

地盤中の油の回収技術としての「ポンピング・ドレーン[®]工法」の開発

In-situ LNAPL Recovering Technology with Multi-phase Extraction Using Highly Lipophilic Plastic Board Drains

河合 達司 河野 麻衣子 上島 裕 鈴木 祐麻
福井 久智¹⁾ 太田 圭祐¹⁾ 松原 武志¹⁾

要 約

地盤に多量の油が漏洩し、地下水面まで達した場合、地下水流動により油が拡散し、施設周囲の公共用水域に油膜を生じさせることは、水質汚濁防止の観点から問題となる。これまでは揚水や遮水壁などによる拡散防止を講じるのが一般的であるが、対策が長期化する事例が多い。そのため、筆者らは豊洲新市場工事での土壤汚染対策に適用された揚水効率の高いプラスチックボード・ドレーンを用いた原位置浄化技術に着目し、この技術を用いた油回収技術の検討を進めた。その結果、①親油性の高いドレーン素材を選定、②ドレーンの打設が難しい砂礫層に対して、アースオーガーや特殊ケーシングを用いたバイプロハンマーによる打設を実現、③吸引対象の油層の位置を把握するための調査フローを考案し、土壤ガス調査とダイレクトセンシング、土壤ボーリング調査を組み合わせることで、対策範囲の絞込みやドレーンの打設深度等の合理的な設計を実現した。本技術の有効性については、1m³規模の土槽試験により均一地盤での油の回収効果を定量的に評価し、実サイトでの実証試験では様々な油種や土質に対しても高い回収効率であることを確認した。

目 次

- I. はじめに
- II. 油回収に使用するドレーン材の特徴
- III. 土槽試験による油吸引効果の定量評価
- IV. 実証試験による適用性評価
- V. おわりに

I. はじめに

製油所や油槽所等において、油を貯留するタンクが地震等により被災し、油が地盤に漏洩する事例がある。不飽和層を浸透して地下水面まで達した場合、帯水層上部に滞留した油層が地下水流動により拡散し、施設周囲の公共用水域に油膜を生じさせることは、水質汚濁防止の観点から問題となる。この対策として、Fig. 1のように遮水壁や揚水対策等の拡散防止を講じることが一般的であるが、積極的に油を地盤から回収除去する原位置対策技術を適用した事例は多くはない。筆者らは、豊洲新市場工事での土壤汚染対策に適用されたプラスチックボード・ドレーン（以下ドレーン材）を用いた原位置浄化技術（ポンピング・ドレーン[®]工法）¹⁾に着目し、

この技術を用いた油回収技術（以下本技術）の検討を進めた。本稿では、油回収に適したドレーン材を用い、土槽試験と実証試験の検討により本技術の有効性を確認した結果を報告する。

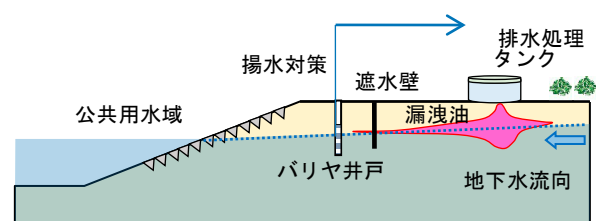


Fig. 1 地盤に漏洩した油の油膜拡散防止対策
(Conventional Containment Technologies of
Diffusion of Spilled Oil above Aquifer)

II. 油回収に使用するドレーン材の特徴

ドレーン材は、厚さ 4 mm、幅 100 mm の薄い形状をした軟弱地盤改良のための排水に使用されるプラスチック製の

1) 環境本部 Environmental Engineering Division

キーワード : 軽質非水相流体, 真空吸引, 接触角, 多相流

Keywords : LNAPL, multi-phase extraction, contact angle, multiphase flow

土木資材である。ドレーン材は、溝切された芯体の両面にフィルター材を貼り合わせた構造を有している¹⁾ (Fig. 2)。ドレーン材の上端は吸引ホースに接続したキャップで密閉され、下端の溝も閉じられている。吸引によりフィルターを透過した油や地下水、ガスは、芯体の溝を通して地上に回収される。

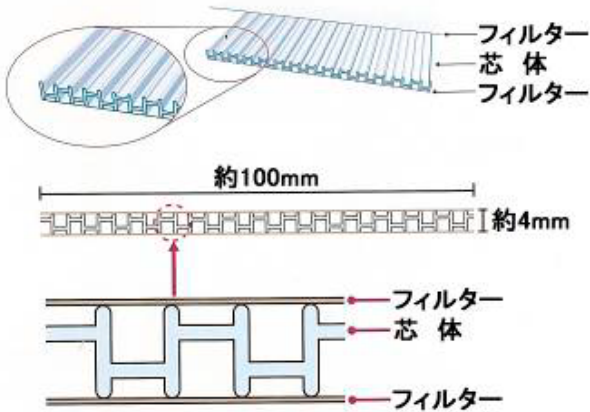


Fig. 2 ドレーン材の構造
(Schematic View of Structure of Plastic Board Drain)

