架橋ポリエチレン管

技術資料

2005年2月20日

2011年7月20日一部改訂

2017年1月13日一部改訂

2018年4月1日一部改訂

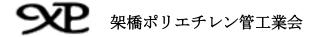
2018年11月29日一部改訂

2019年1月26日一部改訂

2020年7月1日一部改訂

2021年10月8日一部改訂

2024年3月1日一部改訂



目次

第1章	架橋ポリエチレン管とは・・・・・・・・・ 1	
第2章	規格・・・・・・・・・・・・・・・ 4	
第3章	架橋ポリエチレン管の性能・・・・・・・・20	
第4章	接続工法・・・・・・・・・・・・・・38	
第5章	施工基準・・・・・・・・・・・・・・47	
第6章	運搬・保管・・・・・・・・・・・・・・61	
第7章	用語・・・・・・・・・・・・・・・・62	

第1章 架橋ポリエチレン管とは

(1) 架橋ポリエチレンの特徴

架橋ポリエチレン管とは、熱可塑性プラスチックとしての鎖状構造ポリエチレンの分子どうしのところどころを結合させ、立体の網目構造にした超高分子量ポリエチレンをいう。従って、架橋反応が終了した時点で、ポリエチレンはあたかも熱硬化性樹脂のような立体網目構造となり、耐熱性、クリープ性能とも向上する。すなわち、モデル的にあらわすと、図 1.1 のようになる。

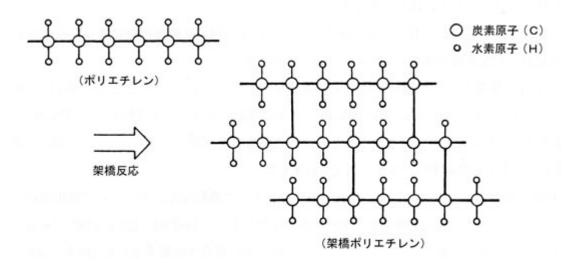


図 1.1 分子構造の比較

架橋により向上する性能は次のとおり。

原料ポリエチレンの有する長所 + 架橋により付加向上する性能

- 軽い
- ・柔軟性がある
- ・耐食性に優れる
- ・耐衝撃性に優れる
- ・低温特性に優れる
- ・電気特性に優れる (電気腐食を受けない)

- ・耐環境応力き裂性能が向上する
- ・クリープ性能が向上する
- ・耐薬品性が向上する
- ・耐熱老化性が向上する。

(2) 架橋ポリエチレンとゲル分率との関係

①ゲル分率とは

架橋ポリエチレン管の架橋程度は、一般に"ゲル分率"であらわす。架橋ポリエチレン等のプラスチックを 特定の溶剤で溶かしたときに、溶かされずに残存している部分をゲル(架橋部分はゲルとして残る)とし、こ のゲル部分の重量と溶剤で溶かす前の重量との比(百分率)を"ゲル分率"という。

②架橋ポリエチレン管の性能とゲル分率との関係

ポリエチレンを架橋させると、分子量が飛躍的に増大するので、

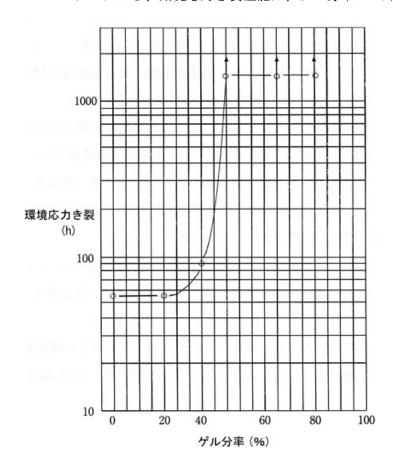
(イ)溶融、変形が起こりにくい (ロ)長期性能が大幅に向上する

等、パイプ性能の向上が著しい。

架橋の効果を定量的に表現する方法に、環境応力き裂試験があるが、その方法を以下に説明する。管の環境 応力き裂試験は、JIS K6922-2 の附属書 4.7 (定ひずみ環境応力き裂試験) によって行う。内容は、ノッチを 付けた試料を所定の環境条件(ここではノニル・フェニル・ポリオキシエチレン・エタノール 10mass%水溶 液中)に保存し、一定の歪を与え、試料にクラックが発生するまでの時間を測定する。つまり、この時間の長 短で、性能判断をする方法である。

図 1.2 は、横軸にゲル分率を、縦軸に環境応力き裂性能をプロットし、環境応力き裂性能のゲル分率依存性 を示したものである。

このデータから、環境応力き裂性能は、ゲル分率が45%付近から飛躍的に向上することがわかる。



環境条件: ノニル・フェニル・ポリオキシエチレン・エタノール 10mass%水溶液

適正温度: 50℃

ノッチ: 0.3mm

図 1.2 架橋ポリエチレン管の環境応力き裂特性

(3) 架橋ポリエチレン管の特性

①優れた温度特性

樹脂管の使用に際して、まずはじめに懸念されるのは温度の影響であるが、本規格の架橋ポリエチレン管は、 常温から 95℃までの温度範囲全域にわたり、後項 2-1 の表 2.1 に掲げる圧力に対し十分な安全率を見込んだ設計がなされている。

樹脂管の場合、クリープ等による強度低下について注意が必要であるが、架橋ポリエチレン管は 20~95℃ で約 10 年におよぶ長期のクリープ試験等の結果、建築物の寿命にも匹敵する安定した耐久強度が推定されており、それが他の樹脂管に比べて際立った特徴となっている。管寸法の設定には、このクリープ特性が十分に考慮されているので、常温の水道はもとより水道直結型給湯器の給湯側の配管等にも安心して使用できる管材である。

また、氷点下での伸びが大きく、耐凍結性も良好である。

②長期使用に耐える物理的化学的安定性

ポリエチレン管や他の樹脂管同様、架橋ポリエチレン管は水道や給湯の使用条件では腐食や潰食を生じることがなく、長期間安全に使用できる。

また、コンクリート、通常の土壌、迷走電流等に対しても、ほぼ完璧な耐食性があり、埋設環境に関しては 広い適応性がある。

架橋ポリエチレン管は、その優れた化学的安定性のため、水質保持と食品衛生面でも良好な特性を示し、飲料水用配管材としての要件を備えている。

実際に、工業会での促進塩素水試験の結果、耐塩素水性に優れていることが確認されており、水道水に対して十分な実用性がある。

③優れた配管作業性と配管更新への適合性

軽くて可撓性に富んだ管材であるため、長尺のコイルでの取り扱いが容易である。また、端末の接続には確 実性が高く、組み付けが容易な継手が用意されているので能率の良い配管作業を行なうことができる。

可撓性と適度なコシの強さのため、あらかじめ埋設あるいはピット内に配置されたさや管にあとから押し込み通管させる"さや管工法"にも最適である。

第2章 規格 (JIS K6769,K6770,K6787,K6788)

2-1 JIS K6769 架橋ポリエチレン管 及び K6770 架橋ポリエチレン管継手

(1) JIS K6769 架橋ポリエチレン管

①適用:使用温度95℃以下の水に使用する架橋ポリエチレン管(以下、管という)について規定する。

②種類:管の種類は、最高圧力及び構造によって分類し、表 2.1 及び表 2.2 のとおりとする。

表 2.1 管の使用温度及び最高使用圧力による分類

種類(注 1)	使用温度 ℃	0~20	21~40	41~60	61~70	71~80	81~90	91~95
PN10	最高使用圧力 MPa	1.00	0.80	0.65	0.55	0.50	0.45	0.40
	{kgf/cm ² }	{10.2}	{8.2}	{6.6}	{5.6}	{5.1}	{4.6}	{4.1}
PN15	最高使用圧力 MPa	1.50	1.25	0.95	0.85	0.75	0.70	0.65
	{kgf/cm²}	{15.3}	{12.7}	{9.7}	{8.7}	{7.7}	{7.2}	{6.6}

注1:種類は、水温20℃における管の最高使用圧力のグレードをあらわす。

また、PN に続く数字は耐圧力を示し、PN10 は水温 20^{\circ} における管の最高使用圧力が 1.00MPa を、PN15 は 1.50MPa を意味する。

表 2.2 管の構造による分類

種	類	構	造	種類の記号		
M	種	単	.層	XM		
Е	種	_	層	ΧE		

備考: M種は、JIS K6770のM種の継手を用いて接合する管とし、E種は、JIS K6770のE種の継手を用いて接合する管とする。

③寸法: 表 2.3、2.4、2.5、2.6 に示す。

④性能:表 2.7 に示す。

表 2.3 PN10 のM種の管の寸法及び寸法の許容差

単位:mm

呼び径	夕	外径		内径厚さ		長る	7	参	考	
	基準	平均外径	基準	平均内径	基準	許容差	基準	許容差	1m 当たり	コイル巻
	寸法	の許容差	寸法	の許容差	寸法		寸法 (m)	(%)	の質量 (kg)	内径 (cm)
16	21.5	±0.15	17.3	±0.25	2.10	±0.20	120	+2	0.120	50 以上
20	27.0		21.9	±0.30	2.55	±0.25	100	0	0.184	80 以上
25	34.0		27.9	±0.35	3.05				0.279	
30	42.0	±0.20	35.0	±0.40	3.50	±0.30			0.398	120以上
40	48.0	±0.25	40.0	±0.45	4.00		60		0.520	
50	60.0	±0.30	50.3	±0.50	4.85	±0.35	50		0.790	150 以上

備考: 1. 呼び径 15 以下は、表 2.4 の PN15 の寸法及びその許容差による。

- 2. 平均外径の許容差とは、任意の断面における相互に等間隔な二方向の外径測定値の平均値(平均外径) と基準寸法との差をいう。
- 3. 平均内径の許容差とは、平均外径から平均厚さの 2 倍を差し引いた値と基準寸法との差をいう。なお、平均厚さとは外径の測定箇所を同一断面における相互の等間隔な 4 箇所の厚さ測定値の平均値をいう。
- 4. 長さについては、受け渡し当事者間との協定によって変更することができる。

表 2.4 PN15 のM種の管の寸法及び寸法の許容差

単位: mm

呼び径	Þ	ト 径	P	1 径	厚	さ	長る	<u> </u>	参	考
	基準	平均外径	基準	平均内径	基準	許容差	基準	許容差	1m 当たり	コイル巻
	寸法	の許容差	寸法	の許容差	寸法		寸法 (m)	(%)	の質量 (kg)	内径 (cm)
5	8.0	±0.15	4.8	±0.25	1.60	±0.20	120	+2	0.0302	50 以上
7	10.0		6.8					0	0.0397	
8	11.0		7.8						0.0444	
10	13.0		9.8						0.0539	
13	17.0		12.8		2.10				0.0924	
15	20.0		15.1		2.45	±0.25			0.127	
16	21.5		16.2		2.65				0.148	
20	27.0		20.5	±0.30	3.25				0.228	80 以上
25	34.0		26.0	±0.35	4.00	±0.30	100		0.351	
30	42.0	±0.20	32.1	±0.40	4.95	±0.35			0.542	120 以上
40	48.0	±0.25	36.8	±0.45	5.60	±0.40	60		0.701	
50	60.0	±0.30	46.1	±0.50	6.95	±0.45	50		1.09	150 以上

備考: 1. 平均外径の許容差とは、任意の断面における相互に等間隔な二方向の外径測定値の 平均値(平均外径)と基準寸法との差をいう。

- 2. 平均内径の許容差とは、平均外径から平均厚さの 2 倍を差し引いた値と基準寸法との差をいう。なお、平均厚さとは外径の測定箇所を同一断面における相互の等間隔な4箇所の厚さ測定値の平均値をいう。
- 3. 長さについては、受け渡し当事者間との協定によって変更することができる。

表 2.5 PN10 の E 種の管の寸法及び寸法の許容差

単位:mm

呼 び 径	夕	人 径	全体	本厚さ	架橋	層厚さ		架橋層 厚さ	長	さ		参 考	
	基	平均外	基	許容	基	許容	基	許容差	基準	許容差	近	1m 当たり	コイル巻
	準	径		差	準	差	準		寸法 (m)	(%)	似	の質量(kg)	内径 (cm)
	寸	の許容	寸		寸		寸				内		
	法	差	法		法		法				径		
16	21.5	±0.15	2.40	±0.30	2.10	±0.20	0.30	+0.30	120	+2	16.7	0.135	50 以上
								-0.10		0			
20	27.0		2.85	±0.35	2.55	±0.25	0.35	+0.35	100		21.3	0.203	80 以上
								-0.15					
25	34.0		3.35		3.05		0.40	+0.40			27.3	0.303	
								-0.20					
30	42.0	±0.20	3.80	±0.40	3.50	±0.30	0.45	+0.45			34.4	0.429	120 以上
								-0.25					
40	48.0	±0.25	4.30		4.00		0.50	+0.50	60		39.4	0.555	
								-0.30					
50	60.0	±0.30	5.15	±0.45	4.85	±0.35	0.55	+0.55	50		49.7	0.834	150 以上
								-0.35					

備考: 1. 呼び径 15 以下は、表 2.6 の PN15 の寸法及びその許容差による。

- 2. 平均外径の許容差とは、任意の断面における相互に等間隔な二方向の外径測定値の平均値(平均外径)と基準寸法との差をいう。
- 3. 長さについては、受け渡し当事者間との協定によって変更することができる。

表 2.6 PN15 の E 種の管の寸法及び寸法の許容差

単位:mm

呼 び 径	Я	人 径	全体	厚さ	架橋	層厚さ		架橋層 厚さ	長	さ		参考	
	基	平均外	基	許 容	基	許 容	基	許容差	基準	許容差	近	1m 当たり	コイル巻
	準	径	準	差	準	差	準		寸法 (m)	(%)	似	の質量(kg)	内径 (cm)
	寸	の許容	寸		寸		寸				内		
	法	差	法		法		法				径		
5	8.0	±0.15	1.70	±0.30	1.40	±0.20	0.30	+0.30	120	+2	4.6	0.032	50 以上
7	10.0							-0.10		0	6.6	0.042	
8	11.0										7.6	0.047	
10	13.0		1.90		1.60						9.2	0.062	
13	17.0		2.40		2.10						12.2	0.103	
15	20.0		2.75	±0.35	2.45	±0.25					14.5	0.140	
16	21.5		2.95		2.65						15.6	0.162	
20	27.0		3.55		3.25		0.35	+0.35	100		19.9	0.246	80 以上
								-0.15					
25	34.0		4.30	±0.40	4.00	±0.30	0.40	+0.40			25.4	0.377	
								-0.20					
30	42.0	±0.20	5.25	±0.45	4.95	±0.35	0.45	+0.45	60		31.5	0.570	120以上
								-0.25					
40	48.0	±0.25	5.90	±0.50	5.60	±0.40	0.50	+0.50			36.2	0.734	
								-0.30					
50	60.0	±0.30	7.25	±0.55	6.95	±0.45	0.55	+0.55	50		45.5	1.130	150 以上
								-0.35					

