DOLPHIN

ドルフィン工法

［高耐荷力方式　泥土圧方式（一工程式・吸引排土方式）］

技術・積算資料
（第17改訂版）

令和4年7月
（2022年7月）

ドルフィン工法協会

まえがき

近年、生活に大きな役割を果たしている上下水道・通信等のライフライン施設工事は、多種多様に複雑化し、特に狭道下等の厳しい条件での施工が要求されております。

又、昨今の経済不況により公共投資の縮減が行われている中、土木工事においてもコスト縮減等の省資源な工法を求められている状況でもあります。

この様な状況下で、ドルフィン工法協会では平成13年度にコンパクトな立坑（φ2000㎜・φ2500㎜）から発進可能で、かつ小口径管で長距離（普通土250m程度）及びカーブ推進（R≧70m）が可能な小口径管高耐荷力泥濃式推進工法を開発し、実用化しております。

平成15年度には更なるコスト縮減のため、グリッパジャッキ及びスライドジャッキを除外した掘進機形式のドルフィンーS工法を開発し実用化しました。

平成21年度からは、（社）日本下水道管渠推進技術協会発行の「推進工法用設計積算要領 小口径管推進工法　高耐荷力方式編」の泥土圧方式（一工程式・吸引排土方式）に分類されることとなりましたので、皆様のより身近な工法として更に広くご利用していただけるものと確信致しております。

当工法のコンセプトは、

『極小立坑からの発進』

『小口径管での長距離・カーブ推進施工』

『コスト削減』

で現代社会のニーズにかなったものと確信致しております。

令和元年6月

ドルフィン工法協会

目　　次

ま　え　が　き

第1章　技術資料編

第1節　工法の概要 ・・・

第4節　滑材注入量の算定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 36
４－１. 滑材注入量 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 36
４－２. 滑材標準配合例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 36
第5節　排土量の算定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37
第6節　施工法 ・・・ 38
６－１. 標準施工手順図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 38
６－２. 標準施工方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39

第2章　積算資料編

第1節　基本配置人員 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
第2節　工事工程表 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 42
第3節　代価表 ・・・ 43
３－１. 本工事費内訳 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 43
３－２. 工種の分類 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 44
３－３. 積算代価様式 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 46

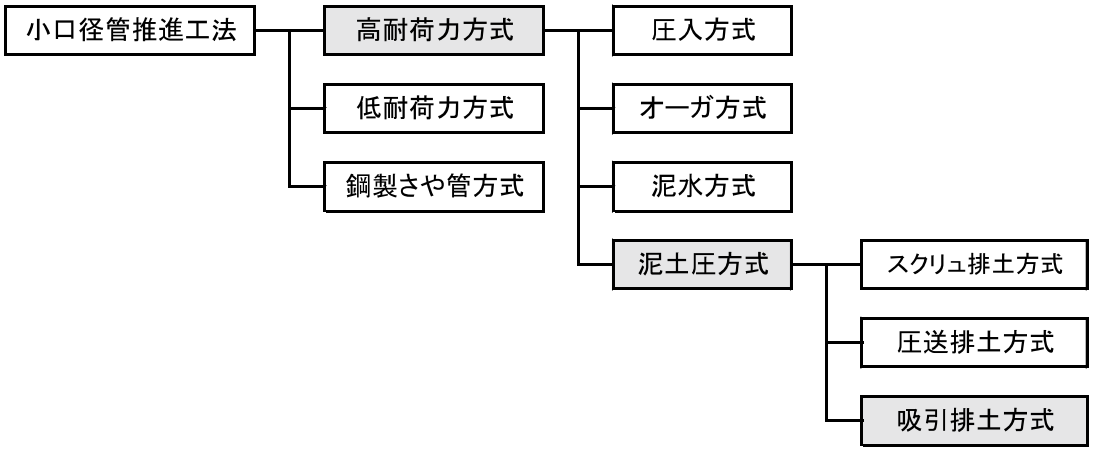
第3章　技術参考資料

１－１. 地盤改良工 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 65
１－２. 推進力の算定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 66
１－３. 曲線推進時の推進抵抗値計算 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 69
１－４. 曲線推進時の管目地開口長計算 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 73
１－５. 掘進機最終部と先頭管の許容開口長計算 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 75
１－６. ビット耐用距離 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 76
１－７. ドルフィン工法重量表 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 79

第1節　工法の概要

１－１．工法の分類

ドルフィン工法は、コンパクトな立坑（φ2000、φ2500㎜）及び標準立坑（3600×2200㎜）から、下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管（JSWAS Ａ－６、半管及び標準管）及び、下水道推進工法用レジンコンクリート管（JSWAS Ｋ－１２、半管及び標準管）の先端に小口径管用泥土圧式掘進機を装備し、遠隔操作により方向修正を行いつつ、切羽と隔壁間のカッターチャンバー内に掘削添加材を充満させることにより、切羽の土水圧に見合う圧力を保持し、切羽の安定を図りながら掘進する工法である。



１－２．工法の特徴

① コンパクトな立坑から推進可能

半管と分割可能な掘進機によりφ2000㎜・φ2500㎜立坑から発進可能である。

② 広範囲な適用土質

３種類のカッタヘッドにより粘性土から玉石混り礫質土及び岩盤層まで対応可能である。

③ 曲線施工が可能

電磁波および、光ファイバージャイロを用いた測量システムの採用により小口径管による
カーブ推進が可能である。

④ 長距離推進が可能

滑材注入、オーバーカット及び真空吸引輸送方式により長距離推進が可能である。

⑤ 自走式推進が可能

スライドジャッキとグリッパジャッキの併用により、自走が可能である。

⑥ 小規模なプラントヤード

１－３. 適用条件

１－３－１. 適用土質

ドルフィン工法は、表1-1の土質に適用する。

表1-1　土質区分

土 質 区 分	適 用 範 囲
普通土〔A〕	N値が50未満の砂質土 N値が30未満の粘性土 礫の含有率は10%以下で、最大粒径は20㎜以下
硬質土〔B〕	N値が50以上の砂質土 N値が30以上の粘性土 礫の含有率は10%以下で、最大粒径は70㎜以下
礫質土〔C〕	礫の含有率は60%以下 最大粒径は推進管呼び径の30%以下
礫・粗石（玉石）混り土〔D〕	礫・粗石（玉石）の含有率は80%以下 最大粒径は推進管呼び径の50%以下 礫・粗石（玉石）の一軸圧縮強度は100MN/㎡（Mpa）程度以内
礫・粗石（玉石）混り土〔E〕	礫・粗石（玉石）の含有率は80%以下 最大粒径は推進管呼び径の80%以下 礫・粗石（玉石）の一軸圧縮強度は200MN/㎡（Mpa）程度以内
礫・粗石（玉石）混り土〔F〕	礫・粗石（玉石）の含有率は80%以下 最大粒径は推進管呼び径の100%以下 礫・粗石（玉石）の一軸圧縮強度は200MN/㎡（Mpa）程度以内
軟岩〔G〕	岩の一軸圧縮強度は40MN/㎡（Mpa）程度まで※

注1）上記の適用範囲外でも施工可能な場合があるので協会にご相談下さい。

注2）ビットの耐用強度は一軸圧縮強度200MN/㎡まで可能であるが、推進精度の保持を考慮して一軸圧縮強度の適応条件値としています。

注3）シルト・砂質土地盤でN値２以下の場合は、協会にご相談下さい。

注4）透水係数10^{-2}㎝/秒前後で長距離推進施工の場合は、協会にご相談下さい。

注5）最大礫径100%の場合も条件によって可能。協会へご相談下さい。

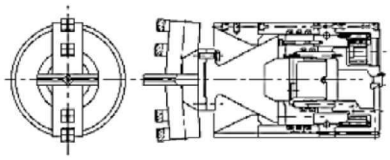
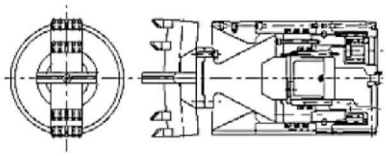
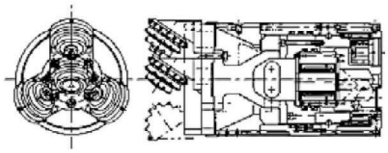
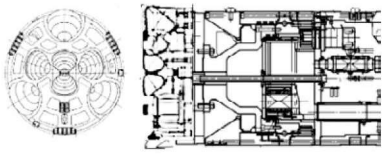
注6）普通面盤で礫径φ70㎜以下はクラッシャー付なので条件によっては可能です。

※最大粒径20㎜は取り込み最大寸法

注7）岩の一軸圧縮強度40MN/㎡（Mpa）以上の場合は協会へご相談下さい。

１－３－２．　適用機種

表1-2　適用機種

カッタヘッドタイプ		適用土質	特　徴
名称	カッタヘッド図		
DS-Lヘッド		A B	普通土用 シルト用
DS-Dヘッド		A B	固結土用 風化花崗岩用 （※土質の互層によっては十字スポークタイプ）
DS-Hヘッド		B C D E F G	礫・玉石用 岩盤用
DS-HヘッドⅡ		D E F G	礫・玉石用 岩盤用

１－３－３. 適用管種・管径

（1）適用管種

（a）下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管（JSWAS A-6）（以下、適宜HPと略す）

標準管（L=2,000㎜又は2,430㎜）及び半管（L=1,000㎜又は1,200㎜）を標準とする。

（b）下水道推進工法用レジンコンクリート管（JSWAS K-12）（以下、適宜RPと略す）

標準管（L=2,000㎜又は2,430㎜）及び半管（L=1,000㎜又は1,200㎜）を標準とする。

（2）適用管径

（a）下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管（JSWAS A-6）

呼び径300、400、450、500、600㎜とする。

（b）下水道推進工法用レジンコンクリート管（JSWAS K-12）

・RS形 ― 呼び径350、400、450、500㎜とする。

・RM形 ― 呼び径340、390、440、490、540、650㎜とする。

（3）先導体別適用管径表

表1-3　先導体別適用管径表

先導体種別	HP	RP呼び径		備　考
	呼び径	RS形	RM形	
DS300	φ300	φ350	φ340	
	φ350	φ400	φ390	拡径ヘッド及び拡径管を使用
DS400	φ400	φ450	φ440	
	φ450	φ500	φ490	拡径ヘッド及び拡径管を使用
DS500	φ500	―	φ540	
	φ600	―	φ650	拡径ヘッド及び拡径管を使用

１－３－４．推進管の仕様

（１）下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管

（ａ）形状寸法

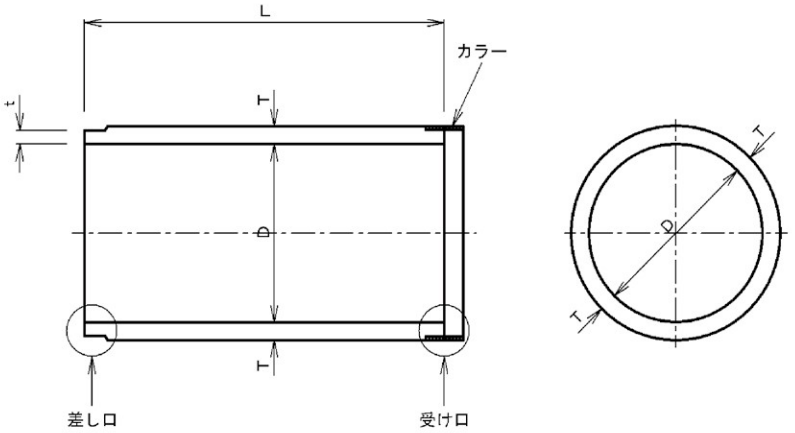
表1-4　小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管の形状寸法

単位：mm

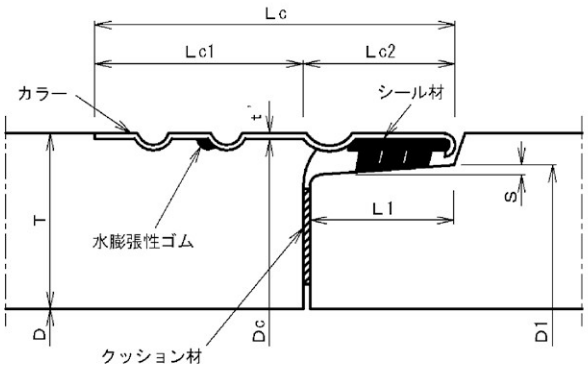
呼び径	厚さ	有効長　L		t	D1	L1	S	Lc	Lc1	Lc2	Dc	t’
	T	半管	標準管	※								
φ300	57	1,000	2,000	45.5	394						409	
φ350	60			48.5	450						465	
φ400	63			51.5	506	51	1.5	120	70	50	521	1.5
φ450	67	1,200	2,430	55.5	564						579	
φ500	70			58.5	620						635	
φ600	80			65.5	736	81	2.5	170	90	80	754	2.0

※ 継手最小厚さ

管の形状



継手部詳細



(b)管の重量

表1-5 小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管の重量

単位:kN/本

管種	呼び径					
	φ300	φ350	φ400	φ450	φ500	φ600
半 管	1.53	2.22	2.64	3.13	3.61	4.92
標準管	3.06	4.50	5.35	6.34	7.31	9.96

※ 管の1本当り重量は、W×有効長とした。

(c)管の許容耐荷力

表1-6 小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管の許容耐荷力

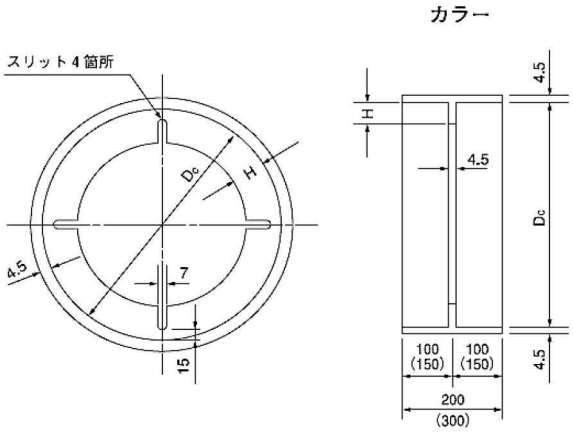
呼び径	内径D	D1−2S	Ae	W	Mr		Fa	
					1種	2種	圧縮強度50	圧縮強度70
(mm)	(mm)	(mm)	(m^2)	(kN/m)	(kN・m)	(kN・m)	(kN)	(kN)
φ300	300	391	0.04939	1.53	2.018	3.965	642	864
φ350	350	447	0.06072	1.85	2.522	4.954	789	1,063
φ400	400	503	0.07305	2.20	3.015	5.901	950	1,278
φ450	450	561	0.08814	2.61	3.630	7.099	1,146	1,542
φ500	500	617	0.10264	3.01	4.211	8.208	1,334	1,796
φ600	600	731	0.13694	4.10	5.318	10.302	1,780	2,396

※ Aeは有効断面積で $Ae=\{(D1-2S)^2-D^2\}\times\pi/4$

※ Wは中央断面で求めた重量で $W=\pi\cdot(D+T)\cdot T\times 24$

※ Faの計算に用いた許容平均圧縮応力度σmaは、圧縮強度50については13.0N/mm^2、圧縮強度70については17.5N/mm^2とした。

(d)先頭管に用いるカラー



単位:mm

呼び径	Dc	H	参考質量 (kg)
200	307	50	9
250	349	46	10
300	403	48	11
350	459	51	13
400	515	54	15
450	573	58	17
500	629	61	18
600	749	71	31
700	869	81	37

注)1.( )内は、呼び径600及び700の寸法。
2. スリットは、呼び径600、700のみに設ける。

（２）下水道推進工法用レジンコンクリート管

（ａ）形状寸法

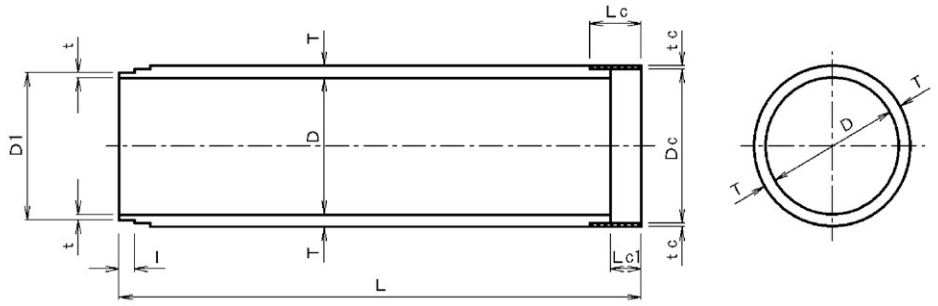
表1-7　推進工法用レジンコンクリート管の形状寸法

単位：mm

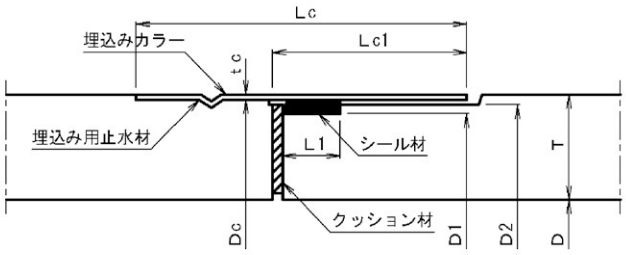
呼び径		厚さ	有効長　L		t	D1	D2	L1	Lc	Lc1	Dc	t’
		T	半管	標準管	※							
ＲＳ形	φ350	32	1,000	2,000	22.5	396	403	30	130	60	409	2.0
	φ400	35	1,200	2,430	25.0	451	458				464	2.5
	φ450	38			28.0	507	514				520	
	φ500	42			32.0	565	572				578	
ＲＭ形	φ340	37	1,000	2,000	27.5	396	403	30	130	60	409	2.0
	φ390	40	1,200	2,430	30.0	451	458				464	2.5
	φ440	43			33.0	507	514				520	
	φ490	47			37.0	565	572				578	
	φ540	50			40.0	621	628				634	
	φ650	55			42.5	736	744	40	170	80	754	

※ 継手最小厚さ

管の形状



継手部詳細



（ｂ）管の重量

表1-8　推進工法用レジンコンクリート管の重量

単位：kN/本

管　種		呼び径					
		φ350	φ400	φ450	φ500	―	―
ＲＳ形	半　管	0.84	1.26	1.54	1.88	―	―
	標準管	1.68	2.55	3.11	3.82	―	―
管　種		呼び径					
		φ340	φ390	φ440	φ490	φ540	φ650
ＲＭ形	半　管	0.96	1.43	1.73	2.09	2.45	3.22
	標準管	1.92	2.89	3.50	4.23	4.96	6.51

※　管の１本当り重量は、Ｗ×有効長とした。

（ｃ）管の許容耐荷力

表1-9　推進工法用レジンコンクリート管の許容耐荷力

管　種	呼び径 (mm)	内径Ｄ (mm)	Ｄ1－2 (mm)	Ａe (m^2)	Ｗ (kN/m)	Ｍr (kN･m)	Ｆa (kN)
ＲＳ形	φ350	350	394	0.02571	0.84	2.529	643
	φ400	400	449	0.03267	1.05	3.098	817
	φ450	450	505	0.04125	1.28	3.722	1,031
	φ500	500	563	0.05260	1.57	4.325	1,315
ＲＭ形	φ340	340	394	0.03113	0.96	2.861	934
	φ390	390	449	0.03888	1.19	3.480	1,166
	φ440	440	505	0.04824	1.44	4.153	1,447
	φ490	490	563	0.06037	1.74	4.808	1,811
	φ540	540	619	0.07191	2.04	5.585	2,157
	φ650	650	734	0.09131	2.68	7.288	2,739

※　Ａeは有効断面積で　$Ae=\{(D1-2)^2-D^2\}\times\pi/4$

※　Ｗは中央断面で求めた重量で　$W=\pi\cdot(D+T)\cdot T\times 22$

※　Ｆaの計算に用いた許容平均圧縮応力度σmaは、ＲＳ形については25N/mm^2、ＲＭ形については30N/mm^2とした。

１－３－５. 適用地下水圧

排土方式の特殊性から上限を100kPa以下とする。

注）無水層区間は別途検討する。

１－３－６. 最小曲線半径

ドルフィン工法の最小曲線半径は70mから80mとする。（φ300～450㎜はR=70m,φ500～600はR=80m）

注1）推進管の抜出し長は表1-10の通りとする。

表1-10　抜出し長

管の種類	継手性能	抜出し長（㎜）
下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管	SJS	10
	SJA	10
	SJB	20
下水道推進工法用レジンコンクリート管	RSJS	10
	RSJA	10
	RSJB	20

注2）発進立坑より直線区間を10m以上確保して下さい。（※Sリード採用の際は20m以上）

注3）BC点から到達立坑までの測量は、データゾンデからの電磁波探査となる。

注4）曲線半径が小さくなると、継手性能SJB級の標準管、又は半管を使用する場合があります。また、掘進機の最後部に先頭管と先頭管用アダプタを使用したり、ドルフィン-S工法の採用となる場合があります。

注5）掘進機最終部と推進先頭管との許容開口長は「第3章　技術参考資料　１－５」を参照して下さい。

１－３－７. 適用土被り

ドルフィン工法の適用土被りは下記数値を標準とし、それ以外の土被りについては協会へご相談下さい。

最小土被り	2.0m以上	
電磁法採用時 最大土被り ※	6.0m前後	・曲線線形がある場合。 ・推進延長が180m以上の場合。

※Sリード（光ファイバージャイロ）使用の場合は、この条件に限らず施工可能の場合もあります。（※チェックボーリング必須）
詳しくは、協会までお問い合わせ下さい。

１－３－８. 標準推進延長

推進距離は、推進力計算による許容推進延長以内で、土質・地下水及びビット耐用距離、排泥用吸引ポンプの能力等を勘案して決定する。表1-11に最大推進延長の参考値を示す。（直線施工時）

