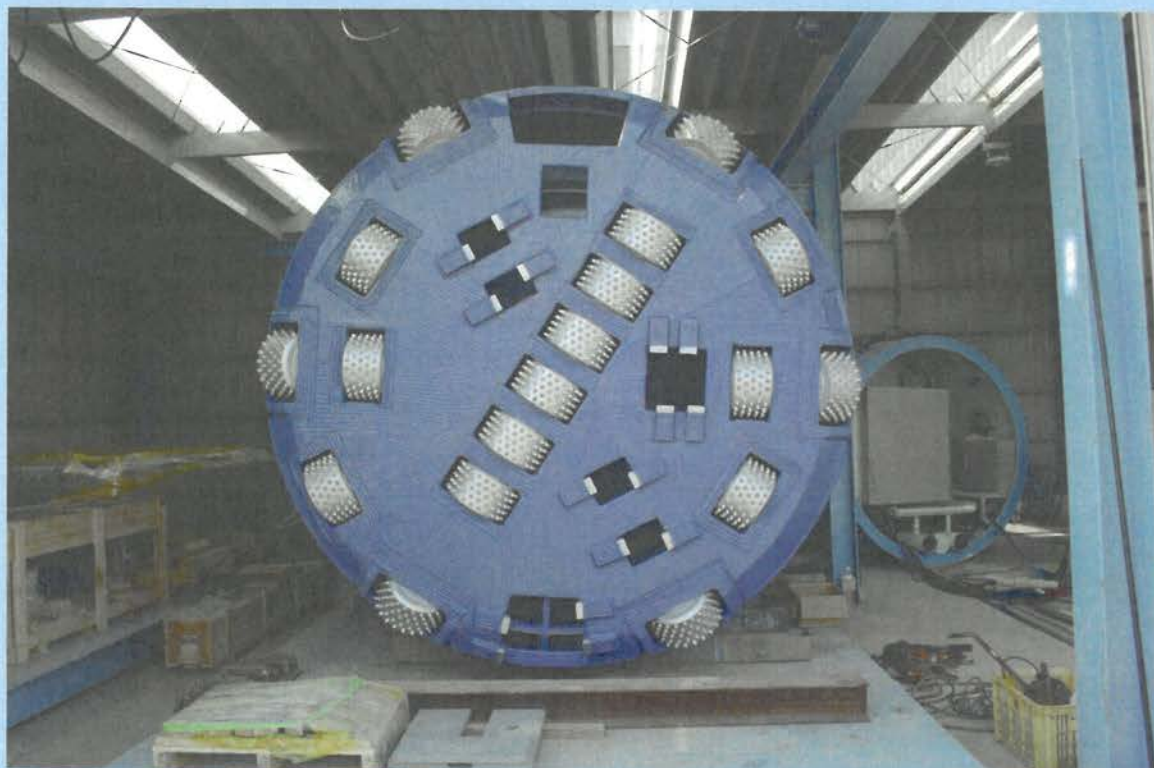


SUPERMULTIMOLE

- 大口径管密閉型推進工法 面板加圧方式 泥水式推進工法
- 面板加圧方式 泥水式シールド工法、泥土圧式シールド工法

スーパーマルチモール工法

φ2000mm～φ3000mm



SUPERMULTI MOLE



日本の広範囲を襲った集中豪雨。河川の氾濫や洪水、土砂災害により甚大な被害をもたらしました。

今後、こういった豪雨災害による被害を軽減するために、効率よく浸水対策を行なえる雨水幹線の整備が必要とされています。私共工事施工側の役割は、より安全に、より確実に、より迅速に、より安価に、工事を行なう手段を見出さなければなりません。

推進工事の難しさは、地下の見えないところには、たくさんのトラブル要因があります。地盤の変化、推進管や支圧壁の破損、掘進機ビットの破損、障害物への遭遇、異常出水、等々。

スーパーマルチモール掘進機は、長年の推進工事で経験したこういったリスクを、どうすれば解決できるかを考え、どれだけ難しい施工条件にも、救出立坑を掘らずに、地上に影響を与えずに、必ず安全に到達できるよう開発した、大口径掘進機です。



特長

- 1 岩盤層、礫・玉石層、転石も大きさに係わらず推進できます。
- 2 面圧加圧と泥水加圧で、自沈軟弱地盤でも安定した推進ができます。
- 3 掘進機内部より地盤改良を施し、互層地盤に対応して推進できます。
- 4 掘進機内部よりビットの交換が可能なので、長距離推進ができます。
- 5 圧気工法と薬液注入を施し、掘進機内から障害物を除去できます。
- 6 3段の方向修正装置により、急曲線推進ができます。
- 7 掘進機の小さなクリアランスと推進中の一次裏込材で、地山の崩落を防ぎます。
- 8 シールド胴を接続し、シールド工法に変換することができます。

1 岩盤層、礫・玉石槽、転石も大きさに係わらず推進できます。

多連モーターと外周駆動装置により、強大な破碎能力を発揮します。軟岩には切削ビット、硬岩にはローラービットを装着します。玉石や転石も細かく粉碎するので、掘進機が振られてしまうことなく精度良く推進することが出来ます。

立坑掘削時



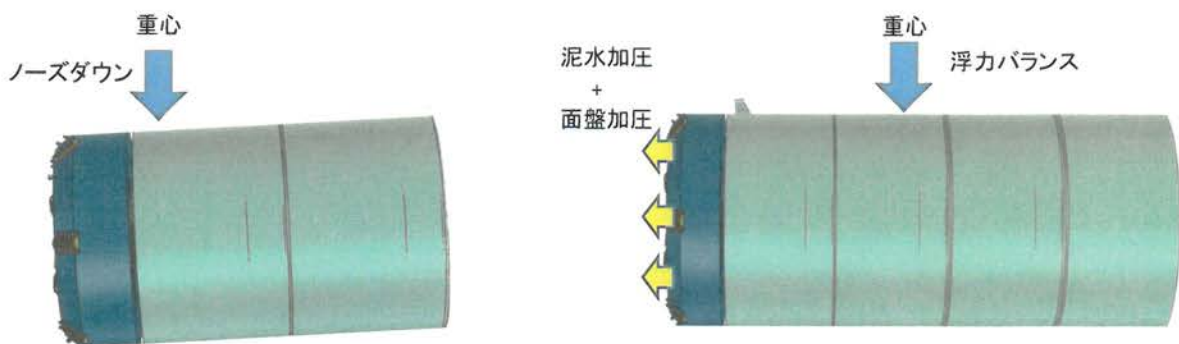
破碎された岩盤



2 面板加圧と泥水加圧で、自沈軟弱地盤でも安定した推進ができます。

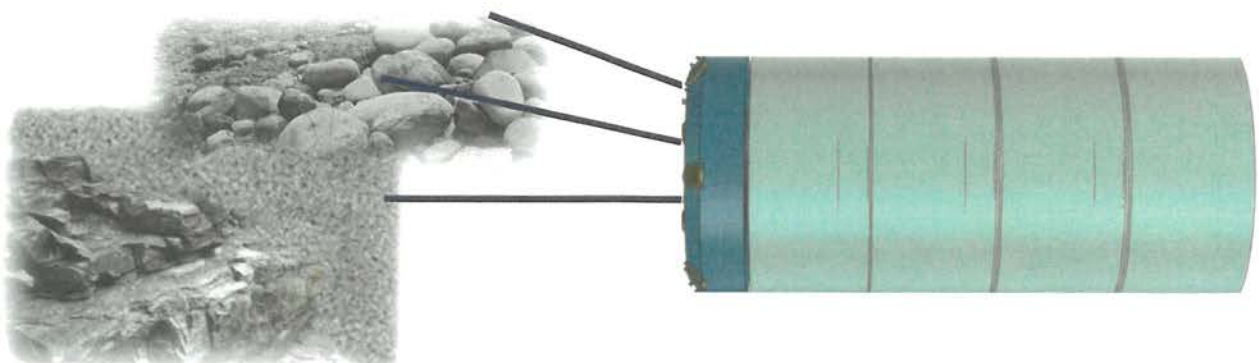
掘進機全体の機長を長くし、重量のある機械部品を後部に配置するなど、軽量化、重心を掘進機のセンター近くに持ってくることで、軟弱自沈層でのノーズダウンを防ぎます。

切羽の安定は、面板加圧と泥水加圧の2方式併用となり、土圧抵抗を確認しながら推進できるので、取り込み過多による崩壊、地盤沈下を起こしません。



3 掘進機内部より地盤改良を施し、互層地盤に対応して推進できます。

軟弱層の下部より岩盤層が出てきた、大きな転石に遭遇したなどして、急激にカッタートルクが上がり、修正が取れなくなることがあります。掘進機内部より、薬液注入ロッドを伸ばし地盤改良することで、上部軟弱層の崩壊を防ぎ、精度を保ちながら推進することが出来ます。



4 掘進機内部よりビットの交換が可能なので、長距離推進ができます。

硬い岩盤を長距離推進すれば、ビットが摩耗します。機内からのビット交換を行う際には、切羽からの湧水を防ぐため圧気装置を使用します。ビット交換は、岩質の変化により切削ビットとローラービットを交換出来ます。



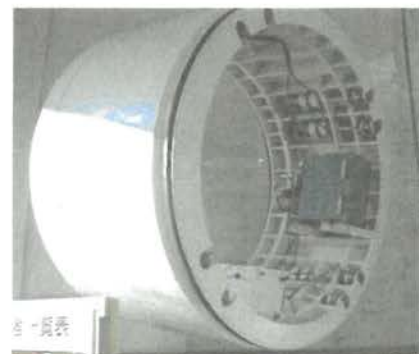
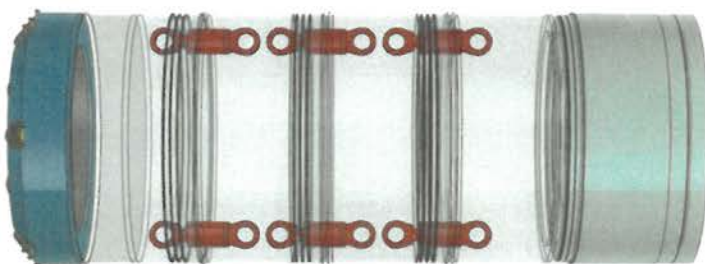
5 圧気工法と薬液注入を施し、掘進機内から障害物を除去できます。

