

五洋建設(株) 正員 ○中 本 博 次
同 吉 田 和 剛
同 末 次 敬 孝

1. まえがき

砂層や砂礫層などの砂質土地盤においては、土の摩擦抵抗が大きく透水性も高い。このような地盤に対する土圧系シールド工法は、添加材を切羽に注入し、カッター等により切削土砂を不透水性と塑性流動性を有する混合土にして、切羽圧力とのバランスをとっている。そこで、添加材の注入による切削土砂から排出土砂への変換過程を確認するために、図-1のシールドモデル機により実験を行ない、排出土砂の物性値・添加材注入による地下水の移動量・シールドチャンバー内の土圧等を計測し、下記の結果を得た。

2. 実験条件・方法

今回は添加材の配合を1ケースとした。その配合を表-1に示す。また、地盤材は砂礫(木更津産)と関東ロームを混合し、最大粒径は25mm以下で、表-2の三条件とした。

表-1 添加材の配合

水	ベントナイト 300#	粘土	湿潤密度
1000 cc	200 g	700 g	1.41 g/cm ³

実験は表-3の条件に基づいて、地盤材をシリンダーに詰めた後、水圧・土圧を設定条件にし、添加材注入量を変化させるとともに地山側の面板を一定速度で押し、シールドチャンバー内の圧力が設定切羽圧力と等しくなるようにスクリュコンベアの回転数を制御した。なお今回はスクリュコンベア排土口のゲート制御は行なわなかった。

表-2 地盤条件

地盤	礫分(%)	砂分(%)	細粒分(%)	間隙率(%)
I	80	20	0	0.22~0.27
II	75	20	5	0.22~0.26
III	70	20	10	0.30

実験中は、排出される土の流動性と土粒子・水の分離状態を観察し、添加材注入量を減少させて地下水圧による泥土及び地下水が噴発する時の最小注入量を見出した。

表-3 実験条件

切羽圧(水圧+土圧) p	1kg/cm ² (0.5+0.5), 1.5kg/cm ² (0.75+0.75)
掘進速度 v	0.5, 1.0, 1.5 cm/min
カッター回転数	2 r.p.m
カッター開口率	70% : 三枚翼

3. 結果と考察

実験中の観察から、掘進状態が良好な時は、スクリュコンベアの充填率は1.0に近い状態であった。なお、添加材注入量が多すぎても、スクリュコンベアからの排土は細粒分だけとなり礫分がシールドチャンバー内にとどまり圧力が異状に変動するといったケースもあった。

