

# VI-24 滞水砂層での土圧系シールドの定常掘進条件についての実験的研究

早稲田大学 正員 森 麟  
 (株) 奥村組 正員 ○小森光二  
 川崎重工 (株) 吉野 修

## 1. まえがき

現在、シールド工法の中で土圧系シールドが多く採用されており、砂層及び砂礫層を掘進する場合は加泥材を添加しながら施工を行っている。しかし、加泥材の注入効果及び加泥材と地盤の混合土の流動性と止水効果については施工者の経験で行われている場合が多い。本報告は模型シールド実験機を用いた室内実験により一定水圧下の滞水砂層において定常掘進できる条件の把握を目的としたものであり、加泥材の注入率、チャンバー内の混合土の性質及び切羽を安定させるためのチャンバー内土圧について検討した。

## 2. 実験概要

実験装置の概要を図-1に示す。実験用の試料(川砂)は実験機中央下部の透明なアクリル製の円筒形のモールドに詰め、水圧をかけてこの中にシールド機を一定速度で掘進してモールド内の試料を掘削した。尚、掘進スピード、カッター回転数、スクリー回転数は油圧モータで任意に調整できるものとし、チャンバー内には土圧計と間隙水圧計を取りつけた。水圧は加圧水槽により、モールド底部から任意の水圧をモールド内に加えることができるようにしてある。さらに、シールド掘進による地盤内間隙水の出入りを加圧水槽の水面位置の変化で測定した。一方、加泥材はモノポンプにより一定速度で送泥したが、この加泥材はカッター回転軸を通り、カッター板の3個所の注入孔より切羽に注入された。実験は主に以下の条件でおこなった。

|        |            |         |                         |
|--------|------------|---------|-------------------------|
| 加泥材 濃度 | 70 %       | カッター回転数 | 4 RPM                   |
| 粘性     | 3000 cp    | 掘進速度    | 1 cm/min                |
| 注入率    | 40,50,60 % | 水圧      | 1.0 kgf/cm <sup>2</sup> |

## 3. 実験結果と考察

土圧系シールドでは切羽の水圧に対抗して切羽を保持するのはチャンバー内土圧であり、これは次の2つのものから構成されている。

- ①. チャンバー内で混合土をスクリーまで移動させるために必要な圧力
- ②. 設定したスクリー回転数で理論

排土量を排土するため必要な圧力

本実験では水圧を 1.0 kgf/cm<sup>2</sup> にしているのでチャンバー内土圧はそれ以上が必要であり、目標チャンバー内土圧を 1.2 ~ 1.8 kgf/cm<sup>2</sup> とした。チャンバー内土圧は一般にスクリー回転数を変えて②を変化させコントロールしている。図-2の実験結果からチャンバー内土圧はスクリー回転数を下げると上昇することがわかる。加泥材注入量を多くした場合は①が小さくなるため設定チャンバー内土圧を維持するにはスクリー回転数を減らす必要が図-2に示されている。

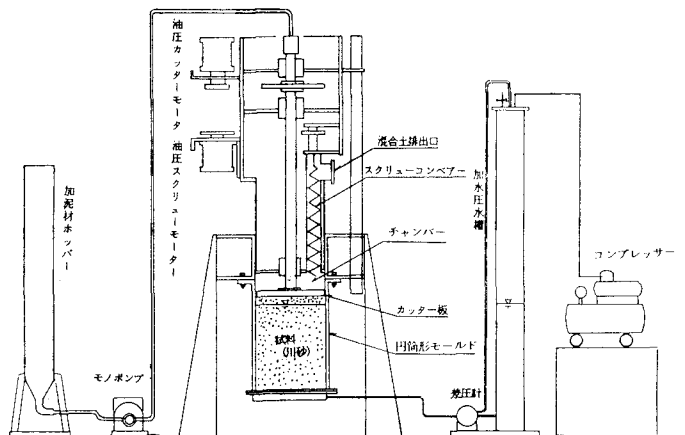


図-1 実験装置概要図

加泥材注入量を少なくすると図-3に示すように間隙水圧が小さくなり、カッタートルクが上昇し、排土の固さが不均一となった。また、チャンバー内土圧を維持するためにはスクリー回転数の大幅な変更が必要であり、掘進を続けるとチャンバー内閉塞又は切羽崩壊に到った。間隙水圧が下がるのはチャンバー内混合土が脱水されてチャンバー周辺部に固着するためと考えられる。チャンバー内土圧を 1.6 ~ 1.8 kgf/cm<sup>2</sup> に設定して水圧との差を大きくした場合も同様であった。

