

第 1 章 技術資料



目次

第1章 技術資料

ページ

1. はじめに	1～2
2. 複合推進工法の概要	3～16
2-1. 工法の説明	3
(1) CMT岩盤推進システム	3
(2) CMT玉石・砂礫地盤推進システム	5
(3) CMT軟弱・流砂地盤推進システム	6
(4) CMT長距離推進システム	6
(4-i) CMT長距離推進システム	6
(4-ii) フローティングシステムとは	7
(4-iii) フローティングシステムの理論	7
(4-iv) フローティングシステムの材料と設備	8
(4-v) フローティングシステムの特長	10
(5) CMT曲線推進システム	11
(6) CMT切羽障害除去推進システム	12
2-2. CMT応用工法	12
(1) CMTリターンシステム	12
(2) CMT改築推進工法	13
2-3. 掘進機の説明	14
2-4. CMT工法の特長	16
3. 複合掘進機の基本構造と仕様	17～27
3-1. 複合掘進機	18
(1) 掘進機本体胴	18
(2) 掘進機最小曲線半径	19
(3) カッターヘッド	20
(4) タレット部（ベアリング、点検扉）	21
(5) 修正装置及び測量装置	21
(6) 運転操作装置	22
3-2. 排土システム	22
(1) 一次排土システム	22
(1-i) 水力排土用クラッシャーフィーダーシステム	22

(2) 二次排土システム	24
(2-i) 水力排土システム	24
3-3. 注入システム	25
(1) 緩み土圧抑制材（一次裏込材）注入システム	25
(2) 添加材注入システム	26
3-4. 補助工法システム	26
(1) 圧気工法設備	26
4. CMT工法の計画・設計資料	27～107
4-1. 工法概要	27
4-2. CMT工法 計画フローと選定	28
4-3. 推進管	30
(1) 鉄筋コンクリート管の許容圧縮応力度	30
(2) 継手部の止水性能	31
(3) ヒューム管種別の選定	32
4-4. CMT工法の推進力の算定	33
(1) 推力の算定	34
(1-i) 先端抵抗 F_0	34
(1-ii) 管の外周抵抗 F_a	35
(1-iii) 曲進抵抗の割増係数 E	38
4-5. 曲進による管側圧の検討	39
(1) 管長が管外径より長い場合の曲線による 管側圧の検討	39
(1-i) 管先端が加える側方押付力(先端側押力・ F_r)	
①：推力による側押力 F_{mr}	39
②：回転モーメントによる押付け力 (先端側押力・ F_f)	41
(1-ii) ヒューム管の支承角別許容外圧荷重 P_r	43
(1-iii) ヒューム管の管端部許容耐荷力(Q_a)と 側押力(F_r)の対比	43
(1-iv) 最大換算軸推力 FN の算出	44
(2) 管長が管外径より短い場合の曲進による管側圧の検討	46
(2-i) 管先端が加える側方押付力(先端側押力・ F_r)	46
①：推力による側押力(F_{mr})	46
②：回転モーメントによる側方押付け力 (先端側押力・ F_f)	47
(2-ii) ヒューム管支障角別許容外圧荷重 P_r	48

(2-iii) 前端部許容耐荷力 R_m	48
(2-iv) 最大換算軸推力 F_N の算出	49
(3) 側地盤の耐荷力 (受働土圧) R_g	51
4-6. CMT工法における推力計算例	53～66
(1) 計算手順	53
(2) 推力条件	53
(3) 推進力の算定	54
1) 先端抵抗 F_0	54
2) 管の外周抵抗 F_a	55
3) 管の許容応力度	56
4) 直線区間の管の耐荷力の算定 R_s	56
5) 曲進抵抗の割増率 E	57
6) 曲進区間の管の耐荷力 (伝達力) の算定 R_c	57
① 曲線部の耐荷力 (伝達力)	57
② 曲線後の直線耐荷力 (伝達力)	60
③ 推力伝達材配置説明	60
④ 推力伝達材の歪み量図	62
⑤ 推力伝達材の伝達推力計算表	63
表-1 曲進伝達推力計算表	63～64
表-2 曲進後の直進伝達推力計算表	65
7) 総推進力の算定	66
4-7. CMT工法における水力排土計算	67～78
(1) CMT工法における排土処理の特長	67
(2) 土砂分級機の分級能力の設定	68
(3) 排土処理方式の分類	69
(4) 各排土処理方式の計算例	70
(4-i) ユニット式一次処理機とバキューム処理による方式 (一次処理方式)	70
(4-ii) ユニット式一次処理機と凝集剤併用回転分級機処理 による方式 (二次処理方式)	74
4-8. 立坑工	79～85
(1) 標準設備と寸法	79
(1-i) 標準立坑寸法 (鋼矢板)	79
(1-ii) 標準立坑寸法 (ライナープレート)	84

4-9. 立坑内設備工	86～88
(1) 基礎工	86
(2) 発進坑口工	87
(3) 支圧壁工	88
(4) 推進用仮設備、機械器具設備工	88
4-10. 坑外設備工	89
4-11. 地盤改良工	90
4-12. 注土工（緩み土圧抑制材、裏込材、添加材）	91～96
(1) 緩み土圧抑制材（一次裏込材）注土工	91
(2) 裏込注土工	94
(3) 添加材注土工	95
4-13. 残土処分工	96
4-14. 岩盤掘削工	96～104
(1) ビット交換工	98
(1-i) ビットの標準交換延長	98
(I) ローラービットの標準交換延長（参考値）	98
(II) 切削ビット標準交換延長（参考値）	101
(1-ii) ビット交換の手順	101
(2) 岩盤掘削残土の粒度分布	102
(2-i) ローラービット掘削の場合	102
(2-ii) 切削ビット掘削の場合	103
(3) 半岩半土部の推進工	104
4-15. 障害物除去工	105～106
(1) 障害物除去の手順	105
(2) 除去可能な障害物	106
(3) 圧気設備工	106
4-16. 超長距離推進工	106
4-17. セミシールド機	107

1. はじめに

この『技術資料』はCMT工法の選択や積算の基礎となる技術内容を解説した資料です。

CMT工法（複合推進工法）は岩盤・砂礫など硬質地盤推進工事からシルト・流砂に至る軟弱地盤推進工事、また 1000mを超える超長距離推進工事、施工途中の障害物を掘進機内から除去する障害物除去推進工事、さらには土被りが極端に少なく上部構造物への影響が懸念される小土被推進工事、など『如何なる施工条件下の工事をも失敗することなく安全に安心して貫通する』ことを基本テーマとして開発した推進工事システムです。例えばCMT掘進機の掘削機構においては地盤にあわせて、ローラービット方式、切削ビット方式、マルチビット方式があります。その中の一つであるローラービット方式においても、これに用いるビットの形そのものを独自に設計した種々の型式の中から対象岩盤の性質（岩盤を構成する組成分布などによる性質）に適した型式を選択してシステムに組み入れます。このようにアクセサリーを多種多様に組み替えて最適のシステムを構築します。切羽の保持が面板加圧方式を基本としているので、表 1-1 のように『土圧方式』に属しています。

表 1-1 推進工法の分類

項 目	大 分 類	小 分 類
切 羽 保 持 の 方 式	◎ 土 圧 方 式	◎ 面 板 加 圧 方 式
		削 土 密 閉 加 圧 方 式
	水 圧 方 式	泥 水 加 圧 方 式
排 土 の 方 式	◎ 流 体 排 土 方 式	◎ 水 力 排 土 方 式
		空 送 排 土 方 式

◎印はCMT工法の属する分類

※空送排土方式は、改築推進工法で使用します。

切羽の保持方法による分類 ： 土圧方式 — 面板加圧方式

切羽の保持方法には「土圧方式」と「水圧方式」があります。土圧方式には掘削土砂をチャンバー内に溜め、その土砂で切羽を加圧して崩壊を抑える「削土密閉加圧方式」と、カッターヘッドの面板で切羽を加圧してその崩壊を防ぐ「面板加圧方式」があります。また、水圧方式には切羽にベントナイトを含んだ泥水を加圧して崩壊を抑える「泥水加圧方式」があります。

CMT工法では『土圧方式』の内、『面板加圧方式』を採用しているので上表の分類となります。

排土の方法による分類　：　流体排土方式　—　水力排土方式

CMT工法は、基本的に『流体排土方式』を採用しており、主分類では水力排土方式となります。

CMT工法においては水を還流させますが、それは排土を目的とするものであり、切羽の保持を目的とするものではありません。

以上のようにCMT工法は分類上『面板加圧方式—水力排土方式』であり、(公社)日本推進技術協会の分類表及び日本非開削技術協会の「工法ナビゲーションシステム」においては、「会社名」及び「工法名」で検索できるようになっています。

CMT工法では、切羽保持の為の新工法として『モノスリット工法』を開発し、切羽の安定に効果を発揮しています。

また、「推進抵抗の低減」と「推進工事中及び推進工事完了後の地盤沈下防止」の為の新工法である『浮かし押し工法』を、1つのシステムにまとめた独自の『フローティングシステム』は、推進工事の信頼性を飛躍的に高めました。

そして愛知県豊橋市下水道工事において、1スパン1447mの超長距離推進工事（2007年竣工、1スパン推進世界最長記録）にその威力を発揮しました。

その後、フローティングシステムに使用する材料と搬送システムの改良の必要性を認識し、「二液型注入方式」を開発しました。

これらの新工法が加わったCMT工法は、当初からの開発思想である『如何なる施工条件下の工事をも失敗することなく安全に安心して貫通する』ことに向けて更に一歩前進しました。今後ともご期待の上、ご指導ご支援を賜りますようよろしくお願い申し上げます。

2. 複合推進工法の概要

CMT工法 (Compound Mini Tunnel)

2-1 工法の説明

複合推進工法（CMT工法）は単一のシステムではなく、推進工システム、排土システム等を組み合わせ、多種多様な施工条件に対応する、「複合したシステムを組み合わせる」ということが工法名の由来であり、システムの特長でもあります。

その代表的なものをあげると次のようになります。

- (1) CMT 岩盤推進システム
- (2) CMT 玉石・砂礫地盤推進システム
- (3) CMT 軟弱・流砂地盤推進システム
- (4) CMT 長距離推進システム（フローティングシステム）
- (5) CMT 曲線推進システム
- (6) CMT 切羽障害物除去推進システム

これらのシステムの特長と概要は以下のとおりです。

(1) CMT 岩盤推進システム

特長1 機内からビット交換ができます

CMT 岩盤推進システムにおける複合掘進機においては、機内からビット交換を可能にしたことが最大の特長です。非常に硬い岩盤推進においても、ビットの磨耗に起因する推進可能距離の限界から解放されました。

推進管の耐荷力がある限り、岩盤でも長距離推進が可能です。硬い岩盤を掘削・破碎しなければならない岩盤推進での最大の問題は『ビットの磨耗』です。優秀なビットを取付けても、岩質によっては数十メートルでビットが磨耗して掘削が不能になることが多々あります。ビットの交換ができなければ、推進工はその時点で終了となります。

CMT 岩盤推進システムでは、掘進機バルクヘッドの点検扉を開き、チャンバー内からビットを交換することが可能です。即ち、CMT 岩盤推進システムでは、『推進可能距離はビットの寿命に左右されることはありません。』

尚、岩盤推進においても切羽面からの湧水がある場合が多くあります。湧水量が多い場合は圧気工法などにより湧水量を減少させてビット交換を行います。そのための『圧気システム』も完備しています。

特長2 半岩半土地盤も掘進できます

一つのスパンの中に岩盤区間と土砂区間が混在すれば、その境目においては「半岩半土」区間があります。また、岩線付近での推進においてもこのような状態が多々あります。上下、左右の半岩半土状態においての方向制御は困難を極めます。岩盤推進における難

しさの一つです。

CMT 岩盤推進システムにおける複合掘進機は『低反力型のゲージカッターを採用して岩盤から受ける反力を押さえ、且つ、カッターヘッドの長さを機径以下に設計することにより操縦性を高め』半岩半土地盤での方向制御を可能にしました。

半岩半土部の推進方法については P104(3)「半岩半土部の推進工」を参照して下さい。

特長 3 軟岩から硬岩までも掘進できます

—— 岩質に最適な多種多様なカッターヘッドで ——

- ・圧縮強度 $20\text{MN}/\text{m}^2$ 以下の軟岩は切削型カッターヘッド
- ・圧縮強度 $20\text{MN}/\text{m}^2$ を越える軟岩から硬岩はローラー型カッターヘッド
- ・軟岩と硬岩を両方含む複雑な岩盤にはマルチ型カッターヘッド

また、圧縮強度だけでなく、岩盤を構成する岩質や成分によって、ビットに装着するチップの性質や型式の選択が可能です。

超硬質の流紋岩や、粘くて硬い溶岩などの掘進実績も豊富です。

特長 4 岩盤内での曲線推進ができます

中硬岩以上の岩盤推進の方向制御は土砂と異なり、難しい技術が要求されます。岩盤内で曲進するには、操縦性に優れた岩盤掘進機と高度に熟練したオペレーターの技術が不可欠です。複合掘進機はカッターヘッドが短く、掘進機本体胴は機長が十分に長く安定しており、掘進機前部の方向制御ジャッキと後部の推力点ジャッキを連動操作させることにより安定的に、高い曲線推進精度を保つことができます。また、中折機構式の掘進機は急曲線に対応できます。

特長 5 岩粉処理機構

岩盤掘進中に切削・破碎された岩粉や岩砕の大部分は、カッターヘッド本体の前面に設置された複数個の開口部よりチャンバー内に取り込まれ、水力排土機構により管内を通して発進立坑側に搬出されます。しかし、破碎された比重の大きい岩粉や岩砕の一部が掘進機外周に廻り込み、掘進機の前進とともに外周の隙間に押し込まれていきます。このため、掘進機下部に圧密して堆積した岩粉等が本体を押し上げることによって、掘進機上部が岩盤に押し付けられ大きな摩擦力が発生します。

CMT 岩盤推進システムでは、掘進機後方に設置した岩粉処理機構 (PAT) により掘進機の外周面に固結状態で堆積した岩粉、岩砕を機内から随時撤去することにより、低推力の岩盤推進を可能としました。

(2) CMT 玉石・砂礫地盤推進システム

特長 1 超硬度の玉石混じり砂礫地盤の掘進ができます

砂礫地盤中の玉石は流水に晒されても風化しなかった岩石ですから、非常に硬くしかも粘り（剪断強度が大）があります。地域によって多少の差異はありますが 50%程度は $250\text{MN}/\text{m}^2$ を超える玉石です。

よって、掘削には大きなトルクが必要で、従来、呼び径 $\phi 800\text{mm} \sim \phi 1000\text{mm}$ 程度の、比較的小型の掘進機に十分な掘削トルクを持たせることは非常に難しい課題でした。

CMT 複合掘進機は、岩盤掘削を原点にして開発されたものであり、強力なトルクを有しているので $300\text{MN}/\text{m}^2$ を超える玉石も破碎します。

特長 2 管径より大きな転石・玉石も掘進ができます

複合掘進機は、元来が岩盤掘進機ですから、転石・玉石の大きさに関係なく掘進が可能です。管径より大きな転石・玉石でも岩盤掘進の速度で掘進します。

※転石の当たり方によっては半岩半土状況になり、補助工法が必要な場合があります。半岩半土推進工については P104(3) 「半岩半土部の推進工」を参照して下さい。

※ $\phi 800 \sim 900\text{mm}$ の掘進機については、別途検討が必要です。

特長 3 緩い砂礫地盤内の玉石も安定した破碎掘進ができます

—— モノスリット工法による再充填 ——

緩い砂礫地盤では、カッターヘッドで外周部の玉石を破碎すると、その周辺の緩い砂礫がチャンバー内に崩れ込み、外周地盤に間隙が生じます。

この間隙は地盤沈下の原因になります。

CMT 玉石・砂礫地盤推進システムではこのような地盤には「限定泥土圧方式」として「モノスリット工法」を適用します。複合掘進機先端のカッターヘッドに面板開口率が数%の、極端に小さな土砂取り込み口（モノスリット）を有する「モノスリット型面板」を取り付けます。

当工法ではモノスリット型面板の前に添加材（作泥材）を注入しながら玉石や礫を破碎します。そして、添加材とよく練り混ぜられた破碎礫は内部摩擦角を下げ、面板を切羽に押し付けた状態でカッターヘッドを回転することにより、破碎礫を半径方向即ち外周にまでひねり出し、カッター外周の間隙を再充填します。面板の切羽への押付力とモノスリットからの土砂・砂礫の取り込み量を制御することにより、再充填の密度を高めることができます。押付力の制御は、複合掘進機が大きなカッタートルクを持っていることによって可能となったものです。

特長4 地下水位が管底以下の砂礫地盤でも水力排土掘進ができます

—— モノスリット工法による逸泥防止 ——

地下水位が推進管底以下や透水係数の高い場合、泥水加圧方式では逸泥し泥膜の形成が図れず施工が難しいとされています。CMT 玉石・砂礫地盤推進システムにおいては「モノスリット工法」を適用し面板加圧により小さな土砂取込口（モノスリット）からチャンバー内に土砂を取り込み、これを循環水に乗せて排土します。切羽とチャンバーは小さなモノスリットのみで繋がっているため、逸泥することなく水力排土を行うことが可能となりました。

尚、透水係数が $10^0 \sim 10^{-1} \text{ cm/sec}$ 以上になると薬液注入工法等の補助工法が必要となります。

(3) CMT 軟弱・流砂地盤推進システム

特長1 軟弱地盤でもノーズダウンが発生しにくい構造

複合掘進機は機体を殻構造にすることにより軽量化し、軟弱泥土の浮力とバランスを取っています。しかも、特殊設計によりカッター駆動用原動機等の重量機器類を掘進機の最後尾部に配置するなどして、他工法で使用する掘進機と比較して掘進機の重心位置が中央側にあるため掘進機の先端降下（ノーズダウン）が発生しにくい構造となっています。但し、管径や粘着力および単位体積重量などの土質条件から施工の可否を判断いたしますので、検討には詳細な土質資料が必要となります。

特長2 流砂地盤でも取込み過剰・上載土崩壊なしに掘進ができます

湧水性流砂地盤においては、カッターヘッドを回転しなくても、土砂がチャンバー内に流入し上載地盤が抜け落ちることがあります。CMT 軟弱・流砂地盤推進システムでは、モノスリットの開口率を2%以下にセットし、チャンバー水压を地下水位以上にして、土砂の流入を防止します。カッター停止時は、定位置停止装置によって、モノスリットを常に真下に停止させ、土砂の流入を最小限に制御しています。

(4) CMT 長距離推進システム（フローティングシステム）

(4-i) CMT長距離推進システム

CMT工法は機内より掘進機のビット交換や障害物除去が可能である為、1000mを超える長距離推進が可能です。

長距離推進工事を安全にしかも経済的に行うためには、推進管の耐力・残土搬出方法・推力設備・電力設備・換気設備・測量方法などのあらゆる要素を徹底的に合理化しなければなりません。その中で最も重要な課題は『推進抵抗の低減』です。

CMT 長距離推進システムの『フローティングシステム』は、土質や土圧による摩擦抵抗ではなく、テールボイドに注入する塑性体の『ズリ変形抵抗』を推進抵抗とし、これを低減するという新しい理論に基づくシステムです。

(4-ii) フローティングシステムとは

- ① 緩み土圧抑制材（一次裏込材）
- ② 圧入・充填設備

からなる、『推力低減』及び『一次裏込』のシステムです。

注）使用機材等は P25 3-3「注入システム」を参照してください

(4-iii) フローティングシステムの理論

i. 推進管に加わる土圧は時間の関数

従来、推進抵抗は下記の式で表し、推進力を低減するためには「滑材」を用いて摩擦係数 μ を減少させる努力をしてきました。

$$F = P \times \mu + C \quad (\text{従来の理論式})$$

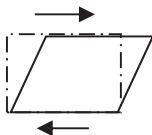
ここに F : 外周抵抗、 P : 土圧、 μ : 管と土との摩擦係数、 C : 管と土との付着力
しかし、「テルツァギーの土圧理論」において、推進管にかかる緩み土圧は、時間と共に一次土圧から二次・三次と高次化して大きくなります。長距離推進工事においては、摩擦抵抗 μ を低減しても土圧 P が時間と共に増大し、 $P \times \mu$ の値が大きくなり、推進抵抗値の低減は困難となります。「フローティングシステム」における推力低減の理論は、上記の滑材による摩擦係数低減理論とは異なり、管外周に充填した塑性体の『ズリ変形抵抗』を基本にしたものです。

ii. 推進抵抗は塑性変形の『ズリ変形抵抗』

塑性体の変形にかかわる『ズリ変形抵抗』は、ズリ変形速度 v と粘度 ϕ の関数です。

$$F = f(v, \phi)$$

但し F : ズリ変形抵抗 v : ズリ変形速度 ϕ : 塑性体の粘度



推進工法において v は微小である為無視でき、ズリ変形抵抗は、塑性体の粘度 ϕ の関数となります。

即ち、フローティングシステムにおける推進抵抗は、土質や土圧に影響されことなく、基本的に『緩み土圧抑制材』とその粘度により値が決定されます。

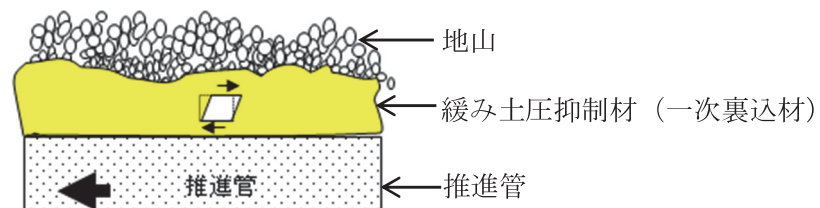


図 2-1 テールボイド模式図

iii. 塑性体で高次の緩み土圧への進行を防止

フローティングシステムでは、掘削と同時にテールボイドに塑性体を圧入・充填することにより、緩み土圧を生じにくくさせ、また仮に緩み土圧が発生しても、微少なものに抑制します。

推進の進捗による緩み土圧の高次化に対しては、テールボイド再構築設備から塑性体を追加注入する事により抑制します。

即ち、緩み土圧抑制材（一次裏込材）を圧入・充填することにより地表への影響も最少に抑えることができます。

(4-iv) フローティングシステムの材料と設備

i. 緩み土圧抑制材（一次裏込材）

緩み土圧抑制材とは、掘進機及びテールボイド再構築装置により形成したテールボイドに圧入・充填し、地山に緩み土圧を発生させなくするための塑性体です。材料は一液性と二液性の2タイプがあります。

- ・一液性：一液注入方式－粘土、ベントナイト、増粘材（CMC）、水
- ・二液性：二液注入方式－ A液：粘土、ベントナイト、水

B液：CMT F-1（※合成ポリマー）、水

※第三者検査機関において安全性が確認されています。

計画粘度（10,000mPa・s ～ 25,000mPa・s）に練った、自然界に存在する粘土とほぼ同種の塑性体です。

塑性学上の分類ではビンガム塑性体に属するので、『ズリ変形抵抗』などは非ニュートン流体として解析できます。

ii. 注入・充填設備

① 1液注入方式

地上プラントで作泥混合された緩み土圧抑制材をプランジャーポンプあるいはラム式ポンプでゆっくり圧送、圧入する方式。

② 2液注入方式

2液注入方式はA液とB液をそれぞれの配管で圧送し、注入孔付近で二液を混合し、塑性体に仕上げ、掘進機及び推進管注入孔からテールボイドに注入します。注入方法は「一次注入」として掘進機部から常時注入し、管内から「二次注入」として追加注入を行います、注入間隔は土質により調整します。

二次注入は操作盤からの遠隔操作によりサイクル方式で行います。この方式によりテールボイドには常時、緩み土圧抑制材（一次裏込材）が圧入され、管周囲の緩み土圧の発生を抑制し、安全確実な長距離推進が可能となります。

①一次注入： 一次注入ポンプ → 掘進機（常時注入）

②二次注入： 二次注入ポンプ → 推進管（サイクル方式（間欠注入））

※一般的には推進延長 300mを超える場合に 250m間隔で設置します

※注入間隔は土質により調整します

『CMT工法では、経済性を考慮して二液注入方式を標準とします。』

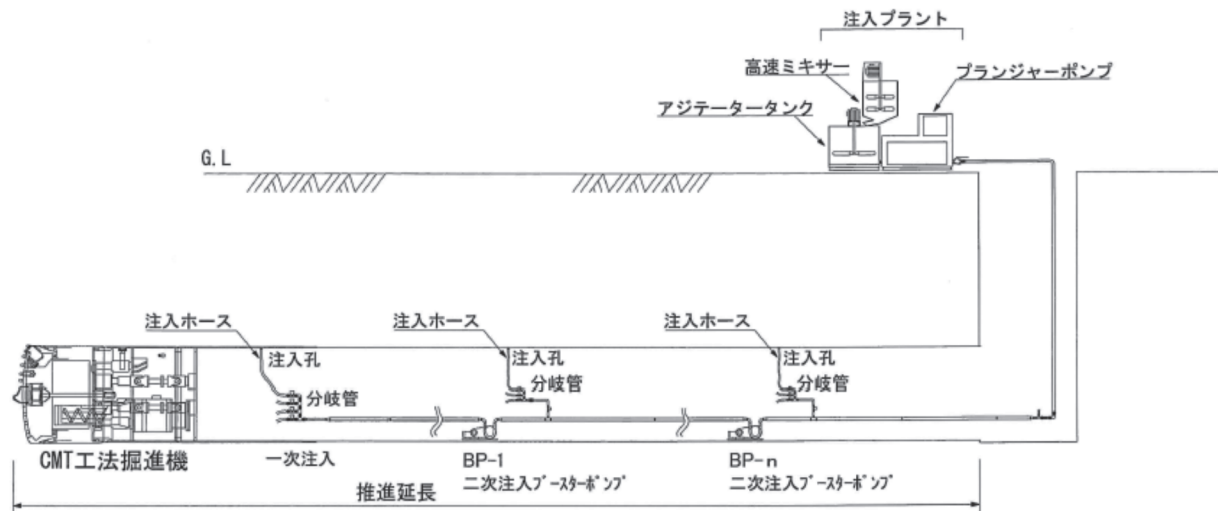


図 2-2 フローティングシステム標準図（一液注入方式）

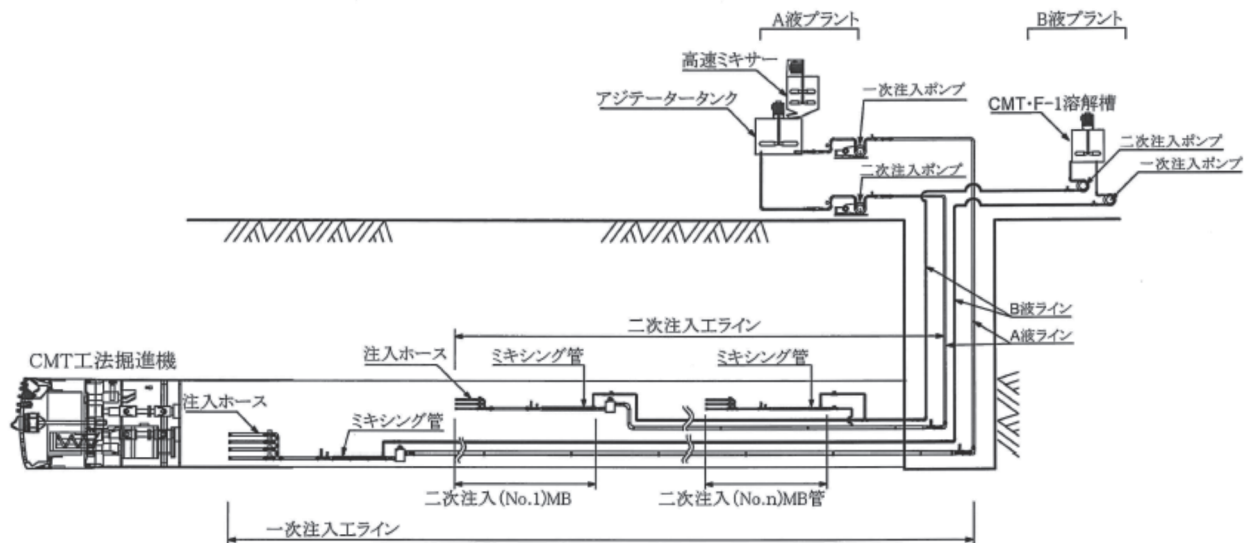


図 2-3 フローティングシステム標準図（二液注入方式）

(4-v) フローティングシステムの特長

特長1 小さな推進抵抗で推進できます

—— 新しい『ズリ変形抵抗』理論で1500m推進を ——

フローティングシステムは、小さな『ズリ変形抵抗』を利用して小さな推進抵抗で長距離推進を行うという理論です。

フローティングシステムの施工は、推進管外周の厚さ15mm程度のテールボイドに、塑性状態に練った『緩み土圧抑制材』（一次裏込材）を圧送充填ポンプで注入し、緩み土圧抑制材の層を形成させ、この中をヒューム管が移動します。

緩み土圧抑制材の層の外側は地盤に粘着して動かず、層の内側は推進管に粘着して前進します。即ち、緩み土圧抑制材は塑性材料の厚み（15mm）の内部でズリ変形を起こして変位します。このズリ変形に対する抵抗力を『ズリ変形抵抗』と呼びます。

このようにフローティングシステムにおける推進抵抗は、土質に無関係であり、『ズリ変形抵抗』そのものです。『ズリ変形抵抗』は（4-iii）、iiの様に、速度と粘度の関数ですが、推進工法における速度は遅く、無視できるほどに微小なので、『ズリ変形抵抗』の値は基本的に緩み土圧抑制材の粘度の関数となります。

これにより $0.75 \sim 3.28 \text{ kN/m}^2$ という小さな推進抵抗での施工が可能となります。

（P38 表 4-9 ズリ変形抵抗（C）表を参照して下さい。）

CMT 長距離推進システムに用いるフローティングシステムは、《推進工法においてはその速度が遅いので、緩み土圧抑制材の『ズリ変形抵抗』が非常に小さな値となる。》という理論に基づいた新しい工法です。

特長2 推進期間が長期になっても小さな推進抵抗で推進できます

上記のように、塑性材料の『ズリ変形抵抗』は速度と粘度の関数ですが圧力の関数ではないのでズリ変形抵抗は増加しません。また、テールボイドに充填した緩み土圧抑制材により二次、三次の緩み土圧の発生を抑制します。

CMT長距離推進システムは、

長距離推進 → 長期間推進 → 土圧の増加 → 推進抵抗の増加
という図式から解放されました。

そのために長期間を要する長距離推進が安心して施工できます。

特長3 推進完了後も推進管路の浮沈は生じません

テールボイドに充填する緩み土圧抑制材（一次裏込材）の含水比は通常地盤の自然粘土の含水比より数%大きい程度です。よって、推進完了後に緩み土圧抑制材（一次裏込材）が地盤中の自然粘土と同等の含水比まで低下した場合でも体積収縮は殆どありません。このため、推進完了後も推進管路に浮沈は生じることなく施工精度をそのま

ま保つことができます。

(5) CMT 曲線推進システム

特長 1 安定した曲進線形で推進できます

—— 近似台形推力伝達材使用で推力伝達 ——

CMT 曲線推進システムで使用する曲進用推力伝達材は平断面の幅を全幅とする近似的台形をしているので、ヒューム管の端面の曲率中心側の大きな端面面積を利用できます。また、曲進中の推進管の端面が近似台形の斜辺部分に当たるので、目地開き角度が一定し曲進管路の線形が安定します。よって管端面の上下中央側の部分だけを利用する方法に比べて曲進伝達推力が遥かに大きくとれ、その分、長距離推進ができます。

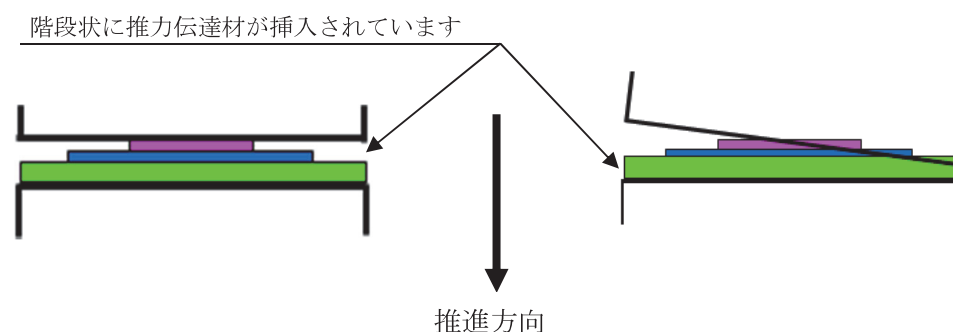


図 2-4 パルリング挿入模式図

特長 2 多関節の中折れ掘進機で急曲線推進が可能です

複合掘進機は方向制御ジャッキ、中折れジャッキ、推力点ジャッキと複数箇所での折れる構造となっています。またカッターヘッドも短く、方向制御性、操縦性に優れ、精度よい急曲線推進が施工できます。

特長 3 曲進線形が安定しているので必要なテールボイドが極小です

前項の理由で曲進線形が安定しているので、推進管路がふらつきません。そのためテールボイドは最小限で済みます。

特長 4 コストパフォーマンスが高い

曲線用推力伝達材としての防腐合板（パルリング・PA）を使用しているので、他の推力伝達材に比較して資材コストが低く、供給も安定しており、これらを総合してコストパフォーマンスが高いと言えます。

(6) CMT 切羽障害物除去推進システム

特長 1 多様な障害物が除去できます

—— 障害物を機内から除去して工事を完遂 ——

長距離推進になればなるほど障害物と遭遇する確率は高くなります。

障害物の種類も、流木・基礎杭・鋼矢板・石垣・鉄板・ワイヤー・廃棄物などと多種多様です。従って複合掘進機の障害物除去にも多様性が求められます。複合掘進機は、障害物の種類、位置、地盤の状態などにより最適な面板と方法を選択して障害物を除去し工事を完遂させます。

特長 2 確実な安全対策の下で、切羽障害物を機内から除去します

複合掘進機はバルクヘッドの扉を開放することにより、機内から切羽を点検できます。よって、切羽に出現した多様な障害物を除去することが可能です。CMT 工法は前述の通り基本的に面板加圧である為、面板による切羽保護を行います。切羽に地下水が有る場合は地盤改良、あるいは圧気による止水対策を施し、地下水を止め、十分な安全環境の下で除去作業を行います。障害物除去作業はバルクヘッドの扉を開け、バルクヘッドからの作業となり、作業員が切羽鏡面へ出ることはありません。しかも面板は細分化されている為、必要な部分の面板だけ取り外しての作業となります。よって、他の部分は面板による土留が施されており、機内側は安全な作業空間となります。

2-2 CMT応用工法

(1) CMTリターンシステム（φ1500～2000mm）

推進工法において、シールド管路に合流させる「T字接合」や「既設人孔への到達」で、到達点より掘進機を回収することができない場合に、発進立坑へ引き戻して回収するシステムが『CMTリターンシステム』です。

CMT複合掘進機は、全機種 of 隔壁に設置された「点検扉」を介してチャンバ内に作業員が立ち入ることができます。掘進機先端が既設構造物外殻に到達すると、「CMT圧気工法」を併用してチャンバ内より接続部地盤改良体の状況確認、地下水の有無・量、出水箇所を目視で確認して安全な環境を確保します。

到達後は、掘進機を再び動かすことのない方式となっていますので、止水注入の種類・薬液材料の選定に制限がなく、確実に止水効果が得られます。

地盤改良と圧気工法の併用により、『CMTリターンシステム』は大部分の作業をマシン側から安全に施工できます。

特長 1：CMT掘進機は切羽の押付力を管理する機構を有していますので取付構造物に無理な負荷をかけずに到達させる事ができます。

特長 2：CMT掘進機では点検扉を常備していますので切羽状況の確認が可能です。

特長 3 : CMT 工法では切羽の点検確認に圧気工法を併用する事によりドライな作業環境下で土砂防護板（山留め）を既設構造物とカッターヘッド外板に取り付ける作業が確実に行えます。

特長 4 : 土砂防護板設置完了後、鏡切り作業を推進管側から行います。鏡部からの水・土砂の流入、崩壊はありません。

特長 5 : 取付構造物と管路が一体となるよう掘進機部の仕上げは鋼管を用い、構造物と一体化する機構とし最終は樹脂モルタルで仕上げます。

特長 6 : 既設構造物占用時間を短縮できます。

(2) CMT 改築推進工法（ $\phi 800 \sim 1500 \text{mm}$ ）

特長 1 : 新設管による再構築で長寿命化に対応ができます

CMT 改築推進工法は、老朽化した鉄筋コンクリート管（A 型管、B 型管）を岩盤推進の分野で培ったノウハウを生かして、確実に効率の良いコンクリート破碎と鉄筋切断を行い、破碎ガラ及び切断鉄筋を完全回収する工法です。老朽管から新設管へと入れ替えることにより、将来にわたって長寿命化に対応できます。

特長 2 : 集中豪雨による流量増加にも対応できます

新設管の増径が可能であり、近年頻繁に発生する集中豪雨等による大幅な流量増加にも対応できます。

特長 3 : 勾配修正ができます

開削施工などによる既設管列の中だるみを、方向制御ジャッキを装備した改築用掘進機で、設計通りの勾配に修正することができます。

2－3 掘進機の説明

CMT推進工法システムは、いずれも複合掘進機を基礎にしてシステム化されています。従って、CMT推進工法に用いられる複合掘進機も単一ではなく、下記の各システムに適合した方式に組合わせられるようになっています。

掘削機構

切削方式	・・・・・・・・	切削ビット
圧壊方式	・・・・・・・・	ローラービット

切羽保持機構

面板加圧方式	・・・・・・・・	モノスリット面板
面板付削土加圧方式	・・・・・・・・	モノスリット面板＋添加材注入
流入防止型面板方式	・・・・・・・・	定位置停止装置

フィーダー機構（一次排土）

スクリュークラッシャー方式	・・・・・・・・	クラッシャーフィーダー
---------------	----------	-------------

排土機構（二次排土）

水力排土方式	・・・・・・・・	泥水ポンプ
--------	----------	-------

これらの各機構の中から選択し、その工事に最適な複合掘進機システムを構築します。
通常よく用いる組合せを土木学会トンネル標準示方書の分類に準じて表 2－1 に示します。

表 2-1 複合掘進機の種類

		切 羽 保 持	排 土 方 式	掘 削 方 式
密 閉 型	土 砂 用	面板（モノスリット） （土圧式）	クラッシャーフィーダー （水力排土）	面板切削方式 軟弱地盤・流砂地盤
		添加材＋面板（モノスリット） （泥土圧式）	クラッシャーフィーダー （水力排土）	面板圧壊方式 玉石混じり砂礫地盤
	岩 盤 用		クラッシャーフィーダー （水力排土）	面板圧壊方式 硬岩・中硬岩
				面板切削方式 軟岩（風化岩）

- （注1） 上表の水力排土方式の設備は「泥水加圧工法」に似ていますが、CMT工法においては、切羽を面板加圧方式の土圧式又は泥土圧式で保持安定させ、水力は土砂搬出の手段に限定しています。従って、調泥した泥水を切羽に加圧する泥水加圧工法とは異なります。この区別を明確にするため、泥水排土という表現を避け、“水力排土”としました。なお、CMT工法は分類上『面板加圧方式 ― 水力排土方式』ですが、（公社）日本推進技術協会の分類表及び日本非開削技術協会の「工法ナビゲーションシステム」においては『土圧方式』及び『泥水加圧方式』の両方で検索できるようになっています。
- （注2） モノスリット・・・面板の土砂の取込口が1箇所、水圧で取込みを制御する方式
- 切削方式・・・切削ビットで切羽の鏡面を同心円状に溝掘りする掘削方式
- 圧壊方式・・・ローラービットで切羽の鏡面の岩や礫を圧壊する掘削方式
- （注3） 土圧式の内、地盤の粘土・シルト分が15%未満の場合、切羽に添加材を注入する場合があります。

2-4 CMT工法の特長

(1) 各システムの組み合わせによって、あらゆる土質条件・施工条件に対応できます

掘削設備、排土設備、推力低減設備、補助工法設備などの組合せにより、超軟弱地盤から岩盤まで、単層地盤から互層地盤までのあらゆる地盤に対応できるほか、長距離推進・急曲線・推進深さ・切羽前方障害物などの施工条件にも最適のシステムを構築して工事を完遂します。

(2) 切羽の点検・ビット交換・障害物除去が可能です

管径φ800mmから、バルクヘッド中央部に大型の点検扉を設置しています。この事により、切羽の点検、岩盤・玉石掘削時のビット交換、面板の点検・修理、シートパイル・杭基礎・流木等障害物の目視確認および除去が可能です。地下水がある場合は補助工法（薬液注入工、圧気工法等）の併用により切羽の点検などが可能です。

(3) 方向制御がしやすく高精度の施工ができます

カッターヘッドが短いので、微少な修正が可能です。

掘進機は、前部の方向制御ジャッキと後部の推力点ジャッキで修正を行うことができるので、安定した方向制御・曲線推進が可能です。さらに、中折れ機構を配置した掘進機により急曲線推進も可能です。また、ターゲットなどの測量機能と方向制御機能を掘進機先端部に設置しているので、高精度の推進が可能です。

(4) 機体の軽量化・後方重心位置により掘進機の自沈、ノーズダウンが発生しにくい

複合掘進機は殻構造設計による軽量化と、機体中央部に機体重心を置くことに成功したことに加えて、モノスリットによる取込み量の制御の結果、軟弱地盤での掘進機の自沈・先端降下（ノーズダウン）が発生しにくくなっています。

但し、管径や粘着力および単位体積重量などの土質条件から施工の可否を判断いたしますので、検討には詳細な土質資料が必要となります。

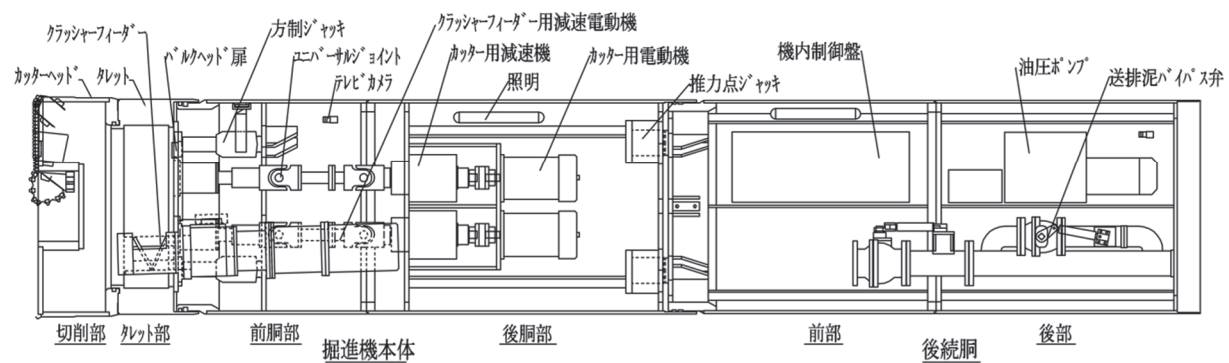
(5) 安全・迅速を重視した設計です

機器の点検・確認及び、測量などの作業以外は坑外からの遠隔操作で運転するので坑内は無人了。操作は、全てシーケンス制御方式を採用し、短期間の訓練によって運転操作ができるように簡素化されています。又、主要機器は全て本体及び後続胴に組込む構造なので発進時・到達時などの作業が簡単です。

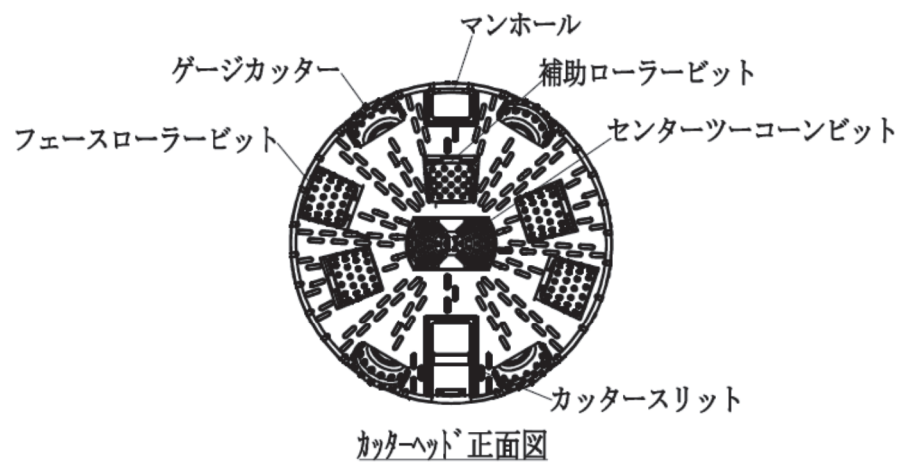
3. 複合掘進機の基本構造と仕様

複合掘進機および一次排土システムの主な名称と機能は下図の通りです。

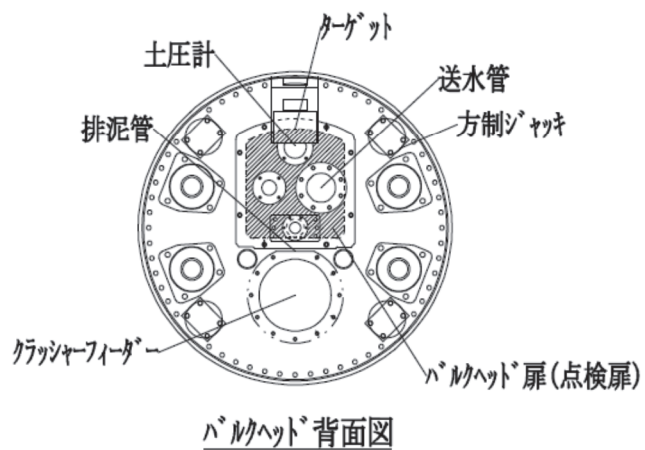
CMT工法掘進機説明図



全体図



カッターヘッド正面図



パネルヘッド背面図

図 3-1 複合掘進機基本システム図

3-1 複合掘進機

複合掘進機の掘進機本体は、本体胴、カッターヘッド、タレットの三部分で構成されます。

(1) 掘進機本体胴

φ 800mm, φ 900mm, φ 1000mm, φ 1100mm, φ 1200mm, φ 1350mm, φ 1500mm,
φ 1650mm, φ 1800mm, φ 2000mm

の 10 種類が基本機種です。φ 800mm～φ 1200mm の掘進機本体部は本体胴と後続胴からなり、
φ 1350mm 以上の掘進機本体部は本体胴のみを基本としています。掘進機本体は前部でタレット
に連結しこれを通してカッターを回転させます。その回転用原動機を本体に搭載しています。
また、先端の方向制御ジャッキ及び後尾部の推力点ジャッキで方向制御を行います。

表 3-1 複合掘進機本体胴仕様（標準システム）

呼び 径	機 体			方 向 制 御	
	機 長	外 径	質 量	方制ジャッキ	推力点ジャッキ
mm	mm	mm	kg	kN×st(mm)×台	kN×st(mm)×台
800	3,800	990	6,000	300×50×4	300×25×4
900	3,800	1,110	6,500	300×50×4	300×50×4
1000	3,800	1,230	9,500	400×50×4	400×50×4
1100	3,800	1,340	10,700	400×50×4	400×50×4
1200	3,800	1,460	10,900	500×50×4	500×25×4
1350	3,800	1,630	13,000	500×50×4	500×25×4
1500	4,000	1,810	17,200	800×60×4	800×100×4
1650	4,200	1,980	23,500	1000×70×4	1000×100×4
1800	5,300	2,150	35,700	750×80×8	750×100×8
2000	5,300	2,380	41,800	750×80×8	750×100×8

注) 1. 上表は掘削外径を示しています。

表 3-2 複合掘進機本体胴仕様（標準システム）

呼び	カッター用原動機			
径 mm	電 動 機 kW×台	回転数 rpm	トルク kN・m	動 力 kW
800	7.5×4	5.0	50	30.4
900	7.5×4	4.5	58	30.75
1000	11×4	4.7	80	44.75
1100	11×4	4.3	86	44.75
1200	11×4	3.9	92	46.2
1350	11×4	3.5	108	46.2
1500	11×6	3.1	183	68.2
1650	11×6	2.9	194	68.2
1800	11×8	3.1	240	91.7
2000	11×10	3.1	335	113.7

- 注) 1) 動力は、カッター及び操作系のみです。
- 2) 標準仕様であり施工条件や改良のため予告なく変更することがあります。
- 3) ローラーヘッド型掘進機を示しています。
- 4) 掘進機の電源は、400V仕様としています。

(2) 掘進機最小曲線半径

掘進機呼び径	最小曲線半径	摘 要
φ 800mm }	30R	急曲線用掘進機
φ 1500mm		
φ 1650mm }	60R	急曲線用掘進機
φ 2000mm		

- 注) 1) 上記仕様はオプションとなります。
- 2) この表によらない場合は別途検討します。
- 3) 岩盤強度及び玉石径によっては、別途検討が必要となる場合があります。

(3) カッターヘッド

カッターヘッドは、切削型ヘッド、ローラー型ヘッド、マルチ型ヘッドに大別されます

表 3-3 カッターヘッド種類と対応土質

カッターヘッドの種類	土圧方式での適用土質	泥土方式での適用土質
切 削 型 ヘ ッ ド	A・B・C・E (20MN/m ² 未満)	C
ロ ー ラ ー 型 ヘ ッ ド	C・D・E・F・G・H・I・J	D
マ ル チ 型 ヘ ッ ド	A ～ J の互層	B・C・D

※提供された土質資料を精査し、当該地域の地盤特性を考慮した最適なカッターヘッドを選定いたします。

- A 軟弱土(N 値 5 未満)、砂質土 (粘土シルト分 20%以上)

B 砂質土 (粘土シルト分 20%以下・最大礫径 50 mm未満)

C 砂礫土 1 (最大礫径 50 mm～100 mm未満)

D 砂礫土 2 (最大礫径 100 mm以上)

E 硬質土(N 値 50 以上)、岩強度 (50 MN/m²未満)
- F 岩強度 (50～100 MN/m²未満)

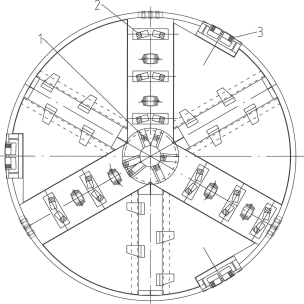
G 岩強度 (100～150 MN/m²未満)

H 岩強度 (150～200 MN/m²未満)

I 岩強度 (200～250 MN/m²未満)

J 岩強度 (250～300 MN/m²以下)

切削型ヘッド



番号

名 称

①

センタービット

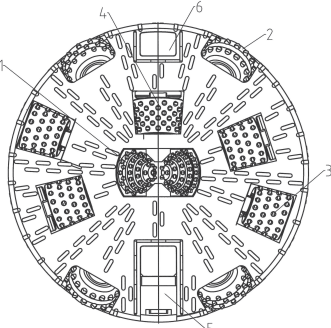
②

フェースビット

③

外 周 ビット

ローラー型ヘッド



番号

名 称

①

センターローラー

②

ゲージカッター

③

フェースローラー

④

補助ローラー

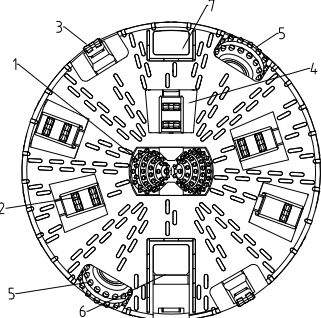
⑤

カッタースリット

⑥

マンホール

マルチ型ヘッド



番号

名 称

①

センターローラー

②

フェースビット (ローラービット)

③

外 周 ビット

④

補助ビット (ローラービット)

