

第1版

低耐荷力方式

オーガ方式－工程式
泥土圧方式－工程式
(エンビライナー工法)

技術・標準積算資料

令和6年度版

エンビ・ホリゾン推進協会

はじめに

ホリゾンガー推進協会とエンビライナー協会は、平成13年4月に統合され、新たにエンビ・ホリゾン推進協会が誕生しました。

統合を機に平成14年度版の技術・積算資料より、高耐荷力オーガ1工程方式のホリゾンガー工法、プレストーン工法と低耐荷力オーガ1工程方式のエンビライナー方式の整合性を図るため、工法の分類を以下のとおりに区分しました。

| | |
|--------|-----------------------------|
| 低耐荷力方式 | オーガ方式一工程式： エンビライナー工法 |
| | 泥土圧方式一工程式： エンビライナー工法 |

| | |
|--------|----------------------------|
| 高耐荷力方式 | オーガ方式一工程式： ホリゾンガー工法 |
| | 泥土圧方式一工程式： プレストーン工法 |

本資料では、低耐荷力方式と高耐荷力方式に関して、工法の概要、施工方法、使用管材、推進設備等の技術的内容と積算的内容をそれぞれ技術編と積算編に取り纏め致しました。

今後は各機種ともエンビ・ホリゾン推進機の名称で、低耐荷力、高耐荷力方式の推進工事のお役にたてると考えております。

本資料が発注者の皆様はもとより、設計者や施工者の皆様に広くお役立ていただけましたら幸いと存じます。

目 次

はじめに

低耐荷力方式 オーガ方式－工程式 / 泥土圧方式－工程式 (エンビライナー工法)

【技術編】

第 1 章 推進工法概論

- 1.1 小口径推進工法の分類 1
- 1.2 主な工法の概要 1

第 2 章 エンビライナー工法の概要

- 2.1 概要 3
- 2.2 特長 3
- 2.3 施工方法 5
- 2.4 施工能力 9

第 3 章 下水道推進工法用硬質塩化ビニル管

- 3.1 種類 11
- 3.2 管種 11
- 3.3 形状および寸法 13

第 4 章 基本設計

- 4.1 鉛直方向の設計 25
- 4.2 推進力 28
- 4.3 計算例 29

第 5 章 機械

- 5.1 機械構造概要 40

| | | |
|-----------------------------|----------------|-----|
| 5.2 | 機械仕様 | 47 |
| 第6章 設備 | | |
| 6.1 | 推進設備 | 52 |
| 6.2 | 付帯設備 | 56 |
| 6.3 | クレーン設備 | 56 |
| 6.4 | 注入設備 | 58 |
| 第7章 立坑・配置 | | |
| 7.1 | 発進立坑および到達立坑 | 59 |
| 7.2 | 配置図 | 74 |
| 7.3 | 止水器 | 77 |
| 第8章 エンバイナー工法施工マニュアル | | |
| 8.1 | はじめに | 78 |
| 8.2 | 主な作業内容 | 79 |
| 8.3 | 推進工安全基準 | 91 |
| 第9章 推進用硬質塩化ビニル管の取扱基準 | | |
| 9.1 | はじめに | 95 |
| 9.2 | 運搬と保管 | 95 |
| 9.3 | 基本作業 | 96 |
| 9.4 | 推進工法用塩ビ管取扱安全基準 | 102 |
| 9.5 | マンホール部の接合と埋戻し | 109 |

【積算編】

| | |
|------------------|-----|
| 立坑区分と該当機種 | 111 |
| 1. 工法 | 112 |
| 2. 適用（積算資料） | 112 |
| 3. 設計・積算にあたっての注意 | 112 |
| 4. 工種 | 113 |
| 5. 歩掛 | 114 |

低耐荷力方式

オーガ方式一工程式／泥土圧方式一工程式
(エンバイナー工法)

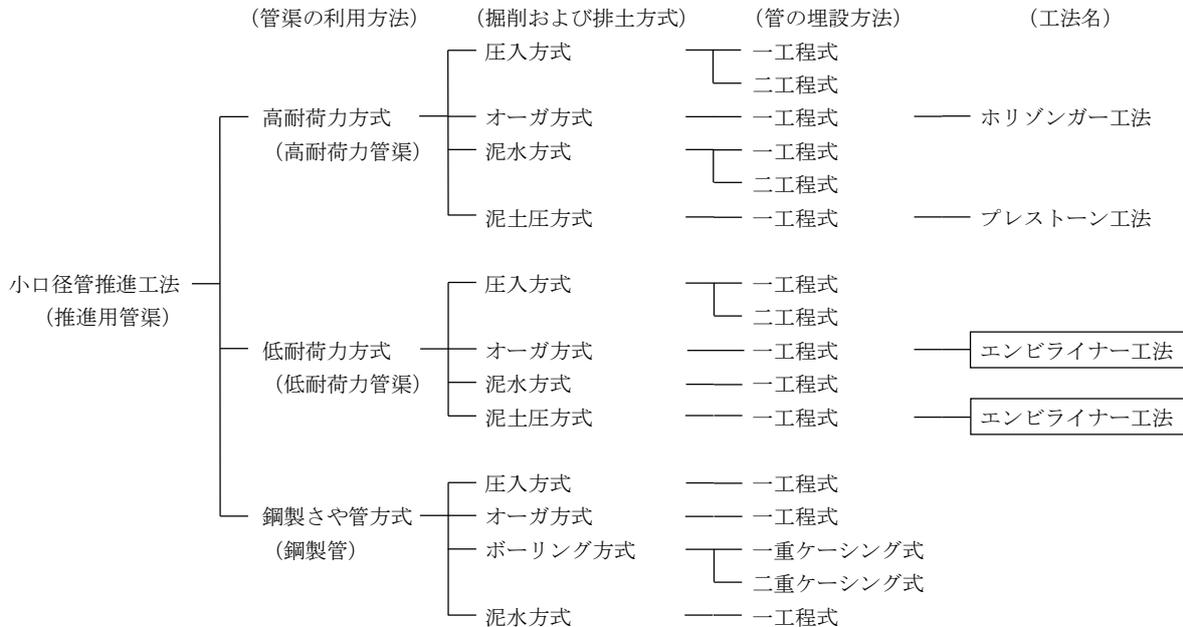
【 技 術 編 】

第1章 推進工法概論

1.1 小口径推進工法の分類

小口径管推進工法とは、小口径推進管または誘導管の先端に小口径管先導管を接続し、立坑等から遠隔操作等により推進する工法である。以下にその分類を示す。

表1-1 小口径管推進工法の分類



1.2 主な工法の概要

(1) 高耐荷力方式

高耐荷力方式は、高耐荷力管（鉄筋コンクリート管、ダクタイル鋳鉄管、陶管、複合管等）を用い推進方向の管の耐荷力に抗して、直接管端に推進力を負荷して推進する施工方式である。

1) オーガ方式一工程式

オーガ方式一工程式は、先導管内にオーガヘッドおよびスクリュコンベヤを装着し、この回転により掘削排土を行う工法であり、遠隔方向制御装置を設け、方向修正を行う。

本方式は、先導管に直接推進管を接続して推進する方式である。オーガヘッド先端より注水し、オーガヘッドにより掘削された土砂は、推進管内に設置されたスクリュコンベヤおよびケーシングにより発進立坑まで排土される。

2) 泥土圧方式一工程式

泥土圧方式一工程式は、推進管の先端に先導管を装備し、掘削土砂の塑性流動化を促進させるための掘削添加材注入とピンチ弁あるいは止水装置により、切羽の安定を保持しながらカッタの回転により掘削を行い、掘進量に見合った排土を行うことで切羽土圧を調整しながら推進する方式である。

排土方式はスクリュコンベヤで行う。

(2) 低耐荷力方式

低耐荷力方式は、低耐荷力管（硬質塩化ビニル管等）を用い、先導管の推進に必要な推進力の先端（初期）抵抗を推進力伝達ロッドに作用させ、低耐荷力管には、土との管外面抵抗のみを負担させることにより推進する方式である。

1) オーガ方式一工程式

オーガ方式一工程式は、低耐荷力管を用い、先導管内にオーガヘッドおよびスクリュコンベヤを装着し、オーガヘッド先端より注水し、その回転により掘削排土を行いつつ、推進ジャッキによりスクリュコンベヤ類（推進力伝達ロッド）に先端（初期）抵抗力を負担させ、低耐荷力管には土との管外面抵抗のみを負担させることにより、低耐荷力管を推進する方式であり、一工程式である。

2) 泥土圧方式一工程式

泥土圧方式一工程式は、滞水層地盤を対象とし、推進管の先端に先導管を装備し、掘削添加材を注入し、掘削土砂の塑性流動化をはかり切羽の安定を保持ながら掘削を行い、ピンチ弁の開閉により切羽圧を調整し、先端（初期）抵抗をケーシング、スクリュコンベヤ類（推進力伝達ロッド）に負担させ、低耐荷力管には管外面抵抗のみを負担させ推進する工法である。

第2章 エンバイナー工法の概要

2.1 概要

エンバイナー工法は、低耐荷力方式・オーガ方式／泥土圧方式一工程式に分類される工法であり立坑内駆動方式である。昭和 63 年に施工業者、管材メーカー、機械メーカーが施工、管材、機械の開発を行い、従来は強度的に不可能とされていた塩ビ管を一工程で推進することを世界で初めて実現した工法である。粘性土、砂質土だけでなく、礫層、岩盤施工を可能とするディスクカッターヘッドにも対応する。施工実績は昭和 63 年の開発以来、累計 2,850km を達成し、塩ビ管推進工法では「No. 1」の実績を誇る。

2.2 特長

(1) 低耐荷力方式

- 1) 塩ビ管を一工程で推進するために、ケーシングを介して推進装置による推進力を先導管に伝達させ、塩ビ管には周面抵抗力のみを負担させるという推進力伝達機構を世界で初めて開発した。
- 2) 先導管と塩ビ管の接続が差込式の構造となっているため、管の伸縮・長さの累積誤差を吸収することができる。
- 3) 管荷重計が推進機本体側に取り付けられており、塩ビ管に作用している抵抗力を常時チェックすることができる。
- 4) 先導管胴体部から滑材を注入することにより、管外周部に滑材によるソフトゾーンが形成され管にかかる周面抵抗力が低減される。また滑材が管外周面を保護するため傷の発生が抑えられる。
- 5) 先導管先端部のオーガヘッドにより掘削された土砂は、推進管内に設置されたスクリーコンベアにより発進立坑までケーシング内を通過して排土されるため、推進管内には汚れ・傷等は残らない。



図 2-1 エンバイナー工法 エンビ・ホリゾン推進機（主なもの）

(2) 幅広い適用土質

- 1) オーガ方式／泥土圧方式のため、粘性土、砂質土等はもちろん、高水位地盤、硬質土、礫質土まで施工可能。
- 2) 豊富なアタッチメント類が整備され、施工条件に合わせて最適なツールを選択し施工にあたることができる。
- 3) カッタヘッドの回転速度は無段変速で制御可能であるため、地盤に合わせて効率よく推進作業を行うことができる。

(3) 様々な推進管に対応

- 1) 日本下水道協会規格 (JSWAS K-6) で定められているすべての塩ビ管が推進可能。
($\phi 150 \sim \phi 450$ 、1 m 管・2 m 管、V U・V P・V M 管)

(注) 塩ビ管 $\phi 500$ (K-6 規格外) ですが推進可能であり実績もあります。

(4) 長距離推進と高精度

- 1) オーガ方式／泥土圧方式のため、粘性土、砂質土等はもちろん、高水位地盤、硬質土、礫質土まで施工可能。
- 2) 豊富なアタッチメント類が整備され、施工条件に合わせて最適なツールを選択し施工にあたることができる。
- 3) オーガヘッドの回転速度は無段変速で制御可能であるため、地盤に合わせて効率よく推進作業を行うことができる。

(5) 省スペース

- 1) 機械本体が小型であり、最小で円形 $\phi 1.5\text{m}$ 小型立坑から発進可能である。
- 2) 先導管は分割可能であり、最小 1 号人孔 (内径 $\phi 900$) における到達・回収が可能である。

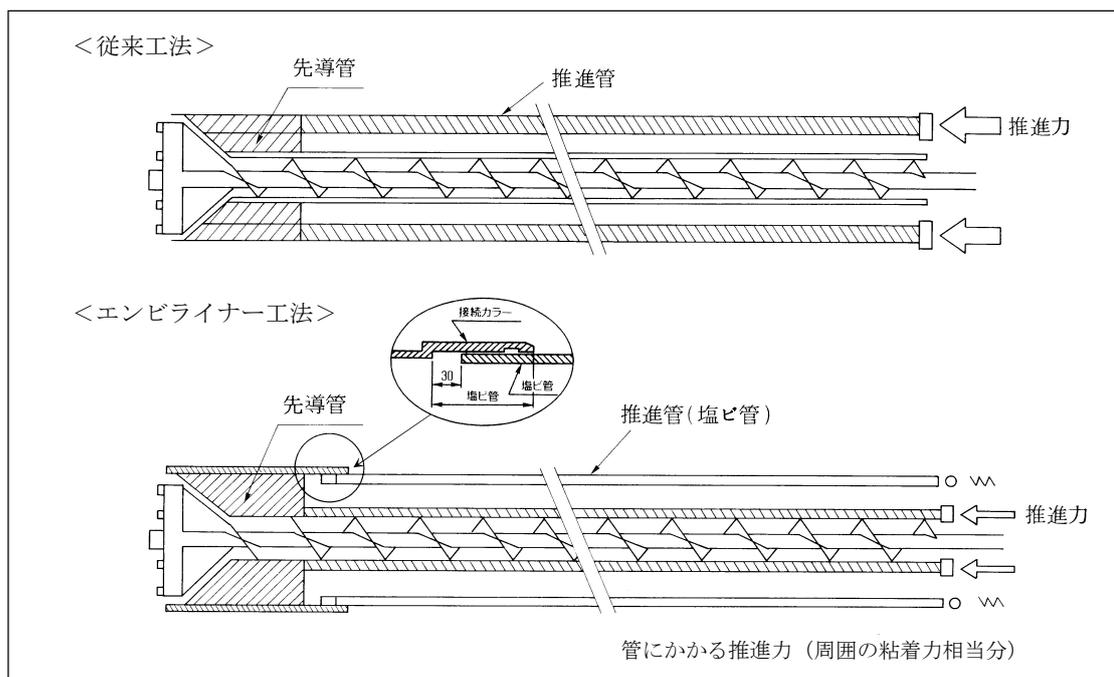


図 2-2 推進力伝達機構

2.3 施工方法

(1) 施工要領

エンバイライナー工法の施工要領を以下に示す。

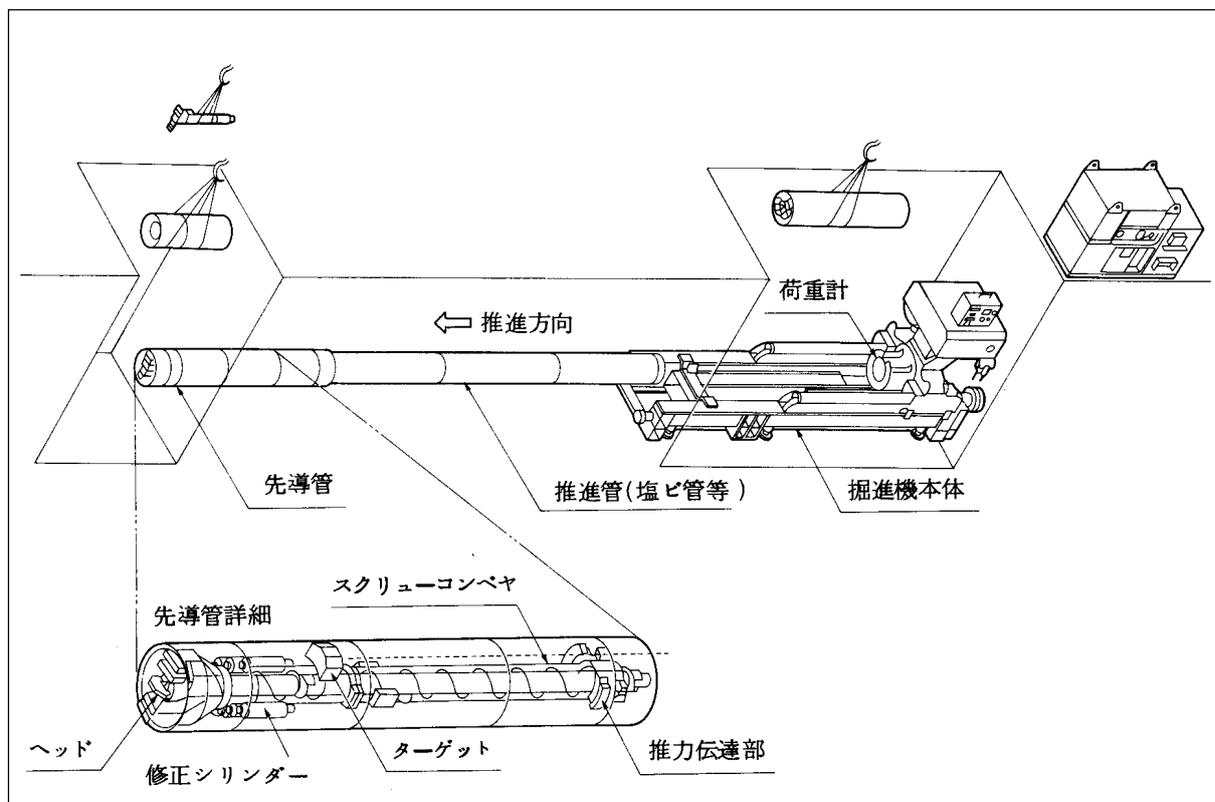


図 2-3 施工要領図

- 1) ターゲットにより先導管の基準軸からの偏位量を計測し、必要に応じ適切な方向修正を行いながら推進する。
- 2) オーガ方式では清水を注入し掘削する。泥土圧方式では掘削添加材を注入し掘削する。いずれの方式も滑材注入を行う。
- 3) 場合により、先行掘りや補助工法等、適切な手段を講じる。

(2) 標準作業順序

- 1) 土留材搬入
- 2) 掘削・山留
- 3) 基礎工
- 4) 支圧壁工
- 5) トラッククレーン配置
- 6) 機械材料搬入工
- 7) 測量
- 8) 機械組立据付工
- 9) 掘削添加材、滑材作成工
- 10) 埋設管準備工
- 11) 先導管組立工
- 12) 先導管据付工
- 13) 坑口取付工（発進坑側）
- 14) 鏡切工（発進坑側）
- 15) 先導管推進工
- 16) 埋設管据付工
- 17) 管推進工、注入工
- 18) (16)～(17)繰り返し
- 19) 坑口取付工（到達坑側）
- 20) 鏡切工（到達坑側）
- 21) 先導管撤去工
- 22) 回収工（スクレーパー・ケーシング）
- 23) 機械解体撤去工
- 24) 機械搬出工
- 25) トラッククレーン撤収
- 26) 人孔設置工
- 27) 埋め戻し
- 28) 土留材撤去・搬出

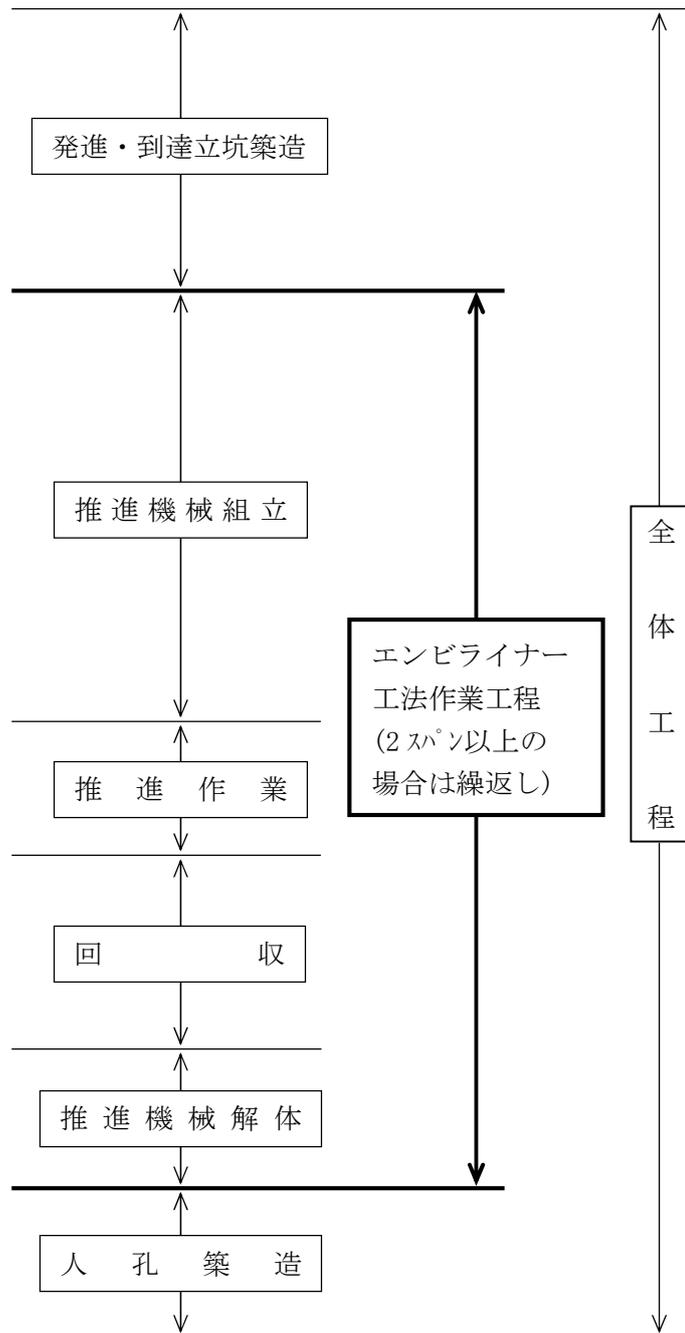
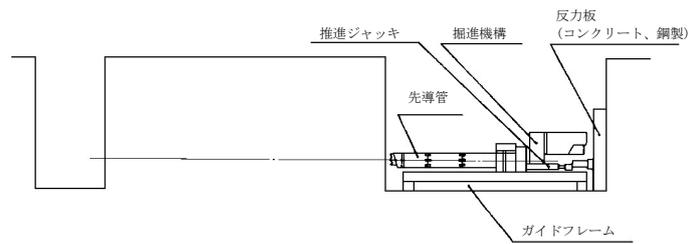


図 2-4 標準作業順序

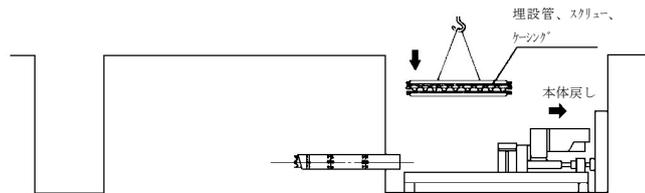
- (注) 1. 7)は、通常元請けにおいて責任をもってチェックする。
 2. 21)、22)は、到達坑の形状・推進延長により順序が変わる場合がある。
 3. この内、機械組立・解体を除いた 8)～23)の工程を次頁に示す。

(3) 施工手順

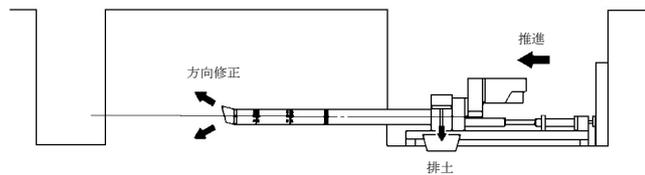
- 1) 本体を発進坑内に据付け、先導管をセットした後、先導管を推進する。



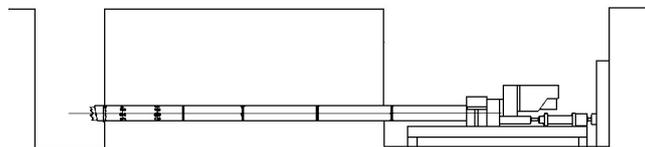
- 2) 先導管を推進した後、地上でケーシング・スクリーをセットした埋設管を立坑内に下ろし接続する。



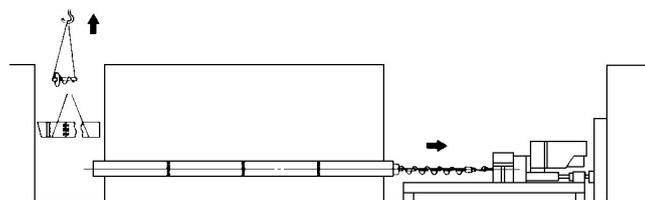
- 3) 計測機器により先導管の位置を検測し、方向修正を行いながら埋設管を順次推進していく。その際排土状況を見ながら止水装置（またはピンチ弁）の止水圧力を調整する。以後の推進工程を通じて掘削添加材注入を行う。



- 4) 2)～3)の作業を繰り返し、先導管を到達坑まで推進する。



- 5) 到達したら到達坑よりオーガヘッドおよび先導管を回収する。スクリュー、ケーシング、および油圧ホースは発進坑へ引き抜く。



- 6) 各機械器具を立坑外に搬出するとともに本体を撤去する。反対方向に推進する場合は、本体を反転後、再度据付けを行う。

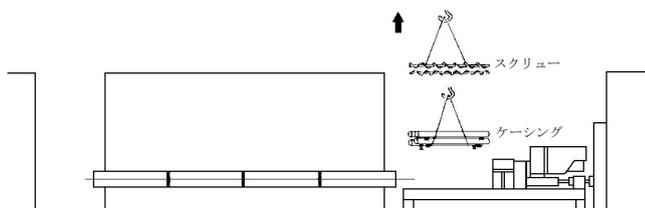


図 2-5 標準施工手順

(4) 方向修正

発進立坑内後方に設置した測量器により先導管の位置と姿勢を計測し、計画管路に差異がある場合は基準線に一致するように先導管に内蔵された修正シリンダを伸縮させて先導管を所定の位置へと修正する。

また専用の測量システム（ポジションセンサとレーザーセオドライトの組合せ）を搭載した機種では、操作盤上の液晶画面に数値演算処理された先導管の偏位量が 10 分の 1mm の単位まで表示されるため、より長距離の推進が可能である。

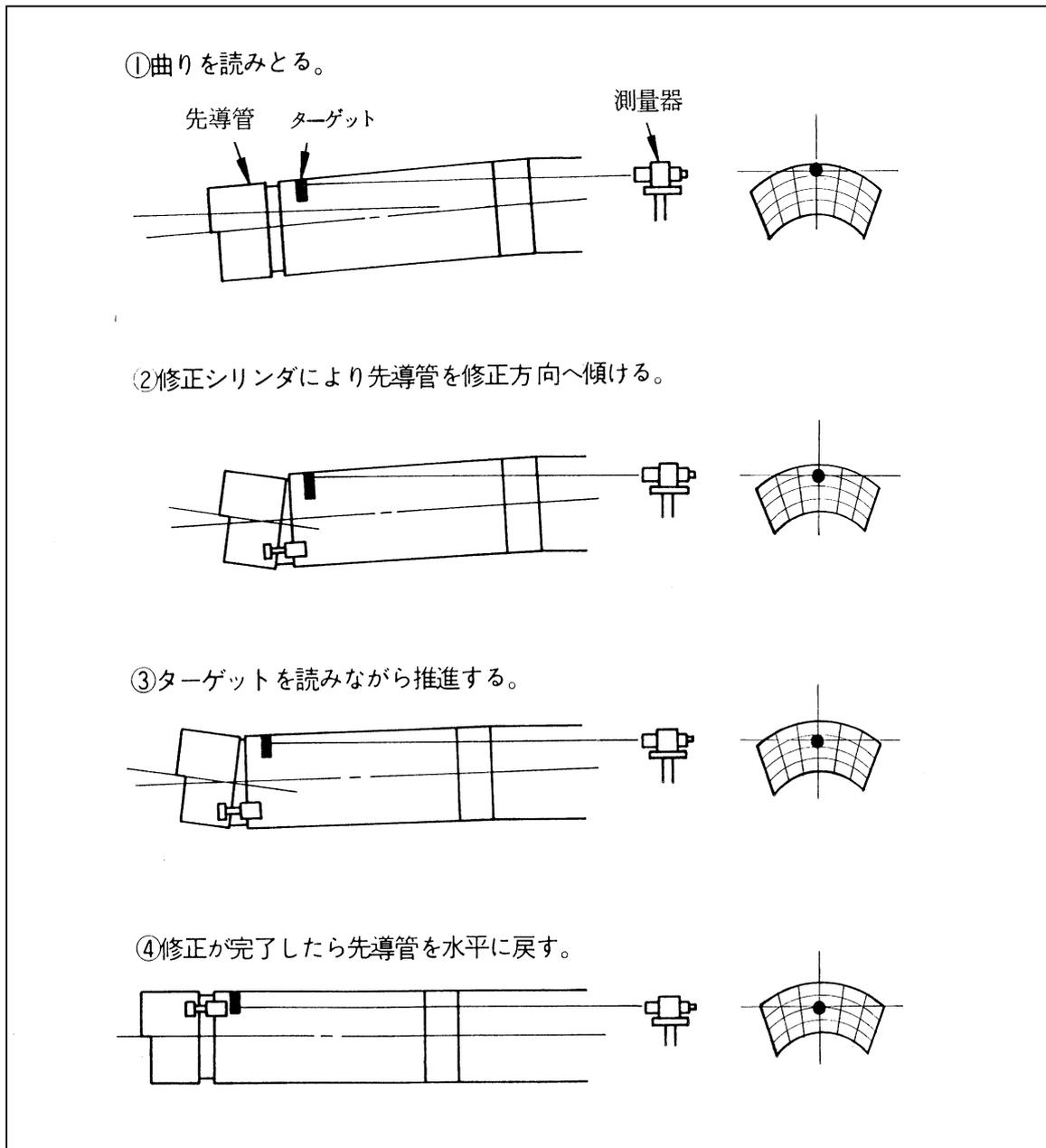


図 2-6 方向修正

2.4 施工能力

(1) 土質区分と標準推進距離

エンブレイナー工法は、オーガ方式／泥土圧方式を採用しているため、適用土質範囲は幅広い。以下に適用土質区分を示す。

1) 土質区分

表 2-1 土質区分

〔普通土・硬質土〕

| 区 分 | A土質 | B土質 | C土質 |
|-----|-----------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N 値 | $0 < N \leq 10$ | $10 < N \leq 30$ | $N \leq 50$ |
| 土 質 | 砂質土 シルト 粘性土 有機質土 火山灰質粘性土 高有機質土 | | 1. 礫混り土・砂 2. 硬質粘性土 ($30 < N < 40$) 礫混り土としては (1) $\phi 150 \sim \phi 300$ 礫 径 10mm 以下 混入率 10% 以下 (2) $\phi 350 \sim \phi 500$ の場合、 礫 径 40mm 以下 混入率 10%以下 |

〔岩盤〕

| 名 称 | 軟岩 | 硬岩 | 備考 |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 区 分 | D1土質 | D2土質 | 註：硬質粘性土 $40 \leq N$ は軟岩 D1土質区分 |
| 土 質 | 一軸圧縮強度： $qu \leq 20 \text{ N/mm}^2$ ($qu \leq 200 \text{ kgf/cm}^2$) | 一軸圧縮強度： $20 < qu \leq 70 \text{ N/mm}^2$ ($20 < qu \leq 700 \text{ kgf/cm}^2$) | |

〔礫質土〕

| 名 称 | 礫・玉石混り土 | | | | | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 地下水 | 【低水位】 被水圧 : $p \leq 20 \text{ kPa}$ ($p \leq 0.2 \text{ kgf/cm}^2$) 透水係数 : $K \leq 10^{-4} \text{ cm/sec}$ | | | 【高水位】 被水圧 : $20 < p \leq 60 \text{ kPa}$ ($0.2 < p \leq 0.6 \text{ kgf/cm}^2$) 透水係数 : $10^{-4} < K \leq 10^{-2} \text{ cm/sec}$ | | |
| 区 分 | E1土質 | E2土質 | E3土質 | F1土質 | F2土質 | F3土質 |
| 土 質 | 礫径： 呼び径の 1/5 以下 礫混入率： 40%以下 | 礫径： 呼び径の 1/4 以下 礫混入率： 40%以下 | 礫径： 呼び径の 1/3 以下 礫混入率： 50%以下 | 礫径： 呼び径の 1/5 以下 礫混入率： 40%以下 | 礫径： 呼び径の 1/4 以下 礫混入率： 40%以下 | 礫径： 呼び径の 1/3 以下 礫混入率： 50%以下 |

(注) 1. N値 0 の自沈層やN値の変動が激しい互層地盤、あるいは崩壊性の大きな地盤の場合、補助工法が必要な場合がある。

2. D1, D2、E1～E3、F1～F3土質に使用しますディスクカッターヘッド、ビットカッターヘッドに関しまして、稼働可能なヘッドが減少しております為、ご計画の際は協会へご相談下さい。

(2) オーガ方式と泥土圧方式の適用条件

各方式を適用するに当り、その目安となる条件は以下の通り。

表 2-2 オーガ方式と泥土圧方式の適用条件

| | 被水圧 | 透水係数 | 備考 |
|-------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| オーガ方式 | 20kPa (0.2kgf/cm ²)以下 | 10 ⁻⁴ cm/sec 以下 | 滞水型ヘッドの使用 |
| 泥土圧方式 | 60kPa (0.6kgf/cm ²)以下 | 10 ⁻² cm/sec 以下 | 滞水型ヘッド、ピンチ弁の使用 掘削添加材の注入 |

(注) 均等係数U_cが5以下の場合には粒径がそろっており、流動性が大きいいため施工不可となります。尚、φ150塩ビ管は泥土圧方式の対象外です。

1) 礫・玉石混じり土について

施工対象地盤が礫・玉石混じり土の場合は、以下の点に注意する。

- a) 事前に必ず土質調査を行う。
- b) 一般の土質調査において使用されるφ66mm、φ86mmのロッドボーリングの場合、礫や玉石の大きさを正確に測定できないので、土質試験によってえられた礫径の3倍の大きさを最大礫径として想定する。
- c) 実際の立坑掘削時における土質を確認し、事前の土質調査結果と異なる場合は再度(工法変更も含めて)検討しなければならない。

2) 軟弱層でのピンチ弁使用

- a) 一般に泥土圧式では掘削添加材注入量計算でシルト・粘土が30%以上ある場合、注入量は0となる。ところが軟弱層(0<N≤3程度の暖い粘土、腐食土層)では推進中にズリが発進立坑側へ異常に流入する恐れがあり排土を制御する目的でオーガ方式であってもピンチ弁を付ける事がある。

(3) 塩ビ管標準推進距離

表 2-3 塩ビ管標準推進距離

| 立坑区分 | 塩ビ管呼び径 | 土質別標準推進距離 (m) | | | | |
|-------------------|-------------|---------------|---------|---------|---------|---------|
| | | A、B、C | D1 | D2 | E1~E3 | F1~F3 |
| 円形φ1.5m立坑用推進機 | φ200 | 50 ~ 60 | × | × | × | × |
| | φ250 ~ φ300 | 50 ~ 65 | × | × | × | × |
| 円形φ2.0m立坑用推進機 | φ150 | 30 ~ 40 | × | × | × | × |
| | φ200 | 60 ~ 70 | 45 ~ 50 | × | 50 ~ 55 | 45 ~ 50 |
| | φ250 ~ φ350 | 60 ~ 75 | 45 ~ 55 | 45 ~ 50 | 50 ~ 60 | 45 ~ 55 |
| 円形φ2.5m立坑用推進機 | φ400 ~ φ450 | 70 ~ 80 | 50 ~ 60 | 45 ~ 50 | 55 ~ 65 | 50 ~ 60 |
| | φ500 | 70 ~ 85 | 50 ~ 65 | 45 ~ 55 | 55 ~ 70 | 50 ~ 65 |
| 矩形3.5m×2.0m立坑用推進機 | φ200 | 60 ~ 70 | 45 ~ 50 | × | 50 ~ 55 | 45 ~ 50 |
| | φ250 ~ φ350 | 60 ~ 80 | 45 ~ 60 | 45 ~ 55 | 50 ~ 65 | 45 ~ 60 |
| | φ400 ~ φ450 | 70 ~ 85 | 50 ~ 65 | 45 ~ 55 | 55 ~ 70 | 50 ~ 65 |
| | φ500 | 70 ~ 90 | 50 ~ 70 | 45 ~ 60 | 55 ~ 75 | 50 ~ 70 |
| 矩形4.0m×2.0m立坑用推進機 | φ200 | 60 ~ 70 | 45 ~ 50 | × | 50 ~ 55 | 45 ~ 50 |
| | φ250 ~ φ350 | 60 ~ 75 | 45 ~ 55 | 40 ~ 50 | 50 ~ 60 | 45 ~ 55 |
| 矩形4.4m×2.4m立坑用推進機 | φ350 ~ φ450 | 70 ~ 90 | 50 ~ 70 | 45 ~ 60 | 55 ~ 75 | 50 ~ 70 |

(注) 1. 標準推進距離を示しています。土質、施工条件により異なる場合がありますので目安としてください。

2. D1, D2, E1~E3, F1~F3土質に使用しますディスクカッターヘッド、ビットカッターヘッドに関しまして、稼働可能なヘッドが減少しております為、ご計画の際は協会へご相談下さい。

第3章 下水道推進工法用硬質塩化ビニル管

3.1 種類

エンバイナー工法の使用する推進用硬質塩化ビニル管の種類は、(社)日本下水道協会規格「下水道推進工法用硬質塩化ビニル管」JSWAS K-6 で規定されるリブカラー付直管、SUSカラー付直管、およびスパイラル継手付直管の3種類とする。

表3-1 直管の種類

| 種類 | 略号 | 呼び径範囲 | 接合方式 | 参考 (管厚区分) |
|------------|------|---------|------|---------------------------------------|
| リブカラー付直管 | STRS | 200~300 | 接着 | VU |
| SUSカラー付直管 | SUSR | 150~500 | ゴム輪 | VP(φ150~φ300) または VM(φ350~φ500) |
| スパイラル継手付直管 | SSPS | 150~500 | 接着 | VP(φ150~φ300) または VM(φ350~φ500) |

備考1. リブカラー付直管の接合は、受口内面および差し口外面に接着剤を塗布して、挿入接合する。
2. SUSカラー付直管の接合は、シール材およびカラー内面に滑材を塗布して、挿入接合する。
3. スパイラル継手付直管の接合は、継手部に充填系接合材を塗布して、ねじ込み接合する。

注) 1. φ500は(K-6規格外)

3.2 管種の選定

管の種類別の適用地盤を以下に示す。

表3-2 管種別適用地盤

[普通土・硬質土]

| 区分 | | A土質 | B土質 | C土質 |
|----|--------------------------|-----------------|------------------|-------------|
| N値 | | $0 < N \leq 10$ | $10 < N \leq 30$ | $N \leq 50$ |
| 管種 | リブカラー付直管 | 可 | | 不可 |
| | SUSカラー付直管・ スパイラル継手付直管 | 可 | | |

〔岩盤〕

| | | | |
|--------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 名 称 | | 軟岩 | 硬岩 |
| 区 分 | | D1 土質 | D2 土質 |
| 土 質 | | 一軸圧縮強度： $qu \leq 20 \text{ N/mm}^2$ ($qu \leq 200 \text{ kgf/cm}^2$) | 一軸圧縮強度： $20 < qu \leq 70 \text{ N/mm}^2$ ($20 < qu \leq 700 \text{ kgf/cm}^2$) |
| 管 種 | リブカラー付直管 | 不 可 | |
| | SUSカラー付直管・ スパイラル継手付直管 | 可 | |

〔礫質土〕

| | | | | | | |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 名 称 | 礫・玉石混り土 | | | | | |
| 地下水 | 【低水位】 被水圧 : $p \leq 20 \text{ kPa}$ ($p \leq 0.2 \text{ kgf/cm}^2$) 透水係数 : $K \leq 10^{-4} \text{ cm/sec}$ | | | 【高水位】 被水圧 : $20 < p \leq 60 \text{ kPa}$ ($0.2 < p \leq 0.6 \text{ kgf/cm}^2$) 透水係数 : $10^{-4} < K \leq 10^{-2} \text{ cm/sec}$ | | |
| 区 分 | E1 土質 | E2 土質 | E3 土質 | F1 土質 | F2 土質 | F3 土質 |
| 土 質 | 礫径： 呼び径の 1/5 以下 礫混入率： 40%以下 | 礫径： 呼び径の 1/4 以下 礫混入率： 40%以下 | 礫径： 呼び径の 1/3 以下 礫混入率： 50%以下 | 礫径： 呼び径の 1/5 以下 礫混入率： 40%以下 | 礫径： 呼び径の 1/4 以下 礫混入率： 40%以下 | 礫径： 呼び径の 1/3 以下 礫混入率： 50%以下 |
| 管 種 | リブカラー付直管 | 不 可 | | | | |
| | SUSカラー付直管・ スパイラル継手付直管 | 可 | | | | |

(注) 1. A土質、B土質においても、次の土質条件の場合はSUSカラー付直管もしくはスパイラル継手付直管を推奨します。

- ① 砂質土でシルト分が30%未満の場合。
- ② 自立する地盤を除いて推進延長が30mを越える場合。
- ③ 2種類以上の土質が混在する互層の場合。
- ④ 砂質土でN値が15以上の場合。
- ⑤ 地下水を含み、継手の接着面に影響が憂慮される場合。

2. D1, D2, E1~E3, F1~F3土質に使用しますディスクカッターヘッドビットカッターヘッドに関しまして、稼働可能なヘッドが減少しております為、ご計画の際は協会へご相談下さい。

3.3 形状および寸法

(1) リブカラー付直管 (略号STRS)

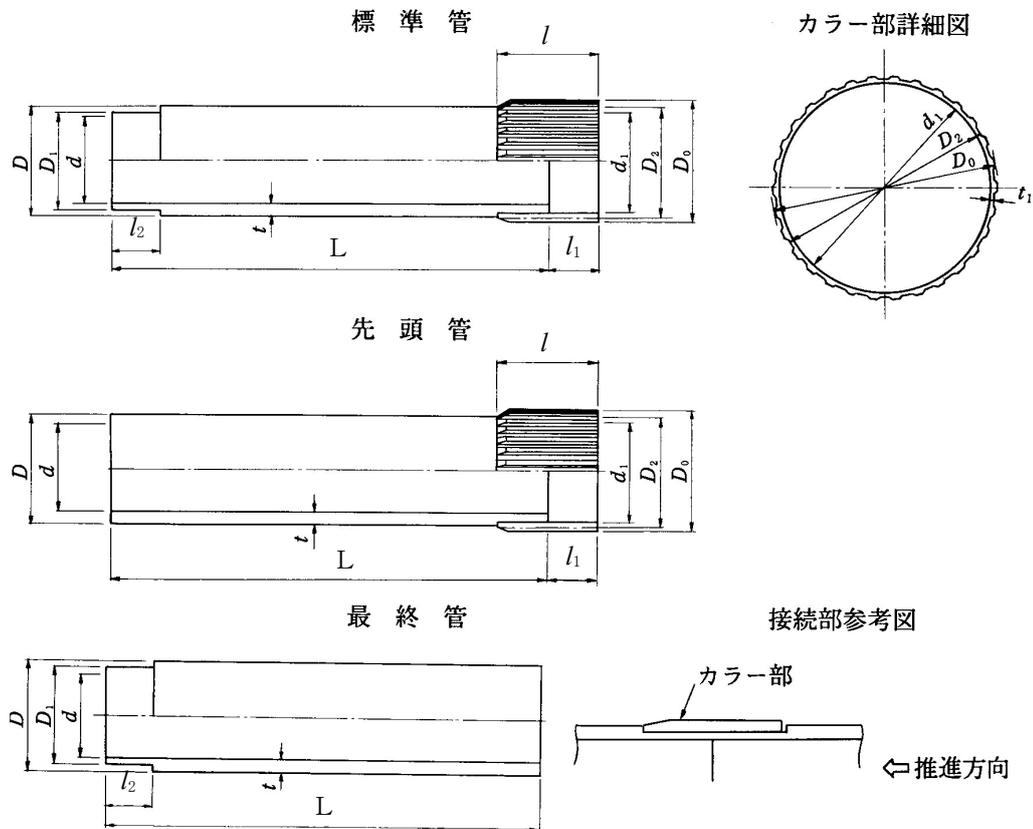


図3-1 リブカラー付直管

| 呼び径 | D | D ₁ | D ₀ (参考) | D ₂ (参考) | d ₁ | d (参考) | l (参考) | l ₁ | l ₂ | t | t ₁ (最小) | L |
|-----|---------|----------------|------------------------|------------------------|----------------|-----------|-----------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------|
| 200 | 216±0.7 | 210±0.7 | 222.0 | 218 | 211.4±0.6 | 202 | 230 | 114.0 ⁰ _{-3.5} | 116.0 ^{+3.5} ₀ | 6.5 ^{+1.0} ₀ | 3.0 | 1000±3 2000±5 |
| 250 | 267±0.9 | 261±0.9 | 273.4 | 269 | 262.6±0.6 | 250 | 280 | 139.0 ⁰ _{-3.5} | 141.0 ^{+3.5} ₀ | 7.8 ^{+1.2} ₀ | 3.0 | |
| 300 | 318±1.0 | 310±1.0 | 326.0 | 319 | 311.8±0.7 | 298 | 330 | 164.0 ⁰ _{-3.5} | 166.0 ^{+3.5} ₀ | 9.2 ^{+1.4} ₀ | 3.5 | |

- 注) 1. D, D₁およびd₁は、任意箇所における相互に等間隔な2方向以上の直径測定値の平均値又は円周測定値を円周率3.142で除した値をいう。
 2. 先頭管とは先導管に接続する管であり、最終管とは推進時の最後に使用する管である。また標準管とはその間の推進時に使用する管をいう。
 3. 差し口先端部は、糸面取りとする。

(2) SUSカラー付直管 (略号SUSR)

