

3 追加調査結果の概要

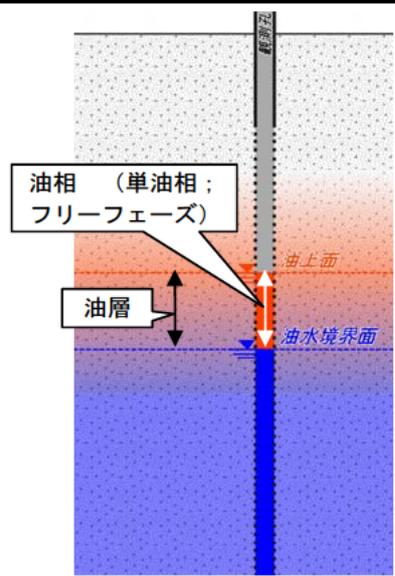
【追加調査の概要】

	目的	実施内容	実施期間
1. 旧処分場 東縁部にお けるボーリ ング等調査	・不法投棄と PCB 汚染の因果 関係等の把握	・調査ボーリング 4 箇所（深 度 10~13m）	平成 23 年 9 月 7 日 ~10 月 1 日
		・土壌分析（油膜・油臭・TPH・ PCB 含有量等）：1~2m 間隔	平成 23 年 9 月 8 日 ~11 月 7 日
2. 北側振子 川護岸エリ アにおける ボーリング 等調査	・油分布状況等の確認	・調査ボーリング 2 箇所（深 度 10m）	平成 23 年 10 月 10 日 ~10 月 12 日
		・土壌分析（油膜・油臭・TPH・ PCB 含有量等）：1~2m 間隔	平成 23 年 10 月 10 日 ~12 月 12 日
3. 不透水層 確認等ボー リング調査	・根入れ型遮水壁工を適用す る場合における不透水層確 認および地下水管理のため の地盤水理特性等の把握 ・囲い込み工法（鉛直遮水壁） の適用性検討・工法選定、 掘削施工計画検討等のため に必要な地盤性状の把握	・調査ボーリング 4 箇所（深 度 50m） ・標準貫入試験、現場透水試 験 ・ボアホールスキャナー観察 ・室内土質試験（物理・粒度・ 力学試験）	平成 23 年 11 月 12 日 ~（実施中） （現地調査 3 箇所は 12 月 12 日完了）
4. 現場透油 試験	・油回収の設計に関わる油の 存在形態、透油係数の把握	・油回収作業に伴う油上面・ 油水境界面の回復測定（2 箇所×1 週間）	平成 23 年 11 月 22 日 ~11 月 29 日

【油の存在状態に関する用語】

油相：観測孔内で、地下水の上にほぼ純粋な油のみが（単油相；
フリーフェーズ）濃集している状態。

油層：土壌間隙を水・油・空気が一定割合で層状に混在している
状態。



3. 1 旧処分場東縁部におけるボーリング等調査

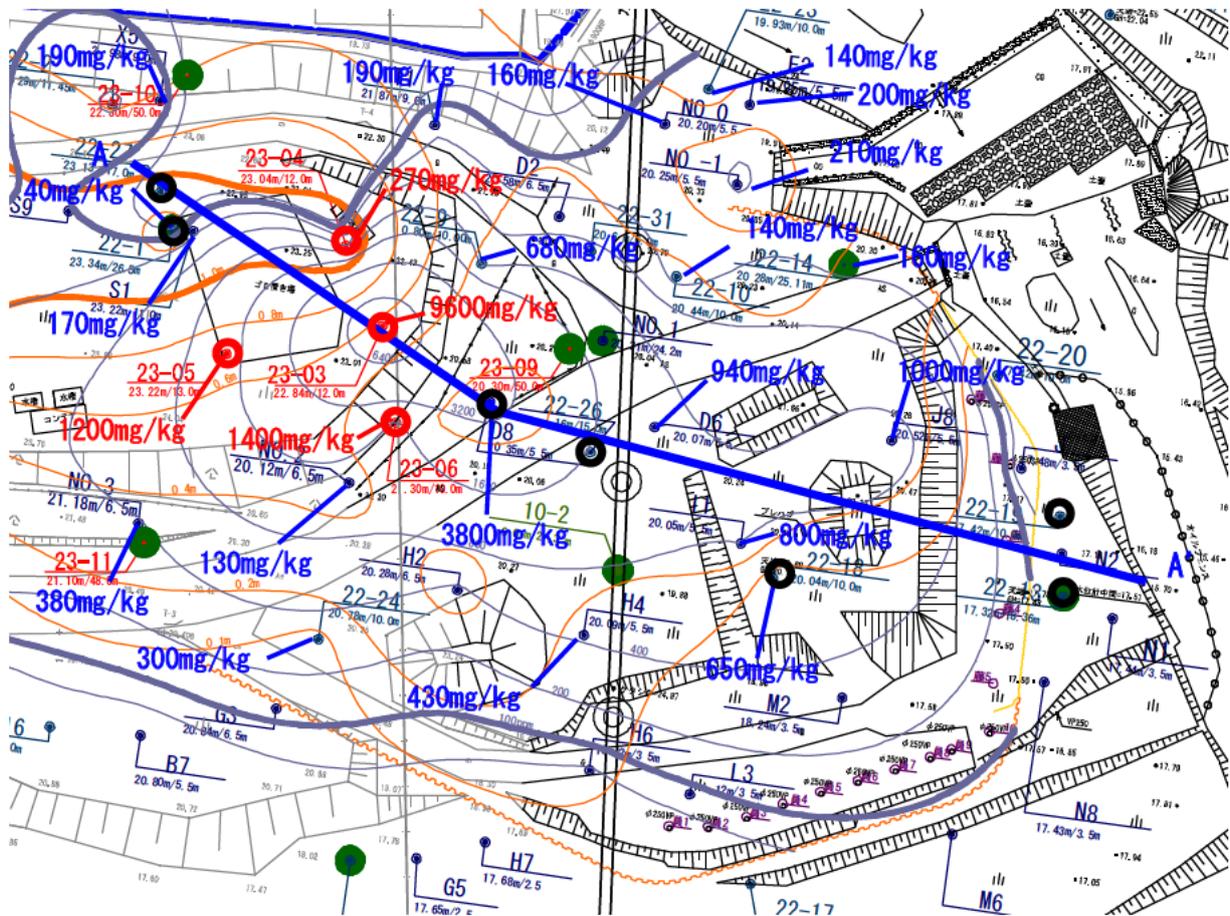


図 3-1 旧処分場東縁部における追加ボーリング位置

※数字は油中 PCB 濃度（青は過年度、赤は今年度）を示す。緑は奄芸層群確認位置を示す。

【調査結果】

- ①PCB の土壤溶出量は、いずれも不検出 (0.0005mg/L 未満) であり、土壤環境基準に適合。
- ②孔内に油相が形成される深度付近で、底質の暫定除去基準 (10mg/kg) を超える PCB 含有土壤が確認された。
- ③矢板下端深度 (EL12.3m) より深部に、ごくわずかに油膜を生じさせる土壤の存在が確認された。油含有量 (TPH) および PCB は、検出下限値未満。
(検出下限値 TPH : 100mg/kg PCB 含有量 : 0.5mg/kg)