備考: 1. 平均外径の許容差とは、任意の断面における相互に等間隔な二方向の外径測定値の平均値(平均外径) と基準寸法との差をいう。

2. 長さについては、受け渡し当事者間との協定によって変更することができる。

表 2.7 管の性能

	試験項目	性能	試験温度	試験方法の概要
	外観形状	管の断面は実用的に正円で、その内外面は使用上有害な傷、縦筋、割れねじれ、その他の欠点があってはならない。	常温 (20℃±15℃)	目視で調べる。
	寸 法	表 2.3、2.4、2.5、2.6 による。	23℃±2℃	ノギス、マイクロメーター、 ゲージなどで測定する。
	引張試験	16.0MPa {163kgf/cm²}以上、さらにE種の場合は、 引張試験の後、非架橋層と 架橋層のはく離その他の 欠点がないこと。	23°C±2°C	ダンベル試験片にして、表 2.8 における速さで引張降 伏強さを求める。
	耐圧試験	漏れ、その他の欠点がないこと。	常温 (20℃±15℃)	水圧 2.5MPa {25.5kgf/cm²} を加えて 2 分間保持する。
浸出性 ^(注 1)	濁度	給水装置の構造及び材質	95°C±2°C	供試水を供試管に封入し、
	色度 有機物[全有機炭素 (TOC)の量] 臭気 味	の基準に関する省令(厚生 労働省令第14号)の別表 第1中の"給水装置の末端 以外に設置されている給 水用具の浸出液又は給水 管の浸出液に係る基準"に よる。		16 時間静置した後、その村水を試験する。
	残留塩素の減量	1mg/L 以下		
	熱間内圧 クリープ 試 験	漏れ、その他の欠点がないこと。	表 2.9 による	供試管に表 2.9 の条件を用いて、式 2.1 より算出した 圧力の水、空気、または窒素を満たし、規定時間保持 する。
	耐塩素水性	水泡発生がないこと。	60℃±1℃	供試水を 24 時間ごとに取り替え 72 時間後に試験片を取り出す。
	ゲル分率 ^(注 2)	65%以上	_	キシレン浴中にて一定時間 抽出し、残量を測定する。 (JIS K6796)

注1: 浸出性の試験温度は、95℃とする。また臭気及び味以外は、空試験値との差から求める。

注2: JIS K6796 に規定するゲル分率は、M種及びE種の架橋層に適用する。

表 2.8 試験速度

試験速度	供試管厚さの基準寸法	е	試験片の作製方法	試験片の種類
mm/min	mm			
100	e≦5		打抜き	Type 1BA
25	e>5		打抜き	Type 1B

試験条件は、下表の試験温度、試験時間及び円周応力を用いて、次の式によって算出する。

$$p = \sigma \frac{2e \min}{D - e \min}$$
 $\ddagger 2.1$

ここに、P: 試験圧力 (MPa)

σ: 円周応力 (MPa)D: 平均外径 (mm)

e min: 最小厚さ (mm)

表 2.9 試験温度による試験時間及び円周応力

試験温度	試験時間	円周応力
$^{\circ}$	h	MPa
20	1	12.0
95	1	4.8
	170	4.6
	1,000	4.4
110	8,760	2.4

(2) JIS K6770 架橋ポリエチレン管継手

①適用: この規格は、JIS K6769 に規定する架橋ポリエチレン管の接合に用いる架橋ポリエチレン管継手につい

て規定する。

②種類:表2.10による。

表 2.10 種類及び記号

種類	継手の接合方式	種類の記号	適用管の種類
M種	メカニカル式	XM	M種 PN10
			M種 PN15
E種	電気融着式	ΧE	E種 PN10
			E種 PN15

③性能:表2.11による。

表 2.11 性能

性能項目	性能	継手の種類	試験温度	試験方法の概要
気密性 ^(注 1)	漏れ、その他の欠点があってはならない。	M種、E種	常温 (20℃±15℃)	空気 0.6MPa {6.1kgf/cm²} 5 秒間以上保持。
水密性	漏れ、その他の欠点があってはならない。		常温 (20℃±15℃)	水圧 0.02MPa {0.2kgf/cm²} 2 分間保持。
耐圧性	漏れ、その他の欠点があってはならない。		常温 (20℃±15℃)	水圧 2.5MPa {25.5kgf/cm²} 2 分間保持。
負圧性	空気(又は水)の吸い込み、 その他の異常があってはな らない。		常温 (20℃±15℃)	内部を-54KPa {-405mmHg}まで減 圧、 2 分間保持。
熱間内圧クリープ性	漏れ、その他の欠点があってはならない。		JIS K6769 による	JIS K6769による。
引抜性	抜け出し、その他の欠点があってはならない。		23°C ±2°C	表 2.12 に示す軸荷 重を 1 時間保持。
圧縮はく離性	融着接合部のはく離長さ率 が 15%以下	E種	23°C ±2°C	試験速度 毎分100±10mm。

	性能項目	性能	継手の種類	試験温度	試験方法の概要
浸出性	濁度	給水装置の構造及び材質の	架橋ポリエチレ	95°C±2°C	JIS K6770
(注 2)	色度	基準に関する省令(厚生労働			附属書 JA による。
	有機物[全有機 炭素 (TOC)の量] 臭気 味	省令第14号)の別表第1中の"給水装置の末端以外に設置されている給水用具の浸出液又は給水管の浸出液に係る基準"による。	用		
	残留塩素の減量	1mg/L 以下	Luiz 10 y		
	JA の 4.2 による 浸出性	基準に関する省令(厚生労働	架橋ポリエチレン以外の部分に 適用		
ゲル分室	率	65%以上	E種	_	JIS K6769による。

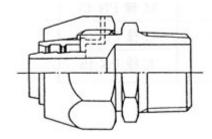
注1: 気密性は、鋳造によって製造したものに適用する。ただし、連続鋳造によって製造したものは除く。

注2: 浸出性の試験温度は、95℃とする。また、臭気及び味以外は、空試験値との差から求める。

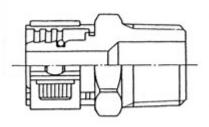
表 2.12 軸荷重 単位: N {kgf}

呼び	径	5	7	8	10	13	15	16	20	25	30	40	50
軸荷重	PN10	280	360	400	480	860	1, 100	1, 100	1, 700	2,600	3, 700	4, 900	7, 500
		{29}	{37}	{41}	{49}	{88}	{112}	{112}	{173}	{265}	{377}	{500}	{765}
	PN15							1, 400	2, 100	3, 300	5, 100	6, 600	10,000
								{143}	{214}	{337}	{520}	{673}	{1, 020}

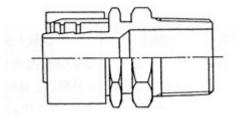
④構造及び形状(参考):



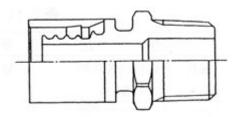
a) 管をナット及びリングで締め付けて水密性を確保する 継手



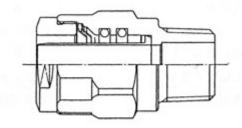
b) 管をバンド及びリングで締め付けてOリングで 水密性を確保する継手



c) 管をスリープ及びリングで締め付けて水密性を確保する継手



d) 管をスリープで締め付けて水密性を確保する継 手



e) 管を保持リングで固定し、0 リングで水密性を確保する 継手

図 2.1 M種の継手接合部の構造及び形状の例

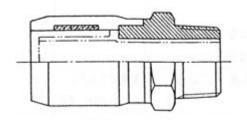


図2.2 E種の継手接合部の構造及び形状の例

2-2 JIS K6787 水道用架橋ポリエチレン管 及び K6788 水道用架橋ポリエチレン管継手

(1) JIS K6787 水道用架橋ポリエチレン管

①適用: 使用圧力 0.75MPa {7.6kgf/cm²} 以下の水道の主に屋内配管に使用する架橋ポリエチレン管(以下、管という)について規定する。

②種類: 管の種類は、表 2.13 のとおりとする。

表 2.13 管の構造による分類

種	類	構	造	種類の記号
M F	種	単	·層	XM
Е	種		層	ΧE

備考: M種は、JIS K6788のM種の継手を用いて接合する管とし、E種は、JIS K6788のE種の継手を用いて接合する管とする。

③寸法:表2.14、2.15に示す。

④性能:表2.16に示す。

表 2.14 M種の寸法及びその許容差

単位:mm

呼び径	外径 内径		厚さ		長	長さ		参考		
	基準	平均外径	基準	平均内径	基準	許容差	基準	許容差	質量	コイル巻
	寸法	の許容差	寸法	の許容差	寸法		寸法 (m)	(%)	(kg)	内径 (cm)
10	13.0	±0.15	9.8	±0.25	1. 60	± 0.20	120	+2	0.054	50 以上
13	17. 0		12.8		2. 10			0	0.092	
16	22.0		16.8		2. 60				0. 149	
20	27. 0		21. 2	± 0.30	2. 90		100		0. 206	80 以上
25	34. 0		26. 0	± 0.35	4.00	± 0.30			0.354	
30	42.0	±0.20	32. 1	±0.40	4. 95	± 0.35			0. 542	120 以上
40	48.0	± 0.25	36. 8	± 0.45	5. 60	± 0.40	60		0.701	
50	60.0	± 0.30	46. 1	± 0.50	6. 95	± 0.45	50		1.090	150 以上

備考: 1. 平均外径の許容差とは、任意の断面における相互に等間隔な二方向の外径測定値の平均値(平均外径) と基準寸法との差をいう。

- 2. 平均内径の許容差とは、平均外径から平均厚さの2倍を差し引いた値と基準寸法との差をいう。なお、 平均厚さとは外径の測定箇所を同一断面における相互の等間隔な4箇所の厚さ測定値の平均値をい う。
- 3. 長さについては、受け渡し当事者間との協定によって変更することができる。

表 2.15 E種の寸法及びその許容差

単位:mm

呼び径	夕	人 径	全位	体厚さ	架橋	層厚さ	非架机	番層厚さ	長	さ		参	考
	基準	平均外径	基準	許容差	基準	許容差	基準	許容差	基準	許容差	近似	質量	コイル巻
	寸法	の許容差	寸法		寸法		寸法		寸法 (m)	(%)	内径	(kg)	内径 (cm)
10	13.0	±0.15	1. 90	± 0.30	1. 60	± 0.20	0.30	+0.30	120	+2	9.2	0.062	50 以上
13	17.0		2.40		2. 10			-0.10		0	12. 2	0. 103	
16	21.5		2. 95	± 0.35	2. 65	± 0.25					15. 6	0. 162	
20	27.0		3. 25	± 0.40	2. 90		0.35	+0.35	100		20. 5	0. 228	80 以上
								-0.15					
25	34.0		4. 30		4.00	± 0.30	0.40	+0.40			25. 4	0. 377	
								-0.20					

- 備考: 1. 平均外径の許容差とは、任意の断面における相互に等間隔な二方向の外径測定値の平均値(平均 外径)と基準寸法との差をいう。
 - 2. 長さについては、受け渡し当事者間との協定によって変更することができる。

表 2.16 管の性能

	試験項目	性能	試験温度	試験方法の概要
	外観形状	管の断面は実用的に正円で、その内外面は使用上有害な傷、縦筋、割れねじれ、その他の欠点があってはならない。	常温 (20℃±15℃)	目視で調べる。
	寸 法	表 2.14、2.15、による。	23°C ±2°C	ノギス、マイクロメーター、 ゲージなどで測定する。
	引張試験	16.0MPa {163kgf/cm²}以上、さらに E種の場合は、引張試験の後、非架 橋層と架橋層のはく離その他の欠 点がないこと。	23℃±2℃	ダンベル試験片にして、表 2.17における速さで引張降 伏強さを求める。
	耐圧試験	漏れ、その他欠点がないこと。	常温 (20℃±15℃)	水圧 2.5MPa {25.5kgf/cm²} を加えて 2 分間保持する。
浸出 性 ^(注 1)	濁度 色度 有機物[全有機炭素 (TOC) の量] 臭気 味	給水装置の構造及び材質の基準に 関する省令(厚生労働省令第14号) の別表第1中の"給水装置の末端 以外に設置されている給水用具の 浸出液又は給水管の浸出液に係る 基準"による。	約 23℃	供試水を供試管に封入し、 16 時間静置した後、その検 水を試験する。
	残留塩素の減量	0.7mg/L以下		

試験項目	性 能	試験温度	試験方法の概要
熱間内圧 クリープ 試 験	漏れ、その他の欠点がないこと。	表 2.18 による	供試管に表 2.18 の条件を用いて、式 2.2 より算出した 空気、または窒素を満たし、
耐塩素水性	水泡発生がないこと。	60°C±1°C	規定時間保持する。 供試水を24時間ごとに取り 替え72時間後に試験片を取 り出す。
ゲル分率 ^(注 2)	65%以上	_	キシレン浴中にて一定時間 抽出し、残量を測定する。 (JIS K6796)

注1: 浸出性の試験温度は、約23℃とする。また臭気及び味以外は、空試験値との差から求める。

注2: ゲル分率は、M種及びE種の架橋層に適用する。

表 2.17 試験速度

試験速度	供試管厚さの基準寸法	е	試験片の作製方法	試験片の種類
mm/min	mm			
100	e ≦ 5		打抜き	Type 6A
25	e>5		打抜き	Type 1B

試験圧力は、下表の試験温度、試験時間及び円周応力を用いて、次の式によって算出する。

 $p = \sigma \frac{2e \min}{D - e \min}$ $\ddagger 2.2$

ここに、 P: 試験圧力 (MPa)

σ : 円周応力 (MPa)

D: 供試管の平均外径 (mm)

e min: 供試管の最小厚さ (mm)

