

31. S.P ブラインド押管の施工実績

日本国土開発株式会社 小岩 則 世
 梶 皮 憲 男

1. はじめに

本工事の施工上の問題点として、対象地盤が軟弱地盤である事と土被りが少ないという事より、切羽の安定性・地表面の沈下・隆起の防止が問題となる。これらの問題点に対処するため、S・Pブラインド押管工法を開発し、名古屋市内神南部幹線下水道築造工事において実施した。

当工法は、ブラインド掘削機の取込口にスクリーオーガーを取付け、切羽前面の土圧計により、スクリー回転数の制御を行う。そして土砂取込量を管理し、切羽の土圧バランスをはかり、切羽の安定性と地表面の沈下・隆起を防止する工法である。今回初めて採用されたが、今後の機械改良と施工管理を目的として、各種測定を行った。測定結果も合わせ、施工実績を報告する。

2. 掘削機の仕様と特徴

1) 掘削機の構造

図-1 正面図

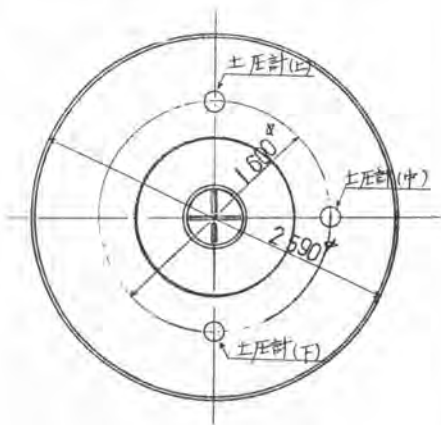
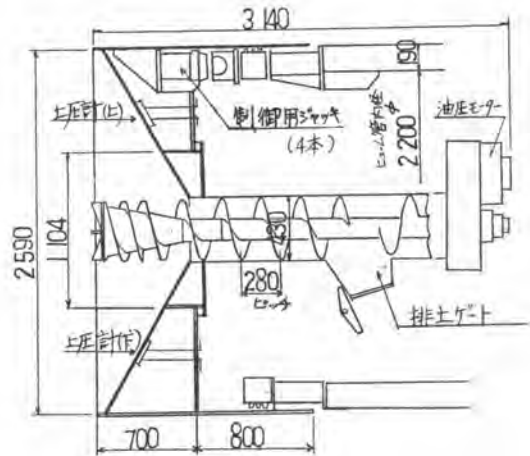


図-2 縦断面図



掘削機の構造として、上図の様にブラインドの開口部にスクリーコンベアを取付け、スクリーの回転数により取込土量を制限する。制御管理は、切羽に取付けた3個の土圧計により、切羽前面土圧を管理し、スクリー回転を操作する事が、大きな特徴である。

推進は、後方の油圧ジャッキによりヒューム管を押し、方向制御は掘削機に設置した方向修正用ジャッキにより行う。油圧は全て、後続架台上の油圧ユニットから供給し、スリ出しは、ベルトコンベアを通し、後続のトロバケットにより排土する。

2) 掘削機の特徴

① 当工法の開口率は、(スクリー表面積) × (回転数) に対応すると考えられ、開口率は任意にかつ簡単に变化できる。故に土質の変化に応じて、適切な開口率が迅速に取れ、土砂取込量の管理がしやすい。

②土圧計により、前面土圧を管理しスクリー
回転数を操作する事により、常に一定の前面抵抗
及び取込量を確保するため、適切な切羽の状態が
維持できる。故に地表面沈下・隆起の防止が可能
である。

③スクリーにより、切羽土砂の芯抜き効果が
期待できるため、地山の流動性が低い場合も普通
ブラインド工法と比べ可能であり、適応土質範囲
が広がる。

以上の特徴が考えられるが、特にブラインド工法
の適応土質範囲を拡げる事と、地表面沈下・隆起
の防止を目標とし、施工管理及び測定を行った。

3. 工事概要

1) 工事内容

①推進工法による内径2200^{mm} 下水管きょ築造工事 ②推進距離 82^m ③土核り: 450^{mm} 土
質: 砂質シルト 水位: G.L-0.7^m N値: 0-5 ④元押しジャッキ 200^{cm} × 504^{kg} × 800 × 6^本
⑤推進管 内径: 2200^{mm} 外径: 2580^{mm} 厚さ: 190^{mm} 長さ: 2430^{mm}

2) 土質概要

①土質試験結果より(表-3)
自然含水比49%、液性限界
62%で、地山は衝撃を与え
ても流動化しにくい。

②塑性指数は25であり、
粘性土の性質を持ち粘着力
は強い。

③普通ブラインド工法の
適応土質範囲から判断する
と、砂分が多く、粒径が大
きい。又自然含水比も低い
ので普通ブラインド工法に
は、適しているとは言えない。
しかし水位が、掘削機天端よ
り3.8^mと高く飽和された土層であり、手掘り方式では危険と
思われるので、土質面から考えて当工法を採用した。