⑤

ゲージカッター

⑥

カッタースリット

⑦

補助スリット

図 3-2 カッターヘッド標準図

(4) タレット部（ベアリング、点検扉）

複合掘進機の特レット部（ベアリング部）は、大中口径掘進機によく用いられる外周駆動方式を、呼び径φ800mm機から採用しています。

隔壁（バルクヘッド）の中央部に大型の点検扉及び排土口を設置することにより、切羽の点検、ビットの点検交換、障害物の除去などの作業が可能になりました。

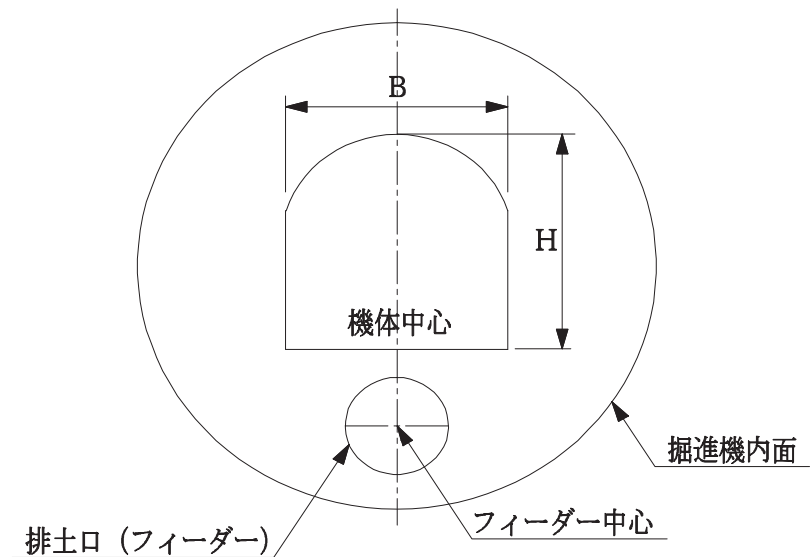


図 3-3 点検扉標準図

表 3-4 点検扉標準寸法表

呼 び 径(mm)	φ 800 ～ φ 900	φ 1000 ～ φ 1650	φ 1800 ～ φ 2000
扉 の 寸 法	(B mm) × (H mm) 360 × 420	(B mm) × (H mm) 360 × 450	(B mm) × (H mm) 500 × 500

(5) 修正装置及び測量装置

外周駆動方式と駆動用ユニバーサルジョイントの採用により、方向修正可動部（カッターヘッド部及びベアリング部）は、通常の掘進機に較べてかなり短く、縦横比（スキンプレート外径：方向修正可動部長さ）は、1 ～ 0.5程度で、高い操縦性が得られるように設計されています。測量用ターゲットはバルクヘッド部付近に設置されており、X－Y座標（格子）が描かれています。推進線形が直線の場合は、立坑内に設置したトランシットからのレーザースポットを、機内に設置したテレビカメラで撮影し、操作盤上のモニターに表示して、変位が発生した時点で直ちに修正を行なうことができます。

(6) 運転操作装置

作業環境を考慮して遠隔運転方式を採用して坑外運転操作を基本とし、監視用カメラと集音マイクで、機内の状況や測量ターゲットなどをモニターするようにしています。

又、多重伝送装置により各種データや信号の伝送を行い、操作関係はシーケンス制御により行います。

3-2 排土システム

排土システムは、切羽から排土システムに掘削土砂を供給する一次排土システムと、そこから坑外へ運搬する二次排土システムに分かれます。

(1) 一次排土システム

切羽で掘削した土砂をバルクヘッド（隔壁）を通して坑内排土システム（二次排土システム）まで供給するシステムで、掘削土砂の種類やその他の条件を考慮して各種のフィーダーを用います。

(1-i) 水力排土用クラッシャーフィーダーシステム

クラッシャーフィーダーは、水力排土機能と水中破碎兼用のフィーダーで、砂礫地盤での礫や岩盤での掘削ブリの二次破碎を行い、長径 85mm 程度の礫等を 20～30mm 大に破碎し二次排土システムに供給します。

表 3-5 800mm クラッシャーフィーダー（標準型）仕様

名 称		単 位	仕 様
フィーダー 機径		mm	200
原 動 機		kW	7.5
回 転	ト ル ク	N・m	1220
	回 転 数	rpm	60

注) 適用範囲

礫率 40%以下、最大礫径：80mm 以下（これによらない場合は別途検討します）

表 3-6 800mm クラッシャーフィーダー（強力型）仕様

名 称		単 位	仕 様
フィーダー 機径		mm	200
原 動 機		kW	11.0
回 転	ト ル ク	N・m	1772
	回 転 数	rpm	60

注) 適用範囲

礫率 40%超、最大礫径：120mm 以下（これによらない場合は別途検討します）

表 3-7 900～1000mm クラッシャーフィーダー（標準型）仕様

名 称		単 位	仕 様
フィーダー機径		mm	200
原 動 機		kW	7.5
回 転	ト ル ク	N・m	1220
	回 転 数	rpm	60

注) 適用範囲

礫率 50%以下 礫強度 200 MN/m² 以下（これによらない場合は別途検討します）

表 3-8 900～1650mm クラッシャーフィーダー（標準型）仕様

名 称		単 位	仕 様
フィーダー機径		mm	250
原 動 機		kW	11.0
回 転	ト ル ク	N・m	1190
	回 転 数	rpm	90

注) 適用範囲

礫率 50%以下 礫強度 200 MN/m² 以下（これによらない場合は別途検討します）

表 3-9 900～2000mm クラッシャーフィーダー（強力型）仕様

名 称		単 位	仕 様
フィーダー機径		mm	250
原 動 機		kW	15.0
回 転	ト ル ク	N・m	2430
	回 転 数	rpm	60

注) 適用範囲

礫率 50%超 礫強度 200 MN/m² 超（これによらない場合は別途検討します）

表 3-10 1800～2000mm クラッシャーフィーダー（強力型）仕様

名 称		単 位	仕 様
フィーダー機径		mm	300
原 動 機		kW	22.0
回 転	ト ル ク	N・m	3560
	回 転 数	rpm	60

注) 適用範囲

礫率 50%超 礫強度 200 MN/m² 超（これによらない場合は別途検討します）

(2) 二次排土システム

一次排土システムにより供給された掘削土砂を坑内から立坑外へ搬出するシステムです。CMT工法では、水力排土方式を標準としております。

(2－i) 水力排土システム ー送排泥ポンプシステムー

水力排土システムは送排泥ポンプの運転により掘削土砂を泥水*¹に混入させ、坑内に配管した送排泥パイプ内を運搬媒体の水と共に土砂を坑外に搬出する方式です。搬出された排泥水は、水送処理装置により処理土と泥水に分離して、処理土はダンプトラックに積み込み処分し、土砂分離後の泥水は循環水として再利用します。余剰泥水*²はバキューム車等にて処分します。

＊ 1 「泥水加圧工法」の泥水の意味ではなく、CMT工法水力排土システムの土砂輸送の媒体として用いる泥水をいいます。

＊ 2 一次泥水処理機で分離できない排泥水の意味です。

処理方式として次のいずれかの方式を検討し、経済的な方式を選択します。

一次処理方式：ユニット式一次処理機とバキューム処理の併用

シルト粘土および細砂の少ない砂地盤に適用

二次処理方式：ユニット式一次処理機と回転式分級機（凝集剤を使用）の併用

シルト粘土分が比較的多い粘性土地盤に適用

表 3-11 水力排土システム主要機器仕様

機 械 名		規 格		動 力	
泥 水 ポ ン プ		呼び径	100mm	5.5～37	kW
		呼び径	150mm	15～55	kW
水 槽		10、20、30m ³		(2.2、3.7、3.7)	kW
ズ リ 分 離 装 置 (ユニット式振動篩機)	礫・砂	2.0	m ³ /min	32.2	kW
		4.0	m ³ /min	66.8	kW
回 転 式 分 級 機		8.0	m ³ /hr	30.0	kW
		12.0	m ³ /hr	37.0	kW
		18.0	m ³ /hr	45.0	kW

上表以外の機械を使用する場合があります。

システム概要は、P27 図 4-1「CMT工法・処理設備標準図」を参照してください。

3-3 注入システム

注入システムには長距離推進の為の『フローティングシステム』に用いる「①緩み土圧抑制材注入工」と、CMT玉石・砂礫地盤推進システムやCMT軟弱・流砂地盤推進システムでは泥土圧方式を採用しますが、その為の『モノスリット工法』に用いる「②添加材注入工」があります。

(1) 緩み土圧抑制材（一次裏込材）注入システム

CMT工法ではテールボイドに緩み土圧抑制材を充填することにより推進抵抗を減少させると同時に、上載地盤を安定的に保持する『フローティングシステム』を採用しています。

表 3-12-1 緩み土圧抑制材注入システム仕様・一液注入方式（標準例）

	規 格	動 力
注 入 ポ ン プ	吐出量可変・ラム型	7.5 kW
高 速 ミ キ サ ー	容量：200～800ℓ	7.5～11 kW
ア ジ テ ー タ ー	容量：500ℓ	2.2 kW
制 御 盤		100 W
水 槽	給水ポンプ付	0.4～0.75 kW

注 1. 主に砂礫、玉石層に使用します。

表 3-12-2 緩み土圧抑制材注入システム仕様・二液注入方式（標準例）

A液プラント機器

項目	規格	動力	数量
注入ポンプ	吐出量可変型	0.75kW	1
グラウトミキサー	並列2槽式	2.0kW	1
水 槽	給水ポンプ 40mm	0.4kW	1
アジテータタンク	3.0m ³ 攪拌機付き	2.2kW	1

B液プラント機器

項目	規格	動力	数量
注入ポンプ	無脈動定量ポンプ	0.75kW	1
CMT F-1 溶解槽	3.0m ³ 攪拌機付き	2.2kW	1

『CMT工法では、経済性を考慮して二液注入方式を標準とします。』

(2) 添加材注入システム

CMT工法においては限定泥土圧方式を用いて切羽面の保持を行うことができます。
P5「(2) CMT玉石・砂礫地盤推進システム」及び、P95「(3) 添加材注入工」を参照してください。

3-4 補助工法システム

(1) 圧気工法設備

CMT工法の大きな特長は、バルクヘッドの点検扉を開放して、切羽・ビットの点検や交換、障害物除去などの作業が、呼び径φ800の狭隘な機内においてでもできることです。これにより、超長距離の岩盤路線や障害物が埋設されている路線での施工が可能になりました。

湧水地盤内での点検扉の開放の際は、圧気工法等で切羽を止水して作業を行います。地下水頭が8.0m以上及び透水係数が 10^{-2} cm/s以上の場合は薬液注入工法等により、完全に止水して作業を行います。但し、細砂地盤など薬液注入効果が得られにくい場合や作業が2日以上に跨る場合は、圧気工法を併用することを推奨します。

圧気工法に用いるロック設備としては、ロック扉、送気管、逆止弁などの必要な設備をまとめた「ロックユニット」を使用します。加圧設備としては、ブロアー、タンク、冷却装置等を防音室内にまとめた「ブロアーユニット」を使用します。

これらは全てコンパクトにユニット化されているので、トラックで搬入し立坑付近に吊り下ろした後、直ちに且つ容易に運転を開始することが可能です。

表 3-13 ロックユニット

	仕 様	備 考
機 長	2300 mm	送気管、調圧弁、扉フラッパー弁、安全弁、空調弁、グラウト管排水弁その他一式搭載
機 径	適用管径(※) mm	
耐 圧	0.1 MPa	

※ロックユニットは推進管径より小さな近似径用ロックユニットにアタッチメントを装着して使用することができます。

表 3-14 ブロアーユニット

	規 格	仕 様
電 動 機		39 kW
風 量 (最 大)	60Hz / 50Hz	18 / 15 m ³ /分
圧 力 (最 大)		0.08 MPa
質 量		7,000 kg
機 体 寸 法	機長×機巾×機高	1520×3960×2240 mm

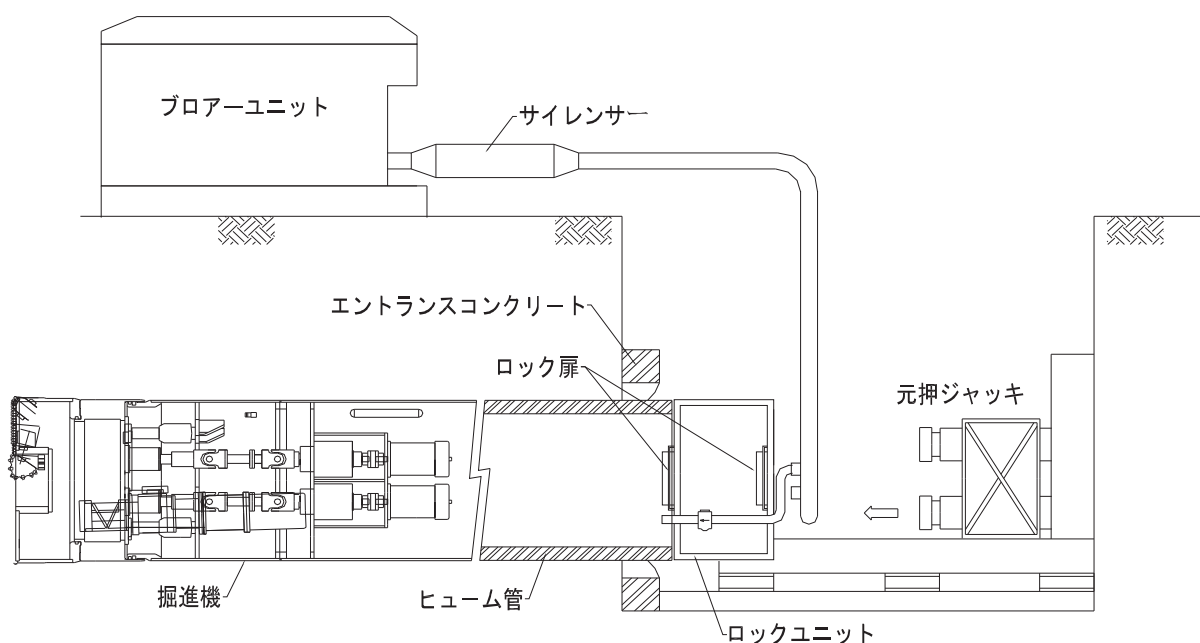


図 3-4 圧気工法のフローシート

4. CMT工法の計画・設計資料

4-1 工法概要

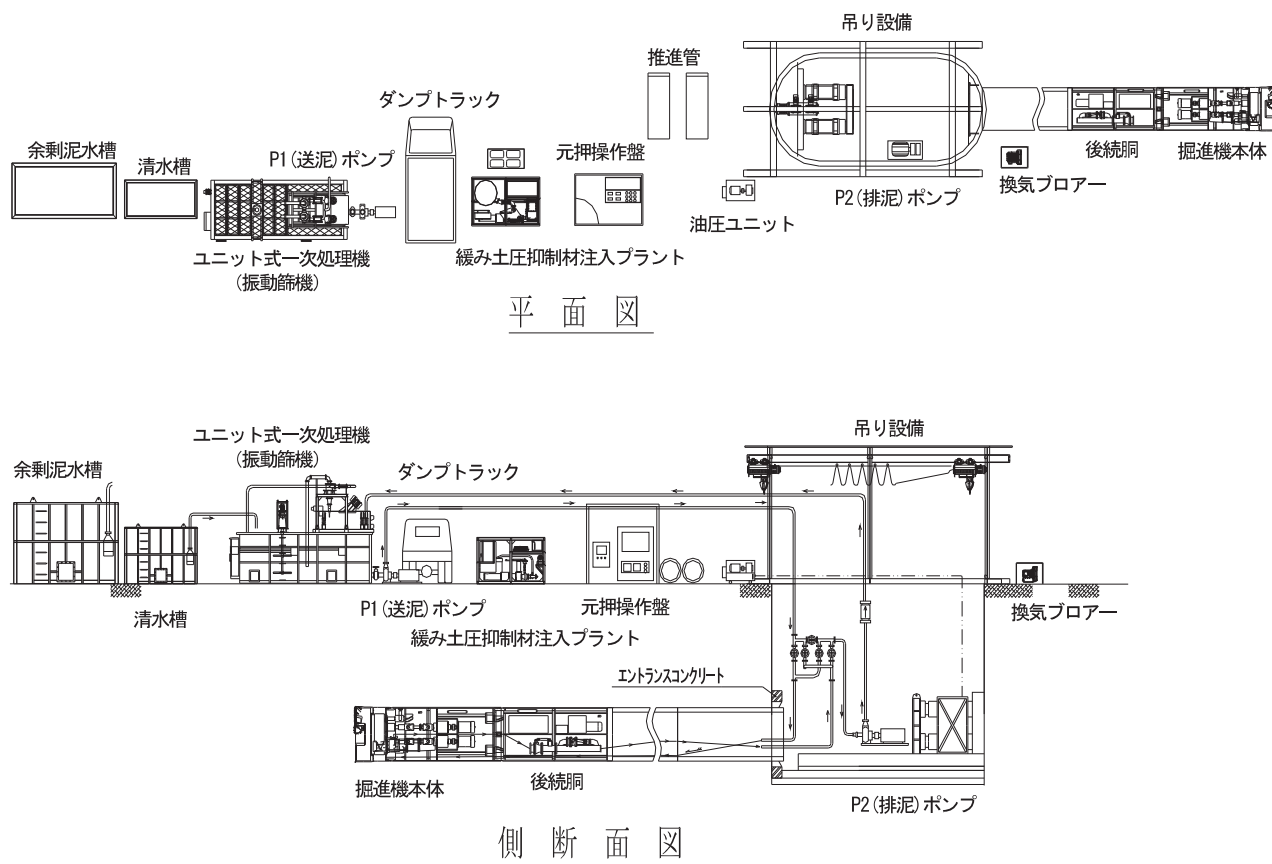
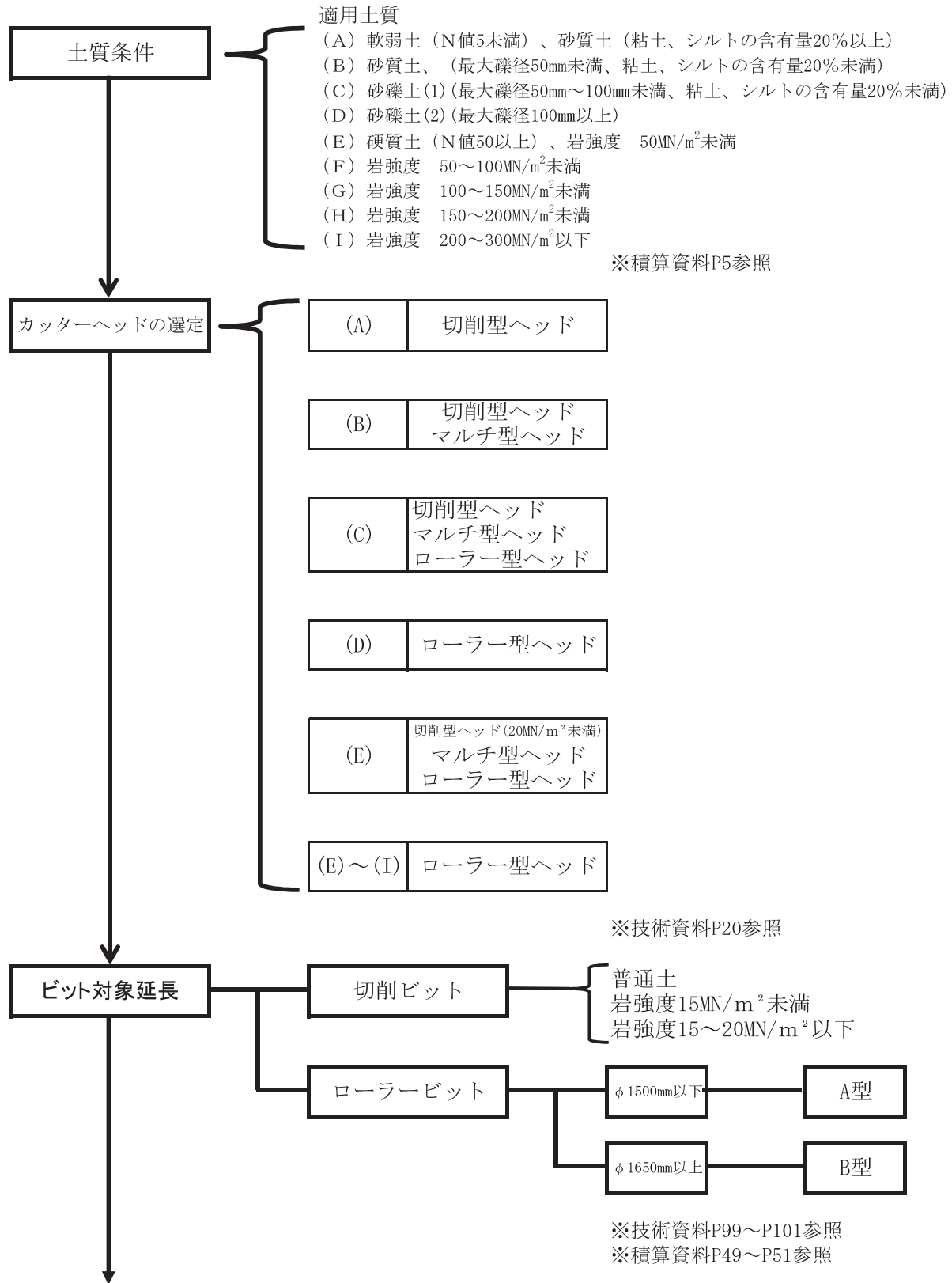
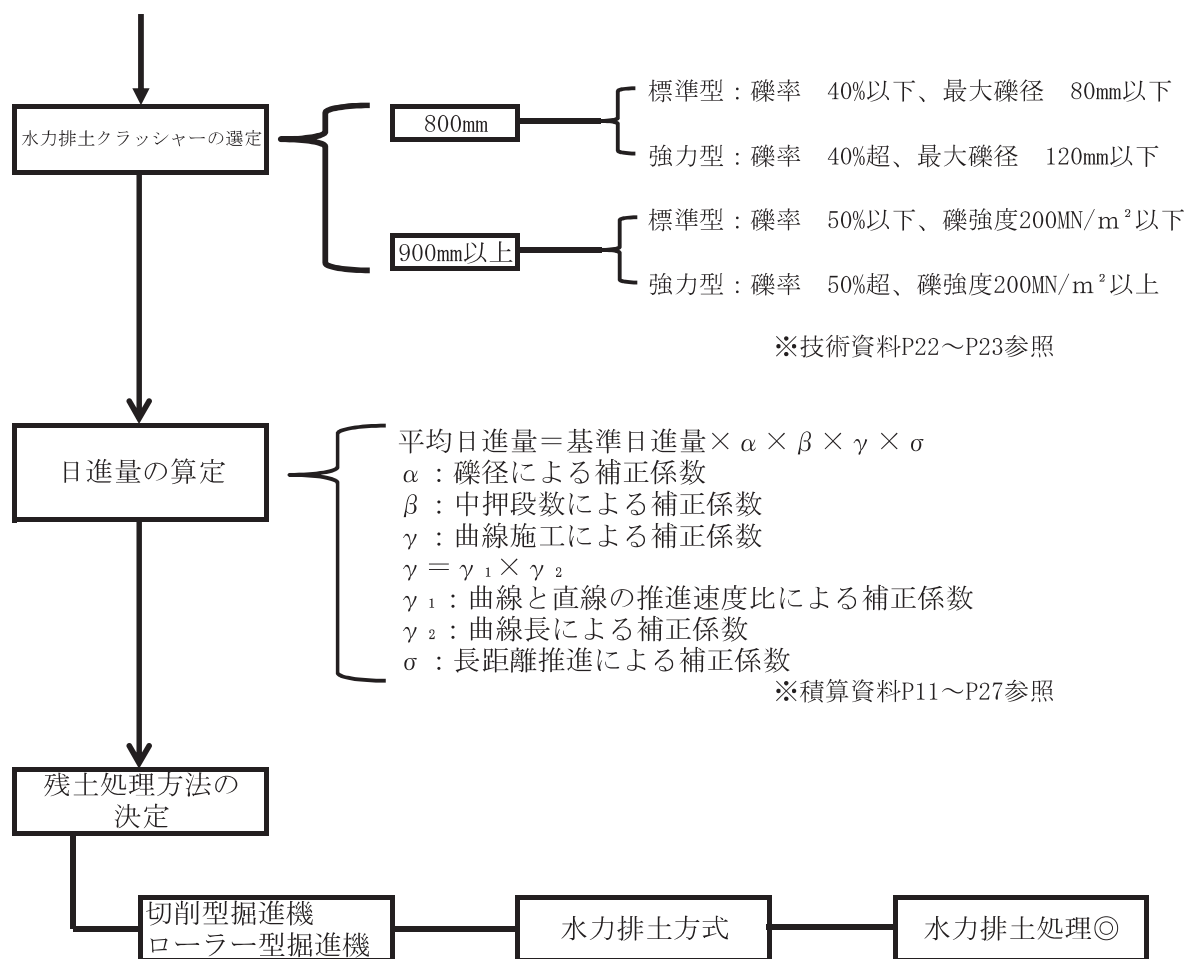


図 4-1 CMT工法・処理設備標準図

4-2 CMT工法 計画フローと選定





◎水力排土処理の選定		
方式	ユニット一次処理機とバキューム処理による方式	ユニット一次処理機と凝集剤併用回転式分級機処理による方式
適用土質	(細砂の少ない砂質地盤対応) シルト粘土及び細砂の少ない砂質地盤 (粗砂以上が主体の地盤)	(粘性土地盤対応) シルト粘土分が比較的多い地盤

砂分に粒度分類がされていなければ以下のように分類します。

粗砂：砂分の40%
中砂：砂分の30%
細砂：砂分の30%

※技術資料P67～P78参照

4-3 推進管

本工法に使用する管は次の管とします。

※下水道推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管

J S W A S A-8 (G90N/mm²管、及びG70N/mm²管と呼ぶ)

※下水道推進工法用鉄筋コンクリート管

J S W A S A-2 (70N/mm²管、50N/mm²管と呼ぶ)

※下水道推進工法用レジンコンクリート管

J W A S K-12

※下水道推進工法用ダクティル鉄管

J W A S G-2

※その他の管種

ホーバス管等の樹脂管、水道用鋼管、水道用ダクティル鉄管、合成管

(1) 鉄筋コンクリート管の許容圧縮応力度

(1-i) 直線推進の許容応力度

表 4-1 推進管コンクリートの許容応力度表 (直線部)

J S W A S A-8 規 格	G90N/mm ² 管	22.5N/mm ²
	G70N/mm ² 管	17.5N/mm ²
J S W A S A-2 規 格	70N/mm ² 管	17.5N/mm ²
	50N/mm ² 管	13.0N/mm ²

(1-ii) 曲線推進の許容応力度

(公社) 日本推進技術協会が提示している管理値を採用しコンクリートの許容応力度とします。

表 4-2 推進管コンクリートの許容応力度表 (曲線用推力伝達材挿入区間)

J S W A S A-8 規 格	G90N/mm ² 管	45N/mm ²
	G70N/mm ² 管	35N/mm ²
J S W A S A-2 規 格	70N/mm ² 管	35N/mm ²
	50N/mm ² 管	25N/mm ²

(2-i) 曲線施工時の許容開口長の制約

開口長

推力伝達材

≒10mm

抜き出し長

継手部分の水密性を確保するために、施工中は許容開口長以内で管理する必要があります。推進管には表 4-3 のように、規格値として許容開口長が定められています。拔出し長は推力伝達材の厚さ、管長、管の呼び径などによって異なり、施工時には、推力伝達材の厚さは逐次変化します。

区 分	耐 水 圧 (MP a)	抜 出 し 長 (mm)	許 容 開 口 長 (mm)
J A	0.1	0～30	40
J B	0.2	0～40	50
J C	0.2	0～60	70

– 31 –

(3) ヒューム管種別の選定

ヒューム管の種別の決定は土圧と伝達推力によることは勿論、その他に次の各項目を考慮して選定します。

(3-i) 玉石による孔あき破損

N値が 30 以上の玉石混じり砂礫地盤を推進する場合、ヒューム管外周で玉石が転動し、そのカム作用でヒューム管に突然孔があくことが多数報告されています。孔があくまでに至らなくても、ヒューム管にひび割れが発生する事もあります。経験によるとこのヒューム管の破損は切羽先端からおよそ 35～60m 範囲のヒューム管で多く発生し、それより後方のヒューム管では曲進区間を除いてほとんど発生しません。破損したヒューム管は補修をしますが、納品構造物に大きな瑕疵を残すのみならず、推進抵抗の異常な増加をもたらすので、起こってはならないことです。

試験研究の結果と実績から、ガラス繊維入り推進管は硬い玉石の集中荷重に対する高い耐荷力を持っている事が確認されています。

CMT 工法では玉石による孔あき破損事故を防止するために、このような地盤では先端からおよそ 35～60m までのヒューム管はガラス繊維管を採用することを推奨します。

(3-ii) 岩盤推進特有のソゲ破損

岩盤推進(火成岩や変成岩、古生代の砂岩)では岩盤亀裂によってできるソゲ(扁平な浮き岩)がテールボイドに挟まれ、ヒューム管の前進に伴って、ヒューム管外周と岩盤との間で楔作用を起こし、ヒューム管に亀裂破損が発生することが少なくありません。ソゲを噛み込むと推進抵抗は一気に 2000～3000kN にも上がり、通常の推進抵抗の計算ではたちまち推進不能に陥ることがあります。

亀裂の多い岩盤は掘削能率は良いのですがソゲを噛み込む危険もあります。

玉石の場合と異なり、このソゲによる破損は推進スパンのどこで発生するか想定できません。岩盤推進の実績が最も多い CMT 工法では、岩盤推進特有のヒューム管の損傷を防止する為、ソゲ破損の多発が予想される岩盤推進では推力とは無関係に、原則としてスパン全管にわたりガラス繊維管の採用を推奨しています。

しかし工費の上昇を抑制するために玉石地盤と同様、切羽先端よりおよそ 35～60m まではガラス繊維管とすることもあります。

(3-iii) 長距離推進による先端管の疲労破損

500m 以上の長距離推進では普通土地盤でも、先端から 25m までのヒューム管は、方向修正による側土圧や端面の推力の片当たり、掘進機の掘削反力の振動等で長期間繰り返し荷重を受け、ひび割れが発生することが少なくありません。これを防止する為には、ガラス繊維入り管が有効であることは実績で明らかになっています。

従って推進距離が 500m 以上の長距離推進では先端から 25m (全管 10 本) 程度まで

のヒューム管には、原則としてガラス繊維管を採用することを推奨しています。

(3-iv) 曲線推進の側方反力による管のひび割れ破損

曲率の小さい曲線推進を行なうと、推力の分力によって推進管が曲率中心の外側方向に押し付けられます。この側押し力の反力によって、推進管の側面にひび割れが発生することがあります。この損傷は推進管の半径方向の耐荷力不足によるものです。この損傷を防止するためには、ひび割れ耐荷重の大きなガラス繊維管の2種管や3種管の採用を検討します。

4-4 CMT工法の推進力の算定

CMT工法での推力低減方法は「フローティングシステム」を用いて行います。

「フローティングシステム」は掘進中のテールボイドに連続的に緩み土圧抑制材を注入し、「テルツァギー」の緩み土圧の発生を抑制し、緩み土圧抑制材の内部に生じる「ズリ変形抵抗」を推進抵抗として施工するものです。

この理論に基づく「フローティングシステム」は次の特長を持ちます。

- * 推進管は緩み土圧抑制材の中を浮いた状態で前進します。
よって、推進抵抗は本来、土質には無関係です。
- * 推進抵抗は、緩み土圧抑制材内部のズリ変形抵抗になります。
従って、緩み土圧抑制材の配合による粘度やその性質によって決定されます。
- * 標準的な配合の緩み土圧抑制材の各地盤に必要な粘度はP36表4-5・表4-6,
P37表4-7・表4-8です。その粘度に於けるズリ変形抵抗の概略値はP38表4-9に示します。
- * 緩み土圧抑制材は滑材と異なり、地盤の肌落後や緩んでからの充填では効果がありません。
- * 緩み土圧抑制材はテールボイド内に留まる性質の充填材ですが、施工とともに前方に引張られたり、地中に散逸したりするので、長距離推進の場合は、途中からの追加充填が必要な場合があります。
- * カッターヘッドはモノスリットタイプ等を用い、礫間のバインダー分を流出させない掘削方法が必要です。
- * 緩み土圧抑制材の粘度の決定には、透水係数以外に本来は礫率や礫径、伏流水のある地盤では地下水の流速、流木等の障害物が有る地盤ではその種類や遭遇頻度等を考慮しなくてはなりません。二次的には推進速度（推進期間）なども関係します。

(1) 推進力の算定

総推進抵抗は次式によります。

$$F = F_0 + \Sigma (F_a \cdot E_a \cdot L_a)$$

F	：総推進抵抗	kN
F ₀	：先端抵抗	kN
F _a	：管の外周抵抗	kN/m
E _a	：曲進抵抗割増係数	
L _a	：区間延長	m

(1－i) 先端抵抗 F₀

先端抵抗力F₀は次式で与えられます。

カッターヘッドの切羽単位面積当たりの押し付け力P_eは、主にカッターヘッドの仕様と土質、岩質によって定まり、およそ次ページの値です。

$$F_0 = (P_e + P_w) \cdot (C_d / 2)^2 \cdot \pi$$

F ₀	：カッターヘッド抵抗	kN
P _e	：切羽押付力	kN/m ²
P _w	：切羽泥水圧	kN/m ²
P _w = P _w e + P _w c		
P _w e	：推進区間の最大自然水圧	kN/m ²
P _w c	：推進中の切羽水圧管理値	20 kN/m ²
C _d	：機径（管外径＋0.03）	m

表 4-4 切羽押付力 P_e の値 (kN/m^2)

ヘッド型式	呼び径	800～1100	1200～1650	1800～2000
	適用土質	(mm)	(mm)	(mm)
モノスリット 切削タイプ	粘性土(A土質)	70～200	70～150	70～150
	砂質土(B土質)			
	硬質土(E土質)			
	20MN/m ² 未満)			
モノスリット ローラータイプ	砂礫土(C土質)	200～300	150～200	150～200
	硬質土(E土質)			
	20MN/m ² 以上)			
モノスリット ローラータイプ	岩盤(E・F土質)	300～500	200～300	200～250
	玉石・砂礫(D土質)			
	岩盤(G・H・I J土質)			

- (注) ・切削・ローラー併用タイプは両者の適用延長と土質により決めて下さい。
- ・マルチカッターヘッドも適用できます。
- ・C土質においては管径によりヘッドを選択します。

(1－ii) 管の外周抵抗 F_a

「フローティングシステム」では、管の外周抵抗 F_a は管の外周に充填した緩み土圧抑制材の「ズリ変形抵抗」によって定まり、そのズリ変形抵抗 C は P38 表 4-9 に示す、緩み土圧抑制材の「粘度」および「材質」(一液性、二液性)によって与えられます。粘度は緩み土圧抑制材の配合によって異なります。

また対象土質(土砂、岩盤)により選択する必要があります。土砂(粘性土、砂質土)においては、透水係数と土砂の粒度組成との関係として与えられ、岩盤(火成岩、堆積岩、変成岩)においては岩の一軸圧縮強度と RQD との関係として与えられます。

I) 一液性緩み土圧抑制材粘度（V）の選定

表 4-5 土砂と緩み土圧抑制材粘度（V）の選定表

(mPa・s)

透水係数 (cm/sec)	粘性土		砂・砂礫	
	細粒分（％）		礫分（％）	
	0～50 未満	50 以上～100	0～50 未満	50 以上～100
$10^{-0} \sim 10^{-2}$	—	—	—	15, 000 ≤ V < 22, 000
$10^{-3} \sim 10^{-4}$	12, 000 ≤ V < 14, 000	10, 000 ≤ V < 12, 000	12, 000 ≤ V < 17, 000	
$10^{-5} \sim 10^{-6}$			—	

表 4-6 岩質と緩み土圧抑制材粘度（V）の選定表

(mPa・s)

一軸圧縮強度 (MN / m ²)	RQD (%)	0 ～ 50 未満	50 ～ 100
		0 ～ 50 未満	50 ～ 100
0 ～ 50 未満		14,000 ～ 15,000	13,000 ～ 14,000
50 以上 ～ 100 未満		15,000 ～ 16,000	14,000 ～ 15,000
100 以上 ～ 150 未満		16,000 ～ 17,000	15,000 ～ 16,000
150 以上 ～ 200 未満		17,000 ～ 18,000	16,000 ～ 18,000
200 以上 ～ 250 未満		18,000 ～ 20,000	18,000 ～ 20,000
250 以上 ～ 300 以下		20,000 ～ 22,000	20,000 ～ 22,000

備考

- 1) 斜長石花崗岩や、頁岩層を挟むチャートについては範囲内の小さい粘度を選択してください。
- 2) 膨潤性頁岩では盤膨れでテールボイドが無くなり、締め付けられて推進抵抗が大きくなることがあります。テールボイドの厚さ、土被り、推進日数等を検討し、締め付けの恐れがある場合は粘度を 1 ランク上げてください。
- 3) 花崗岩や粘板岩は、比較的新鮮な岩の場合、カッタービットで破砕すると、岩の特性により小礫状態になり、テールボイドに巻き込み、推進抵抗を著しく大きくすることがあります。そのような場合は強度を 2 ランク以内で上げてください。

Ⅱ) 二液性緩み土圧抑制材粘度 (V) の選定

表 4-7 土砂と緩み土圧抑制材粘度 (V) の選定表

(mPa・s)

透水係数 (cm/sec)	粘性土		砂・砂礫	
	細粒分 (%)		礫分 (%)	
	0～50 未満	50 以上～100	0～50 未満	50 以上～100
$10^{-0} \sim 10^{-2}$	—	—	—	18, 000 ≦ V < 25, 000
$10^{-3} \sim 10^{-4}$	15, 000 ≦ V < 18, 000	13, 000 ≦ V < 15, 000	15, 000 ≦ V < 20, 000	
$10^{-5} \sim 10^{-6}$			—	

表 4-8 岩質と緩み土圧抑制材粘度 (V) の選定表

(mPa・s)

一軸圧縮強度 (MN / m ²) \ RQD (%)	0 ～ 50 未満	50 ～ 100
0 ～ 50 未満	17,000 ～ 18,000	16,000 ～ 17,000
50 以上 ～ 100 未満	18,000 ～ 20,000	17,000 ～ 18,000
100 以上 ～ 150 未満	20,000 ～ 21,000	18,000 ～ 20,000
150 以上 ～ 200 未満	21,000 ～ 22,000	20,000 ～ 21,000
200 以上 ～ 250 未満	22,000 ～ 23,000	21,000 ～ 22,000
250 以上 ～ 300 以下	23,000 ～ 24,000	22,000 ～ 23,000

備考

- 1) 斜長石花崗岩や、頁岩層を挟むチャートについては、上記範囲内の小さい方の粘度を選択してください。
- 2) 膨潤性頁岩では盤膨れでテールボイドが無くなり、締め付けられて推進抵抗が大きくなる場合があります。テールボイドの厚さ、土被り、推進日数等を検討し、締め付けの恐れがある場合は粘度を1ランク上げてください。
- 3) 花崗岩や粘板岩は、比較的新鮮な岩の場合、カッタービットで破砕すると、岩の特性により小礫状態になり、テールボイドに巻き込み、推進抵抗を著しく大きくすることがあります。そのような場合は強度を2ランク以内で上げてください。

Ⅲ) 粘度 (V mPa・s) とズリ変形抵抗 (C kN/m²) 関係表

表 4-9 ズリ変形抵抗 (C) 表

一液型ズリ変形抵抗		二液型ズリ変形抵抗	
粘度 V	ズリ変形抵抗 C	粘度 V	ズリ変形抵抗 C
(mPa・s)	(kN/m ²)	(mPa・s)	(kN/m ²)
8,000	0.75	11,000	0.75
9,000	0.93	12,000	0.93
10,000	1.11	13,000	1.11
11,000	1.30	14,000	1.30
12,000	1.48	15,000	1.48
13,000	1.66	16,000	1.66
14,000	1.84	17,000	1.84
15,000	2.02	18,000	2.02
16,000	2.22	19,000	2.22
17,000	2.38	20,000	2.38
18,000	2.56	21,000	2.56
19,000	2.74	22,000	2.74
20,000	2.92	23,000	2.92
21,000	3.10	24,000	3.10
22,000	3.28	25,000	3.28

表 4-9 から求めたズリ変形抵抗 C を用いて、管外周抵抗 (管 1 m 当たりの推進抵抗) Fa は次式で与えられます。

$$Fa = C \cdot Bc \cdot \pi$$

但し、 Fa : 管外周抵抗 kN/m
C : ズリ変形抵抗 kN/m²
Bc : 管外径 m

(1-iii) 曲進抵抗の割増係数 E

曲進による推進抵抗の増加については、曲進分力による摩擦抵抗の級数和の計算方式が一般に用いられておりますが、CMTフローティングシステムを採用した場合は下記の計算式により求めます。

$$E = 1.0 + 15 \times (1 + Bc) / R_0$$

但し
E : 曲進抵抗割増係数
R₀ : 曲率半径 m
Bc : 管外径 m

4-5 曲進による管側圧の検討

曲線推進において、曲線部を通過する管は軸方向推進力の分力で曲線外側の地山に押し付けられ地盤からその反力としての外力（管側圧）を受けることになります。

従って、曲線部を通過する管は曲線内で最大推力となるBC点でその外力に対してひび割れを発生せず、安全である事を確認しておく必要があります。

曲進による管側圧について、理論解析などにより側圧負担範囲はほぼ管の外径に相当することが分かっております。従って、管長が管外径より長いケースと短いケースにより考え方を変える必要があります。よって以下、二つのケースについて検討します。

(1) 管長が管外径より長い場合の曲進による管側圧の検討

(1-i) 管先端が加える側方押付力(先端側押力) F_r

① 推力による側押力(F_{mr})

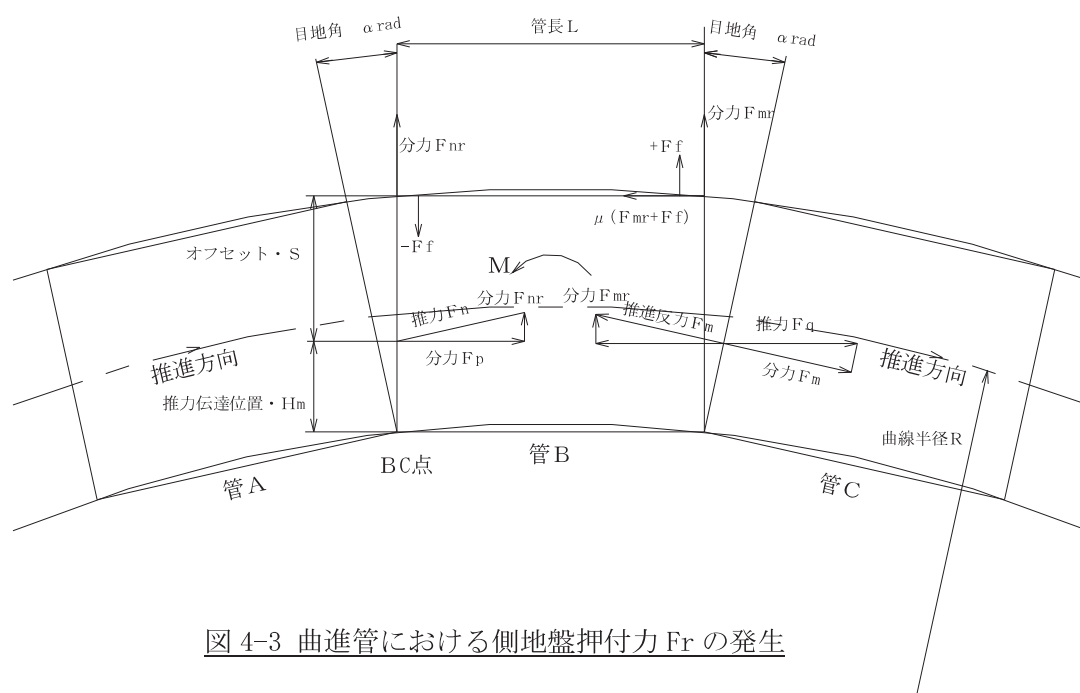


図 4-3 に示すように、曲率半径 R で多角形に曲進するヒューム管 B は、発進立坑側の管 A から目地の開き角度 α に相当する角度で推力 F_n が伝達されます。また到達側の目地では、管 B は目地の開き角度 α をもった到達側の管 C の軸に平行な推進反力 F_m を受けます。その為管 A, C は曲率の中心から離れる方向に、分力 F_{nr} 及び F_{mr} に相当する力で管 B を半径方向に押し出す力(側押力)を発生し、坑壁に押し付けます。又、管 B は坑壁に押し付けられた状態で前進するので、推進抵抗の作用点では、摩擦力 $\mu \cdot F_{mr}$ が働き、推力 F_n の分力 F_p とのオフセット S によりモーメント M が生じ、このモーメントを受け止めるための力 F_f (動的側押力)が F_{mr} (静的側押力)に加算されます。 F_{nr} では減算されます。

このような、モーメントが生じる原因は曲進区間の推力の伝達位置が曲率の中心側になるのに対して、推進抵抗の作用点が曲率中心の外側になるためです。そして管の外径が小さいときは、オフセットが小さいのでこのモーメントは無視できますが、管径の大きな管や、小さな管径でも半管の場合などは無視できなくなります。

この曲率の中心側の推力の伝達位置 H_m は、「曲進伝達推力計算表」により求めることができます。即ち、曲率中心側の管端面から、伝達推力の 50% が得られる位置が伝達推力の合力の中心位置です。

モーメント M による側押力 F_f を除けば、管の後側（発進立坑側）の側押力が 1 管分の推進抵抗の分力だけ大きいのですが、その差が小さいので、モーメントによる側押力を管の前側（到達坑側）に加算し、管の後側からは減算すると、前側の側押力の方が大きくなります。

実際の現場でも、管が側押力によりひび割れする場合はヒューム管の前側の側面から発生します。また、管の目地の食い違いを見れば管に回転モーメントが掛かっていることが分かります。

このような理由から、側方反力が大きくなる管 B の前端（到達側）だけを算定しますが、次項の側地盤の耐荷力を計算する上で管の後端（発進側）の側方押反力も必要ですのでこれも計算します。

又、側方押反力の負担範囲 K （P43 図 4-4 参照）が管長を超える場合（管長が管外径より短い場合）は管の長さの中で負担が重なり大きくなるので、前後両方を加算して算定しなければなりません。その場合の計算方法は次章に説明します。また、曲進区間の中では BC 点の伝達推力が最も大きいので、BC 点における管の側方反力を算定します。

計算例として、次の設計条件を用います。

表 4-10 計算条件

推 進 管	呼び径 1800mm、JSWAS A-8 90N/mm ² 2 種 全管
曲 率	R=150m、BC 点伝達推力 $F_n=7019\text{kN}$ 、推力伝達位置=0.187m
地 盤	砂質土

推力伝達位置は別途「曲進伝達推力計算表」により求めます。

BC 点の伝達推力 F_n により、管 B を前進する分力 F_p は

$$F_p = F_n \cdot \cos \alpha$$

管 C を押す推力 F_q は F_p から 1 管分の抵抗を引いた推力で

$$F_q = F_p - f \cdot L \cdot E$$

推力 F_q の管 C の管軸に平行な分力 F_m は

$$F_m = F_q \cdot \cos \alpha$$

F_m は管 B に大きさが同じで向きが反対の反力を与えます。

この推進反力 F_m が管 B の前端に与える側押力 F_{mr} は

$$F_{mr} = F_m \cdot \sin \alpha$$

前 3 式を代入すると、管 B の前端の推力による静的側押力 F_{mr} は

$$\begin{aligned} F_{mr} &= (F_q \cdot \cos \alpha) \sin \alpha \text{----- 式 1} \\ &= (F_n \cdot \cos \alpha - f \cdot L \cdot E) \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha \\ &= 111.5 \text{ kN} \end{aligned}$$

但し

F_{mr}	: 静的側押力	kN
F_n	: 最大曲進伝達推力(BC 点の伝達推力)	7019 kN
R	: 曲進の曲率半径	150 m
α	: 曲率 R の目地開き角度	
	$\alpha = \tan^{-1} \{2L / (2R - D)\}$	0.01631 rad
f	: 管長 1 m 当たりの推進抵抗	12.255 kN/m
E	: 曲進抵抗の割増率	
	$E = 1.0 + 15 \cdot (1 + B_c) / R$	1.31
L	: ヒューム管の長さ	2.43 m
D	: 管端面の外径	2.08 m
B_c	: 管の外径	2.12 m

② 回転モーメントによる側方押付け力(先端側押力) F_f

推進管列が静止している状態では前記の静的側押力しか発生しませんが、管列が前進を始めると、坑壁に押し付けられた状態で前進するので、摩擦力が発生します。この摩擦力は推進方向に対して逆の方向に働くので、曲率の中心側にある推進力の分力 F_p との間に回転モーメントが働きます。

回転モーメント M は

$$M = \mu \cdot (F_{mr} + F_f) \cdot S$$

回転モーメント M による押付け力 F_f は

$$F_f = M / L = \mu \cdot (F_{mr} + F_f) \cdot S / L$$

これを F_f について解くと

$$\begin{aligned} F_f &= S \cdot \mu \cdot F_{mr} / (L - \mu S) \text{----- 式 2} \\ &= 21.1 \text{ kN} \end{aligned}$$

但し

F_f	: 動的側押力 (モーメントによる)	kN
F_{mr}	: 静的側押力	155 kN

S	: オフセット (Bc - Hm)	1.93 m
Hm	: 推力伝達位置 (曲進伝達推力計算表より)	0.187 m
L	: ヒューム管の長さ	2.43 m
Bc	: 管の外径	2.12 m
μ	: 外周と地盤との摩擦係数	0.2

式2から分かるように、オフセット S に対して管の長さ L が短い場合や摩擦係数が大きいと、管は転びが大きくなり、せってしまい推進できなくなります。これは半管推進の曲進区間や、全管でも $\phi 1800\text{mm}$ 以上の大口径推進の曲進区間で見られる現象です。

この計算では、管 B の先端が管 C の後端の鋼製の継ぎ輪の中に入っていることを考慮して、摩擦係数 μ を小さく採っています。

管 B の先端の側方押付け力の合計 Fr は

$$\begin{aligned} Fr &= F_{mr} + F_f \quad \text{-----} \quad \text{式 3} \\ &= 132.5 \text{ kN} \end{aligned}$$

管 B の先端は坑壁を Fr の力で押付けます。従って、管 B の先端は坑壁から、大きさが同じで方向が反対の地盤反力を受けます。管 B はこの反力に対して管端部でひび割れ荷重未満でなくてはなりません。

管 B の後端の側方押付け力の合計 Fs は

$$\begin{aligned} F_s &= F_{nr} - F_f \\ &= (F_n \cdot \sin \alpha) - F_f \\ &= 91.2 \text{ kN} \end{aligned}$$

(1－ii) ヒューム管の支承角別許容外圧荷重 P_r

支承角による耐荷力の補正は、ヒューム管の支承係数がヒューム管に生じる最大モーメントから決まっているので、その値を補正に使用します。

表 4-11 $\phi 1800\text{mm}$ JSWAS A 規格管の支承角別ひび割れ荷重 P_r

管規格	管強度	管種別	ひび割れ荷重	支 承 角 別 の 管 の ひ び 割 れ 荷 重 P r				
JSWAS	(N/mm ²)	種	P (k N / m)	(kN/m)				
				0°	30°	60°	90°	120°
A－2	50 (70)	1 種	55.9	55.9	61.1	67.6	75.6	86.3
		2 種	112.0	112.0	122.4	135.4	151.6	172.9
A－8	90 (70)	1 種	84.0	84.0	91.8	101.6	113.7	129.7
		2 種	112.0	112.0	122.4	135.4	151.6	172.9
		3 種	141.0	141.0	154.1	170.5	190.8	217.7
支 承 係 数				0.318	0.291	0.263	0.235	0.206
支 承 係 数 比 ： y				1.000	1.093	1.209	1.353	1.544
適 用 土 質				平 面 剛 体	岩 盤	硬 質 土	砂・砂礫	粘 性 土

