

誘導式ハイドリ水平ドリル工法
(ハイドリHDD工法)

-技術資料-

平成 20 年 5 月

水平ドリル : HD-90V
削孔水ユニット : MP-2000

ハイドリHDD工法研究会

1. バイブロ HDD 工法の概要

(1) バイブロ HDD 工法の概要

バイブロ HDD 工法は、2 工程の非開削管埋設工法です。

第一工程では、地上に設置したバイブロドリル HD-90V から、先端にパイロットヘッドを装着した直径数十 mm のロッドを、回転しながら押し込み掘削します。

パイロットヘッドの中には発信器が内蔵されており、交流の磁界を発生しています。地上でこの磁界の方向や強度をロケータを用いて検出することにより、パイロットヘッドの位置、深度や方向を知ることができます。パイロットヘッドの先端にはスラント(傾斜)型ドリルビットが取り付けられており、計画線からずれが生じた場合には、ドリルビットの向きを修正したい方向に合わせて、回転せずに押し込むことで方向修正します。

予め掘削しておいた到達立坑にパイロットヘッドが届けば、第一工程は終了です。

第二工程は、掘削方向がパイロット掘削とは逆になり、到達立坑側から埋設する管を引き込む工程です。

ロッド先端には、パイロットヘッドの代わりにリーマとよばれる孔径を拡大する工具を装着、このリーマの後方に埋設管を取り付けます。リーマを回転しながら埋設管を引き込んでいき、発進立坑まで埋設管が届けば第二工程が終了です。

バイブロ HDD 工法は、従来の小口径推進工法のような非常に高精度な施工は困難ですが、ガスや上水道などの圧送に用いられる管路や、電力ケーブル、光ファイバーケーブルなどの埋設管路形成には最適な工法です。

対象となる埋設管はポリエチレン管、鋼管、ライニング鋼管など多種多様ですが、基本的に引込埋設のため、接続部分も含めて引張強度が十分である必要があります。適当な被覆を施した光ファイバーケーブル、電力ケーブル等では、ケーブルを直接引き込むことも出来ます。

埋設可能距離は、埋設管径、土質、曲線の有無、埋設管の種類などによって変わりますが、概ね数 10m から 100m 程度で、多くの場合は 1 日で引き込みまで完了することができます。

(2) バイプロ HDD 工法の特長

● 地上発進型の非開削工法

従来の小口径推進機とは異なり、機械本体は地上に設置します。従って立坑に基礎コンクリートの打設は不要で、立坑築造費用は少なくて済みます。

また機械の設置・位置修正も容易にできます。

● 最小限の開削

開削が必要なのは、発進立坑、到達立坑およびドリルロッドを最初に地面に貫入させるための貫入坑だけです。

機械本体が地上設置なので立坑の大きさは最小で済み、舗装の復旧費用も少なく経済的な工法です。

● 環境負荷が極小

排出する掘削土量も小さく、環境への負荷が非常に少ない工法です。

また、交通渋滞を招く可能性も低く、周辺住民へ迷惑をかけることの少ない工法でもあります。

● 迅速・確実な施工

条件にもよりますが、開削工法に比べて少ない作業時間で施工を完了することができます。またバイプロの付加機能を活用すれば、従来の HDD 工法と比較してさらに時間短縮が可能です。

また、地表への影響がほとんど無い工法です。

2. 基本仕様

(1) 埋設管

パイプロ HDD 工法に使用される埋設管は、用途に応じて様々な種類、規格があります。

例えば、都市ガス及び液化石油ガスの輸送に使用する埋設管の規格は下記に規定されています。

ポリエチレン管(PE 管)	JIS K 6774(1995)	「ポリエチレン管」
ポリエチレン被覆鋼管	JIS G 3469	「ポリエチレン被覆鋼管」
ガス管	JIS G 3452	「配管用炭素鋼鋼管」

この他にも上水道用、電力用など種々の規格があり、どの管を使用するかは、一般的に発注者から指定されることが普通ですが、工法の特性上、接続部も含めて十分な引張強度があることが必要です。また施工に当っては管の規格を確認して、適当な工具類を選定する必要があります。

ガス工事に最も多く使用されるポリエチレン管 1 号管、1 号 U 管、ポリエチレン被覆鋼管、配管用炭素鋼鋼管の寸法表を巻末の表-1～4 に示します。

(2) 適用土質

- 粘性土(関東ロームなど)
- 砂質土
- 礫混じり土(礫の含有率 30%未満)

* 玉石混じり土での施工は、玉石の大きさや含有率によっては不可能ではありませんが、施工速度が大きく低下するので、お勧めできません。

(3) 1 スパンの埋設距離(参考)

1 スパンで埋設可能な最大延長は土質、埋設管の材質や強度、掘削抵抗、管周辺摩擦など様々な条件で大きく異なりますので、下表の値はあくまでも目安としてください。

実際の設計では詳細な検討をすることが必要です。

表-1 管外径と最大延長の関係(参考値)

管 径		mm	100	150	200	250	300～500
延 長	PE 管	m	120	120	100		
	鋼管	m	120	120	100	80	(40～65)

実際の設計では詳細な検討をすることが必要です。

(4) リーマ

管外径、掘削土の排出性を考慮して下表より選定します。

土質や埋設管径によっては、一度に拡径することが困難な場合があり、そのときは数回に分けて徐々に拡径する必要があります。

表-2 管外径とリーマ呼び径の関係

管外径	mm	100	150	200	250	300	400	500
リーマ 呼び径	mm (in)	152 (6)	203 (8)	280 (11)	330 (13)	406 (16)	510 (20)	610 (24)