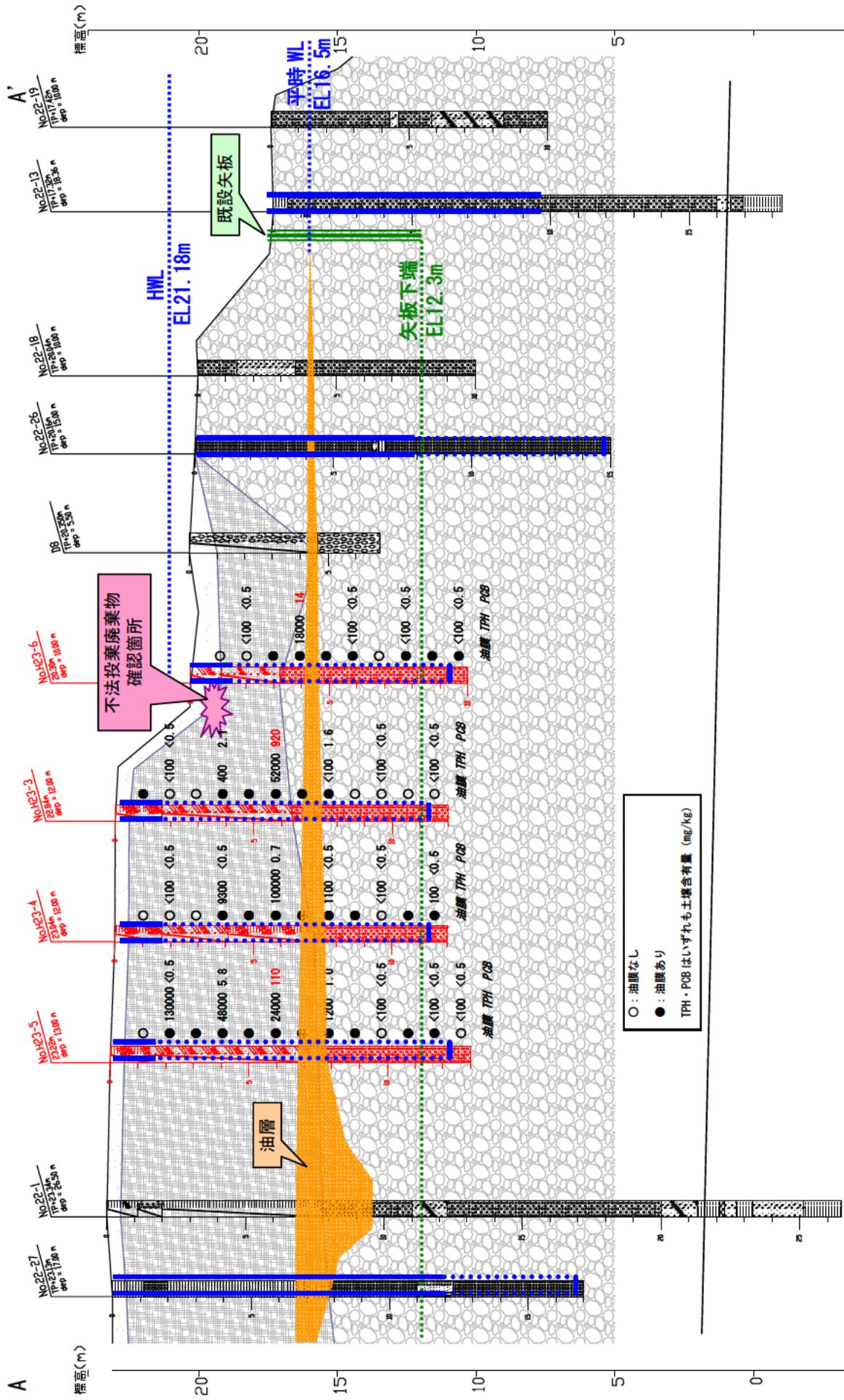


図 3-2 旧処分場東縁部における追加ボーリング結果（水平位置関係は概略）

3. 2 北側振子川護岸エリアにおけるボーリング等調査

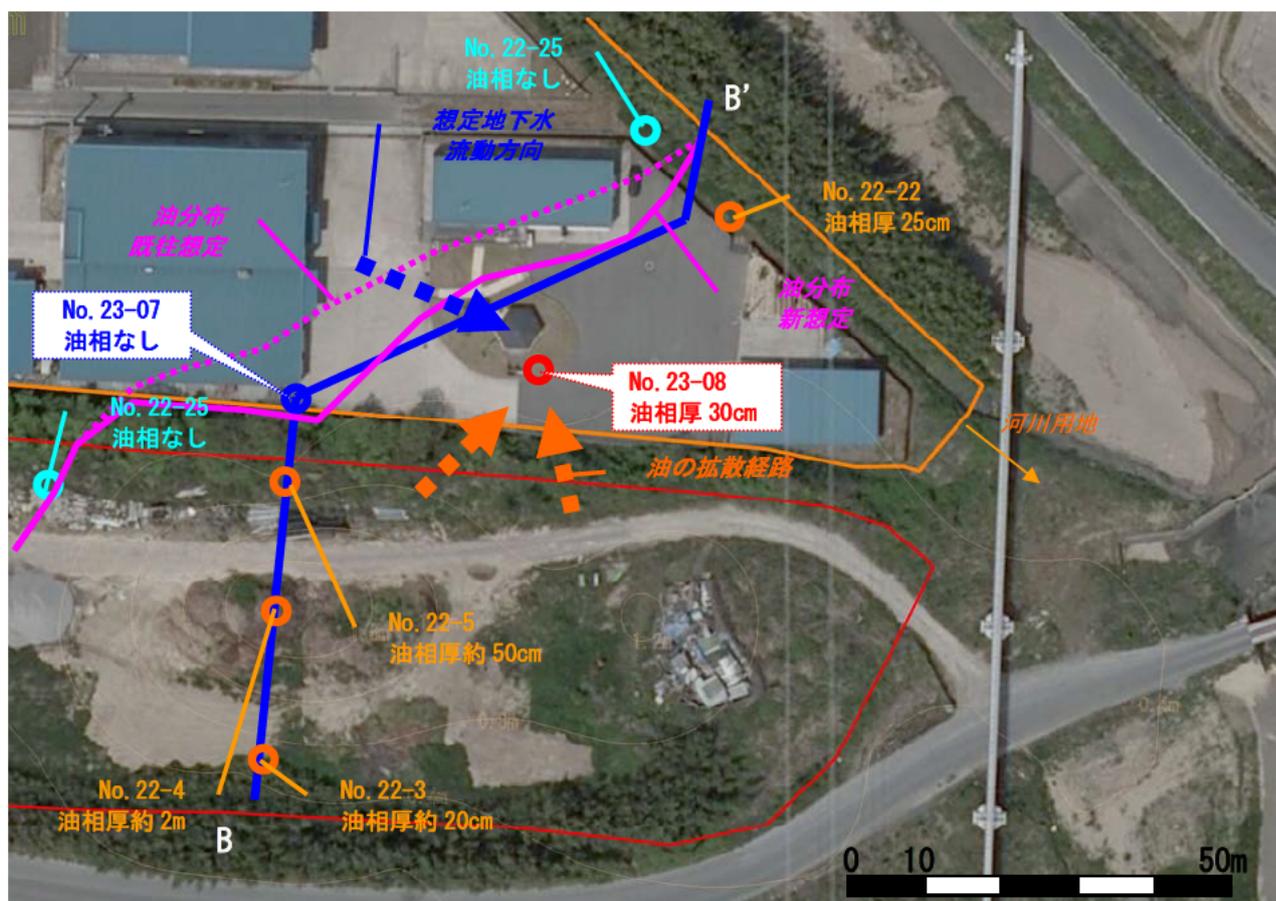


図 3-3 ボーリング位置と油分布範囲の見直し

【調査結果】

- ①No.23-07 地点では油汚染が確認されず、No.23-08 地点で油汚染土壌の存在が確認された。
- ②両地点で孔内の油相の存在を確認したところ、No.23-07 地点では油相が確認されず、No.23-08 地点では約 30cm の油相が確認された。
- ③No.23-07 は、地下水位を含む GL-2.1～6.0m の区間に、やや厚い粘土質の盛土が確認された。この盛土が難透水性であり、油が浸入しない構造となっているものと判断される。
- ④油の分布は、既往想定よりも範囲が狭くなると想定される。

