

解説 泥水式編

高水圧下で安心できる 泥水式推進施工の留意点と対策



なかしも こうせい
中下 孝清
機動建設工業(株)
関東支店次長

1 はじめに

推進工法を採用する発注者側では経済性の観点から、顧客ニーズの高い工法です。しかし、近年では、施工条件は益々多様化し、超長距離施工、水平、縦断を含む急曲線の施工や、推進管の埋設深さにおいても、小土被りから大土被りまで、高水圧下での施工も数多く施工されています。しかし、このような難条件下での推進施工におけるリスクは想像以上に大きいものとなります。その要因として、推力の増大から起因する推進管破損、管継手からの出水、精度不良、掘削管理不足による取り込みすぎ等からの沈下や隆起、発進坑口止水不良、発進時の掘進機後退現象（Backing現象）、到達鏡切時の出水に伴う土砂崩壊等があります。どれをとっても、綿密な計画立案の下に施工しなければ、トラブルと言うような範囲には留まらず、多大な損害と共に社会的な信用も失いかねません。そこで、本稿では、泥水式推進工事において有利な高水圧下での施工事例を紹介しながら、安心安全に優れた泥水式推進の施工の留意点と対策の重要性のご理解と、推進工事に携わる方々に参考とな

ればと思います。

2 水圧下(大土被り)における 施工の留意点

2.1 掘進機の仕様確認

推進工事における掘進機は、主に経済性を重視し、汎用性を考えてあるため、安全性や施工性を詳細に検討しなければなりません。また、高水圧対応になっていない場合は、使用計器、カタ駆動部や修正部の高水密性を高めるため、掘進機メーカーと検討し改造する必要があります。また、その工法では、泥水式推進工法を採用することで、安心安全に施工できる泥水式掘進機を選

択するべきだと考えます。

2.2 推進管の仕様、水密性

一般に推進管は、継手性能と外圧強さで決定されますが、特にJC管(0.2MPa)でも対応不可能な高水圧においては、管種の止水性能が保持されなければなりません。特に曲線を施工する場合は、推進力伝達材の材質や配置と厚さを計算し、計画推進力と実際の推進力を対比し、目地開きが許容を逸脱しないよう精度管理に配慮し、最悪の事態にならないよう目地の開口制限を施すべきです。また、中押管を使用する場合は、繰り返し可動するため、土砂の浸入により止水ゴムの磨耗

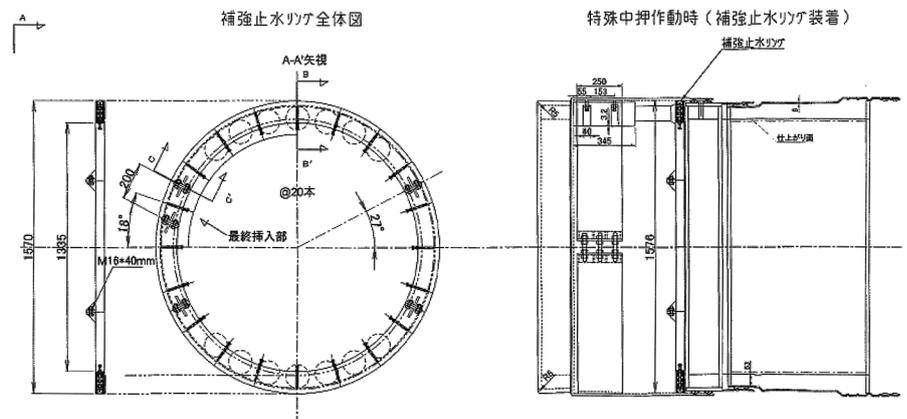


図-1 曲線用中押管および補強止水リング(高水圧対応)参考図

や接着剤の劣化によって出水し、滑材の流入によりクリアランスがなくなり、地山による締付けが発生し推進力の増大に繋がります。従って、止水ゴムの耐水圧対策を施すことが重要となります(図-1)。

2.3 発進時の後退防止対策 (Backing対策)

高水圧下での推進施工では、推進管を据え付ける際、元押しジャッキを後退し一時的に開放させた時、面板に水圧がかかり掘進機がBackingする現象が発生します。その防止策として、推進管外部にアンカと専用治具を取付け反力側から抑える方式、または、推進管を外側から油圧で締め付けて抑える方式を行わなければなりません。通常油圧での締め付け方式をする場合は、合成鋼管等を採用する方が望ましい(図-2)。

