

2023 年 10 月 4 日

各 位

株式会社エンバイオ・ホールディングス

代表取締役社長 中村 賀一

(コード番号:6092)

問合せ先 取締役管理本部長 田月 智之

(TEL 03-5297-7155)

東京都環境局 土壌汚染対策支援事業から認定された技術について

2023 年 9 月 19 日に公表しました「工場跡地等における持続可能な土壌汚染対策支援事業の技術メニュー認定に関するお知らせ」につきまして、東京都環境局 地下水汚染拡大防止技術評価委員会で認定された当社子会社であります株式会社エンバイオ・エンジニアリング(東京都千代田区、代表取締役社長 西村 実)の技術の概略が東京都のホームページで公表されましたのでお知らせします。

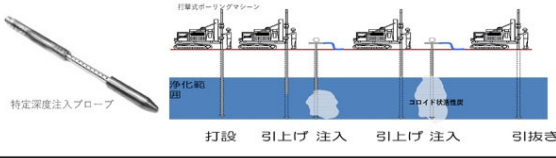
■工場跡地等における持続可能な土壌汚染対策支援事業

<https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/chemical/soil/support/300300a20230620145945996.html>

3 地下水汚染拡大防止技術支援

(3) 地下水の汚染の拡大防止技術

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

技術07	技術名：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	申請者：株式会社エンバイオ・エンジニアリング														
ケース①	技術の種類：原位置浄化	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、ベンゼン														
【技術の概要】	化学酸化剤【Cフェントン：3種類の薬剤（ H_2O_2 +硫酸第一鉄+クエン酸ソーダ）を1液に調整した反応剤を使用（特許第4700083号）もしくは過硫酸ソーダ】の多地点同時注入を実施し、化学分解作用により、シルト質砂を主体とする地盤の第二溶出量基準超過土壌を第二溶出量基準未満にします。 敷地境界の地下水拡散防止を対象としたコロイド状活性炭【PlumeStop™】の注入し、吸着作用・微生物分解作用により、第二地下水基準超過地下水を第二地下水基準未満にします。	適用濃度 ①化学酸化剤の注入 対象物質の土壌濃度および地下水濃度において基準の100倍未満を第二溶出基準適合および第二地下水基準適合まで適用可能 ②コロイド状活性炭【PlumeStop™】の注入 対象物質の地下水濃度において基準の30倍未満を第二地下水基準適合までの対策に適用可能（バリア対策位置では土壌溶出量の基準適合であることが条件）														
<table border="1"> <tr> <td>対象物質</td> <td>化学酸化剤の注入による原位置浄化</td> <td>コロイド状活性炭の注入による透過性浄化壁の設置</td> </tr> <tr> <td>使用薬剤</td> <td>Cフェントン（特許第4700083号） もしくは過硫酸ソーダ</td> <td>コロイド状活性炭【PlumeStop™】</td> </tr> <tr> <td>注入地点・範囲（想定）</td> <td>第二溶出量基準超過土壌</td> <td>下流敷地境界</td> </tr> <tr> <td>注入方法</td> <td>注入井戸を用いた多地点同時注入（※図-1、写真-1 参照）</td> <td>特定深度注入アローブを用いた注入（※図-2 参照）</td> </tr> <tr> <td>本工法の採用理由</td> <td>対象物質がVOCsのエチレン系であることから、従来の短時間・単純により、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壌はシルト系の粘土地盤（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、注入井戸を低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させることができる多地点同時注入工法を採用する。</td> <td>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、最早に有害物質（VOCs）を吸着するとともに、土壌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。 なお、【PlumeStop™】による効果は、半永久的となる。</td> </tr> </table>	対象物質	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	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壌	下流敷地境界	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）	特定深度注入アローブを用いた注入（※図-2 参照）	本工法の採用理由	対象物質がVOCsのエチレン系であることから、従来の短時間・単純により、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壌はシルト系の粘土地盤（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、注入井戸を低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させることができる多地点同時注入工法を採用する。	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、最早に有害物質（VOCs）を吸着するとともに、土壌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。 なお、【PlumeStop™】による効果は、半永久的となる。	 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
対象物質	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														
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壌	下流敷地境界														
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）	特定深度注入アローブを用いた注入（※図-2 参照）														
本工法の採用理由	対象物質がVOCsのエチレン系であることから、従来の短時間・単純により、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壌はシルト系の粘土地盤（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、注入井戸を低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させることができる多地点同時注入工法を採用する。	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、最早に有害物質（VOCs）を吸着するとともに、土壌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。 なお、【PlumeStop™】による効果は、半永久的となる。														

