



クボタケミックス水道配水用ポリエチレンパイプ

Kubota ChemiX Higher Performance Polyethylene (HPPE) Pipes and Fittings for Water Supply

《第三世代高密度ポリエチレンパイプ》

技 術 資 料



株式会社 **クボタケミックス**

はじめに

水道配水用ポリエチレンパイプは、第三世代高密度ポリエチレン(HPPE / PE100)を使用し、信頼性の高いEF(エレクトロフュージョン)接合を採用したことで、耐震性、長期耐水圧性、耐食性などの優れた特長を持ち、平成8年の発売以来、数多くのご採用を頂いております。

このパイプは、平成9年9月に日本水道協会規格(JWWA K144(管) / K145(管継手)が制定された後、平成16年6月の「水道ビジョン：厚生労働省」、平成17年1月の「水道事業ガイドライン(JWWA Q100)：日本水道協会」で耐震管として定義され、平成21年の「水道施設耐震工法指針・解説：日本水道協会」にも耐震計算方法が掲載され、優れた耐震性が認められてきました。さらには、平成16年の新潟県中越地震や平成19年の能登半島地震と新潟中越沖地震、平成20年の岩手宮城内陸地震、平成23年の東日本大震災にいたる数々の大地震でも、地震動による管路の被害は無く、耐震性の実証もされています。

また、長期耐水圧性の面では、これまでもJWWA K144の解説にあるように、プラスチックパイプの長期耐圧強度の決定方法である国際規格ISO 9080に基づいた50年後の強度が推定されておりましたが、さらに、配水用ポリエチレンパイプシステム協会での研究で、100年後でも十分な強度を持つことが検証されました。この研究では、内圧以外にも外圧・耐震性・耐塩素水性なども含めた長期寿命の検証も行っています。

このように、水道配水用ポリエチレンパイプは、平成25年3月に発表された新水道ビジョンに示された水道の理想像を実現するための3つの観点「安全」「強靱」「持続」の各々に、その耐震性、長期寿命、耐食性などの特長で貢献できる優れた製品です。

この技術資料は、水道配水用ポリエチレンパイプによる管路の設計・施工をご担当される皆様のご要望に供することを目的としています。この冊子をご愛読いただき、水道配水用ポリエチレンパイプの特長を生かした配管設計・施工により、信頼できる管路を構築されるようお願いいたします。

目次

1. 特 長

- 1.1 水道配水用
ポリエチレンパイプの特長 1
- 1.2 第三世代高密度ポリエチレンとは 2
- 1.3 EF接合とは 5
- 1.4 他管種との特性比較 6

2. 規 格

- 2.1 管及び管継手規格一覧 7
- 2.2 管及び管継手品目表 8
- 2.3 性能 10

3. 機 能

- 3.1 基本物性 17
- 3.2 引張特性 18
- 3.3 扁平特性 19
- 3.4 クリープ特性 20
- 3.5 応力緩和特性 20
- 3.6 機能試験結果 21
- 3.7 耐震性 32
- 3.8 溶剤浸透 40
- 3.9 耐薬品性 41

4. 設 計

- 4.1 基本事項 43
- 4.2 使用範囲 43
- 4.3 内圧設計 44
- 4.4 外圧設計 44
- 4.5 水理設計 46
- 4.6 配管設計 49
- 4.7 耐震計算 56

5. 施 工

- 5.1 基本事項 65
- 5.2 取り扱い 65
- 5.3 接合 67
- 5.4 布設 83
- 5.5 埋設工事 84
- 5.6 水圧試験 86
- 5.7 補修 88
- 5.8 布設歩掛(参考) 90

6. 使用上の注意 94

1. 特 長

1

特
長

水道配水用ポリエチレンパイプは、「第三世代高密度ポリエチレン」を使用し、接合方法に信頼性の高いEF（エレクトロフュージョン）接合を採用したことで、以下のような特長をもっています。

1.1 水道配水用ポリエチレンパイプの特長

1. 耐震性

水道配水用ポリエチレンパイプは、阪神大震災を契機に耐震管として誕生し、水道事業ガイドラインや平成25年度管路の耐震化に関する検討報告書で耐震管と認定され、水道施設耐震工法指針・解説2009には耐震計算式が掲載されています。

この管で構築された管路は、柔軟で伸びが大きい材料特性と、管と継手が一体化構造となるEF接合により、レベル2地震動だけでなく、地割れや段差、液状化などにより生じる地盤変状に対しても、管路機能を損なうことなく吸収する性質を有します。

表-1.1に示すように、過去に発生した大地震でも被害は無く、2011年3月の東日本大震災においても、津波被害を除く一般的な埋設地域で被害はありませんでした。

表-1.1 水道配水用ポリエチレン管の近年の地震での被害（出典 配水用ポリエチレンパイプシステム協会より）

地震名	時期	調査地域	最大震度	管路延長	被害状況
新潟県中越	2004.10	小千谷市	6強	約11.4km	無※
能登半島	2007. 3	門前町	6強	約2km	無
新潟県中越沖	2007. 7	柏崎市	6強	約13km	無
岩手・宮城内陸	2008. 6	奥州市	6強	約47.4km	無
東日本大震災	2011. 3	宮城県、岩手県、茨城県、千葉県24市町村	7	約470km	無 (津波被害除く)
熊本地震	2016. 4	益城町、他	7	約147.7km	無

※フランジ部からの漏水が1ヵ所見られたが管及びEF接合部には被害なし。

2. 長期耐久性

水道配水用ポリエチレンパイプの材料は第三世代高密度ポリエチレンHPPE/PE100を使用しています。そのため、SDR11*1の管厚設計と相まって、内圧1.0MPaで50年後において安全率2.0の設計強度を有しています。*2

*1 SDR(Standard Dimension Ratio)=外径基準寸法/最小厚さ寸法

*2 内圧1.0MPaでSDR11の管に生じる周方向引張応力は5.0MPa

3. 接合部強度

水道配水用ポリエチレンパイプの接合方法は、ヨーロッパの水道配管で豊富な実績があるEFシステムです。簡単な操作で管と継手が組織的に一体化構造となり、信頼性の高い接合部強度が得られます。

4. 施工性

軽量のため取り扱いが容易で、陸継ぎ長尺管による施工が可能です。また可とう性があるため、直管による曲げ配管ができ、曲管の使用が少なく済みます。

5. 耐食性・耐酸性

海岸地帯の塩害や日本の国土の大部分を占める酸性土壌地盤において、優れた耐食性を維持します。

6. 流量特性

寸法規格はISO規格に準拠しました。SDR11の管厚設計で、呼び径に近い内径を確保しているため、優れた流量特性を維持しています。

7. 充実したラインアップ

耐震性の高いフランジレス継手（仕切弁、鋳鉄異形管）などやメカニカル継手、不断水T字管、補修継手など、多彩な製品群をもって、水道管路のレベルアップをご提案いたします。

8. その他の特長

水道配水用ポリエチレンパイプは耐薬品性、耐衝撃性、耐寒性など、従来のガス用ポリエチレン管や水道用ポリエチレン二層管の特長をそのまま継承し、さらに水道管として必要な耐塩素水性を備えています。

1.2 第三世代高密度ポリエチレンとは

1.2.1 ポリエチレンの分類

一般にポリエチレン樹脂はその密度により、低密度ポリエチレン、中密度ポリエチレン、高密度ポリエチレンの3つに大別されます。この密度による分類は、図-1.1に示すように一般特性の傾向はわかるものの、設計上の性能を明確に規定するものではありません。そこで、近年、パイプ用途の材料については、ISO9080*1に定められた方法で求めた長期静水圧強度をもとに分類する方法が主流となっています。これは内圧クリープ試験(任意の一定内圧を負荷したパイプを一定温度で保持し、パイプが破壊するまでの時間を測定する試験)で得られたデータから、20℃で50年間使用可能な一定応力値を予測し、その値によって、グレード分けする方法です。(表-1.2参照)

図-1.1 密度によるポリエチレンの一般特性

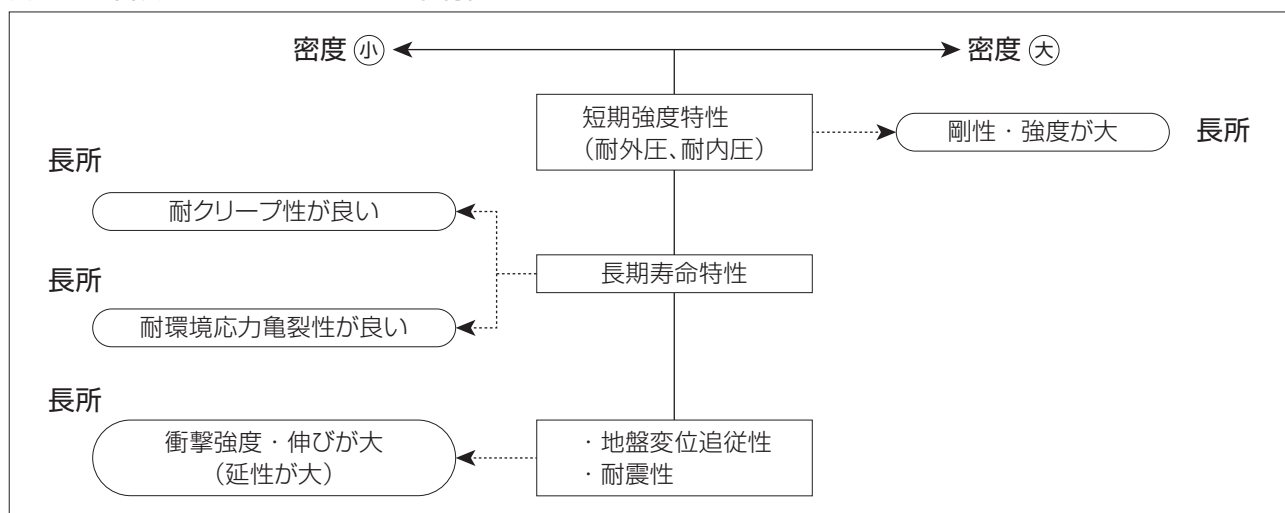


表-1.2 長期静水圧強度に基づくポリエチレンの分類

σ_{LPL} *2の範囲 MPa	MRS(最小要求強度) MPa	グレード
3.15~3.99	3.15	PE32
4.00~4.99	4.0	PE40
5.00~6.29	5.0	PE50
6.30~7.99	6.3	PE63
8.00~9.99	8.0	PE80
10.00~11.19	10.0	PE100

*1 ISO 9080 :「プラスチック配管及び管路システム—管形状の熱可塑性材料の外挿法による長期水圧強さの測定」

*2 σ_{LPL} : 長期静水圧強度(σ_{LTHS})の97.5%信頼下限値。 σ_{LTHS} は内圧クリープ試験結果から回帰線を外挿して予測する20℃で50年間管が破壊しない一定応力値のこと。

1.2.2 ポリエチレンの発達の歴史

密度による分類と長期静水圧強度による分類の両方の観点から、パイプ用途ポリエチレン樹脂の発達の歴史を図示すると、表-1.3のようになります。水道配水用ポリエチレンパイプに使用している HPPE/PE100は、発達のステップから「第三世代高密度ポリエチレン」と呼ばれ、1989年にヨーロッパで開発されて以来、その高い長期静水圧強度（MRS=10MPa）により配水管用材料として急速に普及が進んでいます。また HPPE/PE100は、各基本性能の高さとバランスの良さから、密度による分類の枠を越えた新しいカテゴリーを創造したと高く評価され、高性能ポリエチレン（HPPE：Higher performance polyethylene）と称されています。

表-1.3 ポリエチレンの発達の歴史

		低密度	中密度	高密度	解 説
年代					
1950	①	LDPE/PE32		②	①圧力管用材料として低密度ポリエチレンの使用が開始される。
1960				HDPE/PE63	②圧力管用材料として高密度ポリエチレンの使用が開始される。 使用圧力範囲の拡大、管の薄肉化、大口径化が進む。
1970				③	③第二世代高密度ポリエチレン（PE80）が開発される。
1980	⑤	LLDPE/PE63	④	HDPE/PE80	④PE80ながらより高い延性をもつ中密度ポリエチレンが開発され、ガス導管用材料として使用が開始される。
			MDPE/PE80	⑥	⑤中密度に近い強度と低密度の延性を兼ね備えた直鎖状低密度ポリエチレンが開発される。
1990				HPPE/PE100	⑥1989年、第三世代高密度ポリエチレン（PE100）が開発され、配水管用材料として使用が開始される。
LDPE 低密度ポリエチレン		耐衝撃性や伸びなど延性が大きい反面、剛性・強度が小さく、現在では主にフィルムや容器などに使用されている。			
LLDPE 直鎖状低密度ポリエチレン		主にLDPEの剛性・強度面を改良した樹脂で、水道用ポリエチレン二層管1種（JIS K 6762）はLLDPE/PE50 相当の樹脂を使用している。			
MDPE 中密度ポリエチレン		高密度と低密度の中間に位置し、適度な強度と耐クリープ性、耐環境応力亀裂性、延性をバランス良く備えている。ガス用ポリエチレン管（JIS K 6774）はMDPE/PE80 相当樹脂を使用している。			
HDPE 高密度ポリエチレン		剛性・強度が大きく管厚設計で有利な樹脂ではあるが、耐クリープ性など長期性能に若干の問題がある。水道用ポリエチレン管2種（JIS K 6762）はHDPE/PE80 相当樹脂を使用している。			
HPPE/PE100 第三世代高密度ポリエチレン		高強度とともに、従来の高密度の弱点とされた耐クリープ性や耐環境応力亀裂性を向上させ、同時に適度な延性を確保した樹脂で、現在、配水管用材料として急速に普及が進んでいる。			

1.2.3 第三世代高密度ポリエチレンの基本性能

ポリエチレン樹脂のもつ性能は、分子量と分子量分布および結晶構造により大きく左右されます。第三世代高密度ポリエチレン HPPE/PE100 の開発では、これらの点について次のような改良が行われました。

(1) 分子量と分子量分布(図-1.2 参照)

- ①高分子量領域を増加することで、長期静水圧強度と耐環境応力亀裂性を向上。
- ②低分子量領域を変化させることで、耐衝撃性を向上、かつ適度な柔軟性を確保。

(2) 結晶構造(図-1.3 参照)

結晶構造をつなぐタイ分子を増加することで、結晶部どうしの間で亀裂を生じにくくさせ、長期静水圧強度、耐環境応力亀裂性を向上。

このように開発された HPPE/PE100 は、長期静水圧強度や耐環境応力亀裂性、耐衝撃強度などの性能を、高次元で融合することに成功しています(図-1.4 参照)。

図-1.2 HPPE/PE100の分子量分布 (イメージ)

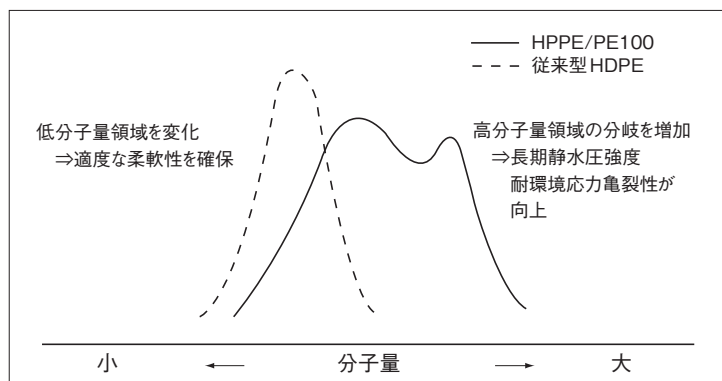


図-1.3 HPPE/PE100の結晶構造 (イメージ)

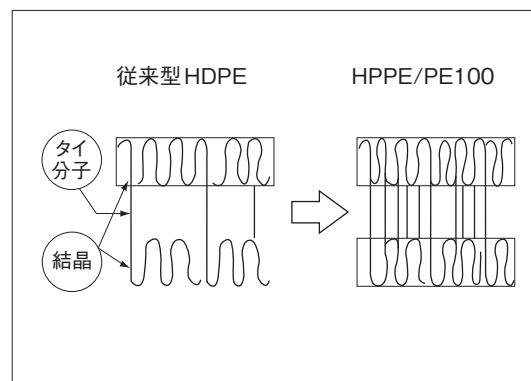
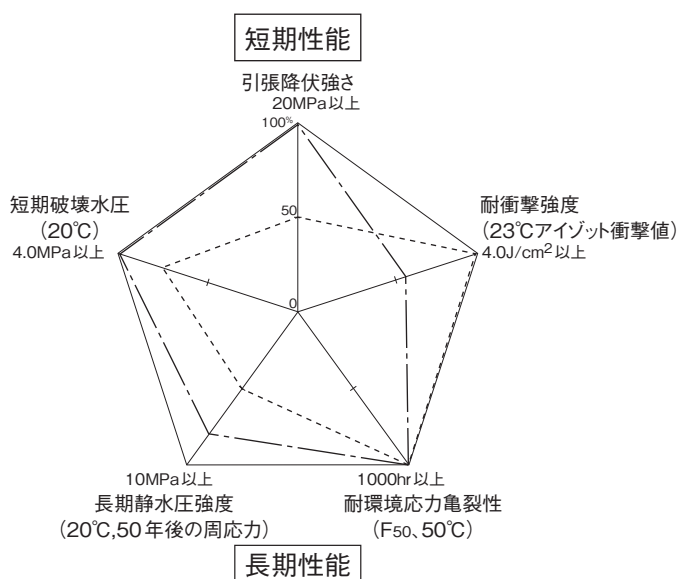


図-1.4 水道用ポリエチレンパイプの基本性能



凡例

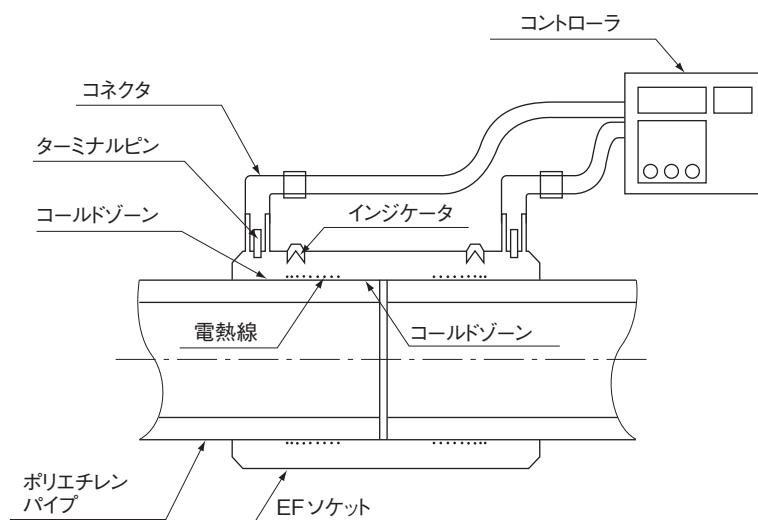
——	水道配水用ポリエチレンパイプ
.....	水道用ポリエチレン二層管・1種(JIS K 6762)
-----	水道用ポリエチレン二層管・2種(JIS K 6762)

1.3 EF 接合とは

EF(エレクトロフュージョン)接合とは、内面に電熱線を埋め込んだ継手にパイプをセットした後、コントローラから通電して電熱線を発熱させ、継手内面とパイプ外面の樹脂を加熱溶融して融着することで組織的に一体化させる接合方法です。EFシステムでは継手およびコントローラの設計におけるハード、ソフト両面の高い技術と、実績に裏付けられた「信頼性の証明」が重要となります。クボタケミックスの水道配水用ポリエチレンパイプのEFシステムは、水道配管として世界各国で使用されているスイス・ジョージフィッシャー社 ELGEF® システムを採用し、さらに日本で水道用途として求められる性能試験を実施しております。

図-1.5 EF接合のメカニズム

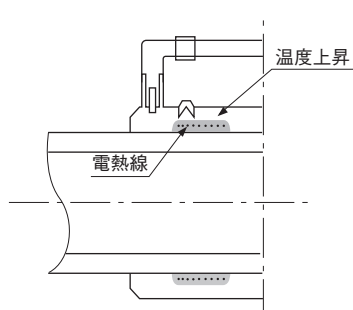
①EFシステムの構造



- ①樹脂の均一な溶融と短絡防止を実現するように設計された電熱線ピッチ。
- ②樹脂の溶融を示す円錐形のインジケータ。
- ③バーコード方式により、互換性の高いコントローラ。

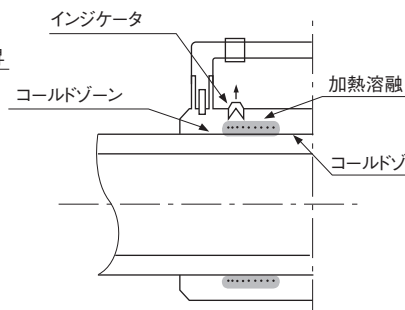
②EF接合のメカニズム

①管と継手のセット・通電開始



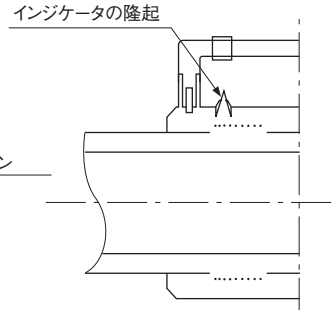
- ①電熱線が発熱を始め、継手内面と管外面の樹脂温度が上昇します。

②通電中



- ②樹脂が加熱溶融されて膨張し、コールドゾーンで閉じ込められることにより、界面圧力が発生します。これによりインジケータが押し上げられます。

③通電終了(自動)・冷却



- ③溶融された樹脂が再び固化して融着が完了し、管と継手が組織的に一体化構造となります。

1.4 他管種との特性比較

クボタケミックスの水道配水用ポリエチレンパイプとその他の代表的なプラスチック管であるガス用ポリエチレン管 (JIS K 6774)、水道用耐衝撃性硬質ポリ塩化ビニル管 (JIS K 6742) との特性比較を表-1.4に示します。

表-1.4 プラスチック管の特性比較

	項目	単位	水道配水用 ポリエチレンパイプ	ガス用 ポリエチレンパイプ	HIパイプ
材料特性	密度	kg/m ³	960	940	1400
	引張降伏強さ	MPa	24	20	49~52
	引張破断伸び	%	500~800	600~900	50~150
	曲げ強さ	MPa	24	20	78.5~98
	衝撃強さ (アイソット、23℃)	J/cm ²	破壊せず>4.0	破壊せず>2.9	>1.7
	縦弾性係数	MPa	1300	598	2650
	耐環境応力亀裂性 (F50、50℃)	hr	>1000	>1000	—
	線膨張係数	10 ⁻⁵ /℃	13	14	6~8
	軟化温度(ピカット)	℃	127	121	76
管路機能	使用圧力	MPa	0.75	—	0.75
	破壊水圧	MPa	>4.0	>3.4	>5.4
	接合部性能		水密性、引張強度 とも管体以上	同左	水密性は管体以上
	耐外圧		土被り1.2m、 25tonトラック2台 並列走行で問題なし	同左	同左
	流量比*	呼び径50	100	87.3	101.3
		75	100	96.8	117.5
		100	100	78.4	97.4
		150	100	80.7	102.2
		200	100	68.1	90.1
		250	100	—	85.3
		300	100	—	98.5
施工特性	重量	呼び径50	1.07	0.95	1.10
		75	2.17	2.06	2.16
		100	4.20	3.37	3.34
		150	8.83	7.00	6.56
		200	16.7	12.0	10.1
		250	26.3	—	15.5
		300	33.4	—	22.0
	接合方法		EF 接合	EF 接合、HF 接合	ゴム輪接合、接着接合
	管体による曲げ配管		可	可	不可

*：流量計算にはHazen-Williams式を使用します。

2. 規 格

2.1 管及び管継手規格一覧

クボタケミックスの水道配水用ポリエチレンパイプ及び管継手の規格を、表-2.1に示します。

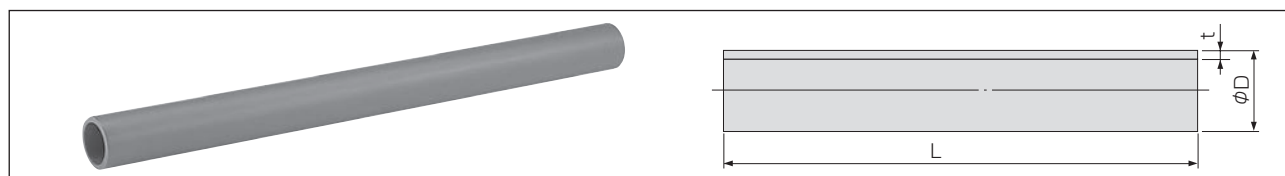
また、直管、継手、挿口の形状、寸法を表-2.2(1)～(3)に示します。

表-2.1 日本水道協会規格及び配水用ポリエチレンパイプシステム協会規格

区分	規格番号	規格の名称	適用呼び径
日本水道協会規格	JWWA K 144	水道配水用ポリエチレン管	50・75・100・150
	JWWA K 145	水道配水用ポリエチレン管継手	50・75・100・150
配水用 ポリエチレン パイプシステム 協会規格※	PTC K 03	水道配水用ポリエチレン管	50～300
	PTC K 13	水道配水用ポリエチレン管継手	50～300
	PTC B 20	水道配水用ポリエチレン管サドル付分水栓	50～200×20～50
	PTC B 21	水道配水用ポリエチレン管金属継手 (ISO 変換継手)	13～50
	PTC B 22	水道配水用ポリエチレン挿し口付ソフトシール仕切弁	50～200
	PTC G 30	水道配水用ポリエチレン管メカニカル継手	50～200
	PTC G 31	水道配水用ポリエチレン管不断水分岐 T 字管	75～150
	PTC G 32	水道配水用ポリエチレン挿し口付ダクタイル鋳鉄異形管	50～200

※その他に PTC K20, B23, B24, B25, B26, G33 があります。

表-2.2 (1) 直管の形状・寸法



単位：mm

呼び径	外径D		厚さ t		長さL +2(%) 0(%)	参 考			規 格
	基準寸法	平均外径の 許容差	基準寸法	許容差		内径	質 量		
							(kg/m)	(kg/本)	
50	63.0	+0.4 0	5.8	+0.9 0	5000	50.7	1.074	5.370	JWWA K 144
75	90.0	+0.6 0	8.2	+1.3 0	5000	72.6	2.174	10.870	
100	125.0	+0.8 0	11.4	+1.8 0	5000	100.8	4.196	20.980	
150	180.0	+1.1 0	16.4	+2.5 0	5000	145.3	8.671	43.355	
200	250.0	+1.5 0	22.7	+3.5 0	5000	201.9	16.688	83.440	PTC K 03
250	315.0	+1.9 0	28.6	+4.1 0	5000	254.7	26.373	131.86	
300	355.0	+2.2 0	32.2	+4.5 0	5000	287.2	33.419	167.10	

備考 1. 内径及び質量は、管の寸法を中心寸法とし、管に使用する材料の密度を 0.960g/cm³ として計算したものです。なお、1 本当たりの重量は、5000mm で計算しています。
2. 平均外径 D とは、管端から外径相当長さ以上離れた箇所での、相互に等間隔な 2 方向以上の外径測定値の平均値または円周測定値を円周率で除した値です。

表-2.2 (2) EF 継手・片受口 共通寸法

単位：mm

Technical drawing of a pipe fitting. The drawing shows a cross-section of the fitting with the following dimensions labeled: ϕD (outer diameter), ϕd (inner diameter), ℓ (length), and t (thickness). The fitting is shown connected to a pipe.

呼び径	d	ℓ	t (最小)	D(参考)
50	63.2	48	5.8	83
75	90.3	62	8.2	114
100	125.4	77	11.4	157
150	180.7	95	16.4	232
200	251.1	127	22.7	310

表-2.2 (3) スピゴット継手挿し口 寸法

単位：mm

呼び径	外径 a) D		だ円度 (最大外径-最小外径)	t (最小)	S (最小)
	基準寸法	許容差 b)			
50	63.0	+0.4 0	1.5	5.8	63
75	90.0	+0.6 0	1.8	8.2	79
100	125.0	+0.8 0	2.5	11.4	87
150	180.0	+1.1 0	3.6	16.4	105
200	250.0	+1.5 0	5.0	22.7	130
250	315.0	+1.9 0	11.1	28.6	150
300	355.0	+2.2 0	12.5	32.2	164

注記
継手の厚さは、図中の S に示す範囲以外では t より厚くなくてもよい。
注 a) 外径は、管端から外径基準寸法の 1/2 相当長さ以上離れた範囲に適用し、相互に等間隔な 2 方向の外径測定値の平均値又は、周長実測値からの換算値による。
b) 許容差とは、注 a) で求めた外径と基準寸法との差とする。

2.2 管及び管継手品目表

クボタケミックスの水道配水用ポリエチレンパイプ及び管継手品目表を表-2.3に示します。

表-2.3 水道配水用ポリエチレンパイプ及び管継手品目表(1)

〔◎：JWWA規格品 ○：PTC規格品〕

品 名		主呼び径 枝呼び径等	50	75	100	150	200	250	300
直 管			◎	◎	◎	◎	○	○	○
E F 片 受 直 管			◎	◎	◎	◎	○		
E F 継 手	EFソケット		◎	◎	◎	◎	○	○	○
	EFベンド	90°	◎	◎	◎	◎	○		
		45°	◎	◎	◎	◎	○		
		22°1/2	◎	◎	◎	◎	○		
		11°1/4	◎	◎	◎	◎	○		
	EF Sベンド	300H	◎	◎	◎	◎	○		
		450H	◎	◎	◎	◎	○		
		600H	◎	◎	◎	◎	○		
	EFチーズ	×50	◎	◎	◎	◎	○		
		×75		◎	◎	◎	○		
		×100			◎	◎	○		
		×150				◎	○		
		×200					○		
	フランジ付 EFチーズ	×75		◎	◎	◎	○		
	EFキャップ	×100			◎	◎	○		
	EFフランジ		◎	◎	◎	◎	○		
E F 片 受 継 手	EF片受ベンド	90°	◎	◎	◎	◎	○		
		45°	◎	◎	◎	◎	○		
		22°1/2	◎	◎	◎	◎	○		
		11°1/4	◎	◎	◎	◎	○		
	EF片受Sベンド	300H	◎	◎	◎	◎	○		
		450H	◎	◎	◎	◎	○		
		600H	◎	◎	◎	◎	○		
	EF片受チーズ	×50	◎			◎	○		
		×75				◎	○		
		×100				◎	○		
		×150				◎	○		
		×200					○		
	EF片受フランジ付チーズ	×75				◎	○		
		×100				◎	○		
	EF片受レデューサ	×50		◎	◎		○		
		×75			◎		○		
		×100				◎	○		
		×150					○		
ス ピ ゴ ット 継 手	レデューサ	×50		◎	◎		○		
		×75			◎		○		
		×100				◎	○		
		×150					○		
		×200						○	○
		×250							○
	チーズ	×50	◎				○	○	○
		×75					○	○	○
		×100					○	○	○
		×150					○	○	○
		×200					○	○	○
		×250						○	○
		×300							○
	フランジ付チーズ	×75					○		
		×100					○		
	ショートベンド	90°	◎				○	○	○
		45°	◎				○	○	○
		22°1/2	◎				○	○	○
		11°1/4	◎				○	○	○
	Sベンド	300H	◎				○		
		450H	◎				○		
		600H	◎				○		
	キャップ		◎	◎	◎	◎	○		
	フランジ		◎	◎	◎	◎	○	○	○

表-2.3 水道配水用ポリエチレンパイプ及び管継手品目表(2)

【◎: JWWA規格品 ○: PTC規格品 ●: メーカー規格品】

分 類	品 名	主呼び径 枝呼び径	25	50	75	100	150	200
フランジレス 継手	ダクタイル鋳鉄管用異種管継手(GX用) ダクタイル鋳鉄管用異種管継手(NS用)	×50			●	●		
		×75			●	●		
		×100				●	●	
		×150					●	
		×200						●
	ダクタイル鋳鉄管用異種管継手(K、T用)	×50		●*	●	●		
		×75			○	○		
		×100				○	○	
		×150					○	
		×200						○
	ダクタイル鋳鉄管用異種管継手(SII用)				●	●	●	●
	PVC管用異種管継手			○	○	○	○	
	PE挿し口付フランジ短管			○	○	○	○	○
	PE挿し口付水道用ソフトシール仕切弁			○	○	○	○	○
	EF片受ソフトシール仕切弁			○	○	○	○	
	PE挿し口付鋳鉄製T字管	×75			○	○	○	○
		×100					○	○
	PE挿し口付うず巻式T字管	×75			○	○	○	
EF継手 (推奨品)	EFサドル	×20		○	○	○	○	
		×25		○	○	○	○	
		×50			○	○	○	
	EFサドル付分水栓	×20		○	○	○	○	○
		×25		○	○	○	○	○
		×30			○	○	○	○
		×40			○	○	○	○
メカニカル継手 (推奨品)	サドル付分水栓(鋳鉄サドル)	×20		○	○	○	○	○
		×25		○	○	○	○	○
		×30			○	○	○	○
		×40			○	○	○	○
		×50			○	○	○	○
	S型ソケット(ISO-ISO継手)	×50		○				
		×30		○				
		×40		○				
		×50		○				
	S型変換ソケット(ISO-JIS変換継手)	×30		○				
		×40		○				
		×50		○				
	平行おねじ付ソケット(ISO継手)	×13(G 3/2)	○					
		×20(G1)	○					
		×25(G1 ¼)	○					
	S型平行おねじ付ソケット(ISO継手)	×30(G1 ½)		○				
		×40(G2)		○				
		×50(G2 ½)		○				
	S型おねじ付ソケット(テーパおねじ方式、ISO継手)	×50(R2)		○				
	S型めねじ付ソケット(テーパめねじ方式、ISO継手)	×50(Rc2)		○				
	S型おねじ付ソケット(テーパおねじ・回転継手方式、ISO継手)	×40(R1 ½)		○				
		×50(R2)		○				
	S型分止水栓用ソケット(平行めねじ方式、ISO継手)	×50(G2 ½)		○				
	S型パイプエンド(ISO継手)			○				
	S型エルボ(ISO継手)			○				
	S型変換チーズ(ISO-JIS変換継手)	×50(JIS)		○				
		×40(JIS)		○				
	S型おねじ付融着継手(回転型)	×50(R2)		○				
	S型平行めねじ付融着継手(回転型)	×50(G2 ½)		○				
	S型メータ用ソケット(ISO継手)	×50(G2 ½)		○				
	メカニカル ソケット	ダクタイル製(PEP×PEP)	○	○	○	○	○	○
		ダクタイル製(PEP×DIP)	○	○	○	○	○	○
		ダクタイル製(PEP×VP)	○	○	○	○	○	○
	メカニカルフランジ短管			○	○	○	○	○
	メカニカルキャップ			○	○	○	○	○

※ 呼び径50はT形のみ

表-2.3 水道配水用ポリエチレンパイプ及び管継手品目表(3)

〔◎：JWWA規格品 ○：PTC規格品 ●：メーカー規格品〕

分 類	品 名	主呼び径 枝呼び径	25	50	75	100	150	200
メカニカル継手 (推奨品)	メカニカル三方チーズ	×50		○				
		×75			○	○	○	○
		×100				○	○	○
		×150					○	○
		×200						○
	フランジ付メカニカルチーズ	×50			○	○	○	
		×75			○	○	○	
		×100				○	○	○
		×150					○	○
		×200						○
	フランジ付メカニカルチーズ(台付き)	×75			○	○	○	○
		90°		○	○	○	○	○
		45°		○	○	○	○	○
		22° ½		○	○	○	○	○
	メカニカルレデューサ	11° ¼		○	○	○	○	○
		×75				○		
		×100					○	
		×150						○
	不断水分岐割T字管	×75			○	○	○	
		×100				○	○	
		×150					○	

