

(Ⅶ-66) 洗浄した油汚染土の土質特性

宇都宮大学工学部建設学科
宇都宮大学大学院工学研究科

○学生会員 立石 弥保
正会員 今泉 繁良

1. はじめに

近年、我が国でも、重金属類、有機塩素系化合物、石油等の油による土壤汚染が増加しており、社会に大きな影響を与えている。その中でも、油による土壤汚染は、その潜在汚染土量が非常に多いといわれている。

油汚染土壌の浄化は、油分製造等の履歴のある工場跡地や石油業界の再編を背景に、土地の再開発・再利用に有効かつ必須となってくる。一方、最終処分場の残容量が逼迫する中、従来施されていたような、産業廃棄物としての焼却処分や不溶化処理を施して最終処分場に埋め立てるような処理をするのではなく、今後は廃棄物の低減・リサイクルの観点から、土壌を修復する技術の確立が求められている。

本研究では、油に汚染されている土を水で洗浄して有効利用する方法に着目し、洗浄する前と後の土に対して、粒度分析・締固め試験・修正 CBR 試験を行って、洗浄によってこれらの特性がどのように変化するかを明らかにすることを目的とした。

2. 油汚染土洗浄方法

油汚染土の洗浄方法を図-1 に示す。ドラムウォッシュャで土を水洗浄し、振動ふるいで粗粒分と濁水に分ける。濁水には油が付着していない土と付着している土が混在しているため、サイクロンを介して、再利用可能な細粒分と油付着土に分級する。油付着土はフィルタプレスでケーキ状にして処理する。

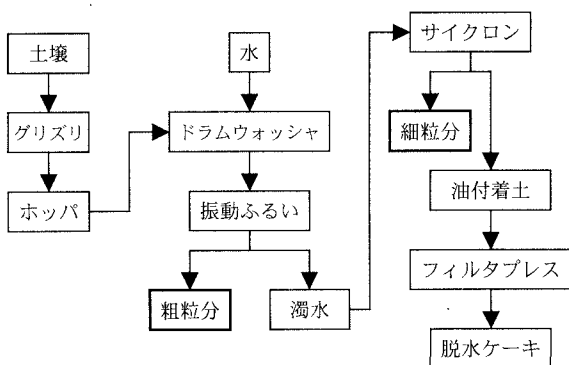


図-1 油汚染土洗浄システム

3. 実験概要

・重金属含有量試験

重金属（鉛、カドミウム、六価クロム）の含有量は、炉乾燥した土を、乳鉢・乳棒を用いて細かく粉碎し、硫酸及び過酸化水素を加え、加熱分解した分解液を濾過して、分光光度計で測定した。

・物理試験

密度試験(JIS A 1202)、粒度試験(JIS A 1204)、液性限界・塑性限界試験(JIS A 1205)を行った。

・締固め試験

突固めによる土の締固め試験(JIS A 1210)E 法に基づいて、内径 15cm×高さ 12.5cm のモールドと質量 4.5kg・落下高さ 45cm のランマーを用いて、突き固め層数 3 層、一層あたりの突き固め回数 92 回で試験を行った。

・修正 CBR 試験

CBR 試験(JIS A 1211)に基づき、突固め回数各層 17 回、42 回、92 回の 3 種類の供試体を作製し、4 日間水槽内に水浸させた後、貫入速さ 1mm/min で貫入試験を行った。

4. 実験結果と考察

土に含有する油の種類は、潤滑油として利用される切削油である。ノルマルヘキサン抽出法による油含有量は、洗浄前は 3.7%、洗浄後は 0.2～0.3%であった。廃棄物処分場で油汚染土を処分する場合、通常油含有量が 1～2%以内であれば土として受け入れられるので、洗浄した土はこれを満足していた。

表-1 に、重金属含有量試験結果を示す。実験に用いた土は、特に鉛が多く含有していた。土を水洗浄することにより、60%程度に減少した。

表-2 及び図-2 に、粒度分析の結果を示す。水洗浄前の土は礫{G}に分類された。水洗浄された粗粒分の大部分は礫で、細粒分は砂が多く含まれていた。水洗浄前の粒度に近づけるために、粗粒分と細粒分を 5 : 5 で混合した結果、砂{S}に分類された。

Keyword：油汚染土、締固め特性、修正 CBR、重金属分析

連絡先：栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 TEL 028-689-6218

表-1 油及び重金属含有量

	洗浄前	洗浄後(細粒分)
Pb(mg/kg)	88.2	52.3
Cd(mg/kg)	42.0	28.2
Cr ⁶⁺ (mg/kg)	22.5	12.7

表-2 粒度組成

粒径範囲	洗浄前 (%)	洗浄後(%)		
		粗粒	細粒	混合土
礫分(2~75mm)	46.3	78.5	1.6	42.1
砂分(0.075~2mm)	39.7	18.8	77.4	47.0
細粒分(0.075mm未満)	14.0	2.7	21.0	10.9

