

# アールキュービック土壤洗浄システム

高田 尚哉

土壤汚染対策法が平成15年2月から施行されるなど、土壤浄化が社会的に重要な課題となっている。土壤の浄化方法としては、汚染した土地から汚染土壤を掘削搬出し良質土壤と置換える良質土置換え方法と、汚染した土地の土壤から汚染物質を取り除く土壤浄化方法がある。

本報では、土壤浄化方法の技術として、一般的におこなわれている分級洗浄処理を基本に開発した、アールキュービック土壤洗浄システムについて紹介する。

キーワード：土壤汚染、浄化、土壤洗浄、有害物質

## 1. 土壤汚染の浄化処理方法

土壤汚染の浄化処理方法としては、汚染土壤を掘削することなく処理をおこなう原位置処理と、汚染土壤を掘削して処理する掘削除去処理がある。

原位置処理は、現地盤に薬剤等を注入する工法であり土を掘削する必要がないため、掘削処理と比較して処理費用が安くなる場合が多いものの、対応できる物質や土質が限られているなど適用には制限がある。それに対して、掘削除去処理は、幅広い物質や土質に対応できる工法である。

掘削除去処理は大きく分けると、掘削した汚染土壤を敷地外の処理施設に搬出処分し良質土と置き換える敷地外処分方法と、現地に土壤浄化設備を設置し浄化した土を埋戻再利用する敷地内浄化方法に分けられる。

環境省の調査<sup>1)</sup>によれば、対策実施件数の70%以上が掘削除去処理であり、VOC汚染土壤の場合は、原位置浄化処理が掘削除去処理を上回るものの、重金属等汚染土壤の場合は、大部分が掘削除去処理であった。

敷地外処分のうち、セメント製造施設で原材料として再利用する処理方法が約50%で、最も多く実施されている処理方法である。これは、セメント製造施設での受入れ量が他の処理方法と比較して大きいことや、処分費が安定しているためと考えられる。

これらの浄化処理方法を図-1に示す。

汚染土壤の対策方法は浄化処理方法以外にも、不溶化や封じ込め等の対策工法があり、コスト、工期、周辺環境への影響等を考慮し対策方法を検討する必要がある。

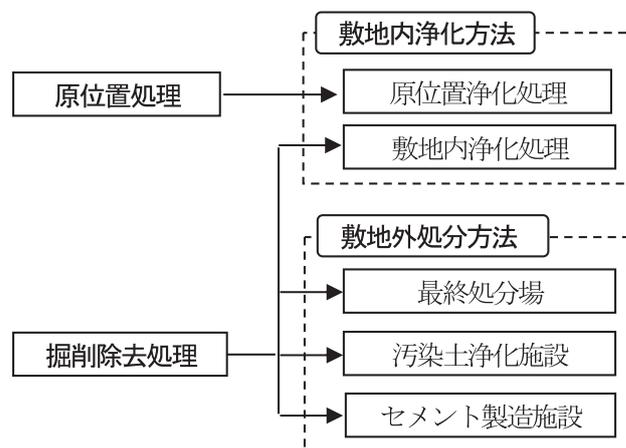


図-1 土壤汚染の浄化処理方法

## 2. 分級洗浄処理について

### (1) 分級洗浄処理の概要

分級洗浄処理は、重金属類や油類により汚染された土壤を浄化する手法として広く一般におこなわれている。この方法は、土中の汚染物質が細粒分に多く存在している性質を利用して、汚染土を湿式分級により、きれいな砂と汚れた細粒分に分ける方法である。