表 2.18 試験温度による試験時間及び円周応力

試験温度	試験時間	円周応力	
$^{\circ}$ C	h	MPa	
20	1	12.0	
95	1	4.8	
	170	4. 6	
	1000	4.4	

(2) JIS K6788 水道用架橋ポリエチレン管継手

①適用: この規格は、JIS K6787 に規定する水道用架橋ポリエチレン管の接合に用いる管継手について規定する。

②種類:表2.19による。

表 2.19 種類及び記号

種類	継手の接合方式	種類の記号	適用管の種類
M種	メカニカル式	XM	M種
E種	電気融着式	ΧE	E種

③性能:表2.20による。

表 2.20 性能

	性能項目	性能	継手の種類	試験温度	試験方法の概要
気密性 ⁽	注 1)	漏れ、その他の欠点があってはならない。	M種、E種	常温 (20℃±15℃)	空気 0.6MPa {6.1kgf/cm²} 5 秒間以上保持。
 水密性		漏れ、その他の欠点があって はならない。		常温 (20℃±15℃)	水圧 0.02MPa {0.2kgf/cm²} 2 分間保持。
耐圧性		漏れ、その他の欠点があってはならない。		常温 (20℃±15℃)	水圧 2.5MPa {25.5kgf/cm²} 2 分間保持。
負圧性 熱間内圧クリープ性 引抜性		空気(又は水)の吸い込み、 その他の異常があってはな らない。		常温 (20℃±15℃)	内部を-54KPa {-405mmHg}まで減圧、 2 分間保持。
		漏れ、その他の欠点があって はならない。		JIS K6787による	JIS K6787による。
		抜け出し、その他の欠点があってはならない。		23°C±2°C	表 2.21 に示す軸荷重 を 1 時間保持。
圧縮は、	く離性	融着接合部のはく離長さ率 が 15%以下	E種	23°C ±2°C	試験速度 毎分 100±10mm。
浸出性	濁度	給水装置の構造及び材質の	架橋ポリエ	約 23℃	JIS K6788
(注 2)	色度	基準に関する省令(厚生労働	チレン成形		附属書 JA による。
	有機物[全有機 炭素 (TOC)の量]	省令第14号)の別表第1中 の"給水装置の末端以外に 設置されている給水用具の	部分に適用		
	臭気	浸出液又は給水管の浸出液			
	味	に係る基準"による。			
	残留塩素の減量	0.7mg/L以下			
	JA の 4.2 による 浸出性	給水装置の構造及び材質の 基準に関する省令(厚生労働 省令第14号)の別表第1中 の"給水装置の末端以外に 設置されている給水用具の 浸出液又は給水管の浸出液 に係る基準"による。	架橋ポリエ チレン以外 の部分に適 用		
ゲル分類	玄	65%以上	 E種	_	JIS K6787 による。

注1: 気密性は、鋳造によって製造したものに適用する。ただし、連続鋳造によって製造したものは除く。

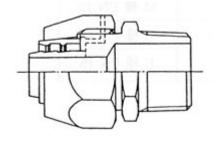
注 2 : 浸出性の試験温度は、約 23℃とする。また、臭気及び味以外は、空試験値との差から求める。

表 2.21 引抜試験の軸荷重

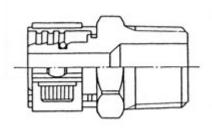
単位	•	Ν	{kgf}
11 11/	•	Τ.Λ	(RgI)

呼び径	10	13	20	25	30	40	50
軸荷重	480	860	2,000	3, 300	5, 100	6,600	10,000
	{49}	{88}	{204}	{336}	{520}	{673}	{1,020}

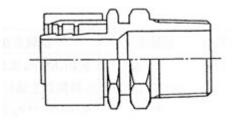
④構造及び形状(参考):



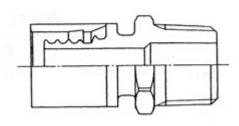
a) 管をナット及びリングで締め付けて水密性を確保する 継手



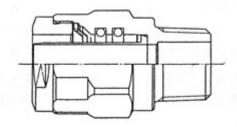
b) 管をバンド及びリングで締め付けてOリングで 水密性を確保する継手



c) 管をスリープ及びリングで締め付けて水密性を確保する継手



d) 管をスリープで締め付けて水密性を確保する継手



e) 管を保持リングで固定し、0 リングで水密性を確保する 継手

図 2.3 M種の継手接合部の構造及び形状の例

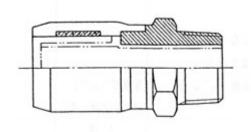


図2.4 E種の継手接合部の構造及び形状の例

第3章 架橋ポリエチレン管の性能

(1) 基本物性

表 3.1 基本物性

項目		単 位	試験方法	物性値
密度		g/cm ³	JIS K7112	0.93 以上
引張降伏強さ	23°C	MPa	JIS K6769 による	16.0 以上
		(kgf/cm ²)		(163以上)
	80°C	MPa		5.9 以上
		(kgf/cm ²)		(60以上)
引張破断時伸び	23°C	%		300~600
	80°C	%		300~700
引張弾性率	20°C	MPa		392~588
		(kgf/cm ²)		$(4,000\sim6,000)$
	80°C	MPa		137~157
		(kgf/cm ²)		$(1,400\sim1,600)$
衝撃強さ		N·cm/cm ²	ASTM D256 シャルピー	割れず
硬 度			ASTM D2240 ショアー	60~70
熱伝導率		W/m · K	ASTM C177	0.35~0.47
		(kcal/hm°C)		$(0.3\sim 0.4)$
線膨張係数		10 ⁻⁴ /°C	ASTM D696	1.4~2.3
軟化温度		$^{\circ}$ C	JIS K7206 ビカット	118~133
融点		$^{\circ}$ C		流動せず
脆化温度		$^{\circ}$ C	JIS K7216	-70℃

注:()内は従来単位による値をあらわす。

(2) クリープ性能

プラスチックに一定の荷重を加えて放置しておくと、変形が時間とともに増加してゆく。このような現象をクリープというが、プラスチック管の実用的強度をあらわす最も重要な指標がクリープ線図によって示されるクリープ性能である。

クリープ線図は、プラスチック管の寿命と強度の基準を決定するのに広く利用されている。

①架橋ポリエチレン管のクリープ性能

架橋ポリエチレン管の代表的なクリープ線図を図 3.1 に示す。

架橋ポリエチレン管の大きな特徴は、この図に見られるように実使用温度の 95℃以下では長時間にわたり 屈曲点の発生が見られないことであり、他の配管材用プラスチックと際立って異なるところである。この特性については、海外の文献や規格の基準データ(1)においても認められ、よく知られている。

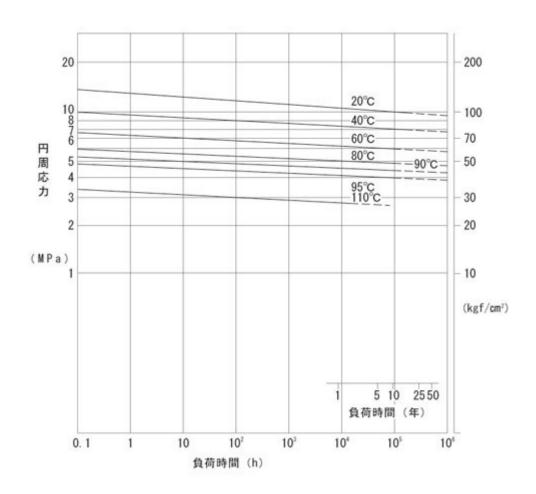


図 3.1 架橋ポリエチレン管の代表的クリープ線図

クリープ線図に屈曲点がある場合は、その屈曲が始まる時間をもってその寿命と見るのが一般的であるが、 架橋ポリエチレン管は配管材として通常期待される寿命を十分満たしていることを示している。

②クリープ線図と管の寿命との関連

一般にプラスチックでは、クリープ現象が実用的な使用条件下でもかなり顕著に認められ、この点が通常の金属と異なるところである。即ち、使用中の圧力によって変形が時間とともに増加し、材料破壊に至るため、設計に際してはこれを配慮する必要がある。

前記のクリープ線図は、配管材が実際に使用される状況に則したもので、認定した温度において、内圧によって生じる円周応力(hoop stress)とその応力により管が破損するまでの時間の関係を示している。即ち、設定温度と寿命時間に対して経年変化を考慮した破壊応力を示すものである。なお、縦軸の円周応力値は初期(クリープ進行前)の管寸法より算出したものである。

この線図の意味を図3.2に示すような一般的なプラスチック管の例によって説明する。

線ABが緩やかな右下がりとなっているのは、クリープによる寸法変化、この場合は径が拡大し、肉厚が減少するため、仮に破損を生じさせる応力が一定であるとしても、時間の経過につれてその管が耐えられる内圧が徐々に低下することを示している。また、この過程での管の破損形態を見ると延性破壊であり、単に管材の強度以上の応力がこの時点で負荷したことを物語っている。

急勾配である線 CD は、この区間では管材の強度が急激に低下することを示している。この段階で破損した管を普通のポリエチレン等の例で見ると、脆性破壊の様相を示し、明らかに質的変化即ち劣化の発生が認められる。また、経験的には耐衝撃性が著しく低下していることが知られている。

曲線部 BC は延性破壊と脆性破壊の混在域である。

このように、クリープ線図は、それぞれの使用温度で、内圧によって破損を生じる応力と時間の関係を示すのみでなく、劣化が始まる時間を明らかにするものである。

プラスチック管材の寿命は、脆性破壊が始まる時間以前に設定し、設計に用いる応力の基準値は寿命時間における破壊応力に基づいて決定するのが合理的である。この考え方は、既に各国の規格⁽¹⁾⁽²⁾に明示されており、JXPA 架橋ポリエチレン管でも採用することとした。

注(1) DIN 16893 ROHRE AUS VERNETZTEN POLYETHYLEN (VPE) -MESSE

(2) ASTM F877-84 CROSSLINKED POLYETHYLEN (PEX) PLASTIC HOT-AND COLD-WATER DISTRIBUTION SYSTEM

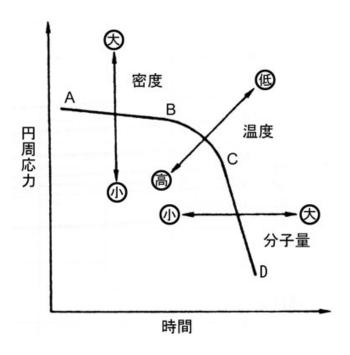


図 3.2 プラスチック管のクリープ線図一般概念図

(3) 最高使用圧力

JIS K6769 規格架橋ポリエチレン管の温度別最高使用圧力を表 3.2 に示す。

この最高使用圧力を設定するのに必要な許容応力は、ISO や DIN、ASTM 等各国の規格を調査し、また、内外で公表されている給水・給湯用架橋ポリエチレン管のクリープ線図を確認した上で、ISO 10146・2 の規定値と同値とした。安全率は 1.5 である。

表 3.2 管の使用温度及び最高使用圧力による分類

種類(1)	使用温度 ℃	0~20	21~40	41~60	61~70	71~80	81~90	91~95
PN10	最高使用圧力 MPa	1.00	0.80	0.65	0.55	0.50	0.45	0.40
	{kgf/cm ² }	{10.2}	{8.2}	{6.6}	{5.6}	{5.1}	{4.6}	{4.1}
PN15	最高使用圧力 MPa	1.50	1.25	0.95	0.85	0.75	0.70	0.65
	{kgf/cm²}	{15.3}	{12.7}	{9.7}	{8.7}	{7.7}	{7.2}	{6.6}

注(1):種類は、水温20Cにおける管の最高使用圧力のグレードをあらわす。

また、PN に続く数字は耐圧力を示し、PN10 は水温 20° Cにおける管の最高使用圧力が 1.00MPa を、PN15 は 1.50MPa を意味する。

ISO では、10℃から 70℃までそれぞれ使用期間 1、5、10、25、50 年ごとに、また 80℃では 25 年まで、90℃、95℃は 10 年まで個々に許容応力を定め、DIN ではその温度と年数に対応させて許容使用圧力を設定している。しかしこの形式ですべてを取り込むとあまりにも煩雑になると考え、わが国の実情より必要と思われる範囲に絞って表 3.2 を作製した。

前節でも述べたように、樹脂管の使用限界はその使用温度のクリープ線図が下向きの屈曲を示す時間であり、この期間内に限り許容応力(あるいは設計応力)を定め、安全に使用することができる。この点に関しては特に $ASTM^{(1)(2)}$ に明確に示されている。架橋ポリエチレン管の場合、90℃も数十年にわたり、クリープ線図の直線性が確認されており、応力上の余裕さえあれば劣化の危惧なく使用は可能である。

なお、このクリープ線図について補足すると、実際に行なわれている試験時間は最大で 10 余年であるためそれ以降は無論外挿値である。しかし、一般にポリオレフィン系プラスチックでは、温度が 15℃下がるごとにクリープ線図の屈曲点が出現する時間が概略 10 倍となることが文献等にてよく知られている。従って、10 年の試験が実際に行なわれ、所用の温度より 15℃高い温度のクリープ線図が直線性を保持している場合はその 10 倍、少なくとも 50~60 年程度は直線的な外挿を行なってもその値の信頼性がきわめて高いことが広く認められている。

樹脂管の場合、内圧と円周応力の関係は下記の式で示され、ISO 161 でもこの式が指定されている。

最高使用圧力を算出する場合は、円周応力に前出の許容応力、管寸法には規格の外径平均値と肉厚最小値を用いると内圧Pが最高使用圧力となる。

$$\sigma = \frac{\mathbf{P} \cdot (\mathbf{D} - \mathbf{t})}{2 \cdot \mathbf{t}} \dots (\mathbf{x} \, 1)$$

ただし、σ: 円周応力 MPa {kgf/cm²}

P: 内圧 MPa {kgf/cm²}

D: 平均管外径 mm {cm}

t: 管最小肉厚 mm {cm}

注(1)ASTM F 877 CROSSLINKED POLYETHYLEN (PEX) PLASTIC HOT-AND COLD-WATER DISTRIBUTION SYSTEM (APPENDIXES X1.3)

(2) ATSM D 3309 POLYBUTYLENE (PB) PLASTIC HOT-AND COLD-WATER DISTRIBUTION SYSTEM (APPENDIXES X1.4)

