

油汚染土壌の洗浄処理に関する基礎的検討

東洋建設 正会員 ○ 宮原 和仁 馬場 慎太郎

日立造船 浜野 修史 深津 麗

前田建設工業 正会員 小口 深志 高木 亨

銭高組 正会員 佐伯 悌 高津 忠

1. はじめに

油類は土壌汚染対策法で定める特定有害物質に含まれていないが、油臭・油膜の発生が生活環境の快適性に直に影響を及ぼすといった特有の性質をもつ。土壌・地下水中に一定量の油が含有する場合には、農業や土地取引等に支障を来すため、油汚染に対する社会の関心が高まっている¹⁾。油汚染土壌の処理法としては、低コストであるバイオレメディエーションに注目が集まっている。しかし、バイオレメディエーションでは高濃度の油汚染に対応できないこと、ならびに低濃度でも分解困難な成分があること等、その適用に様々な制限がある。一方、土壌洗浄法は油汚染土壌の大量処理が可能であり、比較的 low コストでの処理が可能である。本検討では、簡易な設備での展開を想定した機械攪拌での洗浄効果について検討した。また、ばっきを付加することによる洗浄効果についても検討を行った。以下に検討結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 土壌の作成 実験は模擬汚染土壌を用いて室内にて行った。模擬汚染土壌は、1L のガラスビーカーに 500g の珪砂 5 号を入れ、50,000mg/kg となるように A 重油を添加混合し、80 × 12 時間の乾燥を行った後、12 時間放冷するという手順で作成した。本操作での重量減少率と分析の結果得られた油分濃度の減少率は、ほぼ同等であった。よって、土壌試料の油分濃度は重量減少率から換算した値を採用した。

2.2 予備実験 油分除去に最適な攪拌条件を設定するため、攪拌時間と回転数を予備実験より求めた。回転数に対する攪拌時間と油分除去率の関係を図-1 に示す。攪拌時間は 2 分経過後に油分除去率がほぼ一定となる傾向を示し、回転数については 2 分の時点では 300rpm が最も高い除去率を示した。しかし、300rpm では液層におけるエマルジョン生成量が多く、排水処理が困難になることが予想された。よって、300rpm に近い油分除去率でエマルジョン生成量の少ない回転数 150rpm および攪拌時間 2 分を最適条件と設定した。

2.3 実験方法 攪拌実験は、攪拌機により機械的に所定条件の攪拌を行った。サンプルは攪拌終了後 1 分間静置し、浮遊している油層および液層部分を吸引除去して残った土とした。この操作を洗浄回数 1 回と定義した。また、ばっき実験は、ビーカーの底部に送気ホースを設置し、所定条件のばっきおよび攪拌を行った。サンプルの採取は攪拌実験と同様とした。ばっきは 4L/h の送気とし、ディフューザ（以下 DF とする）の有無により気泡径を変化させた。採取サンプルの油分濃度については、TPHs（Total Petroleum Hydrocarbons）の分析（二硫化炭素振とう抽出 - ガスクロマトグラフ定量）を行った。

2.4 実験条件 攪拌条件（攪拌時間と回転数）は予備実験で設定した最適条件とした。各パラメータの油分除去率に与える影響を調べるため、実験条件を表-1 のように設定した。攪拌実験（CASE:A～C）は、油分濃度、固液比（重量比、以下 L/S とする）、洗浄回数をパラメータとした。また、ばっき実験（CASE:D）は、攪拌の有無、DF の有無の組合わせをパラメータとした。

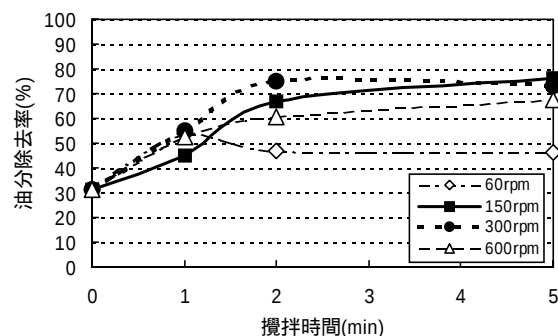


図-1 予備試験結果（L/S=1.0）

表-1 実験条件

CASE	油分濃度 (mg/kg)	L/S (-)	洗浄回数 (回)	ばっき条件	
A	1 5,430	1.0	1	-	
	2 12,619				
	3 38,813				
	4 56,675				
B	1 38,203	0.5	1	-	
	2 38,813	1.0			
	3 40,049	2.0			
C	1 37,443	1.0	0	-	
	2 38,813		1		
	3 38,850		2		
	4 38,997		3		
	5 38,831		4		
D	1 38,813	1.0	1	攪拌有	ばっき無
	2 39,514			攪拌無	ばっき有
	3 39,256			攪拌有	ばっき有(DF無)
	4 36,813			攪拌有	ばっき有(DF有)

キーワード：油汚染土壌、土壌洗浄、機械攪拌、ばっき

連絡先：〒101-8463 東京都千代田区神田錦町 3-7-1 東洋建設(株)環境エンジニアリング部 TEL:03-3296-4622、FAX:03-3296-4662

3. 実験結果と考察

3.1 初期油分濃度の影響 土壌試料の初期油分濃度を变化させて、洗浄処理による油分除去率を調べた。図-2 に示すように油分除去率は、どのケースにおいても 65%前後となり、土壌試料の初期油分濃度に関わらず一定となる傾向を示した。初期油分濃度の増加とともに液層上部の油層厚は増加したが、液層の濁りはどのケースでもほぼ一定となる様子が観察された。したがって、剥離した油分はその大部分が液層上部に浮上していると考えられる。

