

界面活性剤を用いる油汚染土壌の原位置洗浄処理の検討

Study of in-situ washing remediation of oil-polluted soil using a surfactant



秦 浩司 Hiroshi HATA*1・北條紗也 Saya HOJO*1

研究の目的

油汚染土壌の原位置浄化対策として、洗浄剤等の薬剤を地盤中に井戸投入等により添加し、洗浄剤によって剥離された油を洗浄剤ごと汲み上げて土壌から油を除去する、「原位置土壌洗浄工法」が検討・実施される事例が増えてきている。本研究では、鉱物油を添加した模擬油汚染土壌を用い、「原位置土壌洗浄工法」を想定して、比較的環境負荷が小さいとされる非イオン系の界面活性剤を用いる洗浄処理の室内試験を実施し、浄化効果の高い材料や処理方法を検討した。

研究の概要

2mm ふるい下の川砂を用い、油分濃度が約 5000mg/kg になるように鉱物油を添加・混合して調製した模擬油汚染土壌を充填したカラムをスタンドに立て、所定量の界面活性剤を含む溶液を下部より注入して湿潤（飽和）状態にした。所定時間養生後、間隙体積の 2～4 倍量の水を通水（リンス洗浄）し、カラム中の土壌を洗浄処理した。界面活性剤は、構造が異なる 2 種のポリオキシエチレンアルキルエーテル（AE）を主成分とし、それぞれ親水性-疎水性指数（HLB 値）を 8～13 に調製した 9 材料を用いた。対照試験として、界面活性剤を含まない水の注入とリンス洗浄を行った。また、界面活性剤注入後の養生（浸け置き）の効果を確かめる試験として、養生時間を 0, 6, 24, 48 時間に設定した条件での浄化効果を比較するとともに、同量の界面活性剤を、同量の注入・リンス洗浄使用水量に溶解した希薄液を通水する条件での洗浄処理も実施した。

界面活性剤添加率 0.8 wt%，養生時間 24 時間、リンス洗浄水量 2 倍の条件で各材料の油分濃度低下率を比較したところ、HLB 値が高い親水性材料で浄化効果が高かった（図-1）。次に、1 材料を用いて添加率およびリンス洗浄水量の組み合わせと油分濃度低下率の関係を調べたところ、界面活性剤の添加率が高いほど、また、リンス洗浄水量が多いほど油分濃度低下率が大きくなった（図-2）。リンス洗浄水量の効果は、界面活性剤添加率が高いほど高くなった。界面活性剤注入後の養生期間の効果確認試験では、48 時間までの範囲で養生期間が長いほど油分濃度低下率が大きくなる傾向が認められた（図-3）。界面活性剤注入直後に蒸留水でリンス洗浄した条件での油分濃度低下率は、同量の界面活性剤を注入およびリンス洗浄で使用する蒸留水量に溶解させた希薄液をカラムに通水する条件での油分濃度低下率とほぼ同等であったことから、「浸け置き洗い」により、浄化効果を高めることができる可能性が示された。

結論

本研究では、界面活性剤の土壌への添加率が高いほど、また、界面活性剤添加後に養生期間を設ける方が浄化効果が高くなること示された。これを再現する工法としては、油汚染土壌に界面活性剤を含む洗浄水を注入する注入工程と、洗浄水を油汚染土壌と混合反応させるために十分な時間養生する養生工程と、養生工程後に油汚染土壌から剥離された油を洗浄水ごと揚水回収する回収工程を有することが望ましい。回収工程は、界面活性剤溶液注入後の地下水を揚水することで、カラム試験の「リンス洗浄」を意味する。この方法では、注入工程後に養生工程を経ることで、いわゆる「浸け置き洗い」の効果が発揮され、油汚染土壌の洗浄効果を向上させることができると考えられる。

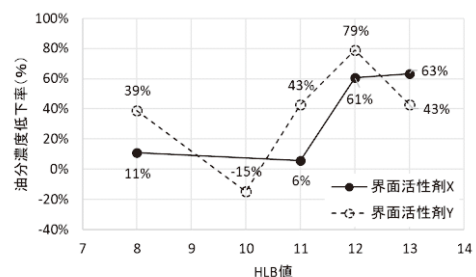


図-1 界面活性剤の HLB 値と油分濃度低下率の関係

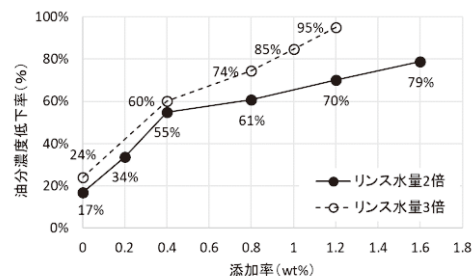


図-2 界面活性剤の添加率およびリンス洗浄水量の組合せと油分濃度低下率の関係

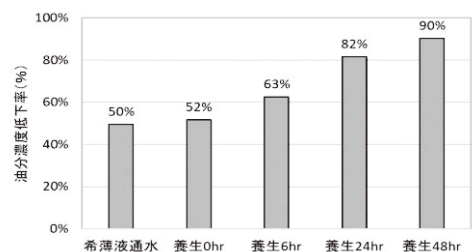


図-3 界面活性剤注入からリンス洗浄までの養生時間と油分濃度低下率の関係