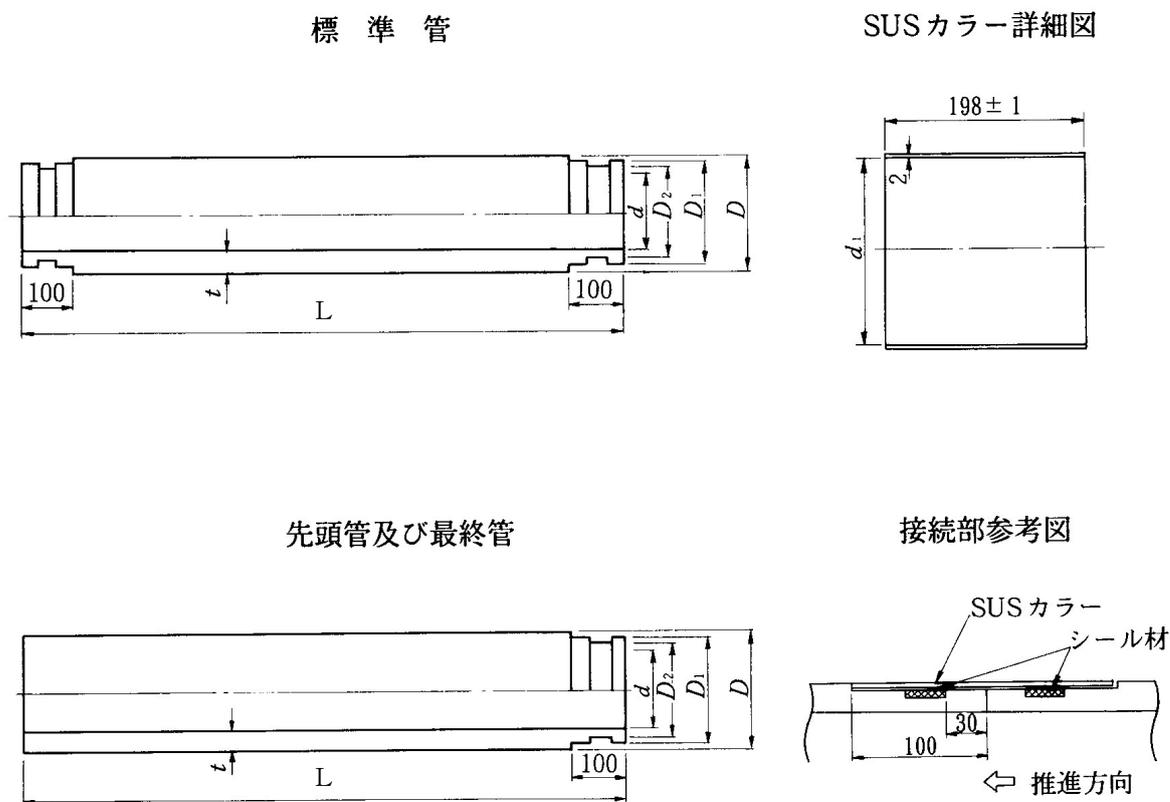


図3-2 SUSカラー付直管

| 呼び径 | D | D ₁ | D ₂ | d (参考) | d ₁ | t | L |
|-----|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------|----------------|-----------------------------------|------------------|
| 150 | 165±0.5 | 160 ^{+0.6} _{-0.3} | 154 ^{+0.6} _{-0.3} | 146 | 161.3±0.5 | 8.9 ^{+1.4} ₀ | 1000±3 2000±5 |
| 200 | 216±0.7 | 211 ^{+0.6} _{-0.3} | 205 ^{+0.6} _{-0.3} | 194 | 212.3±0.5 | 10.3 ^{+1.4} ₀ | |
| 250 | 267±0.9 | 262 ^{+0.6} _{-0.3} | 256 ^{+0.6} _{-0.3} | 240 | 263.3±0.5 | 12.7 ^{+1.8} ₀ | |
| 300 | 318±1.0 | 313 ^{+0.6} _{-0.3} | 307 ^{+0.6} _{-0.3} | 286 | 314.3±0.5 | 15.1 ^{+2.2} ₀ | |
| 350 | 370±1.2 | 365 ^{+1.0} _{-0.5} | 359 ^{+1.0} _{-0.5} | 339 | 366.7±0.5 | 14.3 ^{+2.0} ₀ | |
| 400 | 420±1.3 | 415 ^{+1.0} _{-0.5} | 409 ^{+1.0} _{-0.5} | 385 | 416.7±0.5 | 16.2 ^{+2.2} ₀ | |
| 450 | 470±1.5 | 465 ^{+1.0} _{-0.5} | 459 ^{+1.0} _{-0.5} | 431 | 466.7±0.5 | 18.1 ^{+2.6} ₀ | |
| 500 | 520±1.6 | 515 ^{+1.0} _{-0.5} | 509 ^{+1.0} _{-0.5} | 477 | 516.7±0.5 | 20.0 ^{+2.8} ₀ | |

- 注) 1. D, D₁, D₂, および d₁ は、任意箇所における相互に等間隔な 2 方向以上の直径測定値の平均値又は円周測定値を円周率 3.142 で除した値をいう。
2. 先頭管とは先導管に接続する管であり、最終管とは推進時の最後に使用する管である。また標準管とはその間の推進時に使用する管をいう。
3. 差し口先端部は、糸面取りとする。
4. φ500 は (K-6 規格外)

(3) スパイラル継手付直管 (略号SSPS)

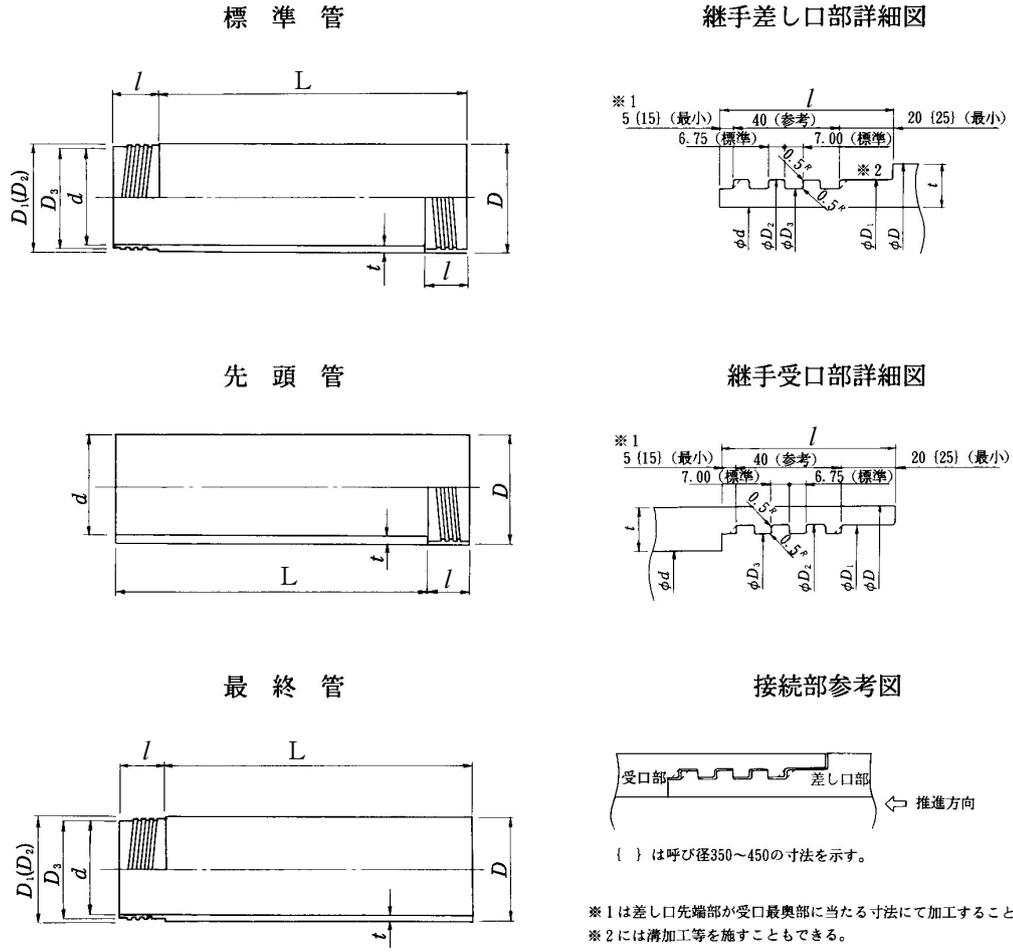


図 3-3 スパイラル継手付直管

| 呼び径 | | D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | d (参考) | l | t | L |
|-----|-----|---------|----------------|----------------|----------------|-----------|-------------------------------|------|--------|
| 150 | 受口部 | 165±0.5 | 158.4±0.3 | 158.4±0.3 | 154.2±0.3 | 146 | 64±1 | 8.9 | 1000±3 |
| | 差口部 | | 157.8±0.3 | 157.4±0.3 | 153.2±0.3 | | 65 ⁺¹ ₀ |  |  | 10.3^{+1.4}_{0} |
| 200 | 受口部 | 216±0.7 | 208.2±0.3 | 208.2±0.3 | 203.2±0.3 | 194 | 64±1 | 12.7 | 1000±3 |
| | 差口部 | | 207.6±0.3 | 207.2±0.3 | 202.2±0.3 | | 65 ⁺¹ ₀ |  |  | 14.3^{+2.0}_{0} |
| 250 | 受口部 | 267±0.9 | 258.6±0.4 | 258.6±0.4 | 251.4±0.4 | 240 | 64±1 | 15.1 | 2000±5 |
| | 差口部 | | 257.8±0.4 | 257.4±0.4 | 250.2±0.4 | | 65 ⁺¹ ₀ |  |  | 16.2^{+2.2}_{0} |
| 300 | 受口部 | 318±1.0 | 307.8±0.4 | 307.8±0.4 | 299.4±0.4 | 286 | 64±1 | 18.1 | 1000±3 |
| | 差口部 | | 307.0±0.4 | 306.6±0.4 | 298.2±0.4 | | 65 ⁺¹ ₀ |  |  | 18.1^{+2.6}_{0} |
| 350 | 受口部 | 370±1.2 | 362.5±0.5 | 362.4±0.5 | 353.8±0.5 | 339 | 79±1 | 16.2 | 2000±5 |
| | 差口部 | | 361.5±0.5 | 361.0±0.5 | 352.4±0.5 | | 80 ⁺¹ ₀ |  |  | 16.2^{+2.2}_{0} |
| 400 | 受口部 | 420±1.3 | 411.6±0.5 | 411.5±0.5 | 401.9±0.5 | 385 | 79±1 | 18.1 | 1000±3 |
| | 差口部 | | 410.6±0.5 | 410.1±0.5 | 400.5±0.5 | | 80 ⁺¹ ₀ |  |  | 18.1^{+2.6}_{0} |
| 450 | 受口部 | 470±1.5 | 460.5±0.5 | 460.4±0.5 | 449.8±0.5 | 431 | 79±1 | 18.1 | 2000±5 |
| | 差口部 | | 459.5±0.5 | 459.0±0.5 | 448.4±0.5 | | 80 ⁺¹ ₀ | | |

- 注) 1. D, D₁, D₂, D₃は、任意箇所における相互に等間隔な2方向以上の直径測定値の平均値又は円周測定値を円周率3.142で除した値をいう。
 2. 先頭管とは先導管に接続する管であり、最終管とは推進時の最後に使用する管である。また標準管とはその間の推進時に使用する管をいう。
 3. 差し口先端部は、糸面取りとする。

(4) 塩ビ管先頭管寸法

先頭管とは、先導管の最後部に接続する塩ビ管であり、長さ・形状は下記のようにする。
 使用する先導管により先頭管アダプタ、プッシャーリング（それぞれメーカー支給品）を
 組合せて使用するの注意する。（詳細はお問合せ下さい）

1) リブカラー付直管

A. 先頭管アダプタを使用しない場合（プッシャーリングのみ使用する）

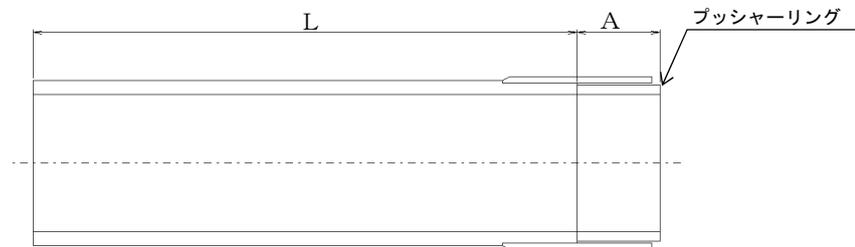


図 3-4 リブカラー付直管先頭管（先頭管アダプタなし）

| 呼び径 | L = 1000mm 推進用先頭管 | L = 2000mm 推進用先頭管 | A = プッシャーリング寸法 |
|-----|-------------------|-------------------|----------------|
| 200 | 1000 | 2000 | 120 |
| 250 | 985 | 1985 | 145 |
| 300 | 960 | 1960 | 170 |

- (注) 1. 先頭管は、カラーのついていない方を切断のこと。
 2. 切断した端面は面取り加工する。

B. 先頭管アダプタを使用する場合（プッシャーリングも使用する）

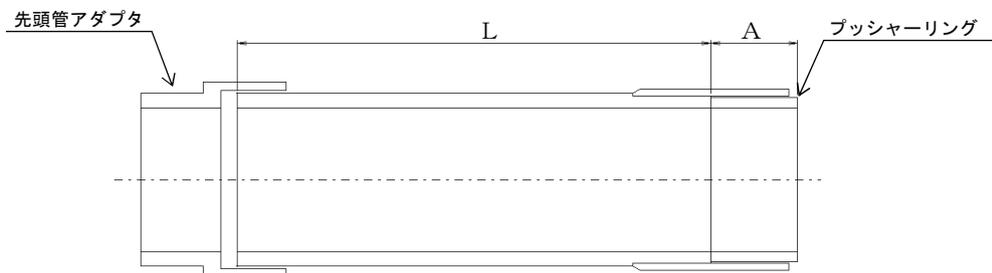


図 3-5 リブカラー付直管先頭管（先頭管アダプタあり）

| 呼び径 | L = 1000mm 推進用先頭管 | L = 2000mm 推進用先頭管 | A = プッシャーリング寸法 |
|-----|-------------------|-------------------|----------------|
| 200 | 835 | 1835 | 120 |
| 250 | 810 | 1810 | 145 |
| 300 | 785 | 1785 | 170 |

- (注) 1. 先頭管は、カラーのついていない方を切断のこと。
 2. 切断した端面は面取り加工する。

2) SUSカラー付直管

A. 先頭管アダプタを使用しない場合（プッシャーリングのみ使用する）



図3-6 SUSカラー付直管（先頭管アダプタなし）

| 呼び径 | L = 1000mm 推進用先頭管 | L = 2000mm 推進用先頭管 | A = プッシャーリング寸法 |
|-----|-------------------|-------------------|----------------|
| 150 | 1000 | — | 120 |
| 200 | 1000 | 2000 | 120 |
| 250 | 1000 | 2000 | 120 |
| 300 | 1000 | 2000 | 120 |
| 350 | 1000 | 2000 | 130 |
| 400 | 1000 | 2000 | 130 |
| 450 | 1000 | 2000 | 130 |
| 500 | 1000 | 2000 | 130 |

- (注) 1. 先頭管は、溝加工のない方を切断のこと。
2. 切断した端面は面取り加工する。

B. 先頭管アダプタを使用する場合（プッシャーリングも使用する）

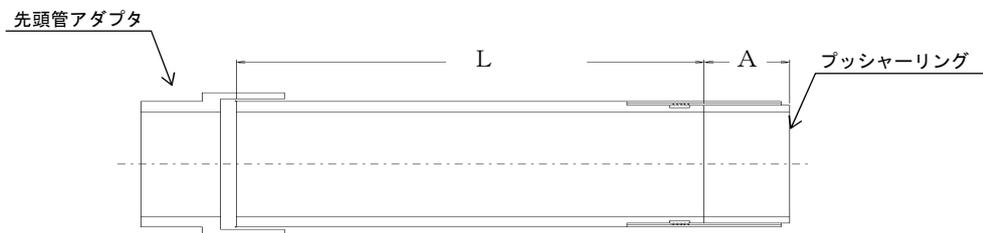
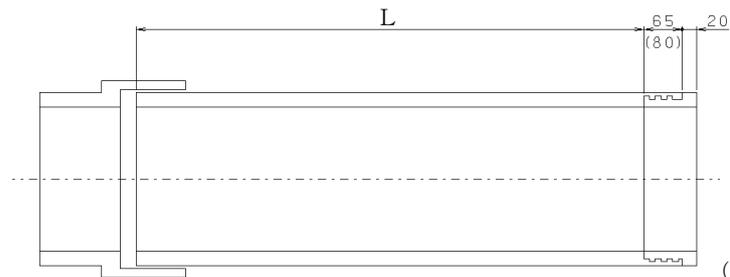


図3-7 SUSカラー付直管（先頭管アダプタあり）

| 呼び径 | L = 1000mm 推進用先頭管 | L = 2000mm 推進用先頭管 | A = プッシャーリング寸法 |
|-----|-------------------|-------------------|----------------|
| 150 | 835 | — | 120 |
| 200 | 835 | 1835 | 120 |
| 250 | 835 | 1835 | 120 |
| 300 | 835 | 1835 | 120 |
| 350 | 825 | 1825 | 130 |
| 400 | 825 | 1825 | 130 |
| 450 | 825 | 1825 | 130 |
| 500 | 825 | 1825 | 130 |

- (注) 1. 先頭管は、溝加工のない方を切断のこと。
2. 切断した端面は面取り加工する。

3) スパイラル継手付直管（必ず先頭管アダプタを使用する）



() 内寸法はφ350以上

図3-8 スパイラル継手付直管先頭管

| 呼び径 | L = 1000mm 推進用先頭管 | L = 2000mm 推進用先頭管 |
|-----|-------------------|-------------------|
| 150 | 870 | — |
| 200 | 870 | 1870 |
| 250 | 870 | 1870 |
| 300 | 870 | 1870 |
| 350 | 855 | 1855 |
| 400 | 855 | 1855 |
| 450 | 855 | 1855 |
| 500 | 855 | 1855 |

- (注)
1. 先頭管は、継手加工のない方を切断のこと。
 2. 切断した端面は面取り加工する。
 3. 後押しアダプタはA P形（塩ビ管メーカー支給品）を使用する。

(5) 管の性能

推進用硬質塩化ビニル管の性能は、日本下水道協会規格 JSWAS K-6「下水道推進工法用硬質塩化ビニル管（呼び径 150～450）」に規格化されている。

表 3-3 直管の性能

| 試験の種類 | 性 能 | | | | | 適 用 |
|-------------------|-----------------------------------------------------|----------|-----------|--------------------|----------------|-----------|
| 引 張 試 験 | 47N/mm ² {480kgf/cm ² } 以上 | | | | | 全 種 類 |
| 偏 平 試 験 | 呼び径 | 圧縮量 (mm) | | 線荷重 (kN/m) {kgf/m} | | 直 管 の み |
| | | STRS | SUSR・SSPS | STRS | SUSR・SSPS | |
| | 150 | — | 4 | 3.33{340} 以上 | 9.61{980} 以上 | |
| | 200 | 11 | 6 | 4.22{430} 以上 | 9.81{1000} 以上 | |
| | 250 | 13 | 8 | 4.61{470} 以上 | 12.94{1320} 以上 | |
| | 300 | 16 | 9 | 5.49{560} 以上 | 14.51{1480} 以上 | |
| | 350 | 19 | 15 | 6.08{620} 以上 | 12.65{1290} 以上 | |
| | 400 | 21 | 17 | 6.57{670} 以上 | 14.32{1460} 以上 | |
| | 450 | 24 | 19 | 7.45{760} 以上 | 15.89{1620} 以上 | |
| | 500 | * | 21 | | 17.46{1780} 以上 | |
| 圧 縮 試 験 | 6.47kN/cm ² {660kgf/cm ² } 以上 | | | | | 直 管 の み |
| 負 圧 試 験 | 0.078MPa {0.8kgf/cm ² } の負圧に耐えること | | | | | 接 合 部 の み |
| 浸 せ き 試 験 | 各試験液とも±0.2mg/cm ² 以下 | | | | | 全 種 類 |
| ヒ ー ト 軟 化 温 度 試 験 | 76℃以上 | | | | | 直 管 の み |

- (注) 1. 引張強さは、試験時温度を 20℃に補正した値とする。
 2. φ500 は (K-6 規格外)

(6) 設計に用いる数値

設計に用いる寸法諸元は以下の通り。

表 3-4 リブカラー付直管の諸元

| 呼び径 | 管厚 t | | 管厚中心半径 R | | 断面係数 Z | | 断面 2 次モーメント I | |
|-----|------|----------|----------|-----------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | (cm) | {m} | (cm) | {m} | (cm ² /cm) | {10 ⁻⁶ m ³ /m} | (cm ⁴ /cm) | {10 ⁻⁶ m ⁴ /m} |
| 200 | 0.70 | {0.0070} | 10.450 | {0.10450} | 0.0817 | { 8.17} | 0.0286 | {0.0286} |
| 250 | 0.84 | {0.0084} | 12.930 | {0.12930} | 0.1176 | {11.76} | 0.0494 | {0.0494} |
| 300 | 0.99 | {0.0099} | 15.405 | {0.15405} | 0.1634 | {16.34} | 0.0809 | {0.0809} |

(注) 1. 管厚 t = t [最小値] + 許容差/2 とする。

表 3-5 SUSカラー付直管・スパイラル継手付直管の諸元

| 呼び径 | 管厚 t | | 管厚中心半径 R | | 断面係数 Z | | 断面 2 次モーメント I | |
|-----|------|----------|----------|-----------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | (cm) | {m} | (cm) | {m} | (cm ² /cm) | {10 ⁻⁶ m ³ /m} | (cm ⁴ /cm) | {10 ⁻⁶ m ⁴ /m} |
| 150 | 0.96 | {0.0096} | 7.770 | {0.07770} | 0.1536 | {15.36} | 0.0737 | {0.0737} |
| 200 | 1.10 | {0.0110} | 10.250 | {0.10250} | 0.2017 | {20.17} | 0.1109 | {0.1109} |
| 250 | 1.36 | {0.0136} | 12.670 | {0.12670} | 0.3083 | {30.83} | 0.2096 | {0.2096} |
| 300 | 1.62 | {0.0162} | 15.090 | {0.15090} | 0.4374 | {43.74} | 0.3543 | {0.3543} |
| 350 | 1.53 | {0.0153} | 17.735 | {0.17735} | 0.3902 | {39.02} | 0.2985 | {0.2985} |
| 400 | 1.73 | {0.0173} | 20.135 | {0.20135} | 0.4988 | {49.88} | 0.4315 | {0.4315} |
| 450 | 1.94 | {0.0194} | 22.530 | {0.22530} | 0.6278 | {62.78} | 0.6048 | {0.6084} |
| 500 | 2.14 | {0.0214} | 24.930 | {0.24930} | 0.7633 | {76.33} | 0.8167 | {0.8167} |

(注) 1. 管厚 t = t [最小値] + 許容差/2 とする。

表 3-6 直管の参考質量

(単位 : kg/m)

| 呼び径 | リブカラー付直管 | SUSカラー付直管 スパイラル継手付直管 |
|-----|----------|-------------------------|
| 150 | — | 6.701 |
| 200 | 6.572 | 10.129 |
| 250 | 9.758 | 15.481 |
| 300 | 13.701 | 21.962 |
| 350 | — | 24.378 |
| 400 | — | 31.294 |
| 450 | — | 39.267 |
| 500 | — | 47.93 |

表 3-7 直管の有効断面積

| 管種 | 項目 呼び径 | 寸法諸元 | | 切 削 部 の 有 効 断 面 積 (m ²) |
|-------------------------------------|-----------|---------------|---------------|-------------------------------------------|
| | | 切削部外径 (cm) | 切削部管厚 (cm) | |
| 直ラリ 管 \| ブ 付カ | 200 | 21.0 | 0.40 | 0.00259 |
| | 250 | 26.1 | 0.54 | 0.00434 |
| | 300 | 31.0 | 0.59 | 0.00564 |
| S U S カ ラ ー 付 直 管 | 150 | 15.4 | 0.41 | 0.00193 |
| | 200 | 20.5 | 0.55 | 0.00345 |
| | 250 | 25.6 | 0.81 | 0.00631 |
| | 300 | 30.7 | 1.07 | 0.00996 |
| | 350 | 35.9 | 0.98 | 0.01075 |
| | 400 | 40.9 | 1.18 | 0.01472 |
| | 450 | 45.9 | 1.39 | 0.01994 |
| 500 | 50.9 | 1.59 | 0.02463 | |

(注) 1. 直管の有効断面積は、次式によって求める。

1) リブカラー付直管

$$A = \frac{\pi}{4} \left\{ D_1^2 - (D - 2t_1)^2 \right\}$$

2) SUSカラー付直管

$$A = \frac{\pi}{4} \left\{ D_2^2 - (D - 2t_1)^2 \right\}$$

3) スパイラル継手付直管

$$A = \frac{\pi}{4} \left\{ D_3^2 - (D - 2t_1)^2 \right\}$$

ここに、 $t_1 = t$ [最小値] + 許容差/2

式中の記号はそれぞれ 3.3 管の形状・寸法による。なお、SUSカラー付直管およびスパイラル継手付直管の有効断面積は、直管の許容推進耐荷力[※]が安全側となるSUSカラー付直管の値を採用した。

※直管の許容推進耐荷力の計算は

(直管の有効断面積×直管の許容圧縮強さ) で求められる。

スパイラル継手直管においては

(直管の有効断面積×直管の許容圧縮強さ+スパイラル一山の許容せん断力) で求める。

表 3-8 直管の鉛直方向の許容値

| 管 種 | 許容曲げ応力 σ_a | 許容たわみ率 $V_a(\%)$ | 弾性係数 E |
|-------------------------|---------------------------|------------------|----------------------------|
| リブカラー付直管 | 17.7N/mm ² | 5 | 2,940MN/m ² |
| SUSカラー付直管 スパイラル継手付直管 | {1,800tf/m ² } | 3 | {30,000tf/m ² } |

(注) 許容曲げ応力は、硬質塩化ビニル管の曲げ強さ 88.2 N/mm²{9,000tf/m²}に対して安全率を5とした値である。

表 3-9 直管の推進方向の許容値

| 管 種 | 許容圧縮強さ σ_b |
|-------------------------|---------------------------|
| リブカラー付直管 | 32.35 N/mm ² |
| SUSカラー付直管 スパイラル継手付直管 | {3,300tf/m ² } |

(注) 圧縮強さは、64.7N/mm²{6,600tf/m²}であるが形状因子および施工上の安全等を考慮し、32.35 N/mm²{3,300tf/m²}とする。

表 3-10 直管の許容耐荷力

(単位：kN {tf})

| 呼び径 | リブカラー付直管 | | SUSカラー付直管 スパイラル継手付直管 | |
|-----|----------|--------|-------------------------|--------|
| 150 | — | — | 62.4 | {6.3} |
| 200 | 83.7 | {8.5} | 111.6 | {11.3} |
| 250 | 140.3 | {14.3} | 204.1 | {20.8} |
| 300 | 182.4 | {18.6} | 322.2 | {32.8} |
| 350 | — | — | 347.7 | {35.4} |
| 400 | — | — | 476.1 | {48.5} |
| 450 | — | — | 628.8 | {64.1} |
| 500 | — | — | 796.5 | {81.2} |

(注) 1. 直管の許容推進耐荷力を求める計算式は以下の通り。

$$F_a = \sigma_b \cdot A_e$$

ここに、

F_a : 直管の許容推進耐荷力 (kN)

σ_b : 直管の許容圧縮強さ (N/mm²)

A_e : 直管の有効断面積 (m²)

(7) 推進用硬質塩化ビニル管の接合部水密性試験

1) 目的

推進用硬質塩化ビニル管の接合部に作用する外水圧(地下水)に対する水密性を確認する。

2) 試験方法

A. 偏平水密試験

下図に示すようにリブカラー(φ250)を接着接合した供試管およびSUSカラー(φ250)をゴム輪接合した供試管を作成し、管を所定の量まで偏平させ、0.078MPa(0.8kgf/cm²)の負圧および0.098MPa(1.0kgf/cm²)の水圧を1分間加え、接合部の漏水等異常の有無を確認する。

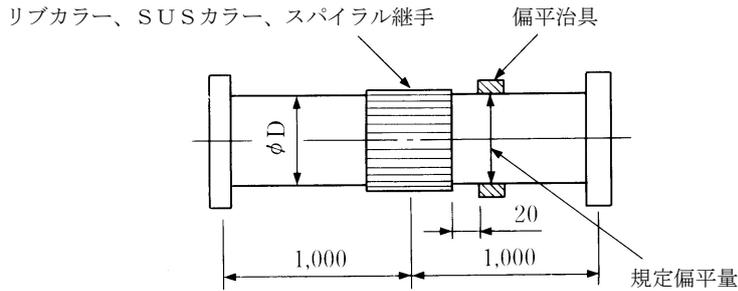


図3-9 偏平負圧試験

B. 曲げ水密試験

下図に示すようにSUSカラー(φ250)をゴム輪接合した供試管を作成し、接合部に3°の曲げを加え、0.078MPa(0.8kgf/cm²)の負圧および0.098MPa(1.0kgf/cm²)の水圧を1分間加え、接合部の漏水等の異常の有無を確認する。

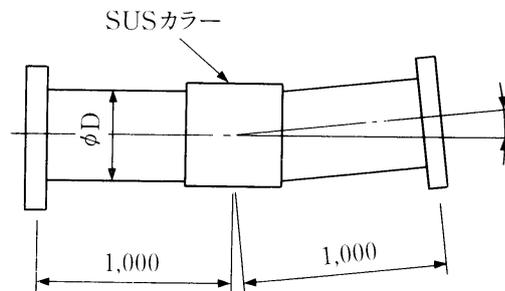


図3-10 曲げ偏平負圧試験

C. 管圧縮後の水密試験

次図に示すようにリブカラー(φ200)を直接接合した供試管およびSUSカラー(φ200)をゴム輪接合した供試管を作成し、各々所定時間養生させた後、リブカラー付直管には許容耐力に相当する83.4kN(8.5tf)、SUSカラー付直管およびスパイラル継手付直管には110.8kN(11.3tf)の圧縮荷重をかけ、その後0.078MPa(0.8kgf/cm²)の負圧力および0.098MPa(1.0kgf/cm²)の水圧を1分間加え、接合部の漏水など異常の有無を確認する。

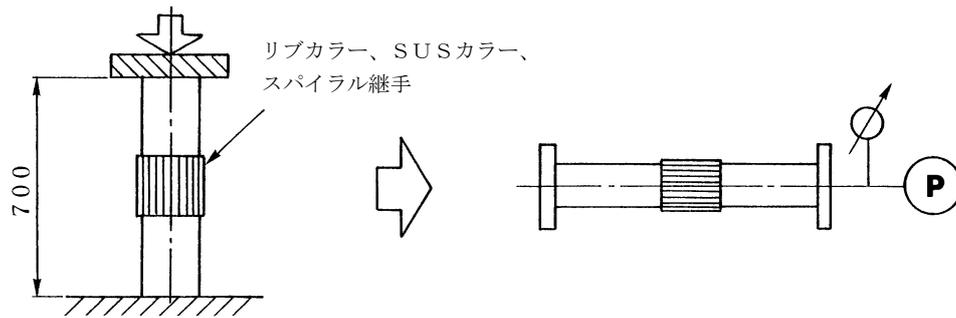


図 3-11 管圧縮後の水密試験

3) 試験結果

試験結果は以下の通り。

表 3-11 試験結果

| 試験項目 | 供試管 | 試験条件 | 負圧 | 水圧 |
|-----------|-----------------|-----------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | 0.078MPa (0.8kgf/cm ²) | 0.098MPa (1.0kgf/cm ²) |
| 偏平水密試験 | リップカラー付直管 φ250 | 規定偏平率 5% | 漏水等異常なし | 漏水等異常なし |
| | SUSカラー付直管 φ250 | 規定偏平率 3% | 漏水等異常なし | 漏水等異常なし |
| | スパイラル継手付直管 φ250 | 規定偏平率 3% | 漏水等異常なし | 漏水等異常なし |
| 曲げ水密試験 | SUSカラー付直管 φ250 | 曲げ角度 3° | 漏水等異常なし | 漏水等異常なし |
| 管圧縮後の水密検査 | リップカラー付直管 φ200 | 養生時間 1hr | 漏水等異常なし | 漏水等異常なし |
| | | 養生時間 24hr | 漏水等異常なし | 漏水等異常なし |
| | SUSカラー付直管 φ200 | 養生時間 1hr | 漏水等異常なし | 漏水等異常なし |
| | | 養生時間 24hr | 漏水等異常なし | 漏水等異常なし |

第4章 基本設計

4.1 鉛直方向の設計

(1) 管にかかる等分布荷重

管にかかる等分布荷重は、式(1)のように2種類の荷重の総和である。

$$q = w + p \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、

- q : 管にかかる等分布荷重 (kN/m²)
- w : 土による鉛直等分布荷重 (kN/m²)
- p : 活荷重 (kN/m²)

1) 土による鉛直等分布荷重

土による鉛直等分布荷重は式(2)によって求める。

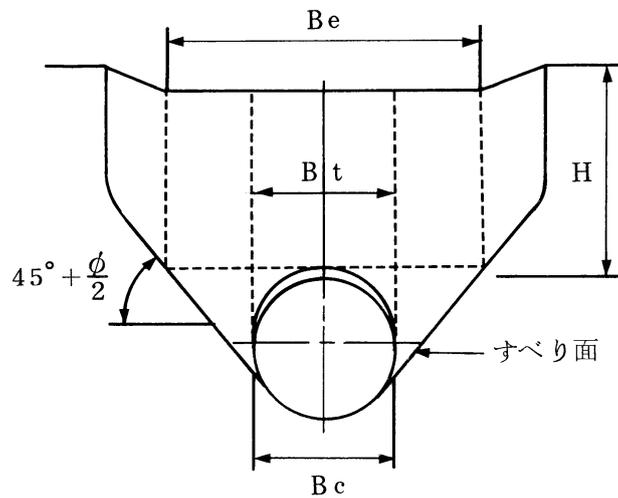


図4-1 テルツァギーの土荷重

$$w = \left(\gamma - \frac{2C}{B_e} \right) C_e \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$C_e = \frac{1}{\frac{2 K \cdot \mu}{B_e}} \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{2K \cdot \mu}{B_e} \right) H} \right\}$$

$$B_e = B_t \left\{ \frac{1 + \sin \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)}{\cos \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)} \right\}$$

$$B_t = B_c + 0.1$$

ここに、

B_c : 管外径 (m)

C_e : テルツァギーの土荷重の係数

K : テルツァギーの側方土圧係数(テルツァギーは実験研究の結果から、沈下する幅の中央上部で $K=1$ としている)

ϕ : 土の内部摩擦角 (度)

μ : 土の内部摩擦係数 ($=\tan \phi$)

H : 土被り (m)

w : 土による鉛直等分布荷重 (kN/m^2)

γ : 土の単位体積重量 (kN/m^3)

C : 土の粘着力 (kN/m^2)

B_e : 土のゆるみ幅 (m)

B_t : トンネル直径 (m)

2) 活荷重

ここに、設計自動車荷重として 250kN {25tf} (「道路橋示方書・同解説」に定められた後輪荷重) を用い、式(3)により求める。ただし、輪荷重は下図のように地中に分布するものとする。

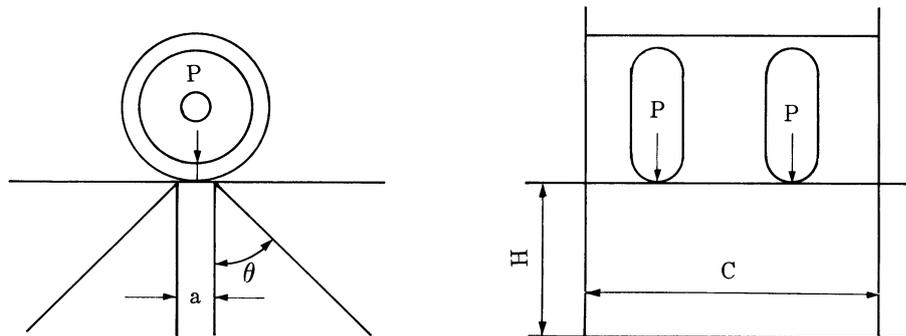


図 4-2 輪荷重の分布

$$p = \frac{2P(1+i)\beta}{C(a+2H \cdot \tan \theta)} \dots \dots \dots (3)$$

ここに、

p : 活荷重 (kN/m^2)

H : 土被り (m)

P : 後輪荷重 ($=100\text{kN}$)

a : タイヤの接地長さ ($=0.2\text{m}$)

C : 車体占有幅 ($=2.75\text{m}$)

θ : 荷重の分布角 (一般に 45 度)

i : 衝撃係数

β : 低減係数 ($=0.9$)

表 4-1 衝撃係数

| | | | |
|-------|--------------|-----------------|--------------|
| H (m) | $H \leq 1.5$ | $1.5 < H < 6.5$ | $6.5 \leq H$ |
| i | 0.5 | $0.65 - 0.1H$ | 0 |

(2) 鉛直方向の管の耐荷力 (応力とたわみ率)

塩ビ推進管の鉛直方向の耐荷力の検討は、管に作用する等分布荷重によって発生する曲げ応力とたわみ率を計算し、これらがいずれも次の許容値を満足することを確認する手法による。

表 4-2 許容曲げ応力と許容たわみ率

| 種 類 | 許容曲げ応力 σ_a | 許容たわみ率 V_a |
|--------------|----------------------------------------------------|--------------|
| リブカラー付直管 | 17.7N/mm ² {1,800tf/m ² } | 5% |
| S U S カラー付直管 | | 3% |
| スパイラル継手付直管 | | |

1) 曲げ応力

鉛直土圧により管に発生する曲げ応力は式(4)のとおりである。

$$\sigma = \frac{M}{Z} \dots\dots\dots (4)$$

$$M = 0.275 \cdot q \cdot r^2$$

$$r = \frac{D - t}{2}$$

ここに、

- σ : 等分布荷重により管に発生する曲げ応力 (kN/m²)
- M : 等分布荷重により管に発生する曲げモーメント (kN・m)
- Z : 断面係数 (m³/m) (= t²/6)
- q : 管にかかる等分布荷重 (kN/m²)
- r : 管厚中心半径 (m)
- D : 管外径 (m)
- t : 管厚 (m)

(注) 曲げモーメント係数は、より安全をみて、「下水道用硬質塩化ビニル管道路埋設指針」の中の曲げモーメント計算式の管側土圧を考慮しない数値を採用した。

2) たわみ率

等分布荷重による鉛直方向のたわみ率は式(5)のとおりである。

$$\delta = 0.179 \times \frac{q \cdot r^4}{E \cdot I} \dots\dots\dots (5)$$

$$V = \frac{\delta}{2 \times r} \times 100$$

ここに、

- δ : 等分布荷重によるたわみ量(m)
- V : たわみ率(%)
- q : 等分布荷重(kN/m²)
- E : 弾性係数(=294×10⁴kN/m²)
- I : 周方向断面2次モーメント(m⁴/m)(=t³/12)
- r : 管厚中心半径(m)

(注) たわみ係数は、曲げモーメント係数と同様に管側土圧を考慮しない数値を採用した。

4.2 推進力

< 以下は社団法人 日本下水道協会「下水道推進工法の指針と解説」2010年度版に準じる。>

本式は低耐荷力方式小口径管推進工法に適用する。

式1-24はオーガ方式、泥土圧方式に適用する。

本式は式1-24より求めた管体推進時の総推進力(F1)は推進装置の能力との比較を行う。

(式1-24)

$$F1 = F_{01} + F_1$$

$$F_{01} = \alpha \cdot \pi \cdot (B_s/2)^2$$

$$F_1 = f_{01} \cdot S_1 \cdot L$$

ここに、

- $F1$: 管体推進時の総推進力 (kN)
- F_{01} : 先導体の先端抵抗力 (kN) (ただし F_{01} : 先端抵抗力は0とする。)
- α : 先導体の先端抵抗力係数 (kN/m²)
- f_{01} : 管材の周面抵抗力係数 (kN/m²)
- S_1 : 管外周長 (m)
- B_s : 先導体外径 (m) (通常 $B_s = B_c$ としてよい)
- B_c : 管外径 (m)
- L : 推進延長 (m)

表 1-23 管体推進時の先端抵抗係数 α 及び周面抵抗係数 f_{01} (参 考)

| 先端抵抗 | 土質 | |
|------------------------------------------|-------|-------|
| | 粘性土 | 砂質土 |
| 先導体の先端抵抗係数 α (kN/m ²) | 1.000 | 1.000 |
| 管体の周面抵抗力係数 f_{0z} (kN/m ²) | 2.0 | 2.5 |

管体の周面抵抗力係数(kN/m²)は、管材料、土質によって異なるが一般的には表 1-23に示すとおりである。

4.3 計算例

(1) 鉛直方向荷重の計算例

表 4-4 鉛直方向荷重の計算例 (ローム ; リブカラー付直管の場合)

($\phi = 30^\circ$ 、 $C = 0\text{kN/m}^2$ { 0tf/m^2 }, $\gamma = 18.0\text{kN/m}^3$ { 1.8tf/m^3 })

| 呼び径 | 土破り H (m) | 鉛直土圧 q (kN/m ²) { tf/m ² } | 曲げ応力 σ (MN/m ²) { tf/m ² } | たわみ率 V (%) |
|------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| VU150 生産しており ません | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| VU200 | 1.5 | 38.10 { 3.885 } | 14.00 { 1428.0 } | 4.62 |
| | 2.0 | 30.40 { 3.100 } | 11.17 { 1139.5 } | 3.69 |
| | 3.0 | 22.33 { 2.277 } | 8.21 { 837.0 } | 2.71 |
| | 4.0 | 18.15 { 1.851 } | 6.67 { 680.4 } | 2.20 |
| | 5.0 | 15.60 { 1.591 } | 5.73 { 584.8 } | 1.89 |
| | 6.0 | 13.90 { 1.417 } | 5.11 { 520.9 } | 1.69 |
| VU250 | 2.0 | 31.62 { 3.224 } | 12.36 { 1260.4 } | 4.21 |
| | 3.0 | 23.65 { 2.412 } | 9.25 { 943.0 } | 3.15 |
| | 4.0 | 19.50 { 1.988 } | 7.62 { 777.2 } | 2.60 |
| | 5.0 | 16.96 { 1.729 } | 6.63 { 676.0 } | 2.26 |
| | 6.0 | 15.24 { 1.554 } | 5.96 { 607.5 } | 2.03 |
| VU300 | 2.0 | 32.77 { 3.342 } | 13.09 { 1334.8 } | 4.51 |
| | 3.0 | 24.95 { 2.544 } | 9.96 { 1016.1 } | 3.43 |
| | 4.0 | 20.83 { 2.124 } | 8.32 { 848.3 } | 2.86 |
| | 5.0 | 18.30 { 1.866 } | 7.31 { 745.3 } | 2.52 |
| | 6.0 | 16.59 { 1.692 } | 6.63 { 675.8 } | 2.28 |

表 4-5 鉛直方向荷重の計算例（ローム；SUSカラー付直管、スパイラル継手付直管の場合）

($\phi = 30^\circ$ 、 $C = 0 \text{ kN/m}^2 \{0 \text{ tf/m}^2\}$ 、 $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3 \{1.8 \text{ tf/m}^3\}$)

| 呼び径 | 土破り | 鉛直土圧 | | 曲げ応力 | | たわみ率 |
|---------|----------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------|
| | H (m) | q (kN/m^2) | { tf/ m^2 } | σ (MN/m^2) | { tf/ m^2 } | V (%) |
| V P 150 | 1.5 | 36.94 | { 3.767 } | 3.99 | { 407.2 } | 0.72 |
| | 2.0 | 29.14 | { 2.971 } | 3.15 | { 321.1 } | 0.56 |
| | 3.0 | 20.99 | { 2.140 } | 2.27 | { 231.3 } | 0.41 |
| | 4.0 | 16.80 | { 1.713 } | 1.82 | { 185.2 } | 0.33 |
| | 5.0 | 14.25 | { 1.453 } | 1.54 | { 157.1 } | 0.28 |
| | 6.0 | 12.54 | { 1.279 } | 1.36 | { 138.2 } | 0.24 |
| V P 200 | 1.5 | 38.10 | { 3.885 } | 5.46 | { 556.5 } | 1.13 |
| | 2.0 | 30.40 | { 3.100 } | 4.36 | { 444.1 } | 0.90 |
| | 3.0 | 22.33 | { 2.277 } | 3.20 | { 326.2 } | 0.66 |
| | 4.0 | 18.15 | { 1.851 } | 2.60 | { 265.1 } | 0.54 |
| | 5.0 | 15.60 | { 1.591 } | 2.23 | { 227.9 } | 0.46 |
| | 6.0 | 13.90 | { 1.417 } | 1.99 | { 203.0 } | 0.41 |
| V P 250 | 1.5 | 39.17 | { 3.994 } | 5.61 | { 571.9 } | 1.16 |
| | 2.0 | 31.62 | { 3.224 } | 4.53 | { 461.6 } | 0.93 |
| | 3.0 | 23.65 | { 2.412 } | 3.39 | { 345.4 } | 0.70 |
| | 4.0 | 19.50 | { 1.988 } | 2.79 | { 284.7 } | 0.58 |
| | 5.0 | 16.96 | { 1.729 } | 2.43 | { 247.6 } | 0.50 |
| | 6.0 | 15.24 | { 1.554 } | 2.18 | { 222.5 } | 0.45 |
| V P 300 | 1.5 | 40.15 | { 4.094 } | 5.75 | { 586.1 } | 1.18 |
| | 2.0 | 32.77 | { 3.342 } | 4.69 | { 478.5 } | 0.97 |
| | 3.0 | 24.95 | { 2.544 } | 3.57 | { 364.2 } | 0.74 |
| | 4.0 | 20.83 | { 2.124 } | 2.98 | { 304.1 } | 0.61 |
| | 5.0 | 18.30 | { 1.866 } | 2.62 | { 267.1 } | 0.54 |
| | 6.0 | 16.59 | { 1.692 } | 2.38 | { 242.2 } | 0.49 |
| VM350 | 1.5 | 41.06 | { 4.186 } | 9.10 | { 927.9 } | 2.33 |
| | 2.0 | 33.87 | { 3.454 } | 7.51 | { 765.6 } | 1.93 |
| | 3.0 | 26.24 | { 2.676 } | 5.82 | { 593.2 } | 1.49 |
| | 4.0 | 22.18 | { 2.262 } | 4.92 | { 501.4 } | 1.26 |
| | 5.0 | 19.67 | { 2.006 } | 4.36 | { 444.7 } | 1.12 |
| | 6.0 | 17.97 | { 1.832 } | 3.98 | { 406.1 } | 1.02 |
| VM400 | 1.5 | 41.84 | { 4.267 } | 9.35 | { 953.7 } | 2.41 |
| | 2.0 | 34.87 | { 3.556 } | 7.79 | { 794.8 } | 2.01 |
| | 3.0 | 27.45 | { 2.799 } | 6.14 | { 625.6 } | 1.58 |
| | 4.0 | 23.47 | { 2.393 } | 5.25 | { 534.9 } | 1.35 |
| | 5.0 | 20.99 | { 2.140 } | 4.69 | { 478.3 } | 1.21 |
| | 6.0 | 19.29 | { 1.967 } | 4.31 | { 439.7 } | 1.11 |
| VM450 | 1.5 | 42.57 | { 4.341 } | 9.47 | { 966.0 } | 2.43 |
| | 2.0 | 35.79 | { 3.650 } | 7.96 | { 812.2 } | 2.05 |
| | 3.0 | 28.62 | { 2.918 } | 6.37 | { 649.3 } | 1.64 |
| | 4.0 | 24.72 | { 2.522 } | 5.50 | { 561.2 } | 1.41 |
| | 5.0 | 22.29 | { 2.273 } | 4.96 | { 505.8 } | 1.27 |
| | 6.0 | 20.60 | { 2.101 } | 4.58 | { 467.5 } | 1.18 |