2.3 性 能

2.3.1 性能規格値 水道配水用ポリエチレンパイプおよび管継手の性能規格値は表-2.4に示します。

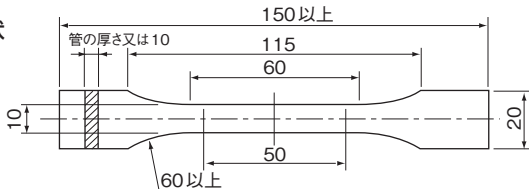
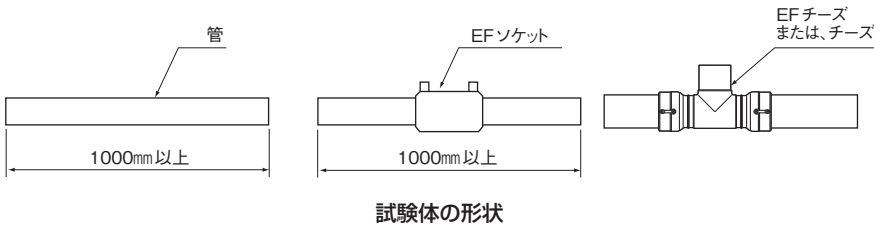
表-2.4 水道配水用ポリエチレンパイプおよび管継手の性能規格値

性能項目		性 能	
		管	管継手
引 張 降 伏 強 さ		20.0MPa以上	—
引 張 破 断 伸 び		350%以上	—
耐 圧 性		漏れ、破損があってはならない。	同左
破 壊 水 圧 強 さ		4.0MPa以上	同左
熱 安 定 性		酸化誘導時間 20分以上	同左
加 熱 伸 縮 性		±3%以下	—
浸出性	濁度	0.2度以下	同左
	色度	0.5度以下	
	有機物[全有機炭素(TOC)の量]	0.5mg/ℓ以下	
	残留塩素の減量	0.7mg/ℓ以下	
	臭気	異常がない。	
	味	異常がない。	
耐 剥 離 性		—	受口接合部のぜい性剥離長さ比率が1/3以下、サドル接合部のぜい性はく離面積比率が25%以下であること。
内 圧 ク リ ー プ 性		漏れ、破損があってはならない。	同左
耐 塩 素 水 性		水泡発生がない。	同左
耐 環 境 応 力 亀 裂 性		亀裂発生がない。	同左
耐候性	外観	亀裂発生がない。	同左
	引張破断伸び	350%以上	同左
	熱安定性	酸化誘導時間 10分以上	同左
低 速 亀 裂 進 展 性		漏れ、破損があってはならない。	—
融 着 部 相 溶 性		漏れ、破損があってはならない。	同左

注. JWWA K 144、145、PTC K 03、13より抜粋

2.3.2 主な性能試験の方法と結果

表-2.5.1 試験方法と結果

適用	試験名	試験方法(概要)																
管	引張試験	供試管から引張試験片を切り取り、23℃で状態調節後、速度25mm/minで引張り、引張降伏強さ及び引張破断伸びを測定する。 引張試験片の形状 																
管・継手	耐圧試験 破壊水圧試験	試験体に常温の水で2.5MPaの圧力を加え、そのまま2分間保持し、漏れ、破損の有無を調べる。 試験体に常温の水で管が破壊するまで一定速度で加圧し、最大圧力を測定する。 試験温度：23℃ 																
管・継手	内圧クリープ試験	試験体に水を満たした後、試験温度に保った水中に浸せし、規定の試験圧力をかけ試験時間保持し、割れ、破損の有無を調べる。 内圧クリープ試験の圧力・温度・時間 <table><tr><td>試験温度</td><td>20℃</td><td colspan="2">80℃</td></tr><tr><td>試験時間</td><td>100時間</td><td>165時間</td><td>1000時間</td></tr><tr><td>周応力</td><td>12.4MPa</td><td>5.4MPa</td><td>5.0MPa</td></tr><tr><td>試験圧力</td><td>2.48MPa</td><td>1.08MPa</td><td>1.0MPa</td></tr></table>	試験温度	20℃	80℃		試験時間	100時間	165時間	1000時間	周応力	12.4MPa	5.4MPa	5.0MPa	試験圧力	2.48MPa	1.08MPa	1.0MPa
試験温度	20℃	80℃																
試験時間	100時間	165時間	1000時間															
周応力	12.4MPa	5.4MPa	5.0MPa															
試験圧力	2.48MPa	1.08MPa	1.0MPa															
管・継手	塩素水試験	JWWA K 144 附属書D(規定)によって行う。 試験温度:60℃ 塩素濃度:2000ppm																

試験結果								解説	
呼び径		50	75	100	150	200	規格	管の引張強度を調べる試験です。試験結果はいずれも性能規格を満足しています。	
引張降伏強さ MPa		25.0	24.6	24.8	24.8	24.7	20.0以上		
引張破断伸び%		695	685	680	690	660	350以上		
呼び径		250	300						
引張降伏強さ MPa		24.5	25.1						
引張破断伸び%		680	640						
呼び径		50	75	100	150	200	規格		
耐圧性	管	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	漏れ、破損がないこと		
	EFソケット	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし			
	チーズ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし			
破壊水圧強さ MPa	管	5.5	5.3	5.2	5.4	5.4	4.0以上		
	EFソケット	5.6	5.3	5.5	5.5	5.4	同上		
	チーズ	5.5	5.6	5.3	5.2	5.2	同上		
呼び径		250	300						
耐圧性	管	異常なし	異常なし						
	EFソケット	異常なし	異常なし						
	チーズ	異常なし	異常なし						
破壊水圧強さ MPa	管	5.8	5.6						
	EFソケット	5.4	5.4						
	チーズ	5.2	5.5						
試験体の呼び径:50、75、100、150、200、250、300									
項目	試験温度	20℃	80℃		規格				
	試験時間	100時間	165時間	1000時間					
内圧クリープ性	管	異常なし	異常なし	異常なし	漏れ、破損がないこと				
	EFソケット	異常なし	異常なし	異常なし					
	チーズ	異常なし	異常なし	異常なし					
試験体の呼び径:50、75、100、150、200、250、300									
項目	試験時間	168時間	試験時間 168時間で水泡発生がないこと						
	管	水泡発生なし							
耐塩素水性	EFソケット	水泡発生なし							
	チーズ	水泡発生なし							
高濃度塩素水を用いた促進試験で水泡発生の有無を観察して耐塩素水性を判定する試験です。試験結果はいずれも性能規格を満足しています。									
〈参考〉 本試験の性能規格は、水泡剥離対策管とされる水道用ポリエチレン管 1 種二層管(JIS K 6762)の耐塩素水性と同じです。本試験により耐塩素水性が実用上問題ないことが確認されました。									

表-2.5.2 試験方法と結果

適用	試験名	試験方法(概要)																										
管・継手	浸出試験	JWWA K 144 附属書 C(規定)によって行う。 試験片は、管の場合は長さ500mmとし、継手の場合は表面積を算出しやすいよう必要に応じて適宜切削加工したものとする。																										
管・継手	環境応力亀裂試験	試験液には、ノニル・フェニル・ポリオキシエチレン・エタノール10%(mass)水溶液を用い、温度50±0.5℃のこの液中に試験片を240時間浸せきする。 試験片の形状 <table><tr><td>A</td><td>試験片の長さ</td><td>38.0±2.5</td></tr><tr><td>B</td><td>試験片の幅</td><td>13.0±0.8</td></tr><tr><td>C</td><td>試験片の厚さ</td><td>2.0^{+0.2}₋₀</td></tr><tr><td rowspan="2">D</td><td>ノッチの深さ</td><td>0.3^{+0.10}₋₀</td></tr><tr><td>ノッチの長さ</td><td>19.1±0.1</td></tr></table> 単位：mm	A	試験片の長さ	38.0±2.5	B	試験片の幅	13.0±0.8	C	試験片の厚さ	2.0 ^{+0.2} ₋₀	D	ノッチの深さ	0.3 ^{+0.10} ₋₀	ノッチの長さ	19.1±0.1												
A	試験片の長さ	38.0±2.5																										
B	試験片の幅	13.0±0.8																										
C	試験片の厚さ	2.0 ^{+0.2} ₋₀																										
D	ノッチの深さ	0.3 ^{+0.10} ₋₀																										
	ノッチの長さ	19.1±0.1																										
管・継手	耐候性試験	管の耐候性試験は、JWWA K 144 及び K 145 の附属書 F によって暴露し、次の試験を行う。 <table><tr><th>試験名</th><th>試験方法</th></tr><tr><td>試験名</td><td>外観は、目視によって調べる。</td></tr><tr><td>熱安定性試験</td><td>JWWA K 144 及び K 145 によって酸化誘導時間を測定する。</td></tr><tr><td>引張試験</td><td>本表に示す引張試験を行い、引張破断伸びを求める。</td></tr></table>	試験名	試験方法	試験名	外観は、目視によって調べる。	熱安定性試験	JWWA K 144 及び K 145 によって酸化誘導時間を測定する。	引張試験	本表に示す引張試験を行い、引張破断伸びを求める。																		
試験名	試験方法																											
試験名	外観は、目視によって調べる。																											
熱安定性試験	JWWA K 144 及び K 145 によって酸化誘導時間を測定する。																											
引張試験	本表に示す引張試験を行い、引張破断伸びを求める。																											
管	低速亀裂進展性試験	供試管から管外径の3倍以上の長さの試験片を切り取り、ノッチを試験片のほぼ中央に4方向等間隔に入れる。0.92MPaの圧力の水などを試験片内に満たした後、内圧クリープ試験を行う。 ノッチ部寸法 単位：mm <table><tr><th rowspan="2">呼び径</th><th colspan="2">h</th></tr><tr><th>最小</th><th>最大</th></tr><tr><td>50</td><td>4.5</td><td>4.8</td></tr><tr><td>75</td><td>6.4</td><td>6.7</td></tr><tr><td>100</td><td>8.9</td><td>9.3</td></tr><tr><td>150</td><td>12.8</td><td>13.4</td></tr><tr><td>200</td><td>17.7</td><td>18.6</td></tr><tr><td>250</td><td>22.3</td><td>23.5</td></tr><tr><td>300</td><td>25.2</td><td>26.5</td></tr></table>	呼び径	h		最小	最大	50	4.5	4.8	75	6.4	6.7	100	8.9	9.3	150	12.8	13.4	200	17.7	18.6	250	22.3	23.5	300	25.2	26.5
呼び径	h																											
	最小	最大																										
50	4.5	4.8																										
75	6.4	6.7																										
100	8.9	9.3																										
150	12.8	13.4																										
200	17.7	18.6																										
250	22.3	23.5																										
300	25.2	26.5																										

試験結果					解説
試験体:呼び径50					水道管に使用した場合の水質に与える影響を確認する試験です。試験結果はいずれも性能規定を満足しています。
浸水性	項目	品種	結果	規格	
	味	管	異常なし	異常でないこと	
	臭気		異常なし	異常でないこと	
	色度		0.1度以下	0.5度以下	
	濁度		0.1度以下	0.2度以下	
	有機物[全有機炭素(TOC)の量]		0.1mg/L以下	0.5mg/L以下	
	残留塩素の減量		0.1mg/L	0.7mg/L以下	
	味	EFソケット	異常なし	異常でないこと	
	臭気		異常なし	異常でないこと	
	色度		0.1度以下	0.5度以下	
	濁度		0.1度以下	0.2度以下	
	有機物[全有機炭素(TOC)の量]		0.1mg/L以下	0.5mg/L以下	
	残留塩素の減量		0.1mg/L	0.7mg/L以下	
項目	品種	呼び径	結果	規格	
耐環境 応力 亀裂性	管	75	亀裂発生なし	亀裂発生が ないこと	
	EFソケット	75	亀裂発生なし		
	チーズ	75	亀裂発生なし		
					湿度、界面活性剤などの環境条件によって促進される応力亀裂(変形が一定限界を超えるとミクロ的クラックが進行して破壊に至る現象)を環境応力亀裂といい、環境応力亀裂性(ESCR)はポリエチレン材料の寿命を評価する上で非常に重要な性能となります。環境亀裂試験の結果はいずれも性能規格を満足しています。
					管の保管・運搬中に受ける太陽光による紫外線劣化に対する性能を調べるための試験です。
					ポリエチレン材料が比較的柔らかい材料であるため、運搬中、施工時、施工後に何らかの原因によって表面にきずが付く場合があります。このようなきずの付いた管を使用した場合の長期強度を評価する方法として規定されています。

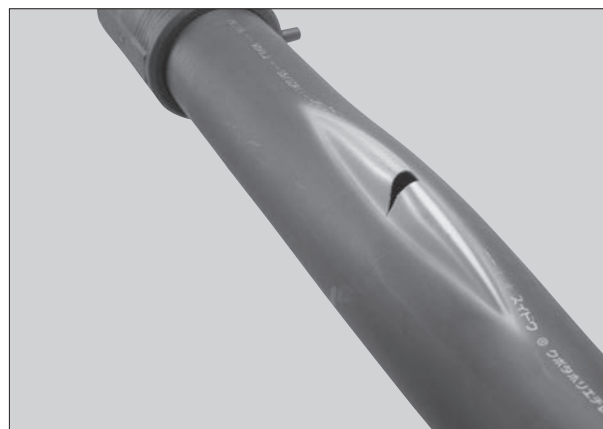
《性能試験写真》



引張試験(試験前)



引張試験(試験中)



破壊水圧試験(管体が延性破壊し、EF接合部に異常なし)



塩素水試験(試験風景)



内圧クリープ試験(試験風景)

3. 機能

3.1 基本物性

水道配水用ポリエチレンパイプの基本物性を表-3.1に示します。

表-3.1 基本物性

性質	項目	単位	値		試験方法
物理的性質	密度	g/cm ³	0.96		JIS K 7112
	引張降伏強さ	MPa	24		JIS K 7161
	引張破断伸び	%	500~800		—
	曲げ強さ	MPa	24		JIS K 7171
	引張弾性率	MPa	1300		JIS K 7161
	曲げ弾性率	MPa	1000		JIS K 7171
	ポアソン比	—	0.47		—
	衝撃強さ(アイゾット)	J/cm ²	23℃	破壊せず>4.0	JIS K 7110
			−20℃	破壊せず>1.8	
	硬度(デュロメーター)	—	63		JIS K 7215
熱的性質	熱伝導率	W/m・K	0.38		ASTM C 177
	線膨張係数	10 ⁻⁵ /℃	13		JIS K 7197
	比熱	J/kg・K	1.9×10 ³		JIS K 7123
	融点	℃	128~132		DSC法
	軟化温度(ピカット)	℃	127		JIS K 7206
	脆化温度	℃	−70以下		JIS K 7216
	燃焼性	—	ゆるやかに燃焼する		—
電氣的性質	凍結の抵抗率	—	優秀		—
	体積固有抵抗	Ω-cm	10 ¹⁷ 以上		JIS K 6911
	絶縁破壊強さ	MV/m	22		JIS K 6911
	誘電率	—	2.6		JIS K 6911(10 ³ Hz)
吸水率		%	0.03以下		JIS K 7209

3.2 引張特性

引張試験により求まる水道配水用ポリエチレンパイプの破断伸びは約700%^{*1}、また管路機能面から見て実質的な最大伸びになると考えられる降伏ひずみは約8~11%^{*1}です。さらに降伏点の応力、ひずみともひずみ速度の変化に対し、大きくは変化しません。これは地震時の地盤変位吸収能力算定の面で非常に有利な特性であると言えます。

図-3.1 引張試験結果

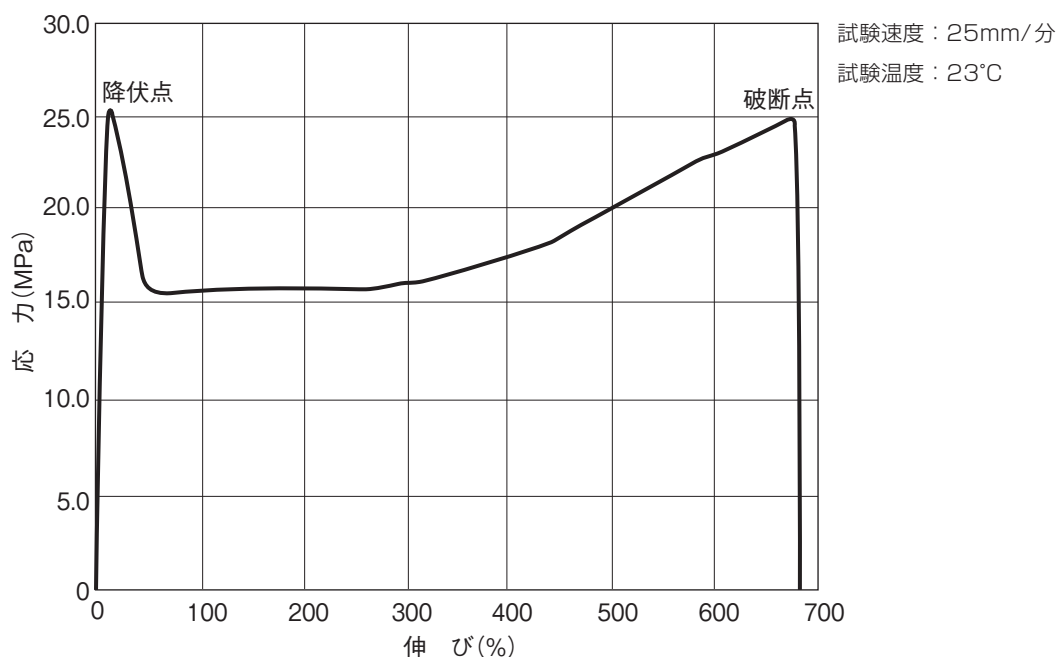
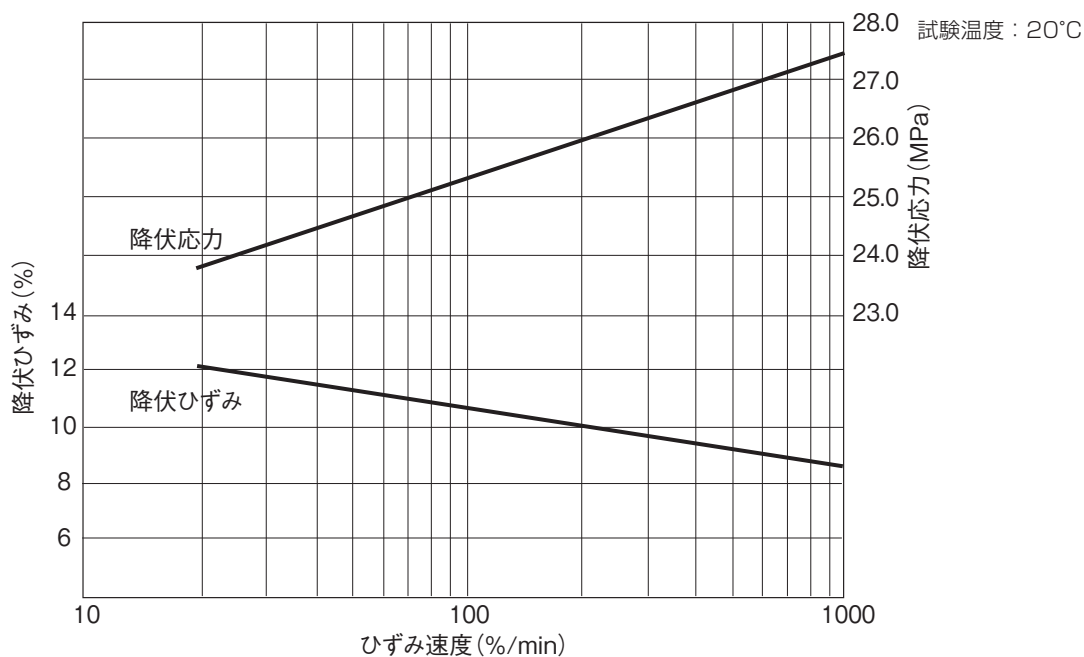


図-3.2 ひずみ速度と引張降伏点の関係



*1：この値は規格値ではありません。

3.3 偏平特性

水道配水用ポリエチレンパイプの環片を試験機にはさんで行った偏平試験結果を図-3.3に示します。管は内面が接触するまで偏平させても割れることはありません。偏平たわみ曲線のうち、実用的に使用される範囲について解析してみると、荷重とたわみの関係は、次の式で線形近似されます。

$$W=0.55\left(\frac{t}{r}\right)^3\delta\times 10^6$$

W：線荷重 kN/m

t：管厚 m

r：平均半径 m

δ ：垂直たわみ m

一方、円環の理論式による荷重とたわみの関係は次の式で示されます。

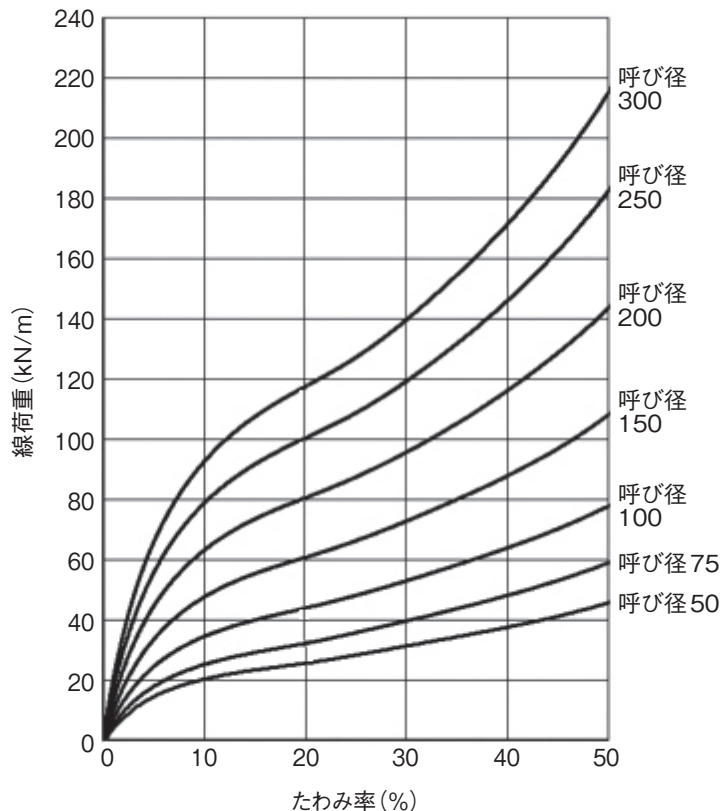
$$\delta=0.1488\frac{r^3W}{EI}$$

E：弾性率 MPa

I：管壁の断面二次モーメント $t^3/12\text{cm}^4$

両式より、管の偏平を検討するための曲げ弾性率Eは1000MPaが適当であることがわかります。

図-3.3 偏平たわみ曲線

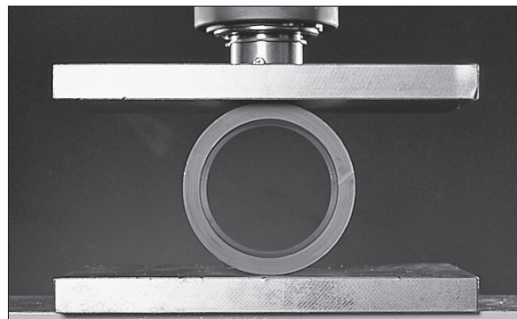


試験温度 23℃

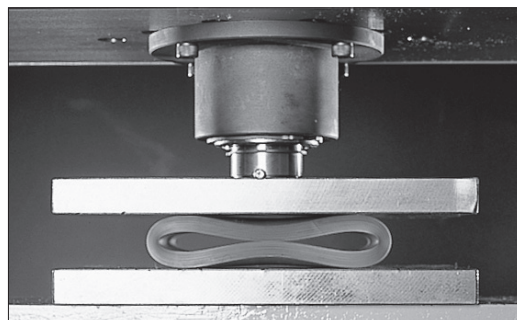
試験速度 10mm/min

試験片長さ 100mm

偏平試験



試験前



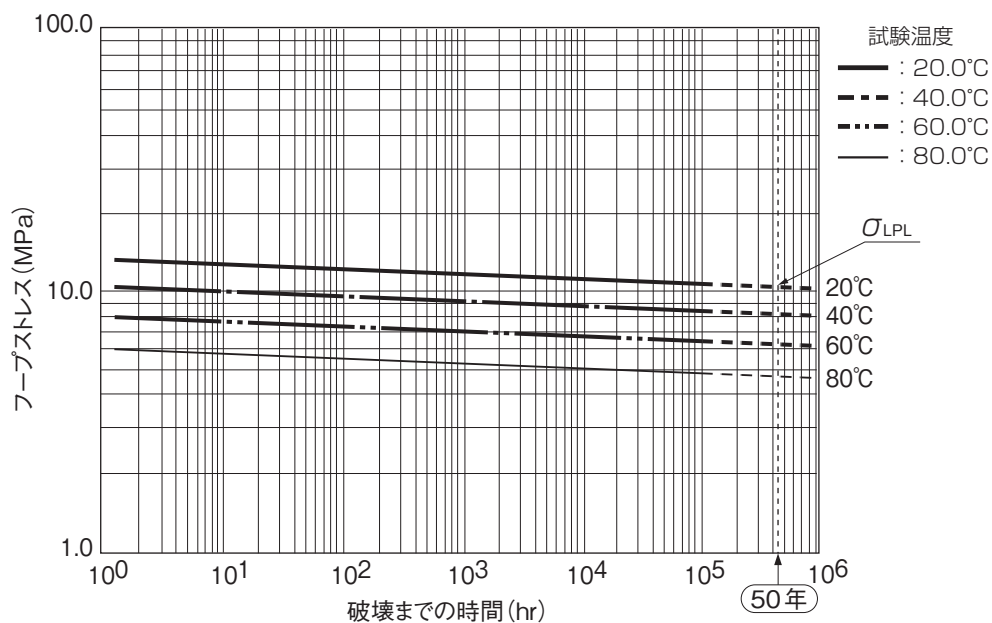
試験後

3.4 クリープ特性

水道配水用ポリエチレンパイプの内圧クリープ曲線を図-3.4に示します。

PE100のグレード名の由来どおり、20℃・50年後のフープストレスの97.5%信頼下限値 σ_{LPL} が10.0MPa以上となります。さらに従来の高密度ポリエチレン管とは異なり、クリープ線上に屈曲点は現れず、脆性破壊領域が無いという優れた耐クリープ性を有しています。

図-3.4 内圧クリープ曲線

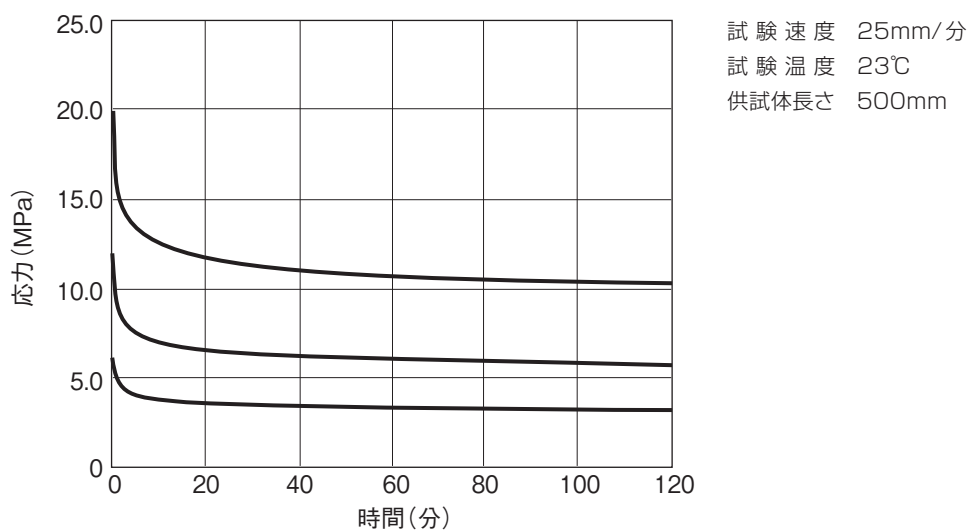


3.5 応力緩和特性

応力緩和とは、材料に一定変形を与えた時に、時間の経過とともに応力が減少してゆく現象をいいます。

図-3.5に、水道配水用ポリエチレンパイプの応力緩和曲線を示します。初期応力は2時間経過後に約5割となることがわかります。

図-3.5 応力緩和曲線



3.6 機能試験結果

軟弱地盤や地震による地盤変位など、非定常な外力が加わった場合の管路の挙動を各種機能試験で評価しました。

注：この試験は、地震などの非定常状態での管路の挙動を調べるためのものであり、無理な外力が加わった状態で長期間使用できることを保証するものではありません。施工に際しては、本資料「5. 施工」に記載の事項をお守りください。

3.6.1 引張試験

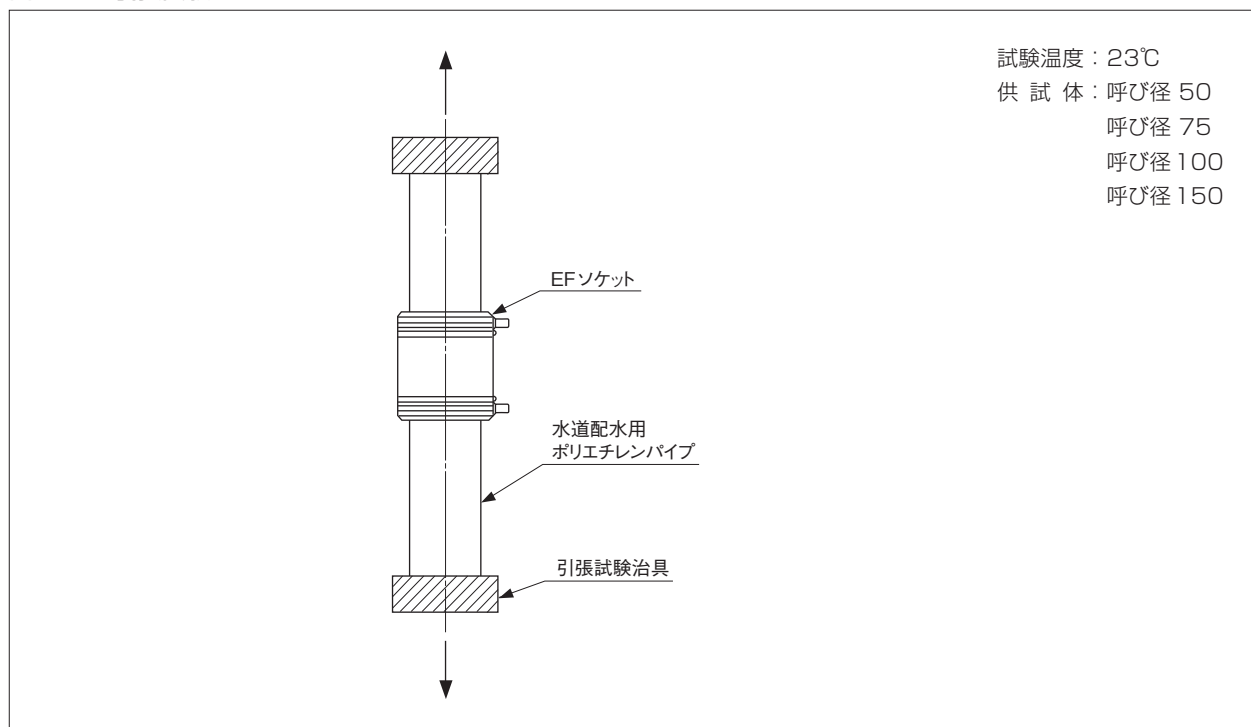
(1)目的

管路に引張が加わった場合のEF接合部の強度を確認します。

(2)方法

EFソケットを接合した供試体を毎分25mmの速度で降伏まで引張り、降伏時の状態を確認します。

図-3.6 引張試験



(3)結果

各供試体とも、管体は降伏したがEF接合部に破損はありませんでした。

(4)考察

本試験により、引張に対するEF接合部の強度が管体と同等以上であることが確認できました。

3.6.2 引張水圧試験

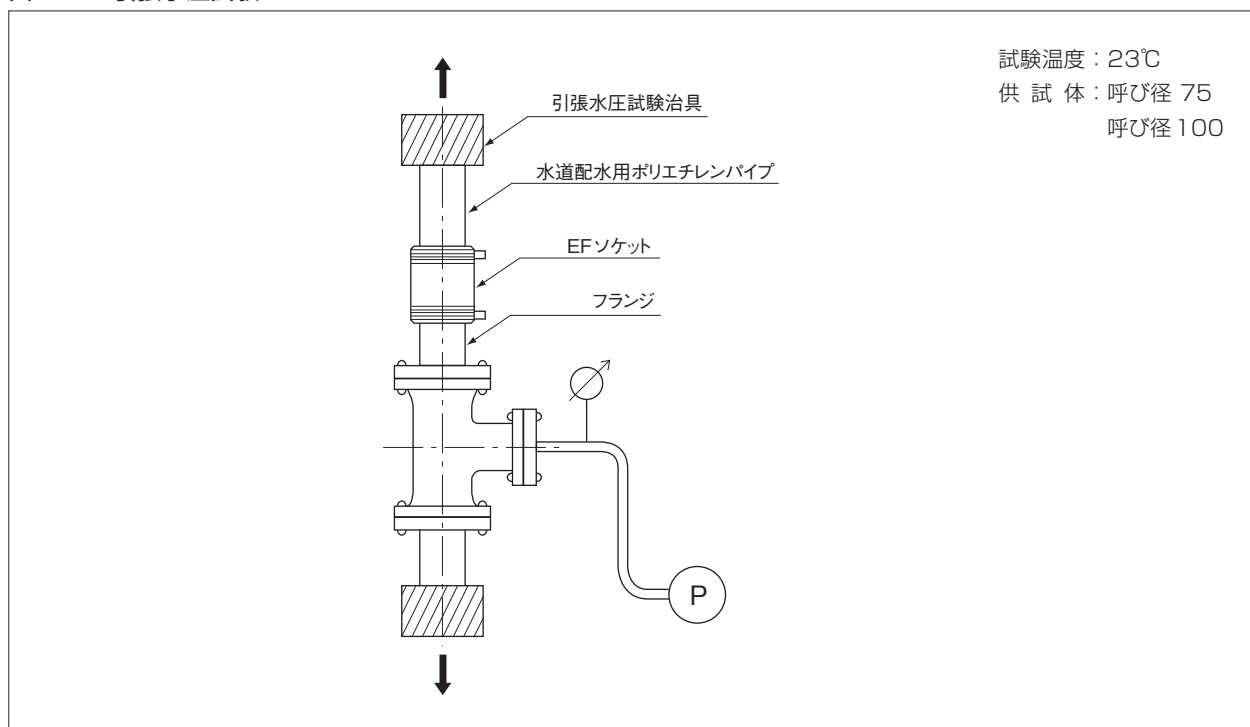
(1) 目的

管路に引張が加わった場合のEF接合部およびフランジ接合部の耐水圧性を確認します。

(2) 方法

EF接合部およびフランジ接合部を有する供試体に水圧 1.0MPa を加え、毎分 25mm の速度で最大荷重発生（管の降伏点）まで引張り、漏水の有無を調べます。漏水がない場合は、引張終了後、水圧 2.5MPa を加え、そのまま 2 分間保持し、破損および漏れの有無を調べます。