表1-11　最大推進延長

<table>
<tr><th rowspan="2">機種</th><th rowspan="2">呼び径</th><th colspan="7">最大推進延長</th></tr>
<tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th><th>G</th></tr>
<tr><td rowspan="2">DS300</td><td>φ300</td><td rowspan="6">250m</td><td rowspan="6">250m</td><td rowspan="6">250m</td><td rowspan="2">250m</td><td>155m</td><td>155m</td><td rowspan="6">200m</td></tr>
<tr><td>φ350</td><td>135m</td><td>135m</td></tr>
<tr><td rowspan="2">DS400</td><td>φ400</td><td>220m</td><td>125m</td><td>125m</td></tr>
<tr><td>φ450</td><td>200m</td><td>110m</td><td>110m</td></tr>
<tr><td rowspan="2">DS500</td><td>φ500</td><td>185m</td><td>100m</td><td>100m</td></tr>
<tr><td>φ600</td><td>155m</td><td>85m</td><td>85m</td></tr>
</table>

注1）土質 〔D〕、〔E〕、〔F〕、〔G〕では、スライドジャッキ及びグリッパジャッキの使用により、上記最大推進延長より長い場合でも施工可能となることがあるので、協会にご相談下さい。
（上記延長は参考値です。平成27年度以降推力計算により判定しています。）

注2）直線のみの線形でも、推進延長が180m以上の場合は電磁法併用となります。又は、Sリード併用。

注3）上表の延長は最大値であり、推進距離を保証するものではありません。最大礫径や礫率、岩や玉石、転石の一軸圧縮強度によっては上表より許容推進延長が短くなる場合があります。

1－3－9. 日進量

(1)直線日進量

(a) 直線日進量は、レーザ・ターゲットにより測量を行う区間の日進量であり、推進線形が全区間直線の場合及び推進線形に曲線を含む場合の発進立坑から曲線開始点(BC点)までの区間に適用する。

(b) 昼間8時間作業の日進量は、表1-12、1-13を標準とする。

表1-12 標準管推進工直線標準日進量

単位:m/日

呼び径			普通土	硬質土	礫質土	礫・粗石(玉石)混り土			軟岩
HP	RP								
	RS形	RM形	〔A〕	〔B〕	〔C〕	〔D〕	〔E〕	〔F〕	〔G〕
φ300	φ350	φ340	8.5	5.1	5.2	4.3	3.6	3.6	3.6
φ350	φ400	φ390	8.8	5.2	5.2	4.3	3.6	3.6	3.6
φ400	φ450	φ440	9.0	5.6	5.7	4.7	4.0	4.0	4.1
φ450	φ500	φ490	9.0	5.6	5.7	4.7	4.0	4.0	4.1
φ500	—	φ540	9.0	5.6	5.7	4.7	4.0	4.0	4.1
φ600	—	φ650	9.0	5.6	5.7	4.7	4.0	4.0	3.6

表1-13 半管推進工直線標準日進量

単位:m/日

呼び径			普通土	硬質土	礫質土	礫・粗石(玉石)混り土			軟岩
HP	RP								
	RS形	RM形	〔A〕	〔B〕	〔C〕	〔D〕	〔E〕	〔F〕	〔G〕
φ300	φ350	φ340	5.5	3.9	4.1	3.5	3.0	3.0	2.9
φ350	φ400	φ390	6.0	4.1	4.3	3.6	3.1	3.1	3.0
φ400	φ450	φ440	6.1	4.3	4.6	3.8	3.4	3.4	3.4
φ450	φ500	φ490	6.1	4.3	4.6	3.8	3.4	3.4	3.4
φ500	—	φ540	6.1	4.3	4.6	3.8	3.4	3.4	3.4
φ600	—	φ650	6.1	4.3	4.6	3.8	3.4	3.4	2.9

注1)土被り6m以上の場合、上記日進量が低減係数を乗じ、低下します。

注2)推進延長が180mを超える区間は電磁法併用となるため、日進量が低下します。
補正係数は、「曲線後の直線日進量」を適用します。

注3)推進延長が150mを超える場合は長距離低減係数(0.8)、更に230m以上で(0.8)が加味されます。

注4)最大礫径が呼び径の80～100%の場合、低減係数(0.7)を乗じ、低下します。

（2）曲線日進量

（a） 曲線日進量は、磁力線方式と液圧差方式の組合せにより測量を行う区間の日進量であり、推進線形に曲線を含む場合の曲線線形区間（BC点～EC点）に適用する。なお、曲線日進量は曲線半径（R）により、次の通り区分される。

①70m≦R＜100m

②100m≦R＜125m

③125m≦R＜150m

④150m≦R＜175m

⑤175m≦R＜200m

⑥200m≦R

（b） 曲線半径別の日進量は、推進工直線標準日進量に下表に示す曲線推進の場合の日進量補正係数を乗じて算出する。

表1-14 曲線推進の日進量補正係数

<table>
<tr><th>管長</th><th>土質区分</th><th>70≦R
＜100</th><th>100≦R
＜125</th><th>125≦R
＜150</th><th>150≦R
＜175</th><th>175≦R
＜200</th><th>200≦R</th><th>曲線後
の直線</th></tr>
<tr><td rowspan="7">標
準
管</td><td>〔A〕</td><td colspan="2">0.60</td><td colspan="3">0.65</td><td rowspan="3">0.80</td><td rowspan="3">0.80</td></tr>
<tr><td>〔B〕</td><td colspan="2" rowspan="6">0.70</td><td colspan="3" rowspan="6">0.75</td></tr>
<tr><td>〔C〕</td></tr>
<tr><td>〔D〕</td><td rowspan="4">0.85</td><td rowspan="4">0.85</td></tr>
<tr><td>〔E〕</td></tr>
<tr><td>〔F〕</td></tr>
<tr><td>〔G〕</td></tr>
<tr><td rowspan="7">半
管</td><td>〔A〕</td><td colspan="2">0.65</td><td colspan="3">0.70</td><td rowspan="3">0.85</td><td rowspan="3">0.85</td></tr>
<tr><td>〔B〕</td><td colspan="2" rowspan="6">0.75</td><td colspan="3" rowspan="6">0.80</td></tr>
<tr><td>〔C〕</td></tr>
<tr><td>〔D〕</td><td rowspan="4">0.90</td><td rowspan="4">0.90</td></tr>
<tr><td>〔E〕</td></tr>
<tr><td>〔F〕</td></tr>
<tr><td>〔G〕</td></tr>
</table>

（c）Sリード採用の際の補正係数は別途次頁の係数を乗じて算出する。

（3）曲線後の直線日進量

推進線形に曲線を含む場合の曲線終了点（EC点）から到達までの区間は、推進線形は直線であるが、測量には電磁戦法方式及び液圧差方式を適用するため、表1-12、1-13の推進工直線標準日進に表1-14の「曲線後の直線」の日進量補正係数を乗じて算出する。

表1-15　Sリード補正係数

標準管推進工

呼び径			普通土	硬質土	礫質土	礫・粗石(玉石)混り土			軟岩
HP	RP								
	RS形	RM形	〔A〕	〔B〕	〔C〕	〔D〕	〔E〕	〔F〕	〔G〕
φ300	φ350	φ340	0.93	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97
φ350	φ400	φ390	0.93	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97
φ400	φ450	φ440	0.93	0.96	0.95	0.96	0.97	0.97	0.96
φ450	φ500	φ490	0.93	0.96	0.95	0.96	0.97	0.97	0.96
φ500		φ540	0.93	0.96	0.95	0.96	0.97	0.97	0.96
φ600		φ650	0.93	0.96	0.95	0.96	0.97	0.97	0.97

半管推進工

呼び径			普通土	硬質土	礫質土	礫・粗石(玉石)混り土			軟岩
HP	RP								
	RS形	RM形	〔A〕	〔B〕	〔C〕	〔D〕	〔E〕	〔F〕	〔G〕
φ300	φ350	φ340	0.92	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95
φ350	φ400	φ390	0.91	0.94	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95
φ400	φ450	φ440	0.91	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95
φ450	φ500	φ490	0.91	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95
φ500		φ540	0.91	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95
φ600		φ650	0.91	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95

注）土質条件によっては、使用するローラヘッドにより係数が変わる場合があります。
【例】土質D　ローラヘッドⅡ型　0.94→0.95

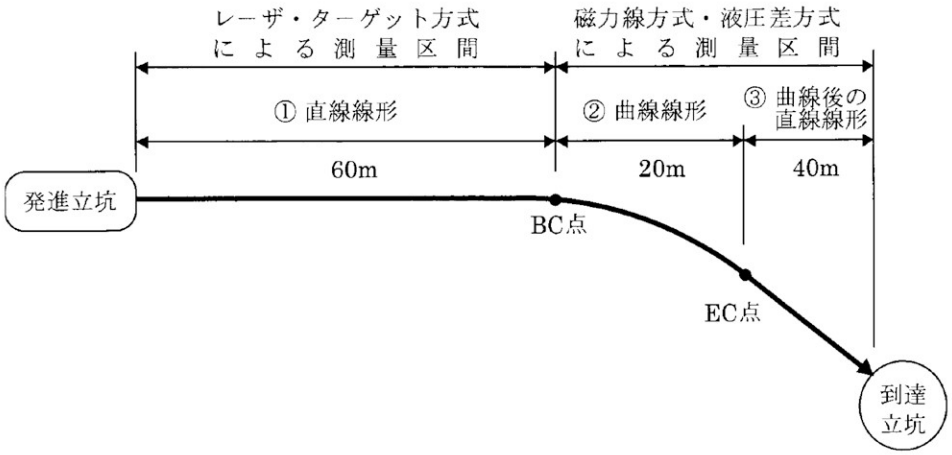
（４）車上プラントを使用する場合の日進量補正

車上プラントを使用する場合の日進量は、作業帯の設置・撤去及び推進作業前後に実施するケーブル・ホース類の接続・取外しに要する時間（60分）を考慮して、直線日進量、曲線日進量および曲線後の直線日進量に表1-15に示す車上プラント補正係数を乗じて算出する。

表1-15　車上プラント補正係数

適用条件	補正係数
車上プラントを使用する場合	0.88

（５）平均日進量の算出例



標準管、呼び径φ300、硬質土〔Ｂ〕、Ｒ＝150m、推進延長Ｌ＝120m、定置プラント

①発進～ＢＣ区間日進量　5.1 m/日

②ＢＣ～ＥＣ区間日進量　3.83m/日（＝5.1×0.75）

③ＥＣ～到達区間日進量　4.08m/日（＝5.1×0.80）

推進実日数＝ 60／5.1＋20／3.83＋40／4.08

＝ 26.79

平均日進量＝ 120／26.79

＝ 4.48

≒ 4.5m/日

車上プラントを使用する場合

上記平均日進量に車上プラント補正係数を乗じて算出する。

補正平均日進量＝ 4.5×0.88

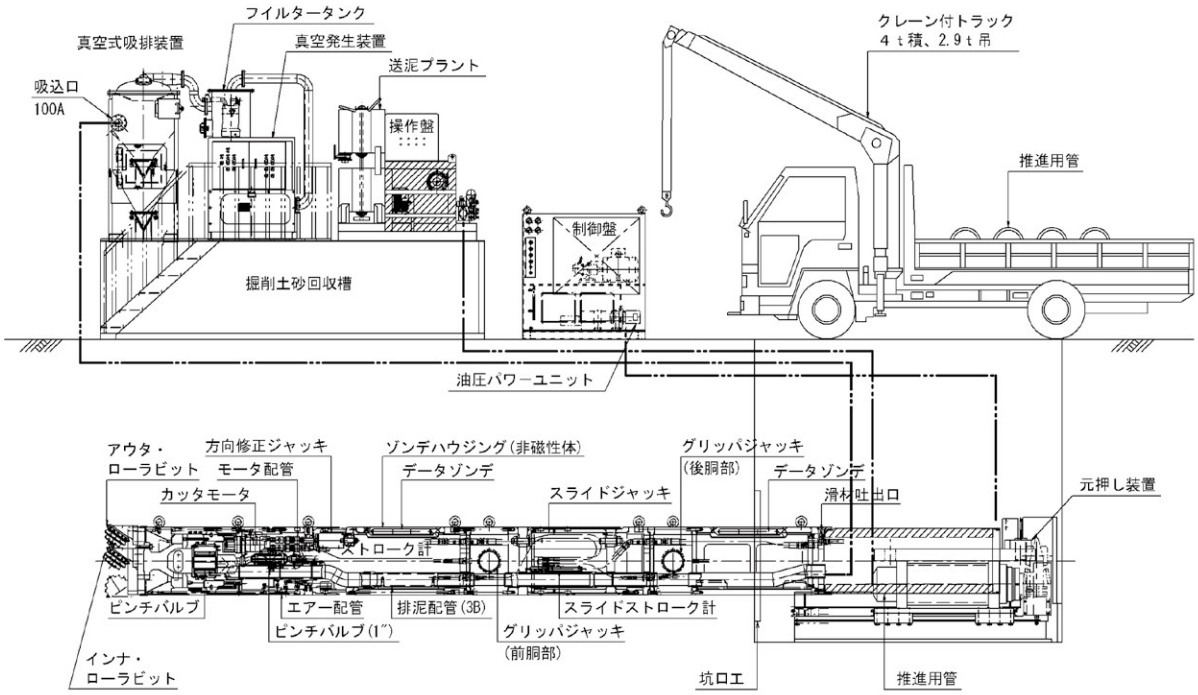
＝ 3.96

≒ 4.0m/日

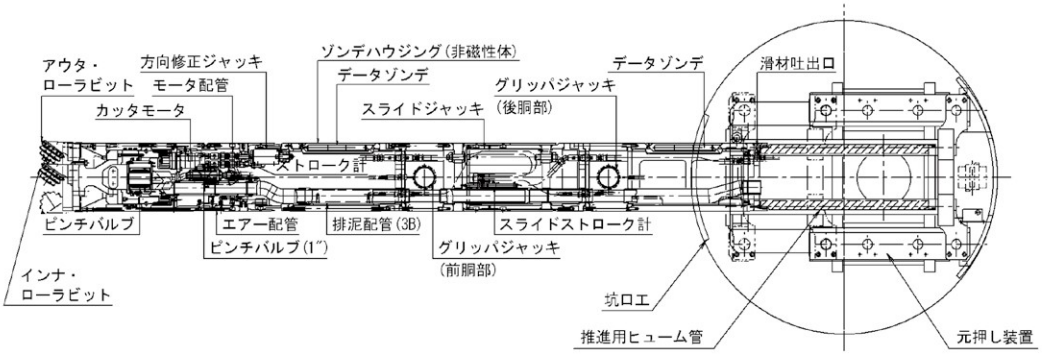
１－４．機構概要

１－４－１．システム概要図

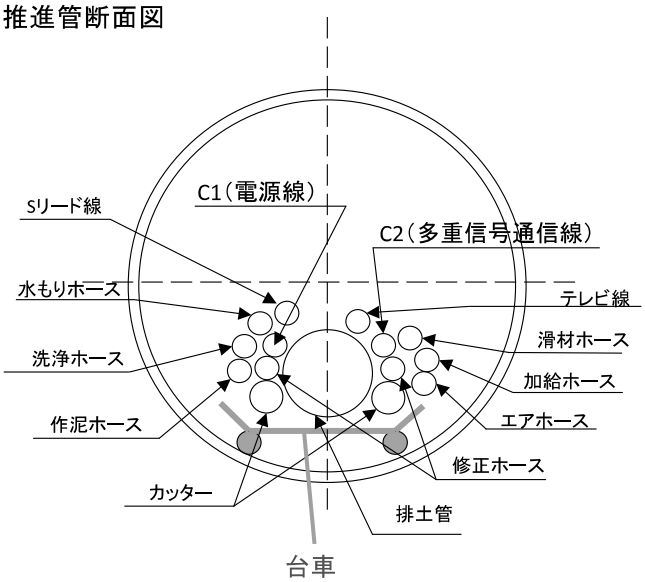
（１）ドルフィン工法概念図



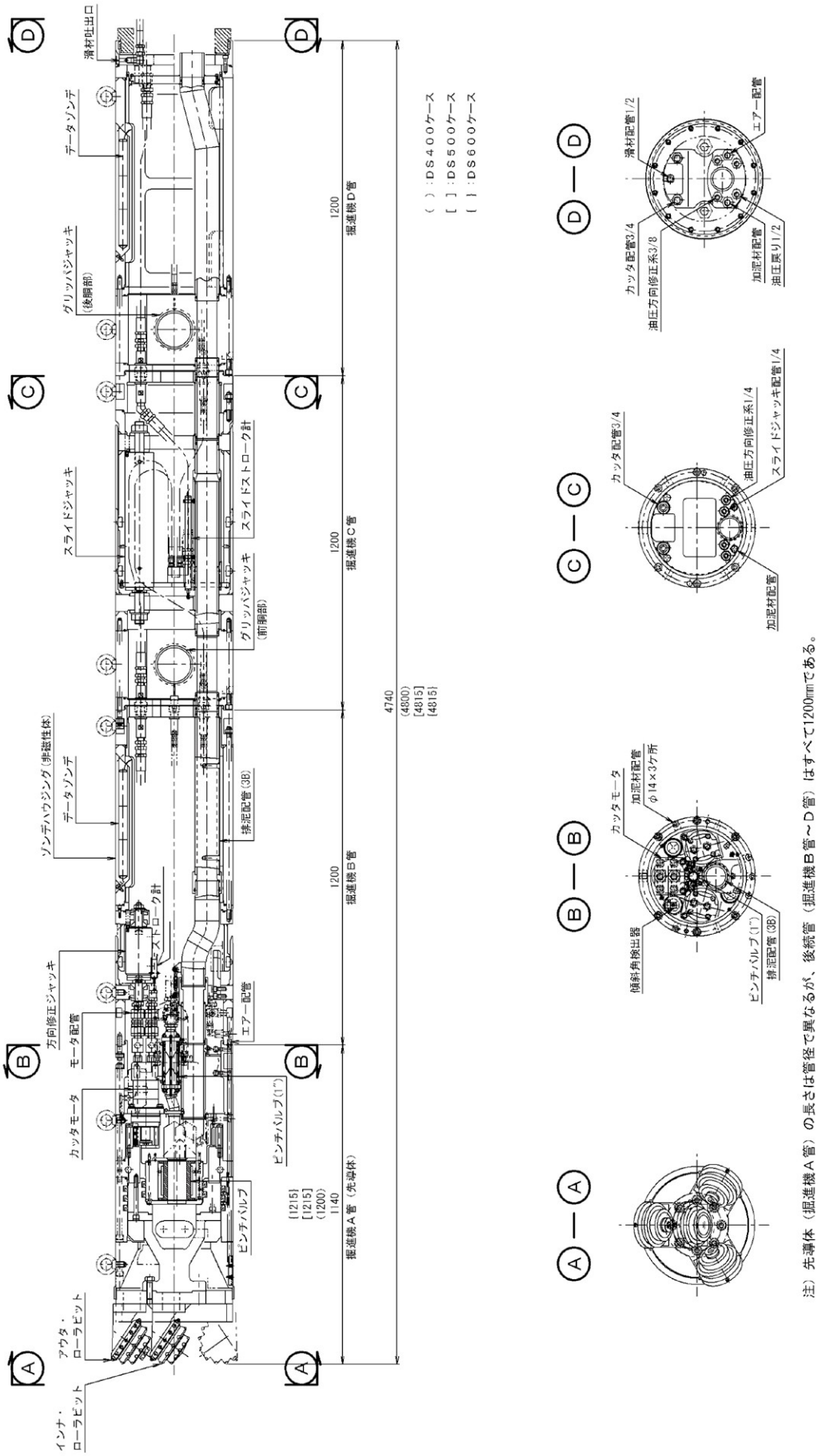
（２）平面図



（３）推進管断面図



１－４－２．掘進機概要図



注）先導体（掘進機A管）の長さは管径で異なるが、後続管（掘進機B管～D管）はすべて1200mmである。

１－５．掘進機の種類と仕様

形　　式			DS300	
呼び径（mm）			φ300	φ350
掘進機	外　径（mm）		φ432	φ490
	全　長（mm）		4,740	
	分割長（mm）		1,140～1,200	
方向修正装置	形　　式		先導体屈折方式	
	方向修正ジャッキ		110kN×35MPa×15mmST×４本	
	切羽単位面積当り装備推力		3,002kN/m^2	2,333kN/m^2
	修 正 角 度		上下左右4.0°	
カッタ装置	形　　式		センタシャフト支持・スポーク形式	
	ト　ル　ク		常用 5.2kN･m 、最大 7.3kN･m	
	回転数（rpm）		0～15.0	
	モ　ー　タ		608kN･m×14MPa×３台	
	トルク係数		常用α＝64.5 、最大α＝90.5	常用α＝44.2 、最大α＝60.2
機内推進機構	形　　式		グリッパ支持・ジャッキ推進形式	
	推進ジャッキ		220kN×50MPa×300mmST×４本	
	グリッパジャッキ		770kN×50MPa×81mmST×２本、２セット	
	総推力（kN）		880	
	切羽単位面積当り装備推力		6,004kN/m^2	4,667kN/m^2
排泥装置	排 泥 管 径		3B	
	開 閉 装 置		ピンチバルブ	
元押装置	元押ジャッキ		800kN×35MPa×650mmST×２本	
	総 推 進 力		1,600kN	
	推 進 速 度		0～150mm/分	
油圧パワーユニット	方向修正	ポンプ	0.4Ｌ/分×35MPa×１台	
		電動機	0.4kW×4P×220/200Ｖ×１台	
	カ ッ タ	ポンプ	57Ｌ/分×14MPa×１台	
		電動機	22kW×4P×220/200Ｖ×１台	
	元　　押	ポンプ	0～6.8Ｌ/分×50MPa×１台	
		電動機	7.5kW×4P×220/200Ｖ×１台	
計装装置	傾　斜　計		装備数１：Ｐ＝±175‰、Ｒ＝±10°	
	方向修正ジャッキストローク計		装備数４：0～15mm	
	推進ジャッキストローク速度計		装備数１：0～650mm 、0～150mm/分	
	カッタトルク計		装備数１：0～14MPa	
	土　圧　計		装備数２：0～200kPa	
	油　圧　計		装備数４：0～40（60）MPa	
	位置検出計		装備数２：電磁波方式　発信器２台（8kHz）　探知表示器ドリルトラック	
	レ ベ ル 計		装備数１：水準器方式 0～2,000mm	
	カッタ回転計		装備数１：0～15rpm	
	排泥管圧力計		装備数１：-50～300kPa	

