

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管 設計・施工マニュアル

2025. 5

タキロンシーアイシビル株式会社

目 次

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管 設計・施工マニュアル

[設計編]

1. 総 則	1
1.1 マニュアルの位置づけ	1
1.2 適用範囲	1
1.3 引用文献	1
2. 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管とは	2
2.1 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の概要	3
2.2 EF 接合の概要	4
2.3 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の構造と性能	4
3. 管路の構造設計(農業用パイプライン 用途)	6
3.1 材料特性 (設計値)	6
3.2 構造計算の手順	7
3.3 構造設計の許容値	7
3.4 管の諸元	7
3.5 構造設計	12

[施工編]

4. 施 工	22
4.1 施工の重要性	22
4.2 荷降ろし・運搬・保管	23
4.3 配管	24
4.4 直管の生曲げ配管	25

[参考資料]

5. 参考資料	32
5.1 耐薬品性試験	32
5.2 偏平試験	34
5.3 3点曲げ試験	35
5.4 布設歩掛	37

[設計編]

1. 総 則

1.1 マニュアルの位置づけ

本マニュアルは、中大口径ポリエチレン管（特に【内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管】）の泥炭性軟弱地盤での不同沈下を含めた地盤変状に対し、安全な設計・施工方法を示したものである。

1.2 適用範囲

本マニュアルは、農業用パイプラインにおいて【内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管】の性能と EF 継手を用いた軟弱地盤を含めた管路設計に適用する。

本マニュアルで対象とする管種は、実証実験等で安全性が確認された【内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管】のみとする。

1.3 引用文献

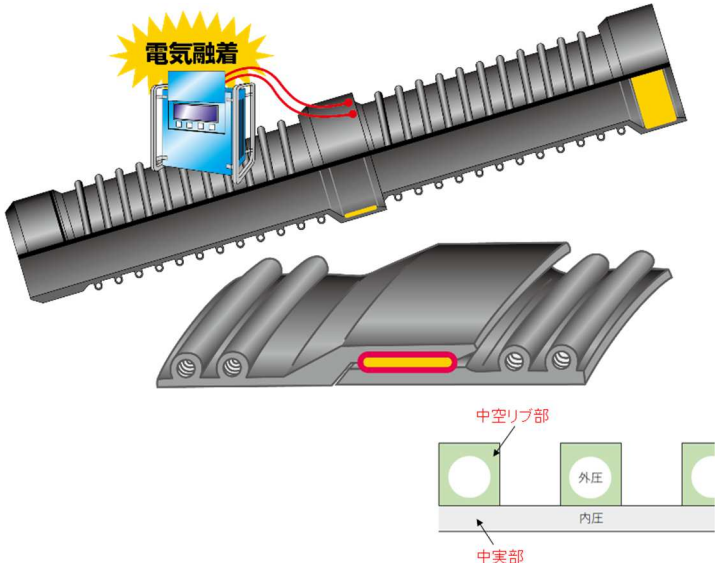
- ・ 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計『パイプライン』
基準
基準の運用
基準及び運用の解説
令和3年6月30日
以下、「パイプライン」と称す

2. 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管とは

2.1 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の概要

内水圧が作用する農業用パイプラインに使用する、内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の概要を表 2-1-1 に示す。

表 2-1-1 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の概要

管 形 状 ・ 外 観		
原 材 料	中実部	高密度ポリエチレン樹脂（PE100 グレード）に ガラス短繊維を混入した物
	中空リブ部	高密度ポリエチレン樹脂（PE100 グレード）
製 造 方 法		クロスワインディング成形法
管 径		φ 600～φ 1500（mm）
管 種		SR140、SR110、SR75、SR40（4 種類）
比 重	中実部	1100（kg/m ³ ）
	中空リブ部	960（kg/m ³ ）
ヤング係数	中実部	管周方向：2500（N/mm ² ） 管軸方向：1300（N/mm ² ）
	中空リブ部	980（N/mm ² ）
引張強度	中実部	管周方向：40（N/mm ² ） 管軸方向：24（N/mm ² ）
	中空リブ部	20（N/mm ² ）

2.2 EF 接合の概要

2.2.1 ポリエチレンの溶接原理

ポリエチレンは、炭素と水素が数万個連結した非常に長い分子となっていて、常温では‘ラメラ’と呼ばれる結晶部分と非結晶部分が混在した構造になっている。また、一つ一つの分子は、常温ではミクロブラウン運動といわれる振動をしており、これが柔軟性に富んだ材料となっている要因である。この運動は約 -80°C (ガラス転移点)にまでならないと停止せず、いわばこの温度まで‘脆く’ならない材料である。

一方、温度を上げていくと、各分子の運動が活発になりやがて 120°C 付近で結晶構造が崩れ熔融を始める。この状態で同じ材料同士を圧着してやると、分子同士の活動は境界を越えて絡み合い、やがて界面がなくなり、この状態で自然冷却を行うと一体化した素材が得られる。これらが基本的な溶接原理である。

2.2.2 EF 接合とは

あらかじめ受口内面に電熱線を巻設させたEF受口部と差口部を接合した後、電熱体部の通電条件をEFコントローラーで最適制御し、受口内面及び差口外面を同時に熔融することによって、EF受口部及び差口部を一体化させる。EF受口部の構造及び接合メカニズムを図2-2-1に示す。また、EF接合作業手順の概要は、以下のとおりである。

- ① EF受口部に差口部を所定の位置まで差込む。
- ② EFコントローラーとEF受口部の電熱体部端子を接続し、通電を開始する。
- ③ 所定の時間通電を行う。
- ④ 所定の時間放置冷却を行い、作業完了とする。

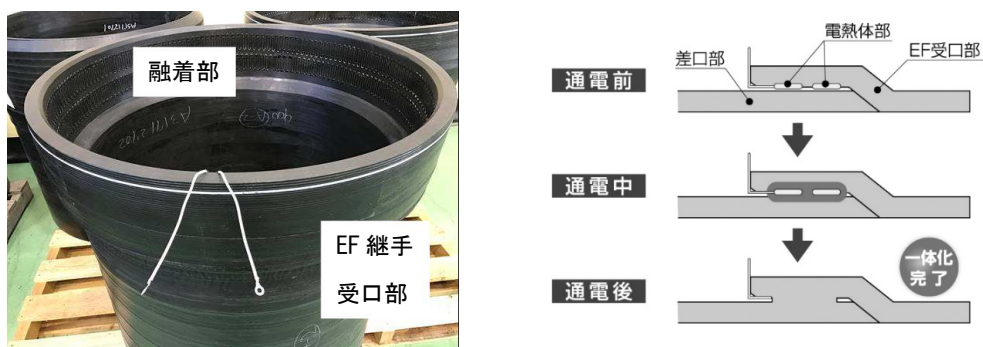


図 2-2-1 EF 継手構造及び接合メカニズム

2.2.3 EF 接合の特長

- ① EF 接合(電気融着)により、現地にて容易に管路一体化が構築できるため、継手部の抜け出し、漏水の心配がない。
- ② 作業が小規模の機材で可能なため、容易かつ迅速になり、工費が軽減できる。
- ③ 作業スペースの縮小が可能であり、狭窄地、急傾斜地、および掘削溝内での施工が可能。
- ④ EF 接合の管据付け及び融着作業は、特に熟練度を必要としない。
- ⑤ 作業者、環境条件による融着品質のばらつきが少なく信頼性が高い。
- ⑥ 機材を複数準備することで、複数継手の同時融着が可能であり、工期短縮が可能。



写真 2-2-1 EF 接合の状況

2.3 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の構造と性能

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管（以下、内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管という）は、熱可塑性樹脂の一種である高密度ポリエチレンを主原料とし、内圧用途に用いられる、EF 接合により一体化管路を構築できる「①ガラス繊維強化ポリエチレン管(JIS K 6799)」と高盛土下カルバートや軟弱地盤下の埋設管(外圧用途)で数多くの実績を有している「②耐圧ポリエチレンリブ管(JIS K 6780)」の特性を組み合わせた管材である。

2.3.1 柔軟性

管軸方向には従来のポリエチレンの柔軟性を保持しながら、円周方向にはガラス短繊維により補強された中実部と中空リブ部を組みあせた構造としているため、埋設管として周辺地盤の影響を受けやすい軟弱地盤の配管にその効果を発揮する。

2.3.2 長期寿命（耐薬品性・耐食性）

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管は、耐薬品性に優れているため、管内・管外の水質（薬品）による影響を受けにくい。（表 2-3-1 参照）

また、耐食性にも優れており、泥炭地盤等の酸性土壌下であっても錆。腐食が生じないことから、メンテナンスフリーでの長期供用に適している。（写真 2-3-1 参照）

表 2-3-1 耐薬品性の比較（「PLASTICS DATABOOK」より）

判 定	硫 酸	塩 酸	硝 酸	酢 酸	塩化ナトリウム	硝酸アンモニウム	硫化水素
E 優秀							
G 良好							
F 可	50	10	10	10			
P 不可	%	%	%	%			
炭素鋼	P	P	P	P	F	F	F
ポリエチレン	E	E	E	E	E	E	E

