

土壌対策工事の現状と課題

< 目次 >

1. 土壌対策工法の現状
2. 主な対策工法の相対的な比較
3. 法律適用の有無と対策工法との関係
4. ブラウンフィールド問題に関して
5. リスクコミュニケーションに関して

平成19年7月31日

鹿島建設株式会社

1. 土壌対策工法の現状

1. 重金属汚染の特徴と工法

- ・比較的表層の汚染が多い。
- ・分解無害化が性質上できない。

< 主な工法 >

掘削除去、場外処理

掘削・敷地内浄化・埋め戻し(分級・洗浄工法が主)

原位置封じ込め

2. VOCs汚染の特徴と工法

- ・浸透しやすく帯水層下部までの汚染
- ・分解無害化が可能

< 主な工法 >

掘削除去 (汚染が浅い場合に採用多い)

原位置分解 (最近、普及)

・還元分解法 鉄粉を地盤中に混合

・酸化分解法 酸化剤を地盤中に注入

・微生物分解法 栄養剤を地盤中に注入し分解微生物を活性化

原位置抽出

・土壌ガス吸引法、地下水揚水法など

原位置封じ込め

2. 主な対策工法の相対的な比較

コスト(低コスト順)

封じ込め等(暴露経路の遮断) < 原位置浄化(抽出 < 分解) < 掘削除去

工期(短期順)

封じ込め等(暴露経路の遮断) < 掘削除去 < 原位置(分解 < 抽出)

浄化の確実性

原位置浄化(分解、抽出) < 掘削除去

汚染状況への対応(汚染濃度、物質、地盤)

封じ込め等(暴露経路の遮断)は適用条件を満たせば低コスト、短工期

原位置浄化(分解)は対象が化合物に限られるが、掘削除去に比し輸送などの環境負荷が少ない。

掘削除去は汚染土壌を場外搬出するため、敷地内での制約条件は少ないが、敷地外で輸送、処理時の環境負荷がある。

工期(浄化期間)、浄化の確実性と対策コストは一般にトレードオフの関係にある。

3. 法律適用の有無と対策工法の関係

土地の売買のケース

法律対応、法律外(自主)に拘わらず現状、掘削除去が多い。
汚染深度が深いVOCsでは、原位置浄化が増加の傾向

土地保有継続のケース

法律対応： 暴露経路の遮断 小規模汚染では掘削除去

法律外： 「措置」にないバリア井戸や透過浄化壁での拡散防止も採用

操業中工場のケース

操業に支障が生じない工法が選定される。

原位置浄化、バリア井戸、透過浄化壁

< 問題点 >

土地の売買のケースでは、指定基準(環境基準)の僅かな超過土壌も掘削除去による対策が多い。(特に重金属汚染の場合)

同じ汚染土壌であっても、指定区域とそれ以外では規制が異なる。

汚染土壌の適正管理の観点から同一レベル(汚染土管理票、認定施設など)の規制が望まれる。

4. ブラウンフィールド問題に関して

< ブラウンフィールド問題の考えられる要因 >

土地購入者は完全に浄化された土地を要求

工法は工期、確実性、などから掘削除去が主体となる事が多い。

土地売却価格に占める浄化工事費の割合が強く影響

掘削除去は、対策工事費が多額となりがち。

土地価格が低い地方では売却(土地利用)断念のケースが生じやすい。

土地の鑑定は現状、汚染の除去を前提

鑑定価格 = 汚染がない土地の価格 - 浄化費用 - スティグマ(嫌悪感)

