

袋詰脱水処理工法による汚染土壌封じ込めの適用性に関する一考察

土木研究所 正会員 ○森啓年 三木博史 恒岡伸幸 小橋秀俊

1. 目的

有害物質に汚染されている底質が河川や湖沼などの水域において発見された場合、周辺環境への影響を防止するため迅速に適切な処置を行う必要がある。その場合、汚染底質を浚渫し無害化処理を行うことが考えられるが現在の無害化処理技術では大量の底質を短期間で安価に処理することは難しい。そこで有望な無害化処理が実用化されるまで暫定的に汚染土壌を封じ込める工法として、袋詰脱水処理工法の適用性について検討している。(袋詰脱水処理工法とは浚渫土などの高含水比土壌をジオテキスタイル製袋材に注入し脱水を促進する工法を指す。)

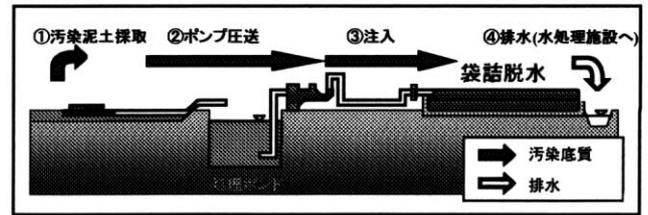


図-1 袋詰脱水処理工法による汚染土壌封じ込め

本研究は袋詰脱水処理工法を改良し、汚染土壌の暫定封じ込め工法(図-1)として適用することの可能性の検証を目的としている。そのため汚染土壌の粒度毎の含有量特性、袋材のフィルター効果について実験を行い基礎的なデータを収集したのち、小型袋への汚染土壌注入実験を行った。

本研究は袋詰脱水処理工法を改良し、汚染土壌の暫定封じ込め工法(図-1)として適用することの可能性の検証を目的としている。そのため汚染土壌の粒度毎の含有量特性、袋材のフィルター効果について実験を行い基礎的なデータを収集したのち、小型袋への汚染土壌注入実験を行った。

2. 汚染土壌の粒度毎の含有量特性と袋材のフィルター効果

2.1 実験試料

実サイトから採取した汚染土壌をふるい(2cm)にかけ礫やゴミを取り除き、試料調整を行ったものを用いる。PCB・重金属類に汚染された試料 1-1 とダイオキシン類に汚染された試料 1-2 の 2 種類を実験試料として用意した。各試料の含有量分析、溶出試験結果は表-1 のとおりである。

2.2 汚染土壌の粒度毎の含有量特性

汚染土壌の粒度毎の有害物質含有量の傾向を把握するために以下の方法で実験を行った。実験試料を粒度により 5 つの区分に分け、各区分の有害物質含有量を測定した。

測定の結果、シルト 2 や粘土など粒度が小さなものほど含有量が高くなる傾向が見られた(表-2)。これは主に土粒子の比表面積が細粒分ほど大きくなることに起因していると考えられる。この結果から汚染土壌の封じ込めを考える際には、含有量の高い細粒土を効率的に封じ込めることが重要であると考えられる。

表-1 試料の汚染物質含有量及び溶出量

試料	内容	項目	含有量および溶出量
試料 1-1	含有量 (mg/kg)	PCB	1.8
		Pb	170
		As	10
	溶出量 (mg/l)	PCB	<0.0003
		Pb	<0.001
As		<0.001	
試料 1-2	含有量 (pg-TEQ/g)	ダイオキシン類	80,000
	溶出量 (pg-TEQ/l)	ダイオキシン類	4.4

表-2 粒度区分と含有量

区分	粒径	PCB (mg/kg)	Pb (mg/kg)	As (mg/kg)	ダイオキシン類 (pg-TEQ/g)
礫	75mm	1.8	44	17	580
	-2mm				
砂	2mm	1.4	35	7.3	20,000
	-0.075mm				
シルト1	0.075mm	4.5	31	9.1	30,000
	-0.0409mm				
シルト2	0.0409mm	11	71	13	100,000
	-0.005mm				
粘土	0.005mm 以下	3.5	160	8.9	190,000

2.3 袋材のフィルター効果

袋詰脱水処理工法に用いる袋材のフィルター効果を検証するため、ろ布としてジオテキスタイルをセットした装置に含水比 600%に調整した実験試料を注入し、自然流下で排水を採取し水質試験を行った。実験は凝集材添加の有無および袋材の枚数が異なる 3 ケースについて実験(表-3)を行った。実験装置を図-2 に示す。

試料 1-1 の排水中からは有害物質が検出されなかったため、試料 1-2 のみ結果を表-4 に示す。その結果から凝集剤 PAC を加えたケースの効果が高く、織布を二重にする効果はそれほど高くないことがわかる。これは特にダイオキシン類については、極めて粒径の細かい粘土（粒径 0.005mm 以下）に選択的に含有付着しているため、袋材側で物理的に漏出を防止する対応策には限界があるためと考えられる。したがって袋詰脱水処理工法で効率的に汚染土壌を封じ込めるには凝集材添加が効果的だと考えられる。

