

プラスチックボードドレーンを用いた 効率的な地盤からの油回収技術

1. 開発背景

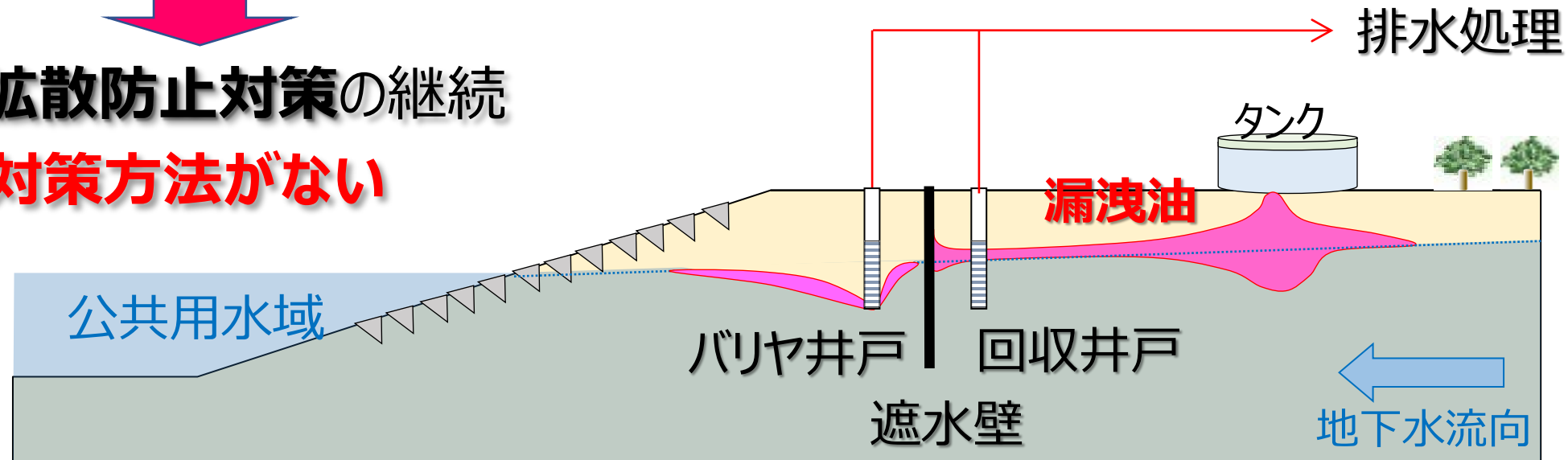
■ 油の漏洩による土壌・地下水汚染の問題

- ・土壌・地下水汚染の**3大汚染物質**：①重金属、②VOC、③**油**
- ・公共用水域での油膜発生事故：地盤への油の漏洩、地下水流動による拡散

■ 現状：事故防止のための油の拡散防止→既存技術：遮水壁、揚水対策

■ 課題

- ・数**10年**に亘り**拡散防止対策**の継続
- ・**経済合理的な対策方法がない**



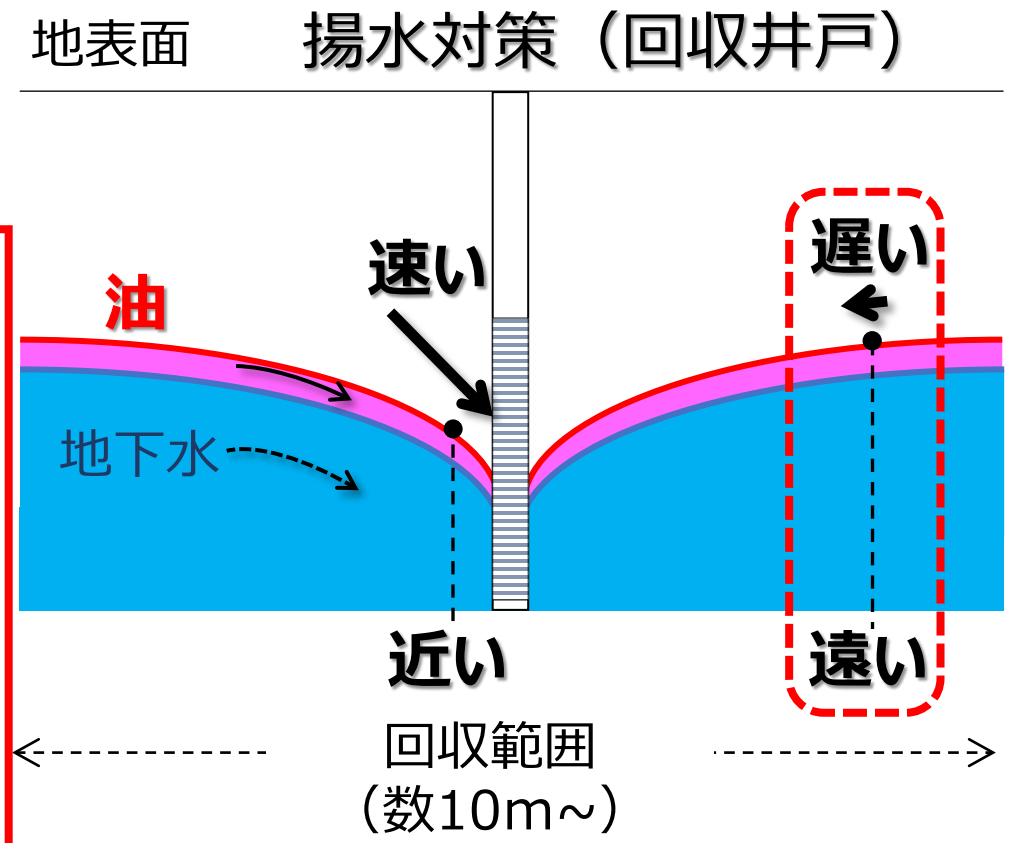
2. 既存技術（揚水対策）