3. 施工の流れ

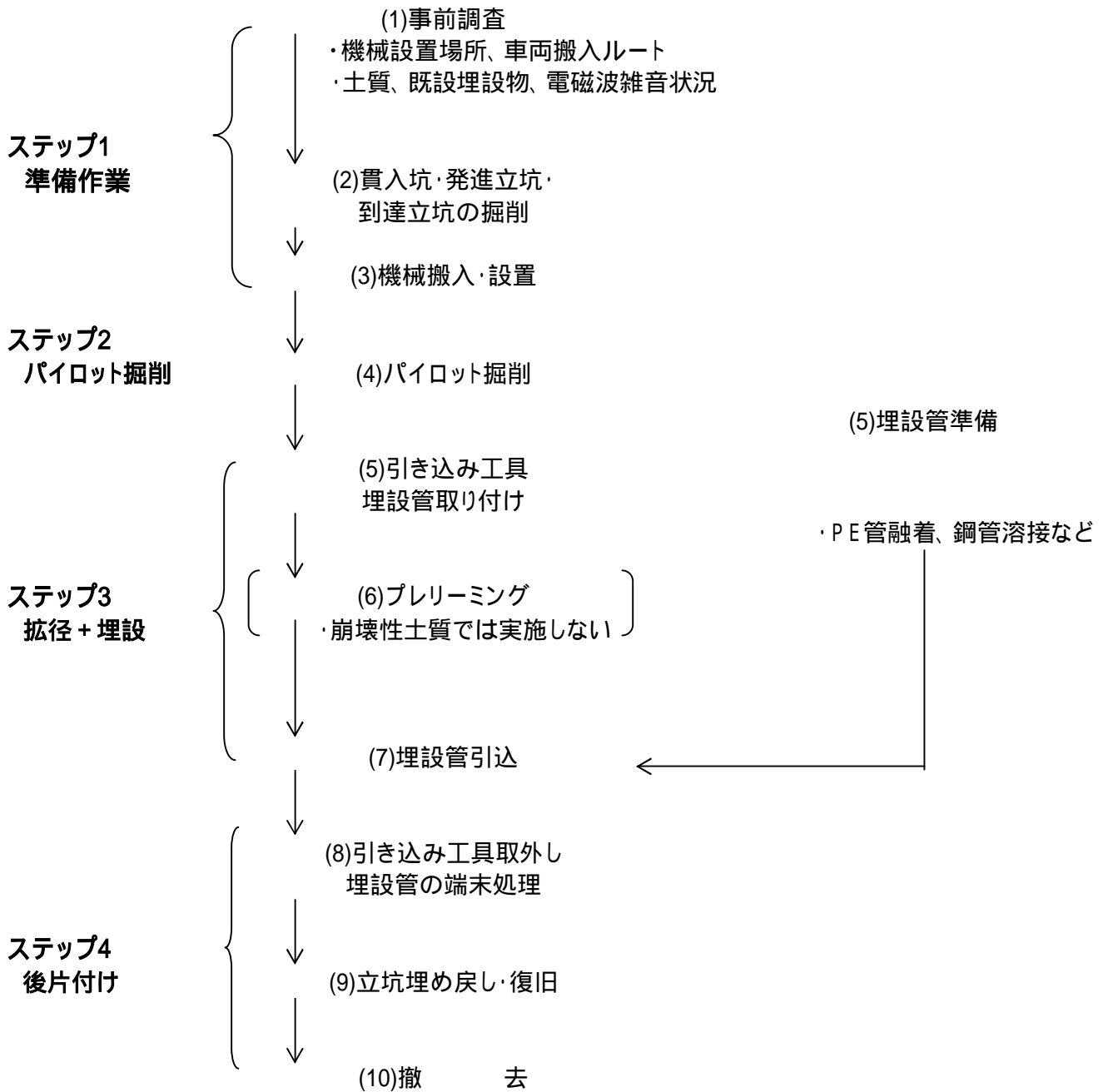


図 - 1 施工フロー

(1) 事前調査

機械設置場所

設計図書等に基づき、機械の据付場所を確認します。問題がある場合は、設計の見直しを行うことが必要です。

埋設ルート、歩行者・通行車両

駐車場出入口、民家玄関・ガレージ

埋設管の融着・溶接・配置スペース

車両搬入ルート

HD - 90V は 6 トンセルフトラックで現地搬入します。

セルフトラックからの降車場所、作業時の駐車場所、乗車場所を決めておきます。設置場所までは自走します。

傾斜地での乗降車にはセルフ荷台の傾きが緩和される方向に向けるよう注意します。

MP - 2000 は 4 トントラックに積載して搬入できます。

傾斜地での駐車には車止めに忘れず実施します。

土質

土質(粘性土、砂質土、砂礫の有無)、地下水の有無により掘削・排土を考慮して掘削工具を選定します。

崩壊性土質の場合は掘削液を変えて孔壁保護を図ることが重要です。

既設埋設物

施工実施前に、道路上や施工近隣地のマンホール、消火栓、路面標識、掘削復旧跡を確認しておきます。他事業者の立会いを依頼することも考慮します。

既存の上下水道、ガス管、電力線、通信ケーブル等が計画線付近にある場合、必要に応じて一部開削して他埋設物の状況を事前調査しておきます。

電磁波雑音の状況

線路脇等での作業ではロケータの受信感度が低下する場合があります。このような場合には前もってロケータシステムを持ち込み、受発信が正常に行えるか確認しておきます。

(2) 貫入坑、発進立坑、到達立坑の掘削

立坑の配置を図 - 2 に、標準立坑寸法を表 - 3 に示します。

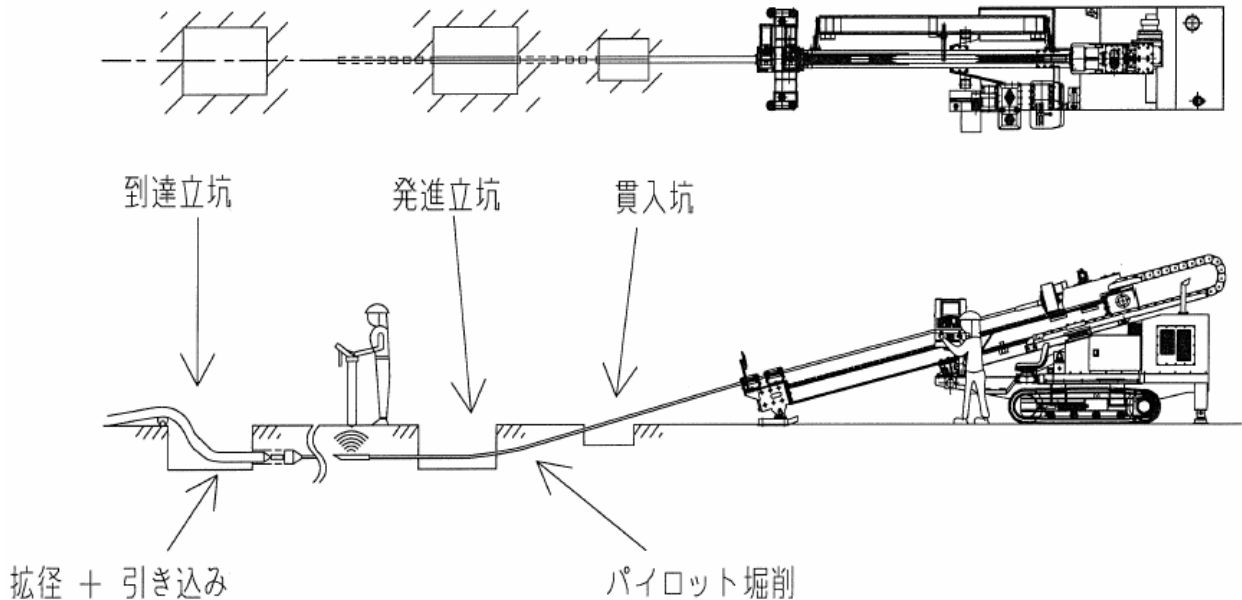


図 - 2 立坑掘削

貫入坑

パイロットヘッドを地中に貫入する(口切と呼びます)ための立坑。バイプロドリル前方に開け、パイロット孔を掘削する出発点となります。

アスファルト舗装道路やコンクリート路盤の場合は表面をカッティングした後、ミニショベル等で掘削します。

発進立坑

貫入坑から斜めに掘進したパイロットヘッドを発進立坑までの区間で概ね水平に方向修正し、埋設管のパイロット孔の掘削を開始する立坑。掘径 + 埋設管引き込み時には埋設管を引き込み終わる立坑となります。