2.4 発進坑口・鏡切の対応

通常の発進坑口は、一般に図-3左図を使用するが、高水圧では図-3右図のようなダブルパッキンにする場合や、二重にする部分のゴムをワイヤブラシにかえて施工した事例もあります。Backingが発生すると止水ゴムが捲れてしまうので、初期の推進から滑材注入をおこなうことが重要であり、止水ゴムの裏側に土砂を充填させないためにも、坑口部に注入孔を設け固結滑材や薬液注入の充填を行うことが重要です。大土被りでの立坑構造は、SMWのような連続柱列杭工法やアーバンリングのような分割組立土留壁の構造が主流となるため、坑口リングの固定方法にも確実にしなければ、高水圧に耐えきれず破断してしまいます。

また、SMWでの鏡切は、坑口部の改良の造成状態が粗悪な場合や、立坑掘削時に生じる土留材と改良体の隙間等が考えられるため、予め削岩機等で探り削孔し、地盤改良の良否の判断を必ずしなければなりません。

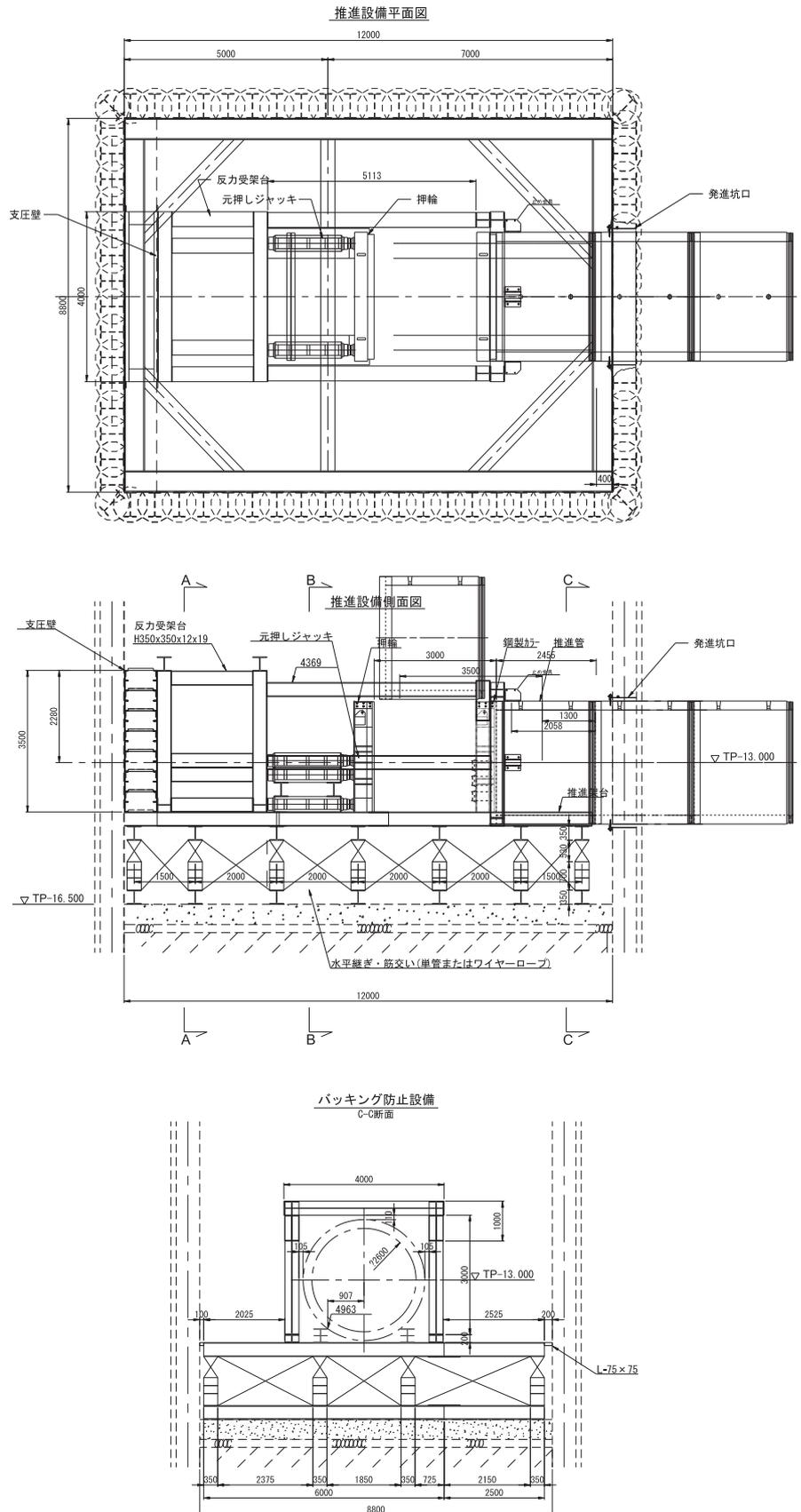


図-2 Backingアンカ方式 (平面・側面・断面図) 参考

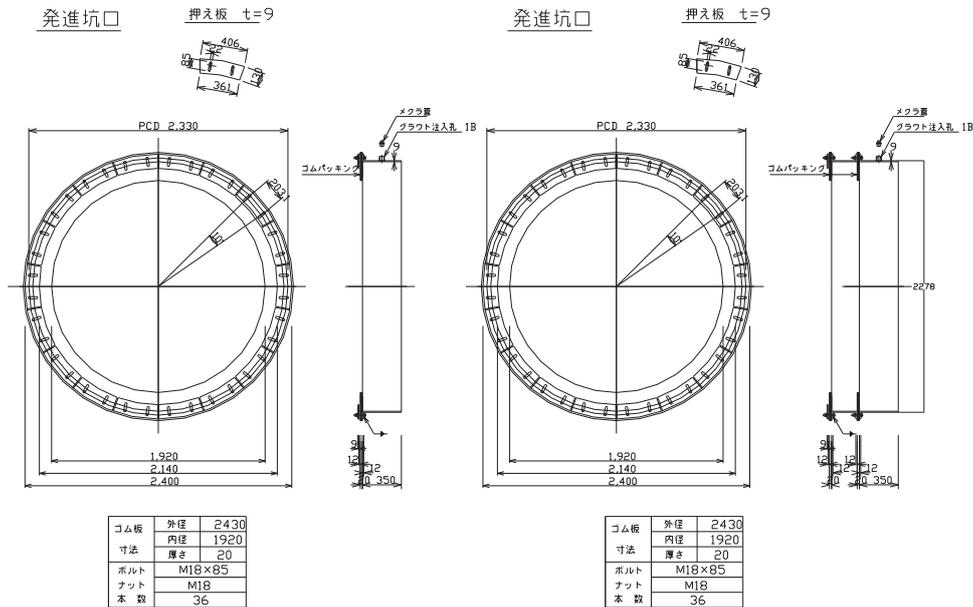


図-3 発進坑口リング (左通常、右ダブルパッキング)

2.5 滑材注入方法の確実性重視

掘進直後の推進管から拡幅されたテールクリアランスに1次滑材注入を充填し、さらに2次注入を推進管外周全域に万遍なく注入することで、第二段階の管外周摩擦抵抗低減を倍加し地山の緩みを防止することができるため、注入量、注入圧力、注入位置を集中制御できる方式を採用すべきです。また、対象土質によっては滑材効果が発揮できない時もあるため材料の選定にも検討する必要があります。

