

PSVI-2 ケミカル・プラグ・シールド工法の開発

鵜鴻池組 正会員 田中 浩
鵜鴻池組 清水晶吾
鵜小松製作所 青木英和

1. はじめに

ケミカル・プラグ・シールド工法は、高水圧が作用する滞水砂レキ層を安全に掘進できる土圧式の新しいシールド工法で鵜鴻池組と鵜小松製作所が共同で開発したものである。シールド機の排土装置すなわちスクリーコンベヤー内に、泥土改良剤を添加し掘削土砂を改良する。この改良土が切羽水圧に対抗する止水プラグを形成しながら排出できる様にしたもので、土圧式シールド工法の切羽を、泥水加圧式シールド工法の様に圧力的に密閉できる様にしたものである。

本論文は、当工法の開発方法・システム説明並びに現場実証実験の結果について報告するものである。

2. 開発目的

土圧式シールド工法で 2.0 kg/cm^2 以上の水圧が作用する滞水砂レキ層を安全に掘進することは極めて困難である。これは切羽の高水圧がスクリーコンベヤー排土口から噴発し、多量の湧水・切羽の崩壊を発生させて切羽周辺の地山を著しく乱したり、地表面沈下や陥没等の事故発生の恐れがあるからである。

これらの事故を防止して安全に掘進できるシールド工法の開発と、来たるべきジオフロントの開発で要求される大深度シールドを、土圧式シールドで施工可能とすることが研究開発の目的である。

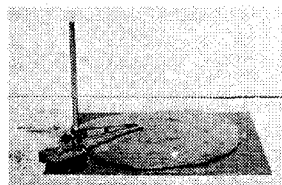
3. 開発方針

鵜鴻池組では、昭和62年に軟弱な泥土を短時間で改良する薬剤を開発した。この薬剤を用いてシールド機のスクリーコンベヤーで連続的に、泥土改良・止水プラグの形成・排土を行なう排土装置の開発を実施することとした。このための技術課題は

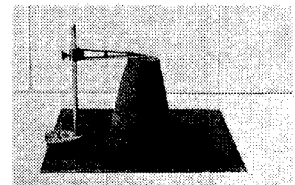
- ・シールド機の排土装置内で、掘削土と薬剤を混合して数十秒以内に良質土に改良する機構
- ・改良土による耐水圧能力をもつ止水プラグの形成とそのコントロール
- ・粉末の泥土改良剤を、シールド工法に使用できる様に改良する

4. 泥土改良剤について

薬剤は植物性天然物を主成分とする粉末で右の写真に示す様に、流動性のある軟弱な泥土に、少量の薬剤（泥土 1.0 m^3 当り 1.0 kg ）を添加し混合（60秒前後）すると、流動性を消失した良質土に改良することができる。



※改良剤添加前のスランプ試験
(スランプ値25cm)



※改良剤を泥土 1.0 m^3 に 1.0 kg 添加し攪拌後のスランプ試験(スランプ値1cm)

写真-1

中性で人体・動植物に対して安全な薬剤で

ある。薬剤が泥土を改良するメカニズムは、泥土に流動性を与えている粘性土を凝集・脱水させて流動性を消失させる。流動性を消失した良質土に変えるだけで、土の強度増加等には寄与しない。

5. 実大模型実験

基礎実験と模型実験等を実施後、図-1に示す実大模型を作製してスクリー内の泥土の改良並びに止水プラグの形成実験を行った。泥土改良はリボンスクリーで可能で、止水プラグの形成はスクリーの外周駆動方式と排出ゲート直前に設けた直管の長さの調整で行えることを確認することができた。当装置で最大 5.0 kg/cm^2 まで圧力を加え止水プラグの有効性を確認した。

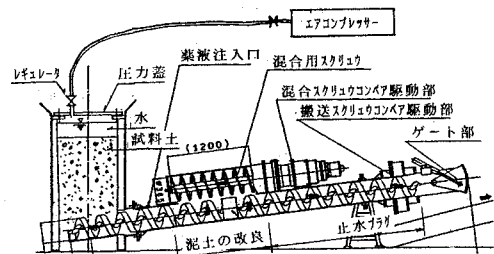


図-1

1) 止水プラグの耐水圧性能

シールド機のスクリュー内で図-1に示す様にスクリューの機能は、○切羽より泥土の取込 ○泥土の改良 ○泥土を圧密止水プラグの形成……の3つに分けられる。図-2に示すのはスクリュー内の土の形状である。切羽から作用する水圧に対抗している中央部の土を、外周部の土がせん断力で保持して止水プラグを形成する、泥土は改良され元の土のせん断力を有していることと、スクリュー内で圧密されているので大きなせん断力を発揮し、切羽水圧が10 kg/cm²以上作用しても止水プラグは計算上安全である。

