

令和6年度 第2回 新潟市廃止石油坑井封鎖検討委員会

- 小口地区 対象坑井の封鎖に向けた事前調査作業 -

説明者：一般財団法人エンジニアリング協会
開催場所：新潟市秋葉区役所
開催日：令和6(2024)年 12月 3日

1. [報告] 令和6年度 事前調査

- 背景、調査位置、使用機材、調査期間、調査項目
- 調査結果：
 - ✓ 対象坑井は小口C58号井である可能性が極めて高い
 - ✓ 対象坑井は来年度に封鎖可能である。

2. [提案] 令和7年度 坑井封鎖の方法

- ケーシングパイプを#1セメントプラグ上にて切断・回収し、セメントプラグを設置する。

1.[報告] 令和6年度 事前調査



秋葉区撮影映像よりキャプチャした封鎖対象坑井の湧出状況



新津クリーンセンター近くの傾斜地に位置する封鎖対象坑井

■ 令和3（2021）年度

- ✓ 小口地区の封鎖対象坑井は、10月に油混じりの水がガスとともに一時的に湧出
- ✓ 確かな記録は無く、坑井名、深度を始めとする坑井の様子が不明



■ 令和4（2022）年度

- ✓ 新津油田の地質学的背景および石油地質、ならびに開発・生産の歴史的背景と変遷についての文献調査
- ✓ 対象坑井は手掘りもしくは綱掘りの可能性があるため、それぞれのケースを想定し、調査・封鎖工事に資するための坑井情報の取り纏め。

■ 令和5（2023）年度

- ✓ 坑井仕様（手掘りor 綱掘り）や坑内状況を把握することを目的とした小規模な事前調査。



対象坑井は綱掘り坑井、小口C58号井の可能性が高い

■ 令和6（2024）年度

- ✓ **規模を拡大した事前調査**

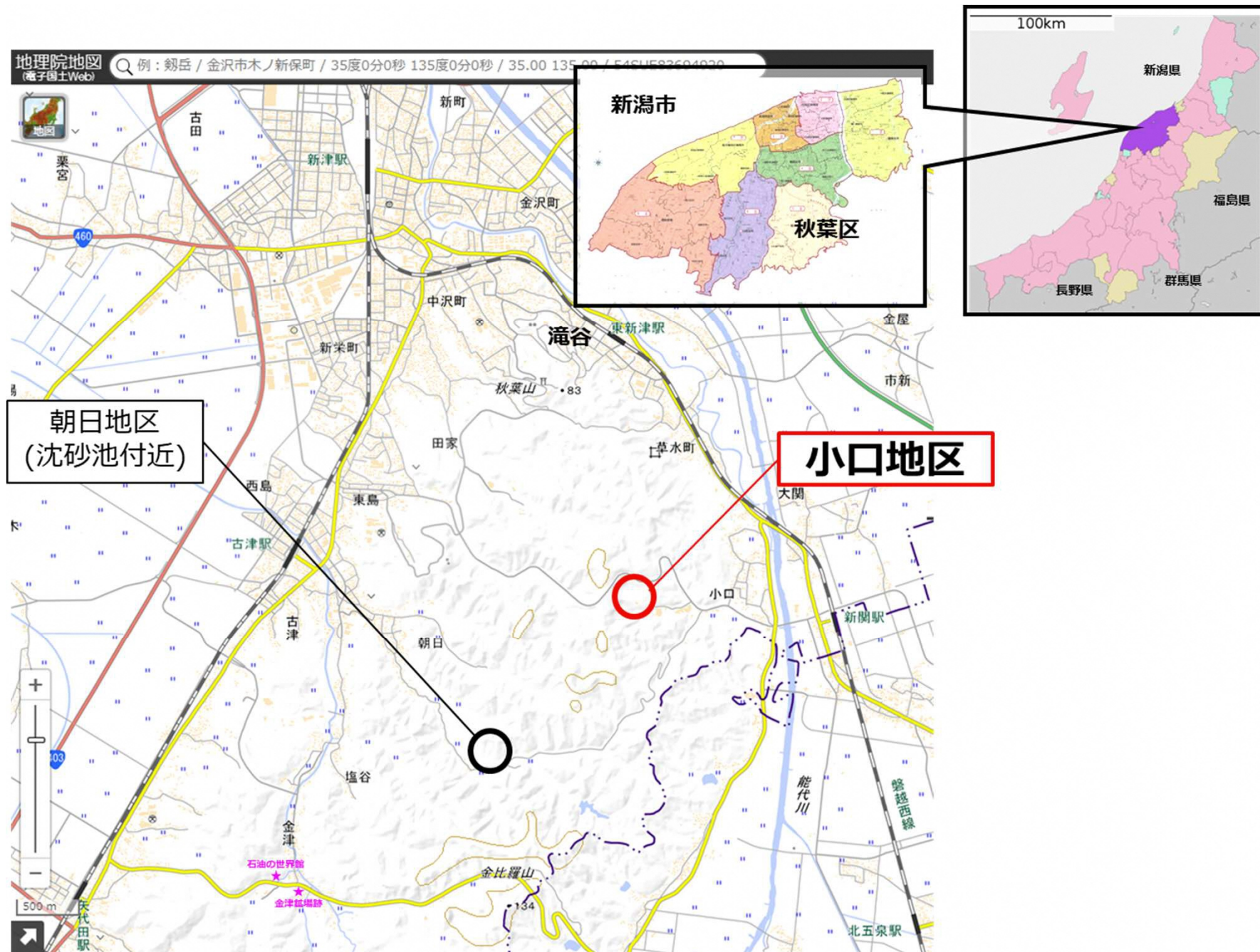


事前調査結果に基づき封鎖が可能と判断される場合

■ 令和7（2025）年度

- 坑井封鎖

場所： 新潟市秋葉区 小口地区 (新津クリーンセンター 奥)



2022年 10月



2024年 11月
(R6 事前調査)



- 委託業者： (株)NNCエンジニアリング
 - 人員：3～4名
- 主要機材： 同社所有 ボーリングマシン
 - ベースマシン：MR-350SL クレーン
 - マッドタンク、マッドポンプ、セメンチングポンプ
 - パイプ：T73ロッド (外径 73mm)



[参考] 株式会社NNCエンジニアリング

2008年に旧 株式会社中由商会（新潟県南魚沼市）と旧 株式会社ナガサク（新潟県長岡市）が合併し設立された。1000-2500m級の掘削機を所有し、複数の温泉掘削の実績を有する。本事業の2023年度 事前調査にSKEの一次下請けとして従事した。

- 敷地造成： 7/6 ～ 10/31 ※ 委託業者：(株)飯野建設
- 事前調査： 11/2 ～ ※ 委託業者：(株)NNCエンジニアリング
 - 機材搬入・設置 : 11/ 2 ～ 11/13
 - 坑内調査 : **11/13 ～ 11/27**
 - 解体・機材搬出 : 11/25 ～ 進行中

