

VII-27

気泡連行法による油汚染土浄化技術の研究 一気泡効果の検討一

鹿島技術研究所 正会員 佐藤亜紀子 正会員 川端淳一
正会員 今立文雄

1. はじめに

気泡連行法は、高濃度の油で汚染された土から、油分のみを微細な気泡によって連行・浮上させて分離・回収する物理化学的浄化手法であり、気泡発生方法としては過酸化水素の有効性が既に確かめられている¹⁾。本報文は、気泡連行法の基本的な特性、特に発生する気泡の種類（気泡発生方法の違い、気泡の大きさなど）が浄化効果に与える影響について述べたものである。

2. 気泡発生方法の違いによる浄化効果の検討（実験1）

(1) 実験方法

表-1に示した汚染土A、すなわち重質油系の油で汚染された後、数十年を経過した砂質土を用いて、気泡発生方法の違いによる浄化効果を調べた。浄化実験は表-2に示す4ケースについて実施した。

Case①～③については、図-1に示すような手順¹⁾で行った。

Case④の実験方法は、図-2に示すような排水処理に多く用いられている、機械的な加圧・開放によって微細な気泡水（以下微細気泡水と称する。）を発生する装置を用い、0.1%NaOH水溶液を満たした円筒容器に汚染土を投入し、容器の下部から微細気泡水を送り、所定時間運転した。

いずれのケースとも、浮上した油分を随時油吸収シートで回収した。

放置後、水分と砂分を濾別し、砂分中の油含有量をn-ヘキサン抽出物質として測定した。

(2) 実験結果

実験結果を図-3に示す。過酸化水素ならびに微細気泡水を使用したケースに高い浄化効果が認められた。過炭酸ナトリウム、炭酸水の気泡の場合、油分は連行しているもののあまり大きな効果は得られなかった。

また、気泡の大きさと発生量は、微細気泡水で20～30 μ mで、過酸化水素で30～60 μ mであり、ともに、溶液が白濁するほどの発生量があった。また、過炭酸ナトリウムの気泡は比較的細か

いが発生量は少なく、炭酸水の気泡はかなり大きく発生量が最も少なかった。

以上より、気泡連行の効果には過酸化水素の化学的な性質より、気泡の大きさや発生量などの物理的な影響が大きかったことがわかった。従って、効果的に油分を連行浮上させるためには、60 μ m程度以下の大きさを持つ微細な気泡が白濁するほど十分に発生

表-1 使用した汚染土の特性

汚染土	油の種類	粒径D ₅₀ (mm)	油分含有量 (wt%)
A	重質油系	0.6	3.73
B	原油	1.1	3.28

表-2 実験ケース（汚染土A）

Case	気泡発生剤	洗浄溶液	汚染土投入直後のpH
①	1%過酸化水素	0.1%NaOH水溶液	10.51
②	3%過炭酸ナトリウム	イオン交換水	8.12
③	炭酸水	0.1%NaOH水溶液	10.76
④	微細気泡水	0.1%NaOH水溶液	10.53

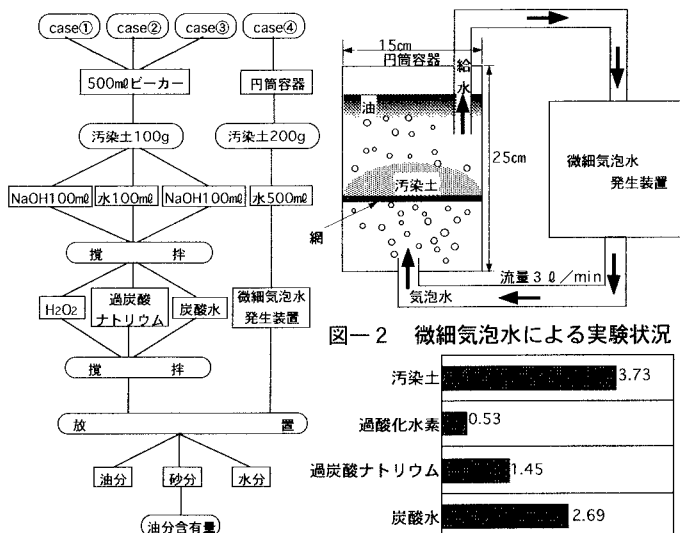


図-2 微細気泡水による実験状況

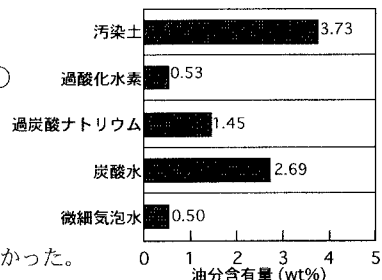


図-3 気泡の発生方法の違いによる浄化実験結果（汚染土A）

キーワード：油汚染土、重油、原油、試験・実験

〒182-0036東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島技術研究所 TEL0424-89-7086 FAX0424-89-708