表 4-6 鉛直方向荷重の計算例（砂混じり粘土；リブカラー付直管の場合）

($\phi = 20^\circ$ 、 $C = 4.90 \text{ kN/m}^2$ { 0.5 tf/m^2 }、 $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$ { 1.8 tf/m^3 })

| 呼び径 | 土破り H (m) | 鉛直土圧 q (kN/m^2) { tf/m^2 } | 曲げ応力 σ (MN/m^2) { tf/m^2 } | たわみ率 V (%) |
|-------------------------|-----------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------|
| V U150 生産しており ません | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| V U200 | 1.5 | 31.13 { 3.174 } | 11.44 { 1166.7 } | 3.78 |
| | 2.0 | 23.29 { 2.375 } | 8.56 { 873.0 } | 2.83 |
| | 3.0 | 15.19 { 1.549 } | 5.58 { 569.4 } | 1.84 |
| | 4.0 | 11.02 { 1.124 } | 4.05 { 413.2 } | 1.34 |
| | 5.0 | 8.48 { 0.865 } | 3.12 { 318.0 } | 1.03 |
| | 6.0 | 6.78 { 0.691 } | 2.49 { 254.0 } | 0.82 |
| V U250 | 1.5 | 32.94 { 3.359 } | 12.88 { 1313.2 } | 4.39 |
| | 2.0 | 25.32 { 2.582 } | 9.90 { 1009.4 } | 3.37 |
| | 3.0 | 17.44 { 1.778 } | 6.82 { 695.1 } | 2.32 |
| | 4.0 | 13.35 { 1.361 } | 5.22 { 532.1 } | 1.78 |
| | 5.0 | 10.84 { 1.105 } | 4.24 { 432.0 } | 1.44 |
| | 6.0 | 9.14 { 0.932 } | 3.57 { 364.4 } | 1.22 |
| V U300 | 1.5 | 34.55 { 3.523 } | 13.80 { 1407.1 } | 4.75 |
| | 2.0 | 27.18 { 2.772 } | 10.86 { 1107.1 } | 3.74 |
| | 3.0 | 19.58 { 1.997 } | 7.82 { 797.6 } | 2.69 |
| | 4.0 | 15.62 { 1.593 } | 6.24 { 636.2 } | 2.15 |
| | 5.0 | 13.17 { 1.343 } | 5.26 { 536.4 } | 1.81 |
| | 6.0 | 11.49 { 1.172 } | 4.59 { 468.1 } | 1.58 |

表 4-7 鉛直方向荷重の計算例 (砂混じり粘土; SUSカラー付直管、スパイラル継手付直管の場合)

($\phi = 20^\circ$ 、 $C = 4.90 \text{ kN/m}^2$ { 0.5 tf/m^2 }, $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$ { 1.8 tf/m^3 })

| 呼び径 | 土破り H (m) | 鉛直土圧 q (kN/m^2) { tf/m^2 } | 曲げ応力 σ (MN/m^2) { tf/m^2 } | たわみ率 V (%) |
|---------|-----------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------|
| V P 150 | 1.5 | 30.09 { 3.068 } | 3.25 { 331.6 } | 0.58 |
| | 2.0 | 22.16 { 2.260 } | 2.40 { 244.3 } | 0.43 |
| | 3.0 | 13.97 { 1.425 } | 1.51 { 154.0 } | 0.27 |
| | 4.0 | 9.79 { 0.998 } | 1.06 { 107.9 } | 0.19 |
| | 5.0 | 7.24 { 0.738 } | 0.78 { 79.8 } | 0.14 |
| | 6.0 | 5.52 { 0.563 } | 0.60 { 60.9 } | 0.11 |
| V P 200 | 1.5 | 31.13 { 3.174 } | 4.46 { 454.7 } | 0.92 |
| | 2.0 | 23.29 { 2.375 } | 3.34 { 340.2 } | 0.69 |
| | 3.0 | 15.19 { 1.549 } | 2.18 { 221.9 } | 0.45 |
| | 4.0 | 11.02 { 1.124 } | 1.58 { 161.0 } | 0.33 |
| | 5.0 | 8.48 { 0.865 } | 1.22 { 123.9 } | 0.25 |
| | 6.0 | 6.78 { 0.691 } | 0.97 { 99.0 } | 0.20 |
| V P 250 | 1.5 | 32.94 { 3.359 } | 4.72 { 481.0 } | 0.97 |
| | 2.0 | 25.32 { 2.582 } | 3.63 { 369.7 } | 0.75 |
| | 3.0 | 17.44 { 1.778 } | 2.50 { 254.6 } | 0.51 |
| | 4.0 | 13.35 { 1.361 } | 1.91 { 194.9 } | 0.39 |
| | 5.0 | 10.84 { 1.105 } | 1.55 { 158.2 } | 0.32 |
| | 6.0 | 9.14 { 0.932 } | 1.31 { 133.5 } | 0.27 |
| V P 300 | 1.5 | 34.55 { 3.523 } | 4.95 { 504.4 } | 1.02 |
| | 2.0 | 27.18 { 2.772 } | 3.89 { 396.8 } | 0.80 |
| | 3.0 | 19.58 { 1.997 } | 2.80 { 285.9 } | 0.58 |
| | 4.0 | 15.62 { 1.593 } | 2.24 { 228.1 } | 0.46 |
| | 5.0 | 13.17 { 1.343 } | 1.89 { 192.3 } | 0.39 |
| | 6.0 | 11.49 { 1.172 } | 1.65 { 167.8 } | 0.34 |
| VM350 | 1.5 | 36.00 { 3.671 } | 7.98 { 813.8 } | 2.05 |
| | 2.0 | 28.90 { 2.947 } | 6.41 { 653.3 } | 1.64 |
| | 3.0 | 21.65 { 2.208 } | 4.80 { 489.4 } | 1.23 |
| | 4.0 | 17.87 { 1.822 } | 3.96 { 403.9 } | 1.02 |
| | 5.0 | 15.51 { 1.582 } | 3.44 { 350.7 } | 0.88 |
| | 6.0 | 13.88 { 1.415 } | 3.08 { 313.7 } | 0.79 |
| VM400 | 1.5 | 37.24 { 3.797 } | 8.32 { 848.7 } | 2.14 |
| | 2.0 | 30.41 { 3.101 } | 6.80 { 693.1 } | 1.75 |
| | 3.0 | 23.52 { 2.398 } | 5.26 { 536.0 } | 1.35 |
| | 4.0 | 19.96 { 2.035 } | 4.46 { 454.9 } | 1.15 |
| | 5.0 | 17.71 { 1.806 } | 3.96 { 403.7 } | 1.02 |
| | 6.0 | 16.14 { 1.646 } | 3.61 { 367.9 } | 0.93 |
| VM450 | 1.5 | 38.34 { 3.910 } | 8.53 { 870.1 } | 2.19 |
| | 2.0 | 31.78 { 3.241 } | 7.07 { 721.2 } | 1.82 |
| | 3.0 | 25.28 { 2.578 } | 5.63 { 573.7 } | 1.45 |
| | 4.0 | 21.95 { 2.238 } | 4.88 { 498.0 } | 1.26 |
| | 5.0 | 19.85 { 2.024 } | 4.42 { 450.4 } | 1.14 |
| | 6.0 | 18.36 { 1.872 } | 4.09 { 416.6 } | 1.05 |

表 4-8 鉛直方向荷重の計算例（砂混じりシルト；リブカラー付直管の場合）

($\phi = 15^\circ$ 、 $C = 9.80 \text{ kN/m}^2$ { 1.0 tf/m^2 }、 $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$ { 1.8 tf/m^3 })

| 呼び径 | 土破り H (m) | 鉛直土圧 q (kN/m^2) { tf/m^2 } | 曲げ応力 σ (MN/m^2) { tf/m^2 } | たわみ率 V (%) |
|------------------------|-----------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------|
| VU150 生産しており ません | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| VU200 | 1.5 | 30.09 { 3.068 } | 11.06 { 1127.7 } | 3.65 |
| | 2.0 | 22.16 { 2.260 } | 8.15 { 830.7 } | 2.69 |
| | 3.0 | 13.97 { 1.425 } | 5.14 { 523.8 } | 1.70 |
| | 4.0 | 9.79 { 0.998 } | 3.60 { 366.8 } | 1.19 |
| | 5.0 | 7.24 { 0.738 } | 2.66 { 271.3 } | 0.88 |
| | 6.0 | 5.52 { 0.563 } | 2.03 { 206.9 } | 0.67 |
| VU250 | 1.5 | 30.09 { 3.068 } | 11.76 { 1199.4 } | 4.01 |
| | 2.0 | 22.16 { 2.260 } | 8.66 { 883.5 } | 2.95 |
| | 3.0 | 13.97 { 1.425 } | 5.46 { 557.1 } | 1.86 |
| | 4.0 | 9.79 { 0.998 } | 3.83 { 390.2 } | 1.30 |
| | 5.0 | 7.24 { 0.738 } | 2.83 { 288.5 } | 0.96 |
| | 6.0 | 5.52 { 0.563 } | 2.16 { 220.1 } | 0.74 |
| VU300 | 1.5 | 30.09 { 3.068 } | 12.02 { 1225.3 } | 4.14 |
| | 2.0 | 22.16 { 2.260 } | 8.85 { 902.6 } | 3.05 |
| | 3.0 | 13.97 { 1.425 } | 5.58 { 569.1 } | 1.92 |
| | 4.0 | 9.79 { 0.998 } | 3.91 { 398.6 } | 1.35 |
| | 5.0 | 7.24 { 0.738 } | 2.89 { 294.8 } | 0.99 |
| | 6.0 | 5.52 { 0.563 } | 2.21 { 224.9 } | 0.76 |

表 4-9 鉛直方向荷重の計算例 (砂混じりシルト ; S U S カラー付直管、スパイラル継手付直管の場合)

($\phi = 15^\circ$ 、 $C = 9.80 \text{ kN/m}^2$ { 1.0 tf/m^2 }, $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$ { 1.8 tf/m^3 })

| 呼び径 | 土破り H (m) | 鉛直土圧 q (kN/m^2) { tf/m^2 } | 曲げ応力 σ (MN/m^2) { tf/m^2 } | たわみ率 V (%) |
|---------|-----------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------|
| V P 150 | 1.5 | 30.09 { 3.068 } | 3.25 { 331.6 } | 0.58 |
| | 2.0 | 22.16 { 2.260 } | 2.40 { 244.3 } | 0.43 |
| | 3.0 | 13.97 { 1.425 } | 1.51 { 154.0 } | 0.27 |
| | 4.0 | 9.79 { 0.998 } | 1.06 { 107.9 } | 0.19 |
| | 5.0 | 7.24 { 0.738 } | 0.78 { 79.8 } | 0.14 |
| | 6.0 | 5.52 { 0.563 } | 0.60 { 60.9 } | 0.11 |
| V P 200 | 1.5 | 30.09 { 3.068 } | 4.31 { 439.5 } | 0.89 |
| | 2.0 | 22.16 { 2.260 } | 3.17 { 323.7 } | 0.65 |
| | 3.0 | 13.97 { 1.425 } | 2.00 { 204.1 } | 0.41 |
| | 4.0 | 9.79 { 0.998 } | 1.40 { 143.0 } | 0.29 |
| | 5.0 | 7.24 { 0.738 } | 1.04 { 105.7 } | 0.21 |
| | 6.0 | 5.52 { 0.563 } | 0.79 { 80.6 } | 0.16 |
| V P 250 | 1.5 | 30.09 { 3.068 } | 4.31 { 439.3 } | 0.89 |
| | 2.0 | 22.16 { 2.260 } | 3.17 { 323.6 } | 0.65 |
| | 3.0 | 13.97 { 1.425 } | 2.00 { 204.0 } | 0.41 |
| | 4.0 | 9.79 { 0.998 } | 1.40 { 142.9 } | 0.29 |
| | 5.0 | 7.24 { 0.738 } | 1.04 { 105.7 } | 0.21 |
| | 6.0 | 5.52 { 0.563 } | 0.79 { 80.6 } | 0.16 |
| V P 300 | 1.5 | 30.09 { 3.068 } | 4.31 { 439.2 } | 0.89 |
| | 2.0 | 22.16 { 2.260 } | 3.17 { 323.5 } | 0.65 |
| | 3.0 | 13.97 { 1.425 } | 2.00 { 204.0 } | 0.41 |
| | 4.0 | 9.79 { 0.998 } | 1.40 { 142.9 } | 0.29 |
| | 5.0 | 7.24 { 0.738 } | 1.04 { 105.7 } | 0.21 |
| | 6.0 | 5.52 { 0.563 } | 0.79 { 80.6 } | 0.16 |
| VM350 | 1.5 | 30.09 { 3.068 } | 6.67 { 680.1 } | 1.71 |
| | 2.0 | 22.16 { 2.260 } | 4.91 { 501.0 } | 1.26 |
| | 3.0 | 13.97 { 1.425 } | 3.10 { 315.9 } | 0.79 |
| | 4.0 | 9.79 { 0.998 } | 2.17 { 221.2 } | 0.56 |
| | 5.0 | 7.24 { 0.738 } | 1.60 { 163.6 } | 0.41 |
| | 6.0 | 5.52 { 0.563 } | 1.22 { 124.8 } | 0.31 |
| VM400 | 1.5 | 30.09 { 3.068 } | 6.72 { 685.7 } | 1.73 |
| | 2.0 | 22.16 { 2.260 } | 4.95 { 505.1 } | 1.28 |
| | 3.0 | 13.97 { 1.425 } | 3.12 { 318.5 } | 0.80 |
| | 4.0 | 9.79 { 0.998 } | 2.19 { 223.1 } | 0.56 |
| | 5.0 | 7.24 { 0.738 } | 1.62 { 165.0 } | 0.42 |
| | 6.0 | 5.52 { 0.563 } | 1.23 { 125.8 } | 0.32 |
| VM450 | 1.5 | 30.82 { 3.143 } | 6.86 { 699.4 } | 1.76 |
| | 2.0 | 23.06 { 2.351 } | 5.13 { 523.2 } | 1.32 |
| | 3.0 | 15.08 { 1.538 } | 3.36 { 342.2 } | 0.86 |
| | 4.0 | 11.03 { 1.125 } | 2.45 { 250.3 } | 0.63 |
| | 5.0 | 8.56 { 0.873 } | 1.91 { 194.3 } | 0.49 |
| | 6.0 | 6.90 { 0.704 } | 1.54 { 156.7 } | 0.39 |

表 4-10 鉛直方向荷重の計算例（中細砂；リブカラー付直管の場合）

($\phi = 40^\circ$ 、 $C = 0 \text{ kN/m}^2$ { 0 tf/m^2 }、 $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$ { 1.8 tf/m^3 })

| 呼び径 | 土破り H (m) | 鉛直土圧 q (kN/m^2) { tf/m^2 } | 曲げ応力 σ (MN/m^2) { tf/m^2 } | たわみ率 V (%) |
|-------------------------|-----------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------|
| V U150 生産しており ません | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| V U200 | 1.5 | 35.27 { 3.597 } | 12.97 { 1322.2 } | 4.28 |
| | 2.0 | 27.37 { 2.791 } | 10.06 { 1025.9 } | 3.32 |
| | 3.0 | 19.19 { 1.957 } | 7.05 { 719.3 } | 2.33 |
| | 4.0 | 15.00 { 1.530 } | 5.52 { 562.4 } | 1.82 |
| | 5.0 | 12.45 { 1.270 } | 4.58 { 466.8 } | 1.51 |
| | 6.0 | 10.74 { 1.095 } | 3.95 { 402.5 } | 1.30 |
| V U250 | 1.5 | 36.07 { 3.678 } | 14.10 { 1437.9 } | 4.80 |
| | 2.0 | 28.20 { 2.876 } | 11.03 { 1124.4 } | 3.75 |
| | 3.0 | 20.03 { 2.043 } | 7.83 { 798.7 } | 2.67 |
| | 4.0 | 15.85 { 1.616 } | 6.20 { 631.8 } | 2.11 |
| | 5.0 | 13.30 { 1.356 } | 5.20 { 530.1 } | 1.77 |
| | 6.0 | 11.58 { 1.181 } | 4.53 { 461.7 } | 1.54 |

表 4-11 鉛直方向荷重の計算例（中細砂；SUSカラー付直管、スパイラル継手付直管の場合）

($\phi = 40^\circ$ 、 $C = 0 \text{ kN/m}^2 \{0 \text{ tf/m}^2\}$ 、 $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3 \{1.8 \text{ tf/m}^3\}$)

| 呼び径 | 土破り | 鉛直土圧 | | 曲げ応力 | | たわみ率 |
|---------|----------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------|
| | H (m) | q (kN/m^2) | { tf/ m^2 } | σ (MN/m^2) | { tf/ m^2 } | V (%) |
| V P 150 | 1.5 | 34.45 | { 3.513 } | 3.72 | { 379.7 } | 0.67 |
| | 2.0 | 26.54 | { 2.706 } | 2.87 | { 292.5 } | 0.51 |
| | 3.0 | 18.35 | { 1.871 } | 1.98 | { 202.2 } | 0.36 |
| | 4.0 | 14.16 | { 1.444 } | 1.53 | { 156.1 } | 0.27 |
| | 5.0 | 11.61 | { 1.184 } | 1.26 | { 128.0 } | 0.22 |
| | 6.0 | 9.89 | { 1.009 } | 1.07 | { 109.1 } | 0.19 |
| V P 200 | 1.5 | 35.27 | { 3.597 } | 5.05 | { 515.2 } | 1.04 |
| | 2.0 | 27.37 | { 2.791 } | 3.92 | { 399.8 } | 0.81 |
| | 3.0 | 19.19 | { 1.957 } | 2.75 | { 280.3 } | 0.57 |
| | 4.0 | 15.00 | { 1.530 } | 2.15 | { 219.2 } | 0.44 |
| | 5.0 | 12.45 | { 1.270 } | 1.78 | { 181.9 } | 0.37 |
| | 6.0 | 10.74 | { 1.095 } | 1.54 | { 156.9 } | 0.32 |
| V P 250 | 1.5 | 36.07 | { 3.678 } | 5.17 | { 526.7 } | 1.06 |
| | 2.0 | 28.20 | { 2.876 } | 4.04 | { 411.8 } | 0.83 |
| | 3.0 | 20.03 | { 2.043 } | 2.87 | { 292.5 } | 0.59 |
| | 4.0 | 15.85 | { 1.616 } | 2.27 | { 231.4 } | 0.47 |
| | 5.0 | 13.30 | { 1.356 } | 1.90 | { 194.2 } | 0.39 |
| | 6.0 | 11.58 | { 1.181 } | 1.66 | { 169.1 } | 0.34 |
| V P 300 | 1.5 | 36.84 | { 3.757 } | 5.27 | { 537.9 } | 1.09 |
| | 2.0 | 29.02 | { 2.959 } | 4.15 | { 423.6 } | 0.86 |
| | 3.0 | 20.88 | { 2.129 } | 2.99 | { 304.8 } | 0.62 |
| | 4.0 | 16.69 | { 1.702 } | 2.39 | { 243.7 } | 0.49 |
| | 5.0 | 14.14 | { 1.442 } | 2.02 | { 206.4 } | 0.42 |
| | 6.0 | 12.43 | { 1.267 } | 1.78 | { 181.4 } | 0.37 |
| VM350 | 1.5 | 37.59 | { 3.833 } | 8.33 | { 849.7 } | 2.14 |
| | 2.0 | 29.84 | { 3.043 } | 6.61 | { 674.5 } | 1.70 |
| | 3.0 | 21.73 | { 2.216 } | 4.82 | { 491.2 } | 1.24 |
| | 4.0 | 17.54 | { 1.789 } | 3.89 | { 396.6 } | 1.00 |
| | 5.0 | 14.99 | { 1.529 } | 3.32 | { 338.9 } | 0.85 |
| | 6.0 | 13.29 | { 1.355 } | 2.95 | { 300.4 } | 0.76 |
| VM400 | 1.5 | 38.29 | { 3.904 } | 8.56 | { 872.6 } | 2.20 |
| | 2.0 | 30.61 | { 3.121 } | 6.84 | { 697.6 } | 1.76 |
| | 3.0 | 22.55 | { 2.299 } | 5.04 | { 513.9 } | 1.30 |
| | 4.0 | 18.37 | { 1.873 } | 4.11 | { 418.6 } | 1.06 |
| | 5.0 | 15.82 | { 1.613 } | 3.54 | { 360.5 } | 0.91 |
| | 6.0 | 14.11 | { 1.439 } | 3.15 | { 321.6 } | 0.81 |
| VM450 | 1.5 | 38.93 | { 3.970 } | 8.66 | { 883.4 } | 2.23 |
| | 2.0 | 31.35 | { 3.197 } | 6.98 | { 711.4 } | 1.79 |
| | 3.0 | 23.35 | { 2.381 } | 5.20 | { 529.8 } | 1.34 |
| | 4.0 | 19.19 | { 1.957 } | 4.27 | { 435.5 } | 1.10 |
| | 5.0 | 16.65 | { 1.698 } | 3.70 | { 377.8 } | 0.95 |
| | 6.0 | 14.94 | { 1.523 } | 3.32 | { 338.9 } | 0.85 |

(2) 推進方向荷重の計算例

表 4-12 推進方向荷重の計算例

1) 土質：ローム ($f = 1.0 \text{ kN/m}^2 \{0.10 \text{ tf/m}^2\}$)

| 呼び径 | 推進抵抗力 F | | | |
|-----|------------|----------|-------------|---------|
| | 1m 当り (kN) | { tf } | 50m 当り (kN) | { tf } |
| 150 | 0.52 | { 0.05 } | 25.9 | { 2.6 } |
| 200 | 0.68 | { 0.07 } | 33.9 | { 3.4 } |
| 250 | 0.84 | { 0.08 } | 41.9 | { 4.2 } |
| 300 | 1.00 | { 0.10 } | 50.0 | { 5.0 } |
| 350 | 1.16 | { 0.12 } | 58.1 | { 5.8 } |
| 400 | 1.32 | { 0.13 } | 66.0 | { 6.6 } |
| 450 | 1.48 | { 0.15 } | 73.8 | { 7.4 } |

2) 土質：砂混じり粘土 ($f = 1.5 \text{ kN/m}^2 \{0.15 \text{ tf/m}^2\}$)

| 呼び径 | 推進抵抗力 F | | | |
|-----|------------|----------|-------------|----------|
| | 1m 当り (kN) | { tf } | 50m 当り (kN) | { tf } |
| 150 | 0.78 | { 0.08 } | 38.9 | { 3.9 } |
| 200 | 1.02 | { 0.10 } | 50.9 | { 5.1 } |
| 250 | 1.26 | { 0.13 } | 62.9 | { 6.3 } |
| 300 | 1.50 | { 0.15 } | 74.9 | { 7.5 } |
| 350 | 1.74 | { 0.17 } | 87.2 | { 8.7 } |
| 400 | 1.98 | { 0.20 } | 99.0 | { 9.9 } |
| 450 | 2.21 | { 0.22 } | 110.7 | { 11.1 } |

3) 土質：砂混じりシルト ($f = 2.0 \text{ kN/m}^2 \{0.20 \text{ tf/m}^2\}$)

| 呼び径 | 推進抵抗力 F | | | |
|-----|------------|----------|-------------|----------|
| | 1m 当り (kN) | { tf } | 50m 当り (kN) | { tf } |
| 150 | 1.04 | { 0.10 } | 51.8 | { 5.2 } |
| 200 | 1.36 | { 0.14 } | 67.9 | { 6.8 } |
| 250 | 1.68 | { 0.17 } | 83.9 | { 8.4 } |
| 300 | 2.00 | { 0.20 } | 99.9 | { 10.0 } |
| 350 | 2.32 | { 0.23 } | 116.2 | { 11.6 } |
| 400 | 2.64 | { 0.26 } | 131.9 | { 13.2 } |
| 450 | 2.95 | { 0.30 } | 147.7 | { 14.8 } |

4) 土質：中細砂 ($f = 2.5 \text{ kN/m}^2 \{0.25 \text{ tf/m}^2\}$)

| 呼び径 | 推進抵抗力 F | | | |
|-----|------------|----------|-------------|----------|
| | 1m 当り (kN) | { tf } | 50m 当り (kN) | { tf } |
| 150 | 1.30 | { 0.13 } | 64.8 | { 6.5 } |
| 200 | 1.70 | { 0.17 } | 84.8 | { 8.5 } |
| 250 | 2.10 | { 0.21 } | 104.9 | { 10.5 } |
| 300 | 2.50 | { 0.25 } | 124.9 | { 12.5 } |
| 350 | 2.91 | { 0.29 } | 145.3 | { 14.5 } |
| 400 | 3.30 | { 0.33 } | 164.9 | { 16.5 } |
| 450 | 3.69 | { 0.37 } | 184.6 | { 18.5 } |

5) 硬質土・礫質土 ($f = 3.0 \text{ kN/m}^2 \{0.30 \text{ tf/m}^2\}$)

| 呼び径 | 推進抵抗力 F | | | |
|-----|------------|----------|-------------|----------|
| | 1m 当り (kN) | { tf } | 50m 当り (kN) | { tf } |
| 150 | 1.56 | { 0.16 } | 77.8 | { 7.8 } |
| 200 | 2.04 | { 0.20 } | 101.8 | { 10.2 } |
| 250 | 2.52 | { 0.25 } | 125.8 | { 12.6 } |
| 300 | 3.00 | { 0.30 } | 149.9 | { 15.0 } |
| 350 | 3.49 | { 0.35 } | 174.4 | { 17.4 } |
| 400 | 3.96 | { 0.40 } | 197.9 | { 19.8 } |
| 450 | 4.43 | { 0.44 } | 221.5 | { 22.1 } |

4.4 掘削添加材の配合・注入量の算出

(1) 掘削添加材の機能

- a) 切羽部で掘削土砂と混合して土粒子間隙を充填し、難透水性土砂に改良するとともに切羽の崩壊を防ぐ。(切羽の安定)
- b) 先導体外周にまわりこみテールボイドを充填して安定化させ、後続管の周面抵抗を低下させる。(推進力の低減)
- c) ケーシング内を搬送される土粒子間の摩擦抵抗や、土砂とスクリー・ケーシング間の摩擦抵抗を低減させる。(掘削土砂の搬送による駆動トルクの損失低減)

(2) 掘削添加材注入量の算出

- 1) 水 1 m³ 当りの掘削添加材使用量の算出は次式による。

$$U = 1/3 \times (30 - P_{0.075}) \times \alpha \times \beta$$

ここに、

U : 水 1 m³ 当りの掘削添加材の使用量 (kg/m³)

P_{0.075} : 0.075mm 粒径通過百分率、30%以上は 30 とする。

α : 水質による補正係数

$$\alpha = 300 \text{ (g/g)} / \text{当該水質での飽和吸水倍率 (g/g)}$$

[飽和吸水倍率] 水道水 : 300~400 g/g

地下水 : 250~350 g/g

海水 : 50 g/g

β : 均等係数 (U_c) による補正係数

$$U_c \geq 4 \quad \beta = 1.0$$

$$4 > U_c \geq 3 \quad \beta = 1.05$$

$$3 > U_c \geq 1 \quad \beta = 1.1$$

- 2) 地山土量 1 m³ 当りの添加材の溶液注入係数

$$Q = [(30 - P_{0.075}) + (40 - P_{0.25}) + (50 - P_{2.0})] \times 4/5 \times 1/100$$

ここに、

Q : 地山土量 1 m³ 当りの添加材の溶液注入係数

P_{0.075} : 0.075mm 粒径通過百分率、30%以上は 30 とする。

P_{0.25} : 0.25 mm 粒径通過百分率、40%以上は 40 とする。

P_{2.0} : 2.0 mm 粒径通過百分率、50%以上は 50 とする。

- 3) 掘削添加材の注入量の算出は、次式による。

$$V = S \times L \times Q \times \gamma$$

ここに、

V : 掘削添加材の注入量 (m³)

S : 切羽断面積 (m²)

$$S = \pi/4 \times (\text{先導体外径} + \text{ゆるみ幅} \times 2)^2$$

表 4-13 切羽断面積

| 呼び径 | 先導体外径 (m) | ゆるみ幅 (m) | 切羽断面積 S (m ²) |
|-----|-----------|----------|---------------------------|
| 200 | 0.240 | 0.02 | 0.062 |
| 250 | 0.290 | 0.02 | 0.086 |
| 300 | 0.340 | 0.02 | 0.113 |
| 350 | 0.385 | 0.02 | 0.142 |
| 400 | 0.435 | 0.02 | 0.177 |
| 450 | 0.485 | 0.02 | 0.216 |
| 500 | 0.535 | 0.02 | 0.260 |

L : 推進距離 (m)

Q : 地山 1 m³ 当りの添加材の溶液注入係数

γ : 注入損失係数 (1.5~1.8)

4) 掘削添加材の必要量の算出は、次式による。

$$G = U \times V$$

ここに、

G : 掘削添加材の必要量 (kg)

U : 水 1 m³ 当りの掘削添加材の使用量 (kg/m³)

V : 掘削添加材の注入量 (m³)

従って、推進 1m 当りの掘削添加剤の必要量は

$$G' = G / L$$

ここに、

G' : 推進 1m 当りの掘削添加材の必要量 (kg/m)

G : 推進距離当りの掘削添加材の必要量 (kg)

L : 推進距離 (m)

第5章 機械

5.1 機械構造概要

(1) ガイドフレーム

ガイドフレームは、推進ホルダや掘進機構、埋設管等をガイドするもので、すべての機器や作業の基準となる重要な部分であり、狂いのないよう正確・頑丈に製作されている。またガイドフレームは、推進勾配に合わせるための調整用レベルジャッキや、作業時の推進反力を受けるための反力ジャッキを備えている。

(2) 掘進機構

掘進機構はオーガヘッド・スクリーコンベヤを作動させ、掘削および排土を行うための電動機・減速機で構成されており、掘削位置の前後調整を行う調整シリンダを介して推進ホルダと連結されている。

(3) 推進ホルダ

推進ホルダは、埋設管を保持する管受口と推進シリンダ、制御盤、操作盤が取り付けられている。また推進ホルダの中心部には、位置計測のための計測孔が貫通して設けられている。

(4) スクリュー・ケーシング

スクリューおよびケーシングは、ヘッドにより掘削された土砂を後方に搬送するもので、先導管や埋設管の中に挿入して使用する。

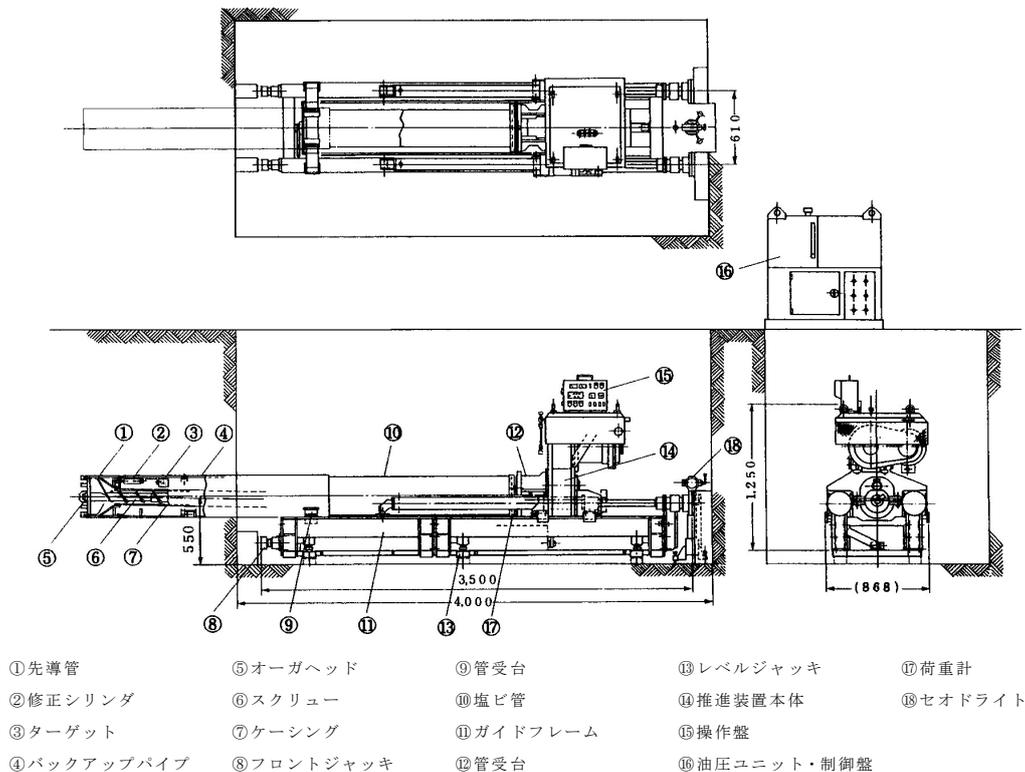


図5-1 エンブライナー工法機詳細

(5) 先導管

先導管は埋設管を案内するもので、油圧シリンダなどの方向修正装置や修正刃口などで構成され、分割できる構造となっている。

方向修正装置は、修正部と位置検出部から成る。修正部は刃口部に組み込まれた油圧シリンダと、立坑内に設置された操作盤とそれらを接続する油圧ホース類から構成され、上下方向および左右方向の修正が可能である。位置検出装置は、目視式、レーザ光を用いるポジションセンサ方式またはTVカメラ方式が搭載され、先導管内に設けられたターゲットを立坑内の基準位置より測定し、その変位量を確認する。

また、掘削ヘッド前面中心に掘削添加材の吐出弁が設けてあり、掘削添加材の注入とピンチ弁により切羽土圧をバランスさせる泥土圧方式とするにことも可能である。掘削添加材を切羽に注入することにより、不透水層の形成、ベアリング効果による土砂搬送抵抗の低減等様々な効果が得られ、滞水砂層や長距離推進で効果を発揮する。

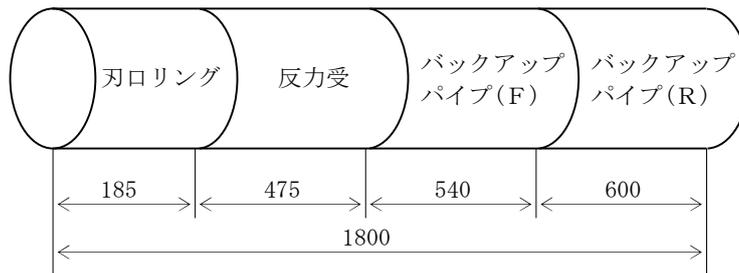
加えて先導管側面に滑材注入用弁が設けられており、滑材を注入することでさらに推進力を低減させることが可能である。

表 5-1 推進機別先導管対応表

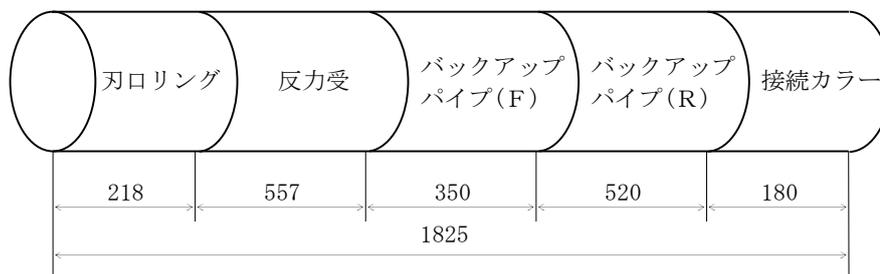
| 呼び径 (mm) | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | |
|-----------------------|--------------|--------|--------|-----|-----|--------|-----|--------|--|
| 塩ビ管外径 (mm) | 165 | 216 | 267 | 318 | 370 | 420 | 470 | 520 | |
| 先導管外径 (mm) | 185 | 240 | 290 | 340 | 385 | 435 | 485 | 535 | |
| 参考 質量 (Kg) | 170 | 188 | 240 | 312 | 454 | 532 | 533 | 1063 | |
| 1 m 管 仕 様 | 円形 φ 1.5m | | ←————→ | | | | | | |
| | 円形 φ 2.0m | ←————→ | | | | | | | |
| | 円形 φ 2.5m | | | | | | | ←————→ | |
| 2 m 管 仕 様 | 矩形 3.5m×2.0m | | ←————→ | | | | | | |
| | 矩形 4.0m×2.0m | | ←————→ | | | | | | |
| | 矩形 4.4m×2.4m | | | | | ←————→ | | | |

(注) 1. 参考質量は先端スクリー、先端ケーシング、標準ヘッド付です。

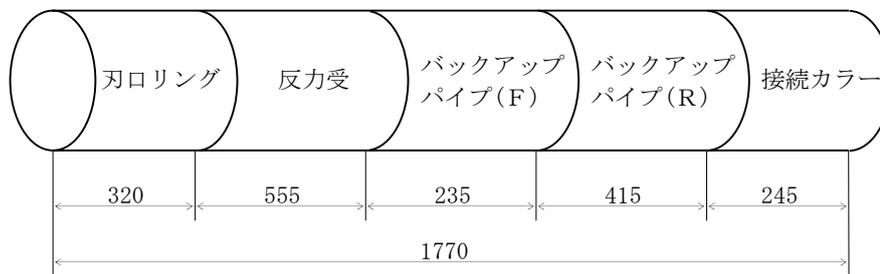
先導管 (φ150用)



先導管 (4型 : φ200~φ300)



先導管 (φ350~φ500)



C型先導管(呼び径φ1.5m立坑用推進機用 : φ200~φ300)

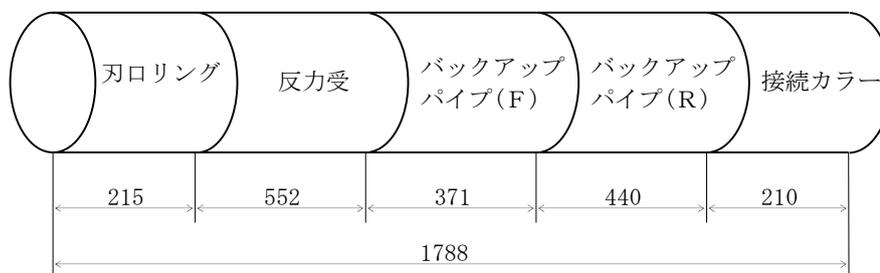


図5-2 先導管寸法

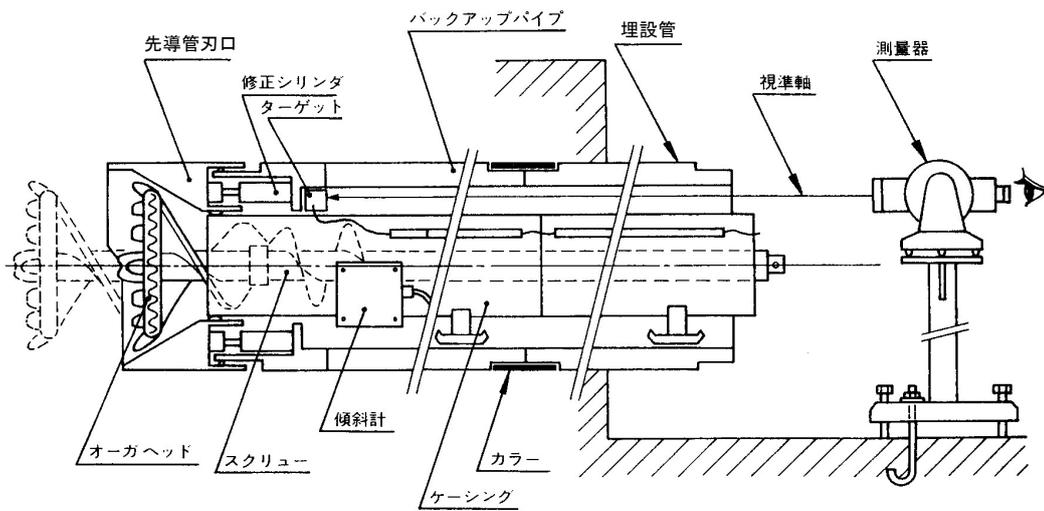


図 5-3 目視測量方式

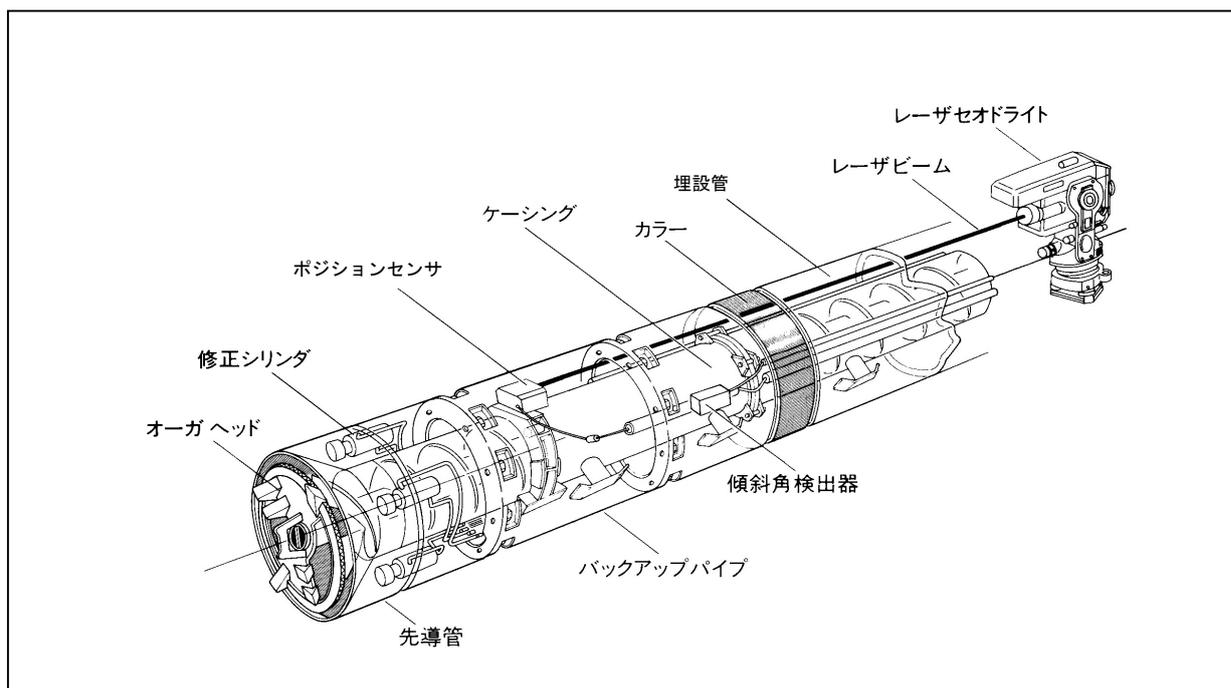


図 5-4 ポジションセンサ測量方式

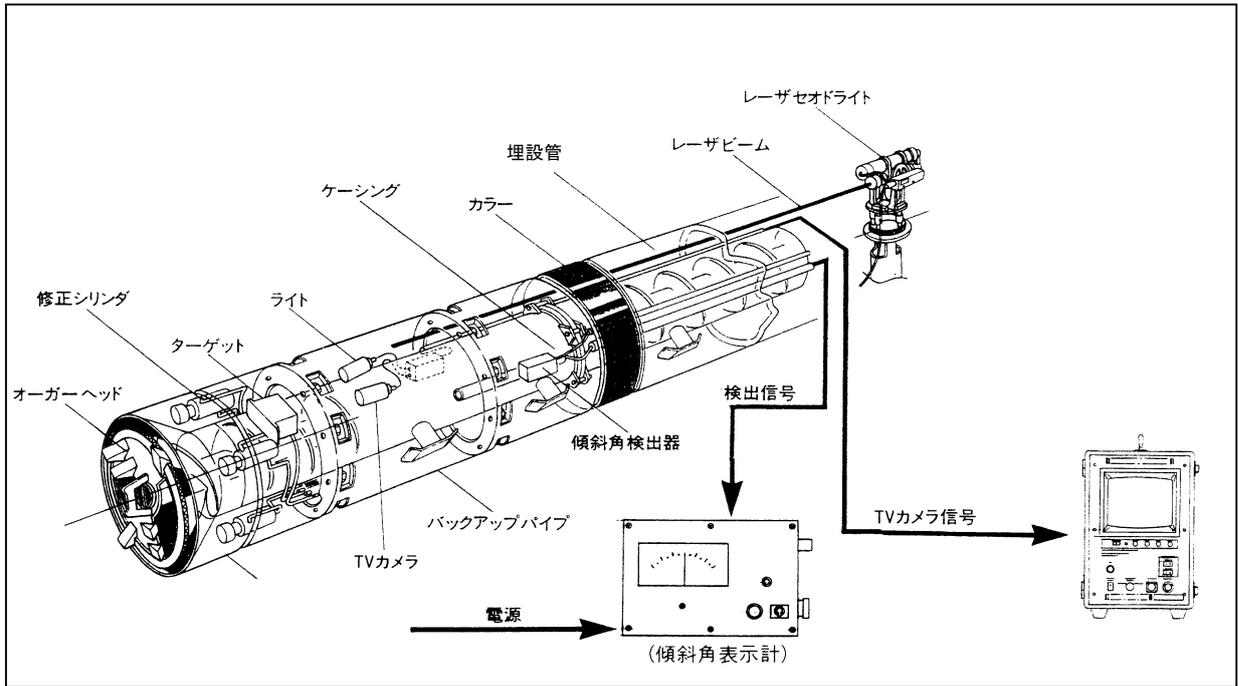


図 5-5 TVカメラ測量方式

(6) 掘削ヘッド

掘削ヘッドは、対象とする地盤に応じて選定する。

1) 円板型

粘性土・シルトに対して使用する。

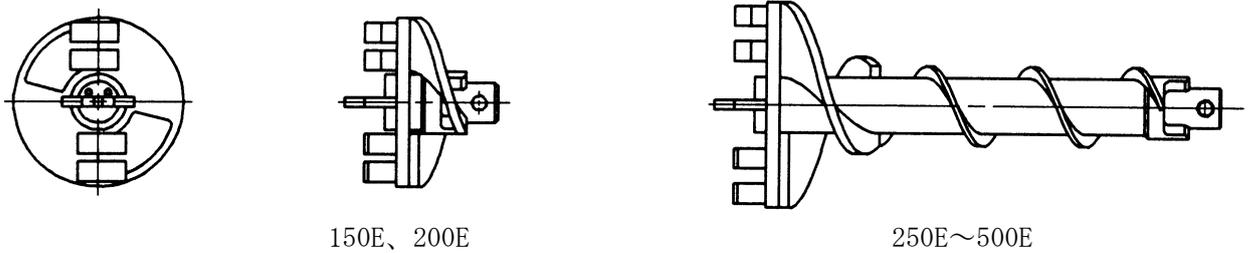


図 5-6 円板型ヘッド

2) 滞水型

滞水砂層に対して使用する。

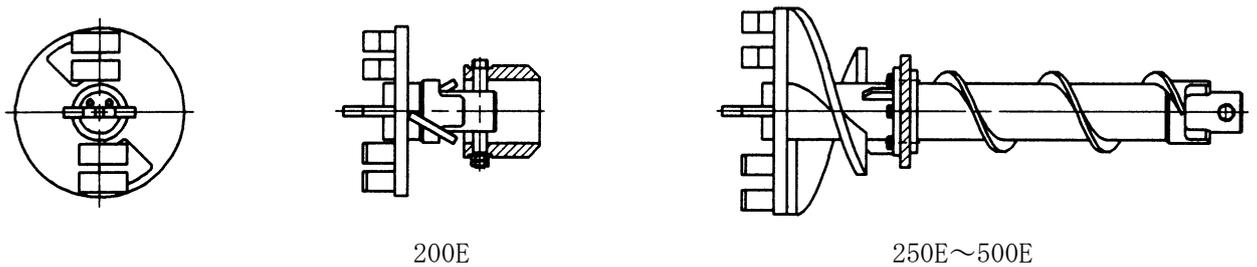


図 5-7 滞水型ヘッド

3) 開放型

硬質で粘着力の大きな粘性土の場合に使用する。

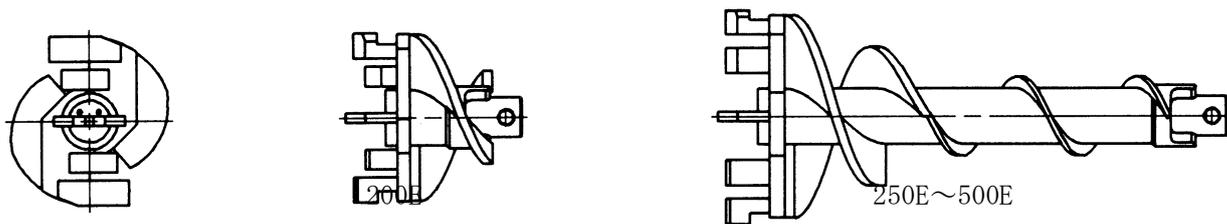


図5-8 開放型ヘッド

4) ビットカッターヘッド

刃口にカッターヘッドをベアリング支持し、修正シリンダによる方向修正の際にヘッドの方向も追従させる構造のため、掘削面自体の方向を変えることができる。従って硬質地盤等でも掘り残しをおこさず、確実な方向修正が可能である。ビットカッターヘッドは土丹・軟岩層に適用する。