ドレーンによる油回収の効率を高めるため、撥水性を有し親油性の高いフィルター素材を選定した。フィルター素材として、ポリエステル(PEs)、ポリ乳酸(PLA)、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレンテレフタレート(PET)を候補として、協和界面科学㈱製の単繊維接触角計 CA-S ミクロ 2 型を用いて、水及び流動パラフィンの接触角を測定した。流動パラフィンに安全で化学的に安定した油である。Table 1 に示すように、いずれの素材も水の接触角が 90° を超え、高い撥水性を示した。一方、流動パラフィンはフィルター素材に染み込み、液滴が形成されなかったため、接触角は計測不能となり、親油性を定量的に評価できなかった。そこで、フィルター素材の親油性と油に浸漬したフィルターの毛管力との

Table 1 フィルター素材の接触角と毛管上昇量
(Results of Contact Angle of Filter Material and Height of Liquid Rising Due to Capillary Force)

素材	接触角 (°)		毛管上昇量 (mm)
	水	流動パラフィン	
PEs	129.4	計測不能	8
PLA	131.0	計測不能	10
PP	134.2	計測不能	40
PET	124.8	計測不能	140

PEs: ポリエステル, PLA: ポリ乳酸, PP: ポリプロピレン, PET: ポリエチレンテレフタレート

関係に着目し、フィルターが油を毛管力で吸い上げる油の高さにより素材の親油性を評価した。ズダンIVで赤く染色した流動パラフィンにフィルターの下部を浸漬させ、油の上昇が平衡となった2日後に毛管現象による上昇量(毛管上昇量)を測定した。素材の中でPETが最も上昇量が大きく親油性が高いと評価し、油を回収するドレーンのフィルター素材としてPETを用いた。

ドレーン材は、芯体の素材がポリエチレン(PE)であり、フィルター素材のPETと共に、これらのベンゼンに対する耐溶剤性の評価は、使用に問題のない「優」や「良」ではなく、「可」とされている²⁾。原位置での油の吸引回収が数年～十数年にわたる場合、溶剤成分により素材が劣化し油を吸引・回収する機能が損なわれる可能性が考えられる。そこで、ガソリン、ベンゼン、灯油を用いた溶剤浸漬試験を1年間実施し、JIS K 7161-1Bにより芯体の引張強さ(強力(MPa))を、JIS L 1908によりフィルター材の引張強さ(強度(kN/m))を測定した。浸漬後のドレーンの油吸引回収量を測定し、油回収機能の変化を評価した。なお、浸漬温度は、ガソリンを除いて、15°C、40°C、65°Cで実施し、長期溶剤耐性を推定した³⁾。Fig. 3 に灯油浸漬後の引張強さの結果を、Fig. 4 に各溶剤

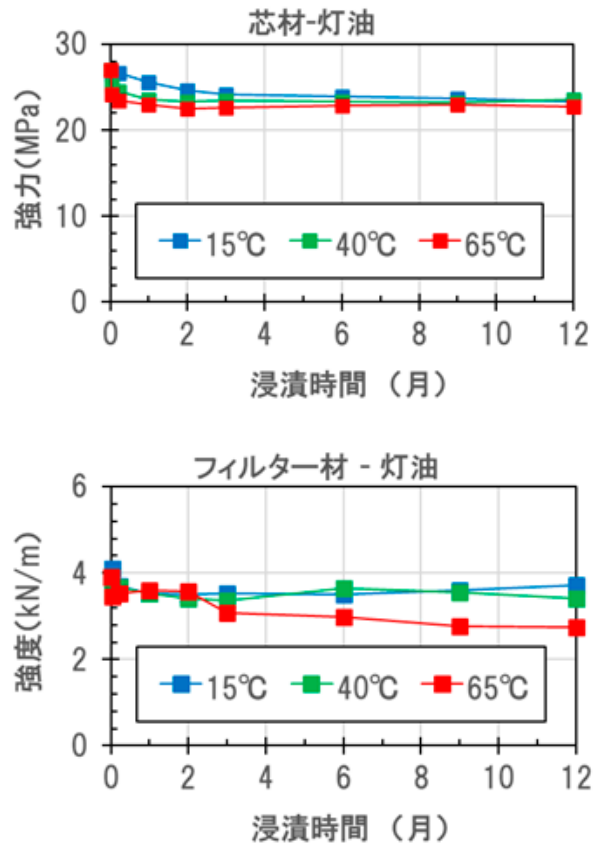


Fig. 3 芯材とフィルター素材の引張強さの経時変化
(Change in Tensile Strength of Core and Filter Materials after Kerosene Immersion Test)