2.6 管接合時の

確実な施工を見落とすな

「水密性の高い管種を使用しているから目地からの出水は絶対ない」と言い切れるでしょうか。施工者としては、管材の止水ゴムの接着の不良があったり、管挿入時の段差があれば挿入時にゴムの接着に負担がかかり水密性がなくなり滑材や土砂の流入を招くため、管浮き上がり防止対策を施し慎重に行うことが大切です。材料搬入時の受け入れ検査ではゴムの接着状況を確実に検収することが重要です。

2.7 安心できる掘進機回収が最大の鍵

高水圧での施工において到達工が最も重要なポイントであり、立坑に掘進機が到達してから掘進機の位置確認や補足注入をおこなっても、鏡切の最中や掘進機の押出中の止水ゴムにかかるまでの僅かな時間に、土質によっては掘進機と改良体の隙間の部分から出水と共に土砂を噴出させてしまいます。この場合の確実な施工方法は、到達立坑に地下水位と同じ水位に注水することが可能であれば、水中でダイバーを潜水確認しながら所定の位置まで掘進機を押し出し、止水ゴムのワイヤの固定をした後に、テールボイドの止水注入を行います。その後、立坑の排水し、安心して掘進機を回収することが出来ます。

3 施工事例

3.1 0.3MPaを超える施工実績 (油圧方式を用いたBacking制御)

(1) 工事概要

工事名：北部処理区元宮導水幹線下

水道整備工事 (その2)