(4) 水圧強度

架橋ポリエチレン管を含め、プラスチックの破壊は通常、時間依存性を持っている。時間内圧クリープ試験で代表される比較的長時間にわたる負荷応力で破壊現象を見るときは、機械的要因に加えて、酸化などの化学的要因も関係する。一方、短時間の破壊に対しては、温度を一定に保持することにより、製品固有の破壊値が得られる。従って、管の品質管理や購入仕様に有用である。特異な分子運動の見られない温度域や相変化のない温度領域では、外挿法により種々の温度における管の破壊水圧を推定することもできる。

測定手法の概要は、ASTM D 1599(プラスチックパイプ、チューブ、継手に関する短時間破壊強度の標準試験法)に準拠した。試料及び測定手順は次のとおり(図 3.3 参照)。

1.供試管

① 寸 法: 外径 21.5mm、内径 17.5mm、肉厚 2.0mm、長さ 400mm

② 密 度: 0.95g/cm³

③ ゲル分率: 66%

2.測定手順

① 一水準の測定温度に対して、サンプル数を3とした。測定に先立ち、管の外観検査をした。

② 管両端の開口部に継手を取り付けた後、供試管に注水し、継手部の圧力注入口と手動水圧ポンプの出力口とをパイプラインにより接続した。

③ 破壊は、水槽中で行なう。供試管が完全に浸潰されるような配置とし、測定温度雰囲気で加圧前に約1時間の保持時間を設けた。

④ 水圧強度測定の温度は三水準とし、各25、40、75℃(温度精度±2℃)である。

⑤ 手動ポンプにより、供試管に水または湯を注入した。内圧 1.47MPa $\{15kgf/cm^2\}$ までは、無段階に昇圧し、以後は 0.49MPa $\{5kgf/cm^2\}$ 昇圧させるごとに 1 分間の保持時間を設けながら順次昇圧した。

以上から得られた破壊水圧値から、(式2)を用いて破壊時の管の円周応力を求めた。 表3.3 は、式2から得られた結果を示す。

$$\sigma = \frac{\mathbf{P} \cdot (\mathbf{D} - \mathbf{t})}{2 \cdot \mathbf{t}} \dots (\vec{\mathbf{x}} \, 2)$$

ただし、σ: 破壊時の円周応力 MPa {kgf/cm²}

P: 破壊水圧 MPa {kgf/cm²}

D: 管外径 mm {cm}

t: 管最小肉厚 mm {cm}

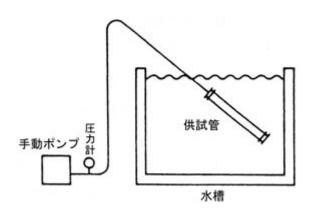


図 3.3 試験装置

表 3.3 破壞水圧実験値

温度	試料	破壊水圧	MPa {kgf/cm²}	破壊時の円周応力
\mathbb{C}	番号	測定値	平均値	MPa {kgf/cm²}
25	1	3.92 {40}	4.25 {43.3}	20.68 {211.0}
	2	4.51 {46}		
	3	4.31 {44}		
40	4	3.53 {36}	3.53 {36.0}	17.20 {175.5}
	5	3.53 {36}		
	6	3.53 {36}		
70	7	2.16 {22}	2.32 {23.6}	11.28 {115.1}
	8	2.35 {24}		
	9	2.45 {25}		

管の破壊水圧(破壊時の円周応力)は、明らかに温度依存性を持つことがわかる。

ここで測定した三水準の円周応力を温度に対してプロットし(図 3.4)、その前後の温度域まで直線で外挿した。 $-10\sim80^\circ$ C域の種々の温度における円周応力から、式 2 を用いて呼び径別破壊水圧値を計算すると、表 3.4 のような結果が得られた。

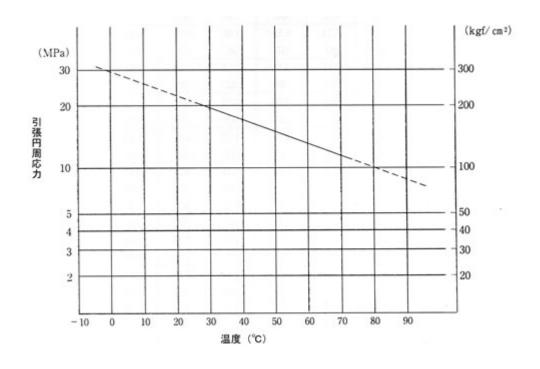


図 3.4 破壊円周応力の温度依存性

表 3.4 呼び径別破壊水圧値(計算値)

呼び径		温	度		$^{\circ}\!\mathbb{C}$	
子し生	-10	0	20	40	60	80
16	6.28	5.39	3.73	3.24	2.55	1.86
	{64}	{55}	{38}	{33}	{26}	{19}
20	6.06	5.20	3.63	3.24	2.45	1.77
	{62}	{53}	{37}	{32}	{25}	{18}
25	5.88	5.00	3.43	3.04	2.35	1.77
	{60}	{51}	{35}	{31}	{24}	{18}
30	5.39	4.61	3.14	2.75	2.16	1.57
	{55}	{47}	{32}	{28}	{22}	{16}
40	5.39	4.61	3.24	2.84	2.16	1.57
	{55}	{47}	{33}	{29}	{22}	{16}
50	5.30	4.51	3.14	2.75	2.16	1.57
	{54}	{46}	{32}	{28}	{22}	{16}

PN10 の場合 単位:MPa {kgf/cm²} **PN15** の場合 単位:MPa {kgf/cm²}

呼び径		温	度		$^{\circ}\!$	
呼び往	-10	0	20	40	60	80
5	13.08	11.87	8.24	7.16	5.49	4.12
	{141}	{121}	{84}	{73}	{56}	{42}
7	10.59	9.02	6.28	5.49	4.22	3.14
	{108}	{92}	{64}	{56}	{43}	{32}
8	9.51	8.14	5.59	4.90	3.82	2.84
	{97}	{83}	{57}	{50}	{39}	{29}
10	7.85	6.77	4.71	4.12	3.14	2.35
	{80}	{69}	{48}	{42}	{32}	{24}
13	8.24	6.96	4.90	4.22	3.24	2.45
	{84}	{71}	{50}	{43}	{33}	{25}
15	8.04	6.86	4.81	4.12	3.24	2.35
	{82}	{70}	{49}	{42}	{33}	{24}
16	8.14	6.96	4.81	4.22	3.24	2.45
	{83}	{71}	{49}	{43}	{33}	{25}
20	8.14	6.96	4.81	4.22	3.24	2.45
	{83}	{71}	{49}	{43}	{33}	{25}
25	7.94	6.77	4.71	4.12	3.14	2.35
	{81}	{69}	{48}	{42}	{32}	{24}
30	8.04	6.86	4.71	4.12	3.24	2.35
	{82}	{70}	{48}	{42}	{33}	{24}
40	7.94	6.77	4.71	4.12	3.14	2.35
	{81}	{69}	{48}	{42}	{32}	{24}
50	7.94	6.77	4.71	4.12	3.14	2.35
	{81}	{69}	{48}	{42}	{32}	{24}

(5) 耐衝擊性

架橋ポリエチレン管は、低温での耐衝撃性も優れているので、寒冷地の配管にも適している。試験方法及 び試験結果を図 3.5 及び表 3.5 に示す。

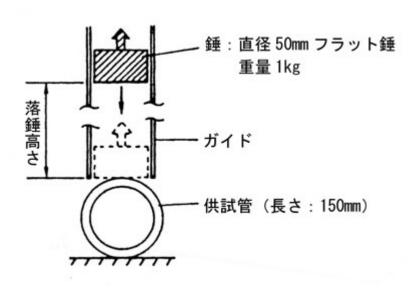


図 3.5 試験方法

表 3.5 衝擊試験結果

呼び径→	13		20	
↓高さ(m) 温度→	0°C	10℃	0℃	10℃
2	0	0	0	0
3	\triangle	0	0	0
4	\triangle		\triangle	
5	Δ	\triangle	Δ	Δ

各高さ、各呼び径共に n=5

- ・5m でも管の割れは発生しない。衝撃により管は偏平する。
- ・○:異常なし
- ・ △:割れはないが、白化が残る (JWWA K 118 での破壊度 2 に相当)

(6) 低温特性

一般にポリエチレンは、脆化温度が-70℃であり、低温でも充分な伸びがあるため通常、管の凍結破壊に至ることはなく、寒冷地でも水道管として使用されている。

架橋ポリエチレンについても、低温特性はポリエチレンと変わることなく、実用上まったく問題ない。 なお、管は一度凍結すると水道水の供給ができなくなるので、保温等の対策が必要である。

①架橋ポリエチレン管の低温引張特性

架橋ポリエチレン管の低温引張特性を図3.6に示す。

架橋ポリエチレン管は、低温になっても常温同様、破断伸びが300%以上保持されている。

②凍結、融解サイクル試験

架橋ポリエチレン管の凍結、融解による残留歪特性を図 3.7 に示す。 ポリエチレン管は、約 20 回の凍結でも永久歪は 2%程度であり、実用的に問題ない。

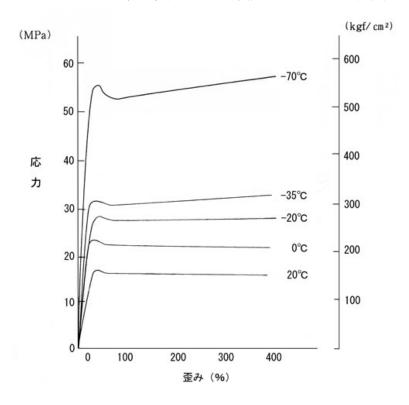


図 3.6 低温引張特性

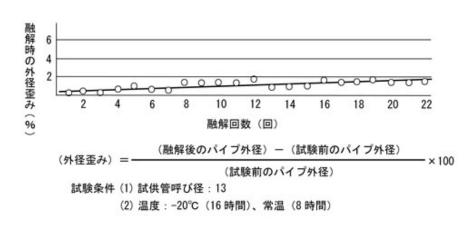


図3.7 凍結、融解サイクル試験結果

(7) 摩擦損失水頭

架橋ポリエチレン管の 20 \mathbb{C} \mathbb{C} \mathbb{C} \mathbb{C} \mathbb{C} \mathbb{C} \mathbb{C} \mathbb{C} おける流量線図を図 3.8、図 3.9 \mathbb{C} \mathbb{C}

わが国の水道界では、流量から摩擦損失を求める計算式として Hazen&Williams の式と Weston の式がよく知られ、主として前者は配水管に、後者は比較的小径の給水管に使用されている。両式とも温度に係わる係数は含まれておらず、これを用いて作成された流量線図は常温の水に適用されるものである。

架橋ポリエチレン管の配管では、小口径のものが長尺のまま、かなり大きな流速で使用される等摩擦損失 水頭が比較的大きくなるような厳しい条件で使用されるケースが多いと予想される。

一方、給湯等高温で使用する場合は水の粘性が低下するため、摩擦損失水頭は低くなるはずである。このような様々な使用条件に適確に対応し、実際に則した摩擦損失水頭を求めることができるよう、ここでは温度が関係する係数を含む Blasius の式(1)を使用することにした。

摩擦損失の計算要素のひとつである管摩擦係数を温度依存係数である動粘性係数を用いて算出する式として、Blasius、Nikuradse、Herman、Plandtl-Karman、Mises 等の式が知られている。この中から、水道の実用流量とそのレイノルズ数、管内壁の粗度、種々の配管分野における使用状況等を勘案して、Blasiusの式を採用した。図中の摩擦損失(動水勾配)は、この式より算出した管摩擦係数の値を摩擦損失水頭の計算式である Darcy-Weisbach の式(2)に用いて計算したものである。

なお、低流量域でBlasiusの式の適用範囲外については、実用上損失水頭が問題とされることはないと考え、省略した。また、高流量域の一部には本来は、Nikuradseの式を適用すべき領域があるが、本図中の範囲では両式の計算式が近似していることを確認した上で前述の式をそのまま統一して使用している。

参考① Blasius の式

適用範囲 2000 < Re < 105 (日本機械学会「管路・ダクトの流体抵抗」)

ただし、Re: レイノルズ数 Re= $\frac{\mathbf{v} \cdot \mathbf{d}}{\nu}$

v: 管内の流速 (m/s)

d: 管の内径 (m)

v: 流体の動粘性係数 (m²/s)

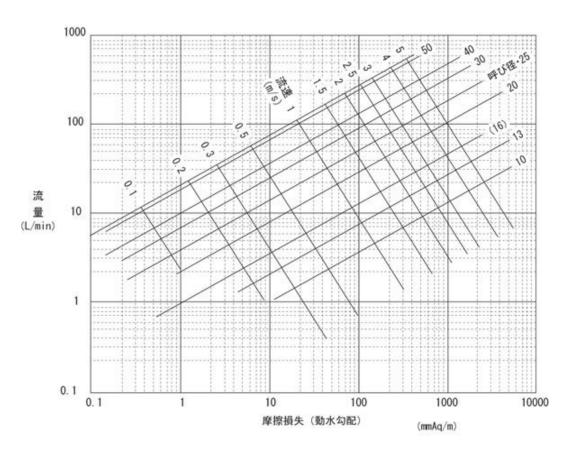
参考② Darcy-Weisbach の式

摩擦損失水頭
$$h=\lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$
 (mAq)

ただし、λ:管摩擦係数

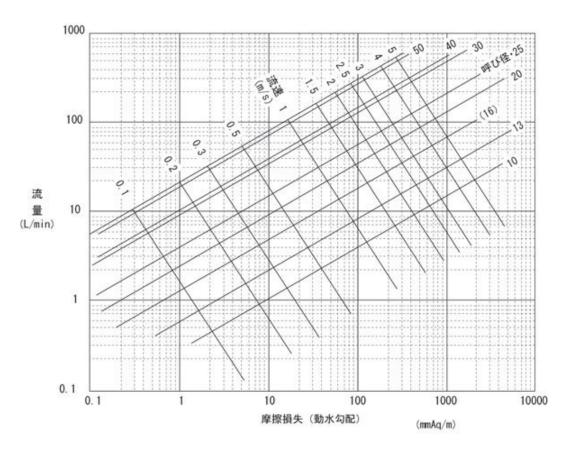
L: 管路の長さ (m)

g: 重力の加速度 (m/s²)



注:呼び径 16 は、JIS K6769 架橋ポリエチレン管 (PN15)

図 3.8 水道用架橋ポリエチレン管流量線図 (水温 20℃)



