

N-11 過熱水蒸気を利用した油汚染土処理技術

東洋建設株式会社

○柳畑 亨・佐藤 道祐

東京海洋大学 社会連携推進共同研究センター

中村 宏・河口 真紀

東京海洋大学 海洋科学部 兼広 春之・榎 牧子・渡辺 学・大田黒 歩

1. はじめに

土壤汚染における油分は、わが国では汚染物質として基準値が制定されていないのが現状である。しかしながら、油汚染は、油臭や油膜が目視や嗅覚で比較的容易に判別できる特徴を有しているため、土地取引等の点から油汚染の浄化も考慮されてきており、油汚染土の浄化対策工法として、微生物分解処理工法¹⁾や洗浄処理工法などの浄化技術が開発されている²⁾。

ところが、微生物分解処理工法では油分濃度の低減に時間を要することや、洗浄処理工法では細粒径の土砂に付着している油分除去は困難であり、20,000ppmの油分濃度を1,000ppm程度までしか低減することができない³⁾、といった課題がある。

そこで筆者らは、油汚染土浄化に際して、迅速・確実・低コストである浄化技術の開発を目指し、過熱水蒸気を利用することによって、細粒径の油汚染土壌を短時間に50ppm以下となるまで浄化できるという知見を得た。本報では、過熱水蒸気を利用した油汚染土処理技術について紹介する。

2. 過熱水蒸気の特徴

過熱水蒸気とは、飽和水蒸気をさらに加熱することによって得られる沸点温度より高い温度を持った水蒸気である⁴⁾。過熱水蒸気は、①同温度の空気(熱風)と比べると熱効率が低い、②酸素をほとんど含まない雰囲気と比較的簡便にできる(防爆性・非酸化性)、③排気を循環利用することにより、排気によるエネルギー損失を理論上なくすことができ、処理中に発生した水以外の成分を水蒸気とともに凝縮回収できる(低環境負荷)、などの特長が知られており、食品・環境・材料・エネルギーなど多くの分野で注目されている⁵⁾。

3. 試験方法

3.1 試験装置

本試験では、ジョンソンボイラ(株)(大阪府泉南郡熊取町)製炭化試験装置を用いた。図1に本試験で用いた試験装置の概略処理フローを示す。過熱水蒸気処理室は、加熱炉からの外熱によって昇温する構造となっており、容量(処理室容積)20ℓの円筒型で、処理中は土砂攪拌のために毎分1回転させている。

本試験における油汚染土の過熱水蒸気処理はバッチ式であり、汚染土を処理室内に投入した後、所定の流量の過熱水蒸気を処理室内に供給し、処理室から自然に排出される排気を冷却管通過により凝縮させ、凝縮水として回収している。また、所定の処理時間経過後には、処理土を回収している。

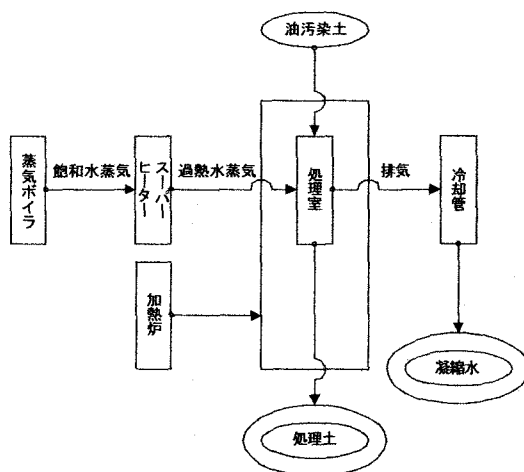


図1 本試験で用いた試験装置の概略処理フロー

3. 2 試験条件

(1) 試験に供した試料

本試験には、油汚染土として、珪砂に Na 系ベントナイトを混合した人工調整試料に A 重油を所定の割合で添加した模擬汚染土を用いた。使用した人工調整試料の粒径加積曲線を図 2 に示す。

なお、本試料は、比重 $G_s=2.694\text{g/cm}^3$ 、強熱減量 $L_t=1.8\%$ 、液性限界 $w_L=189.0\%$ 、塑性限界 $w_P=14.5\%$ 、塑性限界 $I_p=174.5$ である。