海水浸漬試験

浸水期間：1カ月

場所：海岸から約100m沖合 水深1～2m



写真 2-3-1 耐食性の比較

2.3.3 流水特性

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管は、摩耗抵抗が少ないため、必要取水量を最小口径で流下させることが可能となり、付帯設備のコストについても軽減が可能となる。流水特性の指標となる流速係数（C）を表 2-3-3 に示す。

表 2-3-3 各管材の流速係数 (C) の値

管の種類 (内面の状態)	流速係数 C		
	最大値	最小値	標準値
铸铁管 (塗装なし)	150	80	100
鋼管 (塗装なし)	150	90	100
水道用液状エポキシ塗装管 (鋼)			
φ800mm 以上	-	-	130
φ700～600mm	-	-	120
φ500～350mm	-	-	110
φ300mm 以下	-	-	200
モルタルライニング管 (铸铁)	150	120	130
遠心力鉄筋コンクリート管	140	120	130
ポリエチレン管	170	130	150
強化プラスチック複合管	160	-	150

※「パイプライン」P186 表-7.2.2 より抜粋

3. 管路の構造設計(農業用パイプライン 用途)

3.1 材料特性 (設計値)

農業用パイプライン用途に用いる内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の材料特性(設計値)は、表 3-1-1 に示すとおりとする。

表 3-1-1 材料特性 (設計値)

項 目			単 位	設計値	試験方法
比 重			kg/m ³	1100	JIS K 7112
弾性率 (ヤング係数)	中実部	管周方向	N/mm ²	2500	JIS K 7161
		管軸方向	N/mm ²	1300	JIS K 7161
	中空リブ部	-	N/mm ²	980	JIS K 7161
引張強さ	中実部	管周方向	N/mm ²	40	JIS K 7161
		管軸方向	N/mm ²	24	JIS K 7161
	中空リブ部	-	N/mm ²	20	JIS K 7161
ポアソン比			—	0.35	JIS K 7161
線膨張係数			1/°C	10～13×10 ⁻⁵	JIS K 7197

3.2 構造計算の手順

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の構造設計は、管材の許容応力度から定まる管厚と設計たわみ率から定まる管厚を求め、その両方を満足する管種を選定する。

3.3 構造設計の許容値

3.3.1 許容引張応力度

許容引張応力度 $\sigma_a = 10.0(\text{N/mm}^2)$ とする。材料の長期強度 $20(\text{N/mm}^2)$ を「パイプライン」に準じて、安全率 2 で除した値を用いるものとする。

3.3.2 設計および許容たわみ率

設計および許容たわみ率は、「パイプライン」に準じて、表 3-3-1 のとおりとする。

表 3-3-1 設計および許容たわみ率

締固めの程度	締固めⅠ	締固めⅡ
許容たわみ率 (%)	5	5
たわみ率のバラツキ (%)	$\pm 2(\pm 1)$	± 1
設計たわみ率 (%)	3 (4)	4

注 1) 締固めの程度は、次のとおりとする。

締固めⅠ：締固め度 90% 平均(一定の仕様を定めて管理する締固め)

締固めⅡ：締固め度 95% 平均(厳密な施工管理のもとで行う締固め)

管理精度：施工上のバラツキ具合は $\pm 5\%$ 以内とする。

注 2) () 内は基礎材料に礫質土、固化処理土を使用した場合の値を示す。

3.4 管の諸元

構造設計に用いる管の諸元は、次頁の表 3-4-1、表 3-4-2、表 3-4-3、表 3-4-4 に示すとおりとする。

表3-4-1 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の諸元(SR140)

SR140									
呼び径	内径 d (mm)	PEGF 管厚 ts (mm)	リブ換算 管厚 tr (mm)	管厚 中心半径 R (mm)	たわみ荷重 (5%偏平) P (kN/m)	曲げ剛性 (短期) EIs (kN・m ² /m)	管外径 Dc (mm)	管重量 (単位面積当たり) Wp (kN/m ²)	管重量 (単位長さ当たり) Wd (kN/m)
600	610	15	16	316.2	28.2	4.43	758	0.27	0.57
700	710	15	21	367.8	32.9	6.97	858	0.28	0.70
800	810	15	26	419.5	37.6	10.34	958	0.31	0.86
900	910	15	32	471.3	42.3	14.66	1058	0.41	1.26
1000	1015	17	35	525.7	47.0	20.34	1279	0.48	1.72
1100	1115	18	39	577.6	51.7	26.97	1381	0.49	1.92
1200	1215	20	42	629.3	56.4	34.90	1485	0.51	2.17
1350	1370	22	49	709.6	63.4	50.03	1644	0.60	2.86
1500	1520	25	53	787.3	70.5	68.32	1800	0.60	3.12

※ 製品改良のため、予告なしに仕様変更することがある。

※ 長期のEI_Lの値は、短期のEI_Sの値にクリープ係数0.8を乗じた値を用いる。

※ 上表は、設計水圧 0.3MPa以下に適用する。

※ PEGF管厚：中実部

※ リブ換算管厚：中空リブ部

表3-4-2 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の諸元(SR110)

SR110									
呼び径	内径 d (mm)	PEGF 管厚 ts (mm)	リブ換算 管厚 tr (mm)	管厚 中心半径 R (mm)	たわみ荷重 (5%偏平) P (kN/m)	曲げ剛性 (短期) EI _s (kN・m ² /m)	管外径 D _c (mm)	管重量 (単位面積当たり) W _p (kN/m ²)	管重量 (単位長さ当たり) W _d (kN/m)
600	610	15	13	315.5	22.1	3.45	758	0.27	0.57
700	710	15	18	366.9	25.8	5.43	858	0.27	0.67
800	810	15	23	418.4	29.5	8.06	958	0.29	0.79
900	910	15	28	470.0	33.2	11.42	1058	0.41	1.26
1000	1015	17	31	524.3	36.9	15.85	1279	0.48	1.72
1100	1115	18	35	575.9	40.6	21.01	1269	0.42	1.59
1200	1215	20	37	627.6	44.3	27.19	1485	0.51	2.17
1350	1370	22	43	707.6	49.8	38.97	1644	0.54	2.54
1500	1520	25	47	785.1	55.4	53.23	1800	0.60	3.12

※ 製品改良のため、予告なしに仕様変更することがある。

※ 長期のEI_Lの値は、短期のEI_sの値にクリープ係数0.8を乗じた値を用いる。

※ 上表は、設計水圧 0.3MPa以下に適用する。

※ PEGF管厚：中実部

※ リブ換算管厚：中空リブ部

表3-4-3 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の諸元(SR75)

SR75									
呼び径	内径 d (mm)	PEGF 管厚 ts (mm)	リブ換算 管厚 tr (mm)	管厚 中心半径 R (mm)	たわみ荷重 (5%偏平) P (kN/m)	曲げ剛性 (短期) EIs (kN・m ² /m)	管外径 Dc (mm)	管重量 (単位面積当たり) Wp (kN/m ²)	管重量 (単位長さ当たり) Wd (kN/m)
600	—	—	—	—	—	—	—	—	—
700	710	15	14	365.6	17.6	3.67	858	0.27	0.67
800	810	15	18	416.9	20.1	5.43	958	0.29	0.79
900	910	15	23	468.2	22.7	7.70	1058	0.29	0.88
1000	1015	17	25	522.3	25.2	10.68	1167	0.37	1.25
1100	1115	18	28	573.7	27.7	14.16	1269	0.42	1.59
1200	1215	20	30	625.2	30.2	18.32	1485	0.51	2.17
1350	1370	22	35	704.9	34.0	26.27	1644	0.54	2.54
1500	1520	25	38	782.1	37.8	35.88	1800	0.60	3.12

※ 製品改良のため、予告なしに仕様変更することがある。

※ 長期のEI_Lの値は、短期のEI_Sの値にクリープ係数0.8を乗じた値を用いる。

※ 上表は、設計水圧 0.3MPa以下に適用する。

※ PEGF管厚：中実部

※ リブ換算管厚：中空リブ部

表 3-4-4 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の諸元(SR40)

SR40									
呼び径	内径 d (mm)	PEGF 管厚 ts (mm)	リブ換算 管厚 tr (mm)	管厚 中心半径 R (mm)	たわみ荷重 (5%偏平) P (kN/m)	曲げ剛性 (短期) EIs (kN・m ² /m)	管外径 Dc (mm)	管重量 (単位面積当たり) Wp (kN/m ²)	管重量 (単位長さ当たり) Wd (kN/m)
600	—	—	—	—	—	—	—	—	—
700	—	—	—	—	—	—	—	—	—
800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
900	910	15	15	465.9	12.1	4.05	1058	0.27	0.84
1000	1015	17	17	519.7	13.4	5.62	1167	0.29	1.01
1100	1115	18	19	570.9	14.8	7.44	1269	0.31	1.16
1200	1215	20	22	621.9	16.1	9.62	1373	0.34	1.40
1350	1370	22	24	701.4	18.1	13.80	1532	0.43	1.94
1500	1520	25	26	778.3	20.1	18.86	1688	0.52	2.63

