

超泥水加圧推進工法の施工

平松 清和*
Kiyokazu Hiramatu

1. はじめに

本報告、名古屋市の北部、床内川と新地蔵川に挟まれた北区味鋤地内の家屋が密集している幹線道路下で滞水砂礫層のなかを長距離掘進した推進工法の概要および特徴と施工実績を述べるものである。

2. 工事概要

工事名 味鋤汚水幹線下水道築造工事
 企業先 名古屋市下水道局
 工期 昭和63年8月11日～平成元年3月20日
 管径 $\phi 800\text{mm}$
 施工延長 超泥水加圧推進 985m

(photo 1, photo 2)

推進区間 7区間 (最長推進区間 170m)
 曲線区間 2区間 ($R=240\text{m}$, $R=330\text{m}$)
 最長曲線長 $CL=60\text{m}$ ($R=240\text{m}$)
 土被 10m～11m
 土質 砂礫及びシルト層 透水係数 10^{-2}cm/s
 最大礫径 150mm～200mm
 地下水位 $GL-2\text{m} \sim -3\text{m}$

3. 工法の概要

超泥水とは、送泥された泥水 (比重1.1～1.3) とカッターで切削された掘削土砂が攪拌混合されて出来る高濃度、高比重、高粘性の液体状のものをいう。

当工法は、この超泥水を切羽ならびにオーバーカット (管外径+50mm～60mm) されたテールボイドに加圧充填させて、地下水圧+0.2kgf/cm²以上の圧力を保つことによって切羽の崩壊を防ぐとともに、推進管と背面土粒子が直接摩擦を生じないので著しく小さい推力で施工できる。

推進管が受ける摩擦抵抗力は地山の種類によらず、テールボイド内の液状態である超泥水によって決定され

る。推進作業中は超泥水がテールボイド部に加圧充填されているが、作業休止によりテールボイド部の超泥水が地下水圧と等圧になった場合、また、長距離推進時に切羽からテールボイドへの圧力の伝播が期待されなくなった場合には、超泥水の分離およびテールボイド部での地山の土粒子との置き換えが生じないように可塑剤を注入して、テールボイド部の超泥水を分離しにくい半塑性体と置き換え低い推力を維持する。通常は管の上部分にこの影響が出るので可塑剤は管の上部に注入する。

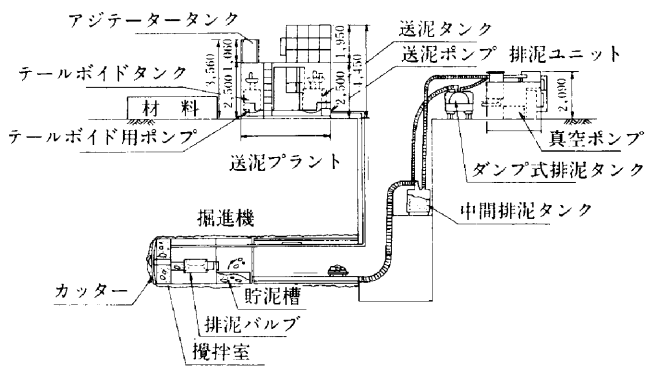


Fig.1 超泥水加圧推進工法フローシート

$\phi 800$ 仕様(玉石用)

超泥水加圧推進工法掘進機諸元	
本体	外径 1000mm
	長さ 3020mm
	重量 3.8t
カッター	回転数 10.9r.p.m
	トルク 1206kg-m
	原動機 15kW
方向制御	翼数 4枚
	油圧ジャッキ推力 $20\text{t} \times 4$
減速機	ストローク 50mm
	油圧ユニット $700\text{kg/cm}^2 \cdot 0.2\ell/\text{min}$
	動力 0.4kW
遊星歯車・平衡車	

