

○山崎将義¹・森岡錦也¹・佐藤 毅¹・岡田雄臣¹・田村和広¹・土壌汚染の除去等の措置の適用可能性試験に関する調査・検討部会¹
¹土壌環境センター

1. 背景・目的

《背景》

- ◆ 土壌汚染対策法において、汚染除去等の実施措置として浄化処理(オンサイト又は原位置)等を採用しようとする場合、**事前に適用可能性試験等を行ってその効果を確認し、試験結果等を汚染除去等計画に記載することが規定されている。**
- ◆ 土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン(以下、ガイドライン)では、適用性を確認する基本的な考え方、実施措置、適用性を確認する方法および適用性を確認する項目が示されているものの、**適用可能性試験に関する具体的な方法や手順等は示されていない。**

《適用可能性試験の現状と懸念事項》

- ◆ 各社の裁量や工夫により実施していると考えられる。よって、ステークホルダーへの説明に際し適用可能性の根拠が示せない、**適用可否の判断方法や判断基準をその都度検討する必要性が生じる等非効率で、対策着手に遅延が生じる懸念もある。**

検討の目的：**適用可能性評価のための室内試験の具体的な方法・手順を提案**

オンサイト洗浄処理の適用可能性試験を検討

2. 適用可能性試験の検討の流れ

《オンサイト洗浄処理の技術概要》

掘削した土壌を機械的に洗浄し特定有害物質を除去した後に現地へ埋め戻す処理方法である。土壌を粒度により分級(湿式洗浄分級)し、特定有害物質が吸着・濃縮しやすい細粒分を抽出(分離)させて除去する方法と、土壌中の特定有害物質を薬剤などの溶媒を用いて洗浄液中に溶解させて除去する方法が一般的である。

① 資料整理

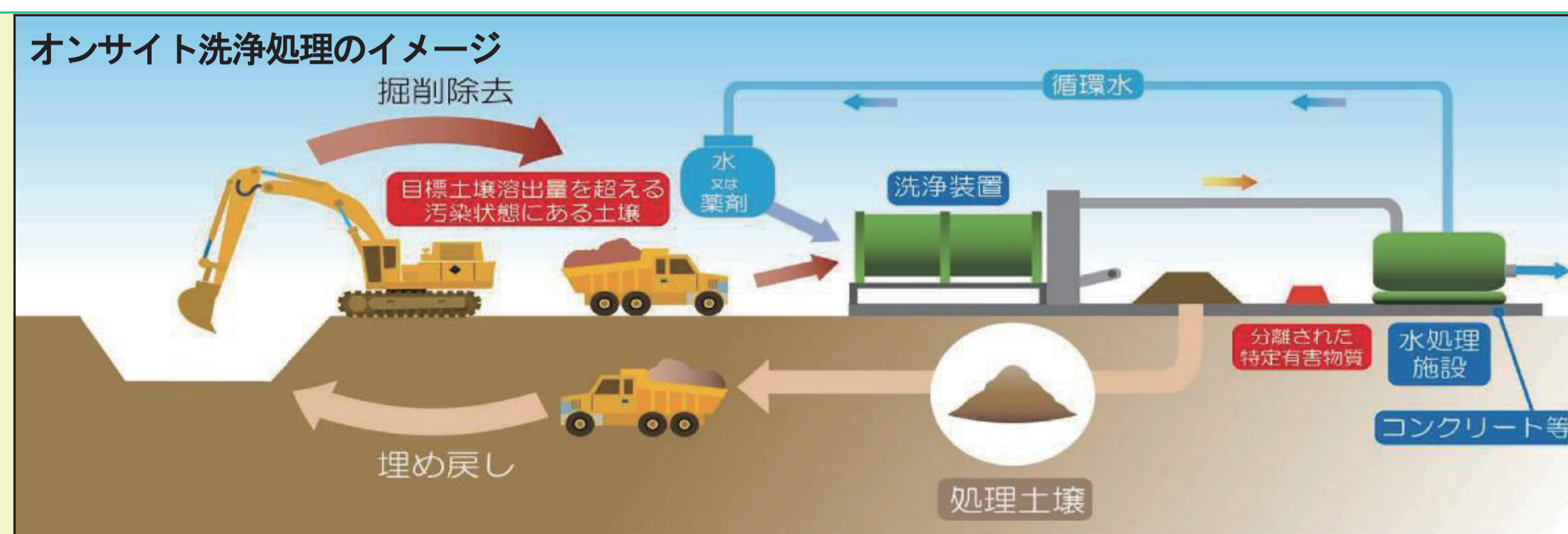
ガイドライン、区域内措置優良化ガイドブックをもとに、汚染除去等計画の作成の対象となる**実施措置および処理の種類、適用性の確認方法、留意点**等を整理。