注:呼び径 16 は、JIS K6769 架橋ポリエチレン管 (PN15)

図 3.9 水道用架橋ポリエチレン管流量線図(水温 80℃)

(8) 水撃圧

表 3.6 は、配管途中に配置した弁、水栓等を急閉鎖することにより、秒速 1m の管内の流れを瞬間的に停止させたときに発生する水撃圧の最大値に関し、架橋ポリエチレン管と代表的な他の配管材を比較したものでる。

本表に見られるように、架橋ポリエチレン管は他の配管材に比べ、同じ条件で発生する水撃圧が際立って 低い。従ってこれから生じる衝撃音も十分小さいことが期待できる。

なお、本表の最大水撃圧(水頭)は、下記の式によって計算した。

最大水撃水頭
$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{a}}{\mathbf{g}} \cdot \mathbf{v}$$
 (mAq)......Joukowsky の式

ただし、a: 弁等の急閉鎖によって発生する圧力波の伝播速度(m/s)

$$a = \sqrt{\frac{\frac{K \cdot g}{\gamma}}{1 + \frac{K \cdot D}{E \cdot t}}}$$

K: 流体の体積弾性膨張係数 N/m² {kgf/m²}

g: 重力の加速度 m/s² {m/s²}

γ: 流体の比重量 N/m³ {kg/m³}

D: 管の内径 m {m}

t: 管の肉厚 m {m}

E: 管材の縦弾性係数 N/m² {kgf/m²}

v: 弁閉鎖直前の流速 m/s {m/s}

表 3.6 弁等の急閉鎖によって発生する最大水撃圧

(流速 1m/s 当たり)

架橋ポリエチレン管		水道用ポリ	道用ポリエチレン管		管	水道用亜	鉛メッキ	
	(PN	15)	(2 5	種)	(МЯ	イプ)	鋼	管
温度	20°C	50°C	20℃	50℃	20°C	50°C	20°C	50°C
縦弾性係数 N/mm²	588	294	784	392	117,	680	196,133	
{kgf/cm ² }	{60}	{30}	{80}	{40}	{12,0	000}	{20,0	000}
呼び径	水撃圧	ЕМРа	水撃圧	ЕМРа	水撃圧	ЕМРа	水撃圧	E MPa
7,10 1	{kgf/	cm ² }	{kgf/	cm ² }	{kgf/	cm ² }	{kgf/	cm ² }
5	0.42	0.30	_	_	_	_	_	_
	{4.3}	{3.1}						
7	0.36	0.25	_	_	1.28	1.38	_	_
·	{3.7}	{2.6}			{13.1}	{14.1}		
8	0.33	0.24	_	_	_	_	_	_
_	{3.4}	{2.5}						
10	0.30	0.22	0.30	0.22	1.26	1.34	1.40	1.52
	{3.1}	{2.2}	{3.1}	{2.2}	{12.8}	{13.7}	{14.3}	{15.5}
13	0.30	0.22	0.30	0.22	_	_	_	_
	{3.1}	{2.2}	{3.1}	{2.2}				
15	0.30	0.22	_	_	1.24	1.31	1.39	1.52
	{3.1}	{2.2}			{12.6}	{13.4}	{14.2}	{15.5}
16	0.30	0.22	_	_	_	_	_	_
	{3.1}	{2.2}						
20	0.30	0.22	0.27	0.20	1.20	1.27	1.38	1.50
	{3.0}	{2.2}	{2.8}	{2.0}	{12.2}	{13.0}	{14.1}	{15.3}
25	0.29	0.21	0.28	0.20	1.17	1.24	1.37	1.49
	{3.0}	{2.1}	{2.9}	{2.0}	{11.9}	{12.6}	{14.0}	{15.2}
30	0.29	0.21	0.28	0.20	_	_	_	_
	{3.0}	{2.1}	{2.9}	{2.0}				
32	_	_	_	_	1.16	1.23	1.36	1.48
					{11.8}	{12.5}	{13.9}	{15.1}
40	0.29	0.21	0.28	0.20	1.16	1.23	1.35	1.46
	{3.0}	{2.1}	{2.9}	{2.0}	{11.8}	{12.5}	{13.8}	{14.9}
50	0.29	0.21	0.28	0.20	1.14	1.20	1.34	1.45
	{3.0}	{2.1}	{2.9}	{2.0}	{11.6}	{12.2}	{13.7}	{14.8}

水の特性値

温度(℃)	比重量 N/m³ {kgf/m³}	体積弾性率 N/m² {kgf/m²}
20	9789.0 {998.2}	2.06×10 ⁹ {2.10×10 ⁸ }
50	9690.0 {998.1}	2.43×10 ⁹ {2.48×10 ⁸ }

(9) 熱膨張及び熱応力

架橋ポリエチレンの線膨張係数と縦弾性係数の代表値を表 3.7 に示す。

表 3.7 架橋ポリエチレン管の線膨張係数と縦弾性係数

項目	適用温度	単位	代表値	
線膨張係数	20°C	1/°C	1.4×10^{-4}	
	100℃	1/°C	2.0×10^{-4}	
	20°C	N/mm ²	588	
縦弾性係数	200	{kgf/cm ² }	{6,000}	
MC7平1土1不	80°C	N/mm ²	147	
	80 C	{kgf/cm ² }	{1,500}	

架橋ポリエチレン管の熱膨張率は、銅管や鋼管等に比べると 10~20 倍と大きいため、給湯や温水配管の場合は事前に気配りが大切である。

常温で配管したものに温水を通すと、顕著な蛇行が現れたり、逆に冷水が通ると強く張った状態になる。 露出配管を行なう場合は通湯による撓みについて、あらかじめ関係者の了解を得ておく方が無難である。

給湯管の場合、配管 10m 当たりの膨張量は 100mm 前後にもなり、さや管工法の立ち上げ部を露出させたりあるいは剛性の小さな保温材で被覆したままではこの部分膨張による撓みが集中し、条件によっては管が急激に曲がり、管路を狭めることがある。そのため、さや管出口で管を固定したり、立ち上がり部も十分な剛性のある被覆を行なう等の処置によって膨張をさや管内に分散させ、抑え込むことが必要である。

熱応力に関しては、前述のように熱膨張が大きいにもかかわらず弾性係数が金属管と比べ、1/200~1/1000 と小さいため、熱応力は比較的小さく、実用上問題となることはない。また、膨張を分散させるのも小さな 力で済み、特に難しいことではない。

架橋ポリエチレン管は、他のプラスチックと同様に線膨張係数が実用温度範囲でも温度によって、また弾性係数は温度、変形量(歪み量)及び変形速度によってもかなり変動し、金属の場合と異なり、熱応力を厳密に計算で求めることが困難であるが、参考までに概略計算の一例を示す。

(例) さや管に納められた述べ長さ 10m の呼び径 13 パイプ (水道用架橋ポリエチレン管の M種または架橋ポリエチレン管 PN15 のM種) の場合

20℃にて工事を行い、80℃の通湯をしたときの熱膨張量

 $\Delta L = L \cdot a \cdot \Delta t = 96 \text{ (mm)}$

ただし、a: 20~80℃の平均線膨張係数 1.6×10⁻⁴ (1/℃)

L: パイプの長さ 10,000mm

Δt: 温度差 60 (°C)

パイプの両端を固定し、さや管には蛇行を生じるような隙間がないと みなしたときの発生熱応力

 $\sigma_t = E \cdot \epsilon = 1.41 \text{N/mm}^2 \{14.4 \text{kgf/cm}^2\}$

ただし、E: 80℃における縦弾性係数 147.1N/mm² {1500kgf/cm²}

ε: 歪み量

 $\epsilon = \Delta L/L = 0.0096$

パイプを固定する器具に働く荷重

 $W = \sigma_t \cdot A = 138.2N \{14.1 \text{ k g f}\}$

ただし、A: パイプ管肉部の断面積 0.98cm²

なお、実際のさや管では、通管がしやすいようにさや管内壁とパイプの間に隙間があり、パイプ両端部を 固定されるとさや管内で蛇行するため、実際に固定器具に働く荷重は上記の値よりもかなり減少する(配管 の状況によって値は異なる)。

また引張弾性係数の温度と変形量の関係の概念を参考までに図3.10に示す。

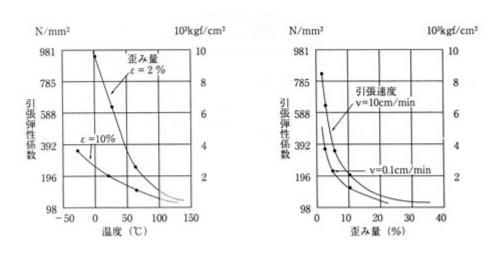


図 3.10 引張弾性係数と温度、歪み、引張速度の関係線図

(10) 衛生性

JIS K6769 及び JIS K6787 では、浸出試験により架橋ポリエチレン管の衛生性について規定し、「給水装置の構造及び材質の基準に関する省令(平成九年三月十九日厚生省令第十四号)第二条(浸出等に関する基準)」で対応する項目並びに残留塩素の減量について定める。

https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws search/lsg0500/detail?lawId=409M50000100014 (24.3.1 現在)

また、プラスチック製品の衛生性の基準として、厚生省告示の食品衛生法規(昭和五十七年二月十六日の厚生省告示二十号)があり、架橋ポリエチレン管は、いずれの基準も満足するものである。

(11) 耐薬品性

耐薬品性の評価基準として、材料の劣化、相変化が一般的に考えれられている。「材料の劣化」による物性変化は、種々の測定により定量的に把握することができる。

この変化は、機械的物性変化に最も顕著に見られる。これに伴って材料表面にクラックが発生したり、小さなひび割れ(crazing)が見られる。これらの現象は成形品の残留応力との関連があるとされている。外観的変化としては、極性基の生成に伴う着色もしばしば見られる。

一方、「相変化」による物性変化は、化学薬品による膨潤、溶解である。このとき影響する因子は、架橋ポリエチレン材料と対象となる化学薬品との溶解度パラメーターSP 値差である。この値が大きく離れていることが膨潤や溶解が起こらないことの第1の要件である。しかし、架橋ポリエチレンのようにポリマーが結晶性を示すときは、適用できないことや溶剤が水素結合を示したり、極性基を持っていたりすることにより大きく影響されるので、前記条件が満足されたとしてもポリマーが膨潤したり、溶解したりすることを予想することは困難である。

従って、ポリマーの評価は、実際の各種化学薬品に対し、個別に行なう必要がある。表 3.8 に架橋ポリエチレンの耐薬品性の結果を示す。

測定方法は、呼び径 16 の架橋ポリエチレン管を Type 6A ダンベルを用いて打抜き、試験サンプルを得た。 この架橋ポリエチレンのゲル分率は 69%である。

内径 35mm の試験管に $100\sim150$ cc の試薬を入れて、これを恒温槽に固定し、一定温度になってからサンプルを投入。温度 1 水準に対し、3 本のサンプルを用いた。約 96 時間浸漬後、取り出し、引張試験(引張速度 20mm/min)を行ないブランクと比較してその変化を調べたもの。

またこれに関連してビニルテープ等粘着テープは、基材に含まれる可塑材が架橋ポリエチレン管の性能に 悪影響を及ぼす恐れがあるため、使用してはならない。施工の都合上やむを得ず使用した場合は、配管終了 後速やかに取り除いておくこと。

表 3.8 架橋ポリエチレンの耐化学薬品性

→薬品名 温	温度→	25℃	50°C	75℃
水道水		0	0	0
海水		0	0	0
河川水 (横浜市内)		0	0	0
30%塩酸		0	0	0
10%硝酸		0	0	0
20%硫酸		0	0	0
20%酢酸		0	0	0
20%クロム酸		0	0	0
20%カセイソーダ		0	0	0
10%アンモニア水		0	0	0
50%ホルマリン		0	0	_
エチレングリコール		0	0	_
酢酸エチル		0	0	_
50%フェノール		0	0	_
メチルエチルケトン		0	0	_
シクロヘキサン		0	Δ	_
エタノール		0	0	_
ベンゼン		0	_	_
四塩化炭素		0	Δ	_
トリクロルベンゼン		0		_
ガソリン		0	_	_
JIS 2 号絶縁油		0	0	0
ASTM 2 号油		0	0	0
A 重油		0	0	0
C-マシン油		0	0	_

(1) 評価基準 ○: 引張強さ、破断伸び保持率とも90%以上

△: 引張強さ、破断伸び保持率とも 70%以上

-: 試験液の蒸発で試験不能

(2)試験条件 浸漬時間 96時間 引張速度 20mm/min 試験片形状 Type 6A ダンベル 試験温度 常温 サンプル数 3

(12) 耐塩素水性

水道水の殺菌処理として投入される塩素ガスに対する耐久性が配管材の場合大きな問題とされている。世界的に著名な試験機関であるボディコート社(スウェーデン)が架橋ポリエチレン管の塩素水性に関して、密閉系の回路で連続通水試験を実施している。

この結果に基づいて、ボディコート社が架橋ポリエチレン管の破壊時間を推定したのが図3.11である。

[例] 密閉系回路で水道水を 75℃に加熱し、圧力 0.3MPa、塩素水濃度 0.3ppm(一般的な家庭で使用している水道水の塩素濃度は $0.1\sim0.3$ ppm といわれている)で使用した場合、架橋ポリエチレン管(呼び径 13、外径 17mm ϕ 、厚み 2mm)が破壊するまでの時間の目安を 0.3ppm の図 3.11 から推定してみる。

計算式

P: 圧力 (MPa)

p = σ <u>2e</u> σ: 円周応力 (MPa)
_D · 亚均从径 (mm)

e: 最小厚さ (mm)

上記の計算式から、 σ は 1.125MPa になり、図 3.11 の円周応力 1.125 と 75 $^\circ$ Cの交差する破壊時間は約 48 万時間となり、年数に換算すると 480,000 時間÷8,760 時間/年=54.79 年となり、少なく見積もって約 55 年と推定される。

円周応力 (MPa)

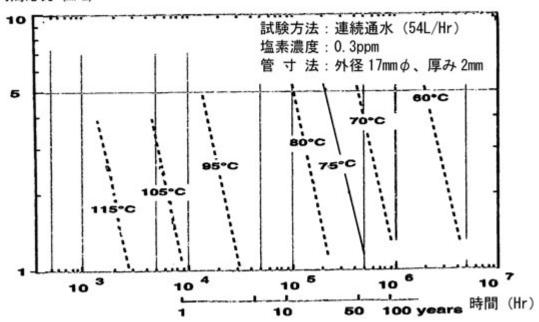


図 3.11 架橋ポリエチレン管の破壊時間の推定(ボディコート社試験)