分級洗浄処理装置を敷地内に設置することも可能で、この場合場外に搬出する土量の削減が可能になる。

分級洗浄処理は、図-1に示す敷地内浄化処理にも、汚染土浄化施設にも採用できる手法である。本稿では、主に敷地内浄化処理に採用する事例について述べる。

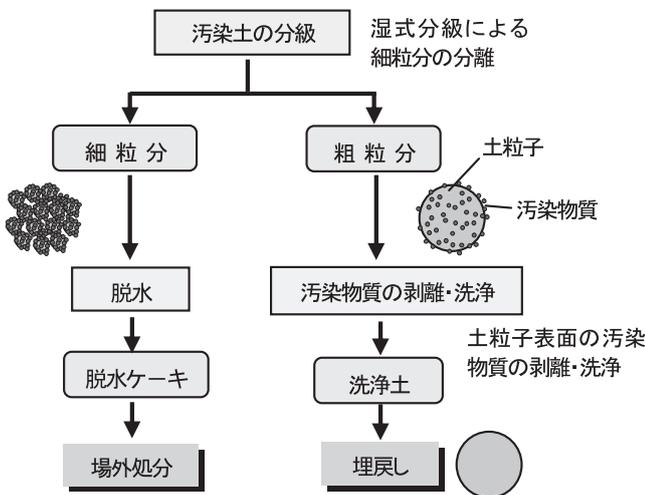
(2) 分級洗浄処理の原理

分級洗浄の基本原則を図一2に示す。

土中の汚染物質は様々な形態で存在しているが、吸着や沈殿等により土粒子表面へ付着して存在している場合が多い。細粒分は単位重量当りの表面積が大きいので、汚染物質の付着量が多く、砂分は少ない傾向にある。分級洗浄は、湿式分級により汚染物質付着量の多い細粒分を分離・除去し、汚染物質付着量の少ない砂を健全土として有効利用する方法である。

分級点は0.075mmが一般的だが、事前の粒径ごとの汚染物質含有量や溶出量の調査結果から決定される。分級除去される細粒分量が少ないほど、健全土としての砂量が増加するため、処理コストは安くなる。一方、細粒分が多くなると処理コストが増えることから、粘性土には適用が難しい。分級洗浄の適用可否の目安は、細粒分量の割合が、全体の4割以下とされている。

また、分級しても砂の汚染物質含有量や溶出量が環境基準値よりも高い場合は、分級洗浄は適用できない。そのため、砂の汚染物質含有量を減らして、分級洗浄の適用性を広げるため、湿式分級と摩砕や比重分別、薬剤洗浄等を組み合わせる方法を採用する場合があります。



図一2 分級洗浄の基本原則

表一1 試料土の性状

項目		単位	汚染土 A	汚染土 B
粒度分布	>2 mm	%	13.5	6.2
	0.85 ~ 2 mm	%	12.6	10.6
	0.25 ~ 0.85 mm	%	25.3	36.1
	0.075 ~ 0.25 mm	%	20	25.7
	<0.075 mm	%	28.5	21.5
鉛溶出量 (環告 46号)	mg/L		0.001	0.033
鉛含有量 (環告 19号)	mg/kg		210	54

(3) 分級洗浄処理の分析実施例

①試料土

表一1に試料土の性状を示す。

試験には5mm篩いに通過した汚染土2種類を使用した。汚染土Aは鉛含有量が210mg/kgと環境基準値(150mg/kg)を超えており、汚染土Bは鉛溶出量が0.033mg/Lと環境基準値(0.01mg/L)を超えていた。両者とも、0.075mm以下の細粒分量が全体の2割程度の砂質土で、分級洗浄に適した土質と判断できた。