- 原理
 - ・揚水により揚水井周辺の地下水位を低下
 - ・水位低下範囲内の水と油を動水勾配で回収

- 課題
 - ・揚水井から離れるほど動水勾配が小さい
 - ・数10m離れた油の移動は極めて遅い

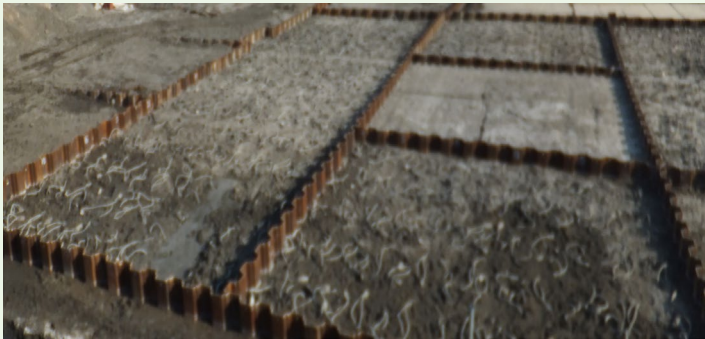
↓

 - ・油回収に数十年以上を要する
 - ・油の回収に多量の揚水が必要



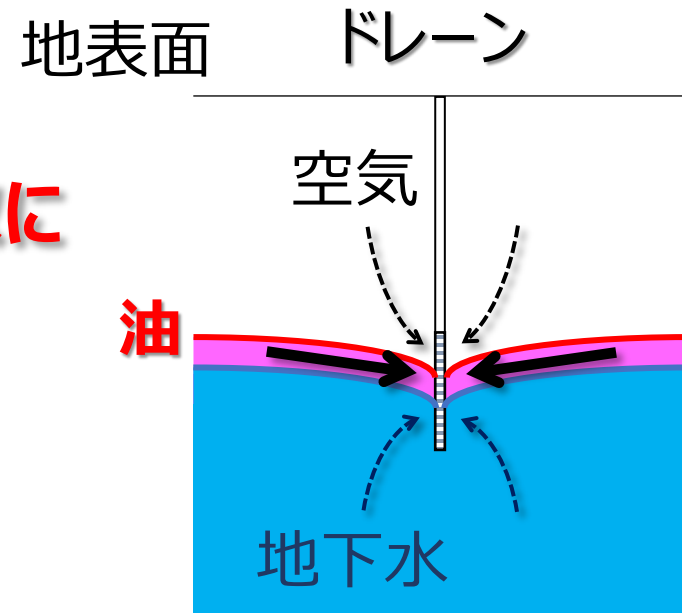
3. ドレーン材を用いた原位置地下水浄化技術

・ドレーン材を用いた 地下水浄化工法 (Tサイト工事 2013)



揚水・注水工法より高い効果

油層の回収に
適用



■原理

(多相抽出法)