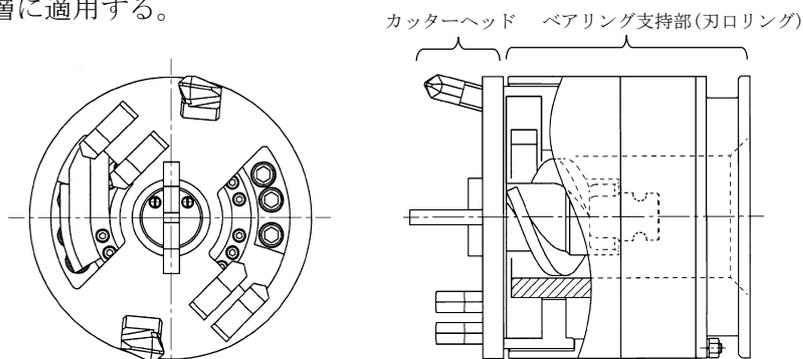


図5-9 ビットカッターヘッド

5) ディスクカッターヘッド

ディスク状の円板ヘッドが切羽部分で圧砕し推進する方式である。さらに、カッターヘッドの軸受け部がベアリング支持構造であるため、修正シリンダにより掘削面自体の方向を変えることができ、高い修正効果を得ることが可能である。ディスクカッターヘッドは礫・玉石層、または硬岩層に適用する。

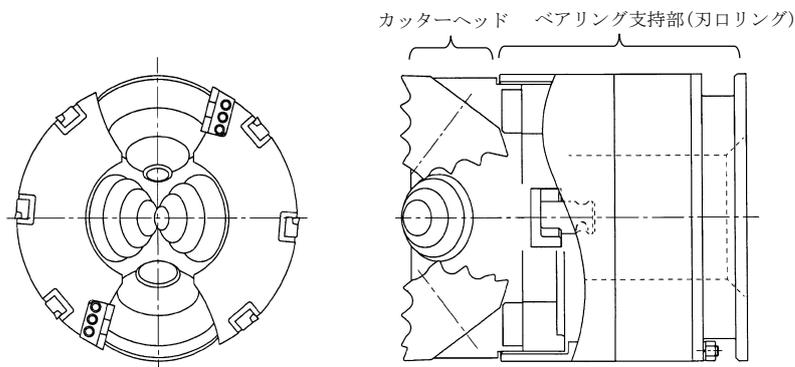
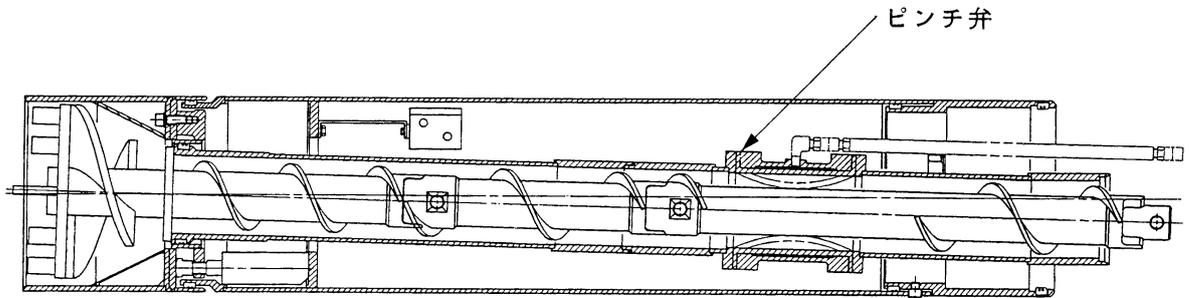


図5-10 ディスクカッターヘッド

(注) D1, D2, E1~E4, F1~F4 質に使用しますディスクカッターヘッド、ビットカッターヘッドに関しまして、稼働可能なヘッドが減少しております為、ご計画の際は協会へご相談下さい。

(7) ピンチ弁

ピンチ弁は、先導管内の先端ケーシングに設けられている。空気圧を調整することによりピンチ弁を開閉し、切羽面からピンチ弁までのケーシング内土圧を上昇させる。このケーシング内土圧を切羽土圧とバランスさせることにより、切羽の崩壊を防ぎながら安定した掘削・排土が行うことができる。このように推進中の状況に応じ土圧をバランスさせながら掘削する方法を泥土圧方式という。



(注) $\phi 150$ 先導管については対象外

図 5-11 ピンチ弁装置

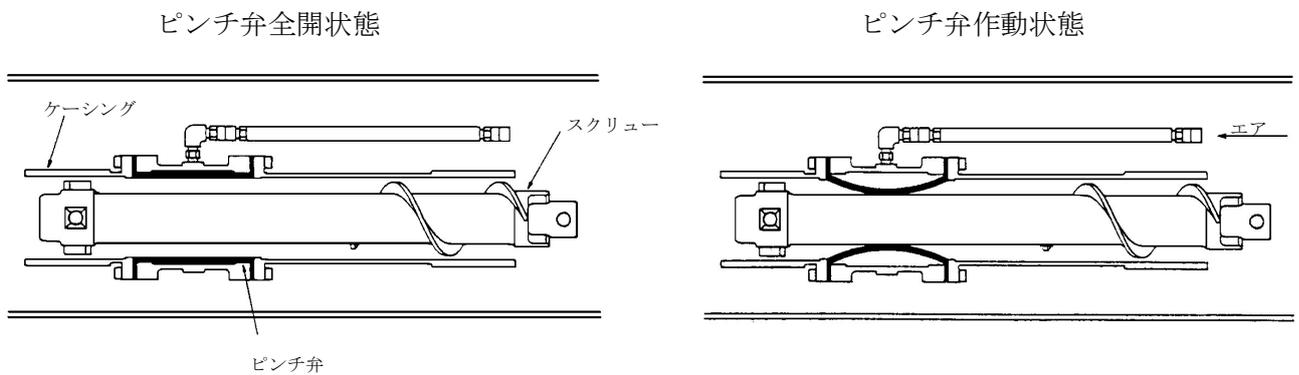
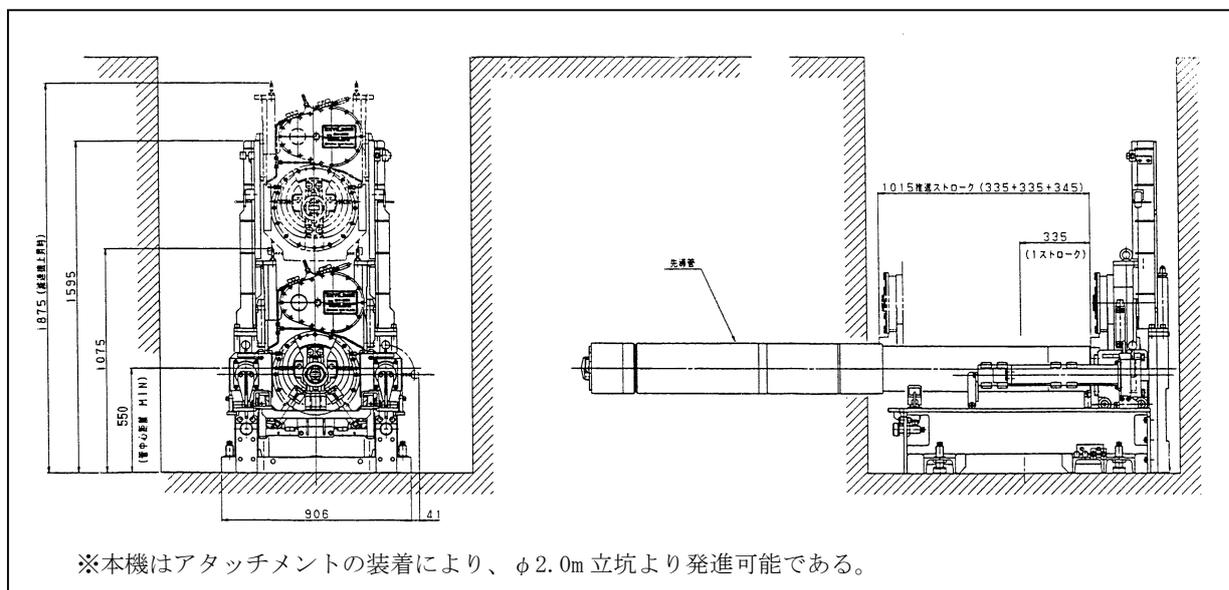


図 5-12 ピンチ弁の開閉

5.2 機械仕様

(1) 円形 $\phi 1.5\text{m}$ 立坑用推進機

円形 $\phi 1.5\text{m}$ 立坑という極小立坑から、塩ビ管 1m 管の推進をオーガ方式／泥土圧方式一工式としては初めて実現した推進機である。適用管径は $\phi 200 \sim \phi 300$ の 1m 管 (VP 管のみ) である。

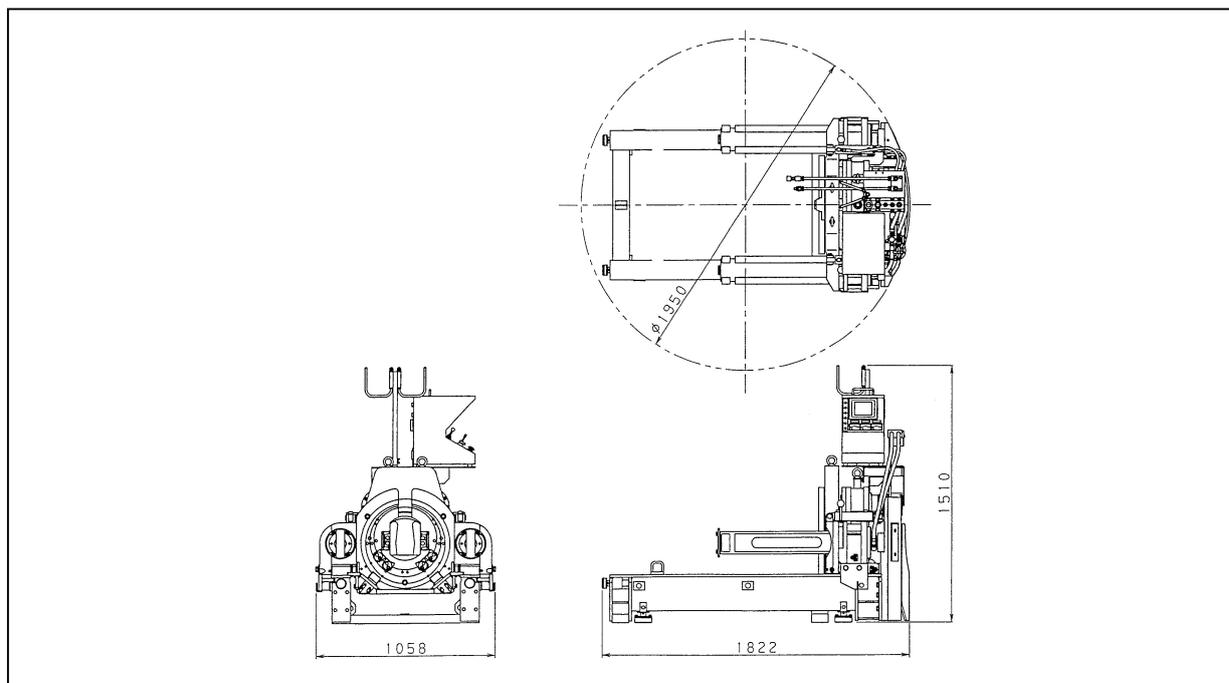


(注) 寸法は代表機種のものを示す。推進勾配は 20%以内。(標準薄型レーザーセトトライト計測範囲)

図 5-13 呼び径 $\phi 1.5\text{m}$ 立坑用推進機

(2) 円形 $\phi 2.0\text{m}$ 立坑用推進機

円形 $\phi 2.0\text{m}$ 立坑から塩ビ管 $\phi 150 \sim \phi 450$ の 1m 管の推進を行う推進機である。

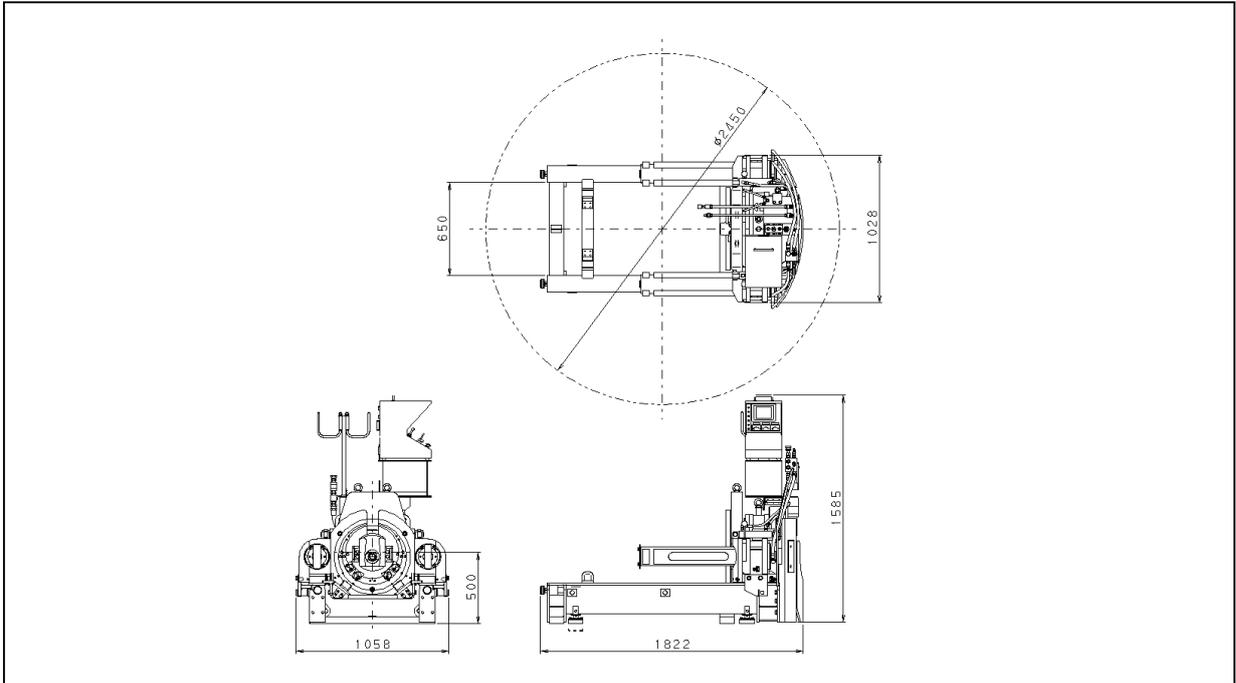


(注) 寸法は代表機種のものを示す。

図 5-14 $\phi 2.0\text{m}$ 立坑用推進機

(3) 円形φ2.5m立坑用推進機(1)

円形φ2.5m(φ2.0m)立坑から塩ビ管φ500の1m管の推進を行う推進機である。

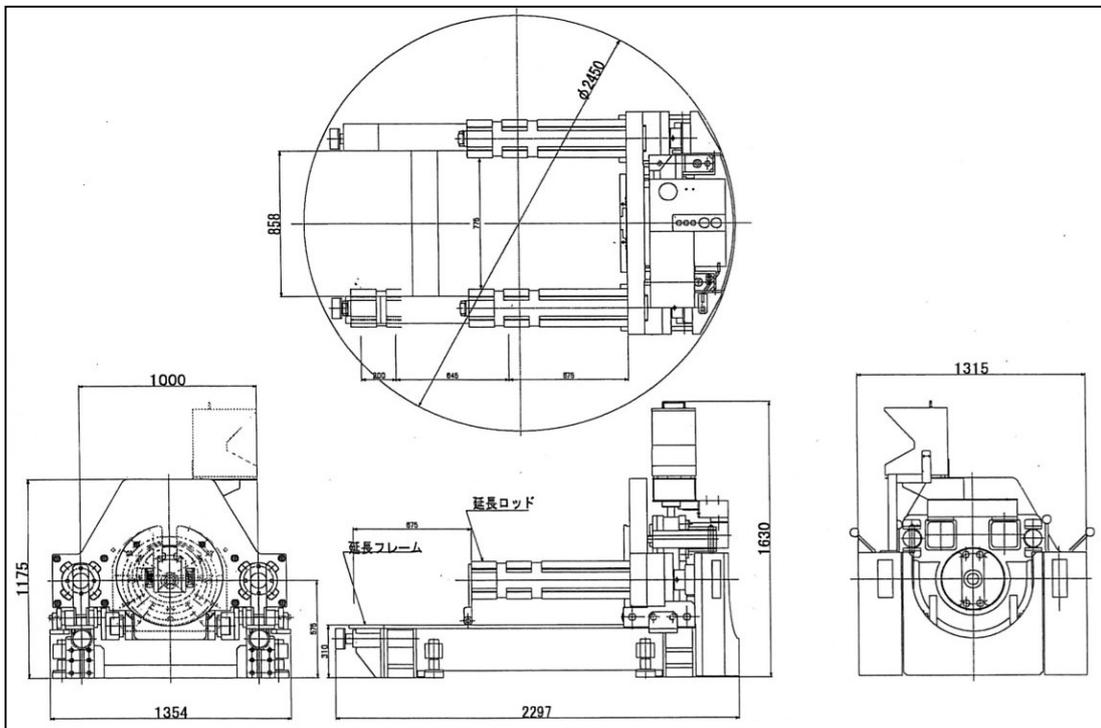


(注) 寸法は代表機種のものを示す。

図5-15 φ2.5m立坑用推進機(1)

(4) 円形φ2.5m立坑用推進機(2)

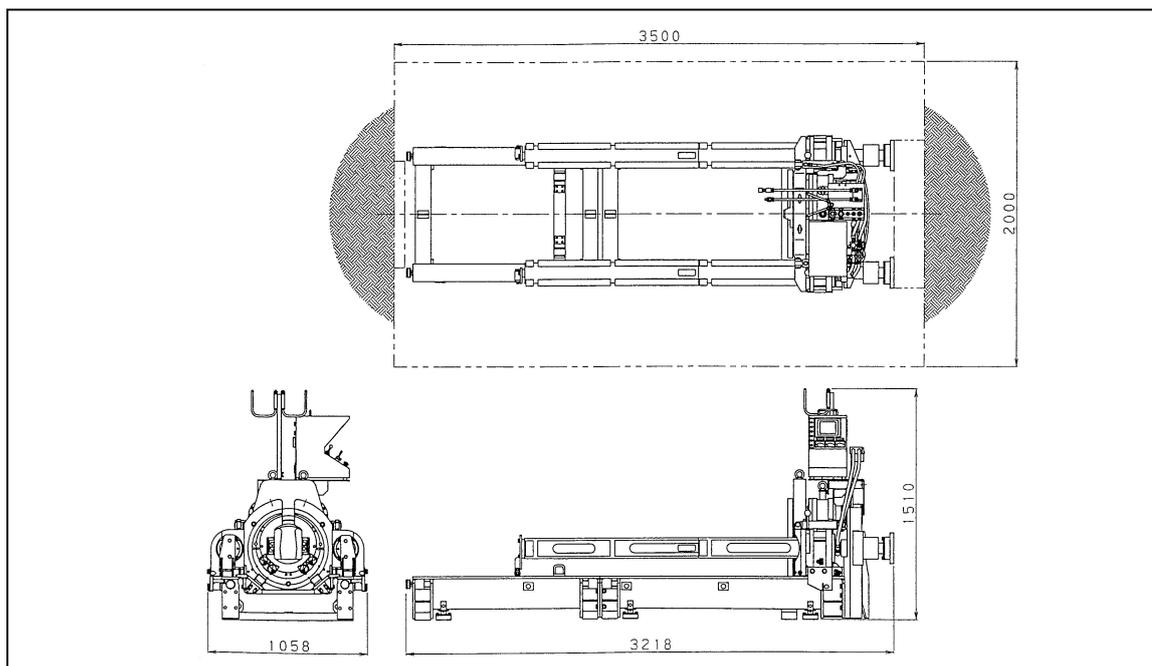
円形φ2.5m立坑から塩ビ管φ500の1m管の推進を行う推進機である。



(注) 寸法は代表機種のものを示す。

図5-16 φ2.5m立坑用推進機(2)

(4) 矩形 3.5m×2.0m 立坑から塩ビ管 φ200～φ500 の2m 管の推進を行う推進機である。

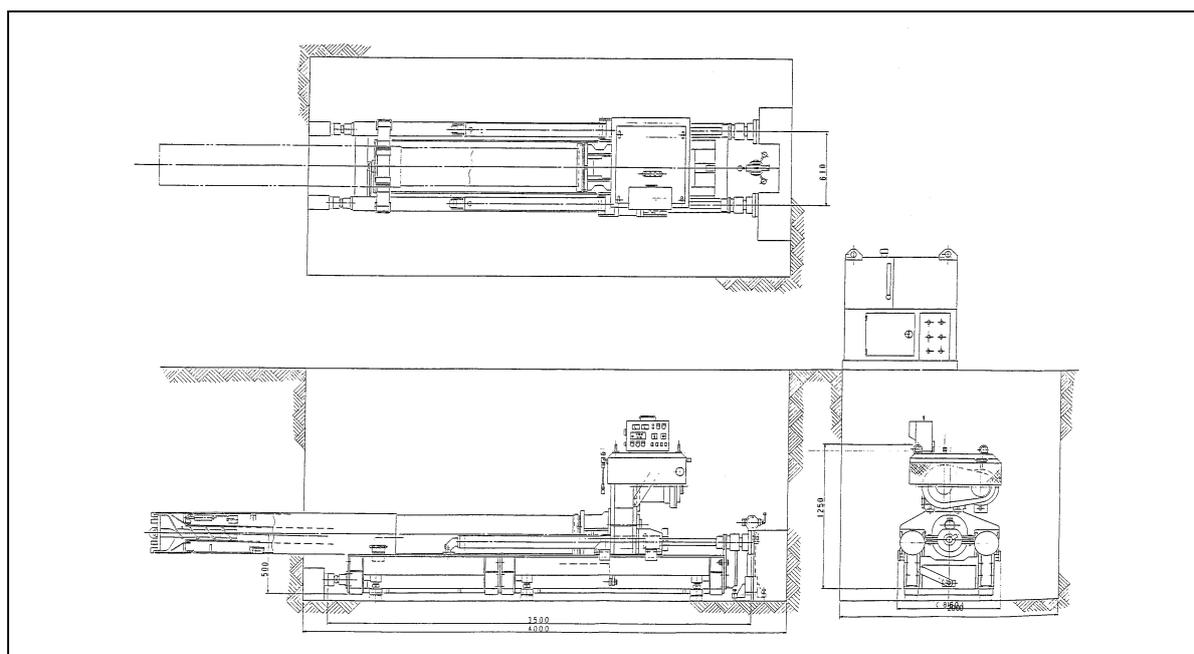


(注) 寸法は代表機種のものを示す。

図 5-17 矩形 3.5m×2.0m 立坑用推進機

(5) 矩形 4.0m×2.0m 立坑用推進機

世界で初めて塩ビ管を1工程で推進可能とした推進機である。矩形 4.0m×2.0m 立坑から塩ビ管 φ200～φ350 の2m 管の推進を行う。

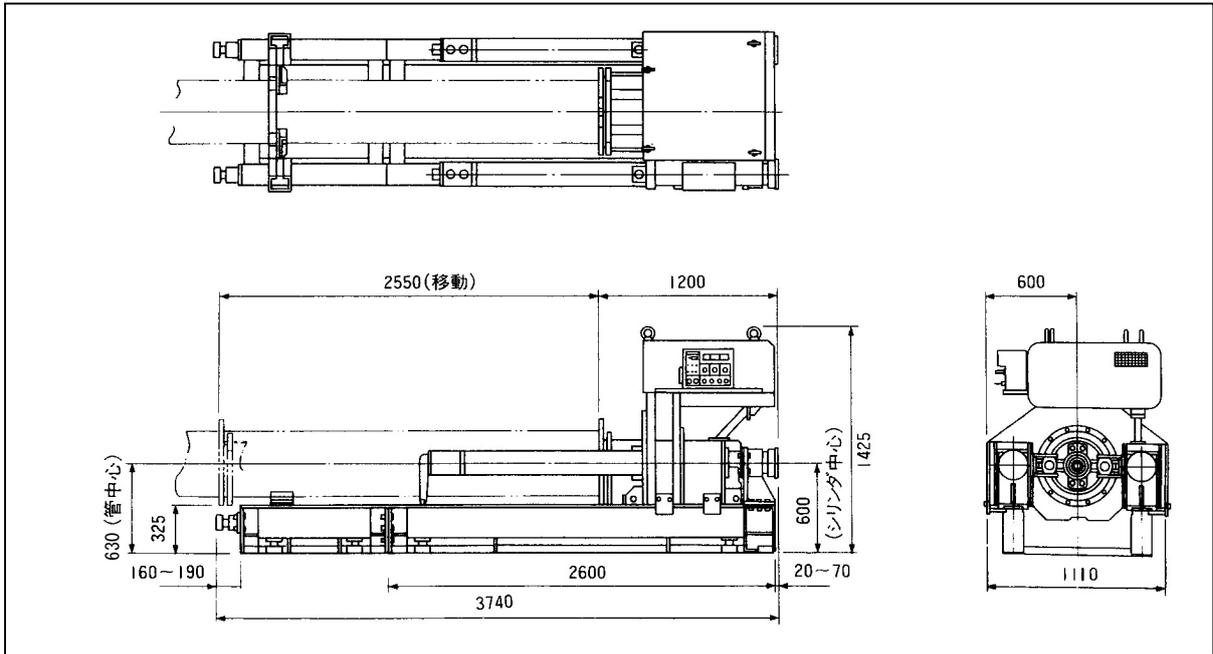


(注) 寸法は代表機種のものを示す。

図 5-18 矩形 4.0m×2.0m 立坑用推進機

(6) 矩形 4.4m×2.4m 立坑用推進機

矩形 4.4m×2.4m 立坑から塩ビ管 $\phi 350 \sim \phi 450$ の 2m 管の推進を行う推進機である。



(注) 寸法は代表機種のものを示す。

図 5-19 矩形 4.4m×2.4m 立坑用推進機

表 5-2 機械仕様

| 項 目 | 1 m 管 仕 様 | | | | 2 m 管 仕 様 | | | 備 考 | | | |
|------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|----------|-----|--------|
| | 円形φ1.5m立坑用推進機 | 円形φ2.0m立坑用推進機 | 円形φ2.5m(1) 立坑用推進機 | 円形φ2.5m(2) 立坑用推進機 | 矩形3.5m×2.0m立坑用推進機 | 矩形4.0m×2.0m立坑用推進機 | 矩形4.4m×2.4m立坑用推進機 | | | | |
| 本体全体寸法 (L×W×H) mm | 1,372×992×2,081 | 1,800×1,015×1,320 | 1,822×1,058×1,510(1) 2,300×1,354×1,630(2) | | 3,218×1,058×1,510 | 3,500×868×1,470 | 3,740×1,110×1,425 | フロントジャッキ付き | | | |
| 本体質量 ton | 約 1.0 | 約 1.1 | 約 1.5 | 約 3.2 | 約 1.8 | 約 1.6 | 約 2.8 | 管受口装着時 | | | |
| 油圧ユニット寸法 (L×W×H) mm | 1,420×1,000×1,200 | 1,420×1,000×1,200 | 1,420×1,100×1,500(1) 1,840×1,300×1,500(2) | | 1,420×1,100×1,500 | 950×900×1,000 | 1,200×1,000×1,075 | | | | |
| 油圧ユニット質量 ton | 約 1.4 | 約 1.3 | 約 1.5 | 約 2.4 | 約 1.5 | 約 0.6 | 約 0.75 | | | | |
| 掘 進 装 置 | 形 式 | 油圧モータ | 油圧モータ | 油圧モータ | 油圧モータ | 電動機 7.5kW 4P | 電動機 15kW 4P | 50/60Hz 200/220V | | | |
| | 出力回転数 min ⁻¹ | 7~25 | 5~30 | 5~30 | 5~24 | 5~30 | 5~35 | 5~25 | 無段階変速 | | |
| | 出力トルク kN・m | Max. 4.2 | Max. 7.4 | Max. 10 | Max. 20 | Max. 10 | Max. 2.9 | Max. 5.7 | 50Hz 時 | | |
| 推 進 装 置 | 推 進 シ リ | 押 力 kN | Max. 294 | Max. 588 | Max. 800 | Max. 1600 | Max. 784 | Max. 490 | Max. 784 | 低速時 | |
| | | 引 力 kN | Max. 137 | Max. 235 | Max. 300 | Max. 580 | Max. 343 | Max. 196 | Max. 343 | | |
| | | ストローク mm | 430 | 675 | 675 | | 675 | 1,250 | 1,300 | | |
| | シ リ ン ダ | 伸 び 速 度 | 低速 mm/min | 270 | 195 | 50 | 45 | 50 | 250 | 200 | 50Hz 時 |
| | | | 高速 mm/min | 765 | 595 | 580 | 625 | 580 | 750 | 750 | |
| | 調整 シ リ ン ダ | ストローク mm | 65 | 120 | 120 | 160 | 120 | 130 | 150 | | |
| | 推進ホルダ移動量 mm | 1,135 | 1,320 | 1,320 | 1,520 | 2,470 | 2,460 | 2,550 | | | |
| 昇 降 装 置 | 押 力 kN | 17.1 | — | — | — | — | — | — | — | | |
| | ストローク mm | 750 | — | — | — | — | — | — | — | | |
| | 昇降速度 mm/min | 400 | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 適 用 塩 ビ 管 | φ 200~φ 300 | φ 150~φ 450 | φ 200~φ 500 | φ 400~φ 500 | φ 200~φ 500 | φ 200~φ 350 | φ 350~φ 450 | | | | |
| 代 表 機 種 | SH-253 | SH-456 | SEH-508 | SEH-616 | SEH-508 | SH-305 | SH-408 | | | | |

(注) 仕様は、各立坑用推進機の代表機種のものを示す。

第6章 設備

6.1 推進設備

(1) 円形φ1.5m立坑用推進機

1) 推進機構

| | | |
|---------|-----------|---------------|
| 推進機本体 | ..... | 1式 |
| 油圧ユニット | ..... | 1式 |
| 操作盤 | ..... | 1式 |
| 先導管 | φ200～φ300 | 1本 |
| 先端スクリー | ..... | 1本 |
| 先端ケーシング | ..... | 1本 |
| 標準スクリー | φ200～φ300 | } 最長スパンの推進本数分 |
| 標準ケーシング | φ200～φ300 | |
| オーガヘッド | | |

2) 付属部品

| | | |
|-----------------|-------|----|
| エンブライナー専用工具 | ..... | 1式 |
| 吊りワイヤ | ..... | 1式 |
| スクリー引抜金具 | ..... | 1式 |
| ヘッド押出金具 | ..... | 1ヶ |
| ケーシング押出金具 | ..... | 1ヶ |
| ポータブルジャッキ(オイル式) | ..... | 1ヶ |
| 測量器台 | ..... | 1式 |
| 排土バケット | ..... | 1ヶ |
| ナイロンスリング(2m) | ..... | 2本 |
| 吊り下ろし治具 | ..... | 1式 |

(2) 円形φ2.0m立坑用推進機

1) 推進機構

| | | |
|---------|-----------|---------------|
| 推進機本体 | ..... | 1式 |
| 油圧ユニット | ..... | 1式 |
| 操作盤 | ..... | 1式 |
| 先導管 | φ150～φ450 | 1本 |
| 先端スクリー | ..... | 1本 |
| 先端ケーシング | ..... | 1本 |
| 標準スクリー | φ150～φ450 | } 最長スパンの推進本数分 |
| 標準ケーシング | φ150～φ450 | |
| オーガヘッド | | |

2) 付属部品

| | | |
|-------|-------|----|
| 専用工具 | ..... | 1式 |
| 吊りワイヤ | ..... | 1式 |

| | |
|-----------------|-----|
| スクリー引抜金具 | 1 式 |
| ヘッド押出金具 | 1 ケ |
| ケーシング押出金具 | 1 ケ |
| 推進シリンダ、ストッパ | 2 ケ |
| ポータブルジャッキ(オイル式) | 1 ケ |
| 測量器台 | 1 式 |
| 排土バケツ | 1 ケ |
| ナイロンスリング(2m) | 2 本 |
| 塩ビ管固定金具 | 1 式 |

(3) 円形 φ2.5m 立坑用推進機

1) 推進機構

| | |
|--------------|---------------|
| 推進機本体 | 1 式 |
| 油圧ユニット | 1 式 |
| 操作盤 | 1 式 |
| 先導管 φ500 | 1 本 |
| 先端スクリー | 1 本 |
| 先端ケーシング | 1 本 |
| 標準スクリー φ500 | } 最長スパンの推進本数分 |
| 標準ケーシング φ500 | |
| オーガヘッド | |

2) 付属部品

| | |
|-----------------|-----|
| 専用工具 | 1 式 |
| 吊りワイヤ | 1 式 |
| スクリー引抜金具 | 1 式 |
| ヘッド押出金具 | 1 ケ |
| ケーシング押出金具 | 1 ケ |
| 推進シリンダ、ストッパ | 2 ケ |
| ポータブルジャッキ(オイル式) | 1 ケ |
| 測量器台 | 1 式 |
| 排土バケツ | 1 ケ |
| ナイロンスリング(2m) | 2 本 |
| 塩ビ管固定金具 | 1 式 |

(4) 矩形 3.5m×2.0m 立坑用推進機

1) 推進機構

| | |
|---------------|-----|
| 推進機本体 | 1 式 |
| 油圧ユニット | 1 式 |
| 操作盤 | 1 式 |
| 先導管 φ200～φ450 | 1 本 |

| | | |
|---------|-------------|---------------|
| 先端スクリュー | ..... | 1 本 |
| 先端ケーシング | ..... | 1 本 |
| 標準スクリュー | φ 200～φ 450 | } 最長スパンの推進本数分 |
| 標準ケーシング | φ 200～φ 450 | |
| オーガヘッド | | |

2) 付属部品

| | | |
|-------------------|-------|-----|
| 専用工具 | ..... | 1 式 |
| 吊りワイヤ | ..... | 1 式 |
| 本体、油圧ポンプユニット用カバー | ..... | 1 式 |
| スクリュー引抜金具 | ..... | 1 式 |
| ヘッド押出金具 | ..... | 1 ケ |
| ケーシング押出金具 | ..... | 1 ケ |
| 推進シリンダ、ストッパ | ..... | 2 ケ |
| ポータブルジャッキ(オイル式) | ..... | 1 ケ |
| サイドジャッキ | ..... | 4 ケ |
| 測量器取付スタンド(定芯管金具付) | ..... | 1 式 |
| 排土バケット(吊りアーム付) | ..... | 1 ケ |
| ナイロンスリング(2m) | ..... | 2 本 |
| 塩ビ管固定金具 | ..... | 1 式 |

(5) 矩形 4.0m×2.0m 立坑用推進機

1) 推進機構

| | | |
|---------|-------------|---------------|
| 推進機本体 | ..... | 1 式 |
| 油圧ユニット | ..... | 1 式 |
| 操作盤 | ..... | 1 式 |
| 先導管 | φ 200～φ 350 | 1 本 |
| 先端スクリュー | ..... | 1 本 |
| 先端ケーシング | ..... | 1 本 |
| 標準スクリュー | φ 200～φ 350 | } 最長スパンの推進本数分 |
| 標準ケーシング | φ 200～φ 350 | |
| オーガヘッド | | |

2) 付属部品

| | | |
|------------------|-------|-----|
| 専用工具 | ..... | 1 式 |
| 吊りワイヤ | ..... | 1 式 |
| 本体、油圧ポンプユニット用カバー | ..... | 1 式 |
| スクリュー引抜金具 | ..... | 1 式 |
| ヘッド押出金具 | ..... | 1 ケ |
| ケーシング押出金具 | ..... | 1 ケ |
| 推進シリンダ、ストッパ | ..... | 2 ケ |
| ポータブルジャッキ(オイル式) | ..... | 2 ケ |

| | |
|-------------------|----|
| サイドジャッキ | 4ヶ |
| 測量器取付スタンド(定芯管金具付) | 1式 |
| 排土バケツト(吊りアーム付) | 1ヶ |
| ナイロンスリング(2m) | 2本 |
| 塩ビ管固定金具 | 1式 |

(6) 矩形 4.4m×2.4m 立坑用推進機

1) 推進機構

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| 推進機本体 | 1式 |
| 油圧ユニット | 1式 |
| 操作盤 | 1式 |
| 先導管 φ 350～φ 450 | 1本 |
| 先端スクリユー | 1本 |
| 先端ケーシング | 1本 |
| 標準スクリユー φ 350～φ 450 | } 最長スパンの推進本数分 |
| 標準ケーシング φ 350～φ 450 | |
| オーガヘッド | |

2) 付属部品

| | |
|---------------------|----|
| 専用工具 | 1式 |
| 吊りワイヤ、シャックル | 1式 |
| 本体、油圧ポンプユニット用カバー | 1式 |
| スクリユー引抜金具 | 1式 |
| ヘッド押出金具 | 1ヶ |
| ケーシング押出金具 | 1ヶ |
| ケーシング引抜金具 | 2ヶ |
| ポータブルジャッキ(オイル式) | 2ヶ |
| 引き戻し板(上×2、左下・右下×各1) | 1式 |
| 測量器取付スタンド(定芯管金具付) | 1式 |
| 排土バケツト(吊りアーム付) | 1ヶ |
| チェーンスリング(排土バケツト用) | 1ヶ |
| ナイロンスリング(2m) | 2本 |
| 塩ビ管固定金具 | 1式 |

6.2 付帯設備

- (1) 付帯設備（貴社ご用意品。主なもの）
 - 1) 電源設備 発電機またはトランス
 - 2) 注入設備・材料 グラウトミキサ、グラウトポンプ、水中ポンプ(潜水ポンプ)、コンプレッサ、送水用ホース、水槽、滑材、掘削添加材
 - 3) 荷役設備 本体・埋設管用クレーン、チェーンブロック、レバーブロック、滑車、布ワイヤ
 - 4) 測量機器 レーザーセオドライト、下げ振り、水系、スタッフ
 - 5) 反力板 コンクリート壁または鋼材
 - 6) 止水器 鋼矢板・ライナープレート用、既設人孔用
 - 7) 排土運搬 ダンプトラックまたはバキュームカー
 - 8) 溶接設備 ガス溶接機、電気溶接機
 - 9) その他 バール、グリス、ウエス、トランシーバ、セメント、角材、鋼材

6.3 クレーン設備

(1) 用途

クレーンの主な用途は以下の作業が主な目的となる。（これら作業の他、立坑内の吊り込みや坑外での材料小運搬等があるので、現地の条件に合わせた設置をする）

- 1) 推進設備の据付け
- 2) 埋設管の吊り下ろし・据付け
- 3) 排土バケットの吊り上げ・吊り下ろし
- 4) その他、材料の移動、搬入、搬出

(2) 仕様

使用するクレーンは、容量に十分余裕があり、かつ安全性に富んだ構造としなければならない。特に 3t 吊以上は労働安全衛生法による労働基準監督署の検査に合格したものでなければならない。またそれ以下のものについても、これに準じた設備が必要である。

クレーンの吊り上げ高さは、管の吊り下ろしおよびバケットのずりをダンプに積載できる地上高さが必要である。

- 1) クレーンの走行距離は、埋設管・機材のストック等を考慮して決定しなければならない。
(一般に 20m程度は必要)
- 2) 立坑が開放できないような場合には、横坑より出し入れを行わなければならない。この時には立坑内に別のクレーン（チェーンブロックまたはホイスト）を設置して、埋設管の据付けおよびバケットの出し入れをする必要がある。なお、埋設管等の重量物は移動台車により横移動した方がより安全である。
- 3) 交通事情などの理由から立坑部にクレーン設備を固定することができず、随時クレーン設備を移動せねばならない場合には、トラッククレーンまたはラフテレーンクレーンを使用することが一般的である。これらについては、現場の状況に応じて適切な作業半径を算定し、確実、安全、高能率な機種、ブーム長を選定しなければならない。

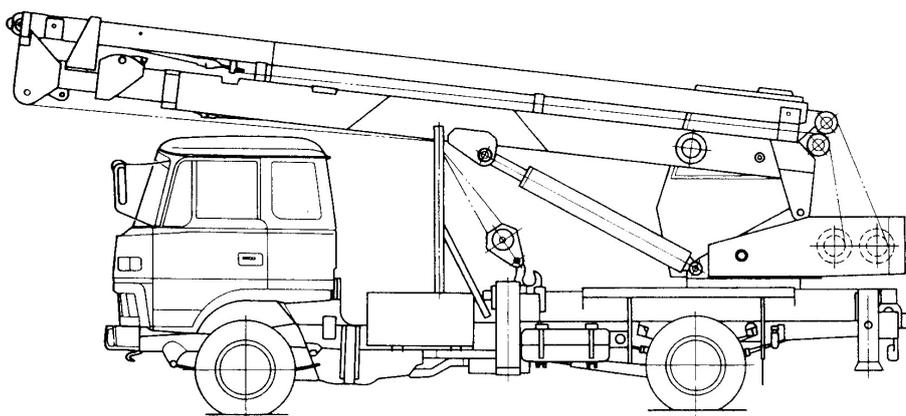


図 6-1 トラッククレーン (参考)

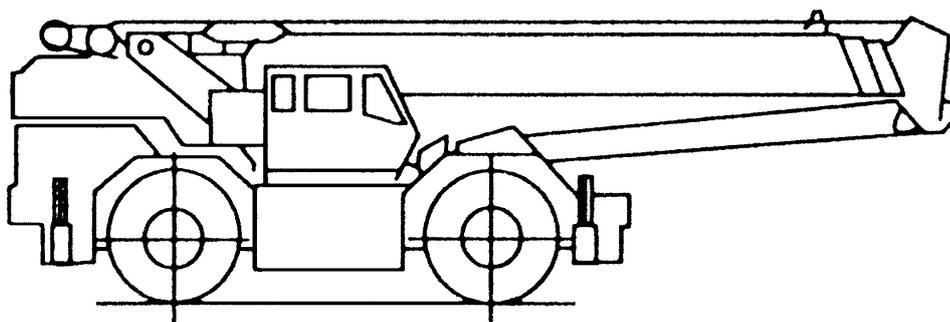


図 6-2 ラフテレーンクレーン (参考)

6.4 注入設備

(1) 滑材注入機械器具 (参考)

- 1) グラウトポンプ
- 2) グラウトミキサ
- 3) グラウトホース
- 4) 水槽
- 5) 計量器
- 6) 作業台

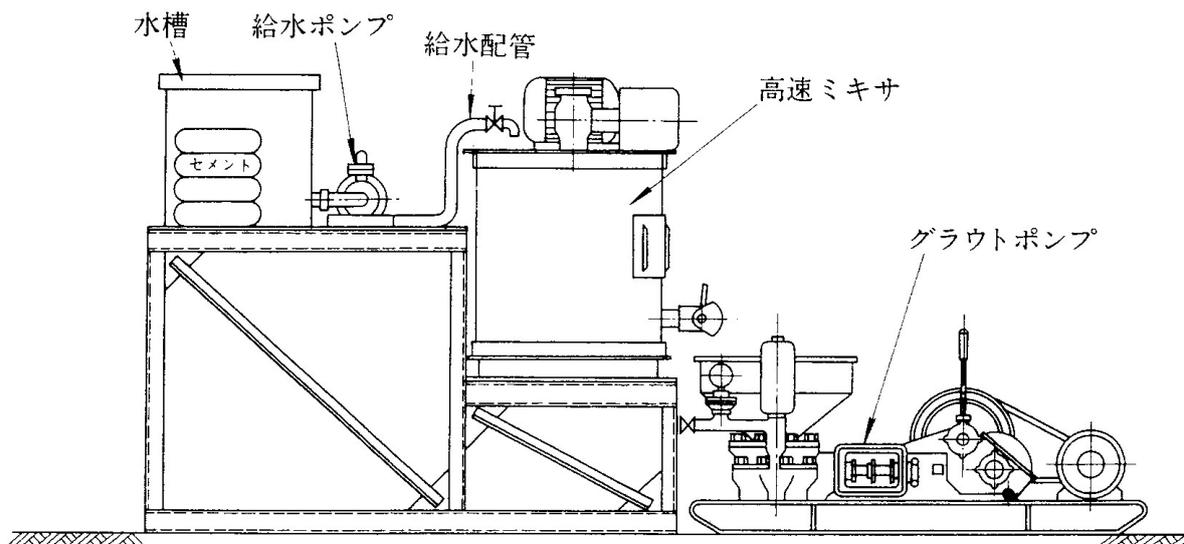


図 6-3 滑材注入機械器具 (参考)