図-3.7 引張水圧試験



(3) 結果

引張中および引張後で、各供試体とも、破損および漏れはありませんでした。

(4) 考察

本試験により、想定される最大の引張力が管路に加わった場合でも、EF接合部およびフランジ接合部が耐水圧の性能規格を満足することを確認しました。

3.6.3 偏心偏平水圧試験

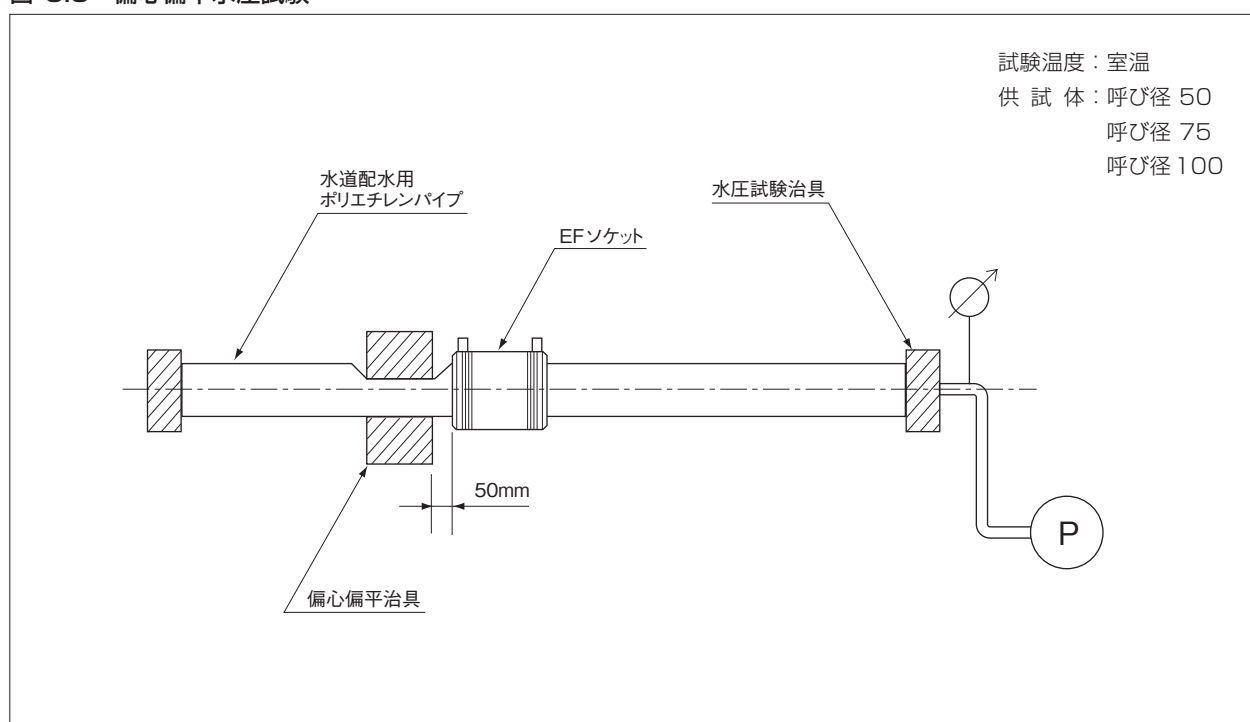
(1)目的

管路に偏心偏平が加わった場合のEF接合部の耐水圧性を確認します。

(2)方法

EF接合部近傍の管を外径の30%偏心偏平した後、水圧2.5MPaを加え、そのまま2分間保持し、破損および漏れの有無を調べます。

図-3.8 偏心偏平水圧試験



(3)結果

各供試体とも、破損および漏れはありませんでした。

(4)考察

本試験により、埋設時の不陸（基礎の空洞）や不等沈下により管路に過度の偏平が発生した場合でも、EF接合部が耐水圧の性能規格を満足することを確認しました。

3.6.4 曲げ水圧試験

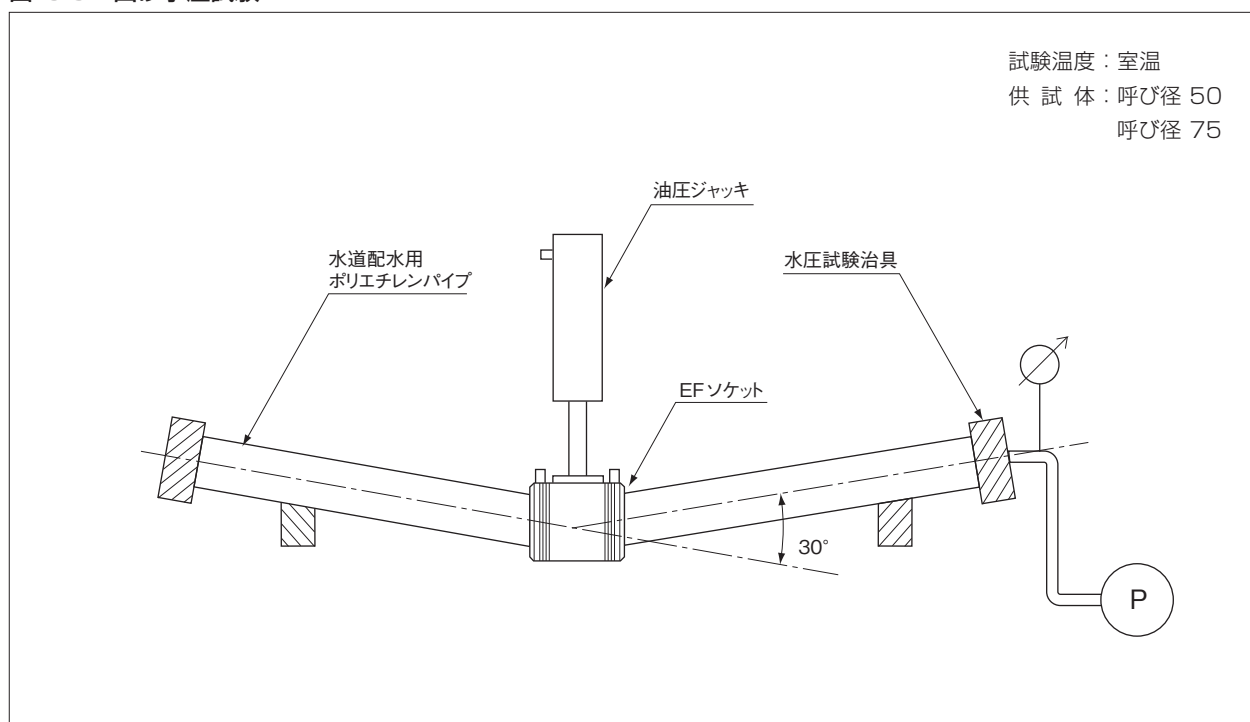
(1)目的

管路に曲げが加わった場合のEF接合部の耐水圧性を確認します。

(2)方法

管同士の迎角が 30° 以上になるように供試体を固定した後、水圧2.5MPaを加え、そのまま2分間保持し、破損および漏れの有無を調べます。

図-3.9 曲げ水圧試験



(3)結果

各供試体とも、破損および漏れはありませんでした。

(4)考察

本試験により、不等沈下などで管路に過度の曲げが発生した場合でも、EF接合部が耐水圧の性能規格を満足することを確認しました。

3.6.5 繰返し曲げ水圧試験

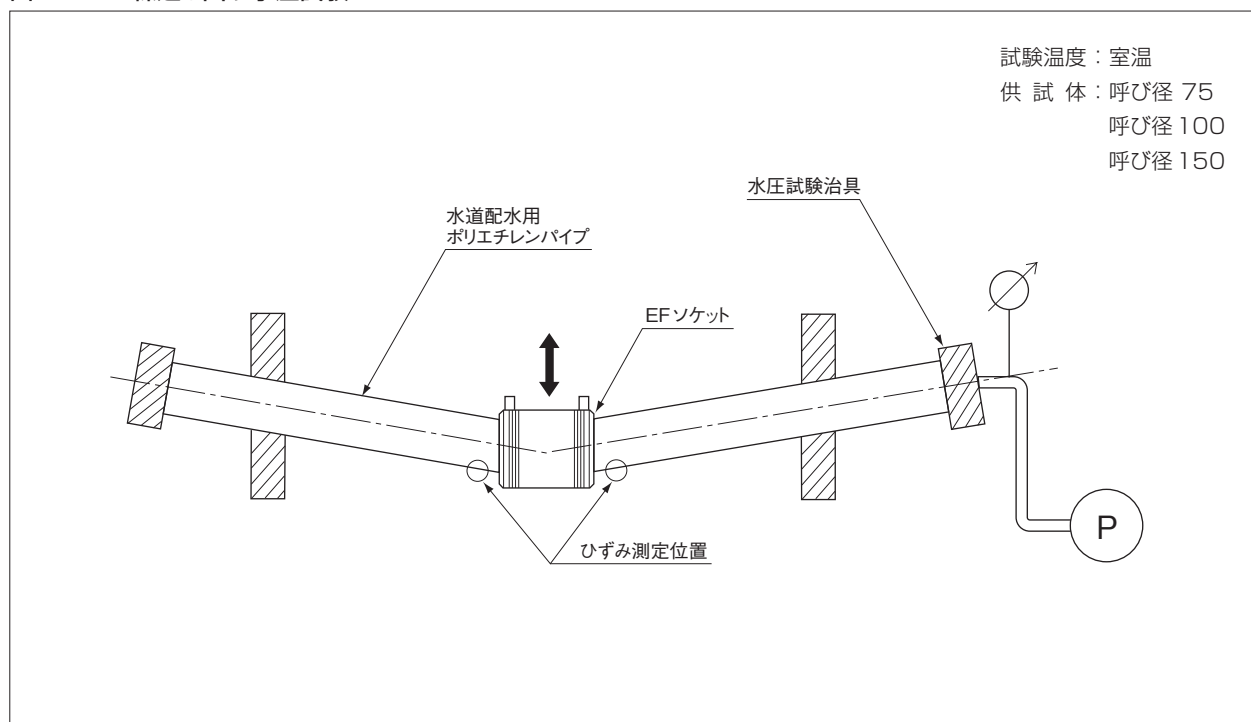
(1)目的

EF接合部の繰返し曲げに対する耐水圧性を確認します。

(2)方法

水圧 1.0MPaを加えた後、EFソケットを治具で押さえ、管に発生する軸方向ひずみが10%以上になるような曲げを毎秒1往復の速さで100回繰返し加え、漏水の有無を調べます。漏水がない場合は、繰返し曲げ終了後、水圧 2.5MPaを加え、そのまま2分間保持し、破損および漏れの有無を調べます。

図-3.10 繰返し曲げ水圧試験



(3)結果

繰返し曲げ中および繰返し曲げ後で、各供試体とも、破損および漏れはありませんでした。

(4)考察

本試験により、地震などで管路に繰返し曲げが加わった場合でも、EF接合部が耐水圧の性能規格を満足することを確認しました。

3.6.7 サドル分岐部曲げ水圧試験

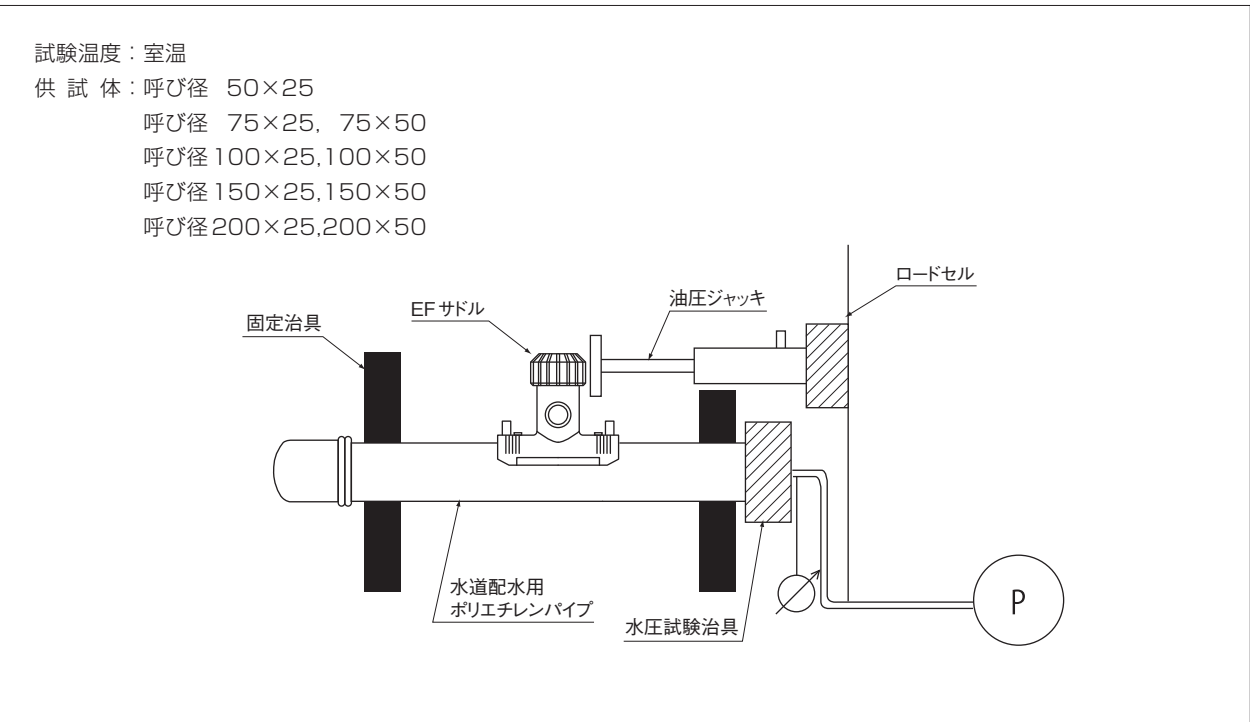
(1)目的

EFサドル分岐部に曲げが加わった場合の耐水圧性を確認します。

(2)方法

EFサドルと管を接合した供試体の分岐部に治具を当て、管軸方向に地震時想定反力*1で押した後、水圧2.5MPaを加え、そのまま2分間保持し、破損および漏れの有無を調べます。

図-3.12 分岐部曲げ水圧試験



(3)結果

各供試体とも、破損および漏れはありませんでした。

(4)考察

本試験により、地震などで分岐部に曲げ力が加わった場合でも、EFサドルが耐水圧の性能規格を満足することを確認しました。

*1 地震時想定反力：実験により求めた地盤反力とサドル分岐部の投影面積を乗じて計算し、下表の通りとしました。

呼び径	地震時想定反力(kN)
50×25	3.626
75×25	3.626
75×50	4.214
100×25	3.626
100×50	4.214
150×25	3.626
150×50	4.214
200×25	3.626
200×50	4.214

3.6.8 PE挿し口部引張試験

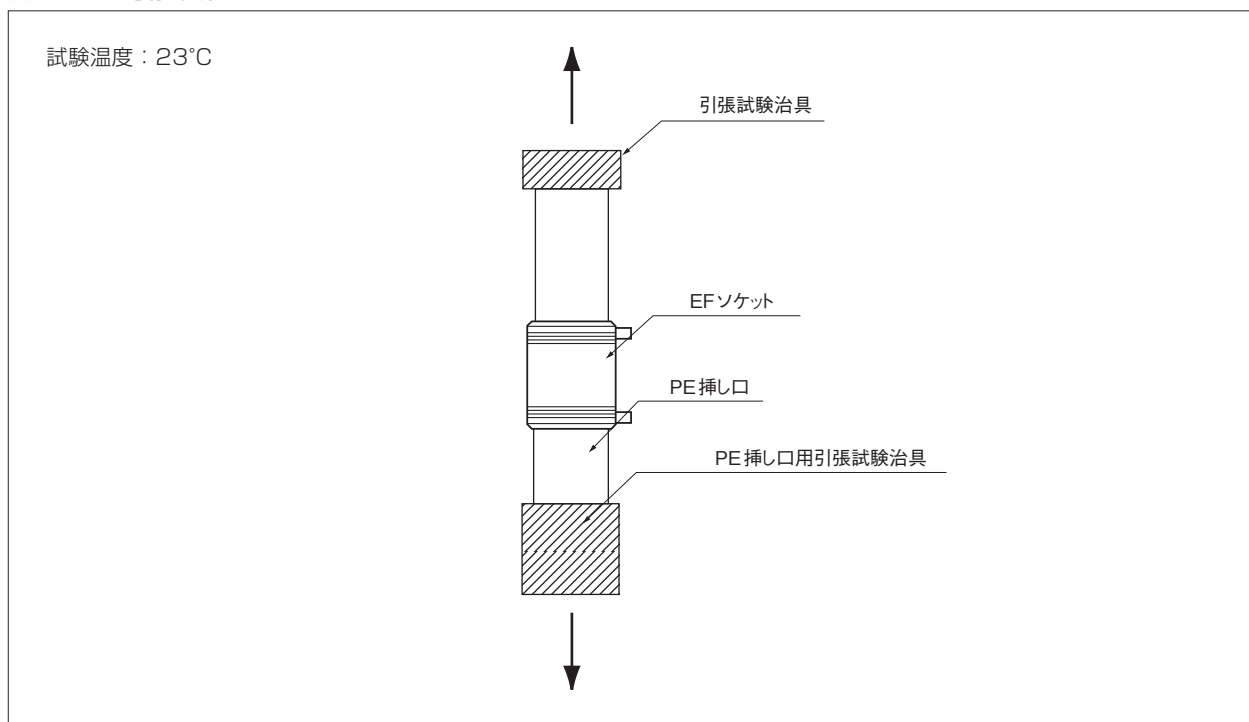
(1)目的

PE挿し口組付部(ねじ接合部)の軸方向強度を確認します。

(2)方法

PE挿し口にポリエチレン短管を融着したものを供試体とし、供試体のねじ側に専用の受口治具を、挿し口側に引張試験治具を取り付け、試験機に固定し試験を行います。引張速度は毎秒0.83mmとし、供試体が降伏するまで引張り、降伏時の状態を観察します。

図-3.13 引張試験



(3)結果

呼び径	試験条件	結果
75	引張速度0.83mm/s (50mm/min)	管体部で降伏
100		管体部で降伏
150		管体部で降伏
200		管体部で降伏

(4)考察

本試験により、引張りに対するPE挿し口組付部(ねじ接合部)の強度が、管体と同等以上であることが確認できました。

3.6.9 PE 挿し口部耐水圧試験

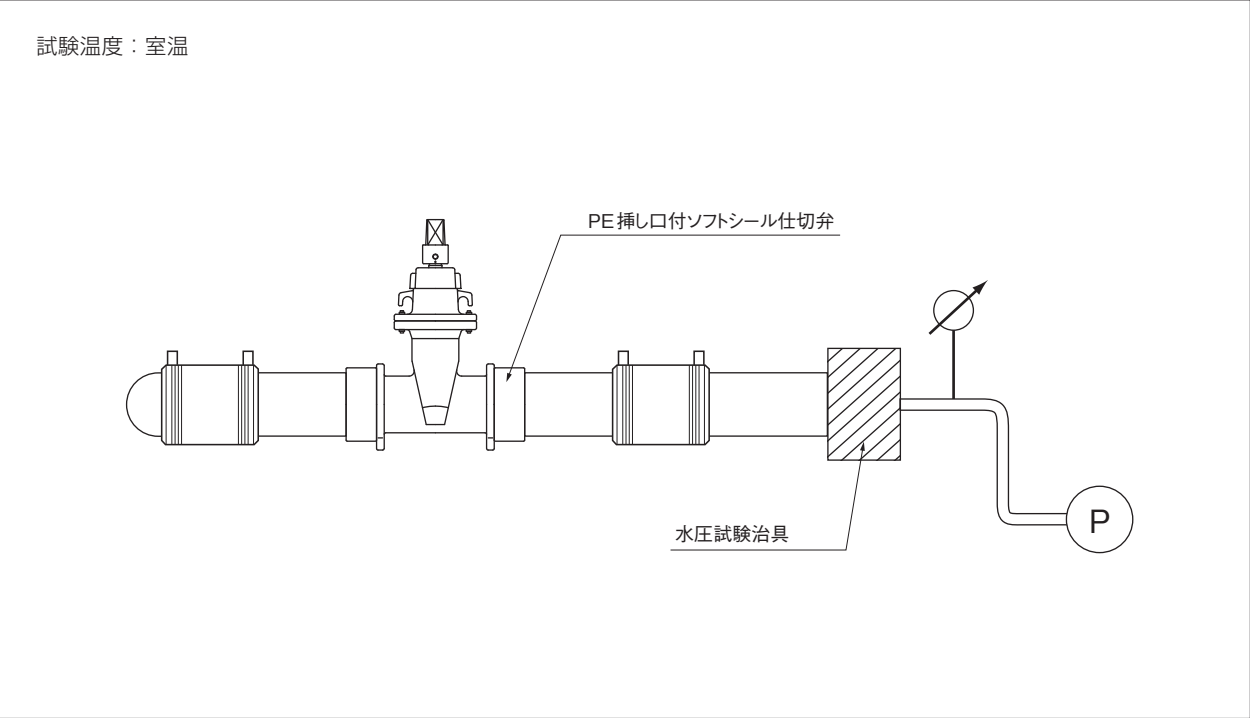
(1)目的

PE 挿し口の耐水圧性能および PE 挿し口組付部の水密性を確認します。

(2)方法

PE 挿し口付ソフトシール仕切弁の一方にキャップ、他方にポリエチレン短管を融着したものを供試体とし、供試体に水圧試験治具を取り付け、試験を行います。水圧 2.5MPa を加え 2 分間保持し、破損および漏れの有無を確認します。

図-3.14 耐水圧試験



(3)結果

呼び径	試験条件	結果
50	試験圧力 2.5MPa 保持時間 2分間	破損および漏れなし
75		破損および漏れなし
100		破損および漏れなし
150		破損および漏れなし
200		破損および漏れなし

(4)考察

本試験により、PE 挿し口の耐水圧性能が管体と同等以上であることおよび PE 挿し口組付部の水密性が確認できました。

3.6.10 PE挿し口部曲げ水圧試験

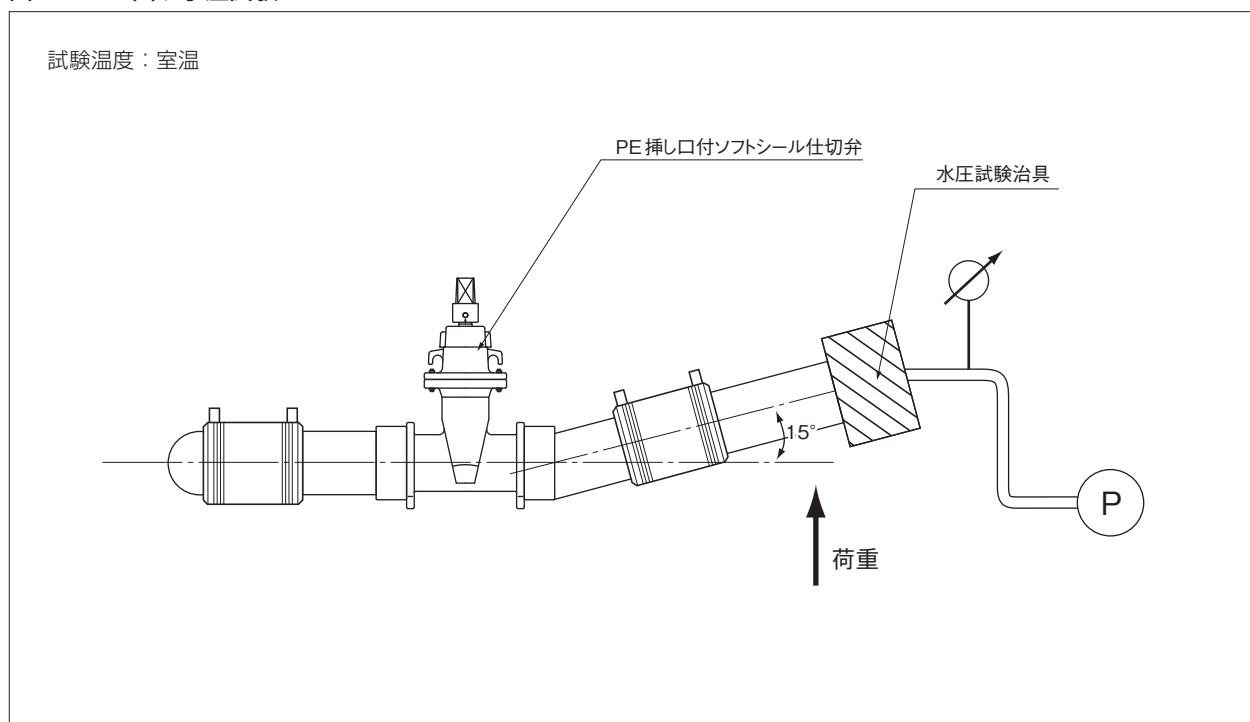
(1)目的

配管に曲げ荷重が作用した場合のPE挿し口の耐水圧性能およびPE挿し口組付部の水密性を確認します。

(2)方法

PE挿し口付ソフトシール仕切弁の一方にキャップ、他方にポリエチレン短管を融着したものを供試体とし、供試体に水圧試験治具を取り付け試験を行います。曲げ荷重を負荷して水圧2.5MPaを加え、破損および漏れの有無を調べます。なお、水圧の保持時間は2分間とします。

図-3.15 曲げ水圧試験



(3)結果

呼び径	試験条件	結果
50	曲げ角度 片側 15° 試験圧力 2.5MPa 保持時間 2分間	破損および漏れなし
75		破損および漏れなし
100		破損および漏れなし
150		破損および漏れなし
200		破損および漏れなし

(4)考察

本試験により、不等沈下などで管路に過度の曲げが発生した場合でも、PE挿し口の耐水圧性能およびPE挿し口組付部の水密性が十分であることを確認できました。しかし、この試験はPE挿し口に曲げ力がかかったまま長期に使用できることを保証するものではありませんので、配管施工時は必ず過度の曲げ力がかからないように直線配管をお願いします。

3.6.11 PE挿し口部偏平試験

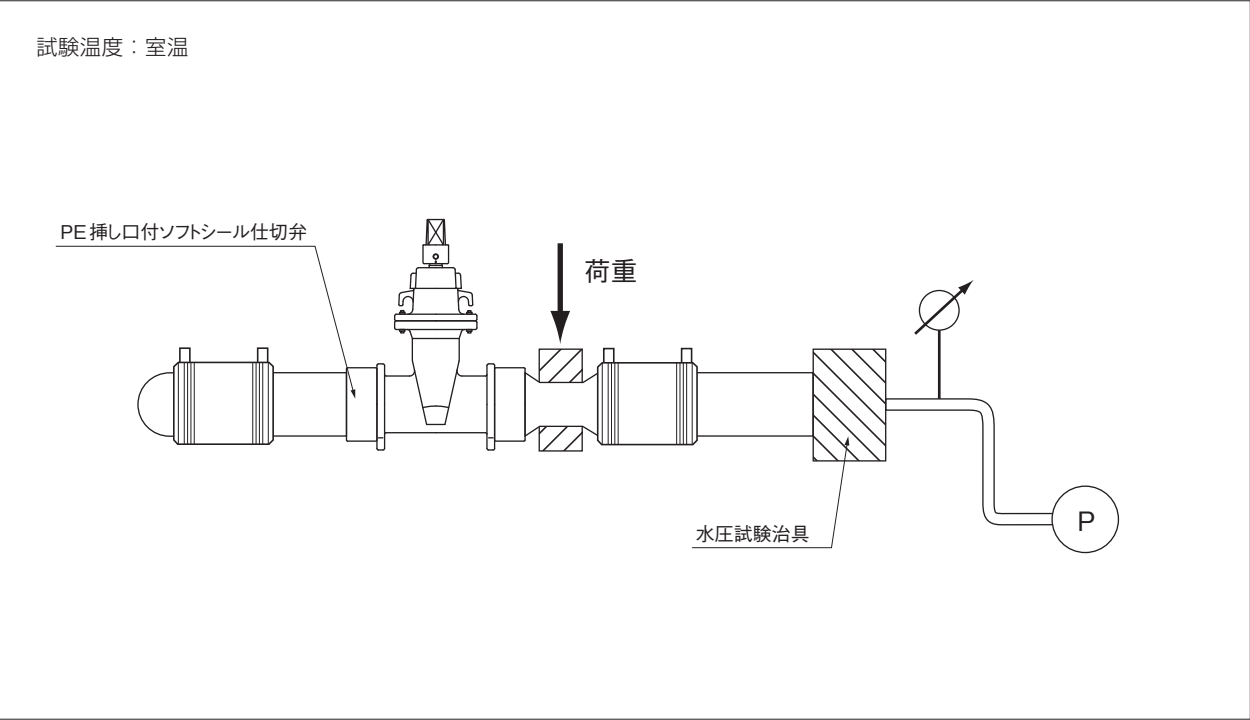
(1)目的

配管に偏平が作用した場合のPE挿し口の耐水圧性能およびPE挿し口組付部の水密性を確認します。

(2)方法

PE挿し口付ソフトシール仕切弁の一方にキャップ、他方にポリエチレン短管を融着したものを供試体とし、供試体に水圧試験治具を取り付け試験を行います。PE挿し口中央部を偏平させ、水圧2.5MPaを加え、破損および漏れの有無を確認します。なお、水圧の保持時間は2分間とします。

図-3.16 偏平試験



(3)結果

呼び径	試験条件	結果
50	管外径の30%偏平 試験圧力 2.5MPa 保持時間 2分間	破損および漏れなし
75		破損および漏れなし
100		破損および漏れなし
150		破損および漏れなし
200		破損および漏れなし

(4)考察

本試験により、埋設時の不陸(基礎の空洞)や不等沈下により過度の偏平が発生した場合でも、PE挿し口の耐水圧性能およびPE挿し口組付部の水密性が十分であることが確認できました。しかし、この試験はPE挿し口に偏平がかかったまま長期に使用できることを保証するものではありませんので、配管施工時は必ず過度の偏平がかからないような配管をお願いします。

3.7 耐震性

地震時に想定される地盤変動を受けた際に、管およびEF 接合部が、「日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説、2009 年版」に準拠した耐震安全性を有することを確認しました。

3.7.1 管軸方向引張り試験

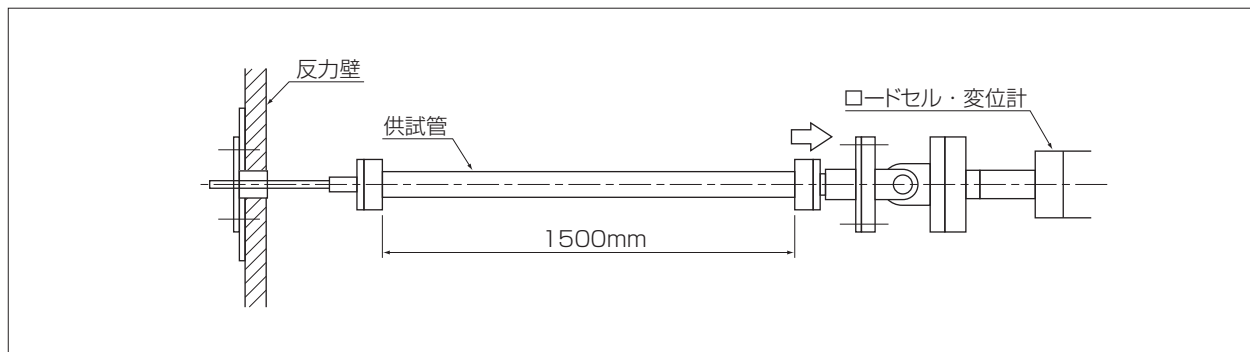
(1) 目的

地震時における地盤変位によって、パイプの管軸方向への引張力が作用した際の管体応力と管体歪みの関係を求め、管の降伏歪みが地震時に想定される最大地盤歪み2%以上であることを確認します。

(2) 方法

図-3.17に示すように、供試管の片端を反力壁に固定し、他端に油圧式アクチュエータで一定速度の管軸方向強制変位を作用させます。

図-3.17 管軸方向引張り試験



(3) 供試管

φ75、長さ1500mm

(4) 測定項目

引張変位：載荷点(アクチュエータからの出力)

引張荷重：載荷点(ロードセル)

(5) 条件

引張速度：2.5cm/s、20cm/s、40cm/s、100cm/s

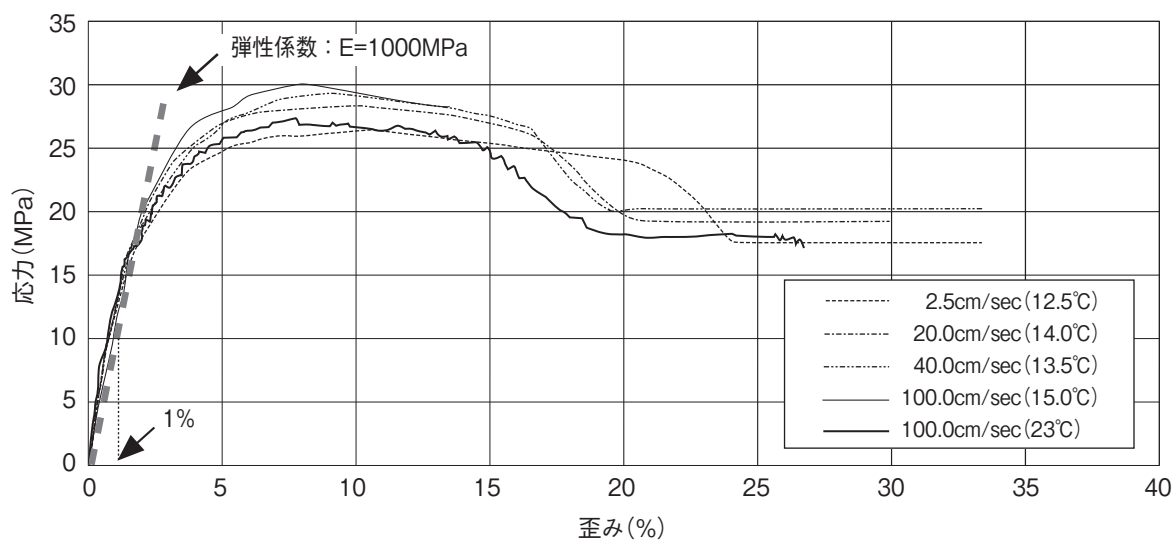
変位：40cm(引張速度が100cm/sの場合は20cm および 40cm)

試験温度：12.5～15℃および23℃

(6)結果

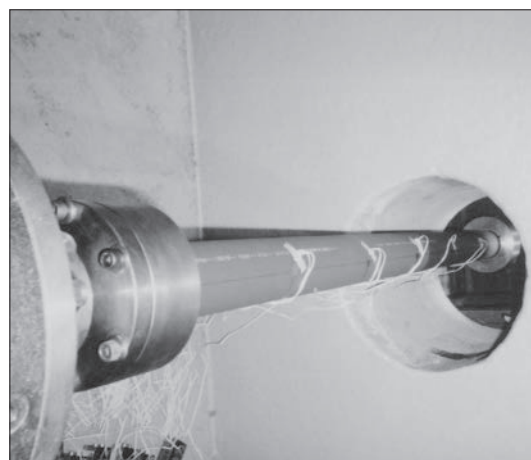
試験結果を図-3.18に、試験の状況を写真「管軸方向引張り試験の状況」に示します。管の降伏歪みは、バラツキがあるものの約8～11%であり、地震時に想定される最大地盤歪み2%以上であることが確認できました。

図-3.18 管軸方向引張り試験の結果



歪みの範囲が1%以下であれば弾性範囲であると考えられます。1%以下の範囲での引張り歪み-応力関係から、試験データの下限值を採用し、弾性係数をE=1000MPaとします。

管軸方向引張り試験の状況



3.7.2 管軸方向圧縮試験

(1)目的

地震時における地盤変位によって、パイプの管軸方向への圧縮力が作用した際の管体応力と管体歪みの関係を求め、管の降伏歪みが地震時に想定される最大地盤歪み以上であることを確認します。

