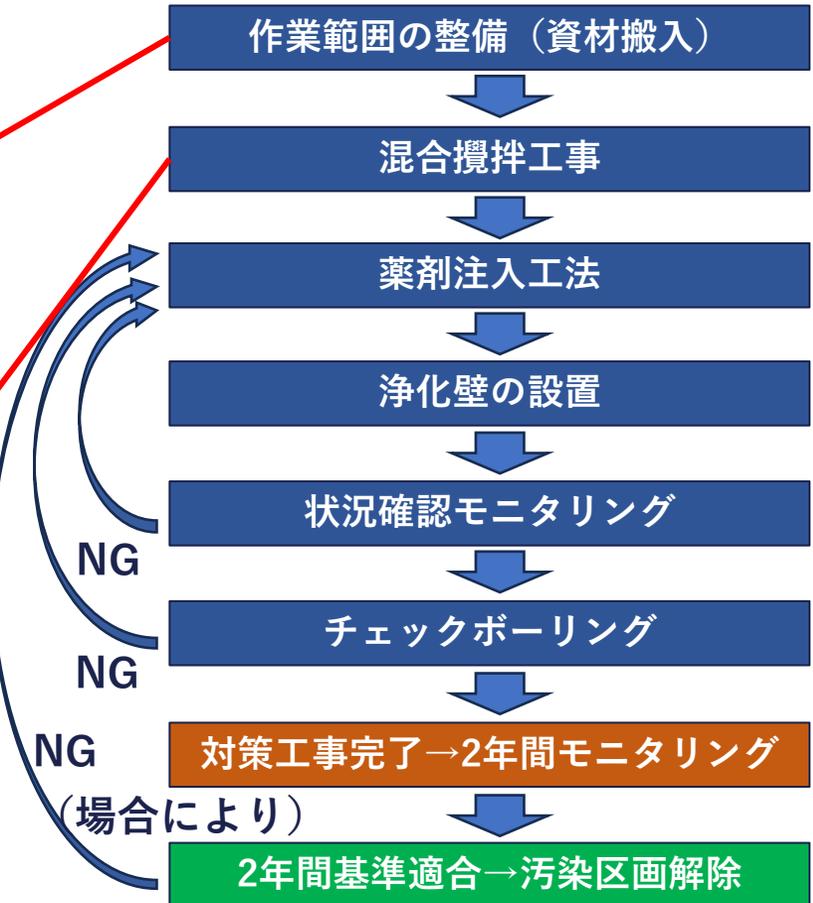
今回サイト：GL-1.5mまで

混合攪拌工事：液体の薬剤を土と混ぜ合わせ、有害物質を分解する方法。

浄化壁：活性炭を主体とした薬剤を注入し、有害物質を吸着、分解する壁を地中に構成する方法。

状況確認モニタリング：観測井戸の地下水を採取して水質分析を行い、分解状況を確認するモニタリング。

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。



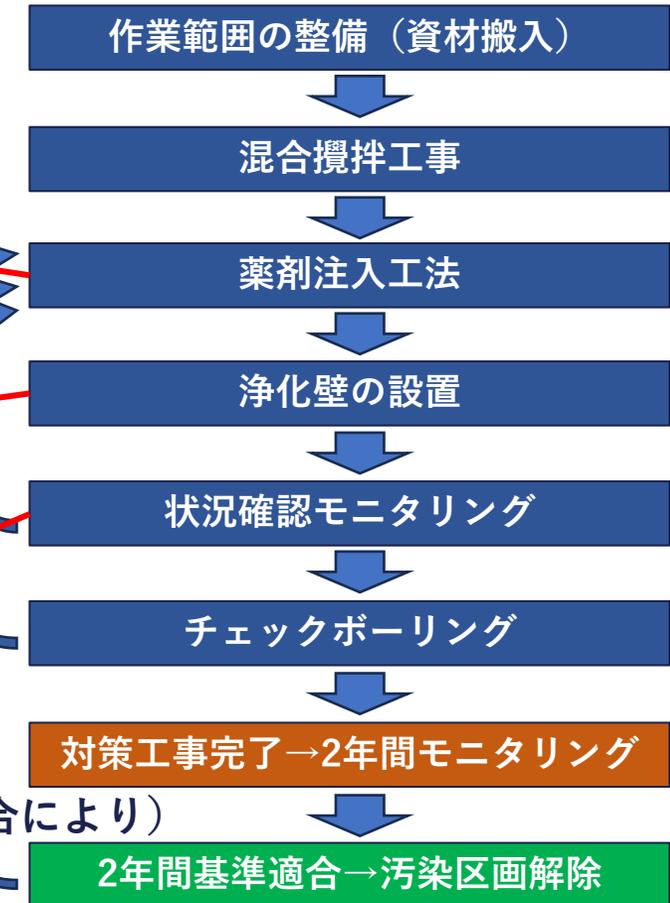
施工フロー図

施工状況写真と施工フロー



薬液注入工事
掘削機械で注入管を地面に埋込み、そこに薬剤を注入する

<p>写真張り付け予定</p>	<p>写真張り付け予定</p>
<p>浄化壁の設置 薬液注入工事と類似した形で施工する</p>	<p>状況確認モニタリング 地下水を採取し分析する</p>



施工フロー図

混合攪拌工事：液体の薬剤を土と混ぜ合わせ、有害物質を分解する方法。

浄化壁：活性炭を主体とした薬剤を注入し、有害物質を吸着、分解する壁を地中に構成する方法。

状況確認モニタリング：観測井戸の地下水を採取して水質分析を行い、分解状況を確認するモニタリング。

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（モニタリング結果）

現在 地下水モニタリング中
終了後、データを更新します

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	128m ³ （約230トン※1） GL-0m～1.5m（土壌のみ） 地下水対策は別工法が必要	128m ³ （約230トン※1） 土壌：GL-0m～1.5m 地下水：GL-8.5m～18.5m <u>地下水対策は今回工法で対応可能</u> <u>浄化壁で汚染拡散防止措置も可能</u>	掘削除去では地下水対策が出来ないため別工法を行う必要がある
工事期間	4か月程度	4か月程度	掘削除去は別工法を行う必要があることから実質的に工事期間の差はない
工事費用（概算）	3600万円 地下水対策として別工法を採用する必要あり高額になる	2970万円 同じ工法で土壌・地下水の両方を対策可能であるため費用圧縮が可能	全体コストを抑えることが可能。 <u>（▼18%）</u>
