

巻末資料

狭隘な土地における土壤汚染対策の事例

狭隘な土地における土壤汚染対策の事例

自治体を対象とした「土壤汚染対策法の施行状況及び土壤汚染調査・対策事例等に関する調査」における国への要望等において、中小事業者等を対象とした「対策事例の提供」を要望する自治体が多数あった。

本稿では、狭隘な土地における土壤汚染対策の事例として以下の9事例を紹介する。

なお、措置費用に関する記載については、個別の事例において実際に要した費用を掲載している。措置の費用は様々な条件により異なるため、ここに例として載せたものが当該措置の費用の基準等になるものではない。

ケース No.	表 題	対象物質	ページ
ケース 1	操業中の工場敷地内におけるバイオレメディエーションによる原位置浄化	シス-1, 2-ジクロロエチレン	2
ケース 2	操業中の工場敷地内における高圧噴射置換工法による原位置浄化	ジクロロメタン	5
ケース 3	ガソリンスタンドにおける原位置封じ込めおよび原位置浄化	ベンゼン	9
ケース 4	抽出処理による原位置浄化	テトラクロロエチレン	13
ケース 5	熱的方法を用いた土壤ガス吸引による油汚染の原位置浄化	ベンゼン	15
ケース 6	還元分解(鉄粉法)による原位置浄化	テトラクロロエチレン	19
ケース 7	バイオレメディエーションによる原位置浄化	テトラクロロエチレン トリクロロエチレン シス-1, 2-ジクロロエチレン	22
ケース 8	高圧噴射置換工法による原位置浄化	ふっ素及びその化合物	25
ケース 9	汚染土壤の掘削除去	ふっ素及びその化合物	27

ケース 1 : 操業中の工場敷地内におけるバイオレメディエーションによる原位置浄化

1. 土壌汚染現場の概要

(1) 背景

機械工場の移転に伴い、自主的に調査を行った。その結果、土壌及び地下水でシス-1,2-ジクロロエチレンの汚染が見つかった。

(2) 土壌汚染発生の原因

過去に機械洗浄に使用していたトリクロロエチレンの使用エリアと汚染エリアがほぼ一致しているため、当時の漏洩と推定される。

(3) 土壌汚染の状況

汚染の状況は次のとおり。

表1-1 汚染状況

事業所の種類	機械工場	調査の契機	工場移転に伴う自主調査
使用廃止された有害物質使用特定施設	該当なし		敷地内地下水汚染
敷地面積	約3,500㎡	周辺の地下水汚染	なし
汚染面積	約800㎡	敷地内への人の立ち入り	できない
汚染深度	4~8m	地下水の飲用利用	なし
基準を超過した特定有害物質等の種類	基準項目等	濃度	
シス-1,2-ジクロロエチレン	土壌溶出量	基準の約20倍	
	地下水	基準の約80倍	

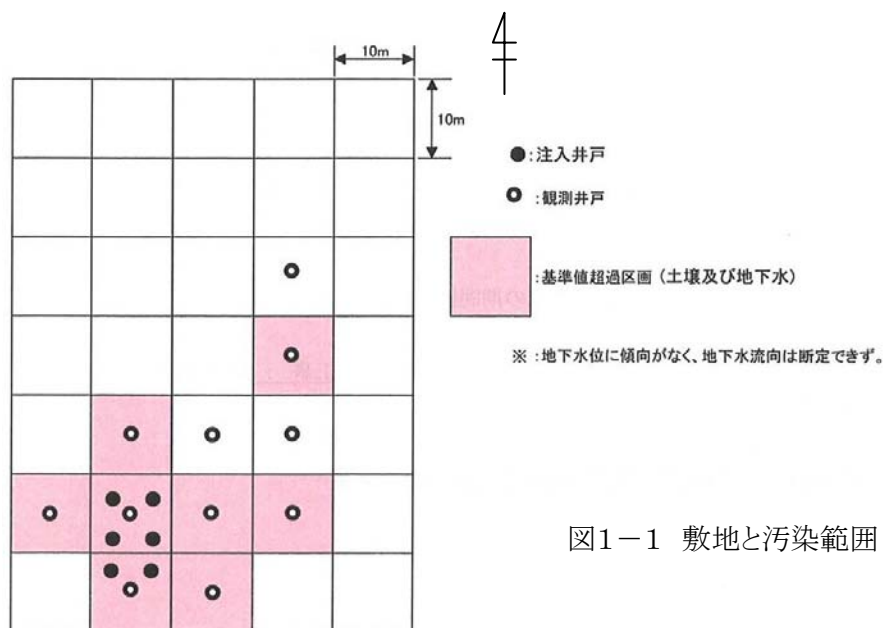


図1-1 敷地と汚染範囲

2. 土壌汚染措置の概要

(1) 措置の選定理由

地下水摂取リスクに対する措置となる。

事業主である土地所有者から低コストでかつ作業中の措置が要望されており、小規模で現場に影響を及ぼさないバイオレメディエーションによる原位置浄化を選定した。

薬剤が無害な栄養剤主体のものであることも、選定理由の一つとなった。

(2) 措置の実施方法の考え方

薬剤溶解槽から注入ポンプで注入井戸に注入する。

注入ホースは、工場の作業に大きく影響を及ぼさないように床上に敷設した。

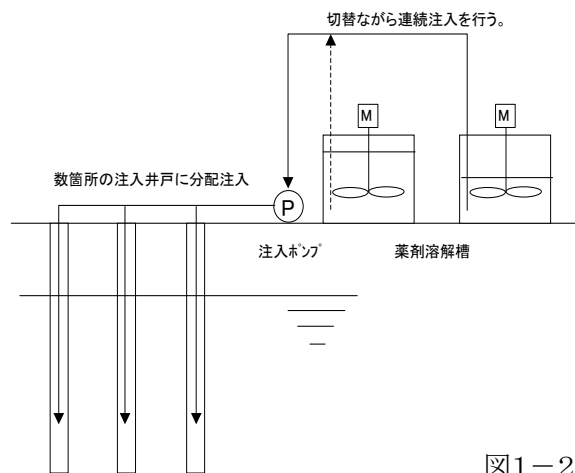


図1-2 措置の実施状況

(3) 措置の実施

工場作業中に実施

注入井戸施工 : 約 2 週間(土日に実施で実質 4 日間)

注入設備設置 : 1 日(休日に実施)

薬剤注入 : 1.5 ヶ月

地下水モニタリング : 1.5 ヶ月(この期間に 3 回実施)

土壌ボーリング調査 : 1 日

結果報告作成 : 2 週間 (総工事 : 約 4 ヶ月)

(4) 措置費用

約 2,000 万円

3. 措置等が当初計画通りに進まなかった点とその対応策

特になし

4. 工夫した点・苦慮した点

汚染源と推定される区画には注入井戸を多く配置した。

既設観測井戸を注入井戸として利用することで、注入井戸の施工を少なくした。

5. 措置完了後の状況

現在、浄化後のモニタリングを実施しており、措置完了後マンション用地として売却する予定。

ケース 2 : 作業中の工場敷地内における高圧噴射置換工法による原位置浄化

1. 土壌汚染現場の概要

(1) 背景

工場の環境管理の一環として、自主的な土壌・地下水調査を実施した結果、VOC(ジクロロメタン)による土壌・地下水汚染が判明した。

(2) 土壌汚染発生の原因

現在はVOCの使用を全面廃止しているが、過去のVOC使用時に工場内にあった回収施設やVOCの不適切な取扱いに起因すると考えられる。

(3) 土壌汚染の状況

汚染の状況は次のとおり。

表2-1 汚染状況

事業所の種類	電子機器関連業	調査の契機	企業方針による自主調査
使用廃止された有害物質使用特定施設	該当なし	敷地内地下水汚染	あり
敷地面積	約6,000㎡	周辺の地下水汚染	なし
汚染面積	約170㎡	敷地内への人の立ち入り	できない
汚染深度	約7m	地下水の飲用利用	なし
基準を超過した特定有害物質等の種類	基準項目等	濃度	
ジクロロメタン	土壌溶出量	基準の約1,000倍	
	地下水	基準の約1,200倍	