また、東京都環境局が主催する第 18 回土壌汚染処理技術フォーラム(2023 年 10 月 3 日開催)において、当該技術についての講演も実施しております。

以 上

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

2023年10月3日

株式会社エンバイオ・エンジニアリング

○和知剛・長野勝己・森保友樹

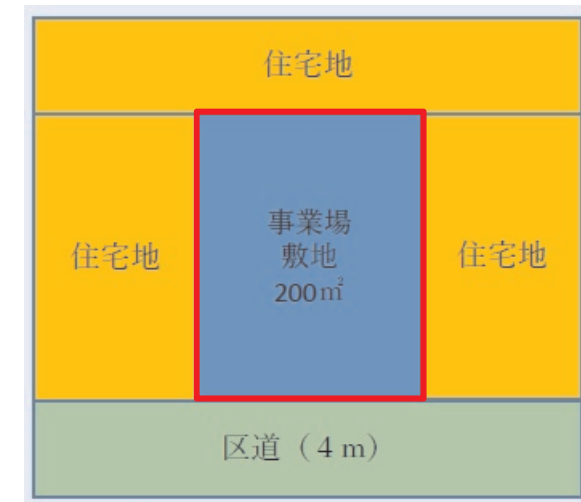
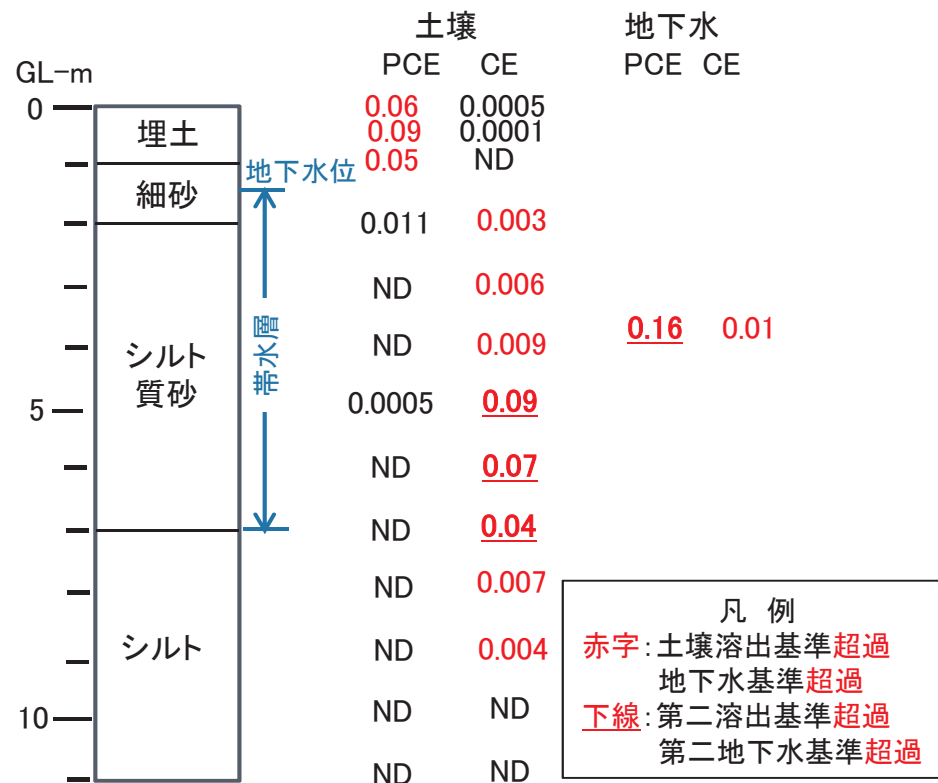