推進中突然、障害物に遭遇することは多々あります。木杭やPC杭、流木、基礎構造物、H型鋼、鉄板、鋼矢板、等々。障害物の材質、管渠との位置関係を目視で確認し、測量や画像で記録できます。開口率の低い面板構造の中であるため、より安全に作業ができます。



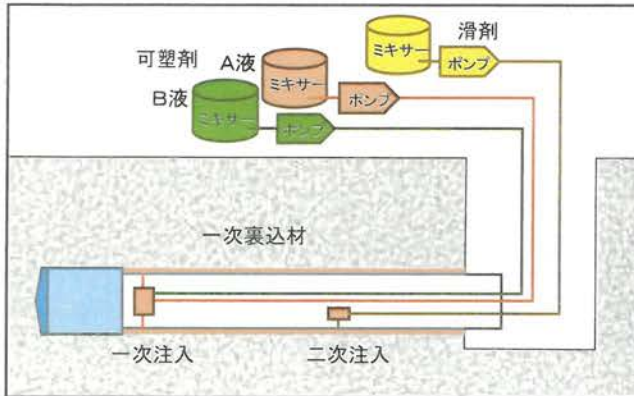
6 3段の方向修正装置により、急曲線推進ができます。

掘進機本体には第1、第2、第3修正装置があり、第3修正装置は掘進機面盤に掛かる土圧を感知します。土圧反力を適切にとることで方向修正が正確になり、きれいな曲線推進が可能になります。また、急曲線の推進では後方にカーブ筒を接続し、目地の開きを均等に保ちます。



7 掘進機の小さなクリアランスと推進中の一次裏込材で、地山の崩落を防ぎます。

大口径推進では、特に緩み土圧の発生が起こります。掘進後の沈下を抑えるために、管と地山との隙間(テールボイド)を最小限度にしました。また、推進と同時に、こんにやく状の可塑性を一次裏込材として注入し、テールボイドを保持します。摩擦抵抗が効果的に抑えられ、推進力が低く長距離の推進が可能です。また、逸水する無水層での推進が可能です。



8 SMMシールド専用機で、シールド工法としての施工ができます。

掘進機後方にエレクターとシールドジャッキを装着し、シールド工法としての施工が可能です。推進工事では難くなる超長距離や、発進間際の急曲線に適した施工ができます。

シールド機には泥水式工法と泥土圧式工法があり、土質などの条件により選択できます。双方とも点検扉で切羽に入ることができるので、ビット交換や障害物に遭遇した時も、推進機同様に対処できます。



SUPERMULTIMOILE

スーパーマルチモール工法

- 大口径管密閉型推進工法 面板加圧方式 泥水式推進工法
- 面板加圧方式 泥水式シールド工法、泥土圧式シールド工法

φ 2000mm～φ 3000mm

技 術 資 料

目次

工法の説明

| | ページ |
|---------------------|-----|
| 1 . スーパーマルチモール工法の特長 | 1 |
| 2 . 工法の概要 | 4 |
| 3 . 掘進機の概要 | 6 |
| 4 . 立坑寸法 | 11 |
| 5 . 仮設備工 | |
| 1) 支圧壁工 | 13 |
| 2) クレーン設備工 | 14 |
| 3) 発進坑口工 | 14 |
| 4) 到達坑口工 | 15 |
| 5) 推進用機器据付工/受台工 | 16 |
| 6) 圧気設備工 | 16 |
| 7) 塑性体滑材注入工 | 17 |
| 8) 裏込注入工 | 18 |
| 6 . 機械配置図 | 19 |

工法の説明

1. スーパーマルチモール工法の特長

- 1) 岩盤層、礫・玉石層、転石も大きさに係わらず推進できます。
- 2) 面板加圧と泥水加圧で、自沈軟弱地盤でも安定した推進ができます。
- 3) 掘進機内部よりビットの交換が可能なので、長距離推進ができます。
- 4) 圧気工法と薬液注入を施し、掘進機内から障害物を除去できます。
- 5) 3段の方向修正装置により、急曲線推進ができます。
- 6) 掘進機の小さなクリアランスと推進中の塑性体滑材で、地山の崩落を防ぎます。

1) 岩盤層、礫・玉石層、転石も大きさに係わらず推進できます。

多連モーターと外周駆動装置により、強大な破碎能力を発揮します。軟岩には切削ビット、硬岩にはローラービットを装着します。一軸圧縮強度 $20\text{MN}/\text{m}^2$ 未満の軟岩は切削ビットで、一軸圧縮強度 $20\text{MN}/\text{m}^2$ 以上の軟岩から中硬岩、硬岩は、ローラービットで推進します。

普通土質や、礫径の小さな礫混り土は切削ビット、礫径が大きな砂礫、玉石地盤はローラービットで推進します。ローラービットは玉石や転石も細かく粉碎するので、掘進機が振られてしまうことなく精度良く推進することが出来ます。

2) 面板加圧と泥水加圧で、自沈軟弱地盤でも安定した推進ができます。

切羽の安定は、面板加圧と泥水加圧の2方式併用となります。

開口率の小さな面板で切羽を抑える面板加圧方式と、泥水加圧で切羽の水圧を抑える泥水加圧方式を常時併用して切羽の安定を図ります。

押付力測定装置と水圧(土圧)計を有しており、土圧抵抗を確認しながら推進できるので、低土被り無水層、岩盤層、急勾配施工時の土圧の変化にも対応できます。

また、掘進機全体の機長を長くし、重量のある機械部品を後部に配置するなど、重心を掘進機のセンター近くに持ってくることで、軟弱自沈層でのノーズダウンを防ぎます。

3) 掘進機内部よりビットの交換が可能なので、長距離推進ができます。

硬い岩盤を推進すれば、ビットは摩耗します。摩耗の度合いは岩盤の性質や強度により変わります。掘進機隔壁（バルクヘッド）中央部に大きな点検扉を設けることで、チャンバー内への出入りを容易にしました。機内からビットの損耗状態を点検し交換できると共に、土質に応じて切削ビットとローラービットを交換することも可能です。

機内からのビット交換を行う際には、切羽からの湧水を防ぐため圧気を使用します。これにより地山の細粒分やテールボイドの滑材が、湧水とともに流れ出るのを止めることができます。

4) 圧気工法と薬液注入を施し、掘進機内から障害物を除去できます。

推進中突然、障害物に遭遇することは多々あります。木杭やPC杭、流木、基礎構造物、H型钢、鉄板、鋼矢板、等々。

上下左右に設置した押付力測定値の変化と、カッター電流値から障害物を検知できます。

圧気工法により坑内に気圧を掛け、点検扉から障害物の材質、管渠との位置関係を目視で確認し、管理者との協議に必要な書類を測量や画像で記録できます。

撤去作業は、面板の開口率が低いことから切羽での地山の露出が少なく、入坑者の安全空間が確保できます。

5) 3段の方向修正装置により、急曲線推進ができます。

岩盤での急曲線推進を可能にするため、掘進機は3段に折れます。第1、第2、第3修正装置があり、第3修正装置は掘進機面盤に掛かる土圧を感知します。土圧反力を適切にとることで方向修正が正確になり、きれいな曲線推進が可能になります。

岩盤での急曲線推進を可能にするため、掘進機は3段に折れます。カッターヘッドの第1修正装置は短く、小さな修正で方向制御することができます。中折の第2修正装置は、掘進機胴体を湾曲させることで、急曲線推進を可能にしました。後部の第3修正装置は、上下左右に掛かる推力の大きさを調整し、外周面に競りを与えずクリアランスを無理なく推進できます。

また、急曲線の推進では後方にカーブ筒を接続し、目地の開きを均等に保ちます。

6) 掘進機の小さなクリアランスと推進中の塑性滑材で、地山の崩落を防ぎます。

大口径推進では、特に緩み土圧の発生が起こります。表面積の大きい大口径の掘進後の沈下を抑えるために、管と地山との隙間（テールボイド）を最小限度にしました。

また、掘進機推進と同時に、塑性滑材をテールボイド全体に注入し、クリアランスを埋めることで管周囲の地山の緩みを防止し、地表面および近接構造物への影響を無くします。

塑性滑材は、こんにゃくのような塑性体で水に希釈されにくく流動性が小さいため、テールボイドに殆ど滞留します。地山と推進管との摩擦抵抗が効果的に抑えられ、推進力が低く長距離の推進が可能です。

また、空隙のある岩盤や無水層の砂礫地盤などでは、還流する泥水が逸脱し、排土がうまくいかなくなることがあります。塑性滑材は地山の隙間を目詰めするので逸脱が止まり、面板加圧と泥水加圧が適切に行われます。