大きさはドリルヘッドの向きを修正したり、リーマを回収するための作業スペースを考慮して決めます。

到達立坑

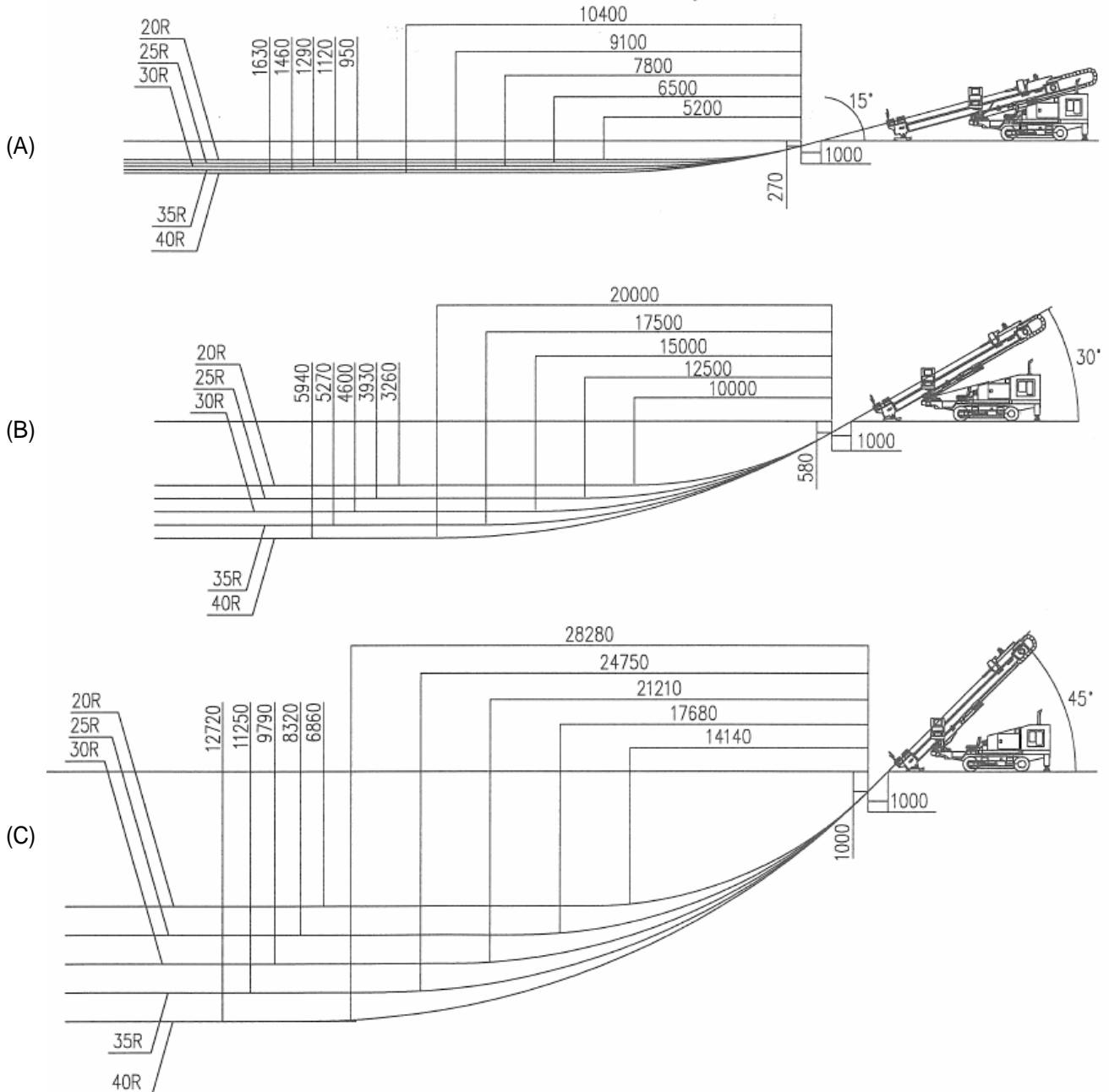
パイロット掘削の到達点であると共に、埋設管を引込み始める立坑。

立坑スペースはドリルヘッドの取外し、ロッドへのリーマ装着、埋設管径・曲率半径を考慮して決めます。

ポリエチレン管は到達立坑の外側・後方で接続します。鋼管は立坑内で接続します。

貫入坑、発進立坑とパイプロドリル HD-90V の設置場所との位置関係は、埋設深さやパイプロドリルの設置角度、設定するロッドの曲げ半径によって変化します。下に、パイプロドリルの設定角度と、ロッドが水平になるまでの距離を图示しますので、現場条件も考慮して立坑の位置を決定してください。

その際、ロッドの曲げ半径を小さくすれば、ロッドが水平になるまでの距離は小さくなり、作業スペースはコンパクトにできますが、ロッドの寿命は短くなります。



上図は、パイプロドリルの設定角度（アプローチアングル）とロッドの曲げアールの関係から、ロッドが水平になる距離と深さの関係を示したものです。

通常埋設する場合は（A）、深度を変えて埋設する場合は（B）（C）を参考にしてください。

表-3 標準立坑寸法

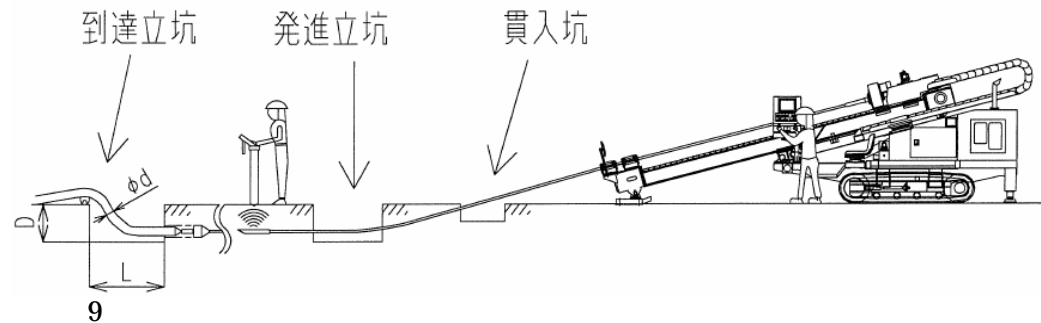
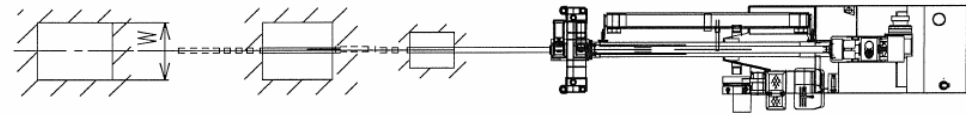
この表はあくまでも標準の寸法で、現場の状況により変わります。

	埋設管径 d(mm)	標準立坑長さ(内寸) L (m)		標準立坑幅(内寸) W (m)		深さ D (m)	
		PE	鋼管	PE	鋼管	PE	鋼管
貫入坑	-	1.0	1.0	0.5 ~ 0.6	0.5 ~ 0.6	0.3	0.3
発進立坑	100	2.0	2.0	1.0 ~ 1.2	d + 1.0 ~ 1.2	管底+0.3	管底+0.6
	150	2.0 ^{注1}	2.0 ^{注1}				
	200						
	> 200						
到達立坑	100	3.0 ^{注2}	鋼管長+1.0 ^{注3}	1.0 ~ 1.2	d + 1.0 ~ 1.2	管底+0.3	管底+0.6
	150	4.0 ^{注2}					
	200	4.5 ^{注2}					
	> 200 (300 ~ 500)	5.0 以上 (許容曲げRによる)					