資料の構成

1. サイト状況と対策目標
2. 地下水汚染のライフサイクルの想定
3. サイトの想定・施工イメージ
4. 各工法の室内試験結果
 - 4.1 化学酸化法における室内試験
 - 4.2 プルームストップ浄化壁の室内試験
5. まとめ

1. サイト状況と対策目標

- ・東京低地
- ・敷地面積が200m²と狭く、大型重機の使用が困難
- ・第二溶出基準を超過する土壤汚染
- ・第二地下水基準を超過する地下水汚染



<対策目標>

第二溶出量基準不適合範囲

・土壤第二溶出基準適合

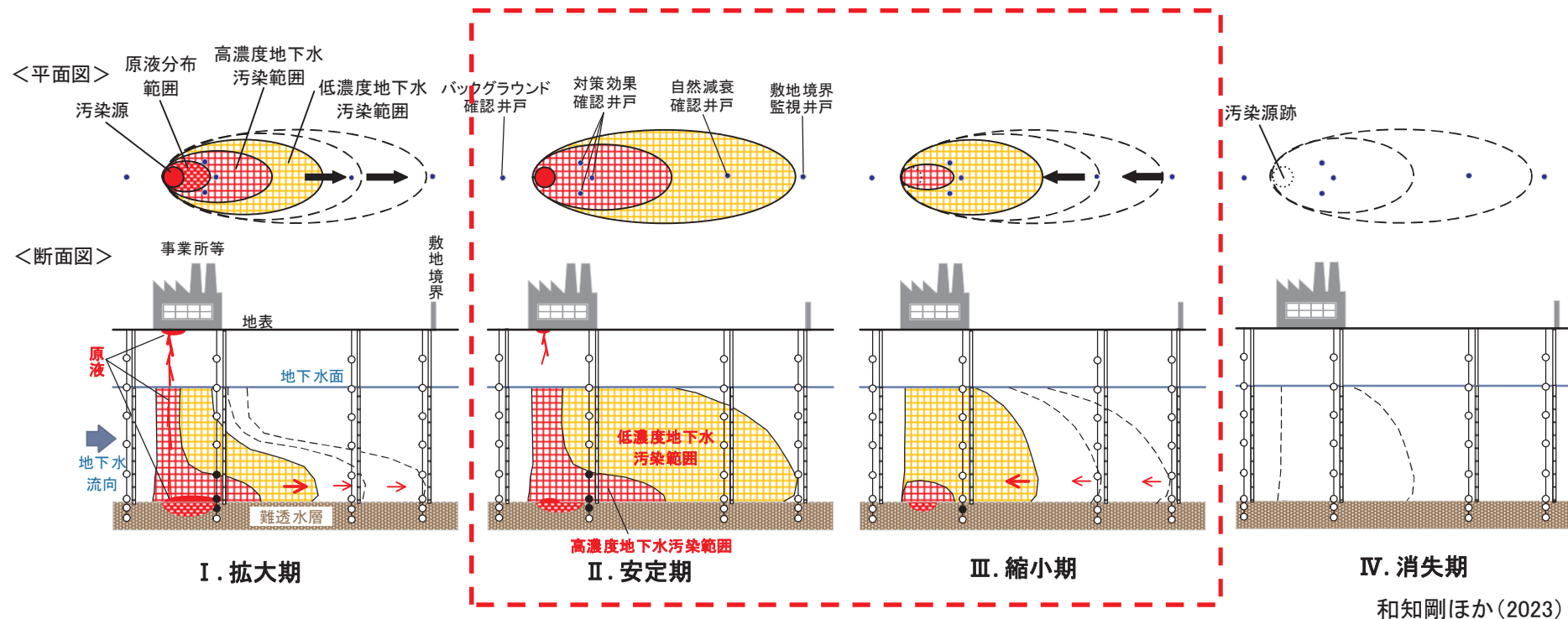
地下水流向下流側敷地境界

・第二地下水基準適合