形　　式			DS400	
呼び径（mm）			φ400	φ450
掘進機	外　径（mm）		φ546	φ604
	全　長（mm）		4,800	
	分割長（mm）		1,200	
方向修正装置	形　　式		先導体屈折方式	
	方向修正ジャッキ		110kN×35MPa×20mmST×４本	
	切羽単位面積当り装備推力		1,879kN/m^2	1,536kN/m^2
	修 正 角 度		上下左右3.7°	
カッタ装置	形　　式		センタシャフト支持・スポーク形式	
	ト　ル　ク		常用 9.4kN･m 、最大 13.2kN･m	
	回転数（rpm）		0～12.3	
	モ　ー　タ		608kN･m×14MPa×４台	
	トルク係数		常用α＝57.5 、最大α＝81.1	常用α＝42.7 、最大α＝60.0
機内推進機構	形　　式		グリッパ支持・ジャッキ推進形式	
	推進ジャッキ		220kN×50MPa×300mmST×４本	
	グリッパジャッキ		770kN×50MPa×81mmST×２本、２セット	
	総推力（kN）		880	
	切羽単位面積当り装備推力		3,758kN/m^2	3,071kN/m^2
排泥装置	排 泥 管 径		3B	
	開 閉 装 置		ピンチバルブ	
元押装置	元押ジャッキ		800kN×35MPa×650mmST×２本	
	総 推 進 力		1,600kN	
	推 進 速 度		0～150mm/分	
油圧パワーユニット	方向修正	ポンプ	0.4Ｌ/分×35MPa×１台	
		電動機	0.4kW×4P×220/200Ｖ×１台	
	カ ッ タ	ポンプ	80Ｌ/分×14MPa×１台	
		電動機	22kW×4P×220/200Ｖ×１台	
	元　　押	ポンプ	0～6.8Ｌ/分×50MPa×１台	
		電動機	7.5kW×4P×220/200Ｖ×１台	
計装装置	傾　斜　計		装備数１：Ｐ＝±175‰、Ｒ＝±10°	
	方向修正ジャッキストローク計		装備数４：0～20mm	
	推進ジャッキストローク速度計		装備数１：0～650mm 、0～150mm/分	
	カッタトルク計		装備数１：0～14MPa	
	土　圧　計		装備数２：0～200kPa	
	油　圧　計		装備数４：0～40（60）MPa	
	位置検出計		装備数２：電磁波方式　発信器２台（8kHz）　探知表示器ドリルトラック	
	レ ベ ル 計		装備数１：水準器方式 0～2,000mm	
	カッタ回転計		装備数１：0～15rpm	
	排泥管圧力計		装備数１：-50～300kPa	

形　　式			DS500	
呼び径（mm）			φ500	φ600
掘進機	外　径（mm）		φ660	φ780
	全　長（mm）		4,815	
	分割長（mm）		1,200～1,215	
方向修正装置	形　　式		先導体屈折方式	
	方向修正ジャッキ		200kN×35MPa×25mmST×４本	
	切羽単位面積当り装備推力		2,338kN/m^2	1,674kN/m^2
	修 正 角 度		上下左右4.8°	
カッタ装置	形　　式		センタシャフト支持・スポーク形式	
	ト　ル　ク		常用 19.2kN･m 、最大 24.3kN･m	
	回転数（rpm）		0～11.6	
	モ　ー　タ		608kN･m×14MPa×６台	
	トルク係数		常用α＝59.8 、最大α＝84.5	常用α＝40.5 、最大α＝51.2
機内推進機構	形　　式		グリッパ支持・ジャッキ推進形式	
	推進ジャッキ		220kN×50MPa×300mmST×６本	
	グリッパジャッキ		1,000kN×50MPa×81mmST×２本、２セット	
	総推力（kN）		1,320	
	切羽単位面積当り装備推力		3,858kN/m^2	2,762kN/m^2
排泥装置	排 泥 管 径		3B	
	開 閉 装 置		ピンチバルブ	
元押装置	元押ジャッキ		1,000kN×45MPa×650mmST×２本	
	総 推 進 力		2,000kN	
	推 進 速 度		0～163mm/分	
油圧パワーユニット	方向修正	ポンプ	0.75Ｌ/分×35MPa×１台	
		電動機	0.75kW×4P×220/200Ｖ×１台	
	カ ッ タ	ポンプ	142Ｌ/分×14MPa×１台	
		電動機	45kW×4P×220/200Ｖ×１台	
	元　　押	ポンプ	0～7.4Ｌ/分×45MPa×１台	
		電動機	7.5kW×4P×220/200Ｖ×１台	
計装装置	傾　斜　計		装備数１：Ｐ＝±175‰、Ｒ＝±10°	
	方向修正ジャッキストローク計		装備数４：0～25mm	
	推進ジャッキストローク速度計		装備数１：0～650mm 、0～164mm/分	
	カッタトルク計		装備数１：0～14MPa	
	土　圧　計		装備数２：0～200kPa	
	油　圧　計		装備数４：0～40（60）MPa	
	位置検出計		装備数２：電磁波方式　発信器２台（8kHz）　探知表示器ドリルトラック	
	レ ベ ル 計		装備数１：水準器方式 0～2,000mm	
	カッタ回転計		装備数１：0～15rpm	
	排泥管圧力計		装備数１：-50～300kPa	

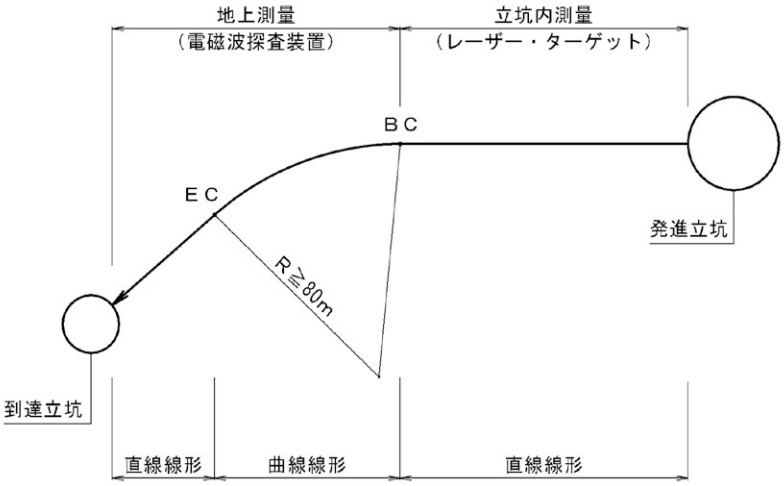
１－６．曲線測量システム

ドルフィン工法では、小口径管の曲線測量システムとして電磁法を利用した位置探査装置により水平位置を検置し、鉛直位置は液圧差計により検置するシステムを採用して小口径管によるカーブ推進施工を可能とした。

測量方法としては、地上に打設された中心線沿いに推進管１本掘進する毎にロケータ（受信機）を設置して水平及び鉛直位置を確定し、付近の基準点（トラバー）から自動トータルステーションシステムより測距して、立坑からの延長及び高さを計算し方向修正等を行う。

下記に測量区分図及び曲線測量システム図を示す。

（１）測量区分図

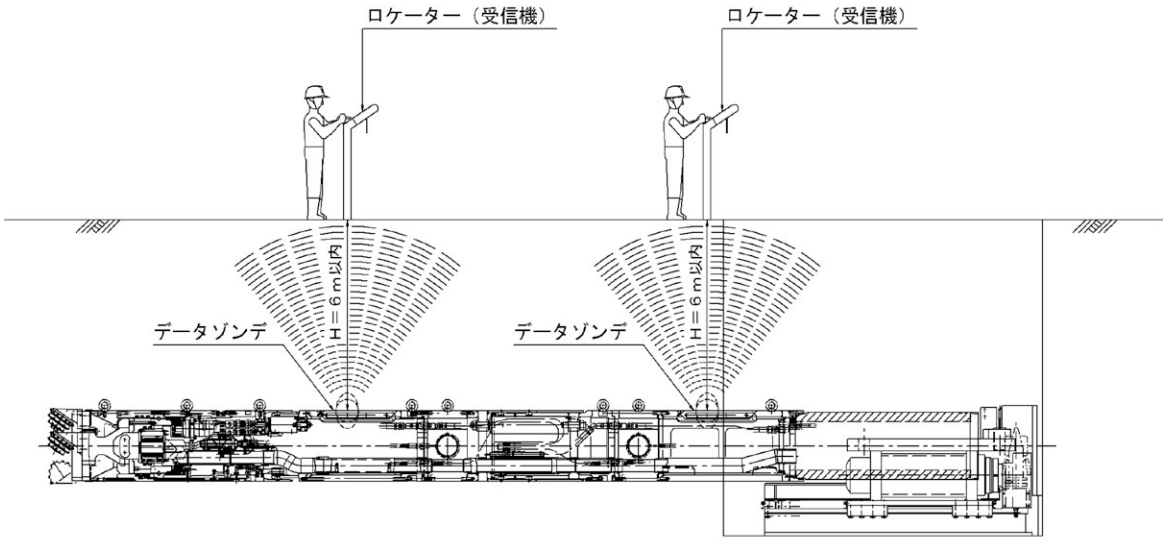


注）電磁波による測量の障害物

地中電線、水道などの鋼管、敷鉄板、ガードレール、フェンスなどであり、事前に十分な調査が必要である。但し、掘進機より1.5m以上離れていれば施工可能である。

1.0m以内の場合は『事前探査装置』の使用で施工可能となる場合があるので、協会にご相談下さい。

（２）曲線測量システム図

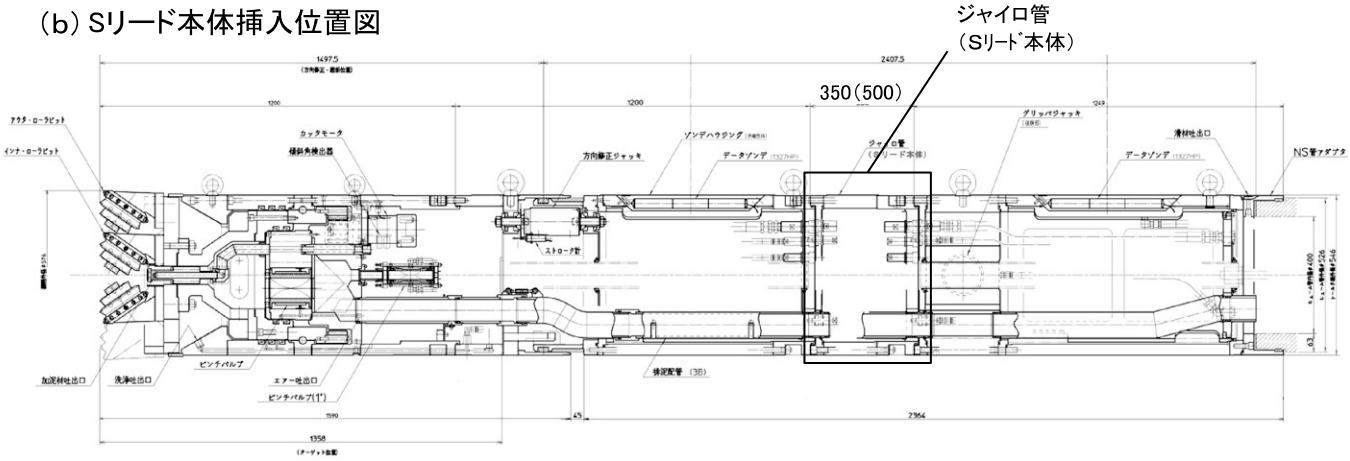


（3）Sリードによるカーブ推進自動位置測定システム

（a）Sリードによる測定

・光ファイバジャイロを利用して地中の方位を静的に計測します。
・これと発進坑で計測する推進距離をもとに幾何学的に現在位置を計算します。
・地上/地中障害物の有無に左右されずに高精度な位置計測をおこなうことができます。
・計測した現在位置をもとに、掘削を進める上で必要な情報をシュミレーションし、オペレーターをサポートします。
・計測器を施工済管内で走行させるなどの付帯設備がなく、推進と同時に計測することができます。
・検出した位置情報はレーザスポットなどの他の計測手法の結果とのマッチングをとることで
計測精度をさらに高めることができます。

（b）Sリード本体挿入位置図



（c）現場段取り

01　施工前の情報収集
・施工計画路線情報（座標、L、CL、R等）
・現場の経度・緯度
・推進管の長さ、クッション材の厚み
・出発立坑・到達立坑・中間立坑の直径

02　誘導計画線
・BC、EC、CL、Rなどをベースにして
掘削機の推進軌道の基準線を作成。

03　計測ボックスの設置
・ｵﾍﾟﾚｰｼｮﾝﾊｳｽ内にｵﾍﾟﾚｰｼｮﾝﾊｳｽ用計測ﾎﾞｯｸｽ
を設置
・出発立坑内に出発立坑用計測ﾎﾞｯｸｽ・ｽﾄﾛｰｸ計
を設置

04　接続・動作確認
・Sリード管に計測用6ﾋﾟﾝｷｬﾌﾟﾀｲﾔｹｰﾌﾞﾙを
接続して電源供給後、動作確認実施

05　登録
・施工現場情報の登録（画面操作）

06　調整
・ストローク計の調整作業（約10分）

07　法線検出
・掘削機を推進架台に載せる前に、Sリード管
を架台の前方に置いて法線検出
【初期方位】（約8時間）

08　計測の実施
・掘削機先導管を発進、Sリード管推進後に
出発人孔芯からSリード管後端までの距離を
実測して第1回計測を実施

通常計測を継続して実施

１－７．電力設備工

単位：kW

設備名 ＼ 呼び径		φ300 φ350	φ400 φ450	φ500 φ600
油圧ユニット	掘進機方向修正装置	0.40	0.40	0.75
	掘進機カッタ装置	22.00	22.00	45.00
	油圧ジャッキ	7.50	7.50	7.50
	小　　計	29.90	29.90	53.25
コンプレッサ		3.70	3.70	3.70
水中ポンプ（φ150）		7.50	7.50	7.50
プラント	送泥・滑材プラント	11.80	11.80	11.80
	排泥プラント	23.70	23.70	37.00
	給水ポンプ	0.75	0.75	0.75
	小　　計	36.25	36.25	49.55
合　　計		77.35	77.35	114.00

※ 消費電力料は、燃料消費率より算定する。

第２節　立坑概要

２－１．発進立坑標準寸法

２－１－１．半管推進時

呼び径φ2,000及びφ2,500㎜立坑を標準とする。

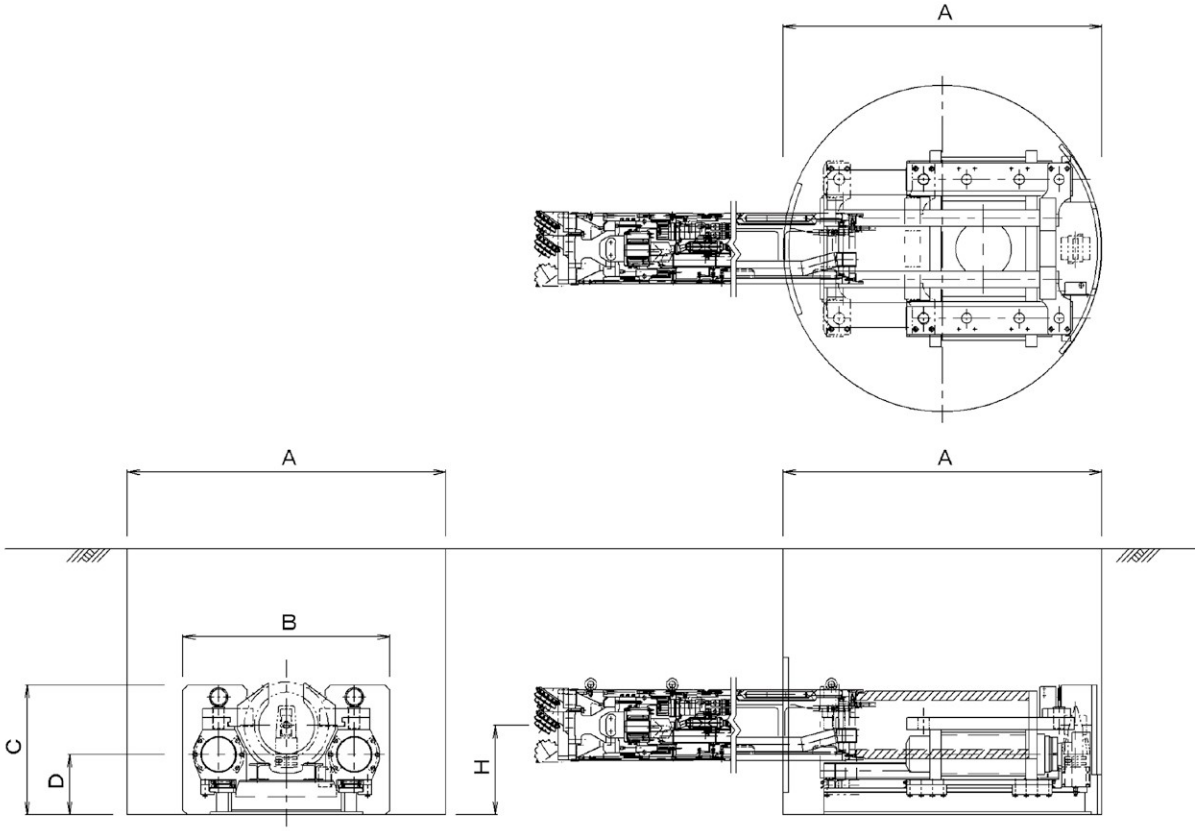


表2-1　小型発進立坑寸法表

単位：㎜

機種名	呼び径	A	B	C	D	H
DS300	φ300	φ2,000以上	1,300	795	370	550
	φ350					
DS400	φ400					
	φ450					
DS500	φ500	φ2,500以上	1,600	1,200	500	760
	φ600					

注）両発進の場合、Ａを下記寸法に置き換えて下さい。

・φ2,000以上　⇒　φ2,500以上

・φ2,500以上　⇒　φ3,000以上

※呼び径φ300,350の両発進の場合、φ2,000㎜でも発進可能。（特殊坑口採用）

※90度両発進の場合、A寸法（立坑呼び径）アップの必要はありません。
　また、90度以外でも可能な場合がありますので協会までお問い合わせ下さい。

※円形ライナーの場合、内寸で上記表寸法確保下さい。

２－１－２．標準管推進時

（１）鋼矢板式立坑

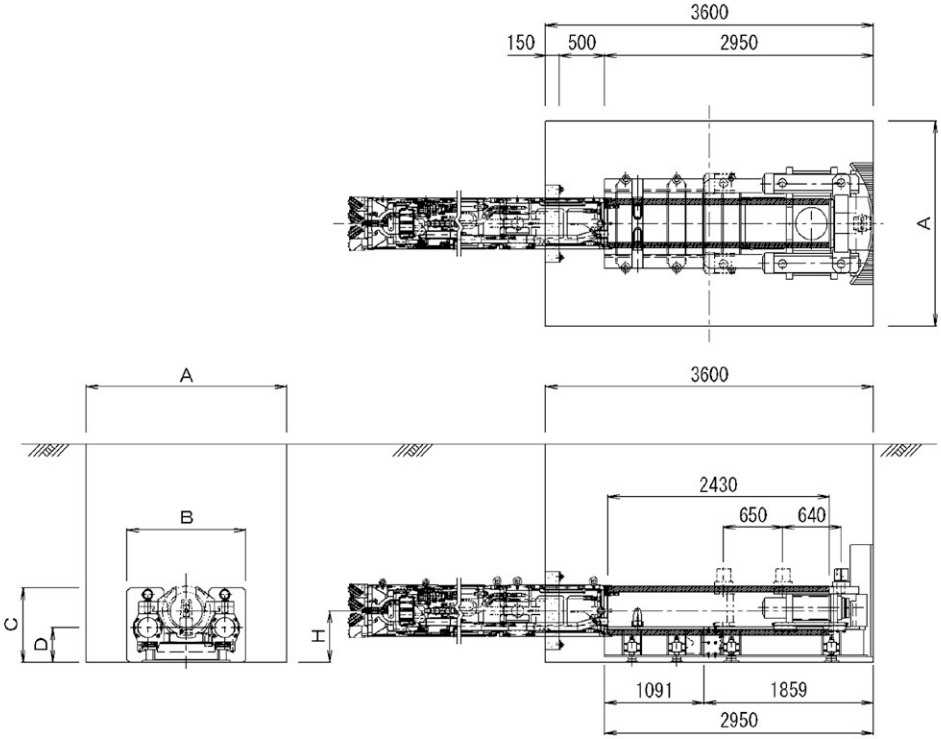


表2-2　鋼矢板式発進立坑寸法表

単位：mm

機種名	呼び径	A	B	C	D	H
DS300	φ300	2,400	1,300	795	370	550
	φ350					
DS400	φ400					
	φ450					
DS500	φ500	2,800	1,600	1,200	500	760
	φ600					