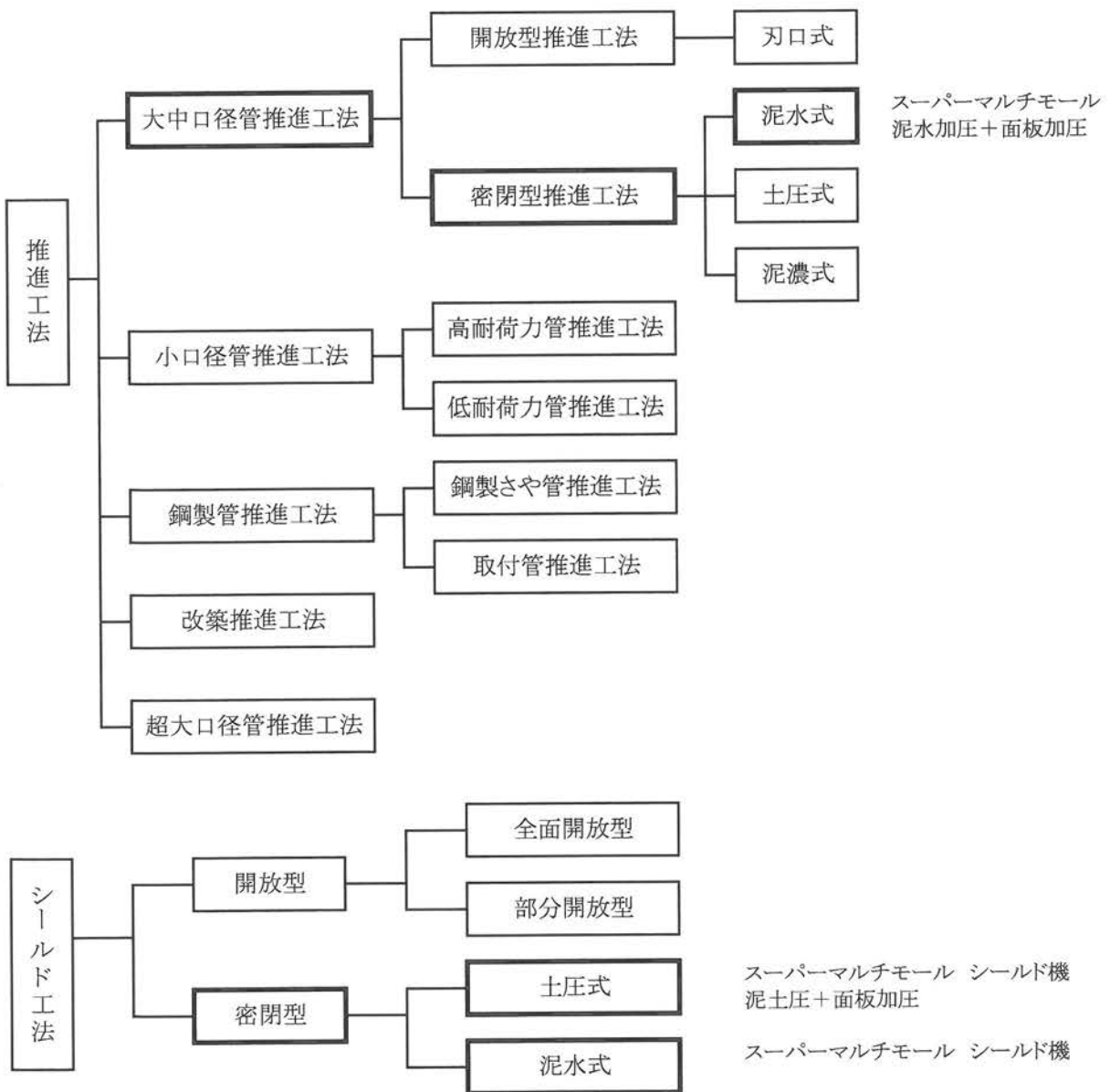
2. 工法の概要

1) 推進工法の分類

スーパーマルチモール工法は、呼び径 ϕ 2000mm～ ϕ 3000mmの大口径推進管を押し管とした推進工事を主体としていますが、同径程度のシールド工事も施工可能な工法です。

完全密閉型の掘進機を使用しており、推進中は遠隔操作で、掘進機内は無人です。

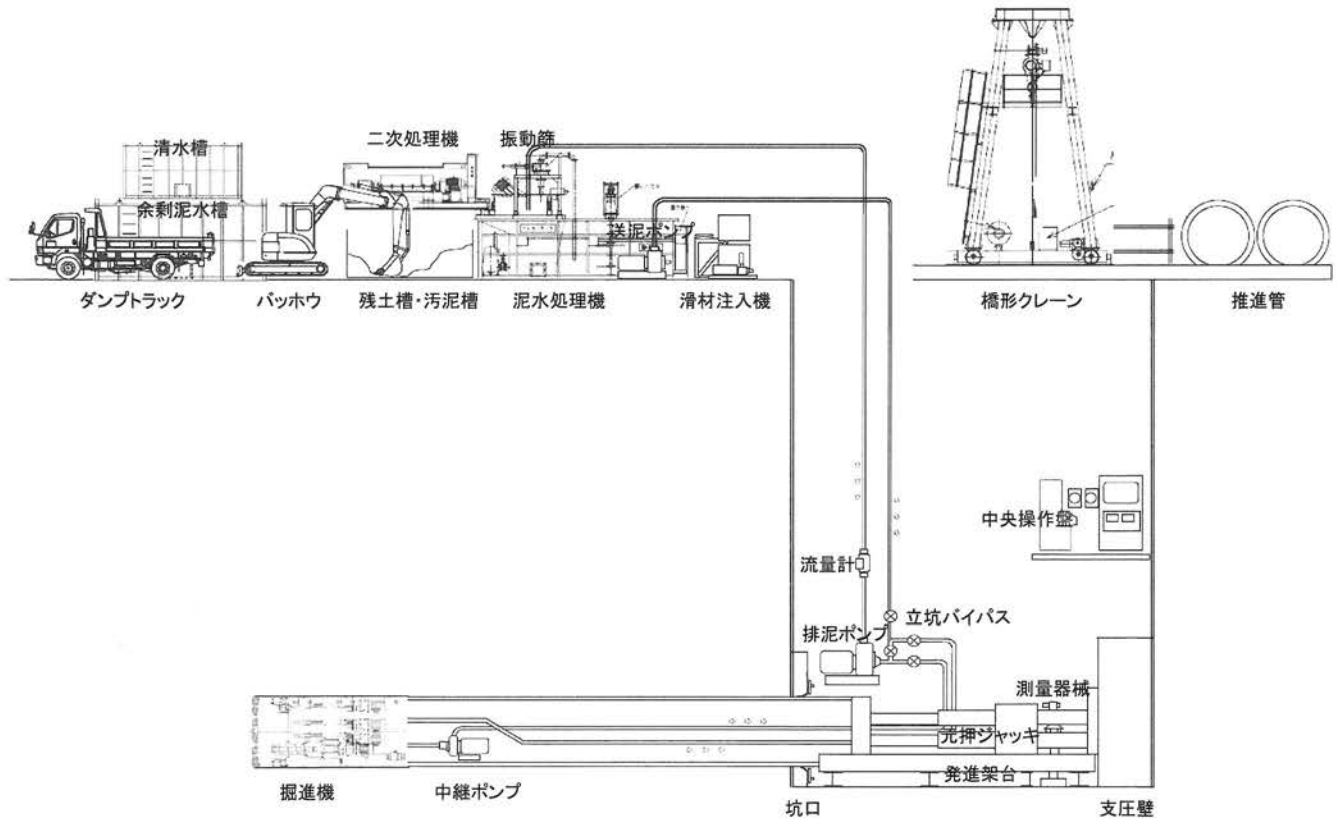
地下水圧が10m以上あるような深いところでの推進工事であっても安全に施工できるように、切羽保持は、泥水加圧方式と面板加圧方式の2方式併用です。



3) 切羽保持のシステム図

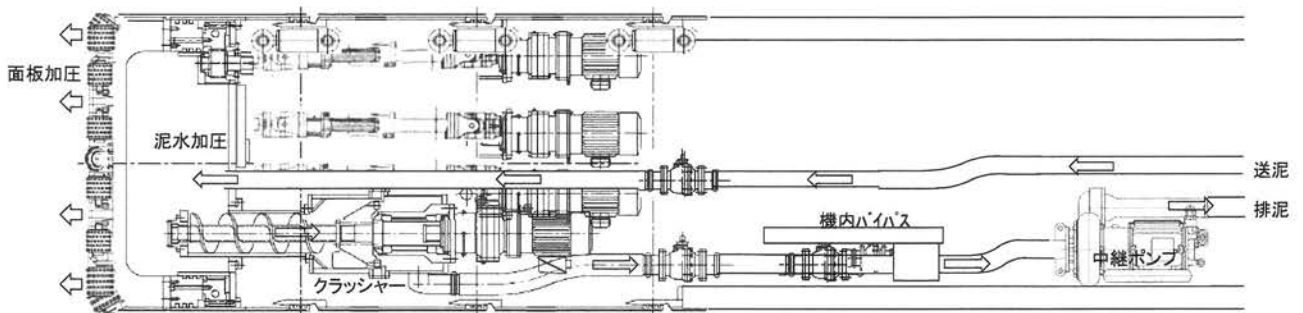
推進工法でのスーパーマルチモール工法は、泥水加圧の流体輸送方式です。

送泥ポンプから送られた泥水は、送泥管を通り、掘進機で土砂と混ざります。排泥ポンプにより、土砂は泥水とともに排泥管を通り泥水処理機に戻され、振動篩（一次処理機）により土砂と泥水に篩い分けられます。泥水に溶け込む土砂量が多い場合には、泥水の中から遠心分離機（二次処理機）で土砂の細粒分を取り出し、比重を落として繰り返し循環泥水として送り出します。