第7章 立坑・配置

7.1 発進立坑および到達立坑

(1) 円形 $\phi 1.5\text{m}$ 立坑用推進機

1) 発進立坑

底盤～管中心までの高さ 0.55m 以上

A. 湧水のない自立地盤

a) 鋼製ケーシング : 呼び径 $\phi 1500\text{mm}$ (内径 $\phi 1500\text{mm}$) 以上

b) RCケーシング : 呼び径 $\phi 1500\text{mm}$ (内径 $\phi 1500\text{mm}$) 以上

c) ライナープレート : 呼び径 $\phi 1600\text{mm}$ (内径 $\phi 1550\text{mm}$) 以上

(注) 両発進の場合は最低 内径 $\phi 1650\text{mm}$ 以上必要です。

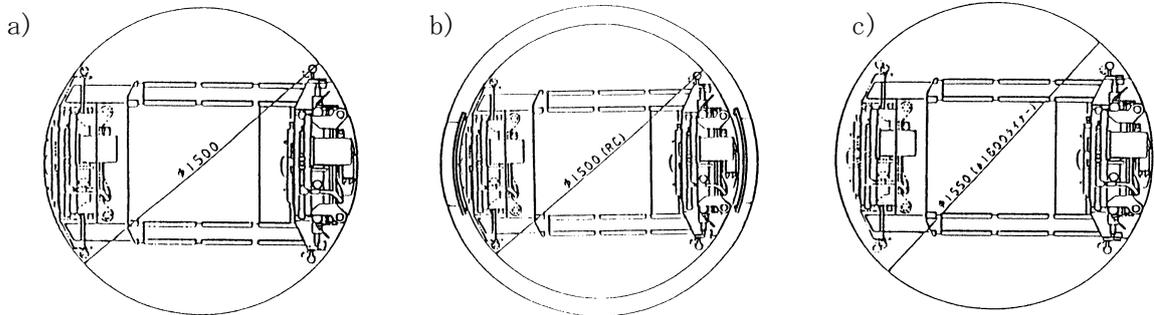


図7-1 円形 $\phi 1.5\text{m}$ 立坑用推進機 発進立坑（湧水なし）

B. 湧水地盤

a) 鋼製ケーシング : 呼び径 $\phi 1500\text{mm}$ (内径 $\phi 1560\text{mm}$) 以上*

b) RCケーシング : 呼び径 $\phi 1500\text{mm}$ (内径 $\phi 1500\text{mm}$) 以上

c) ライナープレート : 呼び径 $\phi 1700\text{mm}$ (内径 $\phi 1650\text{mm}$) 以上*

(注) 両発進の場合は最低 内径 $\phi 1650\text{mm}$ 以上必要です。

* 止水器は厚さ 30mm 以下のものを使用する。

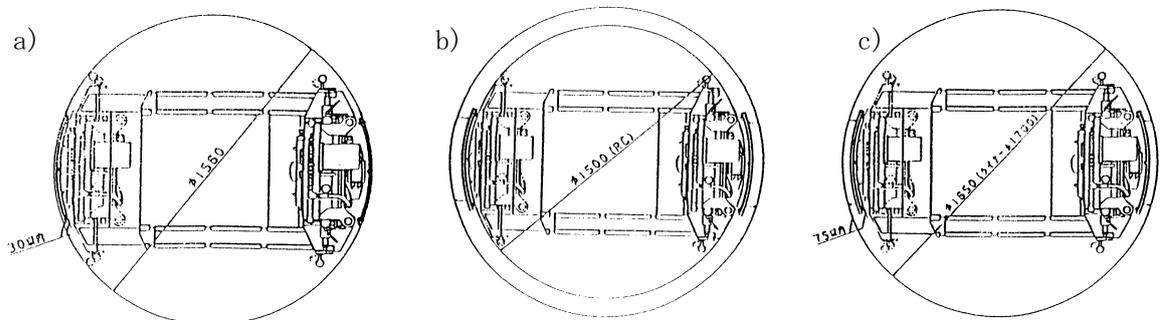


図7-2 円形 $\phi 1.5\text{m}$ 立坑用推進機 発進立坑（湧水あり）

- (注) 1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 土留め材の幅・板厚・切梁・腹起し材・縦梁等の大きさ、あるいはその位置については土質・掘削深さ等の諸条件により、計算し決定すること。
 4. 腹起しはH鋼 200mm 以下にする。
 5. 腹起しの下端高さは作業の支障にならないように底盤から 2.5m 程度にする。
 6. 推進反力は立坑裏側の地山で受けるので、立坑と地山とに間隙がある場合は裏込モルタル等の注入によって一体化すること。また推進力を受ける外側の地盤は、薬注等で固めること。
 7. 人孔作成の寸法は、別途考慮すること。

2) 到達立坑

- a) 先導管分割回収 1号人孔(内径φ900mm)以上
 ※底盤～先導管とは20cm程度の空間が必要。
- b) 先導管一体回収 矩形2.0m×1.6m以上、またはφ2.0m以上
 ※底盤～先導管とは10cm程度の空間が必要。
 ※上記は内寸法。

- (注) 1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 到達立坑周囲に関し、薬注等により地盤の安全を図る必要があるかを検討のこと。
 4. 腹起しは管の高さ位置を避けること。
 5. 既設人孔において、インバートはつり・中間スラブ撤去等が必要な場合は、それら作業費は別途計上する。

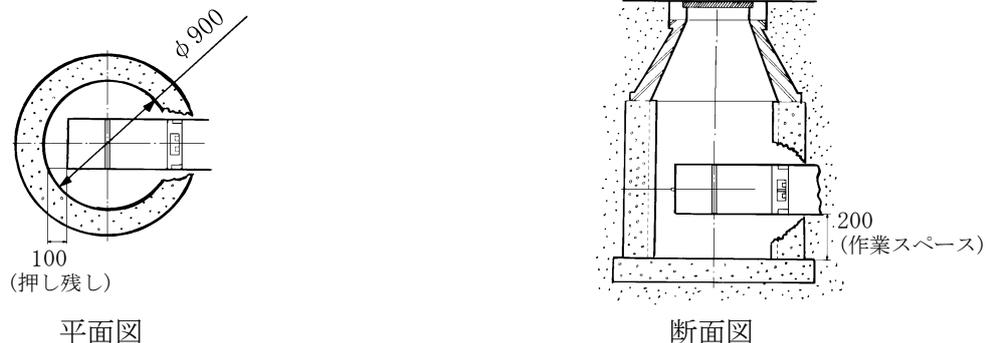


図7-3 人孔回収(参考)

注意: 人孔到達・先導管回収では下記のこと

- ① φ150～φ400については1号人孔回収可能で斜壁撤去は不要となる。
- ② φ450は1号人孔回収可能であるが斜壁撤去は必要となる。

(2) 円形φ2.0m立坑用推進機

1) 発進立坑

底盤～管中心までの高さ 0.55m以上（ただしφ150は0.49m以上）

A. 湧水のない自立地盤

- a) 鋼製ケーシング : 呼び径φ2000mm（内径φ2000mm）以上
- b) RCケーシング : 呼び径φ2000mm（内径φ2000mm）以上
- c) ライナープレート : 呼び径φ2000mm（内径φ1950mm）以上

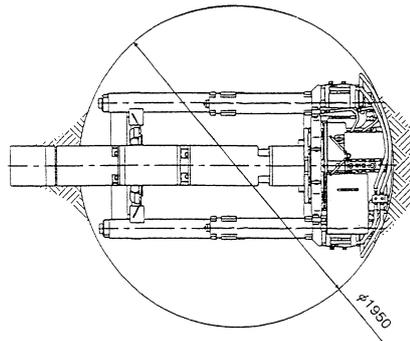


図7-4 円形φ2.0m立坑用推進機 発進立坑（湧水なし）

B. 湧水地盤

- a) 鋼製ケーシング : 呼び径φ2000mm（内径φ2060mm）以上*
- b) RCケーシング : 呼び径φ2000mm（内径φ2000mm）以上
- c) ライナープレート : 呼び径φ2100mm（内径φ2050mm）以上*

* 止水器は厚さ30mm以下のものを使用する。

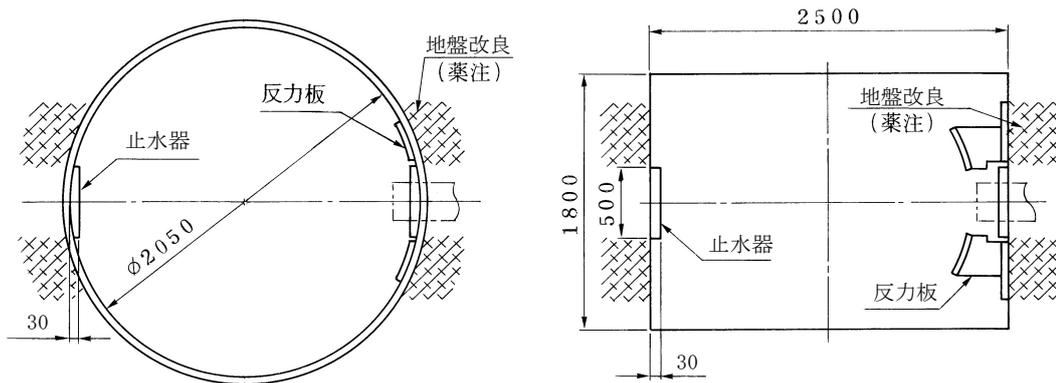


図7-5 呼び径φ2.0m立坑用推進機 発進立坑（湧水あり）

- (注)
1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 土留め材の幅・板厚・切梁・腹起し材・縦梁等の大きさ、あるいはその位置については土質・掘削深さ等の諸条件により、計算し決定すること。
 4. 腹起しはH鋼200mm以下にする。

5. 腹起しの下端高さは作業の支障にならないように底盤から 2.0m 程度にする。
6. 推進反力は立坑裏側の地山で受けるので、立坑と地山とに間隙がある場合は裏込モルタル等の注入によって一体化すること。また推進力を受ける外側の地盤は、薬注等で固めること。
7. 人孔作成の寸法は、別途考慮すること。
8. 反力板は、推進力により動かないように鉄板・形鋼等で強固に製作すること。

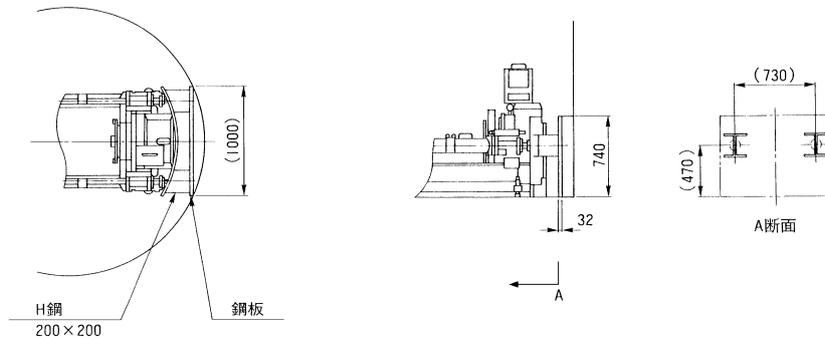


図 7-6 呼び径 $\phi 2.0\text{m}$ 立坑用推進機 反力板 (参考)

2) 到達立坑

- a) 先導管分割回収 1号人孔 (内径 $\phi 900\text{mm}$) 以上

※底盤～先導管とは 20cm 程度の空間が必要。

- b) 先導管一体回収

$\phi 150 \sim \phi 300$: 矩形 $2.0\text{m} \times 1.6\text{m}$ 以上、または $\phi 2.0\text{m}$ 以上

$\phi 350 \sim \phi 450$: 矩形 $2.4\text{m} \times 1.6\text{m}$ 以上、または $\phi 2.5\text{m}$ 以上

※底盤～先導管とは 10cm 程度の空間が必要。

※上記は内寸法。

- (注) 1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 到達立坑周囲に関し、薬注等により地盤の安全を図る必要があるかを検討のこと。
 4. 腹起しは管の高さ位置を避けること。
 5. 既設人孔において、インバートはつり・中間スラブ撤去等が必要な場合は、それら作業費は別途計上する。

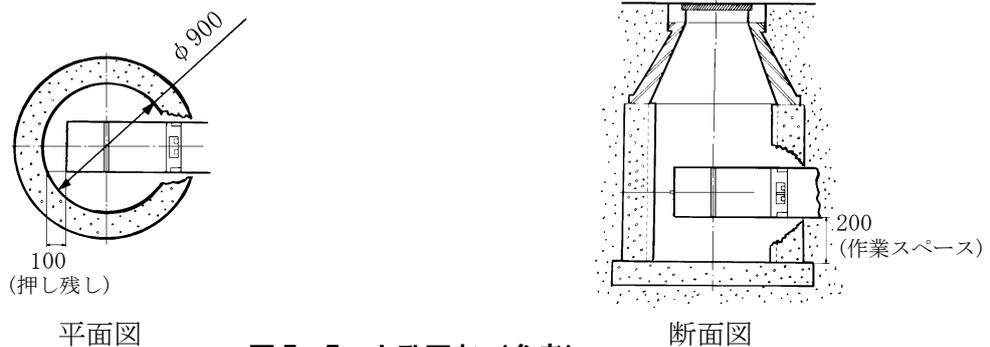


図 7-7 人孔回収 (参考)

(3) 円形φ2.5m立坑用推進機(1)

1) 発進立坑

底盤～管中心までの高さ 0.55m以上

A. 湧水のない自立地盤

- a) 鋼製ケーシング : 呼び径φ2000mm(内径φ2000mm)以上
- b) RCケーシング : 呼び径φ2000mm(内径φ2000mm)以上
- c) ライナープレート : 呼び径φ2000mm(内径φ1950mm)以上

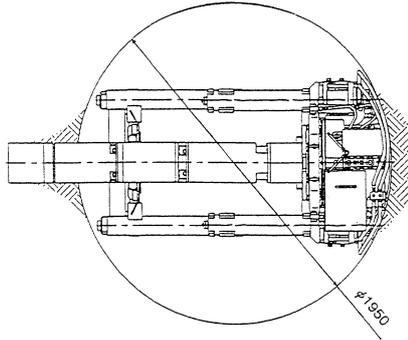


図7-8 円形φ2.5m立坑用推進機(1) 発進立坑(湧水なし)

B. 湧水地盤

- a) 鋼製ケーシング : 呼び径φ2500mm(内径φ2500mm)以上*
- b) ライナープレート : 呼び径φ2200mm(内径φ2150mm)以上*

* 止水器は厚さ30mm以下のものを使用する。

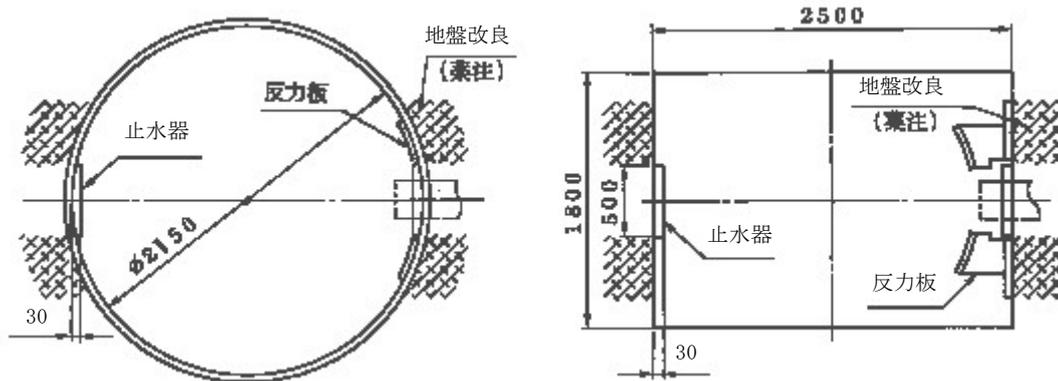


図7-9 円形φ2.5m立坑用推進機(1) 発進立坑(湧水あり)

- (注)
1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 土留め材の幅・板厚・切梁・腹起し材・縦梁等の大きさ、あるいはその位置については土質・掘削深さ等の諸条件により、計算し決定すること。
 4. 腹起しはH鋼200mm以下にする。
 5. 腹起しの下端高さは作業の支障にならないように底盤から2.0m程度にする。

6. 推進反力は立坑裏側の地山で受けるので、立坑と地山とに間隙がある場合は裏込モルタル等の注入によって一体化すること。また推進力を受ける外側の地盤は、薬注等で固めること。
7. 人孔作成の寸法は、別途考慮すること。
8. 反力板は、推進力により動かないように鉄板・形鋼等で強固に製作すること。

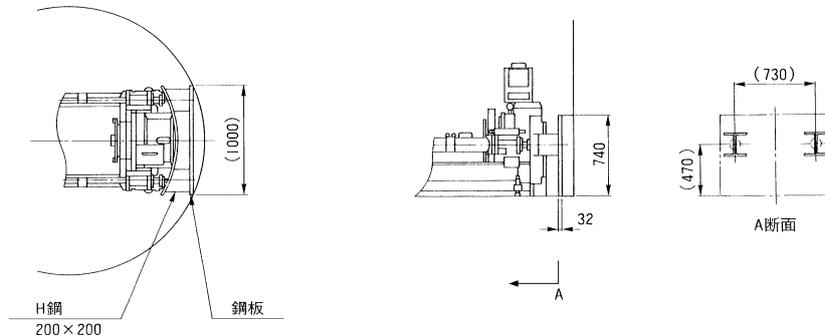


図 7-10 円形φ2.5m 立坑用推進機(1) 反力板(参考)

2) 到達立坑

a) 先導管分割回収

φ 500 : 2号人孔(内径φ1,200mm)以上

※底盤～先導管とは20cm程度の空間が必要。

b) 先導管一体回収

φ 500 : 矩形2.4m×1.6m以上、またはφ2.5m以上

※底盤～先導管とは10cm程度の空間が必要。

※上記は内寸法。

- (注)
1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 到達立坑周囲に関し、薬注等により地盤の安全を図る必要があるかを検討のこと。
 4. 腹起しは管の高さ位置を避けること。
 5. 既設人孔において、インバートはつり・中間スラブ撤去等が必要な場合は、それら作業費は別途計上する。

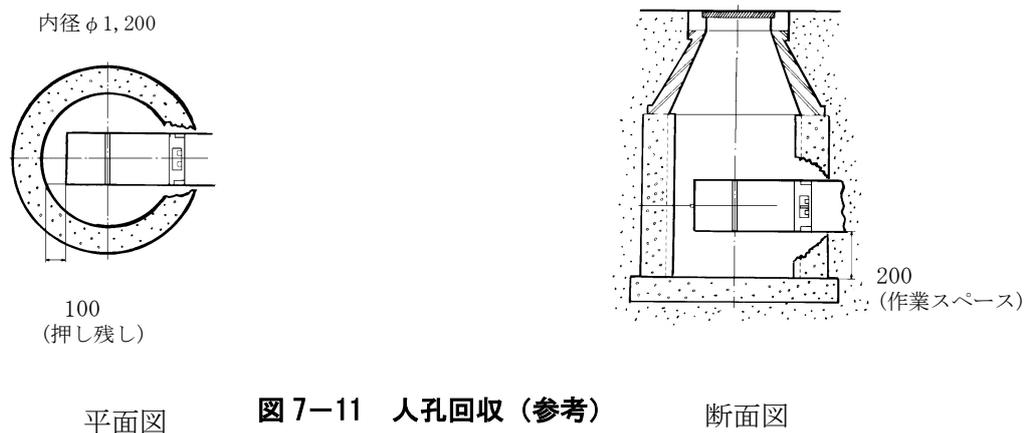


図 7-11 人孔回収(参考)

(4) 円形φ2.5m立坑用推進機(2)

1) 発進立坑

底盤～管中心までの高さ 0.60m以上

A. 湧水のない自立地盤

- a) 鋼製ケーシング : 呼び径φ2500mm(内径φ2500mm)以上
- b) RCケーシング : 呼び径φ2500mm(内径φ2500mm)以上
- c) ライナープレート : 呼び径φ2500mm(内径φ2450mm)以上

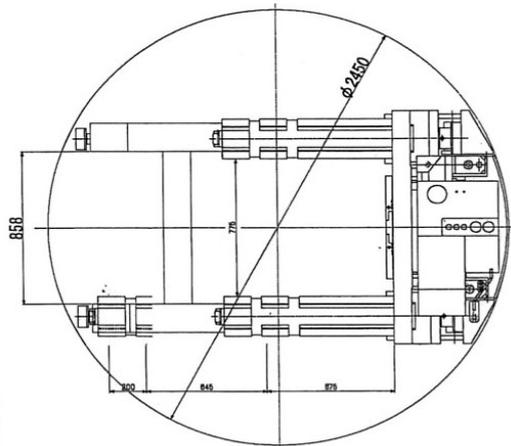


図7-12 円形φ2.5m(2)立坑用推進機 発進立坑

B. 湧水地盤

湧水地盤については上記湧水の無い自立地盤と同様の立坑寸法とする。

- (注)
1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 土留め材の幅・板厚・切梁・腹起し材・縦梁等の大きさ、あるいはその位置については土質・掘削深さ等の諸条件により、計算し決定すること。
 4. 腹起しはH鋼200mm以下にする。
 5. 腹起しの下端高さは作業の支障にならないように底盤から2.0m程度にする。
 6. 推進反力は立坑裏側の地山で受けるので、立坑と地山とに間隙がある場合は裏込モルタル等の注入によって一体化すること。また推進力を受ける外側の地盤は、薬注等で固めること。
 7. 人孔作成の寸法は、別途考慮すること。
 8. 反力板は、推進力により動かないように鉄板・形鋼等で強固に製作すること。

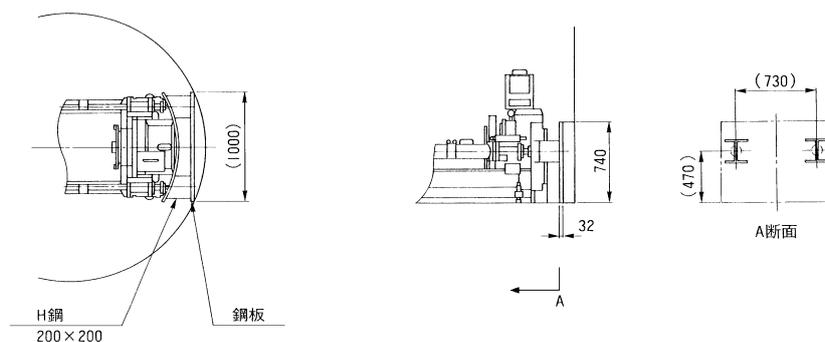


図 7-13 円形φ2.5m 立坑用推進機(2) 反力板(参考)

2) 到達立坑

b) 先導管分割回収

φ500 : 2号人孔(内径φ1,200mm)以上
 ※底盤～先導管とは20cm程度の空間が必要。

b) 先導管一体回収

φ500 : 矩形2.4m×1.6m以上、またはφ2.5m以上
 ※底盤～先導管とは10cm程度の空間が必要。
 ※上記は内寸法。

- (注) 1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 到達立坑周囲に関し、薬注等により地盤の安全を図る必要があるかを検討のこと。
 4. 腹起しは管の高さ位置を避けること。
 5. 既設人孔において、インバートはつり・中間スラブ撤去等が必要な場合は、それら作業費は別途計上する。

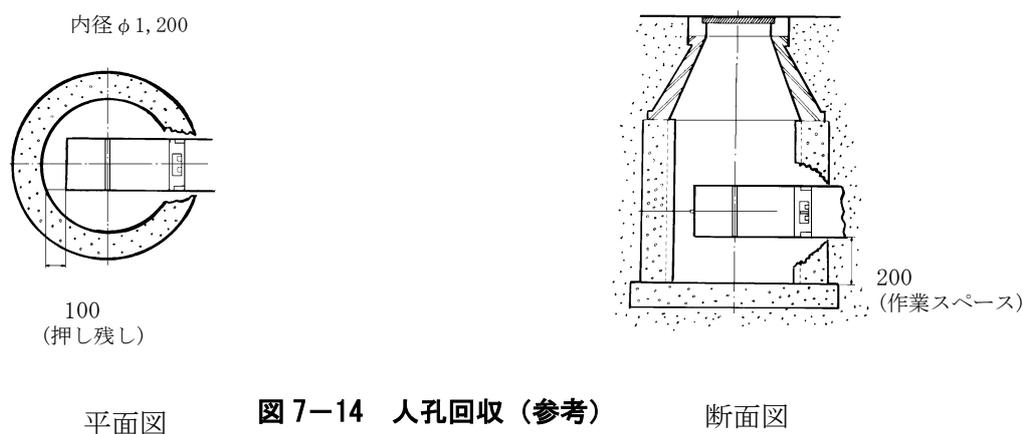


図 7-14 人孔回収(参考)

(5) 矩形 3.5m×2.0m 立坑用推進機

1) 発進立坑

底盤～管中心までの高さ 0.55m 以上

- a) 矩形 : 平面寸法 3.5m×2.0m 以上 (内寸法)
- b) 小判形 : 4.07m×2.5m 以上
- c) 円形 (360° 自由発進) : $\phi 3.5m$ 以上

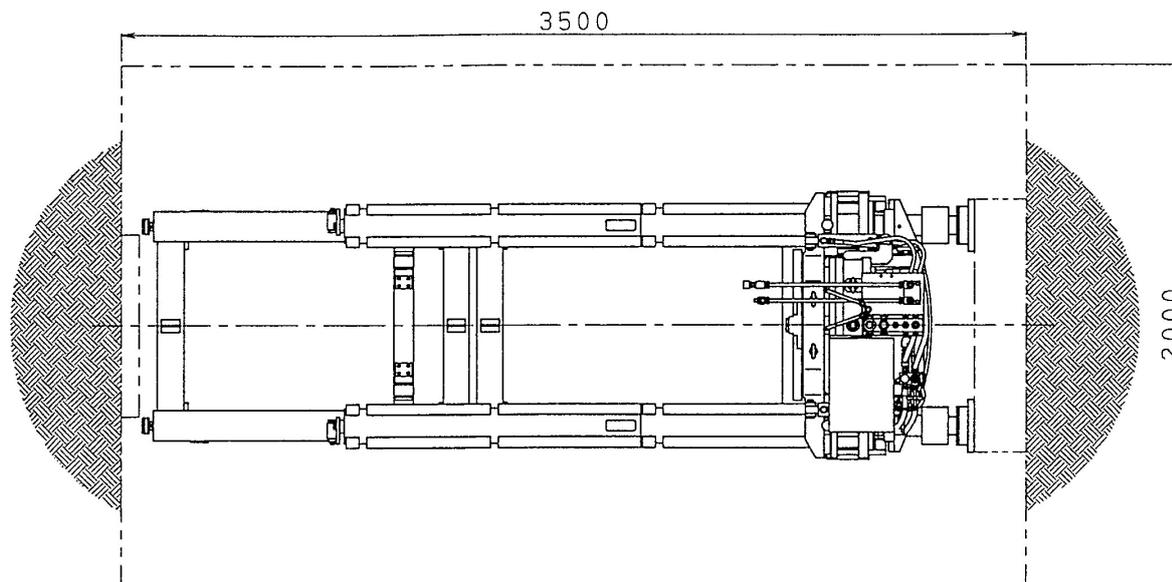


図 7-15 矩形 3.5m×2.0m 立坑用推進機 発進立坑 (矩形)

- (注)
1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 土留め材の幅・板厚・切梁・腹起し材・縦梁等の大きさ、あるいはその位置については土質・掘削深さ等の諸条件により、計算し決定すること。
 4. 腹起しはH鋼 200mm 以下にする。
 5. 腹起しの下端高さは作業の支障にならないように底盤から 2.0m 程度にする。
 6. 推進反力は立坑裏側の地山で受けるので、立坑と地山とに間隙がある場合は裏込モルタル等の注入によって一体化すること。また推進力を受ける外側の地盤は、薬注等で固めること。
 7. 人孔作成の寸法は、別途考慮すること。
 8. 反力板は、推進力により動かないように鉄板・形鋼等で強固に製作すること。

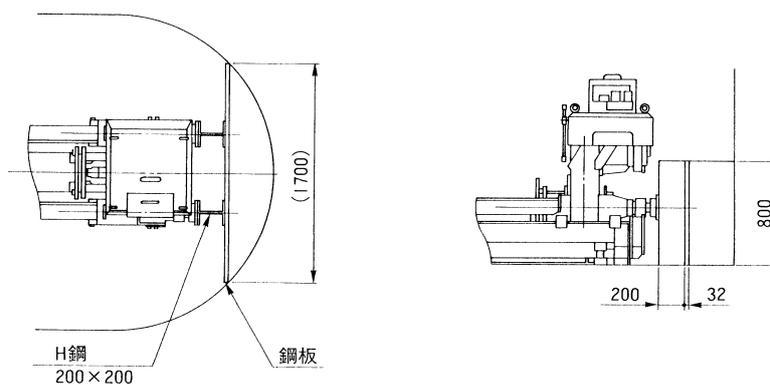


図 7-16 矩形 3.5m×2.0m 立坑用推進機 反力板 (参考)

2) 到達立坑

a) 先導管分割回収

- φ 200～φ 450 : 1号人孔 (内径 φ 900mm) 以上
- φ 500 : 2号人孔 (内径 φ 1,200mm) 以上

※底盤～先導管とは 20cm 程度の空間が必要。

b) 先導管一体回収

- φ 200～φ 300 : 矩形 2.0m×1.6m 以上、または φ 2.0m 以上
- φ 350～φ 500 : 矩形 2.4m×1.6m 以上、または φ 2.5m 以上

※底盤～先導管とは 10cm 程度の空間が必要。

※上記は内寸法。

- (注)
1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 到達立坑周囲に関し、薬注等により地盤の安全を図る必要があるかを検討のこと。
 4. 腹起しは管の高さ位置を避けること。
 5. 既設人孔において、インバートはつり・中間スラブ撤去等が必要な場合は、それら作業費は別途計上する。



図 7-17 人孔回収 (参考)

(6) 矩形 4.0m×2.0m 立坑用推進機

1) 発進立坑

底盤～管中心までの高さ 0.55m 以上

- a) 矩形 : 平面寸法 4.0m×2.0m 以上 (内寸法)
- b) 小判形 : 4.512m×2.0m 以上
- c) 円形 (360° 自由発進) : ϕ 4.0m 以上

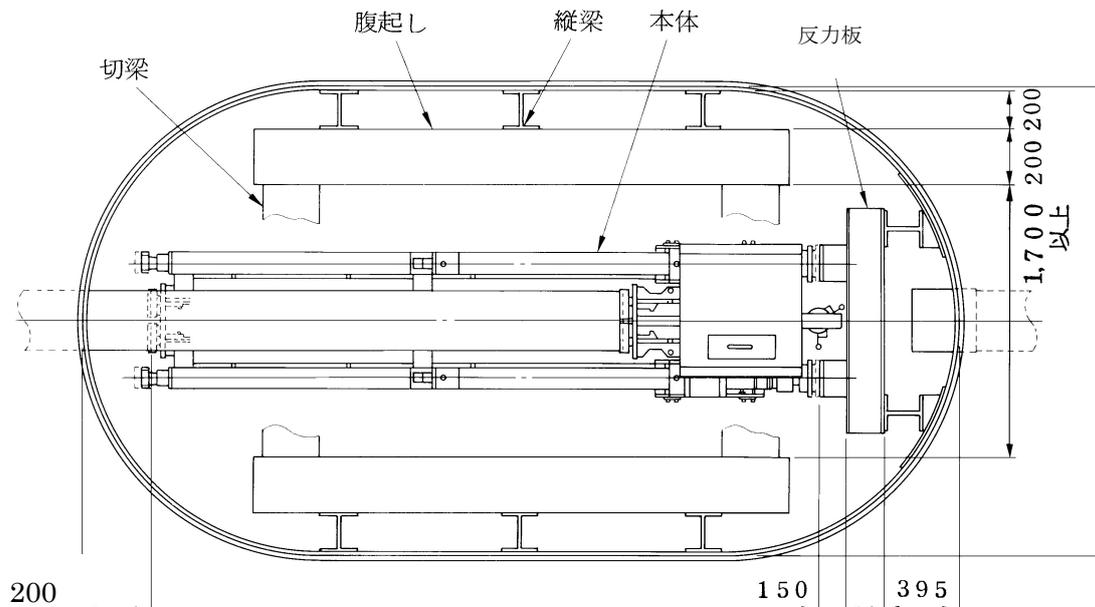


図 7-18 矩形 4.0m×2.0m 立坑用推進機 発進立坑 (小判形)

- (注)
- 1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 - 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 - 3. 土留め材の幅・板厚・切梁・腹起し材・縦梁等の大きさ、あるいはその位置については土質・掘削深さ等の諸条件により、計算し決定すること。
 - 4. 腹起しはH鋼 200mm 以下にする。
 - 5. 腹起しの下端高さは作業の支障にならないように底盤から 2.0m 程度にする。
 - 6. 推進反力は立坑裏側の地山で受けるので、立坑と地山とに間隙がある場合は裏込モルタル等の注入によって一体化すること。また推進力を受ける外側の地盤は、薬注等で固めること。
 - 7. 人孔作成の寸法は、別途考慮すること。
 - 8. 反力板は、推進力により動かないように鉄板・形鋼等で強固に製作すること。

本体反転時、押し終わった管に注意して下さい

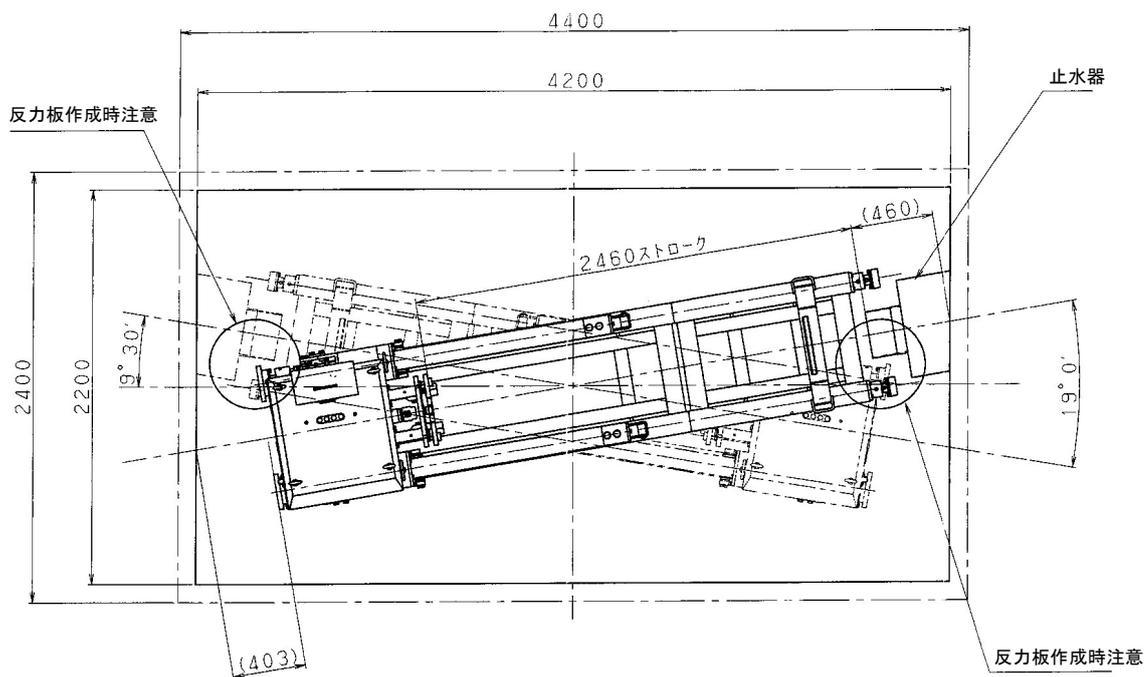


図 7-19 矩形 4.0m x 2.0m 立坑用推進機 斜発進例 (矩形)

※上記範囲を越える斜発進についてはお問い合わせください。

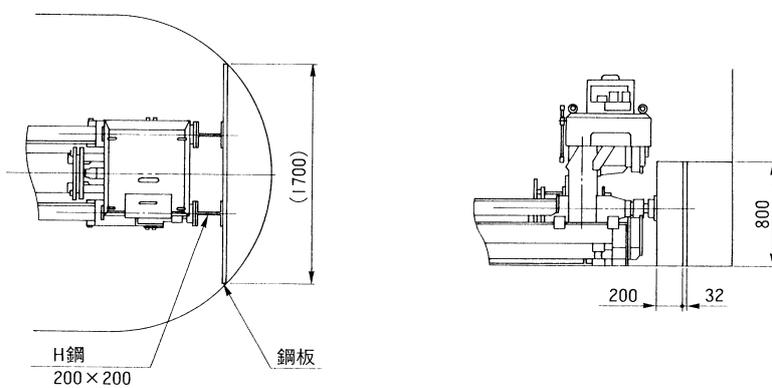


図 7-20 矩形 4.0m x 2.0m 立坑用推進機 反力板 (参考)

2) 到達立坑

a) 先導管分割回収 1号人孔（内径φ900mm）以上

※底盤～先導管とは20cm程度の空間が必要。

b) 先導管一体回収

φ200～φ300 : 矩形2.0m×1.6m以上、またはφ2.0m以上

φ350 : 矩形2.4m×1.6m以上、またはφ2.5m以上

※底盤～先導管とは10cm程度の空間が必要。

※上記は内寸法。

- (注)
1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 到達立坑周囲に関し、薬注等により地盤の安全を図る必要があるかを検討のこと。
 4. 腹起しは管の高さ位置を避けること。
 5. 既設人孔において、インバートはつり・中間スラブ撤去等が必要な場合は、それら作業費は別途計上する。

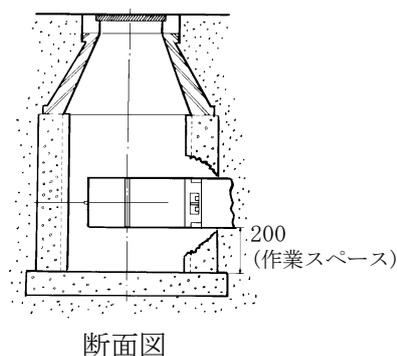
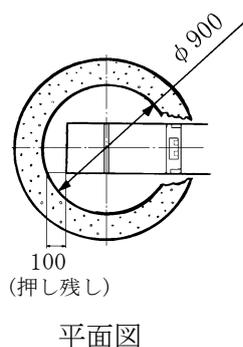


図7-21 人孔回収（参考）

(7) 矩形 4.4m×2.4m 立坑用推進機

1) 発進立坑

底盤～管中心までの高さ 0.63m 以上

- a) 矩形 : 平面寸法 4.4m×2.4m 以上 (内寸法)
- b) 小判形 : 4.54m×2.5m 以上
- c) 円形 (360° 自由発進) : φ4.5m 以上

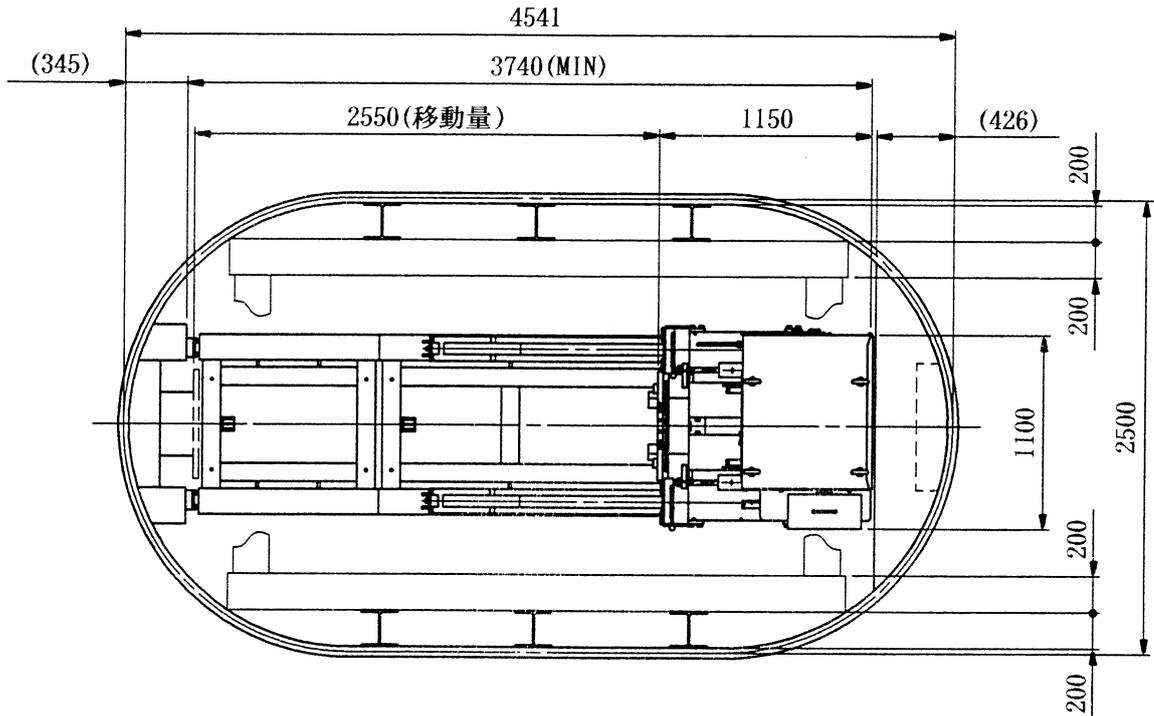


図 7-22 矩形 4.4m×2.4m 立坑用推進機 発進立坑 (小判形)

- (注)
1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 土留め材の幅・板厚・切梁・腹起し材・縦梁等の大きさ、あるいはその位置については土質・掘削深さ等の諸条件により、計算し決定すること。
 4. 腹起しはH鋼 200mm 以下にする。
 5. 腹起しの下端高さは作業の支障にならないように底盤から 2.0m 程度にする。
 6. 推進反力は立坑裏側の地山で受けるので、立坑と地山とに間隙がある場合は裏込モルタル等の注入によって一体化すること。また推進力を受ける外側の地盤は、薬注等で固めること。
 7. 人孔作成の寸法は、別途考慮すること。
 8. 反力板は、推進力により動かないように鉄板・形鋼等で強固に製作すること。

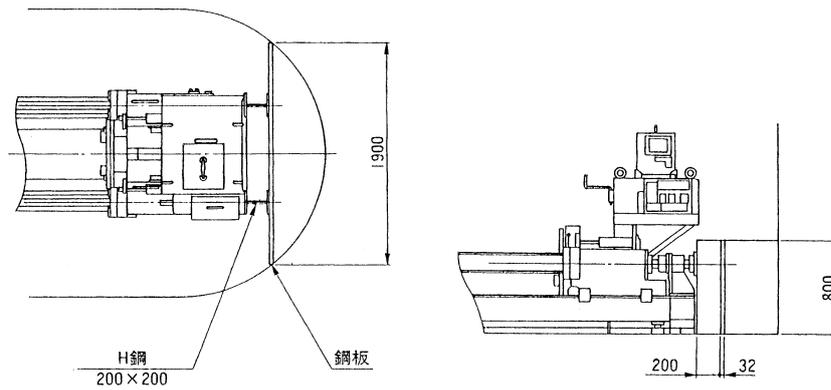


図7-23 矩形4.4m×2.4m立坑用推進機 反力板（参考）

2) 到達立坑

a) 先導管分割回収 1号人孔（内径φ900mm）以上
 ※底盤～先導管とは20cm程度の空間が必要。

b) 先導管一体回収
 φ350～φ450 矩形2.4m×1.6m以上、またはφ2.5m以上
 ※底盤～先導管とは10cm程度の空間が必要。
 ※上記は内寸法。

- (注) 1. 上記寸法は標準寸法であり、現場作業条件によって変わる。
 2. 労働安全規則等の規定により作業階段を設ける場合は、階段寸法を考慮すること。
 3. 到達立坑周囲に関し、薬注等により地盤の安全を図る必要があるかを検討のこと。
 4. 腹起しは管の高さ位置を避けること。
 5. 既設人孔において、インバートはつり・中間スラブ撤去等が必要な場合は、それら作業費は別途計上する。

