

土壌・地下水浄化技術

～地下水観測井戸等で使用する孔内油層回収装置の開発（２）～

基礎地盤コンサルタンツ 技術本部 環境事業部

環境技術開発室 打木 弘一

はじめに

地下水面上を覆う油層の簡易孔内油層回収器 kiso-ナノファイバーⅠ型は、動力を必要とせず地下水面上の油膜～数 cm の油層を簡易に吸着・回収できる利点がありますが、十数 cm～数十 cm の厚さの油層では、すぐに吸着が完了するため頻繁に交換することになり効率面で課題がありました。このような課題を解決するために、「多段階孔内油層回収装置」を開発し特許（特許第 7427528 号）を取得しました。

1 多段階孔内油層回収装置の概要

地下水面上を覆う油層の回収は、多くの場合ボーリング孔内に設置した井戸に揚水ポンプを挿入し地下水とともに油を地上部に吸い上げます。ポンプの設置深度が油層に対して下方過ぎると地下水は汲み上がるものの油層が汲めない状態となり、また上方過ぎるとすぐに空気を吸って油層が汲めない状態になります。とくに油層で覆われた地下水位は、降雨や季節により上下に変動するため、そのたびごとに揚油ポンプの設置深度を上下に変更する必要がありました。

多段階孔内油層回収装置は、図-1 にしめすように揚油ポンプが孔内の油層付近に浮くように、揚油ポンプの下部に浮力

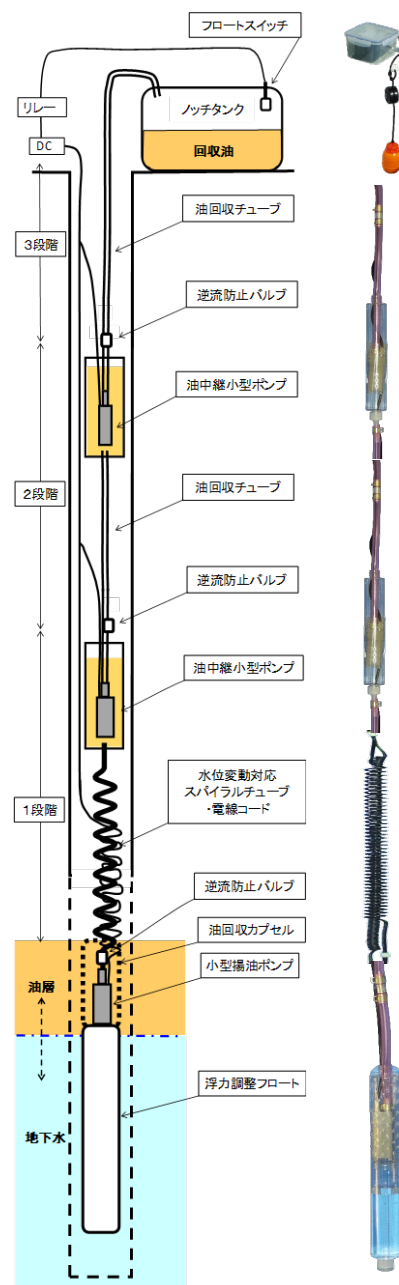


図-1 多段階孔内油層回収装置の構造と試作機

調整フロートを取付けて地下水位の上下変動に追随するようにしました。通常、ボーリング孔内に設置する井戸管は、VP50の有孔塩ビ管なので、径35mm程度の軽量の小型揚油ポンプ（揚程5m程度、流量600L/H）を選定し、地下水位が5m以深の場合を想定し、複数の揚油ポンプを多段階に配置し地上部まで油水を汲み上げるようにしました。浮力調整フロートは、細長いポリ瓶に空気と水の量を変えて揚油ポンプが油層の位置になるように調整します。このほか地下水の上下変動に追随するように伸縮性にある油水用スパイラルホースおよび電源用カールコードを揚水ポンプに接続しました。また地盤内の油層は、ゆっくり移動することから揚油ポンプは、インターバル運転とし停止時の逆流防止にホースにはワンウェイバルブを取付けてあります。さらに地上部の油水回収タンクには、フロートスイッチを取付け、満杯になると揚油ポンプが停止するようにしました。

