

令和3年度  
地熱井掘削監督者養成講座  
掘削用語講座  
(番外編)

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構  
地熱事業本部地熱技術部技術課

# 「掘削用語講座(番外編)」について

- 本年度「掘削監督者養成講座」を実施し、用語関連の質問が数点集められたため、この番外編にて解説を示す。

[受講対象] 初心者対象

# リーミングとバックリーミング

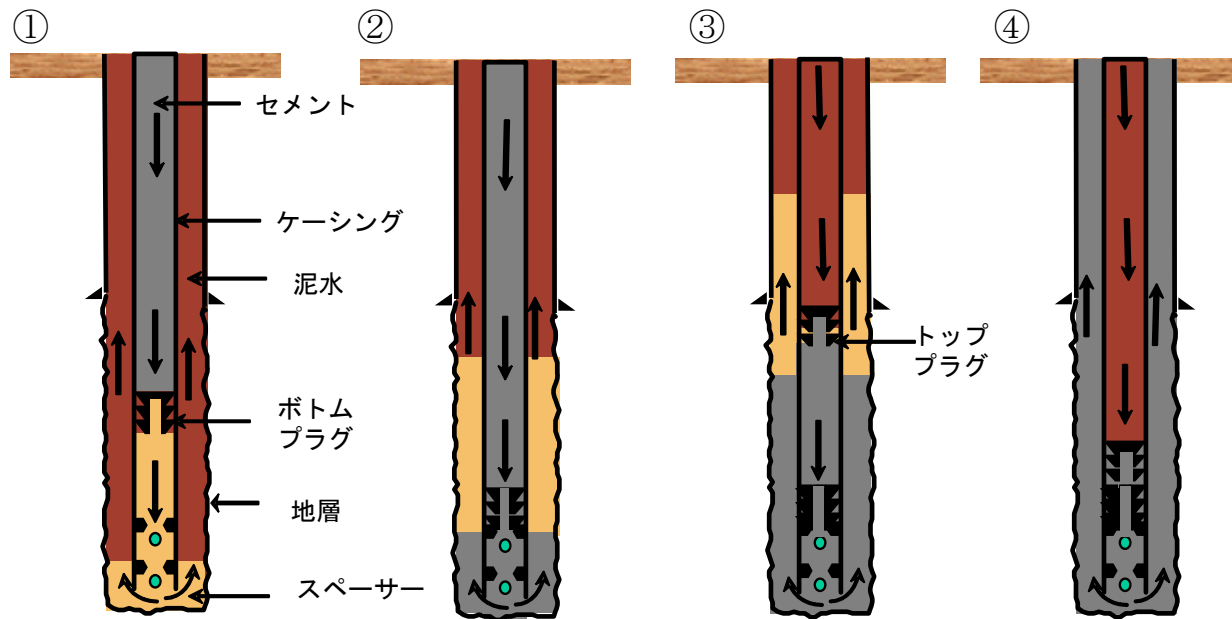
## Reaming & Back Reaming

リーミング(Reaming)は、“浚い”と訳される。

Reaming/浚いは、「坑井をスムーズにする」という作業であり、一度掘削された坑内に再度ビットやリーマ等を降下し循環およびビットやリーマ等を回転させることで、坑内のカッティングスや崩壊ざぐ等を坑外へ排出する、また、坑壁の凹凸を滑らかにすること。特に電検作業等で長時間、循環されないで放置された坑内は、坑壁から剥れかかった泥壁や、またその坑底には剥れ落ちた泥壁の一部やカッティングスが沈殿しているので、この作業を実施することで次の作業(一般的にはケーシング降下作業)が円滑に実施できるようにする。

また、Reaming/浚いは坑井浅部から深部に向けて実施されるが、TDS等ドリルパイプを回しながら昇降できる機械の登場によりドリルパイプを回しながら坑井深部からカッティングスなどの坑外への排出(掻き出し)、浅部に向けて坑壁を滑らかにする作業ができるようになった。この作業をReaming/浚いに対して、「バックリーミング(Back Reaming)」と呼ぶ。

# プラグ式(二栓式)セメンチング

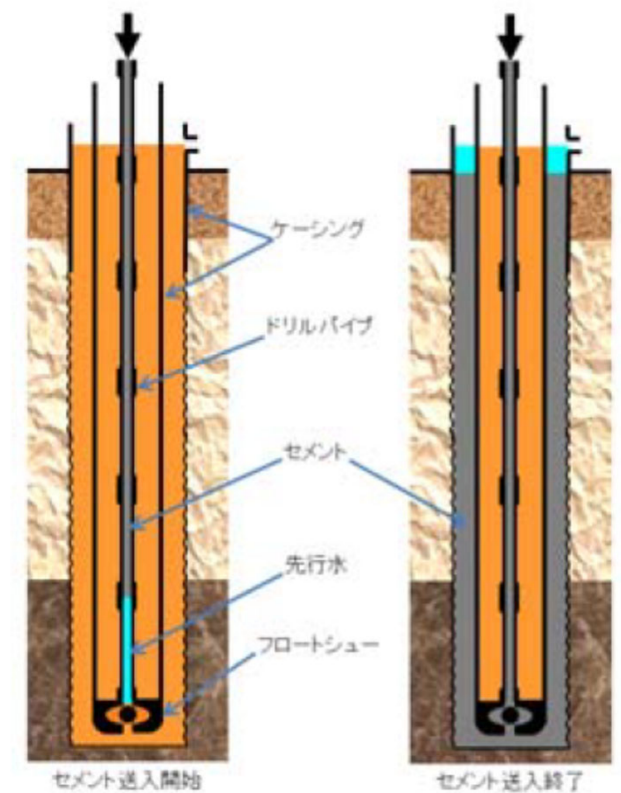


- ① スペーサー送入、ボトムプラグ投下、セメントスラリー送入
- ② ボトムプラグがフロートカラーに到達、ボトムプラグからセメントスラリー排出開始
- ③ 計画量のセメントスラリーが送入し終わったらトッププラグを投下、泥水で後押し
- ④ トッププラグがボトムプラグに到達し、圧力が上がりセメンチング終了