(2)方法

図-3.19に示すように、供試管に万能試験機(オートグラフ)で一定速度の管軸方向強制変位を作用させます。

(3)供試管

φ75、φ150、長さ500mm

(4)測定項目

圧縮変位：载荷点(万能試験機の出力)

圧縮荷重：载荷点(ロードセル)

(5)条件

圧縮速度：10mm/min～250mm/min

最大変位：10cm(歪み20%)

試験温度：23℃

(6)結果

試験結果を図-3.20に、試験の状況を写真「管軸方向圧縮試験の状況」に示します。管の降伏歪みは、引張り時と同様に約8～11%であり、地震時に想定される最大地盤歪み2%以上であることが確認できました。

図-3.19 管軸方向圧縮試験

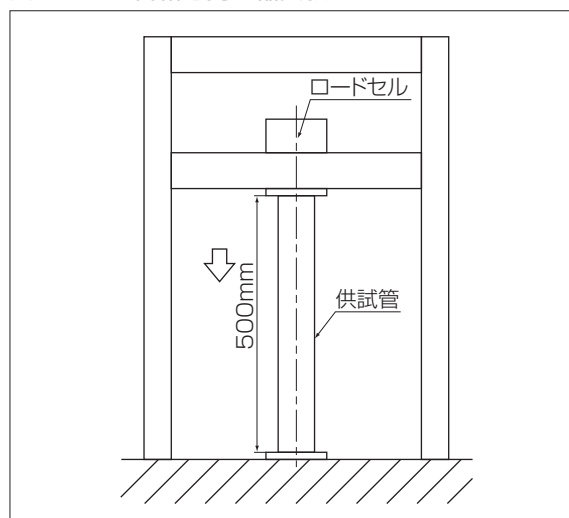
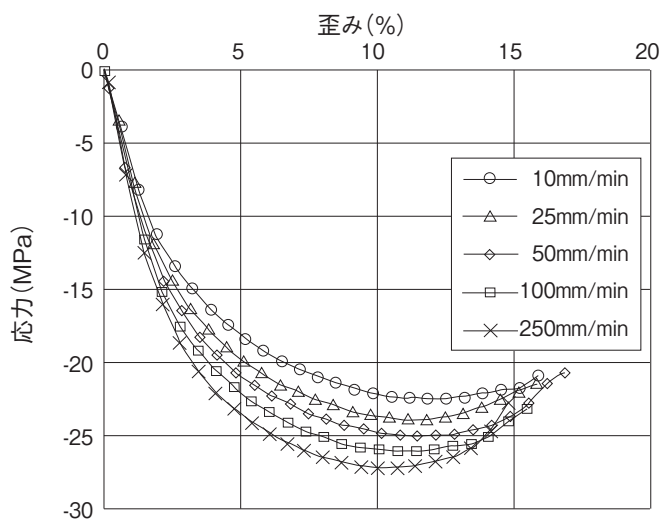
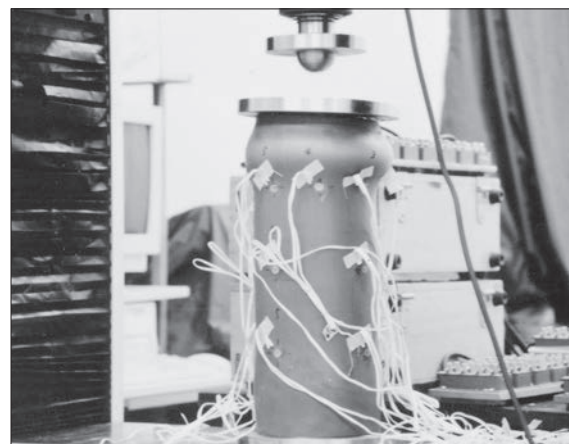


図-3.20 管軸方向圧縮試験の結果(φ150)



管軸方向圧縮試験の状況(φ150)



3.7.3 管軸方向繰返し伸縮試験

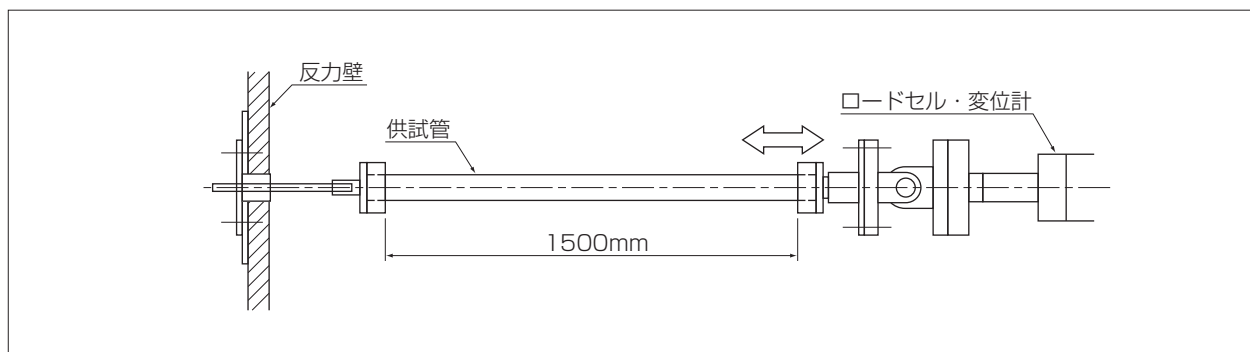
(1)目的

地震時における地盤振動によって、パイプの管軸方向への繰返し歪みが作用した際の管体挙動を調べ、管の耐震性能を確認します。

(2)方法

図-3.21に示すように、供試管の片端を反力壁に固定し、他端に油圧式アクチュエータで一定変位振幅・一定周波数の繰返し強制変位を作用させます。

図-3.21 管軸方向繰返し伸縮試験



(3)供試管

φ75、長さ1500mm

(4)測定項目

伸縮変位：載荷点(アクチュエータの出力)

伸縮荷重：載荷点(ロードセル)

(5)条件

加振変位：±1.5cm、±4.5cm

管軸方向歪み：±1%、±3%

加振周波数：1Hz

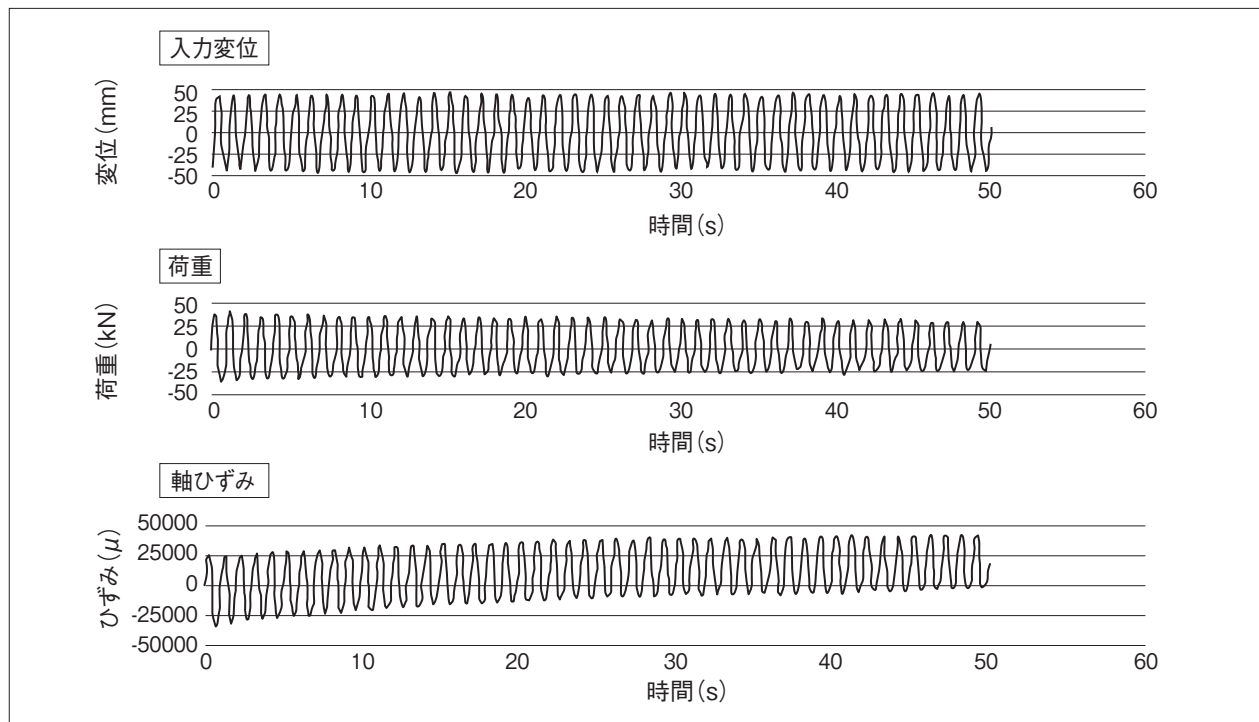
加振回数：50回

水圧：0.75MPa

(6)結果

図-3.22に±3%歪み入力時の入力変位、載荷点荷重および最大歪み(管中央部)を示します。各条件、各供試管ともに、管体の亀裂・降伏・過度な変形並びに漏れなどは見られませんでした。

図-3.22 管軸方向繰返し伸縮試験・結果



3.7.4 地割れ試験

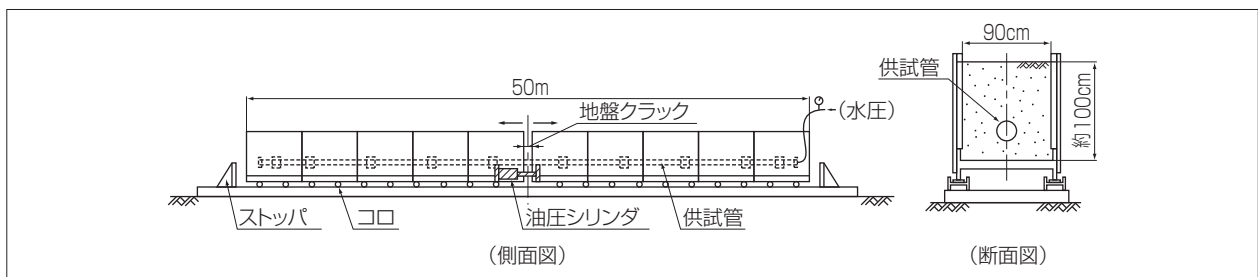
(1)目的

管路に、大地震時に生じる地割れを想定した管軸方向の地盤変位を与え、管路の変形挙動を調べます。

(2)方法

図-3.23に示すように長さ50mの土槽内に供試管をEF接合で配管・埋設し、水圧を負荷した状態で、土槽中央部に油圧ジャッキで模擬的な地割れを発生させ、供試管の挙動を確認します。

図-3.23 地割れ試験



(3)供試管

φ150、長さ50m

(4)測定項目

地割れ変位：土槽中央部2点(変位計)

管体歪み：歪みゲージ(管軸方向)

(5)条件

負荷水圧：0.75MPa

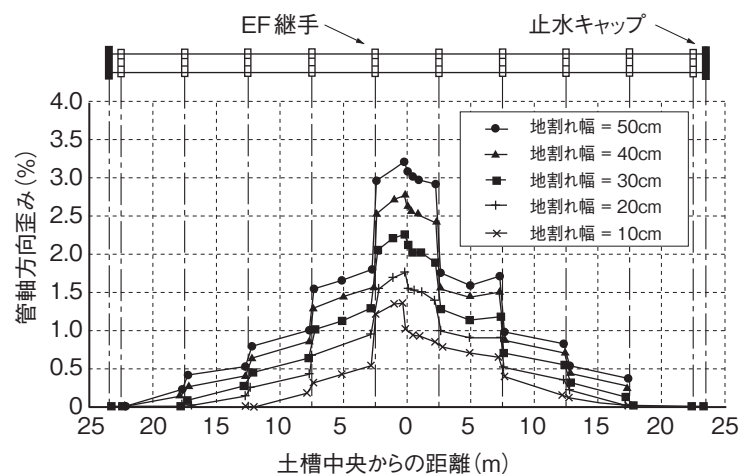
地割れ速度：3cm/s

地割れ幅：50cm

(6)結果

測定された管軸方向への歪み分布を図-3.24に示します。50cmの地割れを受けた際の最大発生歪みは約3.2%であり、地盤変状に対する許容歪み(6%)以下でした。また、過度な変形や漏れ等の異常が見られず、大規模な地割れを想定した場合でも、十分な安全性を有していることが確認できました。

図-3.24 管軸方向歪み分布



3.7.5 段差沈下試験

(1)目的

管路に、大地震時に生じる段差的地盤沈下を想定した管軸直角方向の地盤変位を与え、管路の変形挙動を調べます。

(2)方法

図-3.25に示すように、長さ8mの土槽内に供試管をEF接合で配管・埋設し、土槽底部に設置した電動式の沈下テーブルを片側4m分だけ降下させることで模擬的に地盤の段差沈下を発生させて、供試管の挙動を確認します。

(3)供試管

φ100、長さ8m

(4)測定項目

地盤沈下量：土槽底部(沈下装置の出力)

管体歪み：歪みゲージ

(5)条件

負荷水压：2.5MPa(沈下終了後に負荷)

沈下速度：2cm/min

沈下量：50cm

(6)結果

測定された管軸方向への歪み分布を図-3.26に示します。最大発生歪みは段差沈下境界部から沈下側へ約1mの位置に生じていますが、その値は50cmの段差沈下時でも約3.0%であり、地盤変状に対する許容歪み(6%)以下でした。また、沈下終了後に2.5MPaの水压を2分間負荷したところ、漏れなどの異常は見られませんでした。

図-3.25 段差沈下試験

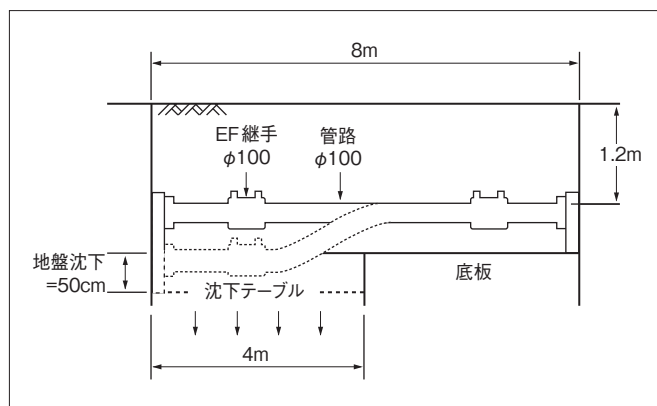
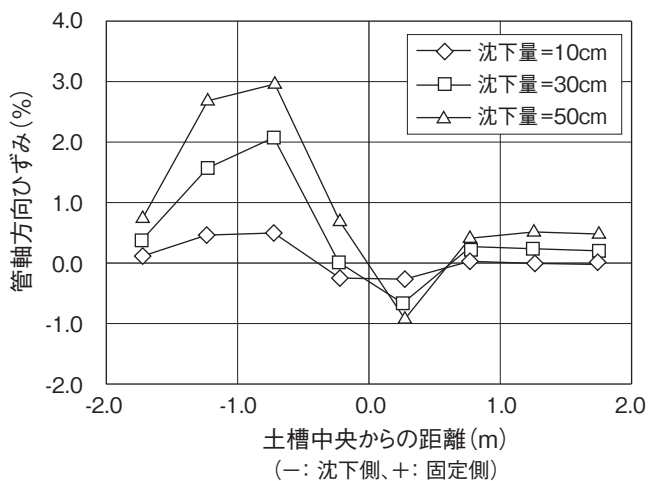


図-3.26 管軸方向歪み分布



50cm沈下時の地表面



50cm沈下時の管路変形状況



3.7.6 耐震試験後の長期水圧性能

(1)目的

管路に、大地震時に生じる地震動を想定した伸縮や地盤変位を想定した引張りを与える耐震試験を行った後、内圧クリープ試験で長期水圧性能に影響があるかを調べる。

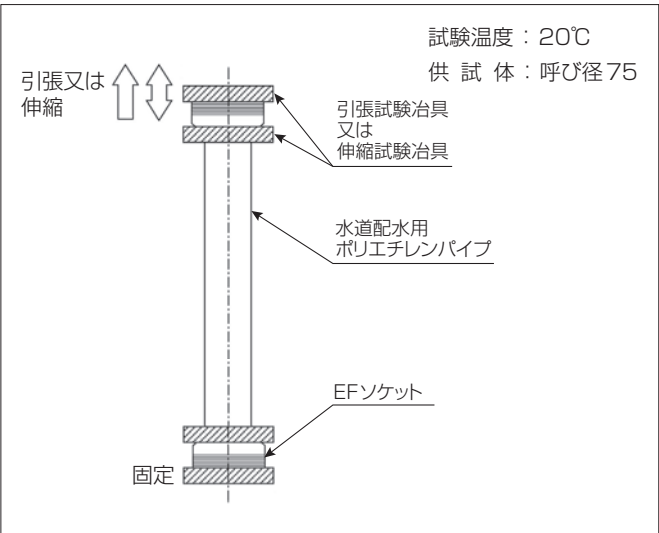
(2)耐震試験と長期水圧性能試験の方法

- ① 図3-27に示すように供試体を試験機に取り付け、管体に伸縮を与えた後、内圧クリープ試験を行って、管の長期水圧性能を確認する。
- ② 図3-27に示すように供試体を試験機に取り付け、高速で管体に引張りを与えた後、内圧クリープ試験を行って、管の長期水圧性能を確認する。

(3)供試管

図-3.27に示すように両端にEFソケットを融着した管を試験機にセットする。
固定点間800mm、呼び径75

図-3.27 耐震試験



(4)耐震試験と長期水圧性能試験の条件

- ① 伸縮歪み：±1%、伸縮回数：100回
- ② 引張歪み及び速度：10%/秒
- ③ 内圧クリープ試験の圧力・温度・時間

試験温度	20℃	80℃	
試験時間	100時間	165時間	1000時間
試験圧力	2.48MPa	1.08MPa	1.0MPa

(5)結果

耐震試験の後、内圧クリープ試験を行いました。管及びEF接続部に異常は無く、水道配水用ポリエチレン管は、地震動や地盤変位を受けても長期耐水圧性能に影響が無いと考えられます。

3.8 溶剤浸透

3.8.1 水道配水用ポリエチレンパイプへの溶剤浸透性能

(1)目的

事故などで土壌が石油類や揮発性有機溶剤により汚染された場合、水道配水用ポリエチレンパイプにはこれらが浸透する場合があります。ここでは、この浸透挙動を実験により検証します。

(2)耐震試験と長期水圧性能試験の方法

実験方法として写真にあるようなセル法を用いました。溶剤は高密度ポリエチレン材料に浸透しやすく、土壌汚染の事故事例もあるトリクロロエチレン(以下、TCEとします。)を選びました。実験手順は以下の通りです。

- ① 管と同材料のシートをセルにセットします。
- ② 片方のセルに溶剤(TCE水溶液)、もう一方に純水を入れます。
- ③ 純水側の溶剤濃度を定期的に測定し、その変化を観察します。

(3)供試管

浸透実験の結果は図-3.28のようなグラフになります。このグラフから判る係数 k から、浸透に関する係数(拡散係数 D と浸透係数 P)を求め、溶剤が管に浸透するまでの時間(タイムラグ)とTCEの浸透濃度を計算することができます。

タイムラグ： $t_L = d^2/6D$

t 時間後の管内TCE濃度：

$$C_t = 2C_0 \cdot t \cdot P / r \cdot d$$

ここで、 d ：管の厚さ r ：管の内径(半径)

D ：拡散係数 P ：浸透係数

C_0 ：TCE濃度 t ：時間

(4)供試管

セル法による浸透実験で得られた結果より、上記の式により管にTCEが浸透開始時間と濃度を計算します。また、同様に、溶剤浸透防護スリーブの性能を計算し、複層膜理論により管に溶剤浸透防護スリーブを被せた場合の浸透開始時間と濃度を計算した結果が下表です。

水道配水用ポリエチレンパイプ単体と溶剤浸透防護スリーブを被せた場合の性能

呼び径	浸透開始までの期間(日)		水質基準になるまでの滞留時間	
	WPE管単体	スリーブ保護	WPE管単体	スリーブ保護
50	310	3,715	8時間	104時間
75	622	5,434	17時間	155時間
100	1,201	7,882	33時間	225時間
150	2,472	12,055	68時間	346時間
200	4,744	18,020	132時間	518時間

以上の結果より、溶剤浸透防護スリーブは、水道配水用ポリエチレンパイプの溶剤浸透防護性能を、約10倍(呼び径50の場合)に高める効果が有ることが分かりました。

溶剤浸透試験装置(セル法)

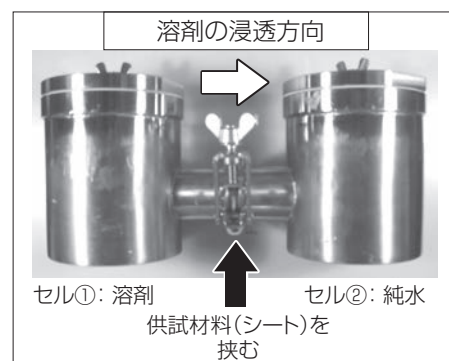
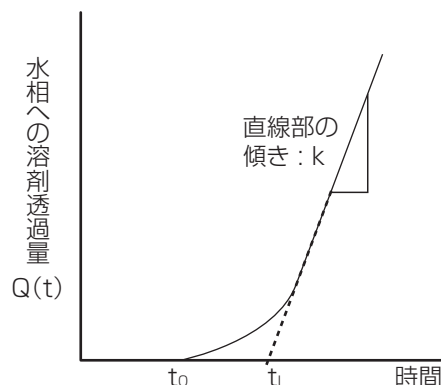


図-3.28 セル法による浸透実験結果(モデル)



3.9 耐薬品性

水道配水用ポリエチレンパイプの耐薬品性を表-3.2に示します。

表-3.2 耐薬品性一覧表(ご参考)

薬品名	温度(℃)		薬品名	温度(℃)		薬品名	温度(℃)	
	20	60		20	60		20	60
～酸～			～有機薬品～			～塩基～		
塩酸 36%	○	○	メチルアルコール	○	△	重クロム酸カリ	○	○
硫酸 50～75%	○	○	エチルエーテル	△	－	過塩素酸カリ 1%	○	○
硫酸 98%	○	×	エチルアルコール 40%	○	△	過マンガン酸カリ 20%	○	○
硝酸 50%	△	×	アニリン(液)	○	△	過酸化水素水 30%	○	○
燐酸	○	○	ベンゼン	△	△			
酢酸 95%未満	○	○	四塩化炭素	△	×	～アルカリ～		
蟻酸 50%	○	○	クロロホルム	△	△	苛性ソーダ	○	○
蟻酸 85%	○	○	ホルマリン 30～40%	○	○	苛性カリ	○	○
砒酸	○	○	トルエン	△	×	アンモニア水	○	○
乳酸	○	○	トリクロロエチレン	△	△			
オレイン酸	○	○	二硫化炭素	△	×	～ガス～		
マレイン酸	○	○	アセトアルデヒド 40%	○	△	塩素ガス：乾性	△	×
ピクリン酸	○	－	グリセリン	○	○	アンモニア	○	○
						天然ガス：乾燥	○	○
						～その他～		
						写真現像液	○	○
						海水	○	○

○：管の圧力または他の応力が加わらない用途に使用可能。
△：その薬品は、材料に対して化学的な影響を与える。使用は推奨できない。
×：管は激しく侵食される。無圧・有圧を問わず使用不可。
－：不明

※ ISO/TR10358に基づいて作成しています。
※ 水道配水用ポリエチレンパイプは水道用の管材です。上表はあくまで参考としてください。

《機能試験写真》



引張試験(試験前)



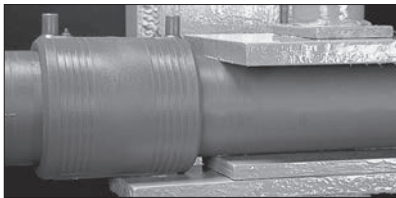
引張試験(試験中)



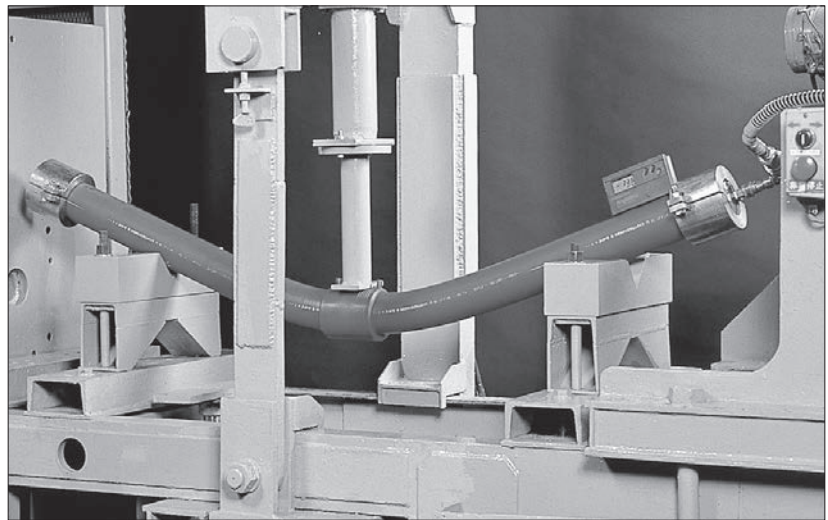
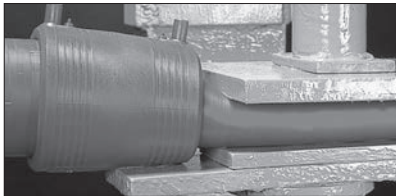
引張水圧試験：最大荷重発生時(降伏時)直後

偏心偏平水圧試験

試験前



試験中



曲げ水圧試験

4. 設 計

4.1 基本事項

水道配水用ポリエチレンパイプ(以下、管)及び継手の設計に当たって、特に留意すべき基本事項は次のとおりです。

- (1) 管、継手は基本的に埋設配管に使用してください。紫外線が当たるような場所での使用は避けてください。
(ただし、適切な措置を取ることで橋梁添架、推進工法への適用が可能です。詳細についてはお問合せください。)
- (2) 管の温度が50℃以上になるような場所には使用しないでください。
- (3) 管に直接ねじを切ったり、塗装をしないでください。また現場での加熱加工は厳禁とします。
- (4) 管と継手、または継手とコントローラのメーカーが異なる場合のEF接合は、融着の適合性をメーカーに確認した上で行ってください。
- (5) 多量に灯油、ガソリン等の有機溶剤を扱う場所等での管の布設は、水質に悪影響を及ぼす場合がありますので、土の汚染度の確認、非汚染土による埋め戻し、更に影響を受けにくい経路の検討等を行ってください。
- (6) 一般の塩ビ管等に用いられるメカニカル継手等は使用しないでください。物理的には接合できても、施工後に漏水の恐れがあります。管路の性能を十分に保持するため、専用の継手や継ぎ輪をご使用ください。

4.2 使用範囲

- (1) 水道配水用ポリエチレンパイプは、使用圧力(静水圧) 0.75MPa以下の水道埋設配管に使用します。
- (2) 管及び管継手の使用温度範囲は0～50℃とします。
- (3) 20～50℃の温度範囲で使用する場合の使用圧力は表-4.1の通りとします。

表-4.1 温度別の使用圧力

使用温度 ℃	20以下	25	30	35	40	45	50
圧力低減係数	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.63
最高許容圧力 MPa	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	0.67	0.63
使用圧力 MPa	0.75	0.67	0.60	0.54	0.48	0.42	0.38

備考：最高許容圧力は、使用圧力(静水圧)に水撃圧0.25MPaを加えた圧力とする。

【解説】

(1) 最高許容圧力の温度依存

水道配水用ポリエチレンパイプはプラスチックであるため、金属と異なり、常温において明確な温度依存性を示し、高温側で強度が低下します。例えば、使用温度20℃での最高許容圧力は1.0MPaですが、使用温度が30℃になると、最高許容圧力は表-4.1の通り約15%減少し、0.85MPaとなります。

なお、管厚設計については後述しますが、その設計温度のベースは20℃にしています。通常、水道配水用ポリエチレンパイプは、埋設配管として用いられるので、実用上50℃の最高使用温度で充分と考えられます。また、最低使用温度は0℃であり、凍結しない範囲での使用温度に限定されています。

(2) 水撃圧

日本水道協会「水道施設設計指針・解説」によれば、「水撃圧については、ダクタイル鋳鉄管、鋼管等では目安として0.45MPa～0.55MPaが見込まれ、硬質塩化ビニル管及び水道配水用ポリエチレン管では、管材のヤング率が前記の管に比べて小さいことから0.25MPaを見込んである。」とされているため、0.25MPaの水撃圧を見込んでおけば充分といえます。

4.3 内圧設計

内圧により管に発生する引張周応力は次のNaday式で計算します。

$$\text{Naday式} \quad \sigma = p(D-t) / 2t = p(\text{SDR}-1) / 2$$

ここに、 σ ：引張周応力 MPa

p ：内圧 MPa

D ：管の外径基準寸法 m

t ：管の最小厚さ寸法 m

SDR：Standard Dimension Ratio= $D / t=11$

【解説】

(1) 内圧を1.0MPa(使用圧力0.75MPa + 水撃圧0.25MPa)とした場合、引張周応力は5.0MPaとなります。

PE100のMRS(最小要求強度)は10.0MPaであるため、安全率は2.0となります。

(2) ISO12162では、MRSに対する安全率の最小値をポリエチレン材料で1.25と規定しています。また使用実績の大きいヨーロッパでは、PE80に対して安全率1.6が主流となっています。安全率2.0は、これらの規格、実績に照らして十分であると考えます。

4.4 外圧設計

水道配水用ポリエチレンパイプの埋設強度計算は「水道施設設計指針・解説 7.配水施設 7.5.2 管種〔参考-1〕 4.水道配水用ポリエチレン管管厚計算式」に準拠して行います。

【解説】

(1) とう性管が埋設された場合、土圧と輪圧により管体に撓みと曲げ周応力が発生します。上記指針に準拠した埋設強度計算結果を表-4.2に示します。

(2) とう性管の撓みの許容値は、主に水理特性や舗装面への影響から、通常、管外径の5%以下とされています。

EF接合では、撓みによる接合部水密性低下を考慮する必要がないため、本資料でもこの値を採用します。

(3) 内圧による引張応力と外圧による曲げ周応力を合成するか、合成しないでそれぞれに対し安全性を検討するかについては様々な見解がありますが、(社)日本水道協会「水道配水用ポリエチレン管・継手に関する調査報告書」では、実埋設実験の結果として、水圧のみを負荷したときよりも、土圧と水圧を同時に負荷したときの方が発生歪みやたわみが大きくならないことが示されています。従って、水道配水用ポリエチレン管の管厚は、通常の埋設条件では内圧の安全性のみ検討すれば良いとしています。ただし、過大な路面荷重が見込まれるなど特別な埋設条件の場合は、内圧による安全性検討と外圧による安全性検討を、それぞれ別個に行う(内外圧分離の考え方)方法を適用します。

1) 計算式

①土 圧：マーストンの式

②輪 圧：ブーシネスクの式

③撓みと曲げ周応力：スパングラーの式(修正式)

2) 計算条件

①埋戻し土砂の単位体積重量：18kN/m³

②管頂部の溝巾：

呼び径	50	75	100	150	200	250	300
管頂部の溝幅(m)	0.5	0.5	0.5	0.55	0.6	0.8	0.9

③輪荷重の条件：25トントラック2台並列

3)計算結果

表-4.2 発生撓みと曲げ周応力

E' : 埋戻し土の受動抵抗係数 kgf/cm²
 σ_{max} : 最大曲げ応力 MPa
V : たわみ率 (たわみ量/管外径×100)%

埋戻し土	支承角	土被り 呼び径	60cm		80cm		120cm		150cm	
			σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V
砂突固め E'=100	60°	50	5.88	1.76	4.45	1.32	2.97	0.89	2.42	0.73
		75	5.95	1.79	4.49	1.36	3.03	0.91	2.48	0.74
		100	5.92	1.78	4.48	1.34	3.02	0.91	2.47	0.74
		150	5.90	1.77	4.48	1.35	3.05	0.92	2.51	0.76
		200	5.85	1.76	4.48	1.35	3.08	0.93	2.56	0.77
		250	5.77	1.74	4.45	1.34	3.08	0.92	2.56	0.77
		300	5.72	1.72	4.43	1.34	3.09	0.93	2.59	0.78
	120°	50	3.87	1.52	2.92	1.14	1.96	0.76	1.59	0.62
		75	3.91	1.54	2.95	1.17	1.99	0.79	1.63	0.64
		100	3.89	1.54	2.94	1.16	1.99	0.78	1.62	0.64
		150	3.87	1.53	2.94	1.17	2.00	0.79	1.65	0.66
		200	3.84	1.52	2.94	1.17	2.02	0.80	1.68	0.66
		250	3.78	1.50	2.92	1.16	2.02	0.80	1.68	0.67
		300	3.75	1.49	2.91	1.15	2.03	0.81	1.70	0.68
砂質じょう土 突固め E'=70	60°	50	6.46	2.05	4.87	1.54	3.27	1.03	2.66	0.84
		75	6.55	2.09	4.94	1.58	3.33	1.07	2.72	0.87
		100	6.52	2.08	4.93	1.57	3.33	1.06	2.72	0.86
		150	6.49	2.07	4.93	1.57	3.36	1.07	2.77	0.88
		200	6.45	2.06	4.93	1.58	3.39	1.08	2.81	0.90
		250	6.35	2.03	4.90	1.57	3.39	1.09	2.82	0.90
		300	6.30	2.01	4.88	1.56	3.41	1.09	2.85	0.91
	120°	50	4.37	1.76	3.30	1.33	2.21	0.89	1.80	0.73
		75	4.42	1.80	3.34	1.37	2.25	0.92	1.84	0.76
		100	4.40	1.79	3.33	1.36	2.25	0.91	1.84	0.75
		150	4.38	1.79	3.33	1.36	2.27	0.93	1.87	0.76
		200	4.35	1.78	3.33	1.36	2.29	0.94	1.90	0.78
		250	4.29	1.75	3.31	1.35	2.29	0.94	1.91	0.78
		300	4.25	1.74	3.30	1.35	2.30	0.94	1.92	0.79
ローム突固め E'=40	60°	50	7.27	2.44	5.48	1.84	3.68	1.24	2.99	1.00
		75	7.39	2.50	5.58	1.89	3.76	1.28	3.07	1.04
		100	7.35	2.49	5.56	1.88	3.75	1.27	3.07	1.04
		150	7.32	2.48	5.56	1.89	3.79	1.28	3.12	1.06
		200	7.28	2.48	5.57	1.90	3.83	1.30	3.18	1.08
		250	7.17	2.44	5.53	1.88	3.83	1.30	3.19	1.09
		300	7.11	2.42	5.51	1.88	3.85	1.31	3.22	1.10
	120°	50	5.08	2.11	3.82	1.59	2.57	1.06	2.09	0.87
		75	5.15	2.17	3.89	1.63	2.62	1.10	2.14	0.90
		100	5.12	2.15	3.87	1.62	2.62	1.10	2.14	0.90
		150	5.10	2.14	3.88	1.63	2.64	1.11	2.18	0.92
		200	4.07	2.14	3.88	1.64	2.67	1.12	2.21	0.93
		250	4.99	2.11	3.85	1.63	2.67	1.13	2.22	0.94
		300	4.95	2.09	3.84	1.62	2.68	1.13	2.24	0.95