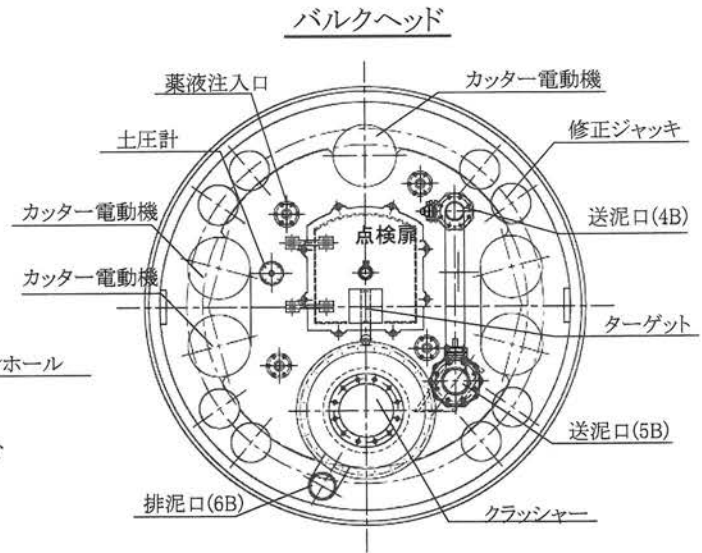
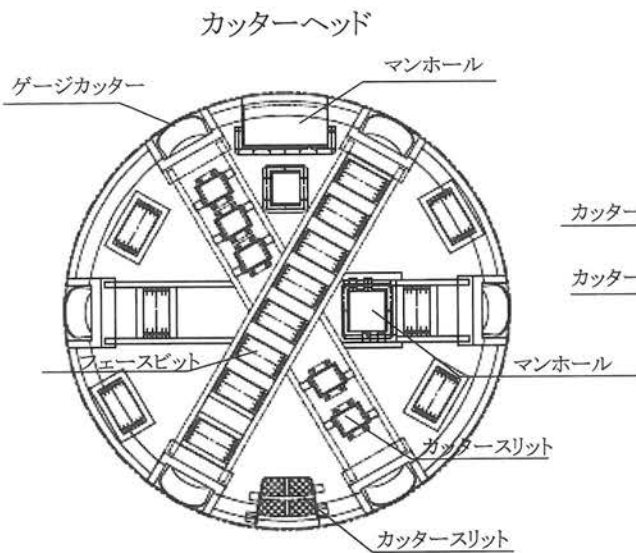
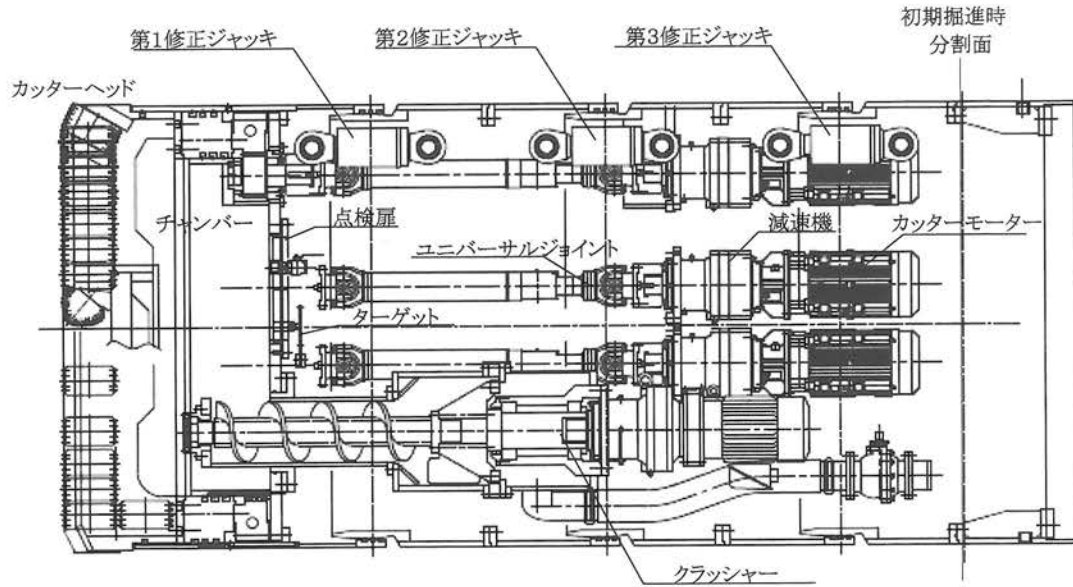
切羽保持は、泥水工法による泥水加圧と、面板加圧方式の2方式併用により管理します。

掘進機的面板に掛かる土圧は、第3修正ジャッキにより感知し、オペレーターは、常時土圧を適切に保つよう、推進速度を調整します。



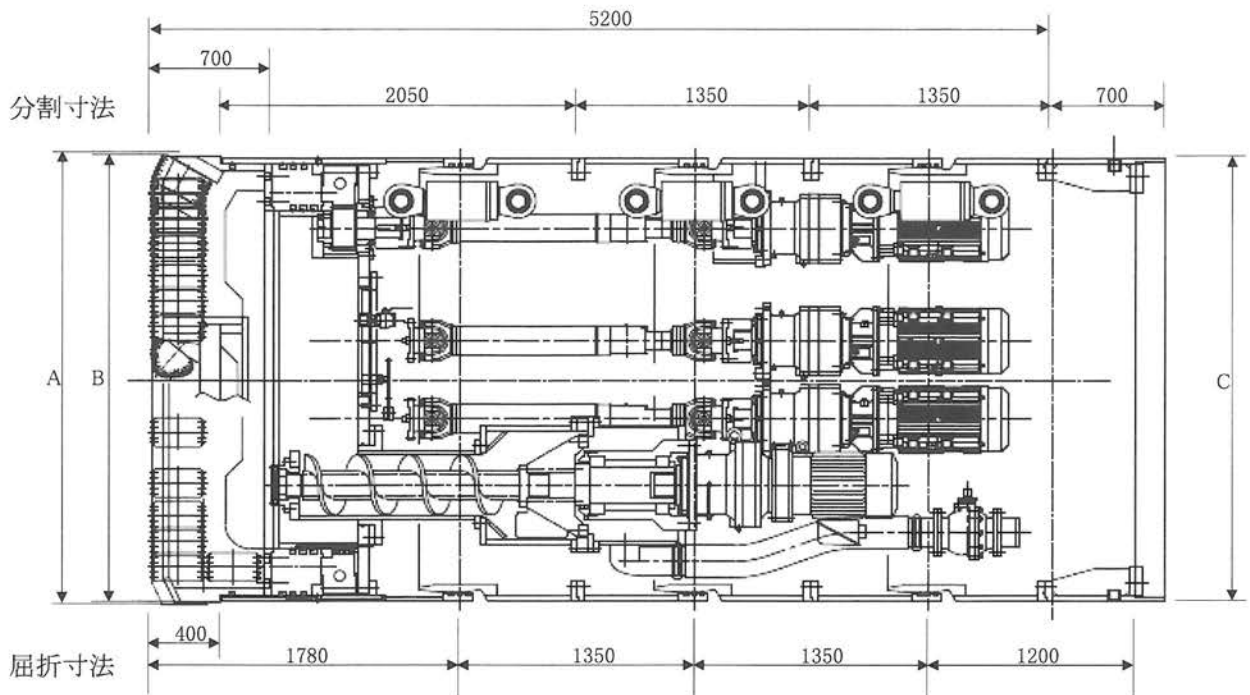
3. 掘進機の概要

1) スーパーマルチモールド掘進機 構造図



| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 | |
|----------|--------------------------|-----------------|----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 方向修正ジャッキ | 800kN×100st×35MPa×8本 | | | 800kN×100st×35MPa×12本 | | | |
| 第2修正ジャッキ | 800kN×100st×35MPa×8本 | | | 800kN×100st×35MPa×12本 | | | |
| 第3修正ジャッキ | 800kN×100st×35MPa×8本 | | | 800kN×100st×35MPa×12本 | | | |
| 送排泥管口径 | 6B | | | 6B | | | |
| 油圧ユニット | 油圧ポンプ | 2.34L/min×35MPa | | | 2.34L/min×35MPa | | |
| | 電動機 | 3.0kw×4P×400V | | | 3.0kw×4P×400V | | |
| 曲線最小半径 | R35 | R35 | R38 | R41 | R44 | R47 | |
| カッター | トルク・回転 | 440kN・m 2.6rpm | 635kN・m 2.3rpm | 635kN・m 2.3rpm | 860kN・m 2.0rpm | 1004kN・m 2.0rpm | 1147kN・m 1.8rpm |
| | トルク係数 | α=31 | α=35 | α=30 | α=29 | α=28 | α=28 |
| | 電動機 | 440V*30kw*4台 | 440V*30kw*5台 | 440V*30kw*5台 | 440V*30kw*6台 | 440V*30kw*7台 | 440V*30kw*8台 |
| クラッシャー | トルク・回転 | 11kN・m 25rpm | | | 11kN・m 25rpm | | |
| | 電動機 | 30kw×4P×400V×1台 | | | 30kw×4P×400V×1台 | | |
| 電源 | AC60Hz400V(動力): 100v(操作) | | | AC60Hz400V(動力): 100v(操作) | | | |

2) 掘進機寸法と質量



掘進機の機長は、 $\phi 2000\text{mm}$ ～ $\phi 3000\text{mm}$ まで同じです。

掘進機 外径 と 質量

| 外径 \ 呼び径 | $\phi 2000$ | $\phi 2200$ | $\phi 2400$ | $\phi 2600$ | $\phi 2800$ | $\phi 3000$ |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| A mm | 2,410 | 2,640 | 2,870 | 3,100 | 3,330 | 3,560 |
| B mm | 2,390 | 2,620 | 2,850 | 3,080 | 3,310 | 3,540 |
| C mm | 2,370 | 2,600 | 2,830 | 3,060 | 3,290 | 3,520 |
| 切削型 質量 t | 39 | 46 | 51 | 64 | 70 | 77 |
| ローラー型 質量 t | 40 | 47 | 52 | 66 | 72 | 79 |

