

イージードリルを使用してのコアリング手法

合資会社 チコウ

佐々木定夫

【はじめに】

筆者は昭和46年より此の調査業界（ボーリング業界）に係わるようになり、大深度のWL工法、ダム調査での100mクラス、原子力発電所立地調査での200m超のコアリング調査を行ってきました。現地盤をそのままサンプリングし地質担当技術者へ提供する事が責務と思い現場工夫を行ってきましたが、昨今洋々な機材、設備が出現し試錐を行う者としては、恵まれた環境となってきたと感じております。

今回は、通常使用しているツールズを使い軟質な地層のコアリングが可能となりましたので、紹介をさせていただきます。

【コアリング技術の推移】

昭和45年～50年代の岩盤調査（ダム調査）には、利根式のダブルコアチューブでのコアリングが主流で、使われていたビットも特殊な場合を除きボルツ主体のサーフェイスビットが主流であった。又ビットも高価で（実際は現場コスト上では安価とおもわれたが）泥岩等比較的軟岩な地質ではメタルクラウンによる掘削も多く行われていた。

泥水（ポリマー系は無くベントナイト主体）をコアリング掘削に使用するのには、探鉱のボーリングに使用される以外は考慮されず、清水主体であり又、掘削に使用されるポンプもピストンポンプ（単動式）が主流で、水圧、流量はかなりの脈を打ちながらの掘削となっていた。

昭和55年頃には（開発、市販年は不明）、ビニール収納タイプのアイジー工業のダブルコアチューブを使用する機会が増え、コア詰まりが解消しその効果でコア採取率が格段良好になり、掘削諸条件が確保出来れば破碎状の泥岩の採取も可能となった。

その後ビニール収納タイプで内管途出型のチューブも市販されるようになり（内管途出型は利根で以前より市販されていたが、ビニール収納ではなかった）地滑りの調査等で多く使用されていたが、コア径、コア形状（押す力によりコア断面が記傷つく）等に不満が残ったが、採取率の観点から筆者もおおく使用してきた。

平成に入ると地滑り面の把握、破碎岩盤、マトリックスの緩い礫岩、又砂礫等の性状把握等の為に乱さない状態でのコアリングが求められ、各コンサル等でミスト（泡ボーリング）等の技術が発案され施工されるようになった。筆者はミスト（泡ボーリング）の施工は行った事がないが、実績発表等を見ると発想、着目点は今回お知らせするコアリング方法と類似点が多く見られるようである。ただ筆者が求めるコアリング技術のスタンダード化、平準化には各コンサルで行われているミストボーリングが機械的にも施

工的にも各コンサル外での使用が困難のようである。

筆者が求めているのは市販のツールス、資材で良質なコアリングが出来る方法(技術)で、さらに言えばコア径の維持(50mm)をし通常岩盤コアリングに使用するツールス(アイジー工業製のチューブ)をそのまま併用しコアリングができる事である。

今回は上記の理由により、通常岩盤コアリングに使用しているφ66mmのアイジー工業製のビニール収納タイプのダブルコアチューブによるコアリングの工夫等を紹介致します。

【ビット形状の工夫】

数年前に(株)国土調査技研の高石氏にビットブランクのウォーターウェイ上部に6mm程度の穴を設ける事で(図1)、循環水をビット先へ送らずにビット先が半無水状態になり、循環水のコアに対する影響が無くなり流失等が無くなるとの意見を頂き破碎状の泥岩掘削で試したところ有る程度の成果は得られたが、一部粘土質部の流失が見られた。

掘削時の送水量の調整(送水圧)、回転数の調整、給圧の調整、スラストの調整等不明な状態での掘削となったが、掘削スタイルの調整を行いつつコアリングを行ったところ以下の点が徐々に判明した。

- 1) 送水量は通常掘削に対して極端な(1~5ℓ)減少が必要、それに伴って掘削時の送水圧力が0.1~0.2MP程度に下がり又低い送水圧力で安定しているとしっかりコアリングが行われている。高石氏によると送水圧が0.05~0.1程度迄降下するような送水量(0.5~1ℓ)程度で良いとの事。
- 2) 給圧、スラストはビット切削能力より過大な給圧供給を行うと送水圧の上昇につながるので、送水圧の状態をみながら選択し掘削を行う。
ただ、コア障害と見間違ふ程度の掘進率となる為判断が難しい。
- 3) 回転は高回転での掘削は、チューブのブレ、コア障害を引き起こしやすい為メタルクラウン対応とサーフェイス対応の中間程度、120~150回転/minの選択が望ましい。
- 4) さらに送水ポンプは底水量を低圧で常時一定水量を送らなければならない為油圧駆動式のポンプ(東邦P-3等)を使用する事が望ましい。
ポンプに関しては後術する泥水使用の事等を考慮しても上記のポンプの使用を勧めたい。