※セメントで遮断したい層が複数ある場合、複数回に分けてセメンチングを行うことを「ステージセメンチング」という。

# インナーストリング式セメンチング

主に大口径のケーシングセメンチングの際に実施されるケーシングセメンチング手法の1種。先のプラグ式(二栓式)セメンチングで説明したように、プラグ式(二栓式)セメンチングではセメントスラリー送入後には、スラリーがケーシングアニュラス(外側)部にくるように泥水で後押しするが、ケーシングの径が大きい場合、①後押し量が大量でオペレーションに長時間を要す。②確実にセメントが地表まで返ってくるかわからないまま作業を続ける、③セメント硬化時間の調整も困難となるなどのデメリットがある。そこで予定深度までケーシング降下後、ドリルパイプやヘビーウェイトドリルパイプをインナーストリングとしてケーシング内に降下してセメントを送入する。このことで後押し量を劇的に減らし、セメントの地表への回帰を確認してから後押しに切り替えることが可能となる。(後押しで返ってくるセメントは産廃処理となるが、確実なセメンチングが実施されたことは確認できる。)なお、インナーストリング下端にはシーリングアダプターというシールのついたパイプが取り付けられ、フロートカラーにランディング・シールできる。



出典：地熱井の仕上げ技術とトラブル例

# その他のケーシングセメンチング手法

先のスライドにてケーシングセメンチングの手法として「プラグ式(二栓式)セメンチング」「インナーストリング式セメンチング」を紹介したが、それ以外にも以下のような手法がある。

- ① マルチプルステージセメンチング(Multiple-Stage Cementing)
  - ② ライナーセメンチング(Liner Cementing)
  - ③ タイバックセメンチング(Tie-Back Cementing)
  - ④ リバーサーキュレーションセメンチング(Reverse Circulation Cementing)
- などがある。

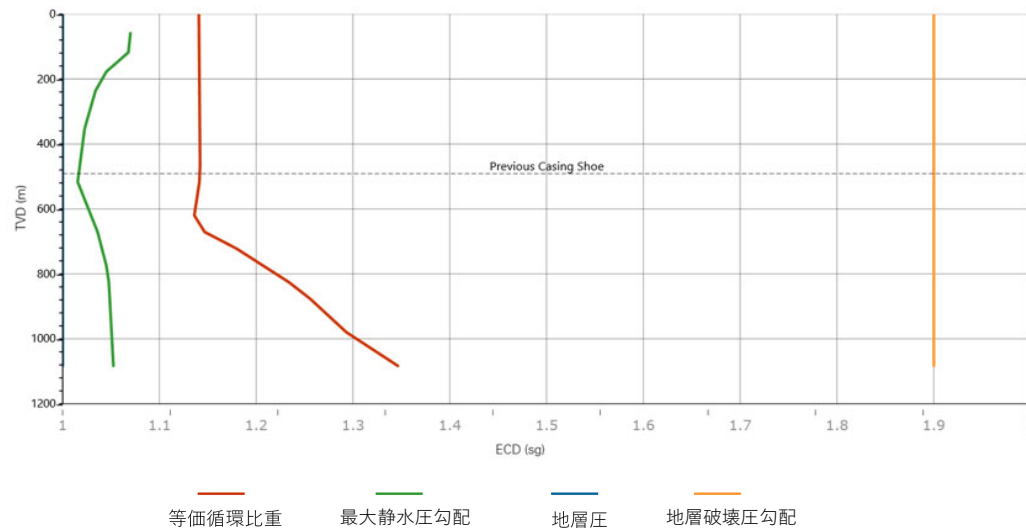
他のセメンチング手法に関しては質問にはなかったが、ご興味がある方は、インターネット検索をしていただければと思います。

# 等価循環比重

## ECD(Equivalent Circulation Density)

泥水循環している状況ではアニュラスの圧力損失は、常時坑底に作用する。つまり、循環中は坑底には循環停止時より多くの圧力がかかる。この坑底にかかる圧力は、泥水柱圧とアニュラスの圧力損失の合計で表される。この圧力を泥水比重に換算した値を等価循環(泥水)比重といい、右に示す式にて表す。

なお、等価循環(泥水)比重が、地層破壊圧勾配よりも大きくなると、地層が破壊され逸泥が起こる。(下図では、赤線で示される等価循環泥水比重が地層破壊圧勾配よりも小さいので、地層破壊による逸泥の発生はないということを示している。)



$$\rho_{ECD} = (0.1 \times D_{TV} \times \rho + Pa) / (0.1 \times D_{TV})$$

$D_{TV}$  : 坑井垂直深度(m)

$\rho$  : 泥水比重 (sg)

$Pa$  : 循環時の当該深度におけるアニュラスでの圧力損失 (ksc)

$\rho_{ECD}$  : 等価循環泥水比重(sg)

以上