工期：平成15年6月～9月

呼び径：3000

施工延長：263.21m

工法：アルティミット工法(泥水式)

曲線半径：R=200、50、50m

土被り：35.3m

土質：砂質シルト、

N値：16～50

地下水位：GL-3.3m

地下水压：0.32MPa

使用管種：合成鋼管 1/3管、標準管

(2) 施工方法 (高水圧対応策)

想定Backing力：6,000kN

Backing制御方式：油圧締め付け方式

(図-6、写真-1)

発進坑口形状：L型ダブルおよび

フラップ形式 (図-5)

到達方法：面板押し、掘進機残置

(3) 線形平面図 (図-4)



図-4

(4) 施工状況 (図-5、6、写真-1)

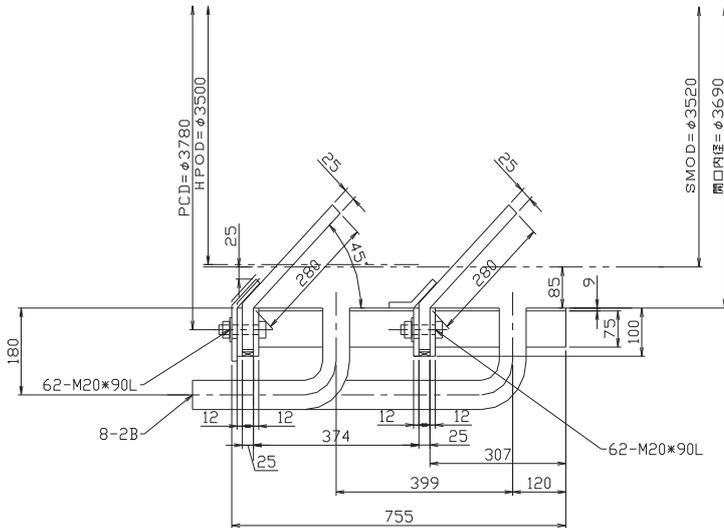
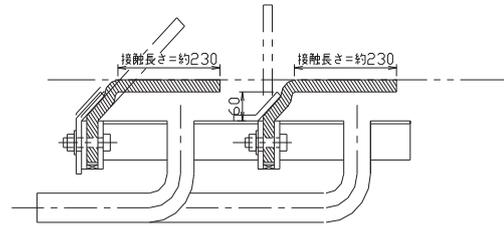


図-5 発進坑口止水ゴム詳細図 (L型ダブルおよびフラップ)



パッキン変形図

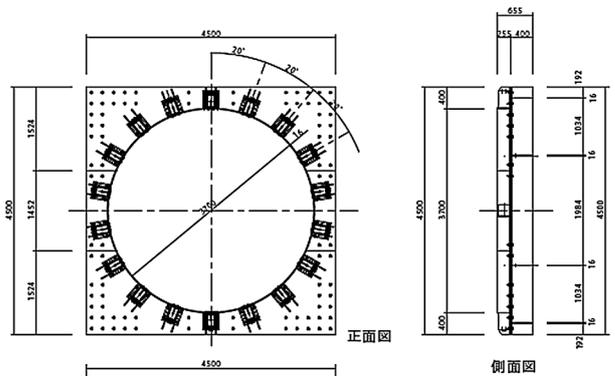


図-6 Backing制御装置組立図 (油圧方式)

3.2 施工実績 (インサートアンカを用いたBacking制御)

(1) 工事概要

工事名：都筑処理区佐江戸雨水幹線
下水道整備工事

工期：平成16年2月～5月

呼び径：3000

施工延長：494.81m (中押1段)

工法：アルティミット工法 (泥水式)

曲線半径：R = 170、500、200、
250、170m

土被り：17.2m

土質：砂質土、泥岩

N値：50

地下水位：GL - 2.25m

地下水圧：0.17MPa

使用管種：JC管NSタイプ

(2) 施工方法 (高水圧対応策)

想定Backing力：2,000kN

Backing制御方式：インサートアンカ
固定方式

(5箇所×4本/箇所)

発進坑口形状：ゴムパッキン

+ワイヤブラシ形式

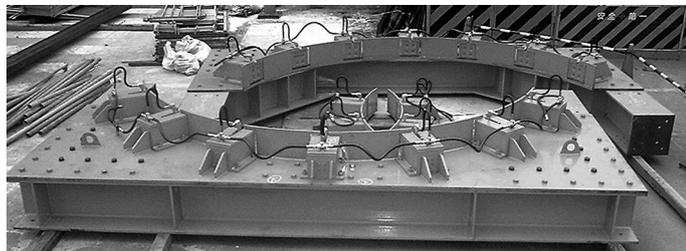


写真-1 Backing制御装置 (油圧方式)