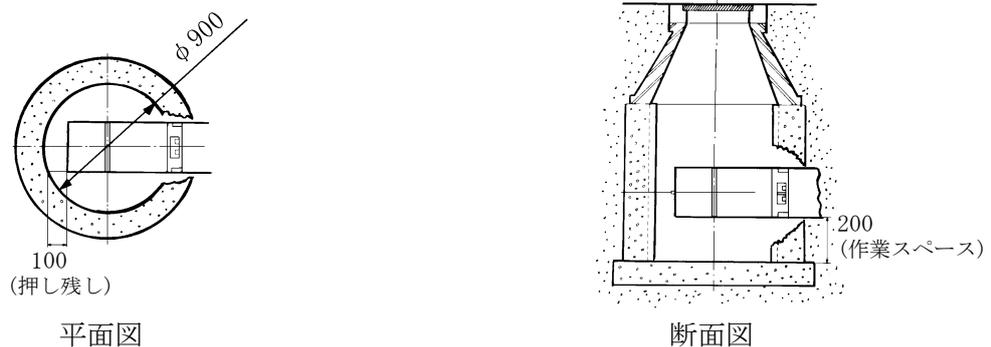


図7-24 人孔回収（参考）

7.2 配置図

(1) 全体配置例

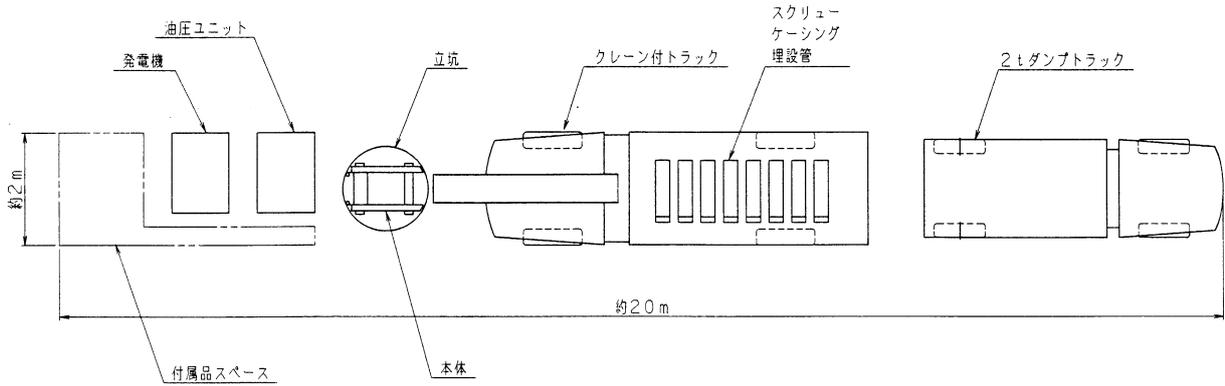


図7-25 円形φ1.5m立坑用推進機 全体配置例

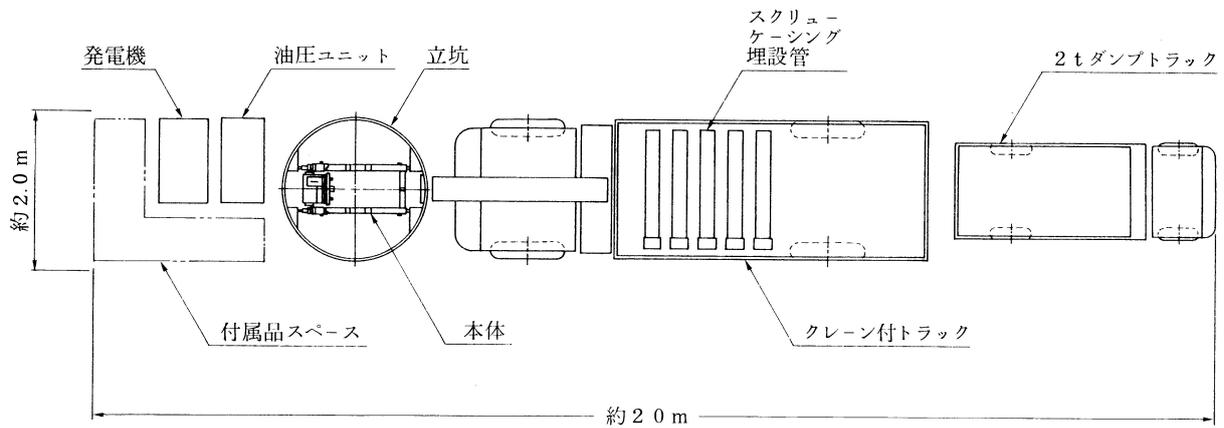


図7-26 円形φ2.0m立坑用推進機 全体配置例

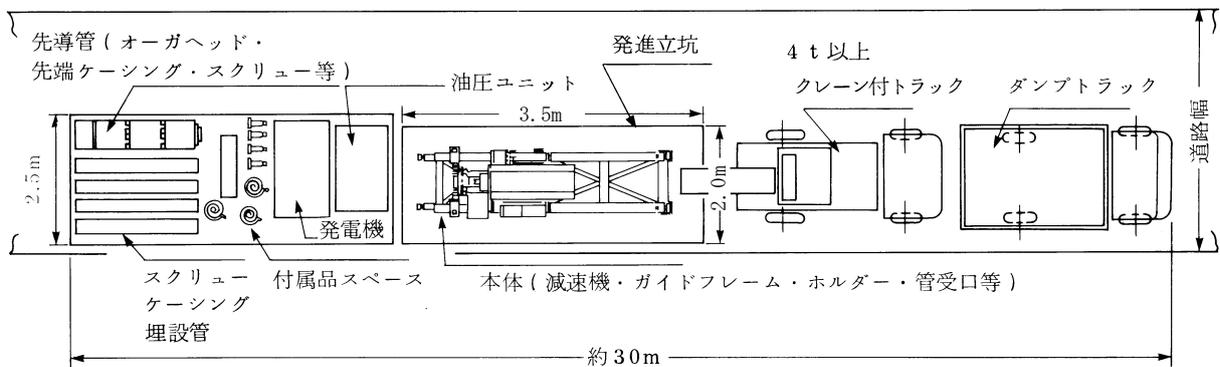


図7-27 矩形3.5m×2.0m立坑用推進機 全体配置例

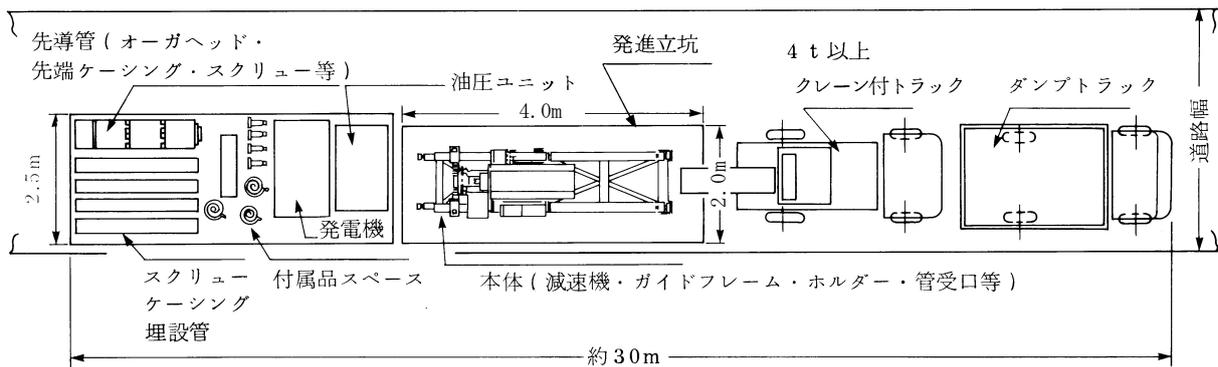


図 7-28 矩形 4.0m×2.0m 立坑用推進機 全体配置例

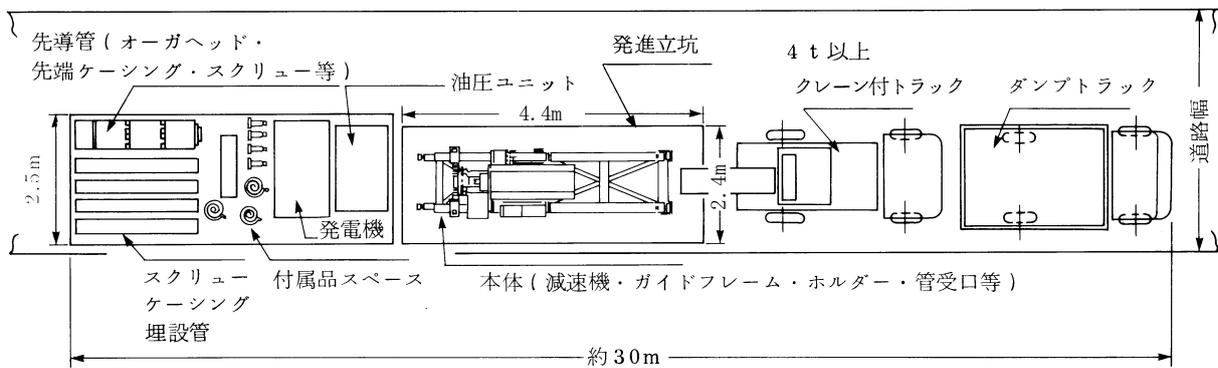
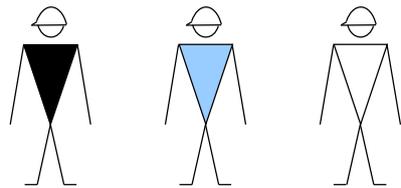
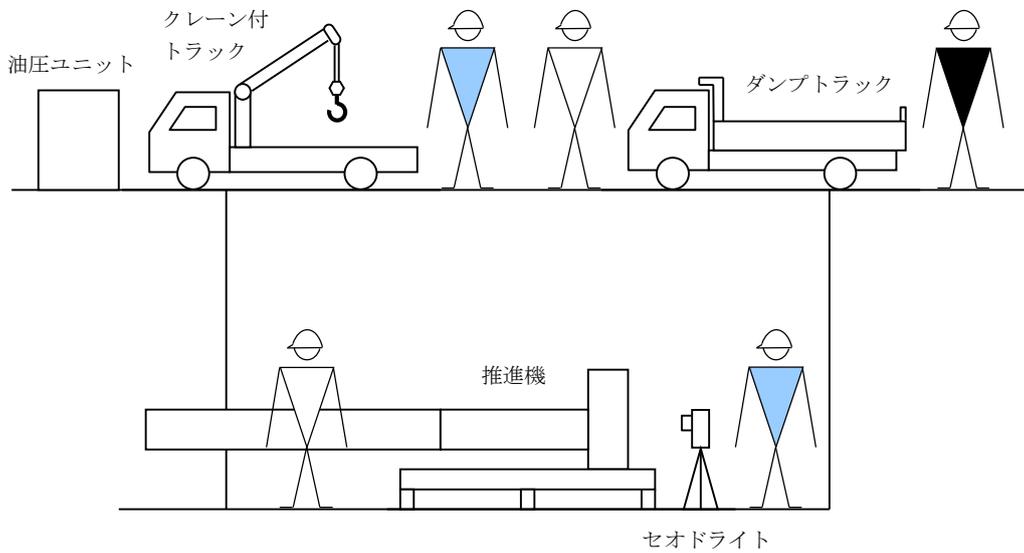


図 7-29 矩形 4.4m×2.4m 立坑用推進機 全体配置例

(2) 推進工人員配置例



世話役 特殊作業員 普通作業員

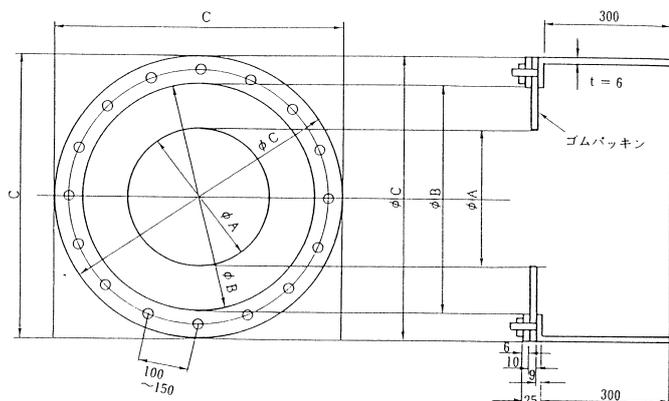
(1) オーガ方式の場合 1名 + 1名 + 2名 = 計 4名

(2) 泥土圧方式の場合 1名 + 2名 + 2名 = 計 5名

図 7-30 推進工人員配置例

7.3 止水器

(1) 止水器



| 塩ビ管 | | φ A | φ B | φ C |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 呼び径 | 外径 | | | |
| 150 | 165 | 65 | 265 | 365 |
| 200 | 216 | 116 | 316 | 416 |
| 250 | 267 | 167 | 367 | 467 |
| 300 | 318 | 218 | 418 | 518 |
| 350 | 370 | 270 | 470 | 570 |
| 400 | 420 | 320 | 520 | 620 |
| 450 | 470 | 370 | 570 | 670 |
| 500 | 520 | 420 | 620 | 720 |

図 7-31 止水器 (参考図)

(注) 発進部と到達部の止水器は同じ形状とする。

(2) 既設人孔用止水器

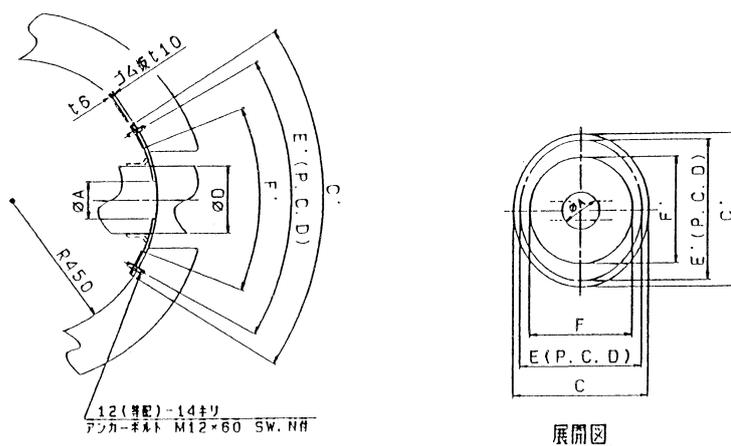


図 7-32 既設人孔用止水器 (参考図)

| 呼び径 | φ A | C | C' | φ D | E | E' | F | F' |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 150 | 70 | 400 | 420 | 165 | 350 | 370 | 280 | 300 |
| 200 | 120 | 450 | 470 | 216 | 400 | 420 | 330 | 350 |
| 250 | 170 | 500 | 530 | 267 | 450 | 480 | 380 | 410 |
| 300 | 220 | 550 | 590 | 316 | 500 | 540 | 430 | 470 |
| 350 | 220 | 600 | 660 | 370 | 550 | 610 | 480 | 540 |
| 400 | 270 | 650 | 730 | 420 | 600 | 680 | 530 | 610 |
| 450 | 320 | 700 | 810 | 470 | 650 | 760 | 580 | 690 |
| 500 | 370 | 750 | 830 | 520 | 700 | 820 | 630 | 750 |

(注) 発進部と到達部の止水器は形状とする。

第8章 エンバイナー工法施工マニュアル

8.1 はじめに

エンバイナー工法は、1987年7月に公開発表されて以来、推進用硬質塩化ビニル管呼び径 $\phi 150\sim\phi 500$ 、標準となる推進距離は60~90m、オーガ方式/泥土圧方式一工程式というその特長が評価され、採用地方自治体数は1300箇所以上、施工推進延長も累計で2,800kmに達する見込みで、全国各地に順調に普及しつつあります。これはひとえに、施工・管材機械のそれぞれの分野の豊富な経験が、三位一体の技術統合をなした結果といえます。

しかしながら、当工法も今後ますます施工精度・安全性・経済性が問われるなかで、更に技術的な向上を続けていかねばなりません。その為には、施工の正確さが必要であり、適応可能な地盤においては、どのような施工条件下においても要求された精度を満たした施工をしなければなりません。

この施工マニュアルは、われわれの経験に基づき基本的な手順・段取り・地盤に対しての施工時の判断と対応等をまとめたものです。更に塩ビ管の現場での取扱いについても「推進用硬質塩化ビニル管の施工基準」を作成しておりますので、活用していただければ幸いに存じます。もちろんこれだけではまだまだ不十分な点もあるかと存じますが、皆様方の経験のもとに参考資料として、またより良い施工マニュアルとして、エンバイナー工法の普及の一助としたいと考えております。

8.2 主な作業内容

(1) 測量

1) 測量の目的

塩ビ管を設計の精度内で布設するために、推進機本体、先導管、検測機等の位置、方向を正確にセットする。

2) 推進中心線の測量

推進する上で基準となる中心線は、発進立坑をもとに設定する。しかし発進立坑の寸法は最小1.5m程度と短いため、発進立坑前後に出す基準点（2点）の精度が要求される。

また、発進立坑内の基準点（2点）は、推進ジャッキ等の影響等で変位する恐れもあるので、必要に応じて地表からの測量で再度確認する。

特に既設人孔到達の場合は、必ず先導管の到達する高さで求芯し中心線を出すようにする。

3) 水準測量

地表の基準点から立坑内の適当な箇所（例えば鋼矢板の側面やライナープレート縦梁の側面等）のある1点の高さを測定し、坑内水準点とする。坑内水準点は、機械および止水器等の設置高さの基準となる。

(2) 機械組立据付工

1) 吊り下ろし用機械器具の点検

ワイヤロープ、フックは点検を行い、破損・傷みの無く吊り荷重にかなったロープ径のものを使用する。クレーンは吊り荷重に見合った吊り能力の物を準備し、平坦かつ堅固な場所に設置する。

2) 推進機の吊り下ろし

玉掛け作業は有資格者により行う。推進機の地切り後には吊荷の安定を確認する。誘導員はクレーンのオペレータが完全に見通せる場所で合図を行い、周囲の物に当たらないように立坑内に下ろす。

3) 推進機本体の据付

計画路線上に設置した基準点間に水系を張り、下げ振りを下ろす。その後推進機フレーム前後のセンターマークに一致させ推進機の方角をセットする。

高さの調整は、立坑内にレベルをセットし、坑内水準点を使用しレール端面上にスタッフを垂直に立て、ガイドフレームの高さ調整用ネジを調整し、所定の高さにする。

(注) 高さ調整用ネジの出し代は80mm以下にする

特に下水道のような自然流下式管渠の場合は、絶対に勾配を間違えないよう、図面等でよく確認する。

4) 反力板の設置

反力板は、推進方向に直角かつ平面にし、推進方向に直角に設置する。反力板が推進方向に直角でない場合は、スペーサ等により直角に設置する。また、土質の変化等により異常な推進力が加わっても破壊、変形の生じないよう十分な強度を持たせる。

5) フレームの固定

推進機は運転中にブレないようにフレームを仮設材に固定する。前後方向の固定は、ガイドフレームのフロントジャッキおよび反力ジャッキを伸ばし、左右方向は仮設ジャッキ等により行う。

6) 油圧ホース、電気ケーブルの接続

油圧ホース、電気ケーブルは、接続部をコンプレッサ等によくゴミを飛ばした上で接続する。特に電気ケーブルのコネクタには、土砂や水分をつけないよう十分注意する。組立完了後、本体・操作盤等のメータ・スイッチ・表示ランプの動作確認を行う。

(注) アースは必ず取る。

7) 測量器取付台据付

測量器取付台は計画線路上に台が水平になるように設置し、アンカーボルト等で固定する。その際、ストラットの上げ下ろし作業、および調整シリンダを後退した状態で本体を後退させても支障がない置場に設置する。

(注) 測量器の高さはメーカ、型式等によって異なる。

8) 測量器の取付

測量器は測量器取付台に取付け、正確に計画線路上に設置する。測量器の水平方向の設定は、計画線路上に設置した基準点（2点）間に水糸を張り測量器で水糸を視準して行う。（水糸の前後2ヶ所を視準して、両方とも測量器の視準線が水糸の中心にあれば良い）測量器の垂直方向の設定は、設計勾配に垂直角度を設定する。

(注) 垂直方向設定時は、単位（%または度分秒）、測量器の垂直方向の基準方向（0°）に十分注意する。

(3) 掘削添加材作成工（泥土圧方式のみ）

1) 掘削添加材の効果

- ・土砂に不透水性を持たせ（不透水膜形成）、加えて塑性流動性を与える。
- ・比重を上げ、土砂分の沈下・分離を防ぐ。
- ・粘度を増加させる。（粘度調整）
- ・地下水による希釈および流失を防ぐ。

(注) 掘削添加材の作成時、次の点に留意する。

1. 掘削添加材の作成は、先に水槽に水を溜め水の中に掘削添加材を投入するようにする。
2. 周囲に飛散しないように注意し、場合によってはシート等で周囲を囲う。
3. 掘削添加材料は水分を嫌うので、シートをかける等保管には注意する。

(4) 塩ビ管準備工

1) フートスペーサ

塩ビ管内径に合わせてケーシングにフートスペーサを取付ける。

(注) フートスペーサの組み合わせは、必ず外側に樹脂製のフートスペーサを取付けるようにする。

2) スクリュー・ケーシングの挿入

塩ビ管にスクリューおよびケーシングを挿入する。

- (注) 1. 塩ビ管に対するスクリュー・ケーシングの向きに注意する。
2. スクリューおよびケーシングに取付けるＯリングは、キズ・破損等のないものを使用する。

(5) 先導管組立工

1) 測量装置の取付

ポジションセンサ、TVカメラ装置は、モニタを表示させながら取付ける。傾斜計は、先導管の水平を出し(レベルにて測定)、検出器をボルトにて取付ける。この時表示器には傾斜角を表示させ、表示がゼロになる様にする。

(注) 適当に検出器を取付けた後で、微調整で合わせるようなことはしない。

2) 先導管の組立

先導管、ヘッド、先端スクリュー・ケーシング、ヘッド弁、Ｏリングは、組立前に磨耗変形、亀裂がないかよく確認する。また先端ケーシングを先導管内に組込む際、ターゲット、油圧ホース、電気ケーブルを破損させないように十分注意する。

(6) 先導管据付工

1) 先導管の位置・勾配の確認

先導管の高さ・勾配の確認は、先導管を本体に取付後に先導管天端の前後をレベルにて測定し、管受台のローラ高さを調節して設計の高さにセットする。調整完了後、トランシット取付架台を推進中動かないよう固定し、塩ビ管の勾配に合わせてトランシットの視準線をターゲットの基準線と一致するように取付架台の高さ調整を行う。

左右方向は塩ビ管計画中心線にターゲット中心線が一致するよう先導管を合わせる。

2) 動作試験

先導管の油圧ホース・電気ケーブルを本体に接続し、以下の動作試験を行う。

- ・ターゲットは照明ランプが点灯するか。
- ・傾斜計の表示と、先導管の傾斜と合っているか。
- ・ポジションセンサ、TVカメラ装置は、モニタに映像が出るか。
- ・オーガヘッドは正常に回転するか。先導管との当たり等はないか。
- ・方向修正を行い、圧力および首振り量は正常か。(上下、左右)
- ・推進・調整シリンダは正常に作動するか。
- ・注水を行った際、ヘッド弁は正常に作動するか。
- ・滑材注入を行った際、滑材注入弁は正常に作動するか。
- ・掘削添加材注入を行った際、ヘッド弁は正常に作動するか。(泥土圧方式のみ)
- ・ピンチ弁は正常に作動するか。(泥土圧方式のみ)

(7) 坑口取付工

1) 坑口設備の目的

坑口設備は、発進・到達に際し地下水の噴出および土砂の流入防止のために取り付けなければならない。

2) 坑口の取付け

塩ビ管計画中心線の中心と塩ビ管の中心高さを正確に測量し、坑口を取付ける。

坑口と仮設材（鋼矢板、ライナープレート等）とは、それぞれの上下左右の形状に合わせてガス切断し溶接する。また仮設材に対して推進方向が斜めの場合は特に注意し、反力板と同様にスペーサ等により推進方向に対し坑口を直角に取り付ける。

(8) 鏡切工

1) 鏡切り部の地盤改良

地山の状態を確認するため、鏡切前に木栓を用意し数ヶ所試し切りをし、バール等を地山に貫通し自立している事を確認する。地盤の自立が不十分な場合は、再度地盤の安定処理を行う。

(注) 鏡切断部前面の地盤の安定処理が十分でないと、切羽の崩壊や湧水の原因となる。

2) 鏡切り

鏡切りは下から行い、先導管がある程度余裕をもって貫通できるように切断する。

鋼矢板の場合は特にセクション部分を念入りに切断し、切断箇所をチェックする。

3) 止水器の取り付け

切断終了後はすばやく鏡を取り除き、推進部に異物・鏡切りの破片が無いことを確認した上でゴムパッキン・リングを取付け、ナットで締め付け固定する。

4) 既設人孔の場合

既設人孔へ到達させる場合は、コンクリート面を先導管がある程度余裕をもって貫通できるようにはつり、はつり箇所を念入りにチェックし、既設マンホール用坑口止水器を取付ける。

(9) 先導管推進工

1) 先導管の発進

発進時は先導管先端部をレバーブロック・ワイヤ等を使用し、検測員の指示に従い高さの調整を行い、同時に左右方向についてもバール等で調整する。先導管の刃口が鏡面を貫通した時点で、場合によっては先導管の高さ・方向を確認した上で鋼材等で管の振れ止めを作る。(ただし、先導管と塩ビ管の外径差に注意)

推進速度は「低速」で行い、土質の状態に応じてスクリーンの回転数、注水量、排土量に注意しながら推進する。

(注) 1. 先導管の精度が後続の塩ビ管にかなり影響するので、慎重に行って下さい。

2. 坑口使用の場合は、先導管がゴムパッキン貫通時、先導管でゴムパッキンを切らないように注意する。

2) 推進記録

推進中の記録をとる。記録箇所は4ヶ所以上（押し始め・中間2ヶ所以上・押し終り）。
記録項目は下記の通り。（塩ビ管推進工の際も同様に推進完了時まで記録する）

| | | |
|-----------------------|------------|-------|
| 時刻（推進開始・終了） | 土質状況（排土状況） | 傾斜計表示 |
| 方向修正操作（修正方向） | オーガ電流値 | 推進力 |
| 先導管の偏位量（上下・左右） | ヘッド注水量 | |
| 掘削添加材注入量（泥土圧方式のみ） | | |
| その他（推進速度・オーガ回転数・排土量）等 | | |

(10) 塩ビ管据付工

1) 塩ビ管の吊り下ろし

スクリー、ケーシングをセットした塩ビ管を発進立坑内部に吊り下ろす場合、合図者は内部作業員に警笛で知らせ、安全を確認した上で作業を行う。

2) 塩ビ管の接続

スクリーの連結はOリング、羽根の位置を確認し、スクリー連結ピンで確実に締めつける。ケーシングもスクリー同様に連結ボルトにて左右均等に締め付ける。

油圧ホース、電気ケーブルをケーシングのケーブルガイド内に挿入させる。その際、土砂や水分が付着しないようにキャップをする。電気ケーブルは、あらかじめ1スパンごとにテスター等を用いてチェックしておく。

塩ビ管接続部の水分およびゴミ等をきれいなウエスで拭き取り、管種毎に指定の接着剤、滑剤、接合剤を塗布し、確実に接続する。

本機と塩ビ管をセットする時、管受けブロックに正確に塩ビ管が受けられるよう、管端下および左右をよく確認しオペレータに合図を行う。

- (注)
1. 地上でスクリー・ケーシングをセットした塩ビ管は、気温の上昇に伴い変形する事もあるので、シート等で直射日光をさけ、風通しをよくし塩ビ管表面温度が上がらないようにする。
 2. リブカラー付直管は管径毎にカラー長が違うので注意する。
 3. 埋設管・スクリー・ケーシングの接続の際、ケーブル・ホース類をはさまないように注意する。

(11) 塩ビ管推進工

1) 推進および計測

オペレータは、推進力・オーガ電流値・排土状況を見ながらオーガ回転数、推進速度、注水量、止水圧力（泥土圧方式のみ）、掘削添加材注入量（泥土圧方式のみ）を的確に判断し調整を行う。

検測員は先導管の精度に注意し、ターゲットおよび傾斜計の読みから先導管の移動傾向を読み取って進行方向を予測し、早めに方向修正を行う。

また、砂質土および推進延長の長い粘性土の施工に際しては、荷重計（塩ビ管推進力検出器）により実際に塩ビ管にかかっている推進力を把握し推進する。

- (注) 1. 修正開始時、通常は修正方向と反対の動き（反力）が出るので、ターゲットおよび傾斜計の読みでどれくらいの反力が発生したか確認する。（修正を解除した時には、反力で偏位した量に近い量に戻る）
2. 修正はターゲットが原点に戻る前に早めに解除する。タイミングが遅れると過修正となり、蛇行の原因となる。また急激な修正は管割れの原因ともなるので注意する。
3. 推進の早い段階で地盤の特長を早くつかみとるようにする。
- (A) 無修正の場合、上がる傾向があるのか、下がる傾向があるのか。
- (B) 修正開始後、何 cm 推進すれば修正量が適切となるか。
- (C) 修正解除後、惰性で何 mm 程度戻るか。
4. 湧水地盤においては1日の推進作業終了時等には、ケーシングにケーシング回収金具を取り付けて蓋をする。（ケーシング内土砂の水分流失による締め固りおよび切羽の土砂流失防止）

2) 推進記録

推進中の記録を埋設管1本毎に取る。記録箇所は4ヶ所以上（押し始め・中間2ヶ所以上・押し終り）。記録項目は先導管推進工と同様とし、推進完了時まで記録する。

3) 修正不能の原因と対策

表 8-1 修正不能の原因と対策

| 土 質 | 原 因 | 対 策 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 粘 性 土 | 刃口、ケーシング内に土砂が充満し閉塞状態で推進すると、先端部が圧密をおこしダンゴ状態となり、修正が容易にできなくなる。 | いったん推進をストップしオーガを正回転させ、先端ヘッドをスライドしケーシング内の土砂を排土する。同時に注水も行い、ケーシング内から泥水が戻ることを確認し再び推進する。 |
| 軟弱地盤 (N=0~4) | 地耐力が小さいので修正反力が取れない。 | 推進速度を上げて取り込み量を少なくする。 |
| 砂 質 土 | 先端切羽が特に自立しにくいので切羽上部の地盤がゆるみ、その結果として先導管が地耐力の弱い上部の方向に逃げてしまう。 | 先端ヘッド、刃口で先端切羽を常に押さえつけるよう推進する。加えて推進速度、オーガ回転数、ヘッド位置、注水量を調節する事によって排土量が管の体積を常に上回らないよう注意する。場合によっては泥土圧式を採用する。 |

(注) オペレータは、推進中は操作盤から離れず、不測の事態が発生した場合はすぐ機械を停止すること。

4) 推進抵抗値が過大になる原因と対策

表 8-2 推進抵抗値が過大になる原因と対策

| 原 因 | 対 策 |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 土砂の取り込み不足による切羽の圧密 | 注水で切羽の圧密をほぐし切削を容易にし、オーガの回転と推進速度のバランスを計る。 |
| 掘削による排土が充分でなくケーシング内で閉塞している | ケーシング内に閉塞した土砂を完全に排土し、注水量・オーガ回転数・推進速度のバランスを計り、閉塞を起さないよう土砂を搬送する。 |
| ヘッドが土質に適した形状でない | N値の高い土質では、先導管の外側まで掘削する。方向修正をかけた時ヘッドが首を振り、修正方向の地山を切削できるように改良する。またはベアリング支持式のビットカッターヘッド・ディスクカッターヘッドを使用する。 |

(注) N値の高い土質では、地山を掘り残すことがないように掘削・排土することが大切である。掘り残して推進した場合、先端部の圧密によって地山と塩ビ管外側との間に回り込んだ残土が塩ビ管の周面摩擦を増加させるため、推進抵抗が著しく増加する原因となる。

5) 各種地盤の施工方法

A. 滞水砂層地盤

a) 泥土圧方式の採用

滞水砂層で崩壊性の高い地山では、掘削添加剤注入とピンチ弁を併用する泥土圧方式を採用する。

b) 滞水ヘッドの使用

被水圧、透水係数が低い（被水圧 $\leq 20\text{kPa}$ 、透水係数 $\leq 10^{-3}\text{cm/sec}$ 程度）の場合は、滞水ヘッドを使用することにより、オーガ方式でも施工可能です。

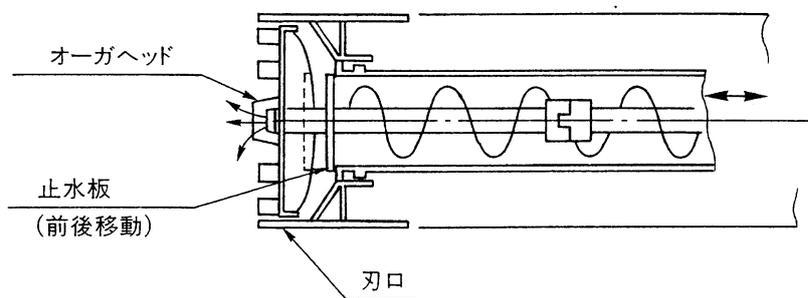


図8-1 滞水ヘッド

c) SUSカラー付直管、スパイラル継手付直管の採用

滞水砂層では、管材はSUSカラー付直管またはスパイラル継手付直管を使用する。SUSカラー付直管は塩ビ管の両端にカラーとゴムシール用の溝があり、ステンレス製のカラーでゴムシールを使用して接続する。スパイラル継手付直管は水膨張性の特殊接合材で接合する。

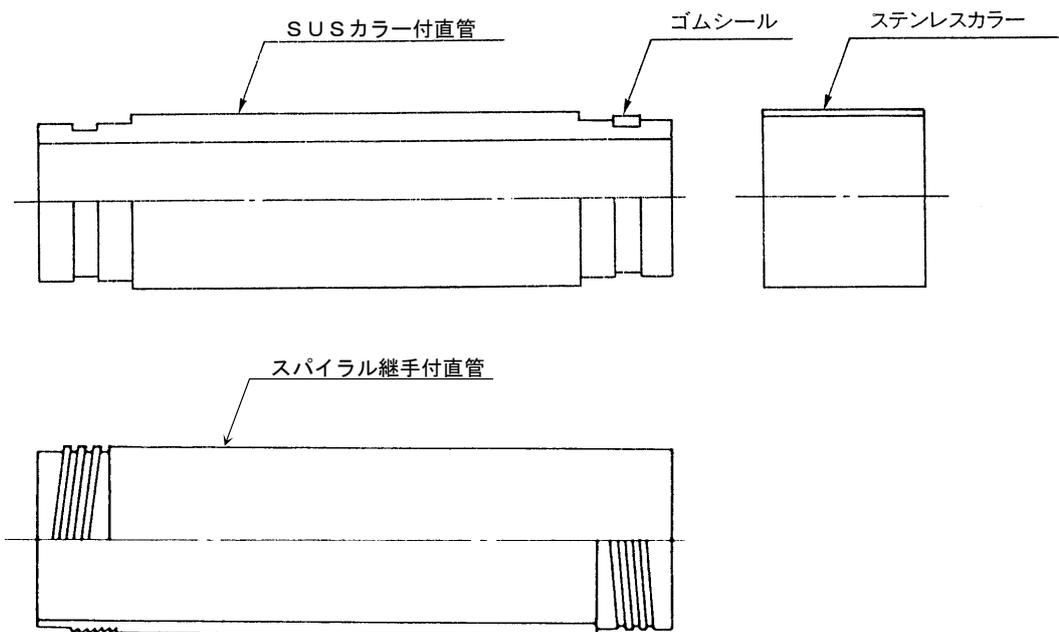


図8-2 SUSカラー付直管、スパイラル継手付直管

B. 硬質地盤

a) N値 15 以上の場合

N値 15 以上の地盤の場合、下図のようにオーガヘッドに外爪 (MR F形) を取り付け、刃口リング外周まで掘削するようにする。

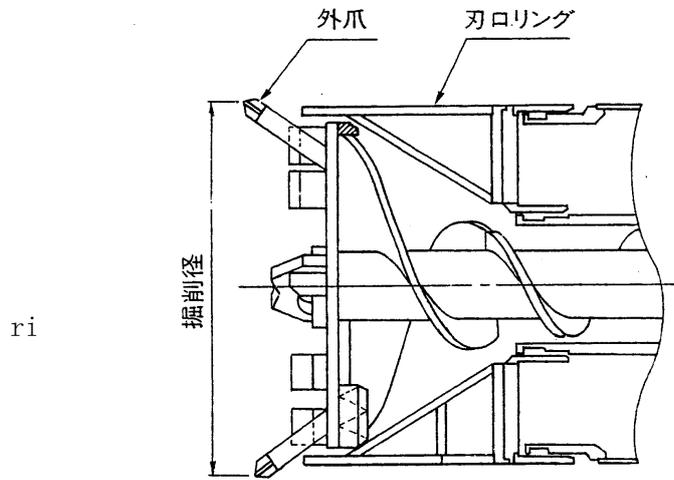


図 8-3 外爪

b) N値 30 以上の場合

N値 30 以上の場合、上記の外爪に加え刃口リングにフリクションカッタを取り付け、この外周まで掘削するようにする。

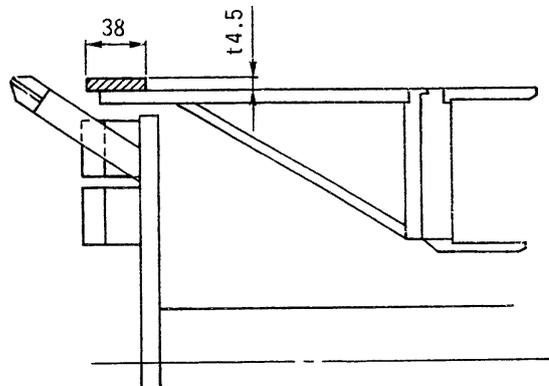


図 8-4 フリクションカッタ

c) 軟岩の場合

一軸圧縮強度 20N/mm^2 (200kgf/cm^2) までの軟岩の場合、ベアリング支持式のビットカッターヘッドを使用する。

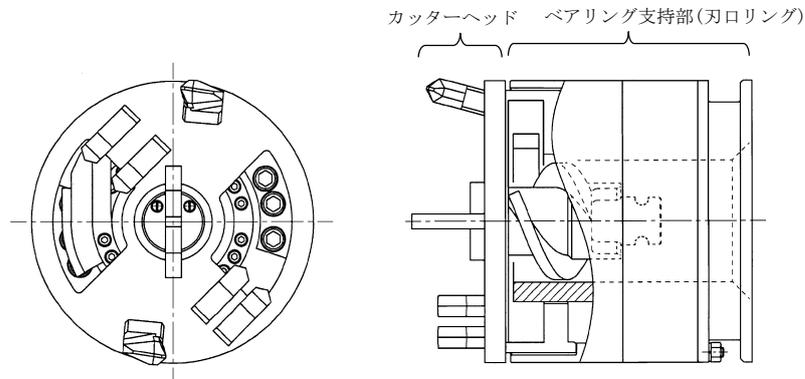


図 8-5 ビットカッターヘッド

d) 硬岩の場合

一軸圧縮強度 70N/mm^2 (700kgf/cm^2) までの硬岩の場合、ベアリング支持式のディスクカッターヘッドを使用する。

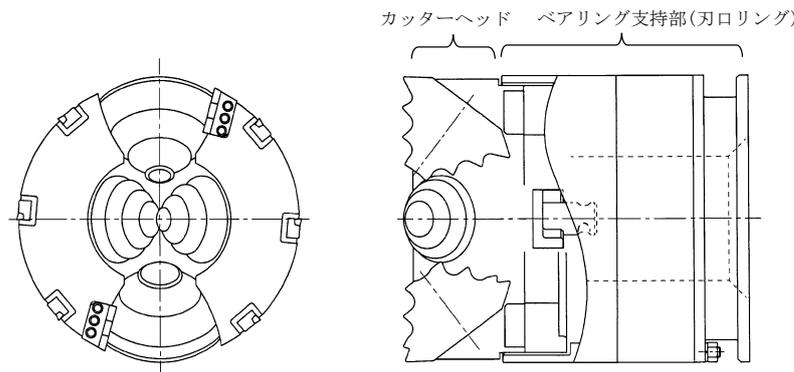


図 8-6 ディスクカッターヘッド

C. 礫地盤

礫地盤の場合、呼び径に対する礫径・礫率を勘案し、場合によってはベアリング支持タイプのディスクカッターヘッドを使用する。(形状は図 8-6 参照のこと)

(注) D1, D2, E1~E4, F1~F4、土質に使用しますディスクカッターヘッド、ビットカッターヘッドに関しまして、稼働可能なヘッドが減少しております為、ご計画の際は協会へご相談下さい。

6) 運転フローチャート

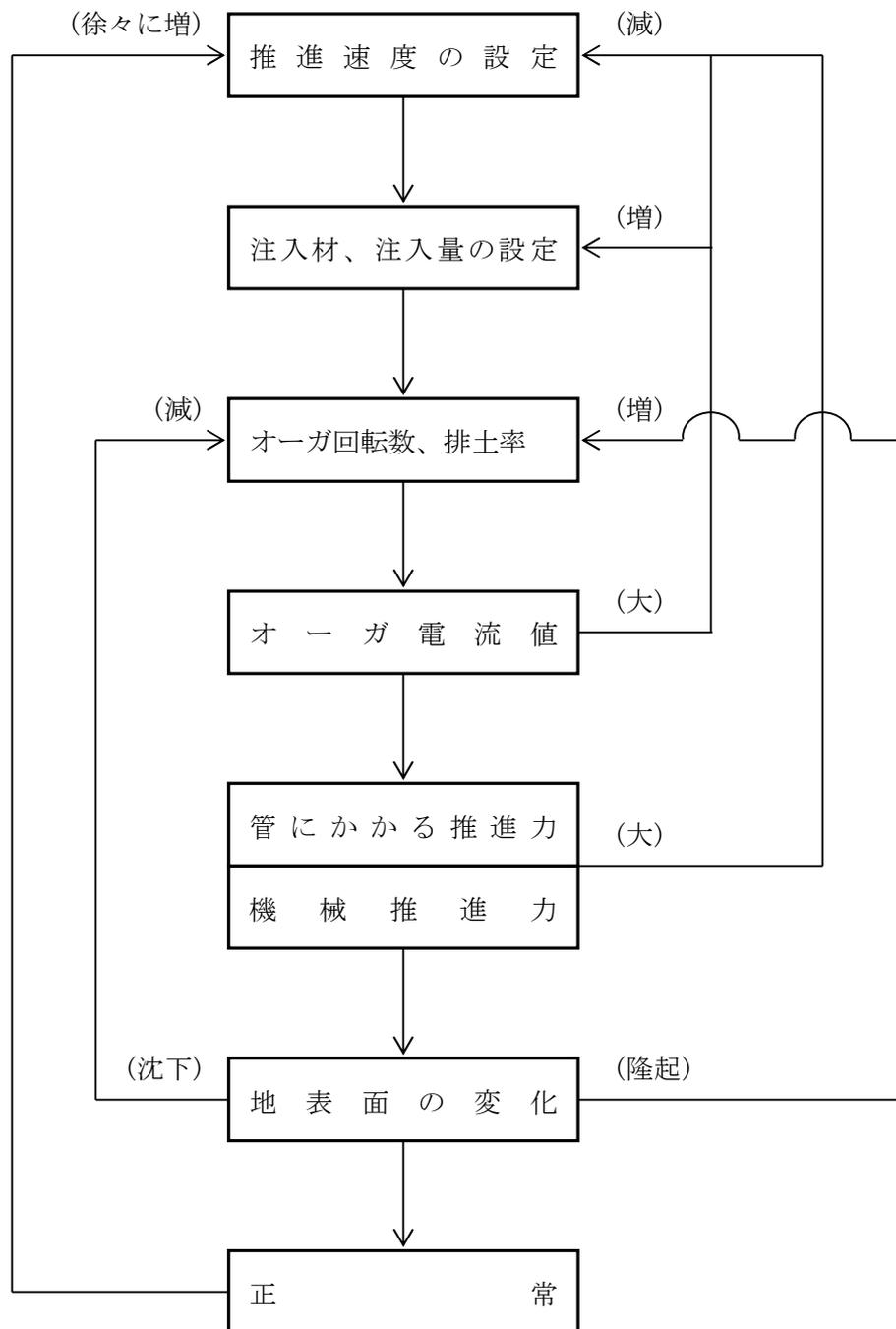


図8-7 運転フローチャート

- (注) 1. 地表面変化については管径が小さいが、比較的土被りの浅い所および埋め戻し箇所は注意する必要がある。
2. 注入材については、一般に水が使用されるが砂土質においては、滑材を使用することでオーガ電流値の軽減がはかれる。
3. オーガ電流値については先端切羽の抵抗か、ケーシング内の砂によるものかを把握し、対処することが重要である。

(9) 先導管回収工

1) 先導管一体回収

A. ケーシングパイプ内の残土排出

先導管が到達し立坑内に出たら、ケーシングパイプ内の残土を発進立坑側に排出する。

B. オーガヘッドの回収

オーガヘッドを前進させる。オーガヘッドと先端スクリュウの継手が先導管フードの先端から前へ出たならば、継手部のナットを緩めて継手ピンを抜き、オーガヘッドを先端スクリュウから外す。

(注) 呼び径φ200mmヘッドの場合は、押出金具の接続は不用。

C. オーガスクリュウの回収

オーガスクリュウの後端と減速機出力軸に引抜金具、滑車を取付け、クレーンでワイヤを引張りオーガスクリュウを引抜く。

D. 先導管の回収

- a) 先導管を到達立坑側に押し出し、先導管接続カラーが到達立坑内に出たら先導管を止める。
- b) 発進立坑内のケーシングパイプ後端を、ワイヤで吊った状態でケーシングパイプを30cm～50cm程度押し、先導管を塩ビ管から切り離す。この時、塩ビ管が動かないよう注意すること。(特にSUSカラー使用時)
- c) 先導管と塩ビ管との隙間から修正用油圧ホース、電気ケーブルのジョイント部を外す。
- d) 先端ケーシングと標準ケーシングの連結ボルトを取り外し、先導管と先端ケーシングを同時に回収する。

2) 先導管分割回収

A. ケーシングパイプ内の残土排出

先導管が到達し立坑内に出たら、ケーシングパイプ内の残土を発進立坑側に排出する。

B. オーガヘッドの回収

先導管が到達立坑に達したら、オーガヘッドの長さ分の押し残しを確保して推進を止める。次にオーガスクリュウの後端にオーガヘッド押出金具を接続し、調整シリンダを操作しオーガヘッドを前進させる。オーガヘッドと先端スクリュウの継手部が先導管フードの先端から前へ出たら、継手部のナットを緩めて継手ピンを抜き、オーガヘッドを先端スクリュウから外す。

(注) 呼び径φ200mmヘッドの場合は、押出金具の接続は不用。

C. オーガスクリュウの回収

発進立坑にオーガスクリュウが回収できるだけのスペースが取れるまで塩ビ管を推進する。オーガスクリュウ後端と減速機出力軸に引抜金具、滑車を取り付けワイヤを介してクレーンでワイヤを引っ張りスクリュウを引き抜く。

D. 先導管の回収

a) 刃口の回収

到達立坑内に先導管と刃口の接続部がでるまで推進する。次に刃口内のボルト 4 本を取り外し刃口を引っ張って取り外す。

b) 先導管の回収

先導管とバックアップパイプ(F)の継手部が 10cm 程度出るまで推進する。

次に、先導管をワイヤで吊った状態で、先導管とバックアップパイプ(F)の継手部のボルト 6 本を取り外し、先導管を前方に 10cm 程度押し出して修正用油圧ホースと電気ケーブルを切り離す。

そして、先端ケーシングの(F)と(R)の継手部分のボルトを切り離して先導管と先端ケーシングの(F)を回収する。

c) バックアップパイプ(F)、(R)、接続カラーの回収

バックアップパイプ(F)と(R)の接続部が出るまで再び推進し、バックアップパイプ(F)についている左右の固定ピンを抜く。

次に、ケーシングパイプを 1 本発進立坑で回収し、バックアップパイプ(F)にワイヤを掛けクレーンで吊っておき、バックアップパイプ(F)を前方に引っ張り切り離し回収する。

再びバックアップパイプ(R)と接続カラーが出るまで推進し、バックアップパイプ(R)にワイヤを掛けて吊っておき、バックアップ(R)と接続カラーを回収する。

(9) スクリュー・ケーシング回収工

1) 回収作業

ケーシングパイプ後端と減速機出力軸に引抜金具、滑車を取付け、クレーンでワイヤを引っ張りケーシングパイプを回収する。この時、修正用油圧ホース、電気ケーブルを注意しながら同時に回収する。