第4章 接続工法

4-1 メカニカル式 (M種) 継手による接続

(1) 工具

接合作業に必要な工具は下記のようなごく普通のもので、特殊なものを要さない。

切断工具:パイプカッター(はさみ式)、カッターナイフ、管用リーマ

締結工具: スパナ、モンキレンチ、六角棒スパナ



図 4.1 市販パイプカッターの例

(2) 継手

JIS 改訂により、寸法規格から性能規格に変わり、種類としては継手に管を差し込み、ナット、バンド、 スリープなどを締め付けることによって水密性を確保する継手、またはOリングによって水密性を確保する 継手等がある。そのいずれにも同径の管相互の接合のためのソケット及び他管種、水栓類、機器等との接続 を目的としたおねじ付・めねじ付のソケット等が用意されている。

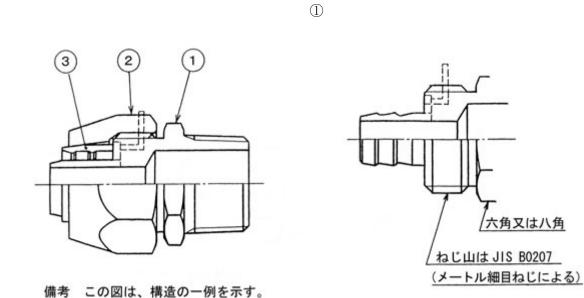
規格の継手では、材質の規定はないが、水道法の浸出性能基準を満足しているため、給水配管はもとより 給湯やほとんどの食品工業等へも利用可能である。

継手の性能としては、水道を対象にした常温及び給湯を対象とした熱間の耐圧性、耐低圧リーク性、引き 抜き強度等が規定されている。

六角又は八角

継手の構造・形状については代表的なものを参考に示す。

【参考】



② ット ③ ング

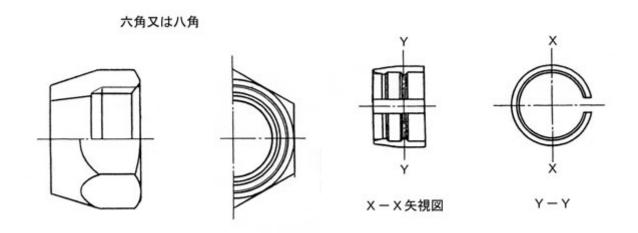
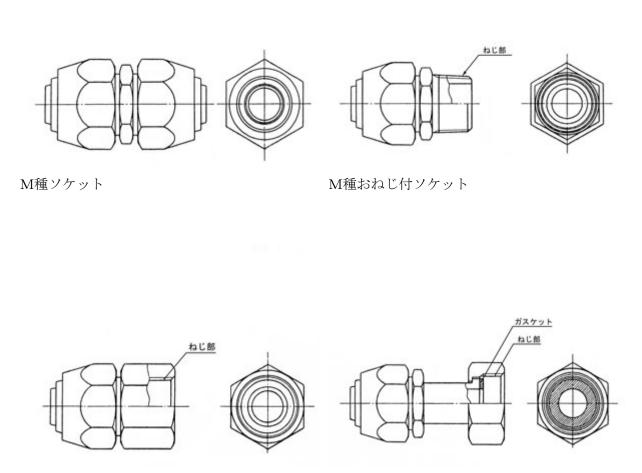
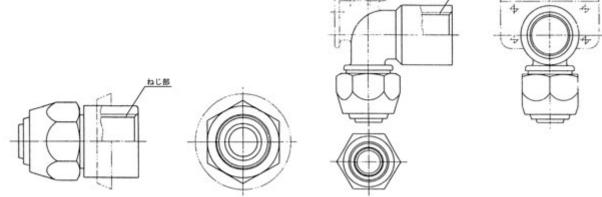


図 4.2 M種の継手接合部の構造及び形状



M種めねじ付ソケット



M種給水栓用ソケット

M種給水栓用エルボ

M種ユニオンソケット

図 4.3 M種の継手バリエーション

(3) 切断

寸法取りに従って管軸を直角に切断する。

パイプカッターを用いて能率のよい切断作業ができる。しかし切れ味が低下したものを用いるとパイプ端部が変形しやすくなり、インコアやスリーブ等の挿入が困難となることがあるため、刃の切れ味の管理に留意することが大切である。

さや管工法に用いるとき、さや管への挿入を容易にするため斜めカットを行うが、この場合はカッターナイフを用いて簡単に行うことができる。



図 4.4 さや管工法用斜めカット加工外観

(4)接合

接合作業のやり方で継手を分類すると、<u>図 2.1</u>、<u>図 2.3</u>メカニカル式(M種)の継手のように 5 種類に分けられる。それぞれ若干作業の手順と要領が異なるが、いずれにせよとくに難しい技術を必要とするものはなく、誰にでも効率よく確実な接合が行えるのが大きな特長である。

継手接合の手順及び注意点は継手の種類毎にメーカーによって異なるため、メーカーの接合手順及び注意点に従い施工する必要がある。

(5) 他種管との接合

架橋ポリエチレン管と他種管を接合する場合は、先に他種管に専用継手を接合する。 鋼管、塩化ビニル及び銅管との接合例を図 4.5~4.7 に示す。

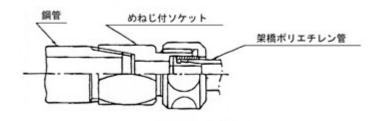


図 4.5 鋼管との接合例

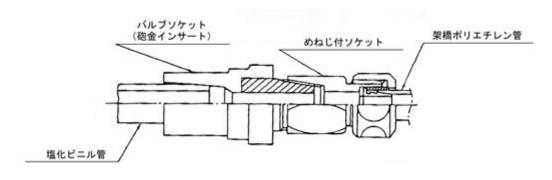


図 4.6 塩化ビニル管との接合例

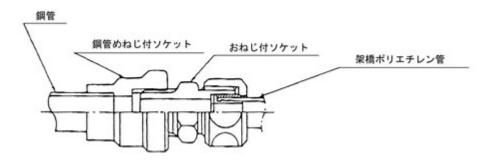


図 4.7 銅管との接合例

(6) メータとの接合

架橋ポリエチレン管とメータとの接合には、架橋ポリエチレン管用めねじ付ソケットと、メータソケット (図 4.8) を用いる。

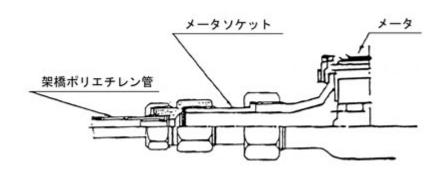


図 4.8 メータとの接合例

4-2 電気融着式 (E種) 継手による接続

JIS K6769 に規定するE種の管の接合は、JIS K6770 に規定するE種の継手を用い、JIS K6787 に規定するE種の管の接合は、JIS K6788 に規定するE種の継手を用いて行う。

※E種の継手:電熱線などの発熱体を組み込んだ電気融着式の継手

(1) 工具

接合作業に必要な工具は下記の通りである。

切断工具 : パイプカッター、ニッパー

仕上げ工具: 専用カンナ、電動ドリル

融着工具 : 専用コントローラー、専用マーカー

(2) 継手

継手の非架橋部に内蔵された電熱線を通電することにより、管・継手の非架橋部同士が溶融して接合される。通電は専用コントローラを使用することにより、誰にでも容易に、確実な融着接合が可能になっている。

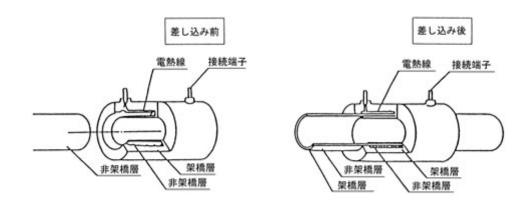


図 4.9 融着継手の構造

形状については、融着接合部共有部を図 4.10 に示し、管相互の場合、他管種、水栓類、機器等との接合を 目的とした多種継手を参考として図 4.11 に示した。

ヘッダーを必要とする場合には、融着可能な架橋ポリエチレン製ヘッダーを準備しており、これを用いる。

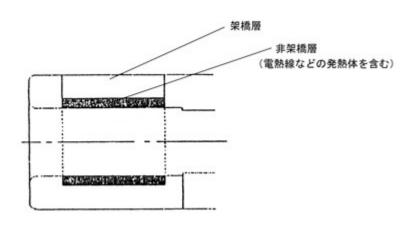


図 4.10 融着継手の接合部共有部

【参考】

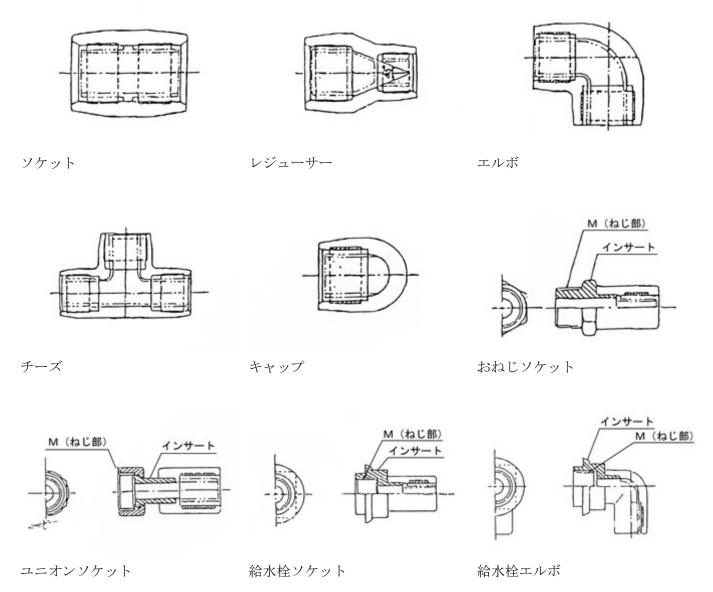


図 4.11 E種の継手バリエーション

(3) 切断

寸法取りに従って管軸に直角に切断する。

パイプカッターを用いて能率のよい切断作業ができる。しかし、切れ味が低下したものを用いるとパイプが 変形しやすくなるので、刃の切れ味の管理に留意することが大切である。

(4) かんな掛け

融着接合する管の表面を専用かんなでかんな掛けをする。これは管の表面が油、ほこり等で汚れていると 融着不良となるため、ポリエチレン管の融着接合において、世界的に採用されている方法である。

かんな掛けした表面は、手で触れたり、地面の上に置いたりせず直ちに融着接合を行う。

(5) 融着接続

かんな掛けした管を継手に挿入し、専用コントローラ(図 4.12)のコネクターを継手に接続し、スタートボタンを押すと通電が開始され(融着接合開始)コントローラに内蔵したマイコンにより通電時間が終了すると自動的に通電が切れる。接合のフォローを図 4.13 に示す。

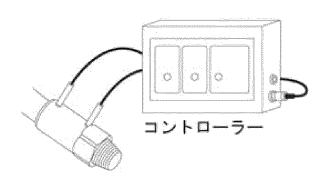


図 4.12 専用コントローラ

【施工手順と注意点】

- ① 樹脂管専用カッターを用いて、管軸に対して直角に切断する。
- ② 専用のスクレーパを用いて、管の外面を切削する(かんな掛け)。 尚、かんな掛けした管表面は、手で触れたり地面の上に置いたりせず直ちに継ぎ手に差し込んでください。
- ③ 継手受口に管が動かなくなるまで差し込む。
- 4) 管の継手受口にマーキングをする。
- (5) 継手のターミナルピンにコントローラのコネクタを接続する。
- (6) コントローラのスタートボタンを押す。
- ⑦ コネクタを外した後、インジケータが継手表面より隆起していることを確認する。 接合部に無理な力がかからないように3分以上養生後※、ターミナルピンをニッパーで切断する。 ※メーカーの推奨時間がある場合、そちらを優先してください。

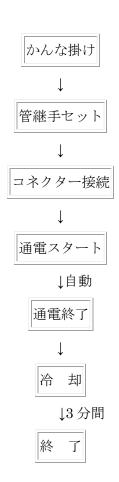


図 4.13 融着接合の手順

(6) 他種管等との接合

架橋ポリエチレン管と他種管、給湯器と接合する場合は、おねじソケット、ユニオンソケット等を用いて、 先に他管等に接合し次に(5)項と同様に架橋ポリエチレン管と接合する。

第5章 施工基準

(1) 埋設工法

- ① 架橋ポリエチレン管周囲の埋め戻しには、砂またはよくふるった良質土を用いなければならない。特に、 粒径 2mm 以上の石やコンクリートの破片、ガラスなど管に傷をつける恐れのあるものをふくまないよう注意 すること。
- ② 掘削幅は管径にもよるが 30~70cm が適当である。深さは、水道施設基準による。

表 5.1 埋設深度

	区	分		最小土被り(cm)
	汗	車	道	60 以上
公 道	歩	道	60 以上	
私道			60 以上	
私有地			30 以上	

※寒冷地においては、凍結深度より深く埋設する。

- ③ 溝底は平坦によく突きかためる。砂または良質土を底に 10~15cm 敷いて平坦にならす。このとき原土中に粒径 2mm 以上の石等があれば取り除き、敷設管に局部荷重が加わらないよう注意しなければならない。
- **4** 架橋ポリエチレン管は、溝内で多少蛇行させて敷設すること。
- ⑤ 砂または良質の土で $10\sim15$ cm ずつ埋めもどして、よく突きかためる。土被りが 30cm 以上になったら、 掘削土で $10\sim15$ cm ずつ突き固めながら埋め戻す。突き固めの際は管を直撃しない様注意して行わなければ ならない。

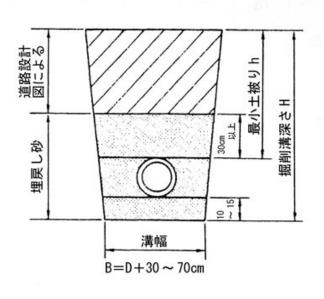


図 5.1 道路

図 5.2 その他

一般的な埋設強度計算によると、管に発生する応力及び撓みは車輛荷重を考慮しても非常に小さく、上記基準に従って配管すれば何等問題はない。

但し、特殊なケース(例えば軌道下横断など)では、関係者間で十分協議の上、さや管を用いて荷重が直接管に負荷されないような措置が必要である。

(2) 屋外配管

埋設部からの立ち上げなどで、管路が露出する部分は、保温材にて凍結を防止する措置をとらなければならない。また、直射日光が当たる部分は適宜の方法で隠蔽しなければならない。