※曲げ周応力に対する許容値：8.0MPa(短期引張強さに対して安全率2.5)
たわみの許容値 : 5%

4.5 水理設計

水道配水用ポリエチレンパイプの管径の算定方法は、日本水道協会「水道施設設計指針(2012)」の7.5.5管径〔解説〕に準拠して行います。ここには、「まず、計画配水量を参照し、平常時について水理計算を行い、最小動水圧が計画最小動水圧(一般的には0.15～0.20MPa)を下回らない管径を求める。次に、火災時について水理計算を行い、火災時の最小動水圧が負圧にならないことを確認する。」としています。

これらの水理計算は、次の Hazen-Williams 式で行います。

Hazen-Williams 式 (m-sec 単位)

$$V = 0.35464 \cdot C \cdot D^{0.63} \cdot I^{0.54} \dots\dots\dots ①$$

$$Q = 0.27853 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot I^{0.54} \dots\dots\dots ②$$

$$D = 1.6258 \cdot C^{-0.38} \cdot Q^{0.38} \cdot I^{-0.205} \dots\dots\dots ③$$

$$I = 10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \dots\dots\dots ④$$

$$C = 3.5903 \cdot Q \cdot D^{-2.63} \cdot I^{-0.54} \dots\dots\dots ⑤$$

ここに、

Q：流量(m³/sec)

V：流速(m/sec)

D：管内径(m)

C：流速係数(管内面の粗度、管路中の屈曲、分岐等の数により異なります。
水道配水用ポリエチレンパイプに対しては、C=140を推奨。)

I：動水勾配

$$I = h/L$$

h：摩擦損失水頭(m)(水が流れる時運動エネルギーを持つが、管内を流れると摩擦等によりエネルギー損失を生じます。その損失を水頭で表したものです。)

L：管路延長(m)

以上の式によって次の場合が計算できます。

式①、②：C、D、Iを与えてV、Qを求める場合

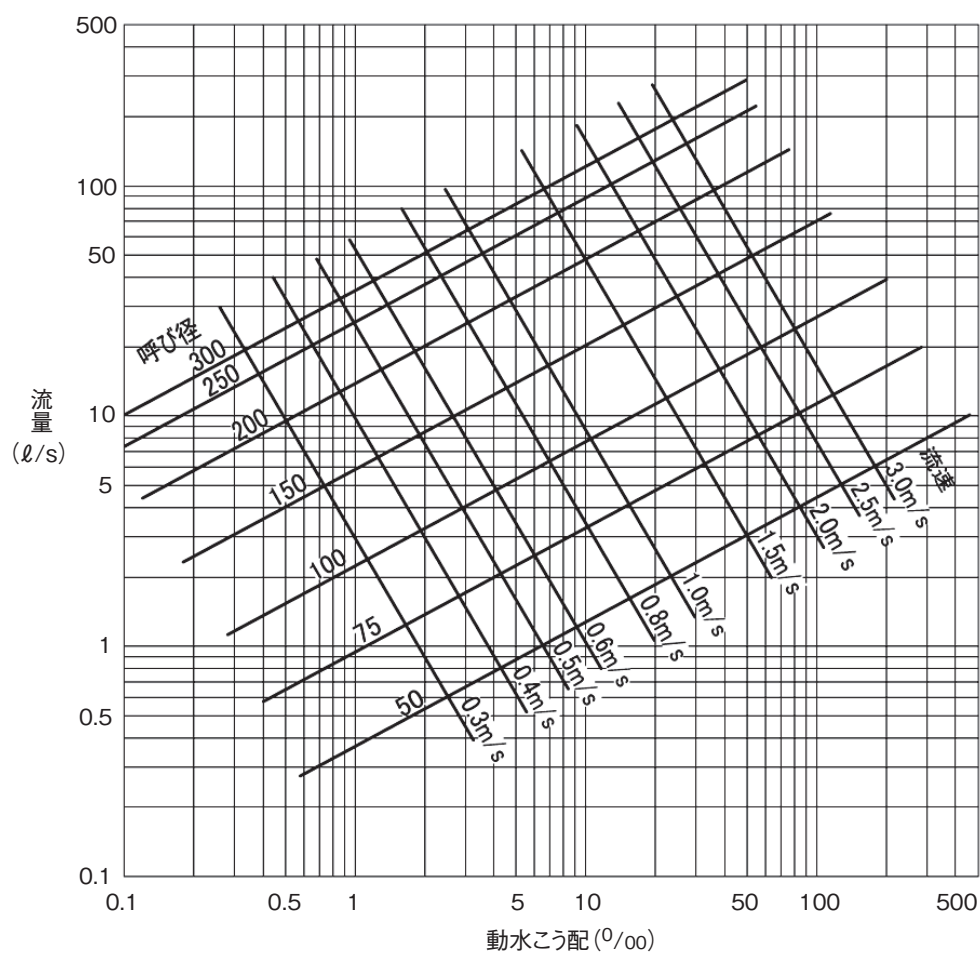
式③：C、Q、Iを与えてDを求める場合

式④：C、D、Qを与えてIを求める場合

式⑤：Q、D、Iを与えてCを求める場合

流速係数C=140としたときの流量図を図-4.1に、流量表を表-4.3に示します。

図-4.1 流量図(C=140※)



※「水道施設設計指針2012」では、新管を使用する設計においては、屈曲部損失などを含んだ管路全体として110が適当である、としている。水道配水用ポリエチレンパイプは管内面の粗度が小さく、経年変化も少ないため、C=140を推奨できます。

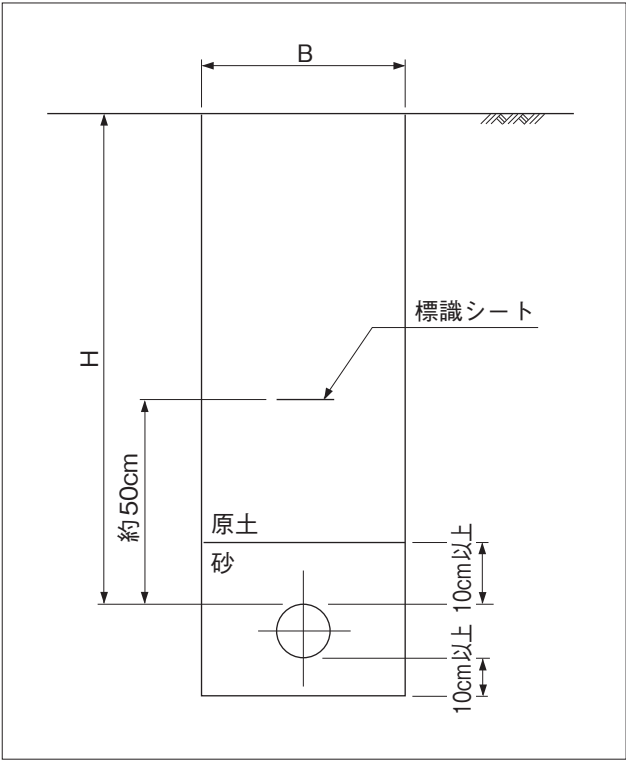
表-4.3 水道配水用ポリエチレンパイプの流量表(C=140)

単位: ℓ/sec

公式 呼び径 動水勾配(‰) D	$Q=0.27853 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot J^{0.54}$						
	50	75	100	150	200	250	300
	50.7mm	72.6mm	100.8mm	145.3mm	201.9mm	254.8mm	287.2mm
0.5	0.253	0.650	1.540	4.029	9.571	17.650	24.181
1.0	0.367	0.945	2.239	5.858	13.916	25.663	35.158
1.5	0.457	1.176	2.787	7.292	17.322	31.944	43.764
2.0	0.534	1.373	3.256	8.518	20.233	37.313	51.119
2.5	0.603	1.549	3.672	9.608	22.824	42.091	57.665
3.0	0.665	1.710	4.053	10.602	25.186	46.446	63.631
3.5	0.723	1.858	4.405	11.523	27.372	50.478	69.155
4.0	0.777	1.997	4.734	12.384	29.419	54.252	74.325
4.5	0.828	2.128	5.045	13.198	31.360	57.815	79.206
5.0	0.876	2.253	5.340	13.970	33.186	61.200	83.843
6.0	0.967	2.486	5.893	15.416	36.619	67.531	92.518
7.0	1.051	2.702	6.404	16.753	39.798	73.393	100.549
8.0	1.129	2.904	6.883	18.006	42.774	78.881	108.067
9.0	1.204	3.094	7.335	19.189	45.583	84.061	115.164
10.0	1.274	3.275	7.764	20.312	48.251	88.982	121.906
15.0	1.586	4.077	9.665	25.284	60.062	110.763	151.745
20.0	1.852	4.762	11.289	29.533	70.156	129.378	177.248
25.0	2.090	5.372	12.735	33.315	79.140	145.946	199.946
30.0	2.306	5.928	14.052	36.762	87.328	161.046	220.633
35.0	2.506	6.443	15.272	39.954	94.909	175.025	239.785
40.0	2.693	6.924	16.414	42.941	102.005	188.112	257.714
45.0	2.870	7.379	17.492	45.761	108.703	200.465	274.638
50.0	3.038	7.811	18.516	48.440	115.067	212.201	290.716
60.0	3.353	8.619	20.432	53.452	126.973	234.156	320.794
70.0	3.644	9.367	22.205	58.091	137.994	254.482	348.641
80.0	3.916	10.068	23.865	62.435	148.312	273.510	374.709
90.0	4.173	10.729	25.433	66.535	158.052	291.471	399.315
100.0	4.417	11.357	26.922	70.430	167.305	308.535	422.693
150.0	5.499	14.137	33.511	87.669	208.256	384.055	526.156
200.0	6.423	16.513	39.143	102.403	243.257	448.601	614.584
250.0	7.245	18.627	44.156	115.517	274.408	506.048	693.286
300.0	7.995	20.555	48.724	127.469	302.799	558.406	765.016
350.0	8.689	22.339	52.954	138.534	329.083	606.878	831.423
400.0	9.339	24.009	56.913	148.892	363.688	652.254	893.588
450.0	9.952	25.586	60.651	158.669	376.915	695.087	952.269
500.0	10.535	27.084	64.201	167.959	398.981	735.781	1,008.019

4.6 配管設計

4.6.1 標準土工定規



標準土被り(H)

単位：m

区分		H
公道	車道	0.6以上
	歩道	0.5以上

注1) 寒冷地においては凍結深度以下に埋設する。

注2) 平成11年3月31日付建設省道政発第32号(建設省道国発第5号)によると、水道配水用ポリエチレン管の埋設深さは道路の舗装厚さに0.3m加えた値(当該値が0.6mに満たない場合には0.6m)以下としない、また、歩道下は管頂部と路面との距離が0.5m以下としないこととされています。

標準掘削幅(ポリエチレン管の場合)

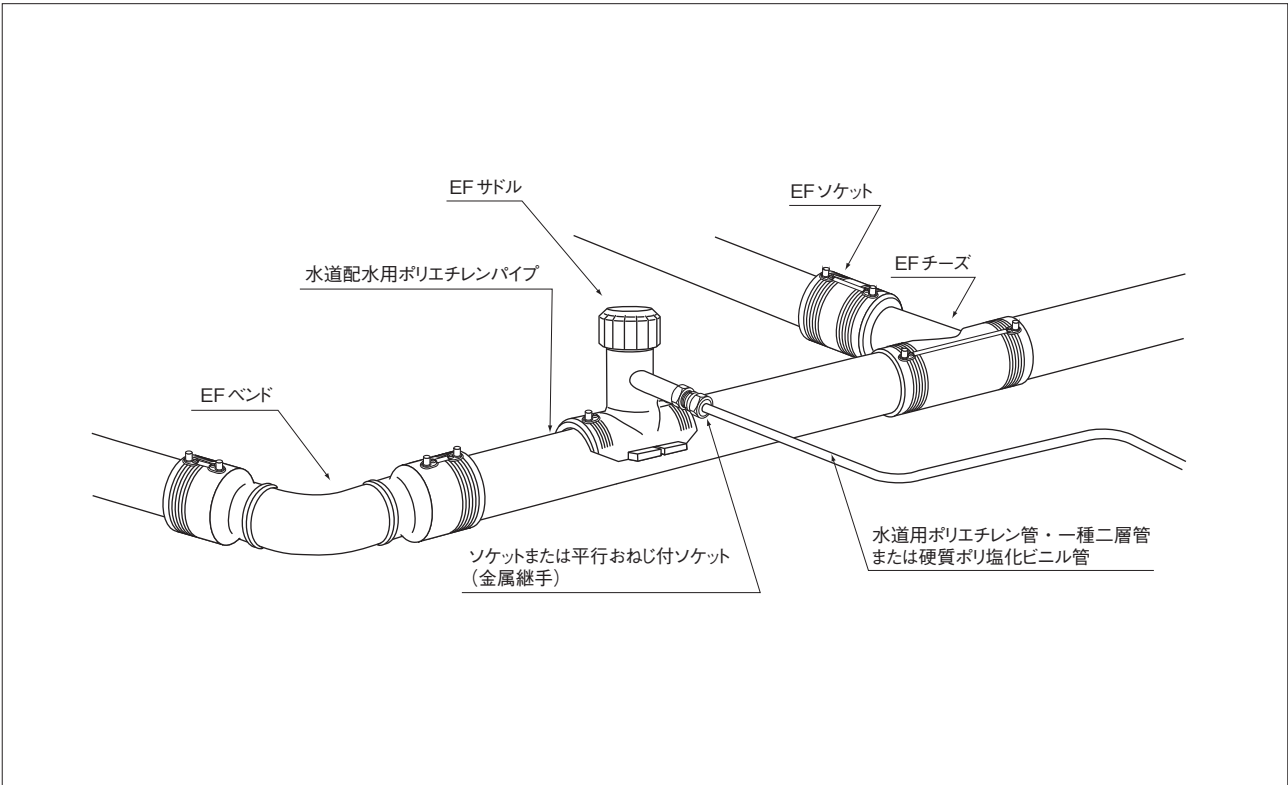
単位：m

呼び径	50	75	100	150	200
管頂部の溝幅 B	0.5	0.5	0.5	0.55	0.6

呼び径	250	300
管頂部の溝幅 B	0.8	0.9

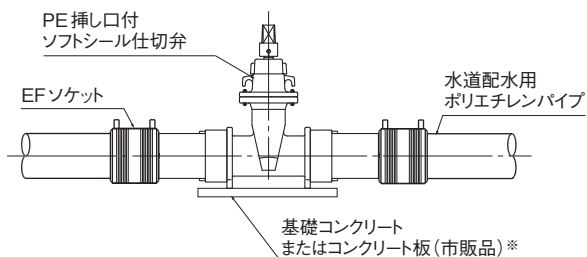
注：呼び径200以下はPOLITEC設計マニュアルの値を引用しています。
呼び径250、300はメーカー推奨値です。
水道事業実務必携に記載されている掘削幅とは異なります。

4.6.2 分水工・曲り・T字工

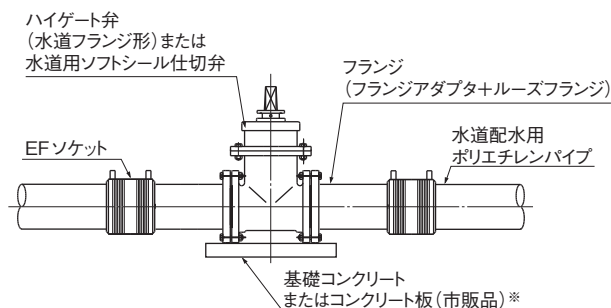


4.6.3 仕切弁工

<フランジレスシステムの場合>

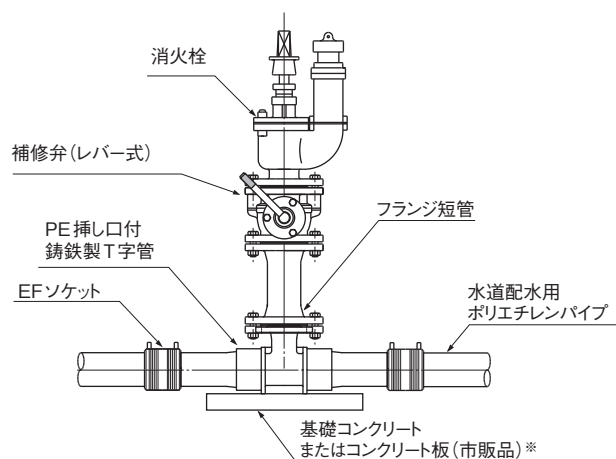


※軟弱地盤等の場合に設置を推奨します。



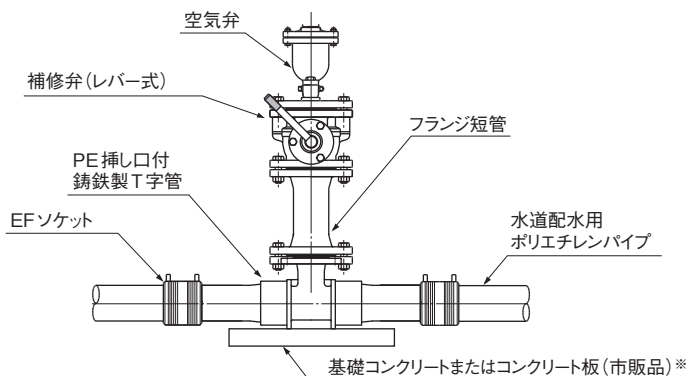
※軟弱地盤等の場合に設置を推奨します。

4.6.4 消火栓工



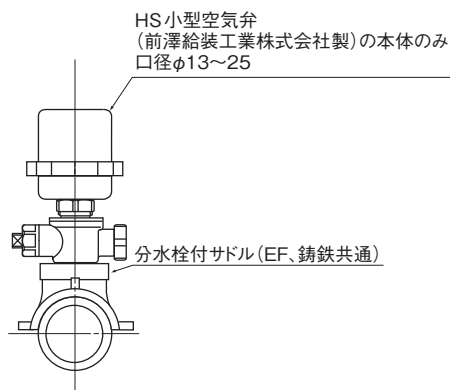
※軟弱地盤等の場合に設置を推奨します。

4.6.5 空気弁工

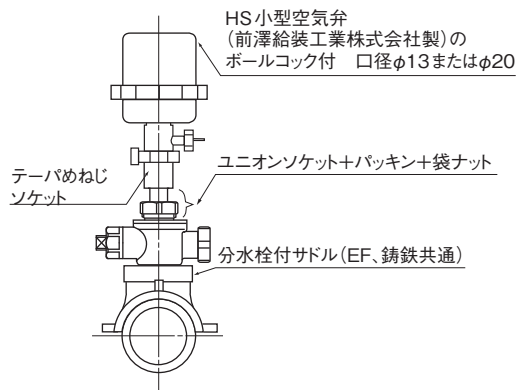


※軟弱地盤等の場合に設置を推奨します。

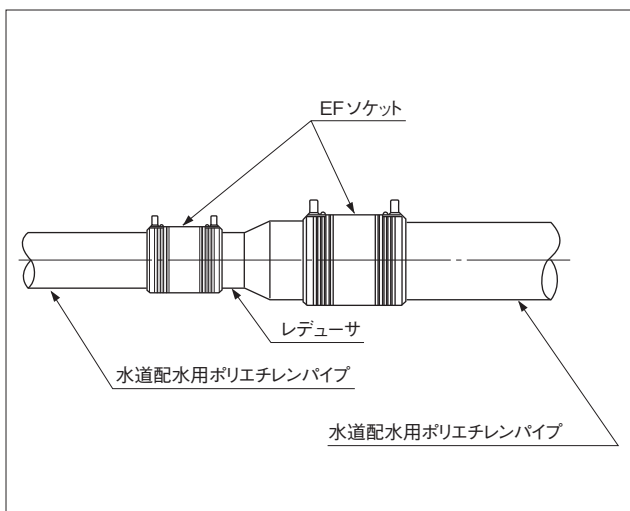
<分水栓の分岐がφ25の場合（例）>



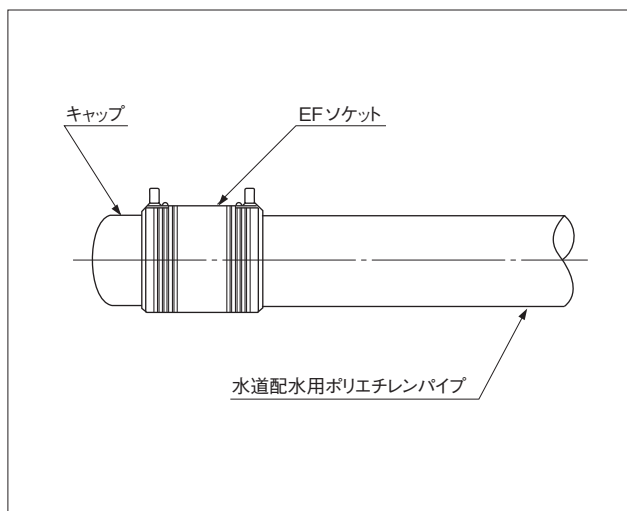
<分水栓の分岐がφ20の場合（例）>



4.6.6 片落ち工



4.6.7 管末処理



4.6.8 異種管接続

●管種別接続可否一覧

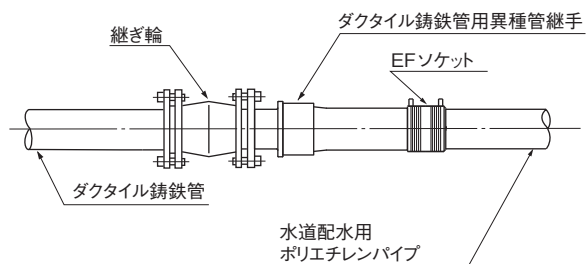
※各接続方法は表中の記号に対応する以降の図面を参照してください。

接続相手	異種管継手	フランジ	メカニカル継手
(1)ダクタイル鋳鉄管(挿し口)	○(A-①)	○(A-②)	○(A-③)
(2)ダクタイル鋳鉄管(受口)	○(A-④)	○(A-⑤)	×
(3)水道用硬質ポリ塩化ビニル管	○(A-⑥)	○(A-⑦)	○(A-⑧)
(4)鋼管	×	○(A-⑨)	△

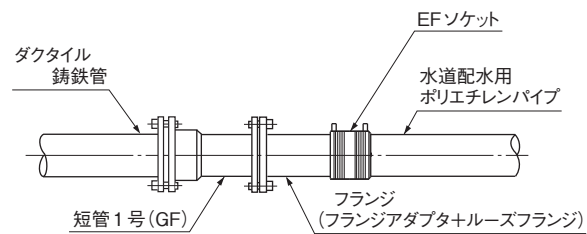
注) △はメカニカル継手メーカーにお問い合わせください。

(1) ダクタイル鋳鉄管(挿し口)との接続

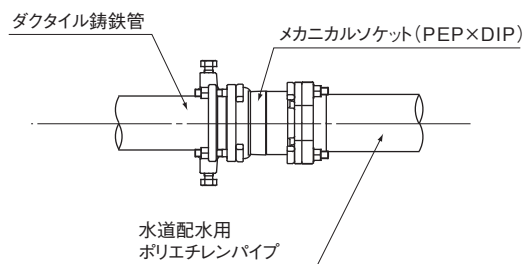
A-①



A-②

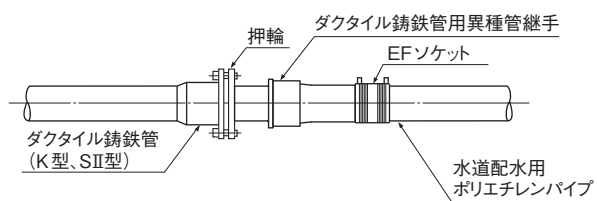


A-③

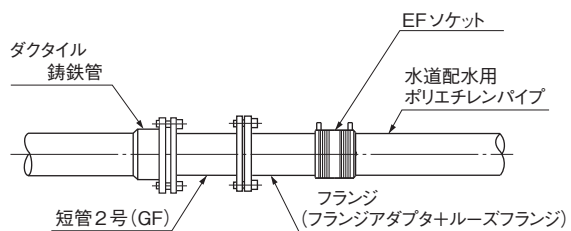


(2) ダクタイル鋳鉄管(受口)との接続

A-④

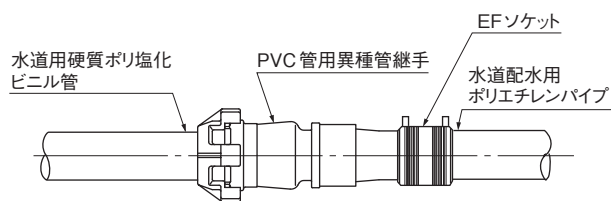


A-⑤

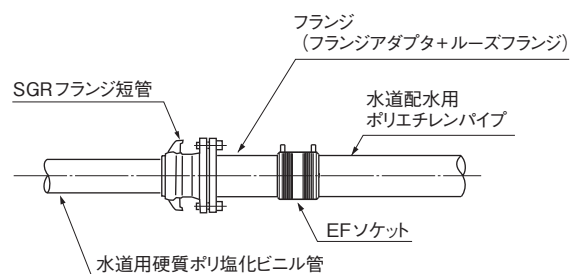


(3) 水道用硬質ポリ塩化ビニル管(JIS K6742)との接続

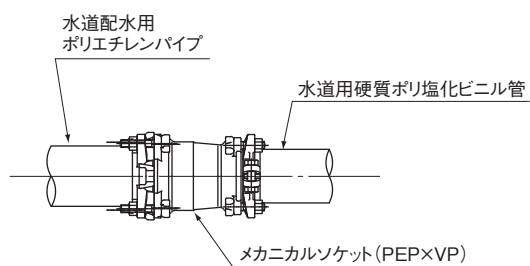
A-⑥



A-⑦

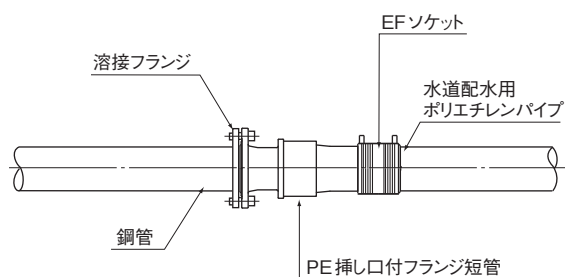


A-⑧



(4) 鋼管との接続

A-⑨



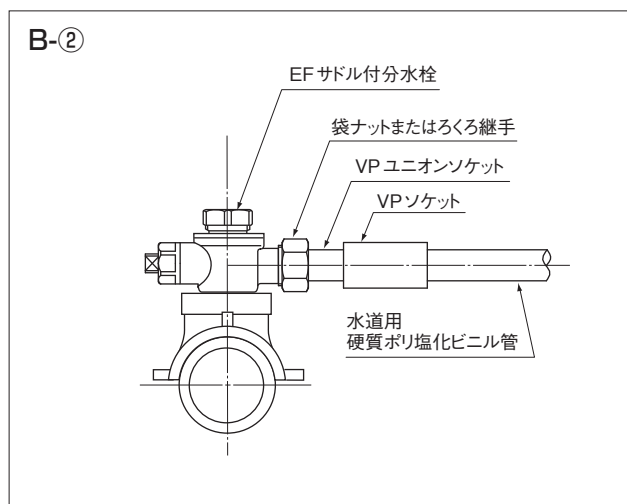
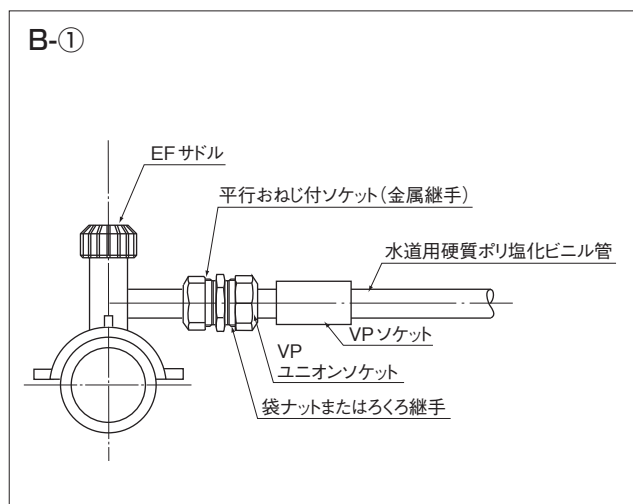
4.6.8 異種管接続(呼び径 50 以下の管との接続)

●管種別接続可否一覧

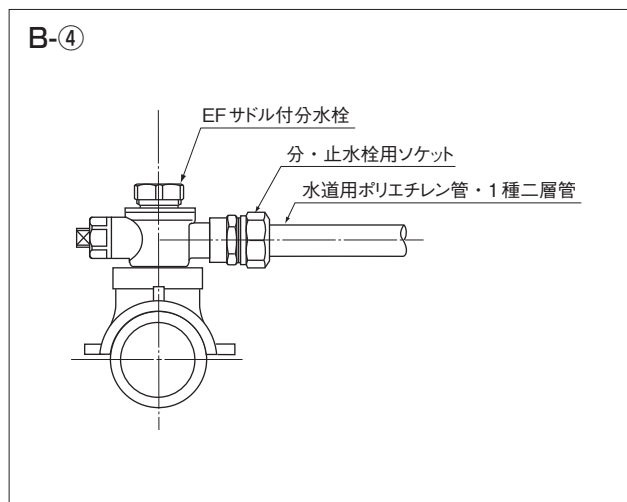
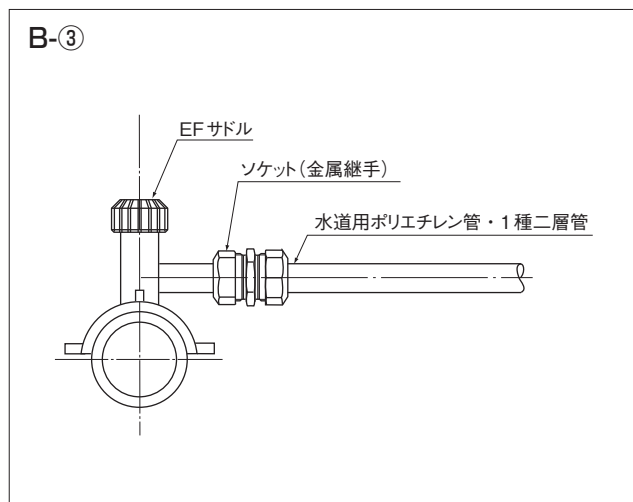
※各接続方法は表中の記号に対応する以降の図面を参照してください。

接続相手	EF サドル	EF・鋳鉄サドル付き分水栓	水道配水用 ポリエチレンパイプ
(1)水道用硬質ポリ塩化ビニル管	B-①	B-②	—
(2)水道用ポリエチレン二層管	B-③	B-④	B-⑤
(3)ステンレス鋼 鋼管	B-⑥	B-⑦	—
(4)ライニング鋼管	B-⑧	B-⑨	—

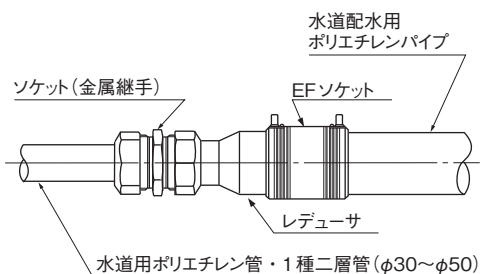
(1)水道用硬質ポリ塩化ビニル管(JIS K 6742)との接続



(2)水道用ポリエチレン二層管(JIS K 6762)との接続

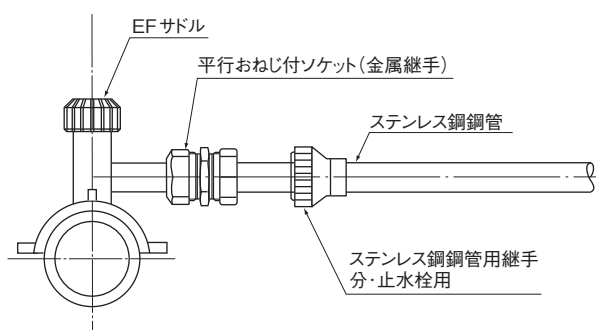


B-⑤

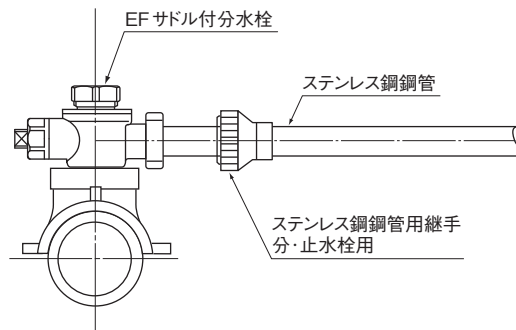


(3) ステンレス鋼管との接続

B-⑥

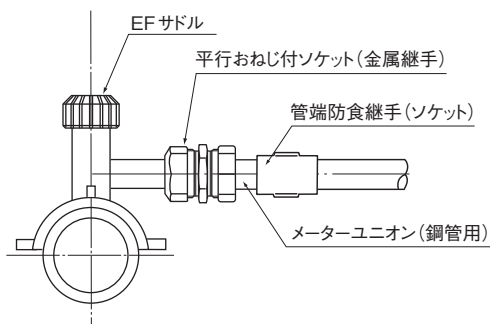


B-⑦

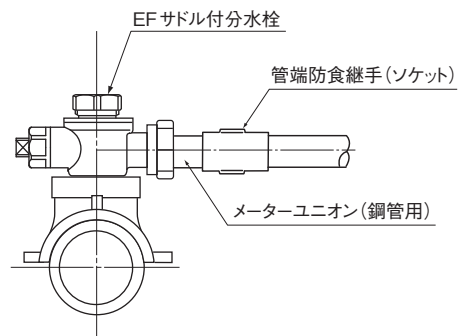


(4) ライニング鋼管との接続

B-⑧



B-⑨



4.7 耐震計算

4.7.1 許容歪み

水道配水用ポリエチレンパイプは一体構造管路の一種であり、耐震性能の照査基準には許容歪みを用います。「日本水道協会：水道配水用ポリエチレン管・継手に関する調査報告書、平成10年9月」の「2.4 ポリエチレン管の耐震性について」に掲載されている実験（表-4.5参照）より、水道配水用ポリエチレンパイプの許容歪みを、表-4.4に示すとおり設定しています。

表-4.4 許容歪み

耐震計算の方法	許容歪み
応答変位法による耐震計算	3%
地盤変状に対する耐震計算	6%

表-4.5 耐震性能評価に関する実験（抜粋）

実験名	実験内容	実験結果
引張実験	呼び径 75×1.5mの実管を用いた引張実験を行い、引張速度別の降伏点歪みなどを求めた。（引張速度：2.5cm/s～100cm/s）	降伏点歪みは、7.8%（100cm/s）～11%（2.5cm/s）の範囲にあった。また、ネッキング現象の開始点歪みは、15%程度であった。
	呼び径 75×5mの定尺管を用いた引張実験を行い、管体歪みの分布状況などを求めた。	降伏点歪みに近い8%まで、管体歪みは一部に集中せず、管はほぼ一様に伸びた。
圧縮試験	呼び径 75、150×0.5mの実管を用いた圧縮試験を行い、圧縮降伏点歪みなどを求めた。	圧縮降伏点歪みは、呼び径 75で7%～9%の範囲にあり、呼び径 150で10%程度であった。
繰り返し伸縮実験	呼び径 75×1.5mの実管を用いた繰り返し伸縮実験を行い、許容歪みなどを検討した。	管軸方向歪み±3%、周波数1Hz×50回の繰り返し伸縮後の管体に、ネッキングや破断などの異常は認められなかった。
初期変形品の内圧クリープ試験	呼び径 75×0.7mの実管を用い、予め引張歪みを与えた状態で内圧クリープ試験を実施し、長期性能などを検討した。（引張歪み：2.5%～10%）	内圧クリープ試験の結果は、すべてマスターカーブを上回っており、2.5%～10%程度の引張歪みが生じた管でも長期性能に問題がないことが確認できた。