但し、支承係数比 $y = (0^\circ \text{ の 支 承 係 数 }) / (\text{適 用 す る 角 度 の 支 承 係 数})$

支承角別ひび割れ荷重 $P_r = (\text{ひび割れ荷重 } P) \times (\text{支承係数比 } y)$

(1－iii) ヒューム管の管端部許容耐荷力 Q_a と側押力 Fr の対比

曲率中心の反対側の坑道の側面は平面的にみて円弧なので、側面に押し付けられた管は両端面に近いところで、坑道側面に接触して荷重を負担します。

管の両端面に近い位置で管の半径方向の外力を受けた時に、その荷重を負担する管の長さ方向の負担範囲 K については、これまでの研究により、ガラス繊維入り $G90\text{N}/\text{mm}^2$ 管や特厚管においては管の外径と同じ程度の範囲でほぼ三角形に負担していることが分かっています。(図 4-4 $K \approx Bc$)

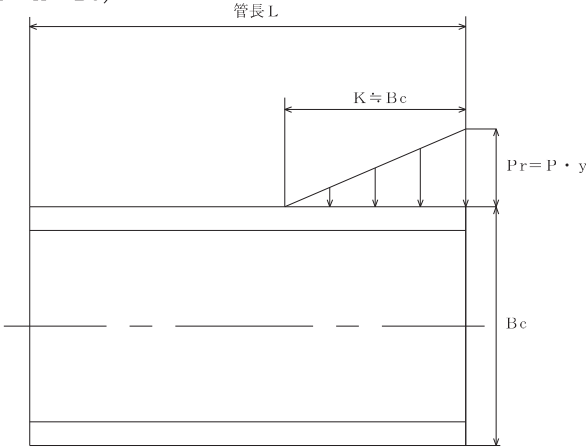


図 4-4 側地盤反力の負担範囲を示す側断面図

また、(公社)日本推進技術協会と全国ヒューム管協会が行なった実験とシミュレーションによる研究「曲線部における許容推進力の算定に関する共同研究」でも、JSWASA-2 規格管について、負担範囲は凡そ管外径と同じ範囲であるとの結果が示されています。

以上 2 つの結論を踏まえ、負担範囲はヒューム管においては管外径相当とし、荷重分布形状は直角三角形の荷重形態とします。

従って、推進管の管端部許容耐荷力 Q_a は

$$Q_a = P \cdot y \cdot K / 2a = 160.6 \text{ kN}$$

但し

Q_a	:	管端部許容耐荷力		kN
P	:	管種のひび割れ荷重 (90N/m ² 2 種管)	112.0	kN/m
K	:	管端荷重の負担距離	B_c	m
B_c	:	管の外径	2.12	m
a	:	安全率	1.0	
y	:	支承係数比 (支承角 90°)	1.353	

故に

$$\text{推進管の管端部許容耐荷力} \quad Q_a = 160.6 \text{ kN}$$

$$\text{但し、(1-i) より先端の側方押付け力合計は} \quad F_r = 132.5 \text{ kN}$$

以上の結果、推進管の管端部許容耐荷力 Q_a が大きいので、ひび割れは発生しません。

表 4-11 のひび割れ荷重はヒューム管全長にわたって等分布荷重を掛けたときの長さ 1 m 当たりの耐荷力です。しかし上記の側方押付け力は管の先端荷重として加わります。

ヒューム管単独の安全率として $a=1.5$ 程度が適当と考えますが、推力計算において 1.5 ～2.0 程度の安全率を含んでおり、ヒューム管の側土圧耐荷力計算と重複し、安全率が過大となるので、 $a=1.0$ とします。

(1-iv) 最大換算軸推力 F_N の算出

曲進区間が多数ある推進スパンでは各個所毎に上記の計算をしてチェックすることは煩雑です。そこで、管種別、曲率別に許容最大側押力 F_r を生じる伝達軸推力を求めて表にし、推力計画を立てると便利です。許容最大側押力 F_r を生じる伝達軸推力を簡単に「最大換算軸推力 F_N 」と呼びます。最大換算軸推力 F_N を求めるためには

$$\text{管端部許容耐荷力 } Q_a = \text{側押力 } F_r$$

の式から最大換算軸推力 F_N を求めればよいことになります。

$$Q_a = P \cdot y \cdot K / (2 \cdot a)$$

$$F_r = F_{mr} + F_f$$

$$F_{mr} = (F_N \cdot \cos \alpha - f \cdot L \cdot E) \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$F_f = S \cdot \mu \cdot F_{mr} / (L - \mu S)$$

これらを、FN について解くと

$$FN = (G + L^2 \cdot f \cdot E) / L \cdot \cos \alpha$$
$$= 8484 \text{ kN}$$

式 4

$$G = P \cdot y \cdot K \cdot (L - \mu \cdot S) / (2a \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha)$$
$$= 20520 \text{ kN}$$

式 5

但し

FN	側圧破壊を起こす最大換算軸推力	kN
K	管端荷重の負担距離	Bc m
Bc	管の外径	2.12 m
D	管端面の外径	2.08 m
L	管の長さ	2.43 m
μ	坑壁と管端外周との摩擦係数	0.2
S	オフセット (Bc－Hm)	1.93 m
Hm	推力伝達位置	0.187 m
a	安全率	1.0
y	90° 支承係数比	1.353
α	曲率 Rm の目地開き角度	0.0163 rad
R	曲率半径	150 m
P	管種のひび割れ荷重 (90N/mm ² 2 種管)	112.0 kN/m
f	管長 1 m 当りの推進抵抗	12.255 kN/m
E	曲進割増率	1.312

以上の様に最大換算軸推力が求められますが、式 4 及び式 5 に P43 表 4-11 の各管種のひび割れ荷重 P の数値を代入することにより、その管種を用いた場合の最大換算軸推力が得られます。

表 4-12 φ1800 mm 管種別換算軸推力(側土圧)耐荷力

管規格 JSWAS	管強度 (N/mm ²)	管種別	ひび割れ荷重 P (kN/m)	最大換算軸推力 FN (kN)		
				150R	R	R
A-2	50 (70)	1 種	55.9	4768		
		2 種	112.0	9521		
A-8	90 (70)	1 種	84.0	7149		
		2 種	112.0	9521		
		3 種	141.0	11978		

(2) 管長が管外径より短い場合の曲進による管側圧の検討

表 4-13 計算条件

推進管	呼び径：1800mm JASWAS A-8 90N/mm ² 2種 半管
曲 率	R100mBC 点伝達推力 $F_n=5,936\text{kN}$ 推力伝達位置 $H_m=0.134\text{m}$
地 盤	砂質土

(2-i) 管先端が加える側方押付力(先端側押力) F_r

① 推力による側押力： F_{mr}

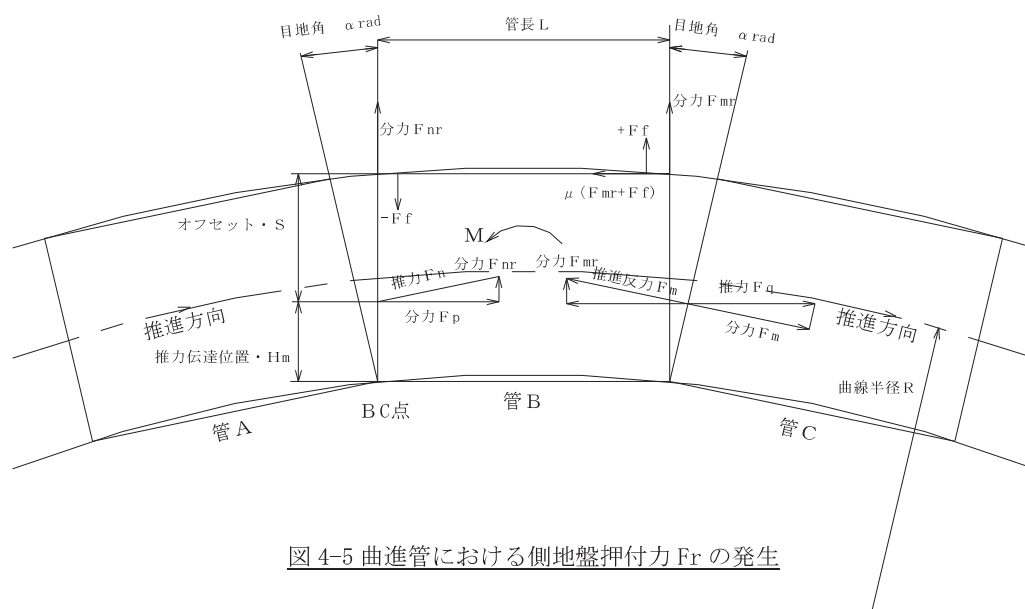


図 4-5 曲進管における側地盤押付力 F_r の発生

前章と同様に BC 点の伝達推力 F_n により管 B を前進する分力 F_p は

$$F_p = F_n \cdot \cos \alpha$$

管 C を押す推力 F_q は F_p から 1 管分の抵抗を差し引いた推力で

$$F_q = F_p - f \cdot L \cdot E$$

推力 F_q の管 C の管軸に平行な分力 F_m は

$$F_m = F_q \cdot \cos \alpha$$

F_m は管 B に大きさが同じで向きが反対の反力を与えます。

この推進反力 F_m が管 B の前端に与える側押力 F_{mr} は

$$F_{mr} = F_m \cdot \sin \alpha$$

となり、

前 3 式を代入すると、管 B の前端の推力による静的側押力 F_{mr} は

$$\begin{aligned}
 F_{mr} &= (F_q \cdot \cos \alpha) \sin \alpha \quad \text{----- 式 1} \\
 &= (F_n \cdot \cos \alpha - f \cdot L \cdot E) \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha \\
 &= 70.8 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

但し

F _{mr}	:	静的側押力	kN
F _n	:	最大曲進伝達推力(BC 点の伝達推力)	5936 kN
R	:	曲進の曲率半径	100 m
α	:	曲率 R _m の目地開き角度	
		$\alpha = \tan^{-1}\{2L/(2R-D)\}$	0.01213 rad
f	:	管長 1 m 当たりの推進抵抗	12.225 kN
E	:	曲進抵抗の割増率	
		$E = 1.0 + 15 \cdot (1 + B_c) / R$	1.47
L	:	ヒューム管の長さ	1.20 m
D	:	管端面の外径	2.08 m
B _c	:	管の外径	2.12 m

② 回転モーメントによる側方押付け力(先端側押力) F_f

前章と同様に、回転モーメントによる側押力を求めると、まず、回転モーメント M は

$$M = \mu \cdot (F_{mr} + F_f) \cdot S$$

従って、回転モーメント M による押付け力 F_f は

$$F_f = M / L = \mu \cdot (F_{mr} + F_f) \cdot S / L$$

これを、F_f について解くと

$$F_f = S \cdot \mu \cdot F_{mr} / (L - \mu S) \quad \text{-----} \quad \text{式 2}$$
$$= 35.2 \text{ kN}$$

但し

F _f	:	動的側押し力 (モーメントによる)	kN
F _{mr}	:	静的側押力	70.8 kN
S	:	オフセット (B _c - H _m)	1.986 m
H _m	:	推力伝達位置 (曲進伝達推力計算表)	0.134 m
L	:	ヒューム管の長さ	1.20 m
B _c	:	管の外径	2.12 m
μ	:	外周と地盤との摩擦係数	0.2

故に

管 B の先端の側方押付け力の合計 F_r は

$$F_r = F_{mr} + F_f \quad \text{-----} \quad \text{式 3}$$
$$= 106.0 \text{ kN}$$

管 B の先端は坑道側壁を F_r の力で押付けます。

従って管 B の先端は坑道側壁から F_r の地盤反力を受けます。

管 B はこの反力に対して管端部でひび割れ荷重未満でなくてはなりません。

管の後端の側押力の合計 F_s は

$$\begin{aligned} F_s &= F_{nr} - F_f = (F_n \cdot \sin \alpha) - F_f \\ &= 36.1 \text{ kN} \end{aligned}$$

(2-ii) ヒューム管の支承角別許容外圧荷重 P_r

ヒューム管の許容外圧荷重については前章の P43 表 4-11 を使用します。

(2-iii) 前端部許容耐荷力 R_m

管長が管外径より短いと、側押反力の負担範囲が P49 図 4-6 のように、管長よりはみ出します。はみ出した分については負担できないので除外します。又、管の先端に掛かる側押反力と管の後端にかかる側押反力を負担する管の負担範囲が、管の長さを超えると管に掛かる負担が重複します。従って、この場合は管の後端に掛かる側押反力も、管先端分に加算しなくてはなりません。そのため、管先端で負担できる耐荷力は減少します。計算を簡素化するため、先端に掛かる荷重に対して後端に掛かる荷重が先端に及ぼす比率を算出し、その比率分だけ先端の耐荷力を差し引くことにします。

まず、後端に掛かる荷重が前端の耐荷力を減少させる割合 e は

$$e = (F_s / F_r) \times \{(K - L) / K\} = 0.147$$

但し

F_s	: 後端にかかる側土圧反力	36.1 kN
F_r	: 先端にかかる側土圧反力	106.0 kN
K	: 管端荷重の負担距離	B_c m
B_c	: 管の外径	2.12 m
L	: 管長	1.20 m

次に、管の前端部許容耐荷力 R_m は、三角荷重で耐荷したものから、はみ出し部分と管の後端部にかかる荷重の影響分を差し引くと、次のようになります。

$$\begin{aligned} R_m &= (P \cdot y \cdot K / 2a) - \{H \cdot (K - L) / 2a\} - (P \cdot y \cdot e) \\ &= 108.1 \text{ kN} \end{aligned}$$

但し

P	: 管種のひび割れ荷重 (90N/mm ² 2 種)	112.0 kN/m
y	: 支承係数比 (90°)	1.353
K	: 管端荷重の負担距離	B_c m
B_c	: 管の外径	2.12 m
L	: 管長	1.20 m
H	: 管後端での外圧荷重の負担	
	$H = (K - L) P \cdot y \div K$	65.8 kN/m
e	: 後端荷重が前端の耐荷力を減少させる割合	0.147

a : 安全率

1.0

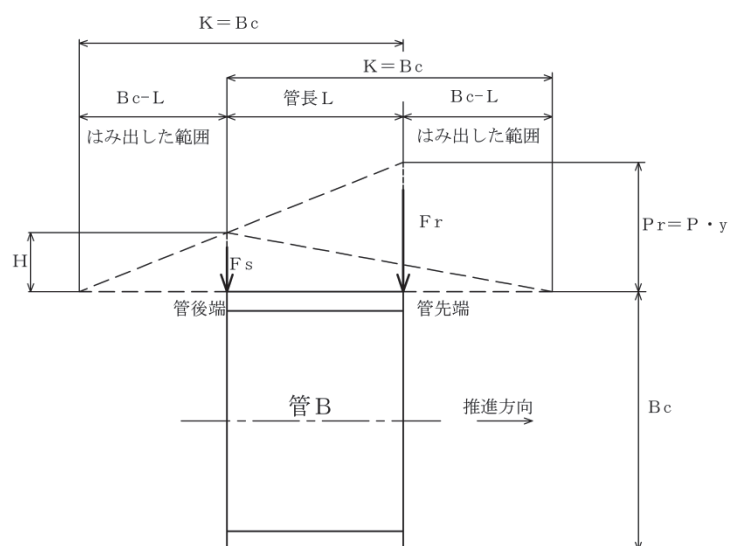


図 4-6 管長が管径より短い場合の荷重負担

管長が管外径より長い場合の管端部の許容耐荷力は前述（P43～P44）の通り

$$Qa = P \cdot y \cdot K / 2a = 160.6 \text{ kN}$$

ですが、管長が半管になると耐荷力も変わり下記のように

$$Rm = 108.1 \text{ kN}$$

となります。しかし、半管であるために目地の開き角 α も全管の場合の半分ですので管の端部にかかる側押反力 Fr も小さくなります。

故に、

$$\text{推進管の前端部許容耐荷力} \quad Rm = 108.1 \text{ kN}$$

$$\text{先端の側方押付け力の合計} \quad Fr = 106.0 \text{ kN}$$

以上の結果、推進管の前端部許容耐荷力 Rm が大きいのでひび割れは発生しません。

(2-iv) 最大換算軸推力 FN の算出

前記と同様に許容最大側押力 Fr を生じる伝達軸推力、即ち最大換算軸推力 FN を求めます。

前端部耐荷力 $Rm =$ 側押力 Fr

の式から最大換算軸推力 FN は

$$Rm = (P \cdot y \cdot K / 2a) - \{H \cdot (K - L) / 2a\} - (P \cdot y \cdot e)$$

$$Fr = Fmr + Ff$$

$$Fmr = (FN \cdot \cos \alpha - f \cdot L \cdot E) \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$Ff = S \cdot \mu \cdot Fmr / (L - \mu S)$$

これから FN について解くと

$$FN = G \{ (2 \cdot L \cdot K - L^2 - 2 \cdot a \cdot K \cdot e) / L \cdot K^2 \cdot \cos \alpha \} + f \cdot L \cdot E / \cos \alpha \text{ ---- 式 4}$$

$$= 6038 \text{ kN}$$

$$G = P \cdot y \cdot K (L - \mu \cdot S) / (2 a \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha) \text{ ---- 式 5}$$

$$= 10708 \text{ kN}$$

但し

FN	:	側圧破壊を起こす最大換算軸推力	kN
K	:	管端荷重の負担距離	Bc m
Bc	:	管の外径	2.12 m
D	:	管端面の外径	2.08 m
L	:	管の長さ	1.2 m
μ	:	坑壁と管端外周との摩擦係数	0.2
S	:	オフセット (Bc - Hm)	1.986 m
Hm	:	推力伝達位置	0.134 m
a	:	安全率	1.0
y	:	90° 支承係数比	1.353
α	:	曲率 Rm の目地開き角度	0.0121 rad
R	:	曲率半径	100 m
P	:	管種のひび割れ荷重 (90N/mm ² 2 種)	112 kN/m
f	:	管長 1 m 当りの推進抵抗	12.225 kN/m
E	:	曲進割増率	1.47
e	:	後端荷重が前端耐荷力を消耗する割合	0.147

以上のようにして最大換算軸推力が求められます。上記の式 4 及び式 5 に P43 表 4-11 の各管種のひび割れ荷重 P の数値を代入することにより、その管種を用いた場合の最大換算軸推力が得られます。

表 4-14 $\phi 1800 \text{ mm}$ 管種別換算軸推力(側土圧)耐荷力

管規格 JSWAS	管強度 (N/mm ²)	管種別	ひび割れ荷重 P (kN/m)	最大換算軸推力 FN(kN)		
				100R	R	R
A-2	50 (70)	1 種	55.9	3434		
		2 種	112.0	6863		
A-8	90 (70)	1 種	84.0	5118		
		2 種	112.0	6863		
		3 種	141.0	8637		

(3) 側地盤の耐荷力（受働土圧） R_g

前節で説明したように、曲進区間の管は管先端部で F_r 、後端部で F_s の力で曲率中心の反対方向（遠心力方向）に押付けられます。この押付け力を受け止める地盤の受働土圧耐荷力が不足すると曲進線形が次第に曲率の中心から離れる方向に変位します。

P46 図 4-5 の設計例を用いて受働土圧耐荷力 R_g が十分確保できているかを検討します。尚、管の前部と後部では側押力が異なります。実際には継ぎ輪で前後の管と繋がり、継ぎ輪の剪断力で側押力を平均化しているので、前部の側押力 F_r と後部の側押力 F_s の合計が管全体に掛かっているものとして計算します。

$$F_r = 106.0 \text{ kN}$$

$$F_s = 36.1 \text{ kN}$$

$$F_r + F_s = 142.1 \text{ kN}$$

管は側面が丸いために管を側面方向に押付けると土の内部摩擦角より大きな角度の土砂は管の推進にともなって上下に逃げ、実際に側地盤押付け力を受け止めるのは内部摩擦角 ϕ より小さな角度の範囲の地盤です。

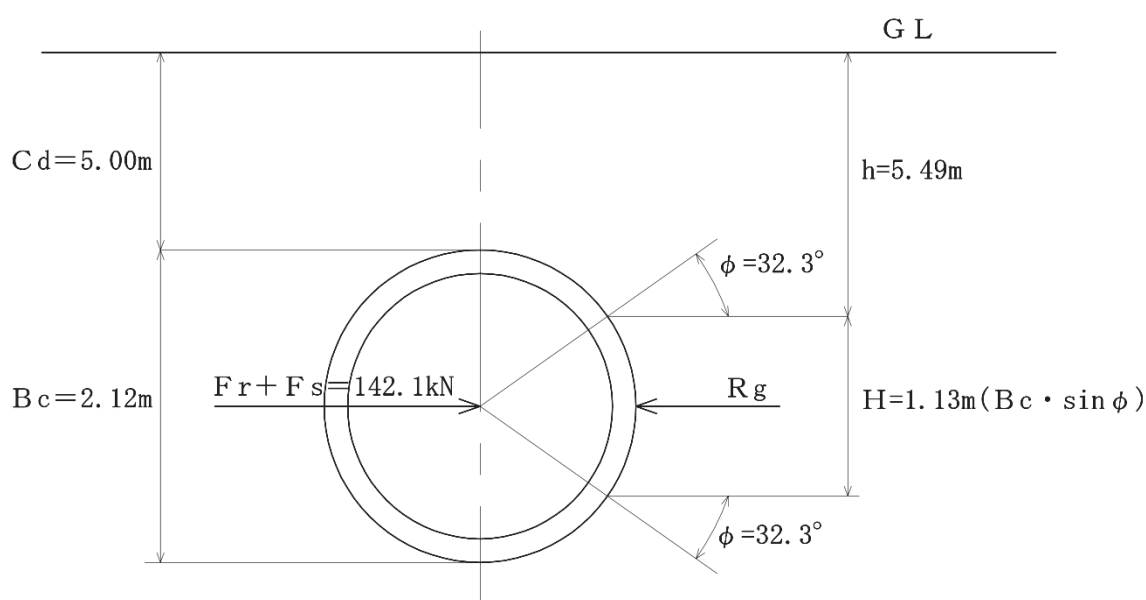


図 4-7 側地盤耐力の説明図

$$R_g = \alpha B [\gamma \cdot H^2 \cdot (K_p / 2) + 2C \cdot H \cdot (K_p)^{0.5} + \gamma \cdot h \cdot H \cdot K_p] / a$$

故に

$$R_g = 231 \text{ kN} > 142.1 \text{ kN} (= F_r + F_s)$$

但し

Rg	側地盤耐力		kN
Cd	管の土被り	5.00	m
Bc	管の外径	2.12	m
H	耐荷地盤の高さ	1.13	m
B=L	耐荷地盤の巾	1.20	m
h	耐荷地盤壁天端の土被り	5.49	m
C	土の内部粘着力	0	kN/m ²
α	支圧条件による係数	1	
a	安全率	2	
γ	土の単位体積重量	17	kN/m ³
N	管側部のN値	20	回
ϕ	土の内部摩擦角	32.30	度
Kp	受働土圧係数	3.30	

$$= \tan^2 (45^\circ + \phi / 2)$$

故に

側押力 (Fr+Fs) < 側地盤耐荷力 (Rg) で安全です。

尚、通常の支圧壁の耐荷力の計算と異なり、管が側押力を地盤に与えながら通過するので側地盤耐力に余裕が無い場合は横移動を起こします。

その意味も含めて安全率 a を 2 としました。

又、支圧壁の耐荷力の計算の場合、支圧条件による係数 α は土留等の拘束力を考慮して通常 $\alpha = 2$ とします。ただし、側地盤耐荷力計算の場合は拘束力が無いので $\alpha = 1$ とします。

※粘性土については、別途検討いたします。

4-6 CMT工法における推力計算例

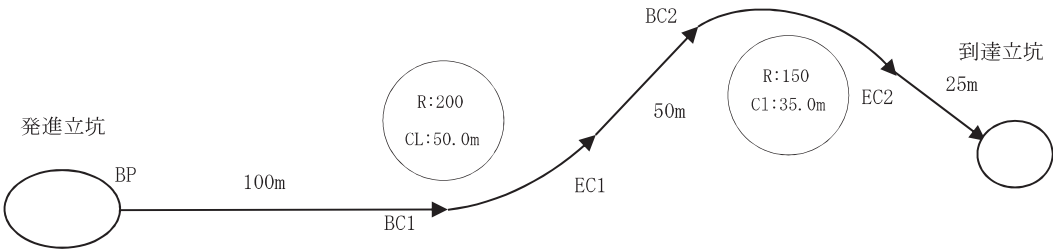
(1) 計算手順

下記手順により順次施工の可否を検討します。

- 1) A-2 規格管を使用した時の推力及び、管種の検討
 - ① X50 管での管本数を決定します。
 - ② X70 管での管本数を決定します。
- 2) A-8 規格管を使用した時の推力及び、管種の検討
 - ① GX70 管での管本数を決定します。
 - ② GX90 管での管本数を決定します。
- 3) 合成管を使用した時の推力及び、管種の検討

(2) 推力条件

- 1) 管径：φ1000mm 推進延長：L=260.000m
- 2) 線形



3) 区間分割

区間	測点	区間 距離	線形
1	BP	100	直線
2	BC1	50	200
3	EC1	50	曲直線
4	BC2	35	150
5	EC2	25	曲直線

4) 曲線半径

R ₁	200 m
R ₂	150 m

5) 推進管

① 推進管外径	D	1.20 m	
② 推進管管長	(全管) L _w	2.44 m	0.01mの推力伝達材を見込んでいます。
	(中押管) L _h	1.31 m	0.01mの推力伝達材を見込んでいます。
	(半管)	1.21 m	0.01mの推力伝達材を見込んでいます。

6) 掘進機

①掘削径 D_1 1.23 m
 ②切羽押付力 P_e kN/m^2

ヘッド型式	適用土質	呼び径 (mm)		
		800～1100	1200～1650	1800～2000
モノスリット 切削タイプ	粘性土 (A土質) 砂質土 (B土質) 硬質土 (E土質・20MN/m ² 未満)	70～200	70～150	70～150
モノスリット ローラータイプ	砂礫土 (C土質) 硬質土 (E土質20MN/m ² 以上) 岩盤 (E・F土質)	200～300	150～200	150～200
モノスリット ローラータイプ	玉石・砂礫 (D土質) 岩盤 (G・H・I・J土質)	300～500	200～300	200～250

硬質土とは岩強度 20MN/m²未満の土質です。

7) 地盤条件

①切羽最大水圧 P_h 80.0 kN/m^2
 ②切羽最小水圧 P_L 45.0 kN/m^2
 ③土質 花崗岩 ($q=80 \text{ MN/m}^2$)

8) 緩み土圧抑制材注入方式

・二液性注入方式

(3) 推進力の算定

CMT 工法の推進力の算出は土質、線形の変化点により区間に分割し、その区間ごとの
 推力を算出し、全延長にわたり加算し、それに先端抵抗を加える。

$$F = F_0 + \sum (f_{01} \times E_1 \times L_1 + f_{02} \times E_2 \times L_2 + \dots + f_{0n} \times E_n \times L_n)$$

ここに

F_0 : 先端抵抗
 f_{0n} : 区間の管の外周抵抗
 E_n : 区間の曲線抵抗の割り増し係数
 L_n : 区間の推進延長

各、諸数値を求めます。

1) 先端抵抗 F_0

排土方式 : 水力排土方式

押付力 P_e : 250 kN/m^2

この方式における先端抵抗 F_0 は

$$F_0 = (P_e + P_w) \times (B_c^2 / 4) \pi = 392.1 \text{ kN}$$

但し、 P_e : 切羽押付力 250 kN/m^2

P_w : 切羽泥水圧 80 kN/m^2

B_c : 切羽直径 1.23 m

2) 管の外周抵抗 F_a

フローティング工法では、管の外周抵抗は周囲に注入した緩み土圧抑制材のズリ変形抵抗によって定まり、そのズリ変形抵抗は緩み土圧抑制材の粘度によって与えられ、その粘度は下表のように透水係数 K 、礫率、細粒分率、一軸圧縮強度、 RQD で求められます。

表 4-15 土砂と緩み土圧抑制材粘度（ V ）の選定表（ $mPa \cdot s$ ）

透水係数 (cm/sec)	粘性土		砂・砂礫	
	細粒分（%）		礫分（%）	
	0～50 未満	50 以上～100	0～50 未満	50 以上～100
$10^{-0} \sim 10^{-2}$	—	—	—	$18,000 \leq V < 25,000$
$10^{-3} \sim 10^{-4}$	$15,000 \leq V < 18,000$	$13,000 \leq V < 15,000$	$15,000 \leq V < 20,000$	
$10^{-5} \sim 10^{-6}$				—

表 4-16 岩質と緩み土圧抑制材粘度（ V ）の選定表（ $mPa \cdot s$ ）

一軸圧縮強度 RQD (%) (MN/m^2)	0 ～ 50 未満	50 ～ 100
0 ～ 50 未満	17,000 ～ 18,000	16,000 ～ 17,000
50 以上 ～ 100 未満	18,000 ～ 20,000	17,000 ～ 18,000
100 以上 ～ 150 未満	20,000 ～ 21,000	18,000 ～ 20,000
150 以上 ～ 200 未満	21,000 ～ 22,000	20,000 ～ 21,000
200 以上 ～ 250 未満	22,000 ～ 23,000	21,000 ～ 22,000
250 以上 ～ 300 以下	23,000 ～ 24,000	22,000 ～ 23,000

故に $F_a = C_n \times B_c \times \pi$

但し、

F_a : 管外周抵抗	kN/m	
B_c : 管外径	1.20 m	
C_n : 緩み土圧抑制材のズリ抵抗	$2.02 \text{ } kN/m^2$	花崗岩
N_n : N 値	50 回	立坑付近
K : 透水係数	cm/sec	
V : 緩み土圧抑制材の粘度	18000 $mPa \cdot s$	地盤 1 付近

3) 管の許容応力度

①直線区間

J S W A S A - 8 規 格	G 90N/mm ² 管	22. 5N/mm ²
	G 70N/mm ² 管	17. 5N/mm ²
J S W A S A - 2 規 格	70N/mm ² 管	17. 5N/mm ²
	50N/mm ² 管	13. 0N/mm ²

②曲線区間および後の直線区間(曲直区間：曲線用推力伝達材が挿入されている区間)

J S W A S A - 8 規 格	G 90N/mm ² 管	45N/mm ²
	G 70N/mm ² 管	35N/mm ²
J S W A S A - 2 規 格	70N/mm ² 管	35N/mm ²
	50N/mm ² 管	25N/mm ²

4) 直進区間の管の耐荷力の算定 R s

管端面の有効接触面積は、次の通りです。

$A = (D^2 - d^2) \pi / 4$

管呼び径	$\phi =$	1000 mm
管端面外径	D =	117.0 cm
管端面内径	d =	103.0 cm
有効接触面積	A =	2419.0 cm ²

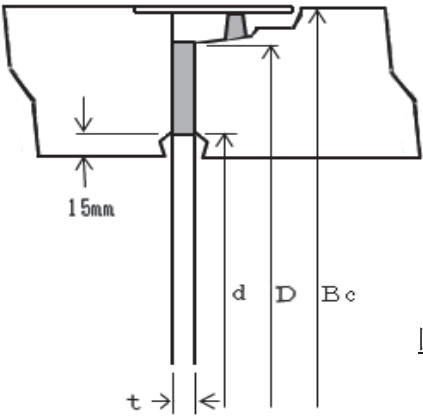


図 4-8 管端面の有効接触面積

管端面の直進耐荷力 (伝達力)

$GX90 = A \times 22.5 / 10 = 5442.8 \text{ kN}$

$GX70 = A \times 17.5 / 10 = 4233.3 \text{ kN}$

$X70 = A \times 17.5 / 10 = 4233.3 \text{ kN}$

$X50 = A \times 13.0 / 10 = 3144.7 \text{ kN}$

※ 管種表記において JSWAS A-8 との区分が明瞭になるよう JSWAS A-8 には
頭文字にGを付け区分しました。

5) 曲進抵抗の割増率 E

曲進による推進抵抗の増加については、一般に曲進による分力の級数和の計算方式が用いられていますが、CMTフローティングシステムを採用した時は、下記式を用います。

$$E = 1.0 + 15 (1 + B_c) / R$$

但し

$$B_c : \text{管の外径} \quad B_c = 1.20 \quad \text{m}$$

$$R : \text{曲率半径} \quad R_1 = 200 \quad \text{m} \quad E_1 = 1.165$$

$$R_2 = 150 \quad \text{m} \quad E_2 = 1.220$$

6) 曲進区間の管の耐荷力（伝達力）の算定 R_c

① 曲線部の耐荷力（伝達力）

曲線部を通過する管列は、曲率半径に合わせて目地が開口し、曲率中心側の目地がポイントタッチとなり、管は破損して推力を伝達できなくなります。これを防止する為に目地部に推力伝達材を挿入します。その推力伝達材は推力により圧縮され、応力が発生します。従って曲線部の推力の伝達力は推力伝達材の内部応力となります。

その最大応力が発生する推力伝達材の曲率内側の応力度が、管の許容応力度を超えてはなりません。

又、曲線部を通過する管列と曲線部を通過しない、即ち直線部のみの管列では挿入される推力伝達材の厚さ、形状に相違があります。

- ・ 直線部のみを通過する管列 → 全断面に挿入されています。

(発進～BC1 間)

- ・ 曲線部を通過する管列 → 階段状に挿入されています。

(BC1～到達間)

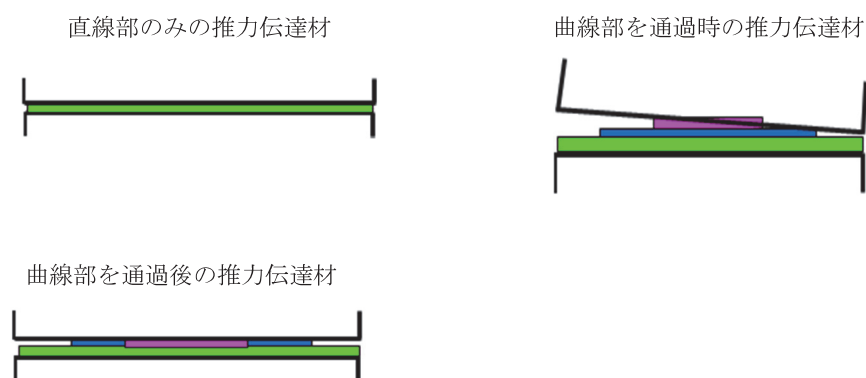


図 4-9 推力伝達材模式図

このことにより、曲線部では、全断面に推力伝達材が挿入されている直線部と違って、全断面で推力を伝達することができず、より小さい伝達力となります。従って、曲線部ではその曲率から、目地の開き幅、角度を計算し、挿入する推力伝達材の厚みを算定し、曲率別に許容伝達力を算出しなければなりません。

推力伝達材が伝達する推力は「推力伝達材の伝達推力計算表」にて算出します。

①－１目地の最大開き幅 S は

$$S = (2 \ell D) / (2R - D)$$

R : 曲率半径

S : 目地の開き幅

$$R_1 = 20000 \text{ cm}$$

$$S_1 = 1.426 \text{ cm}$$

$$R_2 = 15000 \text{ cm}$$

$$S_2 = 1.903 \text{ cm}$$

但し S : 目地の最大開き幅

ℓ : ヒューム管長

$$R_1 = 243 \text{ cm}$$

$$R_2 = 243 \text{ cm}$$

D : 管端面の外径

$$117 \text{ cm}$$

①－２目地の最大開き角 θ は

$$\theta = \tan^{-1} (S/D)$$

R : 曲率半径

θ : 目地の開き角

$$R_1 = 20000 \text{ cm}$$

$$\theta_1 = 0.6983^\circ$$

$$R_2 = 15000 \text{ cm}$$

$$\theta_2 = 0.9318^\circ$$

P61 図 4-10(1)・(2)に管端面に厚さ t cmの推力伝達材を使用し目地角度 θ で押付けた時の推力伝達材の曲率中心側の最大変形量が δ cmとなった場合を示します。最大変形量 δ cmの変形に対して、管端面のその部分の管の応力は許容応力度を超えない様になければなりません。推力伝達材の板厚 (=推力伝達材の変形量) に対して、どれだけの応力になるか、即ち、推力伝達材に加えた応力に対する推力伝達材の歪み率は、推力伝達材メーカーから提供されています。

このグラフの応力 σ と歪率 ε との関係を、応力 σ が

$$0 < \sigma \leq 60 \text{ MPa}$$

の範囲に限定して関数式で表現すると、次式が得られます。

$$\sigma = f(\varepsilon)$$

$$\sigma = 4.69 \times 10^4 \varepsilon^6 - 6.21 \times 10^4 \varepsilon^5 + 2.70 \times 10^4 \varepsilon^4 - 2.76 \times 10^3 \varepsilon^3$$

$$- 8.25 \times 10^2 \varepsilon^2 + 2.12 \times 10^2 \varepsilon$$

これを、P62 図 4-12 に示します。

P62 図 4-11(1)、(2)の様に、ヒューム管端面において、推力伝達材の最大歪量 δ cmを

生じる曲率の中心側の点から歪量 δ が $\delta = 0$ になる位置までの距離 m の区間の管端面の微小面積 d_A にその位置における応力 σ_x を乗じて 0 から m まで積分すれば許容伝達推力（耐荷力） R_a が得られます。

即ち

$$R_a = \int_m^0 \sigma_x \times d_A$$

別紙推力伝達材の伝達推力計算表書により各管種別、各曲率別に耐荷力を示します。
尚、別紙推力伝達材の伝達推力計算表では X50 管について求めており、それ以外の管種についてはそれぞれの許容応力度の比によって求めます。

表 4-17 管種別・曲率別許容曲進推力伝達能力

項 目			J S W A S ・ 規 格	A - 2		
			管 種	X70	X50	
			軸方向許容応力度	35. 00	25. 00	
曲線 番号	曲線半径	単位	軸方向耐荷力	1 種	1 種	kN
			軸方向換算耐荷力	1 種		
			軸方向換算耐荷力	—	2 種	
R ₁	200	m	軸方向耐荷力・1 種	4110. 5	2936. 1	kN
			軸方向換算耐荷力・1 種	2056. 2	2056. 2	
			軸方向換算耐荷力・2 種	—	4120. 4	
R ₂	150	m	軸方向耐荷力・1 種	3320. 9	2372. 1	kN
			軸方向換算耐荷力・1 種	1541. 8	1541. 8	
			軸方向換算耐荷力・2 種	—	3083. 0	

上表において

＊軸方向耐荷力とは各管種において、曲線の始曲点で推進方向に伝達することができる最大推力伝達力です。

＊軸方向換算耐荷力とは各管種において、曲線の始曲点で管側圧により管にひび割れを発生させない推進力で、管メーカーが公表しているひび割れ荷重を用いて逆算し換算した最大推力伝達力です。従って、軸方向耐荷力・1 種と軸方向換算耐荷力・1 種を比較し、低い方の耐荷力以上の推力を負荷することはできません。

尚、曲進による管側圧の検討については P39～P52 を参照して下さい。

②曲進後の直線耐荷力（伝達力）

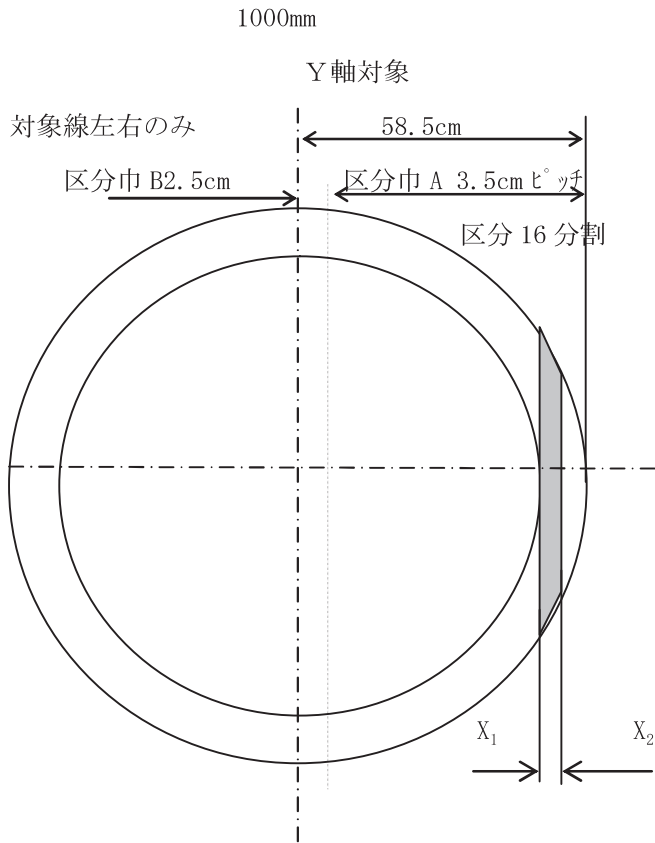
曲線部を通過する推進管には上下に階段状の推力伝達材が挿入されています。従って、曲線後の直線部では推力伝達材が重なっている中央部で所定の応力が発生し、両端はそれより小さな応力の発生となります。

一般的に曲線半径が変わっても同じ仕様の推力伝達材を挿入することから、伝達力は同じとなります。

表 4-18 曲線を通過後の直線での伝達力

管 種				X70	X50	
曲進後の直線部の許容応力度				35	25	kN
許容曲進後の直線推力伝達力	200			6174.0	4410.0	kN

③推力伝達材配置説明



曲線部において管目地が開いたときに効率よく推力を伝達できるように、管端面に推力伝達材を曲率に応じ1～4枚程度挿入して広く推力を伝達させます。このときの管耐力はヒューム管断面をY軸に対して34分割しその個々の区分面積を求め、その各区分の推力伝達材の歪率より応力を求め、面積に応力を掛けたものが、区分伝達推力です。

正の区分伝達推力の累計が所定の曲率半径における曲進推力伝達能力であり、これ以上の推力がB C点で加われば管割れの危険性が生じます。

又、曲線後の直線部分も、同様の計算を行って求めたものが「曲進後の直線伝達推力」です。

図 4-10 推力伝達材分割図

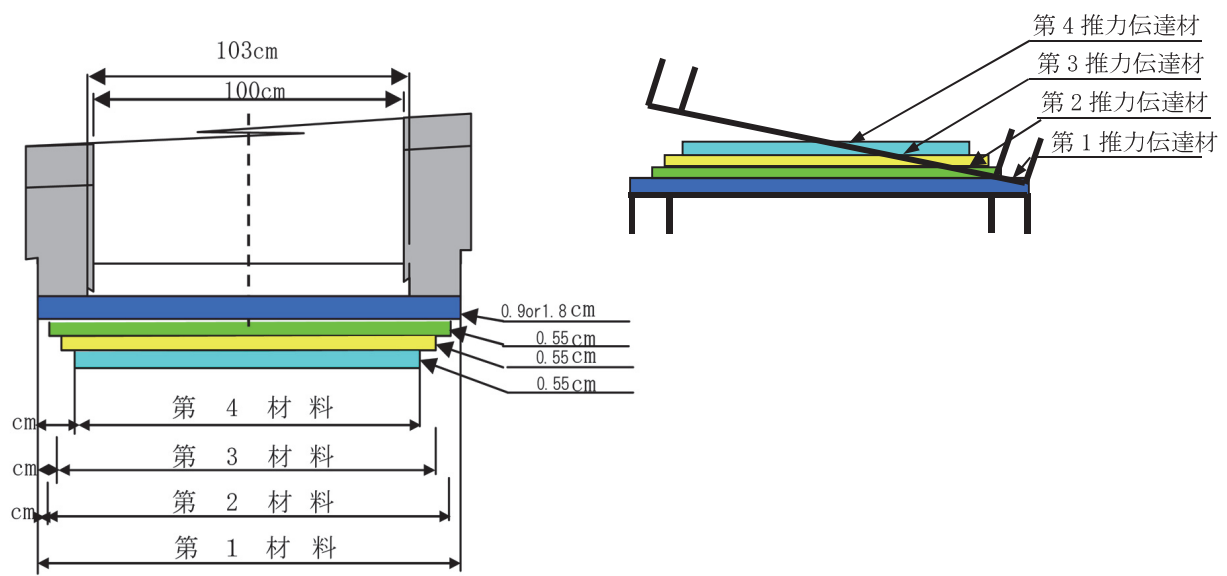


図 4-10(1) 推力伝達材説明図

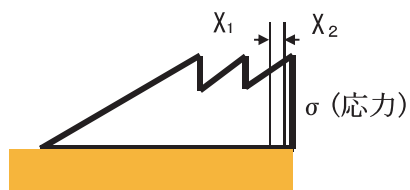


図 4-10(2) 推力伝達材説明図

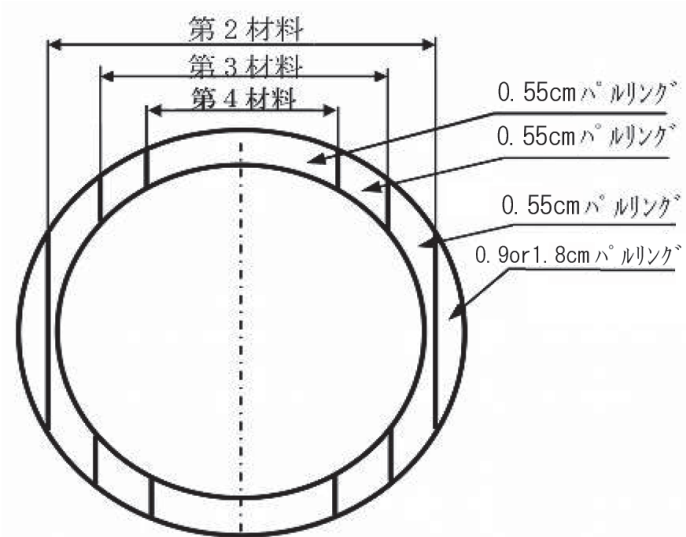


図 4-10(3) 推力伝達材平断面図

④ 推力伝達材の歪み量図

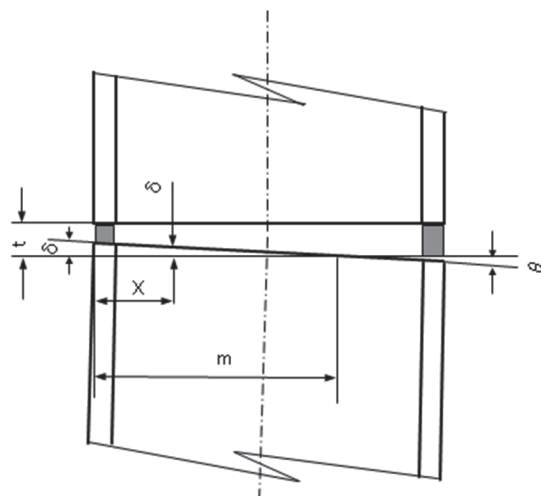


図 4-11(1) 推力伝達材の歪量

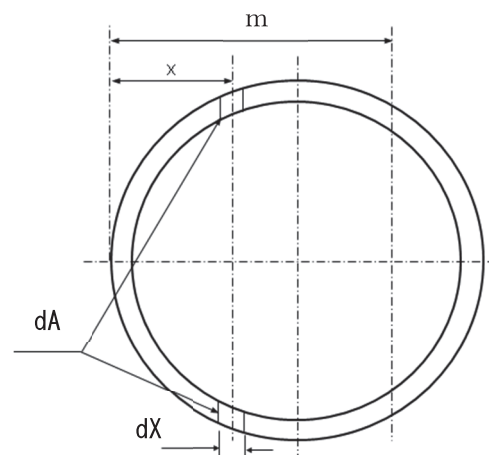


図 4-11(2) 推力伝達材の推力伝達

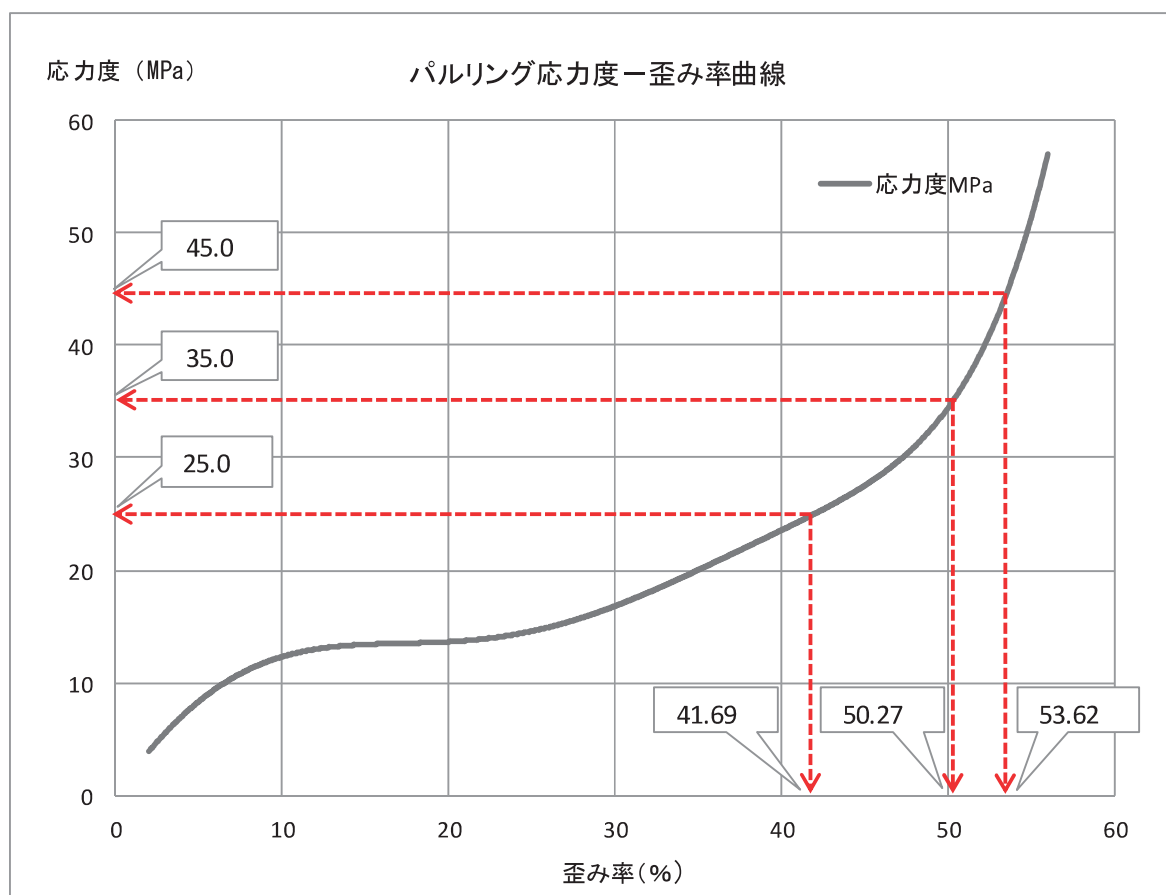


図 4-12 パルリング応力度－歪み率曲線

応力度－歪み率のデータをプロットすると図 4-12 に示す曲線が得られ、それを近似式に表すと以下のようになります。

$$\sigma = 4.69 \times 10^4 \cdot \varepsilon^6 - 6.21 \times 10^4 \cdot \varepsilon^5 + 2.70 \times 10^4 \cdot \varepsilon^4 - 2.76 \times 10^3 \cdot \varepsilon^3 - 8.25 \times 10^2 \cdot \varepsilon^2 + 2.12 \times 10^2 \cdot \varepsilon$$

⑤ 推力伝達材の伝達推力計算表

Φ1000 mm		R = 200 m		ヒューム管	
呼び径 φ mm	1000	許容応力 σ	25 MPa	管端面外径 D	117 cm
曲率半径 R (m)	200	同歪率 ε ₀	0.4169	管端面内径 d	103 cm
				推進管長 I	243 cm
				目地開き巾 S	1.4257 cm
				目地開き角 α	0.0122 ラジアン
材料厚み		左位置	右位置	算定結果	
cm		座標 cm	座標 cm		
第1材料	1.80		117.00		
第2材料	0.55	28.00	89.00		
第3材料					
第4材料				曲進後の直進伝達推力	
				2936.10 kN	
				4410.00 kN	

圧密残り高さ h =	$t_0(1-\varepsilon_0)+Y\cdot\tan\alpha$	目地開き巾 S =	$2ID/(2*100R-D)$
区分中心歪率 ε =	$(t-h)/t$	目地開き角 α =	$\tan^{-1}(S/D)$
第2材料左位置座標	左中心座標-1.75cm	パルリング	5.5mm
第2材料右位置座標	右中心座標+1.75cm		9.0mm
区分中心応力度 σ :			
$\sigma=4.69*10^4*\varepsilon^6-6.21*10^4*\varepsilon^5+2.70*10^4*\varepsilon^4-2.76*10^3*\varepsilon^3-8.25*10^2*\varepsilon^2+2.12*10^2*\varepsilon$			