② 検討対象とする措置方法の選定

土壌環境センターが会員企業を対象に実施したアンケート結果(2022年度)を参考に、オンサイト浄化における**洗浄処理(湿式洗浄分級)**が第二種特定有害物質(重金属等)やその他の物質に対して**汎用性が高い**ことから、検討対象に選定。

③ 適用可能性試験手順案の作成

適用性の確認方法のうち、従来から実施され最も一般的な方法の一つと考えられる適用可能性試験の**「室内試験」**を検討対象とした。



出典：環境省(2020)、区域内措置優良化ガイドブック(改訂版)、p. 52

◆ 適用可能性試験の目的

現地で採取した土壌試料を用いた室内試験により**処理後の土壌が浄化目標に適合するか確認**すること。

◆ 対象物質：第二種特定有害物質(重金属等)

以下の物質は**適用にあたり留意が必要**。

- ◎ シアン、六価クロム：洗浄処理後、排水側へ移行しやすい
- ◎ 水銀：揮散しやすい

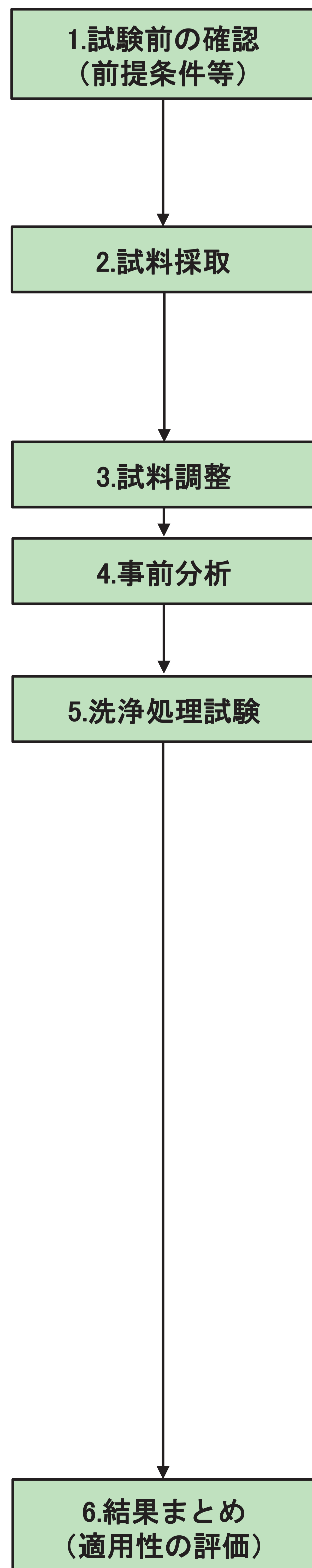
3. 室内試験フロー例

【第1報(第28回研究集会)から変更した主な内容】

- ◆ 試験目的をふまえて設計段階に係る内容を削除し、洗浄処理の適用性の確認に限定した記載内容に変更。
- ◆ 洗浄水は実際に現場で使用する水源の水(例：地下水や河川水等)を用いる。
- ◆ 試験前の確認事項として、土壌洗浄後の洗浄水の処理方法に関して**放流先水質基準への適合を担保**できること、を追記。
- ◆ 試験手順のイメージを図示することで理解しやすくした。
- ◆ 試験結果を基に**適用可能性を客観的に評価**できるように、適用可能性判断基準を提示した。

赤枠 内の下線部：主な見直し・更新箇所

緑枠：主な留意点および補足説明



【確認項目】

- ・基準不適合土壌の範囲と深さ
- ・浄化対象土量
- ・土質区分
- ・洗浄水：現場で使用する水源の水
- ・洗浄水の処理方法(循環再利用、余剰水排水処理)

■ 洗浄水

実施時に十分量が確保できる水源であるか事前確認しておく。

■ 洗浄水の処理方法

余剰水や措置等完了後に排水する洗浄水は、**放流先水質基準(排水基準)**を予め確認し、**同基準適合を担保できることを確認**する。

■ 水銀を含む汚染土壌

当該土壌を取り扱う際は水銀が揮散するおそれがあるので、計画的に**水銀ガスマonitoring(検知管等使用)**を行うと共に、**適切な保護マスク、保護メガネ等**を必要に応じて着用する。