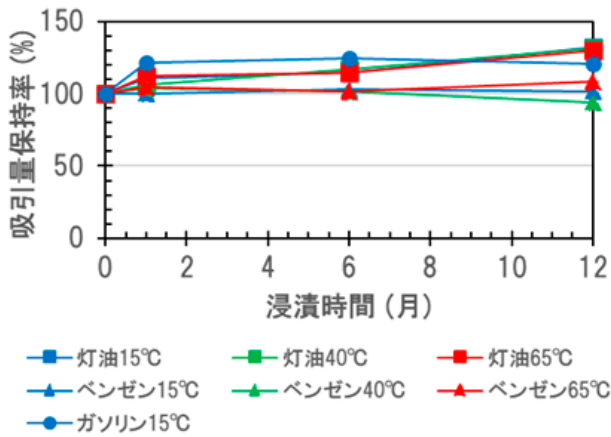


Fig. 4 ドレーン材の吸引量保持率の経時変化
(Change in Oil Recovery Rate of Drain after Solvent Immersion Test)

浸漬後の油吸引保持率の結果を示す。1年後もこれらの素材の強度低下や油の吸引量の低下等は認められず、地下水水温15°Cの環境で16年に相当する耐久性を有する結果を示した。

Ⅲ. 土槽試験による油吸引効果の定量評価

本技術の油回収性能を定量的に評価するため、Fig.5に示す土槽試験装置を用いて油の吸引試験を行い、試験後の油の材料バランスを評価した⁴⁾。土槽（容量：0.9 m³）内に模擬土としてフラタリーサンド（50%粒径 D₅₀：0.23 mm）630kgを充填し、水83LとズダンIVで赤く染色した灯油52Lを加え、模擬帯水層を作製した。灯油は水より密度が小さい軽質非水相流体（LNAPL：Light Non-Aqueous Phase Liquids）であるため、帯水層上部に油層として留まり、油と水の界面が生じた。長さ30cmのドレーン材の中央が油水界面に位置するようにドレーン材を設置した。なお、GL -8 mに油層が存在している状況を想定し、土槽を地上に、真空ポンプと気

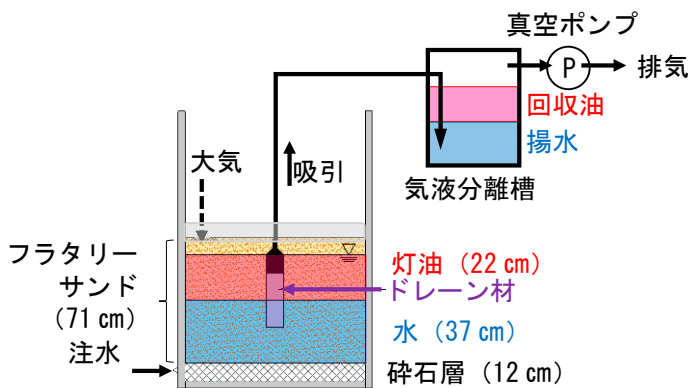


Fig. 5 土槽試験装置の概念図と試験状況

液分離槽を建物の上層階に設置した。油の吸引試験では、吸引圧0.085 MPaで35分間吸引し、気液分離槽で回収した油と水の量を計測した。また、油汚染対策ガイドライン⁵⁾に準拠し、土壌と水の油の含有量試験（TPH試験）により土槽内の残存油と揚水中の油を計測し、排気ガスの流量と共にガス中の油の濃度を計測した。なお、吸引時は底部砕石層より水を供給することで水と油の界面の高さを一定に維持した。

Table 2に得られた材料バランスの結果を示す。本技術の効果は油種や土質、油量により異なるが、今回検討した条件では35分間という短時間で71.4%の油を地盤から回収でき、積極的な油回収技術としての本技術の有効性を示す結果が得られた。差分は、配管内等でのロス分と推測される。

Table 2 土槽試験後の油の材料バランス

(Material Balance of Oil after Oil Recovery Test with Soil Tank)