(3) 線形平面図 (図-7)

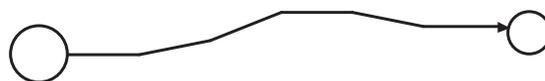


図-7

(4) 施工状況 (写真-2~5)

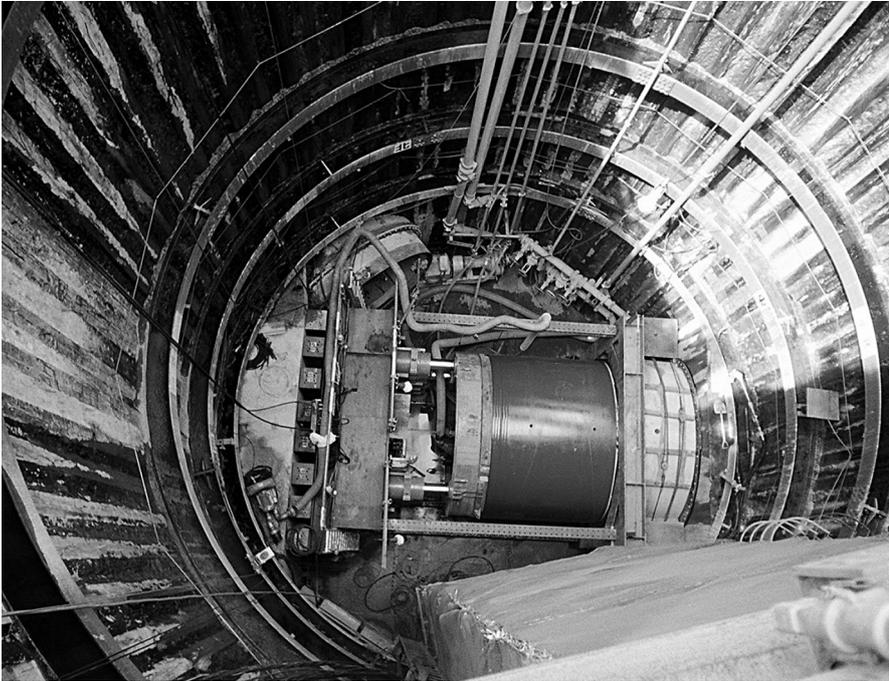


写真-2 発進立坑前景

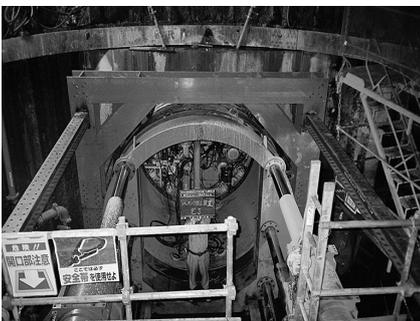


写真-3 Backing制御 (インサートアンカ方式)



写真-4 固定治具取付け



写真-5 ゴムパッキン+ワイヤブラシ形式

3.3 水中到達施工実績

(1) 工事概要

工事名：大井給水所（仮称）から品川区八潮三丁目地先間送配水管新設工事

工期：平成20年5月～8月

呼び径：2600

施工延長：93.5m

工法：泥水式

曲線半径：直線

土被り：17.0m

土質：砂、シルト

N 値：30～40

地下水位：GL-1.05m

地下水圧：0.17MPa

使用管種：JC管WJタイプ

(2) 施工方法（高水圧対応策）

想定Backing力：1,400kN

Backing制御方式：インサートアンカ
固定方式

(3箇所×4本/箇所)

到達方法：水中到達、押出

(3) 線形平面図 (図-8)

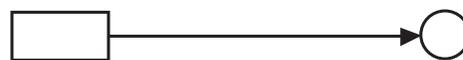


図-8

(4) 施工状況 (図-9、写真6~9)