- ・ドレーンに真空圧をかけ、水、油、空気を同時に吸引

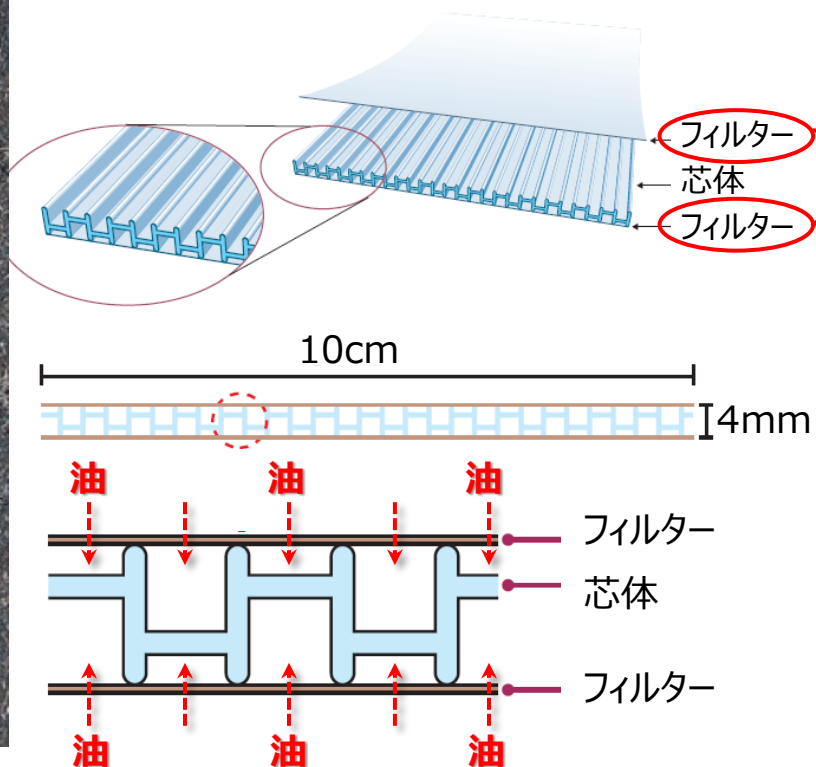
■開発のポイント

- ・地盤からの油の回収は、**水、油、空気**の多相流の現象
 - ・土粒子表面への濡れやすさ = **水 > 油 > 空気**
- 油を優先的に吸引する工夫が必要

4. 高い親油性・撥水性を有するドレーン素材

ドレーン材

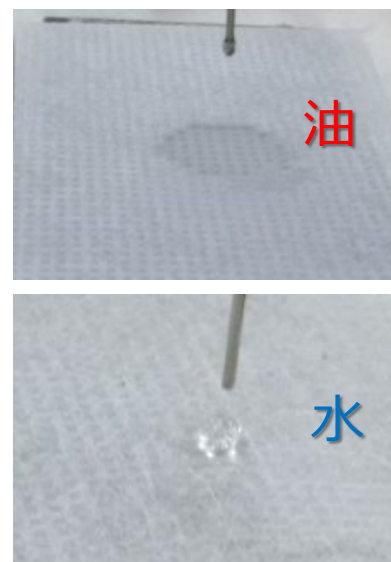
- 10cm幅のフィルターと4mm厚の芯材によるサンドイッチ構造
- “点”ではなく“面”的に吸引



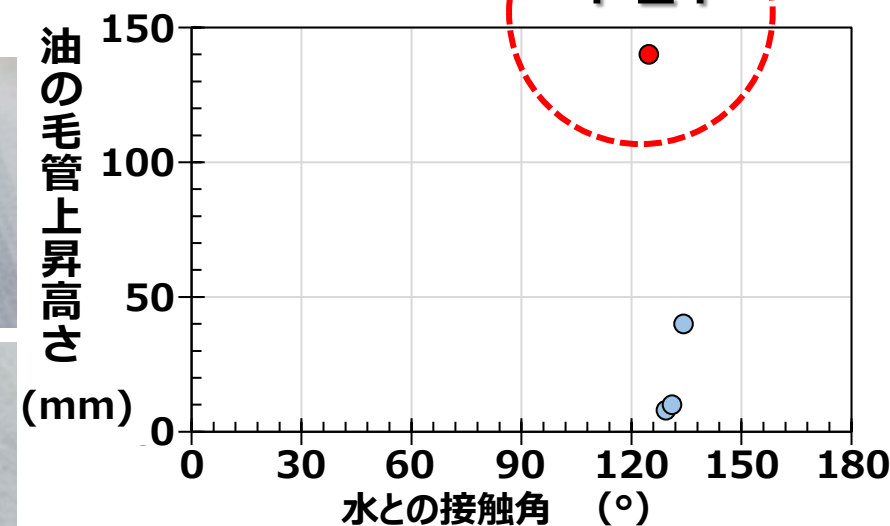
■ 開発のポイント (その1)