《図1 各種穴空きビット》



【イーゼードリルの使用】

清水でのコアリングには限界があり、予てより普通工法時に破碎層等の保孔目的でイーゼードリルを使用していたが、粘性を伴う材料は掘削時管内圧力、チューブ内の機械的圧力等で極めて少量の送水掘削には向かないと思っていたが、砂礫層のサンプリングで試用したところ比較的良好なサンプリングが出来、それ以降イーゼードリル（ポリマー溶液）を使用し通常掘削時も発注者の了解が得られれば使用している。

上述の清水掘削時と同じ条件での掘削が望ましいが、比較的ラフな感覚でもサンプリングが可能である。それはイーゼードリルのもつ特性によるものである。

2004年岩盤力学に関するシンポジウムにて発表されたライト工業柳沢氏他の論文の抜粋を下記に記載する。

ポリマー溶液を利用したサンプリングによって良質なコアが採取出来る理由は、ポリマー溶液の様々な特性が寄与していることが考えられる。例えば、水溶性ポリマーの一般的な機能として、レオロジー的性質の改善（例えば増粘作用）、界面活性作用（表面張力低下作用・乳化作用）、皮膜形成作用、保湿作用、包接作用、殺菌作用などの多岐にわたる機能が挙げられている。さらに、**配管内に特殊な境界層が形成されて管内へ壁面と流体間の摩擦抵抗が減少するトムズ効果や、法線応力効果の一種であるワイセンベルグ効果などの特異な性質も知られている。**

参考に。

※ワイセンベルグ効果

粘弾性を示す液体に見られる現象の一つ。コロイド溶液や高分子溶液の液面に棒を立てて回転させた時に液体が棒にまとわりついて、はい上がろうとする現象を指す

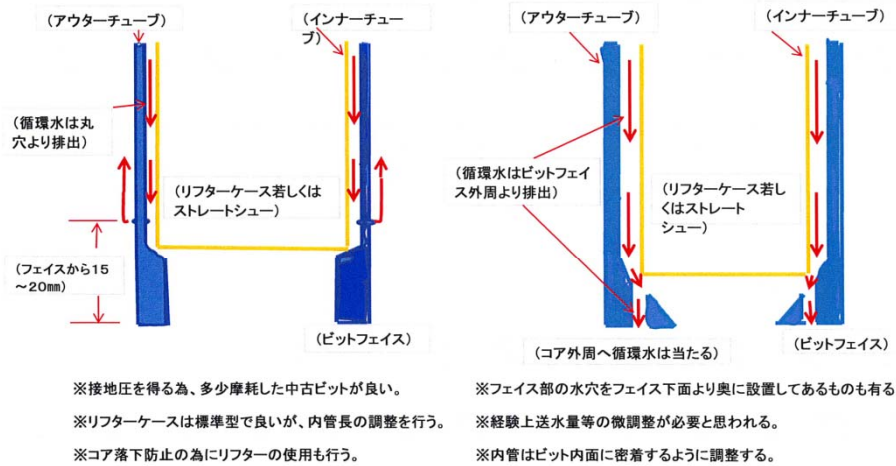
※トムズ効果

液体に少量の高分子物質を添加したとき、乱流の液体摩擦抵抗が著しく減少する現象をいう。この現象はある飽和限界があり、それ以上添加しても効果が認められなくなる。

先に記した、穴空ビットを使用し小泥水量、底水圧下でイーゼードリルを使用しサンプリングしたコアは、表面にポリマー溶液がべったりと張り付いた状態が多く見られる。これはワイセンベルグ効果と思われ、又高粘性の泥水を送水する事による送水圧の上昇の抑制効果は、トムズ効果と思われる。したがって限界迄送水量を減らすことによるコアへの影響は防げ又、高粘性の為ビット周辺のスラッジの排除がスムーズに行われる事による二次的な送水圧の減少等も考えられ、穴空きビット・イーゼードリル・送水ポンプのセットによる良質なコア採取が出来ていると考えられる。

掘削時のビット周辺での状態を図2に示す。

【ビット周辺図】



自加工ビット

ボトムディスチャージビット

図の自加工ビットは、穴径、穴の位置さらに掘削時の送水量、給圧、回転数等いろいろな地層に対しての掘削対策データは皆無であるが、直接コア表面に循環水があたらない為、前術にあるように比較的ラフな掘削方法でのコアリングが可能である。