※ 製品改良のため、予告なしに仕様変更することがある。

※ 長期のEI_Lの値は、短期のEI_Sの値にクリープ係数0.8を乗じた値を用いる。

※ 上表は、設計水圧 0.3MPa以下に適用する。

※ PEGF管厚：中実部

※ リブ換算管厚：中空リブ部

3.5 構造設計

3.5.1 管体のたわみ率

3.5.1.1 埋戻し土による鉛直荷重

① 土被りが $H \leq 2.0\text{m}$ の場合は、垂直土圧公式 式 (3.5.1) を用いて鉛直土圧を算出する。

$$W_v = \gamma \cdot H \quad \dots \dots \dots (3.5.1)$$

ここに、

W_v : 埋戻し土又は盛土によって管体に加わる鉛直土圧 (kN/m²)

γ : 埋戻し土又は盛土の単位体積重量 (kN/m³)

H : 埋戻し面又は盛土面から管頂までの深さ (m)

② 土被りが $H > 2.0\text{m}$ の場合はマーストン公式(突出形) 式 (3.5.2) を用いて鉛直土圧を算出する。ただし、算出した鉛直土圧が $H = 2.0\text{m}$ の垂直土圧公式による鉛直土圧より小さい場合は、 $H = 2.0\text{m}$ の垂直土圧公式による鉛直土圧を採用する。

$$W_v = C_c \cdot \gamma \cdot D_c \quad \dots \dots \dots (3.5.2)$$

ここに、

W_v : 埋戻し土又は盛土によって管体に加わる鉛直土圧 (kN/m²)

C_c : 突出形の土圧係数

$H \leq H_e$ のとき (完全溝状)

$$C_c = \frac{e^{-2K \cdot \mu(H/D_c)} - 1}{-2K \cdot \mu} \quad \dots \dots \dots (3.5.3)$$

$H > H_e$ のとき (不完全溝状)

$$C_c = \frac{e^{-2K \cdot \mu(H_e/D_c)} - 1}{-2K \cdot \mu} + \left(\frac{H}{D_c} - \frac{H_e}{D_c} \right) e^{-2K \cdot \mu(H_e/D_c)} \quad \dots \dots \dots (3.5.4)$$

$$\begin{aligned} H_e &= \frac{e^{-2K \cdot \mu(H_e/D_c)} - 1}{-2K \cdot \mu} \left\{ \frac{1}{2K \cdot \mu} - \left(\frac{H}{D_c} - \frac{H_e}{D_c} \right) - \frac{\gamma_{sd} \cdot P}{3} \right\} \\ &\quad - \frac{1}{2} \left(\frac{H_e}{D_c} \right)^2 - \frac{\gamma_{sd} \cdot P}{3} \left(\frac{H}{D_c} - \frac{H_e}{D_c} \right) e^{-2K \cdot \mu(H_e/D_c)} - \frac{1}{2K \cdot \mu} \cdot \frac{H_c}{D_c} + \frac{H}{D_c} \cdot \frac{H_e}{D_c} \\ &= -\gamma_{sd} \cdot P \cdot \frac{H}{D_c} \quad \dots \dots \dots (3.5.5) \end{aligned}$$

ここに、

γ : 埋戻し土又は盛土の単位体積重量 (kN/m³)

D_c : 管外径 (m)

H : 埋戻し面又は盛土面から管頂までの深さ (m)

H_e : 等沈下面から管長までの深さ (m)

K : ランキンの主働土圧係数

$$K = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} \quad \dots \dots \dots (3.5.6)$$

μ : 埋戻し土の内部摩擦係数

$$\mu = \tan\phi \quad \dots \dots \dots (3.5.7)$$

ϕ : 埋戻し土の内部摩擦角 (°)

P : 突出形における突出比、 $P = x/D_c$ (通常、 $P = 1.0$)

γ_{sd} : 沈下比 (表 3-5-1 参照)

表 3-5-1 沈下比の標準値 γ_{sd}

管種	地盤の状態	沈下比
とう性管	締固めⅠの管体側面埋戻し土	-0.1
	締固めⅡの管体側面埋戻し土	0

.....【「パイプライン」P293 表-9.3.2】

3.5.1.2 自動車荷重による鉛直荷重

自動車荷重は、輪荷重が接地幅 0.2m で自動車の進行方向にのみ 45° に分布するものとし、それと直角方向には自動車が制限なく載荷されることを考慮して、車両占有幅の範囲に分布するものとする。

自動車荷重による鉛直荷重は、式 (3.5.8) によって算出する。

$$W_w = \frac{P \cdot \beta}{W} = \frac{P \cdot \beta}{0.2 + 2h} \quad \dots \dots \dots (3.5.8)$$

ここに、

W_w : 輪荷重による鉛直荷重 (kN/m²)

P : 進行直角方向単位長さ当たりの後輪荷重 (kN/m)

$$P = \frac{2 \times \text{後輪荷重}}{\text{車両占有幅}} \times (1 + i) \quad \dots \dots \dots (3.5.9)$$

β : 断面力の低減係数 (表 3-5-2 参照)

W : 後輪荷重の分布幅 (m)

h : 土かぶり (m)

i : 衝撃係数 (表 3-5-3 参照)

表 3-5-2 断面力の低減係数

荷重条件	低減係数 β
T-25	0.9
T-20 以下	1.0

【「パイプライン」 P300 表 - 9.3.5】

表 3-5-3 衝撃係数(自動車荷重) i の標準値

土かぶり深さ(m) 道路状態	1.5 未満	1.5~2.5 未満	2.5 以上
未舗装道路	0.4	0.3	0.2
コンクリート及び アスファルト舗装道路	0.3	0.2	0.1

【「パイプライン」 P300 表 - 9.3.6】

3.5.1.3 鉛直荷重、管内水重および管体の自重によるたわみ量

鉛直荷重、管内水重及び管体の自重によるたわみ量は、式 (3.5.10) によって算出する。

$$\Delta X_1 = F_1 \cdot \frac{2(K \cdot W_p \cdot R^4 + K_0 \cdot w_0 \cdot R^5 + K_p \cdot W_p \cdot R^4)}{EI_L + 0.061e' \cdot R^3} \quad \dots \dots \dots (3.5.10)$$

ここに、

ΔX_1 : 鉛直荷重、管内水重及び管体の自重によるたわみ量 (m)

R : 管厚中心半径 (m)

W_p : 土圧、上載荷重による鉛直荷重 (kN/m²)

w_0 : 水の単位体積重量 (kN/m³)

W_p : 管体の単位面積当たり重量(長さ 1m の環片から円周方向に 1m の間隔で切取ったものの重量) (kN/m²) (表 3.4.1~表 3.4.4 参照)

K : 基礎の支持角によって決まる係数 (表 3-5-4 参照)

K_0 : 基礎の支持角によって決まる係数 (表 3-5-4 参照)

K_p : 基礎の支持角によって決まる係数 (表 3-5-4 参照)

F_1 : 変形遅れ係数 (表 3-5-5 参照)

EI_L : 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の EI 値(長期) (kN/m²/m)

短期の EI_s 値にクリープ係数 0.8 を乗じた値を用いる。

(表 3-4-1~表 3-4-4 参照)

e' : 基礎材の反力係数 (3.5.1.7 基礎材の反力係数 参照) (kN/m²)

表 3-5-4 K 、 K_0 、 K_p の標準値

基礎の設計支持角	0°	30°	60°	90°	120°	180°
K	0.110	0.108	0.103	0.096	0.089	0.083
K_0	0.107	0.104	0.096	0.085	0.075	0.065
K_p	0.215	0.208	0.191	0.169	0.149	0.131

【「パイプライン」 P316 表－9.4.7】

表 3-5-5 変形遅れ係数 F_1 の標準値

基礎材料 現地盤の土質	砂質土	礫質土
礫質土	1.0	1.0
砂質土	1.1	1.0
粘性土	1.3	1.2
その他	1.5 以上	1.5

【「パイプライン」 P316 表－9.4.9】

3.5.1.4 活荷重によるたわみ量

活荷重又は軌道荷重又は施工時荷重によるたわみ量は、式 (3.5.13) によって算出する。

$$\Delta X_2 = F_2 \cdot \frac{2K \cdot W_W \cdot R^4}{EI_S + 0.061e' \cdot R^3} \quad \dots \dots \dots (3.5.13)$$

ここに、

ΔX_2 : 活荷重又は軌道荷重又は施工時荷重によるたわみ量 (m)

R : 管厚中心半径 (m)

W_W : 活荷重又は軌道荷重又は施工時荷重による鉛直荷重 (kN/m²)

K : 基礎の支持角によって決まる係数 (表 3-5-4 参照)

F_2 : 変形遅れ係数 (ここでは、 $F_2 = 1.0$ とする。)