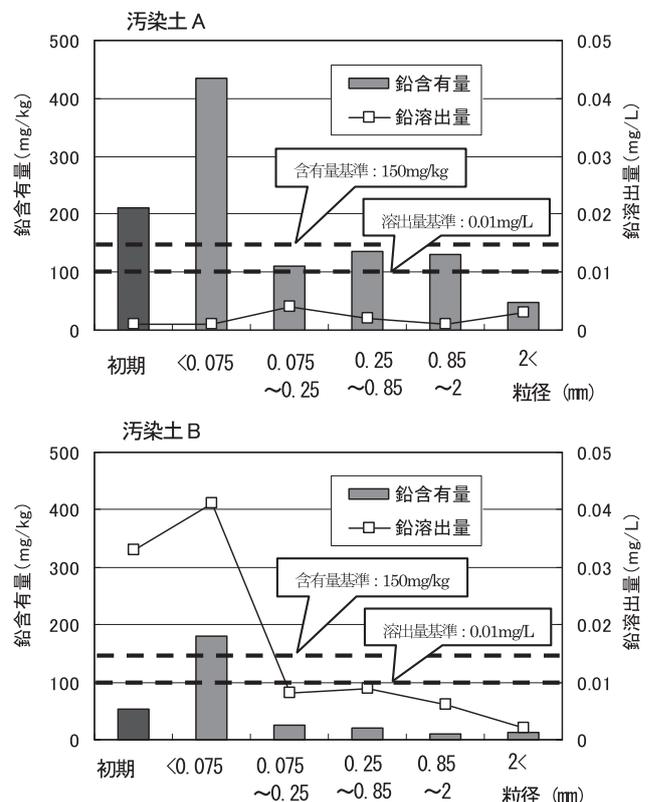
②分析結果と考察

図一3に粒径ごとの鉛含有量と溶出量を示す。

汚染土Aの鉛含有量は、0.075mm以下で435mg/kgと初期よりも高い値を示したが、0.075mm以上の砂分では環境基準値以下であった。鉛溶出量は、いずれの粒径においても環境基準値以下であった。

汚染土Bの鉛含有量は、0.075mm以下では180mg/kgと高い値を示したが、0.075mm以上の砂分は基準値以下であった。鉛溶出量は、0.075mm以下で環境基準値を超えていたが、0.075mm以上の砂分では環境基準値以下であった。

汚染土AとBともに、0.075mm以上の砂は溶出量と含有量が基準値以下となることから、0.075mmを分級点とした分級洗浄が適用できることが確認できた。



図一3 粒径ごとの鉛含有量と溶出量

### 3. 分級洗浄処理システム

分級洗浄処理の設備概要図を図-4に、システムフローを図-5に示す。

以下に施工フローを述べる。

- ①掘削した汚染土を仮置き場に運搬仮置きし、篩分けにより100 mm以上のガラや廃棄物を分別する前処理をする。
- ②前処理済土を定量供給設備に投入する。
- ③洗浄水を添加攪拌し、泥水化及び磨砕処理をおこなう。
- ④汚染濃度の低い粗粒土(0.075 mm以上)と濃度の高い細粒土(0.075 mm未満)に分級する。
- ⑤粗粒土は、100 m<sup>3</sup>毎に浄化対象物質を分析し、基準を満たしていることを確認後に埋戻し利用する。
- ⑥細粒土は脱水処理により減容化する。