(注) ケーブル・ホース類を、単独で引っ張って回収することはない。

8.3 推進工安全基準

| 主な適用工種 | 安全注意事項 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 機械搬入工 | <p>1. 安全点検</p> <p>a) 作業の途中で機械、機材の故障、破損その他のトラブルが生じ、思わぬ重大な災害に発展する場合がありますので、搬入前にはチェックリストに基づいて1つ1つ必ず安全点検を慎重に行う。</p> <p>2. 積み下ろし</p> <p>a) フック・ワイヤロープは所定の強度を有するものを用い、必ず安全金具の点検をする。フックは玉掛け用ワイヤロープと常に接触するため、磨耗や破損、全体の変形について注意し、外れ止め装置が十分作用していることを必ず確認する。</p> <p>b) 玉掛け作業は有資格者を適正配置する。</p> <p>c) クレーン付トラックは資格を有し技能の十分ある者が運転を行う。</p> <p>d) クレーンの定格荷重を超える荷をかけない。また、ブームやジブは所定の傾斜角の範囲を超えて使用しない。</p> <p>e) 移動式クレーンは、平坦かつ堅固な場所に据付けて使用し、アウトリガー付きのものは、アウトリガーの下に据付ける。</p> <p>f) 誘導員を配置する。クレーンオペレータとは作業前に合図の確認をする。</p> <p>g) 作業員は吊り下げの荷の下に入らぬこと。</p> <p>h) 機械、機材の設置にあたっては、使用中に保守点検が容易で確実にできるように配置すること。</p> <p>3. 立坑</p> <p>a) 作業区域をバリケード等で明確にし、関係者以外の者を入れないこと。</p> <p>b) 立坑内の作業にあたっては、事前に送風機等、換気装置を取り付け常に換気ができるようにしておくこと。</p> |

| | |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>機械組立据付工</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. 安全ミーティングの実施 <ol style="list-style-type: none"> a) 作業の安全と能率の向上のため、安全への心掛け（ヘルメット等の保護具の着用）および作業手順等の作業前ミーティングを必ず実施する。 2. 配電作業 <ol style="list-style-type: none"> a) 分電盤等の管理者を決める。 b) 分電盤の見やすい箇所取扱者の氏名を記入し、キャブタイヤには行き先表示をする。 c) 漏電ブレーカの作動確認の点検をする。 d) アースの設置とキャブタイヤは破損等で素線が剥き出しになっていないかの点検を実施し、配電作業を行う。 e) 分電盤、制御盤の扉は必ず閉じ、必要があれば施錠する。 f) 分電盤、制御盤に水がかからないように注意する。 3. 安全帯の着用 <ol style="list-style-type: none"> a) 安全帯を使用するときは、安全帯および親綱等に破損が無いか確認し安全帯が有効に使えるように親綱を張るなど、取付け設備について工夫すること。 4. 坑内照明 <ol style="list-style-type: none"> a) 立坑の照明の不十分は、事故の原因となるので、300W～500W の投光器を設置して明るくする。（特にスクリー・ケーシングの連結作業部、推進機の計器類、検測部） 5. ガス切断作業（鏡切工参照） 6. 溶接作業（止水坑口取付工参照） 7. グラインダー作業 <ol style="list-style-type: none"> a) グラインダの点検をする。特に砥石のキズや欠損部分、砥石締め付け部のゆるみ等を注意する。 b) 試運転をする。（電動機の回転方向、各操作部分の作動、機械の異常音等に注意） c) 保護メガネを使用し、粉塵吸い込み防止用のマスク、保護手袋、安全靴、作業着は長袖を着用し、石の飛散、回転中の砥石への接触には十分注意し、研削作業をする。 |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>止水坑口取付工</p> | <p>1. 溶接作業</p> <p>a) 溶接棒ホルダ、自動電撃防止装置、アース線、移動電線接続器具等を作業開始前に点検する。使用機器は所定容量を満たすものを使用する。</p> <p>b) キャブタイヤを配線する。その際、他の作業に支障となったり安全通路を横断しないようにすること。</p> <p>c) 2次配線をする。(アースクランプを確実にする)</p> <p>d) 溶接作業前に送風器を稼働させ、作業中は十分換気する。</p> <p>e) 保護具を着用し、アーク溶接技能講習修了者が行う。</p> |
| <p>鏡切工</p> | <p>1. ガス切断作業</p> <p>a) 酸素、アセチレンボンベの据付けにあたっては、周囲に火気や危険物のない場所、また、直射日光が当たらないようにし、転倒防止をする。設置場所には消火器を備えておく。</p> <p>b) 破損の無いメータを取り付け、ホースの接続はホースクリップを確実に取り付ける。</p> <p>c) ガス切断作業前に送風器を稼働させ、作業中は十分換気する。</p> <p>d) 保護具を着用し、ガス溶接技能講習修了者が行う。</p> |
| <p>推進工</p> | <p>1. 整理整頓</p> <p>a) 坑内スペースが狭いため、推進開始前に坑内は常に整理整頓に努め、不用機材は速やかに坑外に搬出し、作業の安全性を高める。</p> <p>2. 塩ビ管の吊り下ろし作業</p> <p>0a) 合成繊維ベルトは、ワイヤロープに比べて柔軟性に富み取扱いも容易で、傷つく恐れのある物や柔らかい物を吊るために用いるが、摩擦により損傷を受け易く、小さな傷や腐食でも強度が大きく下がるので日常点検は慎重に行うこと。</p> <p>b) 玉掛け作業は有資格者が実施のこと。</p> <p>c) 塩ビ管径内のスクリュー、ケーシングが落下しないように、抜け止め治具等で右図のように固定する。</p> <div data-bbox="922 1527 1423 1921" data-label="Image"> </div> <p>図 8-8 ケーシング抜け止め治具</p> |

| | |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>d) 塩ビ管外観を常に点検し、亀裂・割れ等があった場合は絶対に使用しないこと。また塩ビ管は割れ易いため、立坑壁等に当てないように注意のこと。もし割れた場合は絶対に使用しないこと。</p> <p>e) 管据付時は特に微動の合図が必用となるため、クレーンオペレータへの合図は明確にし、スクリュー・ケーシング連結時に手足を挟まれないように充分注意をする。</p> |
| <p>残土処理工</p> | <p>1. 残土運搬作業</p> <p>a) 排土バケット、ワイヤは所定の強度を有するものを使用し、必ず作業前に点検を行う。</p> <p>b) 合図の確認を怠らない。</p> <p>c) 排土バケットに土砂を積み過ぎない。立坑内の作業員は、吊り上げ時は荷の下に入らぬこと。</p> <p>d) 作業前、ダンプトラックの点検を点検表に従って行う。</p> <p>e) 運搬時、ダンプトラックから土砂が落下しないようにする。</p> <p>f) 一般車両・歩行者には十分注意し、トラックの出入時は誘導員を配置し、確実に誘導する。</p> |
| <p>回収工</p> | <p>1. 酸素濃度の測定</p> <p>a) 特にマンホール内での回収作業は、作業前に必ず酸素濃度を測定し基準値以上あることを確認する。測定の結果、基準値を下回っている場合は、送風機等によって新鮮な空気の換気を行う。</p> <p>2. 立坑間での合図</p> <p>a) 発進、到達立坑間の合図の不明確は、災害につながるため、適切な場所に合図者を配置し明確な合図を行う。</p> <p>(他にトランシーバ等で立坑間の連絡をとる方法もあるが、通信の限界に注意して使用すること)</p> <p>b) 吊り下げ・吊り下ろし時は、立坑内の作業員が荷の下にいないことを確認し合図を行う。</p> |

第9章 推進用硬質塩化ビニル管の取扱基準

9.1 はじめに

近年、下水道用小口径推進管として、特に軽量で強度があり水理特性および耐食性がよく、かつ経済性の高い塩ビ管を要望する声が多く、初めて1988年12月、推進工法用硬質塩化ビニル管に関するエンバイナー協会規格が制定されました。その後、毎年施工実績も増加の一途をたどり、まず1995年1月に(社)日本下水道協会規格「下水道推進工法用硬質塩化ビニル管 JSWAS K-6 (以下、K-6規格)」として呼び径 $\phi 200\text{mm}$ ～ $\phi 300\text{mm}$ が制定されました。その後1998年3月にK-6規格が改正され、呼び径 $\phi 150\text{mm}$ および $\phi 350\text{mm}$ ～ $\phi 450\text{mm}$ が追加制定されました。

9.2 運搬と保管

(1) 運搬

推進用硬質塩化ビニル管は、軽量で取扱いが容易であるが、積み下ろしに際しては管を放り投げたり衝撃を与えてはならない。

小運搬のときは、管を滑らせたり引きずってはならない。特に、肩に担いで運搬し、管を下ろすときは肩から滑り落とさないようにする。

荷台に管を積み込む場合は、ロープなどで適切に固定し、荷台の角に直接当たらないようにクッション材で保護する。

(2) 保管

保管場所は原則として屋内とし、止むを得ず屋外に保管する時は簡単な屋根を設けるか、または不透明シートをかけ直射日光を避けるとともに、熱気がこもらないように風通しのよい状態に保つ。また、平坦な場所を選び、約10cm角の枕木を約1mの間隔で置き、不陸が生じないように管を静置する。接着形リブカラー付直管の場合は、受口と差口を交互に千鳥積みにする。

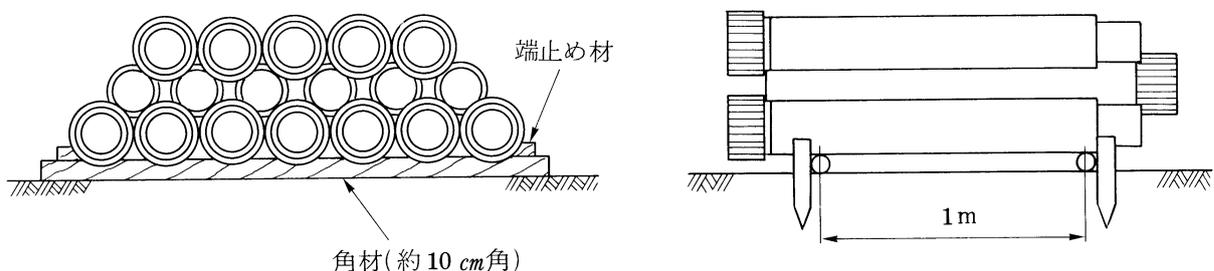


図9-1 直管の保管

- (注) 接着剤および接合剤を運搬または保管するときは、以下の点に注意する。
1. リブカラー付直管用接着剤は、揮発性かつ引火性の溶剤を多量に含んでいる。
この溶剤が蒸発すると接着剤としての機能を失うので、必ず蓋を閉めて冷暗所に保管し、火気を避ける。この主旨から一度に多量の接着剤を購入しない方がよい。
 2. リブカラー付直管用接着剤は引火物であり、消防法第2条に規定される危険物の第4類第1石油類（「火気厳禁」の表示がしてある）に該当し、危険物取締法の対象となる。そのため保管場所の構造や責任者の取扱いが義務付けられる。
また都市によっては、火災予防条例の適用を受けるから注意を要する。
 3. スパイラル継手付直管用接合剤は、外気に触れないように必ず蓋を締めて冷暗所に保管する。

9.3 基本作業

(1) 工具類

推進用硬質塩化ビニル管の配管作業に必要な工具類（参考）は、下表の通りである。

表 9-1 必要工具類（参考）

| 作業名 | 工具類 |
|--------------------------|----------------------------------------|
| 切 断 | 鋸、スケール、帯テープまたは細ひも、マジックインキ、100V電源リード線等 |
| 接 着 接 合 (リブカラー付直管) | 専用接着剤、刷毛、ウエス |
| ゴ ム 輪 接 合 (SUSカラー付直管) | 専用滑材、刷毛、ウエス |
| 接 着 接 合 (スパイラル継手付直管) | 専用接合剤、刷毛、ベルトレンチ |
| マ ン ホ ール 接 合 | ハンドグラインダ、普通モルタル、急結モルタルまたは樹脂系接合材、シノ、竹ベラ |

(2) 接合

1) リブカラー付直管

A. 接合部の清掃

接着受口および差口をウエスで拭き、油・水・砂・泥等をとる。

B. 接着剤の塗布

受口および差口の挿入部分全体に接着剤を刷毛で薄く均一に塗布する。（接着剤が管内面に溜ることがないように受口は少な目に、差口はやや多目に塗布する）

φ150、φ200 など、ケーシングのために受口側に接着剤を塗布しにくい場合には、ケーシング接続した後、クレーン等で少し上方に浮かせて塗布する。受口奥まで塗布が困難な場合には、差口側に多く塗布してトータルで規定量を塗布すること。

表 9-2 リブカラー付直管 1ヶ所当たり接着剤使用量 (参考)

| | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|
| 呼 び 径 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| 使用量(g) | 30 | 55 | 90 | 125 |

※ 塗布量は 200g/m² を基準に算出

- (注) 1. 塗布面に油・水・砂等があると、接着効果がほとんどなくなるので注意する。
 2. 直管と接着剤は同じメーカーの製品を使用する。

表 9-3 リブカラー付直管接着剤名称

| 社 名 | 接着剤の名称 |
|---------|-------------------|
| 積水化学工業 | エスロン接着剤 No. 70 |
| クボタシーアイ | タフダイン青 |
| 三 菱 樹 脂 | ヒシボンドB |
| アロン化成 | アロンパイプ用接着剤 No. 23 |
| 日本ロール製造 | テーロン接着剤 |

C. 管の挿入

管の挿入は素早く正確に行う。接着剤塗布後、管軸を合わせ素早く所定の位置まで差込み、そのまましばらく保持する。(保持時間は、取付管で夏期 30 秒以上、冬期 1 分以上、本管で夏期 1~5 分、冬期 3~15 分程度とする)

φ150、φ200 など、ケーシングのために受口側に接着剤を塗布しにくい場合には、ケーシング接続した後、クレーン等で少し上方に浮かせて塗布する。受口奥まで塗布が困難な場合には、差口側に多く塗布してトータルで規定量を塗布すること。

- (注) 1. 管軸が合っていない状態で管を挿入すると、カラーや管を損傷させることがある。

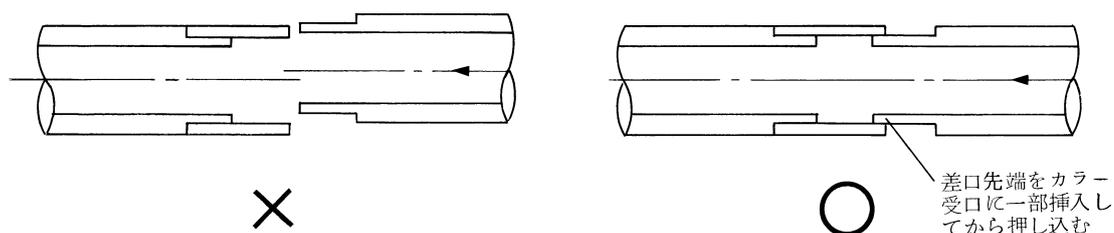


図 9-2 直管の挿入

2. 接続時、カラーと直管の間に数 mm 程度の隙間が生じるが、これは規格公差によるものであり性能に支障はない。隙間がなくなるまで挿入せずに、あくまで差口先端部の当たりを持って挿入の確認を行う。

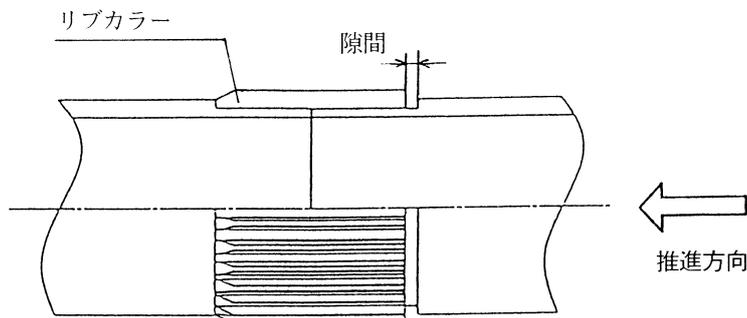


図 9-3 リブカラー付直管接合部

E. 接着材の拭き取り

はみ出した接着剤は、ウエスで拭き取る。

(注) 接着剤に含まれている溶剤が塩化ビニルに作用してクラック（小亀裂）を生じることがある。外気温が 5℃以下となる寒冷期には特に起こり易い傾向がある為、次の点に留意する。

1. 接着剤は、規定の量を使用する。
2. 接着剤が管内外にはみ出さないように塗布し、はみ出した接着剤はウエスなどで拭き取る。

F. 接合後の過荷重禁止

接合直後、管の上に乗るなどして無理に曲げたりすると、接合部に抜け出しなどが起こる場合があるので注意する。

2) SUSカラー付直管

A. 接合部の清掃

ゴム輪設置溝およびSUSカラー内面をウエスで拭き、砂や泥等を取る。

B. ゴム輪の確認

ゴム輪が正確に納まったことを確認する。

- (注)
1. ゴム輪接合の機能から、ゴム輪設置溝・ゴム輪・差口の間土砂・ゴミ等の異物があったりすると水密性が低下するので注意する。
 2. ゴム輪の清掃には石鹼水・滑剤等は使用しない。
 3. ゴム輪の方向をよく確認しセットする。
 4. ゴム輪は水による膨張性があるため、水に濡れないように保管する。塩ビ管へのセットは塩ビ管接合直前に行う。

C. 滑剤の塗布

ゴム輪接合用滑剤をゴム輪表面および差口（特に先端面取り部）に均一に刷毛で塗布する。

表 9-4 SUSカラー付直管 1ヶ所当たり滑材使用量（参考）

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 呼び径 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| 使用量 (g) | 20 | 25 | 35 | 50 | 65 | 90 | 115 | 140 |

- (注) 1. 直管と滑材は同じメーカーの製品を使用する。
2. グリス・油等はゴム輪を劣化させる恐れがあるので絶対に使用してはならない。

表 9-5 SUSカラー付直管滑剤名称

| 社名 | 滑剤の名称 |
|---------|-------------|
| 積水化学工業 | エスロン滑剤ベルソープ |
| クボタシーアイ | Vソープ滑剤 |
| 三菱樹脂 | ヒシパイプRR用滑剤 |
| アロン化成 | アロンパイプ用滑剤 |
| 日本ロール製造 | テーロン滑剤 |

D. 管の挿入

管軸を合わせ、差口を受口に差し込む。差し込みは推進機のジャッキを用いる。

- (注) 接合時、継手部表面のSUSカラーと直管との間にすき間が生じるが、これは規格公差の組み合わせよって生ずるものなので、性能に影響はない。

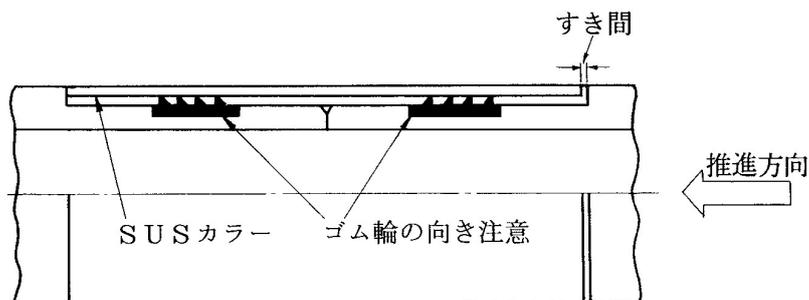


図 9-4 SUSカラー付直管接合部

3) スパイラル継手付直管

A. 接合部の清掃

接合部受口内面および差し口外面をウエスで拭き、油、水、砂、泥などを取る。接合面への泥、砂の付着はねじ込み時のかみ込みにより挿入が困難になるので注意する。

B. 接合剤の塗布

差し口外面の挿入部全体に規定量の接合剤を均一に塗布する。竹べら等を用いてもよい。接合剤は専用接合剤を使用し、管内に留まらないように受口には塗布せず、差し口にのみ塗布する。

表 9-6 スパイラル継手付直管 1ヶ所当たり接合材使用量 (参考)

| 呼び径 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 使用量 (g) | 60 | 80 | 100 | 130 | 190 | 220 | 260 |

- (注) 1. 直管と接合材は同じメーカーの製品を使用する。
2. 接合材は溶剤系のものを使用してはならない。(リブカラー付直管用接着剤は転用不可)

表 9-7 スパイラル継手付直管接合剤名称

| 社名 | 接合剤の名称 |
|---------|----------------------|
| 積水化学工業 | エスロンハイシール No. 2 |
| クボタシーアイ | S P エスピーボンド |
| 三菱樹脂 | B S P - I (1液性) |
| アロン化成 | アロンスパイラル管用接合剤 YM-380 |
| 日本ロール製造 | テーロンスパイラル継手直管接合剤 |

D. 管の挿入

管軸を合わせ、差し口側を左回りに回転させねじ込む。抵抗が大きく固い場合はベルトレンチを併用し、奥部までねじ込み挿入する。

奥が当たればそれ以上絶対に締め付けてはならない。挿入後、接合剤が管外周に少量均等にはみ出し隙間が埋まっていることを必ず確認する。万一はみ出していない場合は再塗布を行う。

- (注) 1. 管を回して接続するのでキズをつけないようていねいに回す。
2. ネジ部を傷めないように接続する。
3. ネジ部は自由がきかないので急な曲げをかけるとネジ部から割れ、水漏れのおそれがあるので注意する。
4. 過締めは継手部に過大な残留応力を生じ、変形やワレの原因となるので絶対に行ってはならない。
5. ねじ込み時は金属管用チェーントルクレンチを使用すると直管表面に有害な傷を付け、過締めの原因となるので使用してはならない。

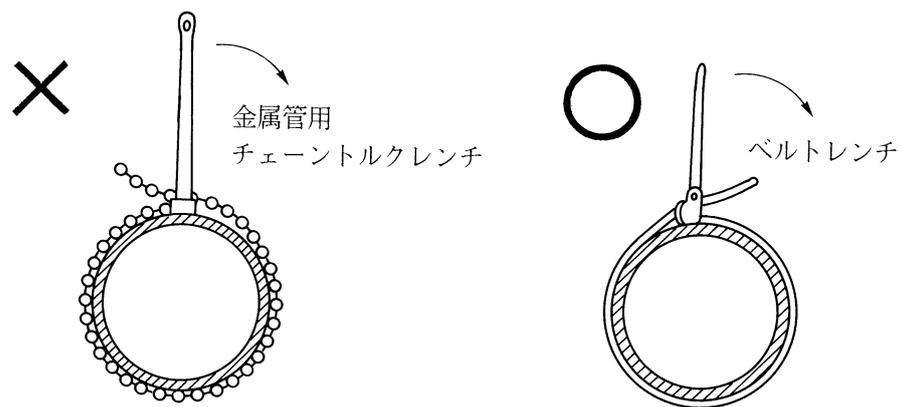


図9-5 使用レンチ

6. 接合完了時、継手部表面の差し口部と受口部の境に数 mm の隙間を生じるが、これは規格公差によるものであり性能に支障はない。隙間がなくなるまで締め付けず、確認はあくまで奥の当たりを持って行う。

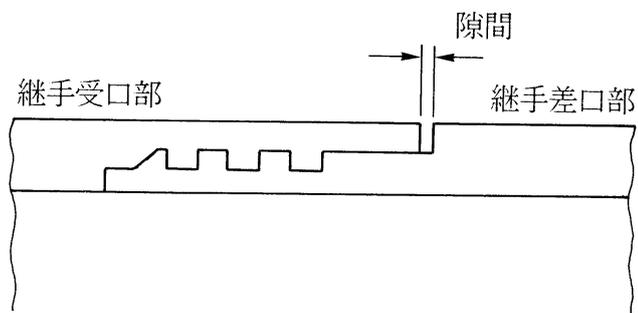


図9-6 スパイラル継手付直管接合部

9.4 推進工法用塩ビ管取扱安全基準

本章は皆様方に推進工法用塩ビ管を安全にご利用いただき、性能を十分に発揮させていただくための要点をまとめたものです。推進工法用塩ビ管のご使用にあたっては必ずお読み下さい。またご不明な点がございましたら、エンビ・ホリゾン推進協会までお問い合わせ下さい。

推進工法用塩ビ管のご使用にあたっての注意事項

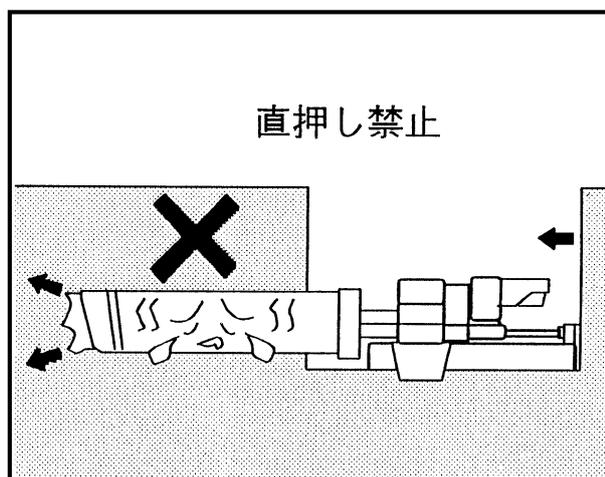
推進工法用塩ビ管は、必ず「低耐荷力方式」による推進施工を行って下さい。推進工法用塩ビ管は、定められた施工手順を厳守して施工すれば何ら問題はございませんので、間違った推進施工をしないようご使用にあたってはご注意ください。

● ● ● 推進施工上の注意事項 ● ● ●

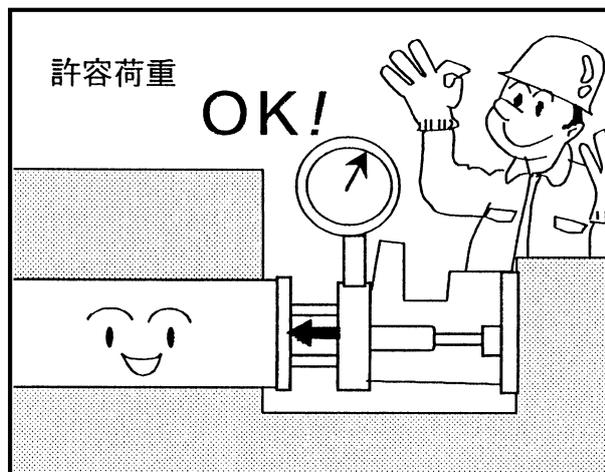
！ 警 告 ！

低耐荷力方式以外の推進施工禁止

推進工法用塩ビ管を直押ししないで下さい。直押しすると、管の破損およびそれに続く重大な障害の危険が生じます。塩ビ管を推進するには必ず「低耐荷力方式」による推進施工を行って下さい。



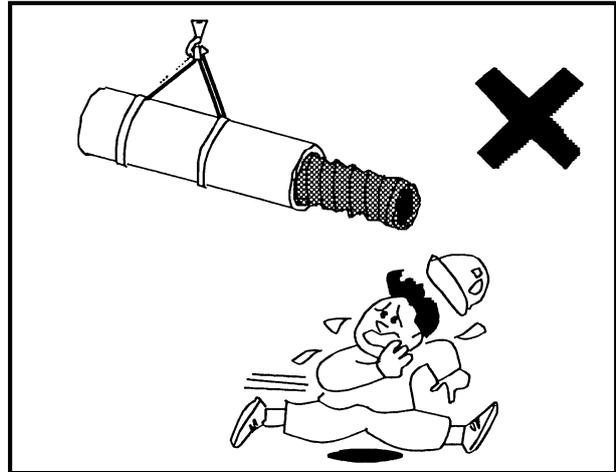
その際は必ず塩ビ管にかかる荷重を計測し、塩ビ管の許容耐荷力以下で推進が行われていることを確認して下さい。



！ 警 告 ！

ケーシング・スクリューの落下防止

推進工法用塩ビ管を吊り下ろすときは、塩ビ管内に装着したケーシング・スクリューが塩ビ管から落下しないように治具等で固定し、離脱しないようにして下さい。ケーシング・スクリューが落下すると重大な障害の危険があります。特に、立坑内に塩ビ管を吊り下ろすときは必ず安全を確保した後に吊り下ろして下さい。



！ 注 意 ！

運搬時の斜め落下禁止

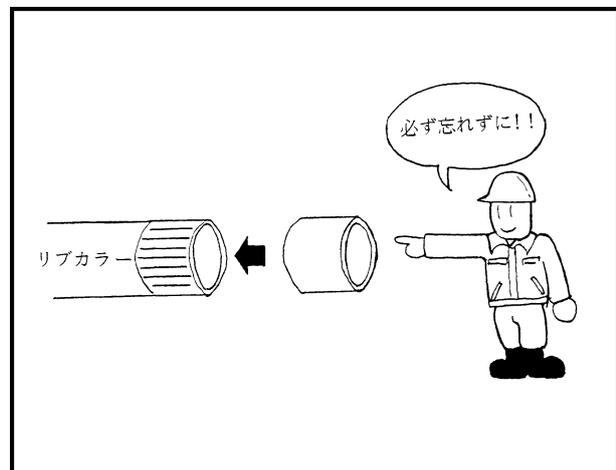
推進工法用塩ビ管の管端部は二次加工されています。塩ビ管の積み下ろしに際しては塩ビ管を滑らしたり、引きずらないで下さい。特に、塩ビ管を肩に担いで運搬し、下ろす時には肩から滑り落として管端部に衝撃を与えないで下さい。塩ビ管を斜め落下させると、管端部にキレツ、割れが生じ、推進時に漏水や管の破損の原因になります。



！ 注 意 ！

プッシャーリングを介して推進する

リップカラー付直管を推進する際には管端部保護のため必ずプッシャーリングを介して推進して下さい。プッシャーリングを介さないと、カラー端面を傷つけ、漏水・破損の原因となります。

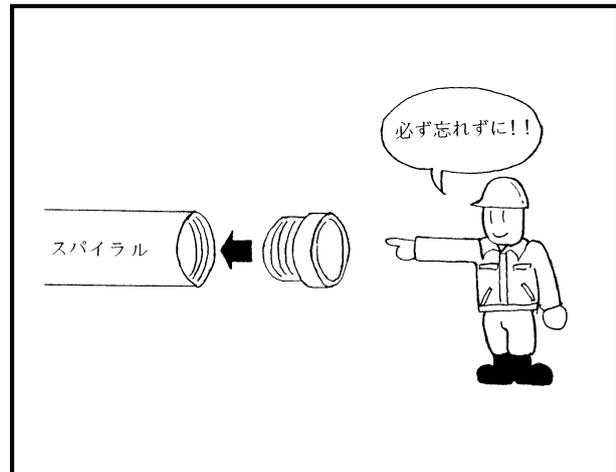


！ 注 意 ！

後押しアダプタを介して推進する

スパイラル継手付直管を推進する際には管端部保護のため必ず後押しアダプタを介して推進して下さい。

後押しアダプタを介さないで、端面を傷つけ、漏水・破損の原因となります。

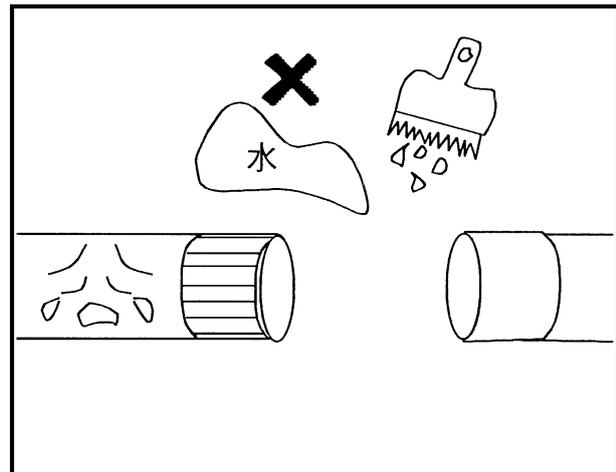


！ 注 意 ！

接合部の水漏れ注意

リブカラー付直管を接着接合する際には接合部が水に濡れていると水密性は確保できません。

必ず接合面の水・油・泥等の清掃してから接着剤を塗布して下さい。

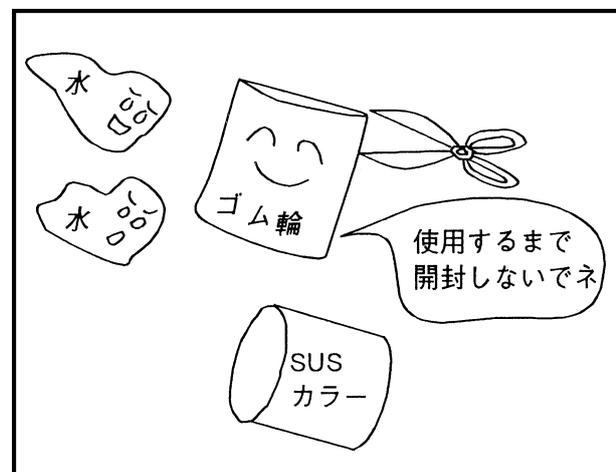


！ 注 意 ！

ゴム輪の接合前の水濡れ注意

SUSカラー付直管の接合用ゴム輪には水膨張性ゴムを使用しています。

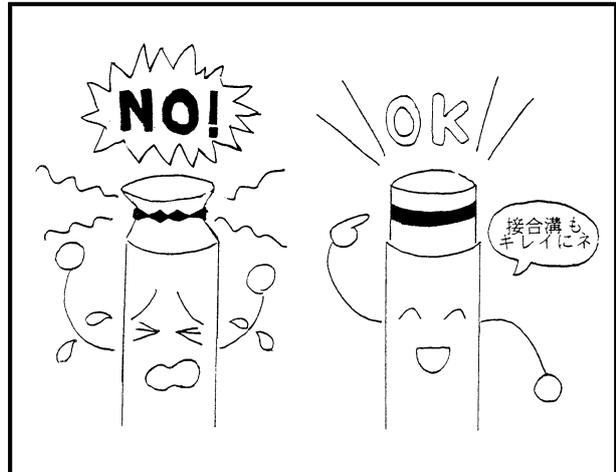
接合前にゴム輪が水に濡れると膨張し、塩ビ管に装着できなくなったり使用不能になったりする恐れがありますので、必ず接合するまでは水に濡れないように保管しておいて下さい。



！ 注 意 ！

ゴム輪の装着方向注意

SUSカラー付直管の接合に使用するゴム輪には方向性があります。誤った方向に装着すると挿入不良や漏水の原因となります。また、ゴム輪のねじれ・よじれが無く正確に装着されているか確認して下さい。



！ 注 意 ！

SUSカラーの素手触り注意

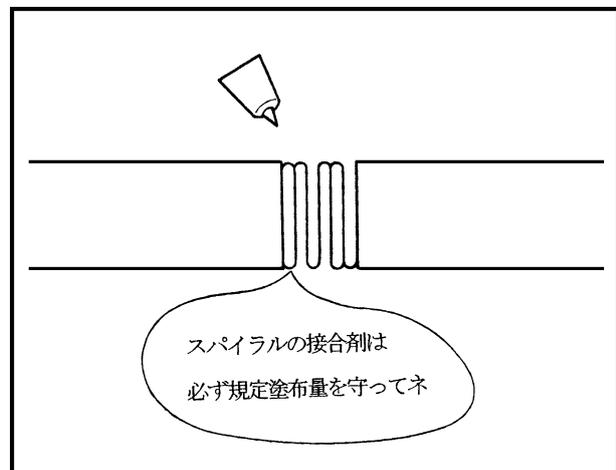
SUSカラーを取り扱うときは素手で触らないで下さい。カラー端部で手を切る恐れがあります。SUSカラーを取り扱うときは、必ず手袋をして下さい。



！ 注 意 ！

接合剤の塗布量注意

スパイラル継手付直管を接合する際には、必ず規定塗布量を守って下さい。規定塗布量以下では、性能を発揮できない場合があります。

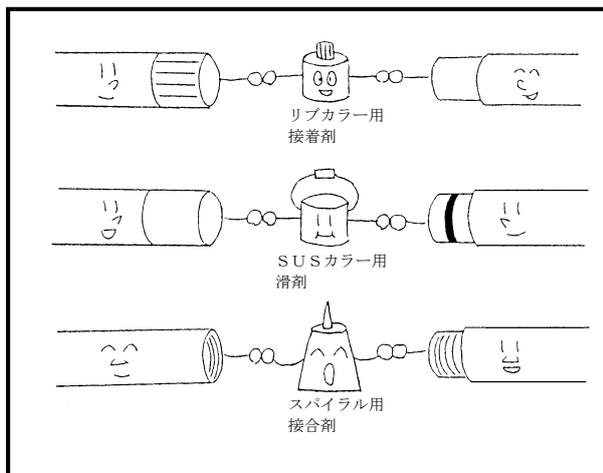


！ 注 意 ！

接合時は専用接着剤、専用滑剤、専用
接合剤を使用

リブカラー付直管を接合する際は、必ず
指定された専用接着剤を、SUSカラー
付直管には指定された専用滑剤を、スパ
イラル継手付直管には指定された専用接
合剤を使用して下さい。

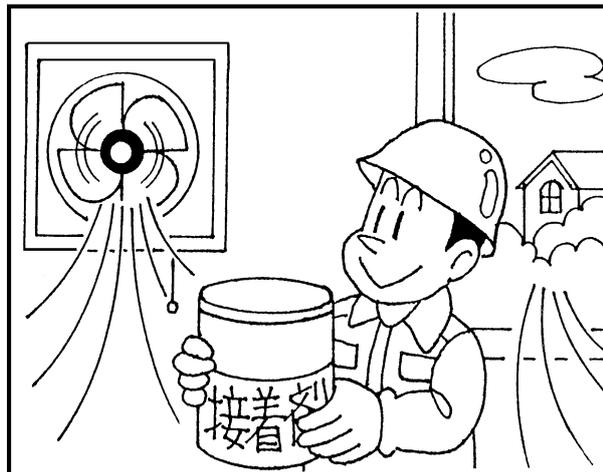
他用途品に使用される接着剤、滑剤を使用
すると水密性に問題が生じると共にクラ
ック発生、劣化の原因になります。



！ 注 意 ！

接着剤、充填型接合剤の保管、取扱いに
注意

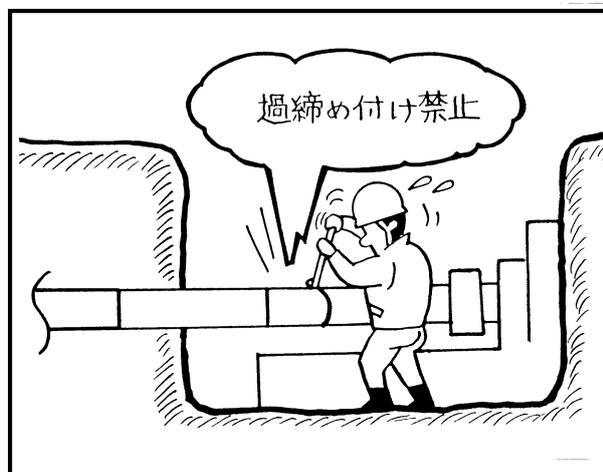
接着剤、充填型接合剤は消防法の危険物
に該当します。保管に当たっては法令お
よび市町村条例を遵守して下さい。また
有機溶剤が含まれていますので、使用時
の換気にご注意下さい。



！ 注 意 ！

締付け過ぎ注意

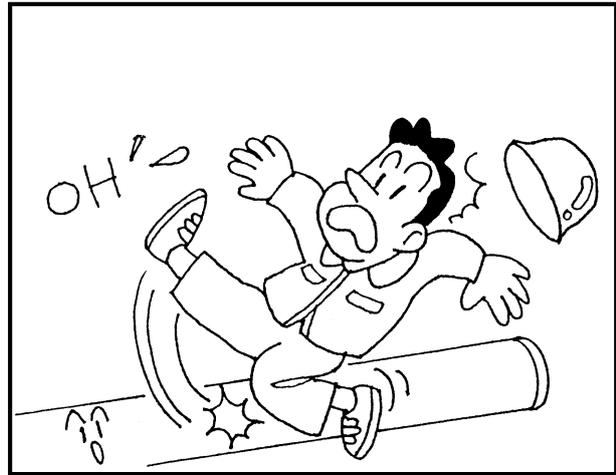
推進工法用塩ビ管は接合時に管の内面端
部が先に接触して、管外面には若干の隙
間が生じるように設計されています。無
理な挿入は避けて下さい。
また、スパイラル継手付直管の接合には、
ベルトレンチをご使用下さい。



！ 注 意 ！

施工現場に管を積み上げた場合、人が近づかないよう管理

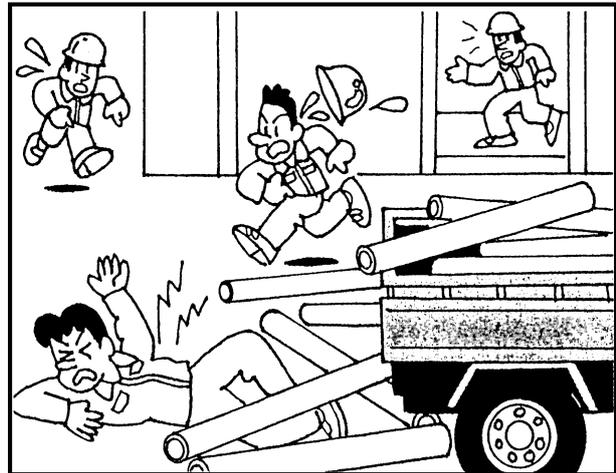
塩ビ管の表面は滑りやすく危険です。
保管中の施工現場に積み上げた管上には
人（特に子供、幼児）が近づいたり、乗
ったりしないように管理して下さい。



！ 注 意 ！

荷扱いに注意

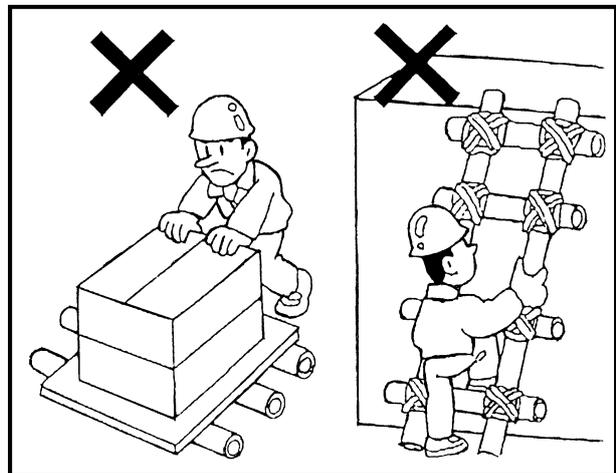
推進工法用塩ビ管は重量物になります。
ケガ防止のため荷扱いには十分ご注意下
さい。



！ 注 意 ！

他用途への使用禁止

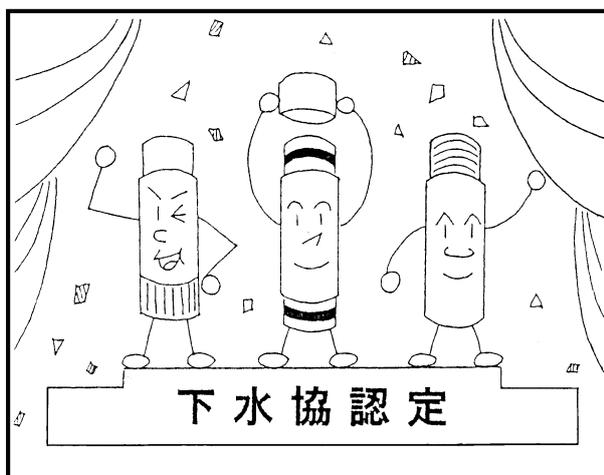
推進工法用塩ビ管は推進以外の用途には
使用しないで下さい。



！ 注 意 ！

下水道協会認定工場で製造された製品
使用

推進工法用塩ビ管は、(社)日本下水道協会認定工場で製造されています。認定工場以外で製造された塩ビ管を使用しないで下さい。品質、性能が保証されません。



9.5 マンホール部の接合と埋戻し

(1) マンホールとの接合

推進終了後、発進立坑および到達立坑内でのマンホールとの接続が必要となる。マンホールとの接合は、JSWAS K-6 および K-1 に規定する異形管を用いて行う。

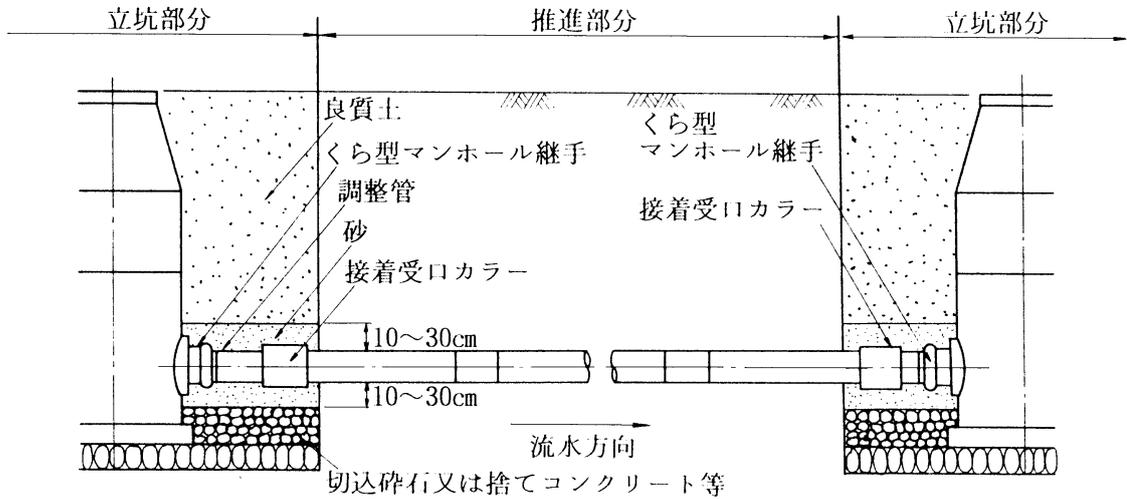


図 9-7 くら型マンホール継手使用配管例と埋戻し

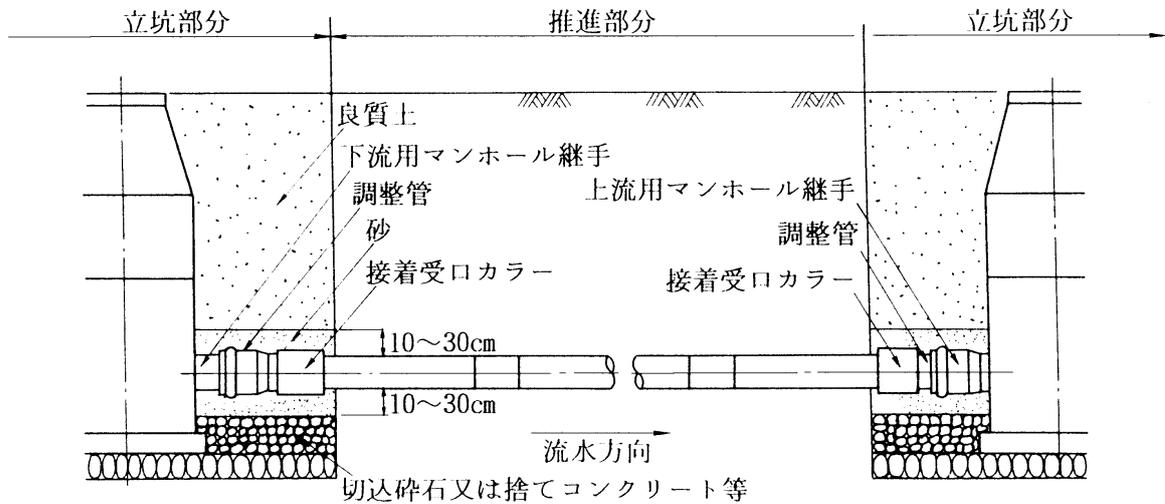


図 9-8 マンホール継手使用配管例と埋戻し

- (注) 1. マンホール継手（下流用、上流用）、調整管および接着受口カラーは、同管種を使用する。
2. リブカラー付直管を使用する場合で立坑部分の土被りが深く（特に 4m 以上）、鉛直方向の耐荷力不足が懸念される場合は、別途補強等の対策をとる。（例えば立坑部分を塩ビ管または鋼管等のサヤ管で補強する。その際、サヤ管と塩ビ管との隙間が均等になる様に施工する）