- 高い親油性と撥水性を有するフィルター素材として、ポリエチレンテレフタレート (PET) を採用

親油性・
撥水性素材



親油性



撥水性

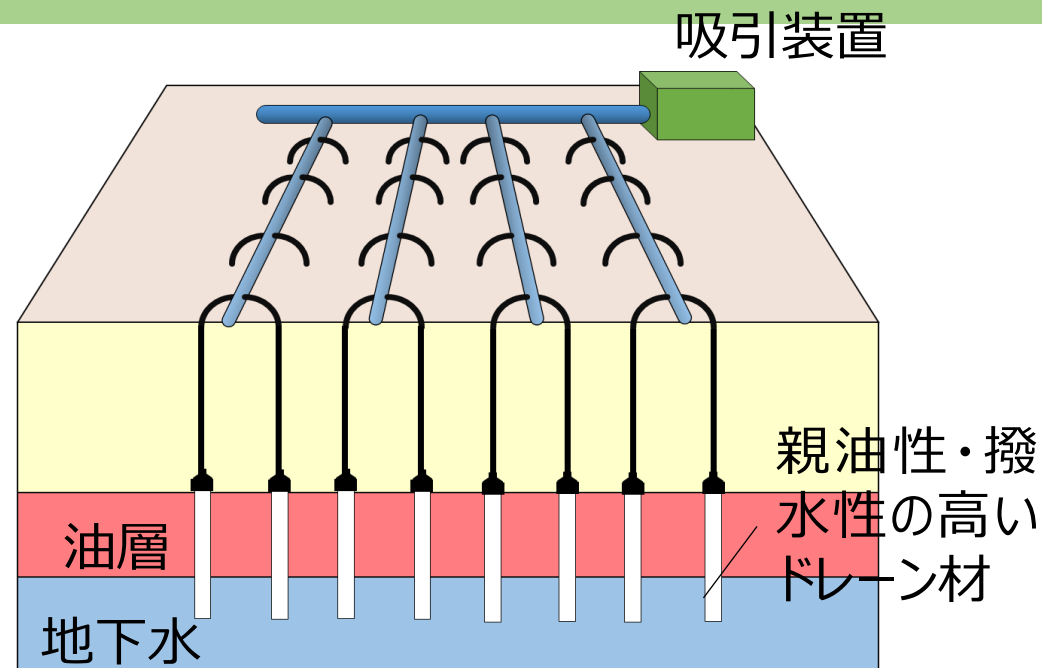
4. 高い親油性・撥水性を有するドレーン素材

効果：油層の減少時に水の減少がほぼない＝油を優先的に吸引

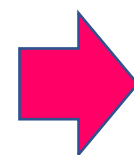


4. 親油性の高いドレーン材を用いた油回収技術（本技術）

- 油を優先的に吸引するためフィルター素材に**親油性&撥水性**を持つ「プラスチックボードドレーン」を考案し、**新規な地盤中の油の回収技術**を開発（特許技術）



| 特徴 | 利点 |
|---|----------------------|
| ①揚水による油の回収に加え、水面上の油を 真空圧8m以上の水頭差 に相当)により直接吸引 | ①油を 真空圧 で直接吸引 |
| ②ドレーンの 打設期間 は圧倒的に 短く 、揚水井戸の 数十倍の本数 を密に打設 | ②吸引油の 移動距離が短い |