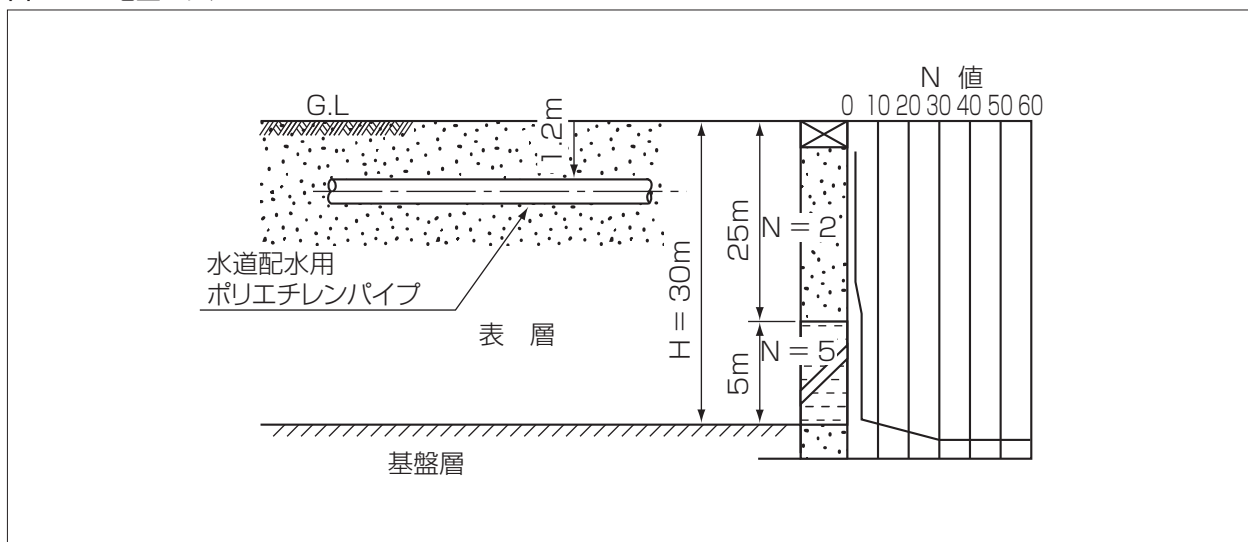
4.7.2 応答変位法による耐震計算

「日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説、2009年版」に掲載されている水道配水用ポリエチレン管の耐震計算法(応答変位法による耐震計算)による計算例を示します。

a) 計算条件

- 1) 管体仕様 呼び径：150
 外径 ： $D=0.18\text{m}$
 管厚 ： $t=0.0164\text{m}$
 管材質：水道配水用ポリエチレン管 (PE100)
- 2) 埋設条件 土被り：1.2m および 0.6m
 (数値計算例は、土被り 1.2m のものを示します。)
- 3) 設計内圧 ： 1.0MPa
- 4) 自動車荷重： 100kN/輪 (T-25)
- 5) 温度変化 ： 15°C
- 6) 地盤モデル：図-4.2に示します。

図-4.2 地盤モデル



b) レベル1地震動に対する検討

1) 表層地盤の固有周期

$$T_G = 4 \sum \frac{H_i}{V_{si}}$$

ここに、

T_G ：表層地盤の固有周期(s)

H_i ：第 i 層の厚さ(m)

V_{si} ：第 i 層のせん断弾性波速度(m/s) (表-4.6のように定めました。)

表-4.6 せん断弾性波速度

i	層厚(m)	N値	せん断弾性波速度の算出	H_i/V_{si}
①	25	2	$61.8N^{0.211} = 71.5\text{m/s}$	0.350
②	5	5	$122.0N^{0.0777} = 138.3\text{m/s}$	0.036
③	—	50	$205.0N^{0.125} = 334.3\text{m/s}$	—

$$T_G = 4 \sum \frac{H_i}{V_{si}} = 4 \times 0.386 = 1.54(\text{s})$$

2) 管軸位置の地盤の水平変位振幅 (U_h)

$$U_h = \frac{2}{\pi^2} \cdot S_v \cdot T_G \cdot K'_{h1} \cdot \cos \frac{\pi \cdot h'}{2 \cdot H}$$

ここに、

U_h ：管軸位置の地盤の水平変位振幅(m)

S_v ：基盤地震動の単位震度当りの速度応答スペクトル($T_G \geq 0.5\text{s}$ 、 $=0.80\text{m/s}$)

K'_{h1} ：基盤面における設計水平震度($=0.15$)

h' ：地表面から管中心までの深さ($=1.29\text{m}$)

H ：表層地盤の厚さ($=30\text{m}$)

$$U_h = \frac{2}{\pi^2} \times 0.80 \times 1.54 \times 0.15 \times \cos \frac{\pi \times 1.29}{2 \times 30} = 0.0374(\text{m})$$

3) 地震波動の波長(L)

$$L = \frac{2 \cdot L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

$$L_1 = T_G \cdot V_{DS} \quad L_2 = T_G \cdot V_{BS}$$

ここに、

L : 45度斜め入射せん断波の波長(m)

V_{DS} : 表層地盤のせん断弾性波速度(m/s)

V_{BS} : 基盤面のせん断弾性波速度(=334.3m/s)

$$V_{DS} = \frac{30}{0.386} = 77.7(\text{m/s})$$

$$L_1 = 1.54 \times 77.7 = 119.7(\text{m})$$

$$L_2 = 1.54 \times 334.3 = 514.8(\text{m})$$

$$L = \frac{2 \times 119.7 \times 514.8}{119.7 + 514.8} = 194.2(\text{m})$$

4) 地盤の歪み、管路の歪み

$$\varepsilon_G = \eta \cdot \frac{\pi \cdot U_h}{L}$$

$$\varepsilon_{1L} = \alpha_1 \cdot \varepsilon_G$$

$$\varepsilon_{1B} = \alpha_2 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot D}{L} \cdot \varepsilon_G$$

$$\varepsilon_{1x} = \sqrt{r \cdot \varepsilon_{1L}^2 + \varepsilon_{1B}^2}$$

ここに、

ε_G : 地盤の軸歪み

ε_{1L} : 埋設管路の軸歪み

ε_{1B} : 埋設管路の曲げ歪み

ε_{1x} : 軸歪みと曲げ歪みの合成歪み

r : 重畳係数(1.0 ~ 3.12、ここでは1.0)

α_1 : 管軸方向の地盤変位の伝達係数(管と地盤の滑りを考慮しないので1.0とする)

α_2 : 管軸直交方向の地盤変位の伝達係数(管の可撓性により地盤と同じ挙動としてよく、1.0とする)

η : 地盤の不均一度係数(均一 : 1.0, 不均一 : 1.4, 極めて不均一 : 2.0)

(数値計算例は、 η が1.0のものを示します。)

$$\varepsilon_G = 1.0 \times \frac{\pi \times 0.0374}{194.2} = 0.000605(0.061\%)$$

$$\varepsilon_{1L} = 1.0 \times 0.000605 = 0.000605$$

$$\varepsilon_{1B} = 1.0 \times \frac{2\pi \times 0.18}{194.2} \times 0.000605 = 0.00000352$$

$$\varepsilon_{1x} = \sqrt{0.000605^2 + 0.00000352^2} = 0.000605(=0.061\%)$$

c) レベル2地震動に対する検討

1) 表層地盤の固有周期

レベル1地震動の計算と同じ。 $T_G = 1.54(\text{s})$

2) 管軸位置の地盤水平変位振幅

$$U_h = \frac{2}{\pi^2} \cdot S_v' \cdot T_G \cdot \cos \frac{\pi \cdot h'}{2 \cdot H}$$

ここに、

S_v' : 基盤地震動の地震動レベル2の速度応答スペクトル($T_G \geq 0.7\text{s}$, $=1.0\text{m/s}$)

$$U_h = \frac{2}{\pi^2} \times 1.0 \times 1.54 \times \cos \frac{\pi \times 1.29}{2 \times 30} = 0.3114(\text{m})$$

3) 地震波動の波長

レベル1地震動の計算と同じ。 $L = 194.2(\text{m})$

4) 地盤の歪み、管路の歪み

計算式はレベル1地震動と同じ。

$$\varepsilon_G = 1.0 \times \frac{\pi \times 0.3114}{194.2} = 0.00504 (=0.504\%)$$

$$\varepsilon_{2L} = 1.0 \times 0.00504 = 0.00504$$

$$\varepsilon_{2B} = 1.0 \times \frac{2\pi \times 0.18}{194.2} \times 0.00504 = 0.0000294$$

$$\varepsilon_{2x} = \sqrt{0.00504^2 + 0.0000294^2} = 0.00504 (=0.504\%)$$

d) 常時荷重に対する検討

1) 自動車荷重による管軸方向歪み

$$\varepsilon_{lo} = \frac{0.322 \cdot W_m}{Z \cdot E} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I}{K_v \cdot D}}$$

ここに、

ε_{lo} : 自動車による管軸方向歪み

W_m : 自動車荷重 ($h=1.2\text{m}$ 、 $=7.552\text{kN/m}$)

D : 管の外径 ($=0.18\text{m}$)

K_v : 鉛直方向地盤反力係数 ($=10000\text{kN/m}^3$)

E : 管の曲げ弾性係数 ($=1.0 \times 10^6 \text{kN/m}^2$)

Z : 管の断面係数 ($=3.165 \times 10^{-4} \text{m}^3$)

I : 管の断面2次モーメント ($=2.84837 \times 10^{-5} \text{m}^4$)

$$\varepsilon_{lo} = \frac{0.322 \times 7.552}{3.165 \times 10^{-4} \times 1.0 \times 10^6} \sqrt{\frac{1.0 \times 10^6 \times 2.84837 \times 10^{-5}}{10000 \times 0.18}} = 0.000966 (=0.097\%)$$

2) 不同沈下による管 歪み (ε)

$$\varepsilon = \frac{M_2}{E \cdot I} \cdot \frac{D}{2}$$

ここに、

ε : 不同沈下による管軸方向歪み

M_2 : 不同沈下による最大曲げモーメント ($=0.041 \text{kN} \cdot \text{m}$)

E, I, D : 前記の通り

$$\varepsilon = \frac{0.041}{1.0 \times 10^6 \times 2.84837 \times 10^{-5}} \times \frac{0.18}{2} = 0.000130 (=0.013\%)$$

3) 内圧による管軸方向歪み

$$\varepsilon_{li} = \frac{P_i \cdot (D-t)}{2 \cdot t \cdot E} \cdot \nu$$

ここに、

ε_{li} : 内圧による管軸方向歪み

P_i : 内圧 ($=1.0 \text{MPa}$)

ν : ポアソン比 ($=0.47$)

t : 管厚 ($=0.0164 \text{m}$)

E, D : 前記の通り

$$\varepsilon_{li} = \frac{1.0 \times (0.18 - 0.0164)}{2 \times 0.0164 \times 1000} \times 0.47 = 0.00234 (=0.234\%)$$

4) 温度変化による管軸方向歪み

$$\varepsilon_{1t} = \alpha \cdot \Delta t$$

ここに、

ε_{1t} : 温度変化による管軸方向歪み

α : 水道配水用ポリエチレンパイプの線膨張係数($=1.3 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$)

Δt : 温度変化($=15^{\circ}\text{C}$)

$$\varepsilon_{1t} = 1.3 \times 10^{-4} \times 15 = 0.00195 \quad (=0.195\%)$$

e) 耐震性能の照査

1) レベル1地震動に対する耐震性能の照査

表-4.7および表-4.8に示す通り、この計算例では、地盤が極めて不均一な場合でも、管体歪みが許容歪み以下となります。これは、指針の「3.2.2 埋設管路の耐震性能の照査」によれば、レベル1地震動に対して耐震性能1を満足することになります。

表-4.7 地震動レベル1(土被り1.2m)

単位：%

名 称	$\eta=1.0$	$\eta=2.0$
自動車荷重(T-25)による管軸方向歪み	0.10	0.10
不同沈下(L=15m)による管軸方向歪み	0.01	0.01
内圧による管軸方向歪み	0.23	0.23
温度変化による管軸方向歪み	0.20	0.20
地震($k_h=0.15$)による管軸方向歪み	0.06	0.12
管体歪み(軸方向歪みの合計)	0.60	0.66
許容歪み	3.0	3.0

η : 地盤の不均一度係数(均一：1.0, 不均一：1.4, 極めて不均一：2.0)

表-4.8 地震動レベル1(土被り0.6m)

単位：%

名 称	$\eta=1.0$	$\eta=2.0$
自動車荷重(T-25)による管軸方向歪み	0.18	0.18
不同沈下(L=15m)による管軸方向歪み	0.01	0.01
内圧による管軸方向歪み	0.23	0.23
温度変化による管軸方向歪み	0.20	0.20
地震($k_h=0.15$)による管軸方向歪み	0.06	0.12
管体歪み(軸方向歪みの合計)	0.68	0.74
許容歪み	3.0	3.0

η : 地盤の不均一度係数(均一：1.0, 不均一：1.4, 極めて不均一：2.0)

2) レベル2地震動に対する耐震性能の照査

表-4.9および表-4.10に示す通り、この計算例では、地盤が極めて不均一な場合でも、管体歪みが許容歪み以下となります。これは、指針の「3.2.2 埋設管路の耐震性能の照査」によれば、レベル2地震動に対して耐震性能2を満足することになります。

表-4.9 地震動レベル2(土被り1.2m)

単位：％

名 称	$\eta=1.0$	$\eta=2.0$
自動車荷重(T-25)による管軸方向歪み	0.10	0.10
不同沈下(L=15m)による管軸方向歪み	0.01	0.01
内圧による管軸方向歪み	0.23	0.23
温度変化による管軸方向歪み	0.20	0.20
地震($k_h=0.15$)による管軸方向歪み	0.50	1.00
管体歪み(軸方向歪みの合計)	1.04	1.54
許容歪み	3.0	3.0

η ：地盤の不均一度係数(均一：1.0, 不均一：1.4, 極めて不均一：2.0)

表-4.10 地震動レベル2(土被り0.6m)

単位：％

名 称	$\eta=1.0$	$\eta=2.0$
自動車荷重(T-25)による管軸方向歪み	0.18	0.18
不同沈下(L=15m)による管軸方向歪み	0.01	0.01
内圧による管軸方向歪み	0.23	0.23
温度変化による管軸方向歪み	0.20	0.20
地震($k_h=0.15$)による管軸方向歪み	0.50	1.00
管体歪み(軸方向歪みの合計)	1.12	1.62
許容歪み	3.0	3.0

η ：地盤の不均一度係数(均一：1.0, 不均一：1.4, 極めて不均一：2.0)

4.7.3 地盤変状に対する耐震計算

「日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説、2009年版」に掲載されている水道配水用ポリエチレン管の耐震計算法(地盤変状に対する耐震計算)を示します。

$$\varepsilon_p = \alpha \cdot \varepsilon_g$$

ここに、

ε_p ：埋設管路の歪み

ε_g ：側方流動等による地盤の歪み

α ：地盤変位の伝達係数(管が地盤の歪みに追従するとして、1.0とする)

水道配水用ポリエチレンパイプの地盤変状に対する耐震計算における許容歪みは6%です。これは、指針の「3.1.9 地盤の液状化と側方流動」で定められている「①護岸近傍、②埋立地および河川流域の内陸部、③埋立地や河川流域、④傾斜した液状化地盤、⑤傾斜した人工改変地盤」における設計用地盤歪み(表-4.11 参照)に対して十分大きな値であるため、水道配水用ポリエチレンパイプは、側方流動を受けた場合でも耐震性を有すると判断されます。

表-4.11 側方流動による設計用地盤歪み

①護岸近傍域における地盤の引張歪み	1.2～2.0%
②埋立地および河川流域の内陸域における地盤の引張歪み	1.0～1.5%
③埋立地や河川流域における地盤の圧縮歪み	1.0～1.5%
④傾斜した液状化地盤の歪み	計算による(概ね2%以下)
⑤傾斜した人工改変地盤における地盤歪み	1.0～1.7%

5. 施 工

5.1 基本事項

水道配水用ポリエチレンパイプ(以下、管)及び継手の施工にあたって、とくに留意すべき基本事項は次のとおりです。

- (1) 管の取扱いについては、特に管が傷つかないように注意し、引きずったり、アスファルトカット部に当てたり溝内に投げ込んだりしないでください。また、紫外線、火気からの保護対策を講じてください。
- (2) 管の周囲は砂基礎とし、石、まくら木などの固形物が直接管に触れないようにしてください。
- (3) 管に直接ねじを切ったり、塗装をしないでください。また現場での加熱加工は厳禁とします。
- (4) 融着作業中のEF接合部では水は必ず避けてください。水場では十分なポンプアップを行うか、管の柔軟性を利用して接合部を持ち上げて、接合部が水に接しないようにしてから接合してください。
- (5) 既設管との接続で完全に止水できない状態では、メカニカル継手を用いて接続してください。
- (6) 雨天時にはテントなどによる雨よけなどの対策を行って接合部が水に触れないようにしてください。
- (7) インジケータは融着面に砂・水等が混入した場合でも隆起するため、インジケータだけでは正常融着と判断できません。必ず正しい手順(確実な清掃・切削・固定)の実施とコントローラ正常終了の確認を合わせて行ってください。
- (8) 埋め戻し・小運搬は冷却が完了してから行ってください。
- (9) 工事を一時中断する場合など、管内に水や土砂が混入しないよう、管端に仮キャップ等を施してください。
- (10) チーズやサドルをあらかじめ地上で接合する場合は、分岐の位置と方向および障害物の有無を十分考慮してください。また、分岐部からの水、土砂混入防止対策を施し、特にサドルのせん孔は布設後に実施してください。
- (11) 構造物や障害物との距離が30cm以上とれないときは防護管を施してください。
- (12) 降雨や湧水などによる管の浮き上がりを防止する処置を講じてください。
- (13) 管・継手には、水道表示用テープ以外のテープを直接貼らないでください。テープの種類によっては粘着剤が管に悪影響を与える恐れがあります。
- (14) 管をコンクリートやモルタルで巻きたてる場合は、硬化時の温度が60℃を越えないよう注意してください。

雨天時の施工例



降雪時の施工例



湧水の多い現場の施工例



5.2 取り扱い

5.2.1 運搬

管や継手の運搬に当たっては次の事項に注意してください。

- (1) トラックからの積み降ろしの際など、管や継手を放り投げたりして衝撃を与えないでください。
- (2) トラックで運搬の際、管が吊り具や荷台の角に直接あたらないようにクッション材で保護してください。
- (3) 小運搬のときは、必ず管全体を持ち上げて運び、引きずったり滑らせないでください。
- (4) 片受直管の受口部端子を傷つけないように取り扱いをしてください。受口部の端子が破損すると融着できなくなる可能性があります。

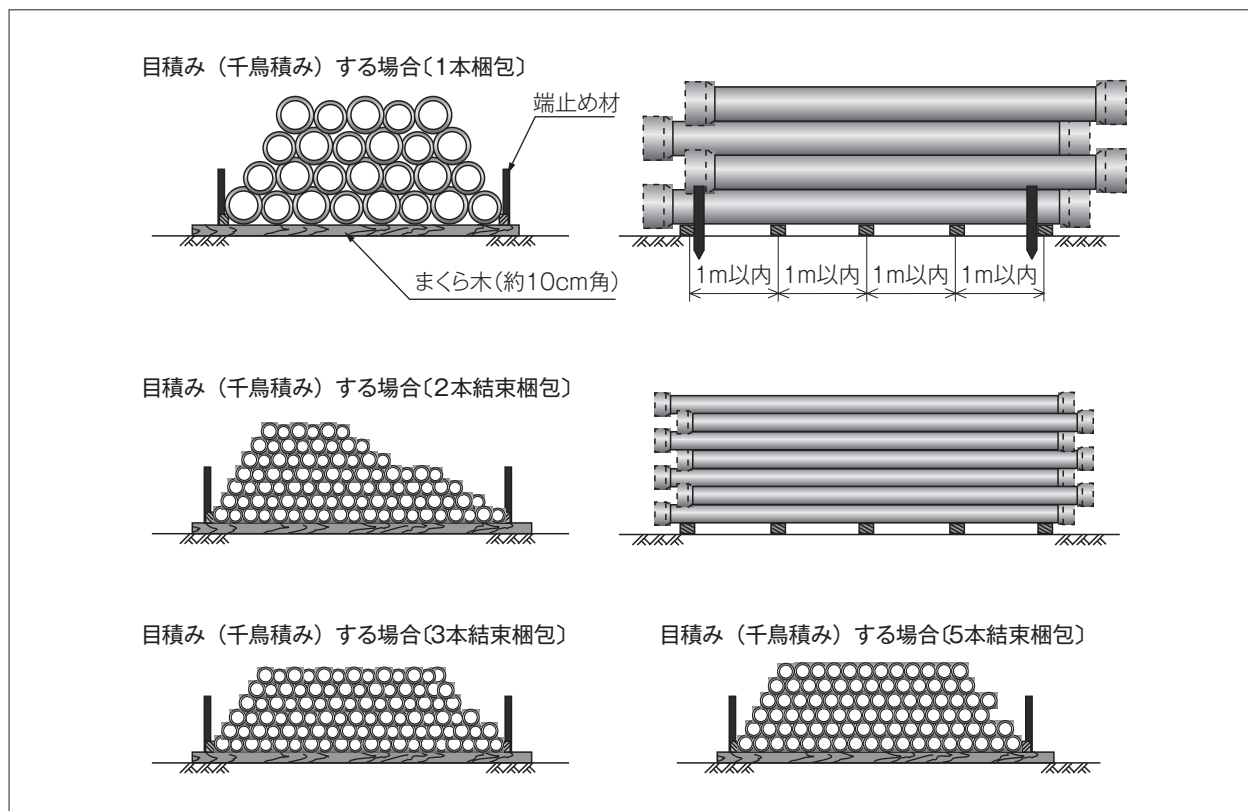
5.2.2 保管

管、継手の保管では、製品の変形変色及び劣化を防止するため、次の事項に注意してください。

- (1) 管の保管は屋内保管を原則とし、メーカー出荷時の荷姿のままとしてください。現場で屋外保管する場合はシートなどで直射日光を避けるとともに、熱気がこもらないように風通しに配慮してください。特に片受直管の受口部が紫外線等により劣化すると融着不良になるおそれがありますので、必ずキャップや梱包袋をつけたまま直射日光を避けて保管してください。
- (2) 管の保管は平坦な場所を選び、まくら木を約 1m 間隔で敷き、不陸が生じないようにしてください。保管方法には目積み(千鳥積み)など様々な方法がありますが、保管数量・置場に合わせた適切な方法を選択してください。特にEF片受付直管については、受口部の端子に衝撃を加えたりキズをつけないように、取り扱いには十分注意してください。
- (3) 継手及びEF受口部の保管は屋内保管を原則とし、現場で屋外保管をする場合はメーカー出荷時の段ボール梱包状態のままシート等で覆ってください。
- (4) 管、継手とも、洗剤、溶剤、油が付着するおそれのある場所および火気の側(たき火、トーチランプ、工事用照明ランプ)には置かないでください。
- (5) 管の積み段数は下表を目安にしてください。

呼び径	段数
50～100	7以下
150	5以下
200～300	3以下

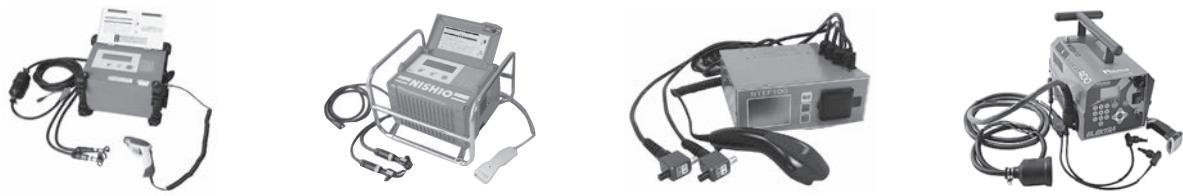
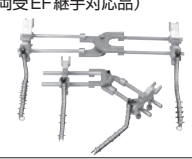
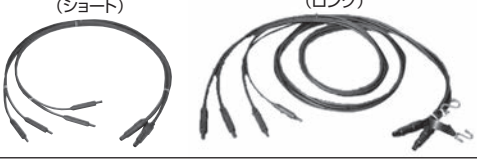
図-5.1 管の保管例



5.3 接合

5.3.1 工具

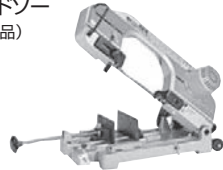
(1) 接合専用工具

EFコントローラ  JWEF200N II (呼び径50～250用) JWEF75N (呼び径50、75用) NTEF100 (呼び径20～100用) エレクタ400 (～呼び径300用)			
パイプカッタ 	コールドリング 	スクレーバ 	手カンナ 
φ50用ソケット・エルボクランプ 	チェーン式クランプ (両受EF継手対応品) 	ドラム式クランプ (呼び径250、300用) 	両受EF継手用ケーブル (ショート) (ロング) 
延長コード(長さ15m) 	変換コード  注) 呼び径200以上には使用できません。		

※呼び径250・300の場合、管の楕円度によりEF継手への挿入が困難場合があります。叩き込みせず、楕円矯正機をご使用の上、施工してください。
 ※パイプカッタやスクレーバや手カンナの刃は極めて鋭利です。素手で刃に触れないでください。

(2) 現場準備品

施工担当者は以下の清掃用具等をご用意ください。

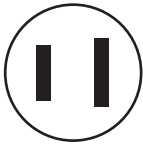
ペーパータオル(クボタシーアイ推奨品) キムワイブ (日本製紙クレシア株式会社製) 	JKワイパー (日本製紙クレシア株式会社製) 	エリエールプロワイブ ソフトスーパーワイパー (大王製紙株式会社製) 	PEクリーナー (製造元：三井化学株式会社) (販売元：新和産業株式会社) 	ネピア激吸収 キッチンタオル (王子製紙株式会社製) 
エタノール (純度95%以上) 	電動ドリル (市販品)  注) インパクト不可	セーバーソー (市販品) 	バンドソー (市販品) 	
発電機 	スケール 	コンバックス 	油性マーカー 	

注) 口径により必要な仕様が異なります。詳細は次ページをご参照ください。

5.3.2 コントローラと推奨発電機の仕様

コントローラ仕様	タイプ	JWEF75N 100V	JWEF200NII 100V	NTEF100 100V	エレクトラ400
	電源電圧	単相交流 85～115V	単相交流 85～115V	単相交流 80～120V	単相交流 195～265V
	電源周波数	45～65Hz	45～65Hz	45～65Hz	45～65Hz
	消費電力	最大 1500W※	最大 2800W※	最大 1760W※	最大 3100W※

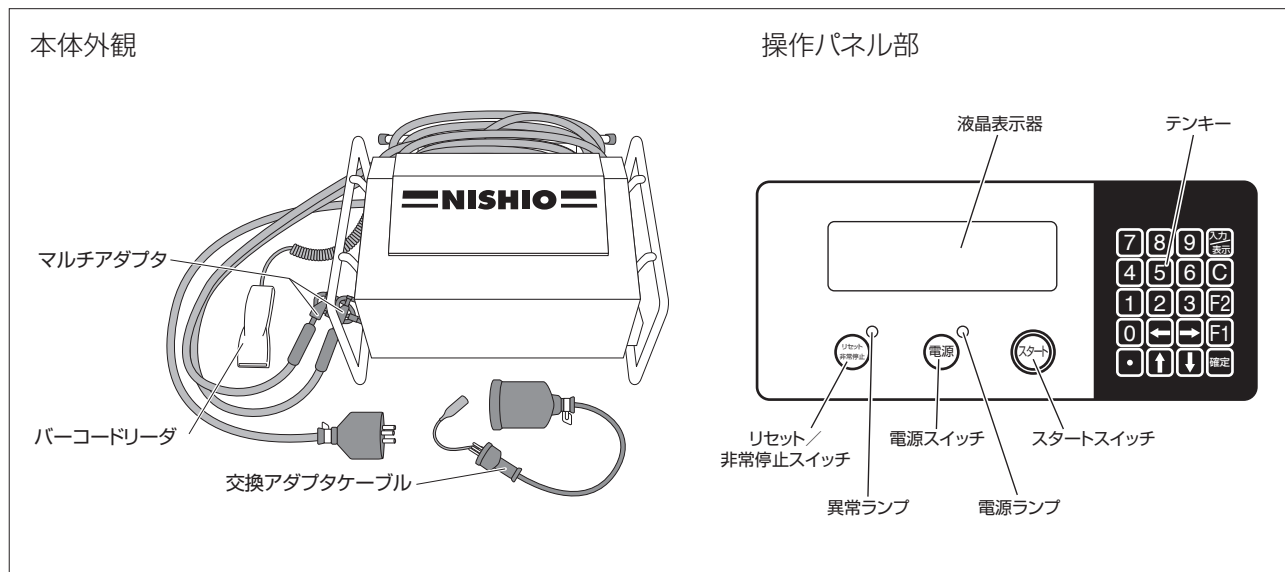
※消費電力の値は継手の種類あるいは呼び径によって異なります。

推奨発電機仕様	パイプ呼び径	50～150	200	250	300
	定格電圧	100V			200V
	定格周波数	50/60Hz			
	定格出力	2.0kVA以上	2.8kVA以上	3.5kVA以上	5.5kVA以上
	コネクタ	平行コネクタ(125V、15A) ＜一般家庭にあるタイプ＞	2極引掛形・アース付差込コネクタ (250V、30A)		3極引掛形・ アース付差込コネクタ (250V、30A)
			 凸部の位置が異なるタイプが ありますのでご注意ください。		 凸部の位置が異なるタイプが ありますのでご注意ください。

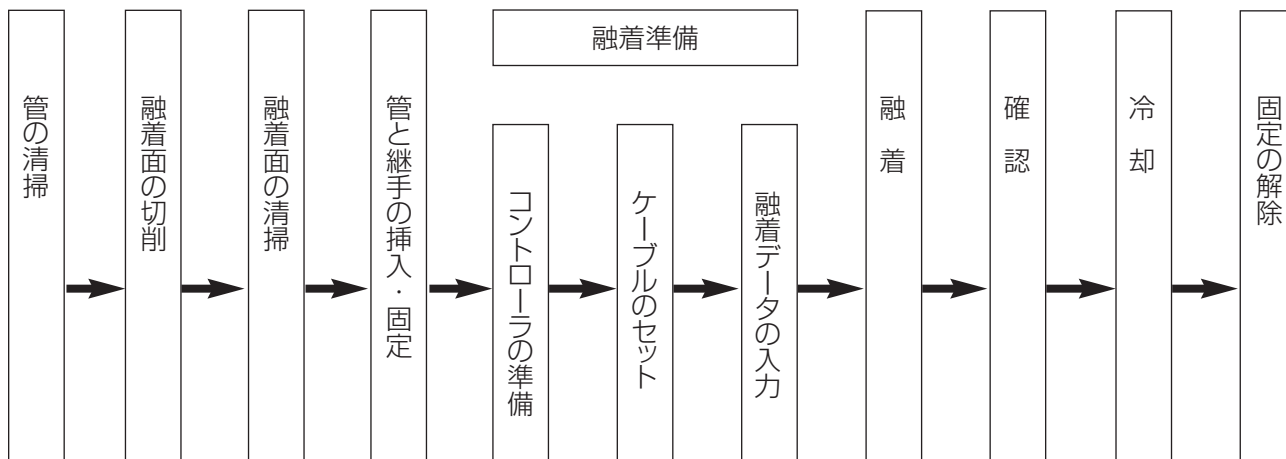
⚠ 注意

- (1) 溶接機と兼用型の発電機は使用しないでください。コントローラの作動不良や破損を起こすことがあります。
- (2) EF コントローラは電子機器であるため、使用する発電機は点検整備を十分に行い、常に定格の回転数、出力電圧状態で使用してください。
- (3) 仮設用電源は使用しないでください。他の電気製品との同時使用により、通電中に電圧降下が大きくなり、コントローラが停止する場合があります。
- (4) 発電機はコントローラ専用としてください。通電中に電圧降下が大きくなった場合、コントローラが停止する場合があります。
- (5) 発電機によっては出力が不安定になったり、融着を開始すると出力電圧が低下してコントローラが作動不良を起こすことがあります。この場合には発電機の出力電圧を確認するか、または発電機を交換してください。
- (6) 延長コード(コードリール)のケーブルは3.5mm²以上の太さ、30m 以内の長さのものをご使用ください。
※ただし、呼び径 200 の片受口 2 個同時通電及び、呼び径 300 通電の場合は、15m 以内の長さのものをご使用ください。
- (7) 発電機は必ずアースを設置してご使用ください。
- (8) EF コントローラの使用温度は-10～40℃です。
- (9) EF コントローラは、発電機から最低 3m 離してください。この距離が維持できない場合、融着時に発電機から磁場の悪影響を受ける恐れがあります。
- (10) ご使用前には発電機の暖機運転を行ってください。

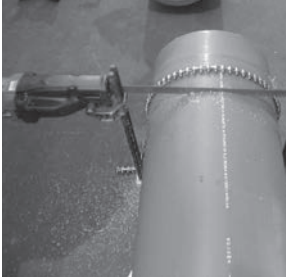
図-5.2 EFコントローラ(JWEF200NII)の各部名称



5.3.3 EF接合作業フロー



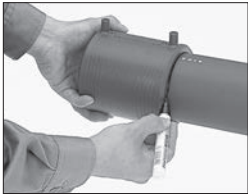
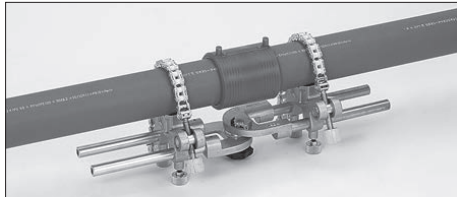
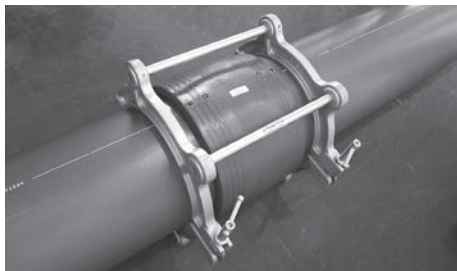
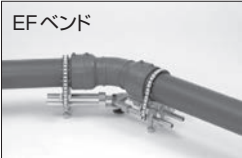
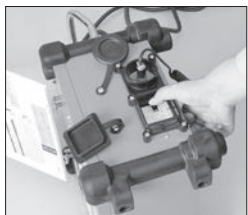
5.3.4 管の切断

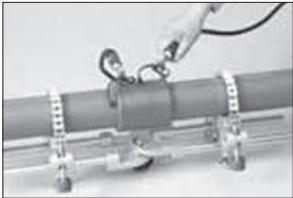
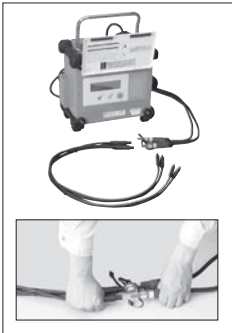
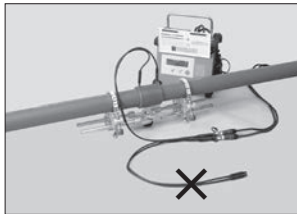
項目	作業手順	ポイント
管の切断	○所定の切断機を用いて管を切断します。  (パイプカッタ)  (ガイド付セーバーソー)  (バンドソー)	・管軸に対し管端が直角になるように切断してください。管の斜め切断の許容限度は呼び径に関係なく5mm以内です。 ・セーバーソー(レシプロソー)も使用できます。 ・高速砥石タイプの切断工具は、熱で管切断面が変形する恐れがあるため使用しないでください。