表-1 曲進伝達推力計算表

1001							
区分面積	区分面積	推力伝達材	圧密残り	区分中心	区分中心	区分伝達	区分伝達
中心座標	中心座標	の厚み	高さ h	歪み率	応力度	推力	推力累計
単位	a cm ²	e cm	c cm	h cm	ε -	σ MPa	kN
			1.80	1.05	0.4169	24.8	
1	93.58	1.75	1.80	1.07	0.4051	23.9	223.70
2	168.67	5.25	1.80	1.11	0.3813	22.2	374.50
3	127.32	8.75	1.80	1.16	0.3576	20.6	262.30
4	92.74	12.25	1.80	1.20	0.3339	18.9	175.30
5	78.72	15.75	1.80	1.24	0.3102	17.4	137.00
6	70.36	19.25	1.80	1.28	0.2864	16.1	113.30
7	64.71	22.75	1.80	1.33	0.2627	15.0	97.10
8	60.63	26.25	1.80	1.37	0.2390	14.3	86.70
9	57.57	29.75	2.35	1.41	0.3989	23.5	135.30
10	55.22	33.25	2.35	1.46	0.3807	22.2	122.60
11	53.39	36.75	2.35	1.50	0.3626	20.9	111.60
12	51.97	40.25	2.35	1.54	0.3444	19.6	101.90
13	50.88	43.75	2.35	1.58	0.3262	18.4	93.60
14	50.07	47.25	2.35	1.63	0.3080	17.3	86.60
15	49.51	50.75	2.35	1.67	0.2899	16.3	80.70
16	49.16	54.25	2.35	1.71	0.2717	15.4	75.70
17	35.01	57.25	2.35	1.75	0.2561	14.8	51.80
18	35.01	59.75	2.35	1.78	0.2431	14.4	50.40
19	49.16	62.75	2.35	1.82	0.2276	14.0	68.80
20	49.51	66.25	2.35	1.86	0.2094	13.7	67.80
21	50.07	69.75	2.35	1.90	0.1912	13.6	68.10
22	50.88	73.25	2.35	1.94	0.1731	13.5	68.70
23	51.97	76.75	2.35	1.99	0.1549	13.4	69.60
24	53.39	80.25	2.35	2.03	0.1367	13.3	71.00
25	55.22	83.75	2.35	2.07	0.1186	12.9	71.20
26	57.57	87.25	2.35	2.11	0.1004	12.3	70.80
27	60.63	90.75	1.80	1.80	-		
28	64.71	94.25	1.80	1.80	-		
29	70.36	97.75	1.80	1.80	-		
30	78.72	101.25	1.80	1.80	-		
31	92.74	104.75	1.80	1.80	-		
32	127.32	108.25	1.80	1.80	-		
33	168.67	111.75	1.80	1.80	-		
34	93.58	115.25	1.80	1.80	-		
35							
36							
37							
38							
39							
40							
計	2419.03						2936.10

⑤ 推力伝達材の伝達推力計算表

Φ1000 mm R = 150 m
ヒューム管

呼び径 φ mm	1000	許容応力 σ	25 MPa	管端面外径 D	117 cm
曲率半径 R (m)	150	同歪率 ε ₀	0.4169	管端面内径 d	103 cm
				推進管長 l	243 cm
				目地開き巾 S	1.9028 cm
				目地開き角 α	0.0163 ラジアン
材料厚み		左位置 座標 cm	右位置 座標 cm	算定結果	
第1材料	1.80		117.00		
第2材料	0.55	28.00	89.00		
第3材料					
第4材料					
				曲進伝達推力	2372.10 kN
				曲進後の直進伝達推力	4410.00 kN

$$\begin{aligned}
 \text{圧密残り高さ } h &= t_0(1 - \varepsilon_0) + Y \cdot \tan \alpha \\
 \text{区分中心歪率 } \varepsilon &= (t - h) / t \\
 \text{第2材料左位置座標} & \quad \text{左中心座標} - 1.75 \text{ cm} \\
 \text{第2材料右位置座標} & \quad \text{右中心座標} + 1.75 \text{ cm} \\
 \text{区分中心応力度 } \sigma &= 4.69 \times 10^4 \varepsilon^6 - 6.21 \times 10^4 \varepsilon^5 + 2.70 \times 10^4 \varepsilon^4 - 2.76 \times 10^3 \varepsilon^3 - 8.25 \times 10^2 \varepsilon^2 + 2.12 \times 10^2 \varepsilon
 \end{aligned}$$

目地開き巾 S = 21D / (2 * 100R - D) = 5.5 mm
目地開き角 α = tan⁻¹(S/D) = 9.0 mm

パルリング

表-1 曲進伝達推力計算表

1001								
区分面積	区分面積 中心座標	推力伝達材 の厚み	圧密残り 高さ h	区分中心 歪み率	区分中心 応力度	区分伝達 推力	区分伝達 推力累計	
単位	a cm ²	e cm	c cm	h cm	ε -	σ MPa	kN	kN
			1.80	1.05	0.4169	24.8		
1	93.58	1.75	1.80	1.08	0.4011	23.6	220.90	220.90
2	168.67	5.25	1.80	1.14	0.3693	21.4	361.00	581.90
3	127.32	8.75	1.80	1.19	0.3377	19.2	244.40	826.30
4	92.74	12.25	1.80	1.25	0.3059	17.2	159.50	985.80
5	78.72	15.75	1.80	1.31	0.2743	15.5	122.00	1107.80
6	70.36	19.25	1.80	1.36	0.2426	14.4	101.30	1209.10
7	64.71	22.75	1.80	1.42	0.2109	13.8	89.30	1298.40
8	60.63	26.25	1.80	1.48	0.1792	13.5	81.90	1380.30
9	57.57	29.75	2.35	1.53	0.3470	19.8	114.00	1494.30
10	55.22	33.25	2.35	1.59	0.3227	18.2	100.50	1594.80
11	53.39	36.75	2.35	1.65	0.2984	16.7	89.20	1684.00
12	51.97	40.25	2.35	1.71	0.2742	15.5	80.60	1764.60
13	50.88	43.75	2.35	1.76	0.2499	14.6	74.30	1838.90
14	50.07	47.25	2.35	1.82	0.2256	14.0	70.10	1909.00
15	49.51	50.75	2.35	1.88	0.2013	13.7	67.80	1976.80
16	49.16	54.25	2.35	1.93	0.1771	13.5	66.40	2043.20
17	35.01	57.25	2.35	1.98	0.1563	13.4	46.90	2090.10
18	35.01	59.75	2.35	2.02	0.1389	13.3	46.60	2136.70
19	49.16	62.75	2.35	2.07	0.1181	12.9	63.40	2200.10
20	49.51	66.25	2.35	2.13	0.0938	12.0	59.40	2259.50
21	50.07	69.75	2.35	2.19	0.0695	10.4	52.10	2311.60
22	50.88	73.25	2.35	2.24	0.0452	7.7	39.20	2350.80
23	51.97	76.75	2.35	2.30	0.0210	4.1	21.30	2372.10
24	53.39	80.25	2.35	2.35	-			
25	55.22	83.75	2.35	2.35	-			
26	57.57	87.25	2.35	2.35	-			
27	60.63	90.75	1.80	1.80	-			
28	64.71	94.25	1.80	1.80	-			
29	70.36	97.75	1.80	1.80	-			
30	78.72	101.25	1.80	1.80	-			
31	92.74	104.75	1.80	1.80	-			
32	127.32	108.25	1.80	1.80	-			
33	168.67	111.75	1.80	1.80	-			
34	93.58	115.25	1.80	1.80	-			
35								
36								
37								
38								
39								
40								
計	2419.03						2372.10	

表-2 曲進後の直進伝達推力計算表 $\phi 1000\text{ mm}$ ヒューム管

	区分面積	区分面積 中心座標	推力伝達材 の厚み	圧密残り 高さ h	区分中心 歪み率	区分中心 応力度	区分伝達 推力	区分伝達 推力累計
単位	$a\text{ cm}^2$	$e\text{ cm}$	$c\text{ cm}$	$h\text{ cm}$	$\varepsilon\text{ -}$	$\sigma\text{ MPa}$	kN	kN
			1.80	1.37	0.2387	14.3		
1	93.58	1.75	1.80	1.37	0.2387	14.3	133.80	133.80
2	168.67	5.25	1.80	1.37	0.2387	14.3	241.20	375.00
3	127.32	8.75	1.80	1.37	0.2387	14.3	182.10	557.10
4	92.74	12.25	1.80	1.37	0.2387	14.3	132.60	689.70
5	78.72	15.75	1.80	1.37	0.2387	14.3	112.60	802.30
6	70.36	19.25	1.80	1.37	0.2387	14.3	100.60	902.90
7	64.71	22.75	1.80	1.37	0.2387	14.3	92.50	995.40
8	60.63	26.25	1.80	1.37	0.2387	14.3	86.70	1082.10
9	57.57	29.75	2.35	1.37	0.4169	24.8	142.80	1224.90
10	55.22	33.25	2.35	1.37	0.4169	24.8	136.90	1361.80
11	53.39	36.75	2.35	1.37	0.4169	24.8	132.40	1494.20
12	51.97	40.25	2.35	1.37	0.4169	24.8	128.90	1623.10
13	50.88	43.75	2.35	1.37	0.4169	24.8	126.20	1749.30
14	50.07	47.25	2.35	1.37	0.4169	24.8	124.20	1873.50
15	49.51	50.75	2.35	1.37	0.4169	24.8	122.80	1996.30
16	49.16	54.25	2.35	1.37	0.4169	24.8	121.90	2118.20
17	35.01	57.25	2.35	1.37	0.4169	24.8	86.80	2205.00
18	35.01	59.75	2.35	1.37	0.4169	24.8	86.80	2291.80
19	49.16	62.75	2.35	1.37	0.4169	24.8	121.90	2413.70
20	49.51	66.25	2.35	1.37	0.4169	24.8	122.80	2536.50
21	50.07	69.75	2.35	1.37	0.4169	24.8	124.20	2660.70
22	50.88	73.25	2.35	1.37	0.4169	24.8	126.20	2786.90
23	51.97	76.75	2.35	1.37	0.4169	24.8	128.90	2915.80
24	53.39	80.25	2.35	1.37	0.4169	24.8	132.40	3048.20
25	55.22	83.75	2.35	1.37	0.4169	24.8	136.90	3185.10
26	57.57	87.25	2.35	1.37	0.4169	24.8	142.80	3327.90
27	60.63	90.75	1.80	1.37	0.2387	14.3	86.70	3414.60
28	64.71	94.25	1.80	1.37	0.2387	14.3	92.50	3507.10
29	70.36	97.75	1.80	1.37	0.2387	14.3	100.60	3607.70
30	78.72	101.25	1.80	1.37	0.2387	14.3	112.60	3720.30
31	92.74	104.75	1.80	1.37	0.2387	14.3	132.60	3852.90
32	127.32	108.25	1.80	1.37	0.2387	14.3	182.10	4035.00
33	168.67	111.75	1.80	1.37	0.2387	14.3	241.20	4276.20
34	93.58	115.25	1.80	1.37	0.2387	14.3	133.80	4410.00
35								
36								
37								
38								
39								
40								
計	2419.03						4410.00	

7) 総推進力の算定

① 推進力表

前項で算出した諸数値により区間別推進力表を作成すると下表の通りとなります。

区 間	測 点	区間距離 (m)	曲率半径 (m)	土質	外周 抵抗力 (kN/m)	曲進 割増係数	管の許容 耐荷力 (kN)	区間推力 (kN)	先端からの 累計推力 (kN)
1	発進	100.000	直線	花崗岩	7.615	1.000	3144.7	761.5	2790.7
2	BC1	50.000	200	花崗岩	7.615	1.165	2056.2	443.6	2029.2
3	EC1	50.000	曲直線	花崗岩	7.615	1.000	4410.0	380.8	1585.6
4	BC2	35.000	150	花崗岩	7.615	1.220	1541.8	325.2	1204.8
5	EC2	25.000	曲直線	花崗岩	7.615	1.000	4410.0	190.4	879.6
		到達側	先端抵抗			689.2			
		L =	260.000 m (260.000)					2101.5	689.2

管の許容耐荷力は X51 管で表示しております。

これにより総推進力は

$$F = F_0 + \sum (F_{01} \times E_1 \times L_1 + F_{02} \times E_2 \times L_2 + \dots + F_{0n} \times E_n \times L_n)$$

$$= 689.2 + 2101.5 = 2790.7 \text{ kN}$$

BC1 において先端からの累計推力が管の許容耐荷力以内であることにより
元押し推進が可能です。

4-7 CMT工法における水力排土計算

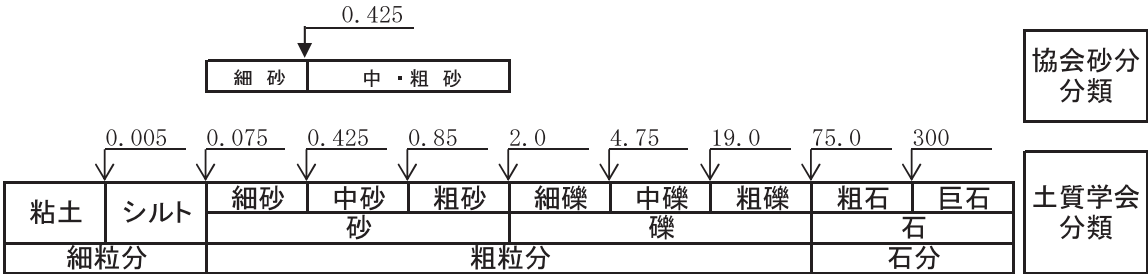
(1) CMT工法における排土処理の特長

CMT工法の施工では、水力排土方式を採用しています。

固体の流体輸送及び、分離をする上で、固体の粒径は重要な要素ですので（公社）地盤工学会の分類を参考のために次に示します。

粒径分類

土質による粒径(mm)



「泥濃工法」等で採用している空送排土方式では、

残土が空送できる状態になるように添加材や水を加えてバキュームポンプで吸引します。そのため搬出された残土はヘドロ状態なので固化処理を行い、全て産業廃棄物として処分しています。従って残土を一般残土と産業廃棄物に区別する必要がありません。よって、『物質収支計算』をする必要がありません。しかし、環境保全の観点からは負荷が大きく、産業廃棄物の処分費も高くなります。

「泥水加圧工法」で採用している水力排土方式では、

送泥水に大量のベントナイトや粘土を加えて切羽を加圧し、切羽の安定を図ります。即ち、送泥水に物質を加える、いわゆる「支出」があります。その加えた大量のベントナイトや粘土は掘削残土と共に排土します。しかも、送泥水で切羽を加圧して切羽の崩壊を防ぐ必要上、常に十分な比重と濃度を保たなければなりません。したがって泥水加圧工法での水力排土は面倒な『物質収支計算』が必要になります。

「CMT工法」で採用している水力排土方式では、

切羽の保持を面板加圧方式で行うため、送泥水に作泥材を加える必要がありません。従って、水力排土で回収される残土は地山を掘削した残土そのものです。その為、残土を含んだ排泥水は分離方法によって、一般残土（非産廃残土）と産廃残土とに分かれます。そのための『物質収○計算』が必要になります。ここで注意して頂きたいのは『物質収支計算』の「支」の字が無いことです。「支」が無いために物質の計算は極めて簡単になります。一般残土と産廃残土に分けるだけの計算です。

(2) 土砂分級機の分級能力の設定

(公社)日本下水道協会の「下水道推進工法の指針と解説」では「礫、砂分は振動篩で 100% 回収できる」との仮定で排泥水処理の計算を行っています。

この計算の前提となるのは、振動篩の設計が、ウェットサイクロンから出る泥水はサイクロンで十分に濃縮されてシュークリーム状で篩に給泥されることです。つまり、水分はウェットサイクロンによってかなり脱水されている状態です。しかし推進工法では土質の変化、推進速度の増減があるうえに、管据付や休憩の為、ウェットサイクロンへの給泥水の条件は一定ではありません。その結果、サイクロンから常にシュークリーム状の泥水が出るように平衡状態を保つ事は不可能です。

実際の振動篩の網目は 0.5 mm であり、細砂はあまり回収できません。又、篩の網目を小さくしただけではウェットサイクロンから出た泥水（シュークリーム状の泥水ではない）は篩から溢れ出て濾過できません。時間を掛けて脱水するか、篩の網目の面積を大きくする方法しかありません。

各分級能力を以下のように設定します。

- | | | | |
|---------------|------------|--------|------------|
| 1. ユニット式一次処理機 | — | 粒度分級範囲 | 0.425mm 以上 |
| 礫 : | 2.0mm 以上 | ～ | 75mm 未満 |
| 粗砂 : | 0.85mm 以上 | ～ | 2.0mm 未満 |
| 中砂 : | 0.425mm 以上 | ～ | 0.85mm 未満 |
| 2. 回転式分級機 | — | 粒度分級範囲 | 0.425mm 未満 |

(3) 排土処理方式の分類

CMT工法では次の2方式を比較項目として①残土処分費②処理機械損料費③設備の仮設費を経済比較すると共に現場状況、作業環境を加味して方式を選択します。従って損料を伴うことから供用日数が反映され、作業時間（8時間・16時間）により変化します。

また、振動篩機の適用に当たってはユニット式処理機を基本設備として検討します。

(i) ユニット式一次処理機とバキューム処理による方式

【一次処理方式】

適用条件 (細砂の少ない砂質地盤対応)

シルト粘土及び、細砂の少ない砂質地盤（粗砂以上が主体の地盤）に適用します。

(ii) ユニット式一次処理機と凝集剤併用回転式分級機処理による方式

【二次処理方式】

適用条件 (粘性土地盤対応)

シルト粘土分が比較的多い粘性土地盤に適用します。言い換えれば、回転式分級機がフル運転するだけのシルト粘土の量が出る場合に適用します。

回転式分級機は損料が高い上に、排出された残土は含水比の関係で産業廃棄物の扱いとなる為、回転式分級機に凝集剤を併用し、細砂のみならずシルト粘土まで回収して、バキューム処理費を節減する方式です。

砂分に粒度分類がされていなければ便宜的に以下のように分類します。

粗砂：砂分の40%

中砂：砂分の30%

細砂：砂分の30%

(4) 各排土処理方式の計算例

(4-i) ユニット式一次処理機とバキューム処理による方式

【一次処理方式】

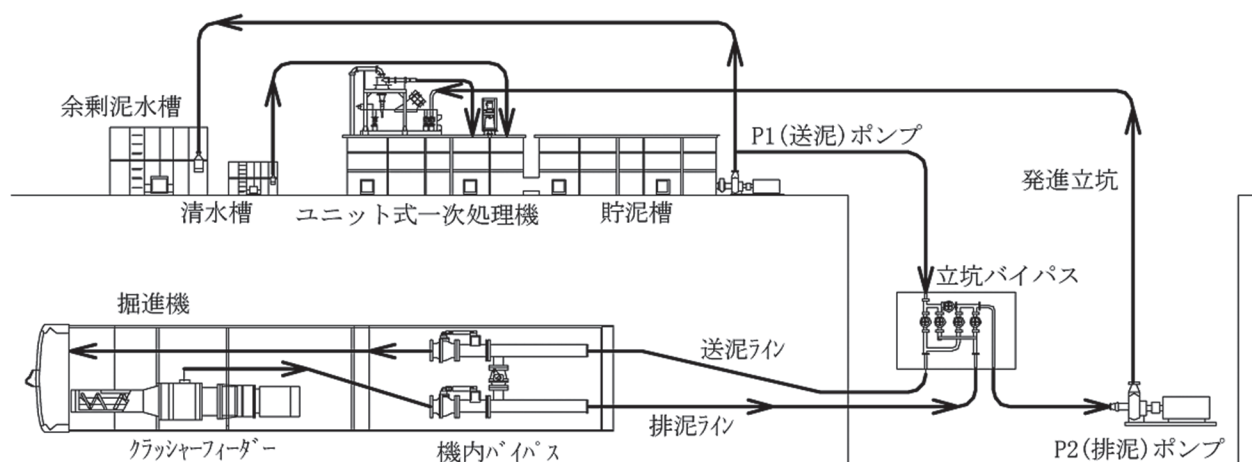


図 4-13 ユニット式一次処理機による水力排土系統

A) 方式の説明

粗砂以上の粒径が主体の地盤ではこのバキューム処理を併用した方式を適用します。

B) 残土分別計算

「泥水加圧工法」の物質収支計算は、計算の対象が残土と調泥材料なので、これらを「物質」と呼び、これらの物質を回収したり支給したりするので、「収支」と呼んでいます。

「CMT工法」の水力排土の場合は対象が残土だけであり、その残土の分別回収しかないので、物質収支と言う表現は適当ではありません。従って、計算内容を正確に表現する為に、ここでは「残土分別計算」と呼びます。

残土を含んだ排泥水は次の2つに分別して回収されます。

イ) ユニット式一次処理機で回収できる粒径 $X = \text{中・粗砂以上}$ (0.425 mm以上)

ロ) ユニット式一次処理機で回収できない粒径 $Y = \text{細砂以下}$ (0.425 mm未満)

これらの回収量によって、振動篩の容量やバキューム処理量が計算されます。

C) 地盤の粒度構成

土質資料の粒度組成を加重平均して求めます。

次にその1例を挙げます。

表 4-19 粒度構成(協会分類)

(単位 %)

名 称	記号	粒 径 範 囲	粒度分布
礫	B	2.0 mm以上 ～ 75 mm未満	30.0
粗 砂	C	0.85 mm以上 ～ 2.0 mm未満	51.0
中 砂	D ₁	0.425 mm以上 ～ 0.85 mm未満	7.0
細 砂	D ₂	0.075 mm以上 ～ 0.425 mm未満	4.0
シルト	E	0.005 mm以上 ～ 0.075 mm未満	6.0
粘 土	F	mm以上 ～ 0.005 mm未満	2.0

D) 処理方法別粒径区分への換算

前項の採用粒度をもとに、近似的に処理方法別の粒度区分に換算すると次のようになります。ただし、ユニット式一次処理機で粗砂以上を回収すると、篩の網目が 0.5 mm の為、シルト、粘土を含んだ泥水は網目を通過しやすく、礫や粗砂に付着するシルト、粘土の量は少量なので無視します。

処 理 種 別	換 算 式	換 算 粒 度
1) ユニット式一次処理機で回収できる量	$X = B + C + D_1$	88.0 %
2) ユニット式一次処理機で回収できない量	$Y = D_2 + E + F$	12.0 %

E) 処理方法別残土量 (地山相当体積)

1) ユニット式一次処理機で回収できる量	$V_1 = V \times X / 100$	313.5	m ³
2) ユニット式一次処理機で回収できない量	$V_3 = V \times Y / 100$	42.8	m ³

但し

$$V : \text{掘削地山総量} = \pi C d^2 / 4 \times L \quad 356.29 \text{ m}^3$$

$$C d : \text{掘進機掘削径} (\phi 1000\text{mm}) \quad 1.23 \text{ m}$$

$$L : \text{掘進最大距離} \quad 300.00 \text{ m}$$

一般残土 $V_2 = V_1 \times 1.2 = 376.2 \text{ m}^3$ (増積率 1.2)

F) ユニット式一次処理機で回収できない量 V_3 の処理

水力排土では発進時の送泥水は清水です。しかし、排泥水から礫・粗砂を回収した泥水はシルト粘土及び細砂を含んだまま送泥水として還流使用します。そのため、還流泥水は残留したシルト粘土・細砂分によって次第に比重が上昇してきます。このとき、送排泥ポンプの能力に余裕があれば還流泥水の比重が 1.30 程度まで使用できることもあります。一般的には比重が 1.25 程度まで上がると泥水ポンプがキャビテーション（異常振動）を起こし還流できなくなります。その為、その直前に貯泥槽の高比重の泥水をバキューム車で吸引して、清水槽の清水と入れ替えます。

上記の「ユニット式一次処理機で回収できない量 V_3 」は細砂、シルト粘土の地山体積なので、バキューム車で吸引する為には、 V_3 が含まれている泥水の体積「 V_c 」に換算する必要があります。

その泥水体積「 V_c 」を求めると下記のようになります。この「 V_c 」をバキューム処理量として計上します。

泥水比重 ρ_3 を求める式より

$$\rho_3 = [(V_c - V_3) \rho_0 + V_3 \times Y_1] / V_c$$

より

$$V_c = [V_3 \times (Y_1 - \rho_0)] / (\rho_3 - \rho_0) = 184.6 \text{ m}^3 \quad \cdot \cdot \text{式 1}$$

但し

$$V_3 : \text{細砂、シルト粘土の地山相当量} \quad 42.80 \text{ m}^3$$

$$\rho_0 : \text{清水の比重} \quad 1.00$$

$$\rho_3 : \text{排泥水の比重} \quad 1.25$$

$$Y_1 : \text{地盤の見掛け比重}$$

$$Y_1 = (W + 100) / (W + 100 / \rho_2) = 2.078 \quad \cdot \cdot \cdot \text{式 2}$$

$$W : \text{地山の含水比} \quad 20.00 \%$$

$$\rho_2 : \text{土粒子の真比重} \quad 2.65$$

G) 残土処分量と処理

表 4-20 残土処分費

処理区分	発 生 区 分		体 積 (m ³)	処理単価 円	金 額 円
一般残土	ユニット式一次処理機からの 残土	V ₂	376.2		
	(ダンプ処分量)	計	376.2		
産業廃棄物	ユニット式一次処理機で回収 できない泥水量	V _c	184.6		
	工事完了時の雑排水	V _v	20.0		
	(バキューム車処理量)	計	204.6		
処理費 計					

※工事完了時の雑排水は、立坑に溜まった水や清掃などに使用するための水として 20m^3 計上しております。

表 4-21 機械損料

機器名称	仕 様	共用日数 日	損料単価 円/日	金 額 円
ユニット式一次 処理機	2.0 m^3 32.2 kW			
	4.0 m^3 66.8 kW			
水槽				
機 器 損 料 計				

表 4-22 仮設費

種目・諸元	形 状 寸 法	数量	単位	単価(円)	金額(円)
水槽	清水、貯泥、余剰、残 土タンク		基		
ズリ分離装置	ユニット式 一次処理機		基		
処理設備付帯作業工			回		
計					

処 理 費 合 計	
-----------	--

(4 - ii) ユニット式一次処理機と凝集剤併用回転式分級機処理による方式

【二次処理方式】

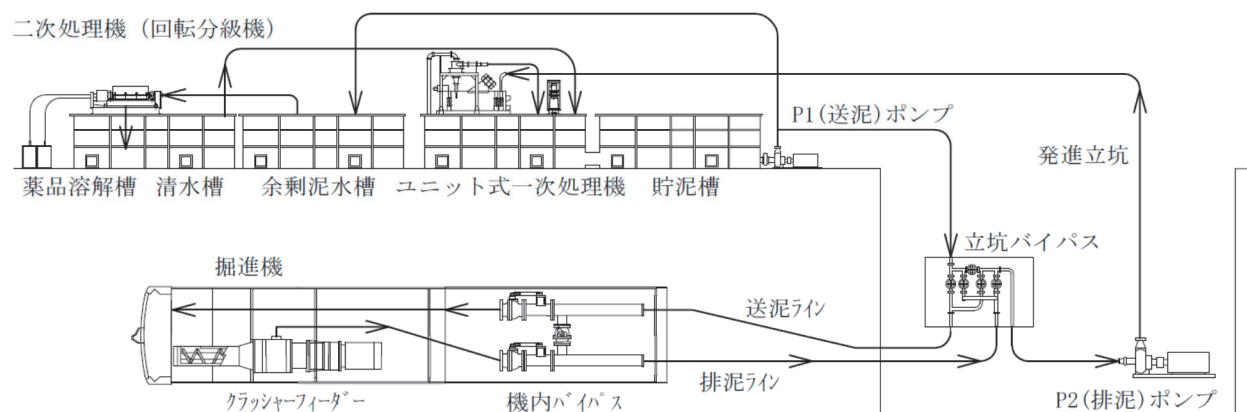


図 4-14 ユニット式一次処理機+凝集剤併用回転式分級機による水力排土系統図

A) 方式の説明

前項の方式では地盤にシルト粘土を含む割合が多いと、莫大なバキューム処理費が掛かります。従って、この方式では回転式分級機に凝集剤を併用し、シルト粘土まで回収する方式です。

又シルト粘土を回収すると同時に、細砂も回転式分級機と一緒に回収します。この方式では、回転式分級機で回収される残土は全て産廃になりますが、回転式分級機(スクリーンデカンタ)で水分を分離するため体積がおおよそ3分の1になります。

しかも産廃残土はダンプで運べる為、単位体積当りの処分費もバキューム車のおおよそ半分で済みます。しかし、回転式分級機は機械損料が高額なため、処理能力を十分発揮できるだけの残土量がなければ割高となります。

B) 残土分別計算

残土を含んだ排泥水は次の二つに分別して回収されます。

イ) ユニット式一次処理機で回収できる粒径

$X = \text{中・粗砂以上 (0.425 mm以上)}$

ロ) 凝集剤併用回転式分級機で回収できる粒径

$Y = \text{細砂以下 (0.425 mm未満)}$

これらの回収量によって、振動篩の容量や回転式分級機的能力が計算されます。

C) 地盤の粒度構成

土質資料の粒度組成を加重平均し、資料の不足部分は常識的な値で補って採用粒度とします。

次にその一例を挙げます。

表 4-23 粒度構成(協会分類) (単位 %)

名称	記号	粒 径 範 囲	粒度分布
礫	B	2.0 mm以上 ～ 75 mm未満	8.0
粗 砂	C	0.85 mm以上 ～ 2.0 mm未満	26.0
中 砂	D ₁	0.425 mm以上 ～ 0.85 mm未満	10.0
細 砂	D ₂	0.075 mm以上 ～ 0.425 mm未満	34.0
シルト	E	0.005 mm以上 ～ 0.075 mm未満	15.0
粘 土	F	mm以上 ～ 0.005 mm未満	7.0

D) 処理方法別粒径区分への換算

上記の採用粒度をもとに、近似的に処理方法別の粒度区分に換算すると次のようになります。ただし、礫や粗砂に付着、あるいは水分に混入する細砂、シルト、粘土については量的に少ないので無視します。

処 理 種 別	換 算 式	換 算 粒 度
1) ユニット式一次処理機で回収できる量	$X = B + C + D_1$	44.0 %
2) 凝集剤併用回転式分級機で回収できる量	$Y = D_2 + E + F$	56.0 %

E) 処理方法別残土 (地山相当体積)

1) ユニット式一次処理機で回収できる量	$V_1 = V \times X / 100$	156.8 m ³
2) 凝集剤併用回転式分級機で回収できる量	$V_4 = V \times Y / 100$	199.5 m ³

但し、V：掘削地山総量 $= \pi Cd^2/4 \times L = 356.29 \text{ m}^3$

Cd：掘進機切削径 (Φ1000mm) 1.23 m

L：掘進総距離 300.00 m

一般残土 $V_5 = V_1 \times 1.2 = 156.8 \times 1.2 = 188.2 \text{ m}^3$ (増積率=1.2)

ユニット式一次処理機で回収できる量V₅は一般残土としてダンプ処理します。

F) 回転式分級機に給泥する泥水量「V_c」と凝集剤

水力排土では発進時の送泥水は清水です。しかし、排泥水から振動篩だけで礫、粗砂を分離回収した泥水は、細砂、シルト、粘土分を含んでいるので還流して使用していると次第に比重が上昇し、ついには排泥ポンプがキャビテーション（異常振動）を起します。そこで、泥水の比重が上昇するとその泥水を回転式分級機に投入し、同時に凝集剤を注入して細砂、シルト、粘土分を回収して泥水の比重を下げます。

前項の「凝集剤併用回転式分級機で回収できる量 V_4 」は細砂、シルト、粘土の地山体積なので、回転式分級機的能力や凝集剤の使用量を算出する為には、その V_4 が含まれている泥水の体積「 V_c 」に換算しなければなりません。その泥水体積「 V_c 」を求めると次のようになります。

この「 V_c 」を回転式分級機の処理量として計上します。

$$V_c = [V_4 \times (Y_1 - \rho_0)] / (\rho_3 - \rho_0) = 683.10 \text{ m}^3$$

但し

$$V_4 : \text{細砂シルト粘土の地山相当量} \quad 199.50 \text{ m}^3$$

$$\rho_0 : \text{清水の比重} \quad 1.00$$

$$\rho_3 : \text{排泥水の比重} \quad 1.25$$

$$Y_1 : \text{地盤の見掛け比重}$$

$$Y_1 = (W + 100) / (W + 100 / \rho_2) \quad 1.856$$

$$W : \text{地山の含水比} \quad 35.00 \%$$

$$\rho_2 : \text{土粒子の真比重} \quad 2.65$$

この泥水に凝集剤を加えて回転式分級機に掛けると全ての細砂、シルト、粘土は回収されますが増積率は約 1.3 倍になります。故に、ダンプによる運搬残土量 V_6 は

$V_6 = V_4 \times 1.3$	259.4 m ³
------------------------	----------------------

凝集剤の量は

品 名	m ³ 当り添加量 kg/m ³	処理泥水量 m ³	使用薬品量 kg
高分子凝集剤	0.5	683.1	341.6
塩化カルシューム	1.3	683.1	888.0

G) 回転式分級機の処理能力の算定

循環泥水槽の泥水比重が限界比重値になる所要時間の 1/2 の時間で貯泥槽の泥水を処理できる能力とします。

回転式分級機の公称処理能力は次表の通りです。(参考)

回転式分級機仕様

製 造 元	型 式	出力 kW	泥水平均処理能力
石川島播磨重工	HS-400MW	30	8m ³ /h
	HS-450MW	37	12m ³ /h
	HS-500MW	45	18m ³ /h

① 一次処理循環水量

$$W_1 = 15 \text{ m}^3 \times 0.7 = 10.5 \text{ m}^3$$

② 貯泥槽容量

$$V_2 = W_1 \times 1.2 = 12.6 \div 20 \text{ m}^3 \quad (1.2 : \text{余裕係数})$$

③ 掘進中の細粒分

最大掘進速度 S_d m/分で掘進している時の細粒分の1時間当り発生量

V_m は

$$V_m = A_d \times S_d \times Y \times 60 / 100 = 0.8 \text{ m}^3 / \text{h}$$

但し

$$A_d : \text{掘削断面積} \quad \pi C_d^2 / 4 = 1.19 \text{ m}^2 / \text{m}$$

$$C_d : \text{掘進機掘削径} (\phi 1000 \text{ mm}) \quad 1.23 \text{ m}$$

$$S_d : \text{最大掘進速度} \quad 0.02 \text{ m/分}$$

$$Y : \text{分級処理の割合} \quad 56.0 \%$$

④ 循環泥水が限界比重値になる細粒分（地山相当）の算定

$$V_c = \{V_k \times (Y_1 - \rho_0)\} / (\rho_3 - \rho_0) \quad \text{より}$$

$$V_k = \{W_1 \times (\rho_3 - \rho_0)\} / (Y_1 - \rho_0) = 2.9 \text{ m}^3$$

但し

$$V_k : \text{細砂シルト粘土の地山相当量} \quad 2.9 \text{ m}^3$$

$$W_1 : \text{一次処理機循環水量} \quad 9.8 \text{ m}^3$$

$$\rho_0 : \text{清水の比重} \quad 1.00$$

$$\rho_3 : \text{排泥水の限界比重} \quad 1.25$$

$$Y_1 : \text{地盤の見掛け比重}$$

$$Y_1 = (W + 100) / (W + 100 / \rho_2) \quad 1.856$$

$$W : \text{地山の含水比} \quad 35.00 \%$$

$$\rho_2 : \text{土粒子の真比重} \quad 2.65$$

⑤ 15m³循環泥水が限界比重 1.25 になる所要時間

$$T_1 = V_k / V_m = 2.9 / 0.8 = 3.6 \text{ h}$$

⑥ 回転式分級機（スクリーデカンタ）の運転時間

$$T_2 = T_1 / 2 = 1.8 \text{ h}$$

⑦ 回転式分級機（スクリーデカンタ）の必要処理能力

$$9.8 / 1.8 = 5.4 \text{ m}^3 / \text{h} < 8 \text{ m}^3 / \text{h} \text{ (HS-400MW)}$$

H) 残土処分量と処理

表 4-24 残土処分費

処理区分	発生区分		体積 m ³	処理単価 円	金額 円
一般残土	ユニット式一次処理機からの残土	V ₅	188.2		
	(ダンプ処理)		188.2		
産業廃棄物	回転式分級機からの残土	V ₆	259.4		
	(ダンプ処理)		259.4		
	工事完了時の雑排水	V _v	10.0		
	(バキューム車処理量)		10.0		
残土処理費 計					

※工事完了時の雑排水は、立坑に溜まった水や清掃などに使用するための水として10m³計上しております。

表 4-25 材料費

凝集剤品名	m ³ 当添加量	処理泥水量	使用薬品量	薬品単価	金額
	kg / m ³	m ³	kg	円 / kg	円
高分子凝集剤	0.5	683.1	341.6		
塩化カルシウム	1.3	683.1	888.0		
固化材	65	259.4	16860		
計					

表 4-26 機械損料

機器名称	仕様		供用日数 日	損料単価 円／日	金額 円
ユニット式一次処理機	2m ³	32.2 kW			
回転式分級機	8m ³ / h	30 kW			
水槽					
機器損料 計					

表 4-27 仮設費

種目・諸元	形状寸法	数量	単位	単価 (円)	金額 (円)
水槽	清水、凝集、貯泥、残土タンク		基		
回転式分級機			基		
ズリ分離装置	ユニット式一次処理機		基		
処理設備付帯作業工			回		
計					

4-8 立坑工

(1) 標準設備と寸法

発進立坑及び到達立坑の標準設備とその寸法は下記に示す通りです。

(1-i) 標準立坑寸法（鋼矢板）

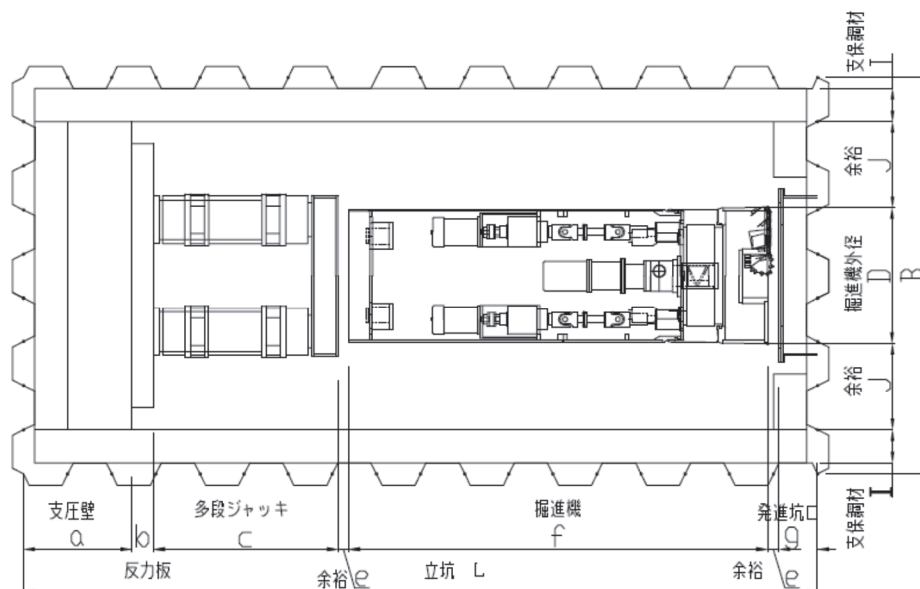


図 4-15 発進立坑（平面図）

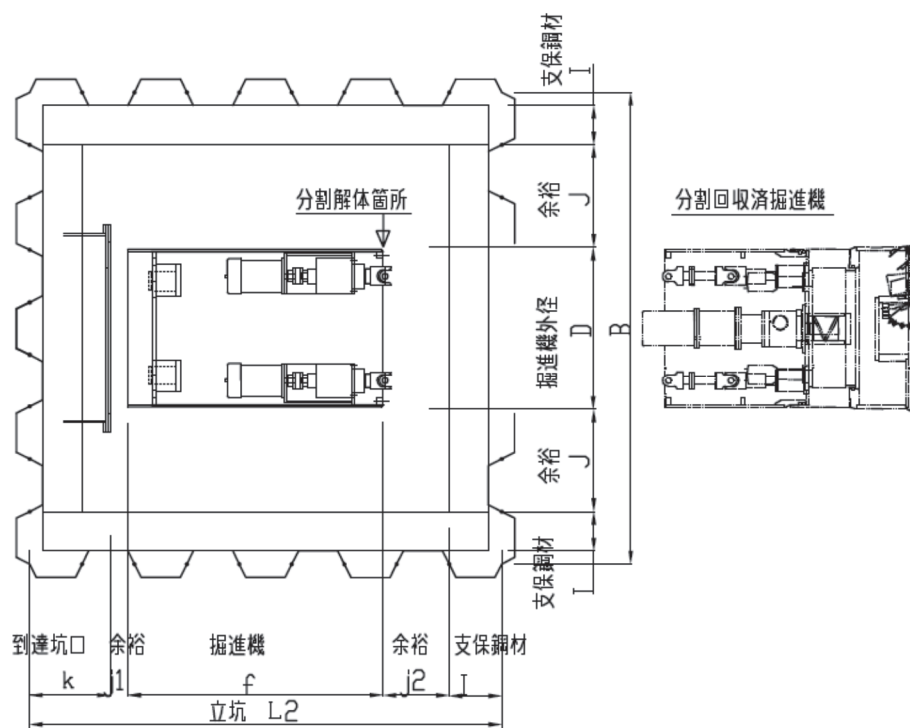


図 4-16 到達立坑（平面図）

発進立坑標準寸法

表 4-28 発進立坑長さ（鋼矢板立坑）（L）

（m）

項目 呼び径 mm	支圧壁 (a)	反力 板 (b)	多 段 ジャッキ (c)	余 裕 (e)	掘進 機長 (f)	発進坑 口 (g)	鋼矢板 標準寸法
800	0.80	0.15	1.69	0.10×2	3.80	0.475	7.2
900	0.80	0.15	1.69	0.10×2	3.80	0.475	7.2
1000	0.80	0.15	1.69	0.10×2	3.80	0.475	7.2
1100	0.80	0.15	1.69	0.10×2	3.80	0.475	7.2
1200	0.80	0.15	1.75	0.10×2	3.80	0.475	7.6
1350	0.80	0.15	1.75	0.10×2	3.80	0.475	7.6
1500	0.80	0.15	1.75	0.10×2	4.00	0.475	8.0
1650	0.80	0.15	1.90	0.10×2	4.20	0.475	8.4
1800	1.00	0.15	1.90	0.10×2	5.30	0.475	9.6
2000	1.00	0.15	1.90	0.10×2	5.30	0.475	9.6

（注）

- * 元押ジャッキは多段推進装置を使用するものとします。
- * 設計で支圧壁寸法が大きく、初期発進時に正規の位置で多段ジャッキが使用できない場合は、サイドジャッキ方式を採用するか、仮に単段ジャッキを用いて発進し、後に多段ジャッキに入れ替えます。
- * 支圧壁は参考値です。
- * 鋼矢板を使用した場合の必要最小寸法です。
使用鋼矢板の寸法にあわせて割り付けて下さい。
- * 掘進機の寸法は P18 表 3-1 を参照してください。
- * 鋼矢板Ⅲを標準に寸法を設定しております。（鋼矢板中心寸法）

表 4-29 発進立坑巾（鋼矢板立坑）（B）

項目 呼び径 mm	掘進機外径 (D)	支保鋼材巾 (I)	余 裕 (J)	鋼矢板標準寸法
800	0.99	0.30×2	0.60×2	3.2
900	1.11	0.30×2	0.60×2	3.2
1000	1.22	0.30×2	0.60×2	3.2
1100	1.34	0.30×2	0.60×2	3.2
1200	1.46	0.30×2	0.60×2	3.6
1350	1.63	0.30×2	0.60×2	4.0
1500	1.81	0.30×2	0.60×2	4.0
1650	1.98	0.30×2	0.60×2	4.4
1800	2.15	0.40×2	0.60×2	4.8
2000	2.38	0.40×2	0.60×2	4.8

- （注） 1．掘進機を据付，発進できる鋼矢板を使用した場合の最小寸法です。
- 2．切梁内寸法，火打内寸法等は，掘進機外寸より広くします。
- 3．立坑巾は，使用鋼矢板の寸法にあわせて割り付けます。

到達立坑標準寸法

表 4-30 到達立坑長さ（鋼矢板立坑）（L2）

(m)

項目 呼び径 mm	支保鋼材巾 (I)	到達坑口 (k)	余 裕 (j1+j2)	掘進機長 (f)	鋼矢板標 準寸法
800	0.30	0.475	0.70	2.00	3.6
900	0.30	0.475	0.70	2.00	3.6
1000	0.30	0.475	0.70	2.00	3.6
1100	0.30	0.475	0.70	2.00	3.6
1200	0.30	0.475	0.70	2.10	4.0
1350	0.30	0.475	0.70	2.10	4.0
1500	0.30	0.475	0.70	2.10	4.0
1650	0.30	0.475	0.70	2.10	4.0
1800	0.40	0.475	0.80	2.20	4.4
2000	0.40	0.475	0.80	2.20	4.4

- (注) 1. 鋼矢板を使用した場合の必要最小寸法掘進機は分割解体時の寸法とします。
2. 立坑長さは、使用鋼矢板の寸法にあわせて割り付けます。
3. 掘進機の分割数は、φ1350mm までは 2 分割を 1500～1650mm は 3 分割を標準とし、
φ1800mm 以上は、4 分割を標準としております。

表 4-31 到達立坑巾（鋼矢板立坑）（B）

項目 呼び径 mm	掘進機外径 (D)	支保鋼材巾 (I)	余 裕 (J)	鋼矢板標準寸法
800	0.99	0.30×2	0.60×2	3.2
900	1.11	0.30×2	0.60×2	3.2
1000	1.22	0.30×2	0.60×2	3.2
1100	1.34	0.30×2	0.60×2	3.2
1200	1.46	0.30×2	0.60×2	3.6
1350	1.63	0.30×2	0.60×2	3.6
1500	1.81	0.30×2	0.60×2	4.0
1650	1.98	0.30×2	0.60×2	4.0
1800	2.15	0.40×2	0.60×2	4.4
2000	2.38	0.40×2	0.60×2	4.4

- （注） 1. 掘進機を一体で引き上げる最小寸法です。
2. 現場条件により、掘進機を分解、撤去する必要がある場合は、別途検討します。
3. 切梁内寸法、火打内寸法等は、掘進機外寸より広くとります。
4. 立坑巾は、 使用鋼矢板の寸法にあわせて割り付けます。

(1－ii) 標準立坑寸法（ライナープレート）

表 4-32 発進立坑寸法（ライナープレート立坑）

(m)

項目 呼び径 mm	横 巾	支圧壁	反力板	多 段 ジャッキ	余 裕	掘 進 機 長	発 進 坑 口	最小 寸法	ライナープレ ート標準 寸法
800	3.20	1.12	0.15	1.69	0.20	3.80	0.375	7.335	7.439
900	3.20	1.12	0.15	1.69	0.20	3.80	0.375	7.335	7.439
1000	3.20	1.12	0.15	1.69	0.20	3.80	0.375	7.335	7.439
1100	3.50	1.13	0.15	1.69	0.20	3.80	0.375	7.345	7.425
1200	3.50	1.13	0.15	1.69	0.20	3.80	0.375	7.345	7.425
1350	3.60	1.14	0.15	1.75	0.20	3.80	0.375	7.415	7.525
1500	4.00	1.16	0.15	1.75	0.20	4.00	0.375	7.435	7.454
1650	4.00	1.16	0.15	1.90	0.20	4.20	0.375	7.985	8.082
1800	4.50	1.27	0.15	1.90	0.20	5.30	0.375	9.195	9.210
2000	5.00	1.27	0.15	1.90	0.20	5.30	0.375	9.195	9.239

(注) 元押ジャッキは多段推進装置を使用します。

初期発進時は多段ジャッキを使用できない場合があります。

※立梁は15 c mを基準としているので、サイズが大きくなった場合は横巾を考慮してください。

※支圧壁は、参考値です。

※掘進機の寸法はP18 表 3-1 を参照してください。

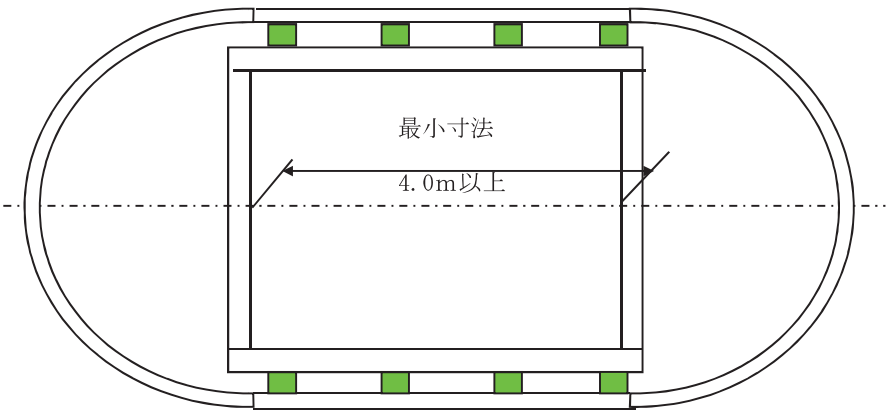


図 4-17 支保材配置図

表 4-33 到達円形ライナープレート立坑（片到達）

(m)

呼び径	800	900	1000	1100	1200	1350
ライナー径 φ	3.00	3.00	3.00	3.00	3.20	3.20

呼び径	1500	1650	1800	2000
ライナー径 φ	3.50	3.50	4.00	4.00

注) 掘進機の分割数は、φ1350mm までは 2 分割を 1500～1650mm は 3 分割を標準とし、
φ1800mm 以上は、4 分割を標準としております。

表 4-34 到達円形ライナープレート立坑（両到達）

(m)

呼び径	800	900	1000	1100	1200	1350
ライナー径 φ	3.50	3.50	3.50	4.00	4.00	4.00

呼び径	1500	1650	1800	2000
ライナー径 φ	4.00	4.00	4.50	4.50

注) 既設管の立坑内への突出し寸法は 0.5m までとします。

掘進機の分割数は、φ1350mm までは 2 分割を 1500～1650mm は 3 分割を標準とし、
φ1800mm 以上は、4 分割を標準としております。

4-9 立坑内設備工

(1) 基礎工

基礎工は作業性を考慮して、碎石とコンクリートにより施工します。標準的な寸法は、次の通りです。

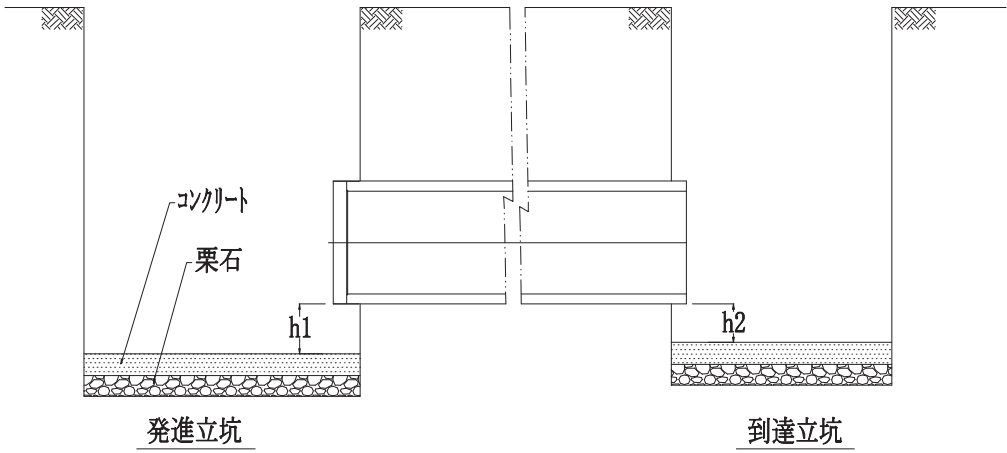


図 4-18 標準的な基礎工

掘進機呼び径	h 1	h 2
φ 800mm ∟ φ 1200mm	270	270
φ 1350mm ∟ φ 1650mm	320	320
φ 1800mm ∟ φ 2000mm	420	420

