

VI-210

ケミカル・プラグ・シールド工法の開発

鶴 鴻池組 土木本部 正員 田中 浩

鶴小松製作所 地下建機事業部

山崎敏弘

1. 開発の目的・方針

泥土圧式シールド工法は適用地質の広い優れた工法であるが、高水圧が作用する滞水砂レキ層では掘削土砂がスクリー排土口より噴発し、切羽の崩壊を発生させる恐れがある。これを防止して泥土圧式シールド工法を、高水圧が作用する大深度も安全・確実に施工できる様にする事が本開発の目的である。

噴発が発生するのはスクリーが、切羽を圧力的に密閉できないためである。スクリー排土口にロータリーバルブ等を設置する機械的な対策方法があるが、本開発ではスクリーコンベヤー内で土砂を改良して、この改良土砂で切羽水圧に対応する止水プラグを形成させることとした。これを可能にする技術開発テーマは、スクリー内に於て、下記の技術を開発することである。

(1)短時間に泥土を改良する薬剤の開発

(2)掘削土砂と薬剤を混合し泥土を良質土砂に改良する。

(3)改良土砂をスクリー後半部に詰めて、止水プラグを形成させる。

2. 泥土を改良する薬剤の開発

化学メーカと共同で研究し天然高分子(多糖類)を用いた泥土改良剤を開発した。これは主剤(粉末)と助剤(液体)より成り、砂レキに泥漿が混ったドロドロのシールド掘削土砂を、数十秒でバサバサの良質土に改良することができるものである。

泥土に対する添加量は、泥土に含まれる粘土やベントナイトの量・品質により左右されるが、実際のシールド工事の掘削残土では、残土1.0m³当り主剤が2~3kg、助剤1~2ℓである。

3. スクリーの模型実験

図-1に示すφ60mmのスクリー2本を用いた装置を用いて実験し、以下の結果を得た。

(1)スクリーラップ部で、泥土と薬剤は混合され、泥土は確実に改良できる。

(2)止水プラグを形成させるにはスクリーの駆動方式を外周駆動とし“トラフ回転閉塞効果”が大きく寄与するのではないかと推測した。

4. 実大模型実験

4-1 実験装置

図-2に示すφ300mmのリボンスクリューを主とし、同径の副スクリーを持つ構造とし、スクリー先端は、シールド機のミキシングチャンバーを模した3.0m³の圧力タンクに貫入させた。圧力タンクには、シールド掘削土砂を模した土砂を投入し、エアにより5kgf/cm²まで加圧できるようにした。泥土を改良する薬剤は、実験用に1液性としポンプでスクリーに注入した。

図-1 スクリューコンベア・ミニモデル

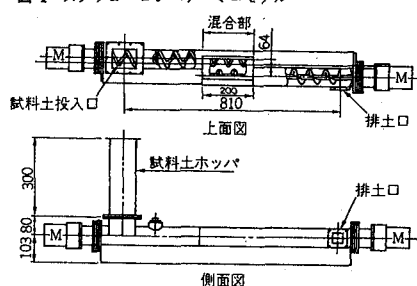
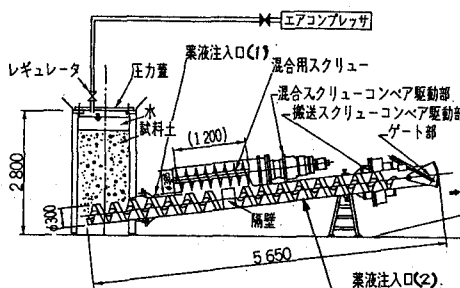


図-2 リボンスクリュー利用の実験機



4-2 実験方法（実験は下記の3段階で実施した。）

第1段階 …… 土砂タンクに圧力を加えず、効率的な泥土改良方法の研究

第2段階 …… 土砂タンクに加圧して、止水プラグの効果の確認

第3段階 …… スクリューコンベヤーの1軸化と実際のシールド工事に備えた薬剤添加システムの確立

試料土砂は、20 m³の鋼製タンク内で砂レキと泥漿を混合し、含水比は25%程度に調整したものをを用いた。

4-3 第1段階・泥土改良運転の結果

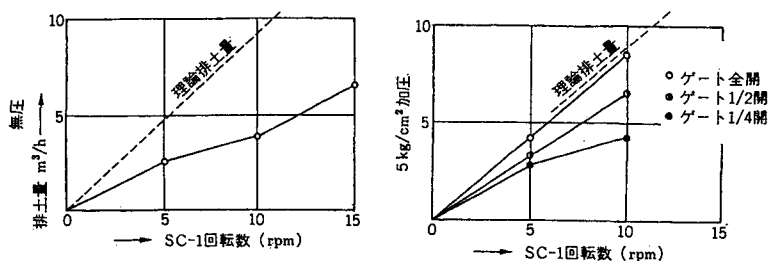
- ・トラフ回転閉塞効果によりスクリュー後半部に、良質土砂を密に詰めることができる。
- ・スクリュー内で土砂の改良ができると、スクリューのトルクが上昇し、この値でスクリュー内の土砂の性状を管理できる。

4-4 第2段階・加圧実験結果

土砂タンクの耐圧性能より5 kgf/cm²までしか圧力を加えなかったが、スクリュー内で改良した土砂が止水プラグを形成し、土砂タンクの圧力を一定に維持しながら運転することができた。

図-3に示すのは、無圧力状態と5 kgf/cm²加圧した状態のスクリュー回転数と排度ゲート開度を変化させた場合の排出土量を示すものである。

図-3 ゲート開度、SC-1回転数と排土量の関係



4-5 第3段階 …… スクリューコンベヤーの1軸化

スクリューコンベヤーについて泥土と薬剤を十分に混合させるため2本のスクリューを用いて実験していたが、実験中より混合が過剰になっている感触を得ていた。薬剤の注入口を図-1の注入口2に設け実施すると注入口1よりも良い結果が得られ1軸化の問題は直ちに解消した。リボンスクリューは搬送以外に混合力があることを確認した。

4-6 実験結果と考察

- (1)リボンスクリューは1軸でも十分に泥土と薬剤を混合し改良することができる。
- (2)スクリューの外周駆動方式は、トラフ回転閉塞効果により、スクリュー後半部に改良土砂を圧密して詰めるのでスクリューを圧力的に密閉機構とする止水プラグを形成させる。
- (3)止水プラグがスクリュー内で形成されているか否かの判定や管理は、スクリューを駆動させる油圧モータの供給油圧が未改良時の1.5倍以上となるので容易に判断できる。

7. ケミカル・プラグ・シールド工法の成立

開発した工法をケミカル・プラグ・シールド工法と命名し、以後実際の現場で実証施工を実施し、工法の完成度を高めた。