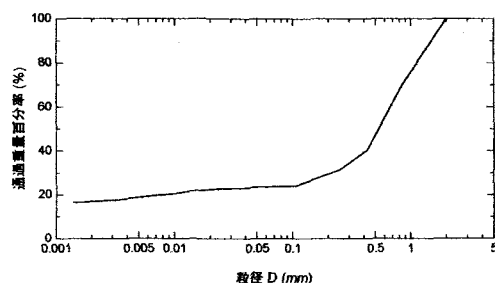


図 2 粒径加積曲線（人工調整試料）

(2) 試験ケース

表 1 に本試験で実施した試験ケースの一覧を示す。全てのケースで処理時間を 22 分とした。また、試験で得られた処理土および凝縮水の油分濃度を分析した。

表1 試験ケース一覧

No.	試料重量 (kgf)	A重油添加量 (gf)	加水量 (gf)	模擬汚染土重量 (kgf)	過熱水蒸気供給流量 (t/hour)	温度 (℃)
01	2.0	40	250	2.28	15	350
02	2.0	40	250	2.29	15	500
03	2.0	80	250	2.33	15	500
04	2.0	180	250	2.41	15	500
05	4.0	80	500	4.58	15	500
06	8.0	180	1000	9.16	15	500
07	16.0	320	2000	18.32	15	500
08	2.0	40	100	2.14	15	500
09	2.0	40	500	2.54	15	500
10	2.0	40	250	2.29	2.5	500
11	2.0	40	250	2.29	7.5	500

3. 3 試験結果

表 2 に試験結果の一覧を示す。

試験を実施した 11 ケース全てにおいて、処理土の残留油分濃度が 50ppm 未満となった。また、排気凝縮によって、40%~70%の範囲での油分が回収可能であることがわかった。なお、未凝縮ガス体の分析から本試験で凝縮回収できなかった油分のほとんどが、試験装置の配管経路等に残留していると推察された。この点においては今後、凝縮処理システムの改良等の処置を施して、更に物質収支を定量的に把握できるようにする必要があると考える。

表2 試験結果一覧

No.	処理土		凝縮水		
	回収重量 (kgf)	残留油分濃度 (ppm)	回収重量 (kgf)	回収油分重量 (gf)	油分回収率 (%)
01	1.92	< 50	2.29	22.8	57.0
02	1.92	< 50	2.29	24.2	60.5
03	1.92	< 50	2.33	52.7	65.8
04	1.92	< 50	2.41	93.6	58.5
05	3.86	< 50	4.58	54.1	67.6
06	7.74	< 50	9.16	111.0	69.4
07	15.52	< 50	18.32	197.0	61.6
08	1.90	< 50	2.14	17.4	43.6
09	1.94	< 50	2.54	20.0	49.9
10	1.90	< 50	2.29	24.4	60.9
11	1.92	< 50	2.29	24.3	60.7

1) 処理温度による影響

No.01, No.02 の結果から、処理温度の違いによる油分回収量の違いはみられない。

2) 汚染土の油分濃度（添加量／試料重量）による影響

No.02, No.03, No.04 の結果から、汚染土の油分濃度の違いによる油分回収率の違いはほとんどみられない。

3) 汚染土投入容積比（汚染土／処理室容積）による影響

No.02, No.05, No.06, No.07 の結果から、模擬汚染土投入容積比の違いによる油分回収率の違いはほとんどみられない。

4) 過熱水蒸気供給流量による影響

No.02, No.10, No.11 の結果から、模擬汚染土重量が同量の場合では、供給過熱水蒸気流量によらず、ほぼ同量の油分が回収できていることがわかる。

4. まとめ

油汚染土における油分を分離回収するために、過熱水蒸気処理試験を実施した。模擬汚染土として、細粒径を含む人工調整土にA重油を添加した試料を供した。その結果、今回実施した試験では、全ての場合において、処理土の残留油分濃度が50ppm未満となることを確認した。

最後に、本研究は、独立行政法人 科学技術振興機構 委託開発事業費(平成17年3月～平成19年9月、実施企業：東洋建設株式会社)によって行われたものである。

《参考文献》

- 1) 矢木修身：生物利用による環境修復－バイオレメディエーション－，東京大学環境安全研究センターシンポジウム，Vol.13th，pp.21-25，2003.
- 2) 会田政幸・三橋秀一：土壤汚染対策に向けた取り組み，ENEOS Tech Rev，Vol.47，No.2，pp.64-71，2005.
- 3) 宮原和仁・峯松麻成・川西龍一・馬場慎太郎：油汚染土壌の土壤洗浄法の開発，東洋建設技術研究報告，Vol.31，pp.91-96，2004.
- 4) 伊與田浩志・野邑奉弘：過熱水蒸気の基礎，食品工業，Vol.48，No.14，pp.20-28，2005.
- 5) 株式会社エヌ・ティー・エス発行 「過熱水蒸気技術集成 その特性と広がる最新利用および装置開発の現状」，2005.