但し、支圧壁の計算により決定した支圧壁下端が深くなる場合はこの限りではありません。

(2) 発進坑口工

発進坑口工は、掘進機の発進により、土留矢板、土留壁切断面と掘進機との隙間から地下水及び滑材などが立坑内に漏れるのを防止する設備です。標準的な寸法は次の通りです。

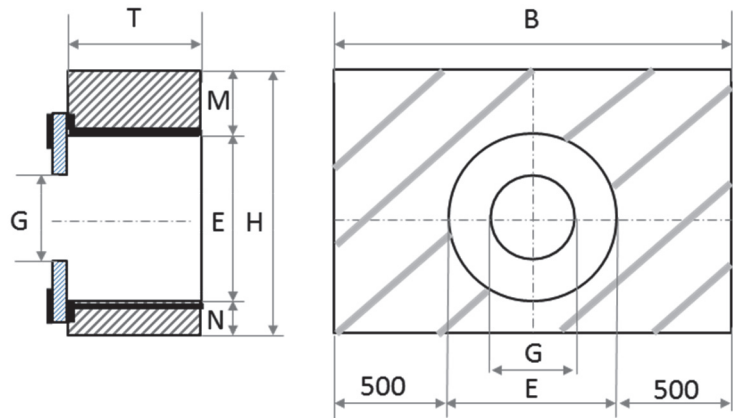


表 4-35 発進坑口標準寸法 (単位：mm)

呼び径	800	900	1000	1100	1200	1350
管外径	960	1080	1200	1310	1430	1600
G φ	840	960	1060	1170	1290	1460
E φ	1100	1220	1340	1450	1570	1740
幅(B)	2100	2220	2340	2450	2570	2740
高(H)	1700	1820	1940	2050	2170	2390
N	200	200	200	200	200	250
M	400	400	400	400	400	400
厚(T)	475	475	475	475	475	475

呼び径	1500	1650	1800	2000
管外径	1780	1950	2120	2350
G φ	1640	1810	1980	2210
E φ	1920	2090	2260	2490
幅(B)	2920	3090	3260	3490
高(H)	2670	2840	3110	3350
N	250	250	350	350
M	500	500	500	510
厚(T)	475	475	475	475

- 注) 1. 到達坑口工も発進坑口工に準じます。
2. 厚さ(T)は鋼矢板Ⅲ型の矢板芯からの寸法です。
3. ライナープレート採用時は上記寸法を参考に決定します。

(3) 支圧壁工

支圧壁工は、予想推力に安全率を考慮して計算した寸法にします。

(4) 推進用仮設備、機械器具設備工

坑内に推進台、押角、元押ジャッキ装置、運転室、測量台、排土設備等を設置します。

標準的な配置は次の通りです。

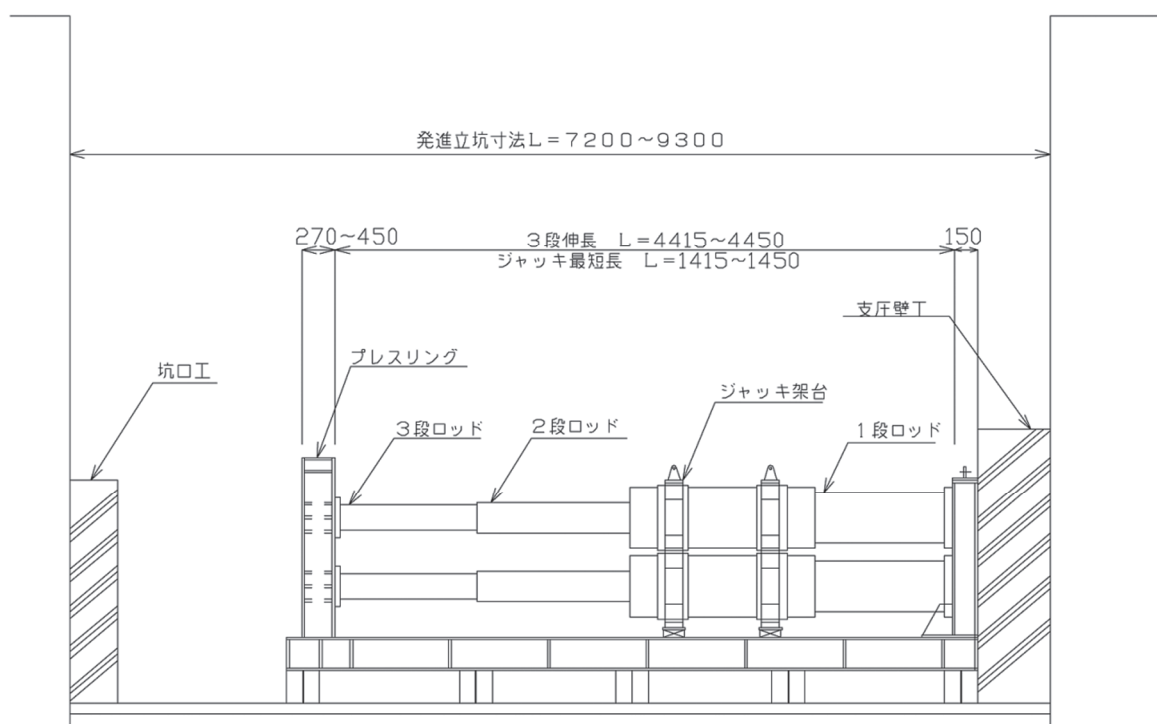


図 4-19 立坑内設備標準図

4-10 坑外設備工

坑外に電気設備、クレーン設備、注入設備、残土処分設備等が必要です。標準的な配置は次の通りです。

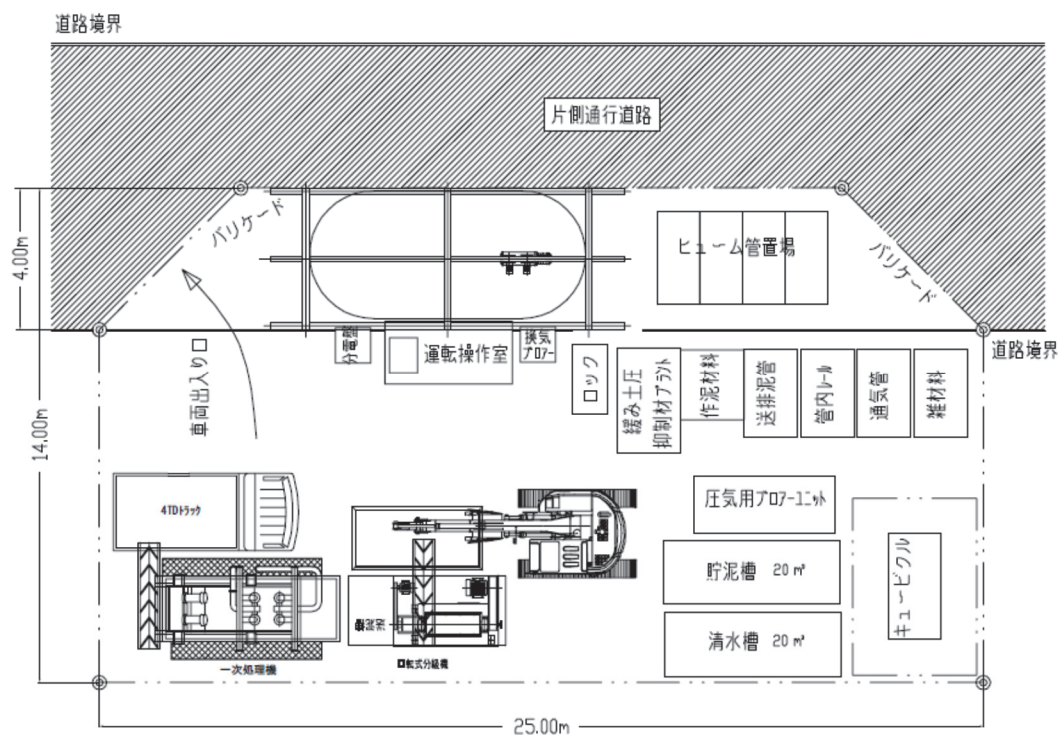


図 4-20 水力排土方式坑外設備配置例（二次処理の場合）約 350 m²

（一次処理の場合は約 250 m²）

4-1-1 地盤改良工

CMT工法では、原則として発進部及び到達部以外は、地盤改良を必要としません。

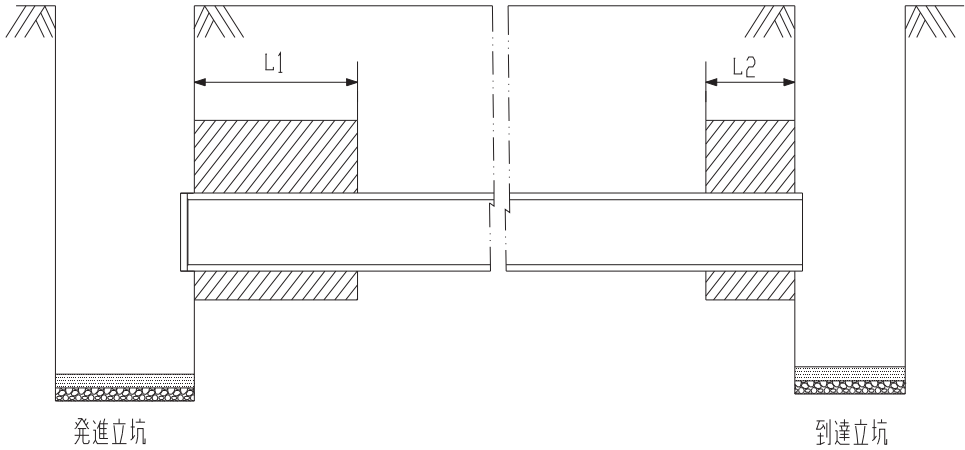
例外的なケースとして、

- 1) 推進中に、切羽の点検・ビットの交換・障害物除去等のために点検扉を開ける場合、湧水や上部構造物などの条件により切羽の地盤改良が必要となる場合があります。
- 2) 岩盤と普通土の互層地盤（半岩半土）では地盤改良を必要とする場合があります。

表 4-36 地盤改良区間表

呼び径	800	900	1000	1100	1200	1350
機 長 (m)	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
発進改良区間 L1	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00
到達改良区間 L2	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

呼び径	1500	1650	1800	2000
機 長 (m)	4.00	4.20	5.30	5.30
発進改良区間 L1	7.00	7.00	8.00	8.00
到達改良区間 L2	4.00	4.00	5.00	5.00



注) 改良断面は、現場条件により決定します。最小改良範囲は、2023 年度版（公）日本推進技術協会「推進工法体系Ⅱ」P208「表 8.6-10 改良範囲と最小値」を参考にしています。

4-12 注入工（緩み土圧抑制材、裏込材、添加材）

（1） 緩み土圧抑制材《一次裏込材》注入工

（1-i） 緩み土圧抑制材

CMT工法においては、通常の摩擦係数削減のための流体滑材注入とは大きく異なり、『緩み土圧抑制材』と呼ぶ塑性体を注入します。即ち『緩み土圧抑制材』＝（粘土を塑性体状に練ったもの）をテールボイドに充填します。

テールボイドに充填された緩み土圧抑制材の層の外周面は地盤に粘着した状態で動かず、内周面は推進管に粘着して推進管とともに動きます。

推進抵抗はこの緩み土圧抑制材の層の中でずれる「ズリ変形抵抗」です。

緩み土圧抑制材の標準の充填範囲は推進管の外周に厚さ 15mm 相当量とします。但し、土質 D においては充填量を 50%増とします。又、推進延長が 250mを超える場合は 250m間隔で 10%増の注入量とします。緩み土圧抑制材の標準配合を下表に示します。

「緩み土圧抑制材」は前述の通り塑性体でシェークリーム状の、自重では流れない粘性を持っており、テールボイドに充填されると殆どそのまま残ります。よって緩み土圧抑制材は、実質的には裏込材でもあるので、緩み土圧抑制材の充填を一次裏込注入工とも言います。

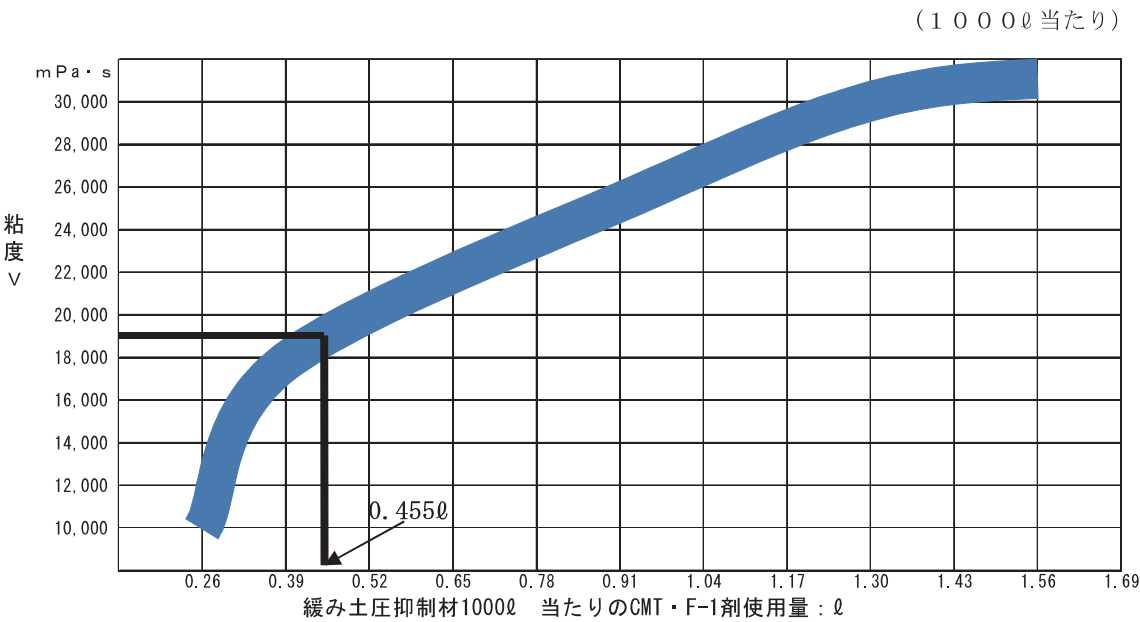
表 4-37-1 一液注入方式 緩み土圧抑制材（一次裏込材）の配合表

(1000ℓ当たり)		
材 料	品 名	数 量
粘 土	200 #	450 kg
クニゲル	250 #	187.5 kg
増 粘 材	C M C	4.0 kg
水		790 ℓ

表 4-37-2 二液注入方式 緩み土圧抑制材（一次裏込材）配合表

(1000ℓ当たり)			
	配 合	品 名	使用量
A 液	870 ℓ	粘土	261 kg
		クニゲル	72.5 kg
		水	737.8 kg
B 液	130 ℓ	CMT・F-1 剤	[B] ℓ
		水	130-[B] ℓ
合計	1000 ℓ		1000 ℓ

緩み土圧抑制材の粘度 V と CMT・F-1 剤の使用量 [B]



緩み土圧抑制剤の粘度は、8,000～25,000mPa・sの範囲で使用しますが、積算上は19,000mPa・sを標準とします。

(1－ii) 注入量

緩み土圧抑制材の注入量は、土質および推進距離により下表の通りとします。

- ① 土質別
 - ・ A, B, C, E, F, G, H, I, J ……標準注入量
 - ・ D ……標準注入量の 50%増

* 土質区分については P20 (3) 「カッターヘッド」を参照して下さい。
- ② 距離別
 - ・ 250m 未満 ……土質別注入量に同じ
 - ・ 250m～500m 未満 ……土質別注入量の 10%増
 - ・ 500m 以上 ……250m 単位で更に 10%ずつ増加

『CMT 工法では、経済性を考慮して二液注入方式を標準とします。』

表 4-38 緩み土圧抑制材標準注入量

(ℓ/m)

推進延長	適用土質	呼び径					
		800	900	1000	1100	1200	1350
250m 未満	土質 D 以外	46	52	57	62	68	76
	土質 D	69	78	86	93	102	114
250m～500m 未満	土質 D 以外	51	57	63	68	75	84
	土質 D	76	86	95	102	112	125
500m～750m 未満	土質 D 以外	55	62	68	74	82	91
	土質 D	83	94	103	112	122	137
750m～1000m 未満	土質 D 以外			74	81	88	99
	土質 D			112	121	133	148
1000m～1250m 未満	土質 D 以外			80	87	95	106
	土質 D			120	130	143	160

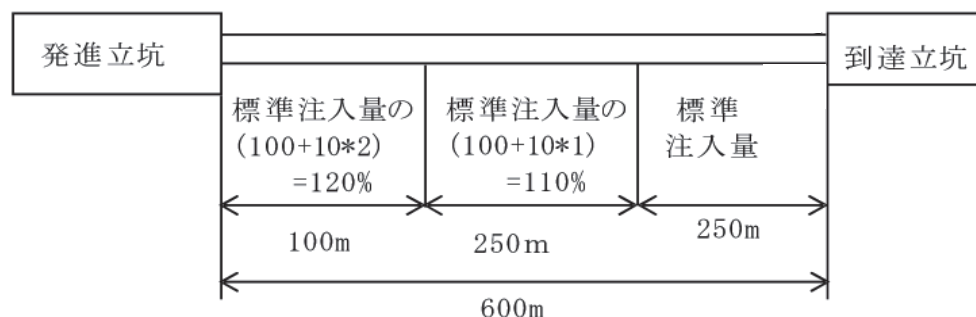
推進延長	適用土質		呼び径 (mm)			
			1500	1650	1800	2000
250m 未満	土質 D 以外		85	93	101	111
	土質 D		128	140	152	167
250m～500m 未満	土質 D 以外		94	102	111	122
	土質 D		141	154	167	184
500m～750m 未満	土質 D 以外		102	112	121	133
	土質 D		154	168	182	200
750m～1000m 未満	土質 D 以外		111	121	131	144
	土質 D		166	182	198	217
1000m～1250m 未満	土質 D 以外		119	130	141	155
	土質 D		179	196	213	234
1250m～1500m 以下	土質 D 以外		128	140	152	167
	土質 D		192	210	228	251

(1 - iii) 緩み土圧抑制材の注入量の計算例

距離別計算

- ・ 250m 未満 …………… 土質別注入量に同じ
- ・ 250m～500m 未満…………… 土質別注入量の 10%増
- ・ 500m 以上 …………… 250m 単位で更に 10%づつ増加

計算例：600mの場合



※ 1 m当たりの平均注入量の算定

- ① 先頭管から250m区間 $\longrightarrow 1.0 \times 250 A = 250 A$
- ② 次の250m区間
10%増量 = 1.1 A $\longrightarrow 1.1 \times 250 A = 275 A$
- ③ 残りの100m
20%増量 = 1.2 A $\longrightarrow 1.2 \times 100 A = 120 A$
- ④ 平均注入量
 $\ell = (250 + 275 + 120) A / 600 = 1.075 A$

(1m当たりの標準注入量をAとします。)

(2) 裏込注入工

推進により生じたテールボイドは推進中に注入された『緩み土圧抑制材』による一次裏込注入工と、一般的な裏込材を用いた二次裏込注入工で充填します。

CMT工法における二次裏込の注入量は、「下水道推進工法の指針と解説」に標準量として記載されている量の全てを注入することはできません。その理由はCMT工法のテールボイドは他の工法のテールボイドに較べて小さい（厚さ 10～15mm 程度）からです。

CMT工法では、切羽の保持を土圧系の「面板加圧」で行っており、数百 kN の力でカッターヘッド面板を切羽に押し付けて回転するときに、掘削土砂の一部は面板外周側にひねり出され、カッターヘッドの外周を埋めます。その為、外周ビットや、ゲージカッターの切削径がボイドの内径にはならず、カッターヘッドの外周スキンプレートの外径がボイドの内径になるからです。さらに『(1)緩み土圧抑制材《一次裏込材》注入工』の項で述べた通り、一次裏込材がテールボイドに残留しており、二次裏込量は減少します。

よって、CMT工法の標準裏込注入量は推進管外周に厚さ 10mm 相当量とします。

裏込材の標準配合や使用機器は「下水道推進工法の指針と解説」に準じて、各々CMT工法積算資料と機械器具損料に記載しています。注入材の配合および注入機材は、一般的な刃口推進工法に準じるものとしています。

表 4-39 裏込注入材標準配合表 (1 m³ 当たり)

材料名	形状寸法	単位	数量
セメント		kg	500
混合型裏込材		kg	125
水		ℓ	800
計			
1 ℓ 当たり			

※砂礫土（土質C・D）の場合の注入量は標準の50%増とします。

(3) 添加材注入工

(i) 添加材の注入方式

添加材注入は、掘進工法分類中の泥土圧式が適用される場合に掘削土砂に塑性流動性を与えるために行われます。

CMT工法においては限定泥土圧方式を用いて切羽面の保持を行うことができます。

(P5～6「CMT玉石・砂礫地盤推進システム」特長3、4を参照して下さい)

注入機材及び、注入材料は緩み土圧抑制材と同じです。

一般的に、透水係数10⁻²cm/secの地盤に適用します。

イ) 面板付カッターヘッド (モノスリット式切削型・ローラー型)

玉石混じり砂礫地盤を対象に開発された方式です。面板に一ヶ所設けた土砂の取入口（モノスリット）の切羽側に添加材が注入される泥土圧方式となります。そして面板と切羽面の間で塑性流動化された掘削土砂の一部は、カッターヘッドの外周のテールボイドを埋め、残りはモノスリットからチャンバー内に掻き込まれます。

チャンバー内の土砂は水力排土方式で排出されます。

添加材は主に外周側に注入されるので外周ボイドの充填に効果的です。

表 4-40 面板型における添加材の注入量

(m^3 ／掘削地山 m^3 当り)

シルト粘土 の割合 (%)	5 未満	5 以上 10 未満	10 以上 15 未満
面板型	0.17	0.14	0.11

(ii) CMT工法における添加材の基本的な配合

緩み土圧抑制材と同じ注入系統で、同じ材料、同じ注入機械を使用します。

4-1-3 残土処分工

CMT工法では、残土処分として水力排土方式を採用します。土砂の性状、推進距離、工期、などの現場条件や経済性を検討して最も適した方式を採用します。その概要は P67「4-7 CMT工法における水力排土計算」を参照して下さい。

4-1-4 岩盤掘削工

我が国の地質は、断層や褶曲が激しく、その為に沖積層、洪積層はもちろん、基盤層までが激しく変化しています。よって、比較的土被りの浅い施工においてさえも、第四紀層の沖積層、洪積層、第三紀層の頁岩、砂岩、礫岩、凝灰岩といった堆積岩、又は、それより深い地層の火山噴出物の基盤層までが複雑にからみ合っており、岩盤についての設計段階における情報と、実施工における情報が異なることが多くあります。岩盤推進工は、土砂と異なり岩盤の強度、性質、性状の変化によって掘削の進捗やビットの損耗は大きく変化します。一般の土砂であれば土砂の粒度構成が多少変化しても日進量やビットの損耗が大きく変わることはありません。せいぜい残土処分の中の産廃処分量が変化する程度です。しかし岩盤の場合、極端なときは日進量が半減し、ビット交換回数が数倍になる事もあります。計画段階における慎重な対応が望まれますが、一路線における岩盤性状の変化を確実にとらえることは困難です。従って施工中は計画の妥当性を確認しながら進める必要があります。

施工中の掘進機の掘削能力は対象岩盤に対して、ビットの掘削機構、掘進機の回転トルクや面板の加圧の度合いなどが複合的に関係して決まります。

CMT工法では、硬質土や岩盤の掘削を行うために、切削型のツールビットや圧壊衝撃型のローラービットによって対応しています。現段階では岩盤切削能力(強度)、ビット損耗、日進量、掘削可能最小径を決定する算定式は、確率しておらず室内試験と過去の実績などを分析して決定しています。

CMT工法では、対象地盤の土質調査試験に基づき岩質、岩強度、RQD、最大コア長等により、岩盤掘削作業の基本的な指標とします。

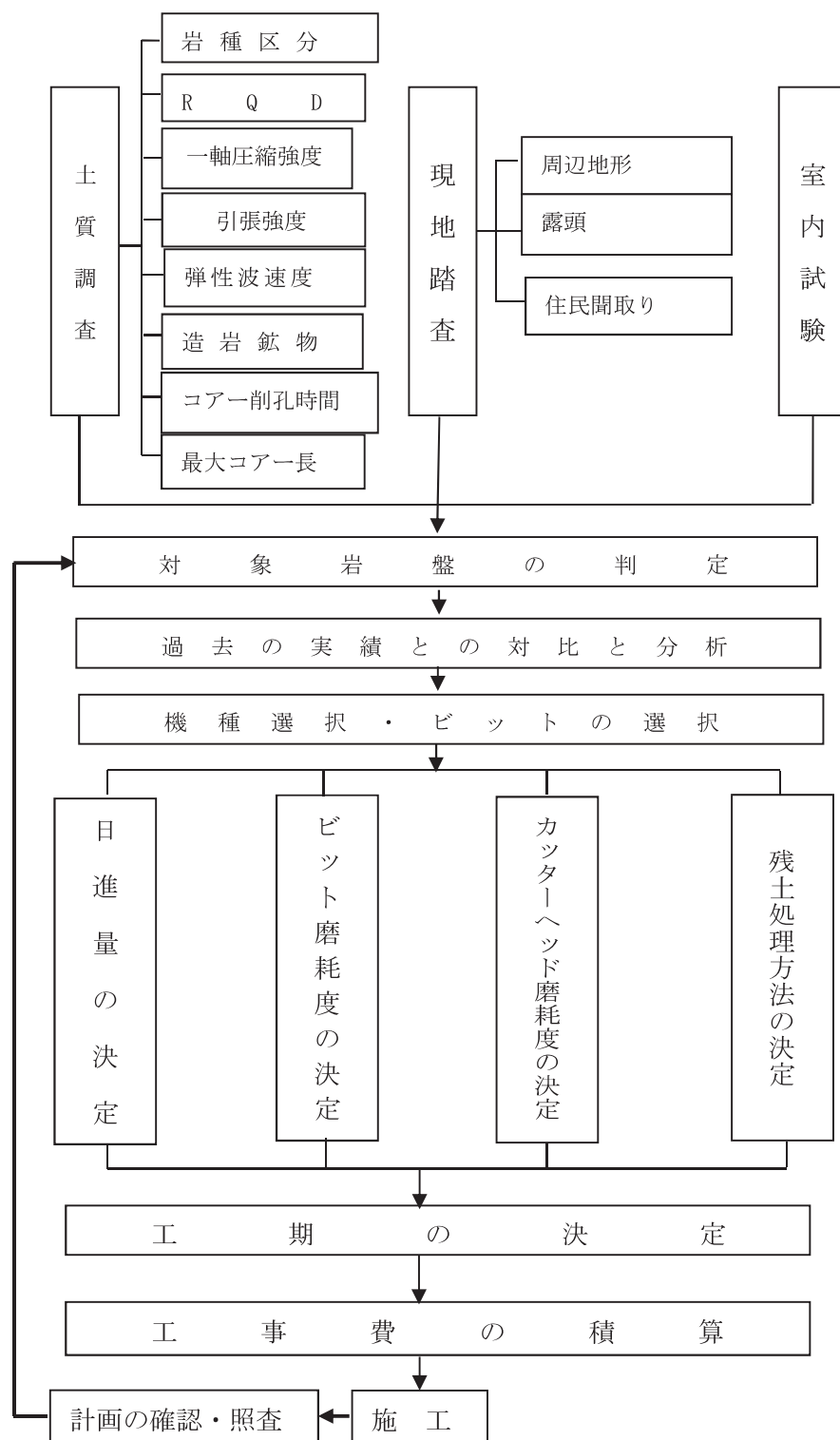


図 4-21 岩盤推進計画フロー図

(1) ビット交換工

CMT岩盤推進システムにおける複合掘進機は、機内からビット交換を可能にしたことが最大の特長です。この事により、非常に硬い岩盤・玉石地盤の推進においてもビットの磨耗による推進延長の制限から解放されました。推進管の耐荷力が持つ限り岩盤・玉石地盤でも長距離推進が可能です。

硬い岩盤・玉石地盤を掘削・破碎しなければならない岩盤推進では『ビットの磨耗』が最大の問題です。岩質・岩強度によっては数十メートルの掘削でビットが磨耗し掘削が不能になることがあります。ビットの交換ができなければその時点で推進施工は終了し、その距離が推進可能距離となります。CMT 岩盤推進システムでは掘進機の点検扉を開き、カッターヘッドの裏側からビット交換を行います。すなわち、CMT 岩盤推進システムでは 『推進可能距離はビットの寿命に左右されません』

ビット交換の目安は、掘削トルク、切羽への押付け反力、推進速度、方向修正の効き具合等の変化からビットの磨耗度合いを判断することです。

湧水量が多い場合は圧気工法などによって地下水の侵入を防ぎ安全を確保してからビットの交換を行います。そのための『圧気システム』も完備しています

(1-i) ビットの標準交換延長

CMT工法協会では土質、岩質、ビット形式により標準交換延長を経験、実績より参考値として提供しています。しかしローラービットを使用するようなハードな地盤では、ビットの磨耗は、推進中の切羽の異常、岩質、礫質、強度、RQDなどにより大きく変化することから、常に点検確認をする必要があります。

標準交換延長とは耐用延長ではなく、推進能率低下の要因となる推定の限界長です。

(I) ローラービットの標準交換延長（参考値）

ローラービットは従来形状の（A）型と大型の（B）型がありそれぞれの標準交換延長は一軸圧縮強度、RQD、最大コア一長により次ページを参考値としています。

1) (A) 型ローラービット

① 岩盤におけるローラービット標準交換延長（参考値）

(m)

RQD	ビット形式	強度 MN/m ²					
		引張4.0未満 圧縮50未満	引張4.0未満 圧縮50～100 未満	引張4.0～8.0 未満 圧縮100～150 未満	引張8.0～13.0 未満 圧縮 150～200 未満	引張13.0～18.0 未満 圧縮 200～250 未満	引張18.0～23.0 未満 圧縮 250～300 以下
20% 未満	センター ローラー	660	550	420	290	200	130
	フェイス ローラー	550	380	290	200	130	90
	ゲージ カッター	440	320	220	125	60	50
20% 以上 40% 未満	センター ローラー	600	500	380	260	170	110
	フェイス ローラー	500	340	250	170	110	70
	ゲージ カッター	400	260	160	85	55	35
40% 以上	センター ローラー	540	450	340	230	150	90
	フェイス ローラー	450	300	220	140	90	50
	ゲージ カッター	360	200	120	45	30	25

RQD40%以上の最大コアー長による低減率

	最大コアー長		
	25cm～50cm未満	50cm～75cm未満	75cm～100cm
低減率	0.9	0.85	0.8

備考

※標準交換延長とは、耐用延長ではなく推進能率低下の要因となる限界推定延長です。

※RQD40%以上については最大コアー長により上表のように低減いたします。

※岩盤用ローラービットは標準交換延長当たりの損料扱いとします。

※各種m当たり損料で計算し、購入費の30%に満たない場合は、最低損料として購入費の30%を計上します。

※これによらない場合は別途検討します。

② 転石混じり砂礫における、ローラービット標準交換延長（参考値）

転石混じり砂礫用、ローラービット（A）標準交換延長・参考値

(m)

種目	礫 率		
	30%未満	30%以上 60%未満	60%以上
センターローラー	700	550	400
フェースローラー	600	450	300
ゲージカッター	500	350	200

備考 ※標準交換延長とは、耐用延長ではなく、推進能率低下の要因となる推定の限界延長です。

※礫用ローラービットは標準交換延長当たりの損料扱いとします。

※対象地盤が標準交換延長を超える場合は交換費を計上します。

※各種m当たり損料で計算し、購入費の30%に満たない場合は、最低損料として購入費の30%を計上します。

※これによらない場合は別途検討します。

2) (B) 型ローラービット

①岩盤におけるローラービット標準交換延長（参考値）

(m)

RQD	ビット形式	強度 MN/m ²					
		引張4.0未満 圧縮50未満	引張4.0未満 圧縮50～ 100未満	引張4.0～ 8.0未満 圧縮100～ 150未満	引張8.0～ 13.0未満 圧縮150～ 200未満	引張13.0～ 18.0未満 圧縮200～ 250未満	引張18.0～ 23.0以下 圧縮250～ 300以下
20% 未満	センター ローラー	770	640	490	340	230	150
	フェイス ローラー	690	480	360	250	160	110
	ゲージ カッター	590	430	290	170	90	70
20% ～ 40% 未満	センター ローラー	700	580	440	300	200	130
	フェイス ローラー	630	430	310	210	140	90
	ゲージ カッター	540	350	210	120	80	70
40% 以上	センター ローラー	630	520	390	270	170	100
	フェイス ローラー	570	380	270	180	110	60
	ゲージ カッター	480	270	160	70	40	30

RQD40%以上の最大コア長による標準交換延長の低減率

	最大コア長（呼び径）		
	25cm～50cm未満	50cm～75cm未満	75cm～100cm
低減率	0.9	0.85	0.8

備考

※標準交換延長とは、耐用延長ではなく推進能率低下の要因となる限界推定延長です。
※RQD40%以上については最大コア長により上表のように交換延長は低減いたします。
※岩盤用ローラービットは標準交換延長当たりの損料扱いとします。
※各種m当たり損料で計算し、購入費の30%に満たない場合は、最低損料として購入費の30%を計上します。
※これによらない場合は別途検討します。

②転石混じり砂礫における、ローラービット標準交換延長（参考値）

転石混じり砂礫用、ローラービット（B）標準交換延長・参考値

種目	礫 率		
	30%未満	30%以上 60%未満	60%以上
センターローラー	810	640	460
フェースローラー	760	570	380
ゲージカッター	670	470	270

(m)

備考： ※標準交換延長とは、耐用延長ではなく、推進能率低下の要因となる推定の限界延長です。
※礫用ローラービットは標準交換延長当たりの損料扱いとします。
※対象地盤が標準交換延長を超える場合は交換費を計上します。
※各種m当たり損料で計算し、購入費の30%に満たない場合は、最低損料として購入費の30%を計上します。
※これによらない場合は別途検討します。

(Ⅱ) 切削ビットの標準交換延長（参考値）

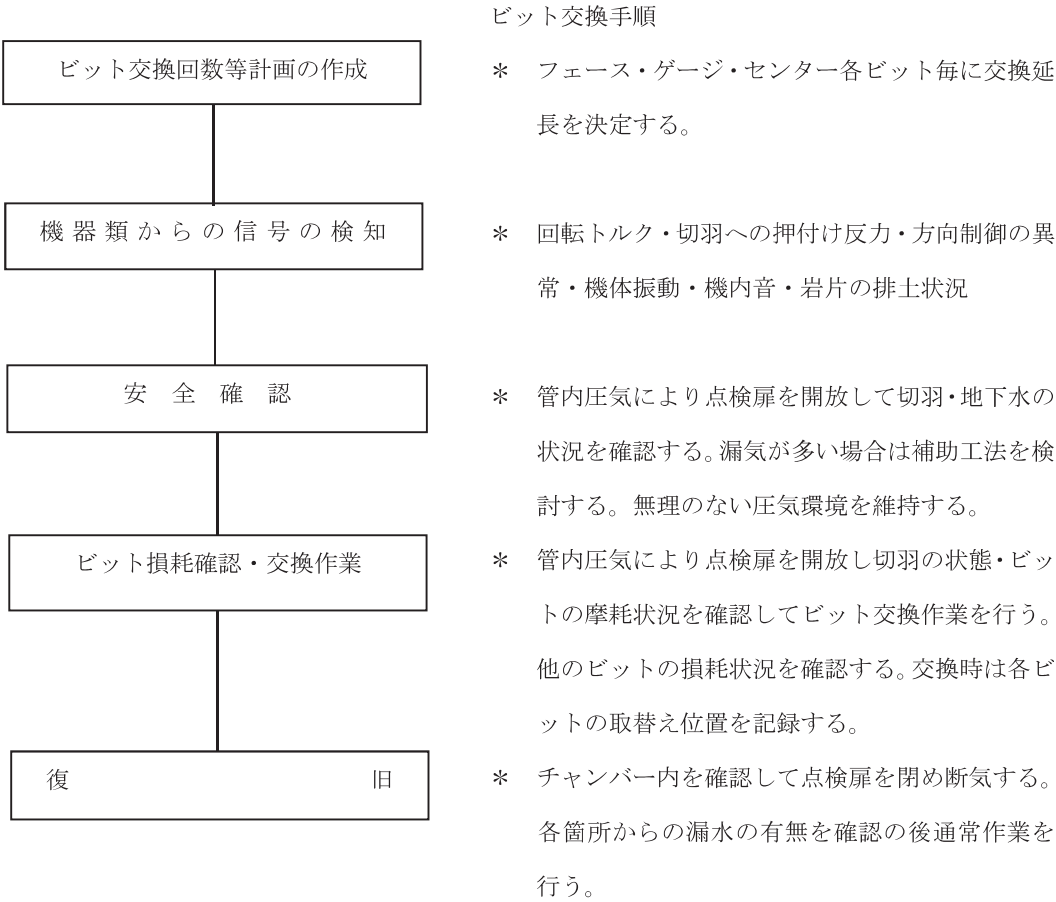
切削ビット標準交換延長・参考値

ビット種類	(m)		
	センタービット	フェースビット	外周ビット
普通土	800	500	400
礫率30%未満	600	380	300
礫率30%以上	400	250	200
岩強度 15MN/m ² 未満	400	250	200
岩強度15～20 MN/m ² 以下	300	200	150

- 備考 ※ 標準交換延長とは、耐用延長ではなく、推進能率低下の要因となる推定の限界延長です。
- ※ 対象地盤が標準交換延長を超える場合は交換費を計上します。
- ※ 切削ビットは掘進機の基礎価格に含まれていません。
- 従って交換の必要がない場合でも1回分を計上します。
- ※ ビット費は損料でないため必要回数分を計上します。
- ただし、普通土以外の粘性土は対象延長から省きます。

(1－ii) ビット交換の手順

ビット交換の一般的手順は下記の通りです。地下水対策として圧気工法及び薬液注入等の補助工法を検討します。



(2) 岩盤掘削残土の粒土分布

岩盤を推進施工した場合の掘削残土がどのような粒度構成で回収できるかというデータは確定されていません。CMT工法協会では岩盤推進の長い経験から、P102 表 4-41、P104 表 4-42 を提供しますが、これはあくまでも計画上の参考値であり、施工の状況（切削粒度構成は切羽土質、ジャッキ速度など）により変化します。

(2-i) ローラービット掘削の場合

ローラービットで岩盤掘削した場合の残土の粒度分布は、(公社)地盤工学会の土砂の分類に準じると、経験的に表 4-41 のように想定されます。

岩盤を破砕した場合の粒度分布は、主たる岩石の種類、造岩鉱物の種類と含有率、岩盤の RQD、亀裂の存在量・クラック量、風化の度合等の不確定要素により推定することが非常に難しいとされています。CMT工法は、長年の岩盤推進の経験より修正を積み重ねた「岩盤掘削ズリの参考平均的粒度構成」に基づき計画しています。種々の岩盤の特徴は地域によっても異なりますので、現場毎に土質資料を精査して設計します。

多くの不確定な要素があるので理論的に想定することが困難な中で、長年の岩盤掘削の経験から修正を積み重ねてできたのが以下の構成表です。

この表は標準的な値なので、これに個々の現場の条件を考慮して設計します。

表 4-41 岩盤掘削ズリの平均粒度構成（計画値）

	粒径範囲
礫	2.0mm以上
粗・中砂	0.425mm以上～2.0mm未満
細砂	0.075mm以上～0.425mm未満
シルト/粘土	0.075mm未満

(ローラービットによる掘削)

(単位%)

	風化花崗岩	花崗岩	閃緑岩	斑レイ岩	流紋岩	安山岩	玄武岩
礫	30	13	13	13	30	35	35
粗・中砂	30	38	38	38	37	32	32
細砂	25	23	23	23	23	23	23
シルト/粘土	15	26	26	26	10	10	10

	礫岩	砂岩	泥岩	頁岩	凝灰岩
礫	50	30	10	20	30
粗・中砂	30	48	20	20	25
細砂	15	20	30	20	25
シルト/粘土	5	2	40	40	20

上表はCMT工法協会が経験に基づき、計画に用いるために提供するものです。実施工中に確認して下さい。

※1 風化花崗岩とは一軸圧縮強度 $\sigma = 50\text{MN/m}^2$ 未満とする。

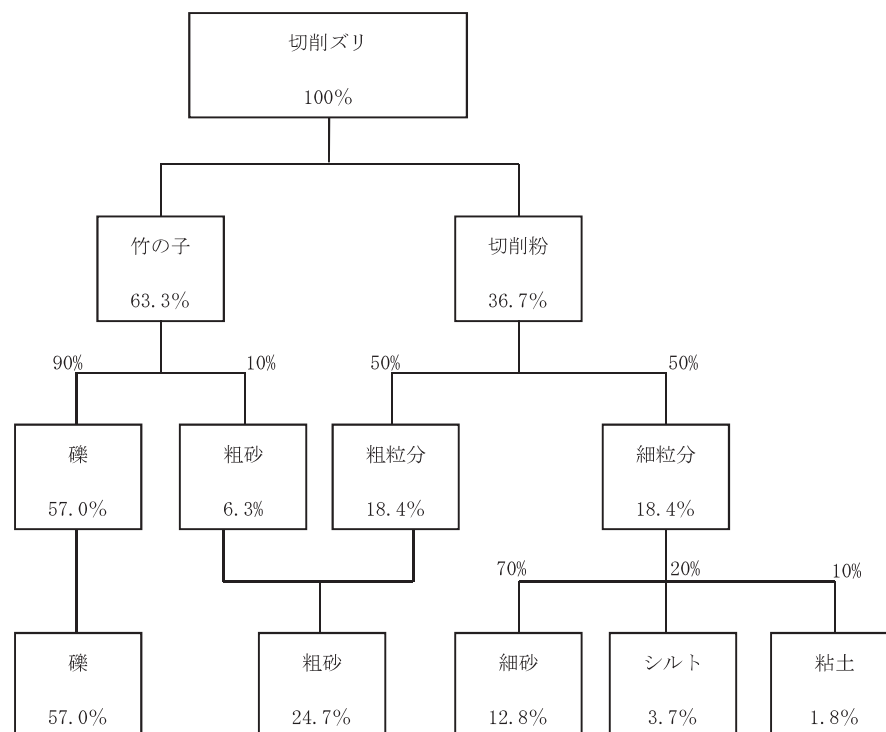
※2 RQD が 50%以上、一軸圧縮強度が $\sigma = 150\text{MN/m}^2$ を超える場合は（細砂＋シルト/粘土）の割合を 10%増す。

(2-ii) 切削ビット掘削の場合

CMT工法の切削タイプの岩盤掘進では、掘進機のカッタートルクを効率良く利用するため、スリットカッティング方式を用います。即ち、切削ビットで切羽全面を削るのではなく、60mm ピッチに配置した切削ビットで、同心円状に巾 22mm の溝を掘削します。その溝の深さが 70mm に近くなると、溝と溝の間に残された円弧状の岩塊（竹の子）は自然に、又はクラッカービットに当り崩落します。そして溝の部分はシルトか砂状になりますが竹の子は碎石状で回収されます。切削ビットで掘削できる岩は一軸圧縮強度 20MN/m^2 以下の堆積岩が主体なので竹の子の一部は泥水ポンプのインペラーに叩かれたり、排泥管の内壁に当って砕け細粒化します。細粒化する割合は岩質や中間ポンプの段数にもよりますが、およそ竹の子の 5%~15%と推定しています。また、切削ビットで削り取ったシルト及び砂状の残土はその堆積岩の生成年代が若いと岩としての固結度が低いため、水力排土の泥水の中で短時間で元の粘土やシルトに帰ってしまう事があります。その割合は 10~20%程度と考えられています。

図 4-22 砂岩切削ズリの基本的参考粒度構成図（参考）

（単位％）



以上を考慮して、切削ビットで掘削した残土の、（公社）地盤工学会の分級に準じた参考粒度構成を表 4-42 に示します。

表 4-42 岩盤掘削ブリの参考平均的粒度構成

(切削ビットによる掘削) (単位%)

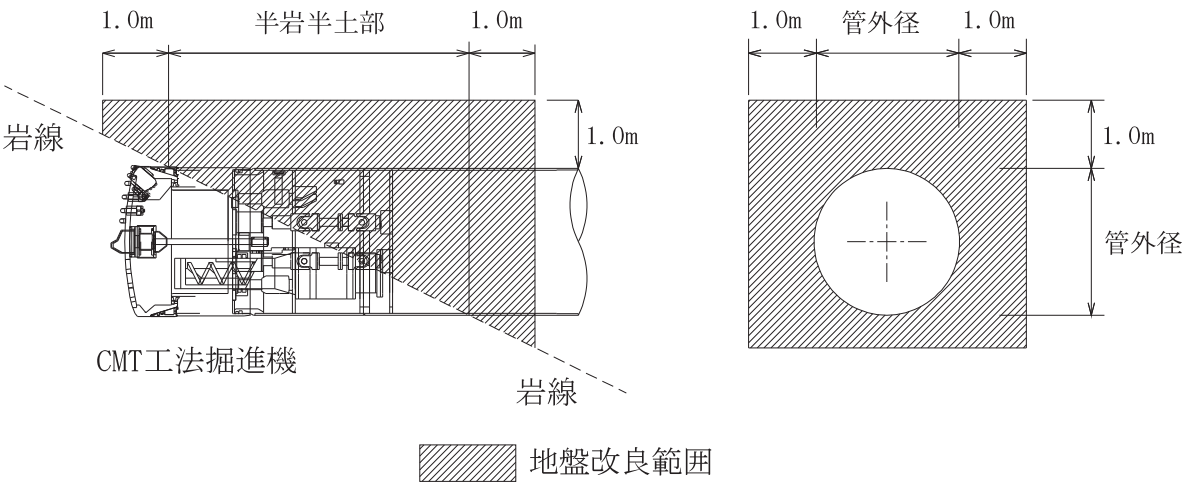
	砂 岩	頁 岩	砂質泥岩	泥 岩	凝 灰 岩
礫	57	30	45	25	57
粗・中砂	25	25	20	25	19
細 砂	13	15	13	10	15
シルト/粘土	5	30	22	40	9

上表はCMT工法協会が経験に基づき、計画に用いるために提供するものです。実施工中に確認するようにして下さい。一軸圧縮強度が10MN/m²以下の場合、タケノコは生じにくくなり、上表において礫分が50%減量となり、シルト粘土分がその分増量となります。

(3) 半岩半土部の推進工

推進管路が土砂地盤から岩盤へ、また岩盤から土砂地盤へと変化していく過程で、全ての断面が同一の地盤になるまで、管内断面において異なった土質区間が存在します。このような区間を「半岩半土」と表現しています。その区間は岩盤に合わせたジャッキスピードで推進することが必要となり、より軟弱な地盤の方向に掘進機が動きやすく、計画路線勾配を維持しながらの推進工は非常に困難になります。CMT工法においては「モノスリット工法」等で、他工法に比較して取り込み量を厳しく制限していますが、土砂部に自立性がなければ、バインダー分を早く、また多く取り込むこととなり、管路上部に空洞部を生じさせ、陥没を招く危険性があります。

従ってこの区間においては土砂部に自立性を保つための地盤改良が必要となります。但し、改良土に強度は必要なく、自立性を保つだけで十分です。この区間延長については、計画段階では一般的に土質想定図により仮定された延長となっていますが、実施工段階では管路中心位置でチェックボーリングを行い、確認することが必要です。



4－15 障害物除去工

推進工事では一般的に土被りが浅い為、シールド工事に比べて施工中に障害物と遭遇することが多くあります。

特に、長距離推進においてはその確率が高くなります。推進工事では従来、障害物との遭遇はほぼ致命的で、施工は不可能と考えられており、管路設計の段階で障害物の存在が認められた場合は、不経済であってもルートの変更を余儀なくされていました。

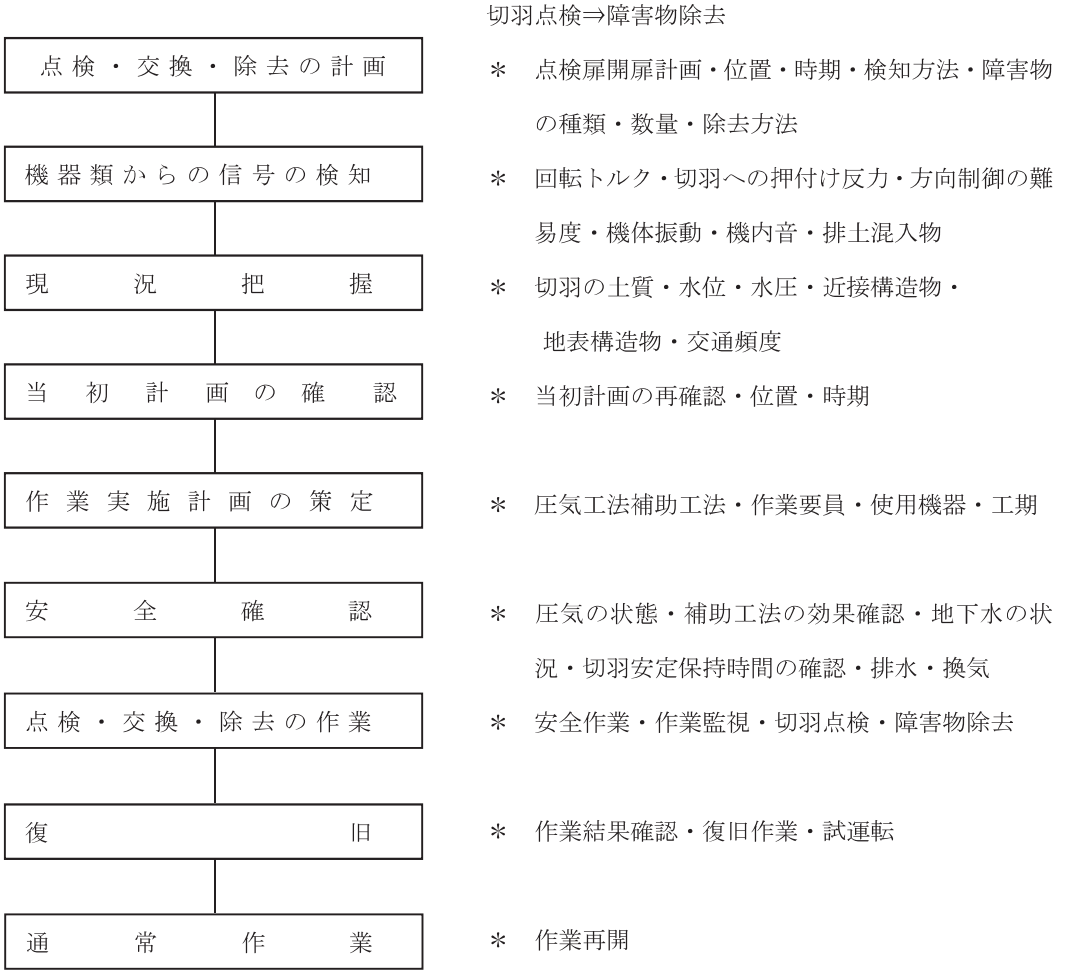
CMT工法では P16「2-4CMT工法の特長」及び、P21「3-1 複合掘進機(4)タレット部」の項で説明したように、バルクヘッド（隔壁）中央部に点検扉を設けることにより、機内から障害物を除去することが可能になり、トータルコストを大きく低減させました。

