

VI-138 小断面岩盤推進工法の開発 （その2 自動操作システム）

三井建設(株) 技術研究所 正会員 臼井 龍男
同 上 正会員 伊藤 達男
同 上 正会員 清水 安雄

1. はじめに

本工法の概要については、その1（実工事への適用）で述べた。本報告では、工法の自動化・省力化を計るために開発した自動操作システムについて述べる。

2. システムの概要

本システムは、機械の操作を坑外の操作室から「遠隔」あるいは「自動」で行うものである。図-1に制御システムの概要を示す。今回の推進機では、削孔作業の他にズリ排出作業も「遠隔」及び「自動」で行うことにした。

パーソナルコンピュータは各センサの情報をもとに削孔位置及び削孔終了カ所等をカラーディスプレイ上に表示す

る。操作盤あるいはパーソナルコンピュータにより推進機内の電磁弁を制御して削岩機やスクレーパの操作を行う。差し角と旋回には、位置決め操作のしやすい電磁比例弁を使用した。センサは、アブソリュートタイプで振動に強いレゾルバである。

操作モードは、削孔作業を行う「掘削モード」と、スクレーパによりズリの排出を行う「積み込みモード」があり、それぞれ「遠隔」、「自動」の操作ができる。写真-1は、遠隔操作室の状況である。推進機内から操作も行えるが、この場合は切羽と機内表示盤（差し角・旋回角等）を見ながら行うことになる。

安全対策として操作盤に非常停止スイッチを設けてある。また、「遠隔」及び「自動」の操作中は、推進機内で回転灯が作動し注意を促す。

2・1 掘削モード

削孔作業を行うモードである。「遠隔」は操作の基本であり、ディスプレイを見ながら操作盤のジョイスティックで削孔位置を決め、削孔を開始する。フィード量が300mmに達すると、ディスプレイ上の削孔

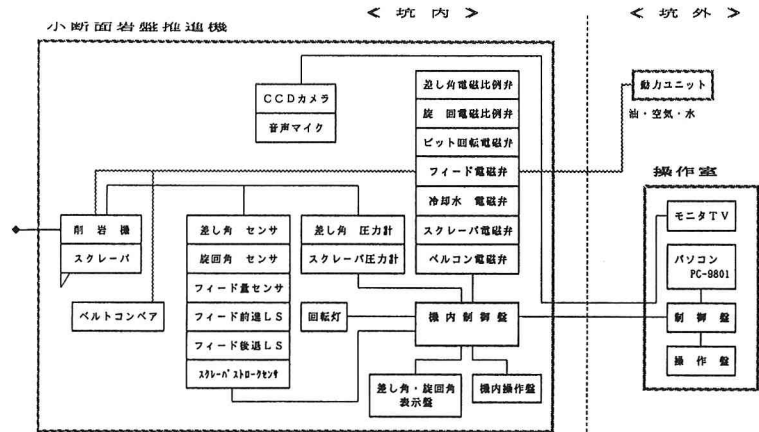


図-1 制御システム概要

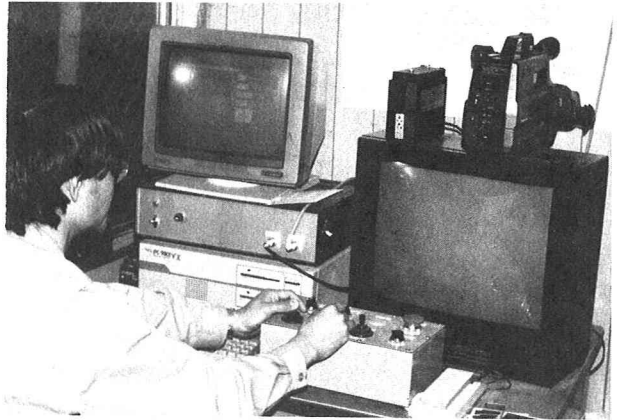


写真-1 遠隔操作室

位置の表示の色が変わる。そこで削孔を終了する。削岩機の動作状態はモニタTVで確認できる。写真-2はディスプレイの画面である。

「自動」は、予め削孔する位置・順序をコンピュータに入力しておくことで、位置決めから削孔まですべて自動で行う。操作盤のスイッチを「遠隔」から「自動」にすると、電磁弁への出力が操作盤からパソコンに切替わる。パソコンの操作モードを「自動」に切替えて、スタートのキーを押すと、削孔作業を開始する。

