

河川改修発生土を 対象とした土壌汚染 状況調査と措置の事例

REPORT

技術部 防災地質課



小岩 晃
(地質調査技士)



宿田 浩司
(技術士:建設部門、応用理学部門)

概要

調査地では、河川改修工事(河道拡幅)が計画されており、建設発生土量は約10万m³に達する。工事に先立ち、平成22年度に土壌汚染対策法に基づいた重金属等の土壌汚染状況調査が行われ、自然由来の土壌汚染(鉛・砒素)が確認された。平成23年度から平成24年度には、発生土処理対策として不溶化処理検討が実施された。

本発表は、土壌汚染状況調査や不溶化処理検討で確認された土壌特性と処理方法について現時点の見解をとりまとめたものである。

キーワード 建設発生土、土壌汚染、不溶化、pH、カドミウム、鉛、砒素

1. はじめに

調査地周辺および上流支川には主に銅・鉛・亜鉛を産出する新第三紀中新世の玄武岩溶岩・石英安山岩溶岩等が基盤として分布しており、北西方向約4kmにはこれらを採掘していた鉱山(廃坑)がある。調査地は、これら基盤層等を起源とする氾濫原堆積物の分布域に位置する。

調査地を含む上下流約6km区間では、平成21年度に50～300m間隔(延22箇所)で土壌汚染対策法に指定された重金属である鉛と砒素に関して土壌溶出量・土壌含有量分析が行われており、結果、鉛は含有量と溶出量で、砒素は溶出量で基準超過が認められ、上流に向かって濃度は低下することが確認されている。

弊社では、平成22年度から平成24年度に改修工事区間の一部(約0.7km区間)について土壌汚染対策法に準じた状況調査を行い、発生土対策として不溶化処理の配合検討を行った。

本報告は、状況調査や不溶化処理検討等で明らかになった汚染土壌の特徴と措置についてとりまとめたものである。

結果、不溶化材A1・Bの2種4配合が基準値を満足した(図-1、表-1 配合試験①参照)。

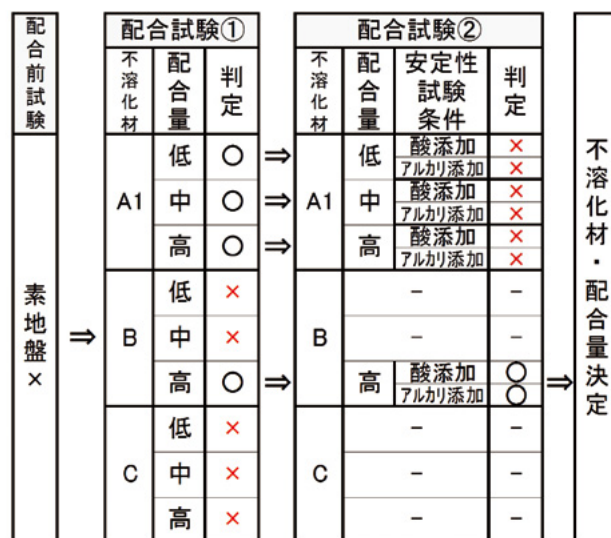


図-1 不溶化処理フローおよび結果概要

2. 不溶化処理の配合検討の流れと試験結果

(1) 不溶化処理フローおよび結果概要

調査地の土壌は、鉛と砒素の溶出量が不適合であったため、不溶化対策工事に必要な不溶化材の種類および配合量を決定する事を目的とした室内配合試験を行い、次のような結果が得られた(図-1参照)。

(2) 配合試験①の結果

配合試験①は、基準値不適合土壌に不溶化材を配合することで、溶出量を基準値未満にすることを目的としている。

(3) 配合試験②の結果

配合試験②は、不溶化後に酸性雨あるいは地下でのコンクリート打設等によるpHの変化によって土壌溶出量が増加することを想定して行われるものであり、酸あるいはアルカリに曝された場合の安定性の評価¹⁾を目的とする。

結果、不溶化材A1は酸添加(低pH)でカドミウムが溶出し、アルカリ添加(高pH)で砒素が溶出したことによって不適合となった。不溶化材Bの1配合は基準値を満足した(図-1、表-1 配合試験②参照)。

表-1 配合試験結果詳細(抜粋)

試験名	不溶化材	配合量	試験条件 (安定性試験)	pH	溶出量試験			判定
					カドミウム及びその化合物	鉛及びその化合物	砒素及びその化合物	
					0.01以下 (mg/l)	0.01以下 (mg/l)	0.01以下 (mg/l)	
配合前試験	*	***		7.1	< 0.001	0.062	0.032	***
配合試験①	A1	低	***	6.3	0.004	< 0.005	< 0.001	○→配合試験②
		中	***	6.3	0.007	< 0.005	0.001	○→配合試験②
		高	***	6.4	0.010	< 0.005	0.001	○→配合試験②
	B	低	***	9.6	< 0.001	< 0.005	0.060	×砒素
		中	***	9.9	< 0.001	< 0.005	0.031	×砒素
		高	***	10.2	< 0.001	< 0.005	0.007	○→配合試験②
	C	低	***	10.3	< 0.001	< 0.005	0.11	×砒素
		中	***	11.5	< 0.001	< 0.005	0.042	×砒素
		高	***	11.9	< 0.001	< 0.005	0.017	×砒素
配合試験②	A1	低	酸添加	5.4	0.018	< 0.005	0.001	×
			アルカリ添加	8.1	< 0.001	< 0.005	0.012	×
		中	酸添加	5.6	0.029	< 0.005	0.002	×
			アルカリ添加	7.6	< 0.001	< 0.005	0.011	×
		高	酸添加	5.3	0.029	< 0.005	0.002	×
			アルカリ添加	7.0	< 0.001	< 0.005	0.012	×
	B	高	酸添加	10.2	< 0.001	< 0.005	0.006	○
			アルカリ添加	10.5	< 0.001	< 0.005	0.009	○