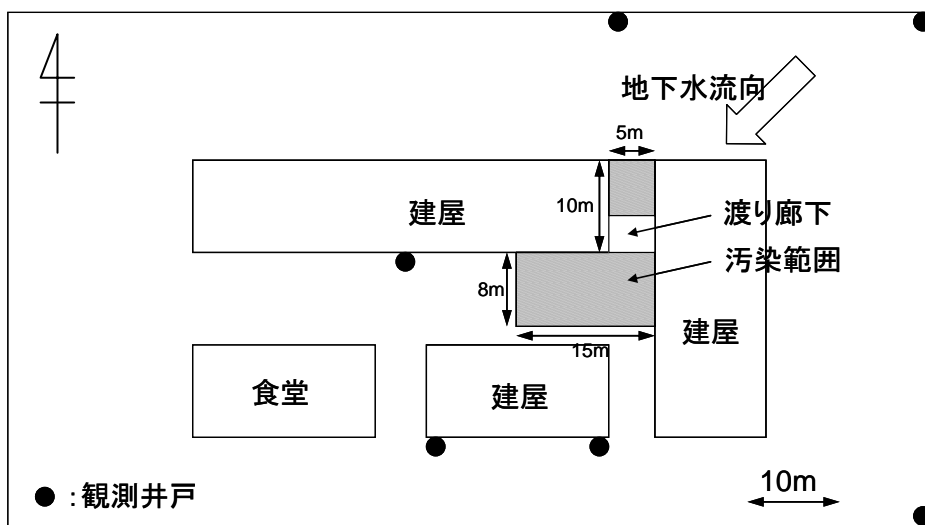


図2-1 敷地と汚染範囲

2. 土壌汚染措置の概要

(1) 措置の選定理由

工場内は全面コンクリートもしくはアスファルト舗装にて被覆されており、直接摂取リスクがないものと判断した。また、既存の観測井戸における地下水分析結果では、VOC が検出されておらず、敷地周辺にも飲用井戸がないことから、地下水摂取リスクもないものと判断した。

しかし将来的には、汚染が拡散する可能性が考えられたため、措置を実施した。

<施工上の課題>

・措置対象範囲が工場建屋で取り囲まれた(一部渡り廊下の桁下に位置する)狭隘な土地であり、かつ、操業中の工場敷地内にあるため、大規模な施工機械の導入が不可能である。

・対象範囲内に埋設配管(電気・上下水等)があり、掘削工事ではラインの切り回しが必要となる。

・汚染が GL-4~7mの範囲に分布しており、掘削工事では費用・工期がかかる。

以上の理由から、高圧噴射置換工法による原位置浄化が最も経済的かつ効率的であると判断し、採用した。

(2) 措置の実施方法の考え方

①高圧噴射置換工法の概要

高圧噴射置換工法とは、浄化実施深度において高圧の熱水及び圧縮空気を汚染土壌に噴射することにより汚染土壌を切削し、汚染土壌と切削水との混合物(スライム)として地上に汲み上げた後、地上にて浄化処理(ばっ気)を行ったスライムとセメント系固化材の混合物を切削箇所に充填することで浄化を行うものである(図2-2参照)。なお、スライムのばっ気処理により発生した汚染気体は、活性炭による吸着処理を行った。

②浄化が行われたことの確認

措置後に、浄化実施範囲でボーリング調査による土壌・地下水の採取、分析を行い、基準に適合していることを確認した。

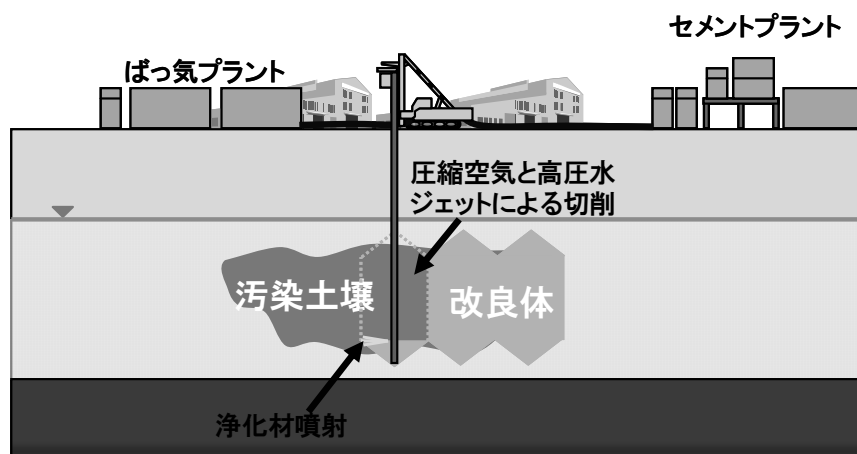


図2-2 高圧噴射置換工法の概要

(3) 措置の実施

措置の実施工程を表2-2に示す。

なお、措置は工場操業中に実施した。

表2-2 工程表

	1ヶ月			2ヶ月			3ヶ月			
準備工事	■	■								
仮設工事			■							
浄化工事				■	■	■				
浄化確認							■	■		
撤去工事									■	
地下水モニタリング									■	■

(4) 措置費用

約 12,000 万円。

3. 措置等が当初計画通りに進まなかった点とその対応策

措置は当初計画通りに完了した。

4. 工夫した点・苦慮した点

- ・既存ライフラインの配置等を確認するため、事前に措置範囲全域で試掘を行った。
- ・措置を実施すると地盤支持力が低下するため、事前に措置範囲より上部において、地盤改良工事を実施した。
- ・渡り廊下の桁下部も措置範囲に含まれたため高さの制約を受け、施工機械の選定・設置・移動等に細心の注意を払った。
- ・操業中の工場内での施工であり、資材等搬出入路を確保する必要があった。そこで、工事プラントを建屋に沿った形で配置し、資材等搬出入路を確保した(図2-3参照)。
- ・浄化処理後のスライムと固化材混合物の充填の際に、地表面へ噴出する恐れがあったため、注入圧の調整に細心の注意を払った。

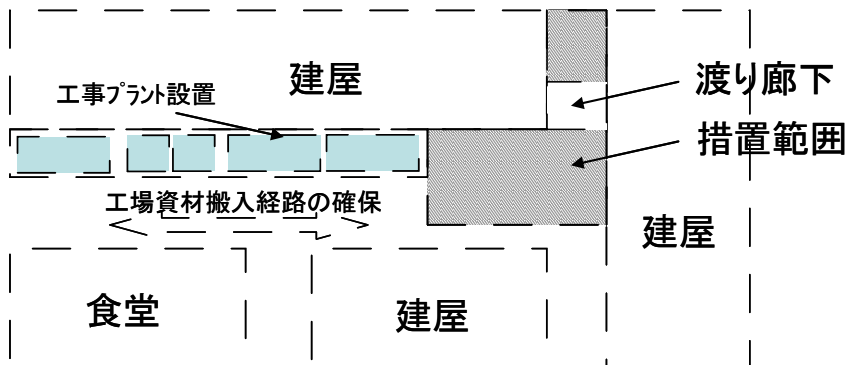


図2-3 工事プラントの配置状況

5. 措置完了後の状況

措置完了後は、再度舗装工事を実施し、工場資材搬出入路として利用している。

また、既設観測井戸にて4回/年の頻度で地下水モニタリングを継続中であり、地下水基準に適合していることが確認されている。

ケース 3 : ガソリンスタンドにおける原位置封じ込めおよび原位置浄化

1. 土壌・地下水汚染現場の概要

(1) 背景

ガソリンスタンドの廃止に際して、自主的に土壌・地下水汚染に係る調査を行った。その結果、地下水中のベンゼン濃度が地下水基準を超過していることが判明した。

(2) 土壌・地下水汚染発生の原因

配管等からの油類の漏洩によると推定された。

(3) 土壌・地下水汚染の状況

汚染の状況は次のとおり。

表3-1 汚染状況

事業所の種類	ガソリンスタンド	調査の契機	事業所廃止に伴う自主調査
使用廃止された有害物質使用特定施設	該当なし	敷地内地下水汚染	あり
敷地面積	630m ²	周辺の地下水汚染	不明
汚染面積	約500m ²	敷地内への人の立ち入り	できる
汚染深度	7m	地下水の飲用利用	なし
基準を超過した特定有害物質等の種類	基準項目等	濃度	
ベンゼン	地下水	基準の約100倍(最大)	