(3) 屋内配管

①ヘッダー配管

給水メーター後にヘッダーを取り付け、各給水栓にヘッダーから直接配管する方法である。

- ・ 固定する場合は、間隔を 2m 程度とし、固定具は、なるべくプラスチック製のものを用いる。やむを得ず金属製の固定具を用いる場合は、管と固定金具との間にゴム等の緩衝材を介在させる。
- ・クロス配管となる場合は、クロス部に保温材を巻くか保護管を被せるかして、つぶれや摩擦による管の損傷防止を施さなければならない。
- ・極端な曲がり配管は、管座屈のもとになるので、曲がり部のRは管外径の10倍以上とること。(表 5.3 参照)
- ・床仕上の時、配管上に釘打ちしないように注意しなければならない。
- ・特に工事中など踏まれたりする恐れのある場所では、必要な防護措置を施すこと。
- ・溶接の火花が飛散する恐れのある場所では、防災シートを敷く等適宜の手段で管を保護しなければならない。

②さや管ヘッダー配管

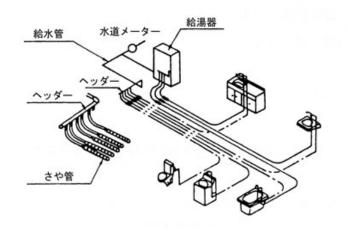
床下や天井及びスラブ内の配管経路に、あらかじめ電気配管のように、さや管を敷設しておき、後に通管してヘッダー及び給水栓に接続する配管方法でその概念を図 5.3 に示す。

スラブ床ころがし配管

- ・さや管は、電気配線用CD管ではなく専用のさや管を使用する。
- ・配管経路はできるだけ最短距離を取ることを原則とし、さや管配管図を作成し、図面どおりに施工すること。
- ・ さや管は、通管時にできるだけ抵抗がないように、敷設しなければならない。 特に、配管延長、曲げ角度、曲げ半径及び通管時の作業スペースにも注意しなければならない。
- ・ さや管の固定間隔は直線部は 1m 毎、曲がり部は必要に応じて間隔を決める。

スラブ埋設配管

- ・ さや管は原則として、上筋又は下筋に不陸や、横揺れが生じないようしっかりと番線で固定する。さや管が上 筋、下筋にはさまれてつぶれたりしないよう適宜に鉄筋間にスペーサーをかまさなければならない。
- ・コンクリート打設時のバイブレーターや突き棒には注意しなければならない。
- ・ さや管内にはコンクリート破片、雨水など異物が入らないよう打設前にキャップまたは、テープ等で確実に保 護しなければならない。
- 打設後コンクリート養生段階で、立ち上がり部が他工事の際折られたり、通管した管に傷などつけないよう注意しなければならない。



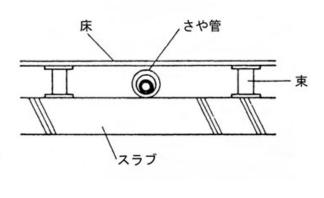


図 5.3 さや管ヘッダー配管の概念図

図 5.4 スラブ床ころがし配管

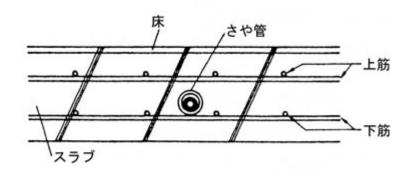


図 5.5 スラブ埋設配管

〔曲げ角度〕

さや管の曲げ角度 $0 \le \theta \le 90^{\circ}$

90°曲げ箇所数 3箇所以下(但し、立ち上げ部は除く)

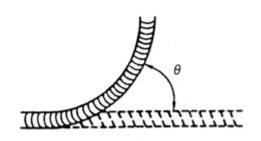


図 5.6 配管の曲げ角度

表 5.2 曲げ数、曲げ半径、さや管径の関係 (消音テープあり)

呼び径	適合さや管径	合計曲げ箇所数	曲げ半径の目安	立ち上がり曲げ半径の目安		
10	22	6 箇所以下	450mm	150mm		
13	22,25		45011111			
15	28	5 箇所以下	600mm	250mm		
16	28,30	9 画別終下	OUOIIIII	29011111		
20	36		900mm	350mm		

(4) 軌道下横断、伏せ越配管、傾斜配管の場合

① 架橋ポリエチレン管を軌道下横断する場合は、軌道上の輪荷重及び振動力が、直接管にかからないように、 さや管(例えばヒューム管)を使用して配管する。設計及び工法については、軌道管理者と十分協議の上、承 認を得て行うことが必要である。

架橋ポリエチレン管は、電触防止対策は不要である。

また軌道下でも 1.2m の土被りがあれば輪荷重の心配はいらないが、水道施設基準 3.3.11 によって、他の管と同様に直接管に荷重が加わらないようにさや管に納めることになっている。

河川・排水路等を伏せ越す場合は、必要に応じて2条以上とし、また相互にできるだけ離して敷設する。 設計及び工法については、河川管理者等関係当局と十分協議の上、承認を得て行うことが必要である。また、 伏せ越し部前後の架橋ポリエチレン管の勾配は、やむをえない場合を除いては45度以下とする。

② 山間傾斜地に配管する場合は、土砂崩れによって管の損傷及び露出を防ぐため透水性の小さな土壌で埋め戻すか、土壌硬化剤等で土壌を固め、更に土留めを行うことが望ましい。

(5)曲げ配管

- ① 架橋ポリエチレン管は、曲げ配管が可能であり、この時の曲げ半径の目安を表 5.3 に示す。 なお、表に示す曲げ半径以下の曲げは、管の扁平や座屈の原因になり、また、管自体に大きな応力が残り寿命 が低下する恐れがある。そのため、エルボなどを使用し、管に過大な応力が掛からないように注意する必要がある。
- ② 曲げた部分を埋設する場合は埋め戻し砂(土)で十分に管の周囲を突き固めて溝の中央に固定する。 なお、固定治具を用いて施工する際は、管表面がやわらかいので傷をつけないよう注意が必要である。

表 5.3 曲げ半径の目安 (常温生曲げ時)

(単位:mm)

呼び径	最小曲げ半径	呼び径	最小曲げ半径
5	100	16	200
7	100	20	300
8	100	25	350
10	150	30	400
13	150	40	500

(6) 天井吊り配管

架橋ポリエチレン管を天井に吊り配管を行う場合の、横走り管の吊りおよび、振れ止め支持間隔を表 5.4 に示す。

表 5.4 横走り管の吊りおよび、振れ止め支持間隔

呼び径分類	10	13	16	20	25
支持間隔			1.0m 以下		

注) 高温水を通水した場合、支持部の間で管がたわむ場合があります。

(7) 長尺配管

- ① 架橋ポリエチレン管は、可撓性に優れているのでコイル巻き(50~120m/巻)で製品化されている。そのため長尺配管が可能となる。
- ② 架橋ポリエチレン管を長尺配管する場合は、線膨張係数が金属管に比べて大きいために、特に露出の時、収縮に注意することが必要である。

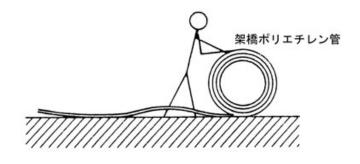
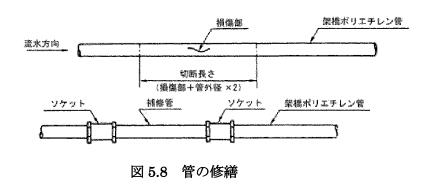


図 5.7 管の取り出し

③ コイル巻きの状態から管を取り出す際は、管の巻きぐせ、ねじれを取り除きながら配管をする。図 5.7 の工法で行うことが望ましい。

(8) 修繕

- ① 管の表面に傷のあるところで接合することは、避けなければならない。
- ② 損傷部の切断長さ(L)は、L=損傷部長さ+管の外径×2である。
- ③ 給水管では断水しても戻り水のため、切断部より水があふれていることがある。作業を水中で行う場合、 継手部品を紛失しない様に注意する。



④ 水中で接続作業をする場合、小石、土砂等が管内部及び継手部に入らないように注意する。

(9) 管路の圧力検査

検査は目視により行う。配管を被覆したり、隠ぺいしたり、埋設したりする前に、圧力試験により、架橋 ポリエチレン管路の性能を確認する。その方法は以下の通りである。

1 水圧試験

一般に可撓性のある弾性率の低い合成樹脂管は、水圧試験を実施すると初期設定負荷圧力より低下する場合がある。架橋ポリエチレン管も同様で、圧力降下を漏水と間違えることがあるため注意が必要である。

架橋ポリエチレン管の特性上、圧力降下については次のことが言える。

- 初期設定負荷圧力の保持時間を長くすることで、著しい圧力降下を防ぐことが可能である。
- ・ 圧力降下は、配管の長さと配管のサイズにはあまり影響を受けない。
- ・ 配管中に空気が混在していると、満水時よりも圧力降下率が小さくなることがある。 漏水時に発見されにくくなるため、十分に空気抜きを行う必要がある。

当工業会では、以下の水圧試験方法を推奨する。

- ① 試験は、まず配管の末端をプラグやその他の方法でふさぐ。次に給水弁を開き満水にするが、このときは 配管中の空気をプラグで緩めたり、弁を開いたりして排除する。
- ② 配管にポンプで圧力を加える。このとき、初期設定負荷圧力に達してから 5 分間保持する。 初期設定圧力: 0.75MPa もしくは 1.75MPa
- ③ 保持後、圧力降下を1時間観察する。
 - ・ 初期設定負荷圧力が 0.75MPa の場合、1 時間後の圧力が 0.5MPa 以上であること。
 - ・ 初期設定負荷圧力が 1.75MPa の場合、1 時間後の圧力が 1.2MPa 以上であること。

<注意>

1時間後の圧力が 0.5MPa 未満もしくは 1.2MPa 未満となった場合は、漏水の可能性が特にあります。

4 合否の判定

各部材、各接続部を目視及び触感で確認し漏水、破損などがないこと。

当工業会で行った試験データを参考までに、図 $5.9~(0.75 \mathrm{MPa})$ 、図 $5.10~(1.75 \mathrm{MPa})$ に示す。 先述の方法で試験水圧を 5~分間保持した場合と保持を行わなかった場合の経時変化である。

試験条件 ・ 架橋ポリエチレン管 呼び径: 13(外径 17.0mm、厚さ 2.1mm)

配管長: 30m

・ 試験圧力に昇圧するまでの時間: 約10秒

	試験 No.	線種	試験温度	加圧方法
	試験 No.①		5℃	初期設定負荷圧力
	試験 No.②		20℃	0.75MPa
図 5.9	試験 No.③		35℃	保持5分間
D 0.0	試験 No.4		5℃	初期設定負荷圧力
	試験 No.⑤		20℃	0.75MPa
	試験 No.⑥		35℃	保持なし
	試験 No.①		5℃	初期設定負荷圧力
	試験 No.②		20℃	1.75MPa
図 5.10	試験 No.③		35℃	保持5分間
Ø 5.10	試験 No.4		5℃	初期設定負荷圧力
	試験 No.5		20°C	1.75MPa
	試験 No.⑥		35℃	保持なし

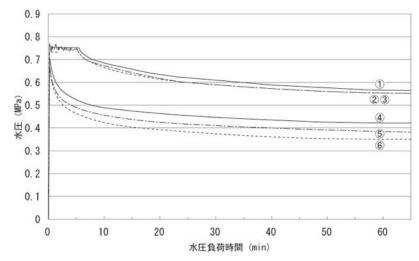


図 5.9 架橋ポリエチレン管の初期水圧経時変化 (試験圧力 0.75MPa)

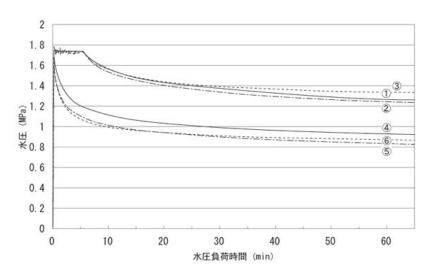


図 5.10 架橋ポリエチレン管の初期水圧経時変化(試験圧力 1.75MPa)

参考までに先述の水圧試験方法で初期設定負荷圧力が 1.0MPa の場合の試験結果を図 5.11 に示す。 目安として 1 時間後の圧力が 0.7MPa 未満となった場合は漏水の可能性が特にある。その場合、各部材、各接続部に漏水、破損などがないか目視及び触感で確認すること。

試験条件 ・ 架橋ポリエチレン管 呼び径: 13 (外径 17.0mm、厚さ 2.1mm)

配管長: 30m

・ 試験圧力に昇圧するまでの時間: 約10秒

	試験 No.	線種	試験温度	加圧方法
	試験 No.①		5℃	初期設定負荷圧力
図 5.11	試験 No.②		20℃	1.0MPa
	試験 No.③		35℃	保持5分間

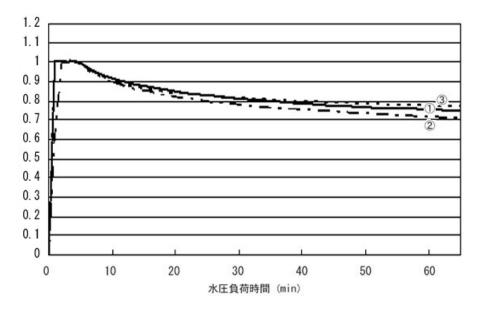


図 5.11 架橋ポリエチレン管の初期水圧経時変化(試験圧力 1.0MPa)

2 空気圧試験

水圧試験を推奨するが、寒冷地で水が使用できない場合は、次の空気圧実験を実施し、接合部の漏洩をチェックする。

- ① 試験は 0.1~0.3MPa の低圧で実施し、漏洩点検は、希釈石鹸水を筆など適宜の方法で接合部に塗布し、気 泡の発生の有無により確認する。メーカー推奨方法がある場合は、そちらを優先してください。
- ② 合否の判定 気泡の発生のないこと