3. 小型袋への汚染土壌注入実験

3.1 実験試料

実験試料は 2 の実験と同じ方法で 2 種類作成した。各試料の含有量・溶出試験結果は表-5 のとおりである。

3.2 実験方法

実験試料を含水比 600% に調整し、ジオテキスタイル製の小型袋（20 ㍓）へ自然流下により注入したのち、袋からの

排水水を各ケース 4 回に分けて採取し、各排水水の水質試験を行った。前述の袋材のフィルター効果の実験から、実験は試料の種類および凝集剤添加の有無が異なる 4 ケースを行った。

3.3 実験結果

実験結果を図-3 に示す。試料 2-1、2-2 ともに排水が進むにつれ、排水中の汚染物質濃度は減少した。試料 2-2 では脱水の最終段階までその濃度は排水基準以上であったが、試料 2-1 では濃度が検出限界以下になったものもあった。凝集剤添加の効果は大きく、適切に組み合わせることで、さらに排水中の汚染物質濃度を減少させることが可能であると考えられる。また注入した汚染物質質量に対する袋内に封じ込められた汚染物質質量の割合を求めると、凝集剤を加えたケースでは全て 99.8% 以上となった（表-6）。

4. まとめ

以上の実験結果から、汚染土壌の暫定的な封じ込め工法として袋詰脱水処理工法の適用が有望であると考えられる。今後、封じ込め効果を向上させ工法として確立するため以下のような課題に取り組みたい。

- ① 現場において袋詰脱水処理工法を封じ込め工法として適用できるか判断する試験法
- ② 初期排水中の汚染物質濃度が高いため初期排水を戻して袋体に再注入するなどの施工法
- ③ 対象となる汚染土壌に適した凝集剤の選定方法

参考文献

森、三木、小橋「袋詰脱水処理工法を用いた汚染土壌封じ込めに関する実験」第 7 回地下水・土壤汚染とその防止対策に関する研究集会、2000.12

表-3 実験ケース

ケース	袋材と凝集剤
1	織布
2	織布+PAC
3	織布(二重)+PAC

表-4 実験結果

ケース	ダイオキシン類 (pg-TEQ/l)	濁度 (OD660)
1	1,900	6
2	680	4
3	530	4

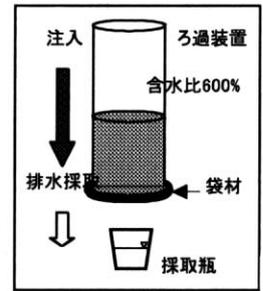


表-5 試料の汚染物質含有量及び溶出量

試料	内容	項目	含有量および溶出量
試料 2-1	含有量 (mg/kg)	PCB	5.2
		Pb	219
		As	23
	溶出量 (mg/l)	PCB	<0.0003
		Pb	<0.001
		As	<0.001
試料 2-2	含有量 (pg-TEQ/g)	ダイオキシン類	80,000
	溶出量 (pg-TEQ/l)	ダイオキシン類	4.4

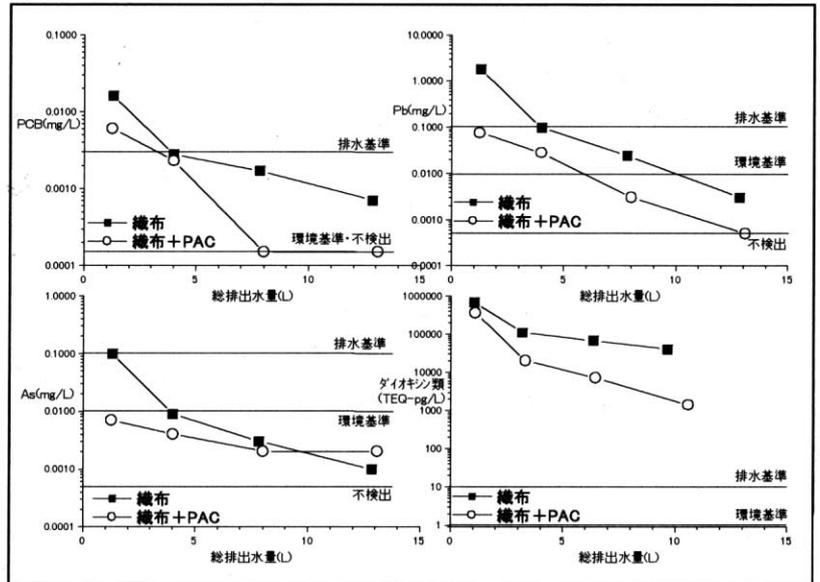


図-3 注入実験結果

表-6 袋内に封じ込められた汚染物質の割合 (袋内に封じ込められた汚染物質質量/注入した汚染物質質量)

	PCB	Pb	As	ダイオキシン類
織布	99.77%	99.62%	99.77%	99.52%
織布+PAC	99.93%	99.98%	99.96%	99.83%