

28. 滞水砂層用水圧バランス小口径管推進工法について

(株)加賀田組 竹谷 由樹

1. まえがき

この報文は、粘性土分が少く、均等係数が小さく、透水係数の大きな、謂ゆる流砂現象の起き易い滞水砂層に於いても、発進から到達まで、薬液注入やウェルポイント等一切の補助工法を併用しなくても、安全、確実に小口径管を推進敷設する工法を開発し、実験を行ったので、この工法について以下に述べるものである。

2. 従来工法での問題点

滞水砂層における小口径管敷設工法は開削方式を除いては、セミシールド方式と推進方式に大別できる。

セミシールド方式では、小口径管である為人間が管内作業が出来ない事が前提になるので、運転や礪処理、裏込注入等全てでテレカメラ等を使っての遠隔操作が主となる。精密複雑なる計測や駆動機器の殆んどが、人間の手の届かない奥深い所に進んで行くので、万一些細な故障が生じた場合でも対処が困難となる。又シールド工法だけに短い施工区間では工事費がどうしても割り高となる。

推進方式では、圧入式やオーガー式のいずれも、流砂現象を起し易い滞水砂層では、掘削切羽から地下水と一緒に土砂が流出し、地表面の沈下陥没を来たすことが多い。

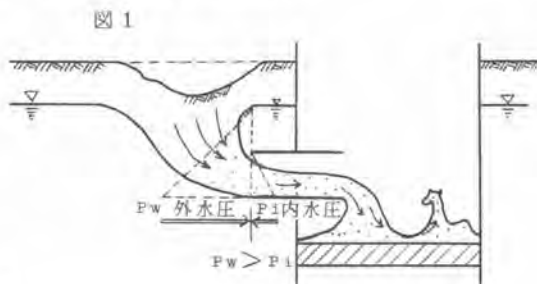
これを防止するために従来各種工法では、補助工事を併用して、地下水の流れを押えたり、地盤強度の改良を行ったりしながら、推進管の施工をしなければならない。しかしその補助工事そのものも工事費の増大のほか、次のような問題も考えられる。

- ① ウェルポイントやディープウェル等による地下水低下に伴う地盤の圧密沈下、不等沈下による地表構造物への影響、また地下水の枯渇のおそれがある。
- ② 薬液注入工事による、地下水の汚染や汚濁、また注入圧による地盤隆起のおそれがある。
- ③ 圧気工法による地下水の排除に伴う酸欠空気の噴出のおそれがある。
- ④ 凍結工法による軟弱地盤の固結に伴う地盤の凍上のおそれがある。

3. 工法の原理について

滞水砂層において推進工事を行うには、掘削切羽から余分な土砂の流入を防止することである。

図1のように切羽附近に於ける地下水位と推進装置との間に水位差（圧力差）があれば、



切羽附近の水は土砂と共に流出する。

そこで図2のように水圧のバランスが保たれれば水や砂の流出や自然移動は起らない。

このような状態を保ち続けながら、図3のように切羽土砂をカッターフェースを回転させながら切削し取込口からの土砂を、スクリーコンベアーで土砂収納タンク内まで運び、タンク内では比重の大きい土砂は下方に沈下し、取り入れた土砂の容積に見合う水は地山に返還される。このように掘進中は常に水圧のバランスのとれた状態の中で作業が行われるのが、この工法の特徴であり原理でもある。