EI_S : 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の EI 値(短期) (kN/m²/m)
(表 3-4-1～表 3-4-4 参照)

e' : 基礎材の反力係数 (3.5.1.7 基礎材の反力係数 参照) (kN/m²)

3.5.1.5 管体の水平たわみ量

管体の水平たわみ量は、式 (3.5.14) によって算出する。

$$\Delta X = \Delta X_1 + \Delta X_2 \quad \dots \dots \dots (3.5.14)$$

ここに、

ΔX : 管体の水平たわみ量 (m)

ΔX_1 : 鉛直荷重、管内水重及び管体の自重によるたわみ量 (m)

ΔX_2 : 活荷重によるたわみ量 (m)

3.5.1.6 管体たわみ率

管体のたわみ率は、式 (3.5.15) によって算出する。

$$\frac{\Delta X}{2 \cdot R} \times 100 = \left\{ \frac{F_1(K \cdot W_v + K_0 \cdot w_0 \cdot R + K_P \cdot W_P)}{\frac{EI_L}{R^3} + 0.061e'} + \frac{F_2 \cdot K \cdot W_W}{\frac{EI_S}{R^3} + 0.061e'} \right\} \times 100 \quad \dots (3.5.15)$$

ここに、

ΔX : 管体の水平たわみ量 (m)

R : 管中心半径 (m)

3.5.1.7 基礎材の反力係数【参考】

基礎材の反力係数(e')は、現地盤の土質および施工方法などによって異なるので、以下の式 (3.5.16) により算定する。

$$e' = e'_0 \cdot \alpha_a \cdot \alpha_b \cdot \alpha_w \quad \dots (3.5.16)$$

ここに

e' : 基礎材の反力係数 (kN/m²)

e'_0 : 現地盤、施工方法、基礎材による基準反力係数 (表 3-5-6 参照) (kN/m²)

α_a : 溝幅による補正係数(現地盤が岩盤の場合は補正しない)

$$\alpha_a = \{1 + 0.1 \times (B_c - B_s)\} \leq 1.2 \quad \dots (3.5.17)$$

B_c : 設計の管心レベルの溝幅 (m)

B_s : 標準溝幅 (表 3-5-7 参照) (m)

α_b : 基礎材の締固め度合いによる補正係数 (表 3-5-8 参照)

α_w : 地下水位の影響による補正係数

$$\alpha_w = (P_r - 45)/50 \quad \dots (3.5.18)$$

P_r : 基礎材の締固め度 $\leq 95\%$

表 3-5-6 基準反力係数 e'_0 (kN/m²)

施工方法	矢板施工		素掘り施工	
基礎素材 現地盤の土質	砂質土	礫質土	砂質土	礫質土
礫質土	3,500	5,000	4,500	6,000
砂質土	3,000	4,000	4,000	5,500
粘性土	2,500	3,500	3,000	4,000
その他	1,000	1,500	1,500	2,000

注 1) 管側部における現地盤区分が 2 層以上となる場合は、管心レベルに占める割合により判定する。

2) その他の地盤とは、高有機質土や N 値が 0 程度の極めて軟弱な膨潤するような地盤をいう。

3) 岩盤は礫質土を参照する。

4) 簡易土留工法は素掘り施工と同等とする。

5) 鋼矢板の引き抜きをせず存置する場合は素掘り施工と同等とする。

【「パイプライン」P318 表 - 9.4.11】

表 3-5-7 標準溝幅 Bs 値 (管心レベルの値)

公称内径 (mm)	Bs 値(m)	公称内径 (mm)	Bs 値(m)
300	1.00	800	2.00
350	1.05	900	2.10
400	1.10	1000	2.20
450	1.15	1100	2.30
500	1.60	1200	2.60
600	1.70	1350	2.75
700	1.80	1500	2.90

- 注 1) 標準溝幅 Bs は、 $\alpha=1.0$ の場合の管心レベルの基準となる溝幅である。
 2) 設計の管心レベルの溝幅 Bc は、管底部の標準掘削幅と土質条件等現場で必要な掘削勾配により求まる。
 3) 複合配管における標準溝幅 Bs は、それぞれの関係に応じた標準溝幅 Bs の 1/2 をとり、
 管と管との間隔は「パイプライン」P283 表-9.2.4 により決定する。

【「パイプライン」P319 表-9.4.12】

表 3-5-8 締固め度合いによる補正係数 α_b

区 分	締固め度	
	I	II
砂 質 土	1.0	1.2
礫 質 土	1.0	1.1

注) 締固め度は「パイプライン」P316 表-9.4.6 を参照のこと。

【「パイプライン」P322 表-9.4.13】

3.5.2 内外圧による必要管厚

3.5.2.1 埋戻し土による水平土圧

埋戻し土による水平土圧は、式 (3.5.19) によって算出する。

$$P_v = \frac{1}{F_1} \cdot \frac{e'}{R} \cdot \frac{\Delta X_1}{2} \quad \dots \dots \dots (3.5.19)$$

ここに、

- P_v : 管体側面中心に作用する水平土圧 (kN/m²)
 e' : 基礎材の反力係数 (3.5.1.7 基礎材の反力係数 参照) (kN/m²)
 F_1 : 変形遅れ係数 (表 3-5-5 参照)
 R : 管厚中心半径 (m)
 ΔX_1 : 水平たわみ量 (m)

3.5.2.2 管体の自重による水平荷重

管体の自重による水平荷重は、式 (3.5.20) によって算出する。

$$P_p = \frac{1}{F_1} \cdot \frac{e'}{R} \cdot \frac{\Delta X}{2} \quad \dots \dots \dots (3.5.20)$$

ここに、

P_p : 管体の自重による水平荷重 (kN/m²)

F_1 : 変形遅れ係数 (表 3-5-5 参照)

e' : 基礎材の反力係数 (3.5.1.7 基礎材の反力係数 参照) (kN/m²)

R : 管厚中心半径 (m)

ΔX : 管体の自重による水平たわみ量 (m)

$$\Delta X = F_1 \cdot \frac{2 \cdot K_p \cdot W_p \cdot R^4}{EI_L + 0.061e' \cdot R^3} \quad \dots \dots \dots (3.5.21)$$

K_p : 基礎の支持角によって決まる係数 (表 3-5-4 参照)

W_p : 管体の単位面積当たり重量 (長さ 1m の環片から円周方向に 1m の間隔で切取ったものの重量) (kN/m²)

$$W_p = \gamma_p \cdot t \quad \dots \dots \dots (3.5.11)$$

EI_L : 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の EI 値(長期) (kN/m²/m)

短期の EI_s 値にクリープ係数 0.8 を乗じた値を用いる。

(表 3-4-1～表 3-4-4 参照)

3.5.2.3 管内水重による水平荷重

管内水重による水平荷重は、式 (3.5.22) によって算出する。

$$P_o = \frac{1}{F_1} \cdot \frac{e'}{R} \cdot \frac{\Delta X}{2} \quad \dots \dots \dots (3.5.22)$$

ここに、

P_o : 管内水重による水平荷重 (kN/m²)

ΔX : 管体内重による水平たわみ量 (m)

$$\Delta X = F_1 \cdot \frac{2 \cdot K_o \cdot w_o \cdot R^5}{EI_L + 0.061e' \cdot R^3} \quad \dots \dots \dots (3.5.23)$$

K_o : 基礎の支持角によって決まる係数 (表 3-5-4 参照)

w_o : 水の単位体積重量 (kN/m³)

F_1 : 変形遅れ係数 (表 3-5-5 参照)

e' : 基礎材の反力係数 (3.5.1.7 基礎材の反力係数 参照) (kN/m²)

R : 管厚中心半径 (m)

EI_L : 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の EI 値(長期) (kN/m²/m)

短期の EI_s 値にクリープ係数 0.8 を乗じた値を用いる。

(表 3-4-1～表 3-4-4 参照)

3.5.2.4 活荷重による水平荷重

活荷重による水平荷重は、式 (3.5.24) によって算出する。

$$P_w = \frac{1}{F_2} \cdot \frac{e'}{R} \cdot \frac{\Delta X_2}{2} \quad \dots \dots \dots (3.5.24)$$

ここに、

P_w : 活荷重による水平荷重 (kN/m²)

F_2 : 変形遅れ係数 (ここでは、 $F_2 = 1.0$ とする。)

ΔX_2 : 管体内重による水平たわみ量 (m)

$$\Delta X_2 = F_2 \cdot \frac{2K \cdot W_w \cdot R^4}{EI_S + 0.061e' \cdot R^3} \quad \dots \dots \dots (3.5.25)$$

K : 基礎の支持角によって決まる係数 (表 3-5-4 参照)

W_w : 活荷重又による鉛直荷重 (kN/m²)

e' : 基礎材の反力係数 (3.5.1.7 基礎材の反力係数 参照) (kN/m²)

R : 管中心半径 (m)

EI_S : 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の EI 値(短期) (kN/m²/m)
(表 3-4-1～表 3-4-4 参照)