することが必要と考えられる。

3. 微細気泡水及び過酸化水素の浄化効果の比較検討（実験2）

（1）実験方法

次は、実験1の結果（図-3）より有効と判断できた過酸化水素と微細気泡水の浄化特性について、さらに比較検討を行った。表-1に示した汚染土A及び汚染土B（原油で汚染され5～10年経過した砂質土）を使用し、図-1のcase①、④と同様の方法で表-3に示す実験ケースで浄化実験を実施し、微細気泡水の場合は装置運転時間、過酸化水素の場合は攪拌後の放置時間をそれぞれ浄化時間と定義した。

（2）実験結果

図-4、5に示した実験結果から、過酸化水素の方が短時間で油分含有量0.53wt%（油分除去率約85%）にまで浄化されているが、微細気泡水でも、汚染土Aの場合は30分で過酸化水素とほぼ同じ浄化効果が認められた。また、汚染土Bの場合は、微細気泡水は60分で油分含有量0.77wt%（油分除去率約75%）まで浄化した。

今回の実験では、微細気泡水による浄化は汚染土Aの場合は、浄化時間30分以降では過酸化水素と同程度の効果を得られたが、汚染土Bの場合は、過酸化水素による浄化効果の方が高かった。また、いずれの汚染土についても、浄化時間は過酸化水素の方が短い時間で高い浄化効果が認められた。これは、過酸化水素の自己分解作用による酸素の微細気泡の発生が汚染土の内部で起こっているため、効果的に油分を砂からはく離しているものと考えられる。また、過酸化水素の酸化作用によって一部の油分が分解されている可能性も推察される。

4. 浄化前後の油分組成の変化

浄化前及び、浄化効果の高い過酸化水素、微細気泡水による浄化後の汚染土について油分組成を薄層クロマトグラフィー素炎検出法（TLC-FID）を用いて分析した。

その結果を表-4に示すように、汚染土Aはアスファルテンの含有量が非常に大きい難分解性の汚染土であったが、浄化後では過酸化水素、微細気泡水による浄化方法ともに、アスファルテンの成分含有量が2.45から0.19まで減少した。また、汚染土Bの場合もアスファルテンが0.82から過酸化水素の場合で0.01以下、微細気泡水の場合で0.06まで減少した。

このことにより、微細気泡水は過酸化水素と同様にアスファルテンの除去効果が高い浄化方法であることがわかった。

5. おわりに

以上の実験をまとめると気泡連行法の性質として以下のことが明らかになった。

- ・気泡の種類として過酸化水素の自己分解により発生する酸素の微細気泡による浄化と、微細気泡水による浄化の両方に高い効果が認められた。これより気泡連行により高い浄化効果を得るためには、60 μ m程度以下の大きさを持つ微細な気泡が白濁するほど十分に発生することが必要である。
- ・今回の実験範囲では、重質油系汚染土の場合は、微細気泡水と過酸化水素では浄化効果の顕著な差は見られなかった。また原油系汚染土の場合には、過酸化水素の方がやや高い浄化効果が認められた。
- ・いずれの気泡発生方法を用いても、バイオレメディエーションなどで分解が難しいアスファルテンを容易に除去できる。

参考文献 1)川端、今立ら：「気泡連行を利用した油汚染土の浄化方法について」、土木学会第52回年次学術講演会，1997.9

表-3 実験ケース

No	汚染土の種類	浄化時間 (min)
2-1	A	15
2-2	A	30
2-3	A	60
2-4	B	15
2-5	B	30
2-6	B	60

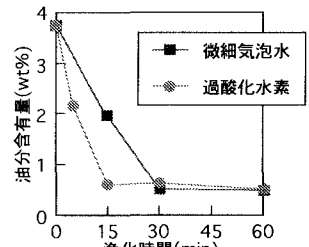


図-4 汚染土Aの浄化結果

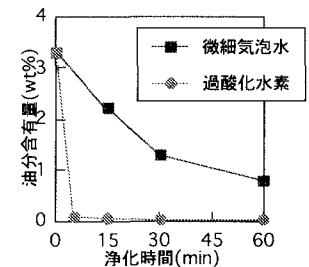


図-5 汚染土Bの浄化結果

表-4 汚染土・浄化土の油分組成分析結果

単位：成分含有量 g / 100g 乾土

		浄化前	浄化後	
		汚染土	過酸化水素	微細気泡水
油分含有量	A	3.73	0.51	0.50
	B	3.28	0.02	0.77
飽和炭化水素	A	0.37	0.07	0.11
	B	0.79	0.01以下	0.22
芳香族炭化水素	A	0.30	0.06	0.06
	B	0.33	0.01以下	0.21
レジン	A	0.61	0.19	0.14
	B	1.34	0.01	0.28
アスファルテン	A	2.45	0.19	0.19
	B	0.82	0.01以下	0.06