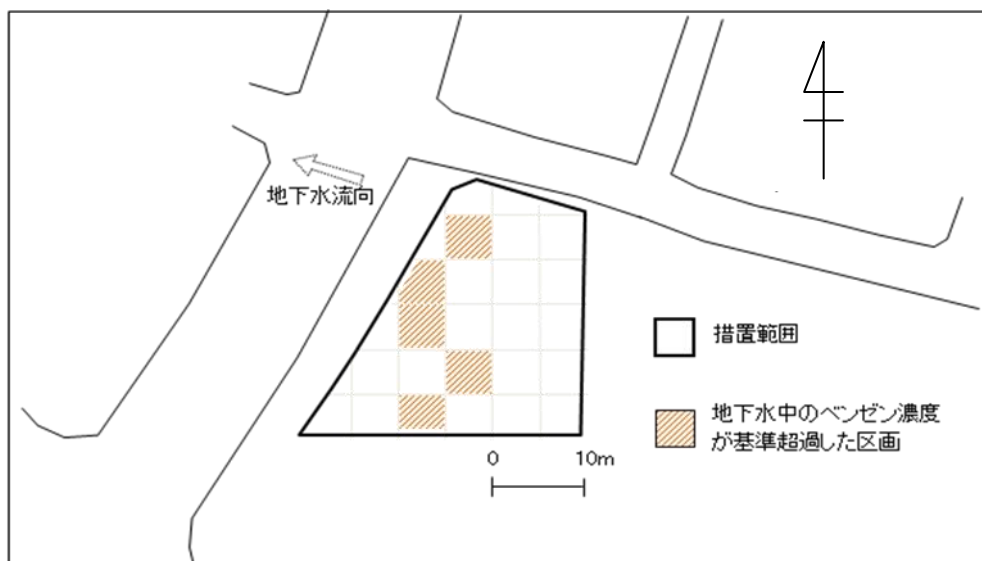


図3-1 汚染範囲および措置範囲

2. 土壌・地下水汚染措置の概要

(1) 措置の選定理由

当地における措置選定に際しての前提条件は、次のとおりであった。

- ・ 措置の対象は地下水であり、対象物質は揮発性の高いベンゼンである。
- ・ 措置範囲の土壌は、透水性および通気性の高い砂質土である。
- ・ 工期は、1.5～2年まで想定可能である。
- ・ 周囲は民家や道路・歩道に面している。

これらを踏まえ、周辺環境への汚染拡散を防止でき、かつ低コストで措置可能な方法として、①原位置封じ込めと②原位置浄化を併用する措置を選定した。

(2) 措置の実施方法の考え方

① 措置の仕様

鉛直遮水工および地表面遮水工により周辺への気泡拡散を防止する措置をとった後、エアスパーキング法および土壌ガス吸引法の併用により、地下水中のベンゼンを除去した。不飽和層の土壌にもベンゼンが存在しており、地下水にベンゼンを供給している可能性が考えられ、これに対しては土壌ガス吸引工法により除去した。

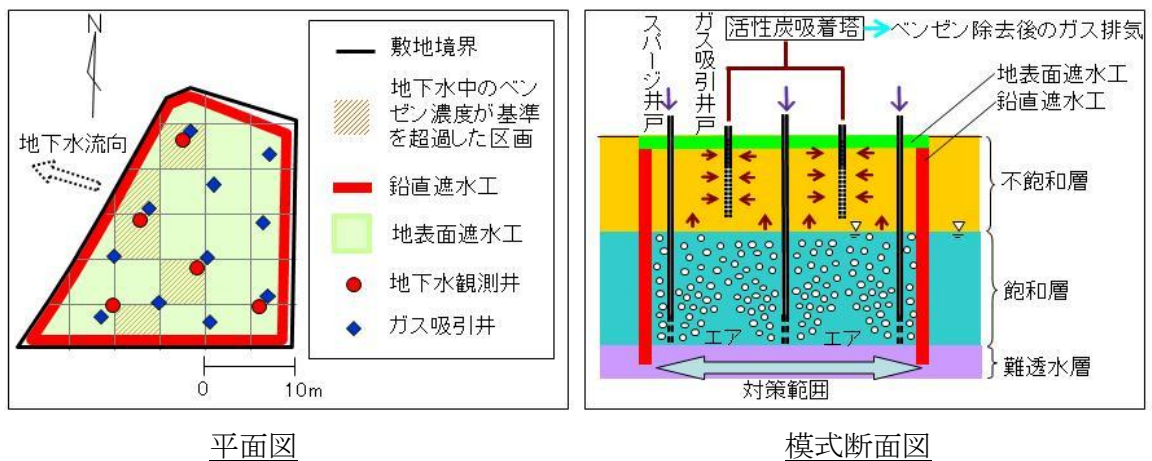


図3-2 措置の概要

② 浄化確認方法

措置範囲内に地下水観測井(図3-2参照)を設け、定期的に採水して地下水中のベンゼン濃度を分析した。地下水の浄化の確認は、分析結果が地下水基準に適合していることによって実施した。

また、ガス吸引井戸(図3-2参照)から定期的に土壌ガスを採取し、ベンゼン濃度を測定した。ベンゼン濃度の初期値からの低下の程度を把握することにより、地下水中のベンゼンと不飽和層の土壌に付着したベンゼンの浄化の進行状況を定性的に確認した。

(3) 措置の実施

① 実施工程

措置の実施工程表を表3-2に示す。

表3-2 実施工程表

	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月	5ヶ月	6ヶ月	7ヶ月	8ヶ月	9ヶ月	10ヶ月	11ヶ月	12ヶ月	13ヶ月
準備工	■												
遮水工設置	■	■											
浄化設備設置		■	■										
浄化措置実施			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
浄化確認			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
撤去工													■

② 措置後のモニタリング

浄化設備を運転させて、地下水および土壌ガスのベンゼン濃度低下を確認した後に、エアスパーキングを2ヶ月間停止し、地下水のモニタリングを実施した。その結果、2ヶ月間にわたり、ベンゼン濃度は定量下限値未満のままであり、濃度上昇は認められなかった。

(4) 措置費用

4,500 万円

3. 措置等が当初計画とおりに進まなかった点とその対応策

浄化設備の運転開始後の土壌ガス調査の結果、ベンゼン濃度が低下しにくい箇所があった。不飽和層にもベンゼンが存在していることが原因として考えられた。このため、不飽和層のベンゼン除去を目的として、ベンゼン濃度が低下しにくい箇所付近のガス吸引量を増強させて、対処した。