注1）上記寸法Ａは鋼矢板Ⅲ型使用時の鋼矢板中心寸法である。

注2）最下段梁の梁下高さは、立坑基礎コンクリートから1.5m以上確保して下さい。

注3）両発進立坑及び斜め発進の場合は、長辺Ｌ＝4.0m以上として下さい。

注4）φ3,000mm円形立坑から発進可能な場合があるので、協会までご相談下さい。

（２）ライナープレート式立坑

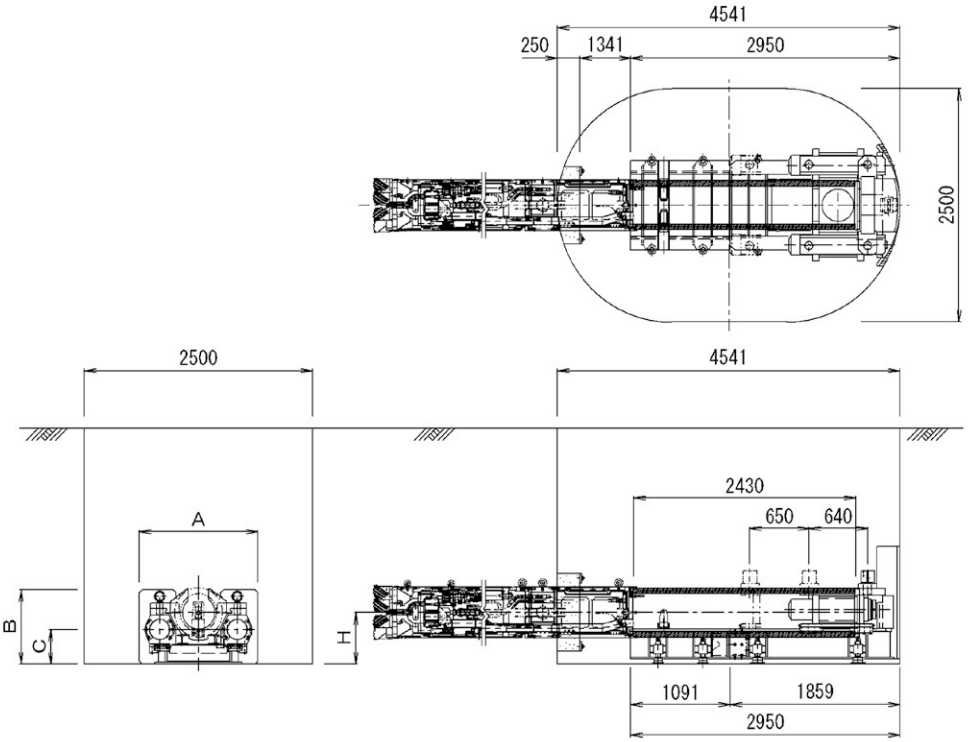


表2-3　ライナープレート式発進立坑寸法表

単位：mm

機種名	呼び径	A	B	C	H
DS300	φ300	1,300	795	370	550
	φ350				
DS400	φ400				
	φ450				
DS500	φ500	1,600	1,200	500	760
	φ600				

注1）上記寸法は土留中心寸法である。

注2）最下段梁の梁下高さは、立坑基礎コンクリートから1.5m以上確保して下さい。

注3）上記寸法は、掘進機及び元押し設置、初期掘進時の内径最少寸法です。
　　腹おこし、切梁間で推進管が荷卸し出来る最少寸法で検討してください。

２－２. 到達立坑標準寸法

２－２－１. 円形立坑到達時

（1）呼び径φ1,800㎜立坑からの分割回収を標準とする。

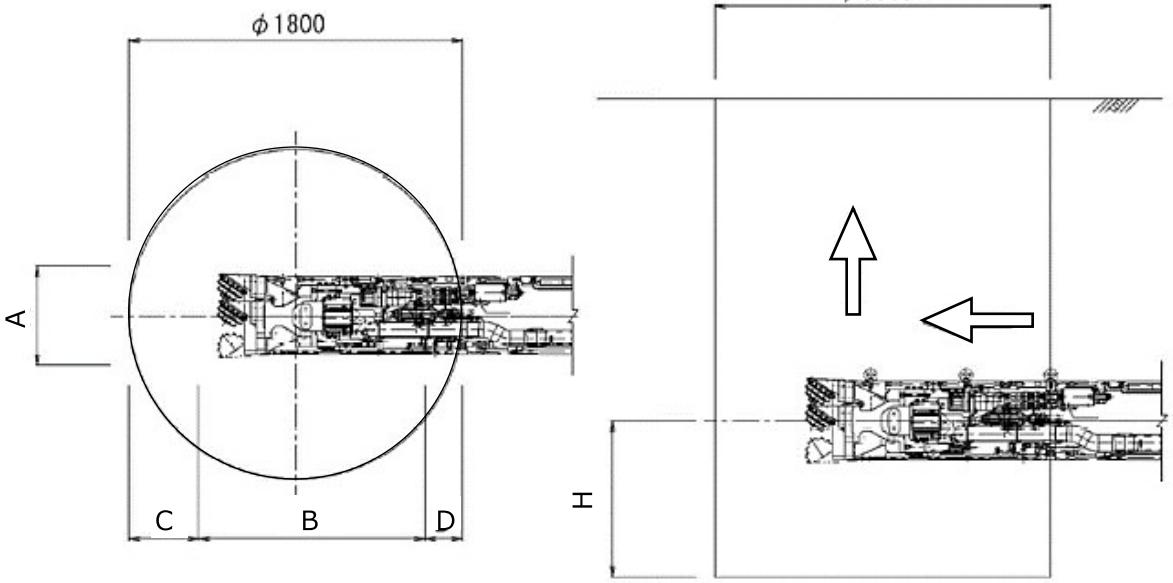


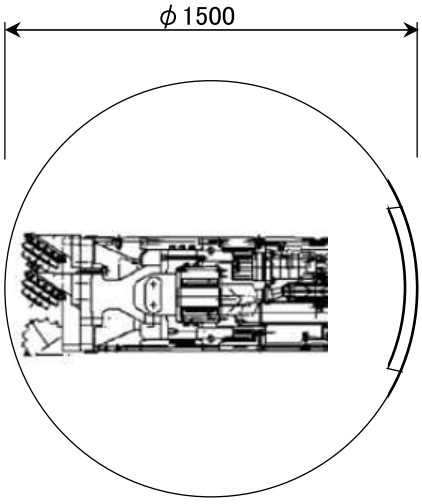
表2-4　到達立坑寸法表

単位：㎜

機種名	呼び径	A	B	C	D	H
DS300	φ300	φ432	1,200	400～460	200	520
	φ350	φ490				550
DS400	φ400	φ546		400～470		575
	φ450	φ604				605
DS500	φ500	φ660	1,215	350		630
	φ600	φ780		300		690

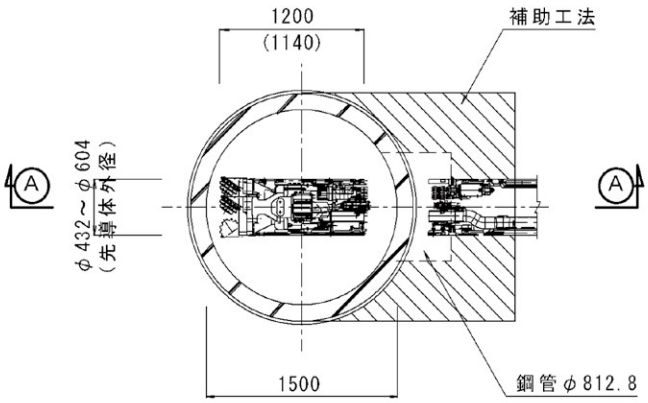
注）両到達の場合はφ2,000㎜以上として下さい。

（2）呼び径φ300㎜、350㎜の場合のみ、ケーシング呼び径φ1,500㎜立坑から回収可能。

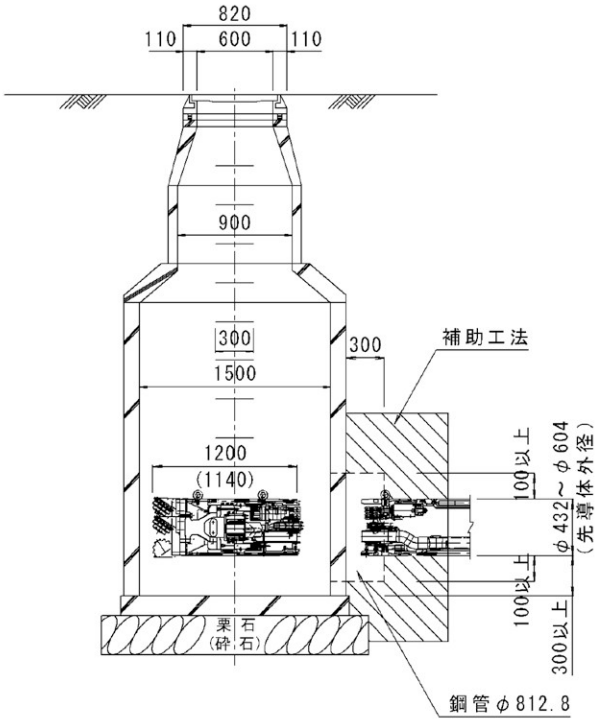


２－２－２．マンホール到達時

(1) 呼び径φ300～350㎜について、３号マンホール（内径φ1,500㎜）に到達可能である。



Ａ－Ａ断面図



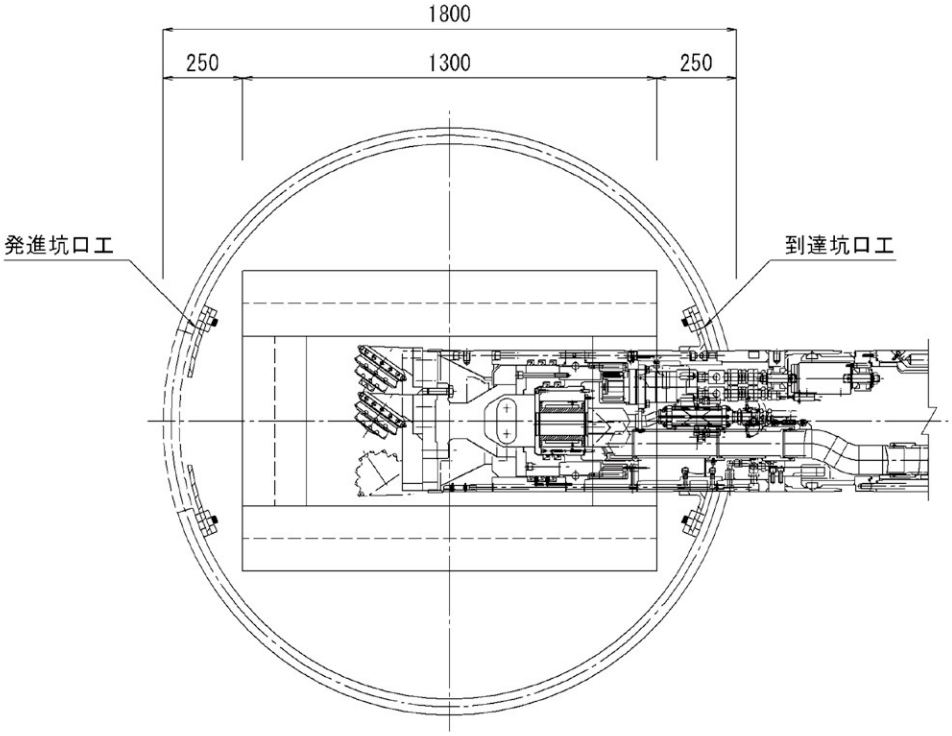
注1）先導体回収のため斜壁、鉄蓋等の撤去が必要である。

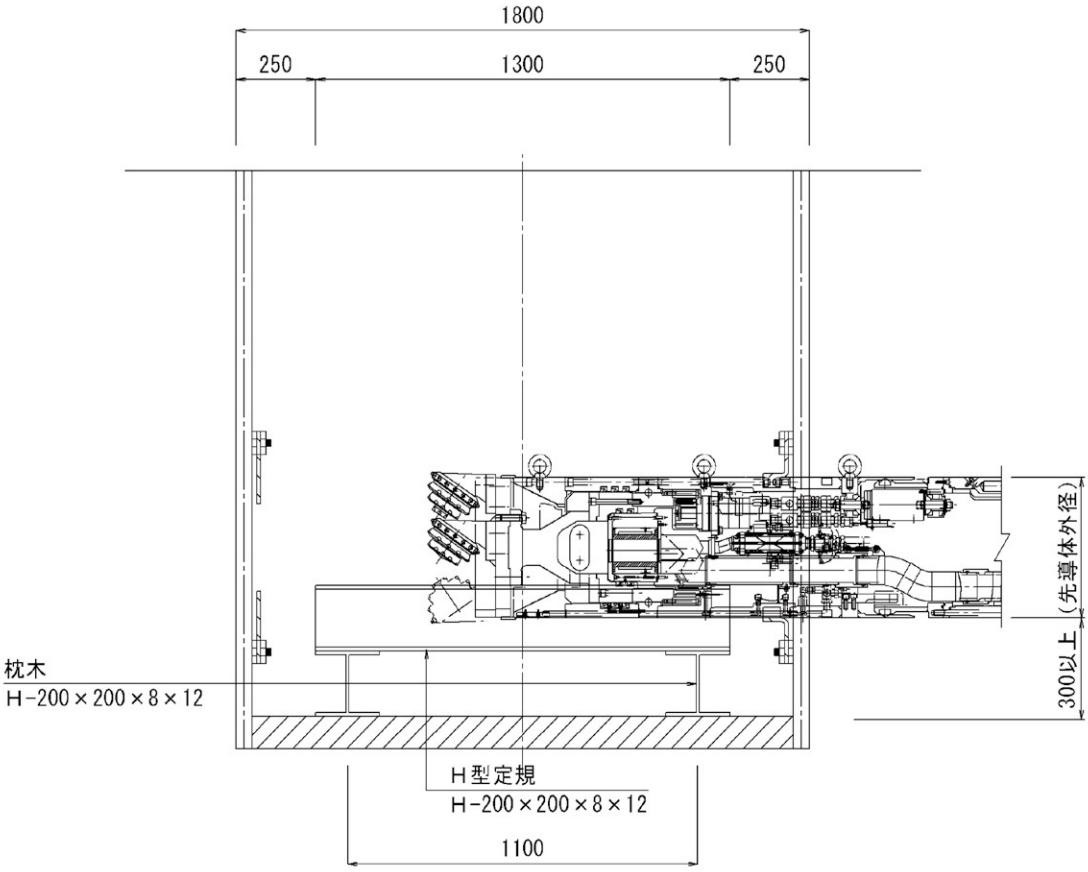
注2）新規のマンホール到達計画は、先導体外径から底版まで0.30m以上確保したマンホール計画として下さい。但し、0.30mを確保できない既設マンホールの場合は、底版又はインバートを一時撤去し、先導体回収後に補修復旧して下さい。

注3）坑口部において、鋼管設置のためにＬ＝0.3m程度の先行掘削が必要である。

２－３．中間（通過）立坑標準寸法

呼び径φ1,800mm円形立坑を標準とする。





２－４．坑口工

２－４－１．半管推進時

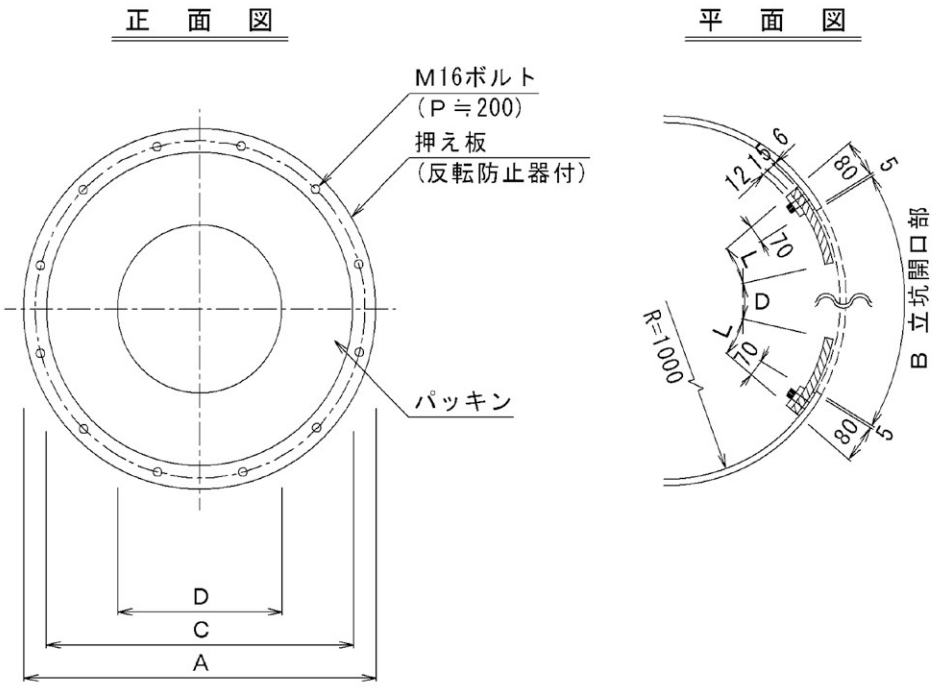


表2-5　小型立坑用坑口寸法表

単位：mm

機種名	呼び径	掘進機外径	A	B	C	D		L	
						発進	到達	発進	到達
DS300	φ300	φ432	710	540	570	270	200	220	255
	φ350	φ490	770	600	630	330	250		260
DS400	φ400	φ546	830	660	690	390	300		265
	φ450	φ604	890	720	750	450	350		270
DS500	φ500	φ660	950	780	810	510	410		270
	φ600	φ780	1,090	920	950	650	500		295

２－４－２．標準管推進時

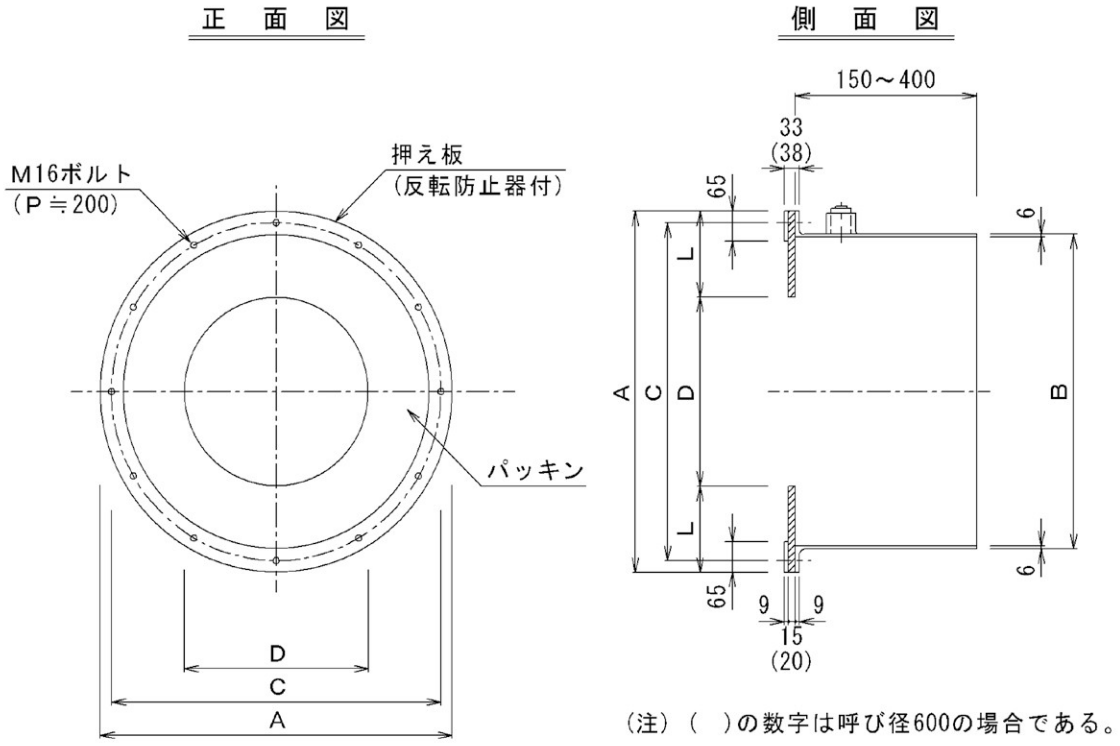


表2-6　標準管推進用発進坑口寸法表

単位：mm

機種名	呼び径	掘進機外径	A	B	C	D	L 発進
DS300	φ300	φ432	662	562	612	292	185
	φ350	φ490	720	620	670	350	
DS400	φ400	φ546	776	676	726	406	
	φ450	φ604	834	734	784	464	
DS500	φ500	φ660	890	790	840	520	
	φ600	φ780	1,010	910	960	640	

