

—礫，玉石破碎・滞水制御型—

アイアンモール® 工法

T P 7 5 S C L

T P 9 5 S - 1 ・ - 2

T P 9 0 S - 1 ・ - 2

泥土圧式小口径管長距離推進工法(オーガ方式1 工程工法)

高耐荷力方式

鋼製さや管方式

設計・技術資料

2023(令和5)年4月

アイアンモール協会

TEL.050-3317-1646

<http://www.ironmole.gr.jp/>

はじめに

アイアンモール工法は、小口径管を開削せずに推進することにより管の地下埋設を工事公害を伴うことなく、安全、迅速かつ高精度で施工するために開発された工法で、1975年施工以来、各地で諸官庁の工事を主体にご採用いただき多くの実績を積んでまいりました。

小口径管推進工法の代名詞的存在となったアイアンモール工法は、その発明の独創性と工事实績が認められ、1981年には「内閣総理大臣発明賞」の荣誉に浴しました。

現在では、

- 「TA500スリムアーク」
- 「TP40SCLアイアンモール」
- 「TP50Sアイアンモール」
- 「TP60Sアイアンモール」
- 「TP80アイアンモール」
- 「TP90Sアイアンモール」
- 「TP75SCLアイアンモールハイパー」
- 「TP95Sアイアンモールハイパー」
- 「TP125Sアイアンモールハイパー」
- 「アイエムリバーズ」

と充実したラインアップにより、広汎な工事条件に適用できる工法として、より多くの現場でご採用いただいております。

本設計・技術資料は、従来のオーガ式1工程式工法の“土質対応の壁”を破るため、多くの新メカニズムが盛り込まれており、普通土から硬質土、さらに、礫・玉石地盤までの幅広い土質に適用できる『TP75SCLとTP95S-1・-2、TP90S-1・-2 アイアンモール工法』について、その特性・機械能力等を正しくご理解頂けるよう作成したものです。

工事設計時、施工計画時等にご活用いただくと共に『TP75SCLとTP95S-1・-2、TP90S-1・-2 アイアンモール工法』のなお一層のご採用をお願い申し上げます。

施工につきましては、アイアンモール工法に精通したアイアンモール協会員にご下命いただきますようお願い申し上げます。

2023年4月

アイアンモール協会
会長 三宅 広一

TP75SCL

TP95S-10-2

TP90S-10-2 アイアンモール工法の技術資料発行に当たって

「TP75SCLアイアンモールハイパー工法」・「TP95Sアイアンモールハイパー工法」・「TP90Sアイアンモール工法」の技術資料は新技術の開発に合わせて改訂版を発行してまいりました。

現在、国土交通省においてオーガ掘削推進工法（1工程式）については積算基準が定められていますが、当協会においては上記工法の拡大発展に合わせ、大型ピンチ弁と掘削添加材を併用した泥土圧方式による滞水砂層推進の確立、ディスクカッタによる玉石混じり層での長距離推進等を実用化してまいりました。

この新技術の歩掛を調査決定するとともに、技術資料についても協会員各社の施工ノウハウをあますところなく、集積、整理、検討し新改訂資料を作成しました。

この新技術資料が設計や施工に携わっている多くの方々に供され、幅広くご活用いただけるよう願っています。

2023年4月

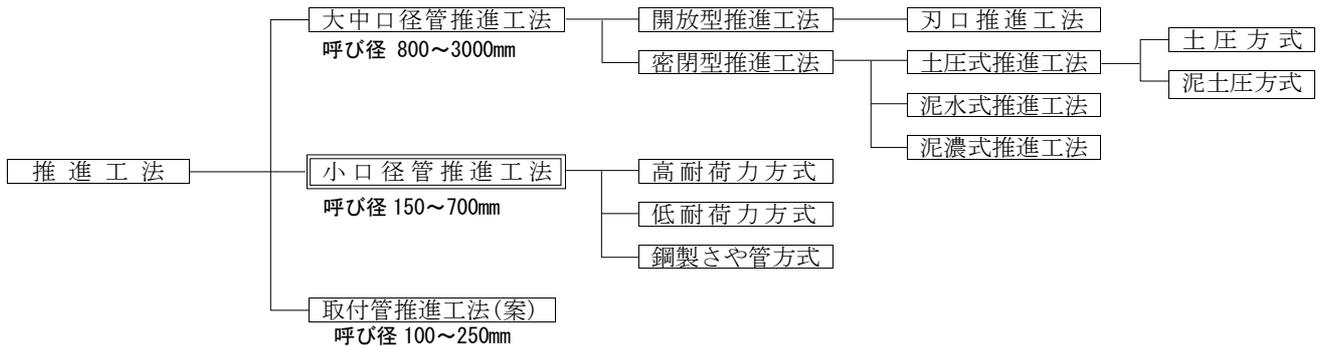
目 次

		1
1	アイアンモール工法の概要	2
1-1	小口径管推進工法の分類	6
1-2	工法の選定法	7
1-3	設計時の土質調査と適用	10
1-4	小口径管推進工法の積算及び推進力を算出するための必要項目	11
2	アイアンモール工法の設計	12
2-1	特長	18
2-2	施工順序	20
2-3	適用土質	22
2-4	礫・玉石の適用条件	23
2-5	許容推進長	24
2-6	推進力の計算	26
2-7	各種推進管の仕様	27
2-8	先導体と鋼管の組合せ表	28
2-9	レジンコンクリート管への対応表	29
3	アイアンモールの工法の仕様	30
3-1	TP75SCLの構造と機能	33
3-2	先導体の分割寸法と重量	34
3-3	TP95S-1の構造と機能	36
3-4	機械寸法と仕様	37
3-5	推進装置の分割寸法と重量	38
3-6	先導体の分割寸法と重量	39
3-7	TP95S-2の構造と機能	41
3-8	機械寸法と仕様	42
3-9	推進装置の分割寸法と重量	43
3-10	先導体の分割寸法と重量	44
3-11	TP90S-1・TP90S-2の構造と機能	46
3-12	機械寸法と仕様	48
3-13	推進装置の分割寸法と重量	49
3-14	先導体の分割寸法と重量	51
4	発進立坑及び到達立坑	52
4-1	立坑設計基準	55
4-2	ライナープレート立坑の注意点	57
4-3	斜め発進参考図	58
4-4	推進反力	59
4-5	最小円形ライナープレート到達寸法	59
4-6	人孔到達寸法	60
4-7	坑口止水	62
4-8	フロアプラン（作業占有面積）	64
5	参考資料	65
5-1	使用電力	66
5-2	岩盤設計・技術資料	74
	<Q&A>	

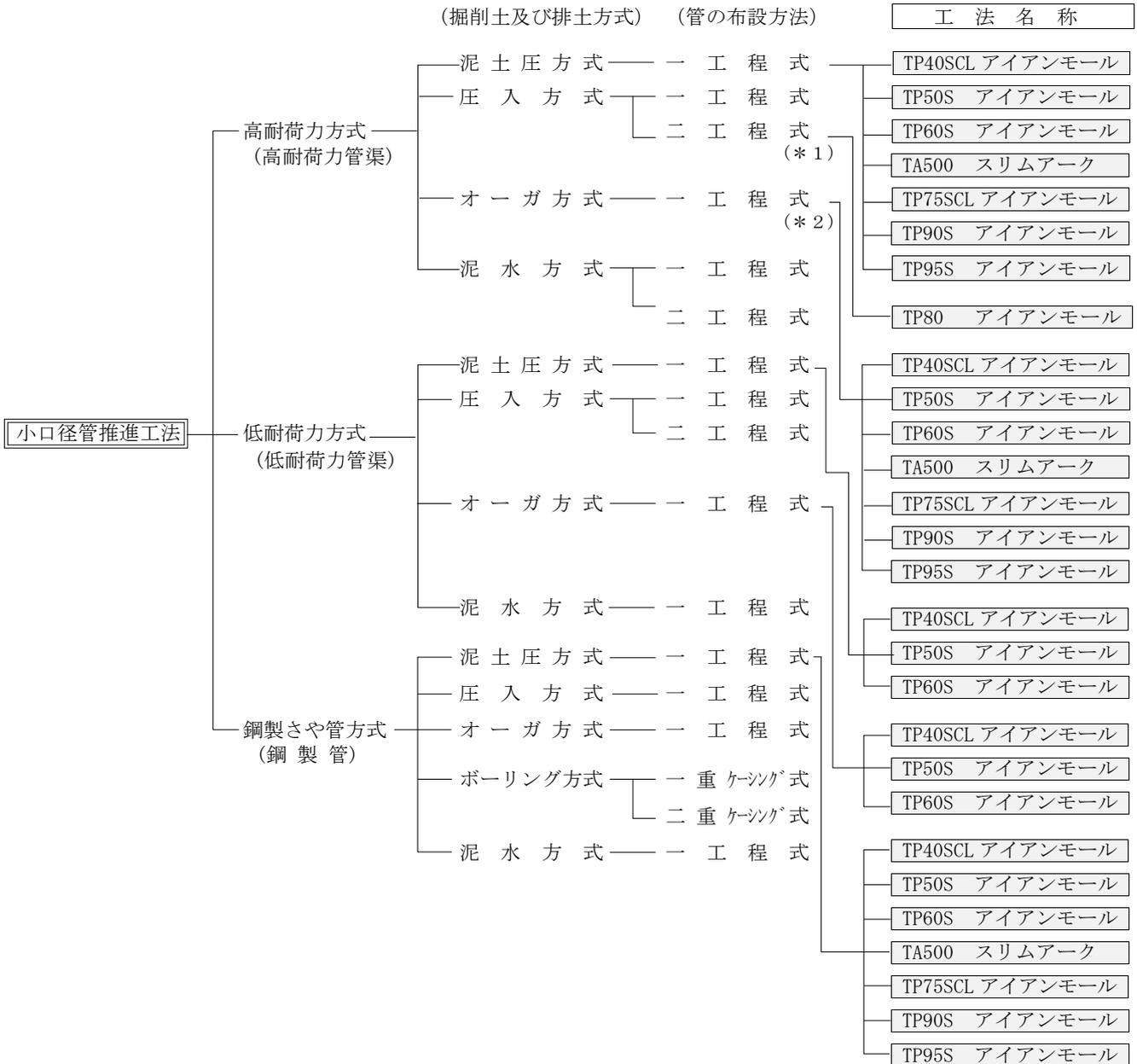
1 アイアンモール工法の概要

1-1 小口径管推進工法の分類

■推進工法の分類 (推進工法は、使用する推進管の呼び径によって中大口径管推進工法、小口径管推進工法に分類され、また、先導体の構造方式、使用する推進管種等によって細分類される。)



■アイアンモール工法の位置付け



注) 国土交通省下水道工事積算基準による工法別の適用土質は下記の通りです。

* 1. 仮管併用推進工法……おおむねN値が20以下の細粒土、砂質土。なお、地下水位の高い砂層等で掘削ヘッドにおいて土砂の流入が予測される地盤には適さない。

* 2. オーガ掘削推進工法…細粒土、砂質土および礫分が50%未満の礫質土。なお、地下水位の高い砂層等で切羽から土砂の流入が予測される地盤には適さない。

(地下水位が高い地盤では、泥土圧方式で設計して下さい。)

大別された主な方式の概要

(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、推進すべき管に直接推進力を伝達して推進する施工方式です。

高耐荷力方式は掘削及び排土方式、管の布設方法等により、次の方式に分類されます。

- (1) 泥土圧方式
- (2) 圧入方式
- (3) オーガ方式
- (4) 泥水方式

1) 泥土圧方式

泥土圧方式は、推進管の先端に泥土圧式先導管を装着し、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の採用により、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す。

適応土質は、粘性土・砂質土の滞水層、硬質土・礫・玉石混じり土で、先導管のカッタヘッドを交換する事により、普通土から玉石層まで対応が出来ます。

推進延長は、掘進駆動源を発進立坑内に置く立坑内駆動方式では100m程度（土質によります）で、先導管内に駆動源を持つ先導体内駆動方式では150m程度（土質によります）です。

*泥土圧工法の利点

- ①切羽が安定しているため地山および地表面への影響が非常に小さい。
- ②広範囲の土質に適応性があります。
- ③土質の変化、互層への適応性があります。
- ④地下水圧の高い地層への対応が可能です。
- ⑤切羽部が密閉されているため、地山の崩壊などの危険性が少ない。
- ⑥狭い作業占有面積での施工が可能です。
- ⑦先導管が水密構造となっており地下水圧にバランスさせて掘削する方式のため補助工法は不要です。

2) 圧入方式

圧入方式には、一般に推進ジャッキを用い直接推進管を推進させる一工程式と、最初に先導体及び誘導管を圧入させた後、これを案内として推進管を推進する二工程式とに分類されます。

- ① 一工程式は、元押ジャッキを用い、先導管により地山を圧密かつ方向修正を行いながら推進管を推進するもので、原則として排土は行ないません。

適応範囲は、粘性土、砂質土でN値15程度までの土質で、一般に推進延長は30m程度。

- ② 二工程式は、一般に軟弱な地盤に多用される。第一工程で、先導体及び誘導管を圧入推進し、第二工程では誘導管後部に拡大カッタを接続し、排土スクリュを装備した誘導管をガイドとして排土しながら推進管を圧入推進する。先導体は遠隔方向制御装置を有し、方向修正が可能です。

適応範囲は、N値0～15程度の土質であり、推進延長は50～60m程度。

3) オーガ方式

オーガ方式は、先導体内にオーガヘッド及びスクリュコンベアを装着し、この回転により掘削排土を行いながら推進管を推進する方式で一般に一工程式である。オーガヘッドで掘削した土砂は推進管内に設置したスクリュコンベア及びケーシングで排土する。また、遠隔方向制御装置を設け方向修正が可能です。

適応範囲は、粘土、シルト、砂、小礫層の土質であり、玉石、礫層にはディスクカッタなどの専用ビットを装備した機種が用いられ、推進延長は一般的な条件の場合で60～70m程度。

(2) 低耐荷力方式

先導体に作用する推進力の初期抵抗を推進力伝達ロッド（ケーシング、スクリュ等）に作用させ、推進管（塩ビ管）には土との管外面抵抗力を軽減する機構を有している推進方式です。

(3) 鋼製さや管方式

鋼製管に直接推進力を伝達して推進し、これをさや管として用い鋼製管内に塩ビ管等の本管を布設する施工方式です（さや管としては鋼管の他にヒューム管も使用されます）。

★一口メモ・用語の説明

路線延長：発進立坑と到達立坑とのマンホール中心間隔。

管渠延長：推進延長と立坑内の管理設（空伏せ）延長の合計。

推進延長：発進立坑がライナープレート、鋼矢板の場合は、それぞれの中心線までの距離。

（掘削延長）（ただし、鋼矢板式立坑の場合は土留め中心までの距離）

土被り：地表から埋設管の管頂までの深さ（距離）をいう。

許容推進延長：管の許容耐荷力と推進抵抗により定まる。推進管の推進可能な延長をいう。

粒径加積曲線：土粒子の粒径の分布状態を求めるために行う操作を粒度試験といい、その結果をグラフに表したものを粒径加積曲線という。

呼び径：推進管径を表すための呼称で、内径の基本寸法。

先導体：推進管の先端に取り付ける掘進機で、方向修正しながら排土する（先導管とも呼ぶ）。

推進装置：発進立坑内に設置し、先導体、ヒューム管を保持、推進する装置。

一軸圧縮強度：主に粘性土の円筒形供試体で側圧を作用させない状態で圧縮した場合の最大圧縮応力をいう。

腹起し：矢板やライナープレート等が土圧や水圧でふくれ出したり、倒れたりしないよう押えのために取り付ける横材をいう。

推進管

推進管は、材質・強度などにより管厚、外径、推進方向の許容耐荷力が異なるため、推進管と先導体の接合性、施工方法の適用性を考慮して用いなければなりません。

(1) 種類

推進工法に用いる小口径推進管には次のようなものがあります。

1) 高耐荷力方式

① 下水道小口径管推進工法鉄筋コンクリート管

日本下水道協会規格 (J S W A S A - 6)

「下水道小口径管推進工法鉄筋コンクリート管」(呼び径 ϕ 200mm \sim ϕ 700mm)

* 管の種類として、従来はⅠ類とⅡ類に区分していたが、外圧強さの高い管も規定する必要が生じたことから、新たに2種を規定し、1種及び2種の区分とした。1種は従来の外圧強さの管で、2種はひび割れ荷重で1種の2倍と設定した。

管体コンクリートの圧縮強度は、 50N/mm^2 { 500kgf/cm^2 }と 70N/mm^2 { 700kgf/cm^2 }の2種類とした。

継手性能の内容は、SJS、SJA、SJBの3種類とし、設計条件によって推進管を選択できるようにした。

② 下水道推進工法用ダクタイル鋳鉄管

日本下水道協会規格 (J S W A S G - 2)

「下水道推進工法用ダクタイル鋳鉄管」(呼び径 ϕ 250mm \sim ϕ 2,600mm)

* 下水道推進工法用ダクタイル鋳鉄管は、圧送用、自然流下用に使用され、推進管は、圧送用に用いる推進管はⅠ類、自然流下用に用いる管はⅡ類となっています。

③ 下水道推進工法用レジンコンクリート管

日本下水道協会規格 (J S W A S K - 1 2)

「下水道推進工法用レジンコンクリート管」(呼び径 ϕ 200mm \sim 1,500mm)

* 下水道推進工法用レジンコンクリート管は、コンクリート管と合成樹脂(繊維強化プラスチック用液状不飽和ポリエステル樹脂)、鉄筋により複合強化したものです。

* 推進管としてRS形・RM形・RT形の3種類があります。

RS形(呼び径 ϕ 200mm \sim ϕ 500mm)

普通条件下で管厚が一番薄く経済的で、外径が1サイズ小さなヒューム管と同じ寸法である。

RT形(呼び径 ϕ 250mm \sim ϕ 1,500mm)

難工事用で管厚、外径ともヒューム管と同じ寸法である。

RM形(呼び径 ϕ 290mm \sim ϕ 1,580mm)

高強度用でヒューム管と外径合わせになっており、管厚が薄い分、実内径が大きい管です。

2) 低耐荷力方式

① 下水道推進工法用硬質塩化ビニール管 (J S W A S K - 6)

② 下水道用強化プラスチック複合管 (J S W A S K - 2)

3) 鋼製さや管方式

① 鋼管 (J I S G 3 4 4 4 他)

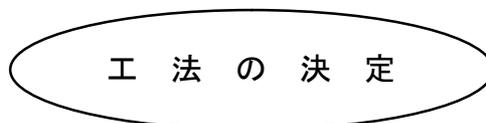
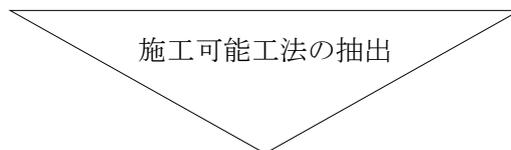
* ご不明な点は各管材メーカーにお問合せ下さい。

1-2 工法の選定法

工 法 選 定 条 件			
① 管種、勾配 呼び径	② 1 スパンの 推進延長	③ 土質と 地下水の関係	④ 特殊条件



詳 細 条 件 (適 用 性 判 定)		
①適用可能管種 ②適用可能呼び径 ③適用可能1スパン推進延長	④適用土質範囲 •土質分類 •N 値 •最大礫径(礫径等) •地下水位(水 圧) •透水係数	⑤特殊条件の検討 •玉石、岩盤掘削対応 •立坑条件、極小口径管対応 •取付管推進対応



- 推進工法の選定は、路線の状況、施工区間の延長、土質条件、線形、その他周囲の施工環境、工期等の諸条件を検討し、必要な補助工法、地下埋設物等の移設等も考慮した安全で確実な施工ができ、かつ経済的な工法を選定しなければならない。
- 特に土質と地下水の関係は施工の難易を大きく左右するので、補助工法との関係も考慮し決定する必要がある。
- 推進延長は施工方法、管の耐荷力、推進反力等種々の条件を考慮し検討する。
- 推進力は、推進延長に対し十分な余裕を見込むことが望ましい。

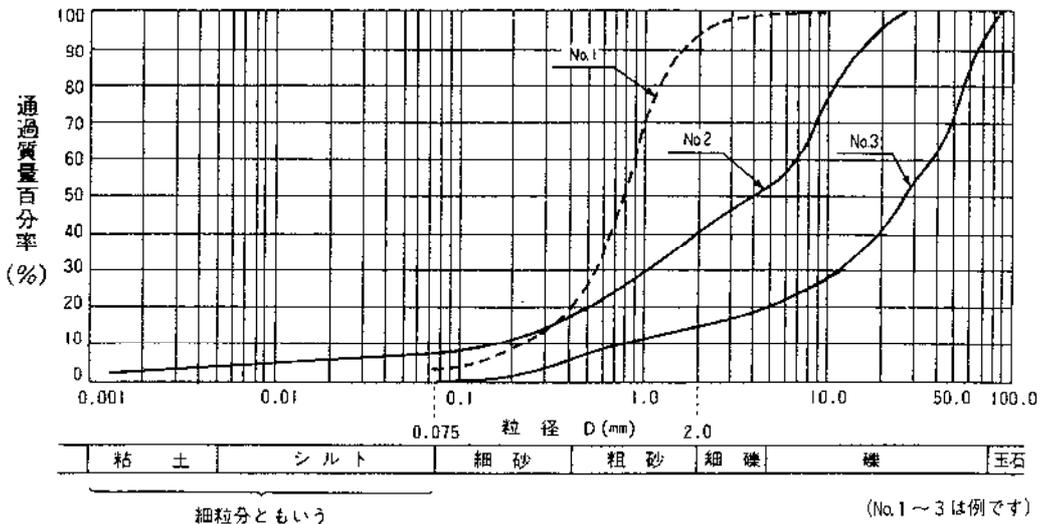
1-3 設計時の土質調査と適用

No.	試験項目	内 容	注 意 事 項
1	標準貫入試験	N値の測定。水位の測定。土質名、現場観察記録を明記して下さい。 (土質柱状図)	推進線部で測定して下さい。 推進の上下1mの範囲は土質の変化を把握するため詳細に測定して下さい。
2	現場透水試験	ボーリング孔を利用して、推進管通過位置での地盤の透水性(透水係数)を把握して下さい。	透水試験は砂、礫、玉石層では必ず測定して下さい。
3	土の粒度試験 (粒径加積曲線)	最大粒径、細粒分(粘土、シルト)の割合、砂礫の割合、均等係数を把握して下さい。	滞水層では特に測定が必要です。
4	礫の岩石物性試験 (一軸圧縮強度試験)	粗大礫(玉石)の形状、寸法の把握と共に、一軸圧縮強度、圧裂引張強度、カサ比重、鉱物量等を把握して下さい。	粗大礫の把握は、標準サンプラーでは小さい為、ベノト・深礎工法等で調査して下さい。
5	室内土質試験等	土の単位体積重量 (γ : kN/m^3) 土の粘着力 (C : kN/m^2) 土の内部摩擦角 (ϕ : 度)	推進距離、反力壁の計算に用います。

- (注) 1. いずれも推進通過位置を基準とするが、推進線上部の層についても把握して下さい。
 2. 立坑築造を検討する場合には、この他の試験も必要となることがあります。
 3. 工法検討の場合は上記No.1～5の試験データを提示下さい。

★一口メモ：粒径加積曲線は工法選定のポイント！

(最大粒径、細粒分、砂礫の割合、均等係数、曲率係数の把握)



注1) 粒度試験の粒度とは

土を構成する土粒子の分布率(重量比)で表したもので、土の分類を行う他粒土組成の10%粒径(D_{10})や20%(D_{20})からは土の透水係数が推測でき、液状化の判定材料にもなる。また、試験から得られる均等係数や曲率係数は盛土材の締め固めの適否判定にも用いられる。粒度組成を表す場合の粒径区分は、0.005mm以下を粘土分、0.005～0.075mmはシルト分、0.075～2mmが砂分、これ以上を礫分に区分している。

注2) 均等係数 U_c $U_c = D_{60} / D_{10}$

均等係数 U_c は、粒径加積曲線の傾度を表し大きくなるほど粒度分布が広い事を意味しており、例えば $U_c = 1$ のとき粒径加積曲線が直立(N_0-1 の例)していることを示し、均等係数が大きくなるにつれて粒度分布は広がる。

一般に U_c が4~5以下の土は「粒度分布が悪い」といい、10以上は「粒度分布が良い」とされている。

注3) 曲率係数 U_c' $U_c' = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$

曲率係数 U_c' は粒径加積曲線のなだらかさ(N_0-2 の例)を示すもので、 U_c' が1~3のときは「粒度分布が良い」としている。すなわち、「粒度が良い」ためには U_c と U_c' の両方が上記の条件を同時に満足する必要があり、その両方又は片方が満足されないときは「粒度が悪い」に属する。

なお、日本統一土質分類では粒度分布の良否を次のように決めている。

$U_c \geq 10$ 、 $1 < U_c' \leq \sqrt{U_c}$: 粒度が良い。

上記以外は、粒度が悪い。

■ 礫・玉石地盤の土質調査について

1. 粗大礫（玉石）の形状寸法
2. 礫の強度
3. 粒度分布（特に細粒分の割合）
4. 鈹物量（石英分）
5. 透水係数

調査が必要です。
〔トンネル標準示方書(シールド編)の土質より〕



推進工法の選定、機種選定検討に当り

1. 礫や玉石は、一般の小口径のボーリング調査で把握できないので、予想される礫、玉石の径を越える大口径ボーリング、ベノト、深礎工法、あるいは試掘等により、礫や玉石の径および含有率、強度等を確認して下さい。
2. 土質調査で、66mmや86mm径のロッドボーリングの場合、礫や玉石は確認できないので、ボーリングで把握された礫径の3倍を最大礫径として下さい。但し、礫や玉石が予想される場合、上記1. 項の調査を実施して下さい。
3. 立坑掘削時の礫特性調査をして下さい。



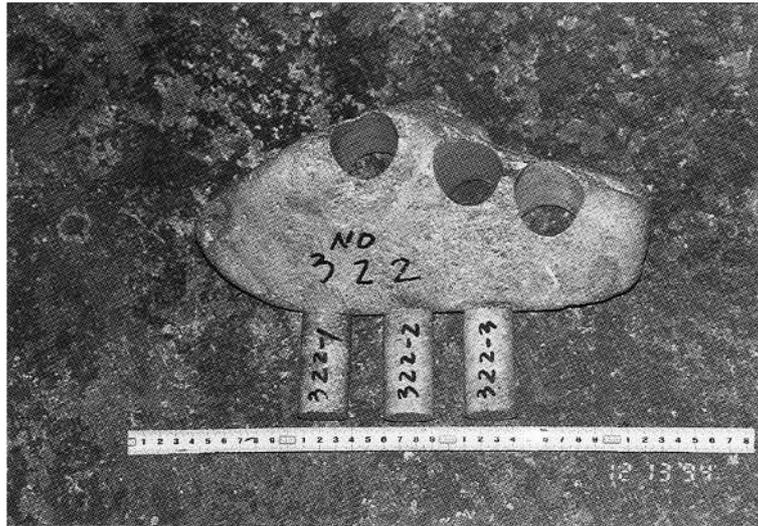
小口径管推進工法でも同様な調査が必要

1. 小口径管推進工法の適用土質
2. 小口径管推進方式選定

工法の選定 → いずれの工法を採用するかは施工環境、施工条件、土質条件など十分に調査し、検討を行い、経済性、安全性などの広い視野から対応して選定し、決定しなければなりません。

★一口メモ：玉石の強度試験は確実に実施して下さい。

[試料削出し状況]



[一軸圧縮試験後の状況]



[岩石物性試験報告書 (参考)]

岩石物性試験報告

下記の通り岩石物性試験を実施したのでその結果を報告します。

1. 岩石採取年月:平成 年 月 日
2. 岩石採取地 :
3. 工事名 :
4. 稼働機械名 :TP90S-2
5. 試験結果

岩石NO	岩石名 サイズ	資料NO	資料寸法		重量 (g)	カサ比重	圧縮荷重 (kg)	一軸圧縮強度 (kg/cm ²)	圧裂荷重 (kg)	圧裂引張強度 (kg/cm ²)
			直径(mm)	長さ(mm)						
363	花崗岩 250 ×220 ×170	1	31.69	66.14	142.0	2.72	10,600	1,343		
		2	31.69	64.49	138.7	2.73	9,000	1,141		
		3	31.69	38.22	82.1	2.71			1,700	107
		4	31.69	37.49	80.3	2.71			2,050	107
364	花崗岩 250 ×210 ×150	1	31.69	65.27	140.1	2.72	8,600	1,090		
		2	31.69	36.99	78.5	2.69			2,000	92
		平均				2.71	9,400	1,191	1,917	102

6. 所見

以上

1-4 小口径管推進工法の積算及び推進力を算出するための必要項目

1. 推進線部の工事条件の検討

① 施工場所（都道府県名）		
② 計画管径	mm	ϕ mm
③ 管長	m	
④ 推進延長	m	
⑤ 土質		
⑥ N値		
⑦ 土被り	m	
⑧ 地下水位GL-	m	
⑨ 互層の有無		
⑩ 発進立坑の種別		ライナープレート (2.7mm・3.2mm)・鋼矢板(Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ)・小型立坑
⑪ 到達立坑の種別		ライナープレート (2.7mm・3.2mm)・鋼矢板(Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ)・小型立坑
⑫ 地下埋設物の確認		
⑬ 既設管(構造物)との間隔		
⑭ インバートとの間隔		
⑮ 設計勾配	‰	
⑯ 到達坑での先導体回収方法		一体回収・分割回収
⑰ その他		

2. 推進線部の土質条件の検討

① 最大礫径(ホーリングデータの3倍)	mm	
② 礫(玉石)の一軸圧縮強度	kN/m ²	
③ 粒土分布 (通過百分率)	礫率	%
	砂分	%
	粘土・シルト分	%
④ 透水係数	cm/sec	
⑤ 均等係数	U _c	
⑥ 曲率係数	U _c '	
⑦ 止水器の有無		
⑧ 滑材の使用有無		
⑨ その他		

3. 推進力の検討

① 計画管種		ヒューム管・塩ビ管・レジン管・鋼管・ダクタイル管・その他
② 単位体積重量	kN/m ³	
③ 内部摩擦角	ϕ /度	
④ 粘着力	kN/m ²	
⑤ 滑材による低減係数値	β	
⑥ その他		

2 アイアンモール工法の設計

TP75SCL

TP95S-1・-2

TP90S-1・-2

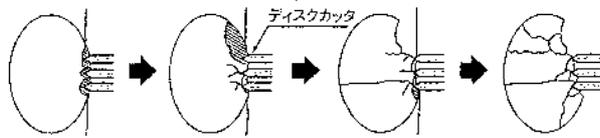
2-1 特長

(1) ディスクカッタにより、砂礫層の推進ができます

岩盤用トンネル機械(TBM)やシールド機械で長年、実績のあるディスクカッタを採用し、礫をカッタヘッド前面で破碎します。さらに、カッタヘッド外周のカッタビットでも礫を破碎するため、砂礫層でも高精度な推進ができます。

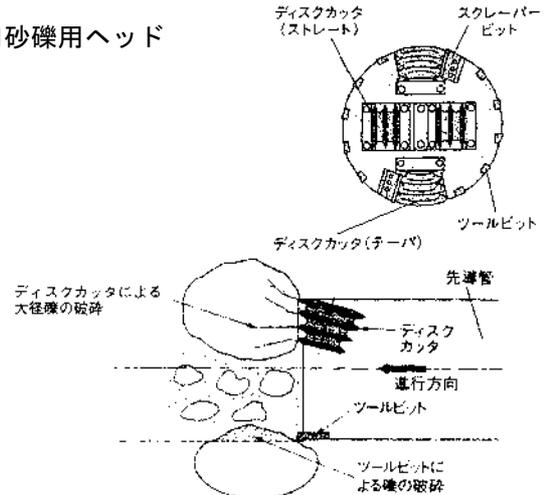
■礫・玉石破碎のメカニズム

ディスクカッタで切羽に向かって礫、玉石を押しえ付け、回転しながら切羽前面で破碎します。玉石は表面剥離や表面破碎を繰り返しながら刃先部からクラックが進行し、破碎されます。



①表面小片に破碎 ②斜線部分が剥離破碎 ③2~3分割に大破碎 ④破碎が進行

■砂礫用ヘッド



■ディスクカッタによる切羽の安定効果

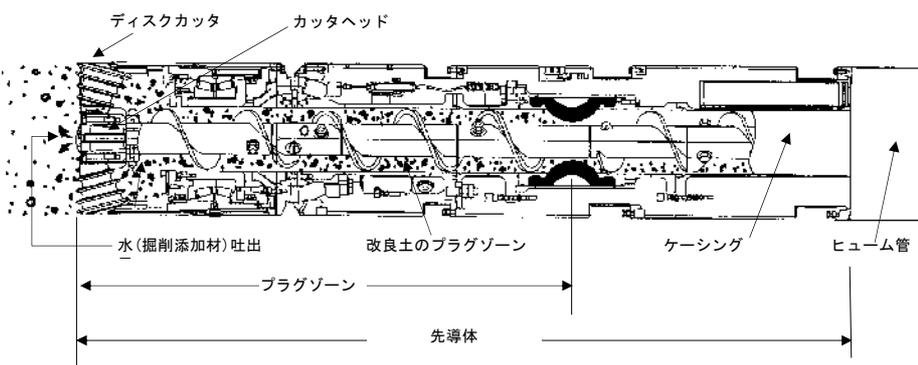
ディスクカッタは、礫を押しえつけながら自転し、その押付け力方向も切羽に対して垂直に近い掘り起こし作用が少なく、切羽の安定性に優れています。

