

シーリングソイル工法と洗浄工法の併用による 重金属汚染土の高度浄化技術

武島俊達¹⁾・岡見智章¹⁾・高田史朗¹⁾・森本一生¹⁾・和田信彦¹⁾
¹⁾(株)アステック

1. はじめに

2003年2月に施行された土壤汚染対策法の指定基準では、第二種特定有害物質（重金属等）に溶出量基準と含有量基準が規定された。施行規則では両基準および第二溶出量基準に適合か不適合によって、適用する措置対策が下表のように決められている。

特定有害物質 適用する措置	第二種特定有害物質 重金属等			措置 : 原則として命ずる措置 : 土地所有者と汚染原因者の双方が希望する場 合に命ずることができる措置 : 土地所有者が希望した場合に命ずることが できる措置 × : 適用不可能な措置 : 不溶化により第二溶出量基準に適合の上で実 施
	第二溶出量基準		含有量基準	
	適合	不適合	不適合	
盛土・舗装	×	×		
掘削除去(土壌入れ換え)				
原位置浄化・掘削浄化				
原位置不溶化・掘削不溶化		×	×	
原位置封じ込め				
遮水工封じ込め				
遮断工封じ込め				

Table1 Permitted Treatment Methods of the Polluted Soil on Criteria

2. シーリングソイル工法と洗浄工法

シーリングソイル工法は重金属汚染土を対象とする改良工法で、天然資源鉱物もつ吸着機能やイオン交換機能等を利用して重金属を固定化、イオン化して溶出することを抑制ないしは停止させる原理である。しかしながら土壤汚染対策法では、汚染指定地域に指定された場合不溶化工法の適応は限られている

含有量基準や第二溶出量基準を超える重金属汚染土に対して有効な措置対策として、重金属そのものを土壤・地層中から分離除去する浄化工法がある(表1)。しかし、重金属は細粒の土粒子と吸着・イオン交換・膠結・化合など物理化学的に比較的強く結合しているため、分離除去には下記のような問題がある。

洗浄効果は対象土の粒度分布に大きく支配され、含有量の減量率は 30 ~ 60%程度である。

シルト・粘土など細粒分が 30%を超える汚染土は適用が難しい。

残留した重金属が溶出し、溶出量基準を超えることがある。

シルト・粘土および有機質を除去するため、土壤特性を失い再利用できない。

減量率を上げるため、薬品（酸）や洗浄液で抽出除去をおこなっても、残留する薬品（酸）等の影響で溶出量がむしろ増加する。

3 . 二工法併用による高度浄化処理

それぞれの工法には一長一短があり、原理も適用条件も異なっている。鉛が溶出量基準と含有量基準、砒素が溶出量基準を超える民間の複合重金属汚染サイトについて、下記の観点で両工法を併用した措置対策をおこなった。

詳細調査結果にもとづいても汚染濃度の偏在や不確定は避けられないため、基本的措置として洗浄工法により含有量と溶出量を基準適合まで低減する。

残留する重金属が将来にわたり再溶出して溶出量基準を超えることがないように、シーリングソイル工法により重金属を固定化する。

施工手順の概要は下記のとおりで、絵巻風フロー図で示す(図3)。

含有量基準を超える一部の高濃度汚染土に限定して掘削除去する。汚染土をトロンメルで洗浄しながら 50mm 以上と 5mm 以上に一次分級し、ハイメッシュセパレータにより 75 μ を超える極細砂までを二次分級する。分級した礫砂はシーリングソイル工法により重金属を固定化処理する。礫は改良対象ではないが、粒度組成を均質化させるためこの過程で再混合する。

改良土は概ね 100m³ ごとに公定法分析(5点混合法)をおこない、含有量基準と溶出量基準の適合を確認して場内に埋め戻す。

重金属が濃集した 75 μ 以下の細粒堆積物は沈砂池で沈殿(汚泥)させ、脱水固化して処分場廃棄する。重金属に汚染した地下水と洗浄濁水は水処理装置によって浄化し、洗浄水としてリサイクルする。水処理過程で発生する高濃度の脱水ケーキも処分場廃棄する。