揚水よりも**圧倒的に短期間、経済合理的に油を回収**

5. 油回収に関する一連の工事工程

(1) 油層位置の特定調査



(2) 地盤中へのドレーンの打設



(3) 吸引設備を用いた油の吸引回収

5. (1) 油層位置の特定調査

油層位置の特定調査フロー

① 土壌ガス調査

油層の平面分布の絞込み

② **ダイレクトセンシング調査**

油層の連続深度調査

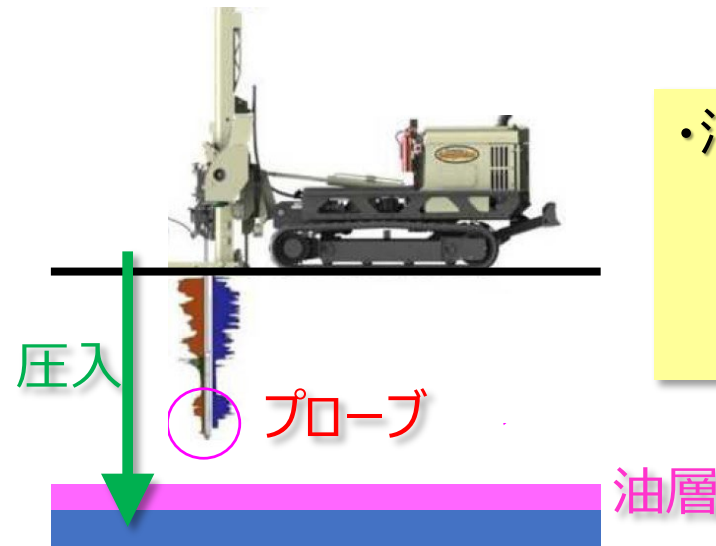
③ 土壌ボーリング調査

油層位置の確認

④ 観測井モニタリング

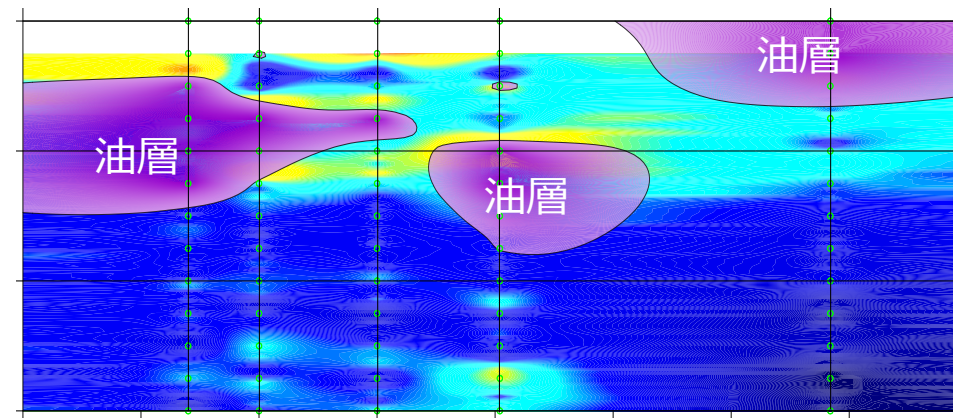
油層厚の長期変動

■ダイレクトセンシング概念図



・油を検知するプローブを地盤に圧入し、**連続深度**で油の存在量を評価

■ダイレクトセンシング調査（深度調査）結果



5. (2) ドレーンの打設方法

■課題：N値20以上の固い地盤への打設方法がなかった。

【従来の打設法】



軟弱地盤対応
ドレーン打設機

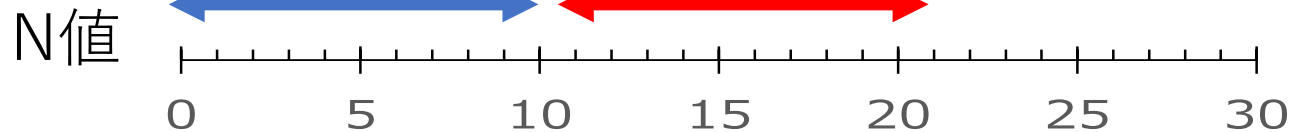
【開発した打設法】



バイブロハンマ



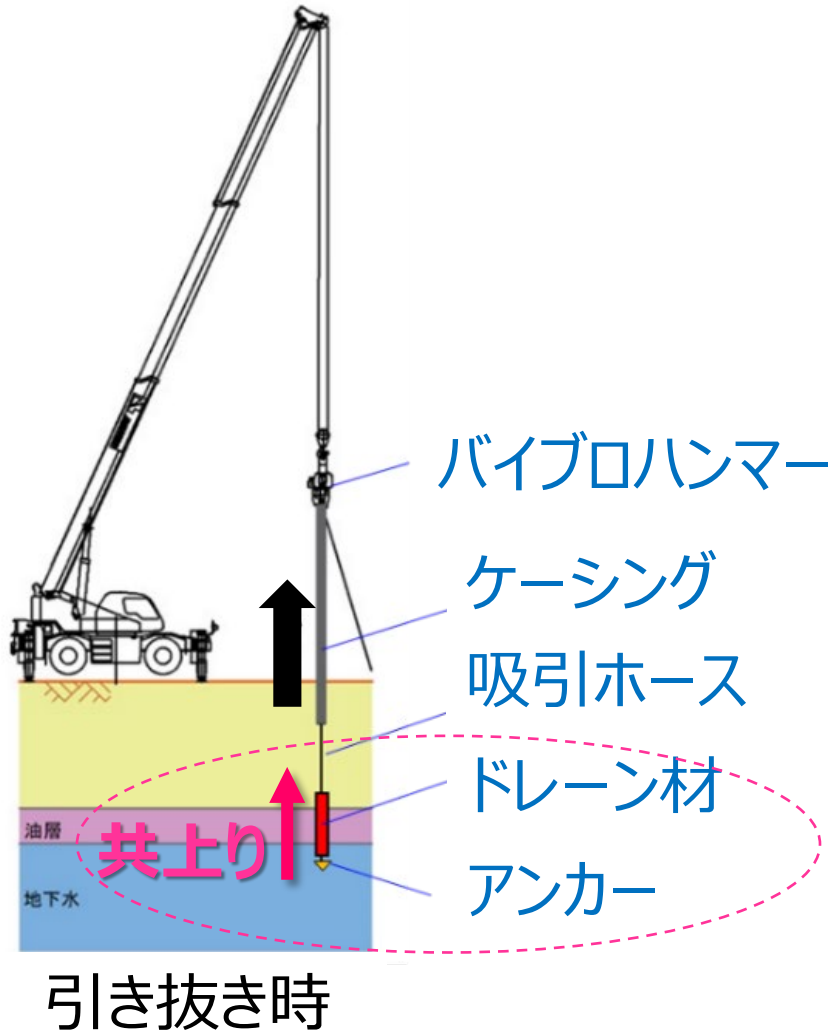
アースオーガ



■結果：バイブロハンマーやアースオーガ等を用いて、N値20以上の固い地盤に打設可能

5. (2) ドレーンの打設方法

■ 課題：シートパイルケーシングの引き抜き時のドレーンの共上り



■ ドレーンの**共上りの防止**のため、アンカーやケーシングの形状や仕様等を検討

| 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+ バイブロハンマー | 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 | | 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 |