油内訳		油量 (L)	初期量に対する割合	
回収油	排気中油	5.14	9.9%	71.4%
	回収油	31.90	61.3%	
	揚水中油	0.1	0.2%	
残存油	フラタリーサンド	13.64	26.2%	27.4%
	砕石層	0.6	1.2%	
	総計			98.8%

Ⅳ. 実証試験による適用性評価

1. 地盤内の油層分布の特定

油汚染土壌の範囲を特定するための調査は、環境省による「油汚染対策ガイドライン」⁵⁾に従い、現地踏査における人の感覚と、それを補完する土壤ボーリング試料のTPH試験によって概括的に把握するのが一般的である。この方法で



は、地表部の油臭や油膜の発生状況からボーリング地点を数点選定し、TPH 試験の結果を元にさらに追加調査を積み重ねて、油汚染土壌の範囲を絞り込むこととなる。この調査は、地盤中の油層の位置を把握することを目的とした方法ではないこと、また、調査開始地点を人の感覚で決定することやボーリングでの土壌採取は、地表面から深度 1 m までが 3 深度（深度 15cm, 50cm, 1m を標準とする）、深度 1 m 以深は概ね 1 m につき 1 深度の密度とすること⁵⁾を基本としているため、地盤内の数cm~数 10 cmの油層を見落とす可能性があることが課題である。このため、土壌汚染対策法の第一種特定有害物質の調査に用いられる土壌ガス調査法⁶⁾と土壌を採取せず油を検知するダイレクトセンシングを用い、Fig. 6 に示す調査フローにより、回収対象とする地盤内の油層位置の把握を行った⁷⁾。

土壌ガス調査では、地表から 80 cmの深度まで地盤を 1m

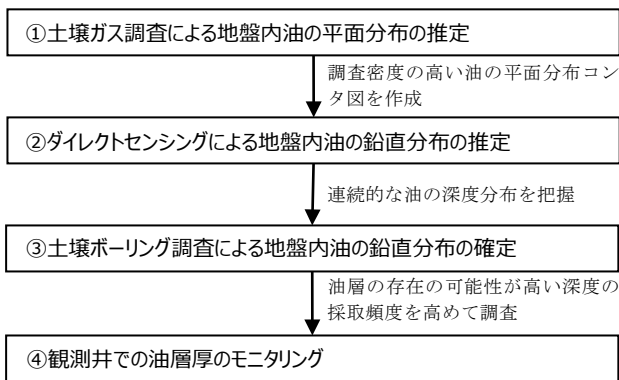


Fig. 6 地盤内油層の調査フロー
(Flow of Estimating Subsurface LNAPL Distributions above Aquifer)

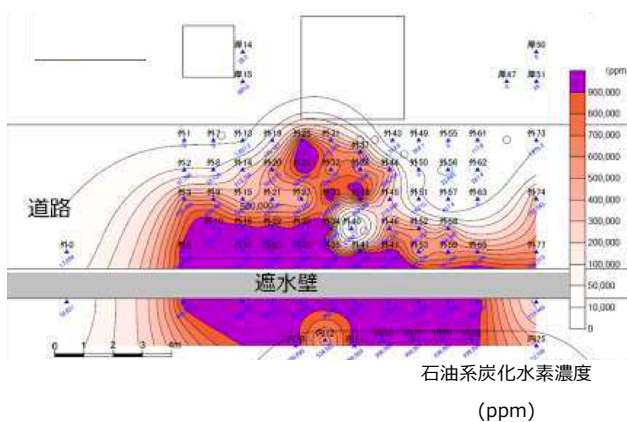


Fig. 7 土壌ガス調査による地盤内の油の水平分布
(Contour Map of LNAPL Horizontal Distribution from the Results of Soil Gas Survey)

ピッチで削孔し、ガス採取管を設置した。設置後数時間経過した後に、土壌ガス採取装置を用いて土壌ガスをテドラバッグに採取し、ガス測定装置エコプローブ 5 を用いて赤外吸収法により土壌ガス中の石油系炭化水素の濃度を測定した。得られた結果から Fig. 7 に示す石油系炭化水素濃度のコンタ図を作成した。ほぼ一日の作業で、油の存在する全体の領域と油の存在量が多いと推定される領域が判明し、ダイレクトセンシングを実施する地点として、石油系炭化水素の濃度の高い領域を絞り込むことができた。