2. 地下水汚染のライフサイクル の想定

TCEなどの塩素化エチレン類の原液が地盤に浸透した場合の土壌・地下水汚染の平面的な汚染プルームと断面的な汚染状況は、4つのライフサイクルステージを示す。

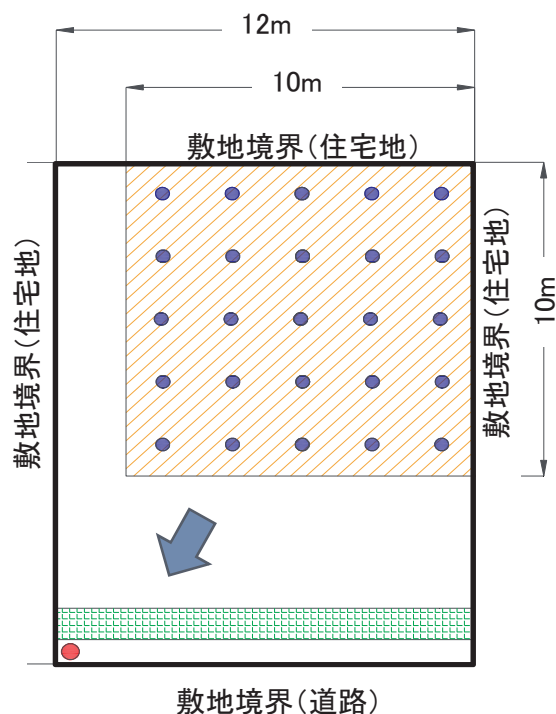
対象サイトは「安定期」もしくは「縮小期」にあると想定



和知剛ほか(2023)

図 地下水のライフサイクルステージにおける地下水汚染プルームの挙動

3. サイトの想定・施工作业イメージ



想定範囲

敷地面積(汚染範囲): 200m²(16m × 12m)

第二溶出量基準超過範囲: 100m²



地下水流向



第二溶出量基準不適合範囲(クロロエチレン)