(2) 大型ピンチ弁と掘削添加材の併用による【泥土圧方式】で、崩壊性のある地盤でも推進ができます。

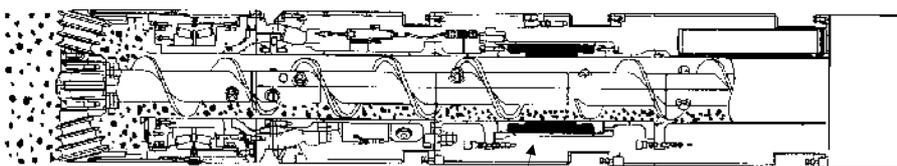
透水係数が大きく、湧水量が多く、地山の粘土・シルト分(細粒分ともいう。)が少ない地盤は、切羽の崩壊を引き起しやすく、精度よく推進することは困難です。

TP75SCLとTP95S・TP90Sで推進する場合は、先導体のカッタヘッド部に掘削添加材を吐出させ、カッタヘッドの回転により掘削土と掘削添加材を混合し、掘削土を改良します。さらに、大型ピンチ弁の開閉により、先導体のカッタヘッドから大型ピンチ弁までのケーシング内に改良した掘削土を充満させ、“改良土のプラグゾーン”を作ります。

この“改良土のプラグゾーン”とカッタヘッド前面の切羽圧をバランスさせる【泥土圧方式】により、排土量や滲水の制御を行い、流砂現象による切羽の崩壊を防止することで切羽の安定を図り、精度のよい推進が可能です。



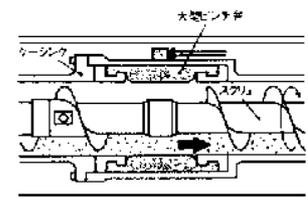
土質改良された掘削土が充満され、ピンチ弁によりプラグゾーンが形成される。



ピンチ弁(エアの圧力により開閉)

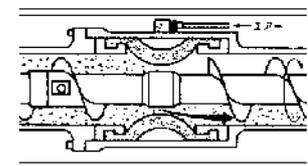
大型ピンチ弁全開状態

土砂の排出路が広く、スクリュの回転により土砂が排出されます。



大型ピンチ弁作動状態

大型ピンチ弁内にエアを注入し、その圧力で任意の状態にすばやく変化させ土砂排出路を狭くし、止水及び排出土の流量制御を行います。



★掘削添加材について

掘削添加材の考え方 [スムーサKM-5]

透水係数が大きく、湧水量が多く、地山の粘土・シルト分（細粒分ともいう。粒径 0.075 mm以下の土）が少ない地盤での推進では、掘削土と水が混合されても細粒分が不足しているために粒土バランスが悪く、スムーズな排土ができません。また地下水のない地盤でも粒度バランスが悪い土質ではスムーズな排土ができません。スムーズに排土するには、掘削土が自由に變形できる性質を持つことが必要です。つまり、わずかな外力の作用によって、土粒子間の結合が容易に破壊され變形し（塑性）、さらに外力が加わると連続的に變形（流動性）しなければなりません。

掘削土がこの塑性流動性を持たない場合、連続的な排土ができず、空隙が生じ、被圧された地下水等が噴発して切羽の崩壊を引き起こしたり、排土のブリッジ現象および礫のかみ込みによるストールが起き、精度のよい推進ができません。

このような塑性流動性を持たない地層をアイアンモールTP75SCLとTP95S・TP90Sで推進する場合、先導体の Cutterヘッド部に掘削添加材を噴出させ、Cutterヘッドの回転により掘削土と掘削添加材を混合し、間隙比が大きく粒度バランスが悪い掘削土を塑性流動性と不透水性を持つ泥土に改良します。さらに、大型ピンチ弁の開閉により、先導体のCutterヘッドから大型ピンチ弁までのケーシング内に改良した掘削土を充満させ、“改良土のプラグゾーン”を作ります。この“改良土のプラグゾーン”とCutterヘッド前面の切羽圧をバランスさせる【泥土圧方式】により、排土量や滞水の制御を行い、流砂現象による切羽の崩壊を防止することで、切羽の安定を図り、精度のよい推進が可能です。

掘削土を塑性流動化させるためには、細粒分の含有率が30%程度必要です。従って、細粒分の含有率が30%未満の地層では、掘削土を塑性流動化させるために細粒分の含有率に応じて不足分を補う必要があります。

掘削添加材の配合・注入計画は、推進する地層の粒度分布、すなわち粒径加積曲線から求められます。

①掘削土の塑性流動性、止水性を向上させる配合計画

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

ここで、 U : 水 1 m³ 当たりの掘削添加材の使用量 (kg/m³)
 P_{0.075} : 0.075 mm 粒径通過百分率、30%以上は 30 とします。
 α : 地下水質による補正係数

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

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 ≥ 1	β = 1.1

【飽和吸水倍率】

水道水	300~400g/g
地下水	250~350g/g
海水	50g/g
(純水)	700g/g

* 処理場で使用する殺菌剤の量等に巾があるため吸収倍率に違いがあります。

* 地下水でも清水や濁水等により吸収倍率に違いがあります。

* 塩分濃度の高い地下水が出ると、スムーサKM-5は正常に機能しなくなります。その場合は耐塩性泥漿材の『海塩耐』の使用を検討する必要があります。

②掘削土の塑性流動性、止水性を向上させる注入計画

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

ここで、 Q : 地山土量 1 m³ 当たりの掘削添加材の溶液注入係数
 P_{0.075} : 0.075 mm 粒径通過百分率、30%以上は 30 とします。
 P_{0.25} : 0.25 mm 粒径通過百分率、40%以上は 40 とします。
 P_{2.0} : 2.0 mm 粒径通過百分率、50%以上は 50 とします。

③掘削添加材の注入量

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

ここで、 V : 掘削添加材の注入量 (m³)
 S : 切羽断面積 (m²)
 L : 推進距離 (m)
 Q : 地山土量 1 m³ 当たりの掘削添加材の溶液注入係数
 γ : 注入損失係数 (1.5~1.8)

注入損失係数参考例

滞水層及び礫、玉石混り土[A]・[B]	1.5~1.6
礫、玉石混り土[C]・[D]	1.7~1.8

上記は参考で、透水係数・パインダ分・圧裂強度等により検討いたします。

$$S = \frac{\pi}{4} \times [\text{先導体外径} + (\text{余掘量} \times 2)]^2$$

呼び径 (mm)	250	300	350	400	450	500	600	700
S (m ²)	0.14	0.18	0.22	0.27	0.33	0.38	0.53	0.69

④掘削添加材の必要量

余掘量 (m) = 0.02

G = U × V ここで、 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)

★泥土圧バランス方式かオーガ方式かを選択する判断目安
 ・粘土・シルト分が30%未満の場合、切羽の崩壊性があると判断し、**泥土圧方式**を推奨
 ・粘土・シルト分が30%以上の場合、切羽の崩壊性がないと判断し、**オーガ方式**を推奨
 但し、粘土・シルト分以外の要因で方式を決定することがありますので、
 アイアンモール協会にお問い合わせ下さい。

掘削添加材の考え方 [海塩耐] (案)

海水域での推進抵抗を効果的に軽減できる耐塩性泥漿材です。

* 従来より泥漿材にはベントナイトがよく用いられていますが、ベントナイトは海水やセメントが混入すると凝集をおこし濾水量が多くなり泥漿材としての物性が維持困難になります。また、これまでの高分子ポリマー系各種泥漿材や添加材についても海水域ではその効果が著しく低下します。耐塩性泥漿材海塩耐は、これらの欠点を解決すべく、海水域に於いて、掘削土に適度の粘性を与えて塑性流動化し、スムーサKM-5を用いた場合と同様の泥土圧方式としてスムーズな施工を可能にします。

* 特徴

1. 溶液に微量の泡を含ませる事により、流動性に優れたプラグゾーンを容易に形成できるので、塑性流動性の悪い地層での掘削土砂の排土がスムーズにできます。
2. 海水を用いても使用できる材料の組み合わせにすることにより、清水の確保の心配がありません。

①掘削土の塑性流動性、止水性を向上させる配合計画

$$U = \frac{5}{3} \times (30 - P_{0.075}) \times \beta$$

- ここで、 U : 水 1 m³ 当たりの掘削添加材の使用量 (kg/m³)
 P_{0.075} : 0.075 mm 粒径通過百分率、30% 以上は 30 とします。
 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 ≥ 1 β = 1.1

②掘削土の塑性流動性、止水性を向上させる注入計画 (前頁のスムーサKM-5 と同式)

③掘削添加材の注入量 (前頁のスムーサKM-5 と同式)

④掘削添加材の必要量 (前頁のスムーサKM-5 と同式)

各掘削添加材の使い分けについて

No.	項目	スムーサKM-5 KM-5	海塩耐 KA-SA	備考
1	適用	普通土～滞水砂礫層	耐塩性掘削添加材	地盤に対して選択
2	効用/特徴	・吸水余力が充分にあるので、急激な水圧変化・掘削土砂の透水性の変化に瞬時に対応可	・非イオン系材料等を用いているため、海水での凝集・沈降がない。	塩濃度0.1%以上を含んでいる場合：海塩耐を使用 (海塩耐以外の掘削添加材では不可)
3	攪拌直後の粘度	1,500mPa・s (1 kg/200 L)	2,800mPa・s (5 kg/200 L)	マルチブレンダーで充分攪拌可
4	送泥ホース	1 インチ以上		
5	配合	0.5～2.5kg/200 L	標準5kg/200 L	一括投入でもマロ発生しない
6	梱包、荷姿	0.5kg*20袋=10kg/箱	5kg*2袋=10kg/箱	全て 10 kg/箱

各滑材の使い分けについて

No.	項目	パイプコート KS-S1	グラベルパイプコート KS-S2	耐塩パイプコート KS-S4	備考
1	適用	標準滑材	砂礫用滑材	耐塩性滑材	地盤に対して選択
2	効用/特徴	・強い粒状弾性体を用いているため、ベアリング効果で摩擦軽減を發揮する。 ・産業廃棄物に指定されているベントナイトを一切使用していないので環境に優しい。	・管へのベアリング量をパイプコートより5～6倍多くする事により減摩効果が更に得られる。 ・添加量が少量なので作業性が良い。	・非イオン系材料等を用いているため、海水での凝集・沈降がないので滑材効果を十分に發揮できる。 ・海水を用いても作液できる。	塩濃度 0.1%以上含まれている場合：耐塩パイプコートを使用。 (耐塩パイプコート以外の滑材では不可)
3	性状	粘度 700mPa・s pH 7～8	1,100mPa・s 7～8	800mPa・s 7～8	マルチブレンダーで充分攪拌可 中性
4	送泥ホース	3/8インチ以上		3/8インチ以上	
5	標準配合	2.5kg/200L	1kg/200L	2.5kg/200L	一括投入でもマヨ発生しない
6	梱包、荷姿	2.5kg*4袋=10kg/箱	1kg*10袋=10kg/箱	2.5kg*4袋=10kg/箱	

滑材の適用範囲と減摩特性

No.	商品名	配合 水200L 当り の添加量 (標準)	地 盤							砂礫地盤における低減係数 室内テスト結果(滑材なし：1.0)	
			シルト ・粘土	砂			砂礫				共通
				無水	滞水(少)	滞水(多)	無水	滞水(少)	滞水(多)		
1	パイプコート	2.5 kg	○	◎	◎	◎	○	○	△	×	最大静止 摩擦力比 0.70
2	グラベル パイプコート	1.0 kg	○	○	○	○	◎	◎	◎	×	0.41
3	耐塩 パイプコート	2.5 kg								◎	未測定

◎：非常に適している ○：適している △：やや適している ×：不満

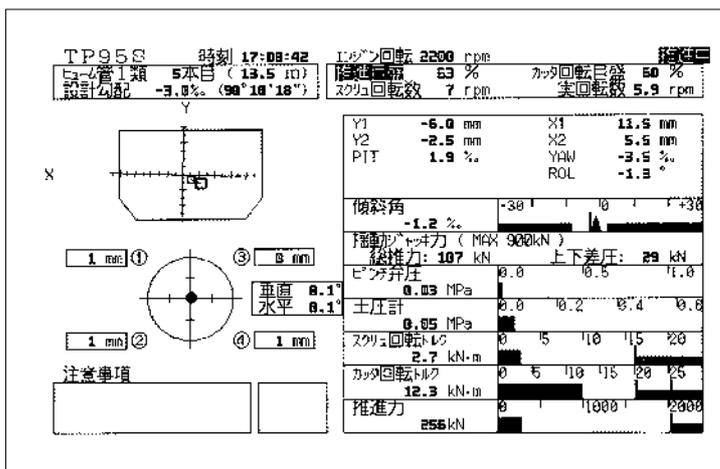
分析結果報告書				
		第F9911040号		
		株式会社 日新環境調査センター		
		〒230843 東京都世田谷区新町1-18-2		
		平成11年11月16日		
●試料名：グラベルコート ●分析年月日：平成11年11月8日～平成11年11月16日				
上記試料に対する分析の結果を下記のとおり報告します。				
分析項目	単位	分析結果	定量限界	分析方法
(海州試験)		(昭和48年報告第13号)		
鉛水銀	mg/l	不検出	0.0005	昭和48年報告第9号附表1
カドミウム	mg/l	不検出	0.01	JIS K 0102 55.1
鉛	mg/l	不検出	0.01	JIS K 0102 54.2
有機磷	mg/l	不検出	0.1	昭和49年報告第64号附表1
六価クロム	mg/l	不検出	0.05	JIS K 0102 65.2.1
硫酸	mg/l	不検出	0.01	JIS K 0102 61.2
シアン	mg/l	不検出	0.1	JIS K 0102 98.1 25.98.3
セレン	mg/l	不検出	0.01	JIS K 0102 67.2
備考：各試料の全量試料は分析用試料を分取し、試料の水を標準濃度(10%)の割合で完全に溶解するまでは十分に攪拌し、正確に測定し、正確に測定した結果を報告いたします。				

安全性確認の一例※コマツでは滑材・添加材の安全性の確認を実施しています。上表は結果報告書の一部概略です。

(3) カラー液晶表示により推進データを集中管理します。

大型の見やすいカラー液晶画面(LCD)に、各種推進データをグラフィックならびに数値で表示します。使い勝手に優れ、地山の変化などその時々状況に応じた対応が迅速に行えます。

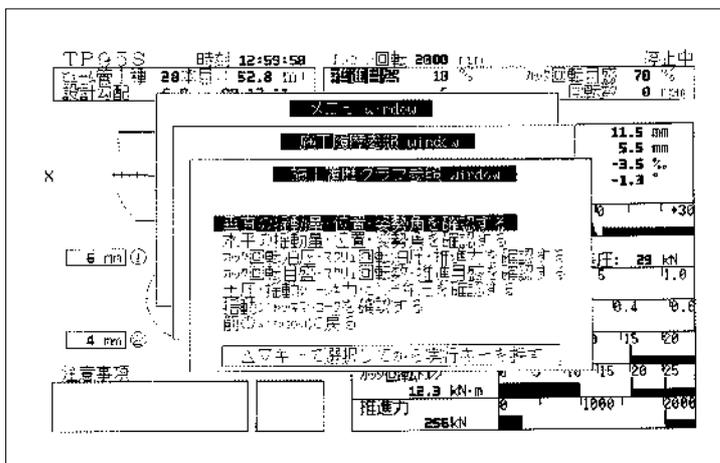
(TP90S-1は除く)



(4) 施工履歴をメニューウインドウ画面で検索ができます。

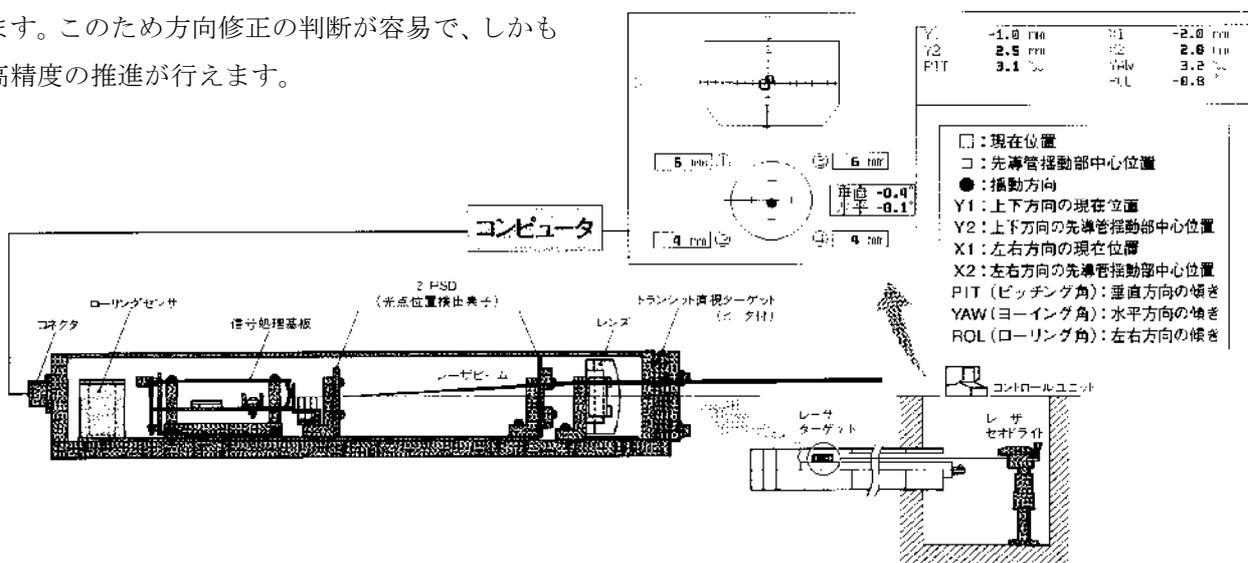
推進状況のデータは、センサとコンピュータで自動計測・演算処理。メニューウインドウ画面の検索により、リアルタイムで施工履歴(位置・姿勢角、垂直および水平の揺動量、ピンチ弁圧、カット回転油圧、推進力など)をグラフおよび表により14~22パターンまで表示します。

(TP90S-1は除く)



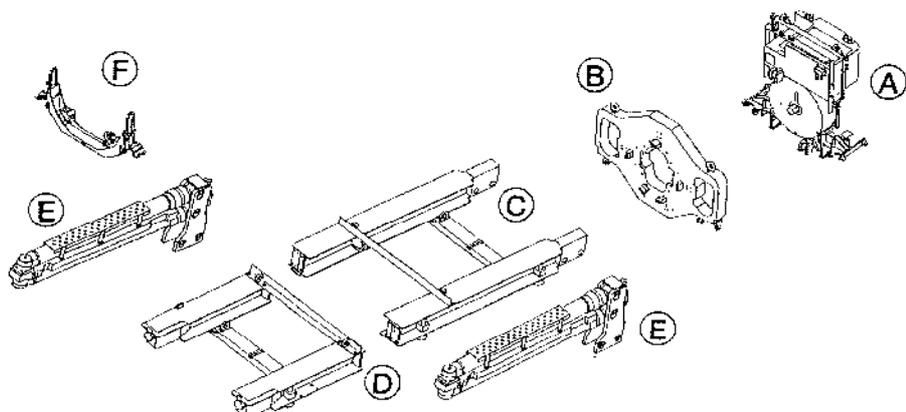
(5) レーザターゲットで正確な検出、予測が行えます。

コマツ独自の開発によるレーザターゲット(2枚ターゲット方式)を標準装備。先導体の現在位置とその姿勢がコントロールユニットに表示されます。このため方向修正の判断が容易で、しかも高精度の推進が行えます。



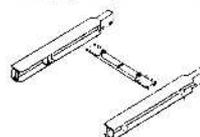
(6) 搬入は小さな開口部からでもOKです。

推進装置はコンパクトな設計。また、分割できるため小さな開口部（発進立坑の投入口）からでも搬入・据付けが行えます。(TP90S-2・TP95S-1)



	寸法 (mm)			重量	重量
	幅	長さ	高さ	(kg/ヶ)	(kN/ヶ)
A 駆動装置	1310	755	1360	760	7.5
B 押板	1580	366	1090	1090	10.7
C,D 架台(前,後部共)	1500	1985	370	500	4.9
E 推進ジャッキ	300	1400	845	875	8.6
F 管受台	1060	515	250	65	0.6

C,Dは下記のように細分割も可能です。



(7) 運転操作が簡単

コントロールユニットに計測値表示部・運転操作レバー・スイッチ類が集中化(TP75SCLとTP90S-2・TP95Sではタッチパネル方式を採用)されているため、操作が正確に簡単にすばやく行えます。また立坑内のリモートコントロールボックスで主要な操作が行え、管接続作業が手元で効率的に実施できます。コントロールユニットは推進装置とは別置きのため立坑外の他、立坑内の腹起し、切梁を利用して設置できるため、スペースの有効活用ができます。

(8) 先導体はマンホールでの回収もできます。

先導体は分割ができ、マンホールからの回収も可能です。

(単位: mm)

TP75SCL		TP95S-1・-2		TP90S-1・-2	
適用ヒューム管径 (呼び径)	回収可能マンホール (内径寸法)	適用ヒューム管径 (呼び径)	回収可能マンホール (内径寸法)	適用ヒューム管径 (呼び径)	回収可能マンホール (内径寸法)
φ350	2号人孔(φ1,200)	φ350	2号人孔(φ1,200)	φ250~φ300	1号人孔(φ900)
φ400~φ500	3号人孔(φ1,500)	φ400~φ500	3号人孔(φ1,500)	φ350~φ450	2号人孔(φ1,200)
		φ600~φ700	4号人孔(φ1,800)	φ500~φ700	3号人孔(φ1,500)

注1) 供用を開始しているマンホールからの分割回収は作業環境の面から設計を見合わせて下さい。

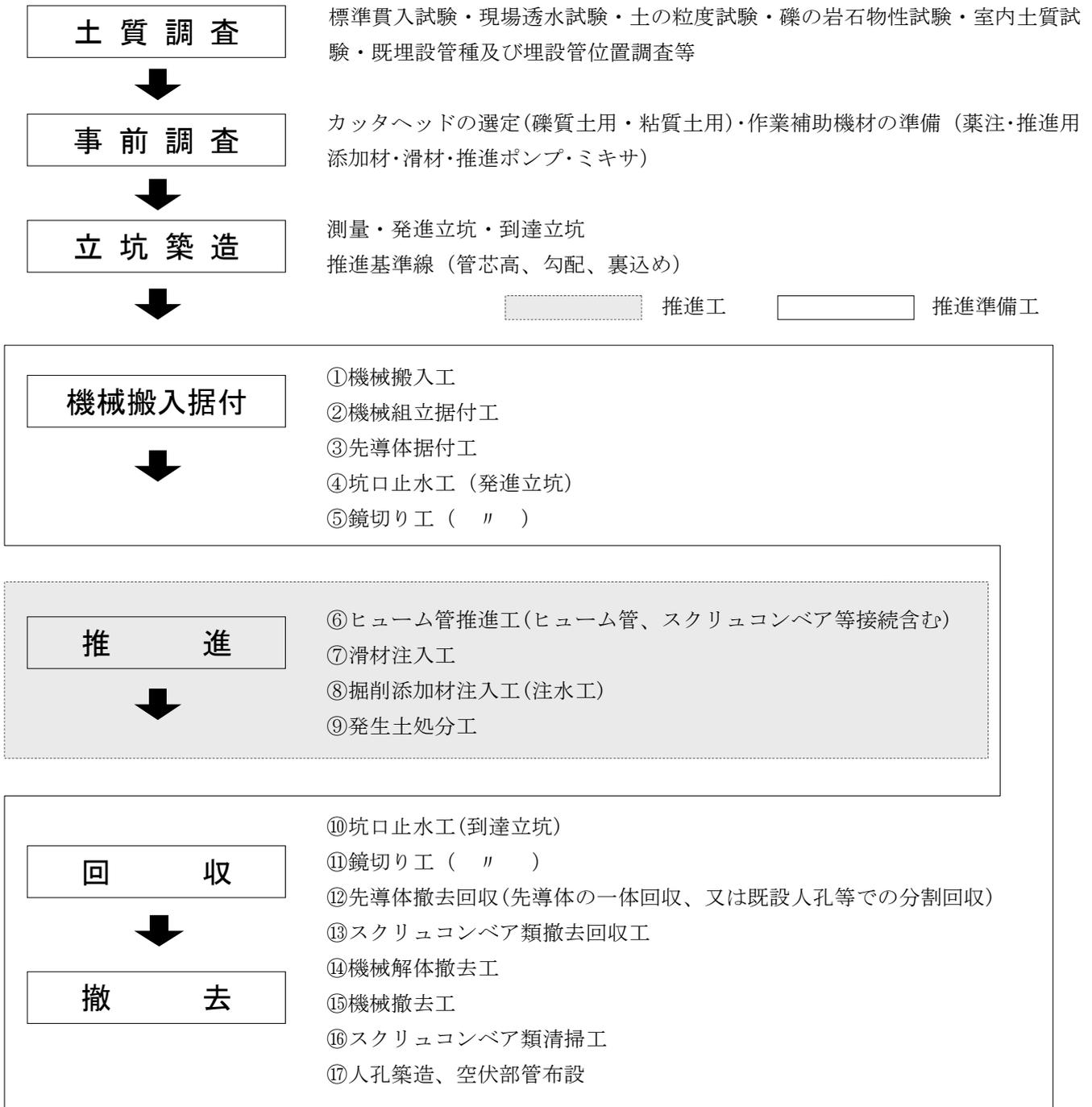
注2) 内径寸法は片到達・止水器無しでの寸法です。

(9) 方向修正が容易です。

方向修正は先導管カッタ部を上下左右4本の揺動シリンダにより、上下左右に首を振ることにより行ないます。揺動量と方向は、ポテンションメータで正確に検出されますので、360°任意の方向(斜めも可能)へ、任意の量だけ設定することができます。

2-2 施工順序

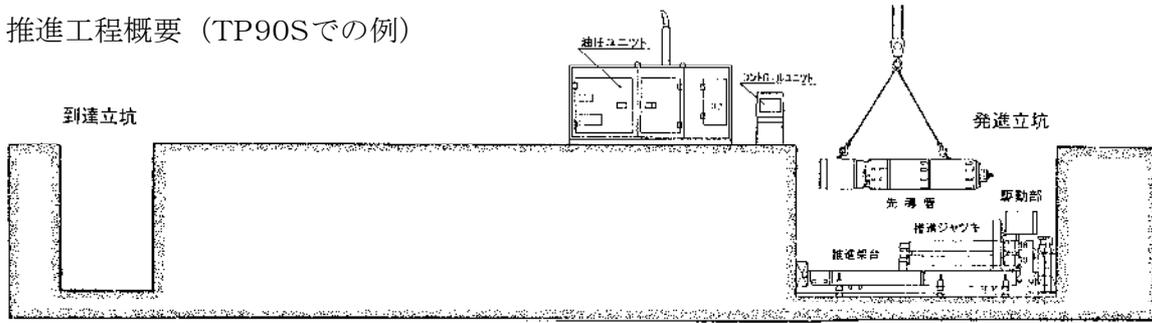
● 施工手順



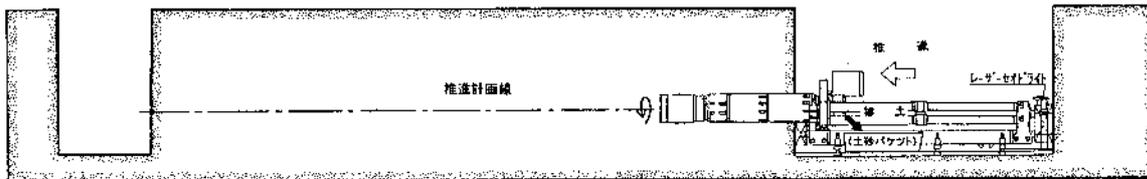
TP75SCLとTP95S・TP90Sの標準工程

工種	内容	日数	
準備工	立坑掘削完了後より推進開始まで	6日	
推進工		推進延長÷日進量	
方向転換	1つの立坑で2方向に推進する場合に1方向推進完了時より2方向推進開始まで	4日	
推進設備移設工	立坑間の移動	1日	
後片付け	推進完了後より推進設備撤去・器具清掃まで(推進延長により変動します)	一体回収 4日	分割回収 5日

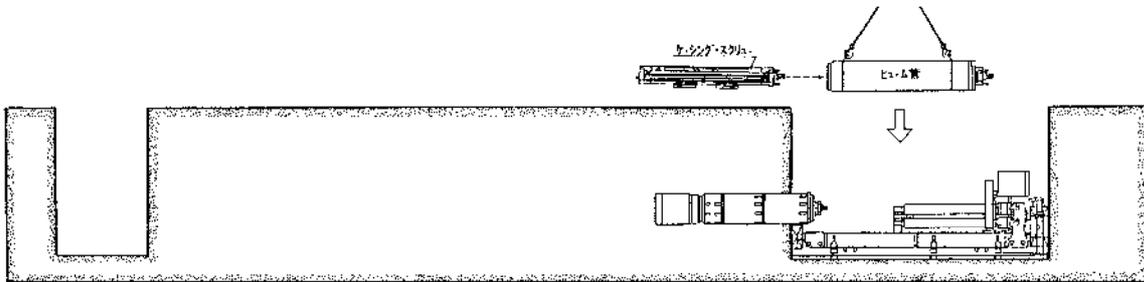
● 推進工程概要 (TP90Sでの例)



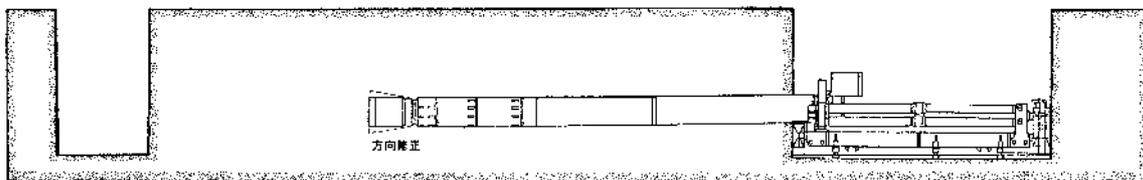
① 推進装置と先導管をセットします。(地下水の有る地盤では止水器を取り付けます。)



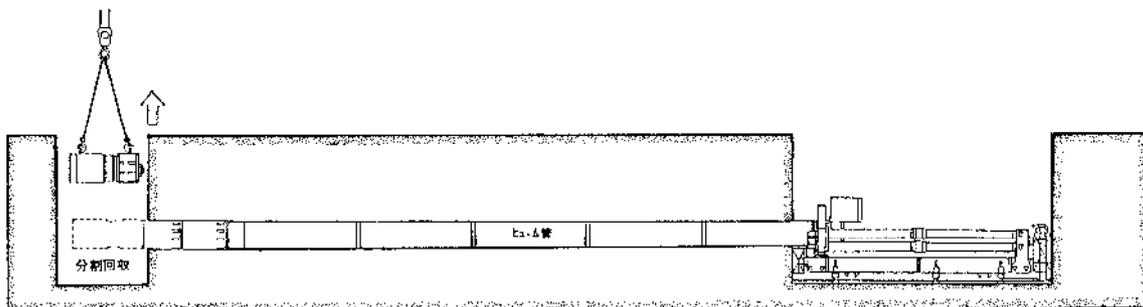
② カッタを回転させ、発進立坑内の土砂バケットに排土しながら推進します。



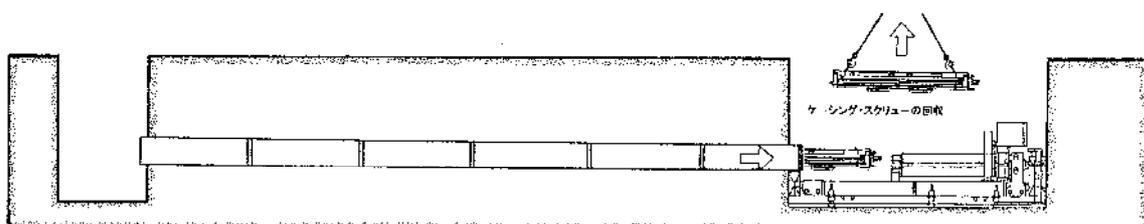
③ 駆動部を後退させ、ヒューム管(ケーシング・スクリーンを内蔵)を接続します。



④ ②～③の作業を繰り返し、コマツ独自の開発によるレーザ計測で正確な「方向」・位置検出がコントロールユニットへリアルタイムで表示され把握出来るので、推進計画線に沿って方向修正しながらヒューム管を埋設し、先導管を到達坑に到達させます。



⑤ 先導管を到達坑から回収します。(到達が既設・最小寸法の場合は分割回収となります。)