⑦脱水処理された細粒土(脱水ケーキ)は、定期的に外部の処分先に運搬処分する。

⑧使用した洗浄水は、水処理設備で汚染物質を除去した後に循環再利用する。

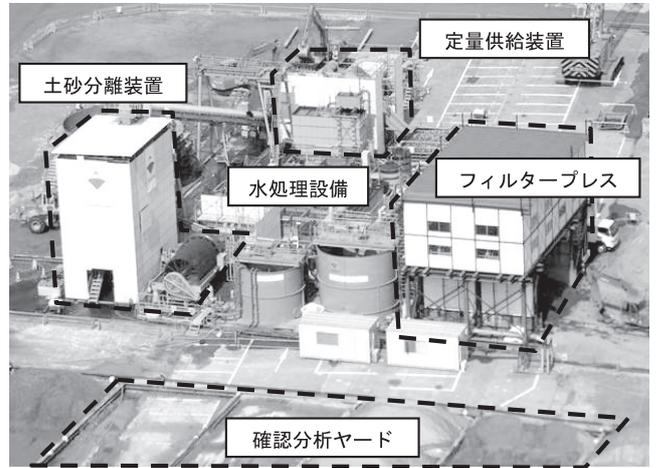


図-4 分級洗浄処理の設備概要図

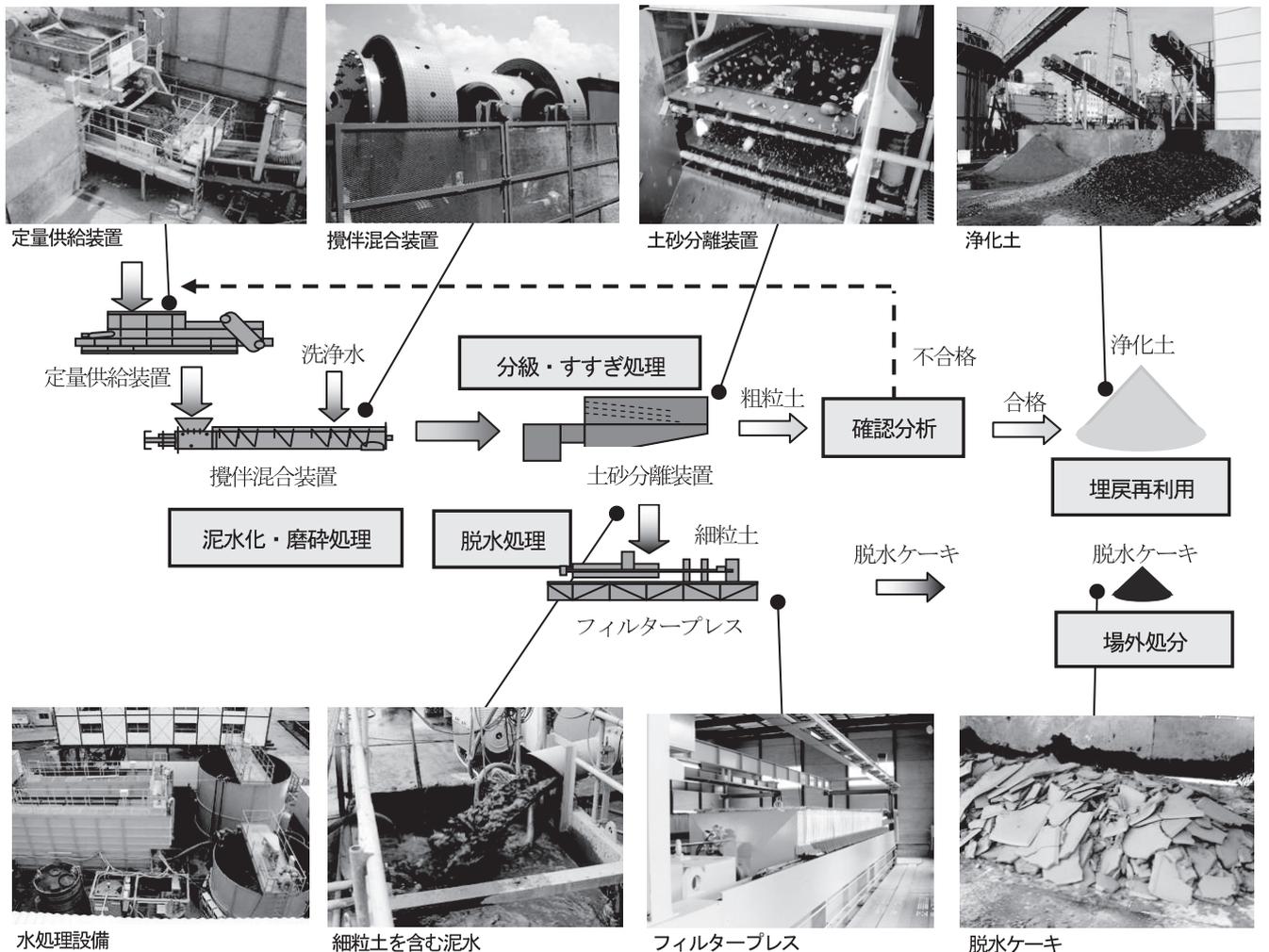


図-5 分級洗浄処理システム

#### 4. アールキュービック土壤洗浄システム

##### (1) アールキュービック土壤洗浄システムとは

以下に示す3つのRを可能にすることを目的に開発した分級洗浄システムである。

- ①汚染土壤の再資源化 (Recycle)
- ②洗浄水・すすぎ水の再利用 (Reuse)
- ③処分する汚染土壤の抑制 (Reduce)