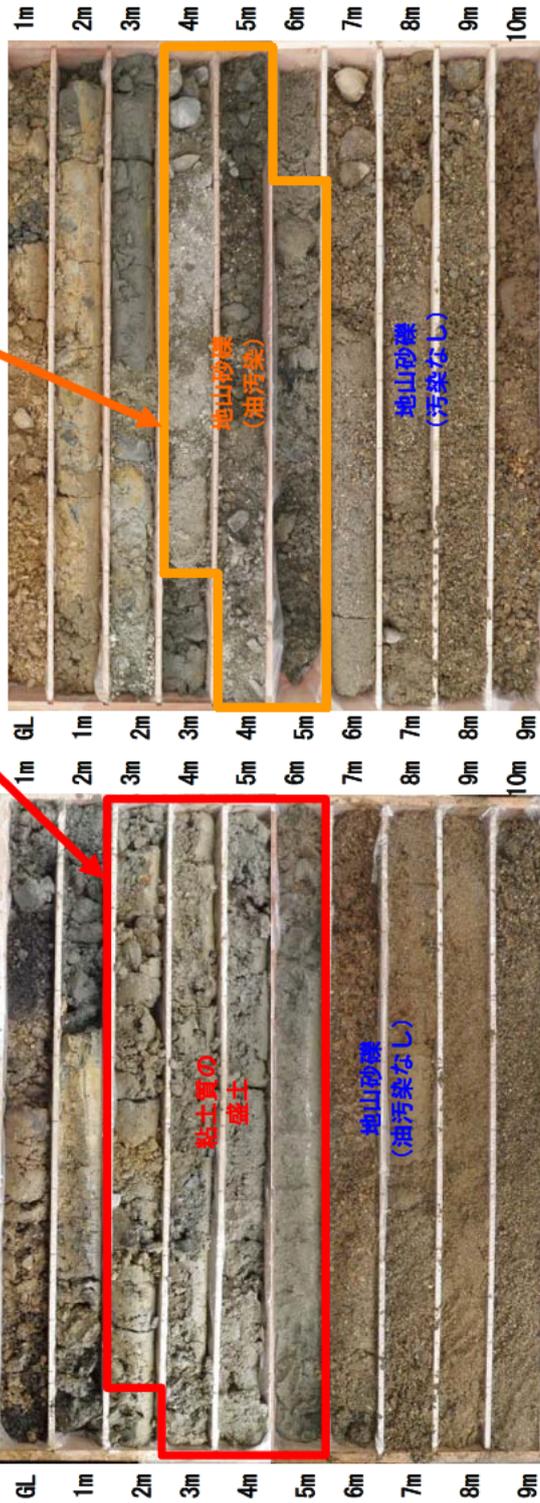
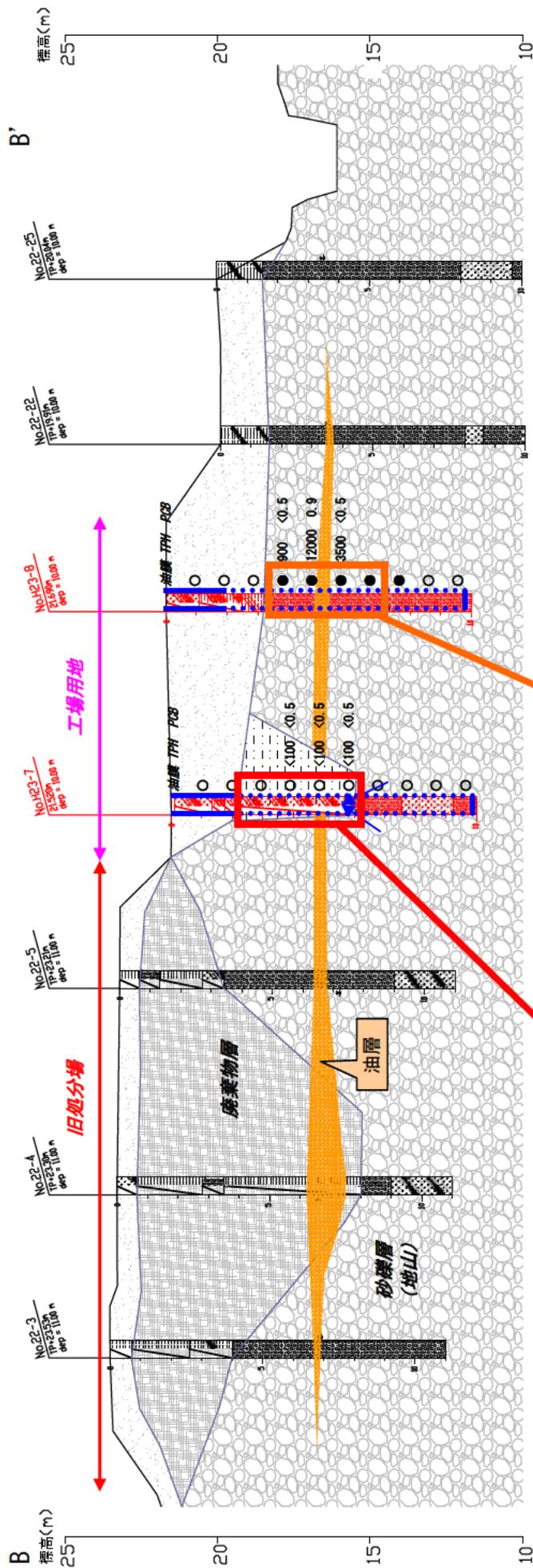


図 3-4
追加調査結果に基づく
北側振子川護岸エリアの
油分布断面図
(水平位置関係は概略)

3. 3 不透水層確認等ボーリング等調査

3.3.1 地質構造把握のための調査

油汚染範囲の囲い込みのために、遮水基盤の構造について、地質学的な形成過程をふまえて検討した。

事案現場は、約 200 万年前に堆積した砂、泥により構成される奄芸層群の分布地域内にある。奄芸層群の堆積盆地は、鈴鹿山地の隆起・伊勢湾の沈降過程で数千 m もの変位を生じた一志断層系と養老-桑名断層系の活動に伴って形成されており、これらの断層の近傍では、断層変位に伴い奄芸層群の地層傾斜が急になっていたり、顕著な褶曲構造がみられることが多い（詳細参考資料参照）。