⑥ ヒューム管内のケーシング・スクリーンを発進立坑側に引き抜き、順次回収します。

2-3 適用土質

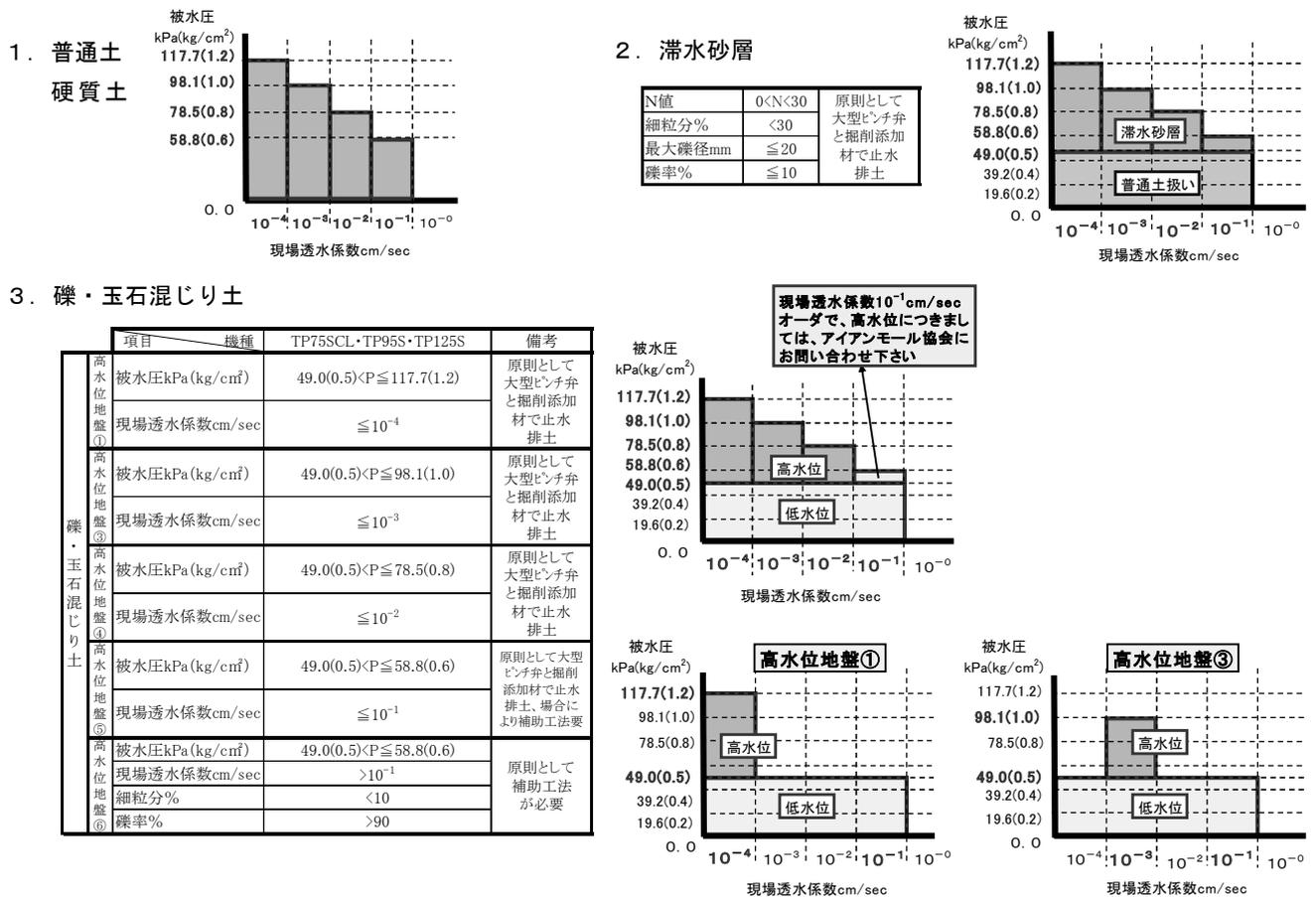
設計・技術資料や積算資料に記載の適用土質以外の、例えば、杭や流木についての施工はカッターヘッドでの施工能力や先導体の精度維持の観点から対応不可です。盛土につきましては混在している異物等や先導体の精度維持の観点から薬注併用を推奨することがあります。

アイアンモールTP75SCLとTP95S・TP90Sは、下表のように従来のオーガ式一工程小口径管推進機に比べて、『普通土、硬質土から礫・玉石混り土』まで幅広い範囲の土質に適用できる工法です。

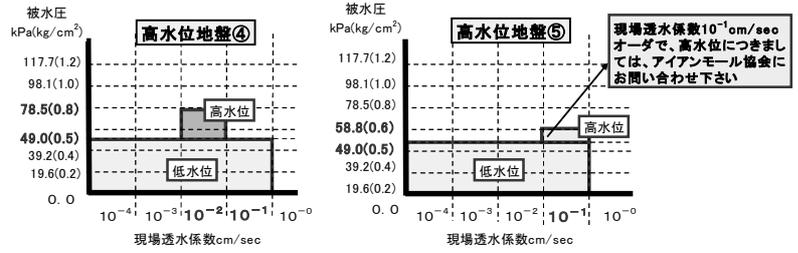
TP75SCLとTP95Sアイアンモール工法の適用土質と対応			
土質分類	土質対応条件		水の対応
腐植土			原則として補助工法必要
粘質土	3 ≤ N ≤ 50		N < 3 は原則として補助工法必要
滞水砂層	低地水盤位①	被水圧 ≤ 49.0kPa (0.5kg/cm ²) 細粒分 ≥ 30% 礫率 ≤ 60%	原則として大型ピンチ弁で止水
	低地水盤位②	被水圧 ≤ 49.0kPa (0.5kg/cm ²) 細粒分 ≥ 10% 礫率 ≤ 90%	原則として大型ピンチ弁と掘削添加材で止水排土
礫・玉石混り土	高水位地盤	別表をご参照下さい。	
岩盤層	堆積岩 火成岩 変成岩	適用管径 一軸圧縮強度 φ 250～φ 300 19.6MN/m ² (200 kg/cm ² 以下) φ 350～φ 700 78.4MN/m ² (800 kg/cm ² 以下) 一軸圧縮強度が 78.4MN/m ² (800 kg/cm ²) を超える場合は土質データを収集の上アイアンモール協会専門担当による個別対応 検討とします。 ※堆積岩のうち珪質砂岩やチャート岩など磨耗の大きいものは火成岩に該当させる。 ※岩盤層での検討は岩盤積算資料を参照して下さい。	強風化岩： 掘削添加材の使用 軟岩以外： スライム対策の実施
			ディスクカッター

- (注1) 部分的に土質が異なり、適用せざるを得ない場合も含めてありますが、条件が異なる場合は検討を要します。
 (注2) N値の変動が大きい互層地盤やN値が著しく異なる層境付近の推進では、方向制御が困難となるため補助工法(薬液注入または噴射・攪拌工法等)による地盤改良を必要とすることがあります。
 (注3) 礫・玉石混り土での施工は、礫・玉石の径、含有率、一軸圧縮強度、礫質、鉱物成分、鉱物量と推進管径によって制約を受けるため、検討を必要とします。(22ページ)
 (注4) 掘削添加材の必要量は13頁を参照して下さい。

<別表> TP75SCL・TP95S 適用被水圧



注1) 適用範囲内でも他の条件次第では、条件付きや推奨不可の場合もありますので、アイアンモール協会にご相談下さい。
 注2) 適用範囲を超える場合もアイアンモール協会にご相談下さい。

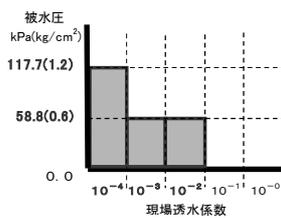


TP90Sアイアンモール工法の適用土質と対応				
土質分類	土質対応条件		水の対応	礫・玉石対応
腐植土			原則として補助工法必要	—
粘質土	$3 \leq N \leq 50$		$N < 3$ は原則として補助工法必要	—
滞水砂層	低地水盤位①	被水圧 $\leq 49.0 \text{ kPa}$ (0.5 kg/cm^2) 細粒分 $\geq 30\%$ 礫率 $\leq 60\%$	原則として大型ピンチ弁で止水	ディスクカッタ
	低地水盤位②	被水圧 $\leq 49.0 \text{ kPa}$ (0.5 kg/cm^2) 細粒分 $\geq 10\%$ 礫率 $\leq 90\%$	原則として大型ピンチ弁と掘削添加材で止水排土	ディスクカッタ
礫・玉石混じり土	高水位地盤	別表をご参照下さい。		
岩盤層	堆積岩	適用管径 一軸圧縮強度 $\phi 250 \sim \phi 300$ 19.6 MN/m^2 (200 kg/cm^2 以下) $\phi 350 \sim \phi 700$ 78.4 MN/m^2 (800 kg/cm^2 以下) 一軸圧縮強度が 78.4 MN/m^2 (800 kg/cm^2) を超える場合は土質データを収集の上アイアンモール協会専門担当による個別対応検討とします。 ※堆積岩のうち珪質砂岩やチャート岩など磨耗の大きいものは火成岩に該当。 ※岩盤層での検討は岩盤積算資料を参照して下さい。	強風化岩： 掘削添加材の使用 軟岩以外： スライム対策の実施	ディスクカッタ
	火成岩 変成岩			

- (注1) 部分的に土質が異なり、適用せざるを得ない場合も含めてありますが、条件が異なる場合は検討を要します。
 (注2) N値の変動が大きい互層地盤やN値が著しく異なる層境付近の推進では、方向制御が困難となるため補助工法(薬液注入または噴射・攪拌工法等)による地盤改良を必要とすることがあります。
 (注3) 礫・玉石混じり土での施工は、礫・玉石の径、含有率、一軸圧縮強度、礫質、鉱物成分、鉱物量と推進管径によって制約を受けるため、検討を必要とします。(22ページ)
 (注4) 掘削添加材の必要量は13頁を参照して下さい。

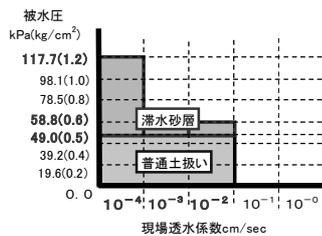
<別表> TP90S 適用被水圧

1. 普通土
硬質土



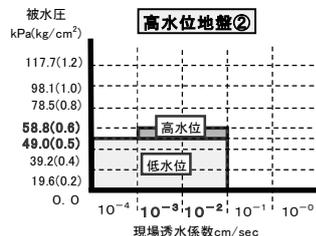
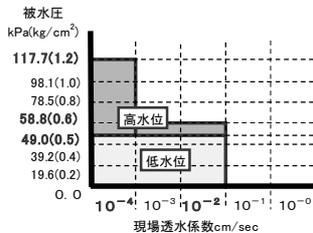
2. 滞水砂層

N値	$0 < N < 30$	原則として大型ピンチ弁と掘削添加材で止水排土
細粒分%	≤ 30	
最大礫径mm	≤ 20	
礫率%	≤ 10	



3. 礫・玉石混じり土

項目	機種	TP90S		備考
		TP60S	TP90S	
高水位地盤① 礫・玉石混じり土	被水圧kPa(kg/cm ²)	$\leq 117.7(1.2)$		原則として大型ピンチ弁と掘削添加材で止水排土
	現場透水係数cm/sec	$\leq 10^{-4}$		
高水位地盤②	被水圧kPa(kg/cm ²)	58.8(0.6)		原則として大型ピンチ弁と掘削添加材で止水排土
	現場透水係数cm/sec	$\leq 10^{-2}$		



注1) 適用範囲内でも他の条件次第では、条件付きや推奨不可の場合もありますので、アイアンモール協会にご相談下さい。
 注2) 適用範囲を超える場合もアイアンモール協会にご相談下さい。

2-4 礫・玉石の適用条件

	TP75SCL φ 350	φ 400	φ 450	φ 500	—	—	TP90S-1・TP90S-2 (φ 250～φ 700)
	TP95S-1 φ 350	φ 400	φ 450	φ 500	φ 600	φ 700	
	TP95S-2 φ 350	φ 400	φ 450	φ 500	φ 600	φ 700	
礫径 50 mm以上の含有率	30mm 以上は 40%以下 (φ 350～450)		50mm 以上は 45%以下 (φ 500～700)		35%以下		
適用 礫・玉石 径	呼び径の100%以下[φ 350～600] 呼び径の 80%以下[φ 700]					呼び径の 50%以下 [φ 250～φ 700]	
礫 率	90%以下					60%以下	
礫・玉石の強度	196000kN/m ² 以下 (2,000kg/cm ²) 以下					147000kN/m ² (1,500kg/cm ²) 以下	
現場透水係数	前項をご参照下さい						
被水圧							

- 崩壊性の高い土質は透水性に富んでおり、詳細に検討を必要とします。
- 礫・玉石の一軸圧縮強度が上記の数値以下でも石英分(鉱物)の多い砂礫・玉石層の場合等はディスクカッタの摩耗を考慮して検討する必要があります。

★一口メモ：土被り

推進工法における必要最小土被りは、掘削断面、土質条件、周辺の構造物や埋設物及び施工方法を考慮して、十分なものとしなければなりません。

一般に推進管の深さは立坑構築、湧水処理、作業性、将来の維持管理等から浅い方が良いが、安全な施工のためには、種々の条件を考慮して、十分な土被りを取らなければなりません。

必要な最小土被りは、一般的に1.0～1.5D(Dは推進管の外径)とされているが、1.5m以上は必要です。

また、小さい土被りとする場合には、次の項目について十分配慮しなければなりません。

- ① 施工条件
- ② 土質条件
- ③ 補助工法
- ④ 地下埋設物及び周辺構造物

2-5 許容推進延長

TP75SSCL

■ 適

機種	管種・管径	土質区分		推進長								
		区分	名称	90	100	110	120	130	140	150		
TP75SCL	350～ 500HP	普通土	粘土・砂	■	■	■	■	■	■	■		
		硬質土	土丹	■	■	■	■	■	■	■		
		礫玉石 混り土	[A]	■	■	■	■	■	■	■		
			[B]	■	■	■	■	■	■	■		
			[C]	■	■	■	■	■	■	■		
			[D]	■	■	■	■	■	■	■		
		岩盤	一軸圧縮強度 ～9.8MN/m ²	■	■	■	■	■	■	■		
一軸圧縮強度 ～39.2MN/m ²	■		■	■	■	■	■	■				

TP95S

■ 適

機種	管種・管径	土質区分		推進長								
		区分	名称	90	100	110	120	130	140	150		
TP95S	350～ 700HP	普通土	粘土・砂	■	■	■	■	■	■	■		
		硬質土	土丹	■	■	■	■	■	■	■		
		礫玉石 混り土	[A]	■	■	■	■	■	■	■		
			[B]	■	■	■	■	■	■	■		
			[C]	■	■	■	■	■	■	■		
			[D]	■	■	■	■	■	■	■	※	
		岩盤	一軸圧縮強度 ～9.8MN/m ²	■	■	■	■	■	■	■	■	
一軸圧縮強度 ～39.2MN/m ²	■		■	■	■	■	■	■	■			

※700HPは適用範囲外です。

TP95S

■ 適

機種	管種・管径	土質区分		推進長						
		区分	名称	40	50	60	70	80	90	
TP90S	250～ 700HP	普通土	粘土・砂	■	■	■	■	■	■	
		硬質土	土丹	■	■	■	■	■	■	
		礫玉石 混り土	[A]	■	■	■	■	■	■	
			[B]	■	■	■	■	■	■	
			[C]	■	■	■	■	■	■	
			[D]	■	■	■	■	■	■	※1
		岩盤	一軸圧縮強度 ～9.8MN/m ²	■	■	■	■	■	■	■
一軸圧縮強度 ～39.2MN/m ²	■		■	■	■	■	■	■	※2	

※1 700HPは適用範囲外です。

※2 250・300HPは適用範囲外です。

【適用上の注意事項】

計画されている推進延長が『適』を超えていても土質条件によっては施工実績もあり、施工可能な場合もあります。

協会または、近隣の協会員までご相談ください。

2-6 推進力の計算

小口径管推進工法高耐荷力方式の推進力算定は、下式を代用して試算します。

$$F = F_o + f_o \cdot S \cdot L \cdot \beta$$

$$F_o = \alpha \cdot (B_c / 2)^2 \cdot \pi$$

ここに、

F : 総推進力(kN)

F_o : 先端抵抗力(kN)

α : 先端抵抗係数(kN/m²) (表1参照)

B_c : 管外径(m)

f_o : 周面抵抗係数(kN/m²) (表1参照)

S : 管外周長(m)

L : 推進延長(m)

β : 推進力低減係数 (主に砂礫土用として、0.6～1.0を選定します)

(注) 土質により、滑材効果が出にくい場合もあります。

詳しくは、アイアンモール協会にご相談下さい。

★ β 値の選定目安

(TP75SCL、TP95Sの場合)

1. 1.0 : 高水位D 6. 0.5～0.6 : 砂質土

2. 1.0～0.9 : 低水位D、高水位C 7. 0.5～0.6 : 砂質土

3. 0.9～0.8 : 低水位C、高水位B 8. 0.4～0.5 : 硬質土

4. 0.8～0.7 : 低水位B 高水位A

5. 0.7～0.6 : 低水位A

(滑材として、グラベルパイプコート使用)

(滑材として、パイプコート使用)

★ β 値の選定目安 (TP90Sの場合)

1. 0.9～0.8 : 高水位B・C・D

4. 0.5～0.6 : 砂質土

2. 0.8～0.7 : 低水位B・C・D、高水位A

5. 0.5～0.6 : 砂質土

3. 0.7～0.6 : 低水位A

6. 0.4～0.5 : 硬質土

(滑材として、グラベルパイプコート使用)

(滑材として、パイプコート使用)

※D土質については700HPは適用範囲外です。

表1 土質別 α 、 f_o 値(kN/m²)

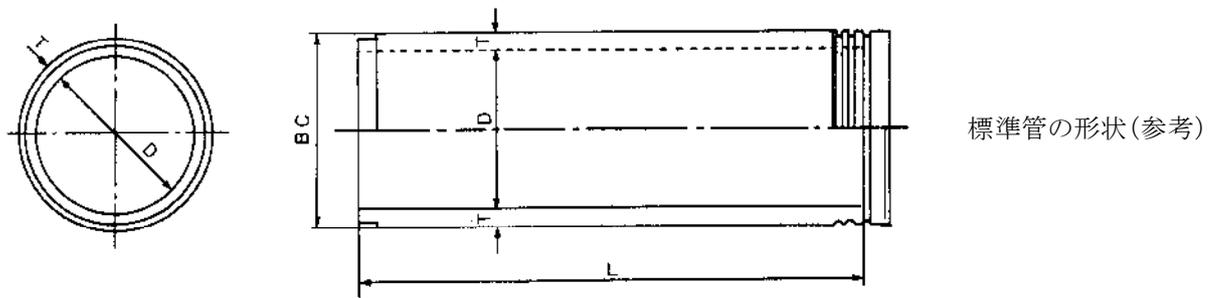
	砂質土、粘性土	砂礫土	硬質土
α	1,200	1,750	1,500
f_o	3.0	4.5	2.5

●推進管の許容耐荷力

呼び径 D (mm)	有効断面積 A (m ²)	許容耐荷力		厚 さ T (mm)	有効長 L (mm)		重量 W (kN)		管外径 Bc (m)
		Fa:kN[tf] 50N/mm ²	Fa:kN[tf] 70N/mm ²		標準管	半管	標準管	半管	
250	0.0401	521 [53]	702 [72]	55	2,000	—	2.6	—	0.360
300	0.0494	642 [65]	864 [88]	57	2,000	—	3.1	—	0.414
350	0.0607	789 [80]	1.063 [108]	60	2,430	1,200	4.5	2.3	0.470
400	0.0730	950 [97]	1.278 [130]	63	2,430	1,200	5.4	2.9	0.526
450	0.0881	1.146 [117]	1.542 [157]	67	2,430	1,200	6.4	3.2	0.584
500	0.1026	1.334 [136]	1.796 [183]	70	2,430	1,200	7.4	3.7	0.640
600	0.1369	1.780 [182]	2.396 [244]	80	2,430	—	10.1	—	0.760
700	0.1839	2.391 [244]	3.219 [328]	90	2,430	—	13.1	—	0.880

(200は除く)

*埋込カラー形小口径推進管（呼び径φ200～700）JSWAS A-6



*管の種類

管の種類は、本体形状によって標準管及び短管A、Bに、コンクリートの圧縮強度によって50及び70に、また、外圧強さによって1種及び2種に、継手性能によってSJS、SJA及びSJBに区分し、表-1の通りとします。

表-1 管の種類

形 状	種 類			種類の 記 号	呼 び 径 の 範 囲
	外圧強さ	圧縮強度	継手性能		
標準管	1種	50	SJS SJA SJB	X51	200～700
		70		X71	
短管A	2種	50		X52	
		50		X-A51	
短管B	1種	50		X-A52	
		50		X-B51	
短管B	2種	50	X-B52		

注1. 種類の記号のXは、継手性能のSJS、SJA及びSJBのいずれかを示す。

2. 継手とは、受け口及び差し口を組み合わせたものをいう。

*注意：TP75SCLでは、先頭管は必要ありません。

★一口メモ：地下水位の高い難所では！

- 薬注、止水器などによる立坑内への土砂・水の侵入を防止する処置が必要になります。
- 地下水が無くても崩壊性の有る地山では坑口部の土砂が立坑内に流入するなどして、推進に悪影響を及ぼす場合がありますので止水器の取り付けをお願いします。

2-7 各種推進管の仕様

呼び径	外径(mm)				有効長(mm)				耐圧強さkN(tf)							
	鉄筋コンクリート管	鋼管	下水道推進工法用ダクタイル鋳鉄管(Ⅱ類)GS・GSS(自然流下用)	陶管	強化プラスチック複合管	鉄筋コンクリート管	鋼管	下水道推進工法用ダクタイル鋳鉄管(Ⅱ類)GS・GSS(自然流下用)	陶管	強化プラスチック複合管	鉄筋コンクリート管		鋼管	下水道推進工法用ダクタイル鋳鉄管(Ⅱ類)GS・GSS(自然流下用)	陶管	強化プラスチック複合管
											50N/mm ²	70N/mm ²				
200	318	216.3	—	262	255	2,000	4,000~6,000	—	1,000 1,500 2,000	2,005	480	646	794 (81)	—	—	510 (52)
250	360	267.4	—	316	310	2,000	4,000~6,000	—	1,000 1,500 2,000	2,005	521	702	1,117 (114)	—	—	686 (70)
300	414	318.5	360	372	360	2,000	4,000~6,000	2,005	1,000 1,500 2,000	2,005	642	864	1,392 (142)	1,270 (130)	637 (65)	813 (83)
350	470	355.6	414	430	414	2,430	4,000~6,000	2,005	1,000 1,500 2,000	2,005	789	1,063	2,127 (217)	1,570 (160)	823 (84)	1,020 (104)
400	526	406.4	470	488	470	2,430	4,000~6,000	2,435	1,215 1,500 2,000	2,435	950	1,278	2,440 (249)	1,860 (190)	980 (100)	1,313 (134)
450	584	457.2	526	546	526	2,430	4,000~6,000	2,435	1,215 1,500 2,000	2,435	1,146	1,542	2,754 (281)	2,260 (230)	1,245 (127)	1,607 (164)
500	640	508.0	584	—	584	2,430	4,000~6,000	—	—	—	1,334	1,796	3,058 (312)	2,750 (280)	—	2,009 (205)
550	—	558.8	—	—	—	—	4,000~6,000	—	—	—	—	—	3,371 (344)	—	—	—
600	760	609.6	670	—	690	2,430	4,000~6,000	2,435	—	—	1,780	2,396	4,900 (500)	3,530 (360)	—	2,430 (248)
700	880	711.2	776	—	796	2,430	4,000~6,000	2,435	—	—	2,391	3,219	5,733 (585)	4,710 (480)	—	3,136 (320)
800	960	812.8	880	—	902	2,430	4,000~6,000	2,435	—	—	2,296	3,091	6,566 (670)	4,710 (480)	—	3,802 (388)
900	1,080	914.4	978	—	—	2,430	4,000~6,000	2,435	—	—	2,986	4,020	—	6,080 (520)	—	—

(注) 鉄筋コンクリート管規格はJSWAS (注) 先導管は鉄筋コンクリート管(呼び径φ250~φ700)を基準に製作してあるもので、他の管種については個別に検討しなければなりません。

(注) 長尺のダクタイル管JSWASG-2は原則として対応できません。GS形については個別に検討するものとします。

(注) 下水道推進工法用ダクタイル鋳鉄管(Ⅰ類)T形、U形、UF形(圧送用)は、有効長が長い(4m~6m)ので原則として対応できません。GS形については個別に検討するものとします。

2-8 先導体と鋼管の組合せ表

■TP75SCL・TP95S・TP90Sによる鋼管押し組合せ表

(単位 mm)

先 導 体		鋼 管		先導体との 外径差(mm)	土質別適用可否 (参考)						(参考) ヒューム管外径
呼び径	外 径	呼び径	外 径		一般土質			粘性土			
					TP75SCL	TP95S	TP90S	TP75SCL	TP95S	TP90S	
φ 250	φ 374	350 A	φ 355.6	-18.4			○			○	φ 360
φ 300	φ 428	400 A	φ 406.4	-21.6			▲			▲	φ 414
φ 350	φ 485	450 A	φ 457.2	-27.8		▲			▲		φ 470
φ 400	φ 541	500 A	φ 508.0	-33.0		▲			▲		φ 526
		550 A	φ 558.8	+17.8		×			○		
φ 450	φ 599	550 A	φ 558.8	-40.2		▲			▲		φ 584
		600 A	φ 609.6	+10.6		×			○		
φ 500	φ 655	600 A	φ 609.6	-45.4		▲			▲		φ 640
		650 A	φ 660.4	+ 5.4		×			○		
φ 600	φ 775	700 A	φ 711.2	-63.8			×			×	φ 760
		750 A	φ 762.0	-13.0			○			○	
φ 700	φ 895	800 A	φ 812.8	-82.2			×			×	φ 880
		850 A	φ 863.6	-31.4			▲			▲	
		900 A	φ 914.4	+19.4			×			○	

(注1) 上記判定は、先導体外径と鋼管外径との差により、管理設精度の低下、推力の異常上昇等の経験値から先導体外径に対して鋼管外径が、一般土質に於ては、0～-35mm以内、軟弱地盤(粘性土)層は、+20mm～-33mm以内を目安としてあります。

余掘量が鋼管外径より直径で20mm程度以上大きい先導体を使用する場合(▲印)、施工は可能ですが地盤の弛みの恐れがありますので、遅効性滑材等で地盤の弛み防止を図る必要があります。

アイアンモール協会にご相談下さい。

(注2) 鋼管押しの場合下記部品が必要です。

- ① 先導体後部鋼管用アダプタ (ヒューム管用シール含む)
- ② ケーシングフット
- ③ 押し板部管受けブラケット
- ④ 管受け高さ調整用スペーサ
- ⑤ 外筒厚さ調整鋼管等

● 溶接時にホース・ケーブル類が損傷しないよう石綿・アルミホイル等準備して下さい。

● 鋼管内に溶接煙が漂うと施工計測が出来ないので除去対策が必要です。

(注3) 鋼管推進の場合、管芯高は溶接の作業性を考慮して決定して下さい。

2-9 レジンコンクリート管への対応表

機種	先導体		ヒューム管	レジコン管径									先頭管*1
				RS			RM			RT			
	呼び径*3	外径	外径	適否	呼び径	外径	適否	呼び径	外径	適否	呼び径	外径	
TP75SCL	350HP	485	470	○	400	470	○	390	470	○	350	470	×
	400HP	541	526	○	450	526	○	440	526	○	400	526	×
	450HP	599	584	○	500	584	○	490	584	○	450	584	×
	500HP	655	640	---	---	---	○	540	640	○	500	640	×
TP90S	250HP	374	360	○	300	360	○	290	360	○	250	360	○
	300HP	428	414	○	350	414	○	340	414	○	300	414	○
	350HP	485	470	○	400	470	○	390	470	○	350	470	○
	400HP	541	526	○	450	526	○	440	526	○	400	526	○
	450HP	599	584	○	500	584	○	490	584	○	450	584	○
	500HP	655	640	---	---	---	○	540	640	○	500	640	○
	700HP	895	880	×	700	800	○	760	880	○	700	880	○
TP95S	350HP	485	470	○	400	470	○	390	470	○	350	470	○
	400HP	541	526	○	450	526	○	440	526	○	400	526	○
	450HP	599	584	○	500	584	○	490	584	○	450	584	○
	500HP	655	640	---	---	---	○	540	640	○	500	640	○
	600HP	775	760	×	600	692	○	650	760	○	600	760	○
	700HP	895	880	×	700	800	○	760	880	○	700	880	○

注1) 先導体と推進管の接続は以下の通り

先頭管あり (○) : 鋼製カラーにて接続

先頭管なし (×) : 推進管を直接接続

先頭管なしの場合は標準管を追加加工にて対応

注2) 使用する先導体はヒューム管呼び径で対応 (積算も同一)

注3) 管厚による種類

RS形 : 普通条件用で管厚が一番薄く経済的。外径が小さく、呼び径300~500では外径が1サイズ小さなヒューム管と同じ寸法になっています。

RM形 : 高強度用でヒューム管と外径合せになっています。管厚が薄い分、実内径が大きい管です。

RT形 : 難工事用で管厚・外径ともヒューム管と同じ寸法になっています。

注4) 最新仕様は、管メーカーにお問合せ下さい。

3 アイアンモール工法の仕様

TP75SCL

TP95S-1・-2

TP90S-1・-2

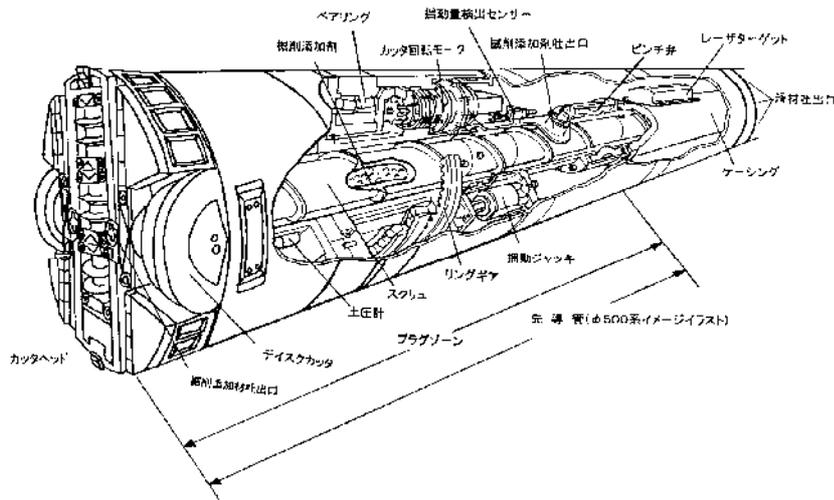
3-1 TP75SCL の構造と機能

(1) 先導管

TP95Sの機能をそのままに小さな立坑（φ2.5m）から1.2m半管を推進可能でスペースの限られた現場で威力を発揮します。

① 掘削トルクはさらに効率的な破碎を実現

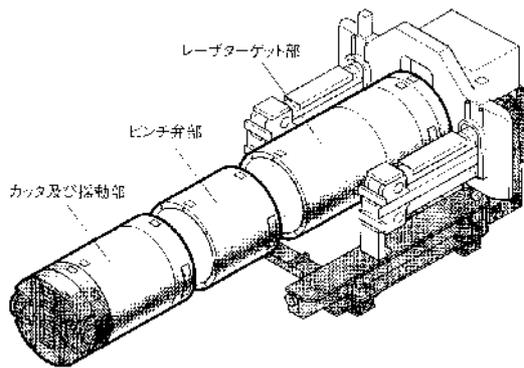
掘削トルクが19.6kNm[2,000kg-m]（φ350～φ450）、34.3kNm[3,500kg-m]（φ500）とクラス最大で礫・玉石層等の難地盤での掘削性を誇ります。



② 小型推進機でも長距離推進が可能

推進装置はクラス最大の推力1960kN(200tf)、先導体の滑材吐出部を後端ケースより全周吐出構造にし、さらなる長距離推進を実現しました。

先導体推進は機能別に3分割発進が可能です。また、先導体に吊り具を装備しているので搬入・据付がより安全に行えます。

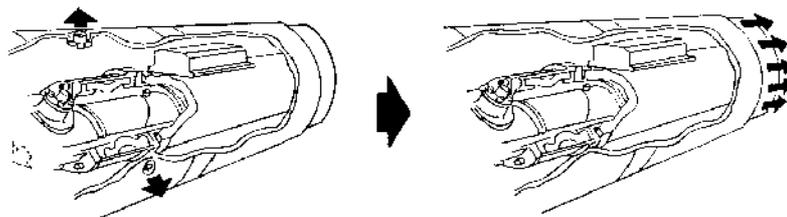


先導体の分割発進寸法・重量

		カッタ及び 揺動部	ピンチ弁部	レーザターゲット部
寸法 (mm)	φ350～450	1607	1025	1277
	φ500	1663	1663	1240
重量 kN (kg)	φ350	10.4 (1060)	5.8 (592)	5.3 (544)
	φ400	12.7 (1290)	7.2 (729)	5.6 (575)
	φ450	13.2 (1348)	7.6 (770)	6.0 (614)
	φ500	19.8 (2023)	5.1 (516)	10.0 (1023)

※分割推進用治具取付後の寸法・重量

滑材吐出部の改良



TP95S-1の滑材吐出口は3ヶ所から

TP95S-2と同様に滑材吐出は後端部全周から

③ さまざまな優れた特長を継承

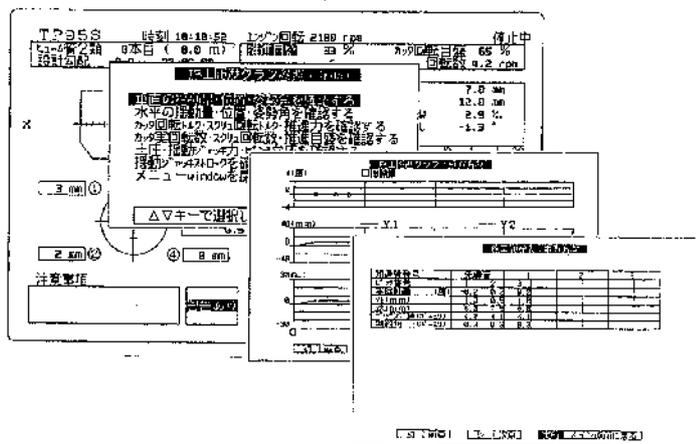
アイアンモールハイパーTP95Sで好評の『小さな地上占有面積』『高圧受電が不要(エンジン式油圧駆動)』など優れた特長はそのまま継承しています。