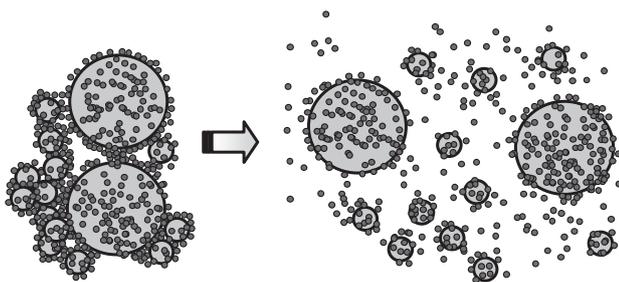
##### (2) アールキュービック土壤洗浄システムの特徴

従来の分級洗浄の原理を基に、以下に示す各種要素技術を取り込み、幅広い物質と濃度に対応できる低コストな分級洗浄システムである。

##### ①高効率泥水化技術

分級効率を向上させるためには、土中の粘土塊を効率よく破壊し、泥水状態にする必要がある。

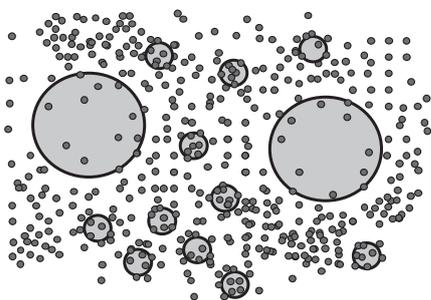
土質に合わせて、高圧洗浄装置や粘土塊破碎装置を組み合わせ、強固な粘土塊を破壊し、粗粒土と同時に粘土塊が排出されることを防止する。



図一六 高効率泥水化技術のイメージ

##### ②高性能磨砕技術

土粒子表面をもみすり洗い（磨砕処理）することにより、土粒子表面に付着した汚染物質を除去する。

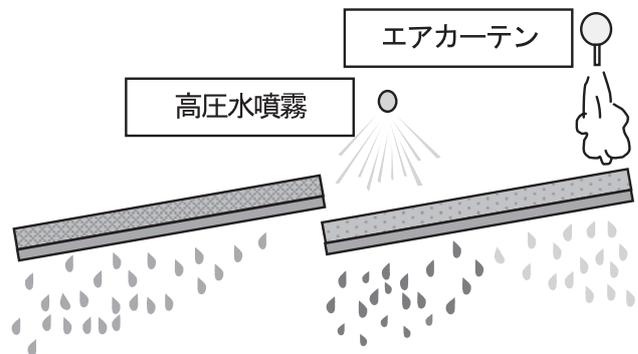


図一七 高性能磨砕技術のイメージ

##### ③高精度分級技術

サイクロンや沈降分離装置により、設計した分級点で精度よく分級する。

さらに、分級した粗粒土は、高圧水噴霧によるすすぎ洗いと高圧空気によるエアカーテンにより、粗粒土に含まれる細粒土を除去する。



図一八 高精度分級技術のイメージ

##### ④粘性土の洗浄無害化技術

一部の重金属に対しては、これまで困難とされていた細粒土を新規開発した脱離剤などの特殊な薬剤を利用して洗浄するため、従来汚泥として場外処分していた脱水ケーキを埋戻土として再利用することができる。



写真一 粘性土の洗浄無害化処理実施状況

##### ⑤現場迅速分析技術

現場内で、迅速に重金属等の含有量、溶出量を分析し、分級洗浄の適応可能性と処理土の浄化確認をすばやく判断する。このため、洗浄処理効率の向上や処理土の仮置スペースを削減できる。