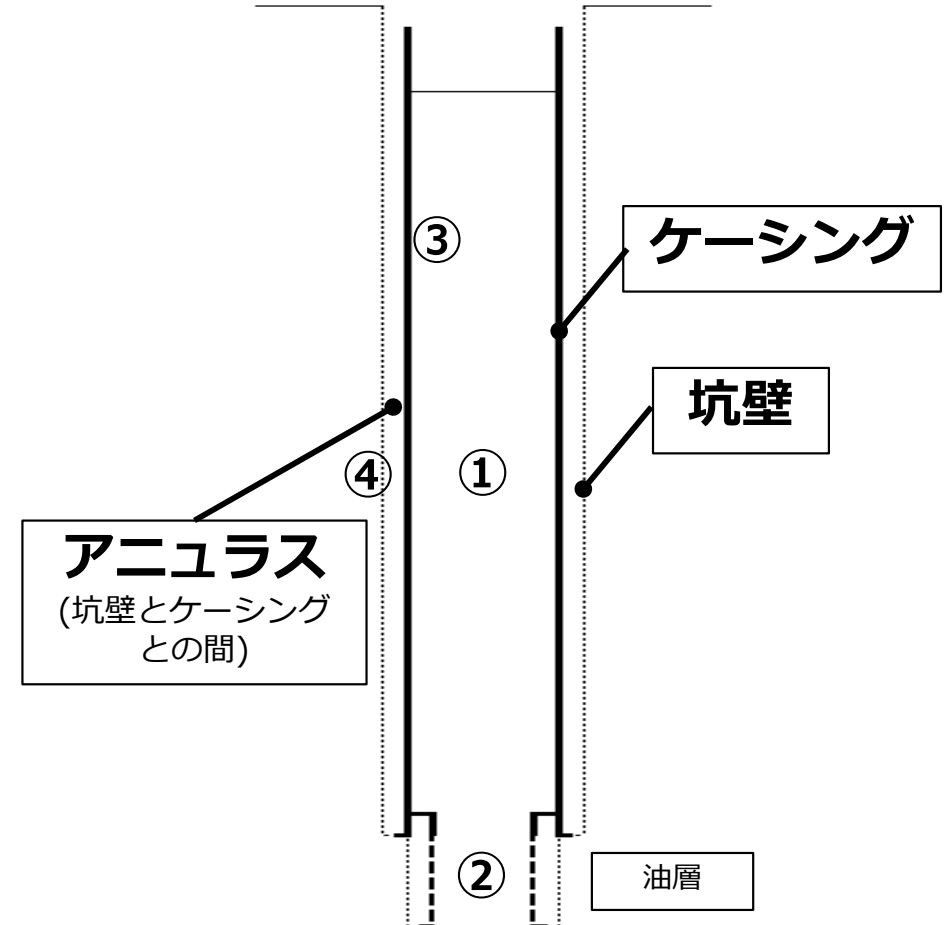
坑内調査 開始日		2024/11/13		予定		実績									
坑内調査開始からの日数	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目	10日目			11日目	12日目	13日目
日付	11/13	11/14	11/15	11/16	11/17	11/18	11/19	11/20	11/21	11/22	11/23	11/24	11/25	11/26	11/27
作業内容 / 曜日	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水
6"ケーシング内 坑内調査											休工				
※ 131m以深 降下不可															
逸水対策															
※ 逸水対策の必要は今のところ無しと判断															
4-1/2"アンカー内 坑内調査															
6"ケーシング内(131m以深)を含めた坑内調査															
ワイヤーライン検層 (CCL、CBL 計2 run)															
計測機器の作動不良によりCBL測定不可 ----> 翌日再トライ(成功)															
インプレッションブロックによる坑内調査															
油層部の廃屑(セメンチング2回 想定)															
#1セメンチング(逸水)、#2セメンチング (セメント頭部 約131m)															
逸水対策 (LCMスポット、ベントナイト泥水に入れ替え)															
坑内調査 (セメント頭部 約131m)、坑内クリーニング															
ケーシング健全性調査															
※ ケーシングパイプにリーク箇所所有り															
ロッド倒管															
ロッド倒管・洗浄、坑口作業準備 (樁解体作業)															
坑口作業 (BOP取り外し、ブラインドフランジ 取り付け)															

調査項目

【調査方針】 坑内の状況をできる限り調査した上で封鎖方針を検討する。

※ 対象坑井：廃止石油坑井からの油漏洩として最初の封鎖を講じる坑井

坑内調査項目		R6事前調査工事
ケーシング内 状況	①遺留物 有無	ビット降下による調査
	②堆積物 有無	ビット降下による調査
	③ケーシング 状態	・ CCLの実施 ・ 仕上げ層にセメントプラグの設置 ・ ケーシング加圧による健全性調査
ケーシング外 状況	④ケーシング アニュラス状態	CBLの実施



[参考]

- ・ CCL (Casing Collar Locator) : ケーシングの継目深度、肉厚の変化する深度を測定する。
- ・ CBL (Cement Bond Logging) : ケーシングパイプと地層との間のアニュラス部に送入したセメントの硬化・結合状況を測定する。

調査結果

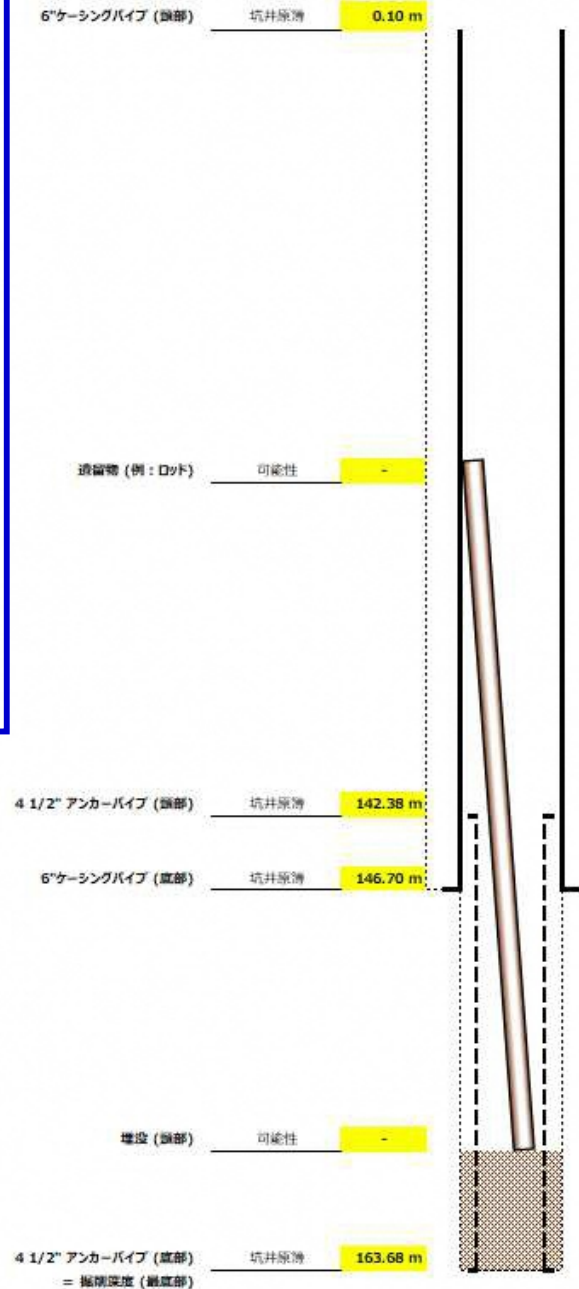
対象坑井：小口C58号井である可能性 極めて高い。

項目	当初想定	結果	説明
遺留物の有無	チュービングパイプ等の遺留物が有る(可能性)	遺留物 無し	①
堆積物の有無	砂等の堆積物が有る(可能性)	想定どおり (155mまでポンプ自降)	①
ケーシングパイプ	外径：152mm 内径：143mm 設置深度：0m - 146.7m 健全性：健全(可能性)	サイズ、設置深度：想定どおり <u>健全性：リーク箇所 有り</u>	① ③#1 ④
アンカーパイプ	外径：114mm 内径：107mm 設置深度：142.38m - 163.68m パイプ長：21.3m 裸坑：全区間にアンカーパイプが設置されている	外径、内径：想定どおり <u>設置深度：131.83m - 約149m</u> <u>パイプ長：約17m</u> <u>裸坑：約149m以深にはアンカーパイプ無く裸坑</u>	① ② ③#1
アニュラス	セメント 無し	想定どおり	③#2
油層	逸水対策：逸水防止剤LCMによる対策	LCM、セメントでは効かず、坑内を水からベントナイト泥水へ入れ替えることで逸水を一定抑えた (2.0kl/hr. ---> 0.2kl/hr.)	⑤

【当初想定と異なった点】

- ① 坑内遺留物 無し
- ② アンカーパイプの設置位置
 - (当初想定) 142.38m – 163.68m
 - (調査結果) 131.83m – 149m ---> 浅い ---> 裸坑区間 有り
- ③ アンカーパイプ 長さ
 - (当初想定) 21.3m
 - (調査結果) 約17m ---> 短い

当初想定



調査結果

6"ケーシングパイプ (頭部) 敷地工事 -0.12 m

① 遺留物 無し

遺留物 Bit/IB下 無し

4 1/2" アンカーパイプ (頭部) Bit/IB/Caliper log 131.83 m

②③ アンカーパイプ
浅く、短く設置

6"ケーシングパイプ (底部) GR log 146 m
(おおよその深度)

4 1/2" アンカーパイプ (底部) Caliper log 149 m
(おおよその深度)

増設 (頭部) Bit/IB下 149.97 m

② 裸坑区間 有り

掘削深度 (最底部) 未確認 -

①ビットによる坑内調査

■ 外径 120.7mm ビット降下

- 131.83m以深 降下不可、極ゆっくり回しても降下ならず
- 使用後のビット：外側歯のみ赤色ペンキの剥がれ、軽微な摩耗

■ 外径 98.4mm ビット降下

- 同深度を通過
- 149.97mにて荷重担ぐ、水をポンプしながら降下 (149.97m～155m)
- 使用後のビット：外側歯の側面のみ赤色ペンキの剥がれ ---> パイプ内を降下