④ 推進状況がひと目で把握できるので正確・確実に推進

大型の見やすいカラー液晶画面(LCD)に、各種推進データをグラフィックならびに数値で表示します。使い勝手に優れ、地山の変化などその時々状況に応じた対応が迅速に行えます。

推進状況のデータは、センサとコンピュータで自動計測・演算処理。メニューウインドウ画面の検索により、リアルタイムで施工履歴(位置・姿勢角、垂直および水平の揺動量、ピンチ弁圧、カッタ回転トルク、推進力など)をグラフおよび表により、22パターンまで表示します。

・施工履歴のサンプル



⑤ システムコンポによる共通化でTP95S-1・TP95S-2の先導管も使用可能

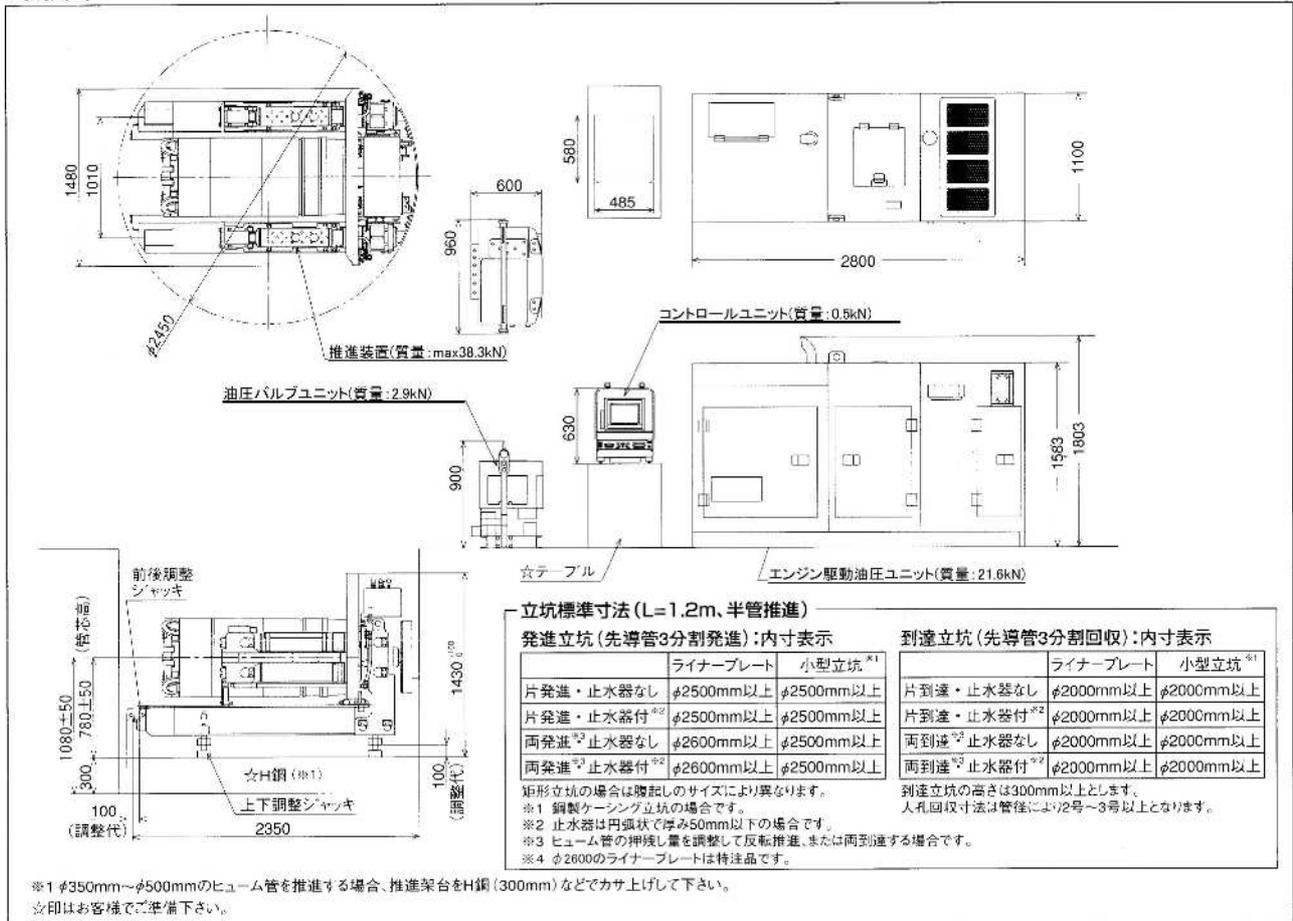
管長1.2mヒューム管推進用の推進装置、ケーシング、スクリュの延長部品などの専用装置以外はTP95S-1、TP90S-2と共通化を図っています。

ユニット名	TP75SCL	TP95S-1、TP90S-2
推進装置	専用	専用
エンジン式油圧ユニット	共通	
コントロールユニット	専用※1	専用※1
先導体	共通※2	
ケーシング、スクリュ	専用	専用

※1 ソフトのバージョン 4.xx 以上については、プリント基板のROM交換、ソフト変更により共通化が可能です。3.xx 以上についてはご相談下さい。

※2 先導体内の改造キットが必要になります。

外形図



仕様

ヒューム管呼び径(mm)	φ350	φ400	φ450	φ500
工法	泥土圧式小口径管推進工法:1工程 [カッターヘッド・スクリュ独立駆動方式]			
排土方式	スクリュコンベア方式			
推進距離 ^{※1}	m 130程度(土質による)			
システム ^{※1}	適用土質・N値	— 岩盤・礫・玉石混り土、砂、シルト、粘土・N値=3~50		
	礫・玉石混り土	—	一軸圧縮強度 196000kN/m ² (2000kg/cm ²) 以下	
		—	礫径 呼び径の100%以下	
	被水圧	kPa	max.58.8 (0.6kg/cm ²) (掘削添加材とピンチ弁による)	
岩盤 ^{※3}	—	一軸圧縮強度 137200kN/m ² (1400kg/cm ²) 以下		
全ストローク	mm	1620		
推進装置(駆動装置含む)	推進ジャッキ	推力/引き力	kN max. 1960/539 [200/55ton]	
		速度(押し)	mm/min max. 2150(無負荷、「走行」操作時)	
	速度(引き)	mm/min max. 3850(無負荷、「走行」操作時)		
	ストローク	mm	640	
スクリュコンベア ^{※2}	トルク	Nm	max. 8232 (840kg-m)	max. 11760 (1200kg-m)
	回転速度	rpm	0~11	
調整ジャッキストローク	mm	235		
コントロールユニット	運用环境温度	℃	0~40	
	使用電源	—	専用油圧ユニットより供給(DC24V×0.3kW)	

※1 本適用土質、推進距離を越える場合でも、施工可能となる場合がありますので、ご相談ください。
 ※2 TP95S-1の先導管も使用可能です。
 ※3 岩盤カッターはオプションでコマツアイエムエンジニアリング様製です。
 ※4 エンジン回転数はピンチ弁アレキレータ部のスイッチにより遠隔調整可能です。

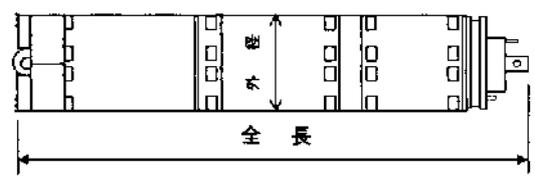
ヒューム管呼び径(mm)	φ350	φ400	φ450	φ500		
方式	— エンジン駆動方式					
名称・形式	— コマツS4D102E・水冷4サイクル直接噴射式					
定格出力	— 60kW (80PS) /2000rpm (定格回転速度) ^{※4}					
騒音	dB(A) 93(国土交通省告示第1537号の測定方法による)					
油圧ユニット	寸法(外径×全長)	mm	φ485 ×3412	φ541 ×3412	φ599 ×3412	φ655 ×3296
	質量	kN	18.9	23.6	25.4	34.4
	カッター駆動	Torque	Nm max. 19600 (2000kg-m)		max. 34300 (3500kg-m)	
	回転速度	rpm	0~12.5		0~7.0	
先導管 ^{※2}	揺動(方向修正)	方向	— 全方向			
	角度	度	— -2.6~+2.6 (任意の角度に設定可能)		-3~+3 (任意の角度に設定可能)	
	位置計測	方式	— 2枚のPSDによる光→電気直接変換(液晶グラフィック表示)			
		精度	mm	— ±2		
可能距離	m	— 約130(環境により変動)				
表示項目	—	— 計画線に対するズレ量(左右・上下)×2ポイント(ターゲット部と駆動部)				
姿勢計測	表示項目	—	— ローリング、ピッチング、ヨーイング			
土圧検知	kPa	— 0~1960 (0~20kg/cm ²)				
水掘削添加材吐出口	—	— 5ヵ所(カッターヘッド前×2、カッターヘッド内×2、ピンチ弁前×1)				
滑材吐出口	—	— 先導管後端部全周				

単位は、国際単位系によるSI単位表示。[]内の非SI単位は参考値です。

- TP95S-1, TP95S-2の先導管を使用する場合は専用キット(オプション)が必要となります。
- 本仕様は改良のため、予告なく変更することがありますので、ご了承ください。
- 本機および本機による工法の工業所有権は、コマツが所有します。
- 本機をご利用される際の注意事項の詳細は取扱説明書をご覧ください。

3-2 先導体の分割寸法と重量

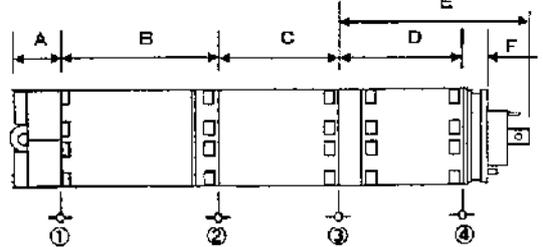
(1) 一体回収時の寸法、重量

	適用ヒューム管径	礫用 カッタヘッド部 外径(mm)	外径(mm)	全長(mm)	重量(kN)
	φ 350	φ 498	φ 485	3,412	18.9
	φ 400	φ 554	φ 541	3,412	23.6
	φ 450	φ 612	φ 599	3,412	25.4
	φ 500	φ 668	φ 655	3,296	34.4

- 先導体の全長は揺動シリンダを全縮時にした状態の寸法です。

(2) 5分割回収時の寸法、重量(単品回収部品も含んでいます)

先導体は、全体を①～④の部分で5分割して回収できます。

	適用ヒューム管径	回収可能マンホール(内径寸法)
	φ 350	2号(φ 1,200mm)
	φ 400～φ 500	3号(φ 1,500mm)

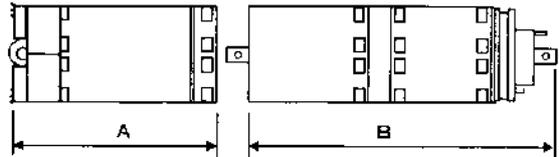
(注1) 止水器を取付ける場合はご相談ください。
(注2) 供用開始しているマンホールからの分割回収は、作業環境の面から設計を見合わせて下さい。

分割部は、A部、B部、C部、D部、E部となっています。C：ピンチ弁部(解説/カタログ)

		A	B	C	D	E	F
重量 kN (kg)	φ 350	1.6(165)	7.8(795)	4.5(455)	—	5.1(515)	0.9(92)
	φ 400	2.3(230)	9.2(940)	5.7(580)	—	6.5(660)	1.2(123)
	φ 450	2.4(245)	9.7(985)	6.1(625)	—	7.2(735)	1.6(162)
	φ 500	2.9(295)	15.5(1,585)	4.2(425)	—	11.8(1,205)	1.9(191)
寸法(mm)	φ 350	268	981	895	750	1,268	343
	φ 400	268	981	895	750	1,268	343
	φ 450	268	981	895	750	1,268	343
	φ 500	303	1,033	754	686	1,206	342

注1) 上記寸法は図示の組立状態での分割寸法を表しています。

(3) 2分割回収時の寸法、重量(単品回収部品は除きます)

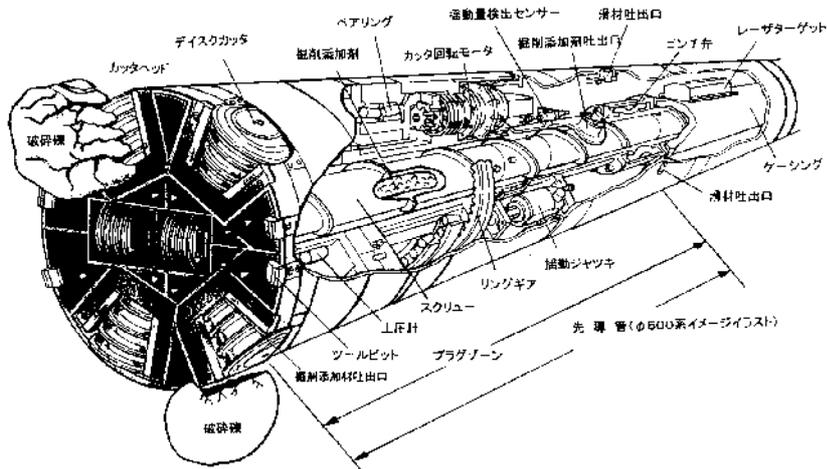
			A	B
	重量 kN (kg)	φ 350	9.4(960)	9.5(970)
		φ 400	11.5(1,170)	12.2(1,240)
		φ 450	12.1(1,230)	13.3(1,360)
		φ 500	18.4(1,880)	16.0(1,630)
	寸法(mm)	φ 350	1,249	2,163
		φ 400	1,249	2,163
		φ 450	1,249	2,163
φ 500		1,336	1,960	

- Aの寸法は、駆動部とピンチ弁部切り離し面より150mmカッタヘッド+駆動部を移動させた状態にてスクリュの切り離しを実施し、スクリュは通常の位置より150mm飛び出した状態になっていると仮定した寸法です。

3-3 TP95S-1の構造と機能

(1) 先導体

掘削と排土にそれぞれ独立したモータを使用。カッタ回転・掘削には先導体内油圧駆動モータ方式を採用し、カッタヘッドのトルクアップにより礫・玉石破碎能力が向上すると共に、推進距離に関係なく一定したトルクを発揮し、掘削効率が向上しました。土砂を搬送するスクリュにも専用モータを採用したので、掘削量に応じた排土量制御が容易に行え、滞水砂礫の難地盤への対応性が向上すると共に、カッタの抵抗にかかわらず安定した排土を実現。さらに滑材注入箇所を増設などで長距離推進が可能となりました。



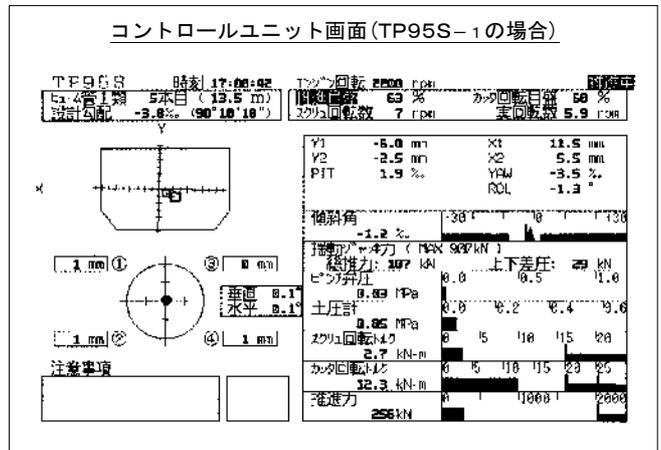
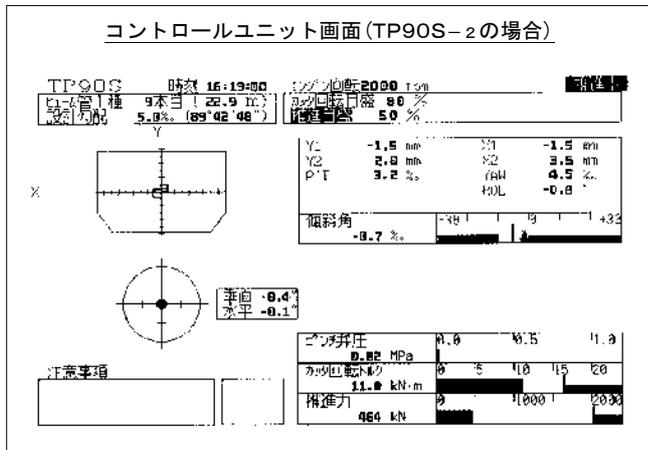
① 礫・玉石層での掘削能力がアップ

掘削と排土にそれぞれ独立した別駆動方式を採用し、カッタトルクをアップ[φ350～φ450では19,600Nm(2,000kg-m)・φ500～700では25,480Nm(2,600kg-m)]したことにより、礫・玉石の破碎能力が飛躍的に向上しました。

② 切羽安定性が一段とアップ

カッタの押付力検知や掘削土砂の流れ状況の土圧計による検知で切羽状況を把握、しかも大型ピンチ弁と掘削添加材の併用による泥土圧方式で切羽の安定が図れます。

- カッタの押付力と土圧はコントロールユニットの画面に表示されるので切羽の把握が容易に出来ます。



- TP95Sは掘削添加材の注入は今までの切羽、チャンバ内に加えて、大型ピンチ弁の前部にも注入が出来、よりプラグゾーンの形成が容易となり泥土圧バランスされ止水効果が向上されました。

③ さらに長距離推進が可能

独立駆動方式、切羽土圧検知、大型ピンチ弁による止水・排土制御、掘削添加材注入、滑材注入など各種機構を搭載しているため、従来よりさらに長距離推進が可能です。

④ 高圧電力の供給は不要

エンジンでの油圧ポンプを直接駆動させるため、油圧ユニットへの高圧受電(50kW以上)の供給は不要となります。

TP95Sはカッターヘッドの独立駆動等により必要動力は75kWが必要となり商用電源の場合には高圧受電となり、申請手続き等に多大な時間、費用が必要となりますが、エンジンで油圧ポンプを直接駆動する事により、この時間と費用が軽減できます。

オプションとして電動モータ駆動の油圧ユニットも準備されており、この場合には発電機使用となるために使用する発電機は150kVA以上が必要となります。

⑤ 推進作業の効率化

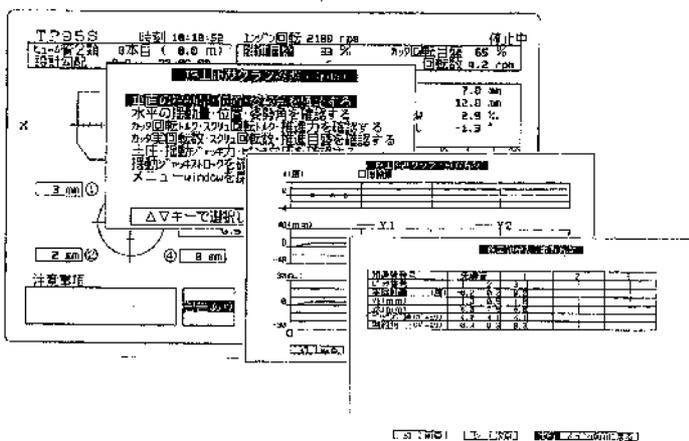
長尺ジャッキの採用とジャッキスピードアップにより効率的な推進が可能となり、しかもTP95Sのカッターヘッドは正転でも逆転でも掘削が可能で、推進中のカッターストールはコンピュータによりカッターヘッドの負荷を計算し自動解除が行えるので操作が容易化されました。

⑥ 自動計測で施工履歴も表示

推進状況のデータはセンサとコンピュータで自動計算されます。しかもメニューウインドウ画面の検索により刻一刻と推移する推進状況がリアルタイムに施工履歴(上下・左右位置、姿勢角、垂直および水平の揺動量、土圧、揺動ジャッキ力、ピンチ弁圧、カッター回転トルク、推進力など)をグラフおよび表で22パターン(TP90S-2は14パターン)まで表示します。

また、推進時何らかのトラブルが発生した場合には『警告あり』がコントロール画面に表示され、メニューウインドウの検索により原因とその対策が表示されます。

• 施工履歴のサンプル



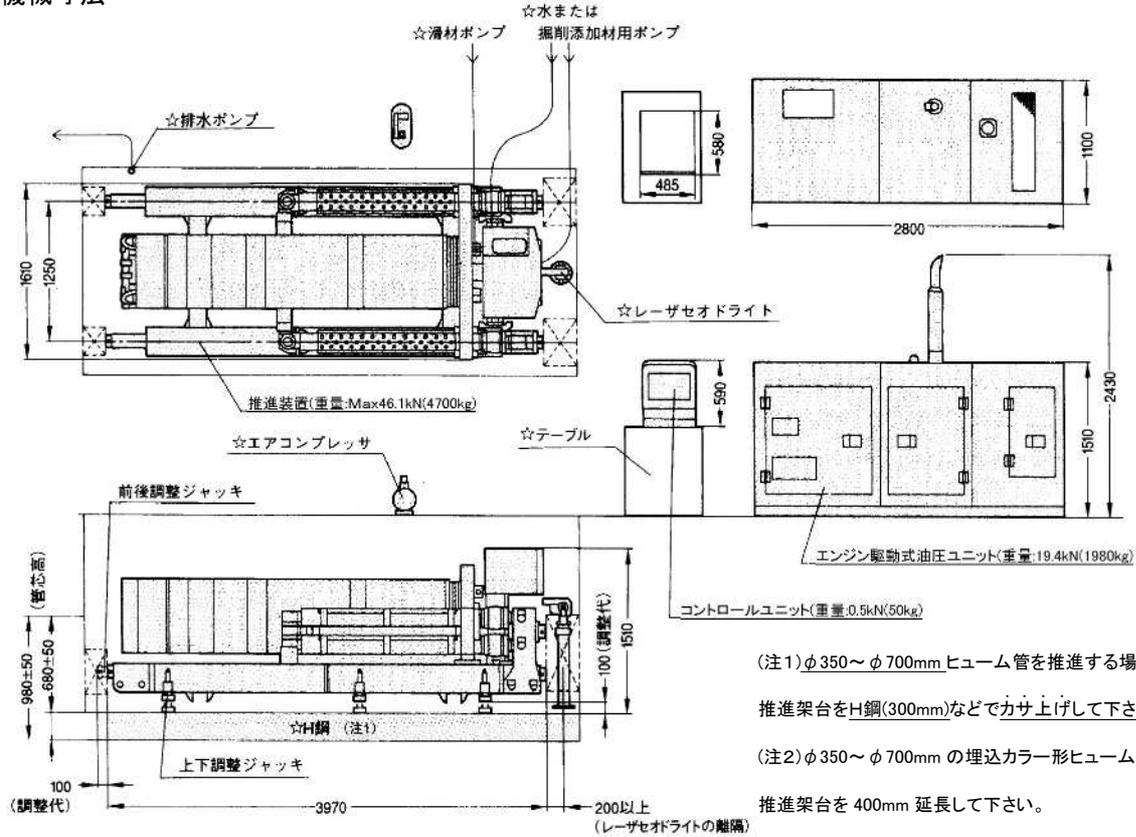
⑦ システムコンポによる共通化

TP95S-1、TP90S-2は推進装置、コントロールユニット、油圧ユニットは共通化されており、TP95S-1・TP90S-2の先導体も使用して推進作業が行えます。

3-4 機械寸法と仕様

(1) TP95S-1

●機械寸法



(注1) φ350～φ700mm ヒューム管を推進する場合、
推進架台をH鋼(300mm)などでカサ上げて下さい。

(注2) φ350～φ700mm の埋込カラー形ヒューム管を推進する場合、
推進架台を400mm 延長して下さい。

●仕様

ヒューム管呼び径(mm)		φ350	φ400	φ450	φ500	φ600	φ700	
工 法		泥土圧式小口径管推進工法：1工程 [カッタヘッド・スクリュウ独立駆動方式]						
排 土 方 式		スクリュウコンベア方式						
推 進 距 離*1		m 150程度(土質による)						
システム	適用土質・N値	— 礫・玉石混り土、砂、シルト、粘土・N値=3～50						
	礫・玉石混り土	— 一軸圧縮強度 196000kN/m ² [2000 kg/cm ²] 以下						
		— 礫径 呼び径の100%以下(φ350～600)及び80%以下(φ700)						
	被 水 圧	kPa max.58.8(0.6 kg/cm ²) (掘削添加材とピンチ弁による)						
到達立坑	管底高	mm 300以上 (標準立坑寸法は上図による)						
全ストローク		mm 2980						
推進装置(駆動装置含む)	推 進 ジャッキ	推力/引力	kN max.1961/539 [200/55ton]		max.1961/735 [200/75ton]			
		速度(押し)	mm/min max.2150 (無負荷、「走行」操作時)					
		速度(引き)	mm/min max.3850 (無負荷、「走行」操作時)					
		ストローク	mm 1515					
	スクリュウコンベア	トルク	Nm max.8232[840kg-m]		max.16460[1680kg-m]			
回転速度		rpm 0～11						
調整ジャッキストローク		mm 295						
コントロールユニット	適用環境温度	℃ 0～40						
	使用電源	— 専用油圧ユニットより供給(DC24V×0.3kW)						

ヒューム管呼び径(mm)		φ350	φ400	φ450	φ500	φ600	φ700	
油圧ユニット*2	方 式	— エンジン駆動方式						
	名称・形式	— コマツ 6D95 L・水冷4サイクル直接噴射式						
	定格出力	— 59kW [80ps]/2000rpm (定格回転速度)						
	騒 音	dB(A) 68(周囲 7m)						
電動	使用電圧×電力	— AC200V(3相)×75kW						
先 導 体	寸法(外径×全長)	mm φ485 ×3307	φ541 ×3307	φ599 ×3307	φ655 ×3268	φ775 ×3268	φ895 ×3268	
		質 量	kN 19.1	24.1	25.8	30.7	38.4	43.5
	カッタ駆動	トルク	Nm max.19600[2000 kg-m]			max.25480[2600 kg-m]		
		回転速度	rpm 0～12.5			0～10		
揺動(方向修正)	方 向	— 全方向						
	角 度	度 -2.6～+2.6 (任意の角度に設定可能)			-3～+3 (任意の角度に設定可能)			
位 置 計 測	方 式	— 2枚のPSDによる光→電気直接変換(液晶グラフィック表示)						
	精 度	mm ±2						
	可能距離	m 約130(環境により変動)						
	表示項目	— 計画線に対するズレ量(左右・上下)×2ポイント(ターゲット部と揺動部)						
姿勢計測	表示項目	— ローリング、ピッチング、ヨーイング						
土 圧 検 知	kPa	0～490 [0～5 kg/cm ²]						
水・掘削添加材吐出口	—	2カ所(カッタヘッド前×1、ピンチ弁前×1)			3カ所(カッタヘッド内×2、ピンチ弁前×1)			
滑 材 吐 出 口	—	2カ所(シールド部、弁付き)			3カ所(シールド部、弁付き)			

*1 本適用土質、推進距離を越える場合でも、施工可能となる場合がありますので、ご相談ください。

*2 油圧ユニットは、エンジンまたは、電動の2タイプから選べます。

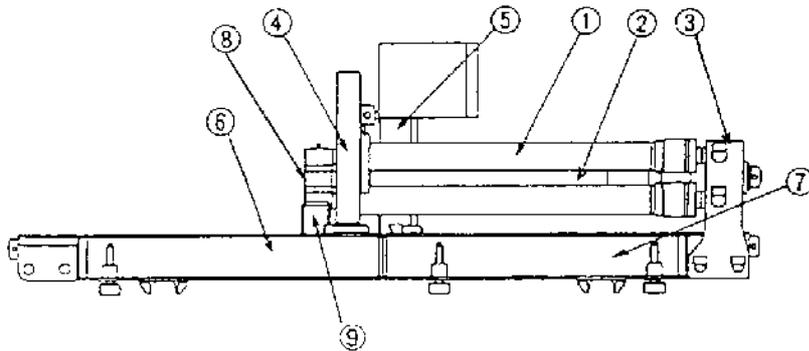
単位は国際単位系によるSI単位表示。〔 〕内の非SI単位は参考値です。

●本仕様は改良のため、予告なく変更することがありますので、ご了承ください。

●本機および本機による工法の工業所有権は、コマツが所有します。

●本機をご利用される際の注意事項の詳細は取扱説明書をご覧ください。

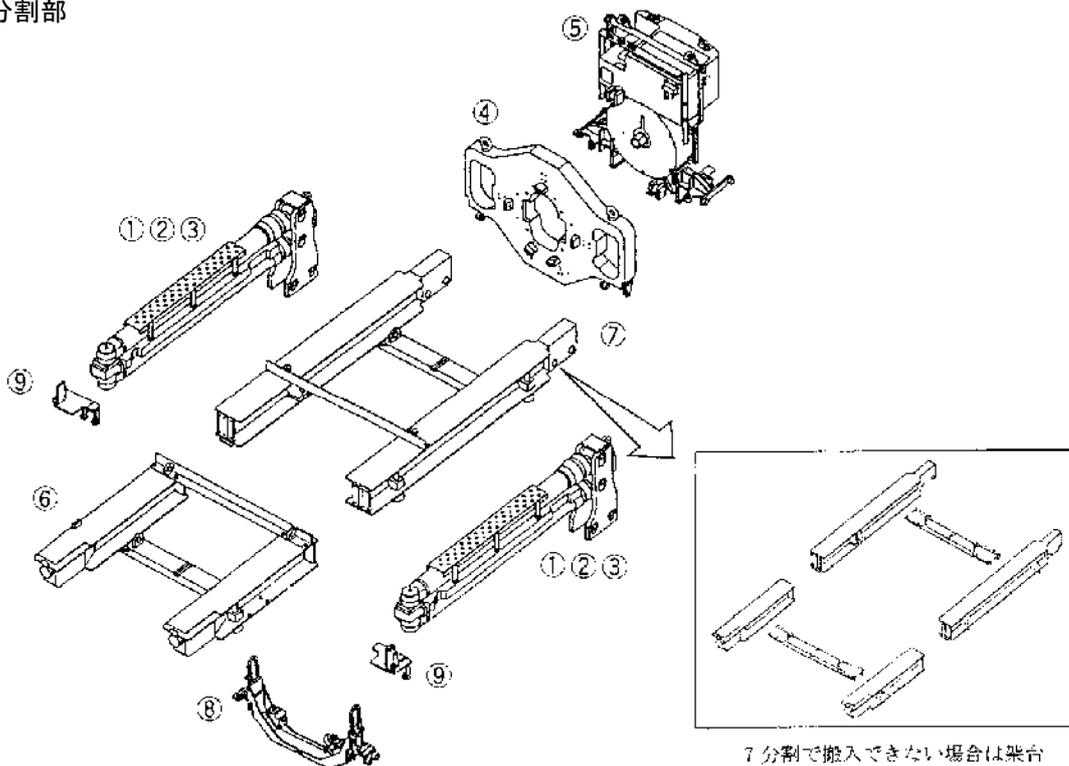
3-5 推進装置の分割寸法と重量



No.	分割名	装置名	寸法(X×Y×Z)(mm)	重量(kN)	
①	推進シリンダ アセンブリ	推進シリンダ (2本/片側)	2,397×845× 300	8.6(×2セット)	
②		ブラケット (推力伝達用)			
③		ブラケット (シリンダ固定用)			
④	押板部	押板 (ヒューム管用押輪含)	1,580×1,090×336*	10.7*	
⑤	駆動装置	駆動装置	1,310×1,360×755	7.5	
⑥	推進架台	推進架台	前	1,985×367×1,500	3.9
⑦			後		5.4
⑧	管受台	管受台	1,058×515× 143	0.8*	
⑨		推進シリンダガイド	435× 205	0.2(×2セット)	

• *印値は各口径の最大値を示します。ヒューム管径φ500の場合を示します。

• 主要分割部



3-6 TP95S-1先導体の分割寸法と重量

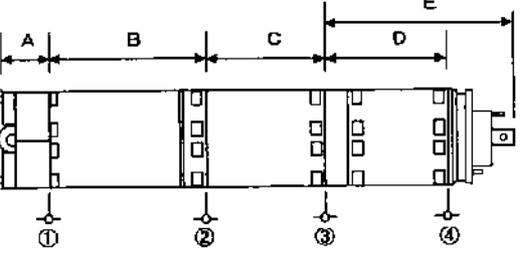
(1) 一体回収時の寸法、重量

	適用ヒューム管径	礫用 カッタヘッド部 外径(mm)	外径(mm)	全長(mm)	重量(kN)
		φ 350	φ 498	φ 485	3,307
	φ 400	φ 554	φ 541	3,307	24.1
	φ 450	φ 612	φ 599	3,307	25.8
	φ 500	φ 667	φ 655	3,268	30.7
	φ 600	φ 787	φ 775	3,268	38.4
	φ 700	φ 907	φ 895	3,268	43.5

- 先導体の全長は揺動シリンダを全縮時にした状態の寸法です。
- φ 350～φ 450の号機番号P1001～の場合。

(2) 5分割回収時の寸法、重量(単品回収部品も含んでいます)

先導体は、全体を①～④の部分で5分割して回収できます。

	適用ヒューム管径	回収可能マンホール(内径寸法)
		φ 350
	φ 400～φ 500	3号(φ 1,500mm)
	φ 600～φ 700	4号(φ 1,800mm)

(注1) 止水器を取付ける場合はご相談ください。
(注2) 供用開始しているマンホールからの分割回収は、作業環境の面から設計を見合わせて下さい。

分割部は、A部、B部、C部、D部、E部となっています。

		A	B	C	D	E
重量 kN (kg)	φ 350	1.6(160)	8.6(875)	4.3(435)	—	4.7(475)
	φ 400	2.0(200)	10.2(1,040)	5.7(585)	—	6.2(630)
	φ 450	2.2(225)	10.9(1,110)	6.0(615)	—	6.7(680)
寸法 (mm) [φ 350～450]		268	981	895	921	1,163
重量 kN (kg)	φ 500	3.1(320)	15.3(1,555)	4.1(415)	—	8.3(845)
	φ 600	4.1(420)	18.2(1,860)	5.7(580)	—	10.4(1,055)
	φ 700	5.3(540)	20.6(2,100)	6.1(625)	—	11.5(1,170)
寸法 (mm) [φ 500～700]		298	1,007	754	936	1,209

