

VII-275

砒素汚染土に対する土壌洗浄法の適用性に関する検討

(株)鴻池組技術研究所 正会員 大山 将

同 上 正会員 橘 敏明

同 上 正会員 川西順次

1. はじめに 市街地再開発や土地利用の変更に伴う土壌調査などで工場跡地等の土壌汚染が判明する事例が増加している。重金属等の土壌汚染に対する恒久対策の方法として、汚染土壌から対象汚染物質を除去する「浄化」と、一般環境との隔離を行う「封じ込め」がある¹⁾。土壌洗浄法は「浄化」工法の一つであり、土壌を粒度により分級して対象汚染物質が吸着・濃縮している区分を分離するとともに、対象物質を洗浄液中に洗い出す工法である。特に欧米では各種浄化工法の前処理工法として適用して汚染土壌の量を減量させる事例も多い²⁾。今回工場跡地から採取された砒素汚染土に対して土壌洗浄法の適用可能性を検討するための実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験方法および結果

2.1 溶出試験および粒度区分別汚染特性 工場跡地より採取した土壌試料に対して砒素に関する溶出試験および含有量試験を実施した。溶出試験は環境庁告示第46号に掲げる方法で、含有量試験は底質調査法に従い前処理を行い、水素化物発生ICP発光分析法で測定した(表-1)。砒素溶出濃度は土壌環境基準(0.01mg/L)および廃棄物物理立処分基準(0.3mg/L)を上回っており、含有量は土壌・地下水汚染に係る調査・対策指針³⁾による含有量参考値(50mg/kg)を超過している。

粒度区分ごとに砒素に関する溶出試験を行った結果を図-2に示す。本報では粒径が2~0.6mmを粗粒砂、0.6~0.075mmを細粒砂として分類³⁾している。また「砒素溶出量」は溶出濃度(mg/L)と液固比(L/S)から算出し、対象土壌の単位乾燥重量(kg)あたりの溶出量(mg)を表す単位「mg/kg」を用いて整理した。今回の土壌試料は、粒径が0.6mmを超える礫・粗粒砂の割合が約63%であるが、粒度区分別溶出量は粒度区分が細くなるに従って大幅に増加しており、細粒砂・シルト以下での溶出量は38.6、72.7mg/kgと全体の溶出量の約64%を占める。汚染土壌全量を洗浄処理すると想定した場合、砒素を多く含有した細粒分は濁水処理工程で濃縮・分離できる反面、砒素含有量および含水比が非常に高いスラッジとして排出され体積増加につながる恐れがある。また、洗浄工程に砒素含有量の多い細粒分が存在すると砒素の溶出が継続する⁴⁾ために洗浄効率の悪化を招く恐れもあり、対象土の粗粒分と細粒分との経済的・効率的な分離が不可欠であると考えられる。

2.2 洗浄液別溶出特性 洗浄液として水を用いた場合の液固比の影響および酸・アルカリを洗浄液としたときの溶出量を把握し、洗浄の効果を評価する指標を得ることを目的とした溶出試験を行った(図-2)。図中には実験条件も示しており、大部分は粒径0.6mm以上の粗粒分を対象とした。液固比(L/S)は洗浄液体積と土壌の質量との比(mL/g)

であり、洗浄液として用いた酸・アルカリ(HCl・NaOH)の濃度はそれぞれ0.01M、0.1Mである。水を洗浄液とした場合、砒素の溶出量は液固比(L/S)の影響を受けるが、液固比が100と200とを比較すると溶出量がほぼ同程度であるので、液固比が100の場合の溶出量で砒素の最大溶出量がほぼ推定できると考えられる。また、酸とアルカリを洗浄液とした場合、アルカリの方が砒素の溶出効果(洗浄効果)が非常に高く、洗浄液としてのアルカリの効果が確認できた。

表-1 溶出・含有量試験結果

砒素溶出濃度 (mg/L)	砒素含有量 (mg/kg)	含水比 (%)	溶出液 pH
2.88	65.3 (粒径0.6mm以上)	9.45	5.47
	214.1 (粒径0.6mm以下)		