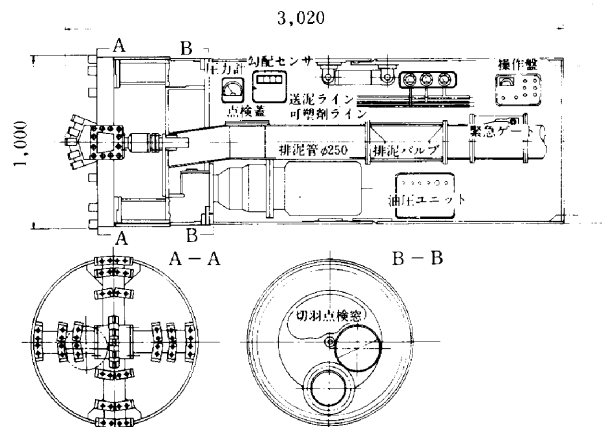


Fig.2 超泥水加圧推進工法掘削機図

*中部(支)味鋤(出)所長

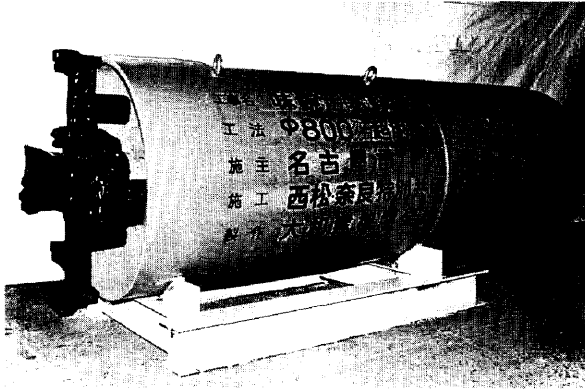


Photo 1 超泥水加圧掘進機

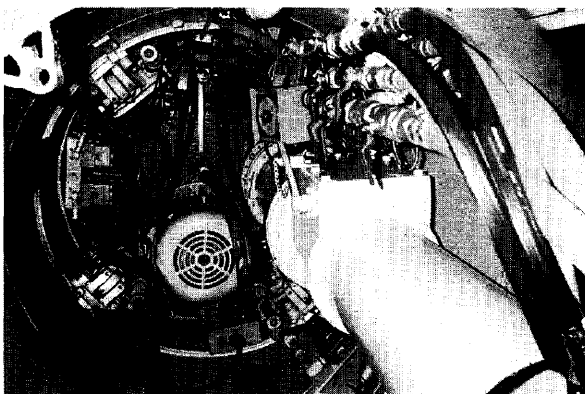


Photo 2 掘進機後部

排泥は隔壁に大口径の排出孔および制御弁（排泥バルブ）により行い、土質および地下水圧に応じて管理圧力の上限值、下限値を定め排泥バルブのコントロールによりチャンバー内の超泥水圧を管理する。チャンバー内より出た排泥は貯泥槽に滞留し、50mm以上の礫は分離し台車で管外に搬出する。50mm以下の排泥はφ125mmの排泥パイプで空気スラリー輸送によりダンプ式排泥タンクに入り排泥処理場へ搬出する。Fig. 1に本工法のフローシート、Fig. 2に掘削機の概要を示す。

4. 工法の特徴

- (1) 推力が小さく長距離推進が可能である。
- (2) 安定したカーブ施工が可能である。
テールボイドの高安定がはかれる為管体が地山に対し無理をせず曲がることができ高精度のカーブ推進が可能である。
- (3) 玉石層の施工が可能である。
玉石、礫の取り込みは管径の約1/3程度の礫径まで可能である。また巨大障害物に遭遇した場合でも薬液注入などの補助工法の併用により切羽部の安定をはかり、掘削機前面の隔壁板に設けてあるマンホールから

Table 1 泥水1m³当りの配合

材 料	数量 (kg)	摘 要
粘 土	300~450	30kg/袋
ウラゴメール	16.5	目詰剤12kg/袋
C M C	2.6	増粘剤20kg/袋
細 砂	0~150	
水	698~833	
計	1,152.1~1317.1	

Table 2 推進精度表 単位：mm

スパン	距離(m)	レベル	センター
M1~M2	149	+20~-+5	11~15
M2~M3	80	+11~-16	15~7
M3~M4	164	+24~-6	11~22
M4~M5	146	+11~-22	18~22
M5~M6	147	+20~-11	23~11
M6~M7	129	+14~-20	27~0
M7~M8	170	+26~+8	10~17

破碎摘出が可能である。

- (4) 坑外設備がコンパクトで作業ヤードが狭くても施工可能である。

従来の泥水工法のような排泥の処理プラントは設けず、排泥はコンテナタンクにて処理地まで搬出するため、坑外設備としては送泥プラント、排泥バキュームユニット、排泥用コンテナタンク、門型クレーンだけで施工ができ、各設備がコンパクトに作成されているので作業ヤードが狭くても施工可能である。

- (5) 排泥は真空圧を利用した空気スラリー輸送を採用しているため、管内は常時換気された状態にあり管内の作業環境が良い。

5. 施工実績

本工事箇所の上質状況は、GL-2.5m~-5.0mはシルト層でその下は一部シルト層を含む透水性の高い砂礫層である。礫率は30~50%、N値は30~40であり地下水位はGL-2m~3mでその量は豊富であった。このため立坑の推進発達部分および到達部分に止水を目的として薬液注入を行った。また推進部の最大礫径は150mm~200mmであった。