---> 131.83mには「内径 98.4mm以上、120.7mm未満」パイプの頭部が有る

---> 149.97m以深は砂などの埋没。坑内に遺留物無し。



外径 120.6mm ビット (使用後)



外径 98.4mm ビット (使用後)



■ ビット

#1ビット	#2ビット
4 3/4インチ 120.7 mm	3 7/8インチ 98.4 mm

■ 5-5/8インチケーシング

公称寸法	管外径	管内径	安全内径
5 5/8インチ 142.9 mm	6インチ 152.4 mm	5 5/8インチ 142.9 mm	5 3/8インチ 136.5 mm

■ 4-1/4インチケーシング

公称寸法	管外径	管内径	安全内径
4 1/4インチ 108.0 mm	4 1/2インチ 114.3 mm	4 7/32インチ 107.2 mm	3 31/32インチ 100 mm

■ ケーシングパイプの仕様（API規格以外）

- 一本あたりの長さは20フィート（約6.1メートル）

[備考]

- ・ 日本石油株式会社「石油便覧」 大正10（1921）年を参照して作成
- ・ 安全内径は管内径-1/4インチ（6.35ミリメートル）

②インプレッションブロックによる坑内調査

■ 外径 120mm 鉛のブロックを先端に付けて降下

- 同深度(131.83m)にて荷重担ぐ
- 鉛にはアンカーパイプの頭部と思われる形状が投影。



外径 114mmの円を重ねると、ぴったり合う。

---> 131.83mには、外径114mm アンカーパイプの頭部が有る

降下前

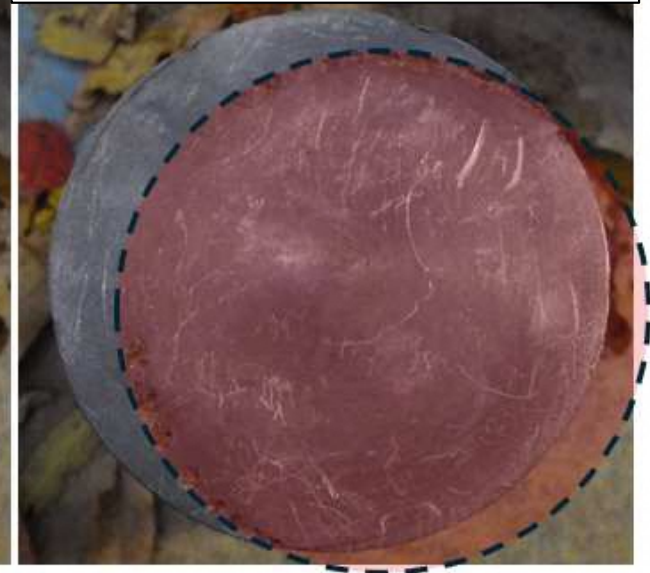


インプレッションブロック (Impression block)

降下後 (投影)



4 1/2インチ (114mm)
相当サイズの円を重ね合わせ



外径 4 1/2インチ (114mm) アンカーパイプの頭部と思われる形状

③ワイヤーラインによる検層

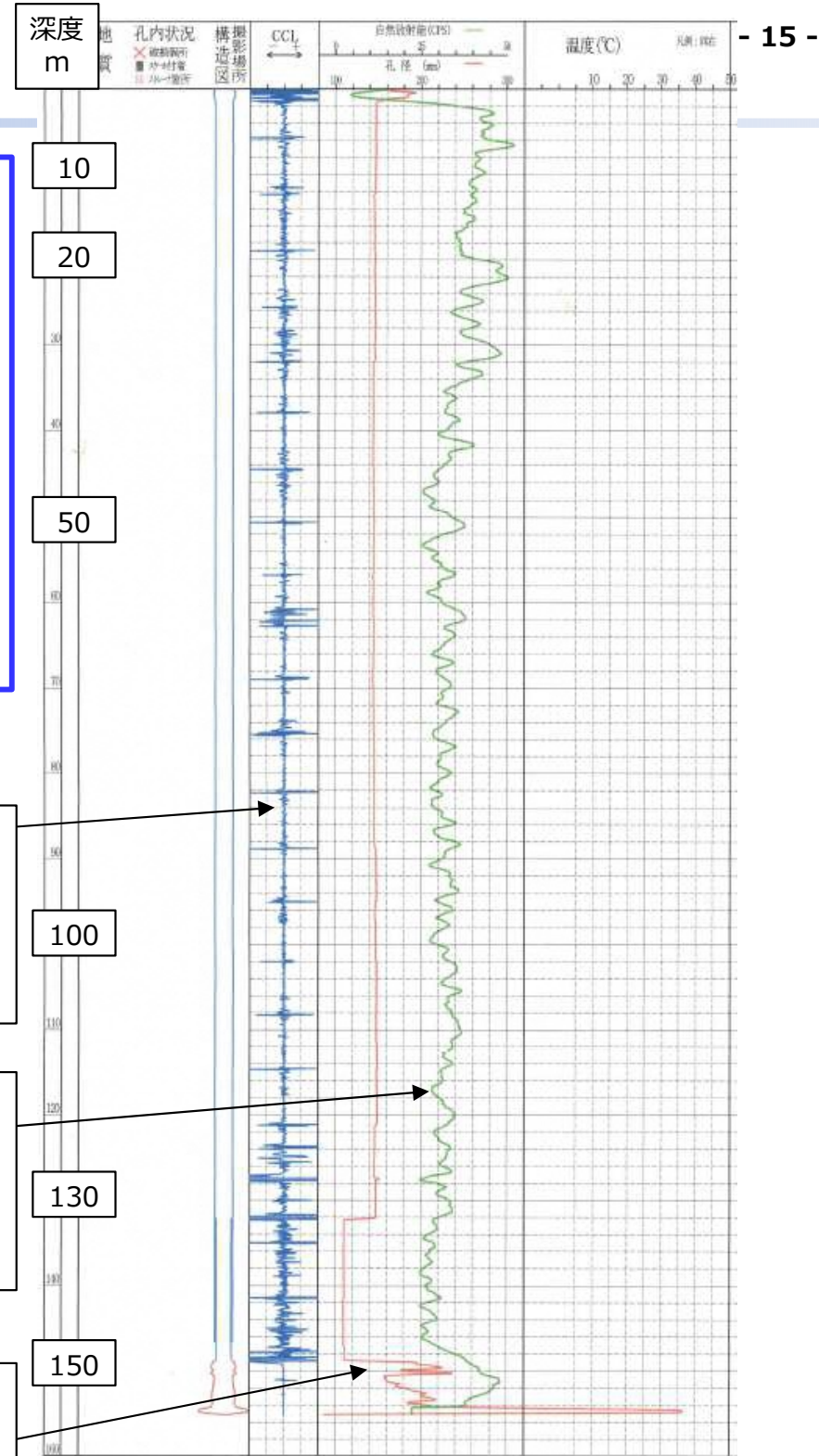
- 請負業者：(株)日本地下探査
- 検層センサーを電気ケーブルにを使って坑井に降下し、物性値を測定
- 測定種目：
 - CCL
 - Gamma-ray
 - Caliper
 - CBL