注1) 上記寸法は図示の組立状態での分割寸法を表しています。

(3) 2分割回収時の寸法、重量(単品回収部品も含んでいます)

		A	B
重量 kN (kg)	φ 350	10.2(1,035)	8.9(910)
	φ 400	12.2(1,240)	11.9(1,215)
	φ 450	13.1(1,335)	12.7(1,295)
寸法 (mm) [φ 350～450]		1,408	2,137
重量 kN (kg)	φ 500	18.4(1,875)	12.4(1,260)
	φ 600	22.4(2,280)	16.0(1,635)
	φ 700	25.9(2,640)	17.6(1,795)
寸法 (mm) [φ 500～700]		1,445	2,076

- Aの寸法は、駆動部とピンチ弁部切り離し面より150mm カッタヘッド+駆動部を移動させた状態にてスクリュの切り離しを実施し、スクリュは通常的位置より150mm 飛び出した状態になっていると仮定した寸法です。

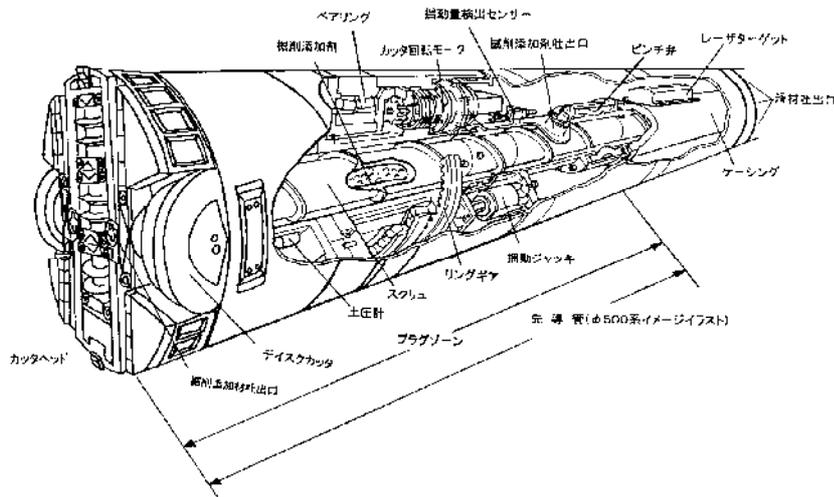
3-7 TP95S-2の構造と機能

(1) 先導体

掘削トルク、推力を大幅アップとして登場

① 掘削トルクを大幅にアップ

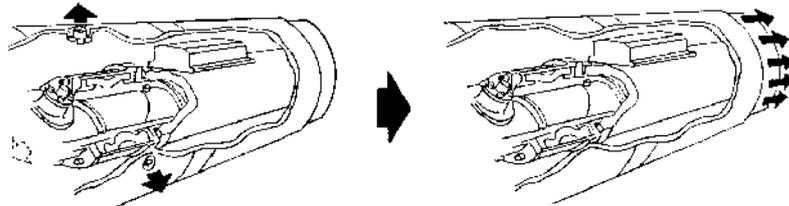
掘削トルクを34,300Nm[3,500kg-m] ($\phi 500 \sim \phi 700$)へと大幅にアップ(TP95S-1比1.3倍)礫・玉石層等の難地盤での掘削性を誇ります。



② より長距離推進が可能

推進装置の推進力が大幅アップし(3,038kN[310tf])、先導体の滑材吐出部の改良などにより、さらなる長距離推進を実現しました。

滑材吐出部の改良



TP95S-1の滑材吐出口は3ヶ所から

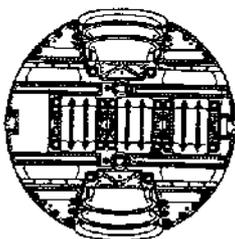
TP95S-2の滑材吐出は後端部全周から

③ さまざまな優れた特長を継承

アイアンモールハイパーTP95Sで好評の『小さな地上占有面積』、『高圧受電不要(エンジン式油圧駆動)』、『容易な管接続($\phi 350 \sim 450$)クイックジョイントカプラ』等優れた特長はそのまま継承しています。

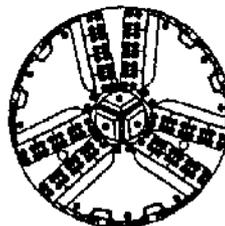
④ 礫破碎性が大幅にアップ

カッタヘッドのディスクカッタを大型化することにより破碎能力をアップしました。また、より効率的な推進が可能となりました。



カッタヘッド(礫用)

砂礫、玉石混り砂礫などを掘削する場合に使用します。



カッタヘッド(粘土用)

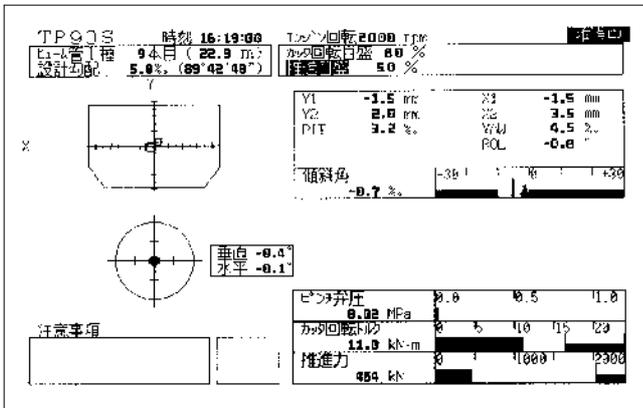
粘土、砂など軟かい地層を掘削する場合に礫用カッタヘッド(標準仕様)に替えて使用します。

(注) 他に、硬質土、土丹掘削用のオープンカッタヘッドがあります。

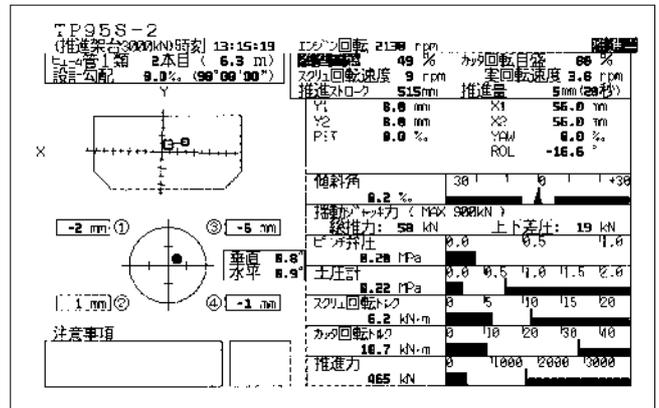
⑤ ジャッキストロークもコントロールユニットに表示

推進ジャッキにはストロークセンサーを装備しました。また、コントロールユニットの液晶画面には、各種推進データを加え、推進シリンダのストロークの伸び量を検出し、「推進量」として表示され、地山の変化などその時々状況に応じた対応が可能です。

コントロールユニット画面 (TP95S-1の場合)



コントロールユニット画面 (TP95S-2の場合)



⑥ 高圧電力の供給は不要

エンジンでの油圧ポンプを直接駆動させるため、油圧ユニットへの高圧受電(50kW以上)の供給は不要となります。

TP95Sはカッタヘッドの独立駆動等により必要動力は75kWが必要となり商用電源の場合には高圧受電となり、申請手続き等に多大な時間、費用が必要となりますが、エンジンで油圧ポンプを直接駆動する事により、この時間と費用が軽減できます。

オプションとして電動モータ駆動の油圧ユニットも準備されており、この場合には発電機使用となるために使用する発電機は150kVA以上が必要となります。

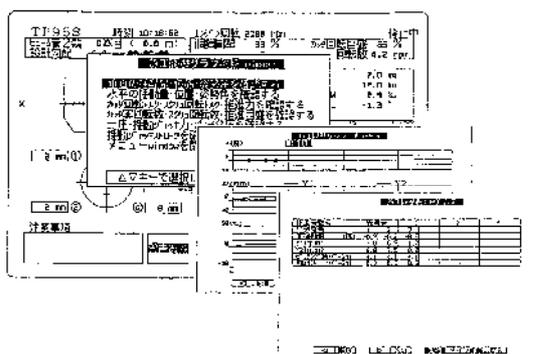
⑦ 自動計測で施工履歴も表示

推進状況のデータはセンサとコンピュータで自動計算されます。しかもメニューウインドウ画面の検索により刻一刻と推移する推進状況がリアルタイムに施工履歴(上下・左右位置、姿勢角、垂直および水平の揺動量、土圧、揺動ジャッキ力、ピンチ弁圧、カッタ回転トルク、推進力など)をグラフおよび表で22パターン(TP90S-2は14パターン)まで表示します。

また、推進時何らかのトラブルが発生した場合には『警告あり』がコントロール画面に表示され、メニューウインドウの検索により原因とその対策が表示されます。

自動計測されたデータはICカードに記録され、メニューウインドウの検索により施工データの履歴をコントロール画面に表示し、確認できると共にユーザ手持ちのパソコン、プリンタにより施工データをプリントアウトができます。

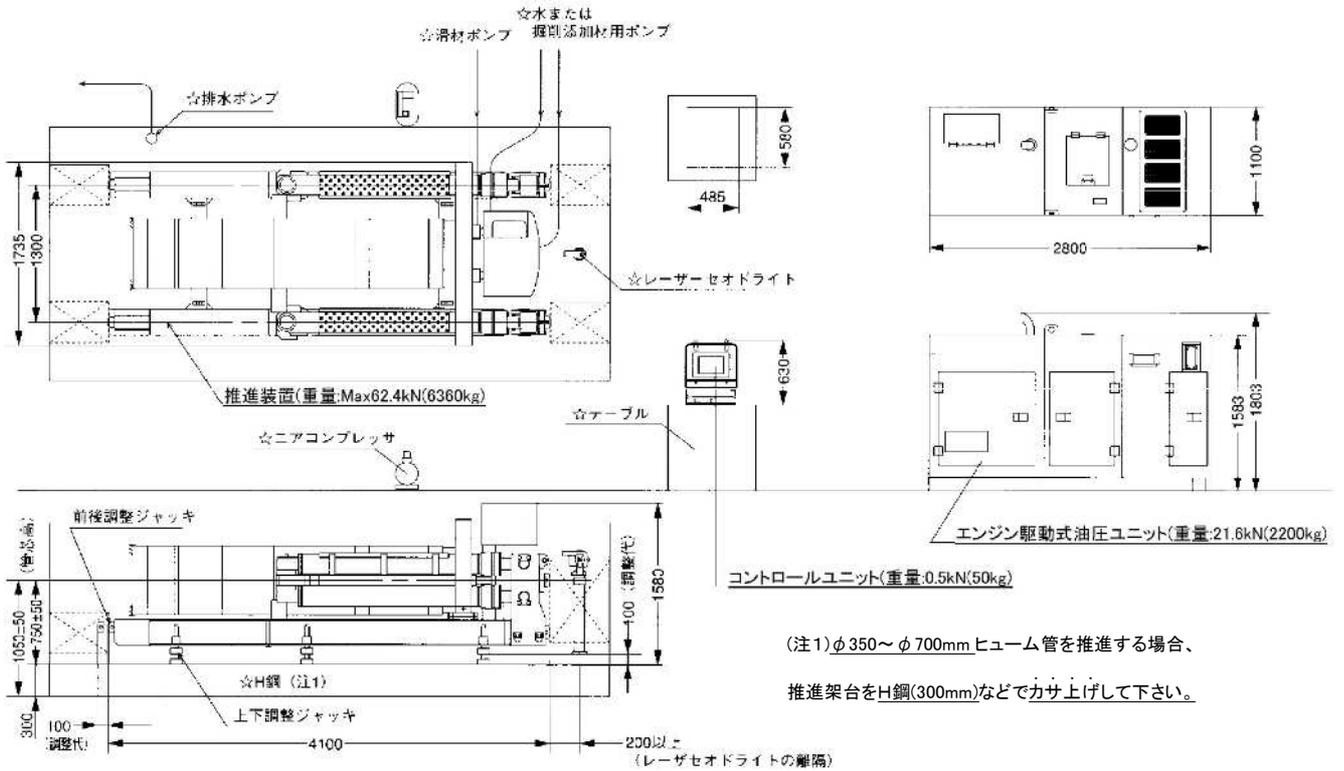
• 施工履歴のサンプル



3-8 機械寸法と仕様

(1) TP95S-2

● 機械寸法



(注1)φ350～φ700mmヒューム管を推進する場合、
推進架台をH鋼(300mm)などでカサ上げて下さい。

● 仕様

ヒューム管呼び径(mm)		φ350	φ400	φ450	φ500	φ600	φ700
工 法		泥土圧式小口径管推進工法：1工程 [カットヘッド・スクリュ独立駆動方式]					
排 土 方 式		スクリュコンベア方式					
推 進 距 離*1		m 150程度(土質による)					
システム	適用土質・N値	- 礫・玉石混り土、砂、シルト、粘土・N値=3～50					
	礫・玉石混り土	- 一軸圧縮強度 196000kN/m ² [2000kg/cm ²] 以下					
		- 礫径 呼び径の100%以下(φ350～600)及び80%以下(φ700)					
	被 水 圧	kPa max. 58.8 [0.6 kg/cm ²] (掘削添加材とピンチ弁による)					
到達立坑	管底高	mm 300以上 (標準立坑寸法は上図による)					
全ストローク		mm 2980					
推進装置(駆動装置含む)	推進ジャッキ	推力/引き力	kN max. 3038/539 [310/55ton]		max. 3038/735 [310/75ton]		
		速度(押し)	mm/min max. 1400 (無負荷、「走行」操作時)				
		速度(引き)	mm/min max. 2500 (無負荷、「走行」操作時)				
		ストローク	mm 1515				
	スクリュコンベア	トルク	Nm max.8232[840 kg-m]		max.11760[1200 kg-m]		
回転速度		rpm 0～11					
調整ジャッキストローク		mm 295					
コントロールユニット	適用環境温度	℃ 0～40					
	使用電源	- 専用油圧ユニットより供給(DC24V×0.3kW)					

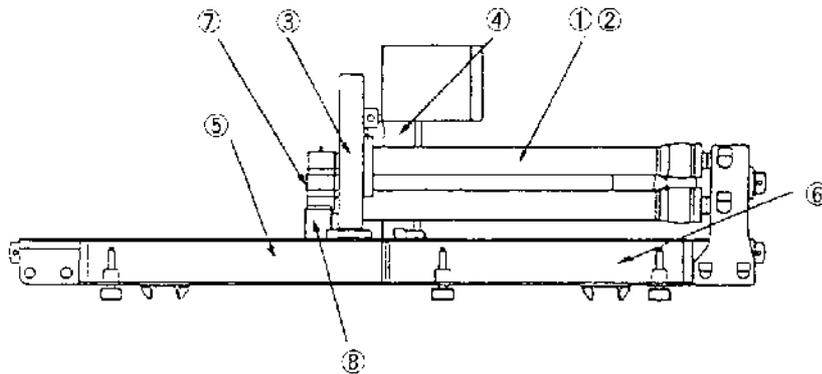
ヒューム管呼び径(mm)		φ350	φ400	φ450	φ500	φ600	φ700
油圧ユニット	方 式	- エンジン駆動方式					
	名称・形式	- コマツ 6D95L・水冷4サイクル直接噴射式					
	定格出力	- 60kW [80PS]/2000rpm(定格回転速度)					
	騒 音	dB(A) 68(周囲7m)					
寸法(外径×全長)	mm	φ485 ×3307	φ541 ×3307	φ599 ×3299	φ655 ×3389	φ775 ×3434	φ895 ×3434
	質 量	kN 18.7	23.0	24.5	32.0	40.7	45.4
カット駆動	トルク	Nm max.19600[2000kg-m]		max.34300[35000kg-m]			
	回転速度	rpm 0～12.5		0～7.0			
揺動(方向修正)	方 向	- 全方向					
	角 度	度 -2.6～+2.6 (任意の角度に設定可能)			-3～+3 (任意の角度に設定可能)		
導 体 計 測	方 式	- 2枚のPSDによる光→電気直接変換(液晶グラフィック表示)					
	精 度	mm ±2					
	可能距離	m 約130(環境により変動)		約150(環境により変動)			
	表示項目	- 計画線に対するズレ量(左右・上下)×2ポイント(ターゲット部と揺動部)					
姿勢計測	表示項目	- ローリング、ピッチング、ヨーイング					
土 圧 検 知	kPa	0～1960 [0～20 kg/cm ²]					
水・掘削添加材吐出口	-	5ヵ所(カットヘッド前×2、カットヘッド内×2、ピンチ弁前×1)					
滑材吐出口	-	先導体後端部全周					

単位は、国際単位系によるSI単位表示、[]内の非SI単位は参考値です。

*1 本適用土質、推進距離を越える場合でも、施工可能となる場合がありますので、ご相談ください。

- 本仕様は改良のため、予告なく変更することがありますので、ご了承ください。
- 本機および本機による工法の工業所有権は、コマツが所有します。
- 本機をご利用される際の注意事項の詳細は取扱説明書をご覧ください。

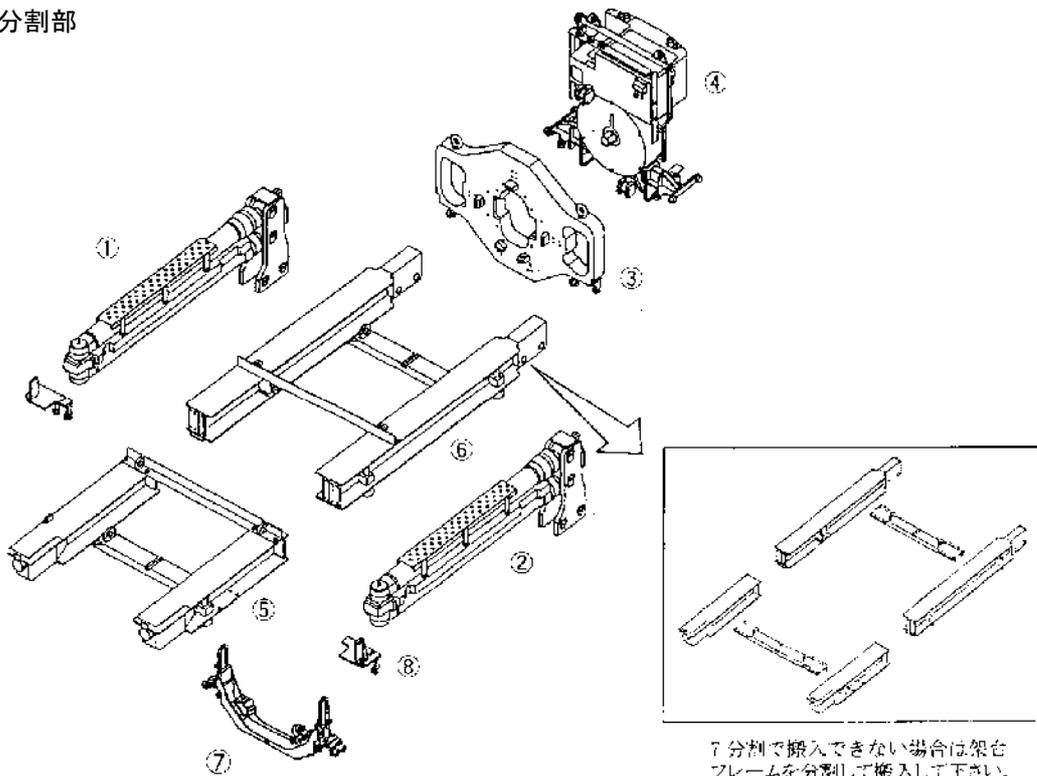
3-9 推進装置の分割寸法と重量



No.	組替部位	装置名	寸法(X×Y×Z)(mm)	重量(kN)	
①	推進シリンダ アセンブリ	推進シリンダアセンブリ (右側)	350×2,540×894	13.3	
②		推進シリンダアセンブリ (左側)	350×2,540×990	13.7	
③	押板部	押板(ヒューム管用押輪含)	1,735×1,075×396*	15.6*	
④	駆動装置	駆動装置	1,356×1,350×755	7.5	
⑤	推進架台	推進架台	前	1,550×1,485×330	4.1
⑥			後	1,550×2,575×330	6.5
⑦	管受台	管受台	1,351× 614×143	0.8*	
⑧		推進シリンダガイド	359× 210×188	0.2×2セット	

- 寸法のX、Y、Zは上図を参照してください。
- *印値は、各口径別の最大値を示します。
- 反力ピン(0.2KN(15kg)×4個)は含んでいません。

•主要分割部



3-10 先導体の分割寸法と重量

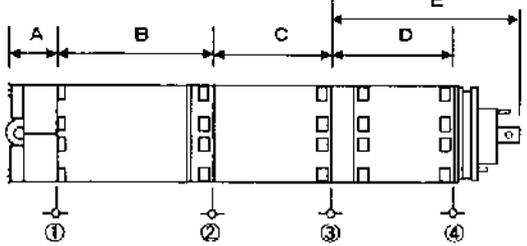
(1) 一体回収時の寸法、重量

	適用ヒューム管径	礫用 カッタヘッド部 外径(mm)	外径(mm)	全長(mm)	重量(kN)
	φ 350	φ 498	φ 485	3,307	18.7
	φ 400	φ 554	φ 541	3,307	23.0
	φ 450	φ 612	φ 599	3,307	24.5
	φ 500	φ 668	φ 655	3,299	30.7
	φ 600	φ 788	φ 775	3,389	38.4
φ 700	φ 908	φ 895	3,434	43.5	

- 先導体の全長は揺動シリンダを全縮時にした状態の寸法です。
- φ 350～φ 450 の号機番号P1001～の場合。

(2) 5分割回収時の寸法、重量(単品回収部品も含んでいます)

先導体は、全体を①～④の部分で5分割して回収できます。

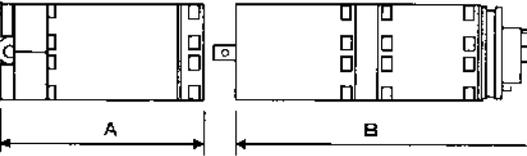
	適用ヒューム管径	回収可能マンホール(内径寸法)
	φ 350	2号(φ 1,200mm)
	φ 400～φ 500	3号(φ 1,500mm)
	φ 600～φ 700	4号(φ 1,800mm)
(注1) 止水器を取付ける場合はご相談ください。 (注2) 供用開始しているマンホールからの分割回収は、作業環境の面から設計を見合わせて下さい。		

分割部は、A部、B部、C部、D部、E部となっています。

		A	B	C	D	E
重量 kN (kg)	φ 350	1.6(165)	7.9(810)	4.5(455)	—	4.7(475)
	φ 400	2.3(230)	9.3(945)	5.7(580)	—	5.8(590)
	φ 450	2.4(245)	9.7(985)	6.1(625)	—	6.3(645)
寸法 (mm)	[φ 350～450]	268	981	895	750	1,163
重量 kN (kg)	φ 500	2.9(292)	15.6(1,586)	4.2(424)	—	9.4(958)
	φ 600	5.0(511)	18.2(1,852)	6.2(630)	—	11.3(1,153)
	φ 700	6.2(634)	19.9(2,030)	7.2(730)	—	12.1(1,236)
寸法 (mm)	[φ 500]	303	1,033	754	686	936
	[φ 600]	393	1,033	754	686	936
	[φ 700]	438	1,033	754	686	936

注1) 上記寸法は図示の組立状態での分割寸法を表しています。

(3) 2分割回収時の寸法、重量(単品回収部品は除きます)

			A	B
	重量 kN (kg)	φ 350	9.6(975)	9.1(930)
		φ 400	11.5(1,170)	11.5(1,170)
		φ 450	12.1(1,230)	12.5(1,270)
	寸法 (mm)	[φ 350～450]	1,403	2,137
	重量 kN (kg)	φ 500	18.4(1,878)	13.6(1,382)
		φ 600	23.2(2,363)	17.5(1,783)
		φ 700	26.1(2,664)	19.3(1,966)
	寸法 (mm)	[φ 500]	1,521	2,091
[φ 600]		1,611	2,091	
[φ 700]		1,656	2,091	

- Aの寸法は、駆動部とピンチ弁部切り離し面より150mm カッタヘッド+駆動部を移動させた状態にてスクリュの切り離しを実施し、スクリュは通常の位置より150mm 飛び出した状態になっていると仮定した寸法です。

3-11 TP90S-1・TP90S-2の構造と機能

(1) 先導体(方向修正しながら先端で掘削し、排土する装置)

掘削・排土・位置計測・方向修正機能を持ち、下図に示す通り、礫破碎のためベアリングで支持されたカッターヘッドに、ディスクカッター・ツールビットを装着しています。

方向修正については先導管の先端部が球面で支持されており、4本の大容量シリンダで揺動します。これを電気-油圧システムで制御しあらゆる方向に、また任意の角度(最大4°まで揺動が可能)に設定することができます。

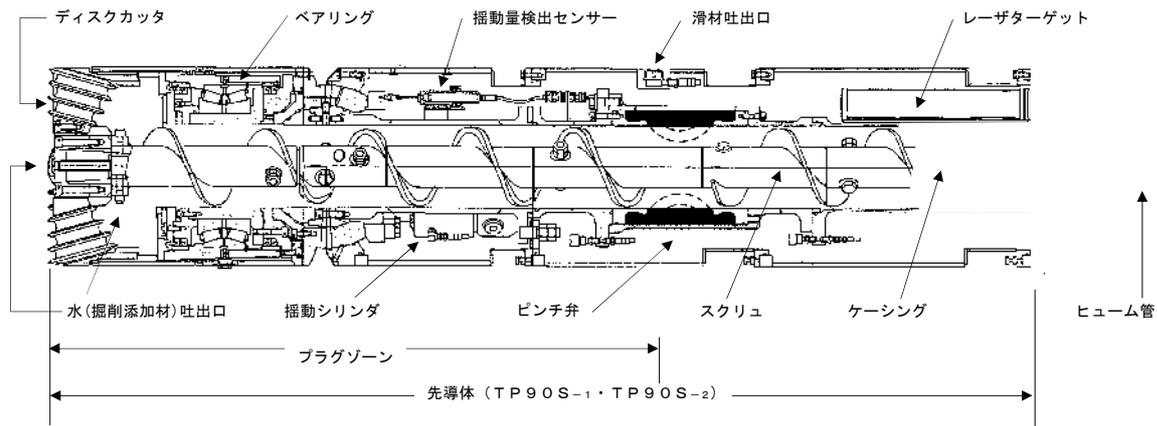
揺動の方向と角度はメータに表示され、必要な修正量、地盤の硬さ、礫の有無など、そのときどきの状況に応じた最適な方向修正が行えます。

被水圧の高い滞水層の推進時、方向修正を確実にするためには土砂の取込量を制御する機構が必要です。このため駆動部後部より中空構造のスクリュ内を通し、掘削添加材をカッターヘッド前面に吐出させ、カッターヘッドの回転により掘削添加材を混合し、掘削土を改良。さらに、大型ピンチ弁の開閉により、先導体のカッターヘッドから大型ピンチ弁までのケーシング内に改良した掘削土を充填させ、“改良土のプラグゾーン”を作ります。

これとカッターヘッド前面の切羽圧をバランスさせる『泥土圧方式』により、排土量や滞水の制御を行い、流砂現象による切羽の崩壊を防止する機構にしています。

どなたでも正確に位置の検出・予測が行えます。方向検出システムは発進立坑からのレーザビームを2枚のポジションセンサを採用することによりコントロールユニットのCRT画面にグラフィック表示されます。画面には上下、左右位置と姿勢角のみならず、将来位置まで予測出来ます。レーザセオドライトを一度据付ければ、後はいちいちのぞく必要はありません。また、人が計測・計算する必要はありませんので、不慣れやケアレスミスなどによるトラブルが防止でき、どなたでも正確な推進を行う事ができます。

先導体は分割して、既設人孔から回収出来るように5分割構造とし、管径の小さいφ250、φ300用の先導体は1号人孔のφ900から回収できるようにしました。

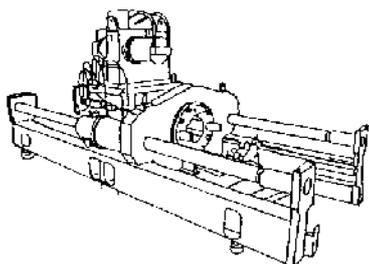


(2) 推進装置(発進立坑内に設置し、先導体、ヒューム管、を保持、推進する装置)

(1) 構造的に大きく異なる点は推進ジャッキ機構で、TP90S-1が油圧チャックと中空シリンダの組合せで、チャックでバーを掴み、これを反力にし推進シリンダ(L=270mm)を伸ばし尺取り虫方式で推進するのに対して、TP90S-2は長尺シリンダ(L=1,515mm)を使用し、反力を反力プレートに差し込んだピンで受け、シリンダ長さ分(2ストローク)を押していく方式としました。

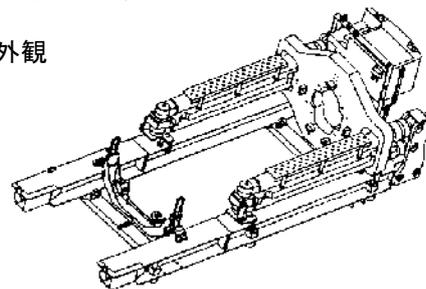
(2) 推進ジャッキ速度はTP90S-1ではMax325mm/min(無負荷)であるが、TP90S-2ではMax2,150mm/min(無負荷)にアップしました。

(3) 管推進後、TP90S-1では油圧モータとチェーンによる早戻り走行装置で駆動装置を前進・後退させますが、TP90S-2では長尺シリンダ(2ストローク)を利用して前進・後退させます。



TP90S-1の推進装置

• 推進装置の外観



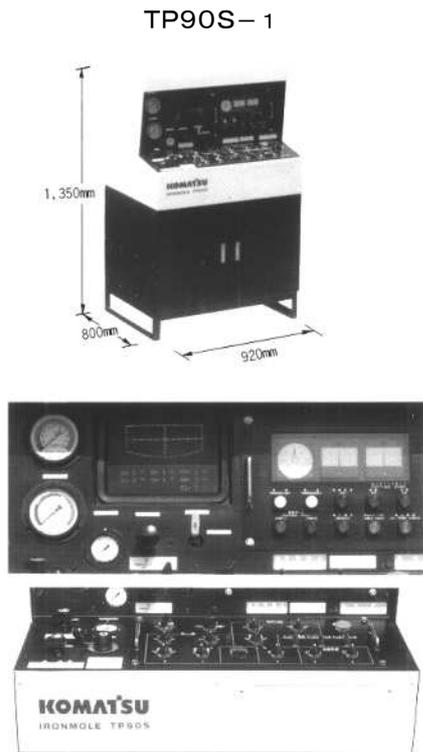
TP90S-2の推進装置

(3) コントロールユニット

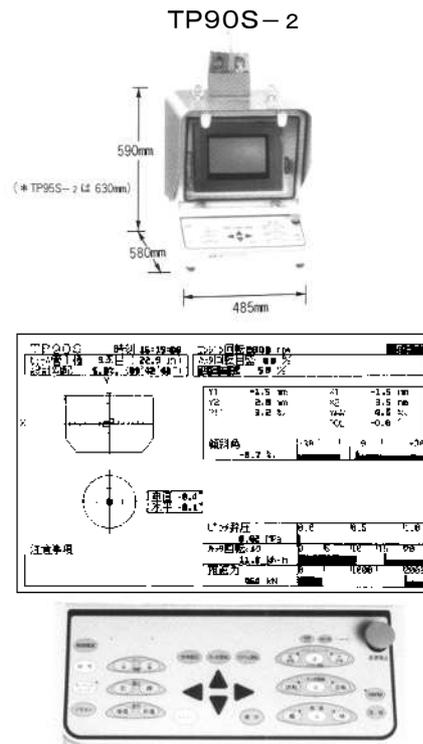
〔推進ジャッキの前・後進、速度調整、カッタの正逆転、先導体の方向修正、並びに修正位置表示、推進状況の表示および予測を行うものでオペレータが判断できる装置〕

- (1) 構造的に大きく異なる点はTP90S-1が油圧系統の一部(バルブ等)をコントロールユニットに入れているが、TP90S-2では操作、表示の電気系統を集約してコンパクト化しています。
- (2) TP90S-1ではブラウン管(CRT)で位置、姿勢角を表示しているが、TP90S-2ではカラー液晶(LDC)で表示し、コントロールユニットをコンパクト化しました。
- (3) TP90S-1での方向修正はレバー類でアナログメータを見ながら行いますが、TP90S-2ではタッチパネルの方式を採用しキーボタンでの操作の集中化と容易化を図りました。

● コントロールユニットの外観



メイン画面とアナログメータ及びレバースイッチ

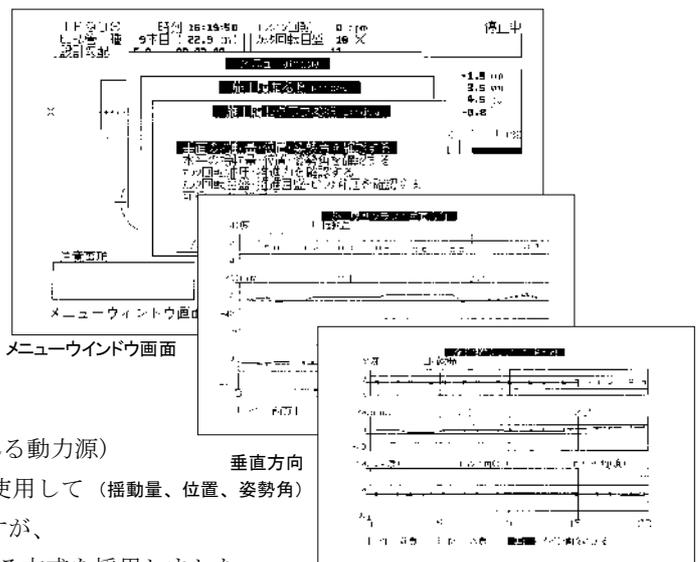


メイン画面とタッチパネル方式のキーボタン

● 施工履歴をメニューウインドウ画面で検索

TP90S-1ではブラウン管(CRT)に位置・姿勢角が表示された数値をオペレータが施工記録用紙に記帳していたが、TP90S-2では推進状況のデータを、センサとコンピュータで自動計測・演算処理されます。