障害物除去時には、安全確保（止水及び、切羽保持）のために補助工法として圧気工法を採用しております。

ただし、障害物の種類、出現状態及び頻度により作業性を考慮して管径を決定します。

(1) 障害物除去の手順

障害物除去の一般的手順は下記の通りです。地下水対策として圧気工法及び薬液注入等の補助工法を含めて一般的手順を示します。



(2) 除去可能な障害物

自然の障害物

転石・流木

人工の障害物

木杭・コンクリート杭・シートパイル・H鋼・鋼矢板・石積

埋め戻しガラ・コンクリートガラ

マンホール・アンカーワイヤー

但し、障害物が連続的に存在する場合や大量に存在する場合は対応できない場合があります。

(3) 圧気設備工

切羽点検・ビット交換・障害物除去など、バルクヘッドの点検扉を開けての作業は幾重にも安全対策を施し、絶対の安全環境で作業を行わなければなりません。軟弱地盤・玉石砂礫地盤は勿論のこと、岩盤層であっても湧水の激しい場合があります、これを止める必要があります。この場合薬液注入による地盤改良が一般的です。切羽点検・ビット交換・障害物除去作業は非常に狭隘なチャンバー内での作業であり、安全な作業環境の確保のために止水及び排水が必要です。これを薬液注入による地盤改良工のみで行うと危険を伴う場合があります、しかも非経済的です。CMT工法では「ブローア」及び「ロック」をユニット化して、容易に圧気を掛けチャンバー内を完全にドライにして作業することができます。その概要はP26「3-4 補助工法システム(1)圧気工法設備」を参照してください。

4-16 超長距離推進工

中大口径推進工において推進距離は長距離化の傾向にあり、CMT工法においては 2007 年 11 月に、呼び径 1000mm で推進距離世界一の、1 スパン 1447.6m を施工しました。

普通土はもとより玉石混り地盤や岩盤においても計画距離の長距離化が求められています。礫率・玉石径や岩盤一軸圧縮強度を調査のうえ施工可能推進距離が決定されます。下表に呼び径と土質別の施工可能な距離の目安を設定しますが、最終的には土質調査資料を精査のうえ決定致します。

① 呼び径に対する施工距離の目安

呼び径/土質	A・B	C	D	E・F	G・H	I 以上
φ 800mm	550m	500m	200m	500m	300m	-
φ 900mm	650m	500m	200m	500m	300m	-
φ 1000～1500mm	1000m	1000m	300～500m	600m	500m	検討
φ 1650～2000mm	1000m	1000m	300～700m	600m	500m	検討

②水力排土設備の損耗部品の交換

特に流体設備、処理設備が16時間/日の長時間連続作業において損耗が発生し、安定した推進工を施工することに支障が出ました。これらの経験により、水力排土設備において損耗部品を定期的に交換し、安定的な推進工を目指します。

定期損耗部品の交換は次の条件により設定します。

推進延長 500m 以上

土質：砂礫　　－　　礫率 40%以上

対象交換部品

1. ポンプ関係

- ・ポンプ本体（ケーシング）、メカニカルシール、スリーブ他

2. 一次処理機

- ・サイクロンポンプ、サイクロンコーン、篩用ネット他

4－17 セミシールド機

推進工法は、掘進機が掘進しながら発進立坑より順次推進管を接続して押し込み、管列と掘進機が一体となり掘進します。掘進機と元押しジャッキの距離が長距離になると、管列の各推進管に取付けられた緩衝材は元押しジャッキにより圧縮・応力の開放が繰り返され掘進機の数や地山押付け力が不安定になります。掘進機面板やローラービットの地山への押付け力の変化が間欠的に作用すると、面板・ローラービットへの過度の衝撃力が加わり変形破損を引き起し又地山が緩み切羽の崩壊につながります。発進立坑より何百メートルも前方の掘進機を安定して制御（速度・押付け力等）することは難しいので、掘進機の直後に「セミシールド機構」を設置して掘進機を直接推進します。掘進速度を安定させ、カッタートルクや地山押付け力を直接監視・制御することで面板、ローラービットの損傷を防止し、切羽を安定させることができます。

掘進機は、セミシールド機構により掘進するので管列全体は移動しません。元押しジャッキにより常時管列全体に推進力をかけ続けることが避けられるので推進管の破損やストレスが低減されます。

- ① 掘進機をリアルタイムに制御できる。（掘進速度・地山押付け力等）
- ② 推進管の破損等が低減される。

--- ヌ ㇿ ---

第 2 章 積算資料



— 目 次 —

第2章 積算資料

	ページ
1. はじめに	 1 ～ 2
2. 積算基準	 3 ～ 4
(1) 施工区分	 3
(2) 労務単価	 3
(3) 掘進機損料	 4
3. 施工基準	 5 ～ 6
(1) 掘削、切羽保持、二次排土の各方式の分類	 5
(2) 適用土質の分類	 5
(3) 管径	 6
(4) 推進延長	 6
4. 工種の分類	 7 ～ 9
5. 代価表の構成	 10
6. 日進量	 11 ～ 28
(1) 基準日進量	 11
(2) 基準日進量算定表	 12 ～ 21
(3) 基準日進量の補正	 22 ～ 28
7. 職種別人員配置	 29
8. 積算代価様式	 30 ～ 88
9. 参考資料	
(1) 土質別機械設備稼働表（元押し用）	 1 ～ 10
(2) 標準機械時間当たり電力消費量及び機械出力	 11 ～ 12



1. はじめに

この積算資料は前掲の技術資料によって、各種の方式を組み合わせ、その推進工事に最も適したシステムを構築したものについて、その工費を積算する資料です。切羽保持方法、掘削土砂の排出方法、推進抵抗低減方法等の各項目について複数の方式があるので理論的にはそれらの方式の組み合わせた数だけシステムの数があることになります。しかしCMT工法をご採用頂いた工事は、岩盤推進、巨大玉石地盤推進、流砂地盤推進、障害物除去推進或いは長距離推進等の工事が90%以上を占めるので、採用するシステムも自ずから限定されます。下記に代表的なシステムを挙げて説明します。

工法	切羽の保持方法	掘削土砂の排出方法	推進抵抗の低減方法	曲線推進の方法
土圧方式	モノスリット 面板加圧方式	水力排土方式	フローティングシステム	台形推力伝達材方式

これらの方式に積算資料を適用する上での要点を簡単に説明します。

切羽保持の方法として、「土圧方式」と言えば通常は掘削した土砂に添加材を加えてチャンバー内に充填密閉して、この密閉した土砂で切羽を加圧し切羽の崩壊を抑制する「削土密閉加圧方式」を言うことが多いのですが、CMT工法の切羽保持は、カッターヘッドの面板で加圧し、切羽の崩壊を抑制する方法です。面板で確実に切羽を加圧するために、カッターヘッド面板は、開口率数パーセントの小さな土砂の取り込み口（モノスリット）になっています。従って、掘削土砂に添加する添加材は原則として不要です。しかし大量の玉石を破碎しながら掘進する場合には、面板の磨耗防止とカッタートルクの低減のために添加材を面板の前方に注入することがあります。

掘削土砂の排出方法は、CMT工法ではほとんどの場合、水力排土方式を用います。これは掘進機内と坑外の間を送排泥管をループ状に配管し水を還流させて、掘削土砂をその水流に乗せて運搬する方法です。

従って、大量のベントナイトを混入した泥水を切羽に送泥加圧して切羽を保持する「泥水加圧方式」とは目的も方法も異なります。

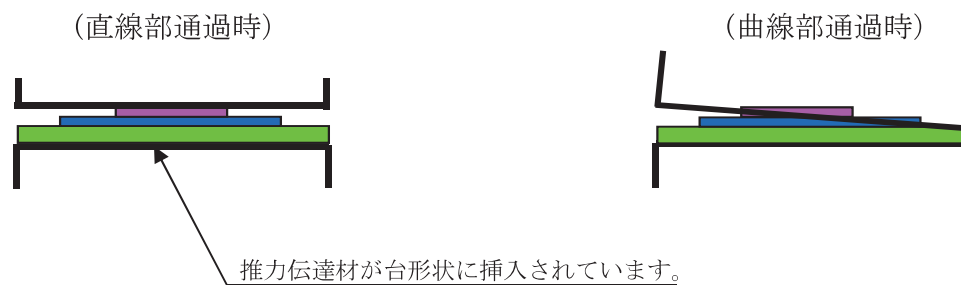
しかし設備に共通点が多いので、よく「泥水加圧方式」と混同されます。

CMT工法の水力排土方式では、還流水は清水なので初期の調泥は不要です。清水を循環しますが、土砂を混入して運ぶので次第に泥水になり、比重が上がってきます。水力排土処理プラントで還流水の比重が上がると、送排水ポンプが無理をするので清水に近づける処理をします。従って、泥水加圧方式のように、送泥水にベントナイトや粘土を加えて調泥する必要はありません。

しかし、泥水加圧方式ではベントナイト泥水を切羽に送泥し、その戻りの泥水で掘削土砂を運搬します。「水力排土方式」も、還流水で掘削土砂を坑外へ搬出します。従って、泥水加圧方式で用いる初期泥水の調泥と、送泥水に大量のベントナイトを加える調泥を除外すれば、泥水加圧方式用の「ポンプの流体計算式」、「排土処理量計算式」や「歩掛」がほとんどそのまま利用できます。

推進抵抗の低減の方法ではCMT工法では「フローティングシステム」を用います。通常、推進では推進抵抗が大きくなってから液体状の滑材をヒューム管の外周に注入してその低減を図りますが、「フローティングシステム」では、塑性体状（シュークリーム状）の「緩み土圧抑制材」を、最初から最後まで推進管の外周に充填しながら施工します。

曲線推進の方法は、ヒューム管の端面に平断面が台形になるように（下図参照）推力伝達材を貼って、ヒューム管の推力伝達能力を抑制しています。



2. 積算基準

(1) 施工区分

- ① 施工区分は、昼間施工（実働 8 時間）、夜間施工（実働 8 時間）を標準とします。必要に応じて昼夜間施工（実働 16 時間）とすることができます。
- ② 推進工は 1 日 8 時間を原則としますが、占用条件等工期の制約により昼夜間作業（実働 16 時間）とすることができます。
- ③ 推進工が昼夜連続施工であっても、次の工種は原則として昼間施工のみとします。

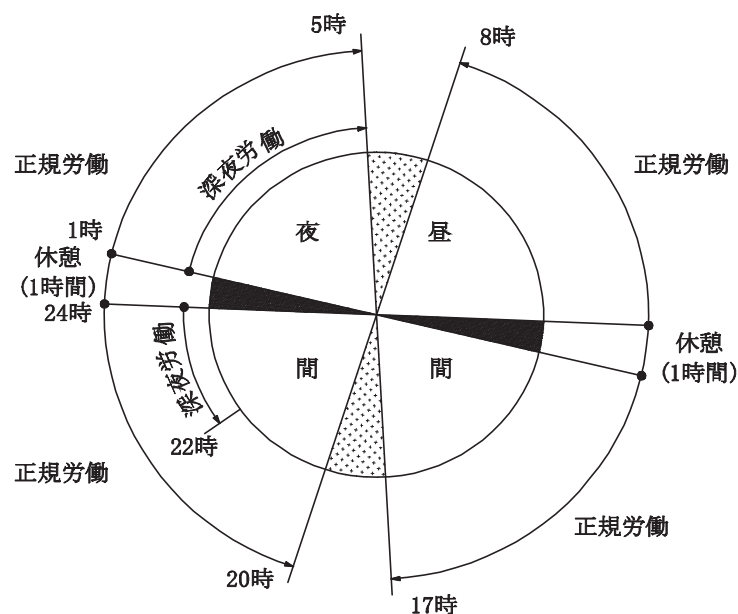
支圧壁工	鏡切り工
発進坑口工	ガラ搬出工
到達坑口工	通信配線設備工
クレーン設備工	換気設備工
推進用機器据付撤去工	中押装置設備工
掘進機発進用受台工	注入設備工
掘進機引上用受台工	水力排土管理設備工
掘進機据付工	水力排土処理設備工
掘進機一体搬出工	目地モルタル工
掘進機分割搬出工	
掘進機組立整備工	

(2) 労務単価

下記の工種の労務単価は、以下①、②により割り増しをします。

切羽作業工・坑内作業工・坑外作業工

- ① 作業サイクルは下表を標準とします。



② 労務単価の算出は下表によります。（昼夜間施工の場合）

労 務 単 価 の 算 出			
		昼 間 施 工	夜間施工
基準額		P(8時間)	P(8時間)
割 り 増 し	時間外労働	0	0
	深夜労働	0	$\frac{P \cdot r}{8} \times \frac{25}{100} \times 6 = 0.1875P \cdot r$
	小計	0	$0.1875P \cdot r$
合計		P	$P + 0.1875P \cdot r$

注

P : 基準額
r : 割増対象賃金比

昼夜間作業の平均単価

$$\text{平均単価} = \frac{P + (P + 0.1875P \cdot r)}{2} = P + 0.09375P \cdot r$$

所定労働時間が夜間(20時～5時の範囲)の時は、1時間当りの割増率を1.5とする。よって労務単価は $P \times 1.5$ となる。交替制の場合は適用しない。

(3) 掘進機損料

・掘進機の機械損料は次の損料の加算となります。

- ①掘進機本体（ビット価格は別途計上します。）
- ②クラッシャーフィーダー（損耗部品は別途計上します。）
- ③機内バイパス

・損料は基礎価格に損料率を乗じて求めます。

・供用日数当たり損料の低減について

作業時間により損料に下表の時間係数を乗じて供用日当たりの損料とします。

作業時間	8 時間	1 6 時間
時間係数	0.7	1.0

・ 8 時間作業計算例

$$\begin{aligned} \text{供用日当たり損料} &= (\text{掘進機本体基礎価格} + \text{クラッシャーフィーダー基礎価格} + \text{機内バイパス基礎価格}) \\ &\quad \times \text{損料率} \times 0.7 \end{aligned}$$

・ 1 6 時間作業計算例

$$\begin{aligned} \text{供用日当たり損料} &= (\text{掘進機本体基礎価格} + \text{クラッシャーフィーダー基礎価格} + \text{機内バイパス基礎価格}) \\ &\quad \times \text{損料率} \times 1.0 \end{aligned}$$

・掘進機損料額が30日分に満たない場合は最低損料として30日分を

計上します。この場合作業時間に関係なく時間係数は1.0とします。

・急曲線推進では、掘進機は多関節の急曲線掘進機を採用します。

この場合、掘進機の損料については必要な都度検討して計上します。

3. 施工基準

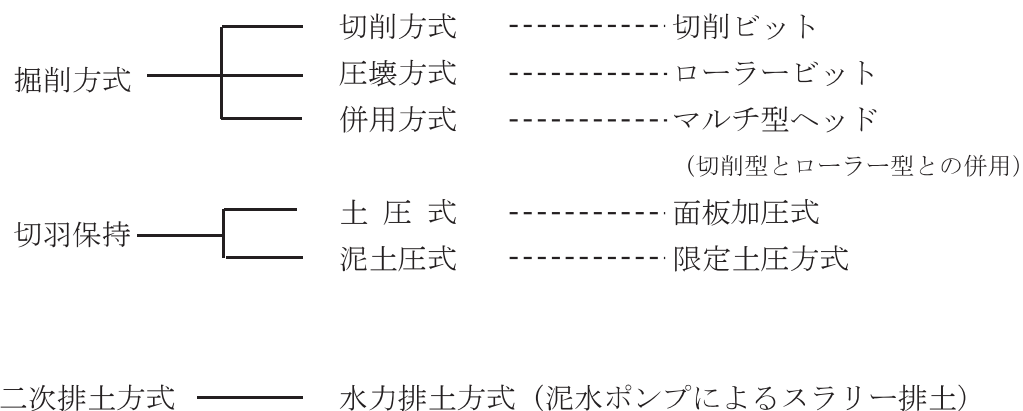
当積算要領に適用するCMT工法の施工についての考え方は以下の通りです。

【技術資料P14「2-3 掘進機の説明」を参照して下さい】

(1) 掘削、切羽保持、二次排土の各方式の分類

複合推進工法は多くの要素の組合せからできております。

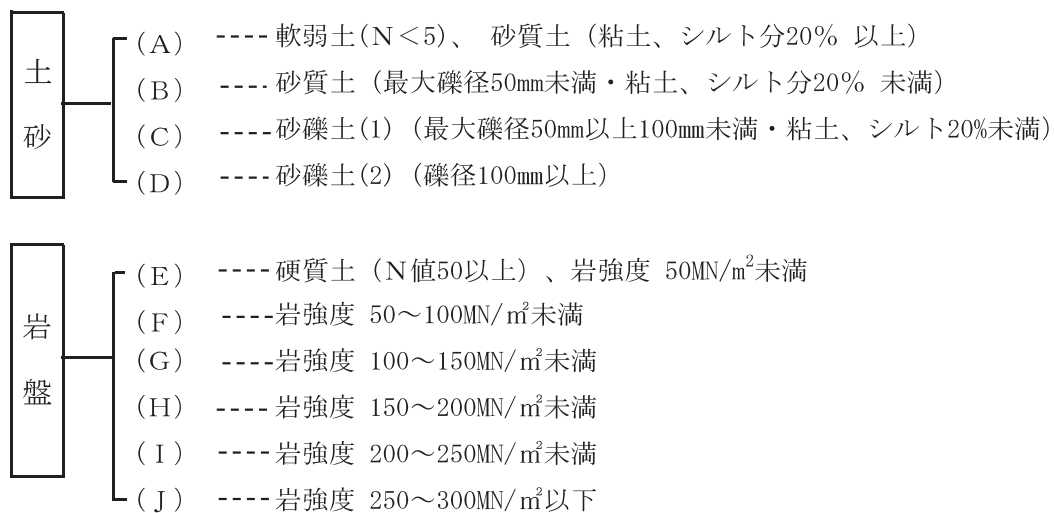
これを積算歩掛の面から見て、次のように分類します。



(2) 適用土質の分類

【技術資料P20 (3)「カッターヘッド」を参照して下さい】

土質については次の10種類とします。



但し(C)～(J)については、粒度分布、岩質等の条件により著しく日進量
が変化するので上記の分類にとらわれず、経験値等により別途検討を加える
ことがあります。

(3) 管径

適応管種は、ヒューム管の場合、下水道推進工法用鉄筋コンクリート管（J S W A S A - 2 , A - 8 , K - 1 2 、 G - 2 ）であり、特厚管、鋼管については、別途検討します。

掘進機の適用管径は、呼び径 $\phi 800$, $\phi 900$, $\phi 1000$, $\phi 1100$, $\phi 1200$, $\phi 1350$ $\phi 1500$, $\phi 1650$, $\phi 1800$, $\phi 2000$ の10機種とし、ダクティル管等特殊管については別途設計製作します。

(4) 推進延長

推進延長については、技術資料を参照の上、元押、中押設備による推力計算、水力排土によるポンプ計算の設備計画に基づいて算出します。

4. 工種分類

工種の内訳

中代価	小代価	内 訳
B-1 管推進工	C-1 切羽作業工	掘進機が機内操作方式の場合、掘進機の運転操作、推進速度、掘削土量などの管理機器の調整、保守点検などの付帯作業の費用。
	C-2 坑内作業工	管小運搬、クレーンによる管据付け、管接合作業、管推進のための元押、中押ジャッキの操作、ストラットの入れ替え、推進精度の測定、調整、管の点検及び推進設備の点検、油圧機器ポンプ関係の運転保守、緩み土圧抑制材注入工などの作業の費用。
	C-3 坑外作業工	管、中押装置の吊り下ろし、ストラットの入れ替え等のクレーン運転操作並びに保守点検。添加材注入、土砂搬出に必要な機械器具の運転、管理点検手入、添加材の調合、調整などの作業、搬出土砂をダンプトラックに乗せるまでの費用。
	C-4 発生土処理工	発生土をダンプトラックで運搬し、現場外へ搬出する費用、廃棄泥水の現場外搬出の費用及び泥水処理の凝集剤及び中和剤の費用。
	C-5 裏込注入工	推進完了後裏込材を調合し、管外周に注入する費用。
	C-6 目地モルタル工	管継手部の目地をモルタルで充填する費用。
	C-7 ビット、クラッシャー損料、交換工	ビット及びクラッシャーの損料及び交換に対する費用。
B-2 管布設工	開削工法編による	立坑内推進管と人孔壁間の管空伏工の費用。 当積算から除外する。
B-3 推進仮設備工	C-8 支圧壁工	推進用支圧壁の設置・撤去、コンクリートのガラ処分の費用。
	C-9 クレーン設備工	立坑外の門型クレーン設備及び立坑内天井クレーンの据付け、撤去の費用。
	C-10 発進坑口工	地下水、滑材、裏込め材等立坑内への流出防止設備の設置・撤去及びコンクリートガラ処分の費用。
	C-11 到達坑口工	到達立坑内へ掘進機を押し出すに当たり泥水、土砂、地下水等の噴出防止設備設置・撤去の費用。
	C-12 鏡切り工	掘進機発進、到達の際の土留材の切断、撤去の費用。
	C-13 推進用機器据付撤去工	推進用機器（ジャッキ、押輪等）の立坑内設備の据付、撤去の費用。

中代価	小代価	内 訳
B－3 推 進 仮設備工	C－14 掘進機発進用 受台工	立坑内で、推進管を推進するための推進台、作業床の設置・撤去の費用。
	C－15 掘進機引上用 受台工	到達立坑内での掘進機搬出用受台の設置・撤去の費用。 (中間立坑受台工にも適用)
	C－16 掘進機一体据付工	掘進機の立坑内吊り下ろし及び据付けの費用。一体での据付けで、呼び径φ800mm～φ1200mmに適用
	C－17 掘進機分割据付組立工	掘進機の立坑内吊り下ろし及び据付けの費用。分割での据付け組立で、呼び径φ1350mm以上に適用
	C－18 掘進機一体搬出工	掘進機を到達立坑から一体として引上げ、坑外へ搬出する費用。
	C－19 掘進機分割搬出工	掘進機を到達立坑から引上げる際に、掘進機を分割して坑外へ搬出する費用。
	C－20 掘進機組立整備工 (反転用)	反転時、分割した掘進機を発進用受台工及び推進設備の設置が完了した立坑内での組立、整備を行う費用。
	C－21 中押装置設備工	中押装置の立坑内吊下ろし及び据付け、油圧配管、電気ケーブル、操作盤、制御盤の設置・撤去の費用。
	C－22 ガラ搬出工	支圧壁、発進坑口工を壊した後、立坑外へ搬出する費用。
	C－23 ガラ運搬処理工	上欄のコンクリートガラの場合処分費用。
	C－24 通信配線設備工	掘進機、発進立坑、排土処理設備間の連絡用通信配線設備の設置・撤去作業の費用。
	C－25 換気設備工	坑内換気のための換気ファンまたはブロワ、同受台、配管等の設置・撤去の費用。
	C－26 注入設備工	緩み土圧抑制材、添加材、裏込注入のためのプラントの設置撤去等の費用。
	C－27 圧気設備工	ビット交換等に伴う圧気工法に使用するブロアー、ロック設備の設置・撤去の費用。

中代価	小代価	内 訳
B－4 水力排土 管理設備工	C－28 送排水管 設置撤去工	送排水配管の設置・撤去の費用。
	C－29 送水ポンプ 据付撤去工	送水ポンプ設備の据付・撤去の費用。
	C－30 排水ポンプ 据付撤去工	排水ポンプ設備の据付・撤去の費用。
	C－31 中継ポンプ 据付撤去工	中継ポンプ設備の据付・撤去の費用。
	C－32 計測機器類 設置撤去工	計測機器類（流量計等）の設置・撤去の費用。
	C－33 送排水設備 損耗機器交換工	推進延長500m以上の砂礫層において、送排水ポンプ、配管材が摩耗による損傷が発生する。その損耗部の交換に要する費用
B－5 水力排土 処理設備工	C－34 排土処理装置 据付撤去工	水槽、攪拌式水槽、ずり分離装置、制御計装設備・装置内ポンプ、配管、土砂搬出設備等の据付・撤去の費用。
	C－35 処理設備 付帯作業工	各処理設備を結ぶ連絡配管及び循環ポンプ制御回線、制御装置の設置撤去並に各機器類の運転調整を行う費用。配管弁類の材料を含む。
	C－36 処理設備 損耗機器交換工	推進延長900m以上の砂礫層において処理設備機器の損耗が発生する。それらの交換に要する費用
B－6 推進水替工	C－37 推進水替工	坑内、立坑水替え運転の費用。 坑内、立坑水替ポンプの設置・撤去の費用。
B－7 障害物 除去工	C－38 障害物除去工	切羽に出現した障害物を除去する費用

5. 代価の構成

代価は、大代価、中代価及び小代価で構成され、その関係は下表に示します。

A 番号	C 番号	主番号		B 番号中代価項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		枝番号	小 代 価 項 目																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	大 代 価 項 目		C M T 推 進 工																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
○	1	管推進工		●	●				○	○	○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

● 印は日進量に関係する項目です。

6. 日進量

(1) 基準日進量

日進量とは、歩掛に示す配置人員によって「1日当たり何m推進できるか」の標準です。日進量算出の要因となるものは、(1)切羽作業工、(2)坑内作業工、(3)坑外作業工の三工種です。

従ってこれらの工種につき、標準的な工法、及び使用する機械器具の標準を設定し、適用機種について、本掘進における合理的な時間を算出します。

尚、他作業と競合してできるものは除外します。

排土方式は、水力排土方式を標準とします。

土質については

- (A) 軟弱土 (N値5未満)、砂質土 (粘土、シルトの含有量20%以上)
- (B) 砂質土、(最大礫径50mm未満、粘土、シルトの含有量20%未満)
- (C) 砂礫土(1)(最大礫径50mm～100mm未満・粘土、シルトの含有量20%未満)
- (D) 砂礫土(2)(最大礫径100mm以上)
- (E) 硬質土 (N値50以上)、岩強度 50MN/m²未満
- (F) 岩強度 50～100MN/m²未満
- (G) 岩強度 100～150MN/m²未満
- (H) 岩強度 150～200MN/m²未満
- (I) 岩強度 200～250MN/m²未満
- (J) 岩強度 250～300MN/m²以下の10種類とします。

※硬質土とは、岩強度20MN/m²未満の土質です。

土質に対する適用カッターヘッドは次表の通りです。

【技術資料P20 (3) 「カッターヘッド」を参照して下さい】

土質	対応掘削ヘッド	添加材使用の有無
A	切削型ヘッド	なし
B	切削型ヘッド・マルチ型ヘッド	あり
C	切削型ヘッド・ローラー、マルチ型ヘッド	あり
D	ローラー型ヘッド	あり
E	切削型ヘッド (20MN/m ² 未満) マルチ型ヘッド	なし
	ローラー型ヘッド	なし
F	ローラー型ヘッド	なし
G	ローラー型ヘッド	なし
H	ローラー型ヘッド	なし
I	ローラー型ヘッド	なし
J	ローラー型ヘッド	なし

※B・C土質においては管径によりヘッドを選択します。

なお、上記土質適用範囲外のものにつきましては別途検討します。

土質別基準日進量表を次表に示します。

(2) 基準日進量算定表

(A) 軟弱土 (N値5未満)、砂質土、(粘土、シルトの含有量が20%以上) 掘進機の仕様：切削型ヘッド

工種		呼び径									
管据付工	管小運搬及び準備工	800	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)
	管吊り下ろし調整	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.40
	配管、配線取付撤去工	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60
	小 計	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	1.00
掘進工	掘削及び推進工	水力排土	0.935	0.935	0.935	0.970	0.970	0.970	1.050	1.090	1.120
	ジャッキ戻し操作	0.30	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.60
	方向修正	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
小 計		水力排土	1.635	1.635	1.635	1.770	1.770	1.770	1.850	1.890	2.120
測 量		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
(1本当たり所要時間) 基準日進量 $2.43 \times 8 \div h$	水力排土	2.835	2.835	2.835	2.835	2.970	2.970	2.970	3.150	3.190	3.620
	水力排土	6.86	6.86	6.86	6.86	6.55	6.55	6.55	6.17	6.09	5.37

- 注 1. () 内は競合時間を示します。
2. 掘削推進工は排土、水力排土管理、作泥管理等の時間を含むものとします。
3. 水力排土方式の仕様時を示します。
4. 水力排土方式において粘土、シルト分の含有量が50%以上の時は、日進量の50%迄の範囲で考慮します。

(B) 砂質土（最大礫径50mm未満、粘土、シルトの含有量が20%未満）掘進機の仕様：切削型ヘッド・マルチ型ヘッド

工種		呼び径									
管据付工	管小運搬及び準備工	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(2.00)
	管吊り下ろし調整	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.40	0.40
	配管、配線取付撤去工	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60	0.60
	小 計	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	1.00	1.00
掘進工	掘削及び推進工	0.535	0.535	0.535	0.595	0.595	0.595	0.665	0.735	0.755	0.775
	ジャッキ戻し操作	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.60
	方向修正	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
小 計		1.235	1.235	1.235	1.395	1.395	1.395	1.465	1.535	1.655	1.775
測 量		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
(1本当たり所要時間) 基準日進量 2.43×8÷h	水力排土	2.435	2.435	2.435	2.595	2.595	2.595	2.765	2.835	3.055	3.275
	水力排土	7.98	7.98	7.98	7.49	7.49	7.49	7.03	6.86	6.36	5.94

- 注 1. () 内は競合時間を示します。
2. 掘削推進工は排土、水力排土管理、作泥管理等の時間を含むものとします。
3. 水力排土方式の仕様時を示します。

(C) 砂礫土(1) (最大礫径50mm以上～100mm未満・粘土、シルトの含有量が20%未満) 掘進機の仕様：切削型ヘッド・マルチ型ヘッド・ローラー型ヘッド

工種		呼び径											
管 据 付 工	管小運搬及び準備工		(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.80)	2000
	管吊り下ろし調整		0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40
	配管、配線取付撤去工		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60
	小 計		0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00
掘 進 工	掘削及び推進工		2.030	2.030	2.030	2.160	2.160	2.160	2.310	2.310	2.310	2.360	2.420
	ジャッキ戻し操作		0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.60
	方向修正		0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	小 計		2.730	2.730	2.730	2.960	2.960	2.960	3.110	3.110	3.110	3.260	3.420
測 量			0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
(1本当りの所要時間) h			3.930	3.930	3.930	4.160	4.160	4.260	4.410	4.410	4.410	4.660	4.920
基準日進量 2.43×8÷h			4.95	4.95	4.95	4.67	4.67	4.56	4.41	4.41	4.41	4.17	3.95

- 注 1. () 内は競合時間を示します。
2. 掘削推進工は排土、水力排土管理、作泥管理等の時間を含むものとします。
3. 水力排土方式の仕様時を示します。

(D) 砂礫土(2) (最大礫径100mm以上) 掘進機の仕様：ローラー型ヘッド

工種		呼び径											
管据付工	管小運搬及び準備工	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000		
	管吊り下ろし調整	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.80)	(2.00)		
	配管、配線取付撤去工	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40		
		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60		
小 計		0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00		
掘進工	掘削及び推進工	3.120	3.120	3.120	3.370	3.370	3.370	3.680	3.680	3.780	3.930		
	ジャッキ戻し操作	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.60		
	方向修正	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40		
小 計		3.820	3.820	3.820	4.170	4.170	4.170	4.480	4.480	4.680	4.930		
測 量		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50		
(1本当たり所要時間) 基準日進量 2.43×8÷h		5.020	5.020	5.020	5.370	5.370	5.470	5.780	5.780	6.080	6.430		
		3.87	3.87	3.87	3.62	3.62	3.55	3.36	3.36	3.20	3.02		

- 注 1. () 内は競合時間を示します。
2. 掘削推進工は排土、水力排土管理、作泥管理等の時間を含むものとします。
3. 水力排土方式の仕様時を示します。
4. 上表によらない土質については、別途詳細検討します。

(E) 硬質土 (N値50以上)、岩強度 50MN/m²未満 掘進機の仕様：切削型ヘッド (岩強度 20MN/m²未満) ・マルチ型ヘッド ・ローラー型ヘッド

工種		呼び径										
		800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	
管 据 付 工	管小運搬及び準備工	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.80)	(2.00)	
	管吊り下ろし調整	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.300	0.300	0.300	0.400	0.400	
	配管、配線取付撤去工	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.600	
	小 計	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.800	0.800	0.800	0.900	1.000	
掘 進 工	掘削及び推進工	2.720	2.720	2.720	2.970	2.970	2.970	3.500	3.500	3.750	4.100	
	ジャッキ戻し操作	0.300	0.300	0.300	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.500	0.600	
	方向修正	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	
	小 計	3.820	3.820	3.820	4.170	4.170	4.170	4.700	4.700	5.050	5.500	
測 量		0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	
(1本当たり所要時間) 基準日進量 2.43×8÷h		5.020	5.020	5.020	5.370	5.370	5.470	6.000	6.000	6.450	7.000	
		3.87	3.87	3.87	3.62	3.62	3.55	3.24	3.24	3.01	2.78	

- 注 1. () 内は競合時間を示します。
2. 掘削推進工は排土、水力排土管理、作泥管理等の時間を含むものとします。
3. 水力排土方式の仕様時を示します。

(F) 岩強度 50～100MN/m²未満 掘進機の仕様：ローラー型ヘッド

工種		呼び径											800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000
管据付工	管小運搬及び準備工	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.80)	(2.00)		
	管吊り下ろし調整	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40			
	配管、配線取付撤去工	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60			
	小 計	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00				
掘進工	掘削及び推進工	3.440	3.440	3.440	3.880	3.880	3.880	3.880	3.880	3.880	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	5.100	6.100			
	ジャッキ戻し操作	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.60				
	方向修正	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30				
	小 計	5.040	5.040	5.040	5.580	5.580	5.580	5.580	5.580	5.580	6.100	6.100	6.100	6.100	6.100	6.100	6.900	8.000				
測 量		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50				
(1本当たり所要時間) 基準日進量 2.43×8÷h		6.240	6.240	6.240	6.780	6.780	6.780	6.780	6.780	6.780	6.880	7.400	7.400	7.400	7.400	7.400	8.300	9.500				
		3.12	3.12	3.12	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.83	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.34	2.05				

注 1. () 内は競合時間を示します。

2. 掘削推進工は排土、水力排土管理、作泥管理等の時間を含むものとします。

3. 水力排土方式の仕様時を示します。

4. 岩質、岩強度、RQD及び最大コア一長等の数値により±30%の範囲で基準日進量の増減を考慮します。
(P27岩盤のRQDと最大コア一長による補正を参照)

(G) 岩強度 100～150MN/m²未満 掘進機の仕様：ローラー型ヘッド

工種		呼び径										
管 据 付 工	管小運搬及び準備工		800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000
			(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.80)	(2.00)
	管吊り下ろし調整		0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40
	配管、配線取付撤去工		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60
小 計			0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00
掘 進 工	掘削及び推進工		5.340	5.340	5.340	6.120	6.120	6.120	7.100	7.100	8.100	9.800
	ジャッキ戻し操作		0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.60
	方向修正		1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
小 計			6.940	6.940	6.940	7.820	7.820	7.820	8.800	8.800	9.900	11.700
測 量			0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
(1本当たり所要時間) h			8.140	8.140	8.140	9.020	9.020	9.120	10.100	10.100	11.300	13.200
基準日進量 2.43×8÷h			2.39	2.39	2.39	2.16	2.16	2.13	1.92	1.92	1.72	1.47

注 1. () 内は競合時間を示します。

2. 掘削推進工は排土、水力排土管理、作泥管理等の時間を含むものとします。

3. 水力排土方式の仕様時を示します。

4. 岩質、岩強度、RQD及び最大コア一長等の数値により±30%の範囲で基準日進量の増減を考慮します。
(P27岩盤のRQDと最大コア一長による補正を参照)

(H) 岩強度 150～200MN/m²未満 掘進機の仕様：ローラー型ヘッド

工種		呼び径	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000
管据付工	管小運搬及び準備工				(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.80)	(2.00)
	管吊り下ろし調整				0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40
	配管、配線取付撤去工				0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60
小 計					0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00
掘進工	掘削及び推進工	水力排土			8.100	9.440	9.440	9.440	12.900	12.900	14.200	15.700
		ジャッキ戻し操作			0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.60
	方向修正				1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
小 計		水力排土			9.850	11.290	11.290	11.290	14.750	14.750	16.150	17.750
測 量					0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
(1本当たり所要時間)		水力排土			11.050	12.490	12.490	12.590	16.050	16.050	17.550	19.250
基準日進量 2.43×8÷h		水力排土			1.76	1.56	1.56	1.54	1.21	1.21	1.11	1.01

注 1. () 内は競合時間を示します。

2. 掘削推進工は排土、水力排土管理、作泥管理等の時間を含むものとします。

3. 水力排土方式の仕様時を示します。

4. 岩質、岩強度、RQD及び最大コアー長等の数値により±30%の範囲で基準日進量の増減を考慮します。
(P27岩盤のRQDと最大コアー長による補正を参照)

5. 800～900mmについては、岩質、RQD、最大コア長等により別途検討いたします。

(I) 岩強度 200～250MN/m²未満 掘進機の仕様：ローラー型ヘッド

工種		呼び径	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000
管据付工	管小運搬及び準備工				(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.80)	(2.00)
	管吊り下ろし調整				0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40
	配管、配線取付撤去工				0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60
小 計					0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00
掘進工	掘削及び推進工				13.000	16.200	16.200	16.200	25.200	25.200	25.400	29.500
	ジャッキ戻し操作				0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.60
	方向修正				1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
小 計		水力排土			14.750	18.050	18.050	18.050	27.050	27.050	27.350	31.550
測 量					0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
(1本当たり所要時間)		水力排土			15.950	19.250	19.250	19.350	28.350	28.350	28.750	33.050
基準日進量 2.43×8÷h		水力排土			1.22	1.01	1.01	1.00	0.69	0.69	0.68	0.59

注 1. () 内は競合時間を示します。

2. 掘削推進工は排土、水力排土管理、作泥管理等の時間を含むものとします。

3. 水力排土方式の仕様時を示します。

4. 岩質、岩強度、RQD及び最大コアー長等の数値により±30%の範囲で基準日進量の増減を考慮します。
(P27岩盤のRQDと最大コアー長による補正を参照)

5. 800～900mmについては、岩質、RQD、最大コアー長等により別途検討いたします。

(J)岩強度 250～300MN/m²以下 掘進機の仕様：ローラー型ヘッド

工種		呼び径										
		800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	
管据付工	管小運搬及び準備工			(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.60)	(1.80)	(2.00)	
	管吊り下ろし調整			0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	
	配管、配線取付撤去工			0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60	
		小 計			0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00
掘進工	掘削及び推進工			21.80	27.00	27.00	27.00	42.20	42.20	42.40	48.20	
	ジャッキ戻し操作			0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.60	
		方向修正			2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	小 計				24.10	29.40	29.40	29.40	44.60	44.60	44.90	50.80
測 量				0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
(1本当たり所要時間) 基準日進量 2.43×8÷h				25.30	30.60	30.60	30.60	30.70	45.90	46.30	52.30	
				0.77	0.64	0.64	0.63	0.42	0.42	0.42	0.37	

- 注 1. () 内は競合時間を示します。
2. 掘削推進工は排土、水力排土管理、作泥管理等の時間を含むものとします。
3. 水力排土方式の仕様時を示します。
4. 岩質、岩強度、RQD及び最大コア一長等の数値により±30%の範囲で基準日進量の増減を考慮します。
(P27岩盤のRQDと最大コア一長による補正を参照)
5. 800～900mmについては、岩質、RQD、最大コア長等により別途検討いたします。
6. 上表によらない岩については、別途詳細検討します。

(3) 基準日進量の補正

積算上の平均日進量は、前項表の基準日進量をもとに、礫径、中押段数、曲線施工及び長距離施工を考慮して補正します。

また、ビット点検、交換の所要時間を加算して平均日進量を算出します。以下に、補正係数を示します。

但し、これらの日進量及び補正值は、過去の実績を慎重に勘案して定めたものですが、施工条件により異なることがあるので適用に当たっては十分な配慮が必要です。

$$\text{平均日進量} = \text{基準日進量} \times \alpha \times \beta \times \gamma \times \delta$$

1) 礫径による補正係数 (α)

管径に対して地盤の最大礫径により補正します。

CMT工法は基本的に面板加圧方式を採用しているため地山を緩めることなく掘進することが可能です。従って、礫径に左右されることが少なく、礫径が大きくなるに従い、岩盤推進に近くなります。

最大礫径 (mm) 呼径 (mm)	50～100 以上 未満	100～120 以上 以下
800	0.85	0.8

最大礫径 (mm) 呼径 (mm)	50～100 未満	100～150 以上 未満	150～200 以上 未満	200～250 以上 未満	250～300 以上 未満
900	1.0	0.90	0.85	0.80	0.75
1000～2000	1.0	0.95	0.90	0.85	0.80

最大礫径 (mm) 呼径 (mm)	300～350 以上 未満	350～400 以上 未満	400～500 以上 未満	500～600 以上 以下
1000～2000	0.75	0.7	0.65	0.6

- (注) ・ 100mm以上の礫率と転石率の合計が60%を超える場合は、その比率によって1ランク～2ランク右側の値を採用します。
・ 呼び径800mm適用最大礫径は120mm以下とします。
・ 最大礫径が上表によらない場合は、別途詳細検討します。

2) 中押段数による補正係数 (β)

管径に対する中押使用段数による補正係数は下表とします。
但し、計算は逓減率で行います。

工 法 呼び径 (mm)	元 押 工 法	中 押 工 法 1 段	中 押 工 法 2 段	中 押 工 法 3 段	中 押 工 法 4 段
800	1.00	0.90	0.85	—	—
900	1.00	0.90	0.85	0.75	—
1000	1.00	0.92	0.90	0.88	0.86
1100	1.00	0.92	0.90	0.88	0.86
1200	1.00	0.92	0.90	0.88	0.86
1350	1.00	0.92	0.90	0.88	0.86
1500	1.00	0.92	0.90	0.88	0.86
1650	1.00	0.92	0.90	0.88	0.86
1800	1.00	0.94	0.92	0.90	0.88
2000	1.00	0.94	0.92	0.90	0.88

(注) 中押装置の取付、撤去日数は供用日に加算します。

3) 曲線施工による補正係数 ($\gamma_1 \cdot \gamma_2$)

曲線推進に対しての補正は、下記の補正係数の積とします。

① 曲線と直線の推進速度比による補正係数 (γ_1)

② 曲線長による補正係数 (γ_2)

$$\gamma = \gamma_1 \times \gamma_2$$

① 曲線と直線の推進速度比による補正係数 (γ_1)

呼び径(mm) 曲線半径	補正係数 (γ_1)			
	800 }	1100 }	1350 }	1650 }
	1000	1200	1500	2000
30	0.62	0.62	0.62	
40	0.64	0.64	0.64	
50	0.64	0.64	0.64	
60	0.67	0.67	0.67	0.70
80	0.67	0.67	0.67	0.72
100	0.70	0.70	0.70	0.74
150	0.72	0.72	0.72	0.76
200	0.75	0.75	0.75	0.78
250	0.77	0.77	0.77	0.80
300	0.81	0.81	0.81	0.84
350	0.85	0.85	0.85	0.88
400	0.88	0.88	0.88	0.92
500	0.95	0.95	0.95	0.98

- (注)
- ・ 中間値は小さい方の値をとります。
 - ・ 曲線半径500mを超える場合は補正いたしません。
 - ・ 上表によらない場合は、別途詳細検討します。

② 曲線長による補正係数 (γ_2)

曲線長	係数 γ_2
50m未満	0.95
50m以上～100m未満	0.90
100m以上～150m未満	0.85
150m以上～200m未満	0.80
200m以上～250m未満	0.75
250m以上～300m未満	0.70
300m以上	0.65

- (注)
- ・ 曲線半径350mを超える場合は補正いたしません。

4) 長距離推進による補正係数 (δ)

土質により推進延長に対する補正を行います。計算は逓減率で計算します。
但し、施工距離の目安は技術資料(4-16の①)参照下さい。

推進距離	土質区分 (A) (B) (C)			
	800	900	1000～1500	1650～2000
100m未満	1.00	1.00	1.00	1.00
100m～200m以下	1.00	1.00	1.00	1.00
200m～300m以下	0.95	0.95	1.00	1.00
300m～400m以下	0.85	0.85	1.00	1.00
400m～500m以下	0.75	0.75	0.95	0.90
500m～600m以下	(0.70)	0.70	0.90	0.85
600m～700m以下	—	(0.65)	0.85	0.80
700m～800m以下	—	—	0.80	0.75
800m～900m以下	—	—	0.75	0.70
900m～1000m以下	—	—	0.70	0.65
1000m～1100m以下	—	—	0.65	(0.60)
1100m～1200m以下	—	—	(0.60)	—

※()内A,B土質

推進距離	土質区分 (D)			
	800	900	1000～1500	1650～2000
100m未満	0.90	0.90	1.00	1.00
100m～200m以下	0.85	0.85	0.90	1.00
200m～300m以下	—	—	0.85	0.90
300m～400m以下	—	—	0.80	0.85
400m～500m以下	—	—	0.75	0.80
500m～600m以下	—	—	—	0.75
600m～700m以下	—	—	—	0.70
700m～800m以下	—	—	—	—

推進距離	土質区分 (E) (F)			
	800	900	1000～1500	1650～2000
100m未満	1. 00	1. 00	1. 00	1. 00
100m～200m以下	0. 90	1. 00	1. 00	1. 00
200m～300m以下	0. 85	0. 95	0. 90	0. 90
300m～400m以下	0. 75	0. 85	0. 85	0. 85
400m～500m以下	0. 65	0. 75	0. 80	0. 80
500m～600m以下	—	—	0. 75	0. 75
600m～700m以下	—	—	0. 70	—
700m～800m以下	—	—	—	—

推進距離	土質区分 (G) (H)			
	800	900	1000～1500	1650～2000
100m未満	1. 00	1. 00	1. 00	1. 00
100m～200m以下	0. 90	0. 90	1. 00	1. 00
200m～300m以下	0. 85	0. 85	0. 90	0. 90
300m～400m以下	—	—	0. 80	0. 80
400m～500m以下	—	—	0. 70	0. 70
500m～600m以下	—	—	0. 60	—
600m～700m以下	—	—	—	—

推進距離	土質区分 (I) (J)			
	800	900	1000～1500	1650～2000
100m未満	—	—	1. 00	1. 00
100m～200m以下	—	—	0. 90	0. 90
200m～300m以下	—	—	0. 80	0. 80
300m～400m以下	—	—	0. 70	0. 70
400m～500m以下	—	—	0. 60	—
500m～600m以下	—	—	—	—

5) 岩盤のRQDと最大コア一長による補正

岩盤推進の基準日進量はRQD50～100%、最大コア一長は50cm未満を基準（補正係数=1）としています。

従って上記範囲の外においては、下表で基準日進量を補正します。

対象土質は土質(F), (G), (H), (I), (J)とします。

日進量補正係数				
RQD (%)	最大コア一長			
	25cm未満	25～50cm未満	50～75cm未満	75～100cm
75～100	1.0		0.85	0.7
50～75				—
25～50	1.2	1.08	—	—
0～25	1.3	—	—	—

6) 基準日進量のその他の補正

(イ) 半岩半土地盤の補正

切羽断面の上部が土砂で下部が岩盤の場合、掘進機先端が上部の土砂部に流れようとするので、下部の岩盤に十分な押付力がとれません。

故に、半岩半土区間は補正係数を0.5にします。

(ロ) 岩石試験の優先

岩掘進で、引張り試験（割裂試験）を行った場合は、その試験結果より経験的に日進量を決定します。

(ハ) 発注者（見積依頼者）の指示

基準日進量の補正項目について発注者、又は見積依頼者が項目の削除や挿入を求めた場合、それを考慮します。

(ニ) 新技術の開発による補正

新技術の開発によって、基準日進量の算出基礎そのものに、変更が生じた場合は、その新技術が適用される工事に限定して、その根拠を示して基準日進量を変更します。

※ 技術革新の速度が速いため、1年ごとの改定では積算資料の改定が追いつかないのと、新技術の領域が多種多域にわたるため、標準的な施工法を基準とした積算ではカバーできません。そのような最先端技術の工事に対応するためです。

(ホ) 特殊施工条件による補正

障害物の除去、急勾配推進、大深度推進或いは低土被り推進等の特殊条件下の工事は、過去の実績や作業時間の積み上げで、その工事に限定して別途日進量を決定します。

7) 供用日の補正

(イ) 掘進機の組み立て据え付け

掘進機を発進立坑底で組み立てた場合、実働日数を分割数により3～5日加算します。

(ロ) 掘進機の分割引き揚げ

掘進機を到達立坑で分割引き揚げした場合、実働日数を分割数により1～3日加算します。

(ハ) ビット等交換日数

切羽点検をおこなったり、坑内で掘進機の中からビット交換をする日数は別表に示す日数を基準として実働日数を加算します。

8) 労務単価、機器価格と損料率

労務単価、機器価格や損料率について、発注者（又は見積依頼者）が別途基準を示した場合は、これを考慮します。

7. 職種別人員配置

CMT工法の標準歩掛の作成に当たり、排土方式別の日進量算出の工程について採用した、作業員の職種及びその作業内容の概要は下表の通りです。

なお、元押しジャッキは多段ジャッキとします。

(1) 水力排土方式(一次処理まで)

配置人員は、昼間8時間作業の標準

工種	職種	作業内容	管径別配置人員（人）		摘要
			800～1100	1200～2000	
切羽作業工	トンネル特殊工	掘進機運転操作	—	(1.0)	
坑内作業工	トンネル世話役	総指揮	1.0	1.0	
	トンネル特殊工	掘進機運転操作 管据付接合、中押装置の設置及び操作、油圧機器操作、ポンプ操作、管勾配の修正、排土機器の調整	2.0	2.0	
	トンネル作業員	管据付手伝い 排土機器調整手伝い 坑内運搬	1.0	1.0	
坑外作業工	特殊作業員	クレーンの運転保守	1.0	—	
	運転手(特殊)		—	1.0	
	特殊作業員	電気機器の保守点検。 処理設備運転保守 積み込み機械の運転操作 緩み土圧抑制材調合	1.0	1.0	
	普通作業員	運転手、特殊作業員の手伝い。	1.0	1.0	
計			7.0	7.0	
			—	(8.0)	

- 注) 1. 切羽作業工の()内数値は、機内運転操作の掘進機を使用した場合。
2. 管径1100mm以下は運転手(特殊)を特殊作業員とします。

8. 積算代価様式

(1) 大代価… (A代価)

A-1 管推進工

CMT推進工

呼び径 () mm

路線延長 () m (マンホール中心間隔)

管体延長 () m

推進延長 () m

(一式)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
推進工法用 鉄筋コンクリート管	φ mm	本				
先頭管	φ mm	本	1.0			
中押用管	φ mm	本				
推力伝達材	φ mm	組				
管推進工	φ mm	式	1.0			B-1
管布設工	φ mm	m				積算より除外
推進仮設備工	φ mm	式	1.0			B-3
水力排土管理設備工		式	1.0			B-4
水力排土処理設備工		式	1.0			B-5
推進水替工		式	1.0			B-6
障害物除去工		式	1.0			B-7
計						

備考：先頭管と掘進機との接続は、JC管使用となっております。

：推力伝達材は、18mm×360° (9mm2枚重ね)、5.5mm×90° (上下2枚)を標準として
おります。

(2) 中代価・・・(B代価)

B-1 管推進工

(一式)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
切羽作業工		m				C-1
坑内作業工		m				C-2
坑外作業工		m				C-3
発生土処理工		式	1.0			C-4
裏込注入工		m				C-5
目地モルタル工		箇所				C-6
ビット、クラッシャ 損料・交換工		式	1.0			C-7
機械器具損料その1		式	1.0			別紙機損表
電力料(機械器具損料その1)		式	1.0			別紙機損表
計						

備考： ビット損料及びクラッシャ損耗費は掘進機損料に含んでいません。

B-3 推進仮設備工

(一式)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
支圧壁工		箇所				C-8
クレーン設備工		箇所				C-9
発進坑口工		箇所				C-10
到達坑口工		箇所				C-11
鏡切り工		箇所				C-12
推進用機器据付撤去工		箇所				C-13
掘進機発進用受台工		箇所				C-14
掘進機引上用受台工		箇所				C-15
掘進機一体据付工		台				C-16
掘進機分割据付組立工		台				C-17
掘進機一体搬出工		台				C-18
掘進機分割搬出工		台				C-19
掘進機組立整備工(反転用)		台				C-20
中押装置設備工		箇所				C-21
ガラ搬出工		式	1.0			C-22
ガラ運搬処理工		式	1.0			C-23
通信配線設備工		式	1.0			C-24
換気設備工		式	1.0			C-25
注入設備工		箇所				C-26
圧気設備工		式	1.0			C-27
計						