青線：磁場の変化を測定
※ ケーシングパイプのジョイント(継手)はパイプの管体と比較して肉厚が厚く、磁場に変化が生じることから、その変化を測定する

緑線：地層から自然に放出されるガンマ線の強度を測定
※ 砂質に比べて泥質の地層中にはより多くの放射性物質を含んでいることによる

赤線：キャリパーデータ
坑径やパイプの内径を測定



③#1：検層結果

- 16 -

青線：磁場の変化を測定

緑線：地層から自然に放出されるガンマ線の強度を測定

赤線：パイプの内径や坑径を測定

CCL 約6m毎に反応

---> 6"ケーシングパイプのジョイントは約6m毎に在る

---> パイプ1本の長さ 約6m。

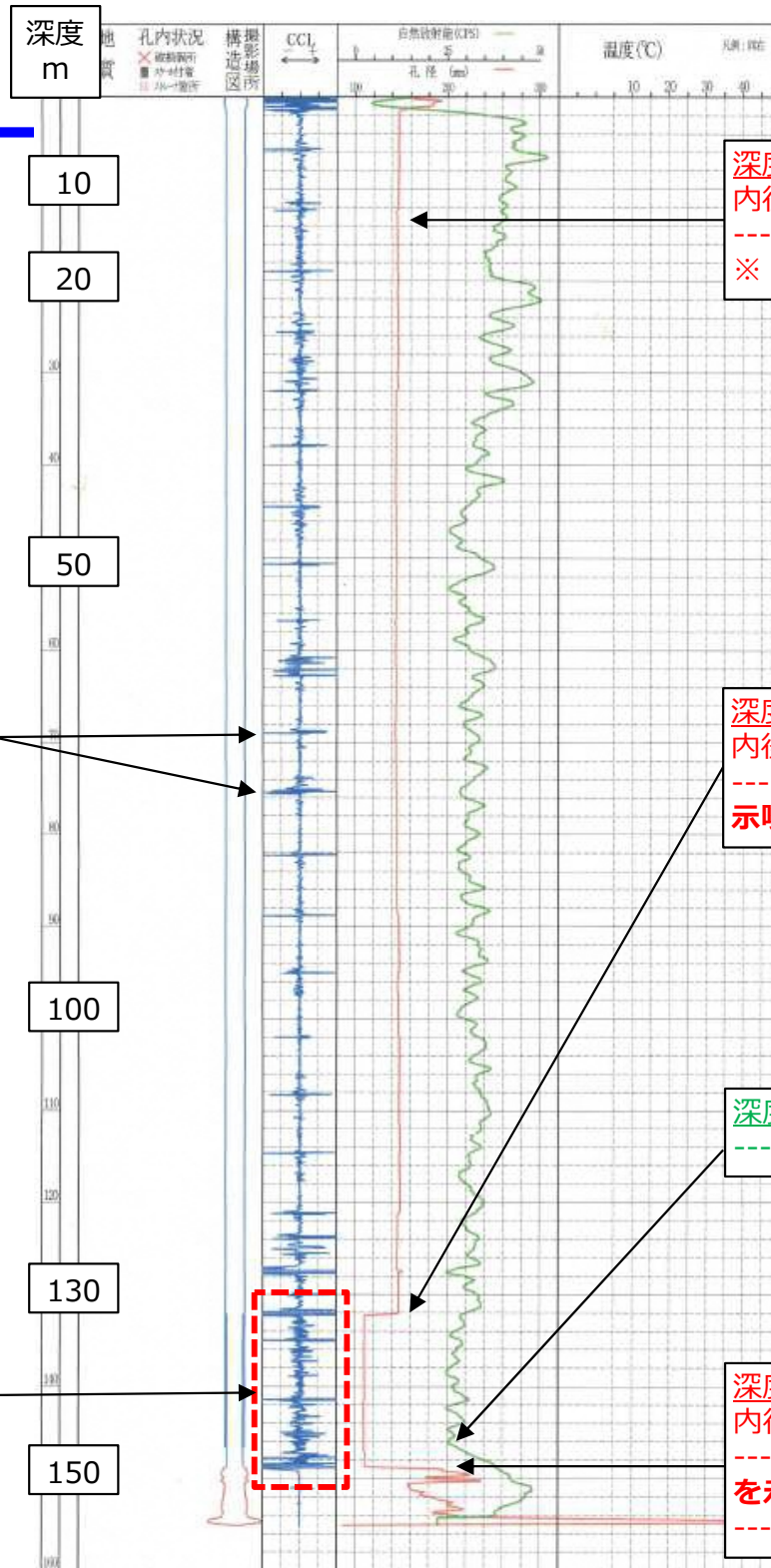
深度 約132mから約149mにかけてCCLの乱れ
---> 4-1/2"アンカーパイプ (スリットあるいは穴がパイプに加工されている)を示唆

深度 2m：内径の変化
内径：約180mm ---> 約123mm
---> 6"ケーシングパイプを示唆
※ 坑口装置：0m - 2m

深度 約132m：内径の変化
内径：約123mm ---> 約105mm
---> 約132mは4-1/2"アンカーパイプの頭部を示唆

深度 約147m：ガンマ線の大きな変化
---> 6"ケーシングパイプの底部を示唆

深度 約149m：内径の変化
内径：約105mm ---> 約200mm+/-
---> 約149mは4-1/2"アンカーパイプの底部を示唆
---> 約149m以深は裸坑 (パイプ無し)



③ #2 : CBL結果

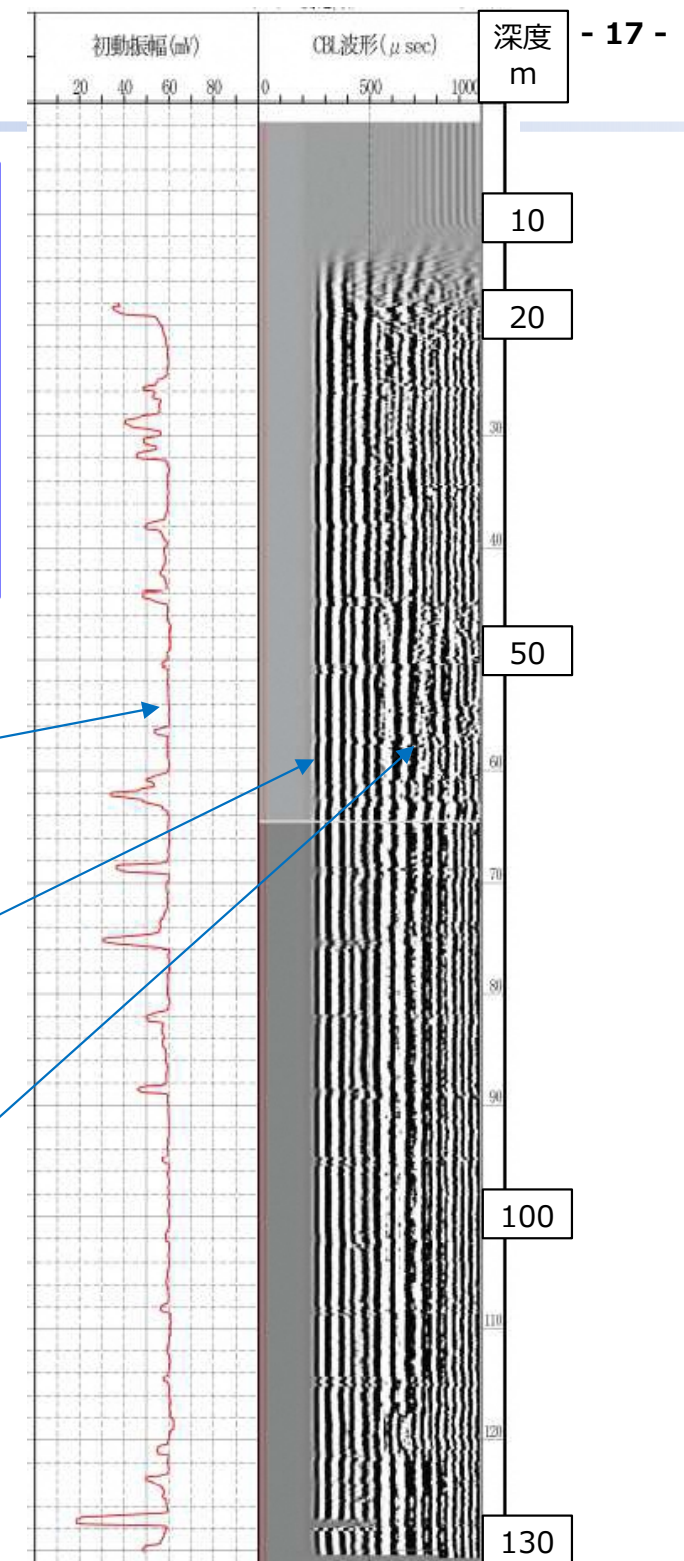
- 請負業者：(株)日本地下探査
 - 検層センサーを電気ケーブルを使って坑井に降下し、物性値を測定
 - 測定種目：
 - CBL
- > アニュラス部にはプラグになり得るセメント無し



音波の反射波の振幅：強い波を受信
※ パイプ周囲にセメントが有れば音波は減衰する
---> 全区間において、ケーシングパイプ外周近傍にはセメント等無しを示唆

ケーシングパイプ側からの強い波を受信
---> 全区間において、ケーシングパイプ外周近傍にはセメント等無しを示唆

地層側からの(比較的)弱い波を受信
---> 地層からの反射波の一部は減衰しており、砂などの部分的な堆積を示唆



④ケーシングパイプ 健全性調査

※ 坑内調査前、アニュラス部の水頭は安定 ---> 油層とは導通していない

※ ケーシングパイプ内を水でフィルアップしている途中にアニュラス部よりバブル発生 (可燃性ガス無し)