正方形ケーシング + 五角形アンカーにより、共上りを防止し、迅速に打設

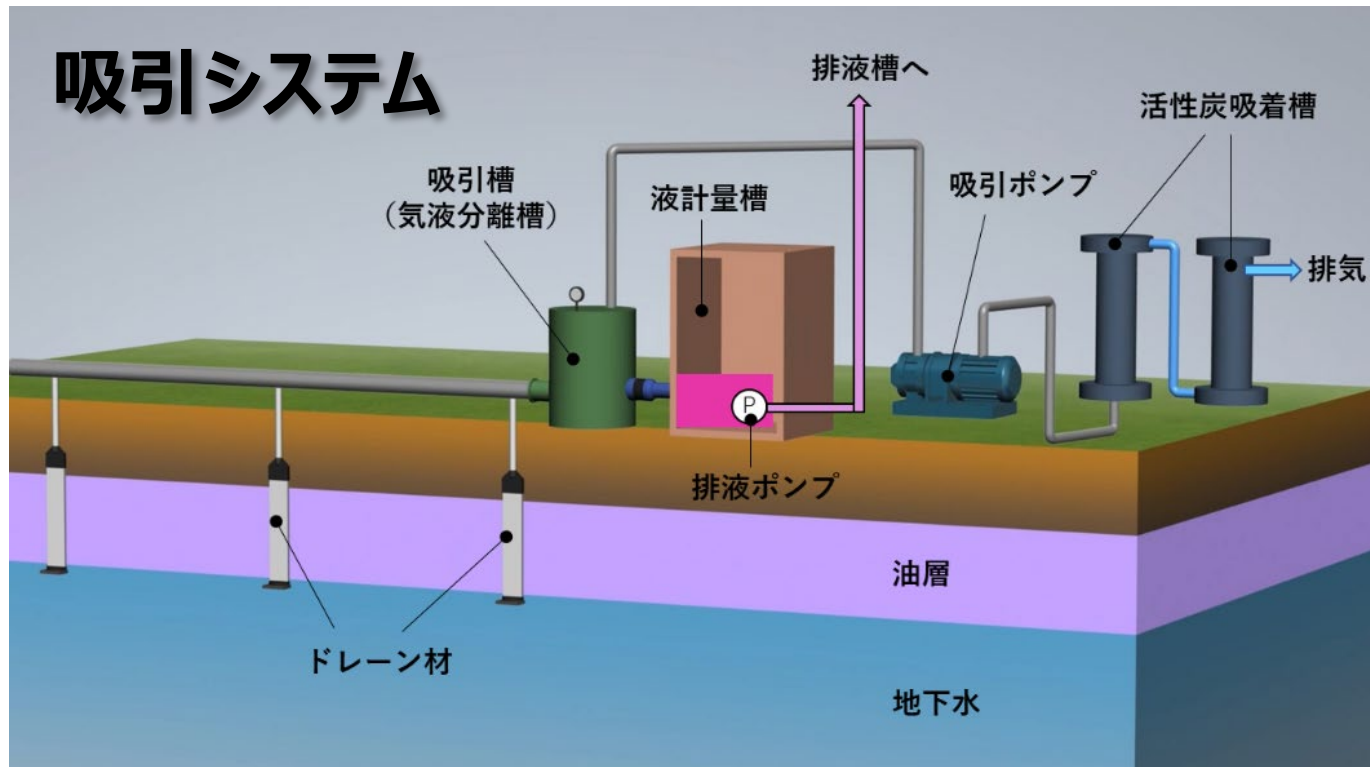
⇒ 正確な深度にドレーンを設置

= 安定した油の吸引効果に寄与

6. 適用事例

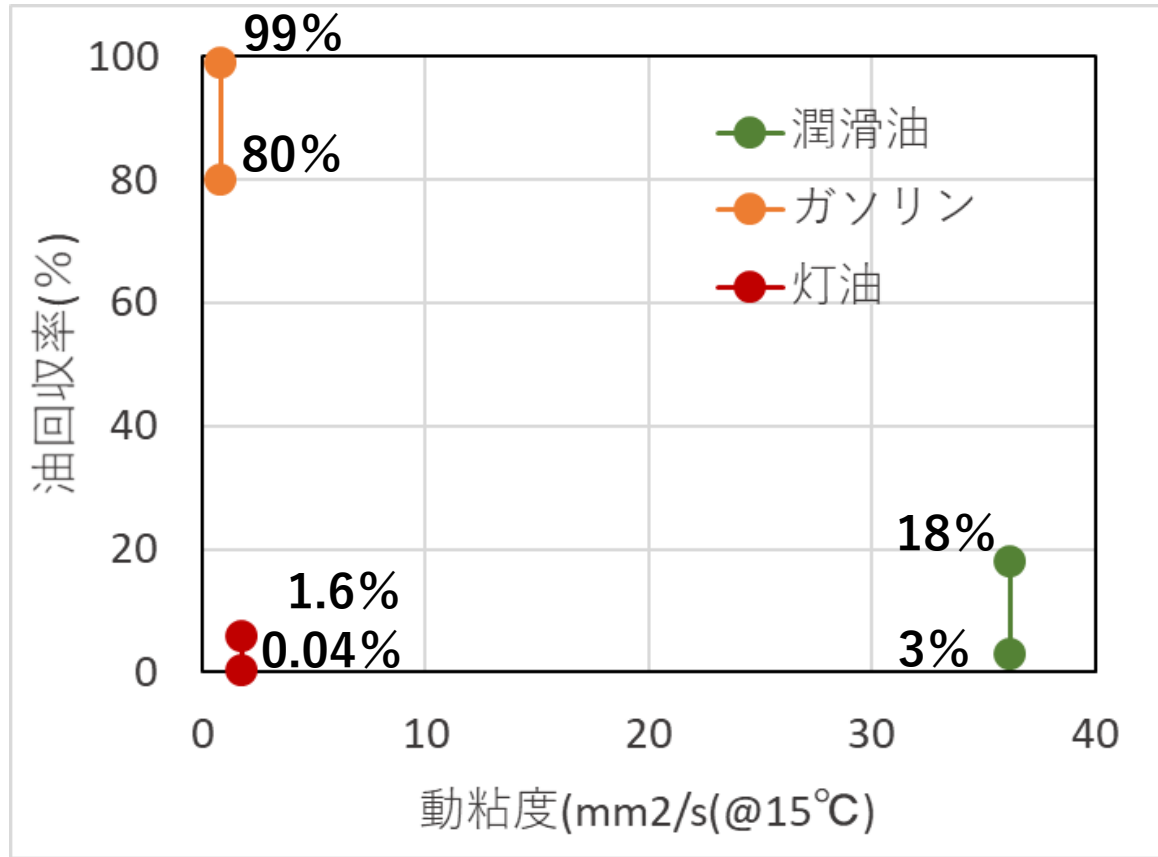
■適用サイト概要

| | サイトA | サイトB | サイトC |
|---------------|-----------------|-----------|-----------------|
| 地盤 | シルト～砂（不均留な埋立地盤） | N値が高い砂礫地盤 | シルト～砂（不均留な埋立地盤） |
| 油種 | ガソリン | 灯油 | 潤滑油 |
| 最大油層厚 (cm) | 50～100 | 約10 | 50～100 |
| 油層深度 (GL - m) | 1.8～3.4 | 8 | 2 |