写真二 迅速分析装置

## 5. アールキュービック MINI 土壌洗浄システム

### (1) 開発の目的

「アールキュービック MINI 土壌洗浄システム」は、従来の浄化システムを小型・ユニット化することにより、狭い敷地や小規模な汚染土壌への対応を目的に開発した。

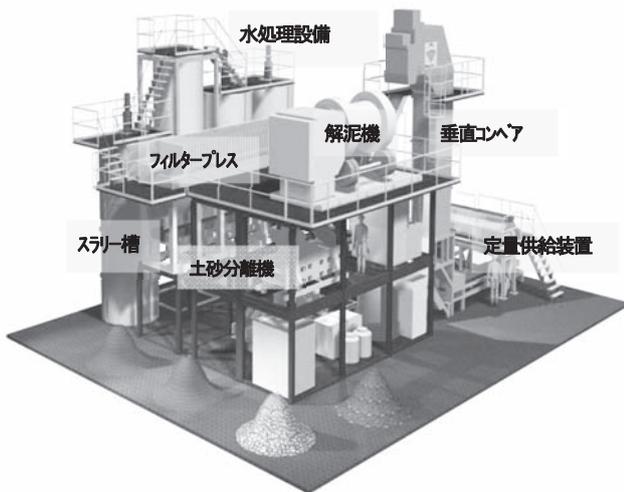


図-9 アールキュービック MINI 土壌洗浄システム

### (2) アールキュービック MINI 土壌洗浄システムの特徴

#### ① 設置面積の縮小化

- ・ 処理能力の削減(従来型:35 m<sup>3</sup>/時→MINI:17 m<sup>3</sup>/時)
- ・ 垂直コンベアの採用
- ・ 水処理設備の縦形状化

上記等の工夫により、従来システムでは、洗浄設備の設置面積が2,000 m<sup>2</sup>程度必要であったのに対し、新システムでは、処理土仮置き場や重機の作業スペースを含めても、500 m<sup>2</sup>程度の面積で洗浄設備の設置が可能となるため、狭い敷地にも対応できる。

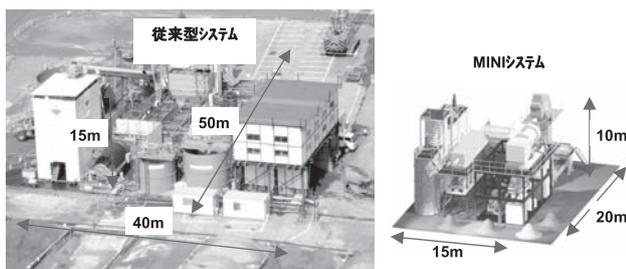


図-10 従来型との比較

#### ② 組立・解体期間の短縮

従来システムでは、設備の組立・解体に60日必要であったが、新システムでは各機器のユニット化等の工夫により10日に短縮した。

#### ③ 処理土量の適用性拡大

従来システムの洗浄設備では、現地にて浄化する汚染土量が10,000 m<sup>3</sup>以下の場合、場外搬出処分に比べて割高になるため、適用性判断の目安を10,000 m<sup>3</sup>とされていた。

小型・ユニット化した新システムでは、時間当たりの処理能力は低下するものの、小型化による設備の賃貸料金や組立・解体工事費を削減できるため、従来の半分の5,000 m<sup>3</sup>を目安とする事ができる。

このため、敷地の一部分の土壌が汚染されている場合など、小規模な汚染土壌の浄化を可能にできる。

## 6. おわりに

アールキュービック土壌洗浄システムは、敷地内で汚染土壌の処理が可能であり、場外に搬出する汚染土壌や場外から搬入する埋戻土の運搬車両台数を削減することにより、現場周辺の道路環境への影響を低減できることや、資源の有効利用を可能とする技術である。

環境分野に携わる技術者として、今後もさらに適応物質の拡大等技術の開発をすすめ、負の遺産である汚染土壌対策工事費の低減や環境対策に努めていきたい。

J|C|MA

#### 《備 考》

アールキュービック土壌洗浄システムの商標登録について  
・商標登録 登録番号 第5032754

#### 《参考文献》

- 1) 環境省水・大気環境局：平成19年度土壌汚染対策法の施工状況および土壌汚染調査・対策事例に関する調査結果

#### 〔筆者紹介〕

高田 尚哉 (たかだ なおや)  
㈱大林組  
エンジニアリング本部  
環境技術第二部