3) 摘要土質

スーパーマルチモールド掘進機は、全土質対応型です。掘進機面板のビットの形状やスリットの開口率を、現場の土質や状況に合わせて適切なものにします。

機内から対応できるマルチ面板で、互層地盤でも、無水層でも、障害物に遭遇しても、適切に対応できる掘進機です。

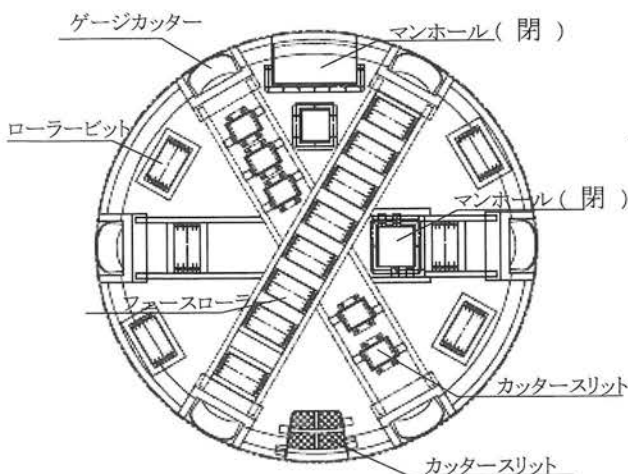
| | 土 質 | | 礫径、礫率、岩強度 | カッターヘッドの種類 |
|---------------|-------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------|
| (A) 土 質 | 普通 土 | シルト粘土 砂 礫混じり土 硬質土 | 最大礫径100mm未満 礫含有率30%未満、N値50未満 N値50未満 岩強度5MN/m ² | 切削型ヘッド |
| (B) 土 質 | 砂 礫 土 | 砂礫土(1) | 最大礫径100mmから300mm未満 礫含有率80%未満 | ローラー型ヘッド |
| (C) 土 質 | 巨 礫 土 | 砂礫土(2) | 最大礫径300mm以上 礫含有率80%未満 | ローラー型ヘッド |
| (D) 土 質 | 岩 盤 | | 岩強度20MN/m ² 未満 | 切削型ヘッド |
| | | | 岩強度50MN/m ² 未満 | ローラー型ヘッド |
| (E) 土 質 | 岩 盤 | | 岩強度50～100MN/m ² 未満 | ローラー型ヘッド |
| (F) 土 質 | 岩 盤 | | 岩強度100～150MN/m ² 未満 | ローラー型ヘッド |
| (G) 土 質 | 岩 盤 | | 岩強度150～200MN/m ² 未満 | ローラー型ヘッド |
| (H) 土 質 | 岩 盤 | | 岩強度200～250MN/m ² 未満 | ローラー型ヘッド |

※ 礫率80%以上は別途検討とします。
 ※ 岩強度が上記以上の時は別途検討とします。

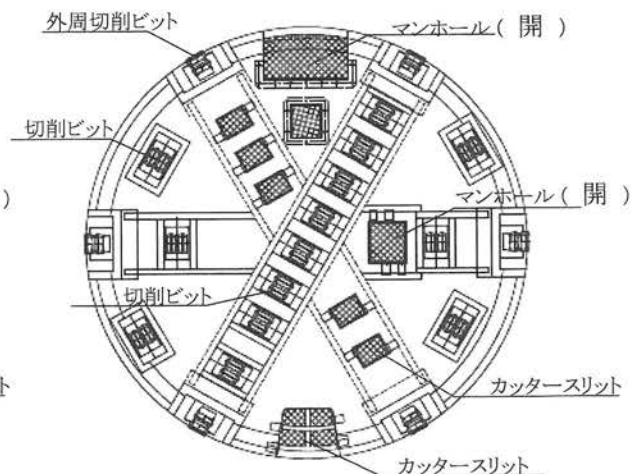
ビットの形状と摘要土質

| カッターヘッド仕様 | 土 質 |
|--------------|-----------------------------|
| 切削ビットタイプ | A・D(20MN/m ² 未満) |
| ローラービットタイプ | B・C・D・E・F・G・H |
| 切削・ローラー併用タイプ | B・C・D・E・及び互層地盤 |

ローラービットタイプ



切削ビットタイプ



4) 土質によるビット交換時期

岩盤や礫、玉石地盤を掘削すると、面板のビットが摩耗します。砂岩層や砂礫層ではサンドペーパーで擦ったようにビットが丸くなり、掘削能力が落ちてきます。超硬岩や玉石、転石では、硬い衝撃によりビットが破損します。

ビットの摩耗や破損が起こると、鉄を擦る異音が鳴り、カッタートルクが上がり、競りが発生し推力が上がるといった症状が起こってきます。このような異常が発生した時、遠隔操作盤に信号が送られ計器に表れます。オペレーターが異常と判断したら、圧気などの補助工法で安全措置を施した上で点検扉よりチャンバー内に入り、ビットの状態を確認します。この点検により、摩耗や破損が確認されたビットは取外し、新しいビットと取換えます。

摩耗や破損の度合いは、岩種や、圧縮強度と岩の割目頻度(RQD値)により異なります。また運転時間や運転方法(面板への圧力の掛け具合)によっても異なります。

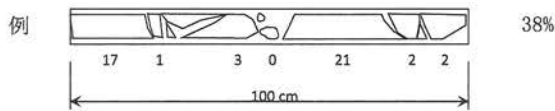
ここでは、推進距離だけによる目安として、ビット交換時期を表します。

RQD (Rock Quality Designation)

RQDは、ボーリング1m区間での、10cm以上のコア長の総和を%で表します。

岩盤の砕け易さにより、推進工での日進量や、ビットの交換頻度を予測できます。

$$RQD = \Sigma (10\text{cm以上のコア長}) \%$$



• 切削ビットの標準交換距離m (参考値)

呼び径 $\phi 2000 \sim \phi 3000$

| | フェースビット (内周側) | フェースビット (外周側) | 外周ビット |
|---------------------------|------------------|------------------|-------|
| シルト・粘土・砂 | 1000 | 770 | 680 |
| 砂礫 礫率30%未満 | 900 | 690 | 620 |
| 砂礫 礫率30%以上 | 850 | 660 | 580 |
| 硬質土 N値50未満 | 800 | 620 | 550 |
| 岩強度20MN/m ² 未満 | 750 | 580 | 510 |

・岩盤でのローラービットの標準交換距離m(参考値)

呼び径 φ 2000～φ 3000

| 一軸圧縮強度 MN/m ² | RQD値 % | フェースローラー (内周側) | フェースローラー (外周側) | ゲージカッター |
|-----------------------------|-----------|-------------------|-------------------|---------|
| ～50 | 40未満 | 1000 | 770 | 680 |
| | 40以上 | 950 | 730 | 650 |
| 50～100 | 40未満 | 900 | 690 | 610 |
| | 40以上 | 850 | 650 | 580 |
| 100～150 | 40未満 | 800 | 610 | 540 |
| | 40以上 | 750 | 580 | 510 |
| 150～200 | 40未満 | 650 | 500 | 440 |
| | 40以上 | 550 | 430 | 370 |
| 200～250 | 40未満 | 450 | 350 | 310 |
| | 40以上 | 350 | 270 | 240 |

・礫地盤でのローラービットの標準交換距離m(参考値)

呼び径 φ 2000～φ 3000

| | フェースローラー (内周側) | フェースローラー (外周側) | ゲージカッター |
|---------------|-------------------|-------------------|---------|
| 礫率 30%未満 | 900 | 690 | 620 |
| 礫率 30%以上60%未満 | 800 | 620 | 550 |
| 礫率 60%以上80%未満 | 650 | 510 | 450 |

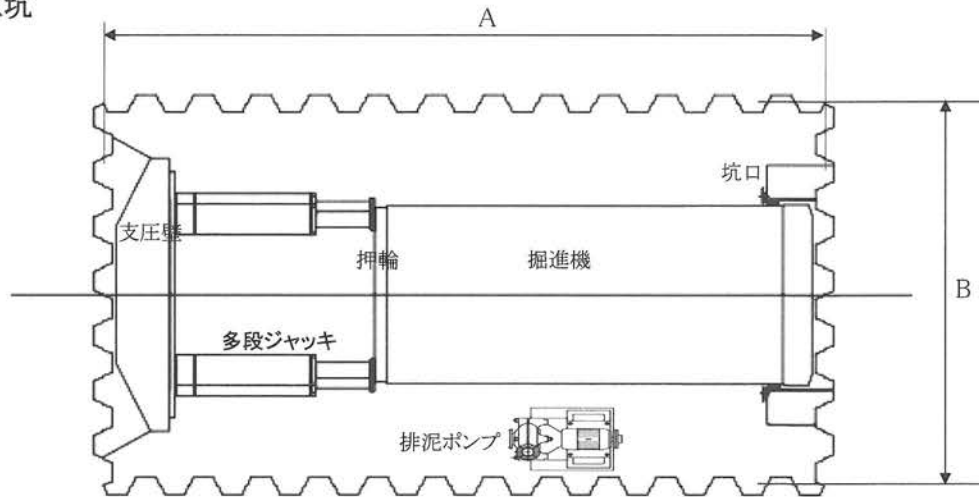
4. 立坑寸法

1) 発進立坑

掘進機は、前頁の寸法図のように分割して立坑に吊降ろします。鏡切りのできる余裕を開けた位置で組立て、鏡切り後、組立用ジャッキで坑口に押し込み、多段ジャッキを設置します。

立坑サイズは、両発進や後方に既設管がある場合、又は斜め方向への発進の場合には、作業スペースが狭くなるため検討が必要となります。

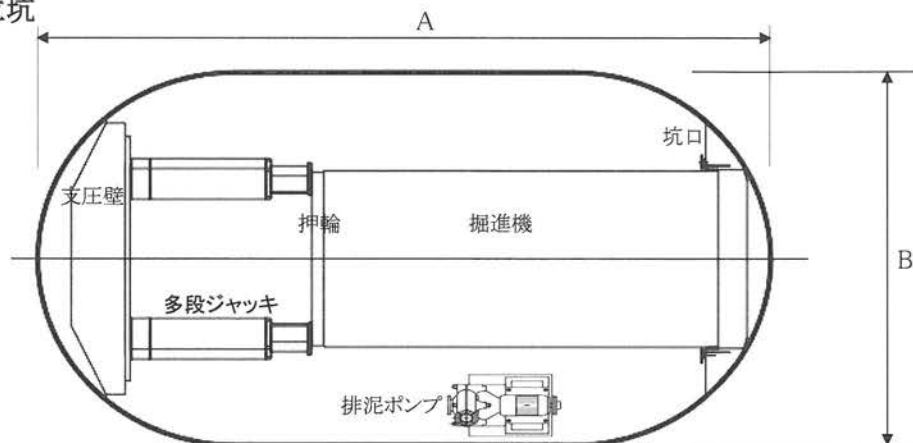
鋼矢板立坑



| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 立坑 A寸法 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 |
| 立坑 B寸法 | 5,600 | 5,600 | 6,000 | 6,000 | 6,400 | 6,400 |
| 管芯より立坑基礎 | 1,575 | 1,690 | 1,805 | 1,920 | 2,085 | 2,200 |