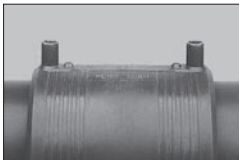
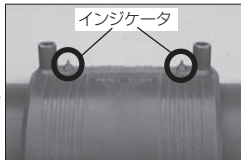
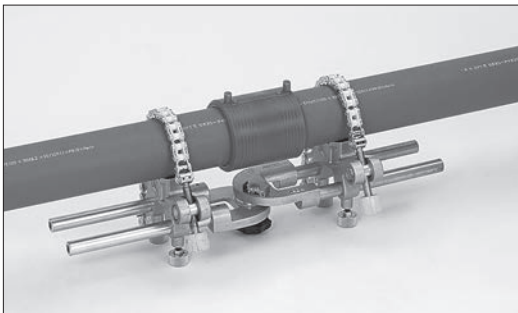
5.3.5 接合

(1) EFソケット・EF片受直管・EF継手の接続

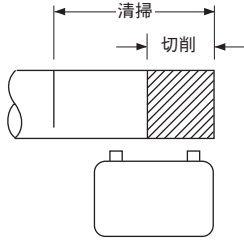
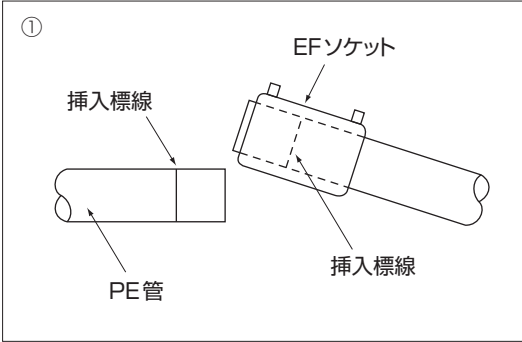
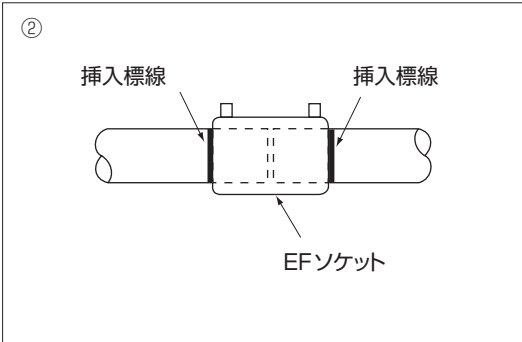
項目	作業手順	ポイント																										
管の切断	①管に傷がないかを点検します。	・ 有害な傷(深さが管厚の10%を超える傷)がある場合は、その箇所を切断して除去してください。																										
	②管に付着している土や汚れをペーパータオルまたは清潔なウエスで清掃します。	・ 清掃は、管端から200mm以上の範囲を管全周に渡って行います。																										
融着面の切削	①管端から測って規定の差込長さの位置に標線を記入し、切削部分にマーキングを行います。  	単位：mm <table><thead><tr><th rowspan="2">呼び径</th><th colspan="2">標線記入位置</th></tr><tr><th>EFソケット</th><th>EF片受直管</th></tr></thead><tbody><tr><td>50</td><td>48</td><td>48</td></tr><tr><td>75</td><td>62</td><td>62</td></tr><tr><td>100</td><td>79</td><td>77</td></tr><tr><td>150</td><td>97</td><td>95</td></tr><tr><td>200</td><td>127</td><td>127</td></tr><tr><td>250</td><td>134</td><td>—</td></tr><tr><td>300</td><td>145</td><td>—</td></tr></tbody></table>	呼び径	標線記入位置		EFソケット	EF片受直管	50	48	48	75	62	62	100	79	77	150	97	95	200	127	127	250	134	—	300	145	—
	呼び径	標線記入位置																										
EFソケット		EF片受直管																										
50	48	48																										
75	62	62																										
100	79	77																										
150	97	95																										
200	127	127																										
250	134	—																										
300	145	—																										
電動型 	②専用切削工具を用いて管端から標線まで管表面を切削(スクレープ)します。	・ 管製造時の熱劣化や保管時の紫外線劣化などにより管表面には酸化被膜が形成されています。この酸化被膜があると著しくEF接合部強度が低下するので切削(スクレープ)により除去します。 ・ 切削面をマーキングしてから切削してください。 ・ 融着面に有害な傷(切削しても消えない傷)がある場合は、その箇所を切断してください。 ・ 事前に管の汚れを清掃してください。 ・ スピゴット継手類についても、管と同様に取り扱ってください。 ・ スクレープのし過ぎは融着不良の原因となりますので、下表の許容回数を厳守してください。 スクレープの許容回数 <table><tr><td>φ50～φ300</td></tr><tr><td>2回以下</td></tr></table>	φ50～φ300	2回以下																								
φ50～φ300																												
2回以下																												
融着面の清掃	○管の切削面とソケットの内面全体をエタノール等を浸み込ませたペーパータオルで清掃します。  	・ 継手は接合作業を行う直前に段ボール梱包から取り出すようにしてください。 ・ ソケットは融着面に泥などが付着しないように使用前に梱包袋から取り出してください。 ・ 融着面の油脂等の汚れが完全に拭きとられていることを確認してください。汚れがある場合は融着不良が発生する場合があります。 ・ 清掃後はその面に手を触れないでください。触れてしまった場合は再度清掃を行ってください。 ⚠ 注意 ・ ペーパータオルにはキムワイブ等の弊社推奨品を使用してください。(P67 参照) ・ 軍手等を使用しないでください。 ・ エタノールは95%以上の純度のものを推奨します。																										

項目	作業手順	ポイント
マーキング	①切削、清掃済みの管に標線を記入し、ソケット端部に沿って円周方向にマーキングを行います。 	⚠注意 ・清掃面に触れないようにしてください。触れてしまった場合は、再度清掃を行ってください。 ・片受直管は受口を利用して標線を記入すると斜めになりやすいので、あらかじめスケールで挿入深さを測り、上・右・左の3点マーキングしてから、受口端面で標線記入を行ってください。
管と継手の挿入・固定	<EFソケット・EF片受直管の場合(50～150)>  <EFソケット・EF片受直管の場合(200)> EFソケット  EF片受直管  <EF継手の場合(50～200)> EFバンドの受口に管を挿入し、チェーン式クランプにより固定します。EFチーズは、受口を挟み込むようにチェーン式クランプまたはベルト式クランプで固定します。 <EFソケットの場合(250、300)>  ソケットを標線位置まで挿入し、クランプにより固定します。	⚠注意 ・ソケット挿入時にたたき込みをしないでください。 ・クランプが緩んでないか確認してください。 ・管を継手に十分に差し込み、また管の曲げも絶対避けてください。 ・EF継手類を固定した際に、継手ががたつく場合は、スペーサーなどをに入れて固定してください。 ・インジケータに異物等が入っていないか確認してください。異物等によりインジケータが隆起しない場合があります。    
融着準備	①コントローラの電源プラグをコンセントに差し込みます。 ②コントローラの電源スイッチを入れます。  	

項目	作業手順	ポイント
融着準備	③継手端子に出力ケーブルを接続します。  片受口2個同時通電の場合はコントローラの出力ケーブルと片受口同時通電ケーブルを接続します。  	・ケーブルはソケットの端子にしっかりと差し込んでください。 ・出力ケーブルにアダプタ(JWEFコントローラの場合はφ4.0mm)を取り付けてください。 ⚠ 注意 ・ソケットの端子には、極性(+、-)はありません。 ・出力ケーブル、ソケット端子に水や泥が付着しないようにしてください。 ・水や泥等が接合部に触れた状態で融着を行うと、融着不良や漏水の原因となります。 ・片受口1個単独通電の場合に、片受口同時通電用ケーブルを使用しないでください。感電する恐れがあります。 
	④融着データを読み込みます。 〈EFソケットの場合〉 同梱のカードから専用のバーコードリーダーで融着データを読み、コントローラに表示される継手の種類等があることを確認してください。  〈EF継手・EF片受直管 単独通電の場合〉 同梱のカードから専用のバーコードリーダーで単独通電用のデータを読み込みます。 〈EF継手・EF片受直管 同時通電の場合〉 同梱のカードから専用のバーコードリーダーで片受口2個同時通電用の融着データを読み込みます。 	・エラーランプが点灯したときは、液晶画面に表示されるエラーメッセージを読み取り、原因を修正します。 ⚠ 注意 ・バーコードは、必ず継手または片受直管に同梱されているものをお使いください。誤ったバーコードが入力されますと、融着不良の原因となります。 ・継手の呼び径と読み込んだバーコードの呼び径データが違っていても、コントローラにエラー表示が出ない場合があります。 ・コントローラの液晶パネルに表示された継手の種類、口径などの融着データが、融着しようとする継手と合っているか、必ず確認してください。

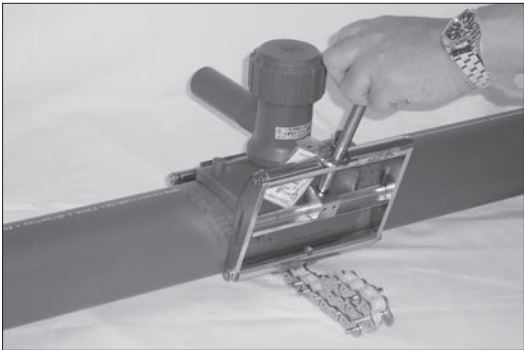
項目	作業手順	ポイント																								
融着	①コントローラのスタートボタンを押し通電を開始します。  ②通電は自動的に終了します。	⚠ 注意 ・融着中に通電停止やエラー表示が出た継手は使用できません。新しい継手を使用してやり直してください。 ・2度融着は融着不良の原因となりますので絶対に行わないでください。 <table border="1"><thead><tr><th>呼び径</th><th>50</th><th>75</th><th>100</th><th>150</th><th>200</th><th>250</th><th>300</th></tr></thead><tbody><tr><td>標準通電</td><td>EFソケット</td><td>76</td><td>150</td><td>315</td><td>440</td><td>490</td><td>900</td></tr><tr><td>時間(秒)</td><td>EF片受直管</td><td>80</td><td>140</td><td>285</td><td>405</td><td>490</td><td>—</td></tr></tbody></table>	呼び径	50	75	100	150	200	250	300	標準通電	EFソケット	76	150	315	440	490	900	時間(秒)	EF片受直管	80	140	285	405	490	—
呼び径	50	75	100	150	200	250	300																			
標準通電	EFソケット	76	150	315	440	490	900																			
時間(秒)	EF片受直管	80	140	285	405	490	—																			
確認	①「融着完了」のメッセージを確認します。 ②ソケットのインジケータが左右とも隆起していることを確認します。片受直管はインジケータが隆起していることを確認します。 〈EFソケット(50～300)〉 融着前  融着後  〈EF継手・EF片受直管(50～200)〉 融着前  融着後 	⚠ 注意 ・片受口2個同時通電で、正常に通電できなかった場合は、当該受口を切除し両方とも新しい継手を用いて再施工してください。																								
検査・冷却	○融着終了後、規定の時間だけ放置・冷却します。 冷却時間(分) <table border="1"><thead><tr><th>呼び径</th><th>50</th><th>75</th><th>100</th><th>150</th><th>200</th><th>250</th><th>300</th></tr></thead><tbody><tr><td>EFソケット</td><td>5</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>15</td><td>30</td><td>45</td></tr><tr><td>EF継手</td><td>5</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>15</td><td>—</td><td>—</td></tr></tbody></table>  ○冷却終了後、クランプを取り外します。	呼び径	50	75	100	150	200	250	300	EFソケット	5	10	10	10	15	30	45	EF継手	5	10	10	10	15	—	—	⚠ 注意 ・ソケットや継手に冷却完了時刻等を記し、冷却時間を間違えないようにしてください。  ・冷却中はクランプをそのままにし、接合部に外力を加えないでください。
呼び径	50	75	100	150	200	250	300																			
EFソケット	5	10	10	10	15	30	45																			
EF継手	5	10	10	10	15	—	—																			

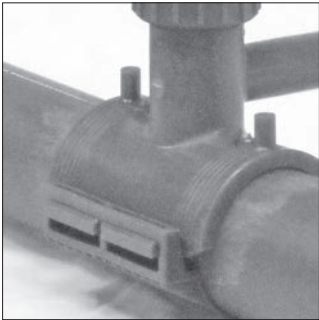
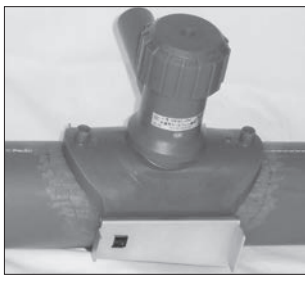
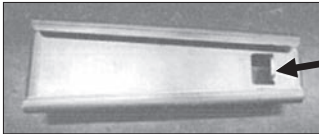
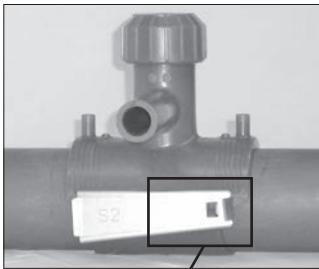
(2) EFソケットの接合(ヤリトリ配管の場合)

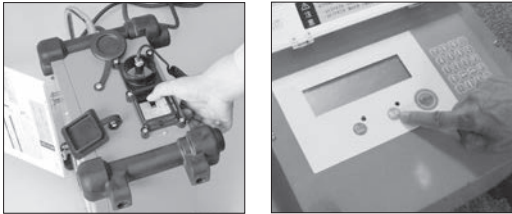
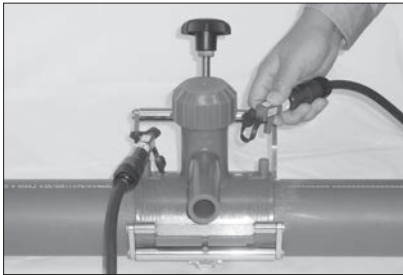
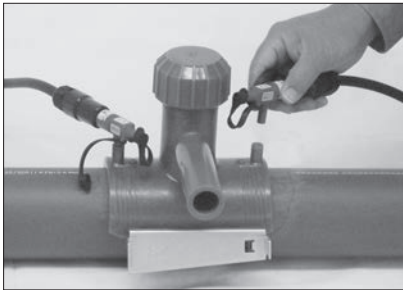
項目	作業手順	ポイント
	「管の清掃」「融着面の切削」の作業手順は一般配管と同様です。	
融着面の清掃、 融着面の切断	○管の表面(管端からソケットの全長以上の範囲)とソケットの内面全体をエタノール等を浸み込ませたペーパータオルで清掃します。	・ センターストップパを取る前に標線を記入してください。 
管と継手の 挿入・仮固定	①ソケットを一方の管に挿入し、ソケット全長分まで送り込みます。  ②双方の管を突き合わせ、ソケットを標線位置に合うように移動させ、クランプによる固定を行います。 	・ ソケット内のセンターストップパは予め、短管を用いて打ち抜くようにして除去しておいてください。  ・ 手で挿入が困難な場合はEFソケットの端面に当て木をして、プラスチックハンマーで叩き込んでください。
	融着接合の各手順についてはP70-73を参照してください。	

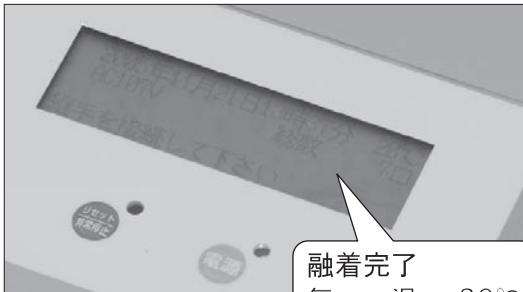
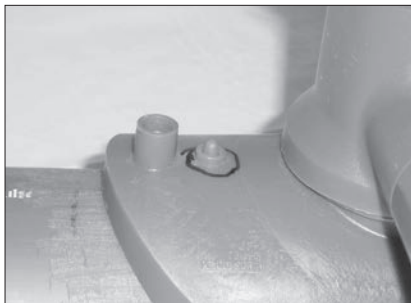
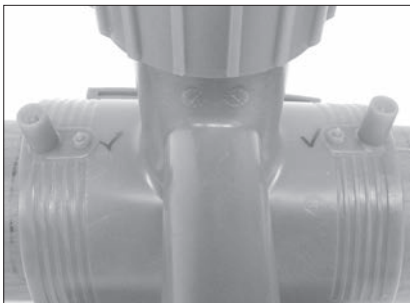
(3)EF サドル(販売元：前澤給装工業株式会社)の接合

項目	作業手順	ポイント
管の清掃	①管に傷がないかを点検します。	・ 有害な傷がある場合は、その箇所を切断して除去してください。
	②管に付着している土や汚れをペーパータオルまたは清潔なウエスで清掃します。	・ 清掃は、長さ200mm以上の範囲を管全周にわたって行います。
融着面の切削	①管の融着する箇所にサドルの長さより一回り大きく 標線を記入します。 	・ 標線記入のためサドルを管に仮当てする場合は、梱包袋に入れたまま行ってください。
	②専用切削工具を用いて、標線間の範囲、またはサドル融着面(くら部)のみの管表面を切削(スクレーブ)します。  手カンナ	・ 手カンナで切削する場合は、まず全面にマーキングをした後、そのマーキングが消えるまで切削してください。

項目	作業手順	ポイント
融着面の清掃	・くら部(サドル融着部・管切削面)を、エタノール等を浸み込ませたペーパータオルで清掃します。 	・継手は接合作業を行う直前に段ボール梱包から取り出すようにしてください。 ・サドルは融着面に泥などが付着しないように、融着直前に梱包袋から取り出してください。 ・融着面の油脂等の汚れが完全に拭き取られていることを確認してください。汚れがある場合は融着不良が発生する場合があります。 ・清掃後は融着面に手を触れないでください。触れてしまった場合には、再度清掃してください。 ・ペーパータオルにはキムワイブ等の弊社推奨品を使用してください。(P67 参照) ・軍手等を使用しないでください。手袋に付着した汚れや手袋の成分が融着部に付着して、融着不良の原因になります。 ・エタノールは95%以上の純度のものを推奨します。
管と継手の 固定① チェーン クランプに よる固定	・清掃済のサドルを融着箇所に装着し、チェーンクランプで固定します。 ・チェーンの長さが、管の呼び径に適合しているか確認します。 ・チェーンクランプをサドルにかけ、ノブを回して固定します。 	・固定の際はノブがある程度硬くなるまで締め付けてください。 - この時、目視で管とサドルの融着部にすき間が無いことを必ず確認してください。

項目	作業手順	ポイント
管と継手の 固定② クサビによる 固定	・清掃済のサドルを融着箇所に装着し、クサビを打ち込んで固定します <S型φ50、75の場合：両側クサビ固定>  <S型φ100、150の場合：両側クサビ固定>  <S2型の場合：片側クサビ固定> ・サドルと下部バンドをヒンジ部分からセットします。 サドル側の突起に合わせて下部バンドを外側から押し込むと、パチンと奥まで入ります。  ・クサビはサドルに向かって右側から、プラスチックハンマーで少しずつ叩いてサドルを固定します。 	・サドルが切削面からはみ出したり、位置がずれたりしないようにしてください。 <S型φ50、75の場合：両側クサビ固定> ・クサビとサドルの引っ掛け部ヒンジ、クサビと下部バンドヒンジがしっかりかかっていることを確認してください。  <S型φ100、150の場合：両側クサビ固定> ・クサビとサドルの引っ掛け部ヒンジ、クサビと下部バンドヒンジがしっかりかかっていることを確認してください。  ・クサビのストッパーがサドル部ストッパーに当たって止まります。必要以上に叩き込まないでください。  クランプ裏面   ストッパー部

項目	作業手順	ポイント
融着準備	①コントローラの電源プラグをコンセントに差し込みます。	・電気容量が2.0kVA以上であることを確認してください。
	②コントローラの電源スイッチを入れます。 	
	③継手端子にケーブルを接続します。 ＜チェーン式サドルクランプの場合＞  ＜クサビ固定の場合＞ 	・ケーブルはサドルの端子にしっかりと差し込んでください。 ・継手端子に極性はありません。
	④サドルの梱包袋に同封されているバーコードカードから専用のバーコードリーダーで融着データを読み込みます。 	・バーコードカードは、必ずEFサドルに同梱されているものをお使いください。誤ったバーコードを入力されると融着不良の原因となります。 ・コントローラに表示された継手の種類、口径などの融着データが融着しようとする継手と合っているか確認してください。 ・エラーランプが点灯したときは、インフォメーションボタンを押して、液晶画面に表示されるエラーメッセージを読み取り、原因を修正します。

項目	作業手順	ポイント										
融着	①コントローラのスタートボタンを押し、通電を開始します。 	・ブザーが鳴り、液晶パネルに通電時間経過が表示されます。 ・通電時間は気温によって異なりますが、分岐呼び径 20・25 の 20℃における標準値は次のとおりです。 <table border="1"><thead><tr><th>本管側の呼び径</th><th>標準通電時間</th></tr></thead><tbody><tr><td>50</td><td>125 秒</td></tr><tr><td>75</td><td>152 秒</td></tr><tr><td>100</td><td>144 秒</td></tr><tr><td>150</td><td>173 秒</td></tr></tbody></table>	本管側の呼び径	標準通電時間	50	125 秒	75	152 秒	100	144 秒	150	173 秒
本管側の呼び径	標準通電時間											
50	125 秒											
75	152 秒											
100	144 秒											
150	173 秒											
EF コントローラ 表示の確認	○「融着完了」のメッセージを確認します。  融着完了 気 温 : 20℃ 融着時間 : 140秒 冷却時間 : 10分	・融着は自動的に終了し、ブザーが鳴った後、液晶パネルに「融着完了」と表示されていることを確認してください。 ・融着終了後、ケーブルを抜く前に液晶パネルに気温・融着時間・冷却時間が表示されます。										
インジケータの 確認	○サドル部のインジケータ(S型は 1 箇所、S2 型は 2 箇所)が隆起していることを確認します。 <S 型の場合：インジケータ 1 個> 	・通電が中断されたとき(ケーブルと引っ掛けて抜いてしまった等)や、インジケータがどちらか一方でも隆起していなければ融着不良です。その場合はそのサドルを使用(せん孔)せず、近傍に新しいサドルを用いて、最初から融着をやり直してください。 <S2 型の場合：インジケータ 2 個> 										

項目	作業手順	ポイント
冷却	○融着終了後、最低 10 分間放置します。  	・ サドル近傍に冷却完了時刻等を記入し冷却時間を間違えないようにしてください。 ・ 冷却が完了するまで、融着部に外力を加えないでください。 ・ チェーン式サドルクランプで固定する場合は、10 分間チェーン式サドルクランプを外さない様にしてください。

(4)EF サドル付分水栓(販売元：前澤給装工業株式会社製)の接合

- ・ 水道配水用ポリエチレン管との融着は、EF サドルと同じです。
 - ・ 分水栓のせん孔方法は、鋳鉄サドル付分水栓と同じです。
- 詳細は、鋳鉄サドル付分水栓のメーカーにお問い合わせください。

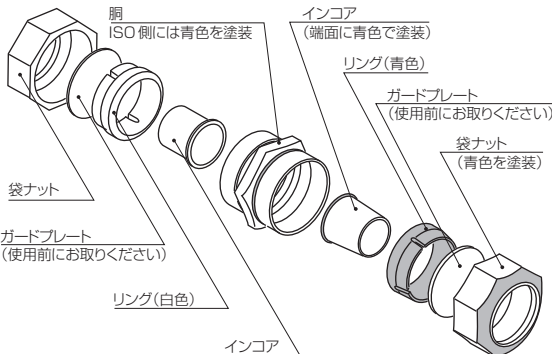
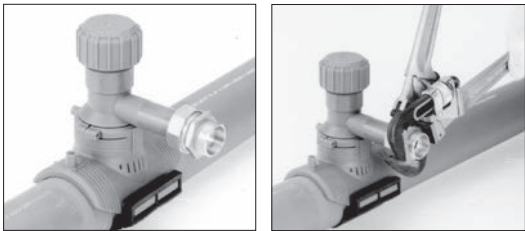
(5)鋳鉄サドル付分水栓(販売元：前澤給装工業株式会社製)の接合

- ・ 鋳鉄サドル付分水栓の接合方法は、メーカーにお問い合わせください。

(6)EF サドルのせん孔

- ・ EF サドルのせん孔方法は、製品に添付の取扱説明書をご覧ください。

5.3.6 EF サドル分岐呼び径50と給水管の接続 (水道用ポリエチレン管の1種二層管<JIS K 6762>との接続)

項目	作業手順	ポイント								
給水管との 接続	⚠ 接続作業は融着完了後、最低 10 分間経過してから行ってください。 ①サドル分岐口に金属継手(ソケット)の ISO 側袋ナット (青色)とリング(青色)を挿入します。 	・金属継手(ソケット)の各部の名称は下図の通りです。  ・ガードプレートは接合時に取り去ってください。 ・袋ナット、リングの挿入順序と挿入方法に注意してください。 <参考> ISO 側袋ナットの表面は青色で塗装されています。 ただし、EF サドル S 型の給水管接続口呼び径 25 に接続する場合は、水道用ポリエチレン管金属継手 (JWWA B 116) の 1 種管用をご使用ください。								
	②インコアを分岐口内部に挿入します。 	・プラスチックハンマーを用いて、インコアの管端面まで打ち込みます。 ・インコアが入りにくい場合は、分岐内側にあるバリ等を除去してください。 								
	③袋ナットと胴を接続します。 	・締め付けトルクは下表を目安にしてください。 <table><tr><th>呼び径</th><th>締め付けトルク N・m</th></tr><tr><td>30</td><td>110</td></tr><tr><td>40</td><td>130</td></tr><tr><td>50</td><td>150</td></tr></table>	呼び径	締め付けトルク N・m	30	110	40	130	50	150
	呼び径	締め付けトルク N・m								
30	110									
40	130									
50	150									
④金属継手(ソケット)の JIS 側に給水側の管を接続します。(①～③と同様の手順で行います。) 	・EF サドル分岐呼び径 20, 25 と水道用ポリエチレン二層管との接続は、水道用ポリエチレン管金属継手で接続してください。 ・接合方法は、金属継手メーカーにお問い合わせください。									

5.3.7 フランジの場合

(1) フランジの接合

① ポリエチレン製フランジ(RF形)

呼び径	50	75	100	150	200
ボルト締め切りトルク N・m	32	44	54	60	64

備考：PE 挿し口付フランジ短管を除く。

② ポリエチレン製フランジ(GF形) PE 挿し口付鋳鉄製フランジ短管

呼び径	50～200	200(JIS 10K形)	250・300
ボルト締め切りトルク N・m	60	90	90

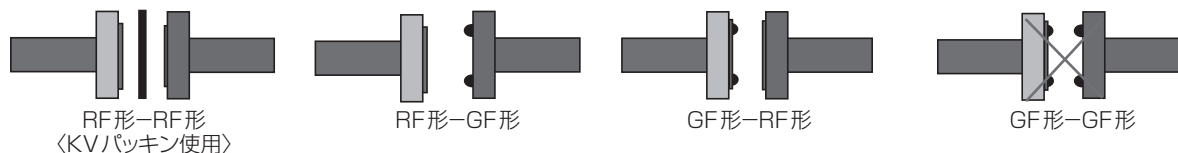
③ ボルト締め付け時の注意事項

1. ボルトは片締めにならないように、対角線上交互に均等に締め切ってください。
また、ボルト締め作業が容易かつ確実に行えるように継手掘りを行ってください。
2. ボルト、ナットはフランジ呼び径及び種類に適用した太さ・長さ・本数を準備してください。
ボルト本数の省略や長さの不足したボルトの使用は絶対に避けてください。
3. ボルト締めをする前に、パッキンがフランジに対して正常に接触するかどうかを確認してください。
軸心がズレて未接触部分があると漏水、ボルト片締めの原因になるので注意してください。
4. GF 形フランジはフランジ面同士が接触するまで締めてください。

(2) フランジ接続について

フランジ接合を行う場合は、組み合わせに注意してください。

<接合可能な組み合わせ>



<接合できない組み合わせ>

フランジを使用した場合の相手管種によるボルト首下長さ

単位：mm

呼び径	FCD フランジ(水道・JIS 10K 形)での接続				PE 挿し口付フランジ短管(水道・JIS 10K 形)での接続				SUS フランジ(水道・JIS 10K 形)での接続			
	鉄管関連製品		塩ビ管 関連製品 (水道形・ JIS 10K 形) (TS フランジ・ SGR-NA フランジ)		鉄管関連製品		塩ビ管 関連製品 (水道形・ JIS 10K 形) (TS フランジ・ SGR-NA フランジ)		鉄管関連製品		塩ビ管 関連製品 (水道形・ JIS 10K 形) (TS フランジ・ SGR-NA フランジ)	
	異形管フランジ (水道形・ JIS 10K 形) (JWWA G 114) 仕切弁 (2種・3種) (JWWA B 120・122)	水道用 仕切弁 (JIS B 2062)			異形管フランジ (水道形・ JIS 10K 形) (JWWA G 114) 仕切弁 (2種・3種) (JWWA B 120・122)	水道用 仕切弁 (JIS B 2062)			異形管フランジ (水道形・ JIS 10K 形) (JWWA G 114) 仕切弁 (2種・3種) (JWWA B 120・122)	水道用 仕切弁 (JIS B 2062)		
50	70	80	—	80	65	65	—	65	80	80	80	80
75	80	80	70	80	70	70	70	80	90	90	80	90
100	90	90	80	90	70	80	70	80	100	100	90	100
150	100	100	100	100	80	80	80	80	110	110	110	120
200	100	110	—	110	80	80	80	80	110	120	110	120
250	—	—	—	—	—	—	—	—	120	120	—	120
300	—	—	—	—	—	—	—	—	120	130	—	130

上表の数値はフランジ2枚、ナット、座金2枚、パッキン(ガスケット)の厚みを足しあわせたものに余裕をみて算出したボルト首下長さです。

GF 形の製品については、パッキン(ガスケット)の厚みは足し合わせておりません。

必要に応じて適切な長さのボルトをご使用ください。

5.4 布設

5.4.1 布設方法

管の柔軟性と軽量性を活かし、現場状況に応じた効率的な布設を行うことができます。以下に布設方法の例を示します。

(1)長尺管の製作と陸付け配管

- ①管路形態、現場状況および管の重量を考慮して、地上の作業場で直管を数本EF 接合した長尺管を製作します。
- ②掘削幅や水場により溝内での接合作業が困難な場合は、管の柔軟性を活かして構内から既設の管端を引き上げて陸付け配管を行います。その時、引き上げた管がアスファルトカット部等に当たらないよう、注意してください。

表-5.1 長尺管を作成した場合のおおよその重量

単位:kg

呼び径	50	75	100	150	200	250	300
2 本	11	22	43	89	174	271	349
3 本	16	33	65	135	264	410	530
4 本	22	45	87	181	354	549	711

(2)曲げ配管

- ①曲げ配管の最小半径を下表に示します。表中の数値より小さい場合はバンドを使用してください。
- ②曲げ配管部におけるEFソケット接合作業は極力避けてください。
曲げ配管部にEFソケット接合部がある場合には長尺管を製作し配管してください。
- ③曲げ配管部におけるフランジ接合作業は避けてください。
フランジ接合後の曲げ配管は避けてください。
- ④人力による曲げ配管が困難な場合は、機械等を利用して適切に曲げ配管を行ってください。

表-5.2 曲げ配管の最小半径

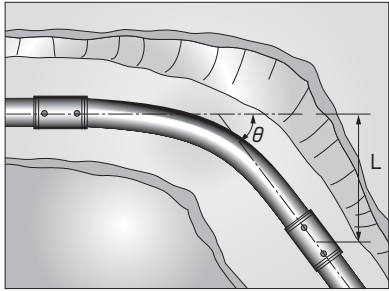
単位:m

呼び径	50	75	100	150	200	250	300
最小半径	5.0	7.0	9.5	13.5	19.0	24.0	27.0

表-5.3 5mで可能な生曲げ角度と変位量

呼び径	50	75	100	150	200	250	300
角度 θ	55°	40°	30°	20°	15°	12°	10°
変位量 L	220cm	170cm	120cm	90cm	60cm	50cm	40cm

注)直管3本以上をあらかじめ陸継ぎし、長尺管により曲げ配管を行います。
口径が大きくなる程、曲がりづらくなります。



(3)曲げ配管箇所へのサドルの取付けについて

- ①サドル取付箇所が曲がっていても、許容曲げ範囲(表-5.2)より大きい曲がりであれば、EFサドル、EFサドル付分水栓、
鋳鉄サドル付分水栓を取付けることが可能です。
- ②ただし、バンドへの取付けはできません。
- ③特に既設管への取付けの際は、接合部が泥で汚れているので確実に切削・清掃を実施するよう注意してください。

5.5 埋設工事

プラスチック管路の品質にとって、埋設工事の良否は特に重要な要因となります。

以下に埋設工事に関する要点を述べます。

5.5.1 掘 削

(1)調査と準備

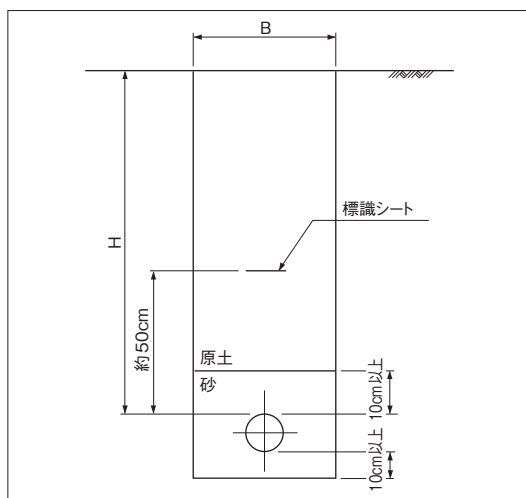
道路(公道)に管を布設する場合、道路法に基づき道路管理者に許可を受けるのはもちろん、埋設位置などについて十分協議することが必要です。

配管路線の基本計画が決まれば現地踏査や必要に応じて試掘などの調査を行い、埋設条件や施工環境を十分考慮した上で施工計画を立ててください。

(2)土工定規

管の埋設位置および深さについての一般事項は次のとおりとします。

- ①幅員が狭い道路での布設位置は、車両のわだちの直下になりやすいところを避けます。
- ②他の地下埋設物と交差、近接するところは、少なくとも0.3m以上の間隔をとります。
- ③掘削幅は布設場所の状況により異なりますが、溝内で配管作業ができるものでなければならず、通常、管頂部における溝幅の最小値は下表によります。



標準土被り(H) ※呼び径200以下

単位：m

区分		H
公道	車道	0.6以上
	歩道	0.5以上
私道		0.6以上

注1)寒冷地においては凍結深度以下に埋設する。

注2)平成11年3月31日付建設省道政発第32号(建設省道国発第5号)によると、水道配水用ポリエチレン管の埋設深さは道路の舗装厚さに0.3m加えた値(当該値が0.6mに満たない場合には0.6m)以下としないことされています。

掘削幅(ポリエチレン管の場合)