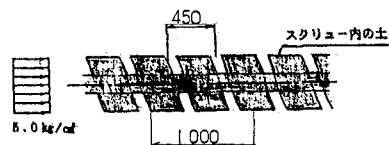


図-2

6. ケミカル・プラグ・シールド工法のシステム

実大模型実験と泥土改良薬剤の開発の結果より図-3に示すシステムを考案した。

泥土改良剤は主剤と助剤に分けて両方が接触すると本来の効能を発揮し始める様にした。主剤は掘削添加材いわゆる泥漿中に混入させ切羽に添加し、掘削土砂中に均一に分散する様にした。助剤は液体でスラリーポンプによりスクリューに注入する。この方法で泥土の改良の確実性と改良に要する時間の短縮化が可能となった。シールド機の排土装置はリボンスクリューで外周駆動方式を用い排土はスクリューの後方より押し出す。スクリュー内で泥土の改良並びに止水プラグ形成が行われているか否かの判定はスクリューコンベヤーのトルクより判定することができる。万一トルクが所定値よりも低下すると自動的に排土ゲートが閉じ、シールド機は停止して、スクリューは正転・逆転をくり返し泥土の急速改良運転を実施するシステムを組込んだ。

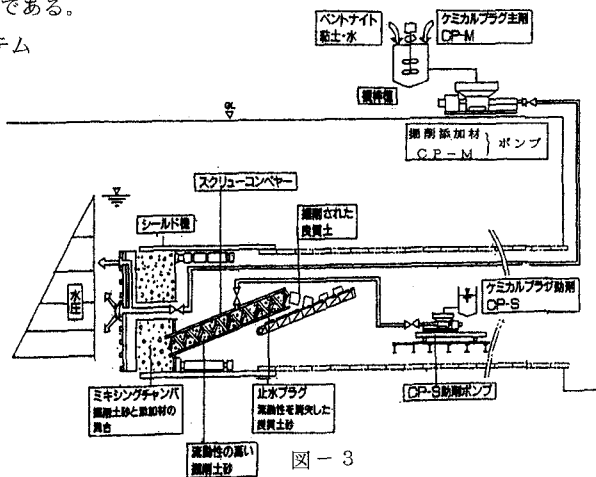


図-3

スクリューの後方より押し出す。スクリュー内で泥土の改良並びに止水プラグ形成が行われているか否かの判定はスクリューコンベヤーのトルクより判定することができる。万一トルクが所定値よりも低下すると自動的に排土ゲートが閉じ、シールド機は停止して、スクリューは正転・逆転をくり返し泥土の急速改良運転を実施するシステムを組込んだ。

7. 現場実証実験

尼崎市下水道局発注の塚口A幹線下水管渠建設工事のシールド現場で、平成2年2月より実施した。シールド機は直径φ4,030mmの土圧式シールド機で、伊丹砂レキ層を掘進する、土被りは3.5mで地下水圧が小さく(0.5 kg/cm²)当工法の実証現場としては不適当であったが、全体システム完成を目的として実施した。

スクリュー内での泥土の改良・システムの形成は所期の目的通り容易に行うことができた。表-1に現場で用いた標準的な泥漿の配合並びに、泥土1.0m³当りの泥土改良主剤と助剤の添加量を示す。

写真-2に示す様に切羽で泥土化した掘削土がスクリュー排土口では、良質土に改良され排土している。今回の実験工事の実績・経験を踏まえることにより当ケミカル・プラグ・シールド工法が、切羽密閉型の土圧式シールド工法の確立と高水圧が作用する大深度シールドにも十分対応できると確信することができた。今後さらに水圧の高い現場で実証実験を実施して、システムの完成度を向上させる。

表-1

1.0 m ³ 当り (切羽への添加量: 15~20%)			
粘土	ベントナイト	水	主剤 C.P.-M
200 kg	200 kg	850 ℓ	10 kg

掘削粘土1.0 m³当り 主剤… 1.7 kg
助剤… 0.5 ℓ

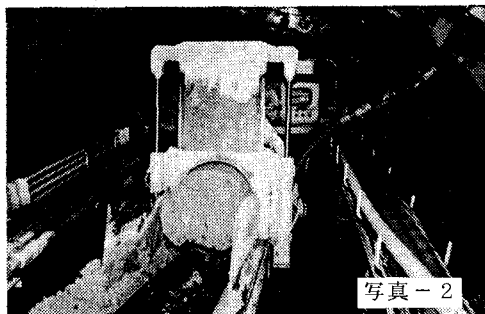


写真-2