チャンバー内の混合土に固着領域のできる原因としては間隙水の押し出しが考えられる。間隙水の押し出しが生じる要因としては以下の2点が考えられる。

- ①. 水圧より高い加泥材注入圧により地盤の間隙水が押し出される
- ②. 水圧より高いチャンバー内土圧により混合土の間隙水が絞り出される

加泥材注入量を増すと間隙水押し出し量が増加する。しかし、増した加泥材に含まれる水分は押し出し量の増加より多く、混合土の含水比は大きくなる。このため、加泥材注入量を多くすれば混合土の流動性は高くなる。本実験では注入率を 70 % 以上とした場合は混合土の流動性が高くなりすぎ、スクリー回転数をゼロ程度にしても水圧 1 kgf/cm<sup>2</sup> に対抗できるチャンバー内土圧 1.2 kgf/cm<sup>2</sup> にはできなかった。

#### 4. まとめ

本実験では水圧 1.0 kgf/cm<sup>2</sup> に対して加泥材注入率 50 % ~ 60%, チャンバー内土圧 1.3 kgf/cm<sup>2</sup> に設定した場合が最もスムーズ掘進することができた。この場合のチャンバー内土圧を維持するためのスクリー回転数変動巾はごくわずかであった。加泥材注入率やチャンバー内土圧の設定値が上記の値より離れるほどスクリー回転数の変動巾が大きくなる。図-4 混合土の流動性の高い場合、良好な場合、閉塞気味な場合のスクリー回転数とチャンバー内土圧の掘進ストロークによる変化を示す。掘進中のスクリー回転数の変動巾が小さいほど施工はスムーズで良好であり、変動巾の大きいほどチャンバー内混合土の閉塞又は切羽崩壊が生じ易い。従って、スクリー回転数の変動巾が掘進状態の良否の指標となる。

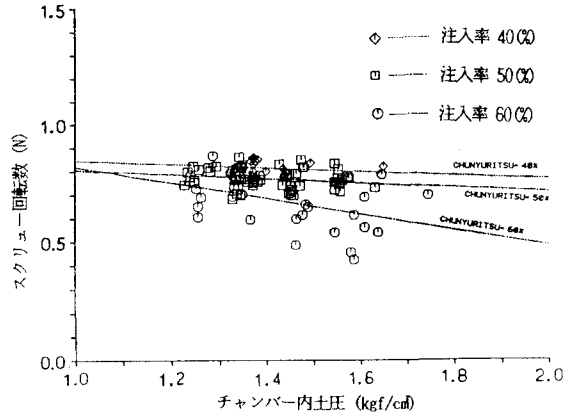


図-2 スクリュー回転数とチャンバー内土圧の関係

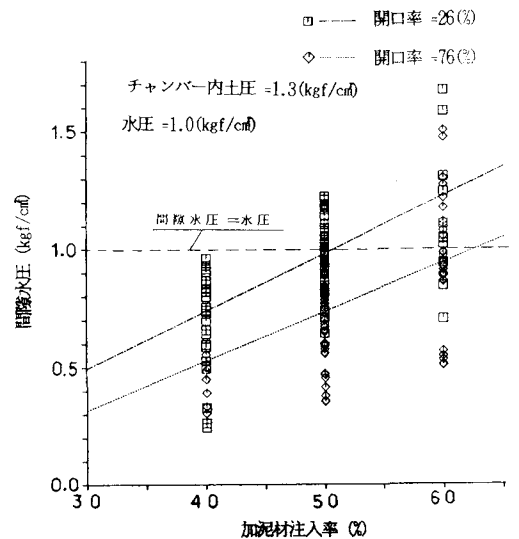


図-3 間隙水押し出し量と加泥材注入率の関係

チャンバー内混合土が

流動性が高い場合 ——

良好な場合 ——

閉塞気味な場合 ——

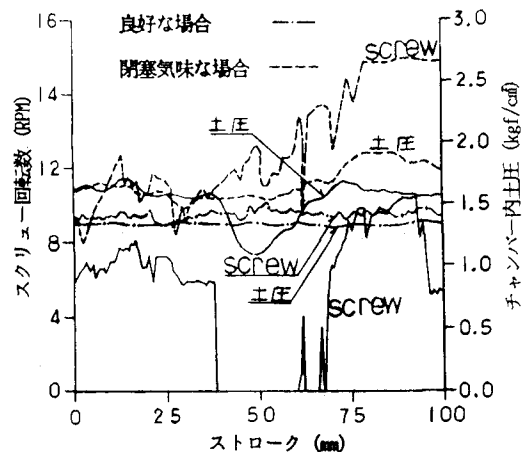


図-4 掘進中チャンバー内土圧及びスクリー回転数