また、図 3-5 に示した事案現場近傍の露頭では、泥層の直上から湧水や植生が複数配列する状況がみられる。これは、奄芸層群が泥層を主体として、砂層と互層構造を形成していることに起因していると考えられる。

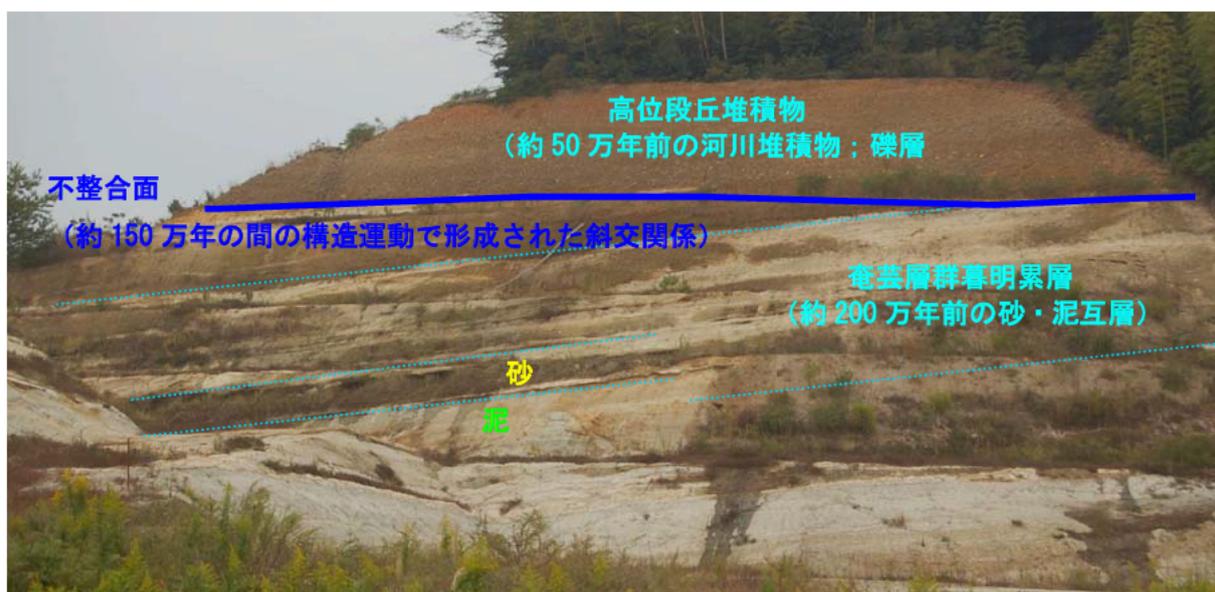
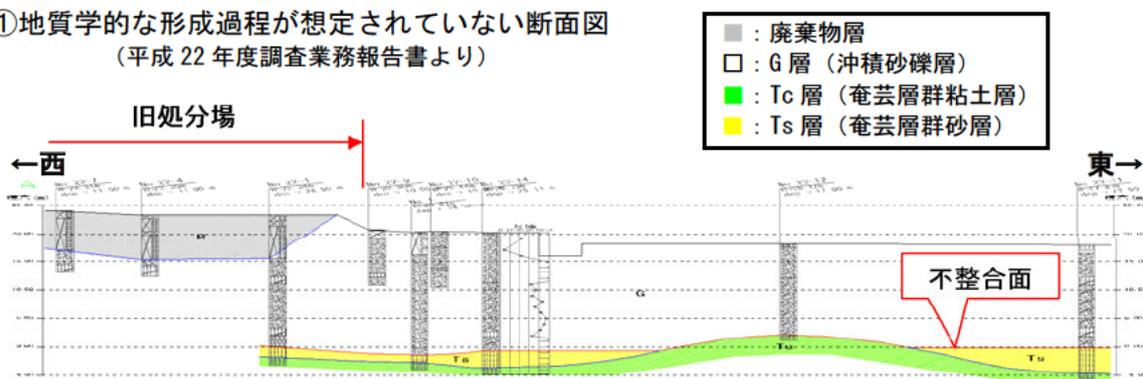


図 3-5 事案現場近傍の丘陵部に露出する奄芸層群と高位段丘堆積物との傾斜不整合関係

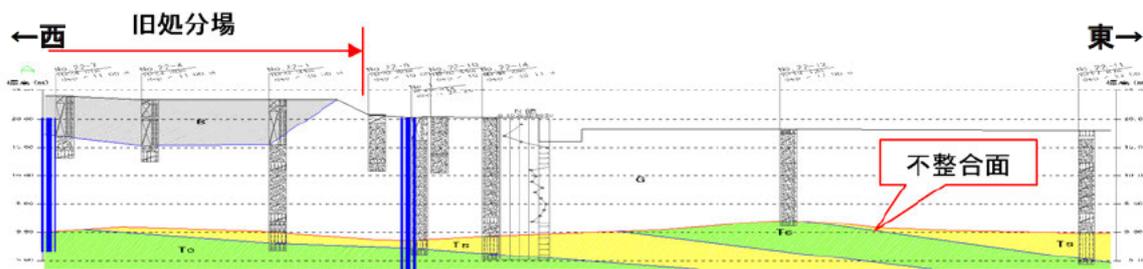
このような、奄芸層群の形成過程と一般的な地質特性から考慮すると、事案現場地下深部の奄芸層群の構造としては、下図の①ではなく、②または③のような、透水層と不透水層が傾斜した互層構造をなしているものと想定される。

①地質学的な形成過程が想定されていない断面図
(平成 22 年度調査業務報告書より)