4. 工夫した点・苦慮した点

- ① スパーキングにより発生する土壌ガスを地表面から拡散させることなく、ガス吸引井戸から回収するため、地表面に遮水工を施した。
- ② 汚染拡散防止の観点から、活性炭吸着塔を通過させた処理ガスのベンゼン濃度を定期的に分析し、日本産業衛生会の許容濃度(1ppm)を参考値として、これを超過することがないように活性炭を交換した。
- ③ エアスパーキング法および土壌ガス吸引法では、設備の稼働は24時間連続で行った。設備の稼働による夜間の騒音が近隣の生活環境に悪影響を及ぼすことが懸念されたため、現場内にユニットハウスを設置し、機械設備を格納した。敷地境界における騒音レベルが、夜間50dB以下であることを確認した。
- ④ 地表面および鉛直遮水工施工時の騒音・粉塵の影響と、設備稼働時の騒音の影響を防止するため、仮囲い(h=3m)を設置した。

5. 措置完了後の状況

有料の洗車場として利用されている。

ケース 4：抽出処理による原位置浄化

1. 土壤汚染現場の概要

(1) 背景

公共用地の売却に伴い、クリーニング店跡地及び写真現像所の土地利用履歴があったため、土壤の状況把握の目的で土壤汚染調査が実施され、テトラクロロエチレンによる土壤汚染の存在が判明していた。

(2) 土壤汚染発生の原因

土壤汚染の原因は、クリーニング店の洗浄施設に起因すると考えられる。

(3) 土壤汚染の状況

汚染の状況は次のとおり。

表4-1 汚染状況

事業所の種類	クリーニング業	調査の契機	土地売却に伴う自主調査
使用廃止された有害物質使用特定施設	洗濯業の用に供する洗浄施設		敷地内地下水汚染
敷地面積	340㎡	周辺の地下水汚染	なし
汚染面積	72㎡	敷地内への人の立ち入り	できない
汚染深度	1.5m	地下水の飲用利用	不明
基準を超過した特定有害物質等の種類	基準項目等	濃度	
テトラクロロエチレン	土壤溶出量	基準の2.9倍	

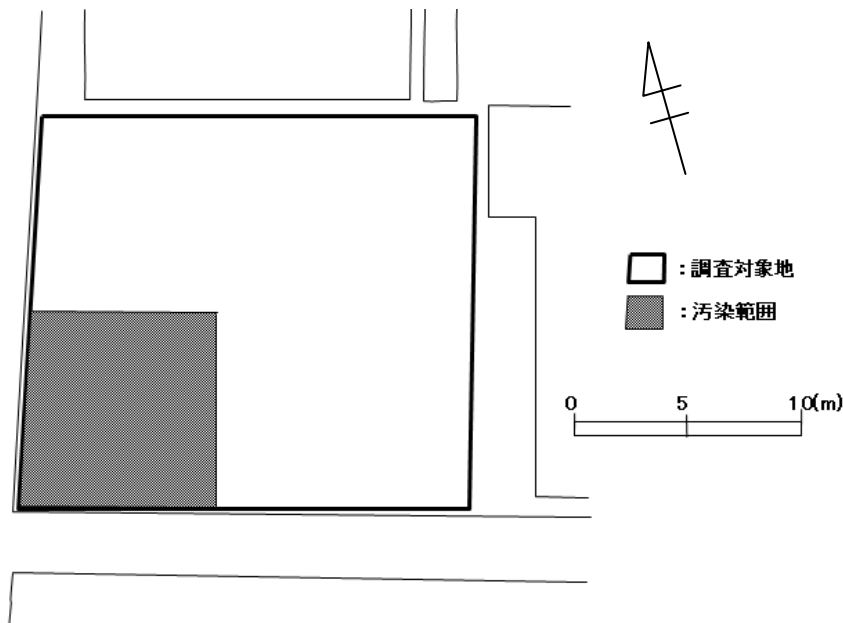


図4-1 敷地と汚染範囲

2. 土壌汚染措置の概要

(1) 措置の選定理由

敷地売却までの期間が短いため、短期間で低コストな措置であること、また、住宅密集地内の狭隘な土地であるため、ダンプ等の出入りが無い原位置浄化措置とすることが求められていた。そのため、原位置での抽出処理(生石灰等を使用)とVOC吸着シートを使用した除去措置を選定した。

(2) 措置の実施方法の考え方

原位置で汚染土壌に生石灰等を添加混合することにより、生石灰等の水和反応熱により土壌中のVOCを効率よく揮発分離させ、VOC吸着シートで揮発拡散を抑制する。浄化完了の確認は、養生期間経過後に分析を行い、指定基準を満足していることとした。

(3) 措置の実施

汚染措置深度が2mまでであったため、施工は上層、下層の2回に分けて実施した。上層1mに生石灰等を混合し、直ちにVOC吸着シートを被せた。この土壌を採取分析し、浄化完了確認後、土壌を掘削、敷地内に仮置きした。下層の1mも同様に生石灰等混合し、下層の浄化完了が確認された後、仮置き土壌を戻し、転圧整地し、工事完了とした。

浄化期間は上層、下層各1週間で計約2週間であった。

(4) 措置費用

約520万円

3. 措置等が当初計画通りに進まなかった点とその対応策

特になし

4. 工夫した点・苦慮した点

混合攪拌機に専用の集塵カバーと集塵装置を取り付け、生石灰等の発塵が飛散しないように工夫したが、生石灰等の散布速度と混合速度、集塵速度のバランスが悪く、周辺へ飛散する粉塵量が多くなった。粉塵対策のための各速度の調整が必要とされた。

5. 措置完了後の状況

現在は、駐輪場として使用されている。

ケース 5 : 熱的方法を用いた土壌ガス吸引による油汚染の原位置浄化

1. 土壌汚染現場の概要

(1) 背景

対象地は給油施設の跡地であり、土地売却に伴う自主調査により油類による地下水汚染が判明した。

(2) 土壌汚染発生の原因

TPH 試験によると、炭素数 6~12 の成分で 3mg/L の鉱油類が確認され、汚染の原因は地下タンクから漏洩したガソリンや灯油であると推定された。

(3) 土壌汚染の状況

汚染の状況は次のとおり。

表5-1 汚染状況

事業所の種類	給油所	調査の契機	土地売却に伴う自主対策
使用廃止された有害物質使用特定施設	該当なし	敷地内地下水汚染	あり
敷地面積		周辺の地下水汚染	不明
汚染面積	25㎡	敷地内への人の立ち入り	できない
汚染深度	深度約2~6m	地下水の飲用利用	なし
基準を超過した特定有害物質等の種類	基準項目等	濃度	
ベンゼン	地下水	基準の約8倍	