図2

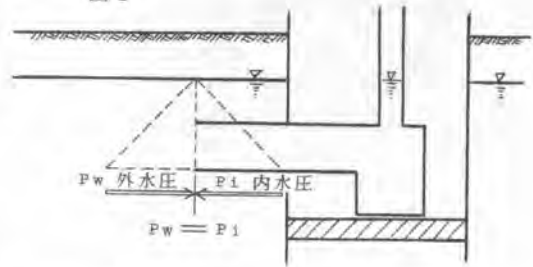


図3

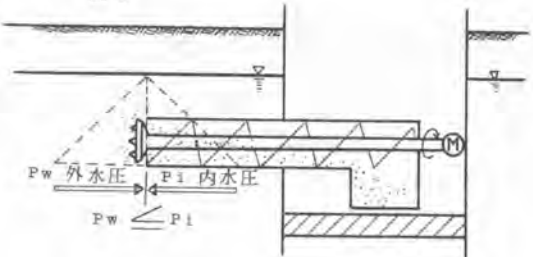
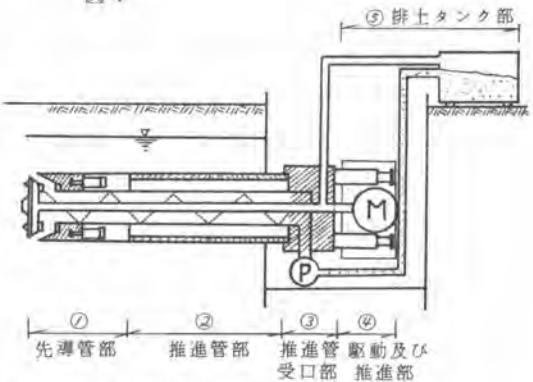


図4



4. 機械装置の概略

本装置は、図4に示すように①「先導管部」

②「推進管部」③「推進管受口部」④「駆動及推進部」⑤「土砂収納タンク部」と5つの主要部分に大別される。

① 先導管部には、切削用ビットを備えた面盤があり、この部分で掘削、取込み、切羽の押えを行っている。

面盤後方には、先端止水板があり、管の継足し時、又は排土時には、これにより切羽側からの地下水の流入を防ぐことが出来る。

なお先導管部には、方向修正用ジャッキが装備されており、立坑からトランシット等の指示により、先導管自体が上下左右に折れ曲がる首振り装置がついている。

② 推進管部は推進用ヒューム管や鋼管などの推進管と、スクリーコンベアーを内抱したスクリーケーシングからなり、スクリーケーシング内は水密構造となっている。又推進管とスクリーケーシングとの空間部分は、測量用の見通しスペースや方向修正用ジャッキ、測量用ターゲット、照明等の電気ケーブルや油圧ホース等のスペースとなる。

③ 推進管受口部は、スクリーケーシング部からの土砂の取出しと、推進管押え部からなっている。

④ 駆動及推進部は、駆動モーター及推進ジャッキ及これらの運転操作台等がある。

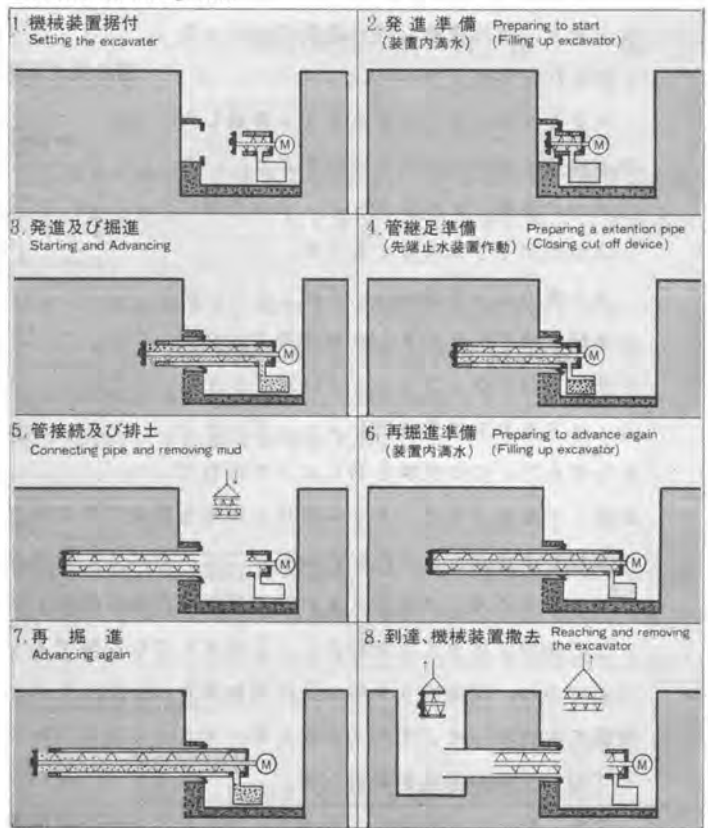
⑤ 土砂収納タンクは、水密構造タンクと水循環ポンプからなり、スクリーコンベアーにて搬送されて来た土砂と水はタンク内で沈降分離し、水循環ポンプ等により土砂の容量分の水だけを地山に返還する。