単位：m

呼び径	50	75	100	150	200	250	300
管頂部の溝幅B	0.5	0.5	0.5	0.55	0.6	0.8	0.9

注：呼び径200以下はPOLITEC設計マニュアルの値を引用しています。

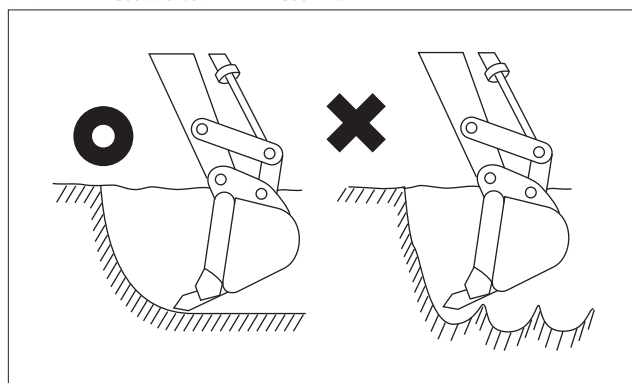
呼び径250、300はメーカー推奨値です。

水道事業実務必携に記載されている掘削幅とは異なります。

(3)掘り方

- ①溝底は、できるだけ平坦になるように掘削してください。特に機械掘削の場合は、掘り過ぎて波形になることが多いので注意するとともに、手仕上げを行ってください。
- ②土砂崩れの恐れのある所は必ず矢板などの土留工を行い、安全対策には十分配慮してください。
- ③掘削延長は、その日の路線状況を考えたうえ、当日中に配管・埋め戻しが完了する長さに留めてください。

図-5.3 掘削機械による掘り方



5.5.2 基礎工

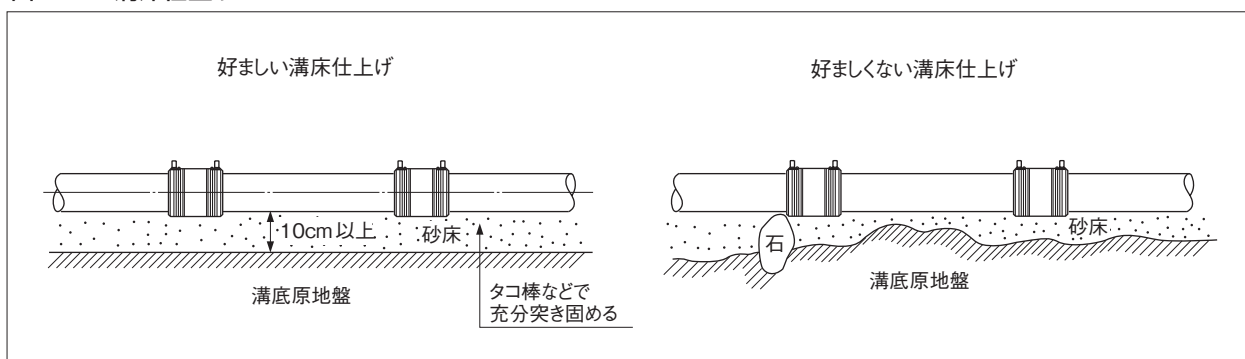
(1) 溝底の仕上げ

人力で溝底の凹凸をなくし石、瓦礫、木の根などの固いものは取り除いてください。原地盤の不陸を平らに仕上げることは、床仕上げの前段階のもので、砂床の層を一定にする意味で大切な作業です。

(2) 溝床の仕上げ

平らになった溝底に良質の砂を敷き、ランマやたこなどで十分に突き固め、砂床の厚さを10cm以上になるように仕上げます。特に岩盤地の場合は十分なサンドクッションを施してください。

図-5.4 溝床仕上げ



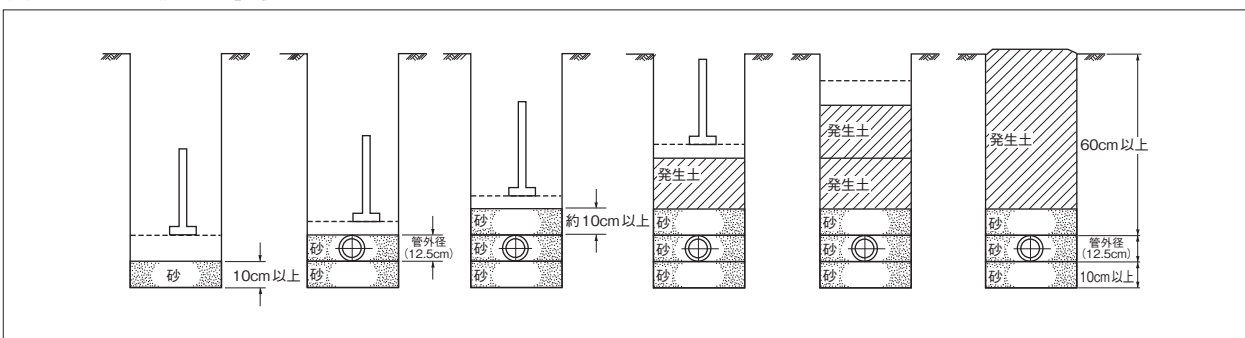
(3) 付帯構造物周辺の基礎

構造物付近は不等沈下が発生しやすく、管、継手に大きな応力を発生させることがあるので、構造物自体の基礎はもちろん、その周辺の管路基礎工には十分注意してください。したがって、通常より厚い砂床を施したり、構造物と連続の栗石やコンクリート基礎を設けたりすることが必要です。

5.5.3 埋め戻し

管の布設後、管が移動しないよう注意しながら砂または細土で10～15cm位ずつ埋め戻し、その都度、管に十分ななじませながら、ランマやたこなどで突き固め、これを繰り返して管の上面、最小10cm位になるまで行います。なお砂の場合、管頂まで突き固めた後、水を注ぎ砂の堆積収縮を利用した水締めを行うとより効果的です。その後、数回に分けて埋め戻し土をよく突き固めながら埋め戻していき、規定の道路構造に復旧します。

図-5.5 埋め戻しの手順(呼び径100車道埋設)



注1. 点線は土砂投入直後の位置を示す。

2. 実線は土砂突き固め後の位置を示す。

5.6 水圧試験

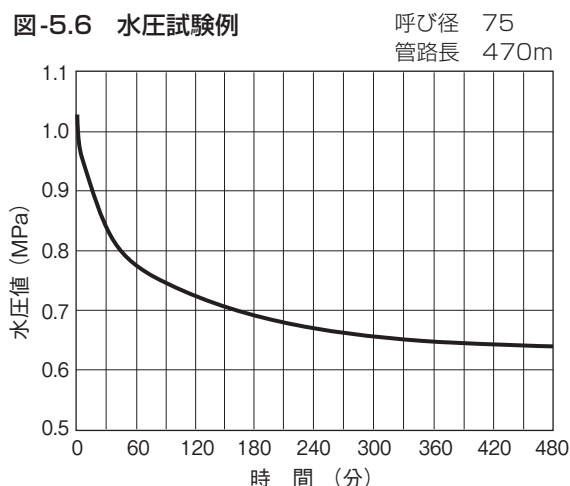
- (1) 通水は消火栓などを開いて、管内の空気を除去しながら行います。満水になったら試験区間の弁を閉じ、消火栓などに取り付けた水圧計により圧力低下の有無を確認します。
- (2) 常用圧力以上の水圧試験を行うときは、消火栓などに試験用ポンプを取り付けて加圧します。
- (3) 水圧試験では次に挙げる理由により、漏水がない場合でも初期水圧値が低下しますので注意してください。
またこれらの影響を最小限にとどめるため、水圧試験は最大500mまでの区間で実施することを推奨します。

①管内空気の影響

水中に空気が混入していると水圧低下の原因となります。水圧試験では通水時に消火栓などから管内空気を排出すると同時に、通水流量を調整し空気の水中への混入を避けてください。

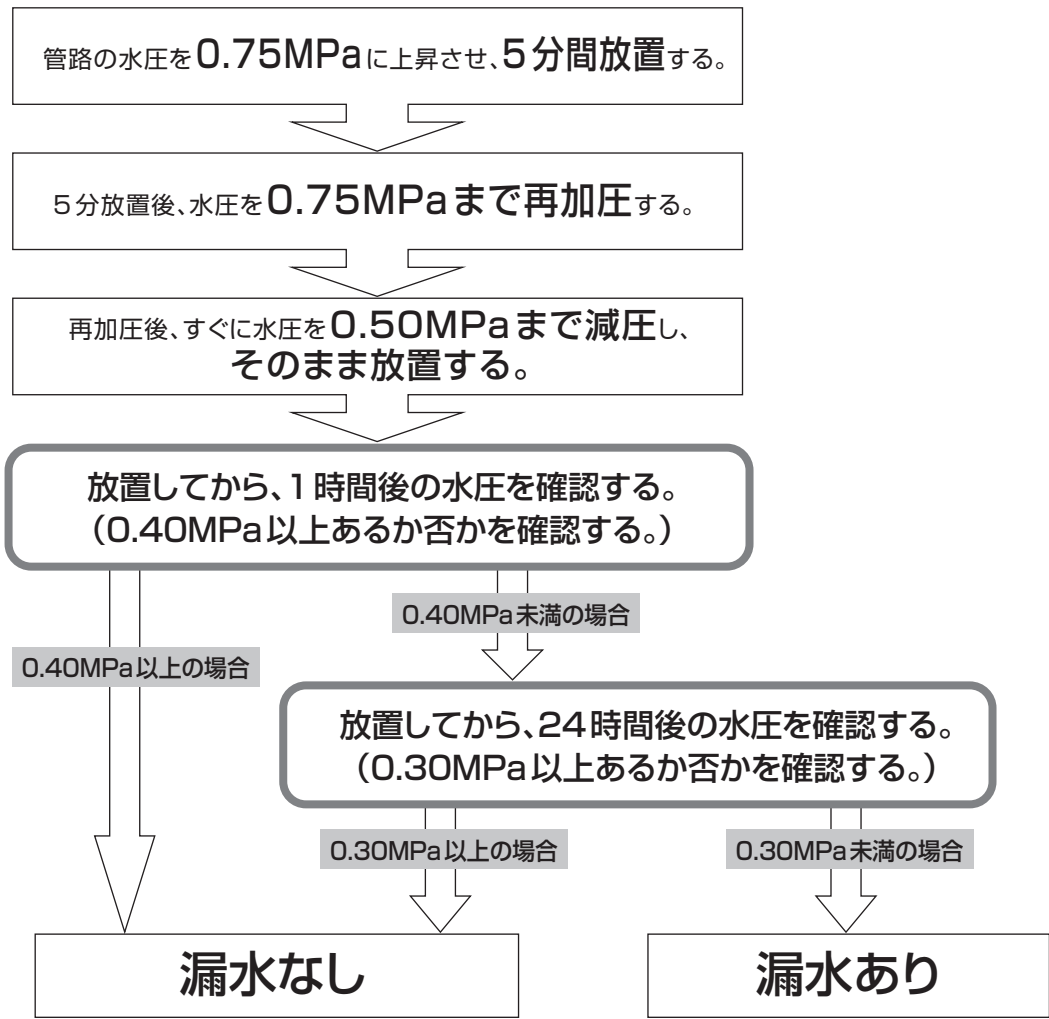
②管の膨張の影響

プラスチックパイプの特性として、水圧試験時に初期膨張が起こり水圧値が低下します。水圧低下量は、埋設条件や管径、管路長および初期水圧値により一義的に決めることは難しいと考えられます。図5.6に水圧試験の実例を示します。時間経過とともに水圧は非線形に低下します。



● 水圧試験(参考)

クボタケミックスでは、水道配水用ポリエチレン管路の水圧試験として以下の方法を推奨いたします。本方法は止水栓に水道用ソフトシール仕切弁(バルブ全閉時の最大差圧：0.75MPa)を使用する場合を考慮した条件としております。なお、確実な漏洩検知には、試験時間：24時間をお勧めいたします。



【水圧試験時の注意事項】

- ① 水圧試験は、最後のEF接合が終了してクランプを外せる状態になってから、下表の放置時間が経過してから行ってください。ただし、水圧が0.75MPaを越える場合は、最低1時間以上の放置時間を確保してください。なお、メカニカル継手は、接合完了後すぐに水圧試験が行えます。
- ② 通水は、消火栓などを開いて管内の空気を除去しながら行います。満水になったら試験区間の弁を閉じ、消火栓などに取り付けた水圧計により圧力低下の有無を確認します。
- ③ 水圧試験では、漏水がない場合でも初期水圧値が低下しますので注意してください。またこれらの影響を最小限にとどめるため、水圧試験は最大500mまでの区間で実施することを推奨します。

水圧試験までの放置時間(水圧0.75MPa以下の場合)

製 品	EF継手(EFソケット、EFベンド類、EFチーズ類、EFフランジ、EFキャップ)					EFサドル類
呼び径	50	75	100	150	200～300	—
放置時間	20分以上	20分以上	30分以上	45分以上	60分以上	30分以上

5.7 補 修

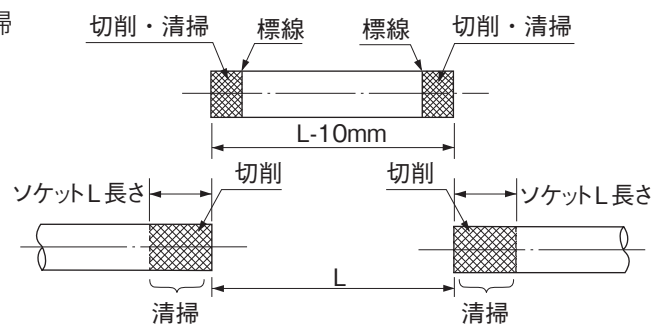
5.7.1 EFソケットによる本格補修

管路の本格補修はEF 接合で行うことを推奨します。但し、水場や降雨時などの好ましくない施工環境では、5.7.2のメカニカル継手の使用を推奨します。下図にEFソケットの結び配管による補修方法の概要を示します。なお、詳しい作業手順は「5.3.5 接合 (2) EFソケットの接合 (ヤリトリ配管の場合)」をご参照ください。

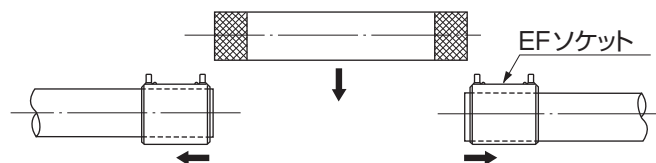
①補修箇所の切断



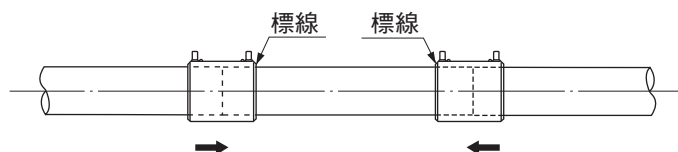
②融着面の切削と清掃



③新管とEFソケットの設置

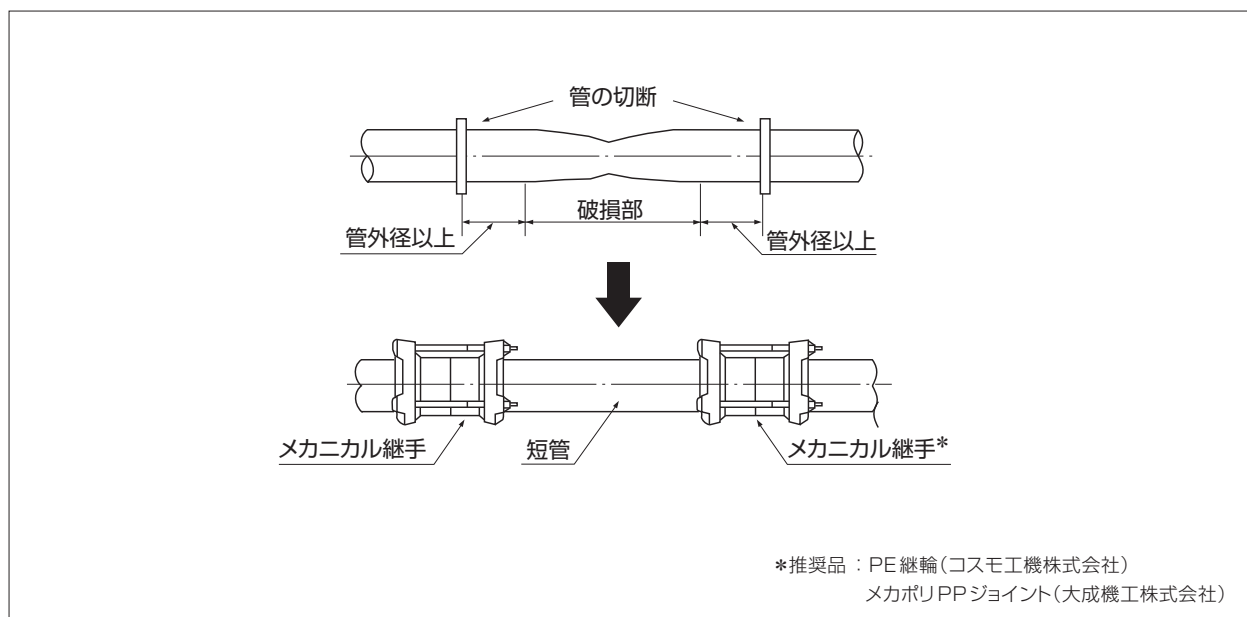


④EFソケットの定位置への移動



5.7.2 破損部を切断除去する場合〈適用口径φ50～φ200〉

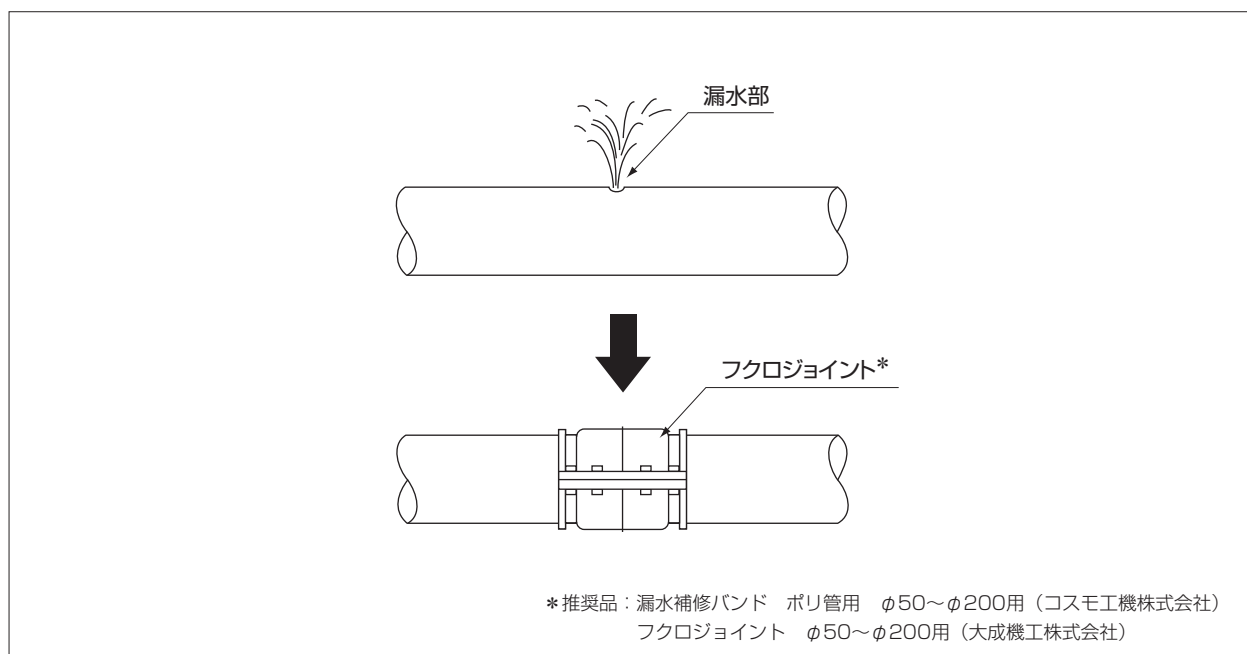
補修部分を切り取り短管を挟んでメカニカル継手*で両側を固定します。



※メカニカル継手を使用する際は、水道配水用ポリエチレンパイプに必ずインナーコアを挿入してください。

5.7.3 破損部を切断しない場合〈適用口径φ50～φ200〉

管を切断せずに漏水を止めるときは、漏水部にフクロジョイントを取り付けます。



5.8 布設歩掛

5.8.1 歩掛り一覧表

製品名		呼び径	口数	備考
両受継手	EFソケット	50～300	2口	標準(1箇所)
	EFチーズ	50～100		
	フランジ付EFチーズ	75、100		
	EFベンド	50～200	1口×2	1口は、標準の70%
	EF Sベンド			
	EFチーズ	150、200		
	フランジ付EFチーズ			
片受継手	片受直管	50～200	1口	
	EF片受ベンド			
	EF片受 Sベンド			
	EFキャップ			
	EFフランジ			
	EF片受チーズ	50、150、200		
	EF片受レデューサ	75～200		
	フランジ付EF片受チーズ	150、200		

備考 1. 継手は2口継手を標準とする。 2. 継手において、1口の場合は本表の70%とする。

5.8.2 管布設歩掛表

ポリエチレン管(融着接合(EF接合))布設工							
呼び径 (mm)	据付工 10m 当り				継手工(1箇所当り)		
	配管工(人)	普通作業員(人)	クレーン機種	運転時間(h)	配管工(人)	普通作業員(人)	諸雑費(機械器具損料及び消耗品)
50	0.10	0.18	—	—	0.04	0.04	労務費の8.5%
75	0.10	0.18	—	—	0.05	0.05	
100	0.12	0.20	—	—	0.07	0.07	
150	0.18	0.26	—	—	0.09	0.09	
200	0.25	0.49	—	—	0.13	0.13	
250	0.09	0.15	クレーン付トラック	1.34	0.17	0.17	
300	0.10	0.16	4t積2.9t吊	1.41	0.25	0.25	

備考 1. 継手は2口継手を標準とする。 2. 継手において、1口の場合は本表の70%とする。 3. 呼び径250、300はメーカー歩掛とする。

5.8.3 切断歩掛表

呼び径(mm)	切断歩掛(1口当り)		
	配管工(人)	普通作業員(人)	諸雑費
50	0.01	0.01	労務費の1%
75	0.01	0.01	労務費の7%
100	0.02	0.02	
150	0.02	0.02	
200	0.02	0.02	
250	0.03	0.03	
300	0.03	0.03	

備考 1. 雑材料には、工具損料、消耗品を含む。
2. 呼び径250、300は、メーカー歩掛とする。

5.8.4 メカニカル継手工

呼び径(mm)	切断歩掛(1口当り)		
	配管工(人)	普通作業員(人)	諸雑費
50	0.04	0.04	労務費の1%
75	0.04	0.04	
100	0.04	0.04	
150	0.05	0.05	
200	0.06	0.06	

備考 1. 本表は、水道配水用ポリエチレン管に使用するメカニカル継手工に適用する。
2. 据付工は、5.8.2 ポリエチレン管(融着接合(EF接合))布設工を適用する。

5.8.5 サドル分水栓建込み歩掛り表

配水管 呼び径(mm)	20			25			30			40			50		
	配管工(人)	普通作業員(人)	諸雑費	配管工(人)	普通作業員(人)	諸雑費	配管工(人)	普通作業員(人)	諸雑費	配管工(人)	普通作業員(人)	諸雑費	配管工(人)	普通作業員(人)	諸雑費
50	0.05	0.05	労務費の1%	0.06	0.06	労務費の1%	—	—	労務費の1%	—	—	労務費の1%	—	—	労務費の1%
75	0.06	0.06		0.07	0.07		0.08	0.08		0.09	0.09		0.10	0.10	
100	0.06	0.06		0.07	0.07		0.08	0.08		0.09	0.09		0.10	0.10	
150	0.07	0.07		0.08	0.08		0.09	0.09		0.10	0.10		0.11	0.11	
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

備考 1. 本表は給水管接合工を含む。
2. 本表はサドル分水栓建込みにも適用できる。
3. 呼び径200の歩掛りは、呼び径150と同じとする。(メーカー推奨値)

水道配水用PE管 EF接合チェックシート(例)

工事名							
管種・口径							
<出来形図> (測点No., 継手No.を記入)							
準備	発電機確認	機種：		電圧：		V(目安100V～110V)	
	コントローラー	仕様： JWEF200N II・JWEF75N・NTEF100・その他()					

接合箇所番号								
融着	管の清掃							
	融着面のマーキング・切削							
	エタノール清掃							
	標線の記入							
	管と継手の固定							
	融着終了時刻	：	：	：	：	：	：	：
検査	融着完了確認	正・異	正・異	正・異	正・異	正・異	正・異	正・異
	インジケータの隆起確認	正・異	正・異	正・異	正・異	正・異	正・異	正・異
	気温	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃
	融着時間	秒	秒	秒	秒	秒	秒	秒
冷却	冷却時間	分	分	分	分	分	分	分
	固定解除時刻	：	：	：	：	：	：	：
同時通電	通用	有・無	有・無	有・無	有・無	有・無	有・無	有・無
	同時接合箇所番号							
判定		合・否	合・否	合・否	合・否	合・否	合・否	合・否
備考								
特記事項								
施工年月日 年 月 日		施工会社名		施工者名			現場代理人	

水道配水用ポリエチレン管用EFコントローラ・専用工具 点検のお願い

■EFコントローラ

運搬時の衝撃や振動による内部回路の破損、ケーブル類や各部品の経年劣化、外傷およびマルチアダプターへの異物の混入等による接触不良等は、融着不良や動作不良等のトラブル、感電や火災等の事故を引き起こすことがあります。これらのトラブルや事故を未然に防止するため、日常点検および定期点検の実施をお願い致します。

A. 日常点検 1日1回、使用前の点検をお願い致します。

確認項目	確認内容	確認結果	
外観確認	コントローラ本体に破損・損傷がないか確認してください	☐ 良好	☐ 異常
	電源・出力ケーブルに破損・損傷がないか確認してください	☐ 良好	☐ 異常
付属品	付属品は揃っていますか マルチアダプター 2個1組 ☐ 4.0mm用 ☐ 4.7mm用 ☐ バーコードリーダー ☐ 電源変換アダプターケーブル (JWEF200N/200N-2)		
機能確認	出力コネクターとマルチアダプターの差込具合は良好ですか	☐ 良好	☐ 異常
	マルチアダプターに異物が混入していませんか	☐ 良好	☐ 異常
	マルチアダプターの電極端子が変形していませんか	☐ 良好	☐ 異常
	マルチアダプターの電極端子の保持力は充分ですか	☐ 良好	☐ 異常
	電動ファンは作動していますか	☐ 良好	☐ 異常
	バーコードリーダーは発光していますか	☐ 良好	☐ 異常
	液晶画面は正常に表示されていますか	☐ 良好	☐ 異常
	※ 日時・時刻は正しく表示されていますか	☐ 良好	☐ 異常
	※ 外気温は表示されていますか	☐ 良好	☐ 異常
	※ 入力電圧が表示されていますか	☐ 良好	☐ 異常
	漏電ブレーカの動作確認をしてください	☐ 良好	☐ 異常

異常が確認された場合は、使用を控えて修理を依頼してください。 ←

B. 定期点検・修理

より安全にご使用いただくために、約1年毎に定期点検(有償)を受けてください。
定期点検および修理の依頼は、お買い求めいただいた販売店にて承ります。

■専用工具類

A. 日常点検 1日1回、使用前の点検をお願い致します。

工具	確認内容	確認結果	
クランプ	各部に破損や汚れはありませんか	☐ 良好	☐ 異常
	各部(可動部、締付け部)の作動具合は良好ですか	☐ 良好	☐ 異常
スクレーパ	各部に破損や汚れはありませんか	☐ 良好	☐ 異常
	各部(可動部、締付け部)の作動具合は良好ですか	☐ 良好	☐ 異常
	切削具合は良好ですか(刃部の調整または刃の交換の要否確認)	☐ 良好	☐ 異常
カッター	刃の破損や曲がりはありませんか	☐ 良好	☐ 異常
	切断具合は良好ですか(刃の交換の要否確認)	☐ 良好	☐ 異常
延長コード	破損や汚れはありませんか	☐ 良好	☐ 異常
	通電チェックをしてください	☐ 良好	☐ 異常

刃部の調整または刃の交換は取扱説明書に沿って実施してください。

その他の異常が確認された場合は、使用を控えて修理を依頼してください。 ←

B. 修理

工具は厳密な精度で製造されていますので、ご自分での修理は行わないでください。
修理の依頼は、お買い求めいただいた販売店にて承ります。

《工事写真》



作業場での長尺管の製作



長尺管の小運搬



掘削溝内でのソケット接合作業(融着面の切消)



曲り工



直管による曲げ配管

6. 使用上の注意

安全上のご注意

クボタケミックスの水道配水用ポリエチレンパイプおよび継手のご使用にあたっては、下記の安全上のご注意をお読みいただき、必ずお守りください。

●表示内容の無視は、たいへん危険です。

表示内容を無視して誤った場合に生じる危害や損害の程度を次の表示で区分し、説明しています。



警告

この表示の欄は「死亡または重傷を負う可能性が想定される」内容です。



注意

この表示の欄は「障害を負う可能性または物的損害が発生する可能性が想定される内容です。」

●お守りください。

お守りいただく内容の種類を次の絵表示で区分し、説明しています。



気をつけていただきたい「注意喚起」の内容です。



行ってはいけない「禁止」の内容です。



必ず実行していただく「強制」の内容です。



注意

製品の使用に関する注意

① 現場焼却禁止

- 現場焼却はしないでください。
- 廃材の処分は、法令および地方自治体の条令に従ってください。

② 他用途への使用禁止

- 水道用配管以外の用途に使用しないでください。

③ 荷扱い時の事故防止

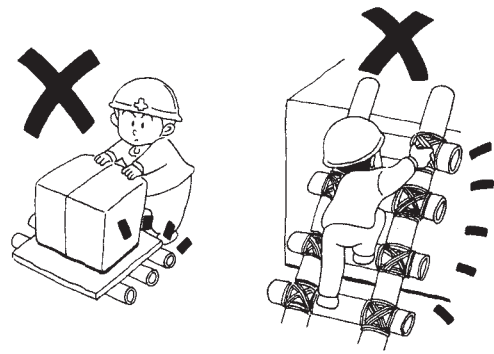
- 荷くずれや管上からの転落に注意してください。
- 管の重量を理解の上、荷扱いに注意してください。

④ 施工標準の遵守

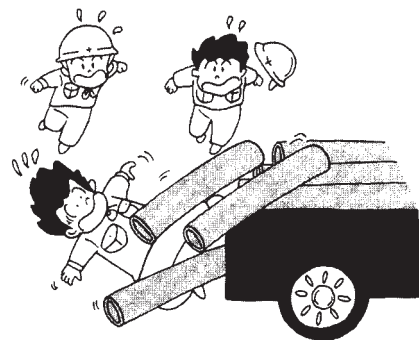
- 作業の安全と管路の品質を確保するため、本技術資料「5. 施工」の内容を守ってください。

⑤ 汚染土壌での配管上の注意事項

- 多量に灯油やガソリン、有機溶剤などを扱う場所およびそれらの跡地などでの管の布設には、水質に悪影響を及ぼす場合がありますので、土の汚染度の確認、非汚染土による埋め戻し、影響を受けにくい溶剤浸透防止スリーブ<ナイロンスリーブ>の検討などを行ってください。



②他用途へは使用しない



③荷扱いに注意する



警告 コントローラの使用に関する注意

⑥ 分解・改造の禁止

○コントローラを分解・改造しないでください。

●故障・火災・感電の原因になります。

⑦ 衝撃・浸水の禁止

○コントローラを落としたり、放り投げたりしないでください。

○雨や地下水などに濡らして内部に水を入れないでください。

●故障・火災・感電の原因になります。

⑧ 濡れた手で取扱禁止

○電源プラグや出力ケーブルのコネクタは、濡れた手で触らないでください。

●感電の原因になります。

⑨ アースの設置厳守

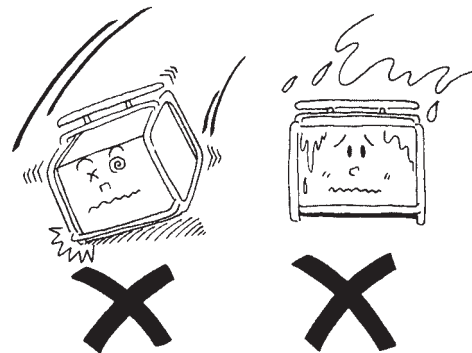
○電源コンセントはアース付きを使用してください。

○発電機はアース線を接地してください。

●感電の原因になります。

⑩ 使用温度の遵守

外気温で使える範囲、施工可能な環境温度範囲は-10℃～40℃です。



⑦ 放り投げない・水に濡らさない



⑧ 濡れた手で触らない



注意 コントローラの使用に関する注意

⑪ 取扱標準の遵守

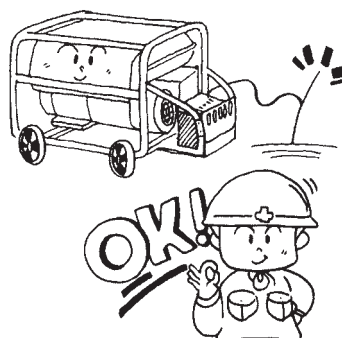
○作業の安全と施工の品質を確保するため、コントローラ取扱説明書の内容を守ってください。

⑫ 他用途への使用禁止

○コントローラを落としたり、放り投げたりしないでください。

○雨や地下水などに濡らして内部に水を入れないでください。

●故障・火災・感電の原因になります。



⑨ 必ずアース線を接地する

⚠ 注意 工具の使用に関する注意

⑬ ⚠ パイプカッタ・スクレーパの取扱注意

○パイプカッタの刃は大変鋭利になっています。素手で刃に振れないでください。

○スクレーパや手カンナの刃は大変鋭利になっています。素手で刃に振れないでください。

⑭ ⚠ エタノールの取扱注意

エタノールは消防法の危険物に該当し、火気厳禁です。保管にあたっては、法令および地方自治体の条例を守ってください。また使用に際しては換気を良くし、できるだけ皮膚に触れないよう注意してください。誤って目に入った場合は、速やかに医師の診断を受けてください。

⑮ ⚠ サドル付分水栓せん孔時の注意

○せん孔作業時は保護手袋を着用し素手で行わないでください。



株式会社クボタケミックス

本 社 ☎ 556-8601 大阪市浪速区敷津東一丁目2番47号 ☎ (06) 6648-2375 (ダイヤルイン)
東京本社 ☎ 103-0007 東京都中央区日本橋浜町三丁目3番2号 ☎ (03) 5695-3274 (ダイヤルイン)
北海道支店 ☎ 060-0003 札幌市中央区北三条西三丁目1番44 ☎ (011) 214-6291 (ダイヤルイン)
東北支店 ☎ 980-0811 仙台市青葉区一番町四丁目6番1号 ☎ (022) 267-8955 (ダイヤルイン)
中部支店 ☎ 450-0002 名古屋市中村区名駅三丁目22番8号 ☎ (052) 564-5145 (ダイヤルイン)
中国支店 ☎ 730-0036 広島市中区袋町4番25号 ☎ (082) 546-0490 (ダイヤルイン)
四国支店 ☎ 760-0050 高松市亀井町2番地1 ☎ (087) 836-3908 (ダイヤルイン)
西日本支社 ☎ 812-0011 福岡市博多区博多駅前三丁目2番8号 ☎ (092) 473-2453 (ダイヤルイン)
沖縄営業所 ☎ 900-0016 那覇市前島三丁目1番15号 ☎ (098) 860-7115 (ダイヤルイン)
ホームページアドレス <https://www.kubota-chemix.co.jp>

※当カタログに記載の内容は、製品改良のため予告なく変更することがあります。
また許容差のない数値は標準値とします。
※製品写真の色は印刷のため、実際とは若干異なります。