(2) 埋戻し

マンホール設置のために余分に掘削された部分、および発進立坑、到達立坑周辺は地盤沈下を起こす恐れがあるので、良質な埋戻し材料を用いて十分締め固める。なお、基礎砂の範囲は5D(管外径の5倍)以上とする。

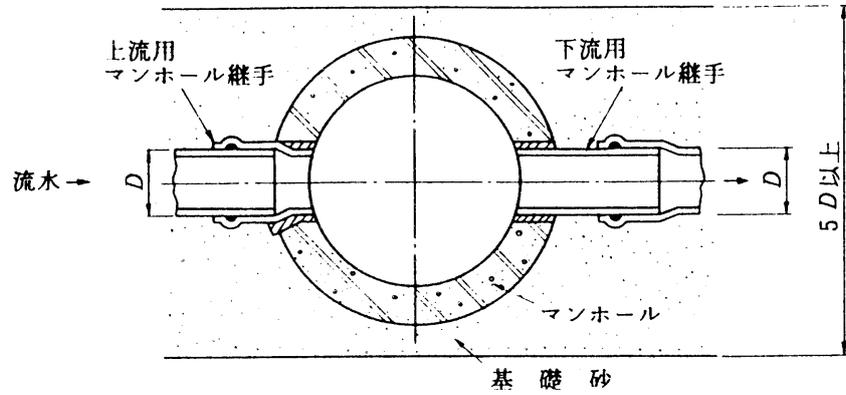


図9-9 基礎砂の範囲

+

低耐荷力方式
オーガ方式一工程式／泥土圧方式一工程式
(エンバイナー工法)

【 積 算 編 】

エンバイナー工法 積算編

立坑区分と該当機種

エンバイナー工法は、低耐荷力方式・オーガ方式一工程式、低耐荷力方式・泥土圧方式一工程式として低耐荷力管推進に対応する。

積算は下記のとおり立坑区分並びに管径区分による。尚、管径はエンビ管の呼び径を表す。

| 《立坑区分》 | 《該当機種》 | 管仕様 | 《管径区分》呼び径(mm) | |
|-----------------------------------------|------------|-------|---------------|-----------|
| | | | オーガ方式 | 泥土圧方式 |
| 1. 円形φ1.5m立坑用推進機 | … SH-253型 | 1m管仕様 | (200~300) | (200~300) |
| 2. 円形φ2.0m立坑用推進機 | … SH-303型 | 1m管仕様 | (150~350) | (200~350) |
| | SH-355型 | 1m管仕様 | (150~350) | (200~350) |
| | SH-456型 | 1m管仕様 | (150~450) | (200~450) |
| | SEH-508型 | 1m管仕様 | (150~450) | (200~450) |
| 3. 円形φ2.5m立坑用推進機(1) 円形φ2.5m立坑用推進機(2) | … SEH-508型 | 1m管仕様 | (500) | (500) |
| | SEH-616型 | 1m管仕様 | (500) | (500) |
| 4. 矩形3.5m×2.0m立坑推進機 (4,198×2,000) | … SH-355型 | 2m管仕様 | (200~350) | (200~350) |
| | SH-456型 | 2m管仕様 | (200~450) | (200~450) |
| | SEH-508型 | 2m管仕様 | (200~500) | (200~500) |
| 5. 矩形4.0m×2.0m立坑推進機 (4,198×2,000) | … SH-305型 | 2m管仕様 | (200~350) | (200~350) |
| 6. 矩形4.4m×2.4m立坑推進機 | … SH-408型 | 2m管仕様 | (350~450) | (350~450) |

注) 1. 本積算編中のゴシック体での表記は、令和5年度下水道用設計標準歩掛表記載部分を示す。

2. 次のとおり国内施工可能台数が少ない機種があります。ご留意願います。

- ・円形φ2.5m立坑用推進機(2)は、関東に1台となります。
- ・呼び径150用対応部材所有業者は、北海道に1社となります。

1. 工法

- (1) エンビライナー工法は、埋設管に推進力を加えずにケーシングを介して先導管に推進力を伝達して推進する方式のため、埋設管に加わる推進抵抗は著しく軽減される低耐荷力方式一工程式である。
又、常時埋設管に加わる荷重を計測しながら推進するので薄肉の硬質塩ビ管でも推進可能である。
- (2) 排土方法は、先導管の先端でオーガヘッドによって切削し、埋設管の中に組み込んだケーシングを通じてスクリーコンベヤで、ズリを後方に排出する。
- (3) エンビライナー工法は、オーガ方式と泥土圧方式がある。泥土圧方式は、掘削添加材の注入とピンチ弁を装備することにより、地下水圧と切羽土圧を対抗させ、被水圧の高い地盤での推進を可能にする。

2. 適用範囲（積算資料）

- (1) この積算資料は、エンビ・ホリゾン推進工法機で推進するエンビライナー工法（低耐荷力方式・オーガ方式・一工程式）（低耐荷力方式・泥土圧方式・一工程式）に適用するものである。
- (2) 工事地先が公衆土木工事公衆災害防止対策要綱に定める「公衆に係わる地域」に該当する場合は、同要綱に則って積算する。

3. 設計・積算にあたっての注意 (A-5-35) (A-5-3.z5)

- (1) 工法の選定にあたっては、事前調査を十分に行い、現地の地質条件等を把握した上で決定すること。
- (2) 本標準歩掛り表の適用にあたっては、適用土質の範囲に十分留意すること。
- (3) 積算に関して
 - (a) 発進立坑区分並びに管径区分とする。
 - (b) 管材は、小口径推進工法用硬質塩化ビニル管(日本下水道規格(JAWAS K-6))に適用する。
- (4) 粗砂、滞水砂層等における小口径推進工法用硬質塩化ビニル管は技術・標準積算資料技術編を参照のこと。
- (5) 機械器具損料の補正について
機械器具損料で内地豪雪地帯・北海道地域において使用する場合、機械の運転1時間当たり損料または供用1日当たり損料は補正する。
- (6) 労務単価の補正
標準作業時間は1日8時間とした場合の労務費単価を基準額とする。但し、昼間実働時間を6.75時間とする。
(イ) 夜間作業は実働時間を5.75時間とし、労務費単価は労働基準法37条の定めるところによる。
- (7) 日進量と歩掛りの補正
交通事情、環境条件などによって作業時間に制約を受ける場合、次のような換算を行う。

(イ)日進量は次式により換算する。

$$C' = \beta \cdot C$$

C' : 実日進量

C : 昼間 6.75 時間作業の日進量

$$\beta = \frac{6.75 - \alpha}{6.75}$$

α : 制約を受ける時間

1) 第三者により制約を受ける時間

2) 付帯設備の設置・撤去を義務付けられる場合、それに要する作業時間

(ロ)歩掛りは次式により換算する(管推進工、仮設備工等)。

$$A' = \frac{1}{\beta} A$$

A' : 作業時間に制約を受ける場合の歩掛り

A : 昼間 6.75 時間作業の歩掛り

$$\beta = \frac{6.75 - \alpha}{6.75}$$

α : 制約を受ける時間

4. 工種 (A-5-40)

工種は次の通りとする。

(1) 管推進工

硬質塩化ビニル管(VU・VP・VM)、ケーシング、スクリーコンベヤ類、油圧ホース等の据付・接合、オーガによる地山の切削、坑外発生土搬出、推進機械の運転、管外周への滑材の注入、推進時の変位の計測・修正等の一連の作業。

(2) 発生土処分工

仮置き場より処分地までの運搬(仮置き場での積み込み、処分費は別途とする。)

(3) 坑口工

立坑内への土砂等の流入防止用の止水器を発進部及び到達部に取り付ける作業(湧水の少ない地盤では止水器は設置しない場合もある。)

(4) 発進立坑基礎工

(5) 推進設備工

推進装置(推進ジャッキ及び推進台)、油圧ユニット、制御装置、反力板等の発進立坑内外における推進に必要な設備の取付・取除き作業。

(6) 先導体据付撤去工

発進立坑で先導体の据付及び推進終了後の到達立坑での先導体の撤去作業。

(7) スクリーコンベヤ類撤去工

推進完了後のケーシング、スクリーコンベヤ、油圧ホース等の撤去作業。

(8) 鏡切り工

発進部及び到達部の鏡切り作業。

(9) 添加材注入工

泥土圧方式の場合の添加材の作泥と注入作業。

5. 歩 掛

5-1 日進量

日進量は、下記表を標準とする。

表-1 標準推進日進量

| 土 質 | | A 土 質 | | B 土 質 | | C 土 質 | |
|-----------------------|------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------|-------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| | | 0 < N ≤ 10 | | 10 < N ≤ 30 | | N ≤ 50 | |
| 立坑区分・管径区分 | | 砂質土 シルト 粘性土 有機質土 火山灰質粘性土 高有機質土 | | 左に同じ | | 1. 礫混じり土・砂 2. 硬質粘性土(30<N<40) 礫混じり土としては (1) φ150~φ300 礫径 10mm以下 混入率10%以下 (2) φ350~φ5000 礫径 40mm以下 混入率10%以下 | |
| | | 立坑区分 | 管径区分 呼び径(mm) | | | 日進量 (単位:m/日) | |
| 1 m 管 仕 様 | 呼び径φ1.5m | 150 | — | — | — | — | — |
| | | 200 | 6.0 | 5.7 | 4.2 | 4.2 | |
| | | 250 | 5.7 | 5.4 | 4.0 | 4.0 | |
| | | 300 | 5.3 | 5.2 | 3.7 | 3.7 | |
| | 呼び径φ2.0m | 150 | 9.5 | 9.2 | 6.6 | 6.6 | |
| | | 200 | 9.3 | 9.1 | 6.4 | 6.4 | |
| | | 250 | 8.5 | 8.3 | 6.2 | 6.2 | |
| | | 300 | 8.2 | 8.1 | 5.6 | 5.6 | |
| | | 350 | 7.5 | 7.2 | 5.3 | 5.3 | |
| | | 400 | 7.3 | 7.1 | 5.0 | 5.0 | |
| 450 | 7.1 | 7.0 | 4.7 | 4.7 | | | |
| 呼び径φ2.5m | 500 | 6.9 | 6.8 | 4.4 | 4.4 | | |
| 2 m 管 仕 様 | 矩形 3.5m×2.0m 4.0m×2.0m | 150 | — | — | — | — | |
| | | 200 | 12.4 | 12.1 | 10.8 | 10.8 | |
| | | 250 | 12.2 | 11.9 | 10.6 | 10.6 | |
| | | 300 | 11.4 | 11.3 | 9.9 | 9.9 | |
| | | 350 | 11.3 | 11.2 | 9.4 | 9.4 | |
| | 矩形 3.5m×2.0m | 400 | 11.2 | 11.1 | 9.2 | 9.2 | |
| | | 450 | 11.1 | 11.0 | 9.0 | 9.0 | |
| | | 500 | 11.0 | 10.9 | 8.8 | 8.8 | |
| | 矩形 4.4m×2.4m | 350 | 12.2 | 11.9 | 10.0 | 10.0 | |
| | | 400 | 11.6 | 11.4 | 9.7 | 9.7 | |
| | | 450 | 11.4 | 10.3 | 9.5 | 9.5 | |

- (注) 1. 車上プラントを使用する場合の日進量は、作業帯の設置、撤去及びケーブル・ホース類等の接続取り外し作業に要する時間(60分)を考慮して標準日進量に補正係数0.88を乗じて算出する。
2. 夜間作業の日進量は0.85を乗じる。

表 - 2 標準推進日進量

| 土質 | | 軟岩 | 硬岩 | 礫・玉石混り土 | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----|
| | | | | 低水位: 被水圧 ≤ 20 kPa 透水係数: $K \leq 10^{-4}$ cm/sec | | | 高水位: 20 kPa < 被水圧 ≤ 60 kPa $10^{-4} <$ 透水係数: $K \leq 10^{-2}$ cm/sec | | | |
| | | D1土質 | D2土質 | E1土質 | E2土質 | E3土質 | F1土質 | F2土質 | F3土質 | |
| | | 1軸圧縮強度 20 N/mm ² 以下、 硬質粘性土 40 ≤ N | 1軸圧縮強度 70 N/mm ² 以下 | 礫径 呼径の1/5 以下 礫混入率 40%以下 | 礫径 呼径の1/4 以下 礫混入率 40%以下 | 礫径 呼径の1/3 以下 礫混入率 50%以下 | 礫径 呼径の1/5 以下 礫混入率 40%以下 | 礫径 呼径の1/4 以下 礫混入率 40%以下 | 礫径 呼径の1/3 以下 礫混入率 50%以下 | |
| 立坑区分 | 管径区分 呼び径 (mm) | 日進量 (単位: m/日) | | | | | | | | |
| 1 m 管 仕 様 | 呼び径φ1.5m | 150 | — | — | — | — | — | — | — | |
| | | 200 | — | — | — | — | — | — | — | |
| | | 250 | — | — | — | — | — | — | — | |
| | | 300 | — | — | — | — | — | — | — | |
| | 呼び径φ2.0m | 150 | — | — | — | — | — | — | — | |
| | | 200 | 3.0 | — | 5.2 | 4.8 | 4.4 | 3.8 | 3.5 | 3.0 |
| | | 250 | 2.8 | 1.5 | 5.0 | 4.6 | 4.0 | 3.5 | 3.1 | 2.7 |
| | | 300 | 2.6 | 1.4 | 4.9 | 4.3 | 3.9 | 3.4 | 2.9 | 2.6 |
| | | 350 | 2.4 | 1.3 | 4.8 | 4.1 | 3.8 | 3.3 | 2.8 | 2.5 |
| | | 400 | 2.2 | 1.2 | 4.4 | 3.7 | 3.3 | 2.9 | 2.5 | 2.2 |
| 呼び径φ2.5m | 450 | 2.0 | 1.1 | 4.3 | 3.5 | 3.1 | 2.7 | 2.4 | 2.0 | |
| 500 | 1.8 | 1.0 | 4.2 | 3.3 | 2.9 | 2.5 | 2.3 | 1.8 | | |
| 2 m 管 仕 様 | 矩形 3.5m×2.0m 4.0m×2.0m | 150 | — | — | — | — | — | — | — | |
| | | 200 | 3.2 | — | 7.8 | 6.3 | 5.6 | 5.3 | 4.6 | 4.0 |
| | | 250 | 3.0 | 1.6 | 7.2 | 5.9 | 5.2 | 4.9 | 4.3 | 3.7 |
| | | 300 | 2.8 | 1.5 | 6.6 | 5.4 | 4.7 | 4.6 | 3.9 | 3.4 |
| | | 350 | 2.6 | 1.4 | 6.2 | 5.1 | 4.6 | 4.4 | 3.7 | 3.3 |
| | 矩形 3.5m×2.0m | 400 | 2.4 | 1.3 | 5.4 | 4.4 | 4.0 | 3.8 | 3.2 | 2.9 |
| | | 450 | 2.2 | 1.2 | 5.2 | 4.2 | 3.7 | 3.5 | 2.9 | 2.7 |
| | | 500 | 2.0 | 1.1 | 5.0 | 4.0 | 3.5 | 3.2 | 2.5 | 2.4 |
| | 矩形 4.4m×2.4m | 350 | 2.7 | 1.5 | 6.3 | 5.3 | 4.8 | 4.6 | 3.9 | 3.5 |
| | | 400 | 2.6 | 1.4 | 5.5 | 4.8 | 4.2 | 4.0 | 3.4 | 3.2 |
| 450 | | 2.5 | 1.3 | 5.3 | 4.6 | 3.9 | 3.7 | 3.1 | 2.9 | |

(注) 1. N値0の自沈層やN値の変動が激しい互層地盤、あるいは崩壊性の大きな地盤の場合、補助工法が必要な場合がある。

5-2 標準推進距離

表-3 標準推進距離

| 立坑区分 | 塩ビ管 呼び径 | 土質別標準推進距離 (m) | | | | |
|-------------------|------------|---------------|-------|-------|-------|-------|
| | | A、B、C | D1 | D2 | E1~E3 | F1~F3 |
| 円形φ1.5m立坑用推進機 | φ200 | 50~60 | × | × | × | × |
| | φ250~φ300 | 50~65 | × | × | × | × |
| 円形φ2.0m立坑用推進機 | φ150 | 30~40 | × | × | × | × |
| | φ200 | 60~70 | 45~50 | × | 50~55 | 45~50 |
| | φ250~φ350 | 60~75 | 45~55 | 45~50 | 50~60 | 45~55 |
| | φ400~φ450 | 70~80 | 50~60 | 45~50 | 55~65 | 50~60 |
| 円形φ2.5m立坑用推進機 | φ500 | 70~85 | 50~65 | 45~55 | 55~70 | 50~65 |
| 矩形3.5m×2.0m立坑用推進機 | φ200 | 60~70 | 45~50 | × | 50~55 | 45~50 |
| | φ250~φ350 | 60~80 | 45~60 | 45~55 | 50~65 | 45~60 |
| | φ400~φ450 | 70~85 | 50~65 | 45~55 | 55~70 | 50~65 |
| | φ500 | 70~90 | 50~70 | 45~60 | 55~75 | 50~70 |
| 矩形4.0m×2.0m立坑用推進機 | φ200 | 60~70 | 45~50 | × | 50~55 | 45~50 |
| | φ250~φ350 | 60~75 | 45~55 | 40~50 | 50~60 | 45~55 |
| 矩形4.4m×2.4m立坑用推進機 | φ350~φ450 | 70~90 | 50~70 | 45~60 | 55~75 | 50~70 |

- 注記 1. 上記推進距離は目安としてください。
 2. 土丹・頁岩など硬質粘土系土質は推進延長が短くなります。
 3. 管径φ150については、呼び径φ1.5m立坑用推進機での施工は不可、
 また泥土圧方式での施工も不可となります。
 4. D1、D2、E1~E3、F1~F3土質に使用しませんディスクカッターヘッド
 ビットカッターヘッドに関しまして、稼働可能なヘッドが減少しております為、
 ご計画の際は協会へご相談下さい。

5-3 編成人員 (A-5-37、D-51-1) (A-5-41、D-52-1)

表-4 編成人員

| 世話役 | 特殊作業員 | 普通作業員 | 計 |
|-----|-------|-------|-------|
| 1 | 1 (2) | 2 | 4 (5) |

備考 ()内は泥土圧方式の場合

5-4 工程 (A-5-37、表-51-3、A-5-41、表-52-3)

1 推進区間の標準的な工程を次に示す。

表-5 工程表

| 工種 | 呼び径 (mm) | オーガ方式 | 泥土圧方式 |
|------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | 150~450、500 | 200~450、500 |
| 準備工 | 立坑掘削完了後より推進開始迄 | 4日 | 4日 |
| 先導管設置工 | | 0.4日 | 0.4日 |
| 推進工 | | 推進延長/日進量 | 推進延長/日進量 |
| 先導管撤去工 | | 一体回収 : 0.4日 分割回収 : 0.6日 | 一体回収 : 0.4日 分割回収 : 0.6日 |
| スクリーコンベヤ類 撤去工 | | 推進延長/日当り撤去量 | 推進延長/日当り撤去量 |
| 方向変換 | 1つの立坑で2方向に推進する場合に、1方向推進完了後より2方向推進開始迄 | 3日 | 3日 |
| 後片付 | スクリーコンベヤ類の撤去完了後より推進設備撤去、器具清掃迄 | 3日 | 3日 |

A - 1 直接工事費（推進工）

呼び径 mm 管 推進工

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単価(円) | 金額(円) | 摘 要 |
|---------------------|------|----------------|-----|-------|-------|------------|
| 推進用 SUSカラー付直管(SUSR) | | 本 | | | | L=1,000 mm |
| 〃 リブカラー付直管(STRS) | | 本 | | | | L=2,000 mm |
| 〃 スパイラル継手付直管(SSPS) | | 本 | | | | |
| 塩ビ管用滑剤 | | 箇所 | | | | |
| 塩ビ管用接着剤 | | 箇所 | | | | |
| 塩ビ管用接合剤 | | 箇所 | | | | スパイラル継手直管用 |
| 推 進 工 | | m | | | | B - 1 |
| スクリーコンベヤ類撤去工 | | m | | | | B - 2 |
| 坑 口 工 | | 箇所 | | | | B - 3 |
| 鏡 切 り 工 | | 箇所 | | | | B - 4 |
| 推 進 設 備 設 置 撤 去 | | 箇所 | | | | B - 5 |
| 発 生 土 処 分 工 | | 式 | | | | B - 6 |
| 既 設 マ ン ホ ール 坑 口 工 | | m ³ | | | | B - 7 |
| 添 加 材 注 入 工 | | m | | | | B - 8 |
| 計 | | | | | | |

B - 1 推 進 工 (A-5-37、D-51-1) (A-5-41、D-52-1)

(1m当り)

| 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 | H | | | 備考1 |
| 普 通 作 業 員 | | 人 | 2.0 | | | |
| 滑 材 | | kℓ | | | | 表-6 |
| クレーン装置付トラック運転費 | 4t積、2.9t吊 | 時間 | T | | | B-1-1 オーガ方式の場合 |
| クレーン装置付トラック運転費 | 4t積、2.9t吊 | 日 | 1.0 | | | 機-18 泥土圧方式の場合 |
| 車上プラント用トラック賃料 | 4t積 | 台 | 2.0 | | | |
| 推進工機械器具損料(1) | | 日 | 1 | | | B - 1 - 2 |
| 推進工機械器具損料(2) | | 日 | 1 | | | B - 1 - 3 |
| 発 動 発 電 機 運 転 費 | | 日 | 1 | | | B - 1 - 4 |
| 諸 雑 費 | | 式 | 1 | | | 備考2 |
| 計 | | | | | | 1日当り |
| 1 m 当 り | | | | | | 計 / 推進日進量 |

- 備考 1. オーガ方式の場合 H = 1.0、泥土圧方式の場合 H = 2.0 とする。
 2. 諸雑費は滑材注入機械器具損料、電力に関する経費等であり、労務費の合計額の20%を上限として計上する。
 尚、発動発電機を電源に使用する場合は計上しない。
 3. T : クレーン装置付きトラックの運転日当り運転時間。
 4. 車上プラント用トラック台数は2台とする。

表 - 6 滑 材 標 準 注 入 量 (A-5-37、表-51-4) (A-5-41、表-52-4)

(1m当り)

| 呼 び 径 (mm) | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 滑 材 (kℓ) | 0.012 | 0.015 | 0.018 | 0.021 | 0.024 | 0.028 | 0.031 | 0.034 |

備考 泥土圧方式の場合、呼び径 150 は下水道用設計標準歩掛表平成 28 年度版では範囲外。

B-1-1 クレーン装置付トラック運転費

(1時間当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|-----------|----------|-----|------|--------|--------|--------|
| 特 殊 運 転 手 | | 人 | 0.17 | | | |
| 燃 料 費 | 軽油 | ℓ | 5.3 | | | |
| 機 械 損 料 | 4t積2.9t吊 | 時間 | 1.0 | | | |
| 諸 雑 費 | | 式 | 1 | | | |
| 計 | | | | | | 1時間当たり |

備考 1. オーガ方式の場合に適用する。

2. 運転手(特殊)歩掛は次による。歩掛=1/T=1/5.8=0.17(人/h)

$$T: \text{運転日当り運転時間} = \frac{\text{年間標準運転時間 (810)}}{\text{年間標準運転日数 (140)}} = 5.8 \text{ (h/日)}$$

機-18 クレーン装置付トラック運転費 (A-5-43)

(1日当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|-----------|----------|-----|-----|--------|--------|-------------|
| 特 殊 運 転 手 | | 人 | 1.0 | | | 運転労務数量(1.0) |
| 燃 料 費 | 軽油 | ℓ | 33 | | | 燃料消費量(33) |
| クレーン損料 | 4t積2.9t吊 | 供用日 | 1.2 | | | 機械損料数量(1.2) |
| 諸 雑 費 | | 式 | 1 | | | |
| 計 | | | | | | |

備考 泥土圧方式の場合に適用する。

B-1-2 推進工機械器具損料(1) (A-5-37、E-51-1) (A-5-41、E-52-1)

(1日当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|-------------|------|-----|-----|--------|--------|----------------------|
| 推 進 機 等 損 料 | | 日 | 1 | | | 油圧ユニット、反力板 検測機等含む |
| 計 | | | | | | |

備考 推進機等損料は運転日当りの運転時間を乗じた損料とする。

B-1-3 推進工機械器具損料(2) (A-5-38、E-51-2) (A-5-42、E-52-2)

(1日当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|--------------|------|-----|-----|--------|--------|----------|
| 推進器具類損料(固定部) | | 式 | 1 | | | |
| ピンチ弁 | | 式 | 1 | | | 泥土圧方式の場合 |
| 推進器具類損料(変動部) | | m | L | | | |
| 計 | | | | | | 1m当り |
| 1日当り | | | | | | 計×推進日進量 |

備考 1. 機械器具損料(固定部)は推進延長により使用数量が一定な器具類の合計額であり、推進区間毎に計上する。

2. 機械器具損料(変動部)は推進延長により使用数量が変化する器具類の合計額である。ここで、Lは1推進区間の延長とする。

B-1-4 発動発電機運転費

(1日当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単位 | 数量 | 単価(円) | 金額(円) | 摘 要 |
|---------------|------|----|-----|-------|-------|-----|
| 燃 料 費 | | ℓ | | | | |
| 発 動 発 電 機 賃 料 | | 式 | 1.0 | | | |
| 計 | | | | | | |

- 備考 1. 発動発電機は、呼び径 150～450 は 60KVA., 呼び径 500 は 75KVA。
 2. 発動発電機の 1 日当り運転時間は 8 時間とする。

表-7 運転1日当り燃料消費量

| 呼 び 径 | 軽油(ℓ/日) |
|---------|---------|
| 150～450 | 78 |
| 500 | 96 |

B-2 スクリューコンベヤ類撤去工 (A-5-38、D-51-2) (A-5-42、D-52-2)

(1m当り)

| 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 | 1.0 | | | |
| 普 通 作 業 員 | | 人 | 2.0 | | | |
| クレーン装置付トラック運転費 | 4t積2.9t吊 | 時間 | T | | | B-1-1 オーガ方式の場合 |
| クレーン装置付トラック運転費 | 4t積2.9t吊 | 日 | 1.0 | | | 機-18 泥土圧方式の場合 |
| 諸 雑 費 | | 式 | 1 | | | 端数処理 |
| 計 | | | | | | 1日当り |
| 1 m 当 り | | | | | | 計/日当たりスクリーンコンベヤ類 撤去量 表-8 |

- 備考 1. スクリューコンベヤ類撤去延長は推進延長とする。
 2. T: クレーン装置付きトラックの運転日当り運転時間。
 3. 泥土圧方式は 2.0 人とする。

表-8 スクリューコンベヤ類標準撤去量

(A-5-38、表-51-5) (A-5-42、表-52-5) (単位: m/日)

| 呼 び 径 (mm) | 150～450, 500 |
|-------------|--------------|
| 1 m 管日当り撤去量 | 40 |
| 2 m 管日当り撤去量 | 50 |

備考 泥土圧方式の場合、2 m管日当り撤去量は、下水道用設計標準歩掛表令和 2 年度版では範囲外。

B-3 坑口工 (A-5-46、D-53-1)

(1箇所当り)

| 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 | | | | |
| 止 水 器 | | 組 | 1 | | | |
| 鋼 材 溶 接 工 | | m | | | | 表-9, B-3-1 |
| 鋼 材 切 断 工 | | m | | | | 表-9, B-3-2 |
| クレーン装置付トラック運転費 | 4t積2.9吊 | 時間 又は日 | | | | 表-9 |
| 諸 雑 費 | | 式 | 1 | | | 端数処理 |
| 計 | | | | | | |

備考 坑口工は、立坑内へ土砂、水等の流入を防止するために設置するもので、必要に応じて計上する。
 尚、1 推進区間の必要箇所は発進部及び到達部の 2 箇所となる。

表－9 坑口工歩掛表 (A-5-45、表-53-3)

(1箇所当り)

| 種 目 | 単 位 | 呼 び 径 (mm) | | | | | | | | 摘 要 |
|----------------|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| | | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | |
| 世 話 役 | 人 | 0.2 | | | | | | | | |
| 溶 接 工 | 人 | 0.2 | | | | | | | | |
| 普 通 作 業 員 | 人 | 0.2 | | | | | | | | |
| 止 水 器 | 組 | 1 | | | | | | | | |
| 鋼 材 溶 接 工 | m | 1.7 | 1.9 | 2.1 | 2.3 | 2.6 | 2.8 | 3.0 | 3.2 | |
| 鋼 材 切 断 工 | m | 3.4 | 3.8 | 4.2 | 4.6 | 5.2 | 5.6 | 6.0 | 6.2 | |
| クレーン装置付トラック運転費 | 時間 | 0.2×T | | | | | | | | オーガ方式の場合 |
| クレーン装置付トラック運転費 | 日 | 0.2 | | | | | | | | 泥土圧方式の場合 |

備考 1. T:クレーン付きトラックの運転日当り運転時間。
2. φ150は低耐荷力オーガに適用。

B－3－1 鋼材溶接工 (A-5-46、E-53-1)

(1m当り)

| 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 料 | | kWh | 2.7 | | | |
| 溶 接 機 損 料 | 250A | 日 | 0.076 | | | |
| 溶 接 棒 | | Kg | 0.4 | | | |
| 諸 雑 費 | | 式 | 1 | | | 備考 |
| 計 | | | | | | |

備考 諸雑費は溶接棒金額の30%以内を上限として計上する。

B－3－2 鋼材切断工 (A-5-46、E-53-2)

(1m当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|-----------|------|----------------|-------|--------|--------|-----|
| 世 話 役 | | 人 | 0.007 | | | |
| 溶 接 工 | | 人 | 0.053 | | | |
| 普 通 作 業 員 | | 人 | 0.020 | | | |
| 酸 素 | | m ³ | 0.163 | | | |
| アセチレン | | Kg | 0.028 | | | |
| 諸 雑 費 | | 式 | 1 | | | 備考 |
| 計 | | | | | | |

備考 諸雑費はアセチレン金額の30%以内を上限として計上する。

B－4 鏡切り工 (A-5-50、D-55-1)

(1箇所当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|-------|------|-----|-----|--------|--------|------------|
| 鏡 切 工 | | m | | | | 表-10、B-4-1 |
| 計 | | | | | | |

表－10 鏡切り延長表

オーガ方式の場合の鏡切り延長表 (A-5-49、表-55-6)

(1箇所当り)

| 呼び径 (mm) | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 延 長 (m) | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.7 | 1.9 | 2.1 | 2.4 | 2.7 |

備考 1. 本表はライナープレートの切断延長である。
2. 鋼矢板、ケーシングの場合は問い合わせ下さい。

泥土圧方式の場合の鏡切り延長表 (A-5-49、表-55-7)

(1箇所当り)

| | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 呼び径 (mm) | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| 延長 (m) | × | 1.6 | 1.9 | 2.1 | 2.4 | 2.7 | 2.9 | 3.2 |

- 備考 1. 本表は小型立坑の切断延長である。(鋼製ケーシング、鋼矢板)
2. ライナープレート、軽量鋼矢板の場合は問い合わせ下さい。

B-4-1 鏡切り工 (A-5-50、E-55-1)

(1m当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|-----------|------|-----|-----|--------|--------|------|
| 世 話 役 | | 人 | | | | 表-12 |
| 溶 接 工 | | 人 | | | | 表-12 |
| 普 通 作 業 員 | | 人 | | | | 表-12 |
| 諸 雑 費 | | 式 | 1 | | | 表-12 |
| 計 | | | | | | |

備考諸雑費は、酸素およびアセチレン等の費用であり、労務費に表-12の率を乗じた金額を上限として計上する。

表-12 鏡切り工歩掛表 (切断延長1m当り) (A-5-49、表-55-8)

(人/m)

| 種 目 | 土留種類 ライナープレート (t=2.7~3.2mm) | 軽量鋼矢板 | 小型立坑 (鋼製ケーシング) | 鋼矢板 | |
|-----------|-----------------------------------|-------|-------------------|-------|-------|
| | | | | Ⅱ型 | Ⅲ型 |
| 世 話 役 | 0.006 | 0.006 | 0.019 | 0.007 | 0.008 |
| 溶 接 工 | 0.051 | 0.051 | 0.038 | 0.057 | 0.059 |
| 普 通 作 業 員 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.022 | 0.022 |
| 諸 雑 費 | 労務費の5% | | 労務費の10% | | |

B-5 推進設備設置撤去 (A-5-51、C-56)

(1箇所当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|-----------------|------|-----|-----|--------|--------|-------|
| 推 進 設 備 工 | | 箇所 | | | | B-5-1 |
| 推 進 設 備 据 替 工 | | 箇所 | | | | B-5-2 |
| 先 導 管 据 付 撤 去 工 | | 箇所 | | | | B-5-3 |
| 計 | | | | | | |
| 1 箇 所 当 り | | | | | | 計/箇所数 |

備考 推進設備据替え工は必要に応じて計上する。

B-5-1 推進設備工 (A-5-59、D-56-14) (A-5-60、D-56-17)

(1箇所当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|------------|-------------|-----|-----|--------|--------|------|
| 世 話 役 | | 人 | 3.0 | | | |
| 特 殊 作 業 員 | | 人 | 4.0 | | | |
| 普 通 作 業 員 | | 人 | 5.0 | | | |
| 電 工 | | 人 | 1.0 | | | |
| トラッククレーン賃料 | 4.9t油圧伸縮ジャ型 | 日 | 3.0 | | | |
| 諸 雑 費 | | 式 | 1 | | | 端数処理 |
| 計 | | | | | | |

B-5-2 推進設備据替工 (A-5-59、D-56-15) (A-5-60、D-56-18)

(1箇所当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|---------------|------|-----|-----|--------|--------|-----|
| 推 進 設 備 据 替 工 | | 箇所 | | | | |
| 計 | | | | | | |

備考 歩掛りは推進設備工の50%とする。

B-5-3 先導管据付撤去工 (A-5-59、D-56-16) (A-5-60、D-56-19)

(1箇所当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|----------------|-------------|-----|-------|-------|--------|-------------------|
| 世 話 役 | | 人 | 0.8 | | | |
| 特 殊 作 業 員 | | 人 | 0.8 | | | |
| 普 通 作 業 員 | | 人 | 1.6 | | | |
| クレーン装置付トラック運転費 | 4 t積,2.9 t吊 | 時間 | 0.8×T | | | B-1-1 オーガ方式の場合 |
| クレーン装置付トラック運転費 | 4 t積,2.9 t吊 | 日 | 1.0 | | | 機-18 泥上げ方式の場合 |
| 諸 雑 費 | | 式 | 1 | | | 端数処理 |
| 計 | | | | | | |

- 備考 1. 本歩掛りは一体回収の場合であり、分割回収の場合は本歩掛りの1.25倍とする。
2. T:クレーン装置付きトラックの運転日当り運転時間。

B-6 発生土処分工

(1式当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|--------|------|----------------|-----|-------|--------|----------------|
| 発生土処分工 | | m ³ | | | | |
| 仮置き運搬工 | | | | | | B-6-1 or B-6-2 |
| 計 | | | | | | |

- 備考 1. 仮置き運搬工とは、工事現場から仮置き場までの運搬であり、排出土の成状によりダンプトラックまたは強力吸引車を使用する。
2. 発生土処分工とは、仮置き場より処分地までの運搬であり、仮置き場での積込み、運搬及び処分費は別途とする。
3. 排出土量は、注水等により膨張するので切削土量の1.3倍とする。

B-6-1 仮置き運搬工 (ダンプトラック使用)

(1m当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|-----------|------|-----|-----|-------|--------|--------------------------------|
| 一般運転手 | | 人 | | | | |
| 燃 料 費 | 軽 油 | ℓ | | | | kw×燃料消費率×運転時間 運転時間:表-14, 15 |
| ダンプトラック損料 | | 日 | 1 | | | B-6-1-1 |
| タイヤ損耗費 | | 式 | 1 | | | |
| 計 | | | | | | 1日当たり |
| 1 m 当 り | | | | | | 計/推進日進量 |

- 備考 1. 標準として、2t、4tダンプトラックの借上げ方式とする。なおこれにより難い場合は、積上げ方式とすることができる。
2. 軽油、一般運転手の数量は、運転時間に応じて計上する。

表-13 ダンプトラックの車種と積載量 (単位:m³)

| 車 種 | 4 t 車 | 2 t 車 |
|------|-------|-------|
| 砂・土砂 | 2.2 | 1.1 |
| 礫質土 | 2.0 | 1.0 |

表-14 ダンプトラックの車種と運転手及び軽油数量 (1時間当り)

| 車 種 | 4 t 車 | 2 t 車 |
|-----------|-------|-------|
| 運 転 手 (人) | 0.16 | 0.16 |
| 軽 油 (ℓ) | 6.8 | 3.8 |

表-15 ダンプトラックの借上げ基準

| 種別 | 4 t 車 | | 2 t 車 | |
|-----------------------------|-------|---------|-------|---------|
| | 回 数 | 運 転 時 間 | 回 数 | 運 転 時 間 |
| 1日当り掘削土量 | | | | |
| 1.1 m ³ /日以下 | — | — | 1 | 2 |
| 1.1~2.2 m ³ /日以下 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| 2.2 m ³ /日以上 | 2 | 4 | 3 | 6 |

B-6-1-1 ダンプトラック損料

(1日当り)

| 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 | | 日 | 1 | a | | |
| ダンプトラック | | 時間 | H | b | | |
| 計 | | | | | | |

備考 a:供用1日当り損料 b:運転1時間当り損料 H:ダンプトラック1日当り実働時間(時間)

B-6-2 仮置き運搬工(強力吸引車使用)

(1日当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|-----------|-----------|-----|------|--------|--------|---------|
| 特 殊 運 転 手 | | 人 | 0.15 | | | |
| 燃 料 費 | 軽 油 | ℓ | 7.2 | | | |
| 強力吸引車損料 | 3.1~3.5t車 | 時間 | 1 | | | |
| タイヤ損耗費 | | 式 | 1 | | | |
| 計 | | | | | | 1時間当たり |
| 1日当り | | | | | | 計×6.8時間 |

備考1. 強力吸引車の運転日数は、(推進日数+スクリーコンベア類撤去日数)とし、1以上の整数とする。

2. 運転手(特殊)歩掛は次による。

$$\text{歩掛} = 1 / T = 1 / 6.7 = 0.15(\text{人}/\text{h})$$

$$T : \text{運転日当り運転時間} = \frac{\text{年間標準運転時間}(600)}{\text{年間標準運転日数}(90)} = 6.7(\text{h}/\text{日})$$

B-7 既設マンホール坑口工

(1箇所当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|-------------|---------|-----|-----|--------|--------|------|
| 坑口止水器 | | 組 | 1 | | | |
| ケミカルアンカーボルト | M16×L70 | 本 | | | | 表-16 |
| 急結止水セメント | | Kg | | | | 表-16 |
| はつり工 | | 人 | | | | 表-16 |
| 普通作業員 | | 人 | | | | 表-16 |
| 計 | | | | | | |

備考 1. 既設マンホール坑口工は必要に応じて計上する。

2. 止水材は、急結止水セメントとする。

3. マンホール周りに湧水のある場合は、到達坑口の地盤改良のために補足注入を行う。

表-16 既設マンホール坑口工歩掛表

(1箇所当り)

| 呼径(mm) \ 種目 | 止水器 | アンカーボルト(本) | 急結止水セメント(kg) | はつり工(人) | 普通作業員(人) |
|-------------|-----|------------|--------------|---------|----------|
| 150 | 1 | 8 | 11 | 0.3 | 2 |
| 200 | 1 | 8 | 16 | 0.3 | 2 |
| 250 | 1 | 8 | 22 | 0.4 | 2 |
| 300 | 1 | 8 | 28 | 0.4 | 2 |
| 350 | 1 | 12 | 36 | 0.4 | 3 |
| 400 | 1 | 12 | 44 | 0.5 | 3 |
| 450 | 1 | 12 | 53 | 0.5 | 3 |
| 500 | 1 | 12 | 62 | 0.5 | 3 |

備考 上表は1号組立マンホール(壁厚75mm)の場合とする。

B-8 添加材注入工

(1m当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|-------------|------|-----|-----|--------|--------|-------|
| 掘削添加材 | | kg | | | | |
| 添加材注入機械器具損料 | | 式 | 1 | | | B-8-1 |
| 諸 雑 費 | | 式 | 1 | | | |
| 計 | | | | | | |

- 備考 1. 注水のみの場合は計上しない。掘削添加材注入工は、泥土圧方式の場合に計上する。
 2. 添加材注入延長は推進延長とする。
 3. 添加材注入の労力（グラウト機器運転、掘削添加材注入作業等）は、推進作業の編成人員が兼ねるものとし、この工種では計上しない。
 4. 添加材量は推進対象土層の物理試験等により算出する。

《添加材の配合・注入量の算出》

(1)水 1 m³当たりの添加材の使用量

$$U = 1/3 \times (30 - P_{0.075}) \times \alpha \times \beta$$

- ここに、 U : 水 1 m³ 当たりの添加材の使用量 (kg/m³)
 P_{0.075} : 0.075mm 粒径通過百分率。30%以上は 30 とする。
 α : 水質による補正係数
 α=300 (g/g) / 当該水質での飽和吸水倍率 (g/g)
 [飽和吸水倍率] 水道水 : 300~400g/g
 地下水 : 250~350g/g
 海水 : 50g/g
 β : 均等係数 (U_c) による補正係数
 U_c ≥ 4 β = 1.0
 4 > U_c ≥ 3 β = 1.05
 3 > U_c ≥ 2 β = 1.1

(2)地山 1 m³当たりの添加材溶液の注入係数

$$Q = [(30 - P_{0.075}) + (40 - P_{0.25}) + (50 - P_{2.0})] \times 4/5 \times 1/100$$

- ここに、 Q : 地山 1・当たりの添加材溶液の注入係数
 P_{0.075} : 0.075mm 粒径通過百分率。30%以上は 30 とする。
 P_{0.25} : 0.25mm 粒径通過百分率。40%以上は 40 とする。
 P_{2.0} : 2.0mm 粒径通過百分率。50%以上は 50 とする。

(3)添加材溶液の注入量

$$V = S \times Q \times \gamma$$

- ここに、 V : 添加材溶液の注入量 (m³/m)
 S : 切羽 (注入) 断面積 (m²)
 $S = \pi/4 \times (\text{先導体外径} + \text{ゆるみ幅} \times 2)^2$
 Q : 地山 1 m³ 当たりの添加材溶液の注入係数
 γ : 注入損失係数 (1.5~1.8) (細粒分含有率、均等係数による)

表-17 切羽断面積

| 呼び径 (mm) | 先導体外径(m) | ゆるみ幅(m) | S (m ²) |
|----------|----------|---------|---------------------|
| 200 | 0.240 | 0.02 | 0.062 |
| 250 | 0.290 | 0.02 | 0.086 |
| 300 | 0.340 | 0.02 | 0.113 |
| 350 | 0.385 | 0.02 | 0.142 |
| 400 | 0.435 | 0.02 | 0.177 |
| 450 | 0.485 | 0.02 | 0.216 |
| 500 | 0.535 | 0.02 | 0.260 |

(4) 添加材の必要量

$$G=U \times V$$

ここに、 G : 添加材の必要量 (kg/m)
 U : 水 1 m³ 当りの添加材の使用量 (kg/m³)
 V : 添加材溶液の注入量 (m³/m)

上記の算定に基づき、表に3種類の土質の注入量、添加材の量を示す。

注記：1. 上記算定式では細粒分（シルト・粘土等）が30%以上の場合、添加材の使用量が0の結果となるが、諸条件（被水圧、透水係数）から泥土圧方式と判断される場合は、添加材を想定し計上することが望ましい。

2. 土質により必要に応じて添加材の混合率の低い注入を行なう場合がある。
 この場合 0.1kg～0.5kg/200ℓ（添加材/水）とし、注入量は次表を参考とする。

表－18 添加材の推進1m当り土質別・管径別必要数量（参考）

| 呼び径(mm) | P _{0.075} =20% P _{0.25} =30% P _{2.0} >50% | | P _{0.075} =10% P _{0.25} =20% P _{2.0} >50% | |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------|---------|
| | A～C土質 | | D～F土質 | |
| | 注入量(m ³) | 必要量(kg) | 注入量(m ³) | 必要量(kg) |
| 200 | 0.0148 | 0.0493 | 0.0296 | 0.1970 |
| 250 | 0.0205 | 0.0684 | 0.0411 | 0.2737 |
| 300 | 0.0272 | 0.0907 | 0.0544 | 0.3629 |
| 350 | 0.0340 | 0.1135 | 0.0681 | 0.4540 |
| 400 | 0.0425 | 0.1418 | 0.0851 | 0.5671 |
| 450 | 0.0520 | 0.1732 | 0.1039 | 0.6927 |
| 500 | 0.0623 | 0.2077 | 0.1246 | 0.8310 |
| 注入係数：Q | | 0.16 | 0.32 | |
| 注入損失係数：γ | | 1.5 | 1.5 | |
| 水1m ³ 当り使用量：U | | 3.33 | 6.67 | |

B－8－1 添加材注入機械器具損料

(1m当り)

| 種 目 | 形状寸法 | 単 位 | 数 量 | 単 価(円) | 金 額(円) | 摘 要 |
|-----------|---------------------|-----|-----|--------|--------|-----------------|
| グラウトポンプ損料 | 4.0kW | 日 | 1 | | | |
| グラウトミキサ損料 | 2.0kW | 日 | 1 | | | 2槽式 |
| 水 槽 | 1m ³ 貯水槽 | 日 | 1 | | | |
| 潜 水 ポ ン プ | 2.2kw | 日 | 1 | | | |
| 計 | | | | | | 1 日 当 り |
| 1 m 当 り | | | | | | 小 計 / 推 進 日 進 量 |

表－19 添加材の種類（参考）

| 品 名 | 外 観 | お問い合わせ先 | 電 話 |
|----------|--------|-----------|--------------|
| ホリダスミニ10 | 白色粉末状 | 松村石油化成(株) | 078-991-3355 |
| GークイックS | 黄白色粉末状 | 機動建設工業(株) | 06-6453-1857 |

エンビ・ホリゾン推進協会

事務局 〒104-0032

東京都中央区八丁堀 1-9-8

八重洲通ハタビル 三和機材株式会社内

TEL 03-6891-3458 FAX 03-6891-3462

<http://www.envi-horizon.gr.jp>

e-mail : info@envi-horizon.gr.jp