ダイレクトセンシングは、貫入式ボーリングロッドの先端に油を検知するプローブを取付け、ロッドの貫入と共に連続的に地盤内の油を検出する技術である。プローブには、OIP(optical image profiler)と MIP(membrane interface probe)があり、OIP は紫外線照射により油が発する蛍光量を画像で感知して油の存在量を定量する。MIP は地盤内の揮発性の油分を、分離膜を通して加熱導入し、地上でガスクロマトグラフ法により定量する。芳香族化合物は OIP では青く薄い蛍光を発するため目視での評価が難しいので油種に応じて両者を使い分けた。Fig. 8 に、潤滑油成分の油を OIP で連続測定した結果と土壌ボーリングにより油の鉛直分布を把握した結果を示す。両者を合わせることで、地下水面付近に油層と思われる油濃度が高い位置を特定できた。また、電気伝導度 (EC)の結果も地層境界や地下水位などと良く一致した。

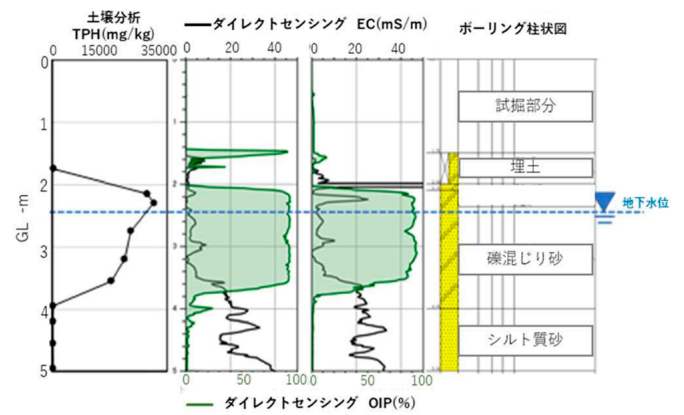


Fig. 8 ダイレクトセンシングと土壌ボーリング調査による油層位置の特定
(Identification of LNAPL Vertical Distribution by Direct Sensing and Soil Boring Survey)

2. 砂礫層地盤を対象とした施工方法の開発

ドレーン工法は、軟弱地盤の圧密促進工法として多数の施工実績を有する。軟弱地盤の更地の場合、専用の大型打設機械とケーシングにより、迅速にドレーン材の打設が可能である。しかしながら、N 値が大きな砂礫層に対しては、従来の打設方法の適用は難しいことが課題である。これに対して先

行ボーリングにより掘削孔を設け、そこにドレーンを打設する方法は技術的に可能であるが、2回施工となるため工期や経済性の面で現実的ではない。そこで、1回施工を実現するため、クレーンとパイプロハンマーによる方法とアースオーガーによる方法に着目し、Table 3 に示した試験ケースによりケーシングやアンカーなどの形状の検討を行い、N 値の大きな砂礫層への打設法の確立を試みた⁸⁾。

Table 3 ドレーン打設方法の試験ケース
(Test Cases of Drain Board Placing Method)

ケース	打設機械	ケーシング仕様	アンカー仕様
ケース1	クレーン+ パイプロハンマー	正方形 (120mm)	長方形型
ケース2			三角柱型
ケース3			五角形型
ケース4	アースオーガー	シートパイル (Ⅲ型)	長方形型
ケース5			三角柱型
ケース6	アースオーガー	丸形 (φ220mm)	三角形型

最大 N 値が 17 の砂礫層を含む地盤において、GL -6m まで打設試験を行い、GL- 4m 及び GL -6m への到達時間を計測し評価した。Fig. 9 に示すように、ケース 6 のアースオーガーによる方法の打設時間は、ケース 1~5 のパイプロハンマーによる方法よりも短かった。しかしながら、アースオーガーによる方法は、打設時にドレーンの吸引ホースのねじりが確認され、ねじりを生じない打設方法の開発課題が残った。パイプロハンマーを用いた方法では、ケーシングをシートパイル(Ⅲ型)としたケース 4 及び 5 で打設時間が短かった。しかしながら、ケーシングの引き抜き時にシートパイルと共にドレーン材の上りが確認された。ケーシングを正方形としたケース 1~3 では五角形のアンカー形状のケース 3 の打設時間が最も短かった。ケーシングを引き抜く際にシートパイル

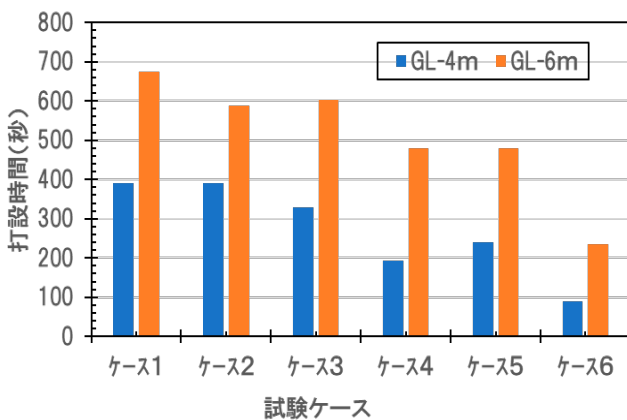


Fig. 9 打設試験結果

(Time Required for Drain Placing for Each Test Case)

