

鉛、砒素およびセレンによる汚染土壌の不溶化処理について

国際航業(株)	正会員	○尾崎 哲二
国際航業(株)		岡田 亮介
国際航業(株)		石原 成己
国際航業(株)		田中 信夫
(株)アステック		森本 一生
(株)アステック		武島 俊達

1. はじめに

既報¹⁾で自然土壌がソーダ灰によるアルカリ化により鉛、砒素およびセレンによる汚染土壌にいたったメカニズムについて述べた。対策では、このメカニズム等を踏まえポリ鉄による中和処理および天然ゼオライトの混合による不溶化処理をおこない良好な結果を得ることができた。ここでは、対策工法の選定および対策工事について報告する。なお、本処理工事は土壌汚染対策法施行前に実施したものである。

2. 土壌汚染状況等と対策工法の検討

土壌汚染の状況を下記のとおり整理し、対策工法について検討した。

土壌汚染は、ソーダ灰の混入により自然土壌がアルカリ化したことによって生じたものである。

土壌中の有害物質（鉛、砒素およびセレン）の含有量は少なく、自然界のレベルである。

汚染土壌における有害物質の溶出量値は、ほとんどが溶出量値 以下である。

自然土壌の溶出量値は基準値を超えない。

汚染土壌は粘性土である。

汚染土壌のほとんどが表層から深さ 2 m までの範囲にある。

地下水位は低く地表から深度 10m 近くにある。

周辺はマンション等の住宅、他の工場および小河川に囲まれ、境界は塀により区切られている。

重金属汚染土壌の対策では通常、掘削除去による工法をベースに検討される。ここでは、表 - 1 に示すように各工法を比較検討した。その結果、不溶化処理工法が妥当であると判断した。

表 - 1 対策工法の比較表

対策工法	工法の概要	長所	短所	総合評価
掘削除去 (良質土埋戻し)	汚染土壌を掘削して場外処理し、掘削場所を良質土で埋戻す。	完全浄化となる。	費用が高い。	不溶化処理が妥当ではないと判断された場合に採用する。
不溶化処理 (埋戻し)	汚染土壌を掘削し、現場において適切な薬剤を混合して有害物質の不溶化を図り、埋戻す。	費用が安い。	不溶化効果の持続が確認できない。	検討に値する。
洗浄処理	汚染土壌が粘性土であるため洗浄法は適さず、また、これ以上の有害物質の含有量を減じることとは困難である。			
熱処理	汚染土壌が粘性土であり、有害物質の含有量も少なくこれらの熱分離は困難である。			

3. 不溶化処理法の検討

重金属汚染土壌の不溶化処理法では、汚染土壌に薬剤を混合し、有害物質を難溶性塩として生成させ溶出量

キーワード アルカリ性、不溶化処理、中和処理、ポリ鉄、天然ゼオライト

連絡先 〒102-0086 東京都千代田区六番町 2 番地 国際航業株式会社 地盤環境エンジニアリング事業部 Tel03-3288-5722

を抑制する方法（化学的不溶化）が用いられる．今回の場合，各有害物質の含有量は自然界のレベルであり，土壤汚染がアルカリ物質（ソーダ灰）の混入によって生じたことが確認されている．アルカリ化によって土壤中のコロイド粒子が分散し，含まれる有害物質が溶出量として計量されたためである．これは，有害物質の混入によって溶出量値が高くなる通常の汚染メカニズムとは異なり土壤中の環境を変化させたためであった．

このメカニズムを踏まえれば，アルカリ化した土壤を中和しコロイド粒子の分散を抑制して溶出量を減ずることが考えられる．そこで，中和剤による中和処理試験をおこなった．その結果，汚染土壤に中和剤を混合し，

pH 値を 6.5 近くまで低下させれば溶出量が基準値以下になることがわかった．中和剤には総合的な観点からポリ鉄（ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ，液体状）を使用した．さらに，中和処理土壤に天然ゼオライト（粉体状）を混合し人工的なポリ鉄の使用による中和処理を補完するとともに長期的な安定にも考慮した²⁾³⁾．天然ゼオライトは，一般にアルカリ性を示すため使用するゼオライトにはできるだけ pH の低いものを用いた．

4．対策工事

対策工事における汚染土壤の処理フローを図 - 1 に示す．

各工程の概要は以下のとおりである．

掘削した汚染土壤を処理ヤードへ運搬する．処理ヤードは幅 6m 長さ約 41m のレーンを 2 列に配置し交互に使用した．スタビライザーの施工厚さを考慮し各レーンに約 150m³ の汚染土壤を約 60cm 厚さに敷均した．スタビライザーによる事前攪拌ののち簡易 pH 測定をおこなった．全体を 9 区画に分割し，各区画（28m²）の中心部から土壤を採取し，これを 1:10 の比率で水と混ぜ溶液の pH 値を測定した．ある pH 値をもつ原土壤を pH 値 6.0 とするに必要なポリ鉄の混合量（原液）を校正曲線として求めておき，測定した pH 値からその地点におけるポリ鉄混合量を決定した．ポリ鉄は原液を一定濃度に希釈し，簡易ポンプを使って人力により散布した．散布後はスタビライザーにより攪拌混合した．

ポリ鉄混合後，天然ゼオライトを散布しスタビライザーにより攪拌混合した．混合後は処理土壤全体の 5 ヶ所から土壤を採取し，これらの混合土壤を試料とし公定法による分析をおこなった．その結果，すべての

処理土壤において，各有害物質は基準値（0.01mg/L）以下（定量限界値 0.005mg/L 未満）であった．

5．おわりに

本事例は土地所有者，当該自治体などの関係者の了解を得ながら進めた．有害物質の混入による汚染ではなく，地下水位が深く汚染が及んでいないことなどから本対策工事が恒久対策工事となったことを記しておく．

参考文献

- 1) 尾崎哲二，岡田亮介，笠水上光博，田中信夫，石原成己：自然土壤からの鉛，砒素およびセレンの溶出事例について，土木学会第 57 回年次講演会（平成 14 年度全国大会）
- 2) 株式会社アステック 技術資料
- 3) 湊秀雄，森本辰雄，尾崎哲二：汚染土壤の X 線回折法および偏光顕微鏡観察の一例，第 12 回環境地質学シンポジウム論文集，pp271-276，2002



写真 - 1 スタビライザーによる中和剤の混合

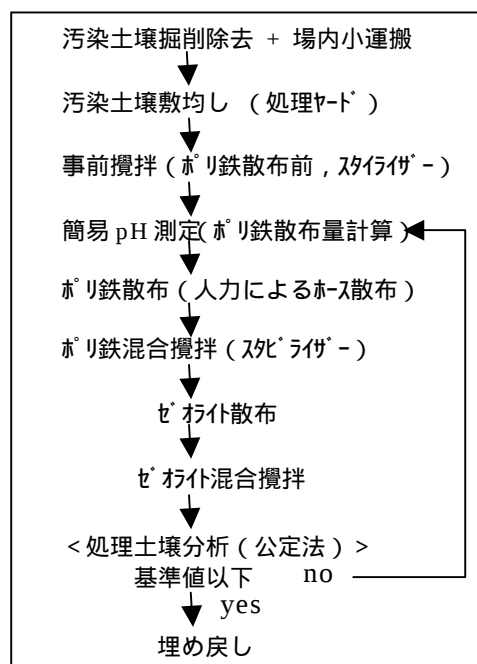


図 - 1 不溶化処理フロー