5. 施工順序について

- 図5の番号順に説明すると、
- ① 立坑内に止水パッキング付きの坑門工を作り、機械装置をセットする。
 - ② 機械の先導管頭部を止水パッキングを通し坑門工の中に挿入し坑門工及機械内を満水にする。
 - ③ 立坑矢板を所定の位置まで引き上げ、推進作業を開始する。
 - ④ 推進作業が進み、管の継ぎ足しや土砂収納タンク内に土砂が満杯になった時、先端止水板を閉鎖し切羽からの水の流入を止める。
 - ⑤ 管を切り離して継ぎ足し管を設置したり、土砂収納タンク内の土砂を捨土したりする。
 - ⑥ 機械装置内を満水にする。
 - ⑦ 再び先端止水板を開いて掘進する。
 - ⑧ 上記事項を繰り返しながら、先導管が到達立坑に到達したら、先導管だけは到達立坑より撤去しケーシング等は発進立坑側より撤去し、管の推進工事を完了する。

図 5

■作業手順 Working Process



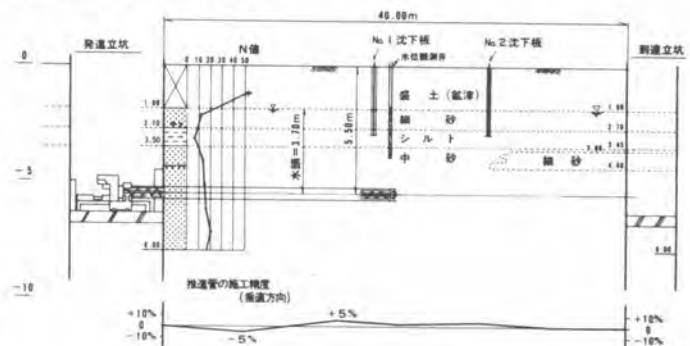
6. 実験工事結果について

実験工事は56年9月及57年4月～5月に行ったが今回は56年9月新潟市内に於いて ϕ 350%のヒューム管を、土被り5.5m(地下水以下3.7m)で延長40mの推進を行ったものについて主に述べる。

図6、図7に示すように推進深さにおける地質は液状化を起

図 6

■地質断面及び実験概要断面図



しやすいい中砂からなり透水係数は 1×10^{-2} 程度でN値は15～20を示している。

管推進予定線の法線にそって、沈下板2カ所、水位観測井1孔を設置して、推進に伴い、常時、観測した結果は図7のように、地盤の沈下量も、水位変動も測定誤差によるものと思われる程度であった。

φ350のヒューム管を40m推進した推進精度は前ページ図6に示すように、先導管内に設置してあるターゲットの指標による誤差が±5%程度であった。

また推力は下水道協会公式によると、この実験工事では5.5.6 tonの総推力が必要な所、実験には4.2.0 tonと低減されている。φ350%の推進用ヒューム管の耐力から考えて、この実験と同じような状態で継続して推進すれば、80m前後の距離を推進可能であろうと予測される。

なお57年4～5月における実験では、これまでの原理的な実験に比し施工性の改善を目指してφ600%, φ800%の推進実験(推進延長約20m)を行った。

この機械は推進可能距離の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ 程度までの距離であったら、ヒューム管を引き抜くことも可能であり、実際に56年9月に実験埋設してあったφ350のヒューム管を40mの引抜き実験にも成功した。またφ600%, φ800%についても、推進したもの(約20m)については、全部引き抜き撤去した。

また、レーザー光線による運転席からの常時観測方式を取り入れると共に、これまで立坑内にあった土砂収納タンクを地上に設置することにより、作業の安全性と施工性を良くし、又立坑寸法を小さく出来得ることを確認した。

7. あとがき

以上2回に亘る実験結果は、予期以上なものであったが、施工的な見地からまだまだ機械の改善の余地がある。即ち機械の小型化、管接続の簡易化、土砂収納タンクの改良等がある。

また、粗大礫層に適用出来るもの、300%以下の極細管の推進工法の開発を行って、より広範な地質に適用出来、かつより安価な施工性を目指すことにより、上下水道をはじめ電気、通信、油など、小口径管推進に対する関係各位のニーズに答えていきたいと思う。

図7

■地盤沈下量及び水位変動