②東傾斜の想定断面図

東側の不透水層の根入れが若干深くなる可能性があるが、大きな問題は生じない。
西側の不透水層確認が現状では不足している。



③西傾斜の想定断面図

東側の不透水層分布が脆弱。
囲い込み範囲内底面に露出する Ts 層を介した湧水や汚染拡散の可能性がある。

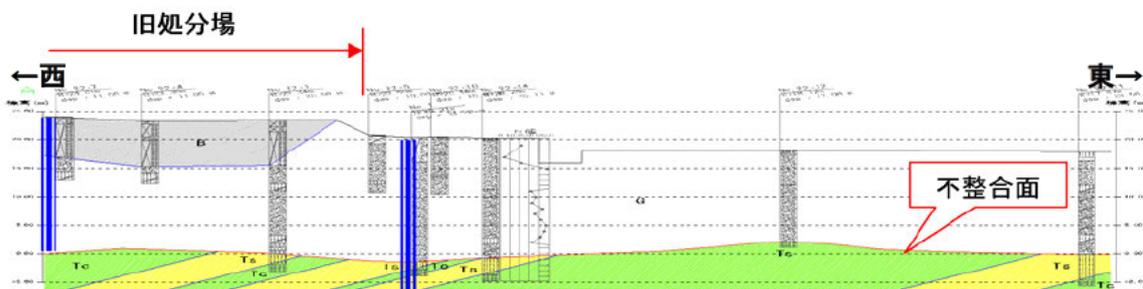


図 3-6 想定される奄芸層群の地質構造

なお、地層の傾斜が 5° の場合、350m（油汚染の東西方向への広がり）の幅の範囲では、地層の厚さにして約 30m の相違を生じる（図 3-7）。

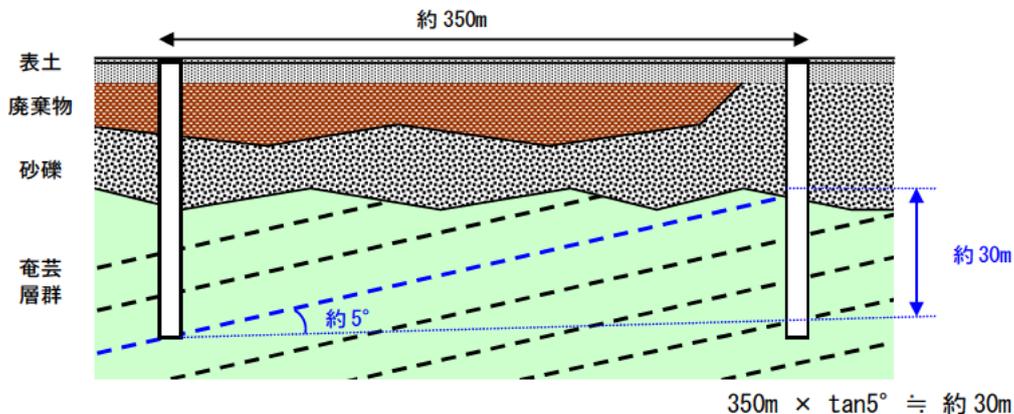


図 3-7 地層の傾斜が 5° の場合に生じる地層の層準の違い概念図

事案現場北方の藤川左岸で掘削されたボーリングでは、奄芸層群は 10m 以上の砂層を主体とする層相が確認されている。一方、事案現場内では、数 m 以下の Ts 層と Tc 層が不規則に分布しており、その連続性は明確でない。

奄芸層群の Tc 層および Ts 層は、沼地や河川で堆積した一連整合の地層であり、初次的にほぼ水平に堆積したものである。しかしながら、水管橋の地下 20~30m で確認されるその状況からは、地層全体が明らかに傾斜しているものと断定できるが、その傾斜方向と角度は、定かでないことから、No. 23-09、No. 23-10 及び No. 23-11 ボーリング地点において、ボアホールスキャナーで可視化し、構造の計測を行った（図 3-8~3-10）。

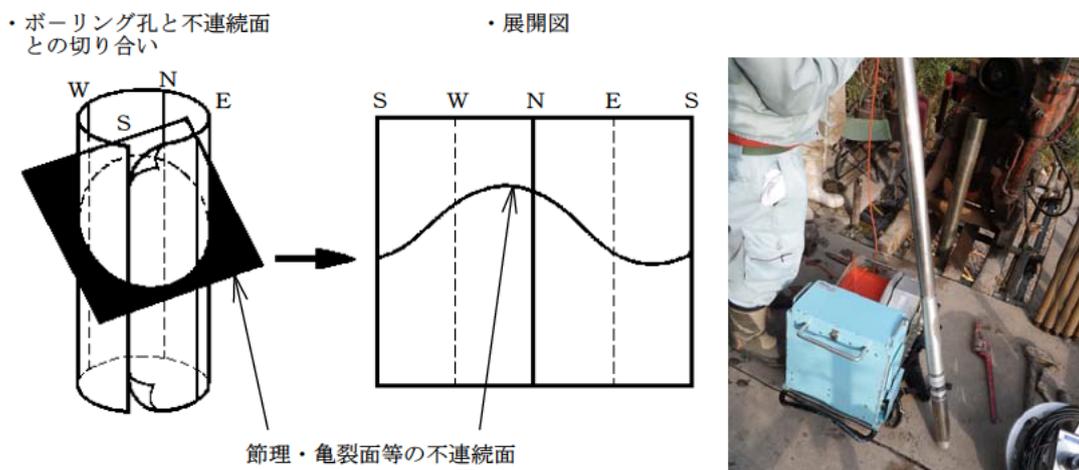
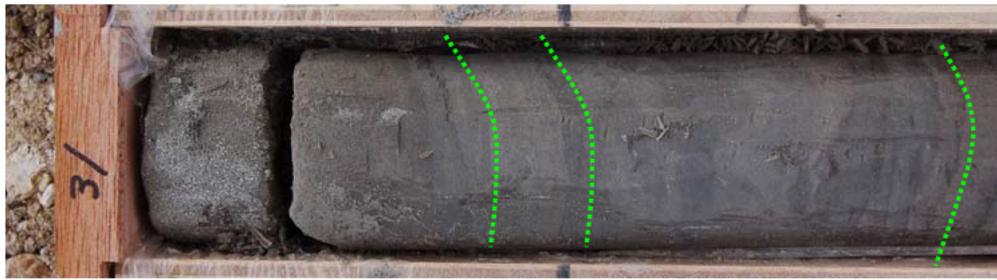
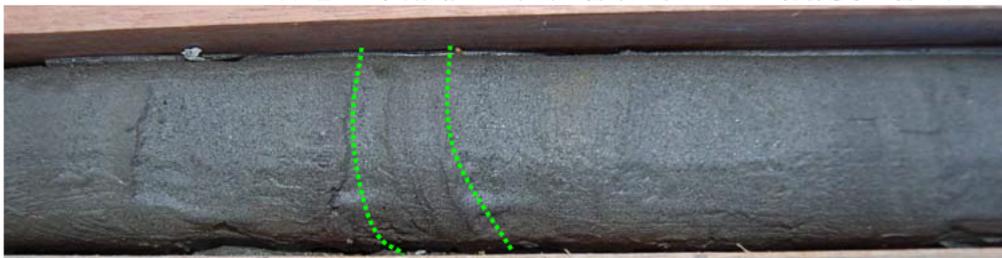


図 3-8 ボアホールスキャナーによる地層構造判読



NO. 23-09 31.10mm 付近 固結粘土 (Tc) 層中に見られる有機質の層理面



NO. 23-11 30.30m 付近 砂層 (Ts) 層中に見られる層理面構造

図 3-9 コア試料で見られる地層傾斜構造 (例)

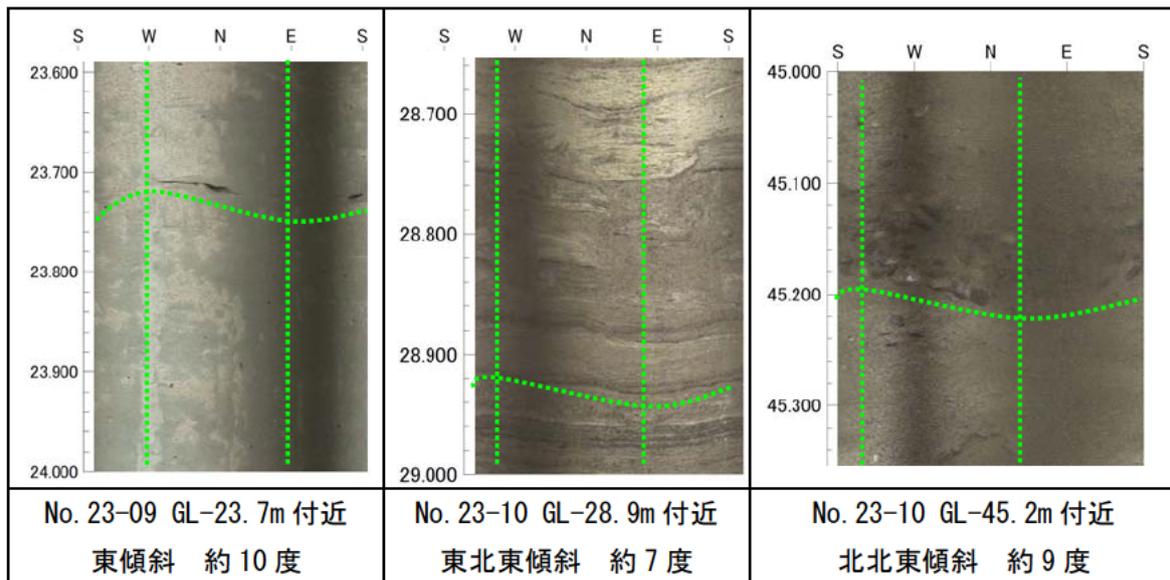


図 3-10 ボアホールスキャナー判読結果 (例)