※赤字は基準値不適合、※このほかの第二種特定有害物質はすべて適合

3. 不溶化処理検討の評価と当社の提案

(1) 配合試験②(安定性の評価)の評価と対策の検討

カドミウムは、添加前(中性)では未検出であったが、不溶化材A1の配合によってpHが6.3程度になると基準値未満で確認され、さらに酸添加(pH5.5程度)によって基準値を1.8~2.9倍超過した(図-2参照)。

砒素は、配合前は基準値の3.2倍であり、不溶化材A1の配合(pH6.3程度)で溶出量は0付近まで低下したが、アルカリ添加(pH7~8)で基準値を1.1~1.2倍超過した。

これらの結果や検討等から本土壌の特性を総括すると、酸性でカドミウムが溶出し、アルカリ性で砒素が溶出する傾向がみられ、両者を基準値未満に抑制する対策は、不溶化材配合および

安定性の評価(酸添加・アルカリ添加)において、中性域(pH7程度)を保つことが有効であり、さらなるコスト縮減が図れると判断された。この検討を基に、環境(条件)の変化によってpHが変化しないよう、pH緩衝性を高めた不溶化材(A4)の製造を不溶化材開発者に依頼し、配合試験①②の追加実施を提案した。

(2) 確認試験結果(配合試験①②の追加実施)

改良した不溶化材(A4)の配合試験①はすべて基準値を満足した。また、配合試験②は、中配合と高配合で基準値を満足する結果が得られ、最適配合はA4材の中配合となった(表-2参照)。

表-2 確認試験(配合試験①②の追加実施)の結果

試験名	不溶化材	配合量	試験条件 (安定性試験)	pH	溶出量試験			判定
					カドミウム及びその化合物	鉛及びその化合物	砒素及びその化合物	
					0.01以下 (mg/l)	0.01以下 (mg/l)	0.01以下 (mg/l)	
配合前試験	*	***		7.1	< 0.001	0.062	0.032	***
配合試験①	A4	低	***	7.3	< 0.001	< 0.005	0.001	○→配合試験②
		中	***	7.4	< 0.001	< 0.005	< 0.001	○→配合試験②
		高	***	7.7	< 0.001	< 0.005	< 0.001	○→配合試験②
配合試験②	A4	低	酸添加	6.9	0.003	< 0.005	< 0.001	○
			アルカリ添加	6.7	< 0.001	< 0.005	0.011	×
		中	酸添加	7.4	0.002	< 0.005	< 0.001	○
			アルカリ添加	6.9	< 0.001	< 0.005	0.006	○
		高	酸添加	7.7	0.001	< 0.005	< 0.001	○
			アルカリ添加	6.8	< 0.001	< 0.005	0.003	○

※赤字は基準値不適合、※このほかの第二種特定有害物質はすべて適合

4. 評価

一連の試験結果から土壌の特性(pH依存性)を推察し、不溶化材の改良によって配合量を当初適合となった不溶化材Bの高配合よりも少なくできたことで、対策に要する費用が1/3程度に縮小できた。また、処理土を中性に保つことで、搬出場所で浸透水が酸性・アルカリ性となり、地山のpHが変化することで新たに重金属の溶出が発生するリスクを低減できたと考える。

参考文献

- 1) (社)土壌環境センター:『重金属等不溶化処理土壌のpH変化に対する安定性の相対的評価方法』、平成20年3月7日

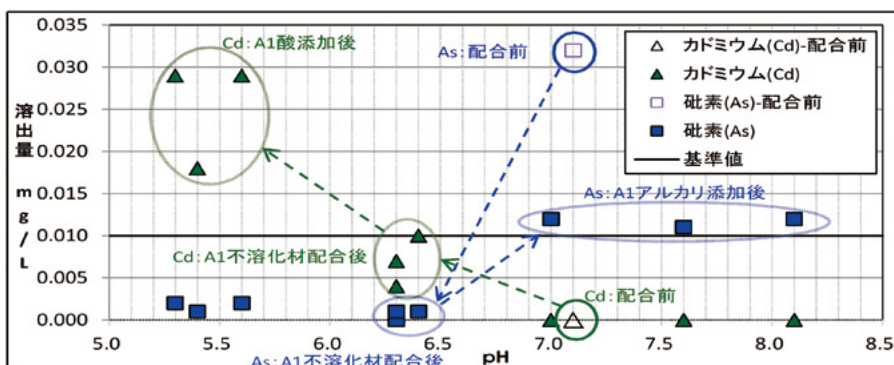


図-2 カドミウム(Cd)および砒素(As)とpHの関係(配合前~A1不溶化材)