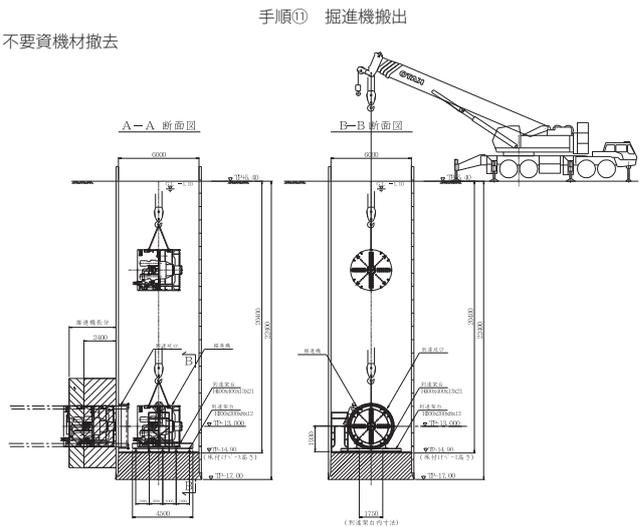
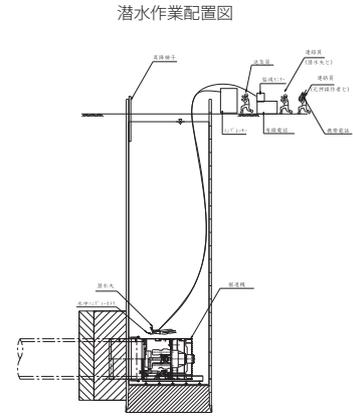
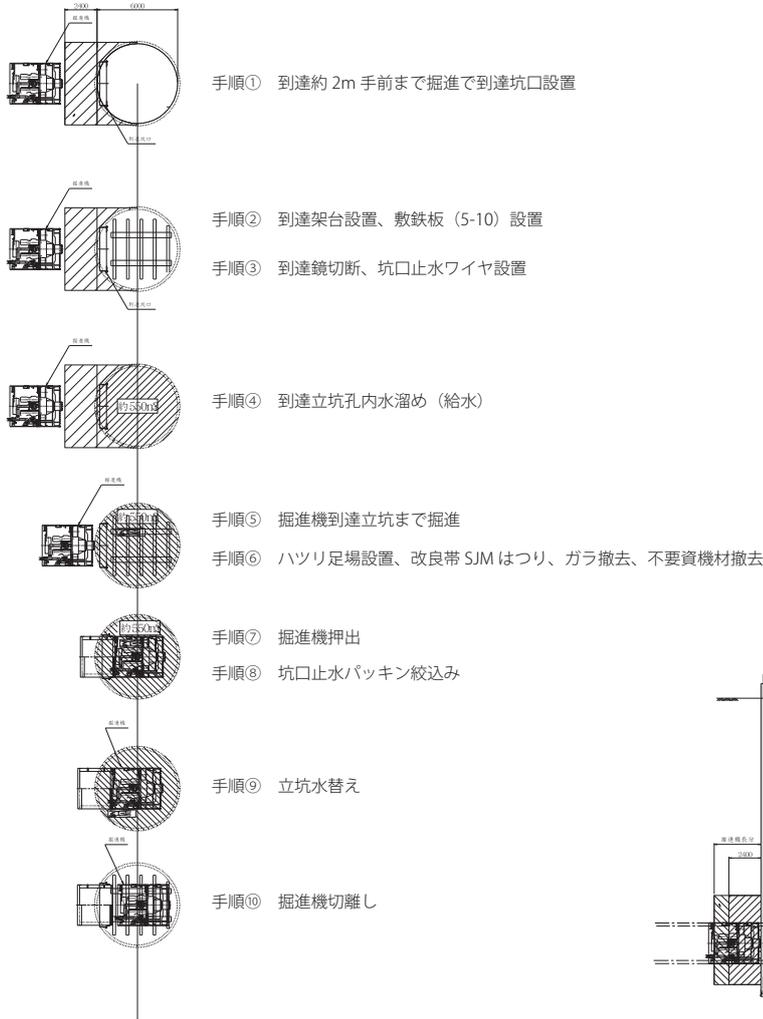