2 孔内油層回収装置の使い分け

これまでに開発してきた孔内油層回収装置は、表-1に示すように油層厚、揚程および電源等の有無などサイト状況によって使い分けます。

表-1 孔内油層回収装置の使い分け

項 目	Kiso-ナノファイバー			多段階孔内油層回収装置
	I 型	II 型	III 型	
	孔内油層回収器	孔内油層回収装置	集油型孔内油層回収装置	
外 観				
対 象 油	灯油・軽油・重油・機械油・植物油			
対象油層厚	油膜～10数cm	油膜～数10cm	10数cm以上	数10cm以上
水・油境界浮力方法	撥水性(親油性)ナノファイバー			浮力調整カプセル
油回収方法	自然吸着	自然吸着＋液送ポンプ	揚水ポンプ	
対応井戸径	VP50	VP50以上	VP50～VP100程度	
動 力	なし	AC100V	AC100V→DC24V	
最小井戸孔径	40mm程度	50mm程度	50mm程度	
揚 程	制限なし	深度約10m以浅(油の比重・粘性により異なる)		深度約20m以深
地下水位変動	高変動に対応	1m程度以下の変動に対応		
課 題	1本当り500cc程度の吸着後に交換が必要	・油吸着カプセルの目詰まりが発生する。 ・油の粘性が大きいとナノファイバーの流量抵抗が大きくなり揚油効率が下がる。		集油機能なし

孔内油層回収器（Kiso-ナノファイバーⅠ型）および多段階孔内油層回収装置は、この社内報で説明してきましたので、孔内油層回収装置（Kiso-ナノファイバーⅡ型）と集油型孔内油層回収措置の概要についてご説明します。

孔内油層回収装置は、図-2 にしめすように地下水位付近に浮いた状態にある油吸着カプセルに油を吸着させ、その油を液送ポンプで地上部まで吸い上げて回収する装置です。油吸着カプセルには、日本独自の技術で大量生産が可能となった撥水性（親油性）樹脂製ナノファイバーが充填してあります。揚油速度は速くはありませんが、地下水位が約 10m 以浅で使用でき簡単に設置できます。

集油型孔内油層回収装置（Kiso-ナノファイバーⅢ型）は、図-3 にしめすように油吸着カプセルの下方の揚水ポンプにより地下水面を低下させて井戸周辺の油層を孔内に集油し、吸着した油を地上部に回収します。揚水ポンプで汲み上げた清浄な地下水は、地下水の流れの上流側の井戸または浸透ピットから地下へ戻します。