注1) 管接続作業がある場合は3.0とする。

注2) 管接続は立坑外とする。管の可撓性を用いて引き込む。

注3) 立坑内で接続する。但し、地上接続の場合は別途決定する。



(3) 機械搬入・設置

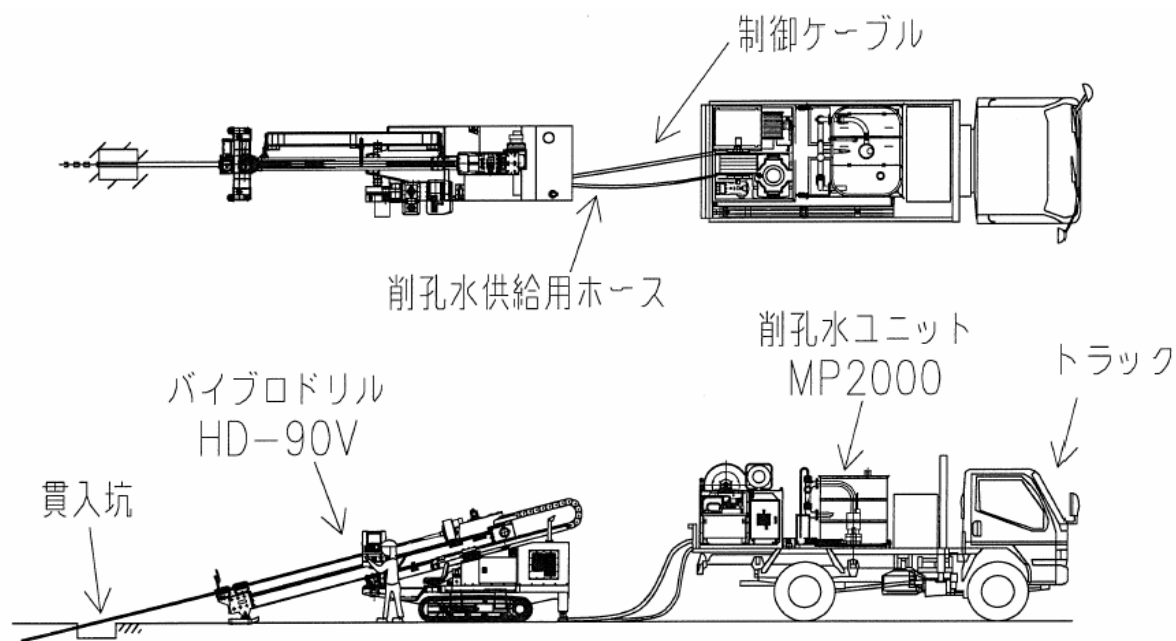


図-3 機械の設置

バイブドリル HD - 90V

バイブドリル HD - 90V を貫入口前方 (図の右方) に設置します。

ロッド及びパイロットヘッドを装着します。

マストを伸ばし、アンカープレートが地表面に接地するまで前進させます。

この姿勢を標準作業姿勢と呼びます。

マストと地表面のなす相対角度をアプローチアングルと呼びます。

アウトリガを接地後、パイロットヘッドを前進させて貫入口の端面に押し当てます。

埋設深さを浅くする場合 マストを伸ばしてアプローチアングルを小さくします。

埋設深さを深くする場合 アウトリガ接地後、更に伸ばします。

削孔水ユニット MP - 2000

削孔水ユニットはバイブドリルと削孔水供給用ホースと制御ケーブルで接続します。

削孔水は、パイロット掘削、拡径(リーミング)の際に掘削した土砂のずり出し、埋設管引込み時の摩擦抵抗を減らすために使用します。

削孔水は水道水を使用します。崩壊性土質の場合はベントナイト液、ポリマー液等を使用する場合があります。

削孔水ユニット MP-2000 は HD-90V から約 30m まで離して自由に設置することが可能です。狭小道路の施工の場合には、MP-2000 を離して設置できます。または発進立坑と到達立坑の間に設置しても構いません。

遠隔操縦できる場合でも、できる限り見通しのつく所に設置して下さい。

(4) パイロット掘削

貫入坑での口切

貫入坑端面、地表 10～30cm 下の地山またはアスファルトと碎石の境目にドリルヘッドを押し当て、掘削液を出し、パイロットヘッドを回転させながらゆっくり前進させます。

最初の 1m 程度はその状態で回転・前進させます。

ロッドが浮き上らず前進し始めたら、パイロットヘッドの向きを上向きに方向修正して発進立坑に水平方向に貫通させます。

上向き方向修正は、ドリルビットの傾斜面が下向きになるように回転位置決めして、回転させずに押込みます。

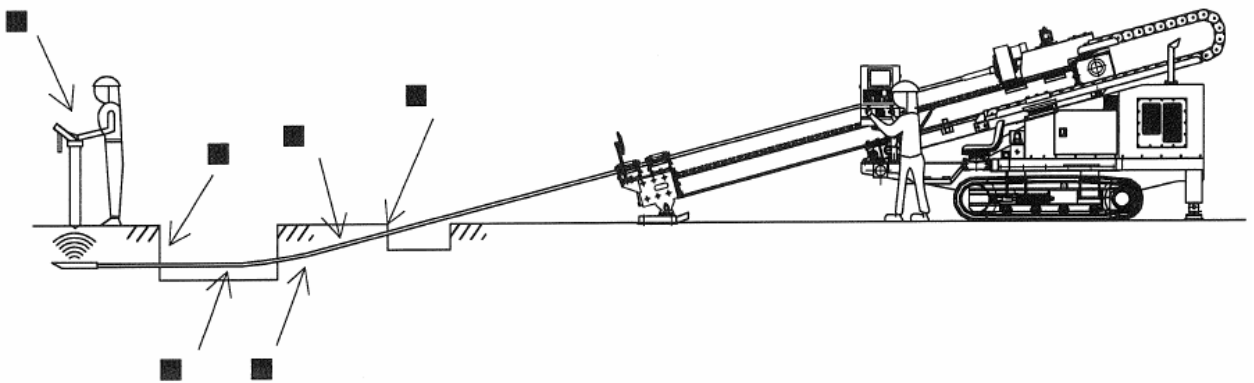


図-4 パイロット掘削

発進立坑からのパイロット掘削

発進立坑で、計画埋設深さになる様パイロットヘッドの深さ、姿勢を調整します。

到達立坑を目指して、再発進させます。

一定間隔ごとにロケータで深度、傾斜角、位置ずれをチェックし、必要なら補正します。

直進の場合は回転 + 前進させます。

カーブ推進や軌道修正が必要な場合は曲り方向の反対側にビット傾斜面を向けて、回転させずに押込みだけで前進させます。

硬質土の場合は方向修正が良く効きますが、軟質土の場合では反力が取れず変化量が少ないのでドリルビットを大型タイプに交換するか、何度も修正繰返すことが必要となります。

砂礫混じり土の場合には押切れない場合があります。回転前進して何度か修正操作を繰返すか、回転推進しながらバイブロを作動させ砂礫層を貫通させてから軌道修正します。

(5) 引き込み工具・埋設管取付け

埋設管の準備

パイロット掘削と並行して、到達立坑後方に埋設管を準備しておきます。埋設管の端部にはトーイングヘッドを取り付けます。

ポリエチレン管の場合は個々の管を指定長さ分融着します。鋼管の場合は溶接します。

引き込み工具の接続

ドリルヘッドが到達立坑まで辿り着いたら、ドリルヘッドを取外し、拡径工具(リーマ)に交換します。

埋設管が回転しない様にリーマの直後にはスイベルを取り付けます。

埋設管の接続

スイベルの直後に埋設管を接続します。

軟質土の場合やパイロット孔径と外径差が少ない埋設管を引き込む場合はリーマの直後にスイベル、トーイングヘッドを介して埋設管を接続します。

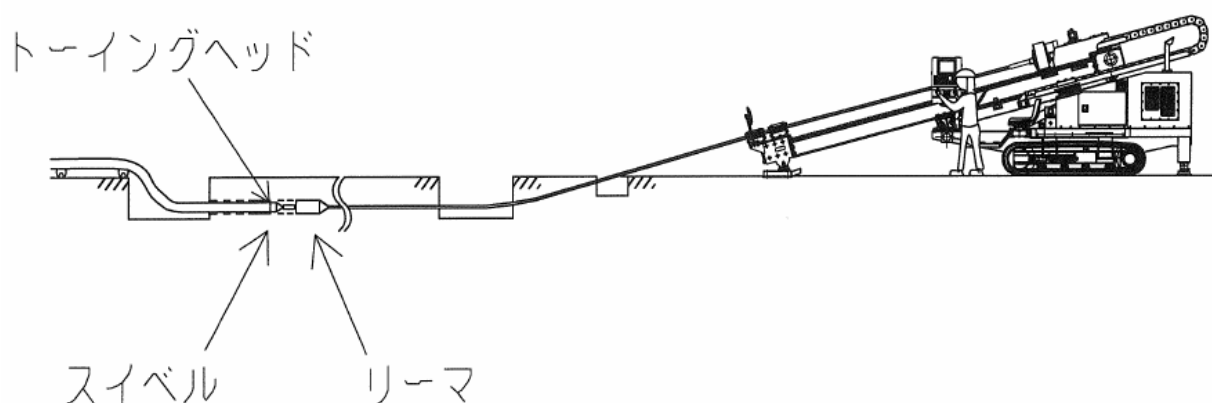


図 - 5 拡径(リーミング)および埋設管引き込み

(6) プレリーミング

土質や埋設管の外径によっては、埋設管引込に先立ち、リーマに埋設管を接続せず、拡径のみを行なうプレリーミングという工程を実施することがあります。

プレリーミングではリーマ直後にロッドを取付けながら、リーマのみを到達立坑から発進立坑まで通します。何段階かに分けて径を大きくして、大口径の埋設管を引込みます。

プレリーミングを行うことによって、引き込み時に孔内の土砂を事前に掘削して、到達立坑・発進立坑側に廃土することができます。このことで土砂を孔壁側に圧密する割合が減るため、埋設管を引き込む際に路盤が浮き上がる恐れをなくすることができます。