< 対応策 >

土壤汚染に対する正しい理解の推進

土地利用に対応した「措置」の合理的な選択を可能にする。

封じ込め等の「汚染の管理」への理解

土地利用形態に対応した土地利用基準の設定

健康被害防止を前提として、指定基準(環境基準)をベースに用途に応じた土地利用基準が望まれる。

5. リスクコミュニケーション

現状の問題

土壌汚染に対する、社会の強い不安感

指定基準(土壌環境基準)が唯一の判断基準

土地の利用形態に拘わらず完全な浄化の要求

汚染原因者に対する不信感

汚染原因者側からの安全性、対策の妥当性に関する説明は理解されないことが多い。中立的立場での解説 / 調停者が必要

対応策

リスクコミュニケーター制度の確立

中立的立場での解説 / 調停により、リスクコミュニケーションの円滑化が期待される。

リスクコミュニケーターの認定、提供、研修システムの整備

土壌汚染の実態に関する正しい理解の促進

国の積極的な広報活動により、社会の理解を深める。

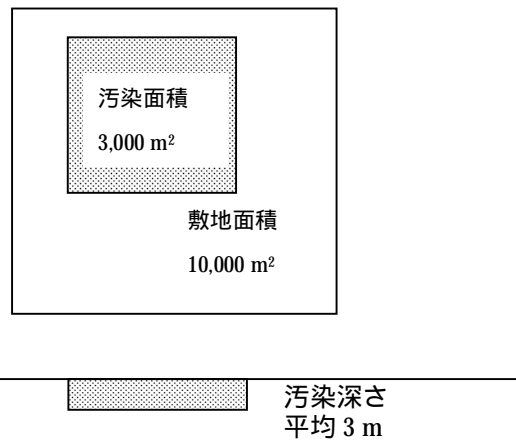
措置費用の比較

汚染サイトのモデルを2ケース設定し、該当する「措置」の費用の比較を行なった。費用は、地盤条件や近隣の条件、汚染の状況などによって差異が生ずるが、概略値を用いて試算を行なった。

ケース1 含有量基準を超過する場合（重金属）

<モデルケースの設定条件>

敷地の面積	10,000 m ²
土壌汚染の面積	3,000 m ²
土壌汚染の平均深さ	3 m
対策工事対象土量	9,000 m ³
汚染状況	重金属（鉛、ヒ素等）が含有量基準を超過



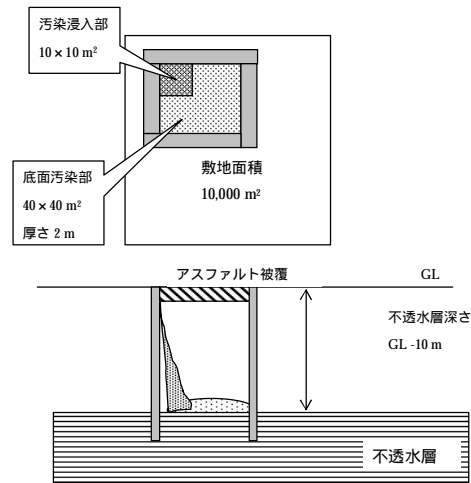
<措置費用> 掘削除去とアスファルト舗装を比較する

措置の種類	掘削除去	舗装
工事費用	山留、掘削、場外処分、良質土埋戻し 4.5 億円	アスファルト舗装（駐車場相当） 0.15 億円
維持管理（20 年間） アスファスト舗装	0	舗装補修（10 年目に実施） 0.06 億円
総計	約 4.5 億円	約 0.2 億円

ケース2 溶出量基準を超過する場合 (VOCs)

<モデルケースの設定条件>

敷地の面積	10,000 m ²
汚染の深さ	GL -10 m
粘性土部の汚染土量	3,200 m ³ (汚染面積 40 m×40 m×厚さ 2 m)
汚染浸入部の汚染土量	800 m ³ (汚染面積 10 m×10 m×厚さ 8 m)
地下水	GL -3~10 m
不透水層の深さ	GL -10 m
汚染状況	有機塩素系化合物(テトラクロロエチレン等)が 土壌溶出量基準を超過(ただし、第二溶出量基準には適合) 地下水は環境基準を超過



<措置費用> 掘削除去と原位置封じ込めを比較する

措置の種類	掘削除去措置	原位置封じ込め措置
工事費用	山留、掘削、場外処分、良質土埋戻し 6.0 億円	遮水壁、アスファルト舗装 水位観測井戸の合計 0.5 億円
維持管理費(20年間)		舗装補修(10年目に実施)
アスファルト舗装補修費用	0	0.03 億円
地下水水質測定費用 (観測井戸設置を含む)	分析 8 回(4 回/年×2 年) 0.01 億円	分析 80 回(4 回/年×20 年) 0.04 億円
総計	約 6.0 億円	約 0.6 億円