メニューウインドウ画面の検索により、リアルタイムで施工履歴(位置・姿勢角、垂直および水平の揺動量、ピンチ弁圧、カッタ回転トルク、推進力など)をグラフおよび表により14パターンまで表示します。



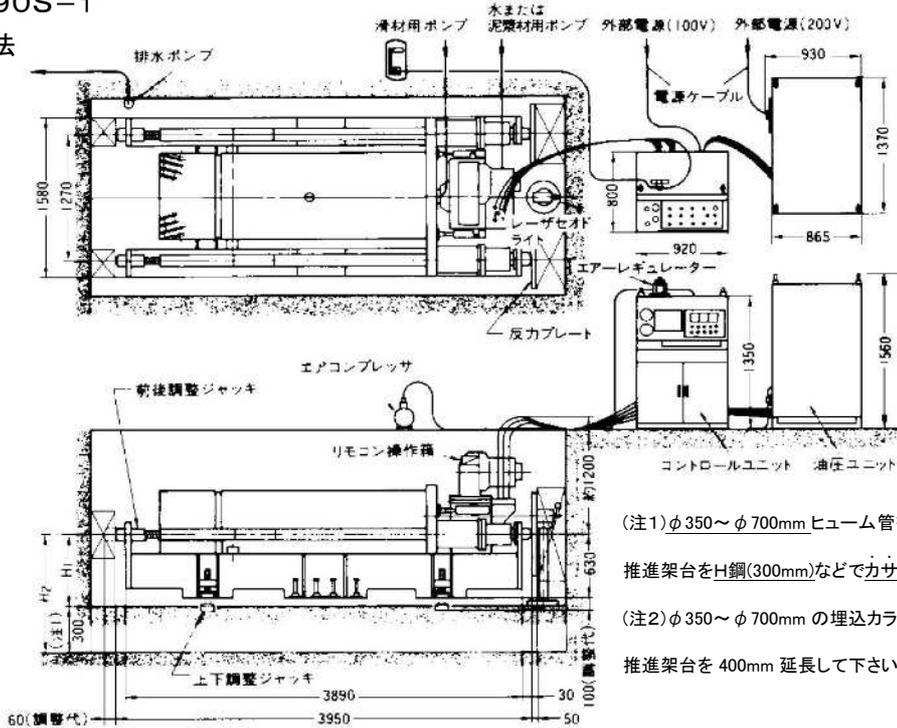
(4) 油圧ユニット(油圧ポンプ、作動油などから構成される動力源)

- TP90S-1ではAC200V(3相)×35kWの電源を使用して(揺動量、位置、姿勢角)モータを駆動させた油圧ポンプから動力を供給しますが、TP90S-2はエンジンで油圧ポンプを直接駆動する方式を採用しました。オプションで電動仕様の油圧ユニットも準備しております。

3-12 機械寸法と仕様

(1) TP90S-1

•機械寸法



(注1)φ350～φ700mmヒューム管を推進する場合、
推進架台をH鋼(300mm)などでカサ上げて下さい。

(注2)φ350～φ700mmの埋込カラー形ヒューム管を推進する場合、
推進架台を400mm延長して下さい。

•仕様

at 50Hz

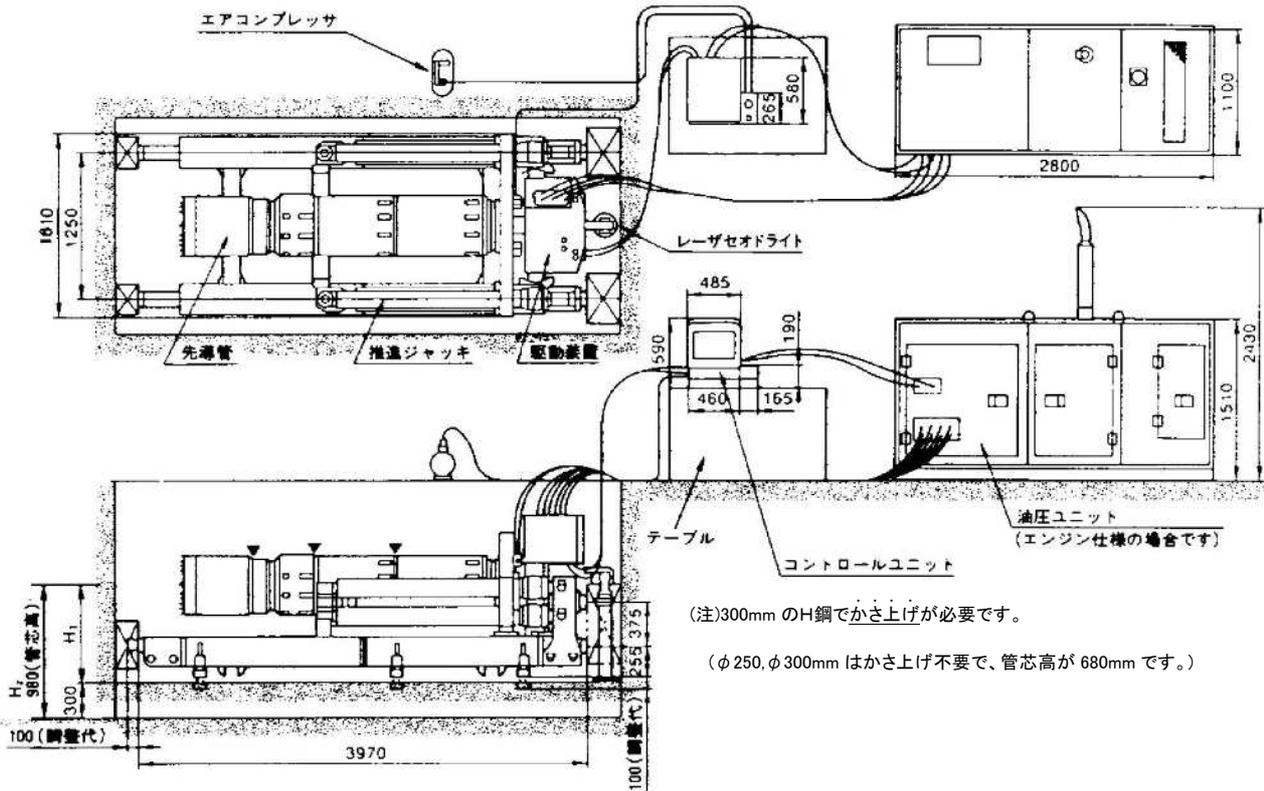
ヒューム管呼び径(mm)		φ250	φ300	φ350	φ400	φ450	φ500	φ600	φ700	
寸法(幅×長×高)		mm 1580×3940×1900								
推進装置 (駆動装置を含む)	管芯高	(H1)	mm 680		—					
		(H2)	mm —		980(上記H ₁ に対し、300mmのH鋼でカサ上げ) (調整代は±50mmです)					
	重量	kN(kg) 51.0(5200)		53.5(5450)			55.9(5700)			
	フィールドストローク	mm min2690								
	推進ジャッキ	推力/引き力	kN max1961/784(max200/80ton)							
		推進速度	mm/min max325(無負荷)							
		ストローク	mm 270							
	スクリュ駆動装置	出力転トルク	Nm 8232(max840kg-m)			16460(max1680kg-m)				
		回転速度	rpm 0～10(2モータ24回転)							
	調整ジャッキ	ストローク	mm 295							
伸び速度		mm/sec 9.5								
走行速度	mm/sec max93									
ユニット コントロール	寸法(幅×奥行×高さ)	mm 920×800×1460								
	重量	kN(kg) 4.6(470)								
	使用電圧×電力	— AC100V×0.95kW								
ユニット 油圧	寸法(幅×奥行×高さ)	mm 930×1370×1560								
	重量	kN(kg) 10.0(1020)								
	使用電圧×電力	AC200V(3相)×35kW								
先導 導 体	寸法(外径×全長)	mm	φ374×2584 [2648]	φ428×2600 [2663]	φ485×2765 [2833]	φ541×2765 [2833]	φ599×2765 [2833]	φ655×2800 [2851]	φ775×2800 [2851]	φ895×2800 [2851]
	重量	kN	8.3 [9.0]	9.8 [12.0]	13.8 [14.7]	15.6 [17.7]	17.1 [19.1]	21.2 [23.9]	25.1 [29.5]	27.5 [33.6]
	揺動 (方向修正)	方向	全方向							
		角度	度 -4～+4(任意の角度に設定可能)							
	位置計測	方式	2枚のPSD(デュアルレーザ・ターゲット)による光→電気直接変換(CRTグラフィック表示)							
		精度	mm ±2							
		可能距離	m 約100(環境により変動)							
	姿勢計画	表示項目	計画線に対するズレ量(左右・上下)、予測位置							
		表示項目	ローリング、ピッチング、ヨーイング							
		水、掘削添加材吐出口	3カ所(カッタヘッド前面×1、同内部×2)							
滑材吐出口	1カ所(シールド上面、弁付き)									

(注) 先導体全長、重量の〔 〕内数字は#1101以降の場合を示します。

* 本仕様は改良のため、予告なく変更することがありますので、ご了承ください。

(2) TP90S-2

●機械寸法



(注)300mm のH鋼でかさ上げが必要です。
 (φ250, φ300mm はかさ上げ不要で、管芯高が680mmです。)

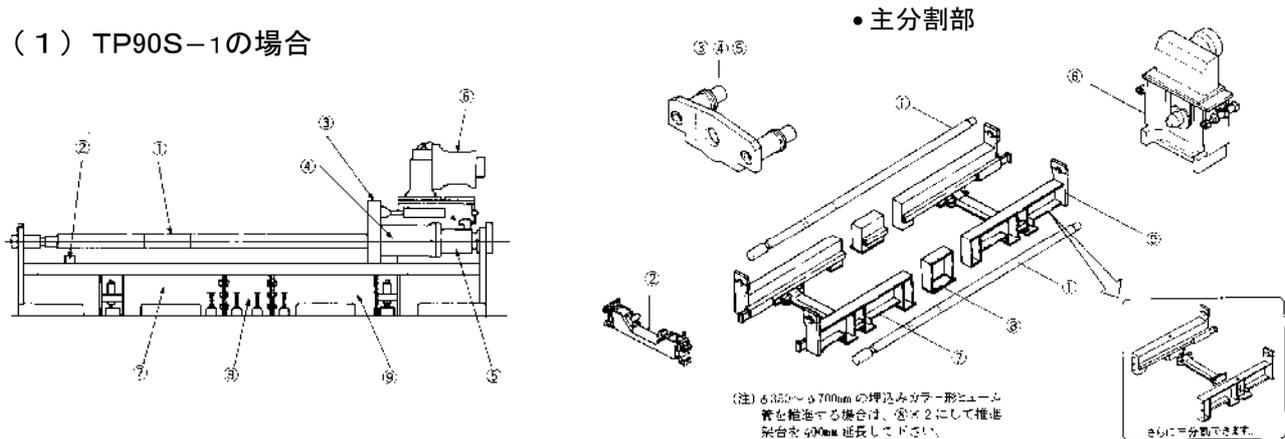
●仕 様

ヒューム管呼び径(mm)		φ250	φ300	φ350	φ400	φ450	φ500	φ600	φ700		
寸法(幅×長×高)		mm 1610×3970×1510 (最小寸法)									
推進装置(駆動装置を含む)	管 芯 高	(H1)	mm 680		—						
		(H2)	mm —		980(上記H ₁ に対し、300mmのH鋼でかさ上げ) (調整代は±50mmです)						
	重 量	kN 45.4	45.5	45.4	45.6	45.8	45.4	45.7	46.1		
	フィールドストローク	mm 2980									
	推 進 ジャッキ	推力/引き力	kN 1961/735(max200/75ton)								
		推進速度	mm/min max2150(無負荷)								
	スクリュ 駆動装置	ストローク	mm 1515								
		出力転トルク	Nm 8232(max840kg-m)	16460(max1680kg-m)							
調整ジャッキ	回転速度	rpm 0~21									
コントロール ユニット	調整ジャッキ	ストローク	mm 295								
	寸法(幅×奥行×高さ)	mm 485×580×590 (フック含まず)									
	重 量	kN(kg) 0.5(50)									
油圧 ユニット (エンジン)	使用電圧×電力	— DC24V×0.3kW									
	寸法(幅×奥行×高さ)	mm 2800×1100×1510 (排気管を含む高さ2430)									
	重 量	kN(kg) 19.4(1980)									
油圧 ユニット (電動)	エンジン定格出力	— 80ps/2000rpm									
	寸法(幅×奥行×高さ)	mm 1100×1995×1390									
	重 量	kN(kg) 13.7(1400)									
先 導 体	使用電力	— AC200V(3相)×37kW									
先 導 体		前頁TP90S #1101以降機と同じです。									

* 本仕様は改良のため、予告なく変更することがありますので、ご了承ください。

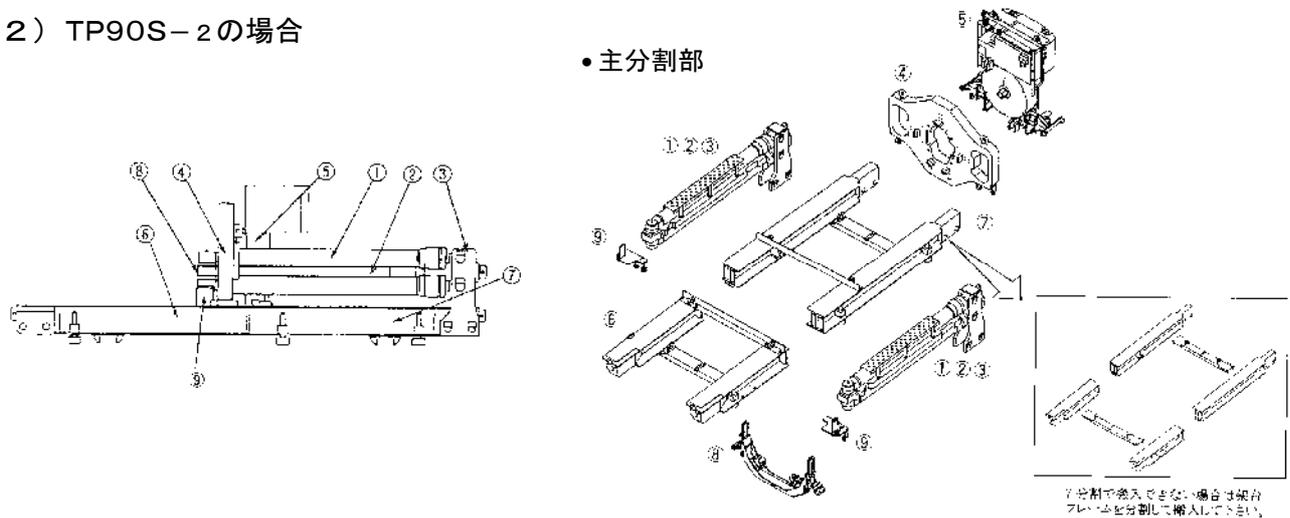
3-13 推進装置の分割寸法と重量

(1) TP90S-1の場合



No.	装置名	分割重量 (単位: kN(kg))							主寸法 (単位: mm)	
		適用ヒューム管径								
		φ 250	φ 300	φ 350	φ 400	φ 450	φ 500	φ 600	φ 700	
①	ロッド(片側分)	1.1(115)							径120×長2,450	
	ロッド(1個)	1.7(170)								
②	管受台	0.7(70)		1.0(105)				0.9(95)		巾1,580×長 875×高1,070
③	押し板部	6.0(610)		6.9(705)				9.6(980)		
④	推進ジャッキ(2個)	3.3(335)								
⑤	推進チャック(2個)	1.6(160)								
	小計	10.8(1,105)		11.8(1,200)				14.5(1,475)		
⑥	駆動装置(チェーンを含む)	11.8(1,385)							巾1,250×長 900×高1,310	
⑦	推進架台(前半部)	5.6(570)							巾1,500×長1,745×高 760	
⑧	推進架台(中央部) (2個)	1.1(115)							巾1,500×長 400×高 435	
⑨	推進架台(後半部)	5.6(575)							巾1,500×長1,745×高 760	

(2) TP90S-2の場合



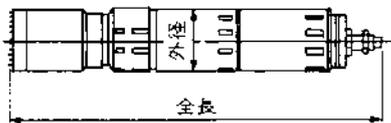
No.	分割名	装置名	寸法(X×Y×Z)(mm)	重量(kN)	
①	推進シリンダ アセンブリ	推進シリンダ (2本/片側)	2,397×845× 300	8.6(×2セット)	
②		ブラケット (推力伝達用)			
③		ブラケット (シリンダ固定用)			
④	押し板部	押し板 (ヒューム管用押輪含)	1,580×1,090×336*	10.7*	
⑤	駆動装置	駆動装置	1,310×1,360×755	7.5	
⑥	推進架台	推進架台	前	1,985×367×1,500	3.9
⑦			後		5.4
⑧	管受台	管受台	1,058×515× 143	0.8*	
⑨		推進シリンダガイド	435× 205	0.3(×2セット)	

• *印値は各口径の最大値を示します。

3-14 先導体の分割寸法と重量

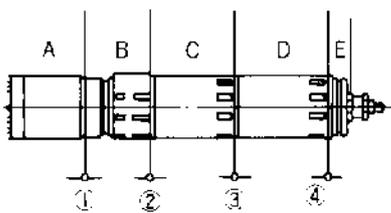
(1) TP90S-1、TP90S-2、号機番号P1005~1099の場合

① 一体回収時の寸法、重量

	適用ヒューム管径	外径(mm)	全長(mm)	重量(kN)
	φ 250	φ 374	2,585	8.3
	φ 300	φ 428	2,600	9.8
	φ 350	φ 485	2,765	13.8
	φ 400	φ 541	2,765	15.6
	φ 450	φ 599	2,765	17.1
	φ 500	φ 655	2,800	21.2
	φ 600	φ 775	2,800	25.1
	φ 700	φ 895	2,800	27.5

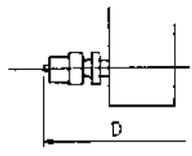
② 5分割回収時の寸法、重量(单品回収部品は除きます)

先導体は、全体を①~④の部分で5分割して回収できます。

	適用ヒューム管径	回収可能マンホール(内径寸法)
	φ 250~φ 300	1号(φ 900mm)
	φ 350~φ 450	2号(φ 1,200mm)
	φ 500~φ 700	3号(φ 1,500mm)

(注1) 止水器を取付ける場合はご相談ください。
 (注2) 供用開始しているマンホールからの分割回収は、作業環境の面から設計を見合わせて下さい。

分割部は、A部、B部、C部、D部、E部となっています。

適用ヒューム管径	項目	A	B	C	D	E	
		カット部	揺動部	ピンチ弁部	ターゲット部	後端部	
φ 250	外径×長さ(mm)	φ 384×625	φ 374×567	φ 374×766	φ 374×750	φ 374×135	(注) D部はフランジニップル出代を含む寸法です。 
	重量 kN(kg)	2.5(255)	1.9(190)	1.6(165)	1.4(140)	0.3(25)	
φ 300	外径×長さ(mm)	φ 438×640	φ 428×567	φ 428×766	φ 428×750	φ 428×135	
	重量 kN(kg)	3.3(340)	1.9(195)	1.7(170)	1.5(150)	0.3(30)	
φ 350	外径×長さ(mm)	φ 495×726	φ 485×693	φ 485×711	φ 485×897	φ 485×135	
	重量 kN(kg)	4.7(480)	3.7(375)	2.1(210)	1.9(190)	0.3(35)	
φ 400	外径×長さ(mm)	φ 551×726	φ 541×693	φ 541×711	φ 541×897	φ 541×135	
	重量 kN(kg)	5.0(505)	4.0(405)	2.1(215)	1.9(190)	0.4(45)	
φ 450	外径×長さ(mm)	φ 609×726	φ 599×693	φ 599×711	φ 599×897	φ 599×135	
	重量 kN(kg)	5.3(535)	4.0(405)	2.3(230)	2.0(205)	0.4(45)	
φ 500	外径×長さ(mm)	φ 665×760	φ 655×795	φ 655×665	φ 655×909	φ 655×187	
	重量 kN(kg)	7.9(810)	7.7(785)	2.6(260)	2.0(200)	0.5(50)	
φ 600	外径×長さ(mm)	φ 785×760	φ 775×795	φ 775×665	φ 775×909	φ 775×187	
	重量 kN(kg)	8.8(895)	8.6(880)	2.7(270)	2.1(210)	0.7(70)	
φ 700	外径×長さ(mm)	φ 905×760	φ 895×795	φ 895×665	φ 895×909	φ 895×187	
	重量 kN(kg)	9.6(980)	9.4(955)	2.8(290)	2.3(230)	0.8(85)	

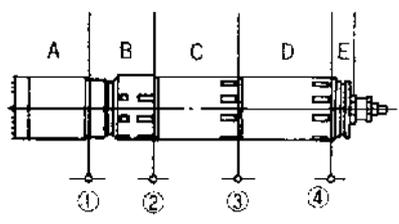
(2) TP90S-1、TP90S-2号機番号P1101~の場合

① 一体回収時の寸法、重量

	適用ヒューム管径	外径(mm)	全長(mm)	重量(kN)
	φ 250	φ 374	2,648	9.0
	φ 300	φ 428	2,663	12.0
	φ 350	φ 485	2,833	14.7
	φ 400	φ 541	2,833	17.7
	φ 450	φ 599	2,833	19.1
	φ 500	φ 655	2,851	23.9
	φ 600	φ 775	2,851	29.5
φ 700	φ 895	2,851	33.6	

② 5分割回収時の寸法、重量(单品回収部品は除きます)

先導体は、全体を①~④の部分で5分割して回収できます。

	適用ヒューム管径	回収可能マンホール(内径寸法)
	φ 250~φ 300	1号(φ 900mm)
	φ 350~φ 450	2号(φ 1,200mm)
	φ 500~φ 700	3号(φ 1,500mm)
<p>(注1) 止水器を取付ける場合はご相談ください。 (注2) 供用開始しているマンホールからの分割回収は、作業環境の面から設計を見合わせて下さい。</p>		
<p>分割部は、A部、B部、C部、D部、E部となっています。</p>		

(单品回収部品は、除く)

適用ヒューム管径	項目	①	②	③	④	⑤
		カッタヘッド部	揺動部	ピンチ弁部	ターゲット部	後端部
φ 250	外径×長さ (mm)	φ 384×625	φ 374×587	φ 374×745	φ 374×759	φ 374×135
	重量 kN(kg)	3.0(310)	1.5(150)	1.5(153)	1.6(161)	0.2(23)
φ 300	外径×長さ (mm)	φ 438×640	φ 428×587	φ 428×745	φ 428×759	φ 428×135
	重量 kN(kg)	3.8(382)	2.1(214)	2.3(235)	2.3(232)	0.4(38)
φ 350	外径×長さ (mm)	φ 495×726	φ 485×730	φ 485×744	φ 485×933	φ 485×145
	重量 kN(kg)	5.1(520)	3.3(338)	2.1(209)	2.4(248)	0.4(36)
φ 400	外径×長さ (mm)	φ 551×726	φ 541×730	φ 541×744	φ 541×933	φ 541×145
	重量 kN(kg)	6.0(612)	4.1(416)	2.8(290)	3.1(312)	0.6(56)
φ 450	外径×長さ (mm)	φ 609×726	φ 599×730	φ 599×744	φ 599×933	φ 599×145
	重量 kN(kg)	6.4(650)	4.6(467)	3.1(319)	3.4(343)	0.8(76)
φ 500	外径×長さ (mm)	φ 665×760	φ 655×827	φ 655×724	φ 655×901	φ 655×197
	重量 kN(kg)	8.6(876)	5.7(584)	3.1(319)	3.8(390)	0.7(68)
φ 600	外径×長さ (mm)	φ 785×760	φ 775×827	φ 775×724	φ 775×901	φ 775×197
	重量 kN(kg)	10.4(1057)	8.0(811)	3.6(369)	4.7(480)	0.9(88)
φ 700	外径×長さ (mm)	φ 905×760	φ 895×827	φ 895×724	φ 895×901	φ 895×197
	重量 kN(kg)	11.6(1179)	8.9(910)	4.4(447)	5.7(583)	1.1(108)

4 発進立坑および到達立坑

TP75SCL

TP95S-1・TP95S-2

TP90S-1・TP90S-2

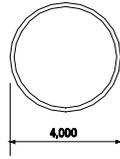
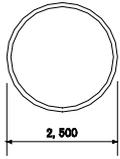
4-1 立坑設計標準

■標準発進立坑平面図(単位: mm)

■標準到達立坑平面図(単位: mm)

(1) TP75SCLの場合

先導体を一体で回収する場合(片側到達)



	ライナープレート	小型立坑*1
片発進 ・ 止水器無し	φ2,500以上	φ2,500以上
片発進 ・ 止水器付き*2	φ2,500以上	φ2,500以上
両発進*3 ・ 止水器無し	φ2,600以上*4	φ2,500以上
両発進*3 ・ 止水器付き*2	φ2,600以上*4	φ2,500以上

* 1. 鋼製ケーシング立坑の場合です。

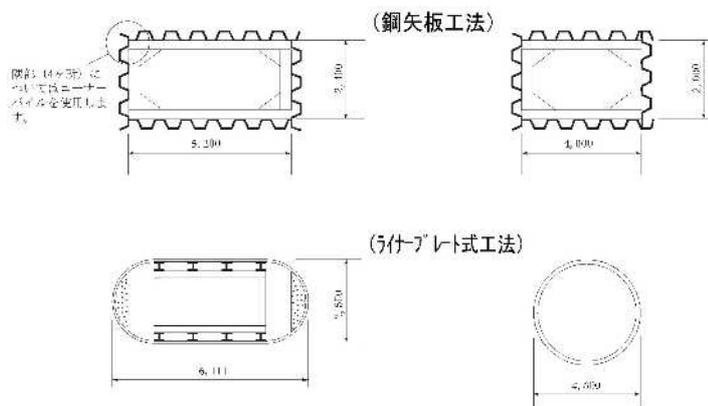
(内寸は2,552mm以上必要です。)

* 2. 止水器は円弧状で、厚みが50mm以下の場合です。

* 3. ヒューム管の押し残り量を調整して反転推進した場合です。(53頁参照)

* 4. φ2,600のライナープレートは特注品です。ライナーメーカーにお問い合わせください。

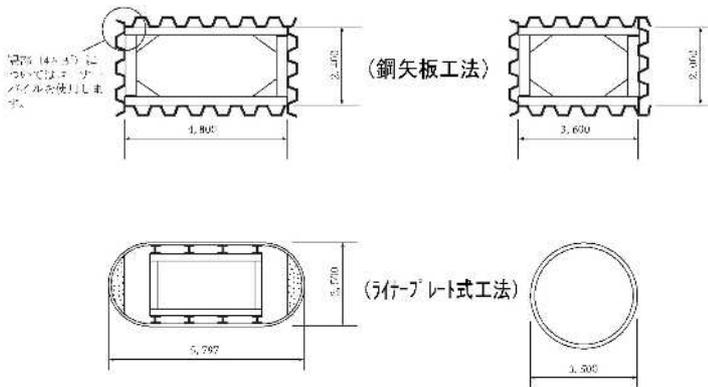
(2) TP95Sの場合



	ライナープレート	鋼矢板
片発進 ・ 止水器無し	2,500×6,111	2,400×5,200
片発進 ・ 止水器付き	2,500×6,111	2,400×5,200
両発進*1 ・ 止水器無し	長径は6,111以上	長径は5,200以上
両発進*1 ・ 止水器付き	長径は6,111以上	長径は5,200以上

* 1. ヒューム管の押し残り量を調整して反転推進した場合です(53頁参照)。

(3) TP90Sの場合



	ライナープレート	鋼矢板
片発進 ・ 止水器無し	2,500×5,797	2,400×4,800
片発進 ・ 止水器付き	2,500×5,797	2,400×4,800
両発進*1 ・ 止水器無し	長径は5,797以上	長径は4,800以上
両発進*1 ・ 止水器付き	長径は5,797以上	長径は4,800以上

* 1. ヒューム管の押し残り量を調整して反転推進した場合です(53頁参照)。

注1) 鋼矢板の数値は内寸法で、ライナープレートはプレート幅センターからの数値となっております。内寸法は50mm減となります。

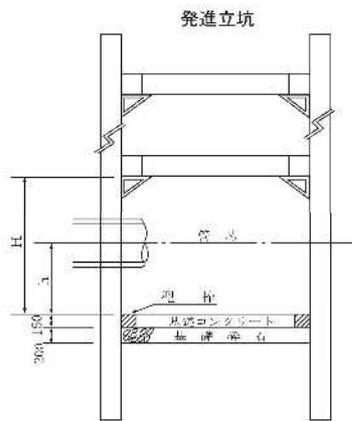
注2) 止水器付き、及び両発進の場合は止水器の長さ及び使用する推進管の最終管が、止水器からの押出量を考慮して、上記寸法より大きくする必要があります。

注3) 標準到達立坑平面図の寸法は、先導体を一体回収する場合です。

注4) 先導体を分割で回収する時の人孔到達、到達立坑(鋼矢板・ライナープレート)の寸法は58頁を参照して下さい。

■標準立坑断面図（単位：mm）

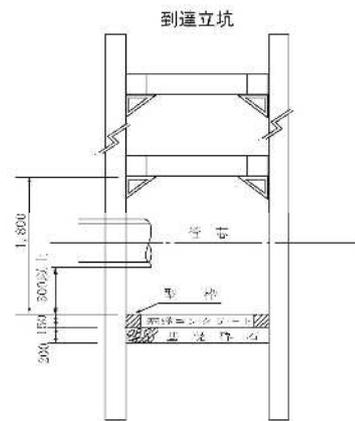
(1) TP75SCLの場合



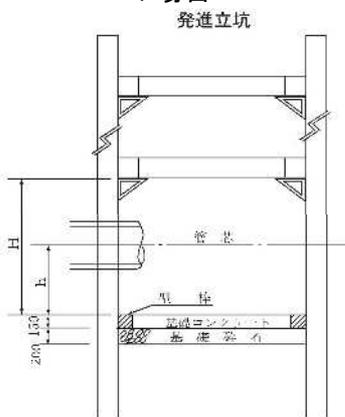
(単位:mm)

適用ヒューム管径	管芯高 (h)	最下段腹起し (切梁)高さ(H)
φ350～φ500	1,080±50	2,400

推進架台をH鋼(300mm)などでカサ上げて下さい。
管芯高が標準以上の場合は、腹起し下部から管芯迄1,320mm 確保願います。



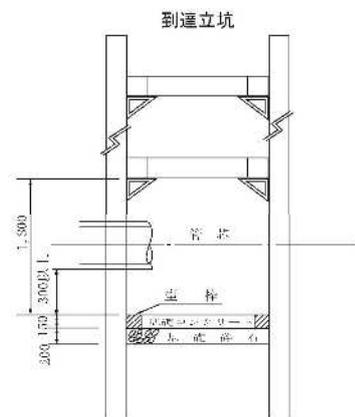
(2) TP95Sの場合



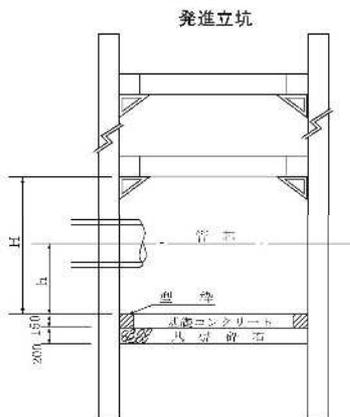
(単位:mm)

適用ヒューム管径	管芯高 (h)	最下段腹起し (切梁)高さ(H)
φ350～φ700	1,050±50	2,400

推進架台をH鋼(300mm)などでカサ上げて下さい。
管芯高が標準以上の場合は、腹起し下部から管芯迄1,350mmを確保願います。



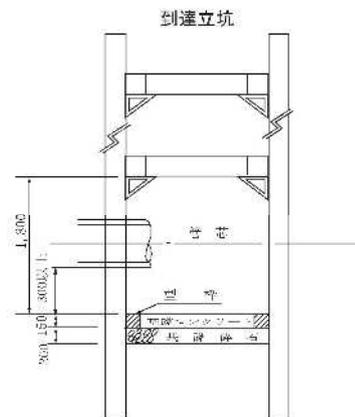
(3) TP90Sの場合



(単位:mm)

適用ヒューム管径	管芯高 (h)	最下段腹起し (切梁)高さ(H)
φ250、φ300	680	2,000
φ350～φ700	980	2,300

φ350～φ700 の場合、推進架台をH鋼(300mm)などでカサ上げて下さい。
管芯高が標準以上の場合は、腹起し下部から管芯迄1,320mm 確保願います。



注1) 上記寸法は、標準寸法であり、現場条件等により変わります。

注2) 既設の埋設物が有る場合は別途検討して下さい。

注3) 立坑が深い場合は、仮設階段を設けるため十分な広さを必要とします。

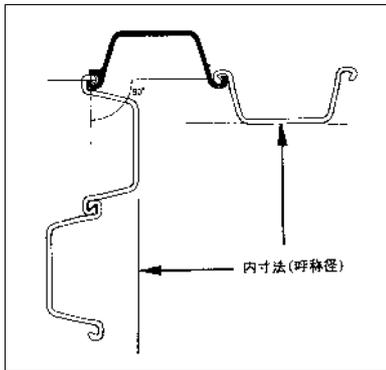
注4) 坑口部分については、必ず地盤強化と止水のための地盤改良を実施して下さい。