図-3 土質柱状図

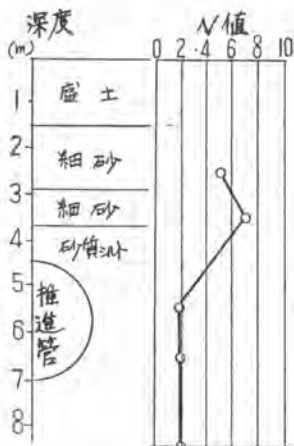


表-1 掘削機仕様

外 径	φ 2 590 mm
機 長	1 500 mm
スクリーコンベア	430 ^{mm} × 280 ^{mm} × 25 ^{mm} T-F ^{mm}
・最大運搬量	57 m ³ /時
・駆 動	油圧モーター
方向修正ジャッキ	80 ^{cm} × 520 ^{kg} / cm ² × 100 ^{mm} × 4 ^本

表-2 パワーユニット

用 途	スクリーコンベア 用油圧ポンプ	方向修正ジャッキ 用油圧ポンプ
ポンプ形式	可変容量プラン ジャー型	定容量プラン ジャー型
最高使用圧力	210 kg/cm ²	520 kg/cm ²
吐出量	90 l/分	0.9 l/分
電動機	30 kW	0.75 kW
台 数	1	1

表-3 土質試験結果

項 目	単 位	結 果
粒 度 特 性	レキ分(2000 ^μ 以下)	% 0
	砂分(75-2000 ^μ)S	% 23
	シルト分(5-75 ^μ)I	% 39
	粘土分(5 ^μ 以下)C	% 38
	最大粒径	mm 0.84
液 性 指 数	液性限界 w_L	% 61.6
	塑性限界 w_P	% 36.9
	塑性指数 I_p	24.7
分 類	三角分類	粘土
	日本統一土質分類	CH
自 然 状 態	土粒子の比重 G_s	2.67
	含水比 w	% 49.4
	湿潤単位体積重量 γ_w	%/cm ³ 1.71
	間隙率 e	1.36
	飽和度 S_r	% 99.3
軸 圧 強 度 試 験 結 果	軸圧強さ σ_u	%/cm ² 0.51
	変形係数 E_{50}	% 18

3) 計測内容

計測項目——①推進力 ②スクリー回転数 ③切羽前面土圧 ④土砂取込量 ⑤地表面の沈下・隆起量

計測方法——推進力は、圧力変換器(PG-500KV)を元押しジャッキに取付け、デジタル歪測定器により自動記録を行う。スクリー回転数は、オペレーター席の回転数指示計に表示し運転操作に利用すると共に、ペンオシロ記録計により連続記録する。切羽前面土圧は、3個の土圧計(5% \times cm)を図-1、2の位置に設置する。各土圧計は自動記録されると共に、オペレーター席にも数値が表示されスクリー回転数の操作により、切羽前面抵抗を管理する。土砂取込量は、門型クレーンにロードセル(LV-20T)を設置し、トロバケットごと、重量を計量する。記録は、デジタル歪測定器により自動記録する。地表面の沈下・隆起は、推進管センターの縦断方向に、D16、 $l=1.0$ mの鉄筋を5.0mピッチに打ち込み、毎日レベル測量を行って管理する。

4. 切羽前面土圧計による施工管理

ブラインド工法の実験により土砂取込量が100%の時、前面抵抗は静止土圧に等しい事が発表されている。故に今回の土圧計による管理として、常に静止土圧に等しい様にスクリーコンベアの回転数を操作し土砂取込量を調整する。

前面土圧の範囲として上限は、受働土圧、下限は主働土圧とし、スクリー回転の操作方法は、表-4の様に行った。計器の日安として、土圧計中の値は、主働土圧 $P_1=0.7\%$ 、静止土圧 $P_2=0.9\%$ 、受働土圧 $P_3=2.3\%$ とした。

スクリー回転数は、計算上、推進速度 $V=60$ mm/分の時、 $9.0^{t.R.m}$ で取込量は100%となる。 $9.0^{t.R.m}$ を中心として、回転数を操作した。

表-4 土圧計とスクリー回転数

土圧計の読み % cm ²	スクリー回転数
主働土圧 $P_1=0.7$	取込量が100%以上であり沈下の恐れがあるため回転数を下げる 土砂取込量が100%であり P_2 の時の回転数を維持する 取込量が100%以下であり回転数を上げて P_2 の圧力にする 地表面隆起の恐れがあり、回転数を上げるが推進を停止する。
静止土圧 $P_2=0.9$	
受働土圧 $P_3=2.3$	