化学酸化剤 注入地点 25地点/100m²



コロイド状活性炭(プルームストップ)注入範囲



地下水観測井戸

<工法の特長>

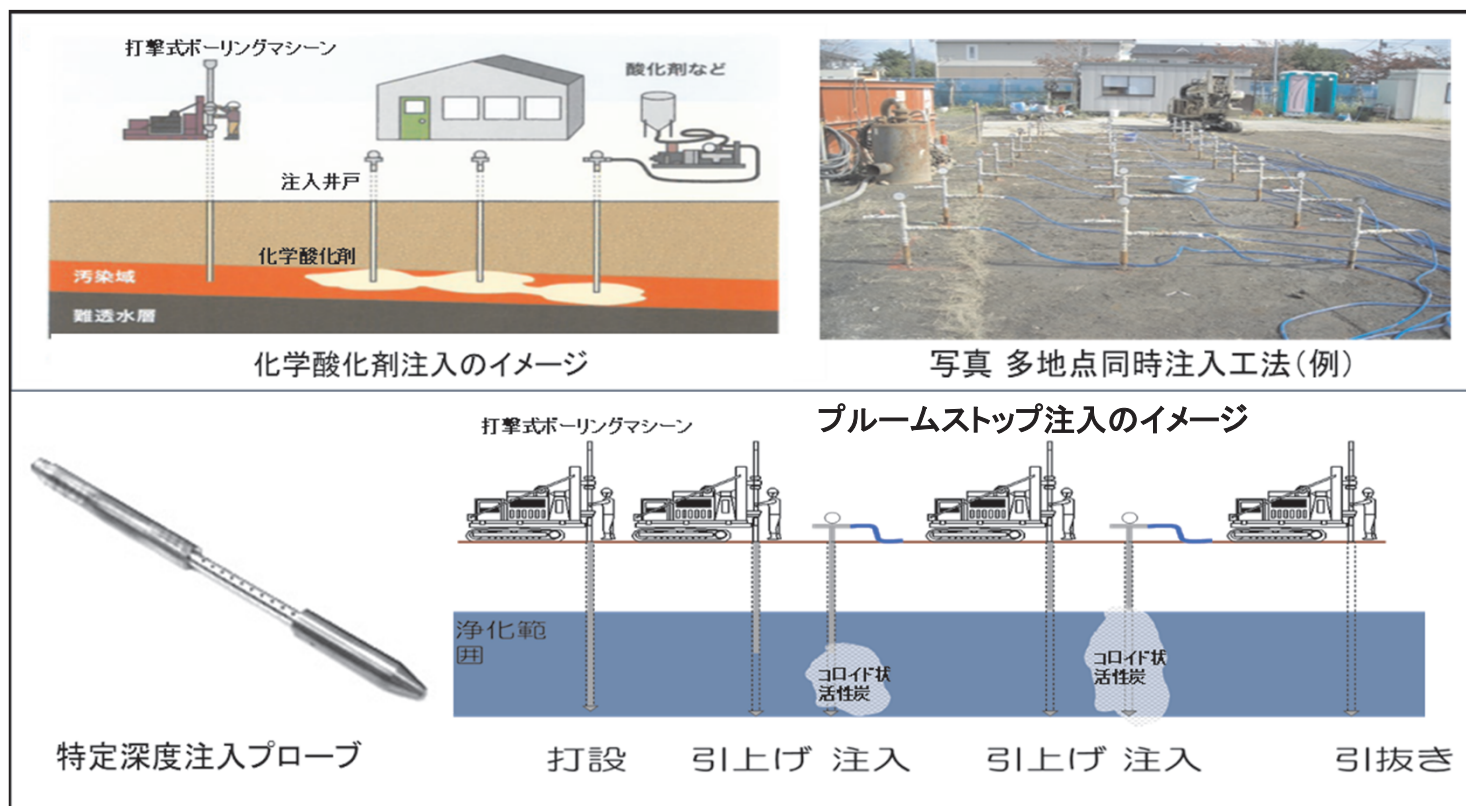
- ・化学酸化で分解しやすい高濃度クロロエチレン土壤が上流で原位置浄化
- ・東京低地の地層で実績のある井戸注入工法を用いた高密度多地点同時注入を実施
- ・活性炭で吸着しやすいテトラクロロエチレン地下水を下流で拡散防止