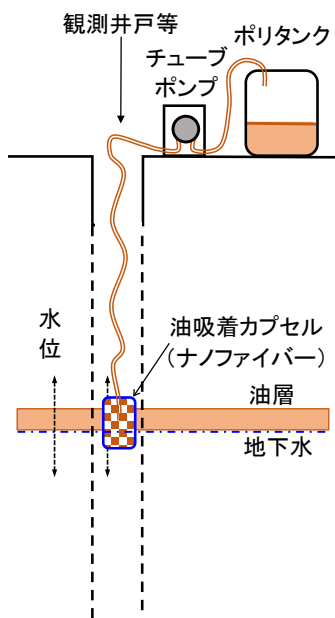


図-2 孔内油層回収装置（Kiso-ナノファイバーⅡ型）の構造

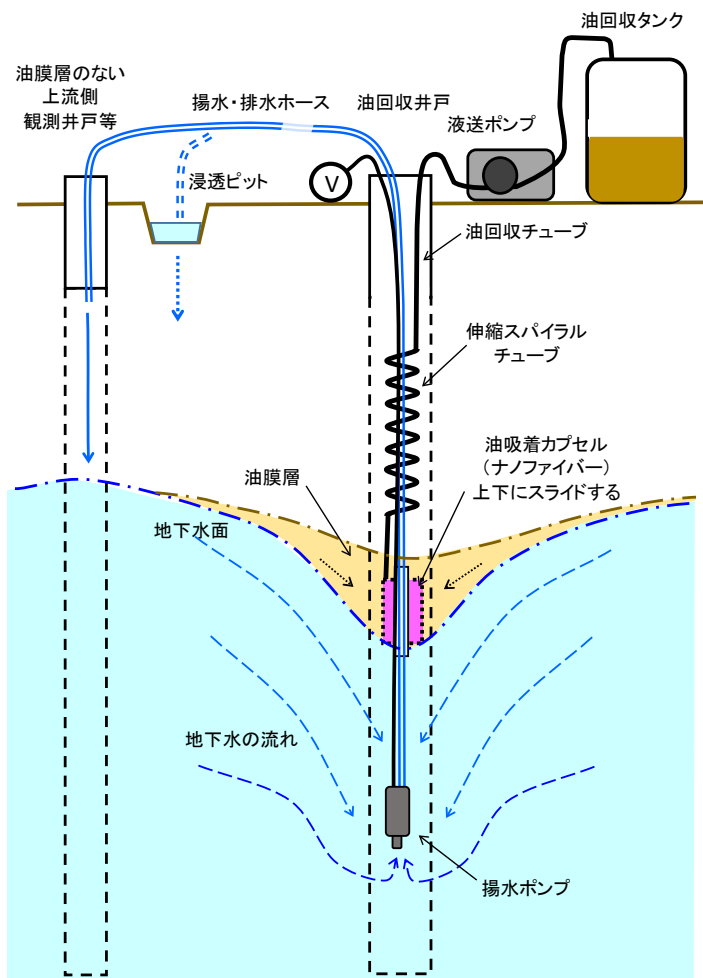


図-3 集油型孔内油層回収装置（Kiso-ナノファイバーⅢ型）の構造

3 油による土壌・地下水汚染問題

これまでに油による土壌・地下水汚染に関する多くの相談を受けてきて図-4 にしめすような油が地下に漏洩している土地は意外と多く感じます。事業者が積極的に地下水等調査を行う義務は一部の条例を除き必要としないこと、また土地利用の転換等の要因に伴う再開発で油による土壌・地下水汚染が新たに発覚する土地が多くなると考えられます。

建設・建築工事では、油を含んだ建設発生土は、そのまま再利用できずに油処理をしてから再生利用するか、もしくは産業廃棄物扱いとなるため1t当り4～5万円の処理・処分コストが余分にかかるため不動産取引にも影響し、取引後に費用負担で裁判になることもあります。また油が地下水の流れに乗って敷地外に流出すると飲用井戸の保証や同等の処理・処分コストが他者から要求されることもあります。

そのため地下への油の漏洩が発覚したら、ただちに漏洩箇所の補修および敷地外への流出防止対策を行い、事業を継続しながら安価に油を回収する技術を提案する必要があります。



図-4 孔内油層回収装置（Kiso-ナノファイバーⅡ型）で試験回収した某工場の油

4 今後の展開

環境技術開発室では、地下に流出した油の回収技術のみならず、地下での油の微生物分解技術を開発してきました。たとえば、ナノバブル水＋油分ナノ分解剤＋栄養塩を油汚染地盤に注入し土壌・地下水に含まれる油分を原位置の油分分解微生物を活性化させて浄化する3N注入工法¹⁾、微生物固定化担体を使った油分などの有機物を含む地下水やタンク貯留水等の水質を浄化するKiso-バイオネットパイプ²⁾などです。これらの開発技術と併せて新たな浄化・回収技術を開発するとともに、より使いやすく、より効果が高くなるように改良を重ねていきたいと思っています。

〔関連情報〕

1) 3N注入工法説明動画：

<https://www.youtube.com/watch?v=oYx2rj9BTas&t=117s>

2) 開発した環境技術パンフレット：社外 HP_カタログダウンロード_環境 <https://www.kiso.co.jp/services/catalog/>