(7) 埋設管引き込み

パイロット孔をリーマで回転掘削しながら掘削水と掘削土をかくはんし、埋設管を引き込みます。埋設管が発進立坑まで埋設管の頭が届けば引き込み完了です。

(8) 引き込み工具取外し・埋設管の端末処理

埋設管を到達立坑から発進立坑まで引込み終了後、リーマ等の工具を取外します。
埋設管内に土砂等が入らない様に管端部の密閉処理を行います。

(9) 立坑埋め戻し・復旧

掘削土砂を立坑外にミニショベルやバキューム車を用いて排出します。
排出土は建設廃棄物処理を行います。

発進立坑および到達立坑、貫入坑を土砂で埋め戻します。
開口部は覆工板で覆うか、必要に応じて簡易アスファルト舗装して復旧します。

(10) 撤去

パイプロドリル、削孔水ユニット、ツールズ、ロケータ等一式を現場から撤去します。

4. バイプロ HDD システム HD-90V/MP-2000 の特長

ライフライン管路の埋設工事が頻繁に行なわれる狭い道路や住宅密集地といった国内の工事現場への適合性を考慮して開発いたしました。

施工環境に配慮したコンパクトマシン

- 4m道路でも施工可能なスリムなデザイン。
- 削孔水ユニットはバイプロドリルから 30m まで離して設置可能。

パワフルなドリルユニット

- 最大トルク 3kN・m、最大引込み力 98kN(10 トン)、最大削孔水吐出圧 7MPaにより幅広い土質で非開削施工が可能
- 2 速切替え型回転機構採用により土質や作業に応じてトルク、回転数を変更可能
- 高強度かつ柔軟性の高いロッドシステムの採用
- 2m³ 掘削水タンク搭載により長距離施工も安心

最新のナビゲーション / 操作システム

- ロケータに Radiodetection 社製「DrillTrack System 1」を採用
- ドリル回転と送り操作の独立レバーにより、細かい操作が可能
- 回転力、押・引き力、バイプロ起振力、油圧のリアルタイム表示、表示単位の選択など多彩な情報を集中表示させることにより、オペレータの負担を低減
- 削孔水ユニットを水平ドリルからリモコン操作可能

安全性

- フィードチェーンへの過負荷低減を図る自動減速停止システムの採用
- 緊急非常停止装置 (HD-90V、MP-2000)

経済性

- 最新油圧ショベルと同じ負荷センシング、トータル制御システムの採用により、小型エンジンでも掘削性能と省エネを両立



写真-1 バイプロドリル HD-90V



写真-2 削孔水ユニット MP-2000

埋設管の規格例(参考)

表 - 1 ポリエチレン 1号管の寸法表 (JIS K 6774)

呼び	外径		厚さ		参考			
	基本寸法 mm	平均外径の許容差 mm	寸法 mm	許容差 mm	長さ m		内径 mm	質量 Kg/m
					直管	コイル管		
25	34.0	± 0.15	3.4	+0.6	5	90	26.6	0.332
30	42.0		3.9	0		90	33.6	0.470
50	60.0	± 0.20	5.5	+0.8 0	5 5.5	40	48.2	0.946
75	89.0	± 0.30	8.1	+1.1 0		30	71.7	2.06
100	114.0	± 0.35	10.4	+1.3 0	5 5.5 9	-	91.9	3.37
(150)	165.0	± 0.50	15.0	+1.7 0	5	-	133.3	7.00
(200)	216.0	± 0.65	19.7	+2.2 0	5	-	174.4	12.03

表 - 2 ポリエチレン 1号U管の寸法表 (JIS K 6774)

呼び	外径		厚さ		参考		
	基本寸法 mm	平均外径の許容差 mm	寸法 mm	許容差 mm	長さ m	内径 mm	質量 Kg/m
100U	114.0	± 0.35	8.5	+1.1 0	5 5.5 9	95.9	2.81
150U	165.0	± 0.50	12.3	+1.5 0		138.9	5.88
200U	216.0	± 0.65	16.0	+1.8 0		182.2	9.97

表-3 PLP 鋼管寸法表 (JIS G 3469)

管径		PLP		
呼び径(A)	呼び径(B)	アンダーコート	防食層 PE	梱包層 PE
100	4	0.3	0.8	1.1
125	5	0.3	0.8	1.1
150	6	0.3	0.8	1.2
200	8	0.3	0.9	1.5
250	10	0.5	1.1	1.6
300	12	0.5	1.2	1.7
350	14	0.5	1.2	2.0
400	16	0.5	1.2	2.0
450	18	0.5	1.3	2.0
500	20	0.5	1.3	2.0

表-4 配管用炭素鋼鋼管寸法表 (JIS G 3452)

管の呼び方		外径 D1 Mm	外径の許容差		厚さ t mm	厚さの 許容差	ソケットを 含まない 重量
A	B		テーパねじ を切る管	それ以外 の管			
15	1/2	21.7	±0.5mm		2.8	+規定しない -12.5%	1.31
20	3/4	27.2	±0.5mm		2.8		1.68
25	1	34.0	±0.5mm		3.2		2.43
32	1 1/4	42.7	±0.5mm		3.5		3.38
40	1 1/2	48.6	±0.5mm		3.5		3.89
50	2	60.5	±0.5mm	±1%	3.8		5.31
65	2 1/2	76.3	±0.7mm	±1%	4.2		7.47
80	3	89.1	±0.8mm	±1%	4.2		8.79
90	3 1/2	101.6	±0.8mm	±1%	4.2		10.1
100	4	114.3	±0.8mm	±1%	4.5		12.2
125	5	139.8	±0.8mm	±1%	4.5		15.0
150	6	165.2	±0.8mm	±1.6mm	5.0		19.8
175	7	190.7	±0.9mm	±1.6mm	5.3		24.2
200	8	216.3	±1.0mm	±0.8%	5.8		30.1
225	9	241.8	±1.2mm	±0.8%	6.2		36.0
250	10	267.4	±1.3mm	±0.8%	6.6		42.4
300	11	318.5	±1.5mm	±0.8%	6.9		53.0
350	12	355.6	-	±0.8%	7.9		67.7
400	14	406.4	-	±0.8%	7.9		77.6
450	16	457.2	-	±0.8%	7.9		87.5
500	20	508.0	-	±0.8%	7.9	97.4	