- ・現地で基準不適合土壌の試料を採取、土質性状を確認
- ・試料採取地点は、汚染状況や土質等を勘案し、例えば汚染濃度が最大の箇所や土質が大きく異なる箇所などの複数地点を適切に設定
- ・**試料必要量は試験計画(想定試験回数)に基づき設定**。試験等により必要量を確保
- ・事前分析用試料も必要量を別途採取
- ・**土質試験(下記例)を行い土質性状を確認**(例)土質試験項目：粒度分布(JIS A 1204)、土粒子密度(同1202)、含水比(同1203)

■ 土質試験

実施時期は次の「3. 試料調整」で最大粒径以上の礫分を除去した後でもよい。

- ・試料を目視確認後、均質に混合し調整
- ・不純物(木片やがれきなど)は除くことが好ましい
- ・**試料は変質しないよう冷暗所等で保管。採取後、速やかに試験に供することが好ましい**

■ 土質試験

この段階で実施してもよい。

- 試料の基準不適合物質の土壌溶出量、土壌含有量等を確認(例)化学分析項目
- ・基準不適合物質の土壌溶出量(H15 環告 18号)
 - ・基準不適合物質の土壌含有量(H15 環告 19号)
 - ・土懸濁液pH(地盤工学会JGS 0211) など