図-9 水中到達手順



写真-6 到達立坑給水作業



写真-7 ダイバー潜水

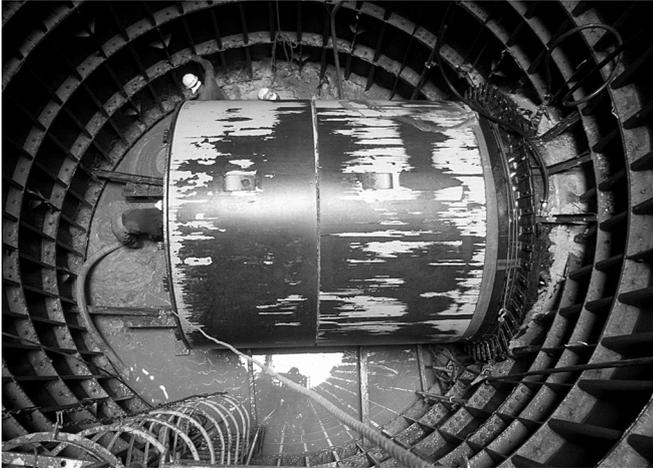


写真-8 掘進機切離

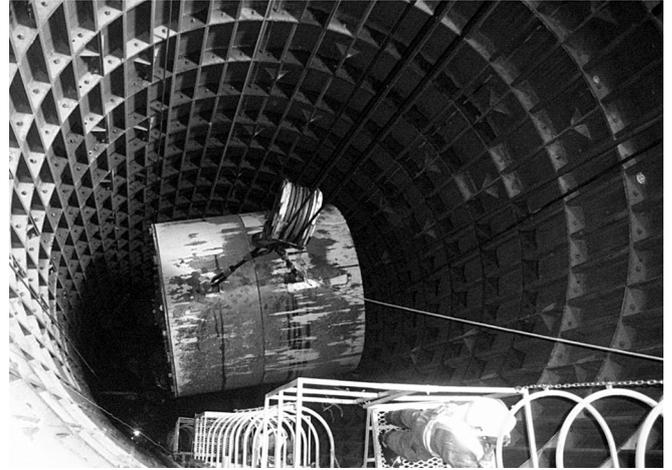


写真-9 掘進機搬出

3.4 掘進機回収筒施工実績

(1) 工事概要

工事名：国357神明(その2)共同溝
 工事のうちE-1分線管路工事
 工期：平成18年1月～8月
 呼び径：1500
 施工延長：236.5m
 工法：アルティミット工法(泥水式)
 曲線半径：R = 35m
 (垂直方向R = 300、300m)
 土被り：8～20m
 土質：シルト混り砂

N 値：8～40
 地下水位：GL - 2.5m
 地下水圧：0.18MPa

使用管種：1/3NS管、SAYAKAN標準管

(2) 施工方法(高水圧対応策)

到達坑口：可動式パッキン
 掘進機回収方法：回収筒内に押出

(3) 線形平面図・断面図 (図-10、11)

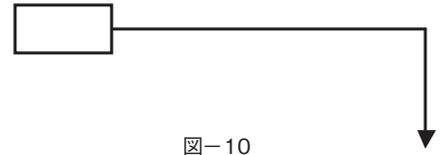


図-10

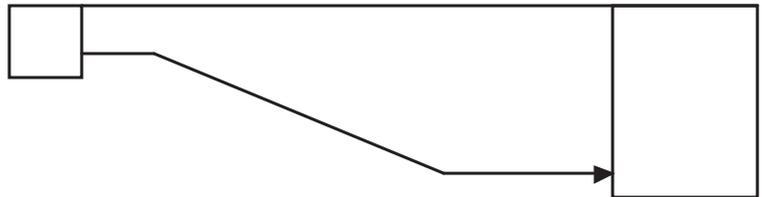


図-11

(4) 施工状況(写真-10～17)