ではドレーン材の共上りが懸念される場合は、共上りの懸念が少ないケース 3 の仕様が有効である。

3. 実サイトにおける油回収効果の評価

油は様々な動粘度や揮発性を有しており、油種により地盤内の移動特性は大きく異なる。また、地盤条件によっても油の移動特性は大きく異なることから、本技術の適用性を評価するためには、油種や土質の異なるサイトで実証試験を行う必要がある。Table 4 に示す油種と土質の異なる 3 つのサイトで本技術の油回収効果を評価する実証試験を実施した⁹⁾。

Table 4 実証試験サイトの油種、土質、深度
(Oil Type, Soil Quality and Depth at the Demonstration Test Sites)

	油種	土質、地盤	深度 GL-m
サイト A	揮発性油	砂、シルト主体の埋立地盤	1.8~3.4
サイト B	軽質油	N 値の高い砂礫地盤	8.0 付近
サイト C	潤滑油	砂、シルト主体の埋立地盤	2.0 付近

Fig. 10 に示す装置を用いて、地盤中の油をドレーンを通じて吸引回収した。ドレーン材を地盤中に油層が確認された深さに、約 1m の間隔でドレーンを打設した。各ドレーンをヘッダーパイプを介して吸引槽に接続した。吸引槽に真空ポンプを接続し、両者の間に必要に応じて液体トラップと活性炭炭槽を設けた。また、ドレーンと真空ポンプの間の配管経路に圧力計を設置し、吸引時の吸引圧を計測した。吸引槽に回収した油水は一旦回収槽に移送し、その後油水分離槽で油と水に分離した。吸引槽の手前にバイパス配管を介してサンプリング槽を接続し、経時的な油と水の回収量を計測した。結果を整理する上で、油と水の回収量の合計を「揚液量」とし、「揚液中の油比率」を算出した。

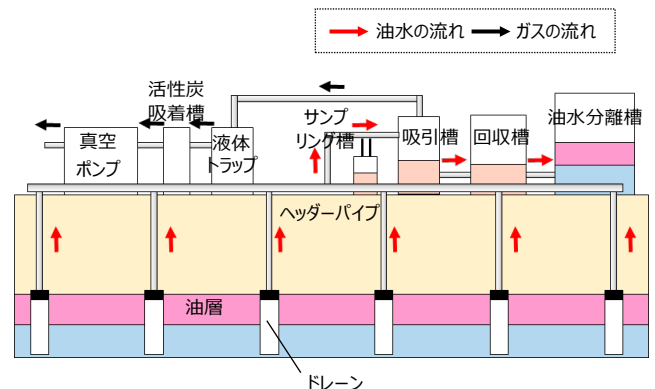


Fig. 10 実証試験装置の概念図
(Conceptual Diagram of Test Equipment of Field Demonstration Test)

3 サイトで実施した実証試験での揚液中の油比率を、各サイトの油の動粘度と共に Table 5 に示す。

Table 5 回収した揚液の油比率と対象油の動粘度
(Oil Ratio at Recovered Liquid and Kinematic Viscosity of Oil)

	揚液中の油比率	油の動粘度(mm ² /s)
サイトA	80~99%	0.81
サイトB	0.04~1.6%	1.76
サイトC	3~18%	36.2

地盤内の油の流れはダルシー則を適用でき、油の比流量(ダルシー流速)は油動水勾配 J_n (NAPL hydraulic gradient) と油透水係数 K_n (NAPL hydraulic conductivity) の積に比例する¹⁰⁾。 K_n は、多孔体と流体の特性だけでなく、多相流であるため空隙中の油と水の飽和度にも依存する。 K_n は、油と水の飽和度で決まる NAPL 相対透過度 (k_m) を用いた式 1 で表せられ、 K_n は NAPL の動粘度 (粘性/比重) に反比例し、 k_m に比例する。

$$K_n = K_w k_m \frac{\rho_r}{\mu_r} \dots (1)$$

K_w : 地盤の透水係数, ρ_r : NAPL の比重/水の比重, μ_r : NAPL の粘性/水の粘性, μ/ρ : 動粘度

Table 5 で示した油比率と動粘度の関係は、サイト A と C に関しては、式 1 に従い油透水係数が油の動粘度に反比例する関係と同様に、反比例の関係が認められるが、サイト B はこの関係から大きく外れた。 k_m は油の飽和度、すなわち油の存在量が多いほど、値が大きくなる。サイト B での油層厚