備考： 中押設備工、圧気設備工および添加材用の注入設備工は必要時のみ計上します。

B-4 水力排土管理設備工

(一式)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
送排泥管設置撤去工		式	1.0			C-28
送水ポンプ据付撤去工		台				C-29
排水ポンプ据付撤去工		台				C-30
中継ポンプ据付撤去工		台				C-31
計測機器類設置撤去工		式	1.0			C-32
送排水設備 損耗機器交換工		式	1.0			C-33
機械器具損料その3		式	1.0			別紙機損表
電力料(機械器具損料その3)		式	1.0			別紙機損表
計						

B-5 水力排土処理設備工

(一式)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
排土処理装置据付 撤去工		式	1.0			C-34
処理設備付帯作業工		式	1.0			C-35
処理設備 損耗機器交換工		式	1.0			C-36
機械器具損料その4		式	1.0			別紙機損表
電力料(機械器具損料その4)		式	1.0			別紙機損表
計						

B-6 推進水替工

(一式)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
推進水替工		式	1.0			C-37
計						

B-7 障害物除去工

(一式)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
障害物除去工		日				C-38
計						

(3) 小代価… (C代価)

C-1 切羽作業工

(1 m当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
トンネル特殊工		人				歩掛表
計						1日当たり
1 m当たり						計/日進量

歩掛表 (1日当たり)

凡 例
排土方式による分類
水力排土方式

	トンネル特殊工 (人)
水力排土方式	0(1.0)

() 内は機内操作方式に適用します。

C-2 坑内作業工

(1 m当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
トンネル世話役		人				歩掛表
トンネル特殊工		人				歩掛表
トンネル作業員		人				歩掛表
緩み土圧抑制材		ℓ				1 m当たりの 注入量×日進量
諸雑費		式	1.0			坑内作業労務費に率 を乗ずる (坑内作業諸雑費率 表参照)
計						1日当たり
1 m当たり						計/日進量

歩掛表 (1日当たり・人)

適用管径	排土方式	トンネル 世話役	トンネル 特殊工	トンネル 作業員
800～2000	水力排土方式	1.0	2.0	1.0

備考： 曲線推進においてトンネル特殊工を1～2人増員することがあります。

坑内作業諸雑費率表 (％)

適用 呼び径	元押 中押段数	施工区分		
		昼間施工	夜間施工	昼夜間施工
800 }	元押	4	3	2
	中押1段	6	4	2
	中押2段	9	6	3
	中押3段	11	8	4
	中押4段	13	9	5
1650 }	元押	5	4	2
	中押1段	7	5	3
	中押2段	10	7	4
	中押3段	13	9	5
	中押4段	15	10	5

緩み土圧抑制材注入工

【技術資料P25 3-3(1)、P91 4-12(1)「注入工」を参照して下さい】

緩み土圧抑制材の注入量は土質別、推進距離別に、下表の通りとします。

(1) 土質別

- ・ A, B, C, E, F, G, H, I, J…標準注入量
- ・ D…標準注入量の50%増し

(2) 距離別

- ・ 250m未満…土質別注入量に同じ
- ・ 250m～500m…土質別注入量の10%増し
- ・ 500m以上…250m単位で10%ずつ増加させます

緩み土圧抑制材標準配合表（一液注入方式） (1 m³当たり)

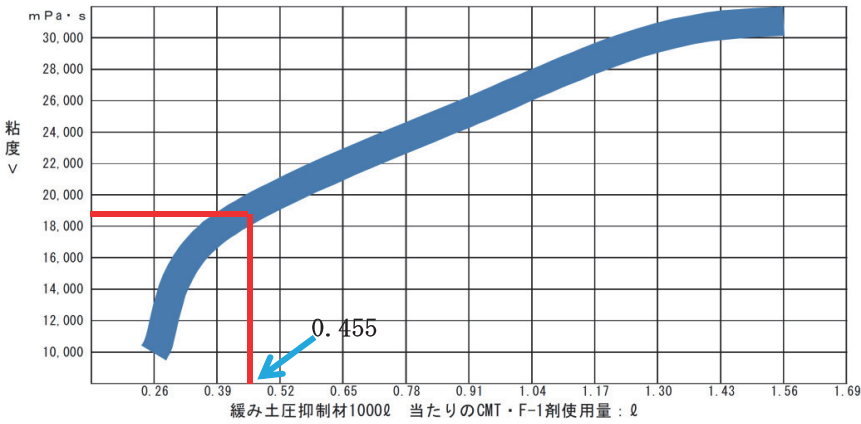
材料名	形状寸法	単位	数量
粘土	200#	kg	450
クニゲル	250#	kg	187.5
増粘材	CMC	kg	4.0
水		ℓ	790
計			
1 ℓ当たり			

緩み土圧抑制材標準配合表（二液注入方式）

(1000ℓ当たり)

	配 合	品 名	使用量
A 液	870 ℓ	粘土	261 k g
		クニゲル	72.5 k g
		水	737.8 k g
B 液	130 ℓ	CMT・F-1 剤	[B] ℓ
		水	130-[B] ℓ
合計	1000 ℓ		1000 ℓ

緩み土圧抑制材の粘性度VとCMT・F-1剤の使用量 [B] ℓ （1000ℓ当たり）



緩み土圧抑制剤の粘度は、80,000～25,000mPa・sの範囲で使用しますが、積算上は19,000mPa・sを標準とします。

『CMT工法では、経済性を考慮して二液注入方式を標準とします。』

緩み土圧抑制材注入量表

(ℓ/m)

推進延長	適用土質	呼び径					
		800	900	1000	1100	1200	1350
250m未満	土質D以外	46	52	57	62	68	76
	土質D	69	78	86	93	102	114
250m～500m 未満	土質D以外	51	57	63	68	75	84
	土質D	76	86	95	102	112	125
500m～750m 未満	土質D以外	55	62	68	74	82	91
	土質D	83	94	103	112	122	137
750m～1000m 未満	土質D以外			74	81	88	99
	土質D			112	121	133	148
1000m～1250m 未満	土質D以外			80	87	95	106
	土質D			120	130	143	160

(※) Φ800mmは550m、Φ900mmにおいては650mを施工距離上限の目安とします。

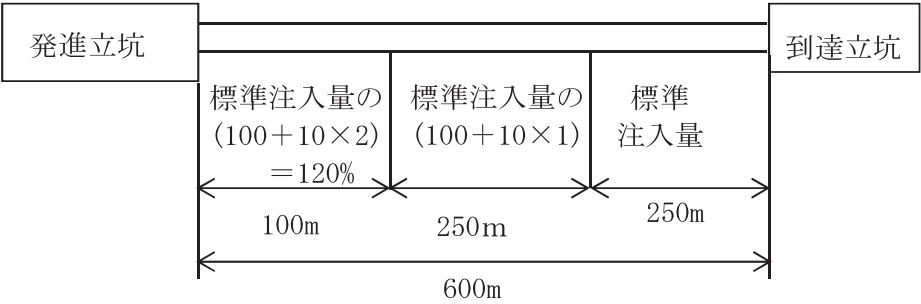
(ℓ/m)

推進延長	適用土質	呼び径 (mm)			
		1500	1650	1800	2000
250m未満	土質D以外	85	93	101	111
	土質D	128	140	152	167
250m～500m 未満	土質D以外	94	102	111	122
	土質D	141	154	167	184
500m～750m 未満	土質D以外	102	112	121	133
	土質D	154	168	182	200
750m～1000m 未満	土質D以外	111	121	131	144
	土質D	166	182	198	217
1000m～1250m 以下	土質D以外	119	130	141	155
	土質D	179	196	213	234

長距離推進における緩み土圧抑制材注入量の算定例

- 距離別 ・ 250m未満 …土質別注入量に同じ
・ 250m～500m…土質別注入量の10%増し
・ 500m以上 …250m単位で更に10%ずつ増加させます

一例 600mの場合



※ 1 m当たりの平均注入量の算定

① 先頭管から250m区間 → $1.0 \times 250 A = 250 A$

② 次の250m区間
10%増量=1.1 → $1.1 \times 250 A = 275 A$

③ 残りの100m
20%増量=1.2 → $1.2 \times 100 A = 120 A$

④平均注入量
 $\ell = (250+275+120) A / 600 = 1.075 A$

1 m当たりの標準注入量をAとします。

C-3 坑外作業工

(1 m当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
添加材材料費		ℓ				注入量表
特殊作業員		人				歩掛表
運転手(特殊)		人				歩掛表
普通作業員		人				歩掛表
計						1日当たり
1 m当たり						計/日進量

歩掛表(1日当たり・人)

適用管径	排土方式	運転手 (特殊)	特殊 作業員	普通 作業員
800～1100	水力排土方式	—	2.0	1.0
1200～2000	水力排土方式	1.0	1.0	1.0

添加材注入工

【技術資料P95(3)「添加材注入工」を参照して下さい】

添加材は透水係数 10^{-2} cm/sec以上や土質(C)(D)において、シルト、粘土分の含有量が15%未満の場合、切羽に注入します。
標準注入量を下表に示します

水力排土方式による添加材標準注入量

m³ / 掘削地山m³

地山のシルト 粘土含有割合(%)	5未満	5以上	10以上
		10未満	15未満
面板型	0.17	0.14	0.11

水力排土方式による管径別添加材標準注入量

ℓ/m

地山のシルト 粘土含有 割合 (%) 呼び径 (mm)	面板型		
	5未満	5以上 10未満	10以上 15未満
800	131	108	85
900	164	135	106
1000	202	166	131
1100	240	197	155
1200	284	234	184
1350	423	348	274
1500	437	360	283
1650	523	431	339
1800	617	508	399
2000	756	623	489

添加材標準配合表

※緩み土圧抑制材と同じ材料を使用します。

【積算資料P34～P35、「緩み土圧抑制材標準配合表」を参照して下さい】

C－4 発生土処理工

1 式当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
残土処分工		m ³				C－4－1
泥水処分工		m ³				C－4－2
凝集剤及び中和剤		m ³				C－4－3
計						

C－4－1 残土処分工

1 式当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
ダンプトラック運転工（一般）		m ³				C－4－1－1
ダンプトラック運転工（産廃）		m ³				C－4－1－2
積込機運転工		m ³				C－4－1－3
一般残土投棄料		m ³				
産廃残土投棄料		m ³				
固化材		kg				
計						

備考：残土処分量は水力排土計算書により算出された残土量を計上します。

固化材添加量（参考） 1m³当たり65kg

C-4-1-1 ダンプトラック運転工（機械積込）

1 m³当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
ダンプトラック運転（一般）		日				C 4-1-1-1
計						10m ³ 当 (2t・4t積)
						100m ³ 当 (10t積)
1 m ³ 当たり						計/10m ³ 当 (2t・4t積)
						計/100m ³ 当 (10t積)

C-4-1-2 ダンプトラック運転工（機械積込）

1 m³当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
ダンプトラック運転（産廃）		日				C 4-1-1-1
計						10m ³ 当 (2t・4t積)
						100m ³ 当 (10t積)
1 m ³ 当たり						計/10m ³ 当 (2t・4t積)
						計/100m ³ 当 (10t積)

C-4-1-1-1 ダンプトラック運転代価

1 日当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
運転手（一般）		人	1.0			
軽油		ℓ				2t車 21(ℓ/日)
						4t車 32(ℓ/日)
						10t車 58(ℓ/日)
ダンプトラック損料	〇t積	日				2t車 1.29
						4t車 1.29
						10t車 1.29
タイヤ損耗費		日				2t車 1.29
						4t車 1.29
						10t車 1.29
計						

1) ダンプトラック（2 t）による運搬

① 土砂運搬歩掛

ダンプトラック（2 t 積車）による土砂10m³当たりの運搬日数は下表を標準とします。

1 0 m³当たり運搬日数（土砂）

積込機種・規格	小型バックホウ クローラ型・排ガス対策型（第2次基準値）山積0.13㎡（平積0.1㎡）									
運搬機種・規格	ダンプトラック 2 t 車									
D I D区間：なし										
運搬距離(km)		0.5以下	1.0以下	1.5以下	2.0以下	2.5以下	3.5以下	4.5以下	5.5以下	7.0以下
運搬日数(日)		0.5	0.6	0.65	0.75	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3
運搬距離(km)		9.0以下	12.0以下	17.0以下	20.0以下					
運搬日数(日)		1.5	1.8	2.3	3.0					
D I D区間：あり										
運搬距離(km)		0.5以下	1.0以下	1.5以下	2.0以下	2.5以下	3.0以下	4.0以下	5.0以下	6.5以下
運搬日数(日)		0.5	0.6	0.65	0.75	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3
運搬距離(km)		8.0以下	11.0以下	15.0以下	20.0以下					
運搬日数(日)		1.5	1.8	2.3	3.0					

- 注
- 1. 上表は地山10m³の土量を運搬する日数です。
 - 2. 運搬距離は片道であり、往路と復路が異なる場合は、その平均値とします。
 - 3. 自動車専用道路を利用する場合には、別途考慮します。
 - 4. DID（人口集中地区）は、総務省統計局の国勢調査報告書資料添付の人口集中地区境界図によります。
 - 5. 運搬距離が20kmを超える場合は、別途考慮します。

2) ダンプトラック（4 t）による運搬

① 土砂運搬歩掛

ダンプトラック（4 t 積車）による土砂10m³当たりの運搬日数は下表を標準とします。

1 0 m³当たり運搬日数（土砂）

積込機種・規格		バックホウ クローラ型・排ガス対策型（第2次基準値）山積0.28m ³ （平積0.2m ³ ）								
運搬機種・規格		ダンプトラック 4 t 車								
D I D 区間：なし										
運搬距離(km)		0.5以下	1.0以下	2.0以下	3.0以下	4.5以下	6.5以下	10.0以下	13.0以下	19.0以下
運搬日数(日)		0.25	0.3	0.35	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
運搬距離(km)		20.0以下								
運搬日数(日)		1.5								
D I D 区間：あり										
運搬距離(km)		0.5以下	1.0以下	2.0以下	3.0以下	4.5以下	6.5以下	9.0以下	12.0以下	17.0以下
運搬日数(日)		0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1
運搬距離(km)		20.0以下								
運搬日数(日)		1.5								

- 注
1. 上表は地山10m³の土量を運搬する日数です。
 2. 運搬距離は片道であり、往路と復路が異なる場合は、その平均値とします。
 3. 自動車専用道路を利用する場合は、別途考慮します。
 4. DID（人口集中地区）は、総務省統計局の国勢調査報告書資料添付の人口集中地区境界図によります。
 5. 運搬距離が20kmを超える場合は、別途考慮します。
 6. 軟岩、硬岩は別途考慮します。

3) ダンプトラック (10 t) による運搬

① 土砂運搬歩掛

ダンプトラック (10 t 積車) による土砂100m³当たりの運搬日数は下表を標準とします。

1 0 0 m ³ 当たり運搬日数（土砂）										
積込機種・規格	バックホウ クローラ型・排ガス対策型(第1次基準値) 山積0.45m ³ (平積0.35m ³)									
運搬機種・規格	ダンプトラック 1 0 t 車									
D I D区間：なし										
運搬距離(km)		0.5以下	1.0以下	1.5以下	2.0以下	2.5以下	3.5以下	4.5以下	5.5以下	7.0以下
運搬日数(日)		1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1	2.4	2.7
運搬距離(km)		9.0以下	12.5以下	18.5以下	34.5以下	60以下				
運搬日数(日)		3.1	3.8	4.7	6.3	9.4				
D I D区間：あり										
運搬距離(km)		0.5以下	1.0以下	1.5以下	2.0以下	2.5以下	3.0以下	4.0以下	5.0以下	6.5以下
運搬日数(日)		1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1	2.4	2.7
運搬距離(km)		8.5以下	11.5以下	16.5以下	27以下	60以下				
運搬日数(日)		3.1	3.8	4.7	6.3	9.4				

- 注 1. 上表は地山100m³の土量を運搬する日数です。
2. 運搬距離は片道であり、往路と復路が異なる場合は、その平均値とします。
3. 自動車専用道路を利用する場合は、別途考慮します。
4. DID (人口集中地区) は、総務省統計局の国勢調査報告書資料添付の人口集中地区境界図によります。
5. 運搬距離が60kmを超える場合は、別途考慮します。
6. 軟岩、硬岩は別途考慮します。

4) 標準車両の諸元

標準車両の諸元

車種	寸法		最小回転半径 (m)
	車幅 (m)	車長 (m)	
ダンプトラック 2 t 車	1.7	4.7	5.0
ダンプトラック 4 t 車	2.2	5.6	5.0
ダンプトラック 10 t 車	2.5	7.7	6.8

C-4-1-3 積込機運転工 (小型バックホウ〇〇m³)

1 m³当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
軽油		ℓ				
運転手 (特殊)		人				
機械器具損料		日				
計						

備考 使用する積込機と運搬車両との関係は次表の通りです。

バックホウ規格	ダンプトラック規格	
クローラー型・排ガス対策型 (第一次基準値)	運搬機種	1日当たり運搬量
山積0.13m ³ (平積0.10m ³)	2t積	積算資料 P40～P42 運搬土量を参照
山積0.28m ³ (平積0.20m ³)	4t積	
山積0.45m ³ (平積0.35m ³)	10t積	

C-4-2 泥水処分工

1 式当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
泥水運搬工		m ³				C-4-2-1
泥水処分費		m ³				
計						

備考 泥水処分量は水力排土計算書により算出された泥水量を計上します

C-4-2-1 泥水運搬工（バキューム車）

1 m³当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
運転手（一般）		人	1.0			
燃料費		ℓ				
機械損料		日	1.33			
計						1日当たり
1 m ³ 当たり						計/A

A：1日当たり運搬量

備考

A=100/B

B：100m³当たりの運搬日数

燃料消費量

汚泥吸排車8t車：224kW×0.053ℓ/kW×6.7h=80ℓ

汚泥吸排車：135kW×0.053ℓ/kW×6.7h=48ℓ

3.1～3.5t車

泥水100m³当たり運搬日数（泥水）

（汚泥吸排車8t車）

積込機種・規格	汚泥吸排車 吸入管径75mm				
運搬機種・規格	汚泥吸排車8t				
D I D区間：なし					
運搬距離(km)	2.7以下	7.2以下	16.2以下	28.4以下	60.0以下
運搬日数(日)	2.2	2.6	3.2	4.3	6.5
D I D区間：あり					
運搬距離(km)	2.6以下	6.7以下	14.4以下	24.5以下	60.0以下
運搬日数(日)	2.2	2.6	3.2	4.3	6.5

（汚泥吸排車3.1t～3.5t車）

積込機種・規格	汚泥吸排車 吸入管径75mm						
運搬機種・規格	汚泥吸排車3.1t～3.5t						
D I D区間：なし							
運搬距離(km)	2.2以下	4.3以下	7.5以下	12.7以下	24.4以下	41.3以下	60.0以下
運搬日数(日)	3.9	4.5	5.2	6.3	7.8	10.4	15.6
D I D区間：あり							
運搬距離(km)	2.1以下	4.1以下	7.0以下	11.6以下	20.3以下	32.6以下	60.0以下
運搬日数(日)	3.9	4.5	5.2	6.3	7.8	10.4	15.6

注 1. 上表は泥水100m³の土量を運搬する日数です。

2. 運搬距離は片道であり、往路と復路が異なる場合は、その平均値とします。

3. 自動車専用道路を利用する場合は、別途考慮します。

4. DID（人口集中地区）は、総務省統計局の国勢調査報告書資料添付の人口集中地区境界図によります。

5. 運搬距離が60kmを超える場合は、別途考慮します。

C-4-3 凝集剤及び中和剤

(1式当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
高分子凝集剤		kg				
塩化カルシウム		kg				
計						

備考：添加量（参考）

処分泥水量1m³当たり

- ・ 高分子凝集剤 : 0.5kg
- ・ 塩化カルシウム : 1.3kg

C-5 裏込注入工

(1m当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
トンネル世話役		人				歩掛表
トンネル作業員		人				歩掛表
特殊作業員		人				歩掛表
普通作業員		人				歩掛表
裏込材料		ℓ				注入量表
機械器具損料その1		式			その1に含む	別紙機損表
諸雑費		式				裏込注入工労務費に率を乗じます。諸雑費率表参照
計						1日当たり
1m当たり						計/日進量

備考： 諸雑費は、グラウトホース、グラウトバルブ等の費用として、労務費に裏込め注入諸雑費率を乗じた費用を計上します。

裏込材注入量（標準注入量）

【技術資料P94（2）「裏込注入工」を参照して下さい】

【技術資料】(2)「表-2-1-1」を参照してください。							
呼び径 (mm)		800	900	1000	1100	1200	1350
管厚 (mm)		80	90	100	105	115	125
管外径 (m)		0.96	1.08	1.20	1.31	1.43	1.60
注入範囲 (m)		0.98	1.10	1.22	1.33	1.45	1.62
注 入 量 (ℓ/m)	C・D土質外	30	34	38	41	45	51
	C・D土質	46	51	57	62	68	76

呼び径 (mm)		1500	1650	1800	2000
管厚 (mm)		140	150	160	175
管外径 (m)		1. 78	1. 95	2. 12	2. 35
注入範囲 (m)		1. 80	1. 97	2. 14	2. 37
注 入 量 (ℓ/m)	C・D土質外	56	62	67	74
	C・D土質	84	92	100	111

裏込注入諸雑费率表 (%)

適用 呼び径 (mm)	元押 中押段数	施工区分	
		昼間施工	夜間施工
800 }	元押	3	2
	中押1段	5	3
	中押2段	7	5
	中押3段	9	7
	中押4段	10	8
1650 }	元押	4	3
	中押1段	6	4
	中押2段	8	6
	中押3段	10	8
	中押4段	12	9

裏込注入歩掛表 (人)

種目 呼び径 (mm)	トンネル 世話役	トンネル 作業員	特殊 作業員	普通 作業員
800～2000	1.0	2.0	1.0	2.0

8時間当たり裏込注入日進量 m/日

呼び径(mm)	800	900	1000	1100	1200	1350
注 入 延 長	63.0	59.0	55.0	55.0	52.0	52.0

呼び径(mm)	1500	1650	1800	2000
注 入 延 長	52.0	48.0	48.0	44.0

裏込注入材標準配合表 1 m³当たり

材料名	形状寸法	単位	数量
セメント		kg	500
混合型裏込材		kg	125
水		ℓ	800
計			
1 ℓ当たり			

C-6 目地モルタル工

(1箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
モルタル工	(配合1:2)	m ³				歩掛表
トンネル世話役		人				歩掛表
トンネル作業員		人				歩掛表
計						100箇所当たり
1箇所当たり						計/100

目地モルタル歩掛表（直線部）（100箇所当たり）

呼び径 (mm)	トンネル 世話役(人)	トンネル 作業員(人)	モルタル工 (m ³)	摘 要
800	2.3	23.4	0.12	
900	2.6	25.6	0.13	
1000	3.9	38.6	0.13	
1100	4.0	40.2	0.14	
1200	4.2	41.8	0.15	
1350	4.4	44.1	0.18	
1500	4.7	46.5	0.20	
1650	4.9	48.8	0.21	
1800	5.1	51.2	0.23	
2000	5.7	57.1	0.25	

注）目地及び注入孔2箇所て1箇所とします

曲線部及び曲直部は、以下のように求めています。

計算事例

φ1000mm 曲線半径200mの場合

1) 曲線部のモルタル量

曲線部では曲線部内側で緩衝材幅は最小0.9cm となります。

目地の最大開き幅 S は、

$$S = (2 \cdot \ell \cdot D) / (2 \cdot R - D)$$

D：管端面の外径(cm) ℓ：推進管長(cm) R：曲率半径(cm)

よって、 S = 1.432(cm)

目地平均開きは $0.9 + (1.432/2) \div 1.62\text{cm}$ となります。

これを係数として、 $0.13\text{m}^3 \times 1.62 \div 0.21\text{m}^3$ となります。

2) 曲直部のモルタル量

曲直部目地量とは、曲線から直線になる部分の目地量を言います。

別紙推力計算書抜粋、表-2 曲進後の直進伝達推力計算表より

圧密残り高さ h = 1.17 cmの場合

曲直後の直線部分は $0.13\text{m}^3 \times 1.17 \div 0.152\text{m}^3$ となります。

C-7 ビット・クラッシャー損料、交換工

(1式当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
ビット損料		式	1.0			
ビット交換費		式	1.0			
クラッシャー損料		式	1.0			
クラッシャー交換費		式	1.0			
計						

ビット交換歩掛 (1日当たり)

種 目	単 位	数 量
トンネル世話役	人	1.0
トンネル特殊工	人	2.0
トンネル作業員	人	3.0

ローラービット交換日数 1個当たり

種 目	単 位	日 数
フェースローラー A	日	1.0
フェースローラー B	日	1.5
センターローラー A	日	2.0
センターローラー B	日	2.5
ゲージカッター A	日	0.5
ゲージカッター B	日	1.0

* 呼び径1650mmのセンターローラーはA型です。

* センターローラーはツーコーン型を基本とします。

フェースローラーとボックス型切削ビットの交換工

ローラータイプ地盤から切削タイプ地盤に変わった場合にフェースローラー取付位置にボックス型切削ビットを配置する時に使用します。

(1個当たり)

タイプ	交換日数
フェースローラー3列A	1.0 日
フェースローラー4列A	1.0 日
フェースローラー5列B	1.5 日
ゲージカッターA	0.5 日
ゲージカッターB	1.0 日

岩盤におけるローラービット（A）標準交換延長・参考値

(m)

RQD	ビット形式	強度 MN/m^2					
		引張4.0未満	引張4.0未満	引張4.0～ 8.0未満	引張8.0～ 13.0未満	引張13.0～ 18.0未満	引張18.0～ 23.0以下
		圧縮50未満	圧縮50～ 100未満	圧縮100～ 150未満	圧縮150～ 200未満	圧縮200～ 250未満	圧縮250～ 300以下
20%未満	センターローラー	660	550	420	290	200	130
	フェースローラー	550	380	290	200	130	90
	ゲージカッター	440	320	220	125	60	50
20%以上 40%未満	センターローラー	600	500	380	260	170	110
	フェースローラー	500	340	250	170	110	70
	ゲージカッター	400	260	160	85	55	35
40%以上	センターローラー	540	450	340	230	150	90
	フェースローラー	450	300	220	140	90	50
	ゲージカッター	360	200	120	45	30	25

RQD40%以上での最大コアー長による低減率

	最大コアー長		
	25～50cm未満	50～75cm未満	75～100cm
低減率	0.9	0.85	0.8

備考 ※標準交換延長とは、耐用延長ではなく推進能率低下の要因となる限界推定延長です。

※RQD40%以上については最大コアー長により上表のように低減します。

※岩盤用ローラービットは標準交換延長当たりの損料扱いとします。

※対象地盤が標準交換延長を超える場合は、交換費を計上します。

※各種m当たり損料で計算し、購入費の30%に満たない場合は、最低損料として購入費の30%を計上します。

※これによらない場合は別途検討します。

転石混じり砂礫における、ローラービット（A）標準交換延長・参考値
(m)

種目	礫 率		
	30%未満	30%以上 60%未満	60%以上
センターローラー	700	550	400
フェースローラー	600	450	300
ゲージカッター	500	350	200

備考 ※標準交換延長とは、耐用延長ではなく、推進能率低下の要因となる推定の限界延長です。
 ※礫用ローラービットは標準交換延長当たりの損料扱いとします。
 ※対象地盤が標準交換延長を超える場合は交換費を計上します。
 ※各種m当たり損料で計算し、購入費の30%に満たない場合は、最低損料として購入費の30%を計上します。
 ※これによらない場合は別途検討します。

岩盤におけるローラービット（B）標準交換延長・参考値
(m)

RQD	ビット形式	岩強度 MN/m ²					
		引張4.0未満 圧縮50未満	引張4.0未満 圧縮50～ 100未満	引張4.0～ 8.0未満 圧縮100～ 150未満	引張8.0～ 13.0未満 圧縮150～ 200未満	引張13.0～ 18.0未満 圧縮200～ 250未満	引張18.0～ 23.0未満 圧250～ 300未満
20%未満	センターローラー	770	640	490	340	230	150
	フェースローラー	690	480	360	250	160	110
	ゲージカッター	590	430	290	170	90	70
20%以上 40%未満	センターローラー	700	580	440	300	200	130
	フェースローラー	630	430	310	210	140	90
	ゲージカッター	540	350	210	120	80	70
40%以上	センターローラー	630	520	390	270	170	100
	フェースローラー	570	380	270	180	110	60
	ゲージカッター	480	270	160	70	40	30

R Q D40%以上での最大コア一長による低減率

	最大コア一長		
	25～50cm未満	50～75cm未満	75～100cm
低減率	0.9	0.85	0.8

備考 ※標準交換延長とは、耐用延長ではなく推進能率低下の要因となる限界推定延長です。
 ※R Q D40%以上については最大コア一長により上表のように低減します。
 ※対象地盤が標準交換延長を超える場合は交換費を計上します。
 ※岩盤用ローラービットは標準交換延長当たりの損料扱いとします。
 ※各種m当たり損料で計算し、購入費の30%に満たない場合は、最低損料として購入費の30%を計上します。
 ※これによらない場合は別途検討します。

転石混じり砂礫における、ローラービット（B）標準交換延長・参考値

種目	礫 率		
	30%未満	30%以上 60%未満	60%以上
センターローラー	810	640	460
フェースローラー	760	570	380
ゲージカッター	670	470	270

備考 ※標準交換延長とは、耐用延長ではなく、推進能率低下の要因となる推定の限界延長です。
 ※礫用ローラービットは標準交換延長当たりの損料扱いとします。
 ※対象地盤が標準交換延長を超える場合は交換費を計上します。
 ※各種m当たり損料で計算し、購入費の30%に満たない場合は、最低損料として購入費の30%を計上します。
 ※これによらない場合は別途検討します。

切削ビット交換日数

1 個当たり

種 目	単 位	日数
センタービット	日	0.4
フェースビット	日	0.1
外周ビット	日	0.1

切削ビット標準交換延長・参考値

(m)

ビット種類 土質	センター ビット	フェース ビット	外周 ビット
普通土	800	500	400
礫率30%未満	600	380	300
礫率30%以上	400	250	200
岩強度 15MN/m ² 未満	400	250	200
岩強度15～20 MN/m ² 以下	300	200	150

備考 ※ 標準交換延長とは、耐用延長ではなく、推進能率低下の要因となる推定の限界延長です。
 ※ 対象地盤が標準交換延長を超える場合は交換費を計上します。
 ※ 切削ビットは掘進機の基礎価格に含まれていません。
 従って交換の必要がない場合でも1回分を計上します。
 ※ ビット費は損料でないため必要回数分を計上します。
 ただし、普通土以外の粘性土は対象延長から省きます。

クラッシャー交換歩掛

(1日当たり)

種 目	単 位	数 量
トンネル世話役	人	1.0
トンネル特殊工	人	2.0
トンネル作業員	人	3.0

クラッシャー部品交換日数

1個当たり

種 目	単 位	日 数	
		強力型	標準型
菊座	日	1.0	1.0
破碎翼	日	1.0	1.0
スクリュー	日	2.0	
シールケース	日	2.0	1.0

クラッシャー損耗部品標準交換延長

(m)

	礫 率							
	30%未満				30%以上～60%未満			
	菊座	破碎翼	スクリュー	シールケース	菊座	破碎翼	スクリュー	シールケース
強力型	500	500	700	700	400	400	600	600
標準型	400	500		500	300	400		400

	礫 率				
	60%以上				
	菊座	破碎翼	スクリュー	シールケース	
強力型	300	300	500	500	
標準型	200	300		300	

備考

※ 上記標準交換延長の対象土質は砂礫、岩盤とします。(岩盤は礫率30%以上～60%未満を採用致します。)

※ その他の地盤は800m以内であれば交換の必要はありません。これを超える場合は別途検討いたします。

※ 水力排土クラッシャーの基礎価格には損耗部品は含まれていません。

従って、損耗部品は交換の必要のない場合でも1回分は計上いたします。

※ 損耗部品費の計上は損料でないため必要回数分を計上します。

C-8 支圧壁工

(1箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
コンクリート工		m ³				
型枠工		m ²				
鉄筋工		t				
コンクリート取壊工		m ³				
計						

C-9 クレーン設備工

(1箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
立坑外クレーン設備工		箇所	1			C-9-1
立坑内クレーン設備工		箇所	1			C-9-2
計						

C-9-1 立坑外クレーン設備工

(1箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
世話役		人				
電工		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
ラフテレーンクレーン 賃料	○～○t吊	日				
計						

- 備考： 1. 本歩掛は、組み立て及び撤去を含みます。
2. 立坑を覆工し、地上にクレーンが設置できない場合は、必要に応じ移動式クレーンを採用します。
3. 全日数の60%を据付日数、40%を撤去日数とします。

立坑外クレーン設備工歩掛表 (1箇所当たり)

種 目		単位	呼び径（mm）		
			800～1100	1200～1500	1650～2000
世話役		人	2.5	3.0	4.0
電工		人	4.5	5.0	7.0
特殊作業員		人	6.0	7.0	9.0
普通作業員		人	7.5	9.0	12.0
ラフテレーン クレーン	規 格		4.9t吊	16t吊	
	運転日	日	2.5	3.0	4.0
組立撤去日数		日	2.5	3.0	4.0
門型クレーン規格		t	2.8	5.0	10×2.8

備考：10t以上は、子巻付きとします。

C-9-2 立坑内クレーン設備工

(1箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘 要
世話役		人				
とび工		人				
溶接工		人				
電工		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
基礎鋼材損料		t				
ラフテレーンクレーン賃料	25 t 吊	日				
諸雑費		式				
計						

備考：1. 本歩掛は、組み立て及び撤去を含みます。

2. 全日数の60%を据付日数、40%を撤去日数とします。

3. 諸雑費は溶接棒ガス器具、溶接機の賃料で労務費の10%を計上します。

立坑内クレーン設備工歩掛表

1箇所当たり

種 目		単位	サドル方式		テルハ方式	
			定格荷重 (t)		定格荷重 (t)	
			2.8	4.8	2.8	4.8
世話役		人	2.5	3.0	2.0	2.5
とび工		人	2.5	3.0	2.0	2.5
溶接工		人	2.5	3.0	2.0	2.5
電工		人	2.5	3.0	2.5	3.0
特殊作業員		人	2.5	5.0	2.0	4.0
普通作業員		人	4.5	6.0	4.0	5.0
基礎鋼材(レール主桁共)		t	2.27	2.31	1.2	1.5
ラフテレーン クレーン	規格		25t吊		20t吊	
	運転日	日	2.5	3.0	2.0	2.5
組立撤去日数		日	2.5	3.0	2.0	2.5
クレーン規格		t	2.8	4.8	2.8	4.8
主桁スパン		m	6	6		
長さ		m	8	8	8	8

※ クレーン寸法はスパン6.0m、走行距離8.0mを標準とし、これによらない場合は別途算出します。

C-10 発進坑口工

(1箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
発進坑口用グラウト 止輪(ゴム輪共)	呼び径	組				
鋼材溶接工		m				C-10-1
普通作業員		人				
コンクリート工		m ³				
型枠工		m ²				
コンクリート取壊工		m ³				
計						

備考： 1. 発進坑口標準寸法は技術資料P87(2)「発進坑口工」を参照して下さい。

2. 購入価格は、日推協参考資料を標準とします。

発進坑口工歩掛表

(1箇所当たり)

種 目	呼び径 (mm)					
	800	900	1000	1100	1200	1350
発進坑口用グラウト 止輪(ゴム輪共) (組)	1	1	1	1	1	1
鋼材溶接工(m)	4.1	4.5	4.9	5.3	5.8	6.4
普通作業員 (人)	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5
コンクリート工(m ³)	1.24	1.36	1.49	1.60	1.73	1.98
型 枠 工(m ²)	5.19	5.77	6.38	6.97	7.64	8.82
コンクリート 取壊工 (m ³)	1.24	1.36	1.49	1.60	1.73	1.98

種 目	呼び径 (mm)			
	1500	1650	1800	2000
発進坑口用グラウト 止輪(ゴム輪共) (組)	1	1	1	1
鋼材溶接工(m)	7.1	7.7	8.3	9.2
普通作業員 (人)	1.6	1.6	1.7	1.7
コンクリート工(m ³)	2.33	2.54	2.91	3.24
型 枠 工(m ²)	10.33	11.47	13.09	14.87
コンクリート 取壊工 (m ³)	2.33	2.54	2.91	3.24

注) 坑口止め輪は、止水取付け輪、ゴム板押え、ゴム板、管止めゴム輪、ボルト、ナットを含みます。

C-10-1 鋼材溶接工

(1 m当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人	0.010			
溶接工		人	0.076			
普通作業員		人	0.021			
電力量		kW・h	2.7			
溶接棒		kg	0.4			
溶接機損料	250A	日	0.076			
諸雑費		式	1			
計						

備考：諸雑費は、溶接棒金額に30%乗じた金額を上限として計上します。

C-11 到達坑口工

(1 箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
到達坑口止金具(ゴム輪共)	呼び径	組				
鋼材溶接工		m				C-10-1
普通作業員		人				
計						

備考：購入価格は、(公社) 日本推進技術協会参考資料を標準とします。

到達坑口歩掛表

(1箇所当たり)

種 目	呼び径 (mm)					
	800	900	1000	1100	1200	1350
到達坑口止金具 ゴム輪共(組)	1	1	1	1	1	1
鋼材溶接工(m)	4.4	4.8	5.2	5.6	6.1	6.7
普通作業員(人)	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5

種 目	呼び径 (mm)			
	1500	1650	1800	2000
到達坑口止金具 ゴム輪共(組)	1	1	1	1
鋼材溶接工(m)	7.4	8.0	8.6	9.5
普通作業員(人)	1.6	1.6	1.7	1.7

備考：到達坑口金物は土留め鋼材に堅固に溶接します。

C-12 鏡切り工

(1箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
鏡切り工 (発進立坑部)		式	1.0			C-12-1
鏡切り工 (到達立坑部)		式	1.0			C-12-2
計						

C-12-1 鏡切り工 (発進立坑部)

(1箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
鏡切り工		m				C-12-1-1
足場工		式	1.0			鏡切り工 労務費の50%計上

備考：呼び径2000以上は足場工を計上します。

C-12-1-1 鏡切り工

(1m当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
溶接工		人				
普通作業員		人				
諸雑費		式	1.0			
計						

備考：諸雑費は、酸素、アセチレン等の費用です。

C-12-2 鏡切り工 (到達立坑部)

(1箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
鏡切り工		m				C-12-2-1
足場工		式	1.0			鏡切り工 労務費の50%計上

備考：呼び径2000以上は足場工を計上します。

C-12-2-1 鏡切り工

(1m当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
溶接工		人				
普通作業員		人				
諸雑費		式	1.0			
計						

備考：諸雑費は、酸素、アセチレン等の費用です。

鏡切り工歩掛表 (切断延長 1 m 当たり)

(人/m)

土留種類 種目	ライナープレート t = 2.7~3.2mm	H 型 鋼		鋼 矢 板			小型立坑 (鋼製ケーシング)
		H-200	H-250	Ⅱ型	Ⅲ型	Ⅳ型	
世話役	0.006	0.007	0.008	0.007	0.008	0.008	0.019
溶接工	0.051	0.058	0.060	0.057	0.059	0.061	0.038
普通作業員	0.019	0.022	0.022	0.022	0.022	0.023	0.019
諸雑費	労務費の5%	労務費の10%					

切断工数量表 (1 箇所当たり)

種目 呼び径 (mm)	発進口 切断延長 (m)	到達口 切断延長 (m)
800	7.0	7.0
900	8.0	8.0
1000	9.0	9.0
1100	10.0	10.0
1200	11.0	11.0
1350	14.0	14.0

備考：鋼矢板Ⅲ型の切断延長を標準とします。

(1 箇所当たり)

種目 呼び径 (mm)	発進口 切断延長 (m)	到達口 切断延長 (m)
1500	16.0	16.0
1650	18.0	18.0
1800	20.0	20.0
2000	22.0	22.0

C-13 推進用機器据付撤去工 (1 箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
床板材		m ³				
門型クレーン運転費		日				C-22-1
計						

備考： 門型クレーンが使用できない場合はラフテレーンクレーンの賃料を計上します。

推進用機器据付撤去工歩掛表

呼び径 (mm)	世話役 (人)	特殊作業員 (人)	普通作業員 (人)	門型クレーン 運転費(日)
800～1100	2.0	4.0	4.0	2.0
1200～1500	2.0	4.5	5.0	2.0
1650～2000	3.0	5.5	7.0	3.0

備考 1 本工種に含まれる作業は、多段ジャッキ、押角（反力板）、押輪等の油圧機器の組立等元押し推進作業に関するすべての設備の設置及び撤去を含むものとします。

2 床板材は、立坑面積-（支圧壁面積+坑口面積）により算出します。

（張り材含む）

3 全日数の60%を据付日数、40%を撤去日数とします。

床板材数量

呼び径 (mm)	床板材 (m ³)
800	0.37
900～1000	0.44
1100～1350	0.50
1500	0.61
1650～1800	0.65
2000	0.75

備考：床板材は松厚板 3.0m×3cm×21cmの3回使いとします。

門型クレーン運転費

呼び径 (mm)	800～1100	1200～1500	1650～2000
電力量 (kW・h)	8.5	13.2	23.9
運転手(特殊)(人)	－	1.0	1.0
特殊作業員(人)	1.0	－	－
門型クレーン(t)	2.8	5.0	10.0
損料(日)	1.0	1.0	1.0
計			

C－14 掘進機発進用受台工

(1箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
鋼材損料		式	1.0			
諸雑費		式	1.0			
鋼材設置工		t				C－14－1
鋼材撤去工		t				C－14－2
横引き設備工		箇所				C－14－3
計						

- 備考 1. 掘進機発進用受け台の設置質量は下表を標準とします。
2. 損料日数：発進用受け台は管推進台としても使用するため、設置開始日から推進完了・撤去するまでの日数とします。
3. 諸雑費は補強鋼板とし、鋼材損料の15%を計上します。

発進用受台設置質量（参考）

(1箇所当たり)

呼び径 (mm)	部 材	質量 (t)
800	定規 枕木 H-200×200	1.00
900		
1000	定規 枕木 H-250×250	1.19
1100		
1200		
1350	定規 枕木 H-300×300	2.05
1500		
1650		
1800	定規 枕木 H-350×350	4.22
2000		

C-14-1 鋼材設置工

(1 t 当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人	1.7			
特殊作業員		人	3.2			
溶接工		人	1.7			
普通作業員		人	1.7			
ラフテレーンクレーン賃料	25 t 吊	日	1.7			
諸雑費		式	1.0			備考2
計						10t 当たり
1 t 当り						計/10 t

- 備考1. 加工材を標準とし、中間支柱の施工は含みません。また火打ちブロックを使用する場合は別途考慮します。
2. 諸雑費は溶接機250A（交流アーク式又はディーゼルエンジン付）、溶接棒、アセチレンガス、酸素等の費用であり、労務費の合計に4%を乗じた金額を上限として計上します。

C-14-2 鋼材撤去工

(1 t 当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人	1.0			
特殊作業員		人	1.9			
溶接工		人	1.0			
普通作業員		人	1.0			
ラフテレーンクレーン賃料	25 t 吊	日	1.0			
諸雑費		式	1.0			備考2
計						10t 当たり
1 t 当り						計/10

- 備考1. 加工材を標準とし、中間支柱の施工は含みません。また火打ちブロックを使用する場合は別途考慮します。
2. 諸雑費は溶接機250A（交流アーク式又はディーゼルエンジン付）、溶接棒、アセチレンガス、酸素等の費用であり、労務費の合計に6%を乗じた金額を上限として計上します。

C-14-3 横引き設備工

(1 箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
特殊作業員		人				
溶接工		人				
普通作業員		人				
基礎鋼材損料		式	1.0			
ラフテレーンクレーン賃料		式	1.0			
諸雑費		式	1.0			備考2
計						

- 備考1. 本歩掛は、組み立て及び撤去を含みます。
2. 諸雑費は、溶接棒、ガス器具、溶接機等の費用で労務費の合計の10%を計上します。

横引き設備据付撤去工歩掛表

種 目	単 位	積載重量	
		5.0t	10 t
世話役	人	2.5	3.0
特殊作業員	人	2.5	3.0
溶接工	人	2.5	3.0
普通作業員	人	4.0	5.0
組立撤去日数	日	2.5	3.0
基礎鋼材、レール材	t	2.3	3.4
走行距離	m	10.0	12.0

備考 1. 走行距離は、標準的な数値です。
2. 全日数の60%を据付日数、40%を撤去日数とします。

C－15 掘進機引上用受台工

(1箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
鋼材損料		式	1.0			
鋼材設置工		t				C－14－1
鋼材撤去工		t				C－14－2
諸雑費		式	1.0			
計						

損料期間：【 】日

備考 1. 引き上げ用受け台の設置質量は下表を標準とします。
2. 損料日数：受け台設置開始日から掘進機引き上げ後、受け台を撤去するまでの日数とします。
3. 諸雑費は補強鋼板とし、鋼材損料の15%を計上します。
4. 中間立坑受台工にも適用する。
5. 最低保証期間を25日といたします。

引上用受台設置質量 (1箇所当たり)

呼び径 (mm)	受台部材	質量 (t)
800	定規 枕木 H-300×300 H-250×250	1.63
900		
1000		
1100		
1200		
1350		2.09
1500		
1650		
1800		2.56
2000		

C-16 掘進機一体据付工

(1台当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人	1.0			
特殊作業員		人	3.0			
普通作業員		人	2.0			
ラフテレーンクレーン賃料	油圧伸縮ジブ型 ○～○t吊	日	1.0			
計						

C-17 掘進機分割据付組立工

(1台当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
ラフテレーンクレーン賃料	油圧伸縮ジブ型 ○～○t吊	日				
計						

- 備考1. 本歩掛は掘進機及び後続機器の据付、接合に適用します。
2. 掘進機搬入において呼び径φ1200mmまでの掘進機は一体搬入とし、呼び径φ1350mm以上の掘進機は分割搬入、現地組立を基本とします。
3. 仮掘進に伴う段取り方一式を含みます。
4. 一体据付の所要日数は2日、現地組立の所要日数は4～6日です。
5. 作業半径により、分割数を考慮する場合があります。

掘進機分割据付組立工歩掛表

	世話役	特殊作業員	普通作業員	トラッククレーン賃料
2分割	4.0	12.0	8.0	2.0
3分割	5.0	15.0	10.0	3.0
4分割	6.0	18.0	12.0	3.0

ラフテレーンクレーン規格

呼び径 (mm)	800～900	1000	1100～1200	1350
切削ヘッド型掘進機	20t吊	25t吊	35t吊	25t吊
ローラーヘッド型掘進機	20t吊	35t吊	35t吊	25t吊

呼び径 (mm)	1500	1650	1800	2000
切削ヘッド型掘進機	35t吊	50t吊	50t吊	60t吊
ローラーヘッド型掘進機	35t吊	50t吊	50t吊	60t吊

※現地の状況により決定します。

※φ1800～2000は4分割を基準とします。

C-18 掘進機一体搬出工

(1台当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人	1.0			
特殊作業員		人	3.0			
普通作業員		人	2.0			
ラフテレーンクレーン賃料	○～○t吊	日	1.0			
計						

- 備考1. 到達掘進に伴う段取り方一式を含みます。
2. ラフテレーンクレーンの規格は掘進機据付工によります。
3. ラフテレーンクレーン賃料は1日とします。

C-19 掘進機分割搬出工

(1台当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
ラフテレーンクレーン賃料	○～○t吊	日				
計						

- 備考1. 到達立坑において分割搬出工を標準とします。
2. ラフテレーンクレーンの規格は次表によります。
3. 現場で組立再発進する場合は、掘進機組立・整備工を計上します。
4. 所要日数は2～4日です。
5. 作業半径により、分割数を考慮する場合があります。

掘進機分割搬出工歩掛表

	世話役	特殊作業員	普通作業員	トラッククレーン賃料
2分割	2.0	6.0	4.0	2.0
3分割	3.0	9.0	6.0	3.0
4分割	4.0	12.0	8.0	3.0

ラフテレーンクレーン規格

呼び径(mm)	800～900	1000～1100	1200	1350
切削ヘッド型 掘進機	16t吊	20t吊	20t吊	25t吊
ローラーヘッド型 掘進機	油圧伸縮ジブ型	油圧伸縮ジブ型	油圧伸縮ジブ型	油圧伸縮ジブ型
	16t吊	20t吊	25t吊	25t吊

呼び径(mm)	1500	1650	1800	2000
切削ヘッド型 掘進機	35t吊	50t吊	50t吊	60t吊
ローラーヘッド型 掘進機	35t吊	50t吊	50t吊	60t吊

- ※現地の状況により決定します。
※φ1800～2000は4分割を基準とします。

C-20 掘進機組立整備工(反転用)

(1台当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人	3.0			
機械工		人	3.0			
特殊作業員		人	6.0			
普通作業員		人	3.0			
ラフテレーンクレーン賃料	○～○t吊	日	3.0			
計						

- 備考 1. ラフテレーンクレーンの規格は掘進機据付工によります。
 2. 次スパンの発進に伴う組立、試運転調整までの費用。
 3. 所要日数は3日です。

C-21 中押装置設備工

1箇所当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
溶接工		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
機械器具損料		箇所				
諸雑費		式	1.0			溶接工の8%を上限として計上する
計						

備考：機械器具損料は、中押用当て輪及び歩行板とします。(当輪は1回使い、歩行板は5回使い)

中押装置設備工歩掛表

1箇所当たり

呼び径 (mm)	溶接工 (人)	特殊作業員 (人)	普通作業員 (人)	機械器具損料 (式)	諸雑費 (式)
800～1650	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0
1800～2000	1.5	2.5	2.5		

備考：諸雑費は、溶接工に8%を乗じた金額を上限として計上する。

C-22 ガラ搬出工

1箇所当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
門型クレーン運転費	○○t吊	日	1.0			C-22-1
計						1日当たり
1箇所当たり						計×1箇所当たりコンクリートガラ量/9.0m ³

- 備考 1. 1日当たりズリ出し量は9.0m³を標準とします。
 2. 1箇所当たりのコンクリートガラ搬出量は、支圧壁、発進坑口工のコンクリート壊し量とします。
 3. 発進立坑では門型クレーンの1日当たり運転費を計上します。
 4. 門型クレーンが使用できない場合はラフテレーンクレーン(4.9t吊)の1日当たりの賃料を計上します。
 5. 門型クレーン運転費は推進工で適用する門型クレーンを計上します。
 6. 立坑深が6.0mを超える場合に計上します。

C-22-1 門型クレーン運転費

1日当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
運転手（特殊）		人				運転費歩掛表
特殊作業員		人				運転費歩掛表
電力料		kW・h				
門型クレーン損料		日			機械器具損料表1-1 に計上	
ラフテレーンクレーン賃料		日				
計						

備考：門型クレーンが使用できない場合はラフテレーンクレーン（4.9t吊）の1日当たりの賃料を計上します。

門型クレーン運転費歩掛表

呼び径 (mm)	800 ∟ 1100	1200 ∟ 1500	1650 ∟ 2000
電力量 (kW・h)	8.5	13.2	23.9
運転手（特殊） (人)	1.0 特殊作業員	1.0	1.0
門型クレーン (t)	2.8	5.0	10.0
損料（日）	1.0	1.0	1.0

C-23 ガラ運搬処理工

1 m³当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
軽油		ℓ	26.0			
運転手（一般）		人	1.0			
ダンプトラック損料	○t積	日	1.17			
タイヤ損耗費		日	1.17			
投棄料		m ³				
計						1日当たり
1 m ³ 当たり						計/1日当たり 運搬量

- 備考 1. コンクリートガラ処分量はm³単位で計上し、2tダンプ人力積み込み（コンクリートガラ、アスコンガラ）を適用します。
2. 1日当たり運搬量は次表によります。

1) 人力積み込み後、2 t 積ダンプトラックによる運搬日数
10 m³当たり運搬日数 (人力積み込み) (土砂)

