

ボアホールカメラ観察における抑留事故の傾向とその予防

株式会社レアックス ○狩野 正也, 喜多 淳滋

1. はじめに

ボアホールカメラ観察における孔内の抑留事故は、一度発生すると、その復旧作業に多大な時間的・経済的損失を招く可能性があり、万一、機材等の孔内残留物が回収不能となった場合には調査自体が中止となるおそれがある。このため、観察中は細心の注意を払って作業に携わる必要がある。

本稿では、抑留事故の低減に向け、過去の事例を収集して、当時の作業上の問題から予測されたリスクと予防策について報告する。

2. 抑留事故事例

収集した事例は、当社に過去10年間（2012年1月～2022年12月）に寄せられたボアホールカメラ機器の修理依頼のうち、抑留事故の報告がなされたものを対象とした。集計した情報は次のとおりである。

- ボーリング孔の条件（掘削角度、孔径、掘削深度）
- 抑留事故の直接的な要因

収集の結果、抑留事故は全30件となり、ボーリング孔の条件としては、孔径φ66mm またはφ86mm、掘削長50m未満の鉛直下向き孔での報告件数が多かった。ただし、孔径については、地質調査のボーリング孔における標準的な仕様であること、掘削長50m未満の鉛直下向き孔はボアホールカメラの利用機会が多いためと推察された。

次に、抑留の直接的な要因は、鉛直下向き孔で孔壁崩壊・落下物が8割以上、傾斜・水平孔で挟まり・引っ掛かりが4割以上となり、ボーリング孔の掘削角度によって異なる傾向にあった。また、傾斜・水平孔では要因不明な事故が2割以上見られた（図-1）。

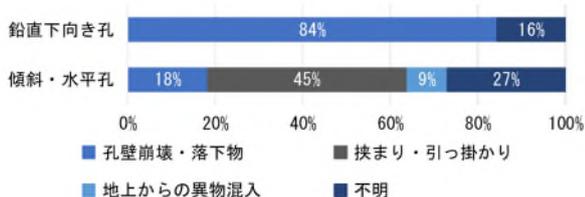


図-1 掘削角度別の事故要因

3. 事故分析

事例の事故報告において、その作業状況等の詳細を確認したところ、プローブの付帯品を正しく使用していないことや、抑留リスクを軽視した方法など、一般的なボアホールカメラの観察方法と鑑みて、抑留を誘発する可能性のある作業上の問題が確認された。

これらを集計した結果、全30件中20件の事故に問題があることがわかった（図-2）。

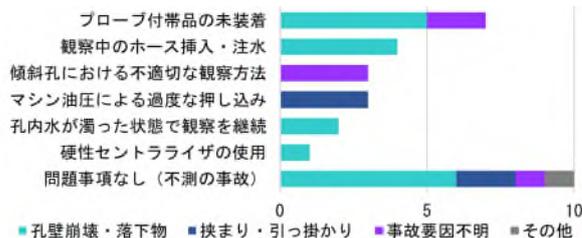


図-2 事故要因別に抽出した作業上の問題

4. 作業上の問題によるリスクと予防策

確認された作業上の問題について、抑留リスクとその予防策の一例を以降に示す。

(1) プローブ付帯品の未装着

事例中、最も多かった問題事項は、鉛直下向き孔におけるプローブ付帯品の未装着である。付帯品はコネクタ部分の保護と上方からの落下物の捕集を目的としており、多少の礫や岩片であれば捕集することができる（図-3）。鉛直下向き孔の観察では、予期しない落下物に遭遇する可能性があるため、装着は必須である。



図-3 プローブ付帯品の装着状況と効果

(2) 観察中のホース挿入・注水

次に、プローブを孔内の水中に吊り下げた状態で洗浄用ホースの挿入と注水を行う観察方法が挙げられる。この方法は、洗浄状況をモニタリングすることで効率的な作業となる一方で、孔壁に当たる送水圧やホース自体の接触によって孔壁崩壊・落下物の抑留リスクが極めて高くなる（図-4）。また、抑留状態となった場合には、無傷の回収は見込めないことから、観察と洗浄は必ず別工程で実施する必要がある。

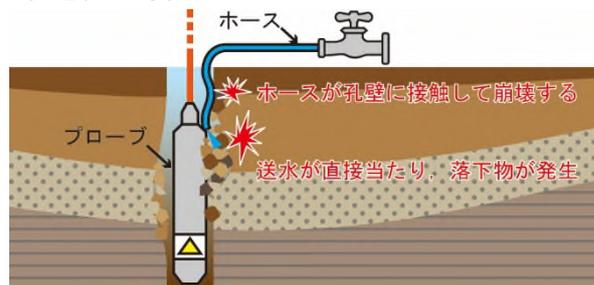


図-4 ホース注水・観察による抑留リスク

(3) 傾斜孔における不適切な観察方法

下向き傾斜孔の観察は、基本的にボーリングロッドにプローブを接続したマシン油圧による押し込みで実施するものであり、プローブの自重降下による観察方法は推奨されない。後者の場合は、孔壁の凸凹箇所や異径部での引っ掛かりによって抑留するおそれがある(図-5)。また、これらの引っ掛かりは察知が難しく、今回確認された事例はすべて事故要因不明として報告がなされている。このことから、傾斜孔観察時はボーリング孔の傾斜角や深度に係わらず、マシン押し込みによる観察方法を採用した方が安全である。