表2-7　標準管推進用到達坑口寸法表

単位：mm

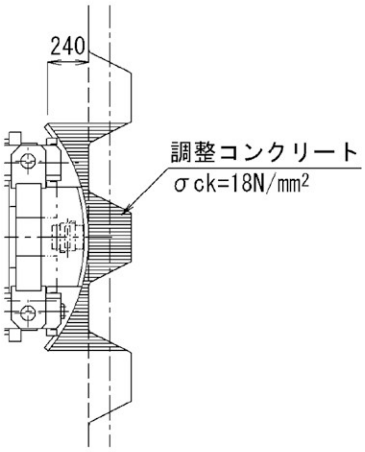
機種名	呼び径	掘進機外径	A	B	C	D	L
DS300	φ300	φ432	772	672	722	212	280
	φ350	φ490	830	730	780	270	
DS400	φ400	φ546	886	786	836	326	
	φ450	φ604	944	844	894	384	
DS500	φ500	φ660	1,000	900	950	440	
	φ600	φ780	1,120	1,020	1,070	560	

２－５．支圧壁調整工

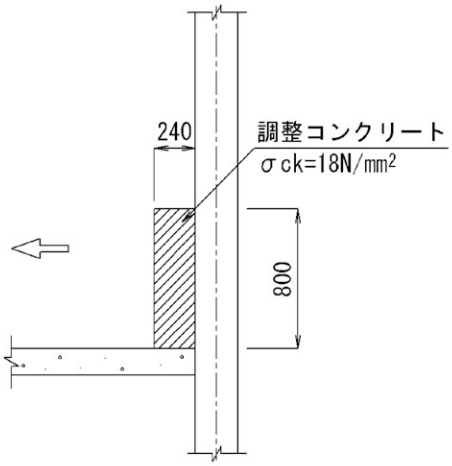
鋼矢板式立坑から発進する場合に、支圧壁背面に調整コンクリートを打設する。

２－５－１．先導体呼び径φ300～450

平 面 図

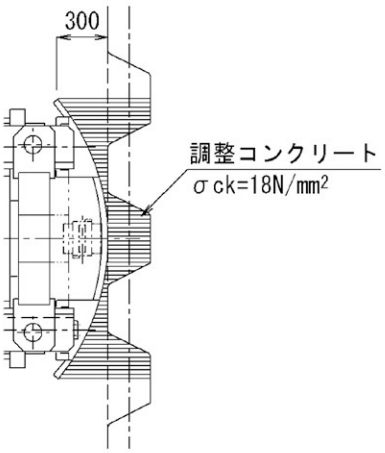


断 面 図



２－５－２．先導体呼び径φ500～600

平 面 図



断 面 図

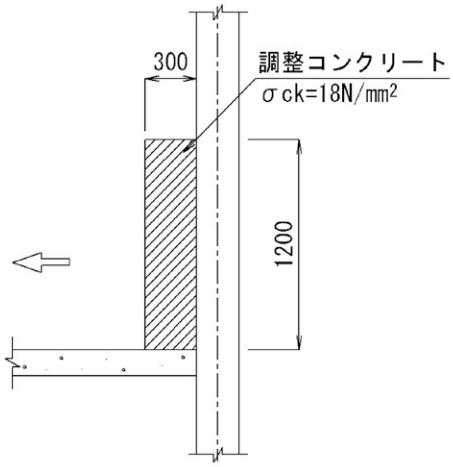


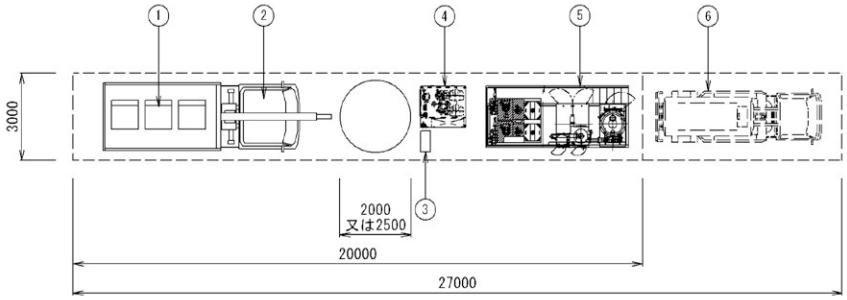
表2-8　支圧壁調整工

先導体 呼び径	コンクリート （m^3）	型　枠 （m^2）
φ300～450	0.21	0.58
φ500～600	0.42	1.02

２－６．プラント標準仮設図

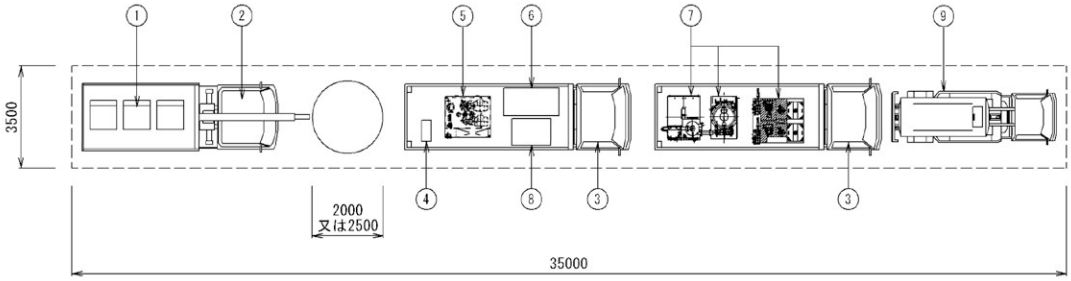
２－６－１．半管推進時

（１）定置プラント



①	推進用管	半　管
②	クレーン付トラック（4ｔ積、2.9ｔ吊）	－
③	操作盤	0.35×0.73m
④	パワーユニット（制御盤付）	1.60×1.40m
⑤	送排泥プラント	5.00×2.10m
⑥	汚泥吸排車（8ｔ車又は3.1～3.5ｔ車）	－

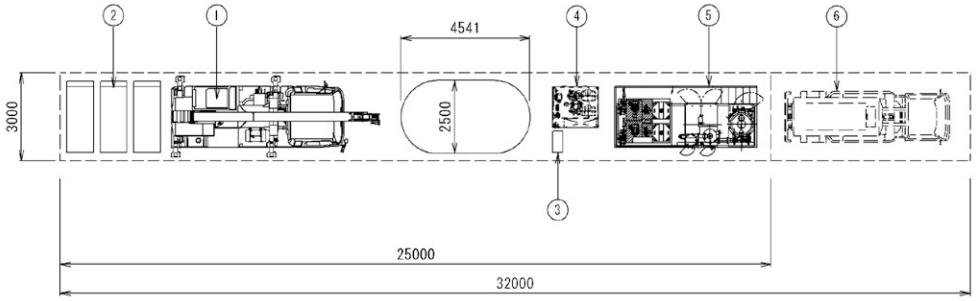
（２）車上プラント



①	推進用管	半　管
②	クレーン付トラック（4ｔ積、2.9ｔ吊）	－
③	トラック（4ｔ積）	－
④	操作盤	0.35×0.73m
⑤	パワーユニット（制御盤付）	1.60×1.40m
⑥	コンプレッサ（75PS）	2.00×1.28m
⑦	送排泥プラント	5.00×2.10m
⑧	排泥仮受タンク	1.40×0.90m
⑨	汚泥吸排車（8ｔ車又は3.1～3.5ｔ車）	－

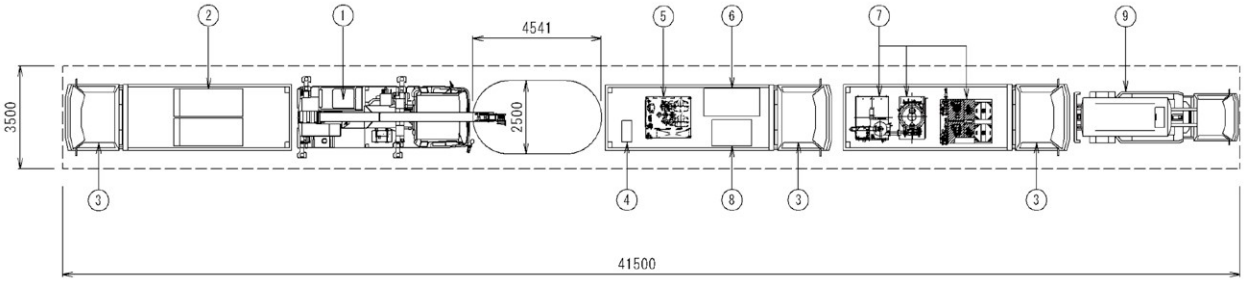
２－６－２．標準管推進時

（１）定置プラント



①	トラッククレーン（油圧式4.9ｔ吊）	－
②	推進用管	標 準 管
③	操作盤	0.35×0.73m
④	パワーユニット（制御盤付）	1.60×1.40m
⑤	送排泥プラント	5.00×2.10m
⑥	汚泥吸排車（8ｔ車又は3.1～3.5ｔ車）	－

（２）車上プラント



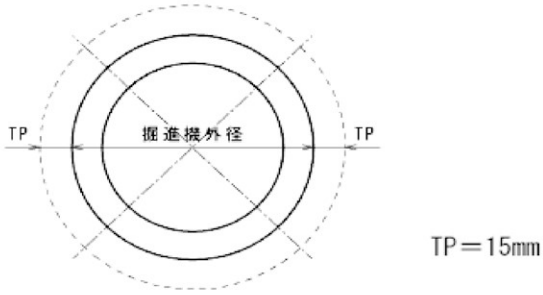
①	トラッククレーン（油圧式4.9ｔ吊）	－
②	推進用管	標 準 管
③	トラック（4ｔ積）	－
④	操作盤	0.35×0.73m
⑤	パワーユニット（制御盤付）	1.60×1.40m
⑥	コンプレッサ（75PS）	2.00×1.28m
⑦	送排泥プラント	5.00×2.10m
⑧	排泥仮受タンク	1.40×0.90m
⑨	汚泥吸排車（8ｔ車又は3.1～3.5ｔ車）	－

第3節　添加材注入量の算定

3－1．掘削土質

掘削土質は基本オーバーカット量を掘進機の外径から15㎜として算定し、添加材注入量、残土処理量の算定基礎とする。

3－1－1．基本オーバーカット量（TP）



3－1－2．推進1m当り掘削体積

表3-1　掘削体積

単位：m^3

呼び径	φ300	φ350	φ400	φ450	φ500	φ600
掘削体積	0.168	0.212	0.261	0.316	0.374	0.515

3－2．添加材注入量と注入率

3－2－1．推進1m当り添加材注入量（β）

添加材注入量 β（m^3）＝ 推進1m当り掘削体積（m^3）× 添加材注入率 α（%）÷ 100

3－2－2．添加材注入率（α）

（1）土質〔A〕～〔F〕

添加材注入率 α（%）＝ $\{1.2+0.3\times G/100+0.7\times(G/100)^2\}\times 100$

G：礫・粗石の含有率（%）

（2）土質〔G〕

土質〔G〕での添加材注入率はドルフィン工法の実績より、下記注入率とする。

表3-2　岩盤部の添加材注入率

土質区分	α（%）
土質〔G〕	150

（3）無水層

無水層の添加材注入率はドルフィン工法の実績より、200%とする。

３－３．添加材標準配合表

３－３－１．土質区分別の添加材の配合

（1）配合例1

表3-3　標準配合表（配合例1）

1㎥当り

材 料 名		粘 土	増粘材	目詰材	清 水
比　　重		2.45	1.30	1.10	1.00
単　　位		kg	kg	kg	㎥
普 通 土	〔A〕	120.0	1.5	8.0	0.943
硬 質 土	〔B〕	120.0	1.5	8.0	0.943
砂 礫 土	〔C〕	240.0	1.8	12.0	0.892
礫・粗石（玉石）混り土	〔D〕	300.0	2.4	12.0	0.865
礫・粗石（玉石）混り土	〔E〕	360.0	3.0	12.0	0.840
礫・粗石（玉石）混り土	〔F〕	360.0	3.0	12.0	0.840
軟　　岩	〔G〕	120.0	1.5	4.0	0.950

（2）配合例2

表3-4　標準配合表（配合例2）

1㎥当り

材 料 名		粘 土	ハイロング	パルトップ	清 水
単　　位		kg	kg	kg	㎥
普 通 土	〔A〕	0	18.0	0	0.992
硬 質 土	〔B〕	0	18.0	0	0.992
砂 礫 土	〔C〕	0	36.0	0	0.974
礫・粗石（玉石）混り土	〔D〕	60	36.0	8	0.944
礫・粗石（玉石）混り土	〔E〕	120	36.0	10	0.943
礫・粗石（玉石）混り土	〔F〕	120	36.0	10	0.943
軟　　岩	〔G〕	0	18.0	0	0.992

（3）配合例3

表3-5　標準配合表（配合例3）

1㎥当り

材 料 名		粘 土	ホリダス-GM	目詰材	清 水
単　　位		kg	kg	kg	㎥
普 通 土	〔A〕	0	18	0	0.993
硬 質 土	〔B〕	0	18	0	0.993
砂 礫 土	〔C〕	0	36	0	0.986
礫・粗石（玉石）混り土	〔D〕	60	36	6	0.956
礫・粗石（玉石）混り土	〔E〕	120	36	8	0.930
礫・粗石（玉石）混り土	〔F〕	120	36	8	0.930
軟　　岩	〔G〕	0	18	0	0.993

第4節　滑材注入量の算定

4－1．滑材注入量

滑材の注入は、標準として推進管外径より30㎜を充填するものとして積算することとしている。

礫・粗石（玉石）混り土〔D〕、〔E〕、〔F〕に対しては50％増しとする。

表4-1　滑材1m当り

単位：L/m

呼び径		φ300	φ350	φ400	φ450	φ500	φ600
普　通　土	〔A〕	42	47	52	58	63	74
硬　質　土	〔B〕						
砂　礫　土	〔C〕						
礫・粗石（玉石）混り土	〔D〕	63	71	80	87	95	111
礫・粗石（玉石）混り土	〔E〕						
礫・粗石（玉石）混り土	〔F〕						
軟　岩	〔G〕	42	47	52	58	63	74

4－2．滑材標準配合例

4－2－1．滑材の配合

ドルフィン工法では、下記配合例を標準として使用する。

（1）配合例1

表4-2　標準配合表（配合例1）

1㎥当り

材 料 名	JM-R	清　水
単　　位	kg	㎥
数　　量	25	0.975

（2）配合例2

表4-3　標準配合表（配合例2）

1㎥当り

材 料 名	スライドアップ・ゲル	清　水
単　　位	kg	㎥
数　　量	50	0.980

第５節　排土量の算定

排土処理は、排土貯留槽から汚泥吸排車にて吸引積載し、処理場まで運搬する。

排土量＝（１ｍ当り掘削体積＋１ｍ当り添加材注入量 β）×推進延長

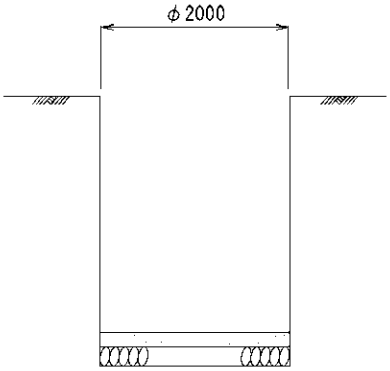
１ｍ当り掘削体積（m^3）　：　第３節　３－１－２．を参照

１ｍ当り添加材注入量 β（m^3）　：　第３節　３－２－１．を参照

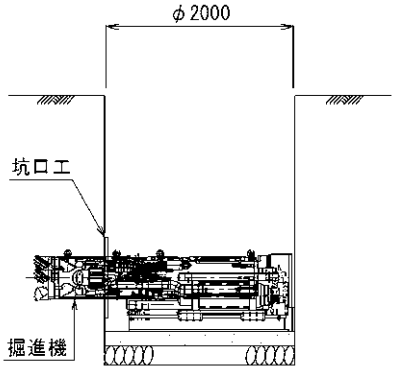
第６節　施工法

６－１．標準施工手順図

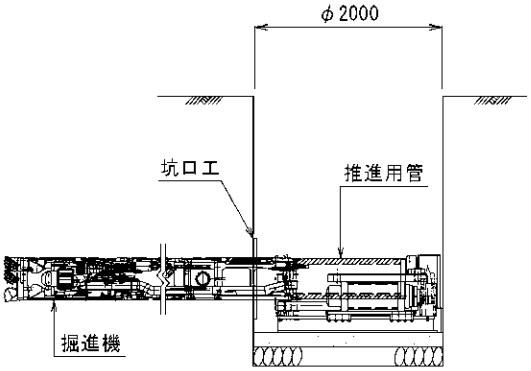
①発進立坑築造



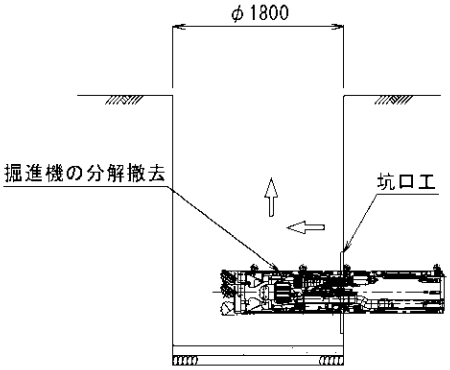
②掘進機推進



③推進管順次推進



④掘進機到達



６－２．標準施工方法

(1) 基本測量（中心線、標準高）

(2) 推進用機材搬入

(3) 送泥・滑材プラント組立据付

(4) 排泥設備組立据付

(5) 元押し装置据付

(6) 発進坑口止水器取付

(7) 発進坑口鏡切り工 ―――――― 送泥材、滑材搬入

(8) 止水器ゴムパッキン、押え金物取付

半管推進の場合	標準管推進の場合
(9) 掘進機搬入（４分割） ――― 推進管搬入	(9) 掘進機搬入（２分割） ――― 推進管搬入
(10) 掘進機Ａ管（先導体）据付、推進	(10) 掘進機Ａ管（先導体）・Ｂ管据付、推進
(11) 掘進機Ｂ管据付、推進	
(12) 掘進機Ｃ管据付、推進	(12) 掘進機Ｃ管・Ｄ管据付、推進
(13) 掘進機Ｄ管据付、推進	

(14) 推進管据付、順次推進

(15) 掘進機センター確認（到達時）

(16) 到達坑口止水器取付

(17) 到達坑口鏡切り工

(18) 止水器ゴムパッキン、押え金物取付

(19) 掘進機分割回収（４分割）

(20) 推進管空押し

(21) 管内設備（排土管、ホース等）回収

(22) 元押し装置解体撤去

(23) 発進立坑、到達立坑清掃

(24) 送泥・滑材プラント解体撤去

(25) 排泥設備解体撤去

(26) 推進用機材搬出 ―――――― 場内清掃後片付け

第１節　基本配置人員

ドルフィン工法の１班（８時間）編成人員は表1-1を標準とする。

表1-1　推進工配置人員

単位：人

呼 び 径		世話役	特殊作業員	普通作業員	計
φ300～φ600	標準管	1	3	2	6
	半　管	1	3	2	6

第２節　工事工程表

標準的な工程（実日数）を下記に示す。

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">呼び径
工　種</td><td colspan="2">φ300</td><td colspan="2">φ350～φ600</td></tr>
<tr><td>一体回収</td><td>分割回収</td><td>一体回収</td><td>分割回収</td></tr>
<tr><td>準 備 工</td><td>立坑掘削完了後より推進開始まで
（先導体、推進設備の据付を含む）</td><td colspan="4">５日</td></tr>
<tr><td>推 進 工</td><td></td><td colspan="4">推進延長÷（補正）平均日進量</td></tr>
<tr><td>方向転換</td><td>１つの立坑で２方向に推進する場合に１方向目の推進完了より２方向目の推進開始まで</td><td colspan="2">５日</td><td>５日</td><td>６日</td></tr>
<tr><td>推進設備
移 設 工</td><td>推進完了後、立坑間移動を経て推進開始まで
（地上設備の移動を含む）</td><td colspan="2">６日</td><td>６日</td><td>７日</td></tr>
<tr><td>後 片 付</td><td>推進完了後より先導体及び推進設備撤去、器具清掃まで</td><td colspan="2">４日</td><td>４日</td><td>５日</td></tr>
</table>

備考　１．　「一体回収」、「分割回収」は、先導体の回収形態を表す。

２．　段取替（「方向転換」、「推進設備移設工」）の実日数には、先導体、推進装置の据付撤去日数を含む。

３．　「推進設備移設工」で地上設備の移設をしない場合及び車上プラントの場合の日数は、「方向転換」に準ずる。

４．　「方向転換」、「推進設備移設工」日数の呼び径及び先導体回収の区分は、前スパンの呼び径、先導体回収区分による。

５．　積算にあたって、管布設工等推進作業以外の工種については必要に応じて計上する。

６．　車上プラントを使用する場合の推進工の日進量は、補正平均日進量を適用する。

第3節　代価表

3－1.　本工事費内訳

費目	工　種	種　別	細　別	単 位	数 量	単価(円)	金額(円)	摘要
管路								
	管きょ工							
	小口径推進 管径〇〇㎜							A-5
	高耐荷力方式 泥土圧方式 吸引排土方式							
		小口径泥土圧推進工						B-100
			推進用鉄筋コンクリート管	m				C-303
			排土処理	㎥				C-304
			管内測量Sリード	式				D-303-5
		立坑内管布設工						B-24
			鉄筋コンクリート管	m				C-4
			コンクリート基礎	m				C-22
		仮設備工						B-25
			坑口	式	1			C-98
			立坑基礎	箇所				C-99
			鏡切り	式	1			C-100
			推進設備等設置撤去	式	1			C-101
			推進設備等据換	式	1			C-102
			支圧壁	式	1			C-103
			吸引装置類設置撤去	箇所				C-104
			先導体組立・整備	回				C-25-1
			路上ポイント設置	m				C-25-4
		推進水替工						B-28
			推進用水替	式	1			C-107
		補助地盤改良						
			薬液注入	式	1			
			高圧噴射攪拌	式	1			
			機械攪拌	式	1			
	立坑工							
	地盤改良工							
	付帯工							
	仮設工							
		直接工事費計						
		共通仮設費						
			共通仮設費（率分）	式	1			
			運搬費	式	1			
			準備費	式	1			
			事業損失防止施設費	式	1			
			安全費	式	1			
			役務費	式	1			
			技術管理費	式	1			
			営繕費	式	1			
			イメージアップ経費	式	1			
		共通仮設費計						
		小計（純工事費）						
		現場管理費		式	1			
		工事中止期間中の 現場維持費等		式	1			
	計(工事原価)							
		一般管理費		式	1			
	計(工事価格)							
		消費税相当額		式	1			
本工事費計								