- (1) 泥水管理

泥水の配合は Table 1 のとおりで送泥率 (=送泥

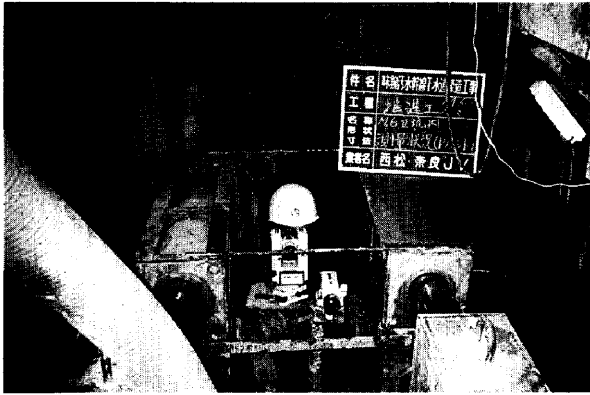


Photo 3 測量状況

量÷掘削量)は30%~60%であった。

泥水の管理は地山の土質によって配合および送泥率を変化させた。すなわち、礫分が多くなるにしたがって泥水の比重を上げる配合とし、送泥率も上げた。なおこの対応はオペレーターが排泥を観察しながら経験的に判断して行った。

(2) 掘削管理

掘削するうえで最も重要なことは切羽圧の管理である。切羽圧は通常地下水圧+0.2kgf/cm²であるが、当現場では地下水圧が約0.6kgf/cm²であったので0.8kgf/cm²を下限とし上限を1.1kgf/cm²とした。掘削方法は排泥バルブを閉じた状態で掘進し、切羽圧が1.1 kgf/cm²に達すると排泥バルブを開いて排泥を行い、切羽圧が0.8kgf/cm²に下がってきたら排泥バルブを再び閉じて、常に切羽圧を上限と下限の間で管理した。路面沈下は皆無であった。

空気スラリー輸送については、土被りが大きく推進距離が長いので、バキュームポンプで直接地上の排泥タンクまで吸い上げることができず、立坑中段切梁上に中継用ポンプを増強し施工した。

(3) 施工精度

推進の施工精度は Table 2 のとおりであった。いずれのスパンも直線、曲線ともに設計値30mm以下の誤差であった。カーブ推進および方向修正は、掘進機の中央部についている方向修正ジャッキの伸縮により行った。測量方法は、元押ジャッキの間に測点を設置し、トランシットおよびレベルで掘進機に取付けたターゲットを直接視準した。距離が100m以上の場合にはレベルを管内に持込んで測量した。測量回数は1ストラット(40cm)毎とし、曲線部についてはレベルトランシットを管内に設置し、曲線計算はポケットコンピューターで管理した。photo 3 に測量状況を示す。

(4) 推力

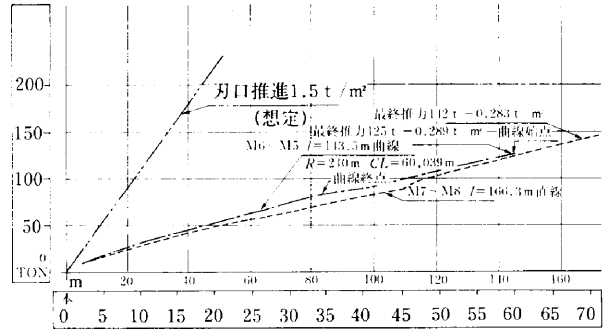


Fig.3 推力管理グラフ

Table 3 日進量

スパン	距離 (m)	推進日数
M1~M2	149	17
M2~M3	80	12
M3~M4	164	37
M4~M5	146	19
M5~M6	147	20
M6~M7	129	33
M7~M8	170	25

超泥水加圧推進工法の特徴である推力は Fig. 3 のとおりであり2スパンおよび刃口推進すると想定推力は1.5tf/m²となるが、直線、曲線にかかわらず0.3tf/m²の低推力で推進することができた。

(5) 日進量

推進の作業サイクルは午前8時から午後6時までの1日10時間で施工した。各スパンの日進量は Table 3 のとおりで、一番進行のよいスパンでは1日平均8.8m、全体平均では1日当たり約6 m(ヒューム管約2.5本)であった。

6. おわりに

当工法は滞水砂礫地盤に対応でき、また長距離推進、カーブ推進が可能であるために立坑の数が軽減でき、住宅地や商業地などでの施工に適している。今後、下水道整備事業において経済性、施工性などの面から注目される工法である。