3.5.2.5 管体側面中央に作用する水平荷重

管体側面中央に作用する水平荷重は、式 (3.5.26) によって算出する。

$$P = P_v + P_p + P_0 + P_w \quad \dots \dots \dots (3.5.26)$$

ここに、

P : 管体側面中央に作用する水平荷重 (kN/m²)

P = 水平土圧+管体の自重及び管内水重+水平活荷重

P_v : 管体側面中心に作用する水平土圧 (kN/m²)

P_p : 管体の自重による水平荷重 (kN/m²)

P_0 : 管内水重による水平荷重 (kN/m²)

P_w : 活荷重による水平荷重 (kN/m²)

3.5.2.6 外圧によって延長 1m あたりの管体に作用する最大曲げモーメント

外圧によって延長 1m 当たりの管体に発生する最大モーメントは、式 (3.5.27) によって算出する。

$$M = k1 \cdot W \cdot R^2 + k2 \cdot w_0 \cdot R^3 + k3 \cdot W_d \cdot R + k4 \cdot P \cdot R^2 \quad \dots \dots \dots (3.5.27)$$

ここに、

M : 外圧によって延長 1m 当たりの管体に発生する最大モーメント
(kN・m/m)

$k1 \sim k4$: 曲げモーメント係数 (表 3-5-9 参照)

W : 管体の単位面積に働く鉛直荷重 (kN/m²)

W = 鉛直土圧 + 活荷重 【「パイプライン」 P308】

W_v : 埋戻し土又は盛土によって管体に加わる鉛直土圧 (kN/m²)

W_w : 活荷重又による鉛直荷重 (kN/m²)

w_o : 水の単位体積重量 $w_o=9.8$ (kN/m³)

W_d : 管長 1m あたりの管体重量 (kN/m²)

P : 管体側面中央に作用する水平荷重 (kN/m²)

P = 水平土圧 + 管体の自重及び管内水重 + 水平活荷重

R : 管厚中心半径 (m)

表 3-5-9 とう性管の横断面に生じる最大曲げモーメント(単位:kN・m/m)

対象荷重	設計 支持角 ($2\theta^\circ$)	自由支承	
		最大曲げ モーメント	荷重作用状態
鉛直分布荷重 (k1)	60	$0.377 WR^2$	
	90	$0.314 WR^2$	
	120	$0.275 WR^2$	
	180	$0.250 WR^2$	
管内水重 (k2)	60	$0.420 w_o R^3$	
	90	$0.321 w_o R^3$	
	120	$0.260 w_o R^3$	
	180	$0.220 w_o R^3$	
管体自重 (k3)	60	$0.134 W_d R$	
	90	$0.102 W_d R$	
	120	$0.083 W_d R$	
	180	$0.070 W_d R$	
側面水平荷重 (k4)	60	$-0.166 PR^2$	
	90	$-0.166 PR^2$	
	120	$-0.166 PR^2$	
	180	$-0.166 PR^2$	

・・・・・・【「パイプライン」 P308 表 - 9.4.2】

3.5.2.7 内圧から求める管厚

内水圧により中実部に発生する引張応力が、管材の許容応力度以内にあることを条件として導いた式 (3.5.28) によって求められる。

$$t_s \geq \frac{H \cdot D}{2 \cdot \sigma_a} \quad \dots \dots \dots (3.5.28)$$

ここに、

σ_a : 許容引張応力度 (N/mm²)

H : 設計水圧 (MPa)、 $H = H_1 + H_2$ (MPa)

H_1 : 静水圧 (MPa) H_2 : 水撃圧 (MPa)

t_s : 中実部管厚 (mm)

D : 管の内径 (mm)

3.5.2.8 内外圧から求める管厚

内外圧が同時に作用するとき、管体に生じる曲げモーメントにより発生する縁応力度が、管材の許容応力度以内にあることを条件として導いた式 (3.5.29) によって求められる。

$$t \geq \frac{0.5D \cdot H + \sqrt{(0.5D \cdot H)^2 + 24\alpha \cdot \sigma_a \cdot M}}{2 \cdot \sigma_a} \quad \dots \dots \dots (3.5.29)$$

ここで、式 (3.5.29) を σ について解くと、式 (3.5.30) が得られる。

$$\sigma_a \geq \frac{H \cdot D \cdot t + 12 \cdot \alpha \cdot M}{2 \cdot t^2} \quad \dots \dots \dots (3.5.30)$$

ここに、

σ_a : 許容引張応力度 (N/mm²)

H : 設計水圧 (MPa)、 $H = H_1 + H_2$ (MPa)

H_1 : 静水圧 (MPa) H_2 : 水撃圧 (MPa)

t : 管厚 (mm) $t = t_s + t_R$

t_s : 中実部管厚 (mm) t_R : 中空リブ換算厚 (mm)

D : 管の内径 (mm)

M : 外圧によって延長 1m 当たりの管体に発生する最大モーメント
(kN・m/m)

α : 引張強さ / 曲げ強さ

ポリエチレン管 $\alpha = 0.75$

[施工編]

4. 施 工

4.1 施工の重要性

4.1.1 施工の重要性

埋設された内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管は、鉛直土圧によりたわみ、周囲の土の反力を受けつつ、土と協力して鉛直土圧を支える構造物であるから、側面の抵抗土圧が十分働くように砂や碎石のような良質な土砂を用いて周辺を裏込めし、均一に十分締固めを行うことが必要である。締固めることにより鉛直荷重による側方のわずかな変形で抵抗土圧が発生し、管は安定する。

しかし、裏込め材料の選定を誤るとか、締固めが不十分な場合には、側方への変形が非常に大きくなり、思わぬ事故の原因となることがある。

このように、たわみ性管はその力学特性をよくふまえた上で施工を行うことが重要となってくる。

4.1.2 掘 削

掘削は、設計図書に基づいて確実に行う。特に、機械掘削の場合は、掘り過ぎや溝底が波形にならないよう注意する。底面は人力で凹凸をなくし、所定の縦断勾配になるように平坦に床付け面を仕上げる。地下水等の水分は溶接作業に悪影響を与えるため、湧水のあるところではウエルポイント工法、及び釜場排水工法等を用いて地下水位を低下させる。また、敷設後にも管内に水が入らないよう排水工を十分に行う。また、継手部はあらかじめ図4-1-1に示す継手掘りを施す必要がある。

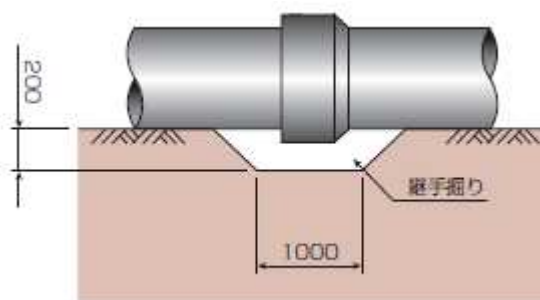


図4-1-1 継手掘り

4.1.3 裏込め材料

裏込め材料は、その性質の良否が施工後の内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管に影響を及ぼすため、なるべく良質な材料、特に圧縮性のない砂、砕石などで粒度分布が良い材料が望ましく、かつ粒径が40mmを超える礫を含まない材料が良い。なお、たわみの抑制効果を高めるために、裏込め材料として安定処理土を使用することもある。

4.2 荷降ろし・運搬・保管

4.2.1 荷降ろし・運搬

管の荷降ろし・運搬については以下の点に留意することとする。

- (1) 管の下には入らない。
- (2) 管の吊降ろしに使用するナイロンスリング、ビニール被覆ワイヤーは使用前に必ず点検を行うこと。また、2点吊りで使用すること。
- (3) 管の上は滑りやすいため、乗らないこと。
- (4) 運搬の際には管を放り投げたり、衝撃を与えるような取り扱いをしてはならない。
- (5) 管を引きずって運搬してはならない。
- (6) フォークリフト、クレーン等を用い、衝撃を与えないように安全に吊り降ろしをする。
- (7) 後の作業性を考慮して、電熱体端子を上部に向け、作業を行う。

4.2.2 保管

管の保管については以下の点に留意することとする。

- (1) 保管場所は平坦な場所を選び、10cm 角の枕木を置き、不陸・ソリが生じないように管を静置する。(図 4-2-1 参照)
- (2) 保管時の管の変形を防止する為、積み上げ保管は行ってはならない。
- (3) 保管時にはシート等により、直射日光及び雨を避ける。特に電熱線が埋め込まれている EF 受口部には注意をする。
- (4) EF 受口部と差口部は交互に置く。
- (5) 電熱体端子を上部にして保管する。

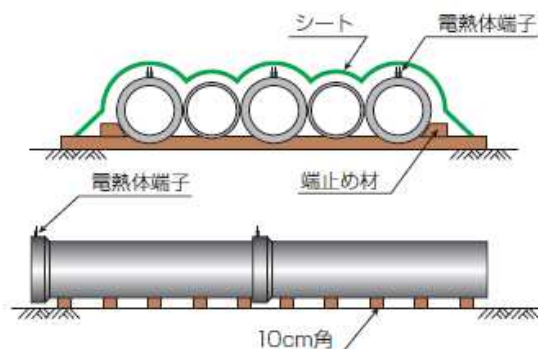


図4-2-1 管の保管

4.3 配 管

4.3.1 配管作業フローチャート

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の EF 接合作業フローチャートは図 4-3-1 に示すとおりである。