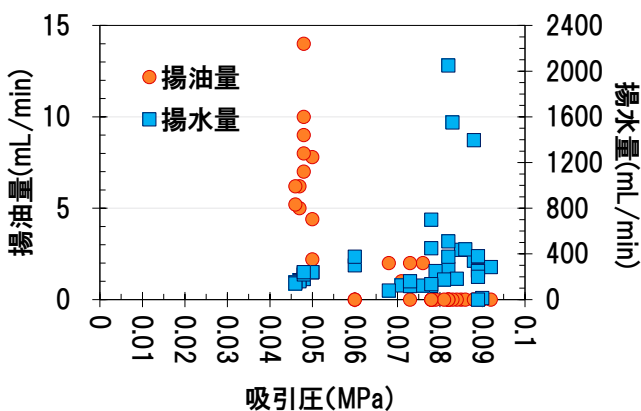


Fig. 11 吸引圧と揚油量/揚水量との関係
(Relationship between Suction Pressure and Amount of Recovered Oil or Water)

が 10 cm 程度に対して、サイト A と C は油層厚が 50~100 cm 程度であり、油の存在量に大きな違いがあったためと考えられる。

実際の地盤では、吸引圧と揚油量が必ずしも正の相関を持たず、最適な吸引圧が存在する場合がある。Fig. 11 に実際のサイトで得られた吸引圧と揚油量の関係を示す。

吸引圧 0.04~0.05 MPa で揚油量が最大となり、吸引圧を増加するに従い揚油量が減少し、0.08 MPa 以上では揚油量はゼロとなった。一方、揚水量は吸引圧の増加と共に増加した。このような特性は、油の地盤内での移動は多相流であるため、水やガスの影響を受け、

- ①地盤内では水は油よりも濡れ性が高い
 - ②油の粘性は水よりも大きく移動速度が遅い
 - ③油の相対透過度は土壤空隙中の飽和度に依存すること
- に起因すると考えられる。このように多相流の特性を理解し、本施工の前に最適な吸引圧力を検討するなど運転条件の最適化を段階的に行うことが、油の回収における効率を高め、工期の短縮とコスト低減につながるものと考えられる。

V. おわりに

本技術は、土槽試験による油の回収効果の定量的な評価と、様々な油種や土質に対する実証試験により、本技術の有効性を確認することができた。

本技術は親油性の高い素材のドレーン材を用いている点の特徴の一つである。親油性の高さにより油の回収効率を高める効果が期待できるが、それ以上に油を吸い上げる毛管現象の高さが高い点が本技術の実用性を高めている。ウェルポイントを用いて油を吸引回収する場合と比較する。ウェルポイントは先端に 50 cm 程度の幅でスリットが切られており、ここから油や地下水を吸引する。この場合、スリットの上端の位置が油層の上端より高くなると、不飽和層からのエアリーの吸い込み量が増加し、油の回収量は大幅に低下する。このため油層の上端から下にウェルポイントのスリットの上端を位置する必要がある。また、油層の下端よりもスリットの上端が深くなると、地下水を優先的に吸引することとなるため、効果的に油を吸引できるウェルポイントの設置深度はかなり限定される。さらに、実際のサイトでは地下水位が、潮汐や季節変動の影響により 50 cm 程度変動することは少ないため、油の回収の可否はその時の水位に大きく影響されることとなる。一方、ドレーンの場合、親油性の高いフィルター素材が油を吸い上げ、フィルターに油の膜を形成するため、エアリーの吸い込み量の増加を抑える。開放系のタンクでの油の吸引では、液面より 20 cm 上にドレーンの上端が位置しても、油を吸引回収できた。また、実際の地盤内では油層の 20 cm 上よりさらに上にドレーンの上端が位置しても油の吸引回収が可能であった。このように実際の地下水変動に追

従して吸引できる点が、実適用における重要なメリットである。

地盤に漏洩した油の原位置回収技術として、揚水対策が一般的であるが、対策に数十年を要する事例は少なくない。一方、本技術は、揚水と共にガス吸引を同時に行う multi-phase extraction と呼ばれる技術である。揚水により生じた動水勾配を利用して油を回収するとともに、ガス吸引により不飽和層に吸引圧をかけることで地下水面上の油を直接吸引回収する。このように、本技術は、揚水対策と比較して短時間で油層を効率よく回収することを期待できる技術である。しかしながら、すべての油を除去することを目的とし、わずかに残った油を回収するのに用いるのは効率的ではない。このためには、本技術と化学分解や微生物による分解等を併用し、経済合理的に油をゼロにする技術の開発が必要である。

