

半自動ボーリングマシンの開発

応用計測サービス株式会社 比留間 誠之, 和田 昌樹, ○目黒 敬記

1. はじめに

本装置は、従来型ボーリングマシンに各種センサーと油圧コントロール装置を追加することによって、ボーリング技術者が手動操作していたスピンドル部の油圧操作を自動制御し、外部入力信号によっても操作できる装置である。掘進速度、先端荷重、ロッド回転数、送水量、送水圧、現在の深度の6項目を遠隔でモニタリングすることができ、現場状況を把握できる装置となっている。

2. 開発の背景

従来型ボーリングマシンでは、ボーリング技術者の長年の経験からスピンドル部の油圧コントロール、掘削水の量と圧力掘進速度などを決定していた。ボーリング技術者によって品質の差が発生し調査精度にも影響が及んでいるとともに、品質の良い掘進技術の伝承も進んでいない状況である。また、現状の現場管理は、現地にて状況確認するかボーリング技術者に確認するしかなかった。今回、これらを解決するために掘進技術の数値化とスピンドル部の油圧コントロールを自動化し、さらに、現場状況を遠隔地でリアルタイムに把握し、把握した状況から油圧コントロールを制御することを目指した。

3. 開発の目標設定

開発にあたり、以下の目標を設定した。

- ① 従来型のボーリングマシンに取付けられる装置。
- ② ボーリング技術者が容易に操作できるシステム。
- ③ 掘進状況が現地で確認、記録できること。
- ④ 記録されたデータが遠隔地で確認できること。
- ⑤ 遠隔地から油圧コントロールできること。
- ⑥ 手動操作に切替が可能であること。
- ⑦ 将来的には地点、深度から閾値を演算させること。
- ⑧ これからのボーリング技術者支援ツールとなること。

4. 装置概要



写真-1 半自動ボーリングマシン

本装置は、従来型のボーリングマシンに回転センサー、磁歪センサー、スピンドル上部下部油圧センサー、送水流量計、送水圧力計を加工して取付ける。写真-1は、東邦地下工機社製 D0型に取付けたものである。



写真-2 回転センサーと磁歪センサー

写真-2は、油圧チャック部に回転センサー、油圧シリンダー一部に磁歪センサーを設置した状態であり、これによりロッド回転数とスピンドルの移動量を計測する。



写真-3 油圧計および油圧コントローラ

送水ポンプ搭載位置には、油圧コントローラおよび油圧計を設置している（写真-3参照）。油圧源はボーリングマシンの油圧系統から分岐してコントローラに油圧供給を行う。



写真-4 送水流量計、送水圧力計

写真-4は、電磁流量計と圧力計の設置状況であり、これらは、デリバリーホースに接続している。



写真-5 制御装置

写真-5は、制御装置である。制御装置部は各センサーからの情報を集約し、先端荷重と掘進速度を演算してスピンドル部の油圧を制御する。掘削条件は先端荷重一定、掘削速度一定のモードが選択可能でそれぞれの閾値を超過しないように油圧をコントロールする。現状では閾値をボーリング技術者が入力し、状況によりこれらの入力値の増減を行う。今後の開発として、GPS データと過去の記録から閾値のフィードバックを行う。



写真-6 遠隔操作画面

写真-6は、遠隔操作表示画面である。インターネット経由で行う。通常は携帯回線を使用する。山岳地など電波の届かない地点などでは、スターリンク等衛星回線の使用も可能である。この画面に制御方法、各閾値、各測定値、深度情報、ツールの状況が表示され、泥水量、泥水圧、先端荷重、掘削速度が経過時間によってグラフ化される。遠隔操作画面からマシンの油圧部分が操作可能である。掘進開始、掘進停止、掘削速度、先端荷重の変更も可能である。現在の主流であるディーゼルエンジンの回転数は、外部からの電気信号でコントロールすることができない。同様に、送水ポンプもエンジン仕様では遠隔操作することができない。

5. 記録結果

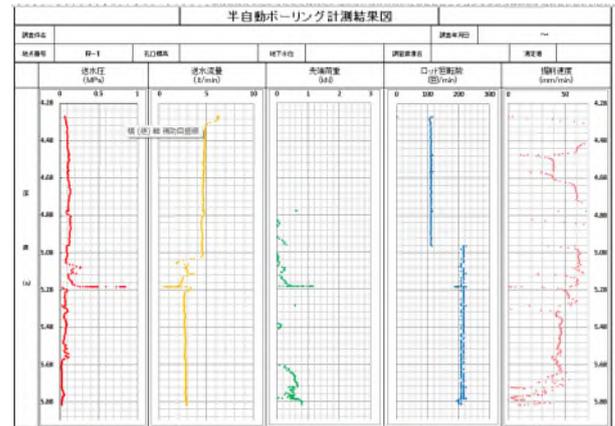


図-1 データ整理シート

図-1は、データ整理シートである。左から送水圧、送水流量、先端荷重、ロッド回転数、掘削速度であり、深度ごとの状況が把握できる。今後は、このデータのほかに使用機材、材料、コアの状況等を合わせて記録することや、これらの情報を蓄積して閾値の自動化を目指したい。

6. 最後に

本装置は、従来型のボーリングマシンで作業を行うものであり、ロッドの昇降、接続、貫入試験は従来工法通りである。半自動装置自体はボーリングマシンに組み込み済みとなっており、簡単に分解してモノレール運搬することが可能である。センサーのケーブル等の処理はしているが破損の可能性は残されているため、今後はケーブルレス化を検討したい。テストでは東邦地下工機社製 D0 型 D2型にて実証済であるが他社製のボーリングマシンでも取付けが可能である。ボーリングマシンと送水ポンプを電動化できれば理論的には遠隔コントロールは可能となるが、調査現場で200vの電源の供給方法が問題として残る。

半自動ボーリングマシンを通じてボーリング技術の伝承と若いボーリング技術者の育成に寄与できることを願っている。

《引用・参考文献》

- 1) 谷川正志:「ボーリング機械の計測物理値による掘進技術の自動制御について」全地連技術フォーラム 2016論文集 No. 7 2016. 9
- 2) 谷川正志:「コアボーリング技術の見える化によるサンプリング技術の向上」全地連技術フォーラム2015 論文集 No. 114