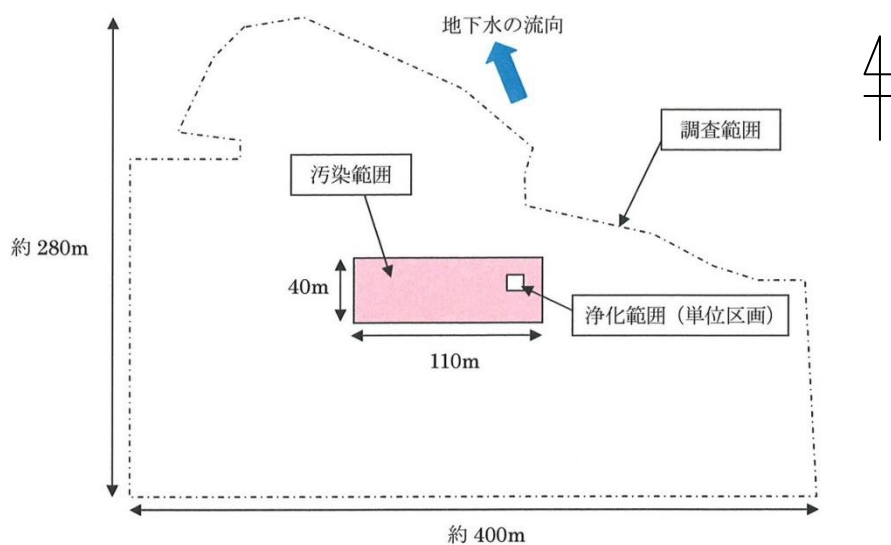


図5-1 敷地と汚染範囲

2. 土壌汚染措置の概要

(1) 措置の選定理由

浄化対象範囲の汚染された上部土壌は、地下水面以深まで掘削され、石灰改良土で埋め戻されていたため、地下水汚染のみが存在している状況であった。

水蒸気と空気の混合気体を浄化対象範囲に注入し、土壌を加熱することによってVOC等の揮発速度を高め、土壌ガス吸引と地下水揚水対策で浄化効率を高める措置を選定した。

(2) 措置の実施方法の考え方

- ・浄化の目標: 地下水中のベンゼンの濃度を地下水基準に適合させること。
- ・施工計画の模式図を図5-2に示す。
- ・対象地の土質構成は次のとおり。
 - ①深度 4m まで 埋土(砂質土主体、石灰改良土)
 - ②深度 4~8m 砂層
 - ③深度 8m 以深 風化した基盤層
- ・土壌の透水性・熱特性から、浄化に必要な加熱期間は18日間、水蒸気を発生させるために使用する燃料は灯油1,200Lと見積もられた。
- ・加熱の目標温度は、ベンゼンと水の共沸点が 69℃であるため 70℃とした。
- ・回収した汚染物質は、気相・液相とも活性炭に吸着させて処理することとした。
- ・浄化完了の判断は、以下の3つの観点で行うこととした。
 - ①吸引ガス中の汚染物質濃度の低下
 - ②地下水中のベンゼン濃度の低下
 - ③土壌の加熱の完了

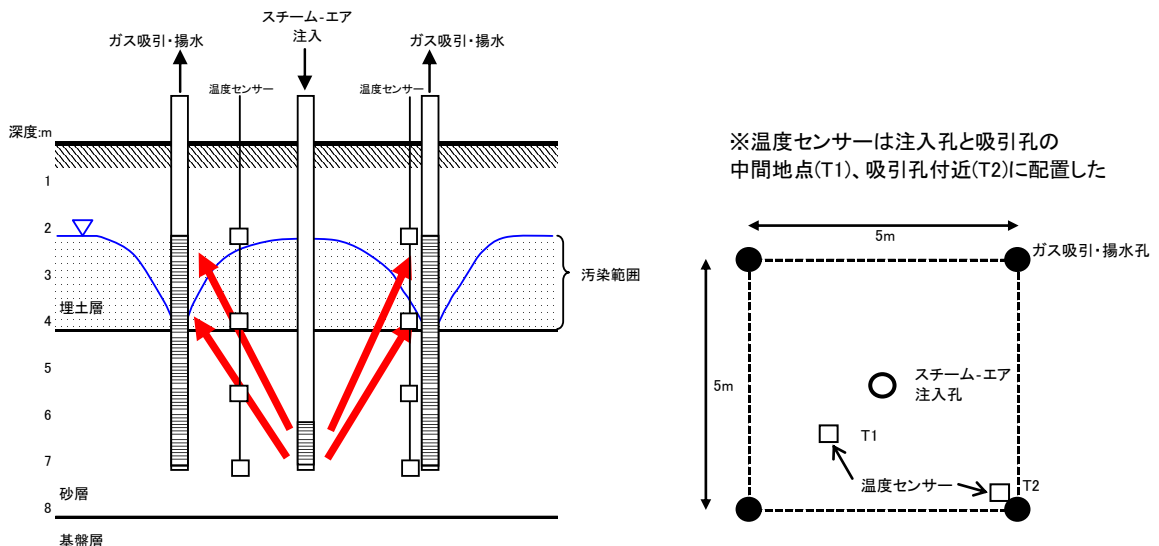


図5-2 施工計画の模式図

(3) 措置の実施

① 吸引ガス中の汚染物質濃度の低下・収束

吸引ガス中の汚染物質濃度の変化を図5-3に示す。指標としたのは、ベンゼンとの共存物質の中で検知感度が高かったトルエンである。吸引ガス中の汚染濃度は水蒸気と空気の注入開始後に低下するが、土壌の温度上昇と共に上昇し、加熱による浄化効率の回復が確認された。汚染物質濃度は加熱開始(3月14日)から19日目に低下し始め、22日目(4月4日)でほぼ収束した。

② 地下水中のベンゼン濃度の低下

施工時における地下水中のベンゼン濃度の変化を図5-4に示す。加熱開始から15日目(3月28日)以降、ベンゼン濃度は0.01mg/L(地下水基準)以下に低下した。また、施工後に公定法分析(ベンゼン濃度)、TPH試験をおこなった結果、ベンゼンおよびTPH濃度とも不検出であった(4月16日)。

③ 土壌の加熱の完了

図5-3に示した温度センサーT1・T2の測定値をみると、吸引ガス中の汚染濃度が一定になった時点で、土壌の温度は目標温度の70°Cにほぼ達していた。

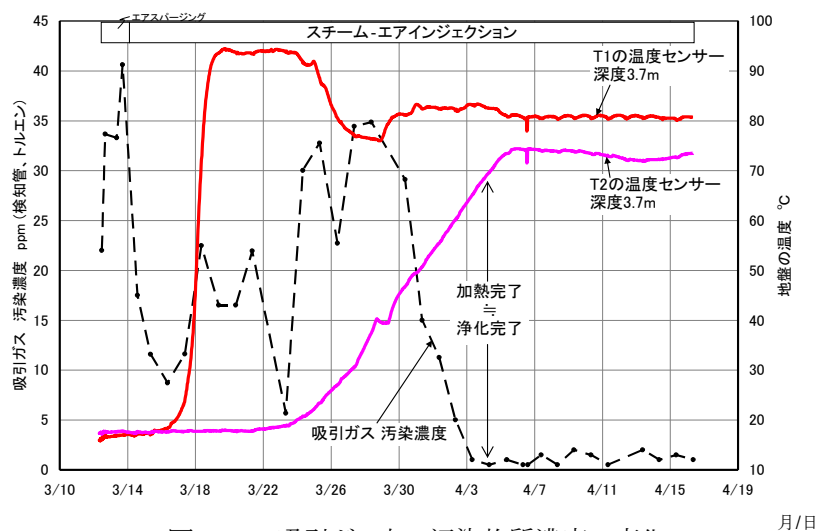


図5-3 吸引ガス中の汚染物質濃度の変化

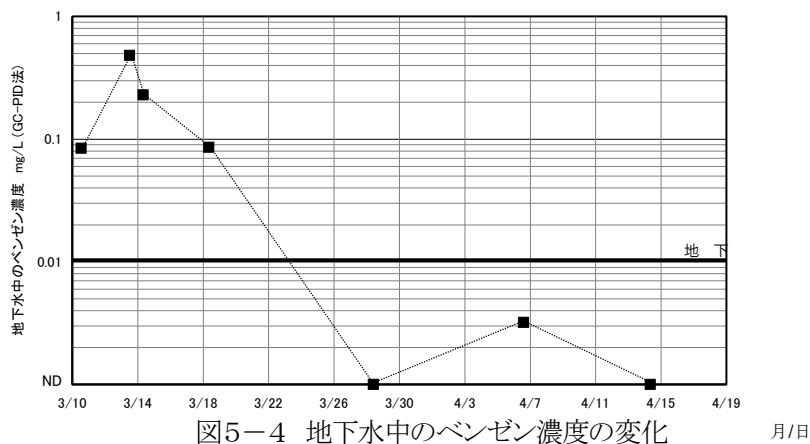


図5-4 地下水中のベンゼン濃度の変化

(4)措置費用
約 700 万円。

3. 措置等が当初計画通りに進まなかった点とその対応策
当初計画とほぼ一致した。

表5-2 浄化期間及び使用燃料の計画と実績

	計画	実績
浄化期間（加熱期間）	18 日	22 日
使用燃料	1,200 L	1,220 L

4. 工夫した点・苦慮した点

注入空気量と吸引空気量のバランスに注意し、汚染地下水の拡散を防止した。

5. 措置完了後の状況

工事完了後、土地は売却され、現在造成中である。

ケース 6：還元分解(鉄粉法)による原位置浄化

1. 土壌汚染現場の概要

(1) 背景

クリーニング店の施設廃止に伴い、土地所有者が土壌汚染対策法第3条に基づく土壌汚染状況調査を行った結果、テトラクロロエチレンによる土壌汚染の存在が判明した。当該地は指定区域に指定された。