標準寸法

ライナープレート立坑



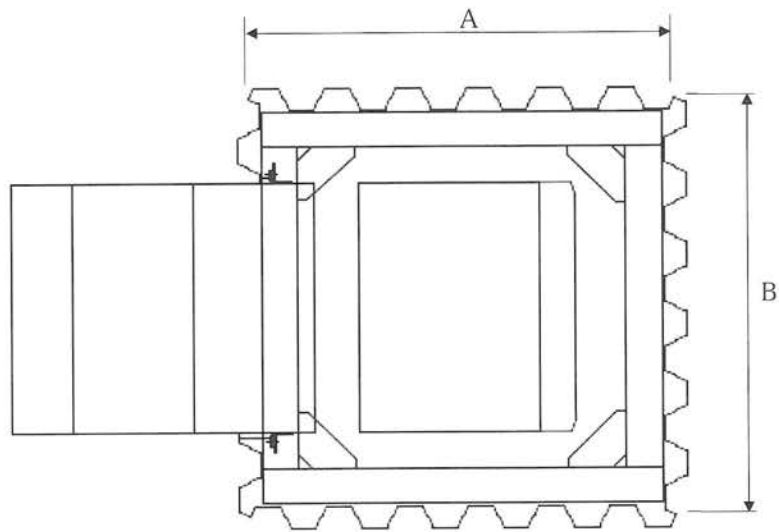
| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 立坑 A寸法 | 10,210 | 10,210 | 10,210 | 10,396 | 10,396 | 10,396 |
| 立坑 B寸法 | 5,500 | 5,500 | 5,500 | 6,000 | 6,000 | 6,000 |
| 管芯より立坑基礎 | 1,575 | 1,690 | 1,805 | 1,920 | 2,085 | 2,200 |

標準寸法

2) 到達立坑

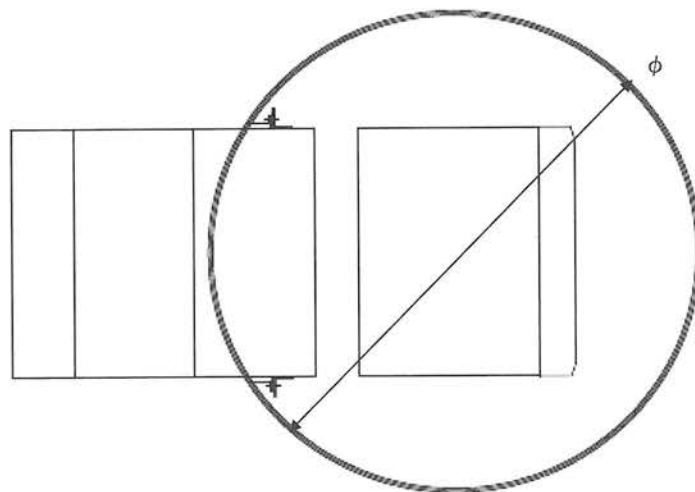
スーパーマルチモール掘進機は分割回収型です。分割面は直径より短いので、到達立坑は正方形や円形でも回収することができます。

発進に同じく両到達や既設管のある場合、斜め方向への到達の場合は検討が必要となります。



| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 立坑 A寸法 | 5,200 | 5,200 | 5,600 | 5,600 | 6,000 | 6,000 |
| 立坑 B寸法 | 5,200 | 5,200 | 5,600 | 5,600 | 6,000 | 6,000 |

標準寸法



| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 立坑円形寸法 | φ 5000 | φ 5000 | φ 5000 | φ 5500 | φ 5500 | φ 6000 |

標準寸法

5. 仮設備工

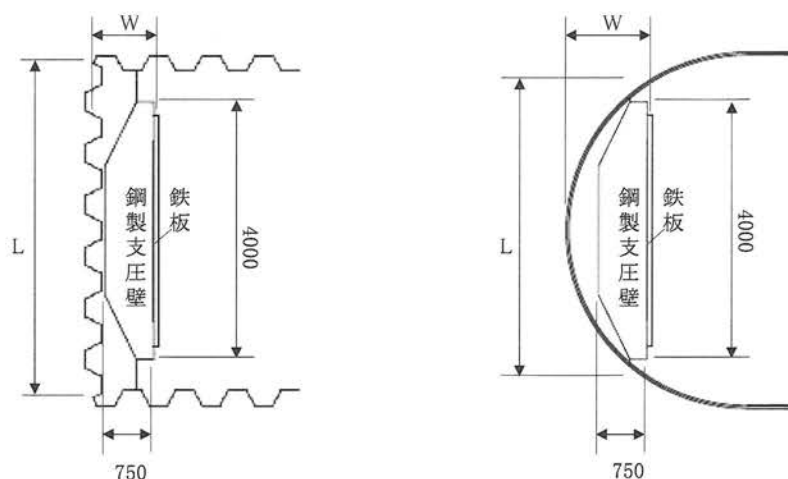
1) 支圧壁工

推進延長、土質資料により求められる推進力に十分耐える構造とします。

スーパーマルチモール工法での標準仕様は、現場コンクリート（生コン）打設によって築造されていた従来の支圧壁を、環境に重視し、現場組立が可能な分割式鋼製支圧壁の使用としました。

これにより、鋼製支圧壁の剛性が非常に高いため、推進力に対する安全率が向上します。

鋼製支圧壁の高さは1ピース500mmで、必要高さに積み上げます。支保材と鋼製支圧壁の隙間には、間詰材として生コンを使用します。



コンクリート
(鋼矢板)

| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 厚 W mm | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 幅 L mm | 5,600 | 5,600 | 6,000 | 6,000 | 6,400 | 6,400 |
| 高 H mm | 3,600 | 3,800 | 4,000 | 4,300 | 4,600 | 4,900 |

標準寸法

コンクリート
(ライナープレート)

| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 厚 W mm | 1,300 | 1,300 | 1,300 | 1,300 | 1,300 | 1,300 |
| 幅 L mm | 4,673 | 4,673 | 4,673 | 4,944 | 4,944 | 4,944 |
| 高 H | 3,600 | 3,800 | 4,000 | 4,300 | 4,600 | 4,900 |

鋼製支圧壁を採用する利点

1. 現場コンクリートの減量
2. 型枠材料の減量
3. 鋼製支圧壁の再使用が可能
4. 業廃棄物の減量
5. 現場コンクリートの撤去作業による振動、騒音、粉塵の減少
6. 作業時間の短縮
7. 設置、撤去が機械化され、人力作業の削減

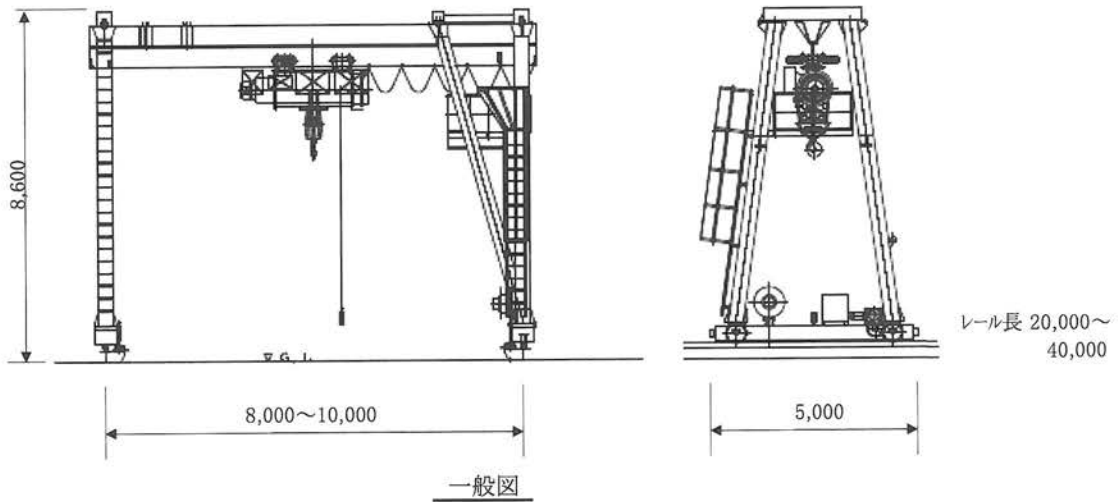
以上の利点により近隣住民への環境負荷が大幅に低減されます。

又、軟弱地盤での施工や、鋼矢板打設で地盤が緩んでいる場合には、地盤改良により支圧壁背面の補強が必要です。

2) クレーン設備工

推進管の吊降し作業では、大型トラック、トレーラーでの搬入ができるよう、東西南北に移動できる橋形クレーンを設置します。ホイストは10t～20tを使用しますので、クレーン設置届及びクレーン検査が必要となります。