【調査結果】

- ① 事案現場地下深部の奄芸層群は、固結した粘性土 (Tc) を主体とし、数十 cm~3m 程度の砂層 (Ts) を複数枚挟む層相を示す。
- ② ボーリングコアで見られる地層面傾斜は、概ね 5~10 度程度である (方向不明)。
- ③ ボアホールスキャナー観察等により、北東方向に 9 度程度の傾斜が想定される。
- ④ 根入れ型の遮水工を施工する場合、旧処分場の北側境界部での根入れ深さを大きくとる必要があると想定される。

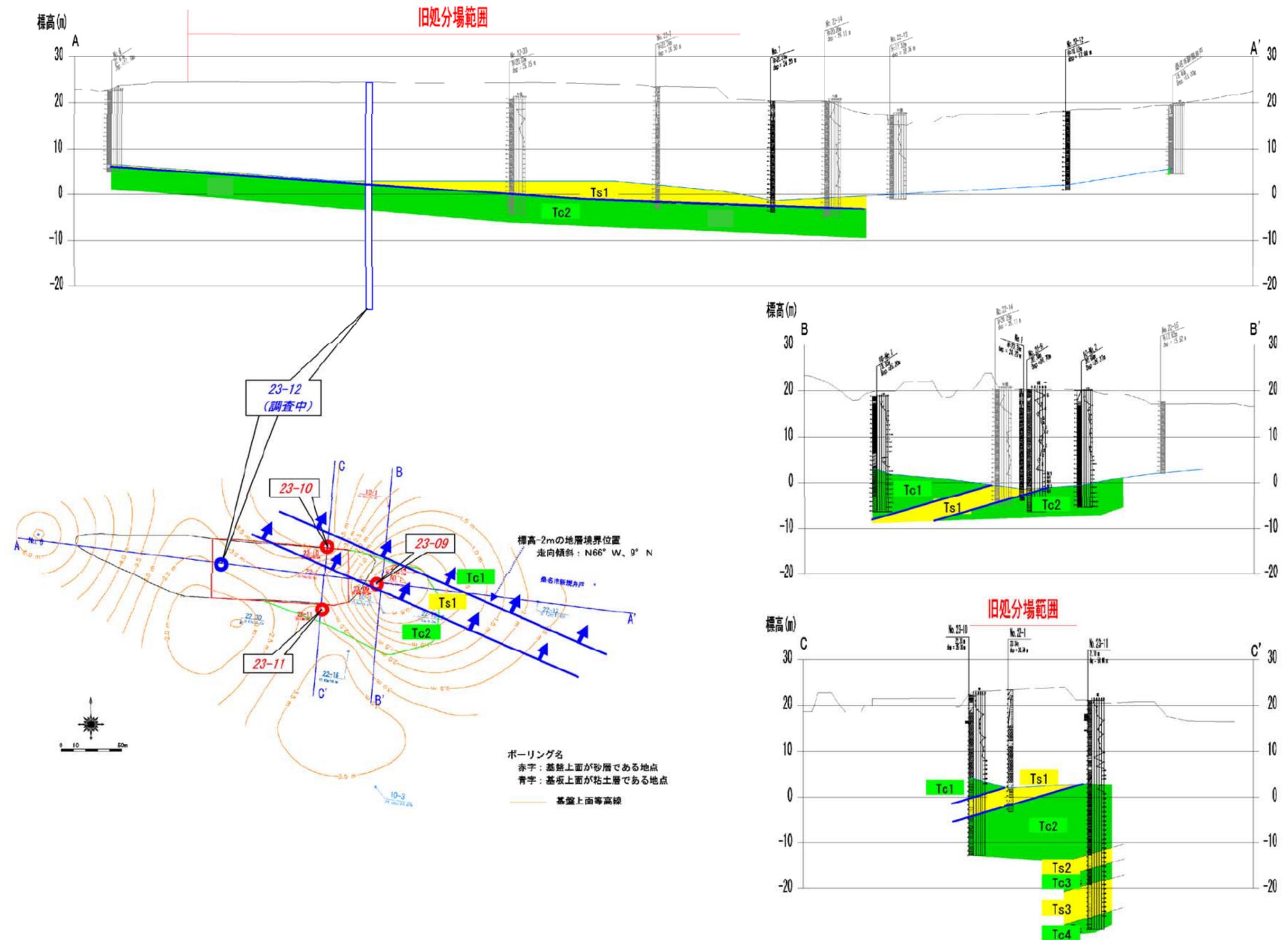


図 3-11 3箇所 のボーリング岩相およびボアホールスキャナー判読結果から想定される地質断面図

3.3.2 囲い込み工法の適用性検討・工法選定、掘削施工計画検討等のための調査

【地盤の力学的性状、地下水位】

標準貫入試験の結果、G層の砂礫は概ねN値20~30以上を示すが、局所的にN値が10回程度となる薄いシルト層を挟む。奄芸層群Tc層は棒状コアとして採取され、N値も50回以上を示す。奄芸層群Ts層は孔壁が自立せず採取コアも土砂状となるが、N値は50回以上とよく締まっている（現在、各層試料の物理試験・粒度試験、Tc層の圧縮強度試験を実施中）。

孔内水位に関しては、掘進に伴う顕著な変化はなく、全体として一連の帯水層を構成しているものと想定される。ただし、ケーシングをTc層に根入れした後の孔内水位は数十cm程度高くなり、Ts層が若干被圧している状況が想定される。