(2) 土壌汚染発生の原因

有機溶剤(テトラクロロエチレン)を用いる洗浄施設に起因すると考えられるが、原因の特定には至っていない。

(3) 土壌汚染の状況

汚染状況を表6-1に、汚染範囲(措置対象範囲)を図6-1にそれぞれ示す。

表6-1 汚染状況

事業所の種類	クリーニング業	調査の契機	特定施設廃止に伴う調査 (土壌汚染対策法第3条)
使用廃止された 有害物質使用特定施設	洗浄施設		
敷地面積	160㎡	周辺の地下水汚染	なし
汚染面積	154㎡	敷地内への人の立ち入り	できない
汚染深度	2.5m	地下水の飲用利用	なし
基準を超過した特定有害物質等の種類	基準項目等	濃度	
テトラクロロエチレン	土壌溶出量	基準の約40倍	

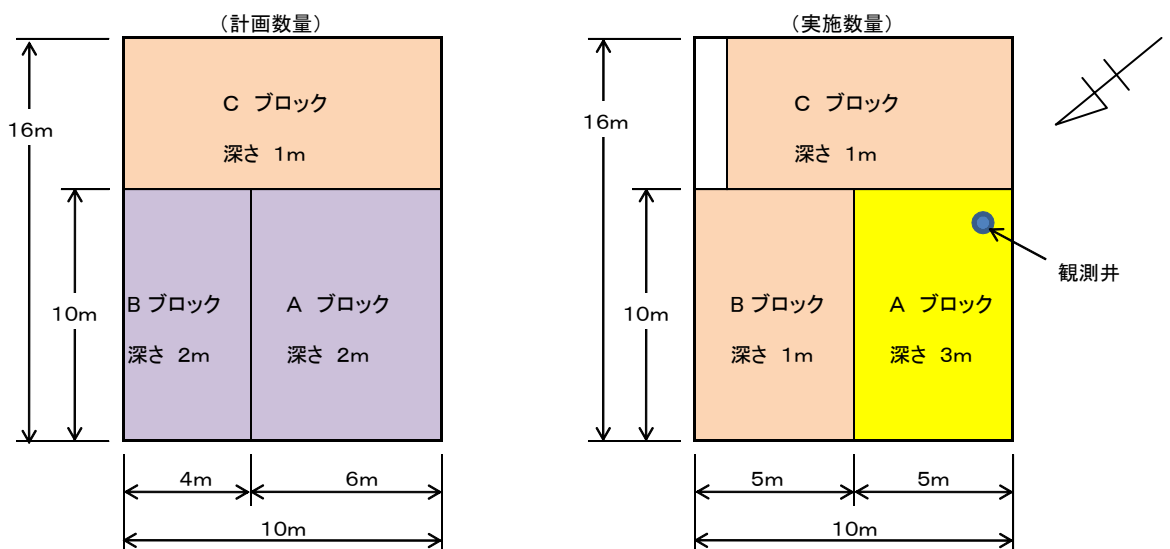


図6-1 敷地と措置対象範囲

2. 土壌汚染措置の概要

(1) 措置の選定理由

以下の理由により、鉄粉混合攪拌工法を選定した。

- ・浄化対象物質はテトラクロロエチレン。
- ・汚染土壌の深度範囲は、表層から GL-2.5m まで(地下水位以浅)であり、比較的浅い。地下水汚染は確認されていない。
- ・対象地は、総敷地面積が 160m²(措置対象面積 154m²)と狭い上に、前面道路の幅員が狭いため、ダンプトラックの入退場が困難である。よって、掘削除去・場外搬出は困難である。

(2) 措置の実施方法の考え方

汚染土壌を場外搬出することなく、敷地内で鉄粉と汚染土壌を混合攪拌し、化学分解(還元分解)を促すことにより、テトラクロロエチレンを浄化した。

(3) 措置の実施

図6-2に施工フローを示す。

工期は約 2.5 ヶ月であった。工事後、モニタリングを年 4 回、2 年間(計 8 回) 実施し、浄化を確認した。

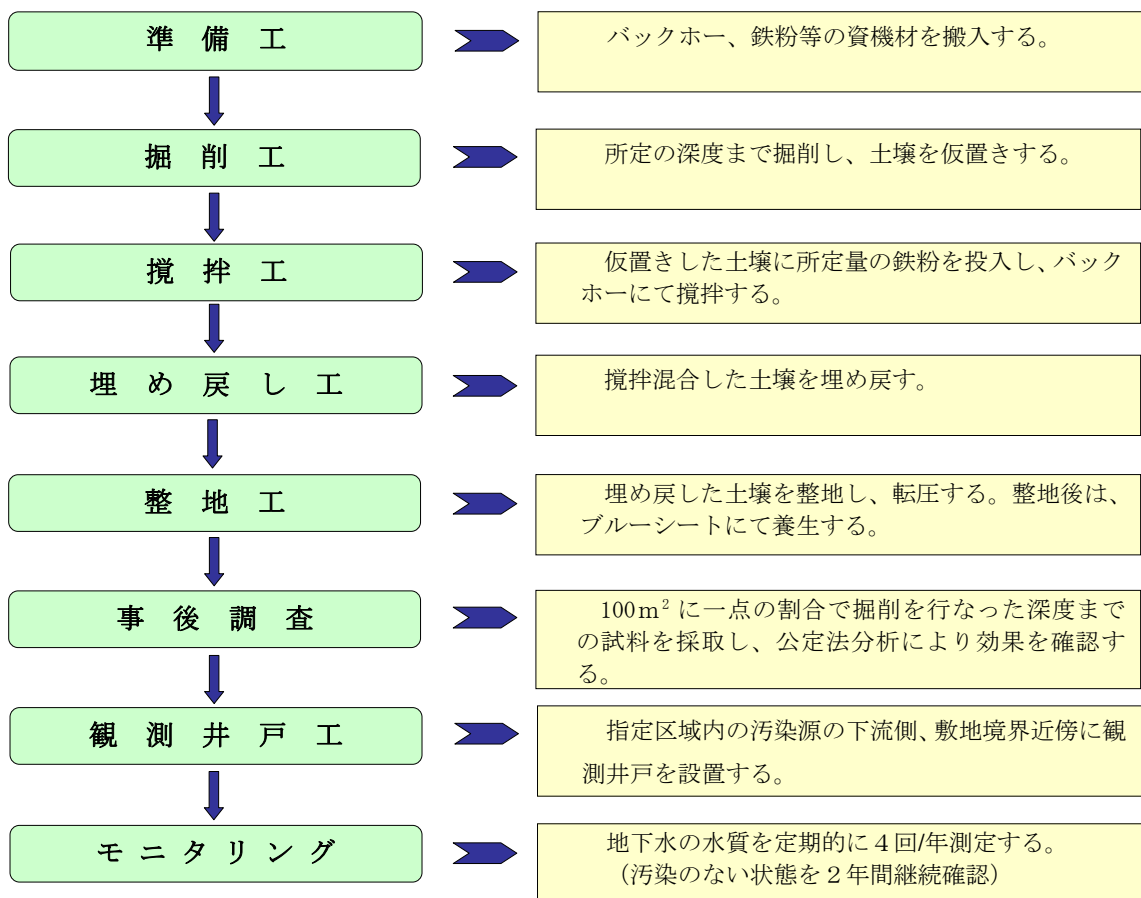


図6-2 施工フロー

(4) 措置費用

総額 約 550 万円

3. 措置等が当初計画通りに進まなかった点とその対応策

・措置対象範囲の縮小を目的に追加調査を実施したため、工期が延長した。

(当初計画工期:約 1 ヶ月、追加調査に要した期間:約 1.5 ヶ月、計[実績工期]2.5 ヶ月)