推進距離が短い時や、発進基地が狭く設置面積が確保できない時は、移動式クレーンで吊降しを行う場合もあります。



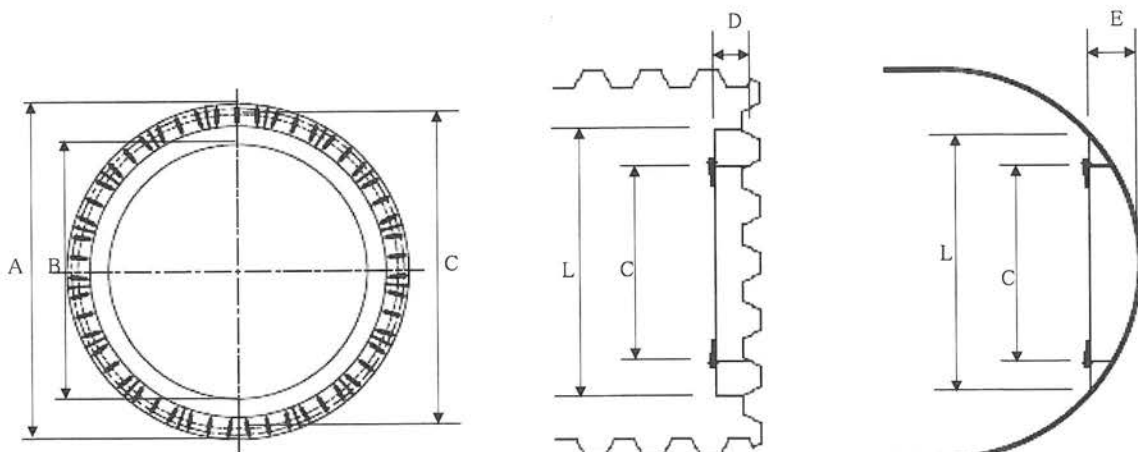
橋形クレーン

| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ヒューム管質量 | 7.14t | 8.52t | 10.1t | 11.7t | 13.4t | 15.3t |
| ホイスト定格荷重 | 10t | 10t | 15t | 15t | 15t | 20t |

標準規格

3) 発進坑口工

地下水圧及び土圧により、坑口から流出する地下水や泥水、土砂を止めるために坑口リングを取り付けます。口径が大きくなるほど受圧面積が大きくなり、土被りが深く地下水位が高くなるほど水圧が高くなるので、鋼製のリングと厚いパッキンを使用します。また、坑口周りからの泥水の流出防止と、パッキングによる止水盤の変形を防止するために、コンクリートを打設します。



坑口リング

| | | | | | | |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 |
| パッキン外径 A | 2,680 | 2,920 | 3,170 | 3,400 | 3,630 | 3,860 |
| パッキン内径 B | 2,000 | 2,200 | 2,400 | 2,600 | 2,800 | 3,000 |
| パッキン厚み | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| リング内径 C | 2,500 | 2,740 | 2,970 | 3,200 | 3,430 | 3,660 |

坑口コンクリート(鋼矢板)

| | | | | | | |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 |
| 厚 D | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 |
| 幅 L | 3,300 | 3,540 | 3,770 | 4,000 | 4,230 | 4,460 |
| 高 H | 3,360 | 3,580 | 3,820 | 4,060 | 4,380 | 4,590 |
| 型枠 m ² | 11.6 | 12.5 | 13.6 | 14.7 | 16.3 | 17.3 |
| コンクリート m ³ | 4.9 | 5.4 | 6.0 | 6.6 | 7.4 | 8.0 |

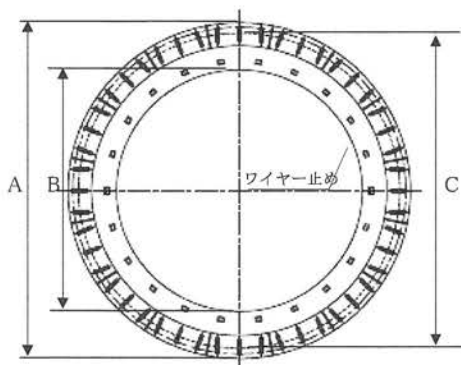
坑口コンクリート(ライナープレート)

| | | | | | | |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 |
| 厚 E | 800 | 800 | 800 | 900 | 900 | 1,000 |
| 幅 L | 3,667 | 3,667 | 3,878 | 4,070 | 4,285 | 4,472 |
| 高 H | 3,360 | 3,580 | 3,820 | 4,060 | 4,380 | 4,590 |
| 型枠 m ² | 7.4 | 7.2 | 7.9 | 8.5 | 9.5 | 10.0 |
| コンクリート m ³ | 3.56 | 3.44 | 3.74 | 4.56 | 5.18 | 6.11 |

標準寸法

4) 到達坑口工

到達坑口には、止水盤のみを取り付けます。コンクリートの打設は必要ありませんが、地下水等の流出を防ぐためには隙間なく溶接しなければなりません。また、パッキンの反り返りが外側になることで止水性が弱くなるので、スライド板の締め込みとワイヤーによる縛りを、しっかりと取らなければなりません。



坑口リング

| | | | |
|----------|--------|--------|--------|
| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 |
| パッキン外径 A | 2,680 | 2,920 | 3,170 |
| パッキン内径 B | 1,900 | 2,100 | 2,300 |
| パッキン厚み | 20 | 20 | 20 |
| リング内径 C | 2,500 | 2,740 | 2,970 |

| | | | |
|----------|--------|--------|--------|
| 呼び径 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 |
| パッキン外径 A | 3,400 | 3,630 | 3,860 |
| パッキン内径 B | 2,500 | 2,700 | 2,900 |
| パッキン厚み | 20 | 20 | 20 |
| リング内径 C | 3,200 | 3,430 | 3,660 |

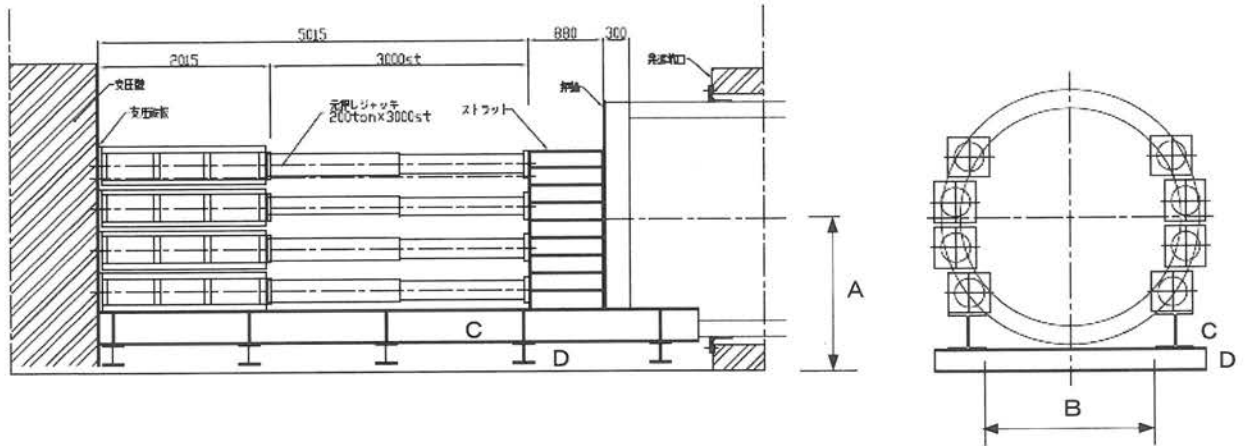
標準寸法

5) 推進用機器据付工 / 受台工

発進架台となるレールは、掘進機や推進管を支えられる強度の鋼材を使用し、推進力を真直ぐに伝えられるよう、推進勾配通りに設置します。

元押ジャッキは多段ジャッキを使用し、ジャッキ芯が推進管を真直ぐ捉えるよう設置します。

ジャッキ本数は、推力計算及び推進管耐荷力により決定します。



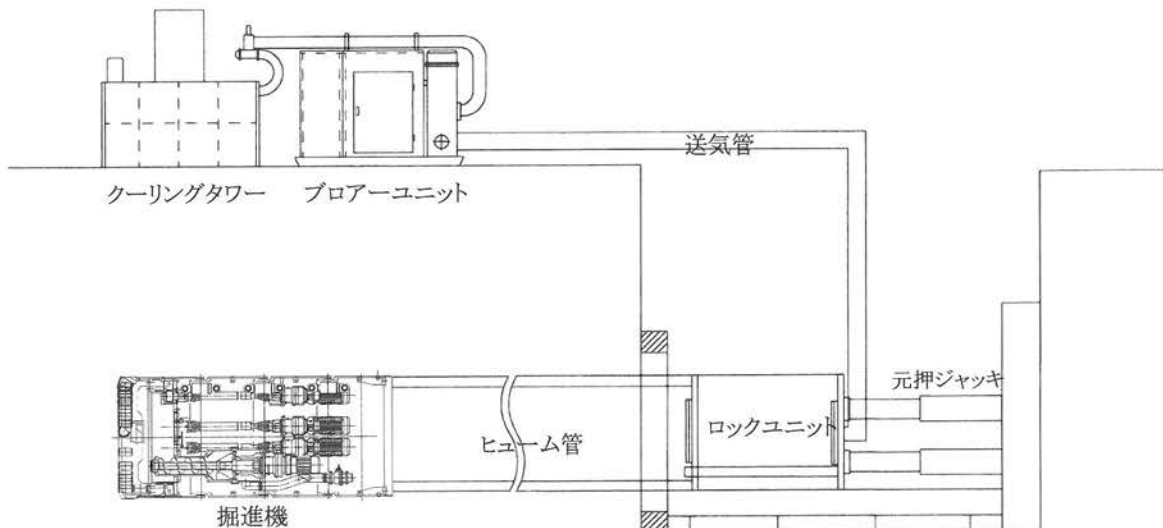
| 呼び径 | φ 2000 | φ 2200 | φ 2400 | φ 2600 | φ 2800 | φ 3000 |
|------------|------------|------------|------------|-----------|--------------|---------------|
| 管芯より立坑基礎 A | 1,575 | 1,690 | 1,805 | 1,920 | 2,085 | 2,200 |
| レール幅 B | 1,650 | 1,750 | 1,850 | 1,930 | 2,030 | 2,230 |
| レール寸法 C | H400 7,000 | H400 7,000 | H400 7,000 | H400 7000 | H400+50 7000 | H400+100 7000 |
| 桁受寸法 D | H250 4,500 | H250 4,500 | H250 4,900 | H250 5300 | H300 5300 | H300 5700 |