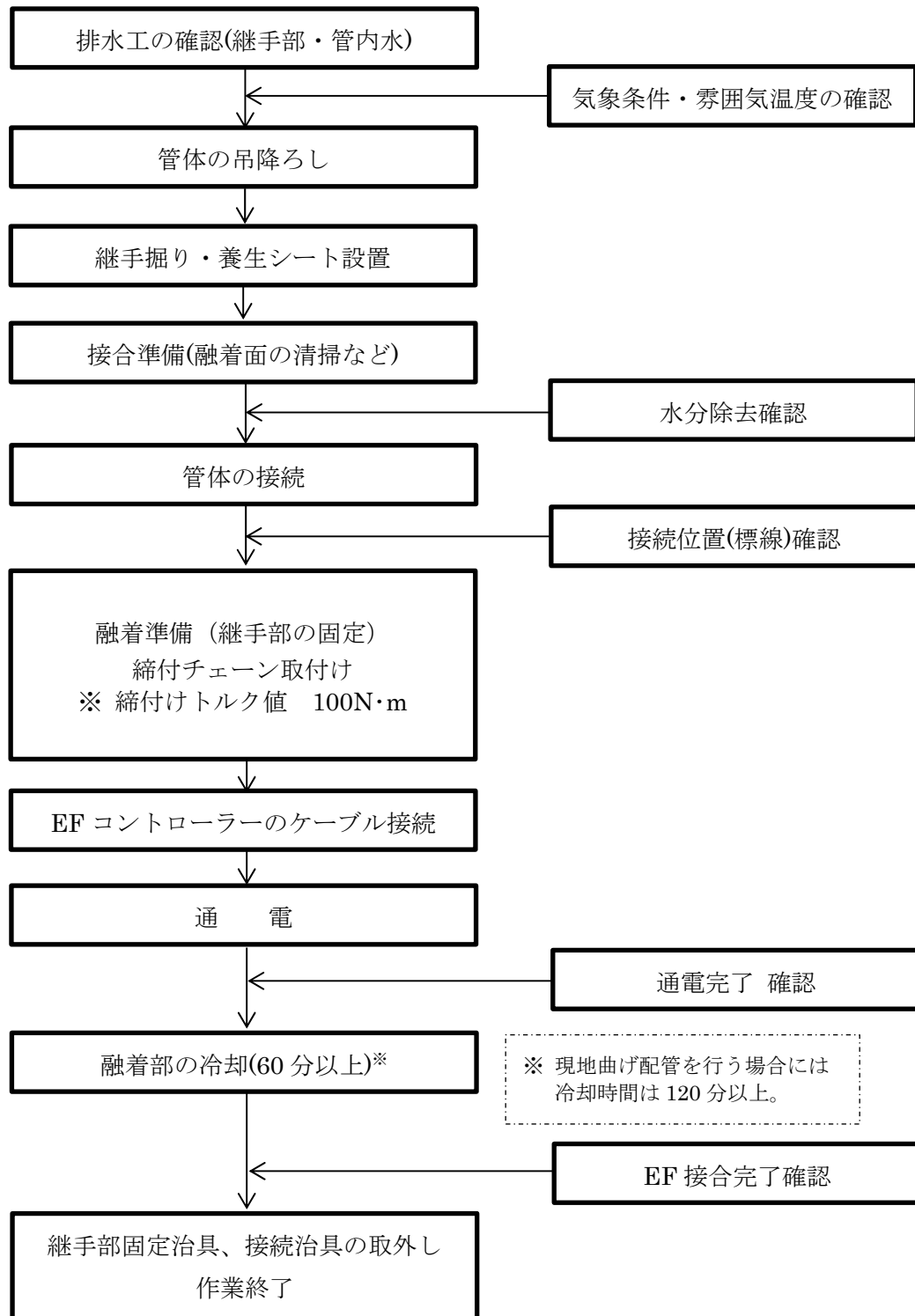


図 4-3-1 EF 接合作業フローチャート

4.3.2 EF 接合の施工に必要な工具

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の EF 接合の施工に必要な工具は表 4-3-1、表 4-3-2 に示すとおりである。また、図 4-3-2 に示す養生シートを準備する。

表 4-3-1 EF 接合に必要な工具

項 目	作 業 名	必要治工具	1箇所当り	備 考
保 管	保管	養生シート	—	管体の長期保管、直射日光防止、防塵など
		敷き板、端止め材	—	保管時の変形防止
温 度 養 生	温度養生	養生シート、短管パイプ、クランプ	1 基	温度養生、風雨避け、加温
	加温	ジェットヒーター	1 基	気温が-10℃以下の場合
接 合 準 備	融着面の仮清掃	厚手のペーパータオル	5枚程度	融着面の清掃
	融着面の水滴除去	小型ヒーター	1 台	融着面の水滴除去
	融着面の清掃	エタノールまたはアセトン、厚手のペーパータオル	50m ²	融着面の清掃
	吊り降ろし	ナイロンスリング ^{※1}	2本以上	
接 合	接合	レバブロック 定格荷重3t以上	3台	φ300、φ350
			2台 ^{※2}	φ400～φ1200
		ナイロンスリング ビニール被覆ワイヤー ^{※1}	4台	φ1350～φ2000
			6本	φ300、φ350
		ゴムシート (10mm厚、30cm×30cm以上)	4本 ^{※2}	φ400～φ1200
			8本	φ1350～φ2000
			9枚	φ300、φ350
			6枚 ^{※2}	φ400～φ1200
融 着	融着準備	締付チェーン・保護シート	1 基	
		トルクレンチ(100N・m)	1 基	
	配線	EFコントローラー	1 台	
	融着開始	発電機	1 台	φ300～φ600(5.5KVA、220V以上) φ700～φ2000(25KVA、200V以上)
		200V延長コード	1 台	
	融着面の隙間確認	チェックゲージ(0.2mm厚)	1 個	
融着部冷却	融着部の冷却	白マジックインキ	—	
		時計	1 個	

※1 管の接合に使用するナイロンスリングやビニール被覆ワイヤーは、必ずご使用になる前に、取扱説明書を確認していただき、内容をご理解の上、正しく使用下さい。また使用前に必ず点検を行って下さい。

※2 呼び径φ400～φ1200の範囲で短管や曲管等の部材を接合する場合には、接合のバランスをとるため、レバブロック(3t以上)を3台使用する場合があります。それに伴い、ナイロンスリング、ゴムシートを追加して準備して下さい。

表 4-3-2 工具の外観

専 用 工 具	① 小型ヒーター 	② EFコントローラー 	③ チェックゲージ 
	① 養生シート 	② エタノール または アセトン 	③ 厚手のペーパータオル 
	④ 200V延長コード 設置3P、20A、250V 電線太さ 3.5mm ² 以上 長さ30m以内 	⑤ レバブロック保護用 ゴムシート 10mm厚、30cm×30cm以上 	⑥ トルクレンチ 締付けトルク 100N・m 

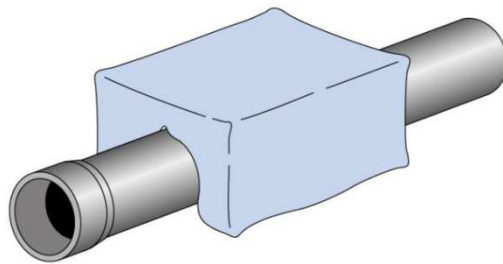


図 4-3-2 養生シート

4.3.3 気象条件の確認

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の EF 接合作業を行う場合には、事前に気象条件を確認し、以下の事項を厳守して作業を開始する。

- (1) 降雨時の EF 接合作業は原則禁止であるが、やむを得ず作業を行う場合は、融着部、コントローラー、発電機が濡れないよう養生シートでカバーした後、十分注意をして作業を開始する。
- (2) 気温が -10°C 以下または 40°C 以上の場合は、コントローラーの電源が入らないもしくは正常に作動しない場合があるため、作業を行う際には十分注意が必要である。 -10°C 以下の場合には、コントローラーをジェットヒーターで加温し、 40°C 以上の場合には、直射日光下でコントローラーの使用は行わない。

4.3.4 EF 接合準備

EF 接合準備は以下の手順で行う。

- (1) 継手の梱包材の取り外し

継手部の梱包材は、融着面を傷つけず、かつ泥等が付着しないように取り外す。

- (2) 融着面の清掃

差口外面、EF 受口内面の清掃はエタノールまたはアセトンをしみ込ませた厚手のペーパータオルで行い、泥、油脂および水分等の汚れを完全に除去する。清掃後には、融着面に手を触れないようにする。