5. 計測結果と考察

1) 前面土圧のバランス

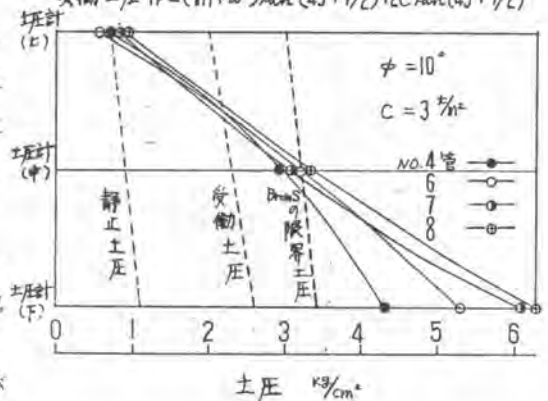
スクリー先端の取込能力不足、及びスクリーの羽に粘土が付着し目詰りを生じた事が原因となり、土砂取込量が不足した。故に切羽前面の土圧バランスが崩れ、地表面の隆起現象を生じた。その現象を解析する。

切羽前面土圧が、土圧(上)1.0%、土圧(中)3.0%、土圧(下)5.8%以上になると、取込量も減少し隆起を生じた。図-4より切羽センター以下はBromsの限界土圧以上であり、センター以下の前面土が

図-4 前面土圧(推進時)

静止土圧 $P_0=0.8(h+w)$ Bromsの限界土圧 $P=P_0+h+7C$

受働土圧 $P_3=(h+w)\tan^2(45+\phi/2)+2C\tan(45+\phi/2)$

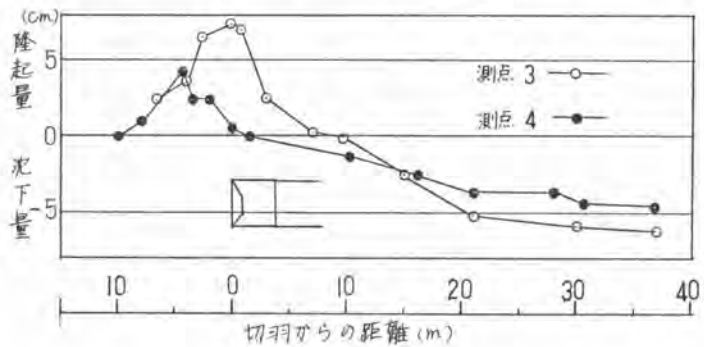


閉塞され圧密脱水を受けている。この圧密土が、隆起の原因と思われる。土圧は、静止土圧状態である所から切羽の上半分は、圧密されていない。故に、土の流入は上半分の限られた部分の土のみが排出され、下半分の土は流動していない。

2) 地表面変位

先行隆起は切羽より前方約8.0mから始まり、切羽上で最大となり約10m後方で沈下が始まる。沈下曲線は、切羽後方10mから28mの間で勾配が大きく、その後はなだらかな勾配となっている。時間的には、通過後11日間で沈下の大半が終了した。

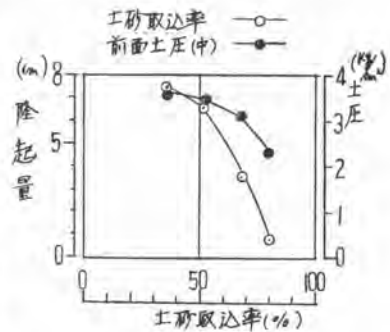
図-5 切羽の進行に伴う地表面変位



3) 土砂取込量と地表面隆起

土砂取込量が80%以下だと隆起が発生し、その時の前面土圧は受働土圧以上である。(図-6) この事により、切羽前面土圧は、受働土圧以内、土砂取込量は80%以上で管理する必要がある。

図-6 取込量と地表面隆起



6. おわりに

以上の結果をまとめると次のとおりである。

- ① スクリュー先端部分の取込能力不足、粘土に対するスクリーユの運搬能力、掘削機のフード角度に問題があり切羽下部の土が排土されず、脱水圧密された。この圧密土が地表面の隆起を生じた。
- ② $\gamma = 2.3$ (土振り/シールド径) 程度の場合、隆起に対して切羽前面土圧は、受働土圧以内でバランスをとり、土砂取込量は80%以上にすることが必要である。
- ③ 土質は、ボーリング結果と比べ、砂分が多く(40%)切羽フード内で土の流動が困難であった。又シルト・粘土分は、粘着力が強く(2.0~3.0%)スクリーユの羽に付着し、スクリーユコンベアの閉塞の原因となった。これらの事より、着通ブラインド工法とフルメカ工法の中間の適応土質範囲をみつけ、その土質に合ったフード形状とスクリーユコンベアの研究を続けていく必要がある今後、種々のデータを集積し、掘削機の改良を行いたい。