5. 機械仕様

(1) ハイドロドリル HD-90V

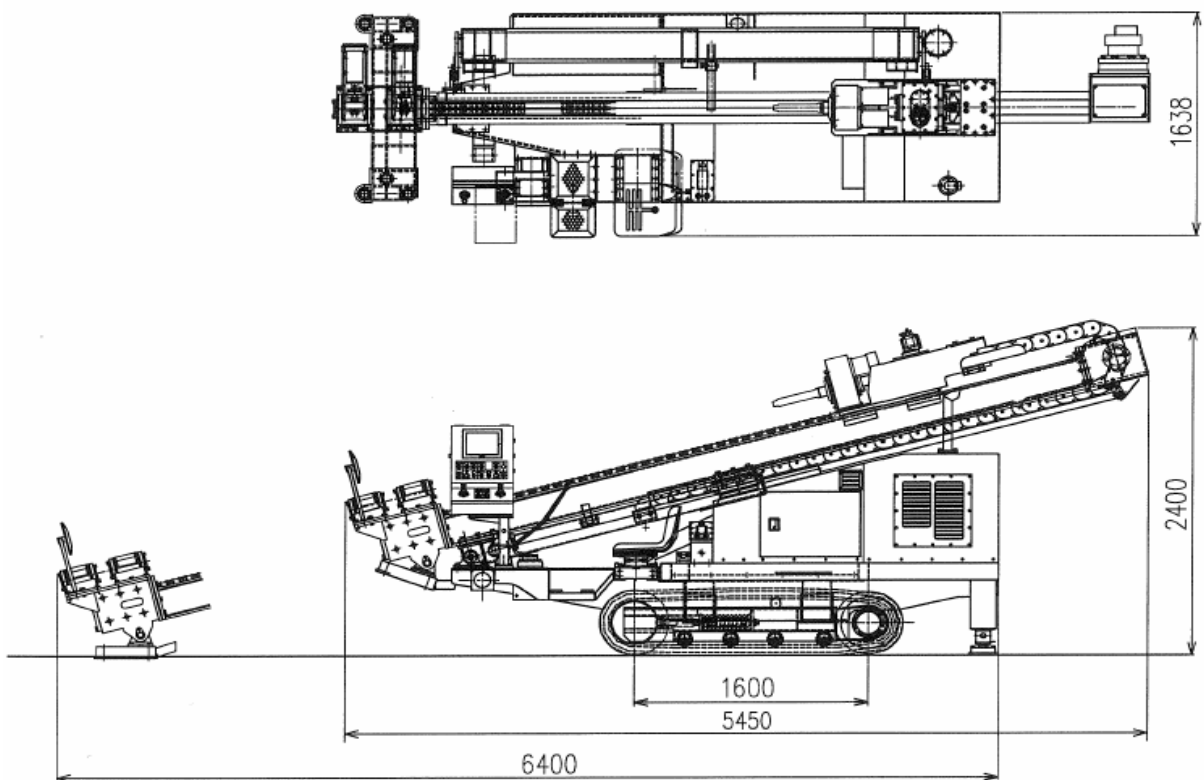


図 - 6 HD-90V 外観図

全体仕様

機体質量 (ロッド含まず)	kg	5200
機体質量 (ロッド 20 本含む)	kg	5600
機関名称		ヤンマー 4TNV94L
定格出力	kW[PS] / rpm	40.8[55.5] / 2400

ドリル装置

駆動方式	mm	油圧式 2 速切換型
トルク/回転数 (Lo)	Nm / rpm	2940 / 0-105
(Hi)	Nm / rpm	1470 / 0-210

フィード装置

駆動方式	mm	油圧式 2 速切換型
最大押付力/引き力	kN{kgf}	49{5000} / 98{10000}
最高速度	m/min	Hi20 / Lo8

主要寸法

輸送時全長 [作業時]	mm	5450 [6400]
-------------	----	-------------

全幅	mm	1400 (シート収納時)
全高	mm	2400
クローラ		一体式ゴムシュー
シュー幅	mm	300
作業機		
アプローチ角度	度	15 - 45(シリンダ調整)
ロッド交換		手動式
セルスライド装置		油圧式
アウトリガ		油圧式
アンカー装置		手動式
走行装置		
走行速度	km/h	最高 2.8
登坂能力	度	20
その他		
燃料タンク容量	L	70
作動油タンク容量	L	75

(2)削孔水ユニット MP-2000

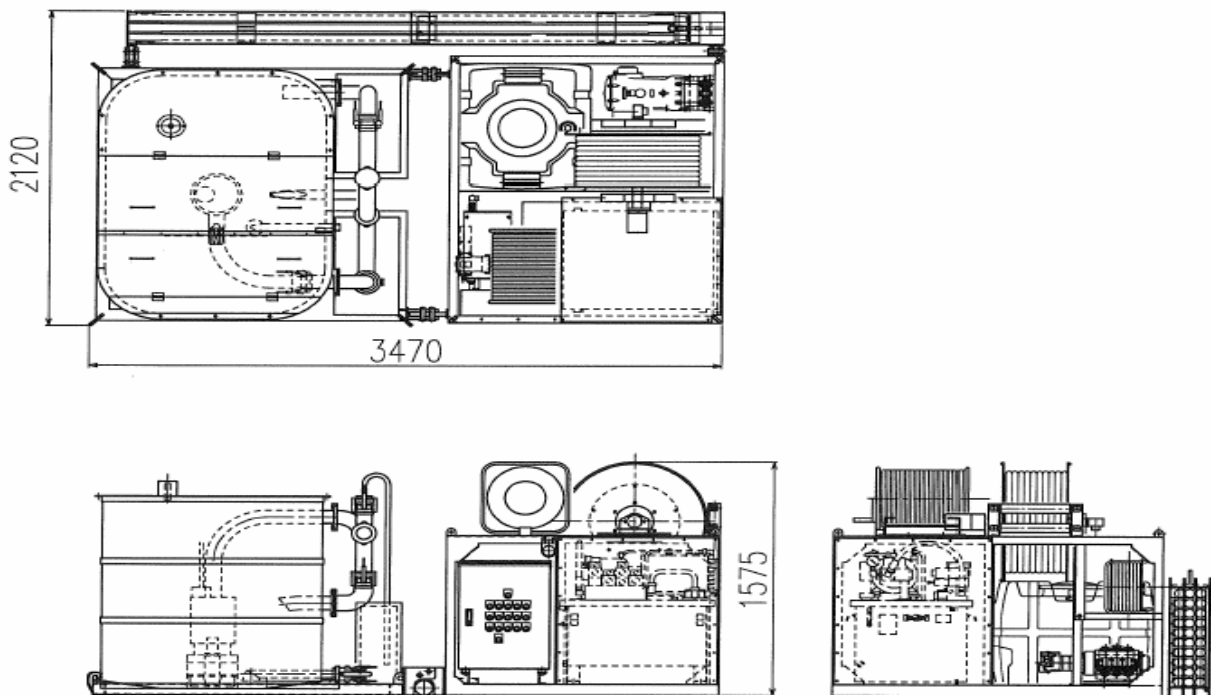


図 - 7 MP-2000 外観図

全体仕様

総質量 (ロッド 30 本含む)	kg	2570
全長	mm	3500
全幅	mm	2100
全高	mm	1300

掘削水ポンプ

最大吐出量	L/min	70 (2 速切換型)
最大吐出圧	MPa	7.0
タンク容量	m ³	2.0

洗淨ポンプ

最大吐出量	L/min	9.0
最大吐出圧	MPa{kg/cm ² }	5.0
タンク容量	m ³	0.3

(3) ツールス(工具類)