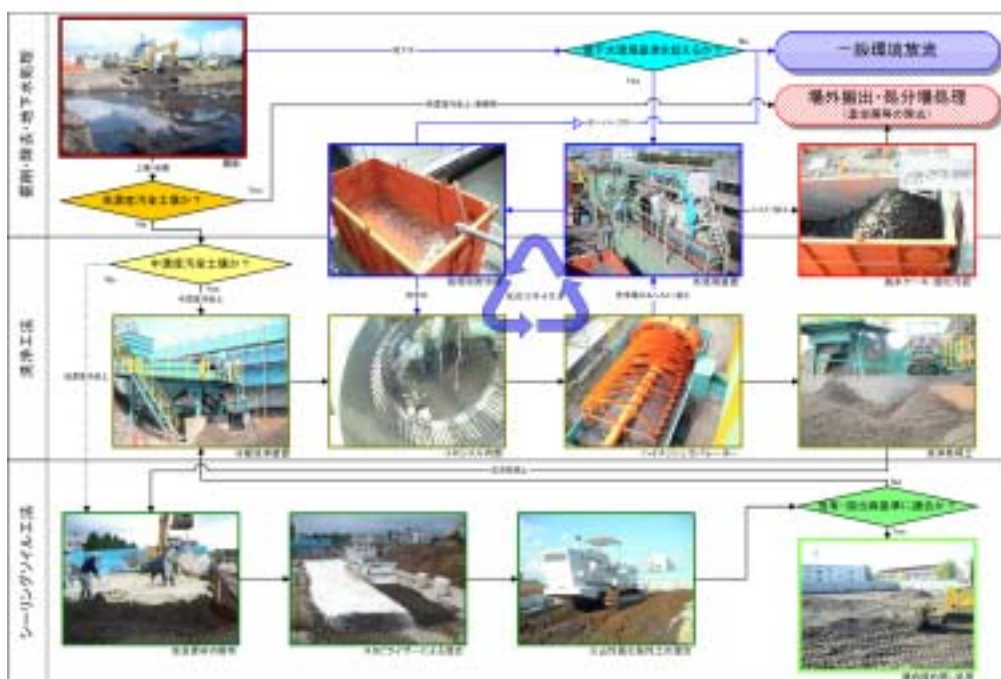


Fig.3 Photographic Flow Chart of the Advanced Treatment used both methods

高度浄化の結果について含有量と溶出量の変化を図 3 で示し、概要を下記に整理する。なお、施工同日中に採取した試料を分析しているが、閉じた系で同一サンプルを追跡している訳ではない。したがって分析値のバラつきは避けられないが、定期的に分析することにより統計的な傾向は示される。

鉛について、原汚染土 8 試料の平均含有量は 55.8mg/kg、平均溶出量は 0.010mg/L であり、含有量基準を超える試料が 1 例と溶出量基準を超える試料が 2 例あった。シーリングソイル工法処理土 24 試料の平均含有量は 30.7mg/kg、溶出量は全てが 0.005mg/L 未満であった。脱水ケーキ 9 試料の平均含有量は 119.2mg/kg で、原汚染土の 2 倍以上に濃集している。

砒素について、原汚染土 8 試料の平均含有量は 9.3mg/kg、平均溶出量は 0.022mg/L であり、1 試料を除いて溶出量基準を超える。シーリングソイル工法処理土 24 試料の平均含有量は 4.5mg/kg、平均溶出量は 0.006mg/L であり、全てが含有量・溶出量ともに基準適合である。脱水ケーキ 9 試料の平均含有量は 34.2mg/kg で原汚染土の 4 倍程度に濃集している。なお細粒沈殿物の平均含有量は 24.4mg/kg、平均溶出量は 0.039mg/L であり、原汚染土の砒素が細粒沈殿物や脱水ケーキに移動濃集して行く過程が認められる。

重金属が濃集した細粒沈殿物および脱水ケーキは廃棄物処分場に排出するため、汚染サイト内の重金属が減量除去される。事前の実験結果にもとづく試算では 20,000m³ 処理して、鉛単体換算で 32ton、砒素 3ton が系内から除去できる。定期的な試料分析と排出する汚泥と脱水ケーキ量にもとづいて、重金属の収支管理をおこなっている。

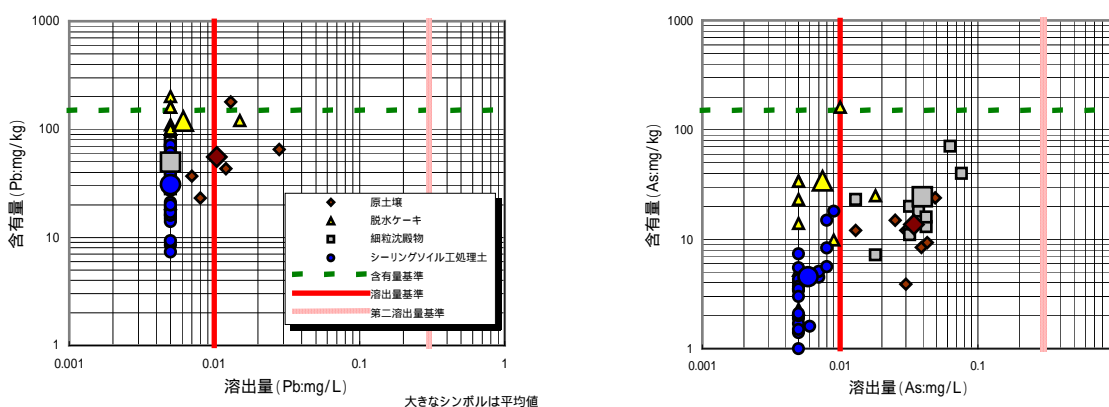


Fig.3 Change of the Content and the Dissolved Amount of Heavy Metals after Treatment

THE ADVANCED TREATMENT USED BOTH METHODS
FOR THE POLLUTED SOIL BY HEAVY METALS

by

Toshikatsu Takeshima , Tomoaki Okami , Shiro Takada ,
Kazuo Morimoto and Nobuhiko Wada

There is advantage and disadvantage in several methods that improve heavy metal contamination soil and even the principle is different even the application condition. The treatment that concomitantly used two methods with the following viewpoint, about the improvement of the land that contaminated the complex heavy metal of lead and arsenic was conducted.

Because the inhomogeneous and indeterminacy of contamination density, release the content and dissolved amount by the washing method under the criterion.

The heavy metal stayed after washing dissolves again for a period of the future, so heavy metals are fixated by the sealing soil method never to exceed criteria.

As a result, contents of the lead and arsenic are improved substantially and became below environmental criteria whichever.

As for the fine sediment and also dehydration cake charged the high content of heavy metals are removed and are reduce from the contamination site, to discharge into a crapped material disposal place.

Astec Co.Ltd.

5-21-3 Hirai, Edogawa-ku, Tokyo, 132-0035 JAPAN.

E-mail:tokyo@astec-geo.co.jp

Key Words: treatment methods, pollution, heavy metals, sealing-soil method