	洗浄前	洗浄後(混合土)
均等係数U _c	172	52
曲率係数U' _c	3.3	0.65

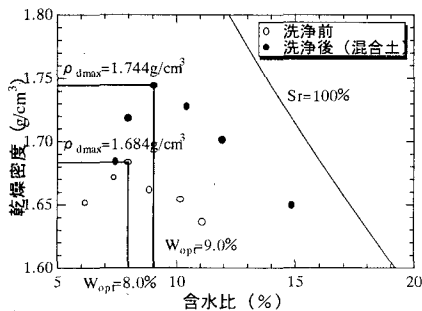


図-3 乾燥密度—含水比曲線

表-3 に、物理試験の結果を示す。水洗浄前の土粒子の密度は 2.402g/cm^3 と幾分低い値を示したが、水洗浄後の混合土では 2.594g/cm^3 と標準的な値を示した。

液性限界・塑性限界性試験では、水洗浄前は $W_L=38.8\%$ 、 $W_P=29.5\%$ であったのに対して、水洗浄後の混合土では、液性限界試験で皿と土の境で土全体が滑り出し、非塑性 (NP) を示した。これは、土に含まれる油分の粘性によって土粒子が吸着していたものが、洗浄することによって、油の影響が低減したためと考えられる。

図-3 は、締固め試験による含水比と乾燥密度の関係を示す。水洗浄前の最適含水比が $W_{opt}=9.0\%$ 、最大乾燥密度が $\rho_{dmax}=1.744\text{g/cm}^3$ であったが、水洗浄後の混合土は $W_{opt}=8.0\%$ 、 $\rho_{dmax}=1.683\text{g/cm}^3$ となった。水洗浄後の混合土の粒度分布特性は、表-2 に示すように、曲率係数 U'_c が $1 \leq U'_c \leq \sqrt{U_c}$ の条件を満たさなくなり、水洗浄前に比べて悪くなった。その結果、最大乾燥密度は水洗浄前の値の 96.5% に低下したものと考える。

表-3 物理特性

	洗浄前	洗浄後(混合土)
自然含水比 $W_n(\%)$	23.9	19.6
土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.402	2.594
液性限界 $W_L(\%)$	38.8	NP
塑性限界 $W_P(\%)$	29.5	NP

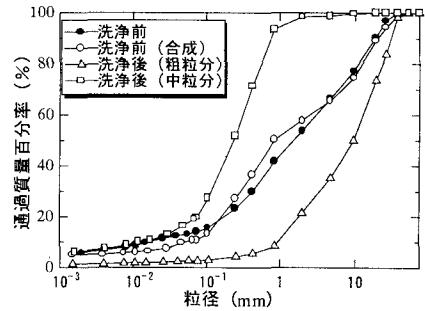


図-2 粒径加積曲線

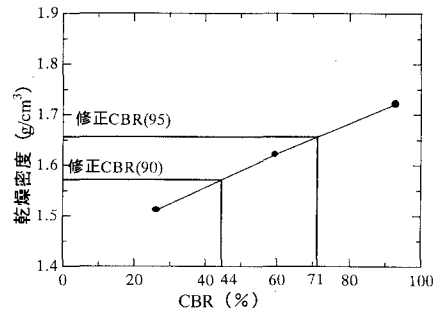


図-4 乾燥密度—CBR 曲線

図-4 に、水洗浄前の土に対する修正 CBR 試験の結果を示す。図から、修正 CBR(90)及び修正 CBR(95)を求めるとそれぞれ 44%及び 71%となり、一般道路の下層路盤材 (修正 CBR ≥ 30) として再利用可能な値であるものの、上層路盤材 (修正 CBR ≥ 80) としては利用することができない。

5. まとめ

- ・水洗浄することで油及び重金属含有量は減少した。
- ・水洗浄後、油分が減少したことにより、土粒子の密度は高くなった。また、塑性を示さなかった。
- ・水洗浄後、粗粒分と細粒分を 5:5 に混合した土は、洗浄前に比べて、粒度分布が悪くなった。その結果、最大乾燥密度は低下した。
- ・水洗浄前の土は、下層路盤材としては利用可能なものであるが、上層路盤材には適さないものであった。

参考文献

- 1) 社団法人 日本道路協会：アスファルト舗装要綱 pp191-194 (1978)
- 2) 社団法人 地盤工学会：土質試験—基本と手引き—