特に発進坑口部では、方向制御安定のため地盤改良を行い、湧水量が多く、崩壊性が激しい地盤では、改良範囲を長くすることを検討して下さい。

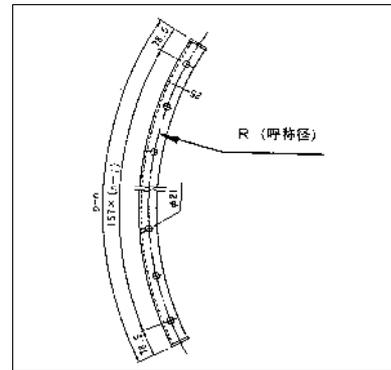
【注記】

① 鋼矢板・ライナープレートの内寸法の取り方は下記図を参照願います。

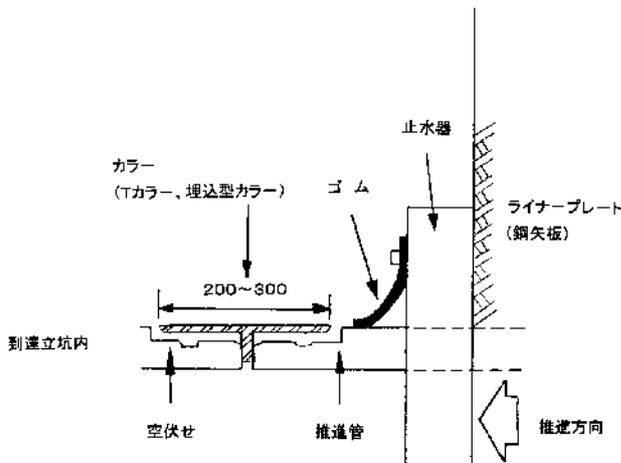
(鋼矢板)



(ライナープレート)

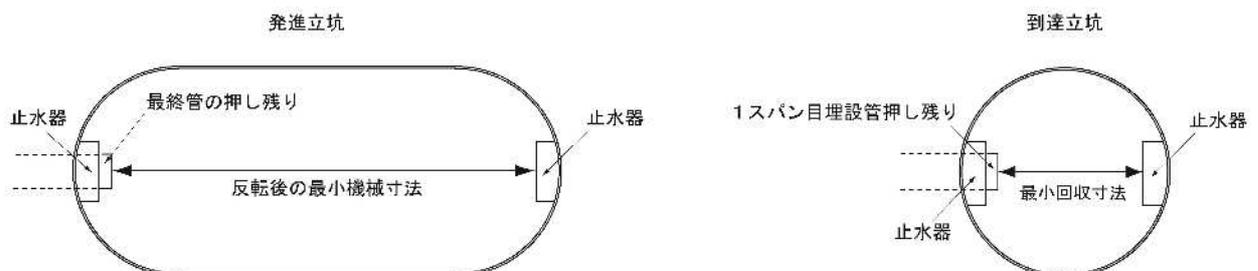


- ② ライナープレートの板厚及び切梁、腹起し材、縦梁等の寸法、位置については、土質、掘削深さにより計算して下さい。
- ③ ライナープレートの場合は切梁・覆工受桁があるため、その位置によって、推進装置は分割搬入となります。
- ④ 到達側で、坑口に止水器を取り付ける場合は、止水器のゴムのめくれを考慮して下さい。止水器の形状や取り付け方法にもよりますが、立坑内側より400mm以上必要となりますので、この場合立坑寸法は大きくなります。
- ⑤ 立坑の土留めが鋼矢板の場合、推進延長は鋼矢板の中心線までの距離となります。
II型、III型、IV型ではそれぞれ板厚（II型－10.5mm、III型－13.0mm、IV型－15.5mm）が違いますので計算時には注意して下さい。



★ 一口メモ：立坑内に釜場を！
滞水層では、釜場をつくり、排水を確実に行って下さい。

⑥ 立坑内、ヒューム管押出量は、空伏部施工を考慮して、片発進(片到達)、両発進(両到達)の寸法を決めて下さい。

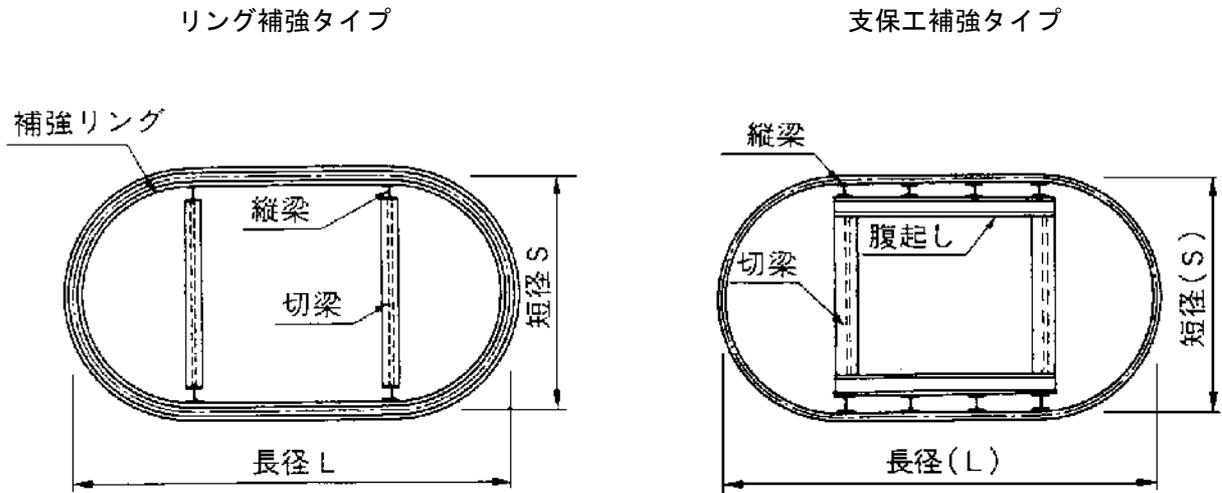


⑦ 発進坑がライナープレートの場合、モルタルによる裏込めを必ず実施して下さい。

4-2 ライナープレート立坑の注意点

(1) 小判形ライナープレート図

小判形立坑の構造には次の2種類があります。



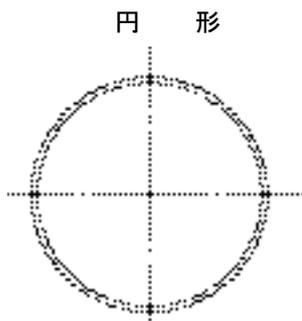
- 1) 補強リングを使用しますので、壁材の剛性が大きくなります。
- 2) 補強リングを使用するため、壁材の組立、解体が幾分複雑になりますが、縦梁の本数は4本ですみます。
- 3) 直線部が長くなりますと、縦梁4本では強度的にもたなくなる場合があります。

- 1) 壁材はライナープレートだけで、縦梁は6～12本と腹起しを使用します。
- 2) ライナープレートの組立は簡単ですが、縦梁、腹起しを使用するため、施工が幾分複雑となります。
- 3) 腹起しを使用するため、作業スペースが若干せまくなります。

【注意点】

- ① 軟弱砂礫層では湧水がなくても地山を改良して下さい。湧水がある場合は必ず地山の改良を実施して下さい。
- ② ライナープレートと地山の間に空隙が生じます。この空隙は推進施工時の推進反力低下となるため、必ずグラウトして下さい。
- ③ 反力壁(バックコンクリート)を推進反力の計算通りに作って下さい。ライナープレート裏側の地山で推進反力を受けます。
- ④ 腹起し、切梁が必要となるので、推進装置投入口がせまくなりますが分割搬入が可能です。
- ⑤ 滞水層では、坑口に止水器(エントランスパッキン)を設けて下さい。

(2) 円形ライナープレート図



円形ライナーでは、縦梁と腹起し、切り梁で補強する必要がないので、補強リングのみで十分に耐えられます。

但し、築造、推進時の注意点は小判形と同じ考えです。

【注記】

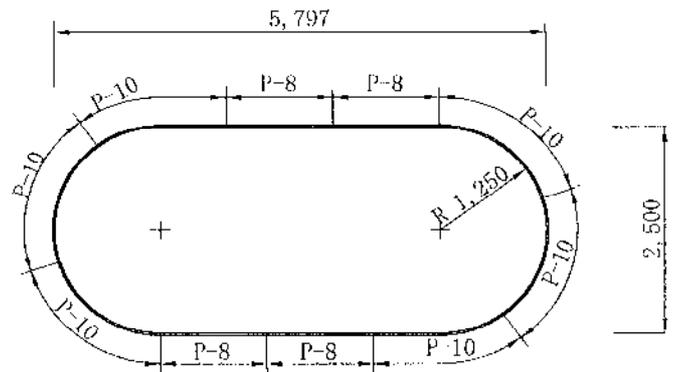
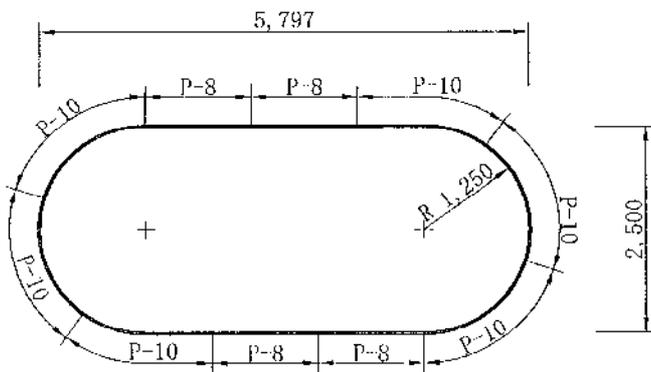
- ① 最下段腹起し(切梁)高さは、52頁の標準立坑断面図を参照して下さい。
- ② ライナープレートの縦梁はH鋼200×200としました。
- ③ 反力壁の取り方(反力壁の計算)の検討を加えて下さい。
- ④ 上記寸法は立坑設計標準としました。
- ⑤ 標準セクション構成(ライナープレート)は

*TP90Sの場合はP-10、6枚、P-8、4枚となります。

短径 2,500×長径 5,797

Aリング

Bリング

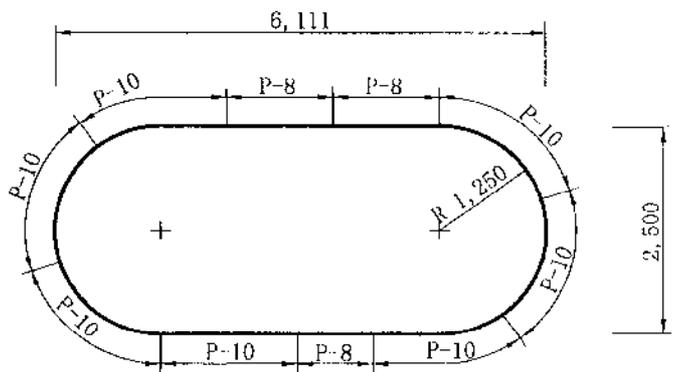
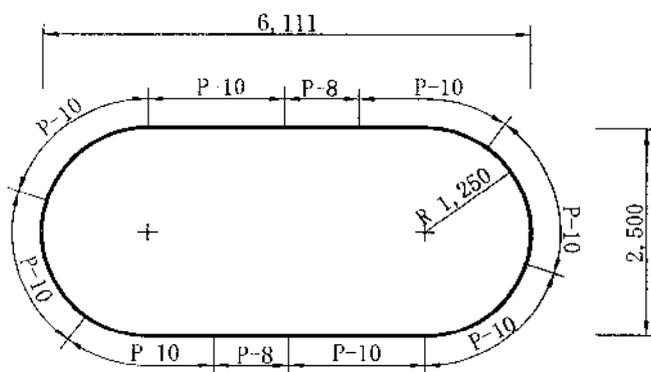


*TP95Sの場合はP-10、8枚、P-8、2枚となります。

短径 2,500×長径 6,111

Aリング

Bリング



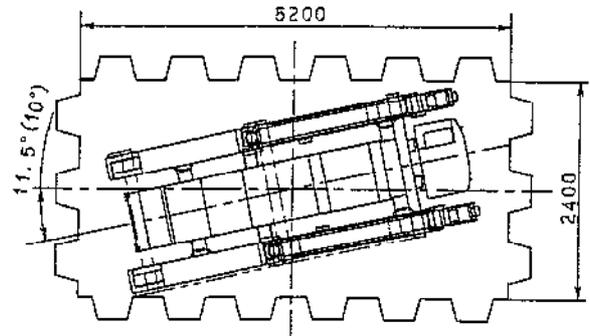
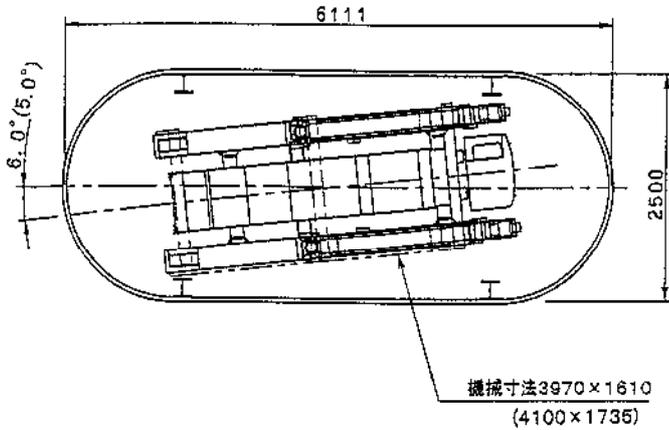
4-3 斜め発進参考図

(1) TP95S-1・TP95S-2 の場合

(単位：mm)

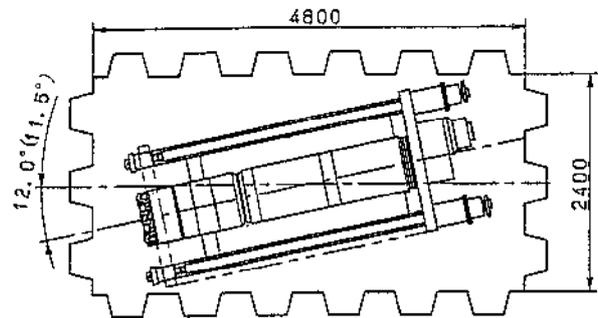
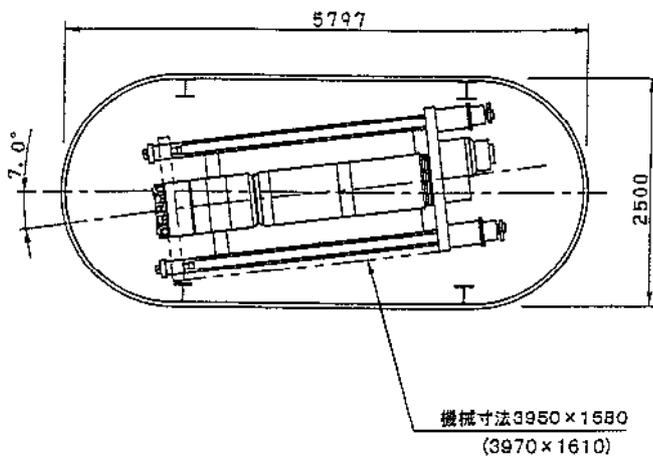
ライナープレート

鋼矢板



() 内数値はTP95S-2

(2) TP90S-1・TP90S-2 の場合



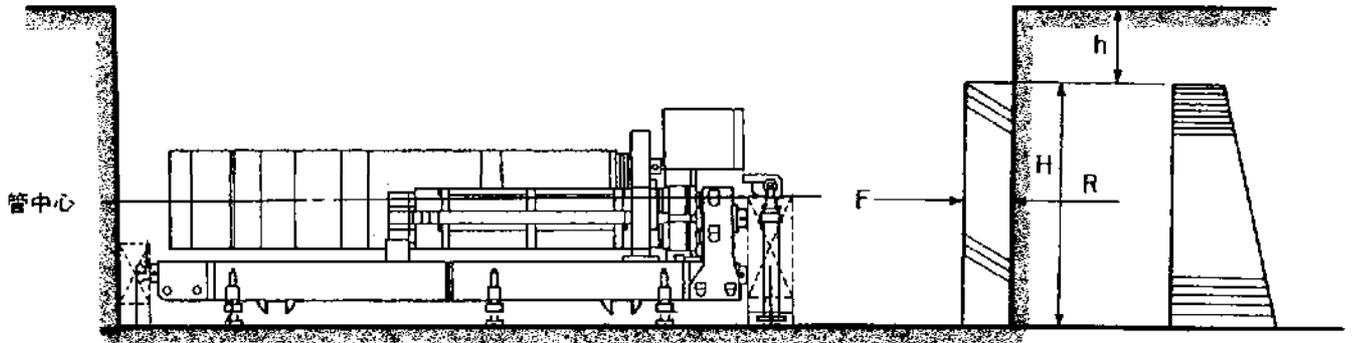
() 内数値はTP90S-2

注1) 上記の振れ角は最大値で有り、立坑築造時の施工誤差や推進装置の前後移動の余裕量、縦梁のライナー直線部位置により振れ角は小さくなる場合もあります。

注2) 縦梁はH-200mmの寸法です。(立坑幅内寸2,100mmの確保をお願いします。)

4-4 推進反力

推進反力はランキンの受働土圧式で示されます。反力(R)は推進力(F)より大きくなければなりません。



$$R = \alpha \cdot B \left(\gamma \cdot H^2 \frac{K_p}{2} + 2C \cdot H \sqrt{K_p} + \gamma \cdot h \cdot H \cdot k_p \right)$$

ここに、

R : 反力(kN)

B : 支圧壁幅(m)

γ : 土の単位体積重量(kN/m³)

K_p : 受働土圧係数 [$\tan^2(45^\circ + \phi/2)$]

ϕ = 土の内部摩擦角(度)

C : 土の粘着力(kN/m²)

α : 係数(=1.5~2.5)

H : 支圧壁の高さ(m)

h : 地表よりの深さ(m)

となり α には通常2を採用している。

注1) 図示はTP95Sで示しています。TP90Sでは図が一部変わりますが、計算式は同じです。

注2) 反力壁は、設計上は土留め矢板(ライナープレート)に耐力を無視して、矢板裏の地山の耐力を反力と考えます。従って地山の耐力と共に矢板裏と地山の空隙をなくして下さい。

4-5 最小円形ライナープレート到達寸法

管 径	最小円形ライナープレート寸法(mm)			備 考
	TP75SCL	TP95S-1・-2	TP90S-1・-2	
φ 250	—	—	1,200	1. 足掛金物の取り除きを必要とする場合があります。 2. 分割回収するため、 <u>先導管と底盤(インバート)面との間は300mm以上の空間が必要です。</u> 3. 滞水層施工の場合は、到達部の止水方法(薬注・止水器)について検討して下さい。止水器を取り付けなければならない場合、止水器の長さ分(ラバーのかえり分も含む)だけ、サイズアップして下さい。
φ 300	—	—	1,200	
φ 350	1,300	1,300	1,300	
φ 400	1,600	1,600	1,300	
φ 450	1,600	1,600	1,300	
φ 500	1,600	1,600	1,600	
φ 600	—	2,000	1,600	
φ 700	—	2,000	1,600	

【注記】

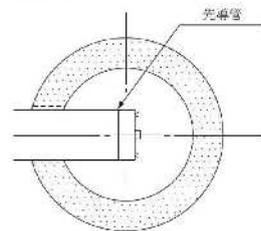
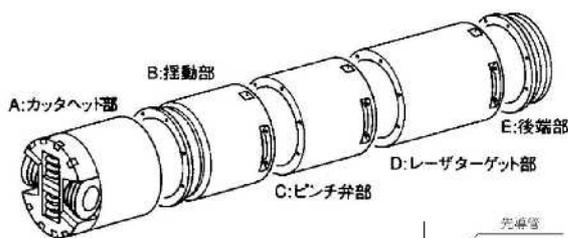
- ① 上記ライナープレート寸法は、板厚が2.7mmのものであり、板厚が3.2mm、4.0mm等の場合、上記寸法がない(例えば、1,200、1,300)ことがあるので注意して下さい。
- ② 上記ライナープレート寸法は、片到達の場合です。両到達の場合、ヒューム管押出量を考慮し、作業域(53頁⑥参照)が下記寸法以上とれるライナープレートにサイズアップして下さい。
- ③ 本表は片到達止水器なしです。片到達止水器ありの場合は400mm以上、両到達止水器ありの場合は800mm以上をサイズアップして下さい。

4-6 人孔到達寸法

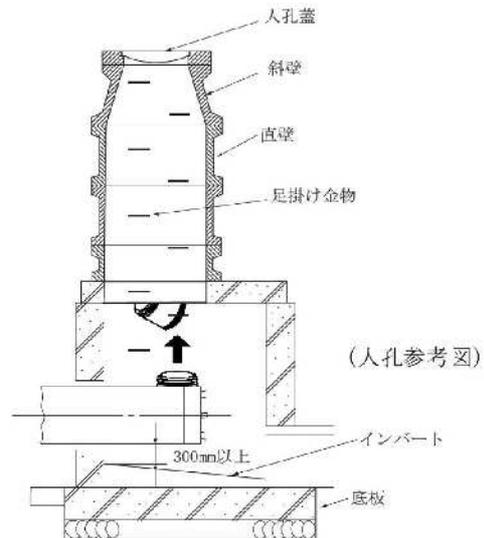
管 径	円形人孔(最小寸法) (mm)			備 考
	TP75SCL	TP95S-1・-2	TP90S-1・-2	
φ 250	—	—	1号人孔(φ 900)	1. 左記最小径の人孔での回収は、作業域(内径の領域)が確保されなければ回収が困難になります。 2. 人孔蓋、斜壁、直壁、底版、足掛金物の取り除きを必要とする場合があります。 3. 分割回収するため、 <u>先導管と底盤(インバート)面との間は300mm以上の空間が必要です。</u> 4. <u>滞水層施工の場合、到達部の止水方法(薬注、止水器)について検討して下さい。</u> 止水器を取り付けなければならない場合、マンホールをはつる等、内径に止水器(ラバー)がはみ出ないように取付けて下さい。あるいは、止水器の長さ分(ラバーのかえり分も含む)だけ、人孔をサイズアップして下さい。
φ 300	—	—	1号人孔(φ 900)	
φ 350	2号人孔(φ 1,200)	2号人孔(φ 1,200)	2号人孔(φ 1,200)	
φ 400	3号人孔(φ 1,500)	3号人孔(φ 1,500)	2号人孔(φ 1,200)	
φ 450	3号人孔(φ 1,500)	3号人孔(φ 1,500)	2号人孔(φ 1,200)	
φ 500	3号人孔(φ 1,500)	3号人孔(φ 1,500)	3号人孔(φ 1,500)	
φ 600	—	4号人孔(φ 1,800)	3号人孔(φ 1,500)	
φ 700	—	4号人孔(φ 1,800)	3号人孔(φ 1,500)	

【注記】

- ・ 本表は片到達止水器なしです。



平面図



断面図

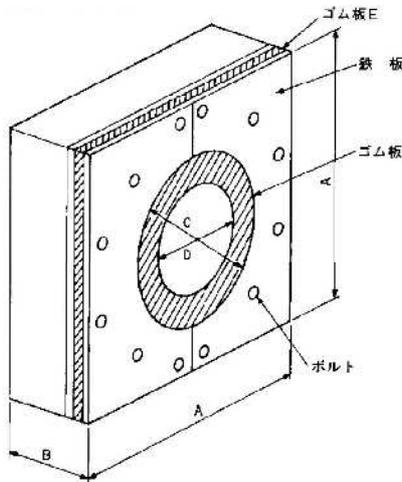
【注記】

- ① 上記人孔寸法は、片到達の場合です。両到達の場合、ヒューム管押出量を考慮し、作業域(内部の領域)が最小径の人孔寸法以上必要です。
- ② 上記の様に煙突状のマンホールの場合、分割後の先導管の回収性(寸法)を検討して下さい。
- ③ 到達はマンホール中心位置で計画して下さい。(先導管ボルト取り外しを考慮)
- ④ 人孔回りが埋め戻しの場合、薬液注入等、地盤の改良を実施して下さい。
- ⑤ 供用開始しているマンホールからの分割回収は、作業環境面を考慮して設計して下さい。

4-7 坑口止水

地下水位以下の砂質土、砂礫質土、玉石混り砂礫質土などにおいては、発進立坑、到達立坑の坑口の崩壊防止及び止水について十分検討する必要があります。一般的には、薬液注入工法（又はウエルポイト工法）など地盤改良と坑口鏡切り部に止水器をとりつける方法があります。
通常はこの二通りを併用して坑口の安全を図ります。

(1) 止水器（箱型）



(単位：mm)

A = 管外径 + 300 ~ 350
 B = 350 ~ 400 *
 C = 管外径 + 100 ~ 120
 D = 管外径 - 100 ~ 150
 E = 10 ~ 15 t

- 施工の確実性から止水器の装着を推奨します。特に、発進立坑で掘削添加材や滑材を使用する場合は、坑口からの洩れ防止のため止水器を装着して下さい。

(2) 薬液注入

- 立坑の背面地盤の乱れによる、水みちをなくして下さい。
- 注入ロス防止のため、立坑をコの字形に巻いて改良して下さい。
- 到達部も発進部と同様とします。

改良範囲と最小値 [参考]

a : 1.0m D : 先導体外径
 b : 1.5m L₁ : 先導体長とします。
 c : 1.0m L₂ : ヒューム管長

【坑口薬液注長さが先導体長分必要な理由】

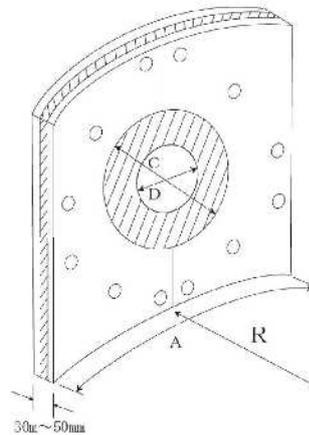
- 先導体は全て入りきるまで方向修正（揺動動作）ができません
→ 推進初期に方向がずれていると推力上昇や精度管理上困難となります
- 先導体が全て入りきるまでピンチ弁操作による止水ができません
- 先導体の分割部にボルト取付用のくぼみがあり、初期推進時水みちとなり、発進立坑内への地下水の流入の危険があります

- 各機種先の先導管長は外径図の寸法を参照願います。

呼び径	先導体外径	先 導 体 長			
		TP75SCL	TP95S-1	TP95S-2	TP90S
φ 250	374	—	—	—	2,648
φ 300	428	—	—	—	2,663
φ 350	485	3,412	3,307	3,307	2,883
φ 400	541	3,412	3,307	3,307	2,883
φ 450	599	3,412	3,307	3,307	2,883
φ 500	655	3,296	3,268	3,299	2,851
φ 600	775	—	3,268	3,299	2,851
φ 700	895	—	3,268	3,434	2,851

- 発進側も到達側も掘削添加材使用時には止水器を使用願います。

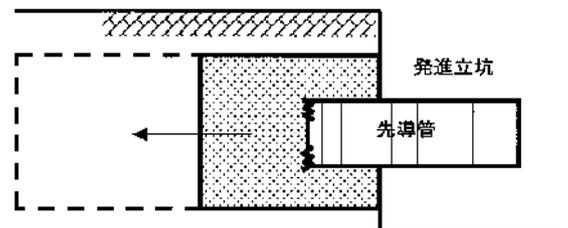
(円弧状)



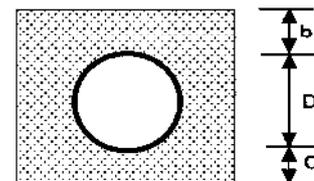
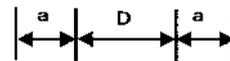
注 1. 角形の他に丸型もあります。

一重パッキン(ゴム板)の他、湧水量に応じ二重パッキンとなる場合もあります。

注 2. *印B寸法は現場で鋼矢板形状に合わせて取付ける場合のもので、他の方法で形状を合せる場合は異なります。



[断面図]



(3) 薬液注入工法の種類

薬液注入工法とは、地盤中に薬液を注入して、地盤の透水性を減少させたり、地盤の強化を図ったりする地盤改良工法である。

薬液とは、任意に固化時間を調整できる材料であり、現在では、水ガラス系薬液を主体として2～3の「硬化材」「助剤」を添加するものに限定して使用している。

薬液注入は、地盤の透水性の減少または、地盤の強度を増加させることから、地下管路工事などの土木建築工事の掘削等の安全を図る補助工法として用いられる例が多い。

尚、漏水を止めたり(防水工事)、空洞を充填する(充填工事)場合に薬液を使用する例があるが、ここでは、それらを薬液注入工法とは称さない。

- 1) 薬液注入工法は一般に、二重管ストレーナー(单相式・複相式)、二重管ダブルパッカー等の工法があるが、その特徴は表-1のとおりである。
- 2) 一般に薬液注入工法に採用されている注入方式は表-2のとおりである。

表-1 注入工法の分類と特徴

工法の分類	適する地盤	特 徴
① 二重管ストレーナー(单相式)	地盤全域に適用できるが、特に緩い砂層及び粘性土に適する。	<p>所定の注入範囲外への拡散を防止し、限定された部分に薬液をとどめることを目指した短いゲルタイムの注入方式である。</p> <p>軟弱で複雑な沖積地盤では、薬液の拡散を防止しつつ密実にむらなく注入させることにより、より効果的な注入が可能となる。このため、締まり具合の弱い地盤や土被りの浅い箇所での注入に適するが、よく締まった砂地盤等では浸透性に限度がある。</p> <p>混合方式は2ショット。</p>
② 二重管ストレーナー(複相式)	地盤全域に適用できる。特に中位～よく締まった砂層や、比較的粘性土を含む砂層等によく適する。	<p>この方式は短いゲルタイムで薬液の拡散を防止する一方、長いゲルタイムの薬液で地盤のより小さな間隔に浸透させるのを目的としたものである。比較的よく締まった地盤や粘性土を多く含む砂質地盤では、短いゲルタイムを使用した注入では効果にむらが生ずるケースもあり、このような場合には、中位～長いゲルタイムと短いゲルタイムとの組合せの注入により効果的な注入ができる。</p> <p>混合方式は1、1.5、2ショットのいずれでもよいが、一般には短いゲルタイムを2ショット、長いゲルタイムを1ショットまたは1.5ショットで行っている。</p>
③ 二重管ダブルパッカー	砂質系地盤全域に適する。	<p>この方式は、長いゲルタイムの薬液で小さな注入速度でゆっくり注入することにより、より均質な改良を可能とする。</p> <p>①②の方式に比較して、注入工費が割高で工期が長くなる問題はあるが、低い圧力で注入可能であることから、重要構造物の直下や埋設物に非常に近接した位置での注入では、最もそれらに対する影響を少なく施工できる。</p> <p>混合方式は、1ショットが普通。</p>

表-2 一般に使用されている注入方式

注 入 方 式	混 合 方 式	使用されているゲルタイム
二重管ストレーナー	单相式	数秒～数十秒
	複相式	全 域
二重管ダブルパッカー	1ショット	十数分以上

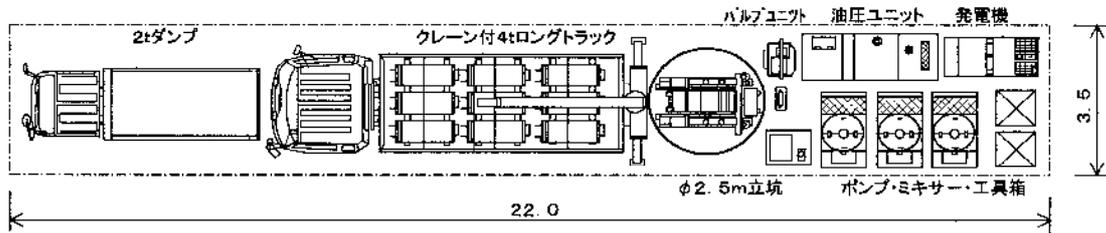
- 二重管ストレーナー(单相)方式は、割裂と浸透を兼用させている。ゲルタイムは非常に短くし、範囲外への拡散防止を図っている。
- 二重管ストレーナー(複相)方式は、单相式であらかじめ注入材が上部へ逃げないようにパッカーを形成しておいて、下方から長いゲルタイムで浸透させるのが狙いである。
- 二重管ダブルパッカー方式は、注入管の周囲から地表へ注入材がリークしないようにしておき、長いゲルタイムで浸透させようというものである。