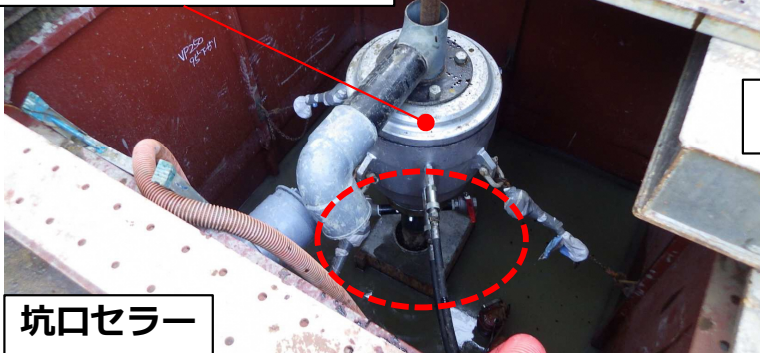
■ 外径 152.4mm ケーシングパイプ内を加圧

- BOPを閉止した時点で、ケーシング周囲のアニュラス部の水頭上昇、水リターン発生
- 坑内を加圧すると、水リターン量 増加
- 加圧を停止すると、圧力降下 (0.4MPa ---> 0.1MPa)

---> ケーシングパイプにはリーク箇所が有る

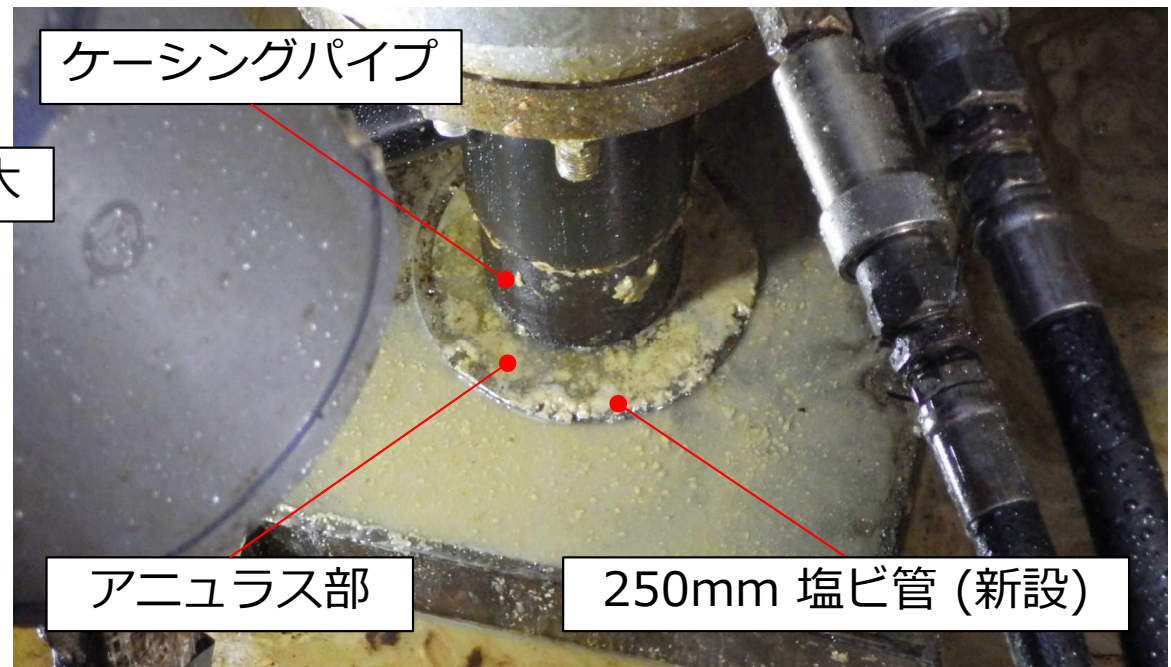
---> 坑内加圧できない (例：セメントスラリーをアニュラス部へ押し込む作業)

アニュラーBOP



拡大

ケーシングパイプ



※ 参考

BOP (Blowout Preventer、噴出防止装置)

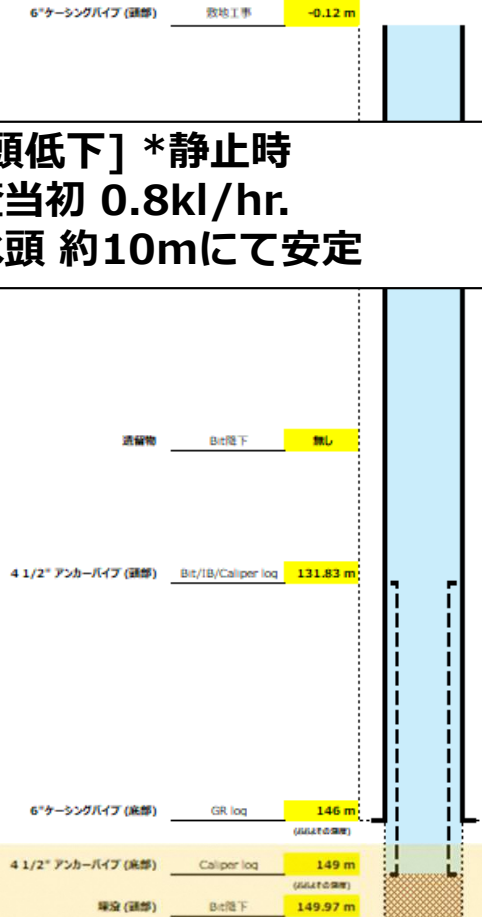
⑤埋没一部浚い、逸水対策、セメントプラグ設置

- 19 -

■ 「坑内流体が油層に逸水する状態」 ---> 「セメントプラグ設置による一定抑えられた状態」
 ---> 坑井封鎖に必要なセメントプラグを設置可能な状態「令和7年度 坑井封鎖可能」

事前調査

[水頭低下] * 静止時
調査当初 0.8kl/hr.
* 水頭 約10mにて安定

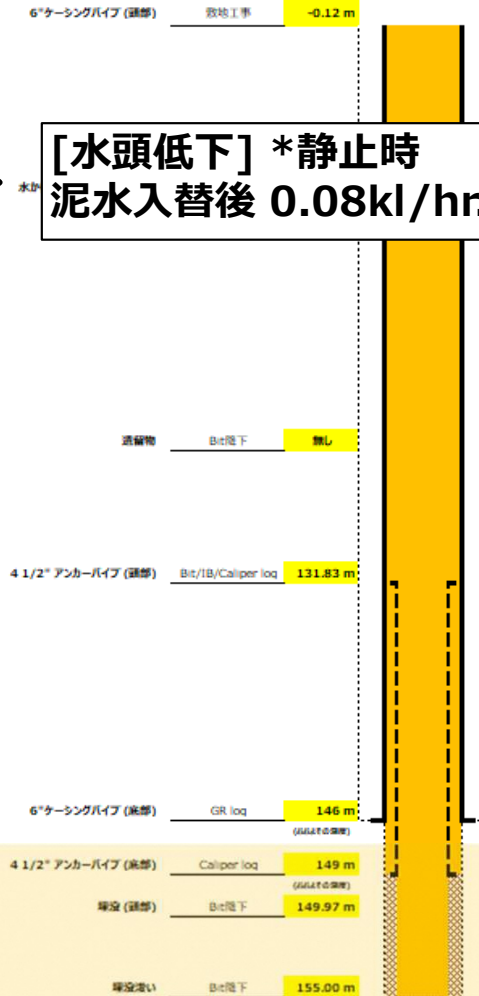


油層

- ・ 砂等の埋没(150m以深)
- ・ 逸水状態(循環 : 2kl/hr.)