工法を組み合わせることで地下水汚染拡散防止の確実性が高まる

3. サイトの想定・施工作业イメージ

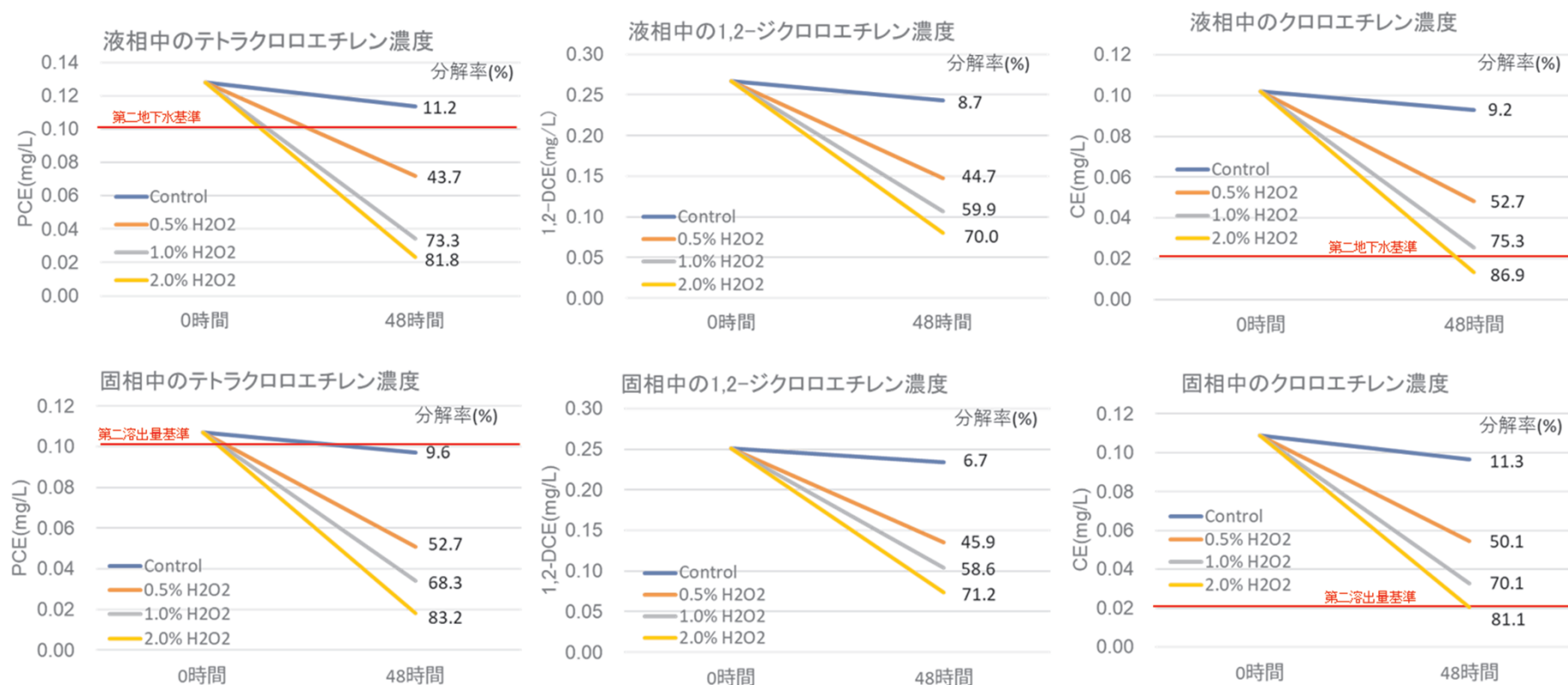
化学酸化法及びプルームストップの注入イメージ



- ・透水性の低い東京低地の地層において、注入井戸を用いた高密度多地点同時注入を実施
- ・化学酸化剤&プルームストップの注入ともに、小型ボーリングマシンを用い、狭い土地でも施工可能

4.1 化学酸化法(フェントン)による室内試験結果

フェントン反応剤は、中性域で反応し3種類の試薬を混合し1液で使用可能な工法(フェントン《特許第4700083号》)を適用



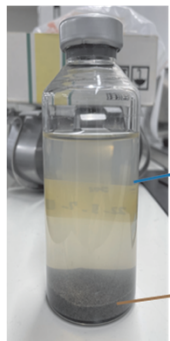
フェントンの主剤である過酸化水素水濃度2.0wt%の場合、第二地下水基準および土壌第二溶出量基準に適合する可能性が高く、汚染源への化学酸化法の適用は有効であることが示された。