積込機種・規格	人 力								
運搬機種・規格	ダンプトラック 2 t 車								
D I D 区間：なし									
運搬距離(km)	0.3以下	0.5以下	1.5以下	2.0以下	2.5以下	3.0以下	4.0以下	5.0以下	6.5以下
運搬日数(日)	0.50	0.55	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.30
運搬距離(km)	8.5以下	11.0以下	16.0以下	27.5以下	60.0以下				
運搬日数(日)	1.50	1.80	2.30	3.00	4.50				
D I D 区間：あり									
運搬距離(km)	0.3以下	0.5以下	1.0以下	1.5以下	2.0以下	2.5以下	3.5以下	4.5以下	6.0以下
運搬日数(日)	0.50	0.55	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.30
運搬距離(km)	8.0以下	10.5以下	14.5以下	23.0以下	60.0以下				
運搬日数(日)	1.50	1.80	2.30	3.00	4.50				

備考 1. 上表は地山10m³の土量を運搬する日数です。
2. 運搬距離は片道であり、往路と復路が異なる場合は、平均値とします。
3. 自動車専用道路を利用する場合は、別途考慮します。
4. DID (人口集中地区) は、総務省統計局の国勢調査報告書資料添付の人口集中地区境界図によります。
5. 運搬距離が60kmを超える場合は、別途考慮します。

2) 軟岩・コンクリートガラ の運搬日数＝土砂運搬日数×(1+k)

土質	軟岩	コンクリートガラ (鉄筋)	コンクリートガラ (無筋) アスファルトガラ
補正係数 (k)	+0.22	+0.37	+0.30

C-24 通信配線設備工

1 式

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
電工		人				備考5
電話機		個				協会機損表参照
通信用ビニール線		組				協会機損表参照
諸雑費		式	1.0			電話機、電線の50%
計						

備考：1. 通信配線設備工は、掘進機、遠隔操作室、排土処理設備間の連絡用通信設備の設置撤去です。
2. 電話機の数量は1工事当たり3個とし、損料として価格の1/3を計上します。
3. 通信用ビニール電線はVCT1.25mm² 4芯(メタコン付)1回線とし、30m/組として価格の1/2を損料計上します。
4. 配線延長は次式より求めます。
L＝(L₁＋H＋推進延長)×1回線
L₁： 排土処理設備より立坑上までの延長 (標準30m)
H： 立坑上から推進管管底までの延長
5. 電工の歩掛は次式により求めます。
電工(人)＝0.4人/1個×(3個＋移動箇所(個)数)
6. 全日数の60%を据付日数、40%を撤去日数とします。
7. 電話機及び通信用ビニール線は協会仕様とします。

C-25 換気設備工

1式

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
配管工		人				
普通作業員		人				
配管損料		式	1.0			備考2 機損表その5
換気用ファン/ コンプレッサー損料		式	1.0			備考4 機損その1-2
換気用ファン/ コンプレッサー電力料		式	1.0			出力×0.681× 運転時間×運転日 数×電力料金 (円/kW・h) 備考6 機損表その1-2
諸雑費		式	1.0			鋼管損料の30%
計						

備考 1. 換気設備は1スパン推進延長が100m以上の場合に計上することを標準とします。

但し、1スパン100m未満の場合でも必要に応じて計上します。

2. 配管延長 (L)

$$L = L_1 + L_2$$

$$L_1 = L_k + H + 100m$$

L_k : 吸気箇所から立坑上までの延長 (標準10m)

H : 立坑上から推進管管底までの延長

$$L_2 = \text{推進延長} - 100$$

$$3. \quad \text{配管損料} = (L_1 + \frac{L_2}{2}) \times (\text{供用日数} \times \text{配管100m供用1日当たり損料}) \div 100$$

※ 換気設備の運転日数は次式によります。

$$\text{運転日数} = (\text{推進延長} - 100m) \div \text{日進量}$$

$$\text{供用日数} = \text{運転日数} \times \alpha \quad (\alpha : \text{供用日の割増率})$$

4. 諸雑費は、継ぎ手等の費用であり、配管損料の30%を乗じた金額を上限として計上します。

5. 換気用ファン/コンプレッサー損料

$$= 1 \text{台} \times (\text{運転日数} \times \text{運転1日当たり損料} + \text{供用日数} \times \text{供用1日当たり損料})$$

※ 運転日数及び供用日数は配管材と同様とします。

6. 換気用ファン/コンプレッサー損料の運転時間は、2方編成作業の場合は24時間、1方編成の場合は9時間とします。

7. 配管歩掛は、設置撤去及び換気ファンの設置撤去を含みます。

8. 換気設備の規格は下表に示します。(参考)

9. 全日数の60%を据付日数、40%を撤去日数とします。

10. 長距離推進においては換気用コンプレッサーを使用する場合があります。

換気ファン規格表 (参考)

	鋼管径(mm)	風量 (m³/分)	静圧kPa	出力 (kW)
800～1000	100	6.7	16.2	2.4
1100～1500	100	9.0	21.6	4.5
1650～2000	150	16.0	25.5	9.0

換気設備工歩掛表

種目	世話役 (人)	配管工 (人)	普通作業員 (人)
設備工	配管延長×0.01人/m	配管延長×0.01人/m	配管延長×0.01人/m

C-26 注入設備工

1 箇所当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
溶接工		人				
特殊作業員		人				
電工		人				
普通作業員		人				
ラフテレーンクレーン賃料	4.9t吊	日				
計						

備考：1. 緩み土圧抑制材注入設備と、裏込注入設備とは異なることから2箇所を計上します。

2. 全日数の60%を据付日数、40%を撤去日数とします。

注入設備工歩掛表

1 箇所当たり

呼び径 (mm)	世話役 (人)	溶接工 (人)	特殊作業員 (人)	電工 (人)	普通作業員 (人)	トラッククレーン 運転日数 (日)
800～2000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

備考：1. 歩掛の60%を設置工、40%を撤去工とします。

2. グラウトポンプ、グラウトミキサー、アジテーターの設置、グラウトホースの取付等が注入設備工の作業です。

C-27 圧気設備工

1 式当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
ブロアー設備工		箇所	1.0			C-27-1
圧気配管設備工		箇所	1.0			C-27-2
ロック設備工		箇所	1.0			C-27-3
ロック設置撤去工		回				C-27-4
機械器具損料		式	1.0			機損表その1-3
電力料		式	1.0			機損表その1-3
計						

C-27-1 ブローア設備工

1 箇所当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
雑材費		式	1.0			労務費の30%
世話役		人	0.4			
特殊作業員		人	1.0			
普通作業員		人	1.0			
電工		人	2.0			
ラフテレーンクレーン賃料	25 t	時間	6.0			
計						

C-27-2 圧気配管設備工

1 箇所当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
配管損料		式	1.0			機損表その4
雑材料		式	1.0			鋼管損料の5%
世話役		人	1.0			
配管工		人	4.0			
普通作業員		人	2.0			
計						

C-27-3 ロック設備工

1 箇所当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
取付消耗品		式	1.0			
トンネル特殊工		人	1.5			
トンネル作業員		人	3.0			
諸雑費		式	1.0			労務費の30%
計						

C-27-4 ロック設置撤去工

1回当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
トンネル世話役		人	1.0			
トンネル特殊工		人	2.0			
トンネル作業員		人	2.0			
計						

C-28 送排水管設置撤去工

1 式

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
配管材(1)損料	○mm	式	1.0			損料表その3-2
配管材(2)損料	○mm	式	1.0			損料表その3-3
世話役	地上配管	人				鋼管設置・撤去
	管内配管	人				撤去
配管工	地上配管	人				鋼管設置・撤去
	管内配管	人				撤去
普通作業員	地上配管	人				鋼管設置・撤去
	管内配管	人				撤去
計						

備考1. 配管材延長の求め方

1) 地上・立坑用 (L_1)

$$L_1 \text{ 送水} = L_1 \text{ 排水} = L_p + H$$

L_p : 排土処理設備より立坑上までの延長 (標準30m)

H : 立坑上から推進管管底までの延長

2) 管内用 (L_2)

$$L_2 \text{ 送水} = L_2 \text{ 排水} = \text{推進延長} - (5\text{m} + 3\text{m} \times n)$$

推進延長 : 同一方向に複数スパンを推進する場合で、しかも送排水管はそのまま使用し、1つの処理設備で排土を処理する場合の推進延長は、第1発進立坑の山留内法線から最終到達立坑の山留内法線までの延長とします。

5 m : 最終スパンのフレキシブルホース (5 mもの) の長さ

3 m : 最終スパンの中押段数 (3 mもの) の長さ

n : 最終スパンの中押段数

2. 配管材損料は (公社) 日本推進技術協会の「損料表」によります。

1) 地上・立坑用

$$\text{供用日数} = \text{排土処理設備設置開始から最終スパン推進完了までの実日数}^{\text{注}} \times \alpha$$

2) 管内用

$$\text{供用日数} = \{ (\text{第一スパン推進開始から最終スパン推進完了までの実日数}) \div 2 \} \times \alpha$$

(α : 供用日の割増率)

(注) : 実日数には段取り替え等の日数を含みます。

なお、供用日当たり損料 = 供用月当たり損料 $\times$ 1/30

3. 全日数の60%を据付日数、40%を撤去日数とします。

送排水管設置撤去工歩掛表

(100m当たり)

口径 (mm)	区 分		世話役	配管工	普通作業員	適用呼び径
			(人)	(人)	(人)	
100	設置	立坑、地上	3.0	5.0	5.0	800～1350
	撤去	立坑、地上	2.5	4.0	3.0	
		管 内	1.0	3.0	1.5	
150	設置	立坑、地上	3.0	5.0	5.0	1500～2000
	撤去	立坑、地上	2.5	4.0	3.0	
		管 内	1.0	2.5	1.5	

備考 1. 本歩掛は、鋼管とフレキシブルホースに適用します。

2. 管内の設置歩掛は、坑内作業工 (C-2)に含みます。

配管歩掛の計上

工種	配管場所	
	地上・立坑	管内
設置	○	—
撤去	○	○

(注) 管内の設置歩掛は、坑内作業工 (C-2)に含みます。

C-29 送水ポンプ据付撤去工

1台当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
特殊作業員		人				
配管工		人				
普通作業員		人				
電工		人				
ラフテレーンクレーン賃料	○～○ t	日				
計						

C-30 排水ポンプ据付撤去工

1台当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
特殊作業員		人				
配管工		人				
普通作業員		人				
電工		人				
ラフテレーンクレーン賃料	○～○ t	日				
計						

※全日数の60%を据付日数、40%を撤去日数とします。

送・排水ポンプ据付撤去工歩掛表

1 台当たり

種 目	単位	ポンプ型式			
		定速ポンプ	可変速ポンプ	定速ポンプ	可変速ポンプ
		100型		150型	
世話役	人	1.0			
特殊作業員	人	1.5			
配管工	人	1.5			
普通作業員	人	1.5			
電工	人	1.0			
ラフテレーンクレーン	規格	4.9t		16t	
賃料	日	1.0			

備考：本歩掛は、基礎工及び起動器盤の据付撤去を含みます。

C－3 1 中継ポンプ据付撤去工

1 台当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
配管工		人				
普通作業員		人				
電工		人				
計						

備考：本歩掛は、基礎工及び起動器盤の据付撤去を含みます。

中継ポンプ据付撤去工歩掛表

1 台当たり

種 目	単位	ポンプ型式	
		定速ポンプ	可変速ポンプ
		100型・150型	
世話役	人	1.0	
配管工	人	1.0	
普通作業員	人	2.5	
電工	人	1.0	

C-32 計測機器類設置撤去工

(1箇所当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
電工		人				
普通作業員		人				
ラフテレーンクレーン賃料	4.9 t	日				
計						

- 備考 1. 送水ポンプ(P1)、排水ポンプ(P2)を可変速電動機とする場合は、送水流量計、排水流量計の他に送水水圧調整装置を設置し、送排水流量及び切羽水圧の調整は回転数とバルブ制御により行います。
2. 送水ポンプ(P1)、排水ポンプ(P3)を定速電動機とする場合は、送水流量計、排水流量計を設置し、送排水流量及び切羽水圧の調整はバルブ操作により行います。

計測機器類設置撤去工歩掛表

1箇所当たり

種 目	単位	送排水ポンプの種類	
		定速電動機	可変速電動機
		100型・150型	
世話役	人	1.0	
電工	人	1.0	
普通作業員	人	2.5	
4.9tラフテレーンクレーン運転日数	式	1.0	

C-33 送排水設備損耗機器交換工

(1式当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
損耗機器交換工		日	1.0			C-34-1
損耗機器費		式	1.0			C-34-2
計						

※対象土質は砂礫土とし、礫率40%を標準とします。

C-33-1 損耗機器交換工

(1日当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
トンネル世話役		人				
トンネル特殊工		人				
トンネル作業員		人				
計						

損耗機器交換歩掛

1日当たり

種目	単位	数量
トンネル世話役	人	1.0
トンネル特殊工	人	2.0
トンネル作業員	人	3.0

C-33-2 損耗機器費

(1式当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
ポンプインペラー		回				
ポンプエスプレート		回				
ポンプ メカニカルシール、スリーブ		回				
ポンプケーシング		回				
配管材		回				
計						

送排水設備損耗機器交換回数及び日数

品目 \ 推進距離		700m 以下	900m 以下	1200m 以下
ポンプインペラー	回数	1.0	1.0	2.0
	所要日数	0.5	0.5	1.0
ポンプエスプレート	回数	1.0	1.0	2.0
	所要日数	0.5	0.5	1.0
ポンプ メカニカルシール、スリーブ	回数	1.0	1.0	2.0
	所要日数	0.5	0.5	1.0
ポンプケーシング	回数	—	1.0	1.0
	所要日数	—	1.5	1.5
配管材、バイパス弁、中間バイパス弁	回数			
	所要日数	0.5	1.0	1.5

※ 配管材の交換回数は土質を考慮の上別途検討します。

※ 対象土質は砂礫土とし、礫率40%を標準とします。

C-34 排土処理装置据付撤去工

1 式

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
ユニット式一次処理機 据付撤去工	○m ³ /分	基				サイクロン付き
回転式分級機 据付撤去工	○m ³ /時	基				
貯泥槽(攪拌機付) 据付撤去工	○m ³	槽				
清水槽据付撤去工	○m ³	槽				
余剰泥水槽据付撤去工	○m ³	槽				
残土用タンク 据付撤去工	○m ³	槽				
薬品溶解槽 据付撤去工	○m ³	槽				
基礎工		式	1.0			
計						

備考：基礎工は、コンクリート工、砕石基礎工、型枠工、掘削工、残土処理工及び埋戻工等を必要に応じて計上します。

C-34-n 排土処理装置据付撤去工

1 式

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
電工		人				
溶接工		人				
ラフテレーンクレーン賃料		日				
計						

備考：1. n：設置機材の数量分の枝番号を付けて識別します。

2. 歩掛の60%を設置、40%を撤去とします。

排土処理装置据付撤去工歩掛表

1基、1槽又は1組当たり

機械名	種目 規格	世話役 (人)	特 殊 作業員 (人)	普 通 作業員 (人)	電 工 (人)	溶接工 (人)	トラッククレーン	
							規格	運転 日数
ユニット式 一次処理機	1.0 m ³ /min	1.0	1.5	1.0	0.5	—	4.9t吊	1.0
	2.0m ³ /min	1.5	2.0	2.0	1.5	1.0	20t吊	1.5
	4.0m ³ /min	2.0	3.5	4.5	2.0	2.0	25t吊	2.0
回転式分級機	1.7m ³ /h	3.5	5.0	8.5	3.5	4.5	25t吊	2.0
	3.3m ³ /h						35t吊	
貯泥槽（攪拌機付）	10m ³	1.0	1.0	1.5	1.0	—	4.9t吊	1.0
	15m ³						〃	
	20m ³						16t吊	
	25m ³						〃	
清水槽 余剰泥水槽 残土用タンク	10m ³	1.0	1.0	1.5	—	—	4.9t吊	1.0
	15m ³						〃	
	20m ³						〃	
	25m ³						16t吊	
薬品溶解槽(6m ³ ・3.0m ³ 6m ³ ・2.0m ³)		0.5	1.0	1.5	—	—	4.9t吊	0.5

備考：歩掛の60%を設置、40%を撤去とします。

C－35 処理設備付帯作業工

1箇所当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
世話役		人				
電工		人				
配管工		人				
溶接工		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
ラフテレーンクレーン賃料	4.9t	日				
諸雑費		式	1.0			
計						

- 備考 1. 処理設備付帯作業工とは、各処理設備を結ぶ連絡配管及び循環ポンプ、制御回線、制御装置の設置、撤去、並びに各機器類の運転調整を行うものです。
2. 諸雑費は、配管、バルブ類、溶接機等の費用であり労務費の合計に1.0%を乗じた金額を上限として計上します。
3. 全日数の60%を据付日数、40%を撤去日数とします。

処理設備付帯作業工歩掛表

種 目	単位	ユニット式一次処理機		二次処理の場合
		0.5, 1.0m ³ /min	2.0, 4.0m ³ /min	
世話役	人	2.0	2.5	5.0
電工	人	2.0	2.5	6.0
配管工	人	1.0	3.0	6.5
溶接工	人	1.0	2.0	5.5
特殊作業員	人	2.0	2.0	—
普通作業員	人	2.0	4.0	9.5
ラフテレーンクレーン賃料	日	2.0	2.5	3.5
諸雑費	%	1.0	1.0	1.0

- 備考 1. 一次処理とはユニット式一次処理機で土砂を分級する方式です。
2. 二次処理とは一次処理に回転分級機を加え、75μ未満の排土も分級処理する方式です。
3. 配管、バルブ類の材料は諸雑費に含みます。
4. 諸雑費は労務費の合計に1%乗じた金額を計上します。

C－36 処理設備損耗機器交換工

(1式当たり)

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
損耗機器交換工		式	1.0			機器費用含む
計						

※ 対象土質は砂礫土とし、礫率40%を標準とします。

処理設備損耗機器交換回数及び日数

品目		推進距離	900m 以下	1300m 以下	1700m 以下
サイクロンポンプ	回数		1	2	3
	所要日数		1	2	3
振動篩機用網	回数		1	2	3
	所要日数		1	2	3
コーン	回数		1	1	2
	所要日数		0.5	0.5	1

※ 対象土質は砂礫土とし、礫率40%を標準とします。

C－37 推進水替工

1式当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
推進水替工(発進)		式				C-39-1
推進水替工(到達)		式				C-39-2
計						

- 備考 1. 労務歩掛：作業時排水の場合は0.14人/1箇所・日、常時排水の場合は0.17人/1箇所・日。
2. 工事用水中ポンプ賃料：日数作業時排水1.2日、常時排水1.1日
3. 諸雑費：作業時排水では3%、常時排水では1%を、労務費、機械器具損料、運転経費の合計に乗じた金額とします。

C-37-1 推進水替工（発進）

1 式当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
電力料		式				機損料その1-3
特殊作業員		人				
工事用水中ポンプ賃料		式	1.0			機損料その1-3（※）
諸雑費		式	1.0			
計						

工事期間 日

※ 工事用水中ポンプ賃料：日数作業時排水1.2日、常時排水1.1日

C-37-2 推進水替工（到達）

1 式当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
電力料		式				機損料その1-3
特殊作業員		人				
工事用水中ポンプ賃料		式	1.0			機損料その1-3（※）
諸雑費		式	1.0			
計						

工事期間 日

※ 工事用水中ポンプ賃料：日数作業時排水1.2日、常時排水1.1日

C-38 障害物除去工

1 日当たり

種 目	形状寸法	単位	数量	単価(円)	金額(円)	摘要
トンネル世話役		人				
トンネル特殊工		人				
トンネル作業員		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
溶接工		人				必要時に計上
諸雑費		式	1.0			備考
計						

備考 1. 溶断作業なし：労務費の10%

2. 溶断作業あり：労務費の20%

障害物除去標準歩掛

（1 日当たり）

種 目	単 位	数 量
トンネル世話役	人	1.0
トンネル特殊工	人	2.0
トンネル作業員	人	2.0
特殊作業員	人	2.0
普通作業員	人	2.0
溶接工	人	0.6

機械器具損料及び電力量算定表 その1－1

内 容	必 要 台 数	運 転 日 数	供 用 日 数	1 日 当 り 運 転 時 間	損料額単価			機械器具損料					電 力 量			備 考
					時 間 当 り	運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	時 間 当 り	運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	1 現 場 当 り 修 理 費	小 計	電 力 消 費 量	時 間 当 り	総 電 力 量	
記号 算出方法 機械名	a	b	c	d	f	g	h	i	j	k	l	m	n	p	q	
			別 計 算	別 計 算				$a \times b \times d \times f$	$a \times b \times g$	$a \times c \times h$		$i + j + k + l$		$a \times b \times d \times n$	$p \times$ 電力料 (円/kW)	
	台	日	日	時間	円	円	円	円	円	円	円	円	kW・h	kW	円	
掘進機関係																
掘進機本体	1.0															
泥水用フィーダー (駆動装置を含む)	1.0															
泥水用バイパス弁 (駆動装置を含む)	1.0															
クレン設備工関係																
(立坑外クレーン)																
クレーン本体	1.0															
電動ホイスト (親)	1.0															
(立坑内クレーン)																
サドルクレーン本体	n															
電動ホイスト (親)	n															
元押設備工関係																
多段ジャッキ元押ユニット	1.0															
多段ジャッキ用押し輪	1.0															
中押設備工関係																
中押油圧ポンプ	n															
中押油圧ジャッキ	n															
中押用集中制御盤	n															
ソレノイド弁付操作盤	n															
操作ケーブル	n															
坑内作業工関係																
点検台車	n															

機械器具損料及び電力量算定表 その1-1

内 容	必 要 台 数	運 転 日 数	供 用 日 数	1 日 当 り 運 転 時 間	損料額単価			機 械 器 具 損 料					電 力 量			備 考
					時 間 当 り	運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	時 間 当 り	運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	1 現 場 当 り 修 理 費	小 計	電 力 消 費 量	時 間 当 り	総 電 力 量	
記号 算出方法 機械名	a	b	c	d	f	g	h	i	j	k	l	m	n	p	q	
			別 計 算	別 計 算				a×b ×d× f	a×b ×g	a×c ×h		i+j+ k+l		a×b ×d× n	p× 電力料 (円/kW)	
	台	日	日	時間	円	円	円	円	円	円	円	円	kW・h	kW	円	
緩み土圧抑制材注入工関係																
一液方式注入ポンプ	n															
二液方式A液注入ポンプ	1.0															
二液方式B液注入ポンプ	1.0															
CMT F-1溶解槽	1.0															
集中操作盤	1.0															
一次電動バルブ付き操作盤	1.0															
二次電動バルブ付き操作盤	n															
高速ミキサー	1.0															
ミキシングプラント	1.0															
アジテータータンク	1.0															
小 計																
裏込注入工関係																
グラウトポンプ	1.0															
グラウトミキサー	1.0															
ミキシングプラント	1.0															
小 計																

機械器具損料及び電力量算定表 その1-2

内 容	必 要 台 数	運 転 日 数	供 用 日 数	1 日 当 り 運 転 時 間	損料額単価			機械器具損料					電 力 量			備 考
					時 間 当 り	運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	時 間 当 り	運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	1 現 場 当 り 修 理 費	小 計	電 力 消 費 量	時 間 当 り	総 電 力 量	
記号 算出方法 機械名	a	b	c	d	f	g	h	i	j	k	l	m	n	p	q	
			別 計 算	別 計 算				$a \times b \times d \times f$	$a \times b \times g$	$a \times c \times h$		$i + j + k + l$		$a \times b \times d \times n$	$p \times$ 電力料 (円/kW)	
	台	日	日	時間	円	円	円	円	円	円	円	円	kW・h	kW	円	
換気設備工関係																
換気ブロアー	n															
長距離換気用コンプレッサー	n															
小 計																
水力排土・管理設備工関係																
送水ポンプ (起動器盤含む)	1.0															
排水ポンプ (起動器盤含む)	1.0															
中継ポンプ (起動器盤含む)	n															
計測機器	1.0															
現場制御盤	1.0															
小 計																

備考 掘進機損料項目=掘進機本体+付属する排土機器+1 現場当たり修理費

掘進機損料=供用日当たり損料×供用日

供用日数=Σ (各スパンの供用日数+段取り替え日数×α) (α: 供用日の割増率)

1) 各スパンの供用日数=(掘進機据付日数+推進延長/日進量+掘進機撤去日数)×α

掘進機据付日数=2.0日

掘進機撤去日数=1.0日

2) 発進立坑で同一の掘進機を両発進する場合は、推進設備の段取り替えに要する実日数を計上します。

呼び径 (mm)	日数	備 考
800～1000	4.0	推進仮設工、坑口設備、 支圧壁、発進架台等の撤去、設 置の実日数。
1100～1500	6.0	
1650～2000	8.0	

3) 供用日数が30日未満の場合は、1現場当たり最低損料額として、30日分の損料を計上します。

4) 推進1スパン当たりの点検・整備費は基礎価格の5%を計上します。

5) ビット費用は掘進機に含まず、代価表のC-7ビット、クラッシュ損料・交換工で計上します。

6) フレキシブルホース(3.0m) は中押し1箇所当たり2本計上し、供用日数には中押し段数による補正値を乗じます。

機械名	規 格	電動機	燃料消費	電力消費量	1日当たり
	口径(mm)・吐出量 (ℓ/min) 揚程(m)	出力(kW) 形式	率 (ℓ/kW・h)	(kW・h/kW)	稼働時間 (h/日)
送水ポンプ(P ₁)					備考 1
排水ポンプ (P ₂)					
中継ポンプ (P ₃ ～P _n)					

備考 1. 機械の運転日数及び供用日数
 運転日数=Σ(各スパンの推進延長／各スパンの日進量)
 供用日数=各機械の据え付け開始から最終スパン推進完了までの実日数×α
 (注) 1. 実日数には段取り替え等日数を含みます。
 2. 中継ポンプに関する機器は据え付け時期が異なるためにポンプ能力により据え付け位置を求め、必要日数を計上します。

機械器具損料及び電力量算定表 その1－3

内 容	必要 台 数	運 転 日 数	供 用 日 数	1 日 当 り 運 転 時 間	損料額単価			機械器具損料					電 力 量			備 考
					時 間 当 り	運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	時 間 当 り	運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	1 現 場 当 り 修 理 費	小 計	電 力 消 費 量 当 り	総 電 力 量	電 力 料	
記号	a	b	c	d	f	g	h	i	j	k	l	m	n	p	q	
算出方法		別 計 算	別 計 算					a×b ×d× f	a×b ×g	a×c ×h		i+j+ k+l		a×b ×d× n	p× 電力料 (円/kW)	
機械名																
	台	日	日	時間	円	円	円	円	円	円	円	円	kW・h	kW	円	
水力排土・処理設備工関係																
ユニット式一次処理機 (サイクロン付き)	1.0															
回転式分級機	n															
貯泥槽 (攪拌機付)	n															
薬品槽 (凝集剤)	n															
水槽 (20m ³)	n															
水槽 (10m3)	n															
ベルトコンベア	n															
移送ポンプ	1.0															
圧気設備工関係																
ブロアーユニット	1.0															
ロックユニット	1.0															
5種ガス検知器	1.0															
小 計																
立坑水替工関係																
立坑水替水中ポンプ	1.0															

備考

1. 供用日数 =
$$\left[\frac{\text{機械据え付け日数}}{2} + \text{付帯工日数(1)} + \text{推進日数} + \text{付帯日数(2)} + \frac{\text{機械撤去日数}}{2} \right] \times \alpha \quad (\alpha : \text{供用日数の割増率})$$

工種	一次処理（日）			二次処理（日）
	1.0m ³ /min	2.0m ³ /min	4.0m ³ /min	
ユニット式一次処理機				
機械据え付け日数	0.5	1.0	1.5	10.0
付帯工(1)	1.5	1.5	1.5	2.5
付帯工(2)	0.5	1.0	1.0	2.5
機械撤去日数	0.5	0.5	0.5	6.0

- ・ 一次処理とはユニット式一次処理機あるいはそれに細砂用振動篩機を加えて土砂を分級する方式です。
- ・ 二次処理とは一次処理に回転式分級機を加え、75μ以下の排土も分級処理する方式です。
- ・ 推進日数＝Σ（各スパン（掘進機据え付け日数＋推進延長／日進量
＋掘進機撤去日数＋段取り替えの日数））

機械器具損料表 その2（中押設備等）

機械器具名	規格	使用数量	推進延長	損料単価	金 額	備 考
多段ジャッキ推進台						
高圧ホース(1)						
高圧ホース(2)						
作動油(元押し用)						
作動油(中押し用)						
計						

機械器具損料 その3－1（配管材等）

換気用配管材

推進延長が100m未満の時は計上しない。
 運転日数＝（推進延長－100）／日進量
 供用日数＝ 運転日数×不稼働係数

1.0m単価表

機械器具名	規格	使用 数量(本)	日数	供用日当たり損料額	推進延長当 たり ・日損料
送気管					
合計	推進延長当たり				
1.0m当たり単価					

損料表

機械器具名	損料延長	供用日数	供用日当たり損料額	損料
配管材				
合計				

機械器具損料 その3-2 (配管材等)

送排泥配管材 (1)
《地上・立坑用配管》

配管延長＝ (m) ※配管、配線数量計算書を参照
供用日数＝ (日) ※処理設備開始日から推進完了まで

1.0m単価表

機械器具名	規格	使用 数量(本)	現場	1 現場当たり損料額／本	金額
			月数	供用月当たり損料額／本	
配管材(1)・鋼管					
配管材(1) ・S1型ジョイント					
配管材(1) ・ゲートバルブ					
100m当たり				1 現場当たり損料額	
				供用月当たり損料額	
				1 日当たり損料額 (＝月当たり/30)	
配管材(1) 1m当たり	(1現場当たり損料＋供用日×鋼管100m供用1日当たり損料) ÷ 100				
	供用日数		日		

損料表

送排泥配管材	配管延長		m	
配管材(1)	小計			

《管内用配管》

配管延長＝ (m) ※配管、配線数量計算書を参照
供用日数＝ (日) ※推進開始日から推進完了日までの1/2

1.0m単価表

機械器具名	規格	使用 数量(本)	現場	1 現場当たり損料額／本	金額
			月数	供用月当たり損料額／本	
配管材(1)・鋼管					
配管材(1) ・S1型ジョイント					
100m当たり				1 現場当たり損料額	
				供用月当たり損料額	
				1 日当たり損料額 (＝月当たり/30)	
配管材(1) 1m当たり	(1現場当たり損料＋供用日×鋼管100m供用1日当たり損料) ÷ 100				
	供用日数		日		

損料表

送排泥配管材	配管延長		m	
配管材(1)	小計			

合計損料表

送排泥配管材 ・配管材(1)	地上、立坑用配管損料	
	管内用配管損料	
	合 計	

機械器具損料 その３－３（配管材等）

送排泥配管材（２）

機械器具名	規格	使用 数量(本)	現場	1 現場当たり損料額	金額
			月数	供用月当たり損料額	
配管材(2)・フレキシブルホース					
配管材(2)・フレキシブルホース					
配管材(2)・立坑バイパス					
テレスコ管					
中間バイパス					
配管材(2)計					

機械器具損料 その３－４（配管材）

(1) 緩み土圧抑制材・一液注入方式機材

集計表

機械器具名	規格	使用 数量(本)	現場	1 現場当たり損料額	金額
			月数	供用月当たり損料額	
送液管 地上、立坑部	100mm－5.5m				
送液管ジョイント 地上、立坑部	100mm				
送液管 管内部	100mm－2.43m				
送液管ジョイント 管内部	100mm				
一液注入方式配管材(3)計					

(2) 緩み土圧抑制材・二液注入方式機材

集計表

機械器具名	規格	使用 数量(本)	現場 月数	1 現場当たり損料額	金額
				供用月当たり損料額	
注入ブロック					
一次注入側					
注入ブロック					
二次注入側 (先端部)					
注入ブロック					
二次注入側 (中間部)					
送液管	φ 80-2.43				
一次側					
一次送液管	φ 32-20				
一次側					
送液管	φ 80ジョイント				
一次側					
送液管	φ 80-2.43				
二次側					
送液管	φ 32-20				
二次側					
送液管	φ 80ジョイント				
二次側					
二液注入方式配管材 (3) 計					

機械器具損料 その 4 (配管材)

圧気設備配管材

機械器具名	規格	使用 数量(本)	現場 月数	1 現場当たり損料額	金額
				供用月当たり損料額	
圧気用鋼管					
フレキシブルホース					
S 1 型ジョイント					
エアーホース					
計					

土質別機械設備稼働表（元押用）

【土質 A】 8時間

機械設備 1 日 当り稼働時間（水力排土）

	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	摘 要
掘進機											
電動ホイス ト（親）（立坑外）	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.5	3.4	16時間積算は 各数値を2倍に します。
電動ホイス ト（子）（立坑外）	2.4	2.4	2.4	2.6	2.6	2.6	2.6	1.6	1.7	1.8	
電動ホイス ト（親）（立坑外）	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.2	1.3	
電動ホイス ト（子）（立坑外）	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.6	
門型クレーン（本体）（立坑外）	2.4	2.4	2.4	2.6	2.6	2.6	2.6	-	-	-	中押設備使用時は 別途算出します。
電動ホイス ト（親）（立坑内）	2.4	2.4	2.4	2.6	2.6	2.6	2.6	-	-	-	
サドルクレーン（本体）（立坑内）	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	-	-	-	
トラバース	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.6	
多段油圧ポンプ（元押）	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	裏込関係は 8時間とします。
油圧ポンプ（中押）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
A 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.5	3.4	
B 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.5	3.4	
CMT F-1溶解槽（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	裏込関係は 8時間とします。
グラウトミキサー（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	
ミキシングプラント（緩土圧抑制材二液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
アジテータータンク（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	
ピストン・ラムポンプ（緩土圧抑制材一液注入方式）	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.5	3.4	裏込関係は 8時間とします。
グラウトミキサー（緩土圧抑制材一液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	
ミキシングプラント（緩土圧抑制材一液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
グラウトポンプ（裏込）	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	
グラウトミキサー（裏込）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	裏込関係は 8時間とします。
ミキシングプラント（裏込）	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
送泥ポンプ	4.9	4.9	4.9	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.6	4.4	
排泥ポンプ	4.9	4.9	4.9	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.6	4.4	
一次処理機	4.9	4.9	4.9	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.6	4.4	裏込関係は 8時間とします。
二次処理機	4.9	4.9	4.9	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.6	4.4	

土質別機械設備稼働表（元押用）

【土質B】 8時間 機械設備 1 日 当り稼働時間（水力排土）													
	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	摘	要	
掘進機												16時間積算は 各数値を2倍に します。	
電動ホイス ト（親）	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.0	2.9			
電動ホイス ト（子）	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0	2.9	1.8	1.9	2.0			
電動ホイス ト（子）	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.3	1.5			
門型クレーン（本体）	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.5	1.7			
電動ホイス ト（親）（立坑内）	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0	2.9	-	-	-			
サドルクレーン（本体）（立坑内）	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	-	-	-			
トラバ－サー	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.5	1.7			
多段油圧ポンプ（元押）	4.1	4.1	4.1	4.3	4.3	4.2	4.3	4.3	4.3	4.3			
油圧ポンプ（中押）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		中押設備使用時は 別途算出します。	
A 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.0	2.9			
B 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.0	2.9			
CMT F-1溶解槽（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
グラウトミキサー（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシングプラント（緩土圧抑制材二液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
アジテ－タータンク（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ピストン・ラムポンプ（緩土圧抑制材一液注入方式）	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.0	2.9			
グラウトミキサー（緩土圧抑制材一液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシングプラント（緩土圧抑制材一液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		裏込関係は 8時間とします。	
グラウトポンプ（裏込）	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0			
グラウトミキサー（裏込）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシングプラント（裏込）	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5			
送泥ポンプ	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.2	3.9	3.8			
排泥ポンプ	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.2	3.9	3.8			
一次処理機	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.2	3.9	3.8			
二次処理機	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.2	3.9	3.8			

土質別機械設備稼働表（元押用）

【土質C】 8時間												機械設備 1 日 当り稼働時間（水力排土）			
	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	摘	要			
掘進機	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.8	4.9	4.9	4.7	4.6					
電動ホイス ト（親）	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.9	1.2	1.2	1.3	16時間積算は				
電動ホイス ト（子）	-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.9	1.0	各数値を2倍に				
門型クレーン（本体）	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	1.0	1.0	します。				
電動ホイス ト（親） （立坑内）	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.9	-	-	-					
サドルクレーン（本体） （立坑内）	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	-	-	-					
トラバースー	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	1.0	1.0					
多段油圧ポンプ（元押）	5.6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6					
油圧ポンプ（中押）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	中押設備使用時は				
A液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.8	4.9	4.9	4.7	4.6	別途算出します。				
B液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.8	4.9	4.9	4.7	4.6					
CMT F-1溶解槽（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8					
グラウトミキサー（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8					
ミキシンググラブプラント（緩土圧抑制材二液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2					
アジテータータンク（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8					
ピストン・ラムポンプ（緩土圧抑制材一液注入方式）	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.8	4.9	4.9	4.7	4.6					
グラウトミキサー（緩土圧抑制材一液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8					
ミキシンググラブプラント（緩土圧抑制材一液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2					
グラウトポンプ（裏込）	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	裏込関係は				
グラウトミキサー（裏込）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	8時間とします。				
ミキシンググラブプラント（裏込）	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5					
送泥ポンプ	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.2	6.4	6.4	6.1	6.0					
排泥ポンプ	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.2	6.4	6.4	6.1	6.0					
一次処理機	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.2	6.4	6.4	6.1	6.0					
二次処理機	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.2	6.4	6.4	6.1	6.0					

土質別機械設備稼働表（元押用）

【土質D】 8時間												機械設備 1 日 当り稼働時間（水力排土）			
	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	摘	要			
掘進機	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.5	5.6	5.6	5.5	5.4					
電動ホイス ト（親）	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	0.9	0.9	1.0	16時間積算は 各数値を2倍に します。				
電動ホイス ト（子）	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.7	0.7					
門型クレーン（本体）	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8	0.8					
電動ホイス ト（親） （立坑内）	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	-	-	-					
サドルクレーン（本体） （立坑内）	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	-	-	-					
トラバースー	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8	0.8					
多段油圧ポンプ（元押）	6.1	6.1	6.1	6.2	6.2	6.1	6.2	6.2	6.2	6.1					
油圧ポンプ（中押）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		中押設備使用時は			
A 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.5	5.6	5.6	5.5	5.4		別途算出します。			
B 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.5	5.6	5.6	5.5	5.4					
CMT F-1溶解槽（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8					
グラウトミキサー（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8					
ミキシンググラブプラント（緩土圧抑制材二液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2					
アジテータータンク（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8					
ピストン・ラムポンプ（緩土圧抑制材一液注入方式）	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.5	5.6	5.6	5.5	5.4					
グラウトミキサー（緩土圧抑制材一液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8					
ミキシンググラブプラント（緩土圧抑制材一液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2					
グラウトポンプ（裏込）	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	裏込関係は 8時間とします。				
グラウトミキサー（裏込）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8					
ミキシンググラブプラント（裏込）	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5					
送泥ポンプ	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.3	7.3	7.2	7.0					
排泥ポンプ	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.3	7.3	7.2	7.0					
一次処理機	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.3	7.3	7.2	7.0					
二次処理機	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.3	7.3	7.2	7.0					

土質別機械設備稼働表（元押用）

【土質E】 8時間 機械設備 1 日 当り稼働時間（水力排土）													
	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	摘	要	
掘進機	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.5	5.7	5.7	5.6	5.6			
電動ホイス ト（親）	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	0.9	0.9	0.9		16時間積算は	
電動ホイス ト（子）	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.6	0.7		各数値を2倍に	
門型クレーン（本体）	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8		します。	
電動ホイス ト（親）（立坑内）	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	-	-	-			
サドルクレーン（本体）（立坑内）	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	-	-	-			
トラバースー	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8			
多段油圧ポンプ（元押）	6.1	6.1	6.1	6.2	6.2	6.1	6.3	6.3	6.3	6.3			
油圧ポンプ（中押）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			中押設備使用時は
A 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.5	5.7	5.7	5.6	5.6			別途算出します。
B 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.5	5.7	5.7	5.6	5.6			
CMT F-1 溶解槽（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
グラウトミキサー（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシングプラント（緩土圧抑制材二液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
アジテータータンク（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ピストン・ラムポンプ（緩土圧抑制材一液注入方式）	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.5	5.7	5.7	5.6	5.6			
グラウトミキサー（緩土圧抑制材一液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシングプラント（緩土圧抑制材一液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
グラウトポンプ（裏込）	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0		裏込関係は	
グラウトミキサー（裏込）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8		8時間とします。	
ミキシングプラント（裏込）	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5			
送泥ポンプ	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.4	7.4	7.3	7.3			
排泥ポンプ	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.4	7.4	7.3	7.3			
一次処理機	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.4	7.4	7.3	7.3			
二次処理機	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.4	7.4	7.3	7.3			

土質別機械設備稼働表（元押用）

【土質F】 8時間 機械設備 1 日 当り稼働時間（水力排土）													
	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	摘	要	
掘進機	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.0	6.2	6.2	6.2	6.2			
電動ホイス ト（親）	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	0.7	0.7	0.7			
電動ホイス ト（子）	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.5	0.5			16時間積算は 各数値を2倍に します。
門型クレーン（本体）	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6			
電動ホイス ト（親）（立坑内）	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	-	-	-			
サドルクレーン（本体）（立坑内）	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-	-	-			
トラバースー	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6			
多段油圧ポンプ（元押）	6.5	6.5	6.5	6.6	6.6	6.5	6.6	6.6	6.7	6.7			
油圧ポンプ（中押）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			中押設備使用時は 別途算出します。
A 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.0	6.2	6.2	6.2	6.2			
B 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.0	6.2	6.2	6.2	6.2			
CMT F-1 溶解槽（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
グラウトミキサー（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシンググラブラント（緩土圧抑制材二液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
アジテータータンク（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ピストン・ラムポンプ（緩土圧抑制材一液注入方式）	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.0	6.2	6.2	6.2	6.2			
グラウトミキサー（緩土圧抑制材一液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシンググラブラント（緩土圧抑制材一液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
グラウトポンプ（裏込）	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0			裏込関係は 8時間とします。
グラウトミキサー（裏込）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシンググラブラント（裏込）	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5			
送泥ポンプ	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8	8.1	8.1	8.1	8.1			
排泥ポンプ	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8	8.1	8.1	8.1	8.1			
一次処理機	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8	8.1	8.1	8.1	8.1			
二次処理機	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8	8.1	8.1	8.1	8.1			

土質別機械設備稼働表（元押用）

【土質G】 8時間 機械設備 1 日 当り稼働時間（水力排土）													
	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	摘	要	
掘進機		6.5	6.5	6.5	6.6	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7		16時間積算は 各数値を2倍に します。	
電動ホイス ト（親）	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5	0.5	0.5			
電動ホイス ト（子）	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.4	0.4			
門型クレーン（本体）	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4			
電動ホイス ト（親）（立坑内）	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	-	-	-		中押設備使用時は 別途算出します。	
サドルクレーン（本体）（立坑内）	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	-	-	-			
トラバース	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4			
多段油圧ポンプ（元押）	6.8	6.8	6.8	6.9	6.9	6.9	7.0	7.0	7.0	7.1			
油圧ポンプ（中押）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		裏込関係は 8時間とします。	
A 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.5	6.5	6.5	6.6	6.6	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7			
B 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.5	6.5	6.5	6.6	6.6	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7			
CMT F-1 溶解槽（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
グラウトミキサー（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシンググラブラント（緩土圧抑制材二液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
アジテータータンク（緩土圧抑制材二液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ピストン・ラムポンプ（緩土圧抑制材一液注入方式）	6.5	6.5	6.5	6.6	6.6	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7			
グラウトミキサー（緩土圧抑制材一液注入方式）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシンググラブラント（緩土圧抑制材一液注入方式）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
グラウトポンプ（裏込）	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0			
グラウトミキサー（裏込）	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシンググラブラント（裏込）	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5			
送泥ポンプ	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7			
排泥ポンプ	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7			
一次処理機	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7			
二次処理機	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7			

土質別機械設備稼働表（元押用）

【土質H】 8時間 機械設備 1 日 当り稼働時間（水力排土）												
	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	摘	要
掘進機			6.9	7.0	7.0	6.9	7.2	7.2	7.1	7.1		16時間積算は 各数値を2倍に します。 中押設備使用時は 別途算出します。
電動ホイス ト（親）			0.6	0.6	0.6	0.7	0.5	0.3	0.3	0.3		
電動ホイス ト（子）			-	-	-	-	-	0.2	0.2	0.2		
門型クレーン（本体）			0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3		
電動ホイス ト（親）（立坑内）			0.6	0.6	0.6	0.7	0.5	-	-	-		
サドルクレーン（本体）（立坑内）			0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	-	-	-		
トラバースー			0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3		
多段油圧ポンプ（元押）			7.1	7.2	7.2	7.2	7.4	7.4	7.4	7.4		
油圧ポンプ（中押）			-	-	-	-	-	-	-	-		
A 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）			6.9	7.0	7.0	6.9	7.2	7.2	7.1	7.1		
B 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）			6.9	7.0	7.0	6.9	7.2	7.2	7.1	7.1		
CMT F-1溶解槽（緩土圧抑制材二液注入方式）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8		
グラウトミキサー（緩土圧抑制材二液注入方式）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8		
ミキシンググラブラント（緩土圧抑制材二液注入方式）			0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		
アジテータータンク（緩土圧抑制材二液注入方式）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8		
ピストン・ラムポンプ（緩土圧抑制材一液注入方式）			6.9	7.0	7.0	6.9	7.2	7.2	7.1	7.1		
グラウトミキサー（緩土圧抑制材一液注入方式）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8		
ミキシンググラブラント（緩土圧抑制材一液注入方式）			0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		
グラウトポンプ（裏込）			6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	裏込関係は	
グラウトミキサー（裏込）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	8時間とします。	
ミキシンググラブラント（裏込）			0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
送泥ポンプ			9.0	9.1	9.1	9.0	9.4	9.4	9.2	9.2		
排泥ポンプ			9.0	9.1	9.1	9.0	9.4	9.4	9.2	9.2		
一次処理機			9.0	9.1	9.1	9.0	9.4	9.4	9.2	9.2		
二次処理機			9.0	9.1	9.1	9.0	9.4	9.4	9.2	9.2		

土質別機械設備稼働表（元押用）

【土質Ⅰ】 8時間 機械設備 1 日 当り稼働時間（水力排土）												
	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	摘	要
掘進機			7.2	7.3	7.3	7.3	7.5	7.5	7.5	7.5		16時間積算は 各数値を2倍に します。
電動ホイス ト（親）			0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2		
電動ホイス ト（子）			-	-	-	-	-	0.1	0.1	0.1		
門型クレーン（本体）			0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2		
電動ホイス ト（親） （立坑内）			0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	-	-	-		
サドルクレーン（本体） （立坑内）			0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	-	-	-		
トラバースー			0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2		
多段油圧ポンプ（元押）			7.4	7.5	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6		
油圧ポンプ（中押）			-	-	-	-	-	-	-	-		
A 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）			7.2	7.3	7.3	7.3	7.5	7.5	7.5	7.5		中押設備使用時は 別途算出します。
B 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）			7.2	7.3	7.3	7.3	7.5	7.5	7.5	7.5		
CMT F-1溶解槽（緩土圧抑制材二液注入方式）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8		
グラウトミキサー（緩土圧抑制材二液注入方式）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8		
ミキシンググラブラント（緩土圧抑制材二液注入方式）			0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		
アジテータータンク（緩土圧抑制材二液注入方式）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8		
ピストン・ラムポンプ（緩土圧抑制材一液注入方式）			7.2	7.3	7.3	7.3	7.5	7.5	7.5	7.5		
グラウトミキサー（緩土圧抑制材一液注入方式）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8		
ミキシンググラブラント（緩土圧抑制材一液注入方式）			0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		
グラウトポンプ（裏込）			6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0		
グラウトミキサー（裏込）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8		
ミキシンググラブラント（裏込）			0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
送泥ポンプ			9.4	9.5	9.5	9.5	9.8	9.8	9.8	9.8		
排泥ポンプ			9.4	9.5	9.5	9.5	9.8	9.8	9.8	9.8		
一次処理機			9.4	9.5	9.5	9.5	9.8	9.8	9.8	9.8		
二次処理機			9.4	9.5	9.5	9.5	9.8	9.8	9.8	9.8		

土質別機械設備稼働表（元押用）

【土質 J】 8時間 機械設備 1 日 当り稼働時間（水力排土）													
	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	摘	要	
掘進機			7.5	7.6	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7	7.7		16時間積算は 各数値を2倍に します。	
電動ホイス ト（親）			0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1			
電動ホイス ト（子）			-	-	-	-	-	0.1	0.1	0.1			
門型クレーン（本体）			0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2			
電動ホイス ト（親）（立坑内）			0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	-	-	-			
サドルクレーン（本体）（立坑内）			0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	-	-	-			
トラバース			0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2			
多段油圧ポンプ（元押）			7.6	7.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8			
油圧ポンプ（中押）			-	-	-	-	-	-	-	-			
A 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）			7.5	7.6	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7	7.7		中押設備使用時は 別途算出します。	
B 液注入ポンプ（緩土圧抑制材二液注入方式）			7.5	7.6	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7	7.7			
CMT F-1 溶解槽（緩土圧抑制材二液注入方式）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
グラウトミキサー（緩土圧抑制材二液注入方式）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシングプラント（緩土圧抑制材二液注入方式）			0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
アジテータータンク（緩土圧抑制材二液注入方式）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ピストン・ラムポンプ（緩土圧抑制材一液注入方式）			7.5	7.6	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7	7.7			
グラウトミキサー（緩土圧抑制材一液注入方式）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシングプラント（緩土圧抑制材一液注入方式）			0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
グラウトポンプ（裏込）			6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0		裏込関係は 8時間とします。	
グラウトミキサー（裏込）			6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			
ミキシングプラント（裏込）			0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5			
送泥ポンプ			9.8	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0			
排泥ポンプ			9.8	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0			
一次処理機			9.8	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0			
二次処理機			9.8	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0			

(2) 標準機械時間当り電力消費量及び機械出力

名 称	呼び径 (mm)	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	時間当り 消費率 (kW・h/kW)	摘 要
掘進機	項 目												
	本 体	30.4	30.75	44.75	44.75	46.2	46.2	68.2	68.2	91.7	113.7	0.533	
坑内・外 作業工	クラッシャーフィーダー	7.5～22											
	多段ジャッキ装置	15、22、30											
	元押ポンプユニット	7.5、11、22											
	中押ポンプユニット	3.7、7.5、11											
	立坑外 ク レ ー ン		5.35			8.25				11.22		0.305	
	立坑内 ク レ ー ン		5.35			8.25						0.305	
緩み土圧 抑制材・ 添加材 注入工	トラバ ー サ ー	3.0											
	A 液 注 入 ポ ン プ	0.75											
	B 液 注 入 ポ ン プ	0.75											
	CMT F-1 溶 解 槽	2.2											
	アジテータータンク	2.2											
	ピストンポ ン プ	7.5											
	ラム 式 ポ ン プ	7.5											
	グラウトミキサー	2											
	ミキシンググラブラント	0.4											
		0.75											

※上表の機関出力は適用機種代表例で、積算機種と一致しない場合があります。

電力消費量及び機械出力

名 称	呼び径 (mm)	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	時間当り 消費率 (kW・h/kW)	摘 要	
圧気工	ブローアユニット	39											0.9	
	ロックユニット	-												
裏込 注入工	グラウトポンプ	8					11						0.613	
	グラウトミキサー	2					11						0.613	
	ミキシングプラント	0.4					0.75						0.613	
換気	ブローア	3.8、7.2、15											0.681	
水力排土 設備工	送水ポンプ	5.5、7.5、11.0、15.0、22.0、30.0、37.0、45.0、55.0 × () 台											0.9	
	排水ポンプ	5.5、7.5、11.0、15.0、22.0、30.0、37.0、45.0、55.0 × () 台											0.9	
水力排土 設備工	攪拌式水槽	2.2、3.7、7.5 × () 台											0.9	
	ユニット式一次処理機	9.9、15.8、32.2、66.8											0.9	
	回転式分級機	30、37、45											0.56	
	ベルトコンベアー	1.1、1.2 × () 台											0.56	
	移送ポンプ	5.5 × () 台											0.9	
水替工	水中ポンプ	5.5 × () 台											0.584	

※上表の機関出力は適用機種種の代表例で、積算機種と一致しない場合があります。