6) 圧気設備工

スーパーマルチモール工法では、ビット交換、障害物撤去など切羽での作業が、圧気工法を用いることにより、掘進機内から止水した状態で安全に行うことができます。

これにより、岩盤層や玉石層での長距離推進、また途中で障害物(杭、流木、鋼矢板等)に遭遇しても救出立坑を掘らずに到達させる事が可能です。

圧気設備はブローユニット、ロックユニット等を使用します。



7) 塑性体滑材注入工

滑材注入は地山と推進管の外周面抵抗を減少させると共に、管周辺地盤の緩み防止を目的とします。よって、スーパーマルチモール工法では、注入材は塑性体滑材を使用し、テールボイドを充填します。塑性体滑材は流動性が小さい為、テールボイドに充填されると殆ど残り、地山の緩み防止に効果があります。

注入方式は1次注入と2次注入の2通りの注入方式があります。又、材料には2液混合滑材と1液滑材の2種類が有り、土質等によって使用を分けます。

1次注入は注入範囲を推進管の外側20mmを標準注入量とし、C土質は50%増しの注入量とします。

材料は主に砂、砂礫土、岩盤では2液混合滑材を、シルト粘土、泥岩（硬質土、岩強度20MN/m²未満、等）では、1液滑材を使用します。

2次注入は1次注入滑材の周辺地盤への逸失及び、希釈による滑材効果の低下を防ぐ目的で補足注入として行います。推進距離が250m以上のスパンに採用し、250mより注入します。注入量は標準注入量の50%を注入し、材料は全土質とも1液滑材で行います。

注入量

スーパーマルチモール工法の適用土質別に次表の通りです。

土質別注入量

| 土質 | 注入量 |
|---------------|-------|
| A,B,D,E,F,G,H | 標準 |
| C | 50%増し |

標準注入量

1次注入量 (m³)

$$Q1 = \{(Bc+0.04)^2 - Bc^2\} \times \pi / 4 \times L$$

Bc : 推進管外径 (m) L : 推進延長 (m)

滑材1次注入1m当たり注入量 (単位ℓ/m)

| 呼び径 (mm) | 2000 | 2200 | 2400 | 2600 | 2800 | 3000 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| 土質(C)以外 | 149 | 163 | 178 | 192 | 207 | 221 |
| 土質(C) | 223 | 244 | 267 | 288 | 310 | 331 |

2次注入量 (m³)

$$Q2 = 0.5 \times \{(Bc+0.04)^2 - Bc^2\} \times \pi / 4 \times (L - 250)$$

滑材2次注入1m当たり注入量 (単位ℓ/m)

| 呼び径 (mm) | 2000 | 2200 | 2400 | 2600 | 2800 | 3000 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| 全土質 | 74 | 81 | 89 | 96 | 103 | 110 |

注入材料(塑性体滑材)

2液混合滑材(こんにやく可塑剤) 配合表

1m³当り標準配合

| 配合 | A液 | | B液 | |
|----|------|-----|------|------|
| | 主剤 | 4kg | 助剤 | 40kg |
| 水 | 498ℓ | 水 | 485ℓ | |
| 合計 | 500ℓ | | 500ℓ | |

1液滑材(こんにやく充填剤700) 配合表

1m³当り標準配合

| | | |
|-----|-------------|------|
| | こんにやく充填剤700 | |
| 配 合 | 主剤 | 7kg |
| | 水 | 995ℓ |
| 合 計 | 1000ℓ | |

8) 裏込注入工

裏込注入は推進完了後、推進管と地山の空隙を充填して地山の緩み及び、地盤沈下による地表面への影響の防止を目的とします。

スーパーマルチモール工法では滑材注入工の項で述べた通り、推進管外周のテールボイドには流動性が低い塑性体滑材を注入して充満しています。これにより新たな裏込材の注入は難しい状態です。よって、スーパーマルチモール工法では注入範囲を推進管の外側10mmとします。

注入量

標準裏込注入量

| | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| 呼び径(mm) | 2000 | 2200 | 2400 | 2600 | 2800 | 3000 |
| 全土質 | 74 | 81 | 89 | 96 | 103 | 110 |

注入材料

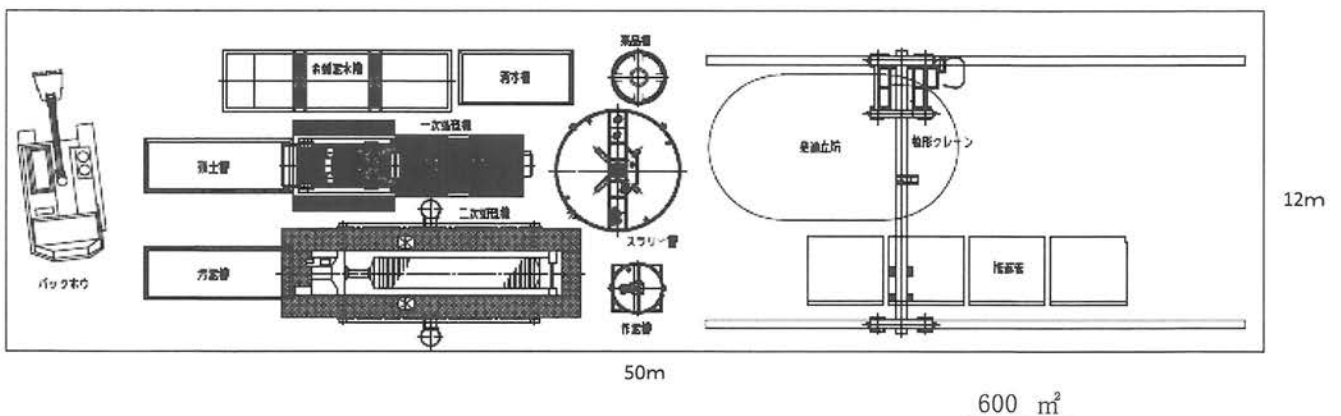
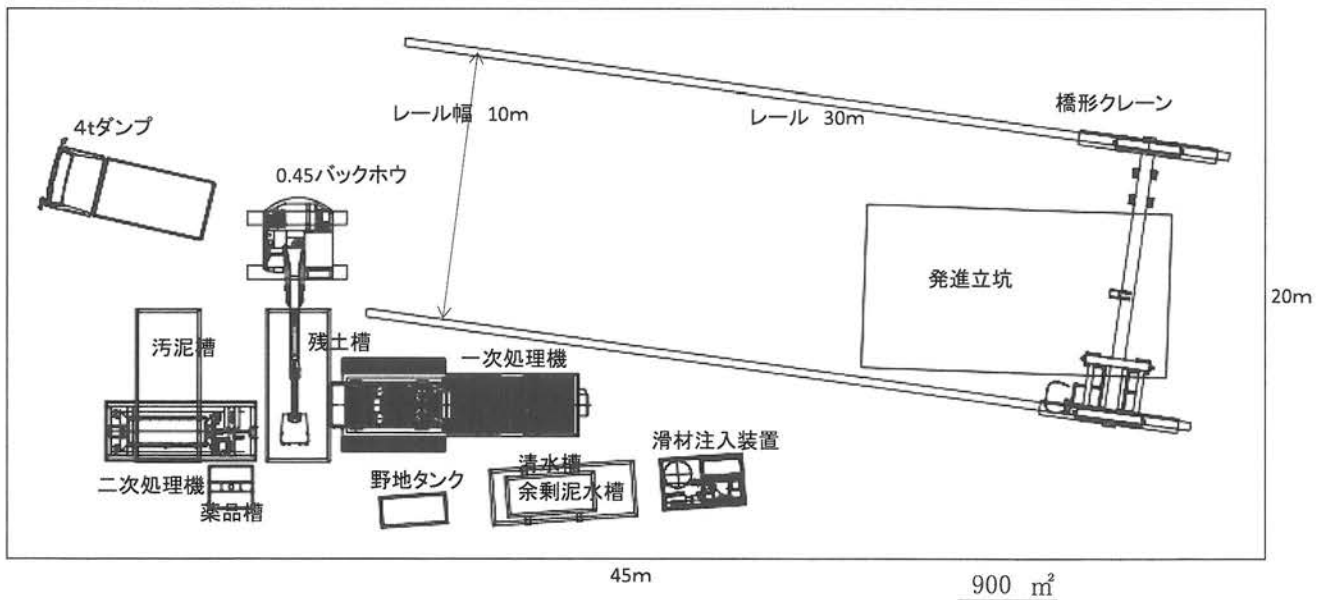
1m³当り標準配合

| | | |
|-----|-------|-------|
| 配 合 | セメント | 500kg |
| | UGS25 | 25kg |
| | 水 | 831ℓ |
| 合 計 | 1000ℓ | |

6. 機械配置図 (参考図)

- 元押ジャッキ・油圧ユニット・排泥ポンプ …… 立坑内に設置します。
- 操作室 …… 現場状況により、立坑上、もしくは立坑内に設置します。
- クレーン設備 (選択)
 - 橋形クレーン …… 推進管の搬入・推進管のストック・推進管の吊降しができます。
 - 門型テルハクレーン …… 推進管を小運搬するため、別のストックヤードとクレーンが必要。
 - ラフタレーンクレーン …… 発進ヤードが確保できない時、推進期間が短い時に使用します。
- 一次処理装置 …… 処理機と清水槽、余剰泥水槽、残土槽、BHが必要です。
- 二次処理装置 (選択)
 - フィルタープレス …… 比重の上がった余剰泥水を脱水固化します。脱水ケーキの含水比が低く、産廃土量が少なく抑えられます。
 - 回転式分級機 …… 一次調整槽の泥水を循環し、泥水に溶け込んだ細粒分を連続分級します。泥水比重が低いまま推進できるので日進量は安定します。脱水ケーキの含水比が高いため、別ヤードでの天日乾燥が必要です。
 - 泥水運搬処理 …… 余剰泥水の産廃量が少ない時にはコストが少なく済みます。

参考図



スーパーマルチモール工法協会

協会事務局
設計・製作

IKOH (株)エイコーエンジニアリング

〒807-1143 福岡県北九州市八幡西区楠橋南1丁目12-8

TEL 093-616-7814 FAX 093-616-7815

<http://eikoheng.co.jp/>

E-mail ; info@eikoheng.co.jp