・工期延長となったものの、追加調査結果に基づき、措置対象範囲を縮小できたことにより、トータルコストを低減できた。措置対象範囲数量の集計表を表6-2に示す。

表6-2 措置対象範囲数量の集計表

ブロック	計画数量	実施数量
A	120m ³ (面積 60m ² × 深さ 2m)	150m ³ (面積 50m ² × 深さ 3m)
B	80m ³ (面積 40m ² × 深さ 2m)	50m ³ (面積 50m ² × 深さ 1m)
C	60m ³ (面積 60m ² × 深さ 1m)	54m ³ (面積 54m ² × 深さ 1m)
合計	260m ³ (対象面積 160m ²)	254m ³ (対象面積 154m ²)

4. 工夫した点・苦慮した点

・工夫した点

①追加調査を行い、その結果をふまえて、措置対象範囲を縮小できたことにより、トータルコストを低減できた。

②近隣住民に対し、工事内容を確実に周知するため、土壌汚染措置工事に関する資料を事前に直接配布し、リスクコミュニケーションを図った。

・苦慮した点

特になし。

5. 措置完了後の状況

当該地は、措置完了後、指定区域から解除された。現在も居住地として土地利用が継続されている。

ケース 7： バイオレメディエーションによる原位置浄化

1. 土壌汚染現場の概要

(1) 背景

企業の環境管理方針として、自主的に廃液置き場における土壌・地下水汚染調査を実施し、トリクロロエチレン等のVOCによる土壌・地下水汚染が発見された。

(2) 土壌汚染発生の原因

廃液ドラム缶から地下浸透したと推定された。

(3) 土壌汚染の状況

汚染の状況は次のとおり。

表7-1 汚染状況

事業所の種類	機械製造業	調査の契機	企業の環境管理方針に基づく自主調査
使用廃止された有害物質使用特定施設	該当なし	敷地内地下水汚染	あり
敷地面積	約1,600㎡	周辺の地下水汚染	なし
汚染面積	約150㎡	敷地内への人の立ち入り	できない
汚染深度	約10m	地下水の飲用利用	なし
基準を超過した特定有害物質等の種類	基準項目等	濃度	
テトラクロロエチレン	土壌溶出量	基準の約360倍	
	地下水	基準の約2倍	
トリクロロエチレン	土壌溶出量	基準の約7,000倍	
	地下水	基準の約190倍	
シス-1,2-ジクロロエチレン	土壌溶出量	基準の約12倍	
	地下水	基準の約10倍	

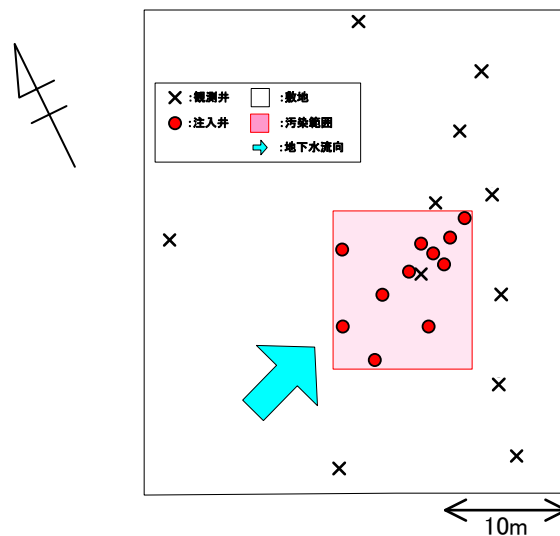


図7-1 敷地と土壌・地下水汚染範囲

2. 土壌汚染措置の概要

(1) 措置の選定理由

操業中の工場であり、掘削除去等はできないため、原位置浄化対策であるバイオレメディエーションが最適と判断した。

(2) 措置の実施方法の考え方

① バイオレメディエーション

帯水層に設置した注入井から栄養塩を注入し、地盤中に生息している嫌気性微生物を増殖・活性化させ、VOCを分解する。

② 浄化完了の確認

汚染範囲の地下水が地下水基準に適合していることを確認。

(3) 措置の実施

① 地下水が十分嫌気性であることが確認でき、かつ、トリクロロエチレンやその分解生成物を分解可能な嫌気性微生物が生息していることを確認した。

② 追加注入を繰り返しながら約 1.5 年間で地下水基準に適合。その後、地下水質のモニタリングを実施。

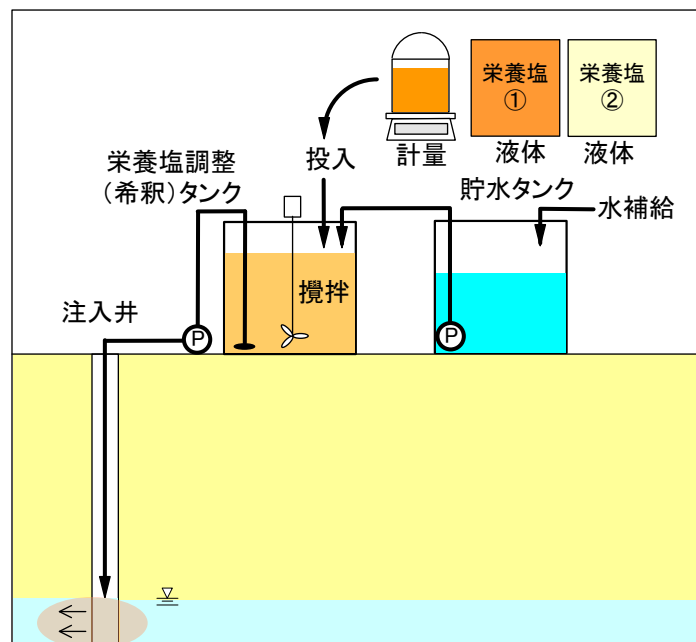


図7-2 栄養塩注入概要図

3. リスクコミュニケーション

土壌及び地下水の措置内容を行政に報告。

4. 工夫した点・苦慮した点

降雨量の変動に伴う地下水位の上昇・低下によって地下水濃度も上昇・低下したため、その状況に応じて栄養塩を複数回に分けて注入することにより効率的に浄化できた。

5. 措置完了後の状況

地下水基準に適合した状態で約 1.5 年を経過し、現在もモニタリングを実施している。対象地は現在、工場敷地として継続利用されている。

ケース 8 : 高圧噴射置換工法による原位置浄化

1. 土壤汚染現場の概要

(1) 背景

工場内排水枡からの排水の漏洩が見つかり、自主的に周辺の土壤汚染調査を行ったところ、重金属による汚染の存在が判明した。

(2) 土壤汚染発生の原因

排水枡からの排水漏洩。

(3) 土壤汚染の状況

汚染の状況は次のとおり。

表8-1 汚染状況

事業所の種類	電気機器製造業	調査の契機	自主調査
使用廃止された有害物質使用特定施設	該当なし	敷地内地下水汚染	なし
敷地面積	10万㎡以上	周辺の地下水汚染	不明
汚染面積	約70㎡	敷地内への人の立ち入り	できない
汚染深度	1~15m	地下水の飲用利用	なし
基準を超過した特定有害物質等の種類	基準項目等	濃度	
ふっ素	土壌含有量	基準の約4倍	
	土壌溶出量	基準の約70倍	