3.2 L/S の影響 L/S は、土粒子間の粘り効果による油分剥離、剥離した油分の液層への移行等に影響を与える因子であると考えられる。図-3 に L/S と油分除去率の関係を示す。L/S=1.0 における油分除去率が 65%と最も高いものとなった。L/S=0.5 の場合は液層への移行条件の不足、L/S=2.0 の場合は粘り効果の不足が阻害要因となり、油分除去率を低下させたものと考えられる。以上のことから、本試験においては、L/S=1.0 が最適であることがわかった。

3.3 洗浄回数の影響 洗浄回数を増やすことにより、攪拌効果と水替えによるすすぎ効果の増大が期待できる。図-4 に洗浄回数と油分除去率の関係を示す。ここで、洗浄回数 0 回とは、攪拌せずに水に浸け置きしたケースである。洗浄回数の増加とともに油分除去率は高くなり、4 回洗浄では 92%となった。一方、その増加率は洗浄回数を増やすとともに小さくなった。このことは、単位水量あたりの洗浄効率が低くなることを示唆している。よって、実施工においては浄化目標値および運転効率等との関係から洗浄回数を設定することになる。

3.4 ばっきによる効果 図-5 にばっき条件と油分除去率との関係を示す。ばっきのみの場合（CASE:D2）は油分除去率が 30%程度となった。一方、機械攪拌とばっきを併用した場合（CASE:D3,D4）は、機械攪拌のみの場合より 10%程度油分除去率が向上する結果となった。ばっきについては DF を設置して気泡径を小さくするほうが油分除去率が高くなった。気泡径が小さいほど油分との接触表面積が増加することが要因であると考えられる。以上のことから、攪拌時にばっきを行うことにより、土壌の油分除去率が高くなることがわかった。

4. おわりに

油汚染土壌の処理法として土壌洗浄法に着目し、機械攪拌での洗浄効果を確認した。その結果、初期油分濃度に関わらず油分除去率が一定であることがわかった。攪拌のみの簡易な条件において 65%程度、ばっきを併用することで 75%前後の油分が除去された。ばっき方法としては、DF による微細な気泡のほうが除去率が高くなった。また、洗浄回数を増加させると除去率は高くなるが、洗浄効率は低下することがわかった。

以上のことより、油汚染土壌において、機械攪拌に微細気泡を付加した簡易な設備の土壌洗浄法への適用性が確認できた。

【参考文献】1) 油の暫定処理目標と対策技術調査 調査研究部会報告書 土壌環境センター 平成 12 年 3 月

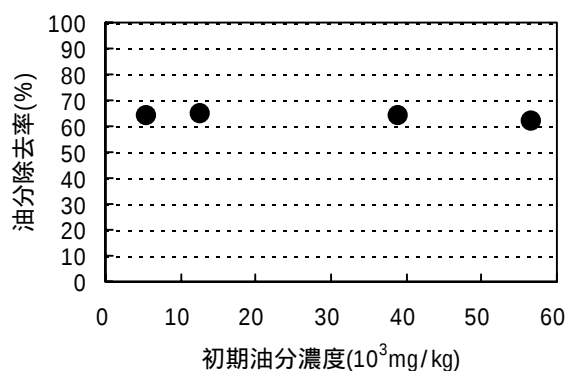


図-2 初期油濃度と油分除去率

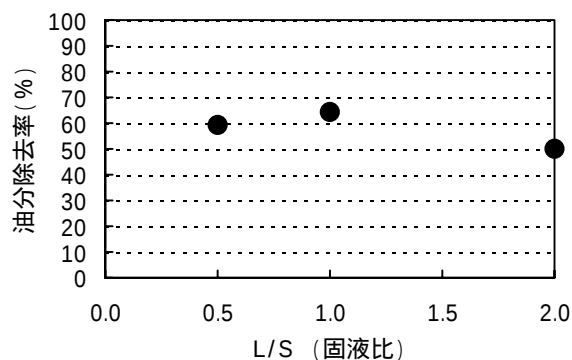


図-3 L/S と油分除去率

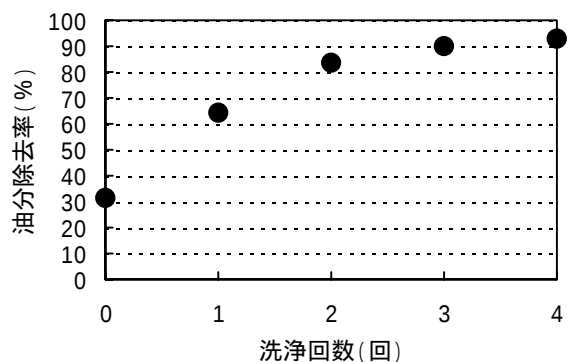


図-4 洗浄回数と油分除去率

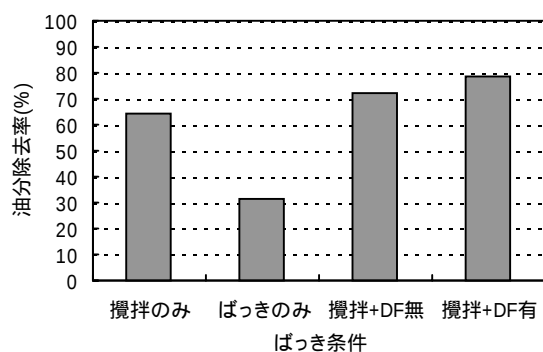


図-5 ばっきによる効果