穿孔工具他

ロッド外径×長さ	mm/m	48×3000
ロッド許容曲げ曲率半径	m	R40
パイロットヘッド径	mm	70

ロケータ

型式	DrillTrack System 1 (Radiodetection 製)
----	---

プローブ

型式	DrillTrack 用	
最大測定深度	m	10

6.HD-90V の装置構成

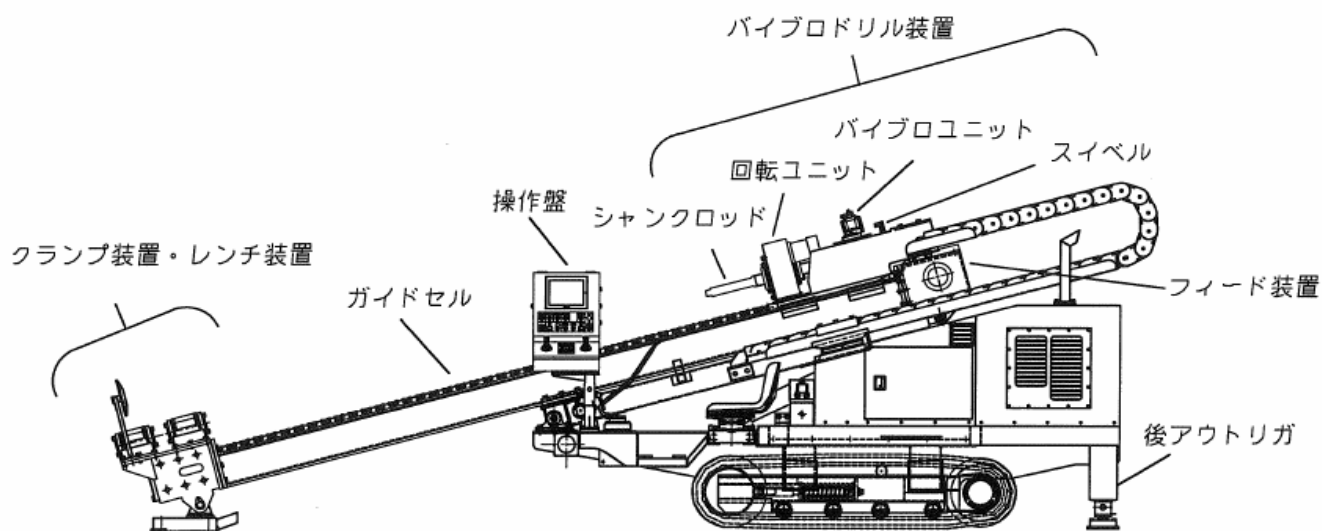


図 - 8 HD-90V の装置構成

(1) バイプロドリル装置

バイプロドリル装置はドリルハウジング、回転ユニット、バイプロユニット、シャンクロッド、スィベルから構成されています。

ドリルハウジングは作業機のガイドレール上をスライドするクレイドル上にマウントされています。

回転ユニット

- ダブル油圧モータを採用しています。
- パイロット削孔時などトルクを余り必要としない時はシングル油圧モータに切り換えて高速回転削孔を行います。
- リーミング作業や埋設管引き込み作業時は、ダブル油圧モータに切り換えて高トルク削孔を行います。
- レバーの倒し角度で回転数の調整ができるため土質の状況が変化しても迅速に対応できます。

バイプロユニット

- 故障が少なくメンテナンスが容易な振り子式のバイブレーションを採用。さらに、振動数(起振力)が土質の状況により調整可能。

シャンクロッド

- バイプロドリル装置とロッドを接続するジョイントで、バイプロドリル装置とはネジにより接続されています。また作業中にネジが緩まないように、緩み止め機構を装着しています。

- シャンクロッド先端サブを予備のサブを交換することで、ランニングコストを低減できます。
スイベル
- ドリルモータの後端部に装着され、掘削液をロッド、パイロットヘッドに供給するためのジョイントです。
- 約 10Mpa の圧力まで耐える設計となっています。

(2) 作業機

作業機装置は、ガイドセル装置、フィード装置、クランプ装置、レンチ装置、操作盤、アアウトリガ装置から構成されています。

ガイドセル装置

- バイブドリル装置を送るためのガイドになります。油圧シリンダにより角度(15° ~ 45°)の調整が可能です。
- 約 10 トンの引き力にも耐えるよう強固で剛性の高い角型鋼管を採用し、パイブ削孔でもバイブドリル装置が振られることがなく安定した掘削・引き込みを行うことができます。

フィード装置

- バイブドリル装置をガイドレールに沿って前後進させる送り装置で、油圧モータ、フィードチェーン機構で構成されます。
- 油圧モータに 10 トンの引き込み力を出力する大容量 2 速切換式モータを採用しています。引き込み時は大容量側に切り換えて大トルクを、削孔終了時など早送りが必要な時は小容量側に切り換えて高速フィードが行えます。
- フィード用チェーンには信頼性の高い強力型チェーンを採用しています。

クランプ装置、レンチ装置

- ロッドの継ぎ足しや回収時に、ネジを緩めるために使用します。
- 噛み合い部が摩滅・損耗した場合は簡単に交換が行える構造となっています。

(3) ロッドラック

- ロッド接続時に、ロッド質量の負荷を低減するアームを装備しています。
- ロッドラックには 24 本の収納可能です。ドリル装置に取り付けたスターティングロッドと合わせて、合計 25 本のロッドを標準で搭載できます。
- 25 本以上掘削長が必要な場合は、掘削水ユニット車に搭載した予備ロッドを追加でき、100m以上の長距離埋設も可能です。

(4) エンジン・油圧システム

- ミニ油圧ショベルと同じ最新のエンジン・油圧システムを搭載しています。

エンジン・油圧をトータル制御して、エンジンパワーを有効にドリル掘削作業に活かしています。パイロット掘削・リーミング・引込み作業ではドリルモータに最大油量を供給し、ロッド継ぎ足し時にはフィードモータ

- に最大油量を供給して高速フィードを実現しています。

(5) 制御システム

- ドリル回転・フィード操作は独立したレバーで操作するため、土質の状況が変化しても迅速に対応できます。またドリル回転数、フィード前・後進スピードは、レバーの倒し角度で調整可能です。削孔中に異常事態が発生してもクイックレスポンスが可能です。
- ドリル情報の表示をタッチパネルスイッチ付きモニタパネルで行います。高画質 TFT 液晶を採用し、屋外での視認性を考慮しました。
- 掘削モードではドリル回転トルクや回転数、押し引き力、速度、ハイドリ起振力を始め削孔に関するデータをオペレータに提供します。必要に応じて各種設定、表示画面の切換えも行えます。

7. MP-2000 の装置構成

(1) 掘削水ポンプ

- パイロット掘削ならびにリーミング・埋設管引き込み作業時に、パイロドリル HD-90V に掘削水を供給します。
- 掘削水は掘削したズリを掘削面から取り除き、先端部での二次掘削を防ぐと共に孔外に流出させ、孔壁とロッドの摩擦を低減する役割を果たしています。またパイロット掘削中は、パイロットヘッド内を冷却してソンドが掘削時の発熱で異常を起こさないようにしています。

(2) 掘削水タンク

- 長距離管埋設にも十分な容量として 2m³ の掘削水タンクを標準装備しました。
- 掘削水タンクはパレットにマウントしていますので、脱着も容易に行えます。

(3) 洗浄ガン・洗浄水タンク

- 油圧駆動式の洗浄ポンプを搭載しています。
- 作業終了後、作業現場の清掃やツール類の洗浄が現地で行えます。
- 洗浄水タンクも 0.3m³ と十分な容量を確保しました。