ケース1 含有量基準を超過する場合（重金属）の費用計算

a) 掘削除去措置の費用

< 工事費用 >

掘削費用 山留工（自立式鋼矢板による）、掘削、濁水処理、良質土による埋戻し等を合わせ、2万円/m³とする。

$$9,000 \text{ m}^3 \times (2 \text{ 万円/m}^3) = \text{約 } 1.8 \text{ 億円}$$

処分費用 重金属(含有量基準超過)汚染土壌処分費を3万円/m³とする。

$$9,000 \text{ m}^3 \times (3 \text{ 万円/m}^3) = \text{約 } 2.7 \text{ 億円}$$

計 約 4.5 億円

b) 舗装措置の費用

< 工事費用 >

アスファルト舗装工事費（駐車場相当）

面積 3,000 m²、工事費単価 0.5 万円/m²とする。

$$3,000 \text{ m}^2 \times 0.5 \text{ 万円} = \text{約 } 1,500 \text{ 万円}$$

< 維持管理費用 >

アスファルト舗装補修工事費（10年目に実施）

面積 3,000 m²、工事費単価 0.2 万円/m²とする。

$$3,000 \text{ m}^2 \times 0.2 \text{ 万円} = \text{約 } 600 \text{ 万円}$$

ケース2 溶出基準を超過する場合（VOCs）の費用計算

a) 掘削除去措置の費用

< 工事費用 >

掘削費用 山留工（鋼矢板及び支保工）、掘削、濁水処理、良質土による埋戻し等を合わせ3万円/m³とする。

$$40\text{m} \times 40\text{m} \times 10 \text{ m} \times (3 \text{ 万円/m}^3) = \text{約 } 4.8 \text{ 億円}$$

処分費用 揮発性有機化合物(第二溶出量基準適合)汚染土壌処分費を3万円/m³とする。

$$\text{汚染浸入部及び粘性土層の汚染土量 } 3,200 \text{ m}^3 + 800 \text{ m}^3 = 4,000 \text{ m}^3$$

$$4,000 \text{ m}^3 \times (3 \text{ 万円/m}^3) = \text{約 } 1.2 \text{ 億円}$$

計 約 6.0 億円

< 維持管理費用 >

水質観測井戸設置費

深さ 10 m

仕上がり孔径 50 mm(グラベルパッキング仕上げ)

設置場所は掘削区域内の地下水流向の下流側一箇所

約 50 万円/本 × 1 本 = 約 50 万円

採水・分析費用

分析項目 5 項目、4 万円/回、4 回/年、2 年間とする。

4 万円/回 × 4 回/年 × 2 年 = 32 万円

計 約 82 万円

b) 原位置封じ込め措置の費用

< 設計条件 >

遮水壁の深さ 12.5 m (うち 2.5 m は不透水層への根入れ深さ)

遮水壁の延長距離 40 m × 4 = 160 m

遮水壁面積 160 m × 12.5 m = 2,000 m²

< 工事費用 >

遮水壁工事費 (鋼矢板工法) 2,000 m² × 2 万円/m² = 約 4,000 万円

アスファルト舗装工事費 1,600 m² × 0.5 万円 = 約 800 万円

水位観測井戸設置費 深さ 10 m

仕上がり孔径 50 mm (グラベルパッキング仕上げ)

設置場所は遮水壁で囲まれた範囲内の一箇所

約 50 万円/本 × 1 本 = 約 50 万円

計 約 4,850 万円

< 維持管理費用 >

アスファルト舗装補修工事費 (10 年目に実施)

1,600 m² × 0.2 万円 = 約 320 万円

モニタリング費用

a) 水質観測井戸設置費 深さ 10 m

仕上がり孔径 50 mm (グラベルパッキング仕上げ)