謝 辞

本技術は、錦城護謨株式会社殿との共同開発により得られた成果です。ドレーン材の改良から打設方法の改良、錦城護謨株式会社三重工場での屋外土槽試験、実証試験での運転管理に至るまで、錦城護謨株式会社殿の保有する高い技術力と真摯な開発姿勢に負うところが多く、感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 瀬尾昭治, 川端淳一, 河合達司, 永井文男, 樋江井夕紀夫, 小沢明正, 牧内崇志, 小林茂生; プラスチックボードドレーンを用いた揚水・注水と酸化分解を併用したシアン含有地下水の原位置浄化工法 ―豊洲新市場土壤汚染対策工事への適用―, 土木建設技術発表会概要集, 2014, pp.140-147.
- 2) ポリマー辞典編集委員会編; ポリマー辞典, 大成社出版部, 1970, p.592.
- 3) 河合達司, 福井久智, 青山和史, 三成昌也, 小柳勇也; 地中漏洩油の長期吸引回収のためのドレーン材の耐溶剤性評価, 土木学会全国大会年次学術講演会, Vol.77, 2022, p.VII-81.
- 4) 大塚誠治, 河合達司, 関弘, 石神大輔, 川端淳一, 三成昌也, 小柳勇也; ドレーン工法を用いた油回収に関する検討(その2), 土木学会全国大会年次学術講演会, Vol.73, 2018, p. VII-089.
- 5) 中央環境審議会土壤農薬部会土壤汚染技術基準等専門委員会報告書; 油汚染対策ガイドライン ―鉱油類を含む土壤に起因する油臭・油膜問題への土地所有者等による対応の考え方―, 平成18年3月.
- 6) 環境省; 土壤汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン(改訂第3.1版), Appendix-5. 土壤ガス調査に係る採取及び測定の方法, 令和4年8月, pp. Appendix5_1-11.
- 7) 青山和史, 上野洋右, 太田圭祐, 河合達司, 河野麻衣子, 大塚誠治, 瀬尾昭治; ドレーン材を用いた地盤中の油回収技術の開発~効果的な事前調査手法の確立~, 土木学会全国大会年次学術講演会, Vol.75, 2020, p. VII-70.
- 8) 川端淳一, 福井久智, 太田圭祐, 河合達司, 河野麻衣子, 瀬尾昭治, 大塚誠治, 三成昌也, 小柳勇也; 油回収ドレーン工法のためのドレーン打設方法の検討, 土木学会全国大会年次学術講演会, Vol.75, 2020, p. VII-71.
- 9) 太田圭祐, 河合達司, 河野麻衣子, 大塚誠治, 瀬尾昭治, 三成昌也, 小柳勇也; 実サイトにおけるドレーン材を用いた地盤中の油回収実績, 土木学会全国大会年次学術講演会, Vol.75, 2020, p. VII-72.
- 10) 藤縄克之; 環境地下水学, 共立出版(株), 2010, p. 101.

In-situ LNAPL Recovering Technology with Multi-phase Extraction Using Highly Lipophilic Plastic Board Drains

Tatsushi Kawai, Maiko Kawano, Yutaka Kamijima, Tasuma Suzuki, Hisatomo Fukui¹⁾, Keisuke Ohta¹⁾ and Takeshi Matsubara¹⁾

When a large amount of oil leaks into the ground and reaches the groundwater table, the oil spreads due to groundwater flow and forms an oil slick on the public water area around the facility, which poses a problem from the viewpoint of water pollution prevention. Until now, it has been common to take measures to prevent diffusion by pumping up water or installing impermeable walls, but there are many cases where such measures take a long time. Therefore, the authors focused on in-situ remediation technology using plastic board drains with a high pumping efficiency, which was applied to remediate soil contamination at

the Toyosu New Market construction site, and developed a technology for recovering oil using this technology. As a result,

1) By using a highly oleophilic material for the drain, it was possible to recover oil following fluctuations in the groundwater level.

2) For the gravel layer where it is difficult to place a drain, we realized a method using an earth auger or a vibro-hammer with a special casing.

3) We devised a survey flow to determine the position of the oil layer to be recovered, and by combining soil gas survey, direct sensing investigation, and soil boring survey, we were able to rationally design the technology for recovering the oil using a drain.

Regarding the effectiveness of this technology, we quantitatively evaluated the oil recovery effect on uniform ground through a 1 m³ scale soil tank test. In addition, field application tests at several oil-spill sites confirmed that the in situ recovery efficiency is high for various oil types and soil types.