ボトムディスチャージ型は以前より軟質な地層でのコアリングに使用されていたが昨今ではビットフェイス上の排水孔をフェイスより上部に取り付け循環水のコアへの直接的な影響を防ぐ工夫がなされている。

通常ビットからの循環水の排出はビット内部の角度（45°）で管中央部に途出する為、掘削中のコアのセンターにビットより約10cm程度離れた状態で当たるように設計されているが（高圧でコアに当たる）、ディスチャージでは循環水がビット下部よりほぼ垂直に排出されるため、高圧で直接コアに当たる事はない。

クリステンセンマイカイのGWSシリーズのビット、利根製のフラットビット等は排水方法はボトムディスチャージ型であるが、ビットフェイスがWTWのない全断面での植付けとなっており、先端接地圧が高くコア確保がしやすい設計となっている。

【設備関連】

前述で述べたが、ツールス上部の掘削設備が比較重要であると思われる。少量泥水の送泥、低圧下で脈動の少ない安定した送泥はいわゆるピストンポンプでは不可能で、又高濃度の泥水である事からプランジヤー（動分ポンプ）は検討外である。

弊社、筆者は図3に示す設備（東邦P-3）をボーリングマシンに取り付け岩盤掘削を行っている。動力は油圧駆動でボーリングマシン本体に給圧バルブをセットしバルブにて送水量の調整をおこないつつ掘削を行う。押圧の安定は高く送水量ゾーンの調整が簡単でお勧めしたい設備である。

(利根TEC-1)

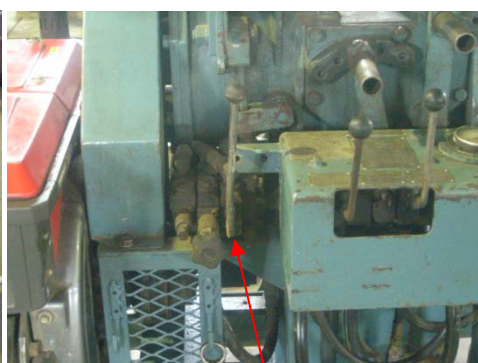


(東邦P-3)

(油圧カップラー接続)



(ユニット接続状況)



(操作バルブ)

【実績等】

今回実績と紹介させて頂くのは、道東方面の地滑り地での調査で、他業者のコアリング状態と、ほぼ同地層の筆者のコアリング状態を比較したものである。

他社のコアリングツール、条件等は定かでないが、考察したところ掘削水は清水、送水量を絞りつつの掘削又、一部にコア形状が45mm程度と見られる為内管途出型のチューブを使用し掘削を行ったものと見られる。

同地層を穴空きビット、イーজードリルでコアリングをおこなった結果、脆弱礫間の粘性土の部分が極めて高い採取率となった。

筆者のコアリングデータは次の通りである。

《使用設備》

ボーリングマシン	利根TDC-1
ポンプ	東邦P-3
ツールス	アイジー工業製φ66mmビニール収納タイプチューブ チューブ（掘削有効長）1.0m
ビット	利根製インプリビット C-19（中古） 6mm4穴
掘削水	テルナイト製イージードリル （濃度は次回記録等の報告で）

《掘削データ》

給圧	250 kg/cm ³ （ゲージ圧）
回転数	150回/min
送水量	3～5ℓ/min
スラスト	100～115 cm/min（掘進率）

《強風化粘土質部・打ち込み》



《イージードリル・穴空きビット》



《強風化部・コアパックチューブ》



《イーゾードリル・穴空きビット》

《新鮮岩上部・コアパック（内管途出型）》



《イーゾードリル・穴空きビット》

(流失部が採取される)

【まとめ】

自社加工ビット、イーゾードリル使用でのコアリングを紹介しましたが、各ボーリング機械メーカー、ツールスメーカーでは軟質な地層のサンプリングに対応しツール、ビットの開発、販売が行われています。選択肢が広いのを利用しより良いサンプリングコアリングを行う事が大事と考えます。

又他者のボーリング技術者の方でコアリングに関して良い提案等御座いましたらお知らせ頂き、情報の共有をお願いしたいと思います。

《参考資料》

水溶性ポリマーの濃厚溶液を使用した新しいサンプリング方法のメカニズム

土木学会 第33回岩盤力学に関するシンポジウム

柳澤希実氏・谷和夫氏・金子進氏・酒井運雄氏