4.3.5 管の接続

EF 接合における管の接合は以下の手順で行う。

(1) 接合工具の設置

図 4-3-3、図 4-3-4 および写真 4-3-1 に示すとおり、管の中心位置をあわせて、ナイロンスリング、またはビニール被覆ワイヤー、レバーブロックを設置する。その時に管とレバーブロックが直接触れないようにゴム板等で養生する。(写真 4-3-2)

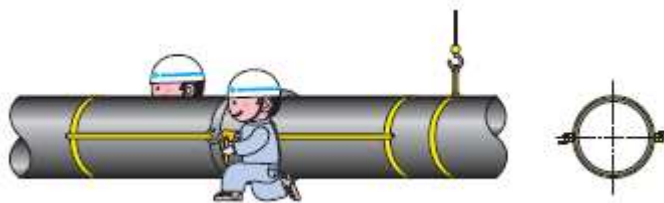


図 4-3-3 接合状況(φ 600～φ 1200 : 2 点接合)



図 4-3-4 接合状況(φ 1350～φ 1500 : 4 点接合)



写真 4-3-1 接合状況



写真 4-3-2 レバーブロック
干渉部の保護

(2) 接続

レバーブロックにより、差口部を EF 受口部に引き込み、管底高さ、管中心位置を調整しながら接合する。

(3) 接合完了時の管理基準

図 4-3-5 に示すとおり、接合後の抜け出し量が許容値以内であるか確認する。あらかじめ差口外面に記入されている 1 本目の標線が全周にわたり、EF 受口によって隠れている状態であることを確認する。

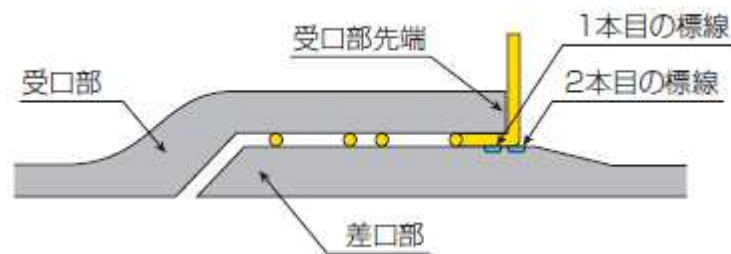


図 4-3-5 管体の接合位置確認

4.3.6 融着準備

融着を確実にを行うために、接続完了後の融着部を固定するを目的として工具を設置する。なお、工具の設置位置は、**図 4-3-6**に示すとおりにする。工具取り付けはトルクレンチを使用して、締付けトルク値は $100(\text{N} \cdot \text{m})$ とする。

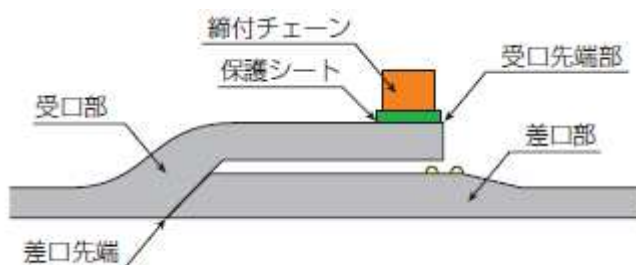


図 4-3-6 締付チェーンの設置位置



写真 4-3-3 締付チェーン

4.3.7 融着(通電)

融着に使用する EF コントローラーの概要を**写真 4-3-4**に示す。まず、出力ケーブルを EF 受口部の電熱体部端子に接続後に、EF コントローラーの電源を ON にする。融着条件バーコードをバーコードリーダーで読み込ませた後、融着スタートボタンを押して融着を開始する。EF コントローラーからブザー音が鳴ると融着完了であり、EF コントローラーの電源を OFF にした後、ケーブルを取り除く。

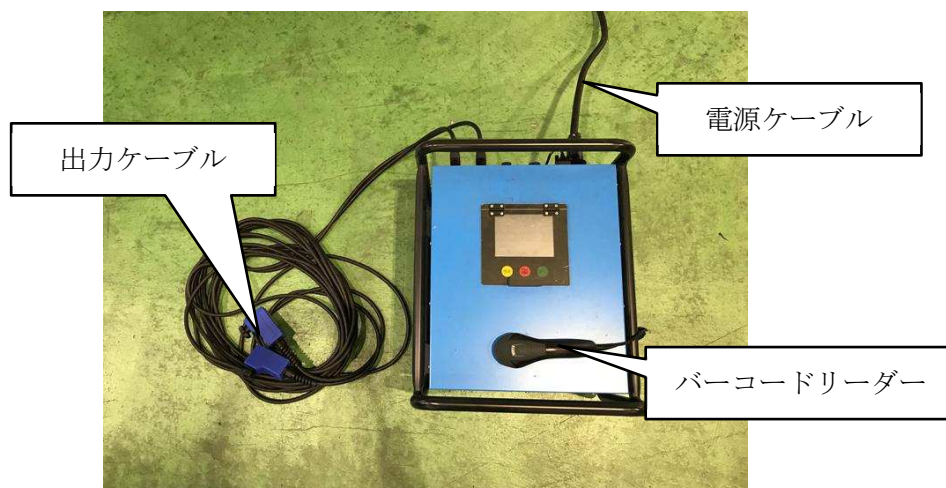


写真 4-3-4 EF コントローラー

4.3.8 冷却

融着開始後に管体に冷却終了時間(融着完了時間の 60 分後)を書き込む。レバーブロック等の接続、固定に用いた工具は装着したまま、融着部の自然冷却を行う。



写真 4-3-5 冷却状況

4.3.9 EF 接合完了確認

EF 接合完了の確認は、冷却終了後に隙間ゲージ(0.2mm)が図 6-3-7 に示す接合部(EF 受口と差口の隙間)に差し込むことができないことを確認する。

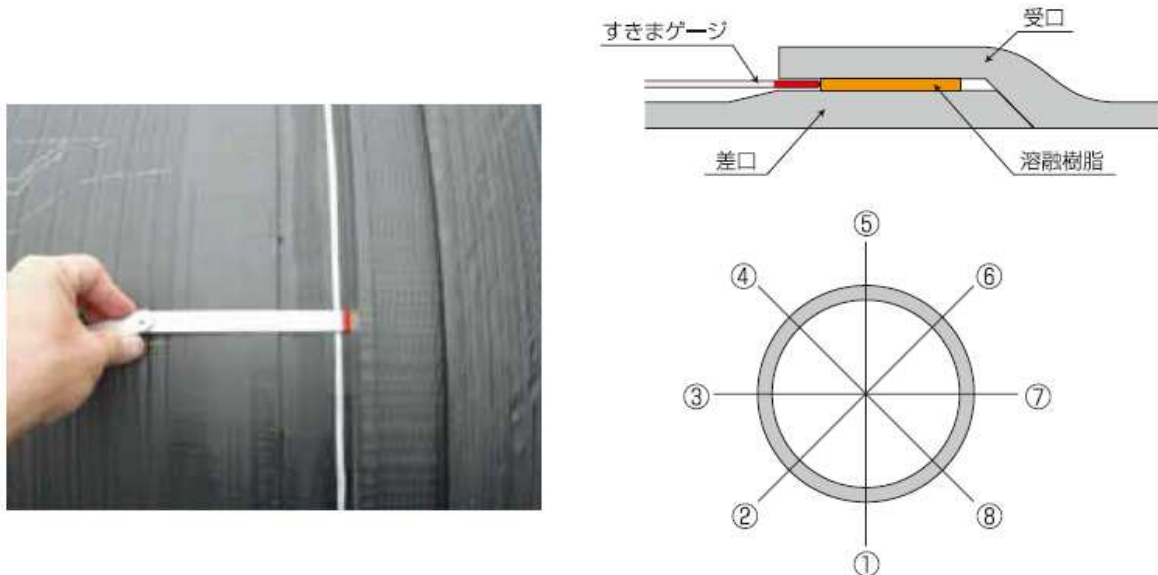


図 4-3-7 EF 接合完了確認方法と確認位置図

4.4 直管の生曲げ配管

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管は柔軟性に優れているため、表 4-4-1 の最小曲げ半径以上であれば、直管を生曲げ配管することが可能である。

表 4-4-1 直管の生曲げ配管時の最小曲げ半径の目安

(単位 : m)

公称内径	600	700	800	900	1000	1100	1200	1350	1500
SR140	55	65	70	75	90	100	105	120	130
SR110	55	65	70	75	90	90	105	120	130
SR70	-	65	70	75	85	90	105	120	130
SR40	-	-	-	75	85	90	100	110	120

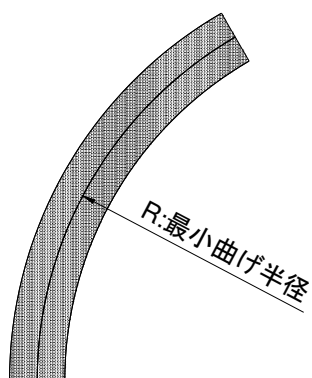


図4-4-1 直管の生曲げ配管(最小曲げ半径)