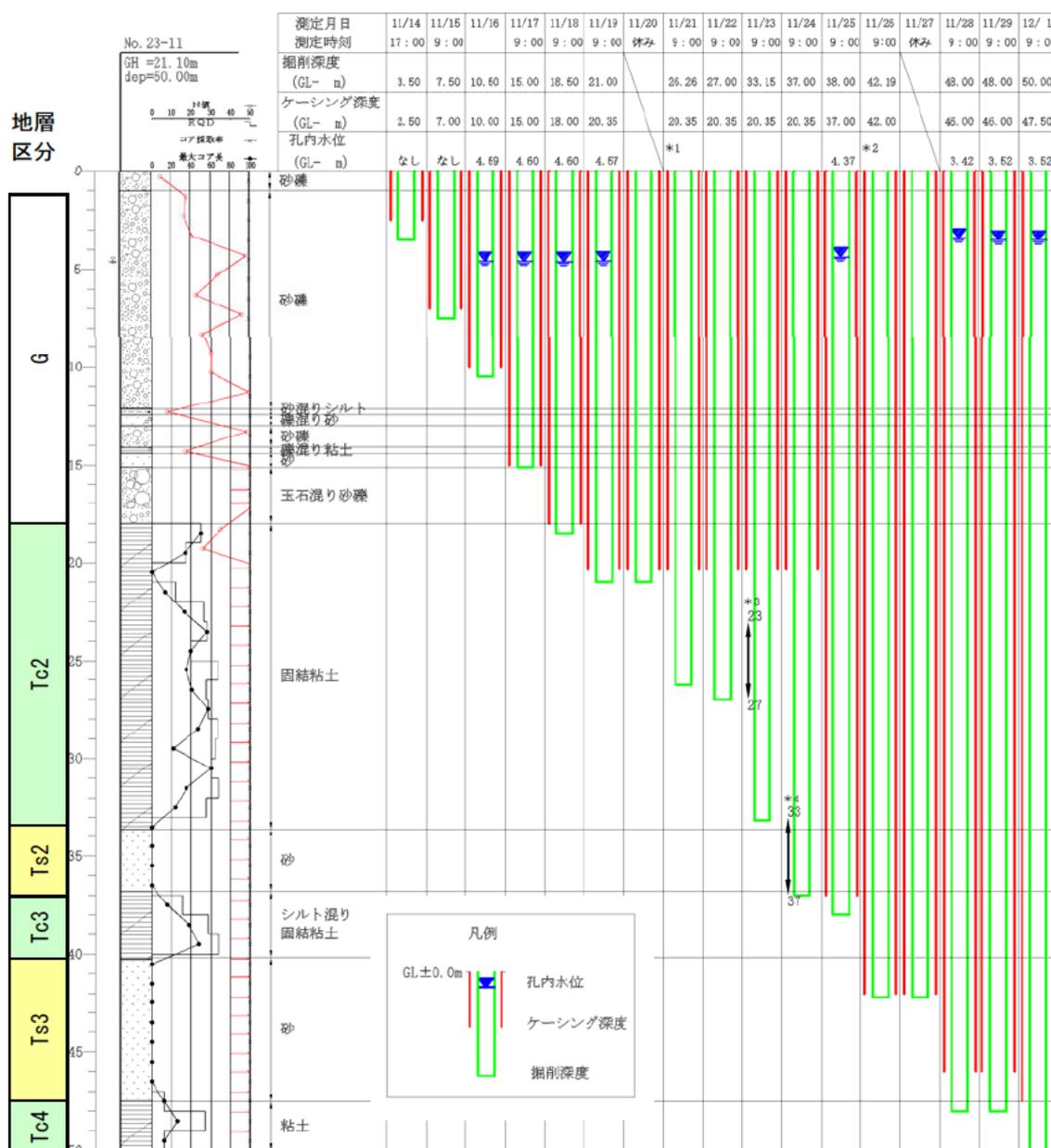


図 3-12 No. 23-11 孔における地層区分、コア性状、標準貫入試験、水位変動等

【現場透水試験結果】

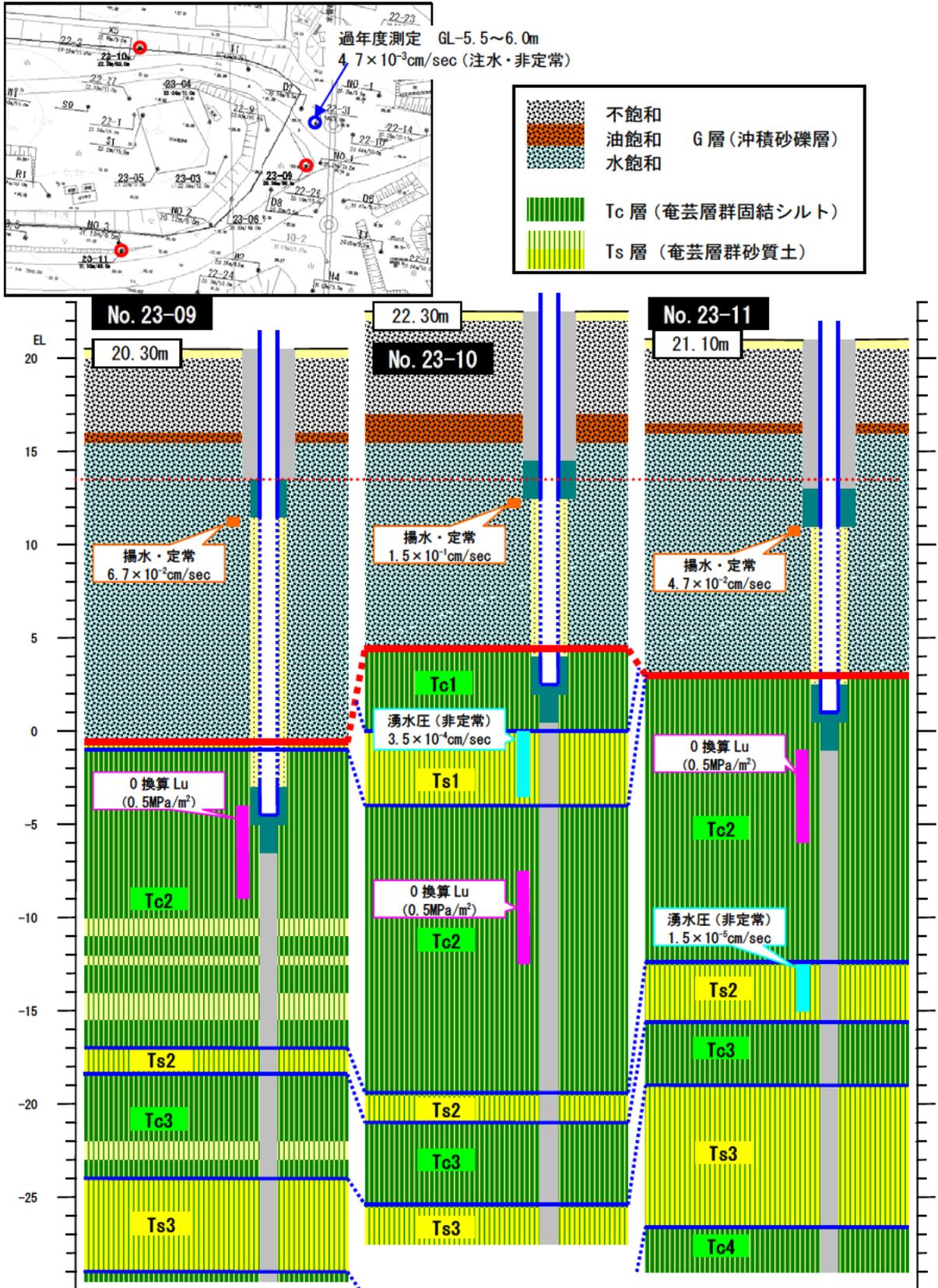


図 3-13 現場透水試験結果

【調査結果】

- ①G層（浮き型拡散防止工直下付近深度）の透水係数は $4.7 \times 10^{-2} \sim 1.5 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ と非常に高いことから、水位低下工法の適用は極めて困難と想定される。
- ②奄芸層群 Tc 層のルジオン試験結果はいずれも 0（最大 500kPa で注水不可）であり、5m 以上連続する区間で、不透水基盤となる性状が期待できる。
- ③奄芸層群 Ts 層の透水係数（湧水圧測定による）は 10^{-4}cm/sec 程度であり、本層が挟まれる区間は、不透水基盤として期待できない。