4-8 フロープラン(作業占有面積) 現状使用されている機械での参考例

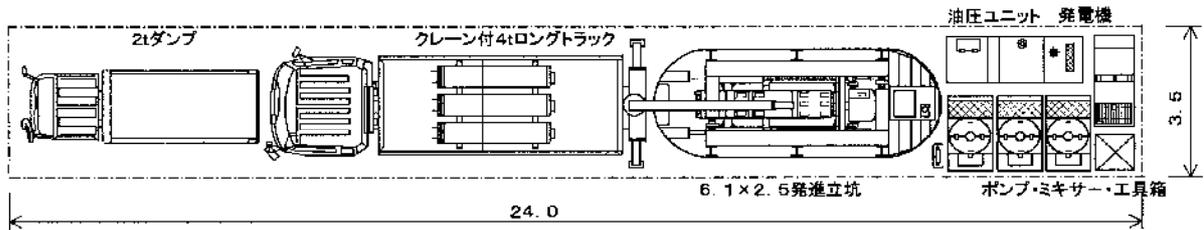
■ 発進立坑作業帯

(1) TP75SCLの場合

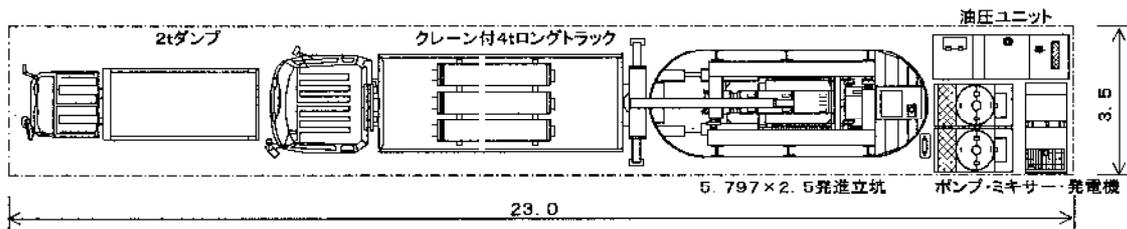
平面図 (単位: m)



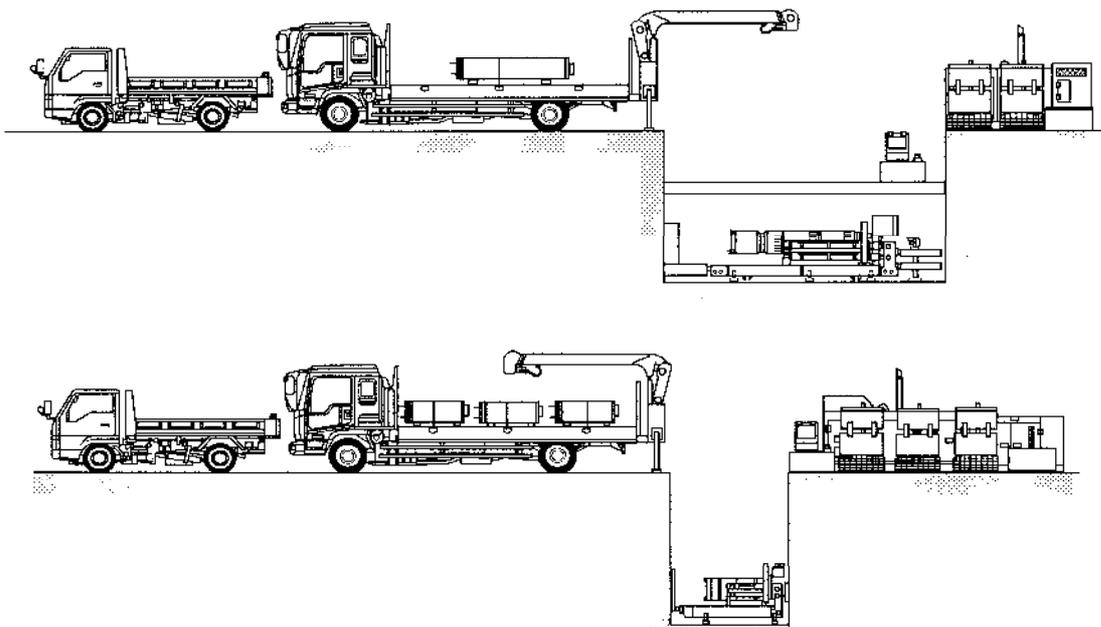
(2) TP95Sの場合



(3) TP90Sの場合



断面図



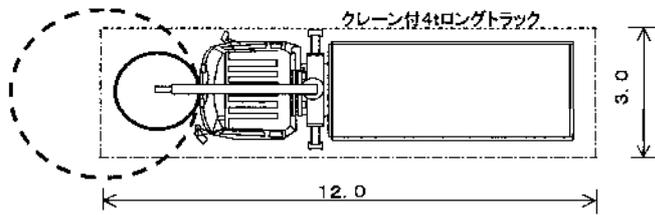
注) 占有面積は、使用する機械・機種・作業方式により変わります。

■到達立坑作業帯

(1) TP75SCLの場合

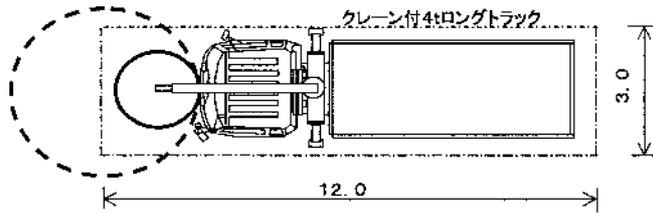
平面図 (単位：m)

- *立坑実線は分割回収の場合でφ500時
- *立坑破線図は一体回収の場合で13.0×4.0



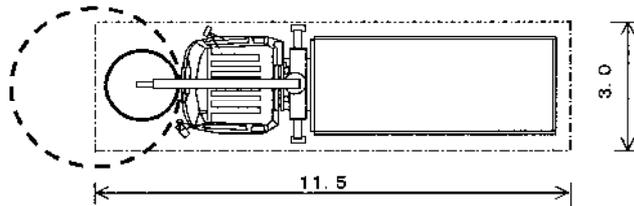
(2) TP95Sの場合

- *立坑実線は分割回収の場合でφ700時
- *立坑破線図は一体回収の場合で14.0×5.0

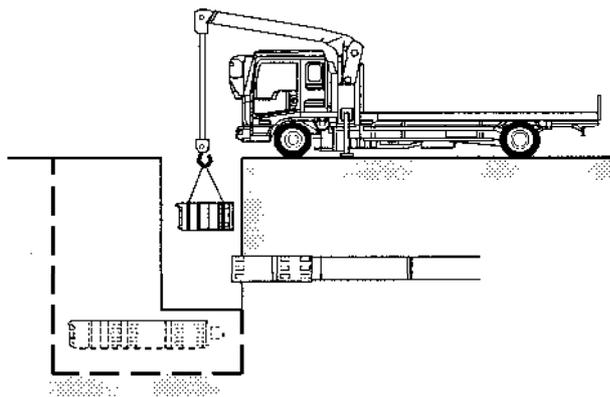


(3) TP90Sの場合

- *立坑実線は分割回収の場合でφ700時
- *立坑破線図は一体回収の場合で14.0×5.0



断面図



機械仕様

項目	寸法：全長×全幅×全高(mm)	重量 (kN)
45kVA発電機 (ポンプ・ミキサ用)	2,000× 880×1,250	13.1
ポンプ・ミキサ	1,800× 900×1,620	6.9
クレーン付4t ロングトラック	8,100×2,200×2,500	
2t ダンプ	4,690×1,695×1,990	

★推進機・先導体等の寸法、重量は各々の仕様を参照して下さい。

5

参 考 资 料

TP75SCL

TP95S-1・TP95S-2

TP90S-1・TP90S-2

5-1 使用電力

No.	装置機器	使用電力	備考
1	油圧ユニット	TP95S-1・-2 : 75kW(AC200V、3相) TP90S-1 : 35kW(AC200V、3相) TP90S-2 : 37kW(AC200V、3相)	
2	コントロールユニット	TP75SCL : } TP95S-1・-2 : } 0.3kW(DC24V) TP90S-2 : } TP90S-1 : 0.95kW(AC100V)	
3	エアコンプレッサ	0.2~0.4kW(AC100V)	ケーブル、ホース、コネクタ清掃およびピンチ弁開閉用、 圧力 981kpa(10 kg/cm ²)
4	坑内水中ポンプ	0.75~3.7kW	坑内排水
5	グラウトポンプ	2~15kW	滑材、掘削添加材、水噴射用
6	グラウトミキサ	2~4kW	滑材、掘削添加材、混練用
7	ジェットポンプ	2.2~5.5kW	スクリュ、ケーシング洗浄用
8	溶接機	200V(150A~500A)	坑口止水器取付、架台芯出し、 反力取り
9	インターホーン、電気ドリル、 門型クレーン、夜間照明灯、 回転灯等は除きます		
同時に全部を使用した時(kW)		32~48.5kW	

発電機容量：常時使用しない装置があるので、30~40kVA程度(現場状況を確認の上、決定して下さい)の発電機を使用します。

5-2 岩盤設計・技術資料

(1) 概 要

岩盤は、堆積物が相当の年代をかけて圧密・固化が進んだ固結堆積物を言い、通常の掘削機械では掘削が困難な堅い状態となっています。

岩盤推進施工を確実にやり、適切な設計積算を行う為には、対象とする岩盤の状態を正確にとらえ、実際に適合したカッタの選定と施工方法を図る事が必要です。

岩盤を適正にとらえ、判断するために必要な調査資料としては、一般的にボーリング調査による岩の正式名、強度、RQD値、コア形態図、石英分率、N値、透水性、圧裂引張強度等に加え弾性波速度試験等があり、これらの指標によって岩盤の状態を評価することが重要となります。

現在、日本下水道管渠推進技術協会が進めている研究会『推進工法岩盤技術研究会』においては、岩盤層での推進施工性を判断するための最小限必要とする資料として、下記の4項目を決め、施主を含む施工関係者から資料の提供をお願いしています。

- ② 岩盤名称 (N値・種類)
- ② 強 度 (N値、シュツミトハンマー強度試験、一軸圧縮強度試験、圧裂引張強度、ショア硬度試験)
- ③ コア形態図
- ④ RQD値

(2) 岩盤の種類

① 岩盤の硬さ

岩盤は、一般に軟岩、中硬岩と硬岩に大別され、およその一軸圧縮強度による区別は、次の通りです。

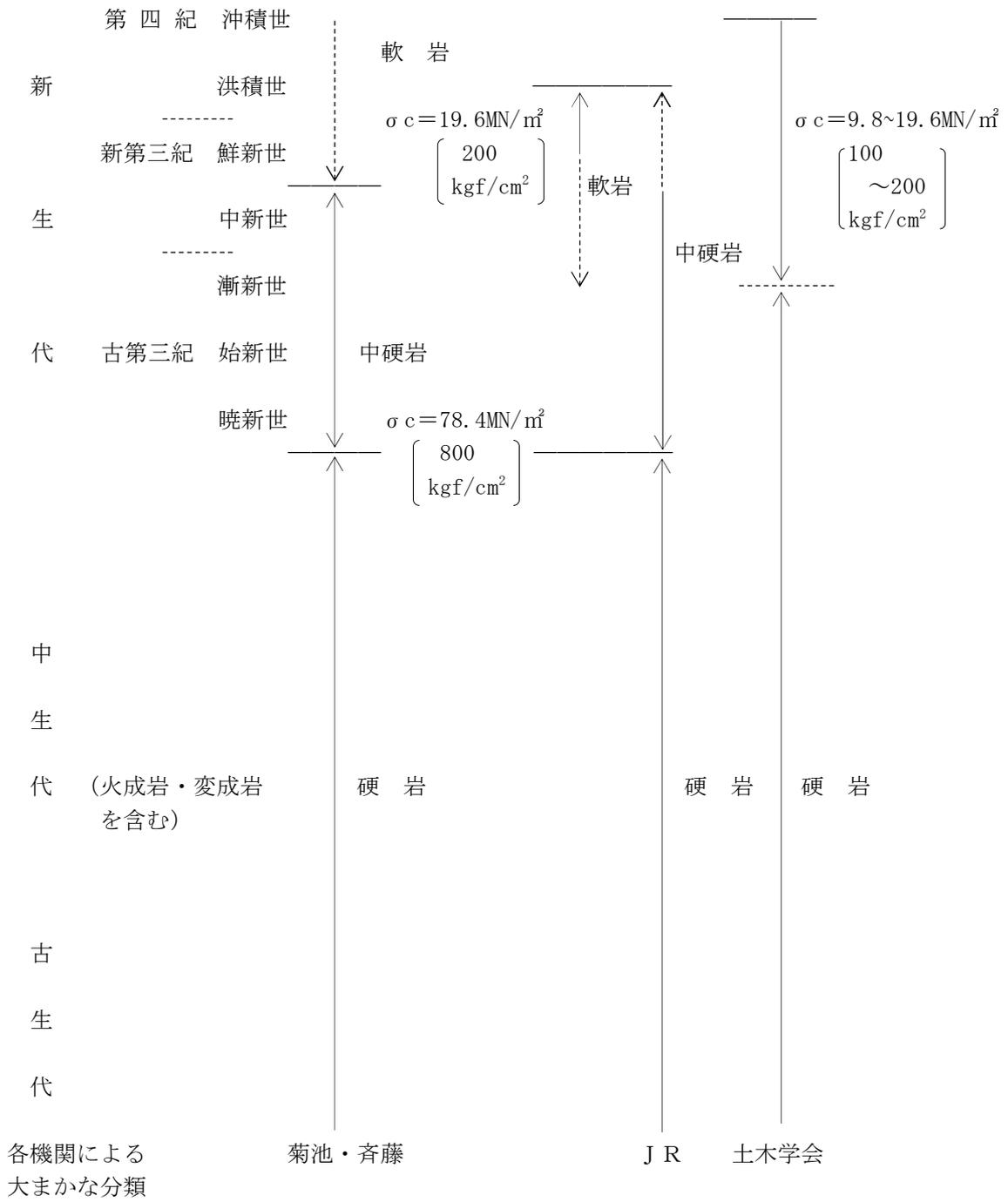
- a. 軟 岩 : 19.6MN/m²(200kgf/cm²) 以下
- b. 中 硬 岩 : 19.6MN/m²~78.4MN/m²(200kgf/cm²~800kgf/cm²)
- c. 硬 岩 : 78.4MN/m²(800kgf/cm²) 以上

注 ; 表2-1参照 (P.81)

② 造岩鉱物のモース硬度

標 準 鉱 物		硬 度	他 の 造 岩 鉱 物		
滑 石	Talc	1	石 墨 Graphite		
石 膏	Gypsum	2	絹雲母 Sericite	黒雲母 Biotite	緑泥石 Chlorite
方解石	Calcite	3			
蛍 石	Fluorite	4			
燐灰石	Apatite	5			
正長石	Orthoclase	6	斜長石・輝石・角閃石 Plagioclase Pyroxene Amphibolite		
石 英	Quartz	7	緑廉石 橄欖石 Epidote Olivine		
黄 玉	Topaz	8			
銅 玉	Corundum	9			
ダイヤモンド	DIAMOND	10			

表 2 - 1



(3) 岩盤の分類

岩盤の分類は、トンネル掘削、地山の掘削、ダム基礎岩盤など、工学的目的によつて岩盤分類の基準は異なっており、代表的な岩盤分類の基準を表3-1、表3-2、表3-3に示します。

表3-1. ダム基礎の岩盤分類の例

記号	特 徴
A	きわめて鮮明なもので、造岩鉱物および粒子は風化、変質を受けていない、亀裂・距離はほとんどなく、あつてもよく密着し、それらの面に沿って風化の跡は見られないもの。岩質はきわめて堅硬でハンマーによって打診すれば、澄んだ音を出す。
B	岩質堅硬で開口した（たとえ1mmでも）亀裂あるいは節理はなく、よく密着している。ただし造岩鉱物および粒子は部分的に多少風化・変質が見られる。ハンマーによって打診すれば、澄んだ音を出す。
CH	造岩鉱物および粒子は石英を除けば風化作用を受けてはいるが、岩質は比較的堅硬である。一般に褐鉄鉱などに汚染せられ、節理あるいは亀裂間の粘着力はわずかに減少しており、ハンマーの強打によって割れ目に沿って岩塊がはく脱し、はく脱面には粘土物質の薄層が残留することがある。ハンマーによって打診すれば、少し濁った音を出す。
CL	造岩鉱物および粒子は石英を除けば風化作用を受けて多少軟質化しており、岩質も多少軟らかくなっている。節理あるいは亀裂間の粘着力は多少減少しており、ハンマーの普通程度の打撃によって割れ目に沿って岩塊がはく脱し、はく脱面には粘土物質層が残留することがある。ハンマーによって打診すれば、多少濁った音を出す。
D	造岩鉱物および粒子は風化作用を受けて軟質化しており、岩質も著しく軟らかい。節理あるいは亀裂間の粘着力はほとんどなく、ハンマーによってわずかな打撃を与えるだけで崩れ落ちる。はく脱面には粘土質物質が残留する。ハンマーによって打診すれば、著しく濁った音を出す。

表3-2. 土工のための岩盤分類（建設省・他）

岩 盤 分 類	
名 称	岩 石 の 程 度
軟 岩 (I)	第3紀の岩石で固結の程度が弱いもの。風化がはなはだしく、きわめてもろいもの。指先で離し得る程度のもので、き裂間の間隔は1～5cmぐらいのもの。
	第3紀の岩石で固結の程度が良好なもの。風化が相当進み、多少変色を伴い軽い打撃により容易に割り得るもの。離れ易いもの。き裂間の間隔は5～10cm程度のもの。
軟 岩 (II)	凝灰質で強く固結しているもの。風化は目にそつて相当進んでいるもの。き裂間の間隔は10～30cm程度で、軽い打撃により離しうる程度、異種の岩が硬い互層をなしているもので、層面を楽に離しうるもの。
中 軟 岩	石灰岩、多孔質安山岩のように特に緻密でないが、相当の硬さを有するもの。風化の程度あまり進んでいないもの。硬い岩石で間隔が30～50cmていどのき裂を有するもの。
硬 岩 (I)	花崗岩、結晶岩など全く変化していないもの。き裂間の間隔1cm内外で相当密着しているもの。硬い岩良好な石材を取り得るようなもの。
硬 岩 (II)	けい岩、角岩など、石英質に富んで岩質が硬いもの。風化していない新鮮な状態のもの。き裂が少なく、よく密着しているもの。

(4) 岩石の種類と弾性波速度範囲との関係

注 表4-1参照

岩石名		速度 (km/s)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	
堆積岩	沖積層	表土	—							
		が い す い	—	—						
		乾いた砂礫	—							
		含水砂礫		—	—					
		ローム・粘土	—							
		火山碎屑物	—	—						
	第三紀層	粘土質頁岩			—	—				
		珪質頁岩				—	—			
		砂岩・礫岩			—	—				
		石灰岩				—	—			
		凝灰岩			—	—				
		角礫凝灰岩				—	—			
	中生層	粘板岩					—	—		
		砂岩・礫岩					—	—		
		硬砂岩					—	—		
		石灰岩						—	—	
		珪岩						—	—	
		輝緑凝灰岩						—	—	
火成岩	深成岩	花崗岩					—	—		
		閃緑岩					—	—		
		斑れい岩						—	—	
		かんらん岩						—	—	
	半成深岩	石英(花崗)斑岩					—	—		
		輝緑岩					—	—		
	火山岩	浮石質溶岩		—	—					
		石英粗面岩			—	—				
安山岩					—	—				
玄武岩					—	—				
変成岩	千枚岩					—	—			
	石墨片岩					—	—			
	珪質石墨片岩					—	—			
	石英片岩					—	—			
	綠色片岩					—	—			
	片麻岩					—	—			
	蛇紋岩			—	—					
ホルンフェンス					—	—				

(土木学会、1977)

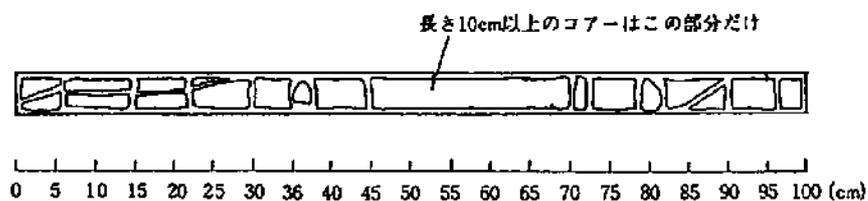
(5) 用語

① RQD値：Rock Quality Designationの略

岩盤の割れ目や軟化・変質の程度をコアの採取状況から間接的に評価しようと言う指標で、回収されたコアのうち、長さが10cm以上あり、かつ新鮮で堅硬なコアの合計長さのボーリング長さに対する割合を求めたものです。

$$RQD = \frac{\text{長さ10cm以上の棒状コアの累計長}}{\text{1削孔長}} \times 100$$

下図に示した例では、コア採集率は100%ですが、RQDは25%となります。



RQD (%)	0～25	25～50	50～75	75～90	90～100
岩質	非常に悪い	悪い	大体良い	良い	極めて良い

② 一軸圧縮強度；岩盤からコア資料を削りだし（コア径53mm）、試験機で圧縮荷重をかけ計測、強度試験を行った値を MN/m^2 (kg/cm^2) 表示する（記号は通常 σ_c を使用する。）。

③ コア採集率；ボーリング長に対する回収コア長の割合で、通常コアパイプを回収する毎（一般に1m毎）に記録します。

$$\text{コア採集率} = \frac{\text{採集されたコア長}}{\text{削孔長}} \times 100 (\%)$$

(6) 岩盤破碎のメカニズム

岩盤破碎時、ディスクカッタ付きのカッタヘッドは、大きな力で回転しながら切羽に押し付けられる。カッタヘッドは、1回転毎に 0.1～1.5 mm 程度切羽面に食い込む。

カッタエッジと切羽の接触面で、岩が破碎され、このゾーンより側方にクラックが伝播し、ディスクカッタの刃によって出来たクラックとクラックに沿って岩は弛められ、大きな破片となっていく。

カッタエッジの側方のチップングは、岩石の主応力線に沿ったクラックの形成の結果として発生する。

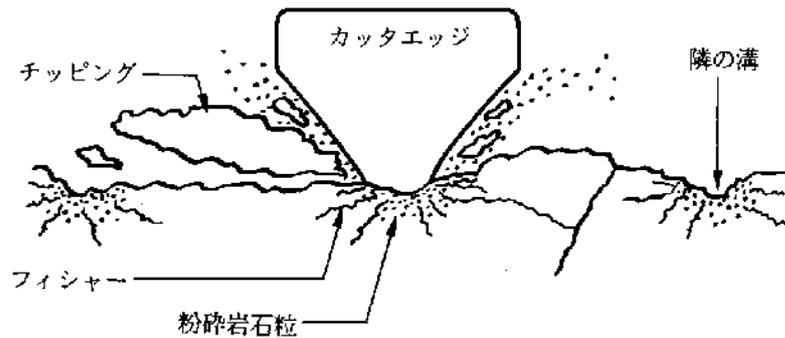


図 6-1 岩盤破碎のメカニズム

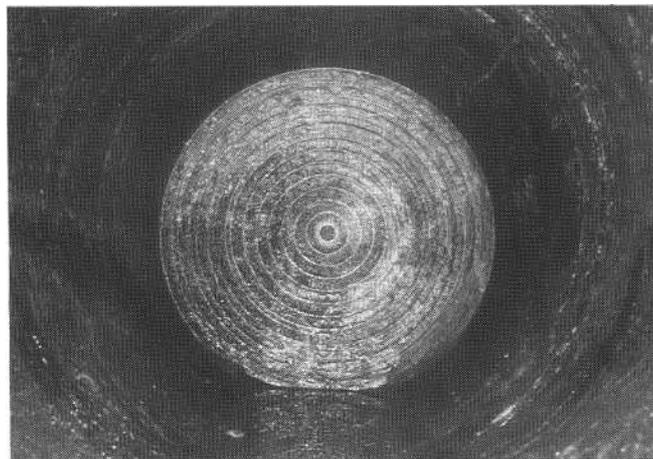


写真 6-1 岩盤掘削時の切羽

(7) 推進力の算定式

岩盤層における推進施工に伴う推進力の算定式は、未風化岩および風化岩により異なり、未風化岩については下記を、風化岩についてはP. 23～P. 24をご参照下さい。

①未風化岩での推進力計算方法

アイアンモールで岩盤層（未風化）を推進する場合の管推進力 F_g は、下記計算式により算出致します。

$$F_g = F_c + F_f$$

ここに

F_g : 岩盤での全推進力 (kN)

F_c : 許容岩破砕力 (kN)

$$F_c = C_f \times N$$

C_f : ディスクカッタ刃1枚当りの岩破砕力 (kN)

N : カッタヘッド面盤のディスクカッタの総刃数

F_f : 管摩擦抵抗 (＝計画推進延長 L の推進力) (kN)

$$F_f = W \times R$$

W : 推進機材全重量 (kN)

$$W = W_h + (W_s + W_k + W_w + W_d) \times L$$

W_h : 先導体重量 (kN)

W_s : スクリュ重量 (kN/m)

W_k : ケーシング重量 (kN/m)

W_w : 推進管重量 (kN/m)

W_d : ケーシング内土砂重量 (kN/m)

R : 岩盤と推進機材の摩擦係数 (0.4～1.0、通常は0.7を選択)

L : 推進距離－先導体全長 (m)

$$L = L_s - L_h$$

L_s : 推進距離 (m)

L_h : 先導体全長 (m)

【注意事項】

上記計算式は、全断面未風化岩層での標準的な物で、スライム対策注水工が有効に作用しスライムによる締め付けが無く、蛇行してない場合とします。

又、上記計算式は、先端抵抗と周面抵抗による推進力なので、実際に推進延長を設定する場合は、ディスクカッタの磨耗限界・機械能力等を加味して設定します。

Q & A

Q 1 : TP75SCL、TP95S、TP90Sアイアンモール工法は小口径管推進工法の分類のどれにあたりますか。

A 1 : 小口径管推進工法の高耐荷力方式のオーガ方式(泥土圧方式)に分類されます。

但し一部の土質は国土交通省下水道工事積算基準のオーガ掘削推進工法の基準にもあてはまります。

Q 2 : オーガ掘削推進工法（国土交通省）の土質対応範囲はどのようになっていますか。

A 2 : オーガ掘削推進工法の適用土質は、細粒土、砂質土及び礫分が50%未満の礫質土（土質学会の分類）です。

但し、地下水位の高い砂層等で切羽から土砂の流入が予測される地盤は適さないことになっております。

Q 3 : 土質学会の分類で細粒土、砂質土、礫質土はどのように分類されていますか。

A 3 : 土粒子の大きさにより、粒径が区分され、細粒土は0.075mm (75 μ m) 以下の粘土、シルトをいい、砂は0.075～2mm、礫は2mm以上75mmまでの径のものです（下記）

従って75mm以上のものは礫でなく玉石となります。

		0.005	0.075	0.425	2.0	4.75	19	75	300	2000	(mm)
粘 土	シルト	細	粗	細	中	粗	玉 石			転 石	岩 盤
		砂		礫							

Q 4 : 泥土圧式推進工法とは何ですか。

A 4 : 掘削土砂の塑性流動化を促進させる添加材を注入しながら、掘削ヘッドで掘削土砂と混合して、元押しジャッキの推進力で加圧し、その泥土圧を切羽全体に作用させて、切羽の安定を図りながら、スクリュコンペアで排土しつつ掘進する工法である。掘削添加材で切羽から大型ピンチ弁までのケーシング内に改良した掘削土を充満させ“改良土のプラクゾーン”を作る必要があります。

Q 5 : 掘削添加材の役目は何ですか。

A 5 : 透水係数が大きく、湧水量が多く地山の粘土、シルト分（細粒分ともいう、粒径0.075mm以下の土）が少ない地盤の推進では、掘削土と水が混合されても細粒分が不足しているためスムーズな排土ができません。間隙比が大きく、粒度バランスが悪い掘削土を塑性流動性と不透水性を持つ泥土に変えることができます。

Q 6 : 滞水砂層でも対応可能ですか？

A 6 : オーガ掘削推進工法では通常地下水位の高い砂層等では切羽から土砂が流入してしまうため適しませんが、掘削添加材と大型ピンチ弁を併用した“泥土圧方式”では切羽の安定にすぐれているため、滞水砂層でも、もちろん対応可能です。

Q 7 : 土丹層でも対応可能ですか？

A 7 : 土丹（固結シルト）のように固結している層では、粘性土用 Cutterヘッドにビットを取り付けたり、オープン型Cutterヘッド（OP）を使用すれば、Cutterヘッドがベアリング構造で定回転を確保できるため硬い地盤でも掘削可能です。

Q 8 : N値の低い軟弱な土質でも対応可能ですか。

A 8 : この様な土質は仮管併用推進工法（圧密式2工程）が最適です。先導管の重量より、沈下する傾向があるためオーガ方式、泥土圧方式ともN値 \geq 3を推奨致します。（TP75SCL・TP95S・TP90SはN値=3~50）

Q 9 : 岩盤に対応できますか。

A 9 : 岩盤となると、岩盤の種類と構成状態、岩盤の安定性、透水性、硬さ（一軸圧縮強度）、風化程度、断層破碎帯の他に岩盤中の節理や亀裂と呼ばれる割れ目などをコア採取率やRQDで、十分な調査を実施し検討する必要があります。 $\sigma_c=19.6\text{MN/m}^2$ (200kg/cm²)以下の軟岩や、 $\sigma_c=78.4\text{MN/m}^2$ (800kg/cm²)以下の中硬岩には対応していますが、それ以上の硬岩となると岩石の諸条件、推進距離等の検討を充分行って、個別に機械の改造等を含め検討致します。

Q 10 : 滞水層では、特に調査時点で何を注意しなければなりませんか。

A 10 : 推進線部の現場透水試験による透水係数、水位（水被り）による被水圧の他に粒径加積曲線による均等係数、細粒分の割合を確実にチェックする必要があります。

Q 11 : 掘削添加材の必要量の計算はどのようにして決めますか。

A 11 : 粒度試験結果から、均等係数、粒径通過百分率（ $P_{0.075}$ 、 $P_{0.25}$ 、 $P_{2.0}$ ）を読みとり、配合計画、注入量を算出します。

Q 12 : TP75SCL・TP95S・TP90Sでの推進距離はどの位まで可能ですか。

A 12 : 推奨する推進延長は、土質条件にも依りますが、TP75SCLでは130m程度、TP95S-2では150m程度、TP90Sでは70m程度を標準としています。

Q 13 : 発進立坑内で推進装置を振りたいが（推進計画線が斜め）何度まで振れますか。

A 13 : 斜め発進参考図により、推進計画中央線より、TP95S-1・TP95S-2の場合は ± 6.0 度、TP90S-1・TP90S-2では ± 7.0 度まで振れます。ただし「市街地土木工事公衆災害防止対策要綱」にのっとり、検討することが必要です。（同要綱第6章土留工：鋼矢板は、Ⅲ型以上を標準とする等。）

Q 14 : 止水器を取り付ける場合立坑長さはどの位長くなりますか。

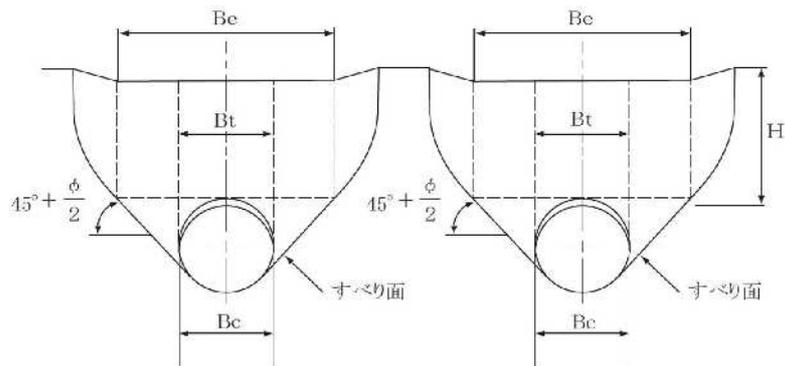
A 14 : 止水器寸法、止水ゴムのめくれ、空伏部管の接続を考慮して鋼矢板立坑の場合最低鋼矢板1枚（400mm）分は長くする必要があります。

Q 15 : 埋設管と埋設管との立坑での段差（ステップ）はどの位とったらいでしょうか。

A 15 : 両発進立坑でのステップは発進のみとなるためステップは小さく（20mm位）とれますが、発進、到着兼用立坑及び両到達立坑では、空伏部の施工を考慮して60mm以上とるようにして下さい。

Q16：2本平行に管を埋設したいが、管と管の間隔はどの位あけたらよいでしょうか。

A16：テルツァギーの土荷重の計算の土のゆるみ幅 (Be) を計算して土のゆるみ幅以上の間隔をあけるようにして下さい。



Be：土のゆるみ幅、Bt：トンネル直径、Bc：管外径 H：土被り φ：土の内部摩擦角

$$Be = Bt \left\{ \frac{1 + \sin(45^\circ - \frac{\phi}{2})}{\cos(45^\circ - \frac{\phi}{2})} \right\} \text{より計算し } \frac{Be}{2} + \frac{Be}{2} = Be \text{ 以上 (管径が同じ場合)}$$

の間隔をあけることが望ましいです。

Q17：急勾配で推進したいができますか。

A17：施工精度を確保するためのレーザターゲット、傾斜計の関係により、通常3.0‰迄対応ができます。ただし、施工の安全性を考慮して底盤コンクリート打ち、ケーシング、スクリュの到達後の回収等を検討する必要があります（3.0‰を超える施工実績もありますので協会にご相談下さい）。

Q18：ライナープレートは掘削し切断できますか。

A18：原則として出来ません。特に推進途中にある場合はケーシング内排土の途中で引っ掛り、機械トラブルの要因となるので対応はできません。

Q19：ダクティル铸铁管の推進はできますか。

A19：下水道推進工法用ダクティル铸铁管 (JSWAS G-2) でも「I類」の圧送用 (T形、U形、UF形) は、管の有効長が4m～6mなので、ヒューム管長2m、2.43mに合わせて、ケーシング、スクリュを製作してあるアイアンモールでは対応できません。また「II類」の自然流下用 (GS形・GSS形) については管径によって個別に検討して下さい。

TP75SCL

TP95S-1・-2

TP90S-1・-2 アイアンモール工法設計・技術資料

2023年4月

発行 アイアンモール協会

〒790-0962 愛媛県松山市枝松 6-2-13

愛媛シールド工業㈱内

電話 050-3317-1646

MAIL:info@ironmole.gr.jp

本会に無断で転載及び複写を禁じます。

本資料は次回発行まで有効とします。