泥水入替

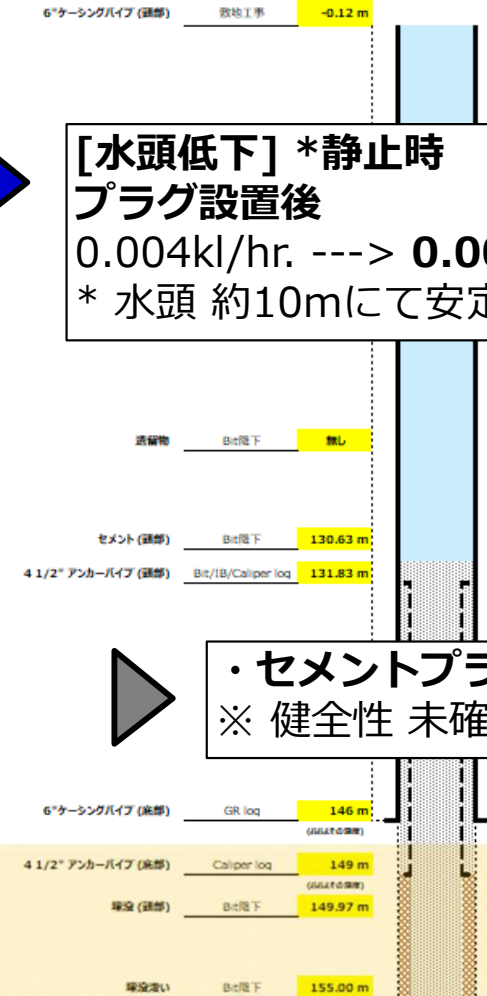
[水頭低下] * 静止時
泥水入替後 0.08kl/hr.



- ・ 155mまでポンプダウン(掘削深度まで降下せず)
- ・ ベントナイト泥水へ入れ替え(---> 0.2kl/hr.)

セメントプラグ設置

[水頭低下] * 静止時
プラグ設置後
0.004kl/hr. ---> 0.001kl/hr.
* 水頭 約10mにて安定



・ セメントプラグ 設置
※ 健全性 未確認

2.[提案] 令和7年度 坑井封鎖の方法

対象坑井の条件 [再確認]

- 対象坑井：小口C58号井
- 坑井仕上げ：孔明管を用いたアンカー仕上げ
- ケーシングパイプ内：
 - セメントプラグ設置 (頭部：約131m、アンカーパイプ頭部より約1m上)
 - ✓ アンカーパイプ頭部 約132m、遺留物 無し
 - 水頭は極ゆっくり低下するものの、約10mにて安定 (油層とバランス)
 - ケーシングパイプにはリーク箇所が有る (= 坑内を加圧できない)。
- アニュラス：
 - セメントプラグ 無し
 - 水頭は坑口セラー付近(約2m)にて安定 (= 油層とは導通していない)。

【参考】小口C58号井 情報

[掘削・仕上げ]

- 掘削年 : 1904年 (明治37年)
- 掘削深度 : 168.18m
- 仕上げ層 : 油層、アンカー仕上げ
- ケーシング : (セット深度) 151.20m、(内径) 5 5/8"、(外径) 6"
 - ✓ 役割 : Surface & Production casing
- 孔明管 : (セット深度) 168.12m、(頭部深度) 146.88m
 - : (内径) 4 1/4"、(外径) 4 1/2"

[廃坑]

- 廃坑年 : 1962年 (昭和37年)
- 廃坑作業 : (1) ケーシングを4.4mにて切断・回収
 : (2) 切断頭部に架橋、セメント注入
 : (3) 地表まで埋め立て

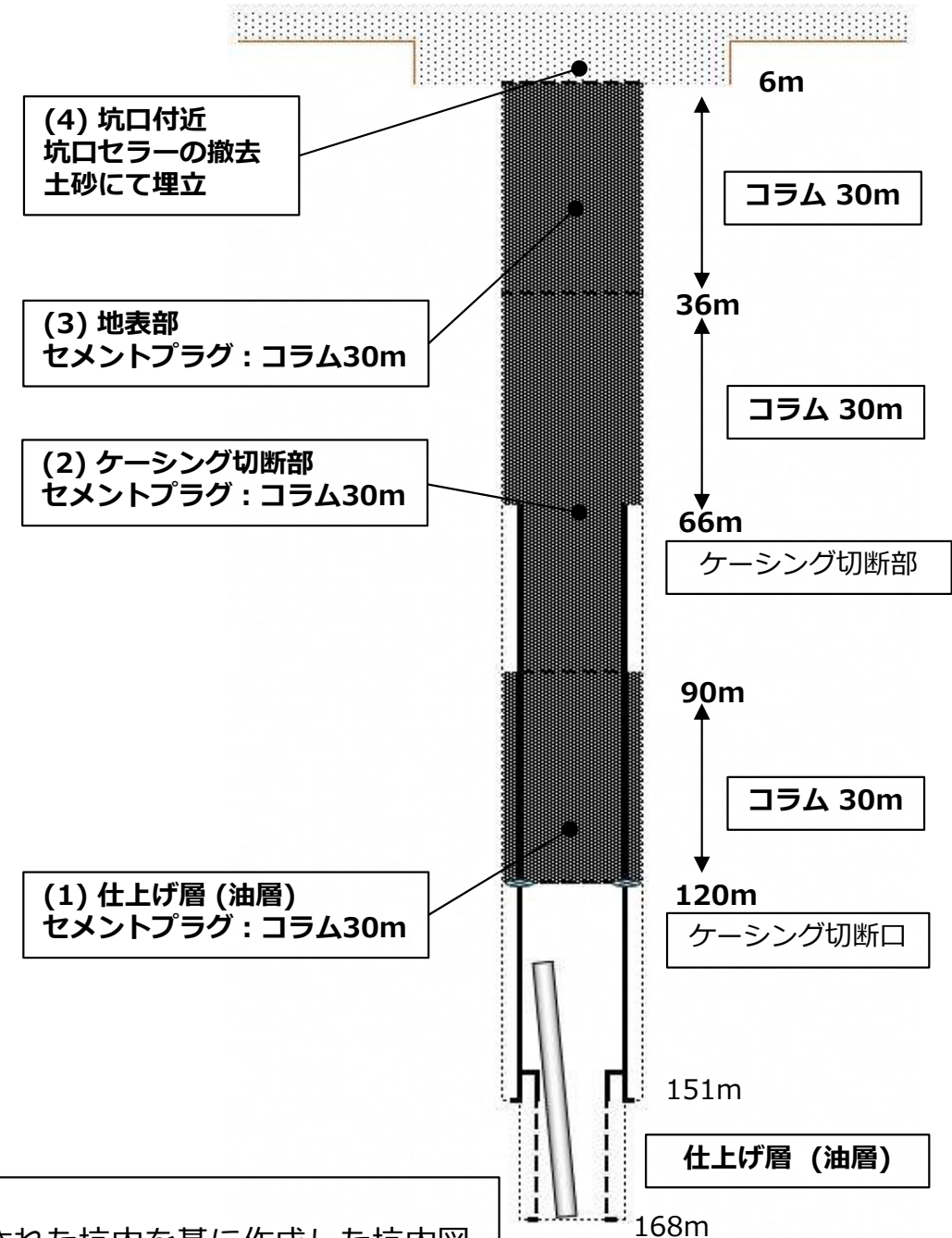
[廃坑以降]

- 2021年10月 油混じりの水 湧出
- 2023年11月 R5事前調査
- 2024年11月 R6事前調査

対象坑井の廃坑措置の要件(例)

