

ヒ素汚染土壌のセメントによる固化・不溶化処理

(株)鴻池組技術研究所 正会員 ○大山 将
 同 上 山田哲司
 (株)鴻池組土木本部技術部 奥村正孝

1. はじめに

筆者らは重金属等に汚染された土壌に対してセメントなどの固化材を添加・混合して固化・不溶化を図り、適切な遮水構造内に封じ込める工法(固化・不溶化工法)について研究を進めている¹⁾。これまでは汚染土壌を埋立処分基準(概ね土壌環境基準の30倍)以下に固化・不溶化し、管理型処分場に搬出するケースが多かったが、汚染土壌を原位置で封じ込めるとともに、遮水構造内に封じ込める汚染土壌を土壌環境基準と同程度(もしくはそれ以下)まで固化・不溶化処理することが求められるケースも多い。

先の報告²⁾では、ヒ素汚染土壌を土壌環境基準以下まで固化・不溶化することを求められた工場跡地環境対策工事に関して、セメントによる固化・不溶化処理について室内配合試験および自走式土壌改良機を用いた現場試験の結果について報告した。本報告では、同工事における固化・不溶化処理に関する品質管理方法および品質管理に実際に用いたヒ素の簡易分析方法について報告する。

2. 固化・不溶化処理概要

汚染土壌を原位置で封じ込める方法としては、地盤改良機を用いて原位置でセメントを添加・混合する方法と、掘削した汚染土壌を地表にて処理した後に遮水構造内に埋戻す方法がある。特に工場跡地の場合、場内での汚染度合いや分布が不均一であり、地中埋設物の

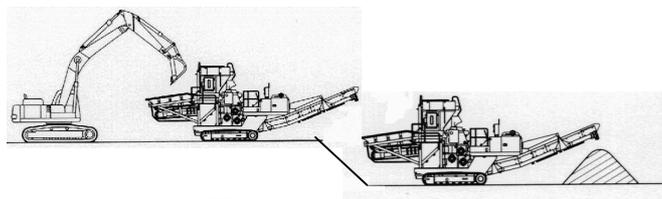


図-1 改良機の配置

撤去やコンクリート・レンガなどのガラの選別等が必要であるため、対象土壌を掘削除去して地上に設置した処理プラントにて固化・不溶化処理を行うことが多い。今回は処理プラントとして自走式土壌改良機を採用した。

室内配合試験および現場試験の結果を踏まえて、実施工では改良機を2台直列に配置し、ヒ素溶出量が0.3mg/Lを超えるものについてはセメント添加量100kg/m³程度を添加・混合して管理型処分場に搬出処分し、溶出量が0.3mg/L以下のものに対してはセメント添加量150kg/m³で固化・不溶化処理した。処理対象となるヒ素汚染土壌は約18,000m³であった。

3. 品質管理方法

図-2に施工フローおよび品質管理項目を示す。

概況調査及び詳細調査によって作成された汚染濃度マップに従って掘削範囲や深度を決定した。汚染土壌除去の確認は、掘削エリア200m²ごとに掘削底面の土壌試料を5点混合方式で採取して公定法分析(環境庁告示46号溶出試験)する底面管理を実施した。また掘削土の汚染濃度管理は200m³に1回の頻度で、後述する簡易分析法によりヒ素溶出量を測定した。

改良機によるセメント改良時には投入量、改良機出力および改良度合いの目視判断等の管理を行った。

改良土の品質管理として、200m³に1検体の頻度で改良土を5地点混合方式で採取し、ビニール袋で密封して現場試験室内で常温にて養生した。材令3日の供試体に対して簡易分析法に

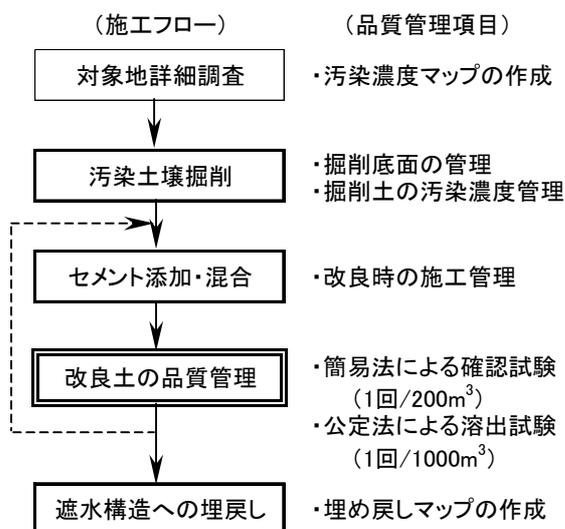


図-2 固化・不溶化処理の品質管理項目

キーワード:ヒ素汚染土壌, 固化・不溶化処理, セメント, 品質管理方法, 簡易分析方法, 土壌環境基準

連絡先:(株)鴻池組技術研究所 〒554-0002 大阪市此花区伝法4-3-55 Tel.06-6461-0262 Fax.06-6468-3659

よるヒ素溶出量を測定して、品質管理基準である 0.01mg/L 以下であることを確認した。また $1,000\text{m}^3$ に 1 検体の頻度で公定法分析（環境庁告示 46 号溶出試験）を行った。この場合には材令 7 日の供試体を用い、分析は計量証明事業登録機関に依頼した。