設置場所は掘削区域内の地下水流向の下流側一箇所

約 50 万円/本 × 1 本 = 約 50 万円

b) 採水・分析費用

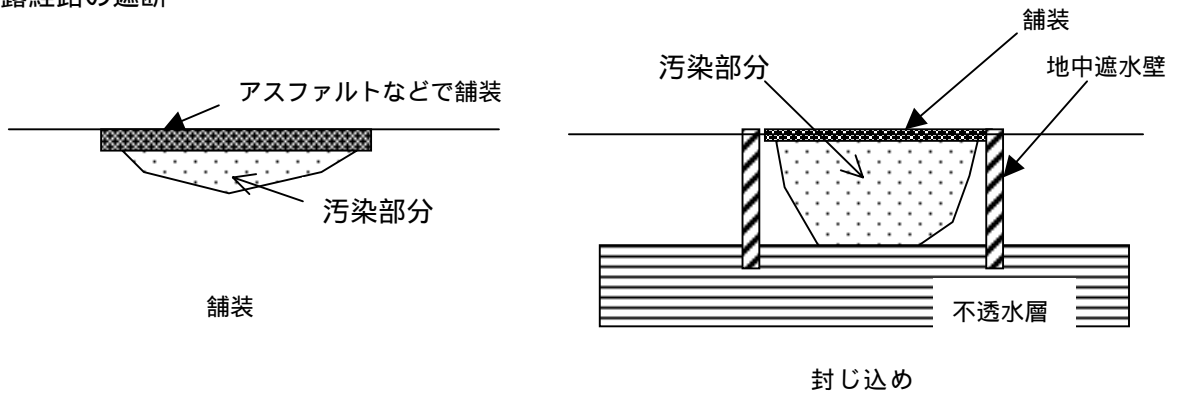
分析項目 5 項目、4 万円/回、4 回/年、20 年間とする。

4 万円/回 × 4 回/年 × 20 年 = 約 320 万円

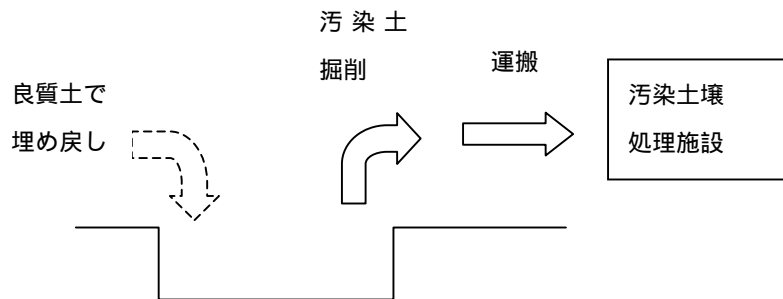
計 約 370 万円

措置の概念図

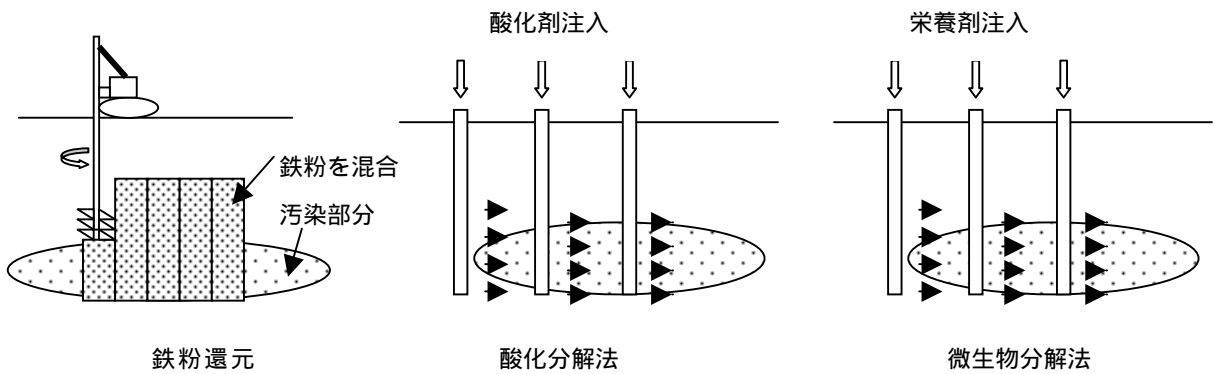
暴露経路の遮断



掘削除去



- 1 原位置浄化（分解）



- 2 原位置浄化（抽出）