4.2 プルームストップ浄化壁の 室内試験

ケース別の液相・固相のVOCs濃度



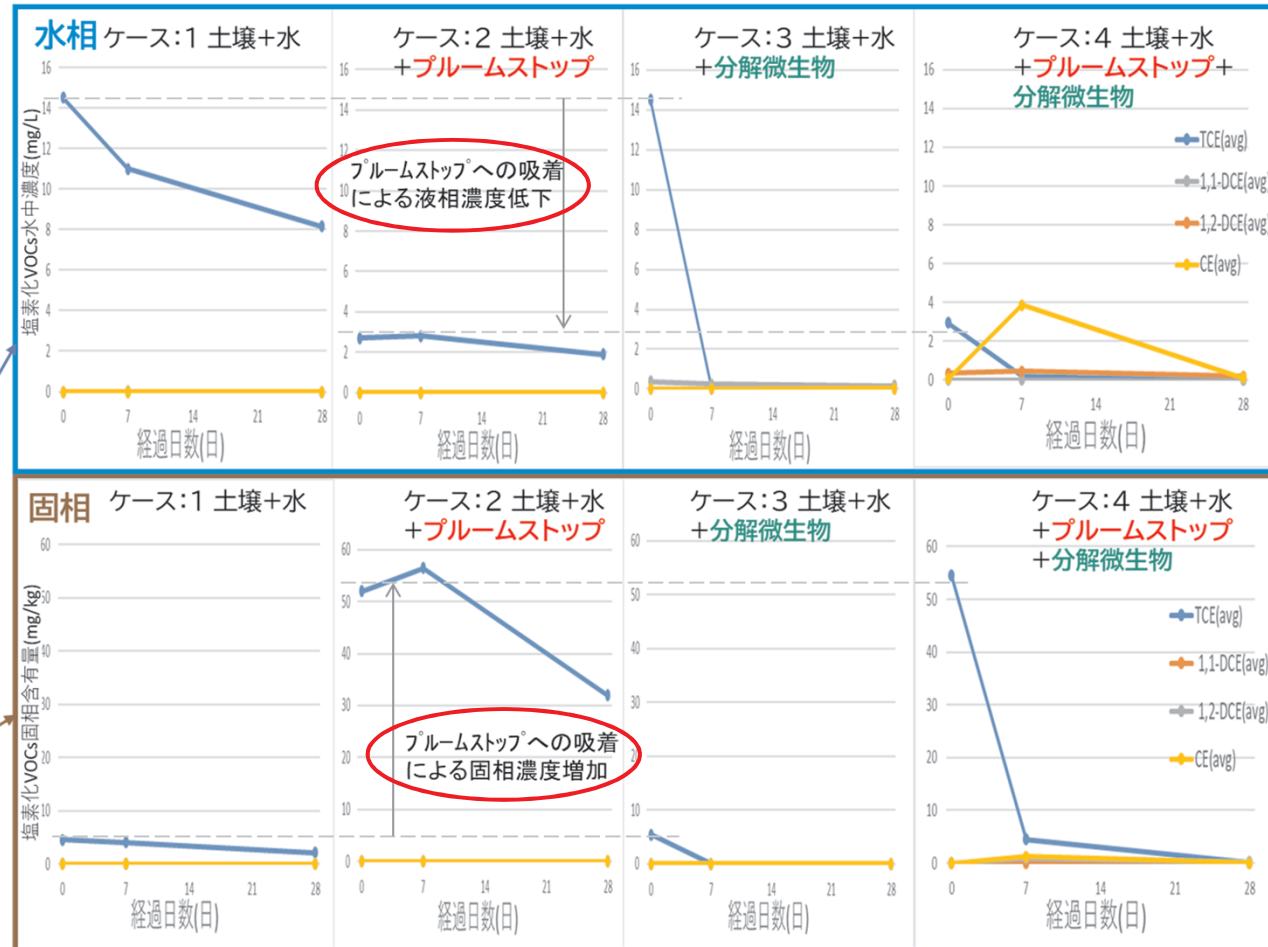
プルームストップ



液相

固相

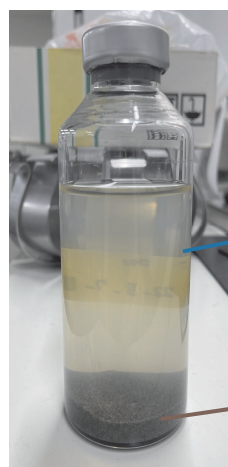
固相: 土もしくは
土+プルームストップ



※分解微生物は、エンバイオ・エンジニアリング保有のデハロコッコイデス属細菌ATV1株のコンソーシア(バイオレメディエーション利用指針適合)を使用

4.2 プルームストップ浄化壁の室内試験

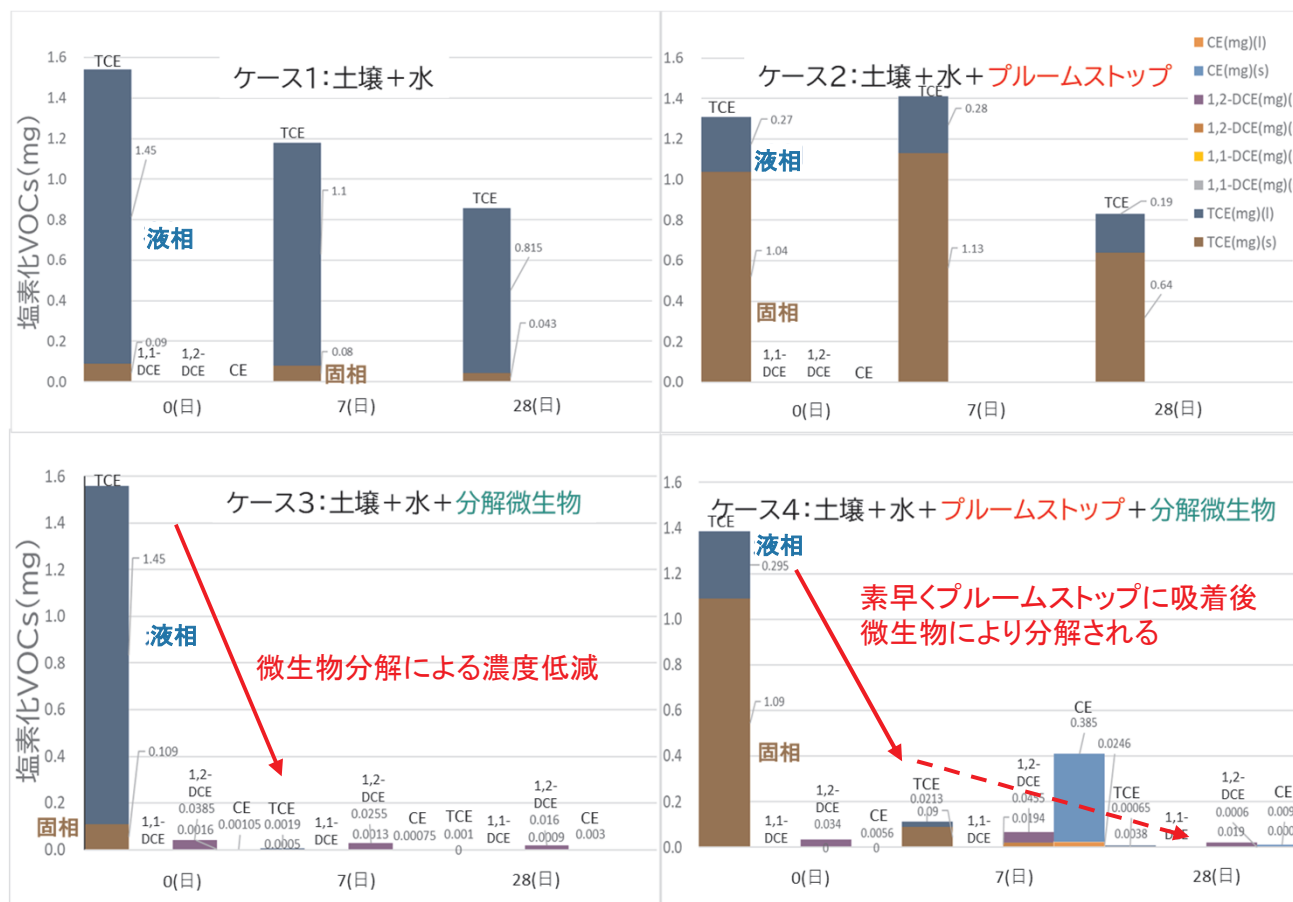
ケース別の物質収支の比較



液相

固相

固相: 土もしくは
土+プルームストップ°



※経過日数毎の試料ビン中の塩素化VOCs質量

5. まとめ

- サイト評価および室内試験結果より、フェントン反応剤によるシルト質砂の帯水層における第二溶出量基準超過土壌の同基準適合および、敷地境界の地下水拡散防止を対象としたコロイド状活性炭（ブルームストップ）の注入による第二地下水基準超過地下水の同基準適合に向けハイブリッド工法が実現可能であることが分かった。
- フェントン反応剤はクロロエチレンに対して高い分解性を持ち、コロイド状活性炭（ブルームストップ）はテトラクロロエチレンに対して高い吸着性を持つことから、バイオレメディエーションや化学酸化法の単体の工法と比較すると、本サイトにおけるハイブリッド工法の確実度が高いと判断した。