3. 4 現場透油試験結果

観測孔を用いた油回収に伴う油相厚の変化から、地盤の「透油性」を推定する「現場透油試験」を試みた。本試験では、油回収に伴う孔内油相厚の減少と、回収停止後の回復速度を測定し、一般的な現場透水試験で用いる非定常式を用いて、地盤の「透油係数」を算出した（図 3-14、図 3-15）。

その結果、H22-1 孔の「透油係数」は 1.2×10^{-5} cm/sec 程度、H22-4 孔では 3.2×10^{-5} cm/sec 程度となった（表 3-2）。汚染廃棄物層の「透油性」は低く、廃棄物地盤を掘削せずに、速やかに油を回収することは、困難であることが示唆された。

油回収を行った観測孔内では、回収に伴い油水境界面が上昇するが、油の上面はほとんど変化せず、結果的に孔内の油相厚は小さくなる。一方周辺の観測孔においては、これに伴う顕著な油相厚の変化は見られなかった（2.2m 離れた観測孔で油水境界面が 1cm 上昇）。

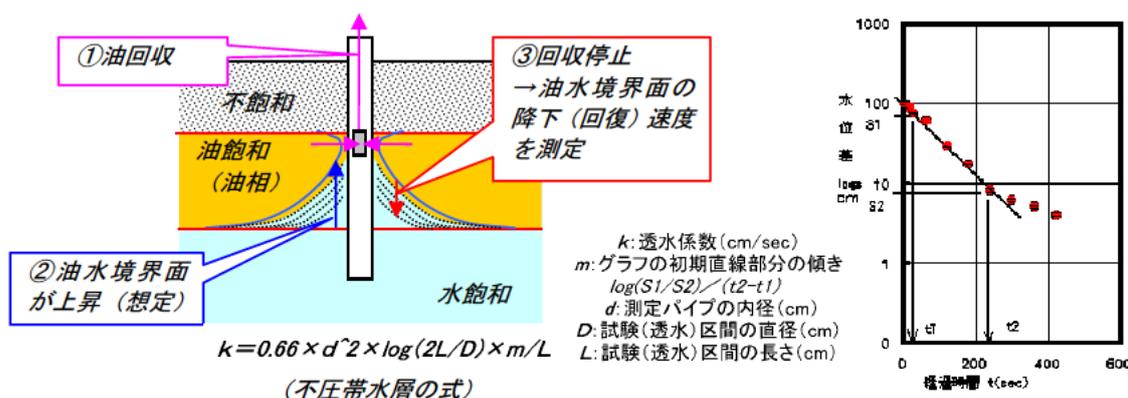


図 3-14 油水境界の回復測定による非定常現場「透油試験」の概念図

表 3-2 透油係数計算結果

地点	H22-1 孔	H22-4 孔
油相上面 (H+m)	16.76	16.89
油水境界 (H+m)	11.98	14.87
試験区間 (cm)	478	202
経過時間 (s)	0~1200	0~300
透油係数 (cm/s)	1.2×10^{-5}	3.2×10^{-5}

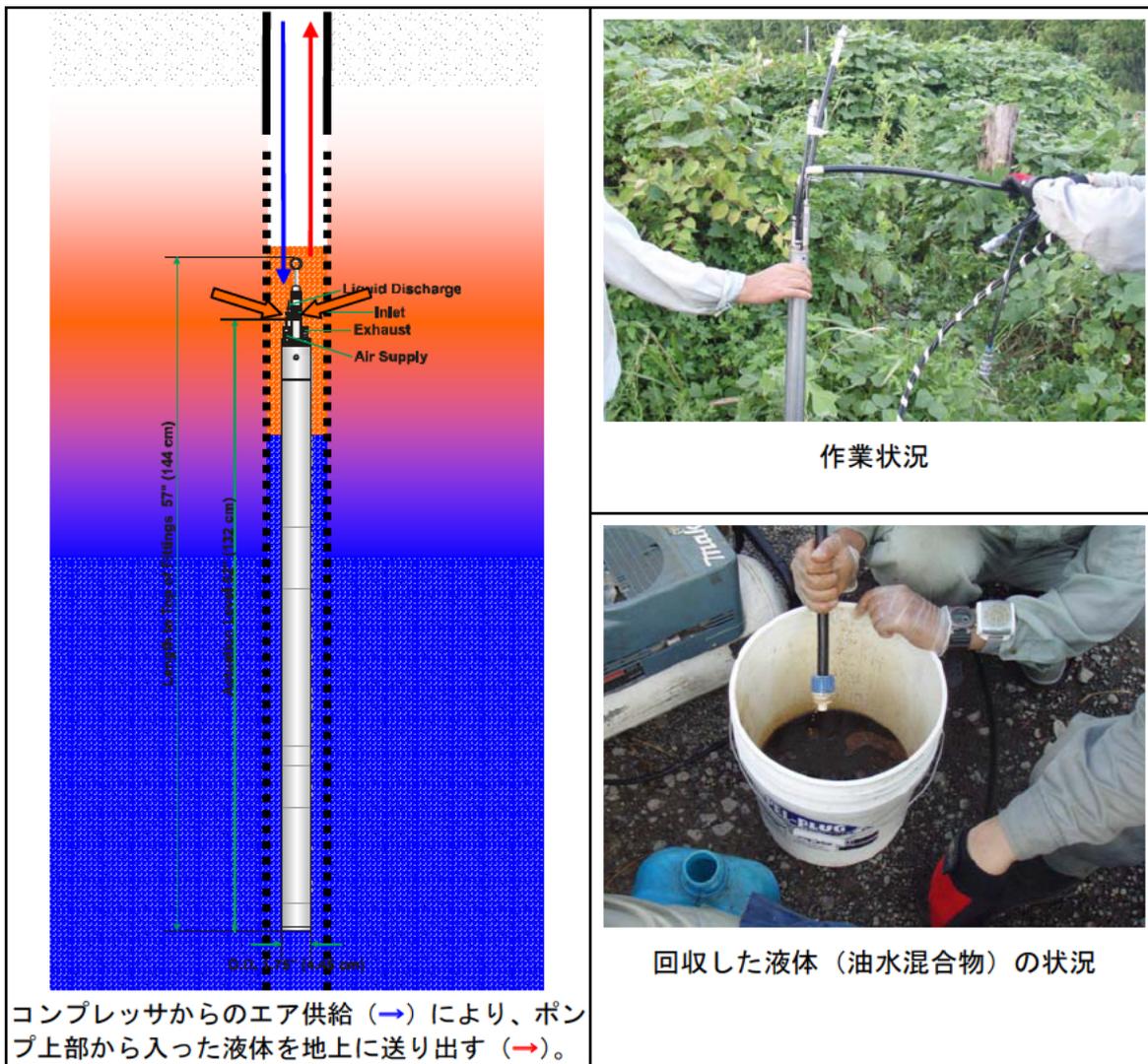


図 3-15 油回収作業の概要

【調査結果】

旧処分場内の廃棄物層では、「透油係数」が $1.2 \sim 3.2 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$ 程度と推定され、井戸からの効率的な油回収は困難である。