■ 洗浄水の水質確認

水道水以外の水源の水を使用する場合は、その水のpH、濁度またはSS、処理対象の第二種特定有害物質の濃度、などを確認する。

試験条件を設定する。「1. 試験前の確認」をふまえて以下の諸条件を設定。

→試験装置の構成(混合攪拌機、湿式分級機等)、解砕時の液固比・処理時間、湿式篩の水量(液固比)、篩の目開き等

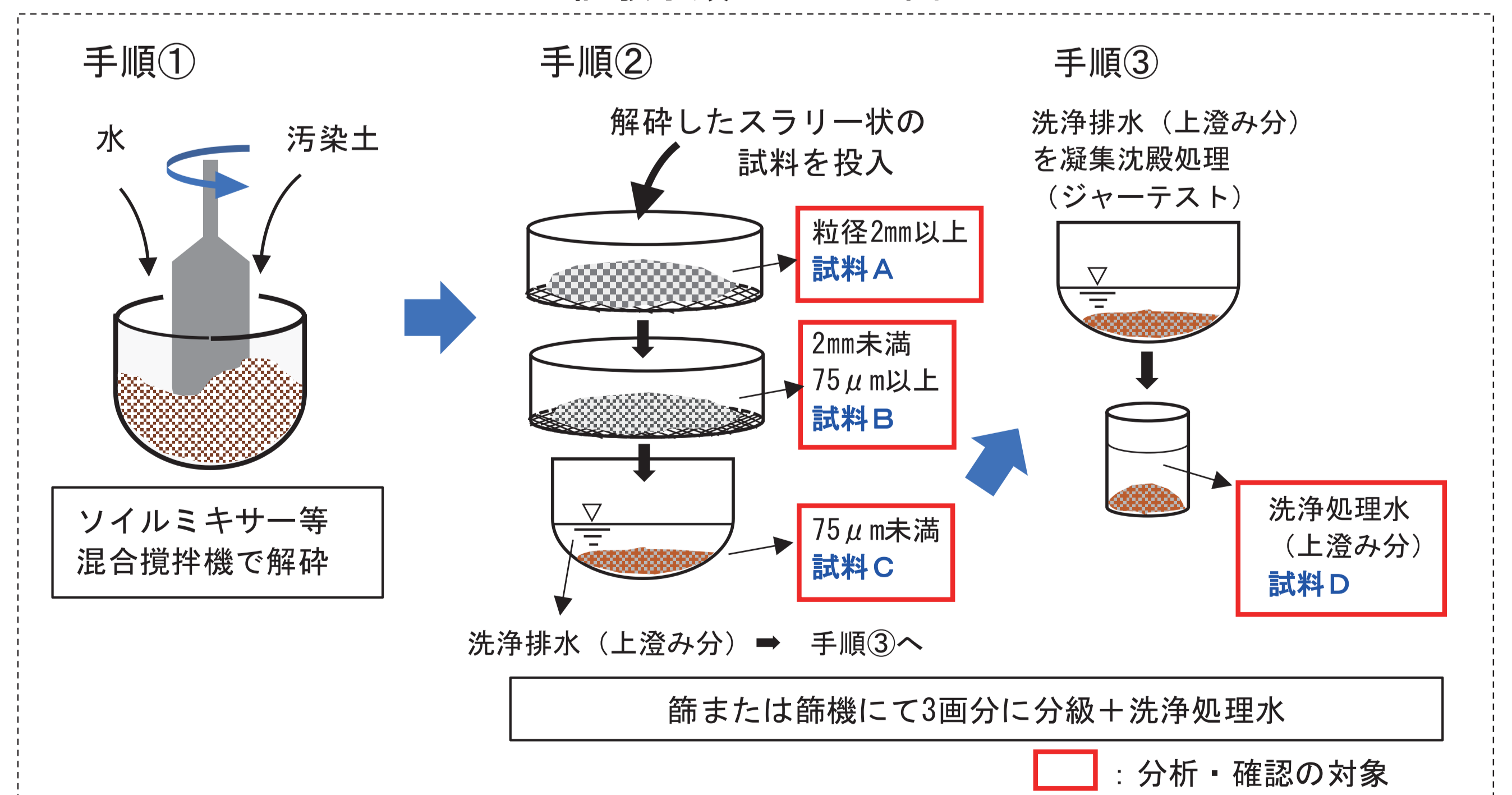
【試験手順】

- ① 試料(土量例：5 kg程度)に対し、所定の液固比^{※1}(例：液固比1~4)で洗浄水を添加し、ソイルミキサー等で所定時間(例：3分程度)混合攪拌し、解砕。
所定時間内で塊状のものが残る場合(硬質な粘土等)は、実機での処理を勘案のうえ、処理条件を下記ア、イのように変更して解砕し、効果を確認。
ア：攪拌時間を固定し、液固比の比率を変化
イ：液固比を固定し、攪拌時間を延長
- ② 解砕後の土壌スラリーを所定水量(液固比)にて篩にかけ、少なくとも、粒径^{※2} 2 mm以上分(以下、試料A)、粒径2 mm未満75 μm以上^{※3}分(以下、試料B)、粒径75 μm未満分(以下、試料C)の3画分に分級。
- ③ 試料Cと共に回収した洗浄水のうち上澄水を凝集沈殿処理(ジャーテスト)し、洗浄処理水(以下、試料D)として分析。
- ④ 分級後、試料Bについて測定・分析し洗浄処理の効果を確認。
- ⑤ 他の2画分、試料Aと試料Cは**利用先・処分先の求めに応じて、指定された試験方法・項目の分析試験を行い、結果を確認。**

注

- ※1：液固比は重量比(土壌は自然状態の重量)
- ※2：土粒子各粒径は次の値で表す。
- ・2 mm以上の粒径：2 mm篩上の残留分
 - ・2 mm未満75 μm以上の粒径：2 mm篩を通過し75 μm篩上残留分
 - ・75 μm未満の粒径：75 μm篩通過分
- ※3：粒径75 μmは細粒分の分級点例。分級点は実機の仕様に応じて(より小さく)設定。

試験手順のイメージ図



[分析項目] 試料B：基準不適合物質の土壌溶出量、土壌含有量、土懸濁液pH
 試料D：上記(土壌)基準不適合物質の排水中濃度、pH
 [確認項目] 試料A、B、Cの3画分の乾燥重量(構成比を確認)

試験の結果、**適用可能性判断基準(下記)3項目全てを満足した場合、オンサイト洗浄処理の適用性が高いと判断**する。

【適用可能性判断基準】

- ① 浄化目標に適合(試料B)
- ② 洗浄分級後、粗粒分(粒径75 μm以上)の割合が乾燥重量比で**50 %以上**であれば適用性が高いと判断
(試料A+試料B) / (試料A+試料B+試料C) ≥ 50 %
- ③ 洗浄処理水(試料D)が**放流先の水質基準(排水基準等)**に適合

4. おわりに

重金属等汚染土壌のオンサイト洗浄処理を検討対象とし、適用可能性試験(室内試験)の具体的な手順の例および留意点について、前回第1報から更に検討を重ね、適用可能性の判断基準を新たに提示するなど更新した結果を報告する。今後活用を図る上で改善の余地がないか意見交換・討議を重ねたい。