■ 経済産業省 制定「鉱業権者が講ずべき措置事例について」に則った措置要件

■ 廃坑箇所「4箇所」：
 (1)仕上げ層 (油層)
 (2)ケーシング切断部
 (3)地表部
 (4)坑口付近

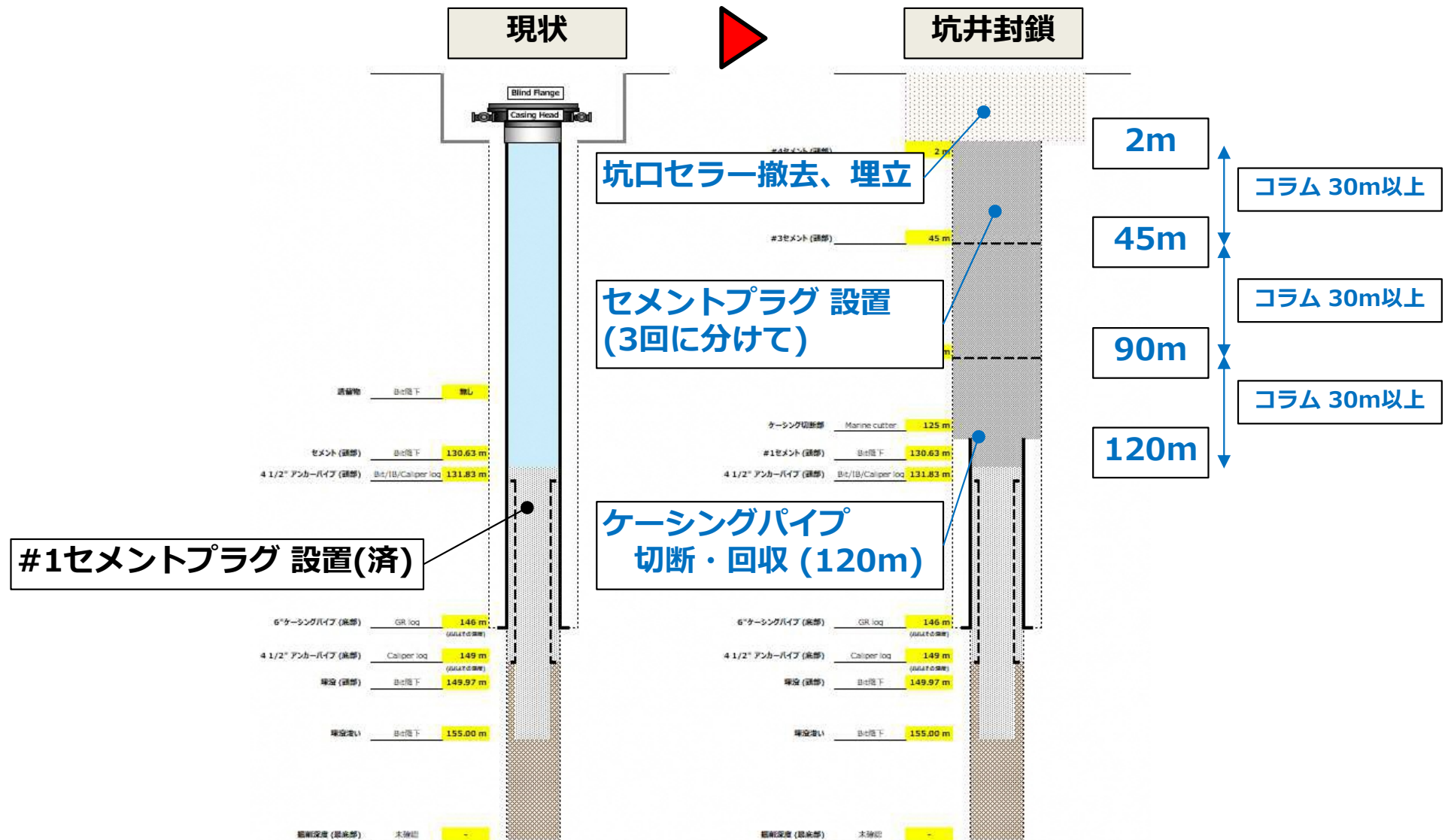


[注意]

※ R6事前調査前に想定された坑内を基に作成した坑内図
 ※ 元地山のレベルを基準とする深度

坑井封鎖(案)

- ケーシングパイプを#1セメントプラグ上にて切断、回収
- セメントプラグを数回に分けて地表(坑口セラー底部)まで設置
 - ケーシングアニュラス部へのセメント垂れ下がり防止策：木栓等を使用。
- 坑口付近：坑口セラーの撤去、土砂にて埋立。



補足説明スライド

■ ビット

#1ビット	#2ビット
4 3/4インチ 120.7 mm	3 7/8インチ 98.4 mm

■ 5-5/8インチケーシング

公称寸法	管外径	管内径	安全内径
5 5/8インチ 142.9 mm	6インチ 152.4 mm	5 5/8インチ 142.9 mm	5 3/8インチ 136.5 mm

■ 4-1/4インチケーシング

公称寸法	管外径	管内径	安全内径
4 1/4インチ 108.0 mm	4 1/2インチ 114.3 mm	4 7/32インチ 107.2 mm	3 31/32インチ 100 mm

■ ケーシングパイプの仕様（API規格以外）

- 一本あたりの長さは20フィート（約6.1メートル）

[備考]

- ・ 日本石油株式会社「石油便覧」 大正10（1921）年を参照して作成
- ・ 安全内径は管内径-1/4インチ（6.35ミリメートル）

坑口装置 設置作業時の切断ケーシング

- 26 -

■ 寸法測定 (* ノギスを使用)

- 外径： 154.15mm ~ 156.95mm (≒ 152.4mm)
- 内径： 143.40mm ~ 143.75mm (≒ 142.9mm)

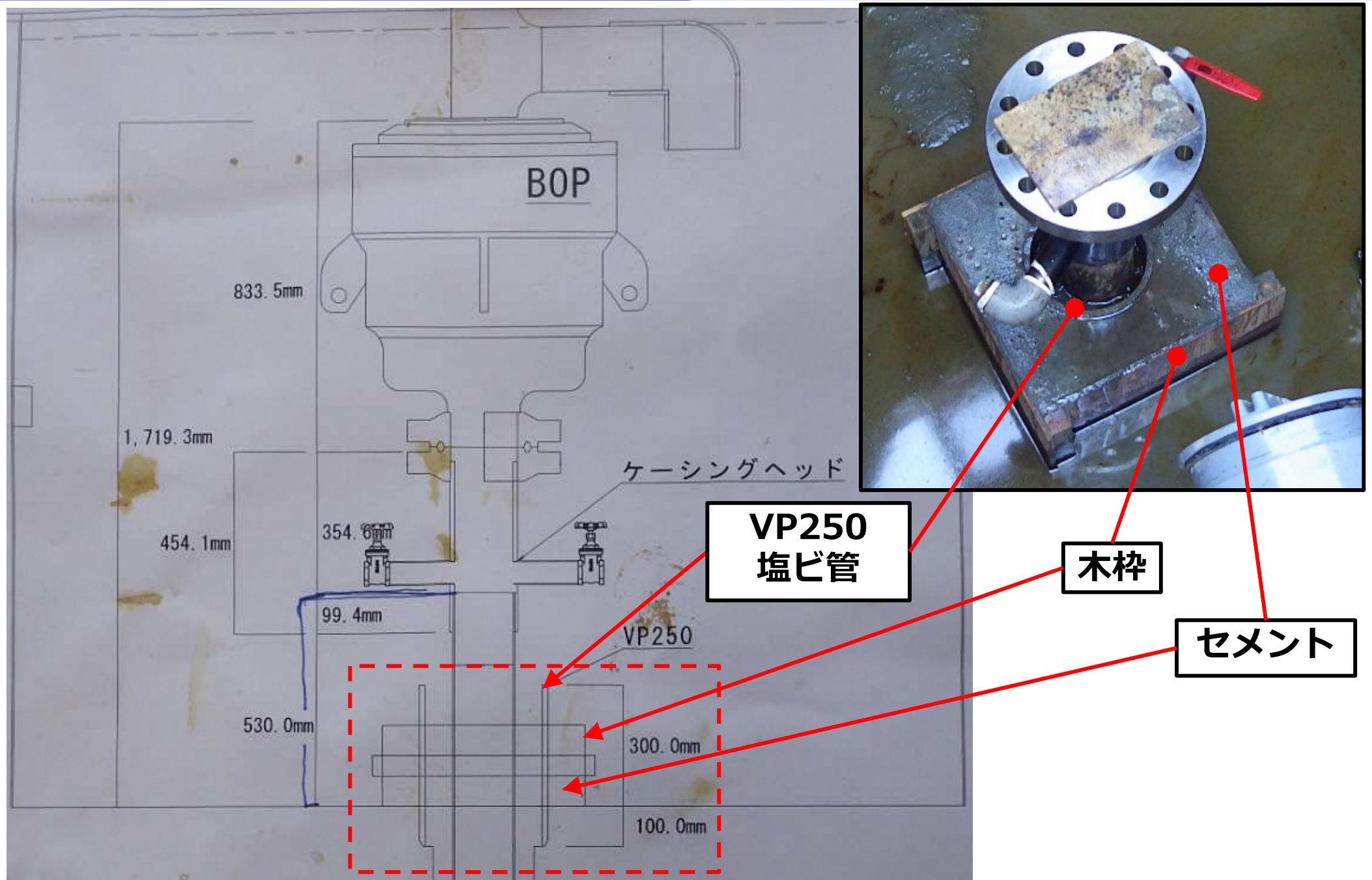


※ 坑井敷地準備工事：ケーシング頭部



坑口装置

- 27 -



(1) 仕上げ層(油層)の廃坑措置

◆ 対象坑井：孔明管を用いたアンカー仕上げ



なお、生産井の場合、あらかじめせん孔された孔明管（パーフォレーテッドアンカーパイプ）を用いてアンカー仕上げを行う場合もあるが、その場合の孔明管部はパーフォレーション部に含めるものとする。