(4) ベーストラック

- 4トン標準荷台トラックに積載可能です。
- トラックは専用車両を必要としないため、ユニック車やレンタカーが使用できます。

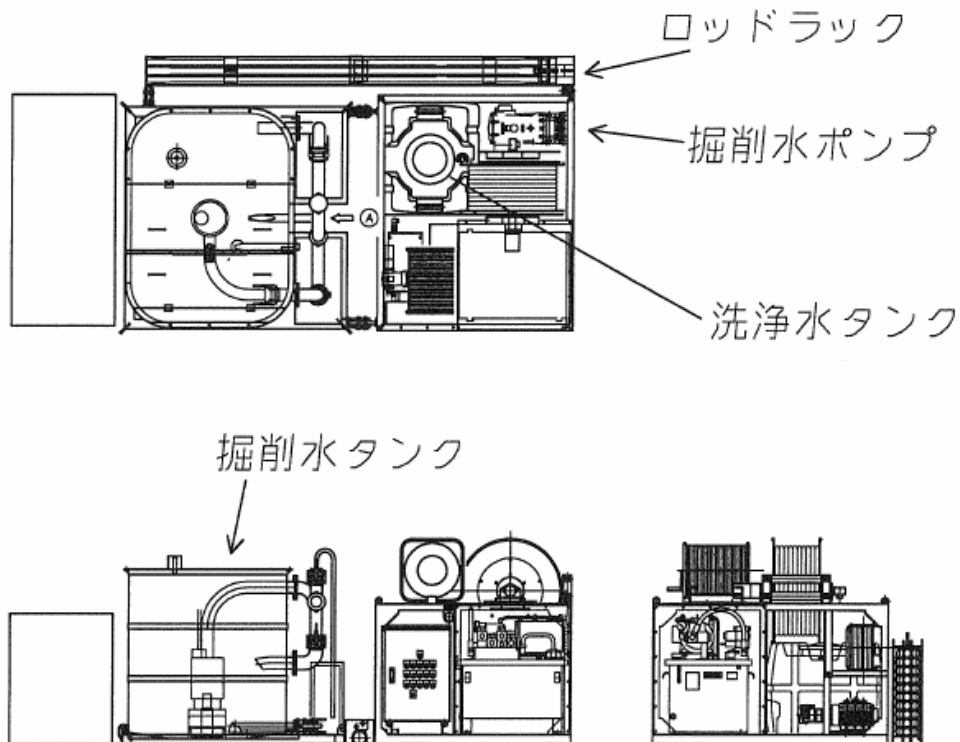


図 - 9 MP-2000 の装置構成

8. ツ - ルス(工具類)

(1)ロケーティング・システム

- 水平ドリルシステムはロケーティング・システムとは切っても切離せない関係にあります。貫入口から発進立坑までパイロットヘッドを斜め方向から水平方向に曲げる作業や、発進立坑から到達立坑まで計画線に沿ってパイロット掘削する作業はロケーティング・システムを用いて実現されます。
- ロケーティング・システムはパイロットヘッド内のゾンデとかプローブと呼ばれるセンサ / 送信機とロケータと呼ばれる表示 / 受信機で構成されます。ゾンデの内部にはパイロットヘッドのローリング角度(パイロットヘッドの軸方向を回転中心とする角度)センサ、ピッチング角度(パイロットヘッドの軸方向に対して直角かつ水平方向の軸を回転中心とする前後揺動角度)センサが内蔵されています。
- ローリング角度センサはパイロットヘッドの回転角を知るためのセンサで、この角度を上下斜め左右何れかに調整することによって望みの方向に方向修正が可能となります。
- ピッチング角度センサはパイロットヘッドの鉛直面内傾斜角度を知るセンサで、パイロットヘッドが地面の中に下向き傾斜角で潜りつつあるのか、水平状態で前進しているのか、地表面に上向き傾斜角で上昇しつつあるのかを知るために用います。
- これらの情報は磁力線を用いて地上まで電送され、ロケータ内のアンテナで受信して回転角度や傾斜角度情報としてロケータの表示装置に表示されます。また、ゾンデから発信される磁力線の強度や向きを捉えることで、パイロットヘッドの深度や位置(計画線上の進行状況、左右ずれ)、コンパス情報を知ることができます。
- 地上でパイロットヘッドの現在位置や深さを地上から知ることができるので、次に直進させるか、回転させずに方向修正させるかなどの操作を行うことによって、パイロットヘッドの軌道をコントロールします。



写真-3 ロケータ



写真-4 ロケーティング作業

(2) パイロットヘッド

- パイロットヘッドはロッドの最前端に装着される掘削工具で、先端部は斜面となってピットを斜めに取付けられる様になっています。
- 内部にゾンデを内蔵し、保護管の役割も果たしています。ゾンデハウジングとも呼ばれます。



(3) ビット

- パイロットヘッドの最前部に取付けられたパイロット孔を掘削する切り歯です。
- ビットの前部には全体を高強度材料で一体成形した物、先端部に超硬チップを埋め込んだ物や超硬粒を溶着したタイプがあります。
- ビット全長を変えると土砂を押し付ける面積が増減し方向修正量を変えることが可能です。土質の種類に応じてビット長を変えます。
- 粘性土など軟質土では軌道修正が効きやすいビット長が長いビットを選定します。路盤材の掘削や礫混じり土など硬質土ではビット先端部を硬化した全長が短いビットを装着します。

表 - 7 ドリルビット

呼び径	型式	適用土質	形状
75 S	ショート (超硬チップ付)	礫混じり土	
75 M	スタンダード (超硬粒分散)	砂質土	
75 L	ロング (超硬粒分散)	粘性土	
75 LL	超ロング (超硬粒分散)	粘性土 軟弱土	

(4) ロッド

- パイブドリルとパイロットヘッドを接続するパイプ材をドリルロッドと呼びます。水平ドリルではロッドを曲げながら、回転させてトルクを伝える重要な役割を果します。
- HD-90V では標準では 48mm のロッドを用います。このロッドでは 40mR の曲げ半径を標準としています。これ以上に曲げて使用した場合、ロッド寿命が短くなることがあります。また極端な場合にはロッド内部に塑性変形が発生し、永久曲げが生じて再使用できなくなる恐れがあります。



写真 - 5 ロッドのネジ形状

表 - 8 ロッド

呼び径	ネジ型式	適用土質	備考
48	スタンダード	一般	長さ 3m

(5) リーマ

- パイロット孔を拡径するための工具で、土質に応じて紡錘型やウイングを有したリーマを選定します。軟質土では紡錘型リーマで圧蜜して孔を拡大します。硬質土の場合は掘削して土砂を排出する必要があるためウイング状リーマやコーンビットを取付け、掘削性能を向上させたリーマを使用します。
- 土質、埋設管径によっては、1回で拡径できる場合と径を徐々に増やしながら孔径を大きくする必要があります。

表 - 9 リーマ

PE 管呼び径	リーマ呼び径	型式	適用土質	形状
100	180	紡錘型	粘性土 砂質土	
150	230	段つき	粘性土 砂質土	
200	280	段つき	粘性土 砂質土	
200	280	ウイング	礫混じり土	

(6) スイベル

- リーマは回転してパイロット孔を拡径しますが、埋設管が同時に回転させられると擦られて破損します。そのためリーマの後ろにスイベルを装着して埋設管の回転を防止します。
- スイベルには大きな軸力が作用するので、管径、埋設長、土質を考慮して安全率を見越して余裕ある軸受を用いた物を使用します。スイベルの適合管を表 - 10 に示します。



表 - 10 スイベル

PE 管呼び径	引き力	安全荷重(安全率 5 倍)	備考
100	<5 トン	4.5 トン	外径 57mm
150	5-10 トン	6.8 トン	外径 64mm
200	5-10 トン	9 トン	外径 95mm

(7) トーイングヘッド

- プーラーとも呼びます。スイベルの後ろに取付け、埋設管を装着するツールです。埋設管の材質、種類によってトーイングヘッドは異なります。
- ポリエチレン管用トーイングヘッドの適合管を表 - 11 に示します。



表 - 11 トーイングヘッド

PE 管呼び径	型式	適応管内径
100	DP-DS4000	87.3 ~ 108mm
150	DP-DS6000	128.6 ~ 154mm
200	DP-ET8000	163.5 ~ 200mm