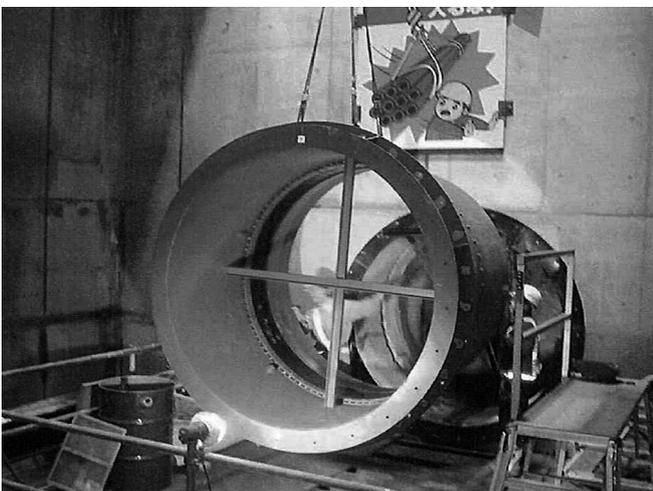


写真-10 可動パッキン

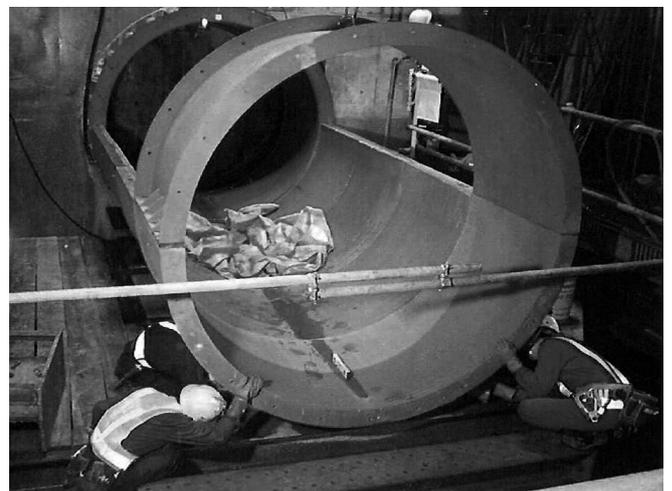


写真-11 回収筒設置



写真-12 反力受け

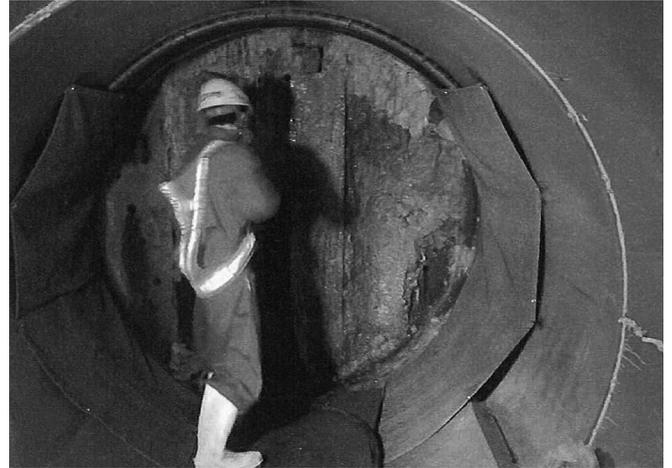


写真-13 SMW部鏡切

4 終わりに

今回、施工事例を4件紹介しました。どれも特異性を持った施工条件に対する大土被りの施工実績です。どれも泥水式推進工事で行いました。各々、目的や用途の相違はあるが、高水圧下の施工に対し専門家だけの設計施工では完成することはできません。大土被りでは、何らかのトラブルが発生しても、途中で上から対応できないことを十分理解し、留意点に述べたことを細部まで計画検討してトラブルが無いようにしていただくよう希望します。

○お問い合わせ先

機動建設工業(株)

技術本部

〒553-0003

大阪市福島区福島4-6-31 機動ビル

Tel : 06-6458-6183

Fax : 06-6548-0274

関東支店

〒101-0035

東京都千代田区神田紺屋町38

エスポワールビル6階

Tel : 03-3289-4771

Fax : 03-5294-1281

<http://www.kidoh.co.jp/>



写真-14 回収筒全景

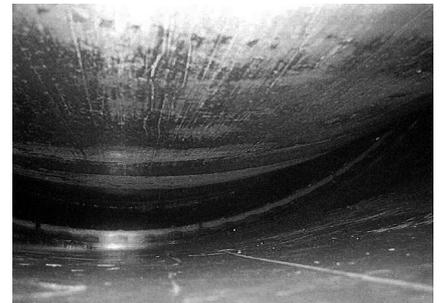


写真-15 可動パッキン作動確認

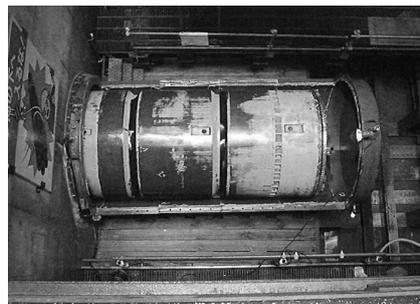


写真-16 掘進機押出完了(回収筒内)

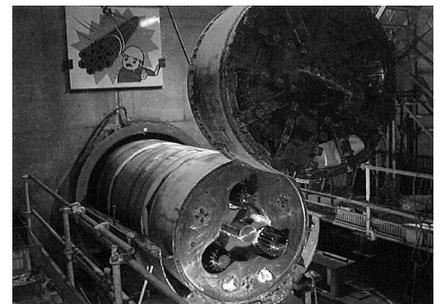


写真-17 掘進機分割回収