セメントによる改良土は即日に遮水構造内に埋戻すことを基本とした。埋戻し時には埋戻しマップを作成して改良日や埋戻し日などを記録した。改良時に混合ムラなどの不良箇所が確認された場合や、簡易法にて品質管理基準を満足しない結果が得られた場合には、再混合・改良するなどの対策を講じた。

3. ヒ素の簡易分析方法

掘削土の汚染濃度管理や改良土の品質管理として、ヒ素の溶出量を検知管を用いたヒ素の簡易測定器具（株）ガステック社製「ヒ素測定キット」を用いて測定した。溶出操作も公定法（環告 46 号溶出試験）より簡略化し、汚染土壌 10g を純水 100mL とともにスターラーを用いて 5 分間攪拌して 10 分間静置し、 $0.45\ \mu\text{m}$ のメンブランフィルターでろ過したろ液を検液とした。検知管を用いたヒ素の簡易測定法はヒ素を還元気化させて気体状のアルシンを発生させ、発生した気体を検知管によって測定する³⁾。

事前に現場の汚染土壌に対して、公定法と簡易法でヒ素の溶出量を測定した結果を図-4 に示す。試験に供した試料の全てが公定法に比べて簡易法による分析値が高くなり、バラツキもやや大きい結果であった。掘削土の汚染濃度管理値が 0.3mg/L であったので、簡易法で測定した際に検知管の最大メモリである 0.5mg/L を下回っておれば、公定法でヒ素の溶出量が 0.3mg/L を下回るものと判断して管理に用いた。

図-5 に改良土に対して公定法と簡易法でヒ素の溶出量を測定した結果を示す。原土壌と同様に公定法に比べて簡易法による分析値が高くなる傾向を示し、簡易法で 0.03mg/L 以下であれば公定法において土壤環境基準 (0.01mg/L) を満足する結果となった。改良土の品質管理基準が 0.01mg/L であったため、簡易法の測定値が 0.01mg/L 以下であれば公定法でも基準を満足するものと判断して管理に用いた。なお最終的な施工管理は $1,000\text{m}^3$ に 1 検体の頻度で行う公定法分析（環境庁告示 46 号溶出試験）で行い、簡易法はそれを補完するデータとして取り扱った。

4. まとめ

ヒ素汚染土壌の固化・不溶化処理の品質管理として、今回は材令 3 日での簡易法による測定 (1 回/ 200m^3) および材令 7 日での公定法による測定 (1 回/ $1,000\text{m}^3$) によりヒ素の溶出量を管理した。固化・不溶化処理した改良土の品質評価の時期については議論の余地があるが、現段階では改良土の溶出挙動については材令の効果あまり見られず¹⁾、不良箇所が発見された場合の措置（例えば再改良）を考慮し、早い段階での不溶化効果の確認が重要であると考えている。

【参考文献】

- 1) 山田・大山:セメントなどの固化材による重金属類汚染土壌の固化・不溶化処理について、第 8 回地下水・土壤汚染とその防止対策に関する研究会講演集、2002(投稿中)。
- 2) 大山・山田・奥村:ヒ素汚染土壌のセメントによる固化・不溶化処理に関する検討、第 37 回地盤工学研究発表会、2002(投稿中)
- 3) 中丸:ヒ素の簡易測定法、資源環境対策、Vol.37, No.7, pp.40-44, 2001。

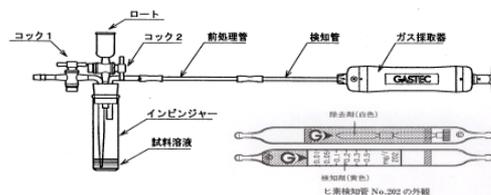


図-3 簡易分析装置((株)ガステック社製)

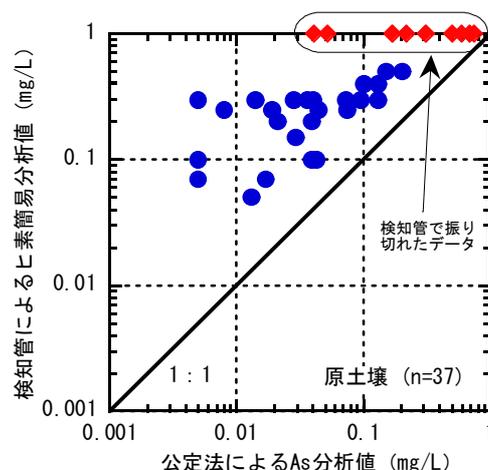


図-4 簡易法と公定法の分析値の相関（原土壌）

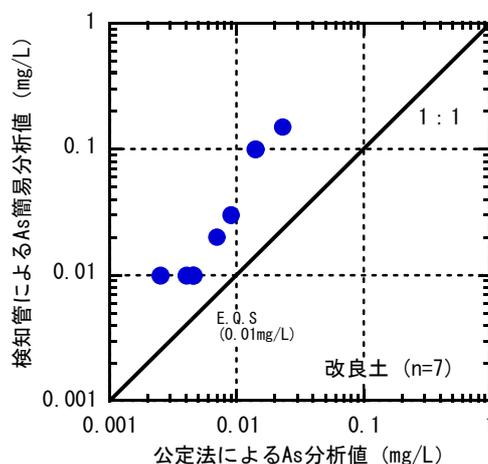


図-5 簡易法と公定法の分析値の相関（改良土）