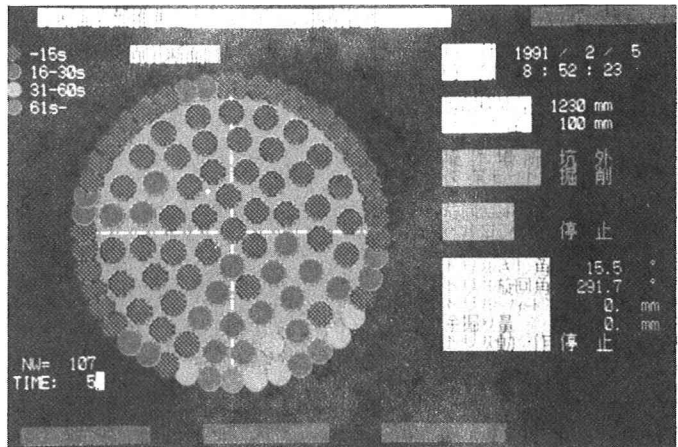


写真-2 ディスプレイ表示

2・2 積み込みモード

ズリの排出を行うモードである。「

遠隔」では、オペレータは、ディスプレイに表示されたスクレーパの姿勢・位置とモニタTVを見ながら操作盤のジョイスティックでスクレーパを操作し、ベルトコンベアにズリを積み込む。

「自動」は、掘削モードと同様にスクレーパの動作パターンを予め、コンピュータに入力しておく。操作盤のスイッチを「自動」に切替え、パソコンも「自動」を選択してスタートのキーを押すと、スクレーパがズリを掻き出してベルトコンベアへ積み込む動作を繰り返す。作業中、スクレーパの刃先が堆積したズリに当たったか否かは、スクレーパと差し角の圧力により判定し、積みみや回避動作を行う。

3. 施工結果

(1) 掘削

削孔作業はすべて「遠隔」及び「自動」で行った。位置決めは、差し角・旋回角の制御に電磁比例弁を使用しているため操作性が良好である。位置決め精度は、パソコンのセンサ入力変換の分解能から理論上3mmであり、ディスプレイの表示と切羽での削孔パターンはほとんど一致していた。

「自動」削孔は、「遠隔」と比較すると削孔時間は同じであるので、位置決め時間の差となる。1孔当りの位置決め時間は、慣れたオペレータに比較しても平均2～3秒は早い。問題として、位置決め中に堆積したズリや剥離して落ちた塊に当たった時や、亀裂の多い面を削孔中にビットが食込んだ時に支障が生じることがあった。切羽の状態に応じた削孔パターンや、方向修正おける余掘り量を考慮したソフトの開発も今後の課題である。

モニタTVの映像と音声による掘削機械の監視方法は、機械が正常に作動しているか否かを判断するのに極めて有効である。ただし、カメラの解像度の関係から切羽の細かい状態（凹凸）までを判別することは困難であった。機内のスペースの問題はあるものの複数のカメラを取付け、画像処理して切羽の凹凸を判別する手法も検討中である。

(2) 積み込み

スクレーパは機構的な問題で動作が不十分なことが判明し、機内のスペース上の制約からベルトコンベアとともに撤去した。このため、実施工では「自動」の動作を確認することができなかった。

4. おわりに

小断面岩盤推進工法の省力化・自動化システムについて述べたが、削孔作業に関する限りソフトウェア上の機能は当初の目標をほぼ達成できたと考えている。ハードの面では制御システムの信頼性からも機器類の振動対策が重要な課題である。今後、ズリ出し装置を含めて自動化をさらに進めて行く予定である。