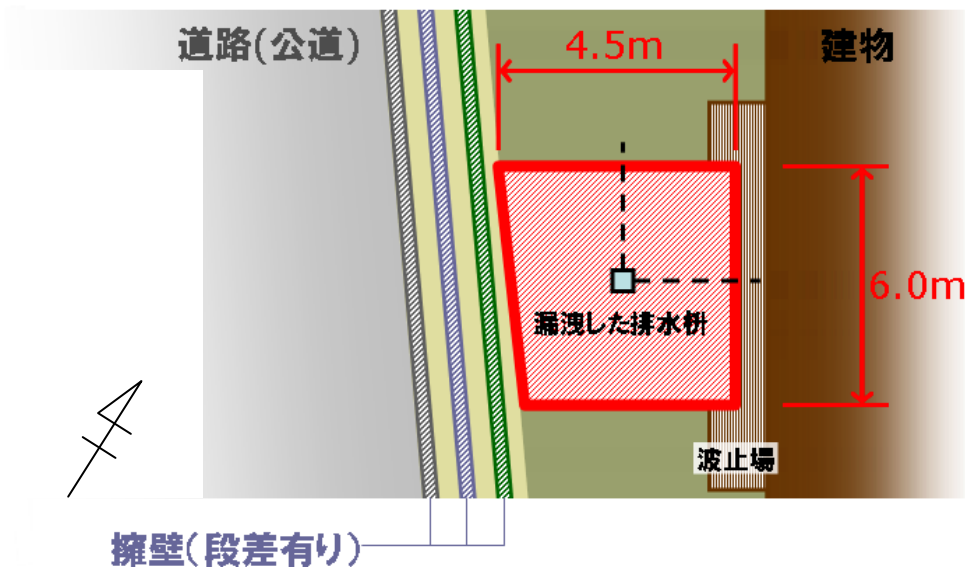


図8-1 汚染範囲

2. 土壌汚染措置の概要

(1) 措置の選定理由

土地所有者の要望により汚染の除去を実施することになった。汚染範囲が稼働中の工場建屋と敷地境界に挟まれた狭隘な土地であり、要措置深度が深いことから、通常の掘削除去では施工が困難なため高圧噴射置換工法を選定した。

(2) 措置の実施方法の考え方

- ① 高圧水で汚染土壌を切削して泥水化。
- ② 泥水を強制的に吸引して排泥・回収。
- ③ 清浄置換材を圧入・充填。

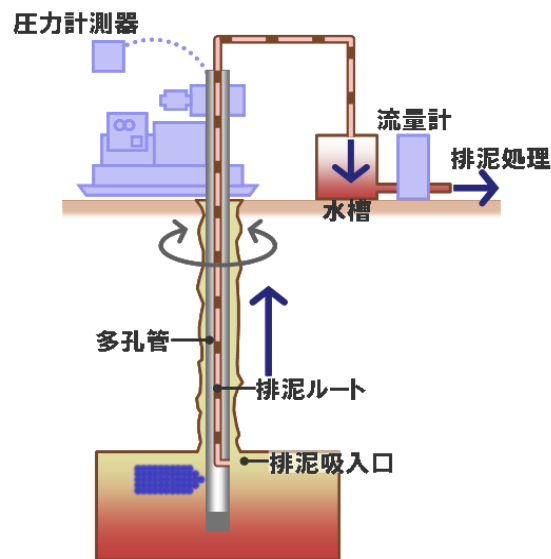


図8-2 措置の実施状況

(3) 措置の実施

工場の操業中に実施。工期は約 3.5 ヶ月。

3. 措置等が当初計画通りに進まなかった点とその対応策

特になし。

4. 工夫した点・苦慮した点

稼働中の工場に隣接した場所であったため、振動の発生および周辺地盤への影響（沈下、隆起など）に留意して施工を行った。

5. 措置完了後の状況

工場敷地として継続利用されている。

ケース 9 : 汚染土壌の掘削除去

1. 土壌汚染現場の概要

(1) 背景

電子部品製造工場内の廃棄物仮置き場の撤去に際し、自社の環境管理の観点から自主的に土壌汚染調査を実施した結果、ふっ素による土壌汚染の存在が判明した。

(2) 土壌汚染発生の原因

仮置き場は土間コンクリートで覆われていたが、その一部に亀裂が発見されており、そこから漏洩したものと推定される。

(3) 土壌汚染の状況

汚染の状況は次のとおり。

表9-1 汚染状況

事業所の種類	電子部品製造業	調査の契機	廃棄物仮置き場撤去に伴う自主調査
使用廃止された有害物質使用特定施設	該当なし		敷地内地下水汚染
敷地面積	約30,000㎡	周辺の地下水汚染	なし
汚染面積	24㎡	敷地内への人の立ち入り	できない
汚染深度	1.5m	地下水の飲用利用	なし
基準を超過した特定有害物質等の種類	基準項目等	濃度	
ふっ素及びその化合物	土壌含有量	基準の約2倍	
	土壌溶出量	基準の約10倍	

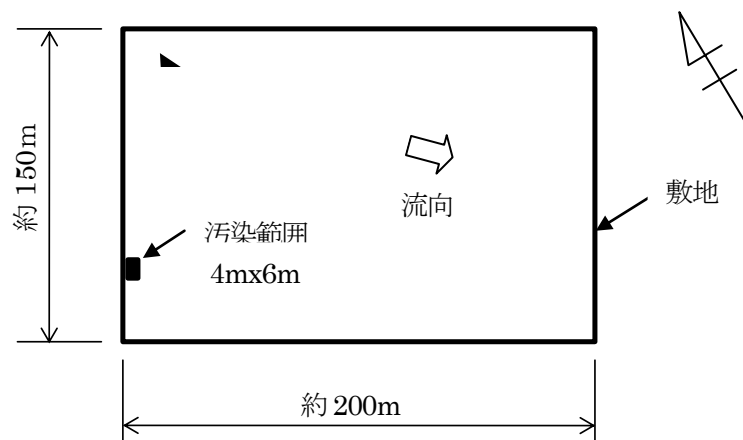


図9-1 敷地と汚染範囲

2. 土壌汚染措置の概要

(1) 措置の選定理由

地下水位は、GL-5mであり地下水摂取リスクはなかった。

土地所有者は汚染の除去を希望しており、汚染範囲が狭隘であり、汚染深度も 1.5m と比較的浅かったため掘削除去による措置を選定した。

(2) 措置の実施方法の考え方

廃棄物仮置き場の撤去と同時に汚染範囲を GL-2m まで掘削することとした。

(3) 措置の実施

汚染場所が構内道路に面した場所であったため、道路を一時通行禁止とし道路から油圧ショベルで素掘し、掘削した土壌は浄化施設へ搬出した。混在したコンクリート塊は現場で分別し建設リサイクル法に準じて処分した。

掘削後、4 側面と底面の土壌を採取・分析し、汚染範囲が確実に除去されていることを確認後、客土にて埋め戻し、転圧整地して工事完了とした。

作業は、側面・底面の土壌の分析を含め4日間であった(事前の汚染調査の期間は含まず。)

(4) 措置費用

約 220 万円

3. 措置等が当初計画通りに進まなかった点とその対応策

特になし

4. 工夫した点・苦慮した点

(1) 現場で分別したコンクリート塊に汚染土壌が付着して汚染が拡散することを防止するために、搬出する前にコンクリート塊を水洗浄した。洗浄した後の水は、既設の工場排水処理設備(ふっ素処理可能設備)で処理した。

(2) 側面・底面の土壌の分析は、分析機関に事前予約し 1 日で行い、掘削から埋め戻しまでの作業工程の短縮に努めた。

5. 措置完了後の状況

現在は、既設工場の駐輪場の一部として利用されている。