図-2は、排出土砂の含水比とスランプの関係を示す。地盤の細粒分が多いと含水比は大きくなるが、細粒分が

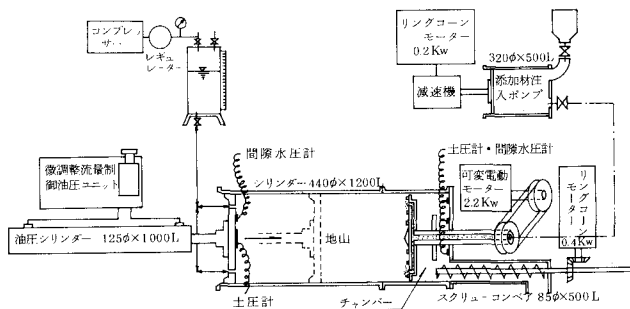


図-1 実験装置

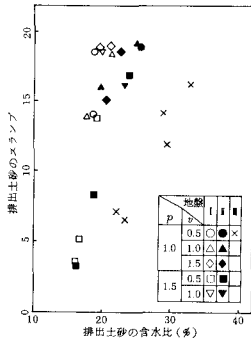


図-2 排出土砂の含水比とスランプ

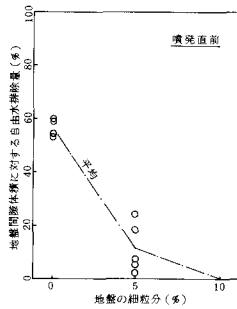


図-3 自由水排除率

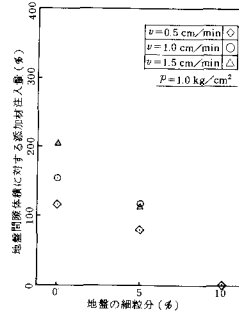


図-4 添加材注入率

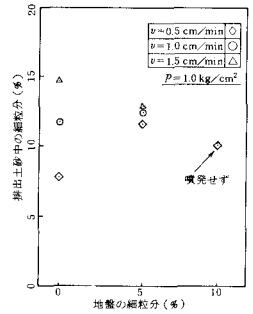


図-5 噴発直前の排出土砂の細粒分

少ないと排水土砂の含水比は、添加材注入量と以下に述べる保有水や自由水の排除率等の要因により決まる。したがって、排出土砂の含水比が大きくなるとスランプは大であることと、地盤の細粒分含有率がそれらの関係に影響を与えていることを示す。

帯水砂礫地盤において土中水は、自由水と保有水(文献1)に別けられる。切羽地盤に添加材を注入すると、地盤中の自由水の移動が予想される。また、切羽地盤と添加材からなる混合土が不透水性・塑性流動性を有するためには、切羽地盤の自由水の排除率が大きなるほどよい。図-3に示すごとく設定地盤Ⅰの場合、添加材の注入による噴発前の自由水の排除率は、平均で間隙体積の57% (良好な掘進状態では99%)であり、地盤の細粒分が増すと、自由水の移動量は激減し設定地盤Ⅲでは、自由水の移動量は確認されなかった。これは、添加材の物性が設定地盤Ⅲのような有効間隙が小さな地盤に対しては浸透性のない性質を有していたものと考えられる。

図-4は添加材注入量を地盤の間隙体積で除したものを添加材注入率とし、設定地盤の細粒分含有率との関係を示す。不透水性・塑性流動性を保つための最小添加材注入率は、チャンパー内で地盤の間隙相当量以上であり、設定地盤Ⅰの場合、掘進速度の差異による添加材と切削土砂の混合度合が最小添加材注入率に与える影響は大である。しかし、切羽地盤の細粒分が増すと、掘進速度による影響は小さくなっている。

掘進速度・添加材注入量・自由水排除量から排出土砂中の細粒分含有率と細粒分の湿潤密度を計算で求めたものが図-5・図-6であり以下のことがわかる。1) 設定地盤Ⅲでは、添加材を注入しなくても良好な掘進状態であり、噴発状態とはならなかった。その他のケースでは、排出土砂中の細粒分が8~15%の間で排土口から自由水及び泥土が噴発した。2) 掘進条件や設定地盤条件が異なるが、おおむね良好な排土状態となるのは、排出土砂中の細粒分が15%以上で、細粒分の湿潤密度が1.35 g/cm³以上の時である。

4. まとめ

今回の実験結果から、混合土が不透水性と塑性流動性を維持するためには、1) 地盤の細粒分・添加材の物性と自由水の排除率を考慮する必要がある。2) 排出土砂中の細粒分が15%以上で、細粒分の湿潤密度が1.35 g/cm³以上であればよい。したがって、逸泥しない程度の添加材の配合及び注入量の推定が可能である。

今後は、実施工データの蓄積を行なう予定である。

(文献1) 松尾, 木暮: 砂レキの有効間隙率に関する実験的研究, 土と基礎, July, 1969.

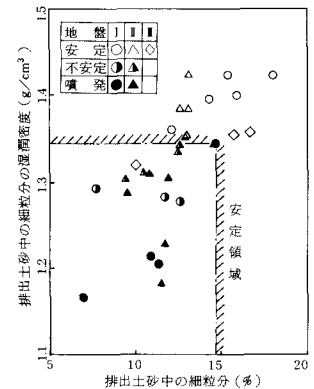


図-6 排出土砂中の細粒分と湿潤密度