鉱業権者が講ずべき措置事例 第22章_3_(2)_ア_(ア)_パーフォレーション部 を適用
[抜粋]

○パーフォレーション部

パーフォレーション部については、次のいずれかの方法によりその直上部において密閉する。

なお、遺留物のために次のいずれかの方法を講ずることが困難な場合であって、遺留物の直上付近にブリッジプラグ又は長さ30m以上のセメントプラグを設置した場合は、この限りでない。

- ・ パーフォレーション部の上端から30m以上の範囲にわたるセメントプラグを設置する。ただし、パーフォレーション部から上方30m以内の箇所に仕上層又はテスト層がある場合には、仕上げ又はテストに支障のない範囲にセメントプラグを設置できる。
- ・ パーフォレーション部の上端直上付近にブリッジプラグを設置する。ただし、2以上のパーフォレーション部をすべてブリッジプラグのみにより密閉する場合には、最終パーフォレーション部（最上部のパーフォレーション部）のブリッジプラグの上部に長さ15m以上のセメントプラグを設置する。

(2) ケーシング切断部の廃坑措置

鉱業権者が講ずべき措置事例 第22章_3_(2)_ア_(ア)_ケーシング切断部を適用
[抜粋]

○ケーシング切断部

ケーシングを切断し、その切断部から上方のケーシングを回収した場合には、次のいずれかの方法により当該ケーシング切断部において坑井を密閉する。

なお、切断されたケーシングの頭部がその外側にある最小径のケーシングのシューより下部にある場合には、最終ケーシング下端部に準じた措置を講じる。

- 切断されたケーシングの頭部直上に長さ30m以上のセメントプラグを設置する。
- 切断されたケーシングの頭部直上付近にブリッジプラグを設置する。

◆ 対象坑井：切断ケーシングの外側にはケーシング無し --->該当せず。

(3) 地表部の廃坑措置

鉱業権者が講ずべき措置事例 第22章_3_(2)_ア_(ア)_地表部を適用

[抜粋]

○地表部

地表部（坑井の最上部）については、地表まで達している最小径のケーシングの地表付近に長さ30m以上のセメントプラグを設置し、坑井を密閉する。

◆ 対象坑井：切断するケーシングを回収すると、地表まで達しているケーシング無し



ケーシング切断部に設置するセメントプラグ上にセメントプラグを設置する。

(4) 坑口付近の廃坑措置

鉱業権者が講ずべき措置事例 第22章_3_(2)_ア_(オ)_坑口付近の原状回復の方法を適用

[抜粋]

(オ)坑口付近の原状回復の方法

すべてのケーシング、坑口装置等は、地表面下2m以深の場所において撤去する。また、撤去後の坑口付近はセメント、土砂等で埋め戻しを行い、原状回復を図る。

セメントプラグに対する健全性試験

[抜粋] 鉱業権者が講ずべき措置事例 第22章_3_(2)_ア_(工)

(工) 措置後の試験及び密閉状態の確認

地表部のプラグを除く最上部のプラグは、密閉措置後に次のいずれかの方法により試験を行い、密閉状態について異常の有無を確認する。

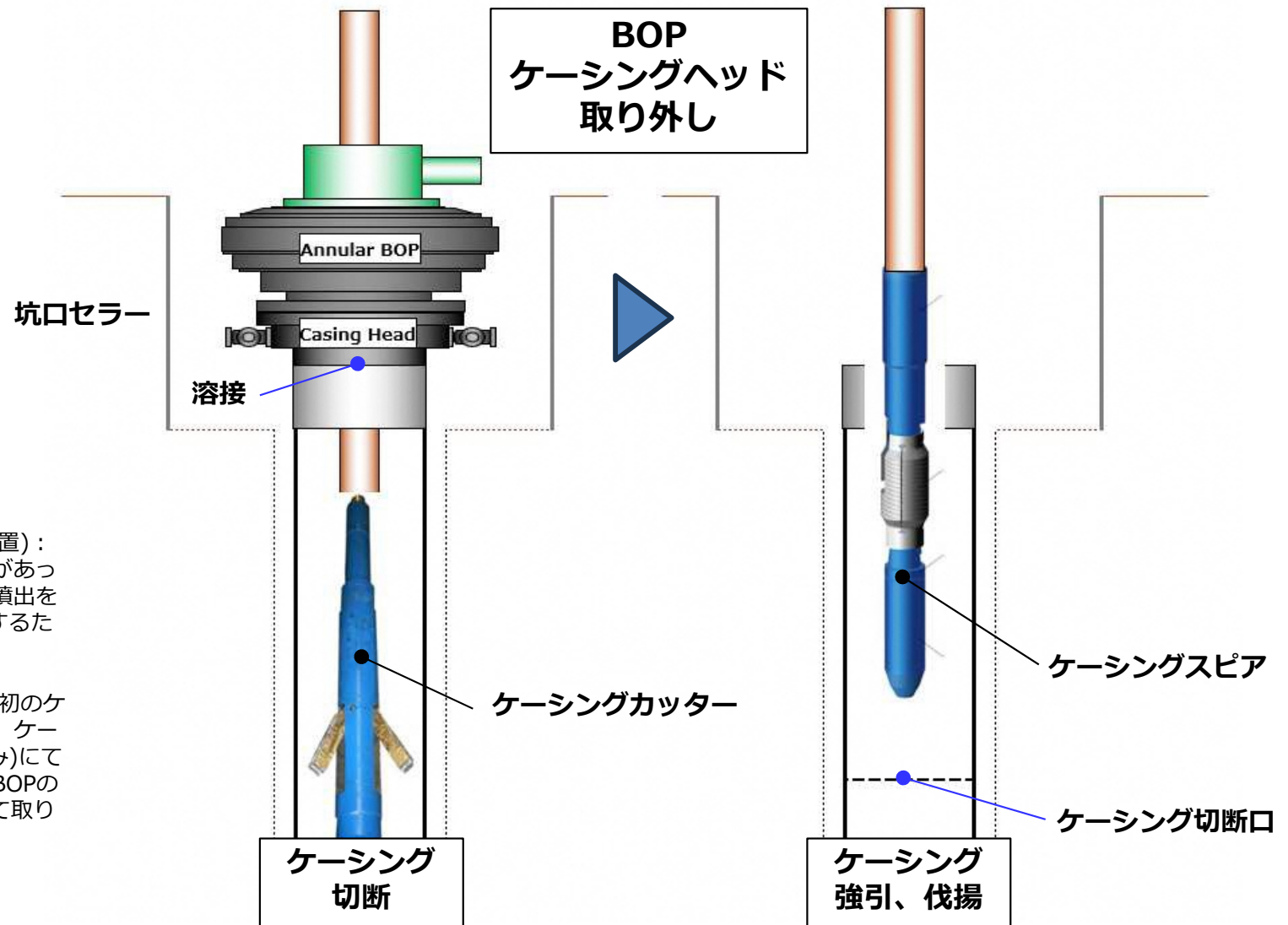
- 15分間にわたり3MPa以上のポンプ圧を加えた場合において、圧力低下が10%を超えないことを確認する。
- **プラグ上部に3ton以上の負荷をかけた場合において、プラグに異常がないことを確認する。**

ケーシング切断・伐揚時：坑口イメージ

- 33 -

ケーシングパイプを切断後：

- ◆ ケーシングを強引して伐揚するには、「BOPおよびケーシングヘッド」を取り外す必要がある。
- ◆ パイプを伐揚できない場合、(坑井を密閉して坑井を加圧したり、セメントをアニュラスヘスクイズしたりするには)「BOPおよびケーシングヘッド」を再度取り付ける必要がある。



[補足]

- BOP (Blowout Preventor/噴出防止装置) : 坑井作業中に地層流体の坑内への侵入があった時に坑井を密閉して流体の地表への噴出を防ぐ装置 (侵入した流体を安全に排出するための装置)。
- ケーシングヘッド (Casing Head) : 最初のケーシングパイプとBOP間のアダプター。ケーシングの頭部に溶接 (あるいはねじ込み)にて取り付ける。同ヘッドの上側の接続をBOPの接続口(フランジ、クランプ)に合わせて取り付けられる。