３－２．工種の分類

ドルフィン工法の工種は次の通りとする。

３－２－１．小口径泥土圧推進工

（１） 推進工

推進管の据付、接合、排土管・ケーブル・ホース類の接合、泥土圧式先導体・推進装置の運転操作、添加材注入、推進時の変位の計測・方向修正の一連の作業。

曲線推進の場合は上記の他、誘導磁界検出装置による路上位置計測作業を含む。

（２） 排土管・ホース等撤去工

推進完了後の排土管・ケーブル・ホース等の撤去作業。

（３） 添加材注入工

推進時に添加材を先導体カッタへ注入する作業。

（４） 排土処理

排土の運搬と処分。

（５） 管内測量Sリード

曲線推進において、光ファイバージャイロを用いた管内測量を実施する際行う、計画要素設定、初期方位検出作業。

３－２－２．仮設備工

（１） 坑口工

立坑内への土砂、地下水及び添加材等の流入防止用の止水器を発進部及び到達部に取り付ける作業。土留壁の形状に合わせて鋼材を切断する切断工やそれを取り付ける溶接工等がある。

（２） 立坑基礎工

（３） 鏡切り工

発進部及び到達部において先導体の発進及び到達を行うために土留材を切断する作業。呼び径や土留材の種類によって切断長さが異なる。

（４） 推進用機器据付撤去工

推進装置、油圧ユニット及び運転操作盤等、推進に必要な設備を発進立坑内又は車上に据付撤去する作業。

（５） 先導体据付工

発進立坑での先導体の据付作業。小型立坑から発進する場合は先導体を分割して据え付ける。

（６） 先導体搬出工

推進完了後の到達立坑内での先導体の撤去作業。小型立坑へ到達する場合には先導体を分割回収する。

（７） 推進用機器据換工

同一立坑で方向転換する場合の推進用機器の据え換え作業。

（８） 支圧壁工

推進反力を地盤に伝達させる目的で設置する。ドルフィン工法では、鋼矢板式立坑から発進する場合に計画する。

（9） 吸引装置類設置撤去工

吸引装置、排土貯蔵槽、排土コンテナタンク及び添加材注入プラントの設置撤去作業。吸引装置から発進立坑までの配管の設置撤去作業を含む。

（10） 先導体組立・整備工

小型立坑への到達で先導体を分割回収した場合、次の推進区間のために行う先導体の組立て及び整備作業。

（11） 路上ポイント設置工

曲線推進をおこなう場合に、路上での計測作業を迅速に行うために、予め推進計画線形を路面にマーキングする作業。

（12） ビット補修費

ビットの点検、補修、交換作業。（カッタビットは掘進機の耐用年数に関係なく、土質C、D、E、F、Gにおいては摩耗が甚だしいのが通例である。このため、土質毎に交換する許容推進延長を決め、施工延長に応じて計上する。）

３－２－３. 推進水替工

推進工事期間中、立坑からの排水を行うポンプ運転作業。

３－３. 積算代価様式

第 A-5 号　　管きょ工（呼び径〇〇mm）

ドルフィン工法　　路線延長（m）：〇〇m

高耐荷力方式・泥土圧方式・吸引排土方式　　推進延長（m）：〇〇m

（一式）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単　価(円)	金　額(円)	摘　要
小口径泥土圧推進工		式	1			B-100
立坑内管布設工		式	1			B-24（下位代価無し）
仮設備工		式	1			B-25
推進水替工		式	1			B-28（下位代価無し）
補助地盤改良		式	1			
計						
推進1m当り						計/推進延長

第 B-100 号　　小口径泥土圧推進工

（一式）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単　価(円)	金　額(円)	摘　要
推進用鉄筋コンクリート管	小口径泥土圧	m				C-303
排土処理		m^3				C-304
管内測量Sリード	光ファイバージャイロ	式				D-303-5
計						

備考　排土量は次式により算出する。

排土量＝（掘削体積＋添加材注入量β）×推進延長

掘削体積は、第 D-303-4 号　備考2による。

添加材注入量は、第 D-303-4 号　備考1による。

第 B-25 号　　仮設備工

（一式）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単　価(円)	金　額(円)	摘　要
坑口		式	1			C-98
立坑基礎		箇所				C-99
鏡切り		式	1			C-100
推進設備等設置撤去		式	1			C-101
推進設備等据置		式	1			C-102
支圧壁		式	1			C-103
吸引装置類設置撤去		箇所				C-104
先導体組立・整備		回				C-25-1
路上ポイント設置		m				C-25-4
ビット補修費		式	1			C-25-5
計						

備考　路上ポイント設置は、推進線形が曲線を含む場合のBC点から到達までの推進延長を計上する。

第 C-303 号　　推進用鉄筋コンクリート管

小口径泥土圧　　（1m当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
推進用鉄筋コンクリート管		本				
緩衝材費		式	1			必要に応じて計上
推進工(定置プラント)		m				D-303-1
推進工(車上プラント)		m				D-303-2
排土管・ホース等撤去工		m				D-303-3
添加材注入工		m				D-303-4
計						
1m当り						計/推進延長

第 C-304 号　　排土処理

（1m^3当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
汚泥吸排車運転費	○t車	日				E-106-1
処分費		m^3	100			
計						100m^3当り
1m^3当り						計/100

排土100m^3当りの運搬日数

（汚泥吸排車8t車）

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

備考　1. 上表は、排土100m^3を運搬する日数である。

2. 運搬距離は片道であり、往路と復路が異なる場合は平均値とする。

3. 自動車専用道路を利用する場合には、別途考慮する。

4. DID(人口集中地区)は、総務省統計局の国勢調査報告資料添付の人口集中地区境界図によるものとする。

5. 運搬距離が60kmを超える場合は、別途積み上げとする。

（汚泥吸排車3.1～3.5t車）

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

備考　1．上表は、排土100m^{3}を運搬する日数である。

2．運搬距離は片道であり、往路と復路が異なる場合は平均値とする。

3．自動車専用道路を利用する場合には、別途考慮する。

4．DID（人口集中地区）は、総務省統計局の国勢調査報告資料添付の人口集中地区境界図によるものとする。

5．運搬距離が60kmを超える場合は、別途積み上げとする。

第 C-98 号　　坑口

（一式）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価（円）	金 額（円）	摘　要
発進坑口工		箇所				D-98-10
到達坑口工		箇所				D-98-10
計						

第 C-100 号　　鏡切り

（一式）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価（円）	金 額（円）	摘　要
発進鏡切り工		箇所				D-100-10
到達鏡切り工		箇所				D-100-10
計						

第 C-101 号　　推進設備等設置撤去

（一式）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価（円）	金 額（円）	摘　要
推進用機器据付撤去工		箇所				D-101-20
先導体据付工		台				D-101-21
先導体搬出工		台				D-101-22
計						

備考　推進設備据換を適用する場合の「先導体据付工」、「先導体搬出工」もこの代価で計上する。

第 C-102 号　　推進設備等据換

（一式）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
推進用機器据換工		箇所				
計						

備考　推進用機器据換工の歩掛は第 D-101-20 号　推進設備据付撤去工の50%とする。

第 C-103 号　　支圧壁

（一式）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
支圧壁工	鋼製	箇所				D-103-1
支圧壁工	コンクリート製	箇所				D-103-2
計						

第 C-104 号　　吸引装置類設置撤去

（1箇所当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
世話役		人	1.0			
溶接工		人	1.0			
特殊作業員		人	1.0			
普通作業員		人	3.0			
トラッククレーン賃料	油圧伸縮ジブ型4.9t吊	日	1.0			
計						

備考　本歩掛は吸引装置から発進立坑までの配管及び添加材注入プラント・排土貯留槽・排土コンテナタンクの設置撤去に伴う段取り作業を含む。

第 C-25-1 号　　先導体組立･整備

（1回当り）

種 目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘 要
世話役		人				
機械工		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
トラッククレーン賃料	油圧伸縮ジブ型○t吊	日				
消耗部品費		式	1			
試運転調整工		式	1			
計						

備考 1. 本歩掛は、小型立坑で先導体を分割･搬出した後、以降の推進区間での使用に先立つ先導体の組立･整備に適用する。

2. 消耗部品費は労務費及びトラッククレーン賃料の合計額に15%、試運転調整工は10%を乗じた金額を上限として計上する。

先導体組立･整備工歩掛表

（1回当り）

種目	世話役	機械工	特殊作業員	普通作業員	トラッククレーン運転日数	
呼び径	（人）	（人）	（人）	（人）	（日）	規格
300～500	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.9t吊
600	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	10t吊

第 C-25-4 号　　路上ポイント設置

（1m当り）

種 目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘 要
世話役		人	1.0			
特殊作業員		人	1.0			
普通作業員		人	1.0			
諸雑費		式	1			
計						1日当り
1m当り						計/50m

備考 1. 推進線形に曲線を含む場合に適用する。

2. 諸雑費は労務費に5%を乗じた金額を上限として計上する。

第 C-25-5 号　　ビット補修費

（一式）

種 目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘 要
ビット補修費	土質 C	m				
ビット補修費	土質 D	m				
ビット補修費	土質 E	m				
ビット補修費	土質 F	m				
ビット補修費	土質 G	m				
計						

備考　土質C、D、E、F、Gの場合に適用する。

第　D-303-1　号　　推進工（ 定置プラント ）

（１ｍ当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単　価(円)	金　額(円)	摘　要
世話役		人	1.0			
特殊作業員		人	3.0			
普通作業員		人	2.0			
滑材		L				1m当り 注入量×平均日進量
トラッククレーン賃料	油圧伸縮ジブ型4.9t吊	日	1.0			
発動発電機運転費	○○kVA	日				電源に発発を使用する場合に計上 E-303-3
コンプレッサ運転費	吐出量 5㎥/分	日	1.0			E-303-7
諸雑費		式	1			
小計						１ 日当り
１ｍ当り						小計/平均日進量
推進工機械器具損料(１)						E-303-1
推進工機械器具損料(２)						E-303-2
計						

備考　１．発動発電機運転は、電源に発動発電機を使用する場合に計上する。

２．諸雑費は、電力使用量、滑材用グラウト ホース、グラウト バルブ等の費用であり、労務費の合計額に6%を乗じた金額を上限として計上また、発動発電機を用いる場合は5%を乗じた金額を上限として計上する。

３．平均日進量の算出は、１－３－９．（５）「平均日進量の算出例」を参考に算出する。

４．滑材の注入量は、標準として推進管外径より30㎜を充填するものとして積算することとしている。礫・粗石(玉石)混り土〔D〕、〔E〕に50%増しとする。

滑材１ｍ当り 注入量

単位: L/m

土質区分　＼　呼び径	φ300	φ350	φ400	φ450	φ500	φ600
普通土　〔Ａ〕	42	47	52	58	63	74
硬質土　〔Ｂ〕						
砂礫土　〔Ｃ〕						
礫・粗石(玉石)混り土　〔Ｄ〕	63	71	80	87	95	111
礫・粗石(玉石)混り土　〔Ｅ〕						
礫・粗石(玉石)混り土　〔Ｆ〕						
軟岩　〔Ｇ〕	42	47	52	58	63	74

滑材標準配合例

（配合例１）　１㎥当り

材料名	スライド アップ・ゲル	清 水
単 位	kg	㎥
数 量	50	0.980

（配合例２）　１㎥当り

材料名	オセロン（Ｈ）	清 水
単 位	kg	㎥
数 量	25	0.975

標準グラウト ポンプ・グラウト ミキサ(滑材用)規格

機 械 名	規 格	台 数
グラウト ポンプ　横型単筒	出力4.0kW	1.0
グラウト ミキサ　並列２槽	仕様200L ×2　出力2.0kW	1.0

第 D-303-2 号　推進工（車上プラント）

（1m当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
世話役		人	1.0			
特殊作業員		人	3.0			
普通作業員		人	2.0			
滑材		L				1m当り注入量×補正平均日進量
トラッククレーン賃料	油圧伸縮ジブ型4.9t吊	日	1.0			
発動発電機運転費	○○kVA	日				電源に発発を使用する場合に計上 E-303-3
コンプレッサ運転費	吐出量 5m^3/分	日	1.0			E-303-7
車上プラント用トラック運転費	4t積	台				E-303-4
諸雑費		式	1			
小計						1日当り
1m当り						小計/補正平均日進量
推進工機械器具損料（1）						E-303-1
推進工機械器具損料（2）						E-303-2
計						

備考　1．発動発電機運転費は、電源に発動発電機を使用する場合に計上する。

2．諸雑費は、電力使用量、滑材用グラウトホース、グラウトバルブ等の費用であり、労務費の合計額に6%を乗じた金額を上限として計上する。また、発動発電機を用いる場合は5%を乗じた金額を上限として計上する。

3．補正平均日進量の算出は、1－3－9．（4）「車上プラントを使用する場合の日進量補正」及び1－3－9．（5）「平均日進量の算出例」を参考に算出する。

4．車上プラント用トラックの使用台数は下表による。

車上プラント用トラックの使用台数

積載区分　＼　呼び径	φ300～φ600
発動発電機を積載しない場合	3台
発動発電機を積載する場合	4台

5．滑材の注入量は、標準として推進管外径より30mmを充填するものとして積算することとしている。礫・粗石（玉石）混り土〔D〕、〔E〕に対して50%増しとする。

第 D-303-3 号　排土管・ホース等撤去工

（1m当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
世話役		人	1.0			
特殊作業員		人	2.0			
普通作業員		人	2.0			
トラッククレーン賃料	油圧伸縮ジブ型4.9t吊	日	1.0			
計						
1m当り						計/1日当り撤去量

備考　排土管・ホース等の撤去延長は推進延長とする。

排土管・ホース等標準撤去量

単位：m/日

呼び径	φ300	φ350～φ600
標準管	50	40
半　管	40	30

第 D-303-4 号　　添加材注入工

（1m当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単　価(円)	金　額(円)	摘　要
粘土		kg	a			
増粘材		kg	b			
目詰材		kg	c			
清水		㎥	d			
計						

備考　1. 推進1m当りの添加材注入量の算定は、以下の式にて求める。

添加材注入量β（㎥）＝ 推進1m当り掘削体積（㎥）×添加材注入率α（%）÷100

添加材注入量α（%）＝ $\{1.2+0.3\times G/100+0.7\times(G/100)^2\}\times 100$

G：礫・粗石の含有率（%）

2. 推進1m当りの掘削体積

掘削体積

単位：㎥

呼び径	φ300	φ350	φ400	φ450	φ500	φ600
掘削体積	0.168	0.212	0.261	0.316	0.374	0.515

3. 土質区分別の添加材の配合例

標準配合表(配合例1)

（1㎥当り）

材 料 名		粘　土	増粘剤	目詰材	清　水
比　重		2.45	1.30	1.10	1.00
単　位		kg	kg	kg	㎥
普通土	〔A〕	120.0	1.5	8.0	0.943
硬質土	〔B〕	120.0	1.5	8.0	0.943
砂礫土	〔C〕	240.0	1.8	12.0	0.892
礫・粗石(玉石)混り土	〔D〕	300.0	2.4	12.0	0.865
礫・粗石(玉石)混り土	〔E〕	360.0	3.0	12.0	0.840
礫・粗石(玉石)混り土	〔F〕	360.0	3.0	12.0	0.840
軟岩	〔G〕	120.0	1.5	4.0	0.950

4. 1m当りの使用量

粘　土(kg)　a ＝ 1m当りの添加材注入量β（㎥）× 1㎥当りの使用量(kg)

増粘材(kg)　b ＝ 1m当りの添加材注入量β（㎥）× 1㎥当りの使用量(kg)

目詰材(kg)　c ＝ 1m当りの添加材注入量β（㎥）× 1㎥当りの使用量(kg)

清　水(kg)　d ＝ 1m当りの添加材注入量β（㎥）× 1㎥当りの使用量(kg)

各材料1㎥当りの使用量は上記の備考3. 標準配合表の土質区分別の配合による。

第 D-303-5 号　　管内測量Sリード

アースナビ推進工

（1m当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単　価(円)	金　額(円)	摘　要
アースナビ機械器具損料		式				E-401-1
機器据付撤去指導料		回				E-401-2
初期方位及び計画要素設定費		現場				E-401-3
計						
1m当り						計/推進延長

第 D-98-10 号　　発進(到達)坑口工

（1箇所当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
普通作業員		人				
止水器		組	1.0			
鋼材溶接工		m				E-98-1
鋼材切断工		m				E-98-2
トラッククレーン賃料	油圧伸縮ジブ型4.9t吊	日				
計						

坑口工歩掛表

（1箇所当り）

種目 呼び径	鋼材溶接工 (m)	鋼材切断工 (m)	普通作業員 (人)	トラッククレーン運転日数 (日)
φ300	2.7	5.4	0.7	0.60
φ350	2.9	5.8	0.8	0.65
φ400	3.2	6.4	0.9	0.70
φ450	3.5	7.0	0.9	0.75
φ500	3.7	7.4	1.0	0.80
φ600	4.0	8.0	1.1	0.90

第 D-100-10 号　発進(到達)鏡切り工

（1箇所当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
鏡切り工		m				E-100-1
計						

鏡切り延長

（1箇所当り）

種目 呼び径	ライナープレート (m)	鋼矢板 (m)	小型立坑 (m)
φ300	3.0	2.0	2.4
φ350	3.0	3.0	2.7
φ400	3.5	3.0	3.0
φ450	3.5	3.5	3.3
φ500	4.0	4.0	3.5
φ600	4.5	4.5	4.2

備考　1. 発進坑口も到達坑口も切断延長は同延長とする。

2. 鋼矢板は、Ⅲ型の場合の延長である。

第 D-101-20 号　推進用機器据付撤去工

（1箇所当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
世話役		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
電工		人				
トラッククレーン賃料	油圧伸縮ジブ型10t吊	日				
計						

備考　本歩掛は、地上プラントの他、車上プラント（トラックの荷台に機器を据付撤去）の場合にも適用する。

推進用機器据付撤去工歩掛表

（1箇所当り）

種目 種別	世話役 （人）	特殊作業員 （人）	普通作業員 （人）	電工 （人）	トラッククレーン運転日数 （日）	規格
標準管	3.0	6.0	6.0	3.0	3.0	10t吊
半　管	2.4	4.8	2.4	2.4	2.4	10t吊

第 D-101-21 号　先導体据付工

（1台当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
世話役		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
トラッククレーン賃料	油圧伸縮ジブ型○t吊	日				
計						

先導体据付工歩掛表

一体据付工（標準管）　（1台当り）

種目 呼び径	世話役 （人）	特殊作業員 （人）	普通作業員 （人）	トラッククレーン運転日数 （日）	規格
φ300～φ500	0.5	1.0	1.5	0.5	4.9t吊
φ600	0.5	1.0	1.5	0.5	16t吊

分割据付工（半管）　（1台当り）

種目 呼び径	世話役 （人）	特殊作業員 （人）	普通作業員 （人）	トラッククレーン運転日数 （日）	規格
φ300～φ500	1.0	2.0	3.0	1.0	4.9t吊
φ600	1.5	3.0	4.5	1.5	4.9t吊

※　小型立坑では、先導体を分割し据え付ける。

第 D-101-22 号　先導体搬出工

（1台当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
世話役		人				
特殊作業員		人				
普通作業員		人				
トラッククレーン賃料	油圧伸縮ジブ型○t吊	日				
計						

先導体搬出工歩掛表

一体回収　（1台当り）

種目	世話役	特殊作業員	普通作業員	トラッククレーン運転日数	
呼び径	（人）	（人）	（人）	（日）	規格
φ300～φ500	0.5	1.0	1.5	0.5	4.9t吊
φ600	0.5	1.0	1.5	0.5	16t吊

分割回収　（1台当り）

種目	世話役	特殊作業員	普通作業員	トラッククレーン運転日数	
呼び径	（人）	（人）	（人）	（日）	規格
φ300～φ500	1.0	2.0	3.0	1.0	4.9t吊
φ600	1.5	3.0	4.5	1.5	4.9t吊

第 D-103-1 号　支圧壁工

鋼製　（1箇所当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
鋼材設置工		t				E-103-1
鋼材撤去工		t				E-103-2
計						

支圧壁寸法表　鋼製の場合(参考)

（1箇所当り）

呼び径	鋼材寸法(mm)	幅×高さ(mm)	厚さ(mm)	鋼材重量(t)
φ300～400	H-200×200	2,000×1,400	200	0.70
φ450～500		2,200×1,600		0.88
φ600		2,400×1,600		0.96

第 D-103-2 号　支圧壁工

コンクリート製　（1箇所当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
コンクリート工		m^3				
型枠工		m^2				
コンクリートとりこわし工	無筋、人力	m^3				
コンクリート塊処分工		m^3				
計						

備考　本歩掛は、鋼矢板式立坑から発進する場合に適用する。

第 E-303-1 号　　推進工機械器具損料(1)

(1m当り)