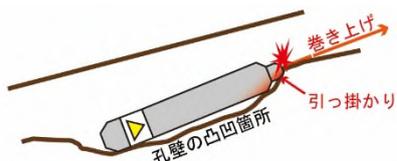


図-5 傾斜孔における自重降下での抑留リスク

(4) マシン油圧による過度な押し込み

傾斜・水平孔において、ボーリングロッドにプローブを連結してマシンの油圧で観察を行う際、孔内堆積物等によって生じた閉塞部や狭小部への無理な押し込みによって、一時的に抑留状態となる場合がある(図-6)。また、これらの事故はプローブ先端部の折損によって、作業中止を余儀なくされるケースが多く報告されている。

予防策として、マシンの油圧による昇降操作を行う際は、油圧計等を注視して先端に生じる荷重の変化からプローブの挟まりを迅速に察知することが挙げられる。

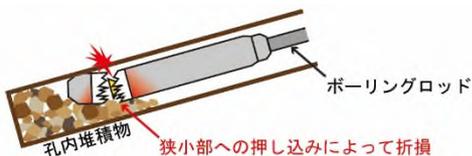


図-6 傾斜孔における狭小部押し込みでの抑留リスク

(5) 孔内水が濁った状態で観察を継続

孔内水の濁りによって視認性が著しく低下した状態では、孔壁状態を確認できず、落下物等のリスクを予測することができない(図-7)。孔内水に濁りがある場合は、無理をせず、洗浄後に再観察すべきである。

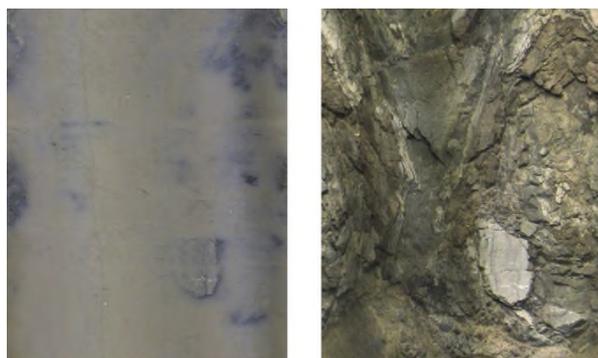


図-7 孔内水の状態による孔壁展開画像の見え方の例

(6) 硬性セントラライザの使用

鉛直下向き孔では、孔内に挿入されたプローブは必ず孔壁に接触しながら移動するため、昇降作業自体が落下物を誘発する可能性がある。これに対して、セントラライザを装着したセンタリングの確保によって、孔壁とプローブの接触箇所を少なくし、落下物の抑制が期待できる。ただし、万一に発生する落下物に備え、孔壁とプローブの隙間を狭める硬性のセントラライザは不適切であり、柔軟に変形して孔壁とのクリアランスを保つことができるソフト型セントラライザの使用が推奨される。

図-8は格子状のPET製シートを丸めて取り付けられたものとなり、孔壁に接触した際の衝撃を和らげ、落下物による抑留リスクを低減する。

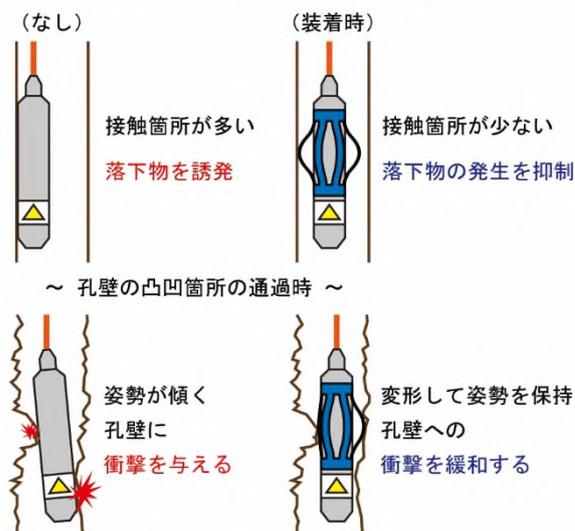


図-8 ソフト型セントラライザの形状・機能

5. まとめ

過去の抑留事故は、その半数以上の事例において、一般的なボアホールカメラの観察方法と鑑みて、作業上の問題が確認された。

本稿では、観察作業に際して問題事項から予測されたリスクとその予防策の一例を示したが、万一の事故を考慮して、予測されたリスクを一つ一つ回避することが重要であると考えている。本報告がボアホールカメラ観察の品質確保・安全施工の一助となれば幸いである。