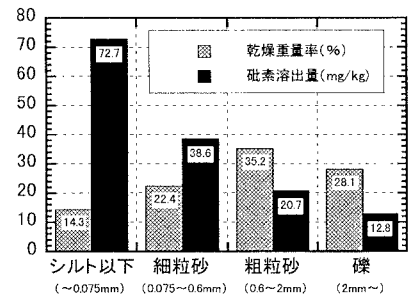


図-1 粒度区分別溶出試験結果

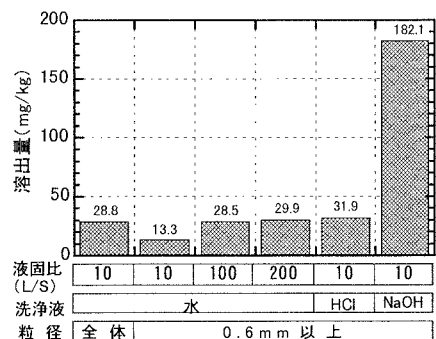


図-2 洗浄液別溶出特性

キーワード: 土壌洗浄, 砒素, 分級, 洗浄液, アルカリ

連絡先: 〒305-0003 つくば市桜1-20-1 (株)鴻池組技術研究所 Tel.0298-57-2000 Fax.0298-57-2123

2.3 アルカリ洗浄実験 洗浄液別溶出試験において、洗浄液としてアルカリを用いることで大きな洗浄効果を得ることが確認できた。そこで、洗浄液としてまず 0.01M および 0.1M NaOH 水溶液を用いて洗浄し、中和処理、水洗浄工程を経て洗浄土壌を回収するプロセスを想定したアルカリ洗浄実験を実施した。この実験は各プロセスでの洗浄効果の評価および洗浄後の土壌の溶出試験を目的としており、粒径が 0.6mm 以上の土壌のみを対象としている。実験のフローを図-3 に、結果を図-4 に示す。アルカリ(NaOH 水溶液)による洗浄回数が多いほど、また pH が高いほど(0.01N より 0.1N の方が)累積溶出量は多い結果となった。また、今回の実験条件では洗浄後の土壌の溶出試験結果はそれぞれ 0.019, 0.015, 0.014mg/L と土壤環境基準と同レベルであったが、基準を下回る結果は得られなかった。

3. まとめ 工場跡地から採取された砒素汚染土に対して土壤洗浄法の適用可能性を検討した。洗浄工程に砒素含有量の多い細粒分が存在すると砒素の溶出が継続し、洗浄効率の悪化を招く恐れがあるので、対象土の粗粒分と細粒分との経済的で効率的な分離が不可欠であると考えられる。またアルカリが砒素汚染土の洗浄液として高い効果を得ることが確認でき、今回の実験条件では土壤環境基準と同レベルまで洗浄することができた。しかしながら、土壤環境基準は浄化目標という点からは厳しい基準であり、ある程度以上汚染された土壌では、適切に分級・分離しアルカリ洗浄で含有砒素を液相に移行させても、土粒子に砒素が残留する限り低い濃度で継続的に溶出する可能性がある。したがって、対象土の汚染レベルや土質に応じて室内試験等での確認が必要であると考えられる。

【参考文献】 1) 環境庁水質保全局：土壤・地下水汚染に係る調査・対策指針および運用基準，1999。

2) 大北、伊藤ほか：土壤洗浄法の概要とその適用について，廃棄物学会誌，Vol.5，No.1，pp.79～86，1994。

3) 大山・橋・川西：土壤洗浄法の適用性に関する検討－砒素汚染土－（その 1），第 34 回地盤工学会研究発表会講演集，1999。

4) 橋・大山・川西：土壤洗浄法の適用性に関する検討－砒素汚染土－（その 2），第 34 回地盤工学会研究発表会講演集，1999。

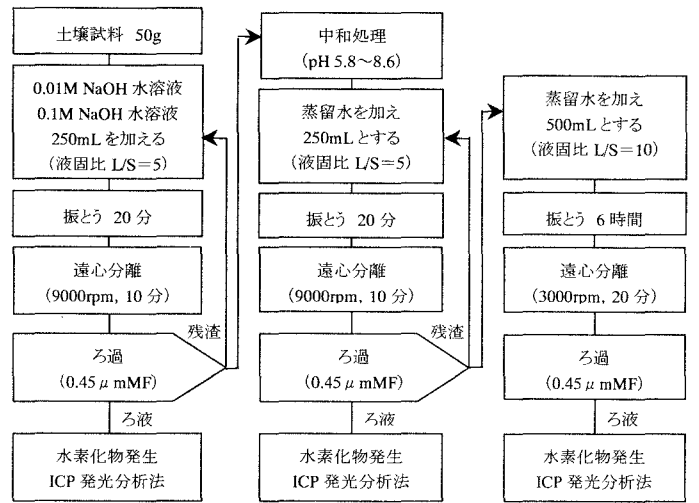


図-3 アルカリ洗浄実験フロー

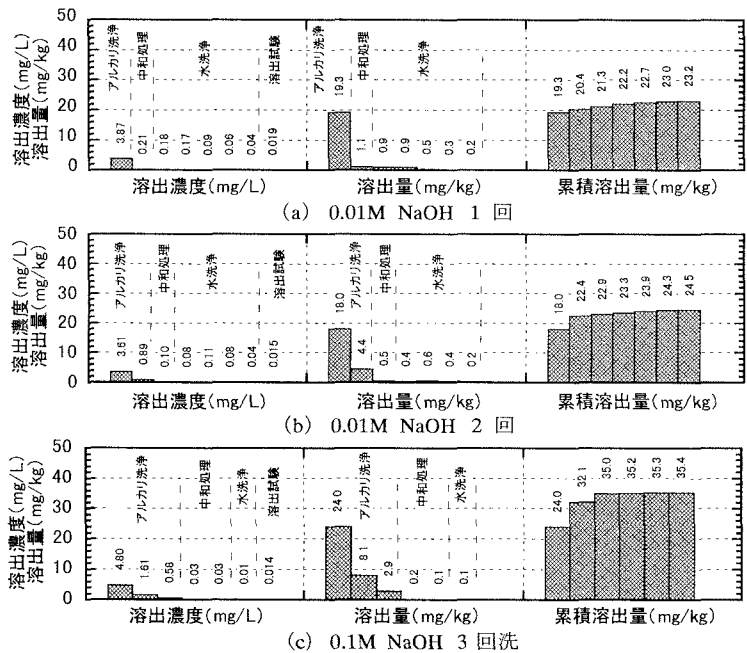


図-4 アルカリ洗浄実験