環境負荷 （工事車両台数）	4tダンプ104台 （土壌搬出・搬入用）※2 大型進入は不可	4tトラック10台 <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 車両台数を大きく抑えることが可能。 <u>（▼90%）</u>
環境負荷 （CO2排出量）※3	3.90トン/件	0.38トン/件	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（▼90%）

※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

土壌汚染の深度が浅いかつ地下水位が深く汚染されている場合、掘削除去では地下水単体に対して対策を取ることが不可能であるため、別工法を取らなければならないが、今回工法では土壌・地下水ともに対策を取ることが可能であるため、環境負荷やコストを抑える事が可能な工法であった。

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1mg/L以上ではないか？
（テトラクロロエチレンだと基準値の100倍に相当）

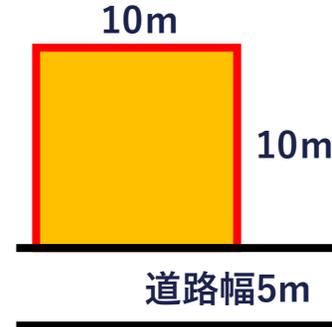
・地盤の状態

- ①地下水位はどのくらいの高さか？
- ②地下水の流れ方向はどうか？（浄化壁の設置検討に必要）
- ②主な土質は砂か粘土か？
（粘土と砂だと粘土層のほうが注入孔の間隔が狭くなる傾向がある）
- 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？（6×10m ※60㎡程度）
- ②前面道路の広さや制限はどうか？
（狭かったり通行制限があると、仮設条件が変わる）

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	有り（地下水より上部）	無し
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	5か月程度	5か月程度
費用 （本工法）	2800万～3600万（7～9万/㎡）	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㎡

**本工法は、注入工法による直接的な浄化と浄化壁による汚染物質の吸着分解作用を組み合わせた工法であるため
特に地下水汚染に対して効果的に浄化を行う事が出来る工法である。**