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
先導体	直線用	日				
先導体	曲線用	日				※管内測量、地上測量
推進装置		日				
運転操作盤		日				直線用・曲線用共通
グラウトポンプ(添加剤用)		日				
グラウトミキサ(添加剤用)		日				
流量測定装置(添加剤用)		日				
制御装置(添加剤用)		月				
グラウトポンプ(滑材用)		運転日				
グラウトミキサ(滑材用)		運転日				
吸引排土装置		日				
排土コンテナタンク	10㎥	日				
排土貯留槽		日				
排土管	1現場当り	100m	a1			
〃	供用日当り	日	a2			
鋼管ジョイント	1現場当り	100m	a1			
〃	供用日当り	日	a2			
添加剤ホース	1現場当り	100m	b1			
〃	供用日当り	日	b2			
油圧ホース類	1現場当り	100m	b1			
〃	供用日当り	日	b2			
サクションホース	1現場当り	10m	c1			
〃	供用日当り	日	c2			
エアホース(排土管用)	運転日当り	日	d1			
エアホース(ピンチ弁用)	運転日当り	日	d1			
液圧差計ホース	運転日当り	日	e1			
計						
1m当り						計/推進延長

備考　1. 機械器具損料の供用日数は各実日数に供用日の割増率(α)を乗じて算出する。

供用日＝各実日数 × 供用日の割増率(α)

2. 先導体の供用日数が25日未満の場合は、供用日当り損料の25日分を計上する。

3. 同一工事の中で直線スパンと曲線スパンが混在する場合等は、先導体の入れ替えが発生するため別途検討する。

4. 各実日数は以下のように算出する

(1)単独スパンの場合

1)先導体

先導体実日数＝先導体据付日数＋推進日数(※1)＋先導体搬出日数

	標準立坑(標準管)	小型立坑(半管)	
呼び径	φ300～φ600	φ300～φ500	φ600
先導体据付日数(日)	0.5	1.0	1.5

	一体回収	分割回収	
呼び径	φ300～φ600	φ300～φ500	φ600
先導体搬出日数(日)	0.5	1.0	1.5

(※1)　推進日数＝推進延長／平均日進量(又は補正平均日数量)

2）推進装置等

推進装置等実日数＝推進装置据付日数＋先導体据付日数＋推進日数＋先導体搬出日数＋推進装置撤去日数

	標準立坑（標準管）	小型立坑（半管）
呼び径	φ300～φ600	φ300～φ600
推進装置据付日数（日）	2.0	1.5
推進装置撤去日数（日）	1.0	1.0

（2）複数（n）スパンの場合　（同一の機器を連続使用する場合）

発進立坑で同一の先導体を両発進する場合（方向転換）、又は推進設備を移設する場合（推進設備移設工）には、段取り替えに要する実日数を計上する。

1）先導体

（a）第1スパン

先導体実日数＝先導体据付日数＋推進日数

（b）第2スパン～第n－1スパン

先導体実日数＝段取替日数＋推進日数

（a）第nスパン（最終スパン）

先導体実日数＝段取替日数＋推進日数＋先導体搬出日数

2）推進装置等

（a）第1スパン

推進装置等実日数＝推進装置据付日数＋先導体据付日数＋推進日数

（b）第2スパン～第n－1スパン

推進装置等実日数＝段取替日数＋推進日数

（a）第nスパン（最終スパン）

推進装置等実日数＝段取替日数＋推進日数＋先導体搬出日数＋推進装置撤去日数

段取替の実日数には、先導体、推進装置等の据付撤去日数を含む。段取替の実日数は、第2節　工事工程表の「方向転換」、「推進設備移設工」を参照のこと。

5．先導体については、推進線形が直線だけの場合は「直線用」、曲線を含む場合は「曲線用」を適用する。運転操作盤は供用とする。
曲線用先導体には、直線推進時に使用するレーザ・ターゲットの他に誘導磁界発生装置・誘導磁界検出装置を併載しており、直線用とは仕様が異なる。

6．排土管・ホース類の数量a～dは次式により算出する。

L1＝推進延長

L2＝坑外配管延長＝地上配管延長（標準20m）＋立坑配管延長（標準10m）

排土管、液圧差計ホース　　a：L1

添加材ホース、油圧ホース類　　b：L1＋L2

サクションホース　　c：L2

エアホース（ピンチ弁用、排土管用）　　d：L1／2＋L2

排土管	a1＝　a／100m a2＝　（a／100m）×推進装置等の供用日数×1/2
添加材ホース 油圧ホース類	b1＝　b／100m b2＝　（b／100m）×推進装置等の供用日数×1/2
サクションホース	c1＝　c／10m c2＝　（c／10m）×推進装置等の供用日数×1/2
エアホース	d1＝　（d／100m）×推進日数（※1）
液圧差計ホース	e1＝　（a／100m）×推進日数（※1）

第 E-303-2 号　　推進工機械器具損料（2）

（1m当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単　価(円)	金　額(円)	摘　要
カッタヘッド		個	1.0			
計						

備考　土質区分別のカッタヘッドの適用は下表による。

カッタヘッドの適用区分

土質区分		カッタヘッド
普通土	〔A〕	スポーク型
硬質土	〔B〕	
礫質土	〔C〕	ローラⅠ型
礫・粗石(玉石)混り土	〔D〕	
礫・粗石(玉石)混り土	〔E〕	ローラⅡ型
礫・粗石(玉石)混り土	〔F〕	
軟岩	〔G〕	

第 E-303-3 号　　発動発電機運転費

（1日当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単　価(円)	金　額(円)	摘　要
燃料費	軽油	L				
発動発電機賃料	排ガス対策型ディーゼル ｴﾝｼﾞﾝ駆動〇〇kVA	日	1.09			
計						

備考　1．発動発電機の規格･燃料消費量は下表による。

発動発電機の規格と運転1日当り燃料消費量

呼び径	発動発電機規格	軽油
φ300	150kVA	184L/日
φ350		
φ400		
φ450		
φ500		
φ600	200kVA	264L/日

2．発動発電機の1日当り運転時間は8時間とする。

第 E-303-4 号　　車上プラント用トラック運転費

（1台当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
トラック機械器具損料	4t積	台	1.14			供用1日当り換算損料
諸雑費		式	1			
計						

備考　諸雑費は燃料等の費用で、トラック機械器具損料に10%を乗じた金額を上限として計上する。

第 E-303-7 号　　コンプレッサ運転費

（1日当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
燃料費	軽油	L	56.0			
コンプレッサ賃料	吐出量　5m^3/分	日	1.0			
計						

第 E-106-1 号　　汚泥吸排車運転費

（1日当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
運転手(一般)		人	1.0			
燃料費	軽油	L				
機械損料		供用日	1.3			
諸雑費		式				端数調整
計						

運転1日当り燃料消費量

汚泥吸排車	軽油(L/日)
3.1～3.5t車	46
8t車	77

第 E-98-1 号　　鋼材溶接工

（1m当り）

種　目	形状寸法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
世話役		人	0.010			
溶接工		人	0.076			
普通作業員		人	0.021			
電力料		kWh	2.7			
溶接棒		kg	0.4			
溶接機損料	250A	日	0.076			
諸雑費		式	1			
計						

備考　1. 諸雑費は溶接棒金額に30%を乗じた金額を上限として計上する。

2. 電源に発動発電機を使用する場合は、電力料は計上しない。

第 E-98-2 号　　鋼材切断工

（1m当り）

種　目	形状寸法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
世話役		人	0.070			
溶接工		人	0.053			
普通作業員		人	0.020			
酸素		m^3	0.163			
アセチレン		kg	0.028			
諸雑費		式	1			
計						

備考　諸雑費はアセチレン金額に30%を乗じた金額を上限として計上する。

第 E-100-1 号　　鏡切り工

（1m当り）

種　目	形状寸法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
世話役		人				
溶接工		人				
普通作業員		人				
諸雑費		式	1			
計						

鏡切り工歩掛

（切断1m当り）

土留	世話役（人）	溶接工（人）	普通作業員（人）	諸雑費
鋼矢板Ⅱ型	0.007	0.057	0.022	労務費の10%
鋼矢板Ⅲ型	0.008	0.059	0.022	
ライナープレート t=2.7～3.2mm	0.006	0.051	0.019	労務費の5%
小型立坑	0.008	0.059	0.022	労務費の10%

第 E-103-1 号　　鋼材設置工

（1t当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
世話役		人	1.7			
とび工		人	3.2			
溶接工		人	1.7			
普通作業員		人	1.7			
ラフテレーンクレーン賃料	排ガス対策型 油圧伸縮ジブ型25t吊	日	1.7			
諸雑費		式	1			
計						10t当り
1t当り						計/10

備考　諸雑費は溶接棒、アセチレンガス、酸素、溶接機損料、溶接機運転経費等の費用であり、労務費の合計額に4%を乗じた金額を上限として計上する。

第 E-103-2 号　　鋼材撤去工

（1t当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
世話役		人	1.0			
とび工		人	1.9			
溶接工		人	1.0			
普通作業員		人	1.0			
ラフテレーンクレーン賃料	排ガス対策型 油圧伸縮ジブ型25t吊	日	1.0			
諸雑費		式	1			
計						10t当り
1t当り						計/10

備考　諸雑費は溶接棒、アセチレンガス、酸素、溶接機損料、溶接機運転経費等の費用であり、労務費の合計額に6%を乗じた金額を上限として計上する。

第 E-401-1 号　　アースナビ機械器具損料

（1式当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
光ファイバージャイロ		日				
傾斜計		日				
基盤電装計測表示ユニット		日				
電源信号用ケーブル		100m				b1
〃		日				b2
収納ボックス等		式				
諸雑費		式				
計						

備考　供用日数は推進工機械器具損料第E-303-1備考1.のとおり

第 E-401-2 号　　機器据付撤去指導料

（1式当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
機械工		人	4.0			
諸雑費		式	1.0			機械工の20%
計						

第 E-401-3 号　　初期方位及び計画要素設定費

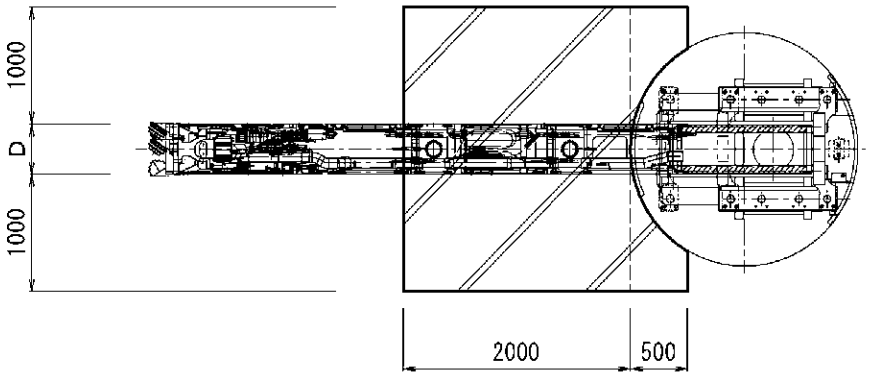
（1式当り）

種　目	形 状 寸 法	単位	数量	単 価(円)	金 額(円)	摘　要
点検工	部品・ボルト・水密・パッキン	式	1.0			
真北検定調整工		式	1.0			
基本検査費	総合試運転等	式	1.0			
計						

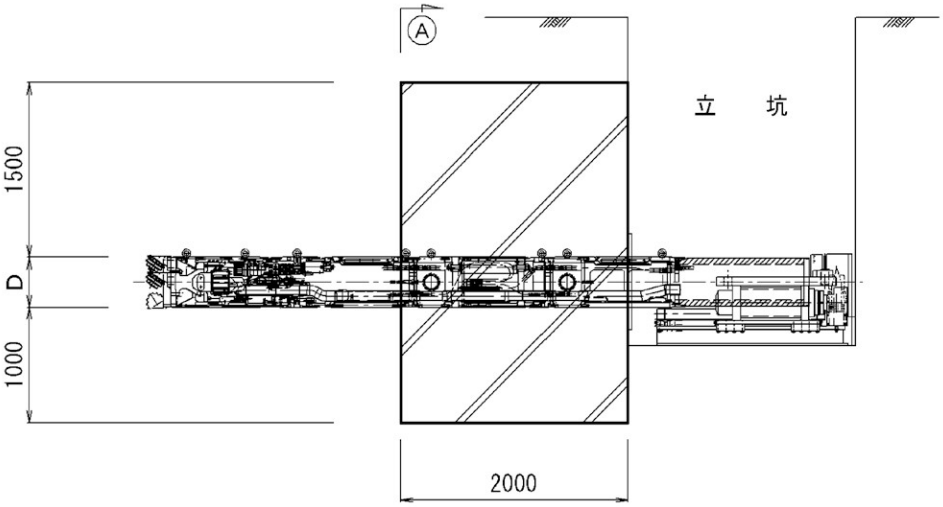
１－１．地盤改良工

一般的に地盤改良断面は塑性領域を求める式によって計算された理論改良厚に安全率Ｆｓ＝1.5を見込んで決定される。しかし、小口径管推進工法では計算から求まる改良範囲が数10cm程度となり、薬液注入工法の施工性及び信頼性を考えた場合、現実に適合しない。よって、ここでは改良範囲の参考例として最小値寸法を示す。

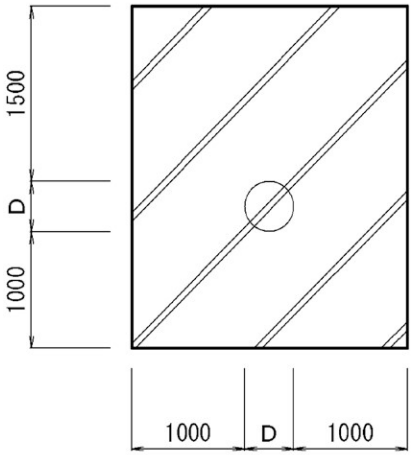
平 面 図



断 面 図



Ⓐ ― Ⓐ 断 面



※Ｄ：推進管外径とする

１－２. 推進力の算定

１－２－１. 推進力

推進力は、推進諸抵抗の総和とする。通常推進抵抗は次の要素から成る。

① 推進に伴う初期抵抗（先端の貫入抵抗）

② 管の外周及び掘削機外周と土との摩擦抵抗又はせん断抵抗

③ 管の自重による管と土との摩擦抵抗

④ 管と土の付着力

⑤ その他必要に応じて土留、泥水圧、泥土圧、圧気圧等による抵抗

ドルフィン工法は、オーバーカットと添加材（高濃度泥水）によるオーバーカット部の充満加圧効果により、推進管と地山のクリアランスが安定して保たれるため、上記②、③、④の影響を受けない低推進力で掘進を行う推進工法である。

（1）土砂部

（社）日本下水道管渠推進技術協会の式『経験的簡便式』を使用する。

$F = F_0 + f \cdot S \cdot L$

$F_0 = (Pe + Pw) \cdot B_0^2 \cdot \pi / 4$

$f = \{2 + 3 \cdot (G/100)^2 + 27 \cdot (G/100) \cdot M^2\} \cdot \beta$

ここに、

- F ： 総推進力（kN）
- F_0 ： 初期抵抗力（kN）
- f ： 管外周抵抗力（kN/m^2）
- S ： 管外周長（m）
- L ： 推進延長（m）
- Pe ： 切羽単位当り推力（kN/m^2）
  - $Pe = 4.0 \times N$値
- Pw ： 掘削室内泥水圧力（kN/m^2）
  - Pw＝地下水圧（kN/m^2）＋20
- B_0 ： 掘進機外径（m）
- G ： 礫率（%）
- M ： 最大礫長径／管外径
- β ： 滑材による低減係数

土質	係数	摘　要
粘性土	0.35	〔A〕
砂質土	0.45	〔A〕
砂礫土	0.60	〔C〕〔D〕〔E〕〔F〕〔G〕
固結土	0.35	〔B〕

※ 当工法では、最大礫径は管呼び径の60%を上限として計算を行います。

（2）岩盤部

計算手法は、『経験的簡便式』を基本とする。岩盤推進工において把握が困難な要素は岩盤を粉砕するために必要な推力の算定であるので、ここでは『大口径削孔機械の削孔性に関する研究』（土木研究資料・第1310号）を参考にして、初期抵抗力F_0の算出提案式とした。

（a）初期抵抗力F_0の算定

$$F_0 = \{ (R \cdot S^{1.8} \cdot D^{0.3} \cdot e^{1.1 \cdot D}) / (K \cdot N^{0.8}) \}^{2/3}$$

ここに、　F_0　：　初期抵抗力（kN）

R　：　削孔速度（m/hr）

S　：　削孔強度（kN/m^2）

D　：　削孔径（m）

K　：　ドリラビリティ定数＝（30000～50000）≒40000

N　：　ビット回転速度（rpm）

上式より算出した初期抵抗力を下表に示す。

表1-1　初期抵抗力　F_0　一覧表　　（kN）

呼び径	φ300	φ350	φ400	φ450	φ500	φ600
軟岩〔G〕	105	115	120	125	130	150

（b）総推進力Fの算定

$$F = F_0 + f \cdot S \cdot L$$

ここに、　F　：　総推進力（kN）

F_0　：　初期抵抗力（kN）

f　：　管外周抵抗力（kN/m^2）＝2.0

S　：　管外周長（m）

L　：　推進延長（m）

１－２－２．許容推進延長

許容推進延長は、推進方向の推進管の耐荷力（許容応力）と元押しジャッキ最大設備推進力を比較して、最小値を許容最大推進力と考え計算を行う。

（１）許容推進延長の求め方

Ｌａ＝（Ｆａ－Ｆｏ）／（ｆ・Ｓ）

ここに、　Ｌａ　：　許容推進延長（ｍ）

Ｆａ　：　許容最大推進力（kN）

Ｆｏ　：　先端抵抗力（kN）

ｆ　：　周面抵抗係数（kN/m^2）

Ｓ　：　管外周長（ｍ）

（２）元押しジャッキ最大設備推進力

呼び径	φ300	φ350	φ400	φ450	φ500	φ600
ジャッキ（kN）×装備台数	800×2				1,000×2	
最大設備推進力（KN）	1,600				2,000	

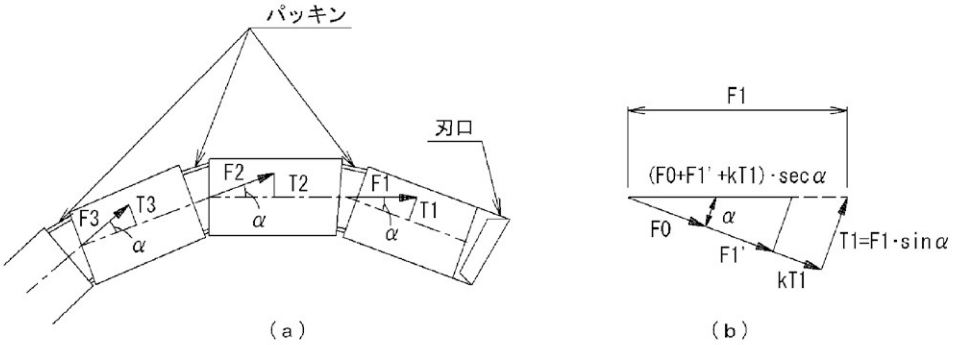
１－３．曲線推進時の推進抵抗値計算

１－３－１．曲線推進抵抗値の計算

曲線推進は、直線推進における推進抵抗の他に管後方からの曲線の外側方向への分力による管外壁面との摩擦抵抗が負荷されるので、その分推進力が増加する。

曲線推進抵抗値の計算は、管周囲の地山が自立し、かつ管が自由に曲げられるだけの拡幅がされていて、先導体の通過した空隙は自立しているものと仮定すると一般に次式が用いられる。

曲線推進抵抗説明図



上図において、

Ｆ0　：切羽の先端抵抗（kN）

Ｆ1'　：第１本目の管の直線推進抵抗（kN）

Ｆ1　：第２管より第１管に加わる推力（kN）

α　：第１管と第２管の折れ角度（°）

Ｔ1　：F1の法線方向の分力（kN）（＝F・sinα）

kT1　：T1の法線力により生じる推進抵抗

（k：法線力による管と地山との間のせん断抵抗率0.5～0.7、一般に0.5とする）

とすると、上図より

$$F1=(F0+F1'+k\cdot F1\cdot\sin\alpha)\cdot\sec\alpha \quad \cdots\cdots\cdots \quad ①$$

同様に、

$$F2=(F1+F2'+k\cdot F2\cdot\sin\alpha)\cdot\sec\alpha \quad \cdots\cdots\cdots \quad ②$$

$$F3=(F2+F3'+k\cdot F3\cdot\sin\alpha)\cdot\sec\alpha \quad \cdots\cdots\cdots \quad ③$$

式①より、

$$F1=(F0+F1')\cdot\sec\alpha/(1-k\cdot\sin\alpha\cdot\sec\alpha)$$

式②より、

$$F2=(F1+F2')\cdot\sec\alpha/(1-k\cdot\sin\alpha\cdot\sec\alpha)$$

ここで、

$$K=\sec\alpha/(1-k\cdot\sin\alpha\cdot\sec\alpha)=1/(\cos\alpha-k\cdot\sin\alpha) \quad \cdots\cdots\cdots \quad ④$$