6. 適用事例

■ 3サイトでの油回収実績



・油種や地盤条件の異なる3つのサイトで油回収

・適用条件の広い汎用性の高い技術

■ 既存技術（揚水対策）との比較 （サイトB）

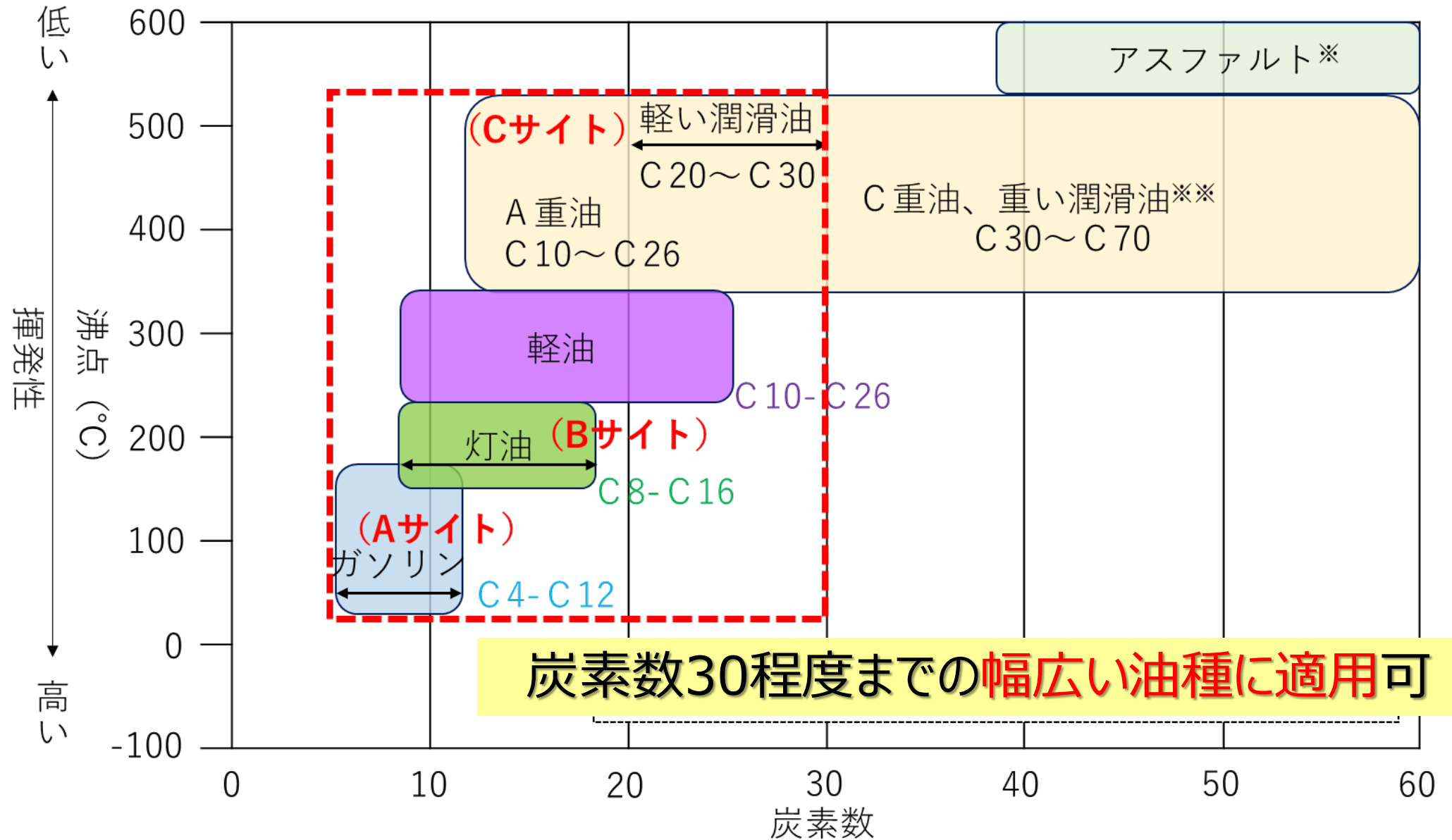
| | 油回収率(%) |
|------|----------|
| 揚水対策 | 0.00018 |
| 本技術 | 0.04~1.6 |

・揚水対策の222~8888倍油回収率が高い

・揚水対策に比べて大幅な対策期間の短縮

（揚水対策：数10年に対して、
本技術：数か月～数年）

6. 適用事例 油種適用範囲



7. まとめ

- 油を優先的に吸引するためフィルター素材に**親油性&撥水性**を持つ「**プラスチックボードドレーン**」を考案し、**新規な地盤中の油の回収技術**を開発
- **ガソリンから軽い潤滑油までの炭素数30以下の幅広い油種に適用可**
- **N値20以上の地盤へのドレーン打設方法を開発し、適用対象地盤を拡大**
- 対策にかかる**期間とコストを大幅に削減**
(対策総コストの試算例：揚水対策の6分の1にコスト低減)