5. 参考資料

5.1 耐薬品性試験

(1) 目的

管材料の耐薬品性能を調査する。

(2) 試験方法

表 5-1-1 の試験液に 5 時間浸せきした後、流水中で 5 秒洗浄し、(水による耐薬品性の場合には行わない。) 乾いた布で表面の水分を拭き取り、はかりびん(瓶)に入れて質量を量る。式 (5.1.1) により質量変度 $mc(\text{mg}/\text{cm}^2)$ を算出する。

$$mc = \frac{mb - ma}{S} \dots\dots\dots (5.1.1)$$

ここに、

ma : 試験片の浸せき前の質量 (mg)

mb : 試験片の浸せき後の質量 (mg)

S : 試験片の表面積 (cm^2)

表 5-1-1 試験液の純度及び濃度

試験液の種類	試験液の純度及び濃度
水	蒸留水又はイオン交換水
塩化ナトリウム溶液	JIS K 8150[塩化ナトリウム(試薬)]の塩化ナトリウム 10w/w%水溶液
硫酸	JIS K 8951[硫酸(試薬)]の硫酸 30w/w%水溶液
水酸化ナトリウム溶液	JIS K 8576[水酸化ナトリウム(試薬)]の水酸化ナトリウム 40w/w%水溶液

(3) 試験条件

1) 試験片 直管から長さ約 50mm の管状片を切り取り、これらの弦の長さ約 25mm に切り取ったものを、各試験ごとに 2 個作成する。

2) 試験温度 $60 \pm 2^\circ\text{C}$

(4) 試験結果

試験結果を表 5-1-2 に示す。

表 5-1-2 耐薬品性試験結果

試験液名	質量変化度 (mg/cm^2)
水	+0.0180
塩化ナトリウム溶液	-0.0193
硫酸	-0.1030
水酸化ナトリウム溶液	-0.0405

備考 n=2 の平均値を表す。

(5) 考 察

試験結果より、管材料は各溶液とも質量変化度が規格値の $\pm 0.2\text{mg/cm}^2$ 以下であり、各溶液に対して安定であることが認められた。

5.2 偏平試験

(1) 目的

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管片に荷重を加え、管のたわみ率と荷重との関係を調べるとともに、表 3-4-1 のたわみ荷重（5%偏平）を満足することを確認する。

(2) 試験方法

図 5-2-1 に示す試験方法により、管のたわみ率が 5%になるまで偏平させ、たわみ率と荷重の関係を測定する。

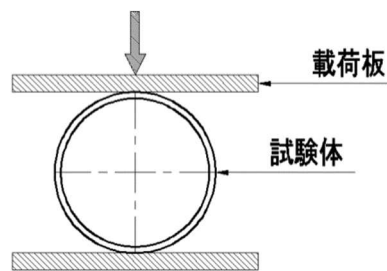


図 5-2-1 偏平試験

(3) 試験条件

1) 試験片：以下に示す 2 種類の内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の直管より試験片を作成する。

公称内径 600、管種 SR140

公称内径 800、管種 SR140

2) 試験温度 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$

3) 載荷速度 10mm/分

(4) 試験結果

試験結果を表 5-2-1 に示す。

表 5-2-1 偏平試験結果

公称 内径	管種	管厚 (mm)	規格圧縮量 (mm)	試験結果 (kN/m)	たわみ荷重 (kN/m)
600	SR140	31	30.0	39.2	28.2
800	SR140	41	40.0	44.6	37.6

※管厚は PE-GF 管厚+リブ換算管厚の単純合計値

(5) 考察

試験結果より、管の規定圧縮量(5%)におけるたわみ荷重は、表 3-4-1 のたわみ荷重（5%偏平）P を満足していることが認められた。

5.3 3点曲げ試験

(1) 試験目的

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の曲線配管(直管の生曲げ)の挙動を把握するとともに、管体の許容曲率半径を把握する。

(2) 試験方法

1) 供試体

供試体は、図 5-3-1 に示すとおり、内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管($\phi 600$ 、SR140)を EF 接合し、 $L=12\text{m}$ の一体化管路を構成した。

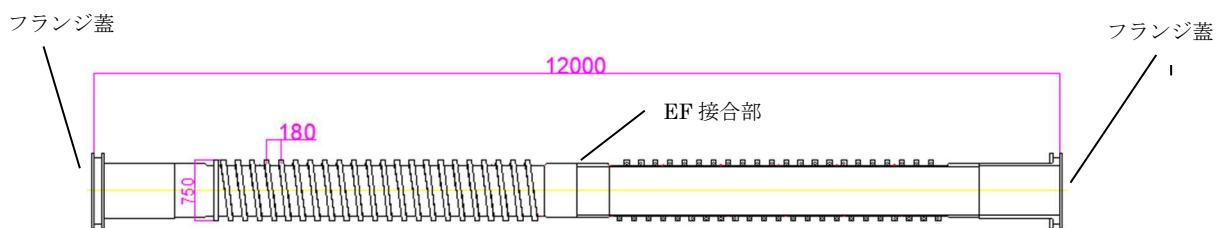


図 5-3-1 供試体形状図

2) 試験方法

試験方法は、図 5-3-2 に示すとおり、供試体の中央部を油圧シリンダーにて水平方向に移動させ、供試体を屈曲した後に内圧を作用させた。両端支持部は水平方向に変位しないよう支柱にて保持した。



図 5-3-2 3点曲げ試験方法

3) 試験結果及び考察

3点曲げ試験の結果を表 5-3-1 に示す。

曲率半径 $R=16.1\text{m}$ で曲げても、供試体の管本体、継手部には破壊および漏水なき事が確認された。

表 5-3-1 供試体状況

曲率半径 [m]	偏角 [°]	試験水圧 [MPa]	供試体状況	備考
32.0m(43D)	6.6	0.2	破壊せず漏水なし	5 分保持
23.4m(32D)	9.0	0.2	破壊せず漏水なし	5 分保持
16.1m(22D)	13.3	0.2	破壊せず漏水なし	5 分保持

5.4 布設歩掛

内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の布設歩掛は表 5-4-1 に示すとおりとする。

表5-4-1 内圧用高耐圧ポリエチレンリブ管の布設歩掛

公称内径 (mm)	据付工 (10m当たり)			継手工 (1箇所当たり)			
	配管工 (人)	普通作業員 (人)	トラックレン (日)	世話役 (人)	配管工 (人)	普通作業員 (人)	機械器具損料 及び消耗品
600	0.48	1.05	0.26	0.26	0.52	0.26	労務費の 25%
700	0.54	1.27	0.33	0.33	0.66	0.33	
800	0.58	1.47	0.36	0.36	0.72	0.36	
900	0.62	1.62	0.40	0.40	0.80	0.40	
1000	0.66	1.78	0.40	0.40	0.80	0.40	
1100	0.69	1.91	0.40	0.40	0.80	0.40	
1200	0.77	2.26	0.47	0.47	1.41	0.94	
1350	0.81	2.43	0.50	0.50	1.50	1.00	
1500	0.85	2.58	0.53	0.53	1.59	1.06	

※1 本歩掛は目安であり、工期を保証するものではありません。

※2 本歩掛は、平地での作業を想定したものであり、現地の状況により異なる場合がある。

※3 トラッククレーンの仕様は、現地の状況より異なる場合がある。

※4 機械器具とは、レバブロック、発電機、EF コントローラー等を示す。

※5 発電機の仕様はコントローラー1 台に対し 25KVA、1 台とします。

※6 消耗品とは、エタノール、キムタオル等の融着部の洗浄に使用するもの、および燃料代を示す。

※7 -10℃以下で施工を行なう場合は、ジェットヒーターを別途に計上するものとする。

※8 水密試験等実施の場合の歩掛は別途に計上するものとする。

「ハウエル」・「ダイプラ」は、商標登録です。

タキロンシーアイシビル株式会社

札幌営業所	〒060-0001	札幌市中央区北一条西 1-6 (さっぽろ創成スクエア)	☎011 (221) 3053
大阪本社	〒530-0001	大阪市北区梅田 3-1-3 (ノースゲートビルディング)	☎06 (6453) 9270
東京支社	〒105-0014	東京都港区芝 3-8-2 (住友不動産芝公園ファーストビル)	☎03 (6665) 8247
恵庭工場	〒061-1433	北海道恵庭市北柏木町 3-112	☎0123 (32) 3141
土浦工場	〒315-0052	茨城県かすみがうら市下稲吉 2585	☎029 (875) 3615
赤穂工場	〒678-0207	兵庫県赤穂市西浜北町 1074-14	☎0791 (43) 0950

※ 商品の写真は印刷のため、現物とは多少色が異なる場合があります。

※ 製品改良のため、予告なしに仕様変更する場合があります。あらかじめご了承ください。

※ この技術資料に記載された用途は、本製品の該当用途への適応を無条件で保証するものではありません。

※ この設計・施工マニュアルの記載内容は、2025 年 4 月現在のものです。