とすれば、

$$F2=\{(F0+F1')\cdot K+F2'\}\cdot K=K^2\cdot(F0+F1')+K\cdot F2'$$

同様に、

$F3 = K^3 \cdot (F0 + F1') + K^2 \cdot F2' + K \cdot F3'$

$Fn = K^n \cdot (F0 + F1') + K^{n-1} \cdot F2' + \cdots + K \cdot Fn'$

$F' = F1' = F2' = F3' = Fn'$　とすれば、

$Fn = K^n \cdot F0 + F' \cdot (K^{n+1} - K) / (K - 1)$　　・・・・・・・・・　⑤

ここで、曲線部の推進抵抗と直線部の推進抵抗の比率をλとすると、

$\lambda = (K^n + K^{n-1} + \cdots + K) / n = (K^{n+1} - K) / \{n \cdot (K - 1)\}$

λを式⑤に代入すると、

$Fn = K^n \cdot F0 + \lambda \cdot F' \cdot n$　　・・・・・・・・・　⑥

ここで、

F0　：先端抵抗力（kN）

f'　：１m当り直線推進の抵抗（kN/m）＝（f・S）

CL　：曲線長（m）

L1　：到達立坑よりＥＣ点までの距離（m）

L2　：ＢＣ点より発進立坑までの距離（m）

n　：曲線部推進管本数（本）

$n \fallingdotseq CL / L$

L　：推進管１本の長さ（m）

S　：管外周長（m）

α　：管の折れ角度（°）

$\alpha = 2 \cdot \sin^{-1} [CL / \{2 \cdot (R - D/2)\}] \fallingdotseq IA / n$

R　：曲線半径（m）

D　：管外径（m）

IA　：交角（°）

k　：曲線部の推進方向に対する法線方向力の摩擦抵抗に関わる係数（通常k＝0.5）

とすると、式⑥よりＢＣ点における推進抵抗F_{BC}（kN）は、

$F_{BC} = (F0 + F' \cdot L1) \cdot K^n + \lambda \cdot f' \cdot CL$　　・・・・・・・・・　⑦

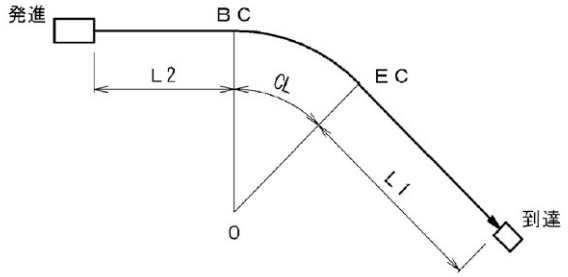
となる。

また、元押し推進抵抗　F（kN）は、

$F = (F0 + F' \cdot L1) \cdot K^n + \lambda \cdot f' \cdot CL + f' \cdot L2$　　・・・・・・・・・　⑧

となる。

推進路線模式図



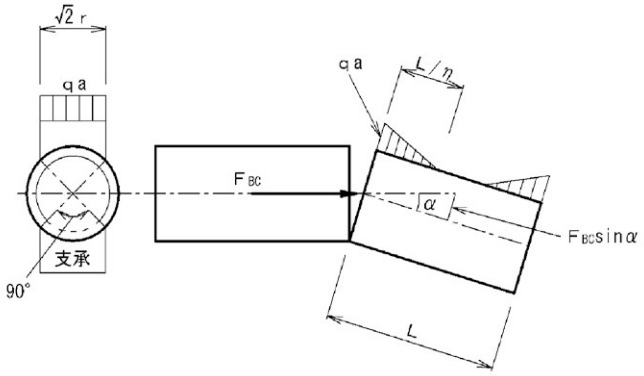
１－３－２．ＢＣ点での推進力の検討

曲線部では、管は継手部で折れた状態で移動するため、推進力により曲線外側に張り出そうとする力が働く。この外側に張り出そうとする力は曲線半径や管長などで差があるが、管はこれによって地山側から側方荷重（反力）を受ける。

荷重は、曲線部の始点（ＢＣ点）において、また、管の継手部で最大となる。

管端部にかかる側方荷重の模式図を下図に示す。図に示すように管端部にかかる側方荷重は三角形分布とし、また、支承角は地盤反力の分布範囲の安全を考慮し90°とする。

推進力と側方荷重の模式図



側方荷重の分布長をＬa（＝Ｌ／η）とすると、ＢＣ点での推進力 F_{BC}と分布荷重 Ｒgの関係は式⑨で与えられる。

$$F_{BC}\cdot\sin\alpha = Rg = \sqrt{2}\cdot L/\eta\cdot r\cdot qa \qquad \cdots\cdots\cdots \quad ⑨$$

これより、推進力の安全率1.5を考慮して、許容推進力 Ｆaは式⑩で求められる。

$$Fa = Rg/(1.5\cdot\sin\alpha) = \sqrt{2}\cdot L/\eta\cdot r\cdot qa/(1.5\cdot\sin\alpha) \qquad \cdots\cdots\cdots \quad ⑩$$

ここに、 F_{BC} ： ＢＣ点における推進力（kN）

Ｆa ： 曲線部の許容推進力（kN）

Ｒg ： 許容地盤反力（kN）

α ： 管１本当りの折れ角（°）

$$\alpha = 2\cdot\sin^{-1}[L/\{2\cdot(R-D/2)\}]$$

Ｒ ： 曲線半径（m）

Ｄ ： 推進管外径（m）

Ｌ ： 推進管の有効長（m）

Ｌa ： 地盤反力の分布範囲（m）

$$La = L/\eta$$

η ： 影響範囲係数（≧1.0）

ｒ ： 管厚中心半径（m）

ｑa ： 管の許容等分布側圧（kN/m^2）

$$qa = Ma/(0.239\cdot r^2)$$

Ma ： 管の抵抗曲げモーメント（kN･m）

$$Ma = 0.318\cdot P\cdot r + 0.239\cdot W\cdot r$$

Ｐ ： 外圧試験荷重（kN/m）

Ｗ ： 管の自重（kN/m）

ここで、管端部に荷重を載荷した実験結果とＦＥＭ解析より求められた荷重の推進管に対する影響範囲長 Ｌaは、Ｌa＝Ｌ／ηとなる。

$$\eta = -13.917Rt - 0.579RL + 10.506Rt \times RL + 2.033 \quad \cdots\cdots\cdots \quad ⑪$$

ここに、　Ｒｔ　：　管厚比＝ｔ／Ｄ

ＲＬ　：　管長比＝Ｌ／Ｄ

Ｄ　：　推進管の内径（ｍ）

ｔ　：　推進管の管厚（ｍ）

Ｌ　：　推進管の管長（ｍ）

表1-2　影響範囲係数 η 及び分布範囲 Ｌａ（参考）

呼び径	管厚	影響範囲係数 η		分布範囲 Ｌａ（ｍ）	
(mm)	(mm)	標準管	半 管	標準管	半 管
ϕ300	57	8.836	4.113	0.226	0.243
ϕ350	60	8.132	3.837	0.299	0.313
ϕ400	63	6.376	3.068	0.381	0.391
ϕ450	67	5.281	2.588	0.460	0.464
ϕ500	70	4.419	2.225	0.550	0.539
ϕ600	80	3.506	1.821	0.693	0.659

１－４．曲線推進時の管目地開口長計算

１－４－１．計算方法

管が曲線推進される場合、下図に示すように曲線の外側の目地が開口する。開口長は曲線の外側部、内側部、又、管の外側、内側によって異なる。

この開口長Ｓ1（曲線の外側部で管の外側）、Ｓ2（曲線の外側部で管の内側）、Ｓ3（曲線の内側部で管の内側）、Ｓ4（曲線の内側部で管の外側）は次式で示される。

Ｓ1＝Ｌ･Ｄ1／（Ｒ－Ｄ1／2）＋Ｓ4

Ｓ2＝Ｌ･（Ｄ1－Ｔ’）／（Ｒ－Ｄ1／2）＋Ｓ4

Ｓ3＝Ｌ･Ｔ’／（Ｒ－Ｄ1／2）＋Ｓ4

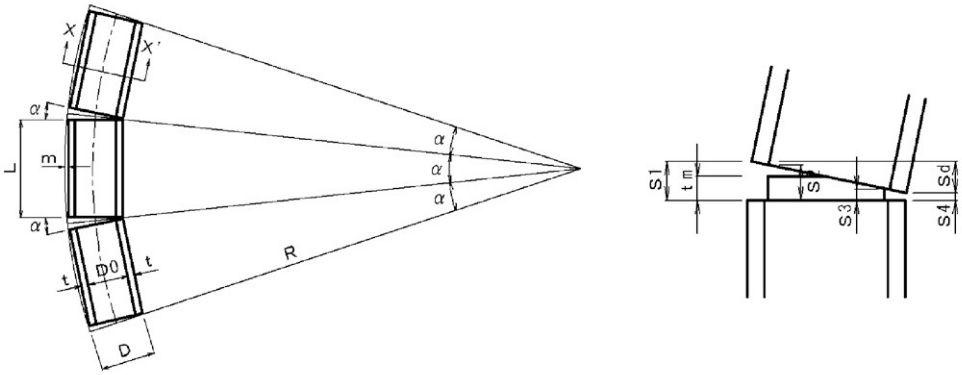
なお、Ｓ4は管端部が直接接触して応力集中することを防止するため、クッション材を挿入するので数㎜程度必要となる。

ドルフィン工法ではＳ4＝3㎜として開口長を計算し、許容開口長は表1-3を標準とする。

表1-3　継手の許容開口長

区分	耐水圧（MPa）	抜出し長（㎜）	許容開口長（㎜）
ＳＪＳ	0.1	10	－
ＳＪＡ	0.2	10	13
ＳＪＢ	0.2	20	23

曲線推進に伴う曲線半径、開口長説明図



Ｒ　：曲線半径（ｍ）

Ｄ　：推進管外径（ｍ）

Ｌ　：推進管長（ｍ）

ｔ　：推進管厚（ｍ）

α　：折れ角（°）

Ｄ1　：管継手部外径（ｍ）

Ｓ1　：曲線部外側目地の開口長（ｍ）

Ｓ4　：曲線部内側目地の開口長（ｍ）

Ｓｄ　：曲線部外側、内側目地の開口差（ｍ）

ｔｍ　：クッション材の厚さ（ｍ）

ｍ　：拡幅掘削量（ｍ）

Ｔ’　：継手部管厚（ｍ）

１－４－２．曲線半径別開口長（S1）計算及び許容範囲

（１）標準管の開口長S1

単位：mm

呼び径	D1	曲線半径　R（m）									ＳＪＡ継手の	ＳＪＢ継手の
	(mm)	80	90	100	125	150	175	200	300	500	最小曲線半径	最小曲線半径
φ300	391	13	12	11	10	9	8	7	6	5	80m	80m
φ350	447	17	16	14	12	11	10	9	7	6	110m	80m
φ400	503	19	17	16	13	12	10	10	8	6	125m	80m
φ450	561	21	19	17	14	13	11	10	8	6	140m	80m
φ500	617	22	20	19	16	14	12	11	9	7	155m	80m
φ600	731	26	23	21	18	15	14	12	9	7	180m	90m

※1　開口長S1は、計算結果の小数点第１位を切り上げた値である。

※2　各継手の最小曲線半径は５ｍピッチで照査した結果である。

※3　ＳＪＢ継手の最小曲線半径より小さい曲線半径は、半管を使用して下さい。

（２）半管の開口長S1

単位：mm

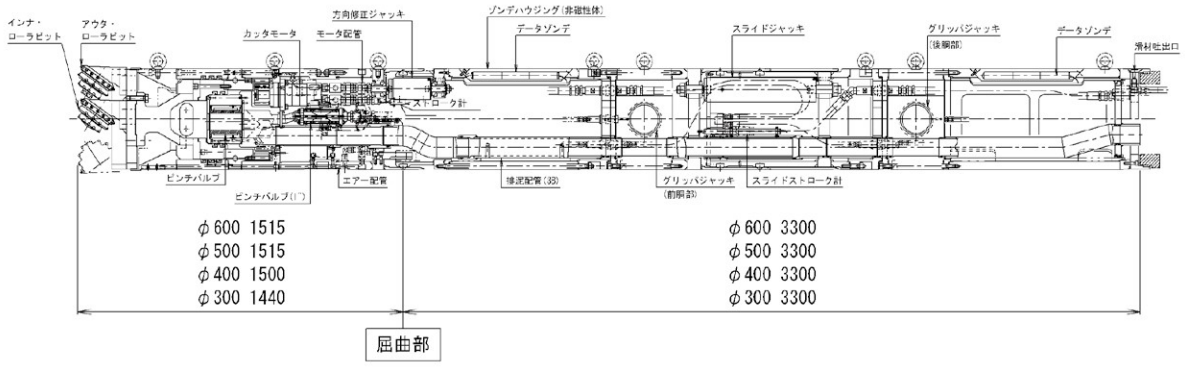
呼び径	D1	曲線半径　R（m）									ＳＪＡ継手の	ＳＪＢ継手の
	(mm)	80	90	100	125	150	175	200	300	500	最小曲線半径	最小曲線半径
φ300	391	8	8	7	7	6	6	5	5	4	80m	80m
φ350	447	10	9	9	8	7	7	6	5	5	80m	80m
φ400	503	11	10	10	8	8	7	7	6	5	80m	80m
φ450	561	12	11	10	9	8	7	7	6	5	80m	80m
φ500	617	13	12	11	9	8	8	7	6	5	80m	80m
φ600	731	15	13	12	11	9	9	8	6	5	90m	80m

※1　開口長S1は、計算結果の小数点第１位を切り上げた値である。

※2　各継手の最小曲線半径は５ｍピッチで照査した結果である。

１－５．掘進機最終部と先頭管の許容開口長計算

掘進機の屈曲部から先頭管接合部までの長さが下図のように標準管より長いため曲線半径別の許容開口長Ｓ1を確定した。



掘進機最終部と先頭管の開口長Ｓ1

単位：mm

呼び径	D1 (mm)	曲線半径　R（m）									基準１（許容10mm）最小曲線半径	基準２（許容20mm）最小曲線半径
		80	90	100	125	150	175	200	300	500		
φ300	391	22	20	18	16	14	13	12	10	8	260m	90m
φ350	447	24	22	20	17	15	14	13	10	8	300m	100m
φ400	503	26	24	22	19	17	15	14	11	9	335m	115m
φ450	561	29	26	24	20	18	16	15	12	9	375m	125m
φ500	617	31	28	26	22	19	17	16	12	10	410m	140m
φ600	731	36	32	30	25	22	19	18	14	10	485m	165m

※1　クッション材の厚さは５mmとして計算している。

※2　開口長Ｓ1は、計算結果の小数点第１位を切り上げた値である。

※3　各基準の最小曲線半径は５ｍピッチで照査した結果である。

※4　基準１の最小曲線半径より小さい曲線半径は、先頭管及び先頭管用アダプタを使用して下さい。

１－６．ビット耐用距離

１－６－１．ローラビットの耐久距離の算定

耐久距離の算定に当たっては、一部掘削土量により行う場合があるが、一般的に掘削摺動距離（転送距離）により算定を行っている。

よって、次式により算定を行う。

$$L = 10 \cdot Pe \cdot \lambda a / (\pi \cdot D)$$

ここに、　Ｌ　：ローラビット掘削可能距離（ｍ）

Ｐｅ　：カッタ１回転時の掘進距離（cm/rev）

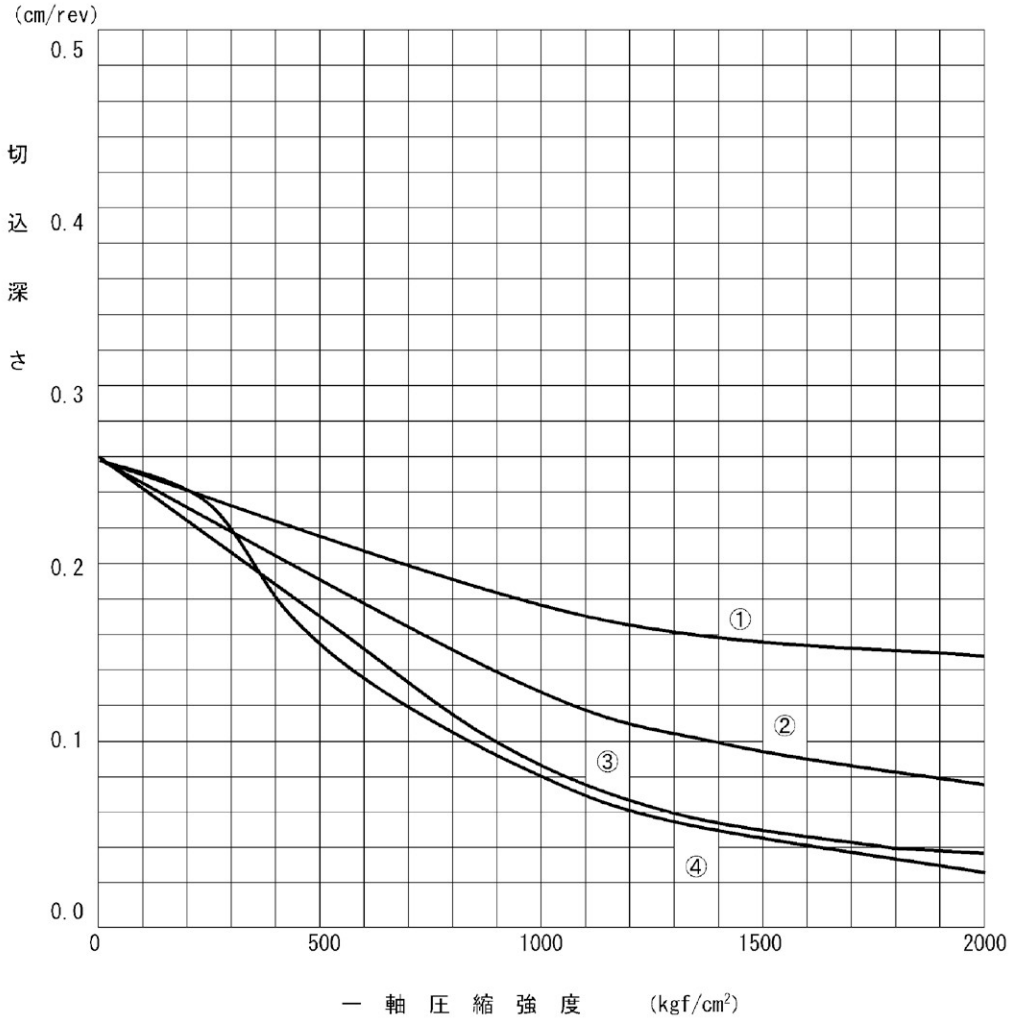
λａ　：ローラビット許容転送距離（km）

項目 ＼ 呼び径	許容転送距離（λａ） 刃先摩耗対象
φ300	550km
φ350	
φ400	
φ450	
φ500	
φ600	

Ｄ　：ローラビット取付回転直径（ｍ）

１－６－２．切り込み深さ（Ｐe）の推定値

圧縮強度と切り込み深さ



① 最大礫径：呼び径の40%未満　、　礫率：30～60%未満　･･･　〔土質Ｃ相当〕

② 最大礫径：呼び径の40～80%以下、礫率：60～80%未満　･･･　〔土質Ｄ相当〕

③ 最大礫径：呼び径の100%程度　、　礫率：80%未満　･･･　〔土質Ｅ､Ｆ相当〕

④ 岩盤　･･･　〔土質Ｇ相当〕

1－6－3. ビット耐用距離及び損料率表

土質区分	呼び径	耐用距離（m）	損料率
C 礫質土	φ300	525	0.0020
	φ350	460	0.0023
	φ400	415	0.0025
	φ450	375	0.0028
	φ500	340	0.0031
	φ600	290	0.0036
D 礫・粗石（玉石）混り土	φ300	280	0.0037
	φ350	250	0.0042
	φ400	220	0.0048
	φ450	200	0.0052
	φ500	185	0.0056
	φ600	155	0.0067
E 礫・粗石（玉石）混り土	φ300	155	0.0067
	φ350	135	0.0077
	φ400	125	0.0083
	φ450	110	0.0094
	φ500	100	0.0104
	φ600	85	0.0122
F 礫・粗石（玉石）混り土	φ300	155	0.0067
	φ350	135	0.0077
	φ400	125	0.0083
	φ450	110	0.0094
	φ500	100	0.0104
	φ600	85	0.0122
G 軟岩	φ300	720	0.0015
	φ350	640	0.0017
	φ400	570	0.0019
	φ450	520	0.0020
	φ500	470	0.0023
	φ600	400	0.0026

損料率＝0.9／耐用距離×1.15

注1）1.15は、維持修理費率（10%）及び年間管理費率（5%）をいう。

注2）ビット耐用距離は岩石中の硬質鉱物含有率に大きく影響されます。特に溶結性の高い岩盤や石英分含有率が高い岩盤においては、ビットの摩耗が激しく日進量が低下するため、設計変更をお願い致します。

１－７．ドルフィン工法重量表

表1-4　ドルフィン工法重量表（参考）

単位：ｔ

呼び径	φ300	φ350	φ400	φ450	φ500	φ600
掘進機Ａ管	1.0	1.2	1.2	1.4	1.7	2.0
掘進機Ｂ管	0.5	0.7	1.0	1.2	1.7	1.9
掘進機Ｃ管	0.7	0.8	1.3	1.5	1.4	1.7
掘進機Ｄ管	0.6	0.7	1.2	1.4	1.3	1.5
パワーユニット	2.0		2.0		2.6	
元押し装置	2.4		2.4		3.7	
作泥・滑材プラント（プランジャーポンプ）	1.6					
作泥・滑材プラント（チューブポンプ）	1.0					
真空発生装置	1.4					
吸排装置	0.8					
排泥タンク	1.8					

ドルフィン工法協会

■事務局／〒918-8014　福井県福井市花堂中1丁目13-7
TEL/FAX：(0776)33-2551
E-mail：dma@dolphin-ma.com
http://www.dolphin-ma.com/