(10) 配管上のその他の注意事項

- ① 金属継手、弁、機器類と接合する場合は、それらの重量が架橋ポリエチレン管に悪影響を与えないように配 慮しなければならない。
- ② 大量に灯油、ガソリンなどを扱うスタンド、車両工場、化学工場などで、高濃度汚染がある場所または予想される場所での敷設は、非汚染土による埋め戻しや影響を受けにくい経路(さや管工法)の検討が必要となる。

(11) 防火区画

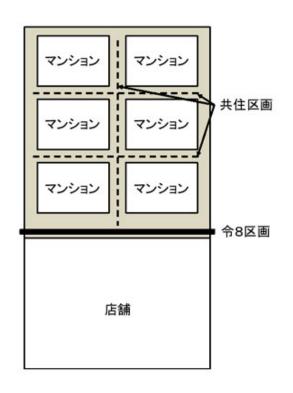
1 防火区画貫通の施工法

防火区画貫通の施工を行う際には建築基準法及び消防法に則って施工する必要がある。

建築基準法では、建築物の設置環境と構造自体に焦点をあて、火災に強い建築物の建設と、延焼拡大を防止 するための規制をしている。消防法では建築物で発生した火災の早期発見・消火と避難の方法に関する施設の設置とその運用についての規制を目的とし、両法規が車の両輪として機能することにより、火災の防止と被害の縮小を図っている。

消防法で規定する区画には「令8区画」と「共住区画」の2つがある。

名称	構造等
令8区画	消防法施行令第8条に規定する「開口部の無い耐火構造の床又は壁の区画」であり、1つ
(図の太線部分)	の建築物をこの区画で区分することによって別個の防火対象物とすることができる。用途
	の異なる複数の部分(図内ではマンションと店舗)が1つの建築物にある場合や、複雑な
	構造を持つ建築物を防火管理し易い部分に区切る場合などに規定される。
共住区画	共同住宅等の住戸等間の「開口部の無い耐火構造の床又は壁の区画」であり、個々の住戸
(図の破線部分)	等を1つの建築物とみなして、それらが集まって構成される共同住宅に適した消防用設備
	等の設置と維持管理を図るために規定される。別に規定する基準を満足することにより、
	消防用設備等の設置を変更緩和できる。



また、消防法の共住区画については、消防予第 53 号通知「令8区画及び共住区画の構造並びに当該区画 を貫通する配管等の取り扱いについて」と消防予 66 号通知「特定共同住宅等における必要とされる防火安 全性能を有する消防の用に供する設備等に関する省令等の公布について」で規定されており、消防予第 66 号通知では「特定共同住宅」という考え方が導入され、特定共同住宅に関する規定がなされている。

架橋ポリエチレン管で防火区画貫通をする場合の建築基準法および消防法で定められている防火区画貫通 部における処置方法を以下に記す。

o 建築基準法

- 1) 防火区画を貫通する部分が無い場合 特に規制は無い
- 2) 防火区画貫通部がある場合

建築基準法施工令 129 条 2 の 5 第 1 項第七号に従わなければならない。 主な内容は下記の通り。

・防火区画を貫通する管に通常の火災による火熱が加えられた場合に、防火区画などの 加熱側の反対側に火炎を出す原因となるき裂その他の損傷を生じないものとして、国土 交通大臣の認定を受けたものであること。

0 消防法

- 1) 防火区画を貫通する部分が無い場合 特に規制は無い
- 2) 防火区画貫通部がある場合

消防予第53号通知と消防予第66号通知に従わなければならない。

主な内容は下記の通り。

- ・「消防防災用設備等の性能評定について」に基づき評定を受けた製品、工法であること。
- ・「特定共同住宅等の住戸等の床又は壁並びに当該床又は壁を貫通する配管等及びそれらの貫通部が一体として有すべき耐火性能を定める件」(告示第4号)の性能に適合すること。(特定共同住宅の場合に限る)

以上のとおり、それぞれの法に則り認められた認定工法および評定工法について内容をよく理解し、正しく 設計・施工する必要がある。

2 防火区画貫通処理方法

架橋ポリエチレン管・さや管など、可燃性の配管が防火区画等を貫通する際には、国土交通大臣の認定を受け、一定の延焼防止性能(1 時間耐火)を持った貫通部措置が必要である。さらに消防法告示に定められた特定共同住宅に該当する建物(マンション等)の共住区画(住戸と住戸の間、共用部と住戸の間)等を貫通する際には、(一財)日本消防設備安全センターの評定を受けた貫通部措置が必要である。

国土交通大臣認定・(一財)日本消防設備安全センター評定ともに、現場施工での使用材料・構造(壁・床、およびそれらの材質や厚さ等)・対象配管(材質・サイズ等)が認定書・評定書に記載された内容と合致してはじめて認定工法・評定工法と言える。それぞれの工法の内容をよく理解し、正しく設計・施工する必要がある。

架橋ポリエチレン管・さや管防火区画・共住区画貫通部措置の国土交通大臣認定工法・(一財) 日本消防設備安全センター評定工法の例として、「フィブロック」、「耐火シート(メッシュ付)」、「タイカブラック・パテエース」などがあり、詳しくは別途認定書・評定書・製品カタログなどで確認する必要がある。

(共通注意事項)

- ・さや管のサイズに適した防火部材を使用する。
- ・適用配管以外は施工できません。
- ・防火部材には配管の支持機能はありません。
- ・配管の支持固定は貫通部の前後で、別途確実に行うこと。

(12) 凍結防止

架橋ポリエチレン配管は環境により配管内の水が凍結する。

配管内の水が凍結しても架橋ポリエチレン管に破損などが生じることは、殆どなく解凍後も通常に使用できる。これは凍結による水の体積膨張に追随して架橋ポリエチレン管が伸縮するからである。

ただし、状況によっては配管や器具に悪影響が生じるので凍結防止装置が必要となる場合がある。

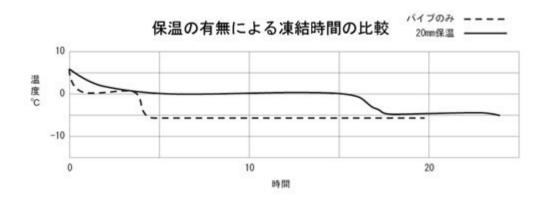
1.凍結防止方法

次に代表例を示すが、水道事業者の規定や指針がある場合にはそれを順守すること。

a 管内を 0℃以上に保つ

a. 保温材等を被覆する。

保温材を被覆することで配管内温度が0℃以下になるまでの時間を遅らせる。



b. 電熱線等を敷設する

敷設例



② 流水状態を保つ

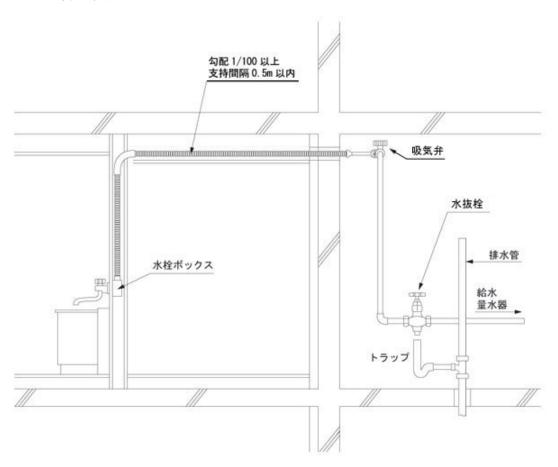
水栓等を開栓状態にして少量の水を流し、配管内を流動させておく。

③ 管内の水を抜く

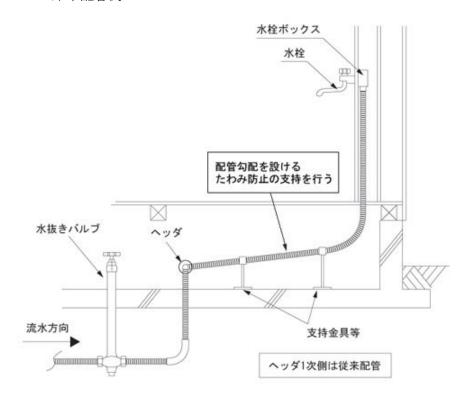
寒冷地対応の水栓および水抜きバルブ等の器具を使用し、さらに勾配を設けた配管とすることで、不使用時(夜間等)に配管内の水を排出し凍結を防ぐ。

配管例

天井配管例



床下配管例



2.解凍方法

① 温水による解凍

配管の凍結した部分に布等を巻き、温水をかけて解凍する。(部分的な凍結に対しての方法)

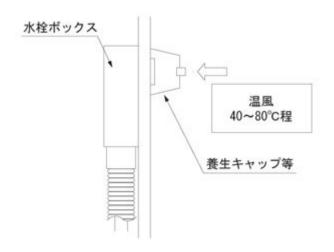
② 電気ヒーターによる解凍

凍結防止用に予め敷設したヒーターを作動させ配管全体を加熱して解凍する。

③ 温風による解凍

水栓ボックス等からさや管内に温風を送風することで解凍する。

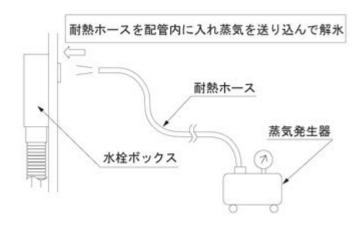
温風送風方式例



④ 蒸気による解凍

市販の小型蒸気発生器を使用し耐熱ホース等で配管内に蒸気を注入して解凍する。

蒸気方式例



機器の操作時に配管などを傷つけないように注意すること。

第6章 運搬・保管

- ① 架橋ポリエチレン管のトラック運搬の際には、荷台などの角に管が直接当たらないように緩衝材で保護する。又、輸送中の擦り傷の発生を防ぐ為、管が動かないように固定させる。
- ② 架橋ポリエチレン管は、投げ下ろしたり、引きずったりすると、管に傷がはいり、寿命低下の原因になるので、取り扱いに注意し乱暴な取り扱いは避けなければならない。
- ③ 保管は、必ず平坦な個所で行う。下に角材を敷く、但し、角には直接管が当たらないように緩衝材を敷き保護すること。また、製品を積み上げることは、部分的に扁平したり屈曲したりする場合があるので、なるべく避けなければならない。

尚、やみくもに積み上げる場合は下部を安定させ、高さ 1.5m 以下としなければならない。

④ 管・継手の保管は、室内の直射日光の当たらない場所にて行うこと。

第7章 用語

水撃圧

第7章 用語					
架橋	分子鎖の一部と他の分子鎖の一部を互いに化学結合させて、	結びつ	けて、	網目	構造にさせる
	こと。				
架橋ポリエチレン	ポリエチレン分子を特殊な架橋剤で分子間を橋かけ結合した立体網目構造のポリエチレン。				
全有機炭素(TOC)	配管、容器などから溶出する有機物を測定する指標で、この量が多いと溶出が多く好ましく				
	ない。				
環境応力き裂	環境条件の影響によって促進される応用き裂をいう。即ち、	プラス	チック	が暴	露される環境
(Environmental	条件下で短時間の機械的強度よりもはるかに小さい引張応え	カにより	、プラ	ラスチ	ックの外部、
Stress Cracking)	或いは内部に発生するき裂現象のこと。				
クリープ	パイプに内圧をかけたとき、円周方向に引張応力が作用する				
	と、短時間でパイプは割れなくても、徐々に塑性変形して減			-	
	リープ現象"といい、パイプ材料の分子量が大きいほどパー	イプクリ	ープに	は小さ	く、長期性能
	が向上する。				
ゲル分率	プラスチックを所定溶剤で抽出したとき、抽出されずに残		ハる部	分を	ゲル部分とい
	い、このゲル部分の重量と溶剤で抽出する前の重量との比る				
	エチレンを主体とした重合体であって、微量の滑剤、酸化防		どを加	「えた	もので密度の
ン 	高いもの。同様に密度の低いものを低密度ポリエチレンとい				
さや管	給水管・給湯管などのガイドとなる外装管をいう。参考的7	な形状・	寸法を	と以下	に示す。
		呼び径	D	d	
		16	21.0	15.5	
	さや管断面図	18	23.5	16.5	
		22	27.5	22.0	
		25	30.5	24.0	
		28	34.0	26.7	
		30	36.5	29.4	
		36		32.0	
		00	12.0	02.0	
	主に集合住宅や戸建住宅の量水機以降に用いられる配管シス				
法	外や給湯器の周辺に設置したヘッダーから各給水栓までの				
	し打ちコンクリート内或いは床や壁内などにあらかじめ敷まれた。				
	あり、かつ継ぎ目のない長尺の給水管や給湯管などを通管で 単独で接続する配管工法をいう。	さぜ、谷	福 水番	ン 具で	とにてれてれ
	中級 (丈 (中間	ヘッゟ	ブー方	式)またけ親
	子へッダー方式などと区分されることもある。	✓ (1H1))	73 -	
 残留塩素の減量	上水中に含まれる殺菌用の塩素を配管や容器材が消費して	 咸量すス	ことえ	シ測定	 する指標。 -
/A 田·皿/N */ /A 王	の量が多いと好ましくない。	N= / V	(- 1/11/	. \

弁などを急閉した時に生じる衝撃圧力。

水栓ボックス	給水栓の取り付け部に用いるもので、給水栓・給水管(給湯管)・さや管などの取り付けを 一体化する接続器具をいう。浴室ユニットのパネルや木間仕切壁などに取り付けることがで きる。			
水頭	水が圧力、速度または位置のかたちでもつエネルギーの大きさを、水柱の高さで表したもの。			
脆化温度	プラスチックの低温における力学的挙動を予知するための指標で、通常定められた低温衝撃 試験によって試験片が破壊する上限温度という。			
層流	管内の流速を低く保ったとき、流線は管軸に平行な規則正しい線をなす。流れに対する抵抗 は、流体の層間、流体と管壁の間で起こる摩擦による。このような流れを層流という。			
通管性能	あらかじめ敷設されたさや管に、給水管・給湯管などを挿入したり、引き抜いたりする時の 作業性をいう。さや管の長さ・口径・曲げ箇所数・曲げ半径などが要因となり、挿入・引き 抜き力や所用作業時間などで評価される。			
動水勾配	損失水頭とその距離との比。千分率(‰…パーミリ)で表す。			
熱応力	温度変化によって生じるはずの物体の自由な熱膨張や収縮が外部から拘束され、または物体 内部の物質相互間の牽制により拘束されて生ずる応力をいう。			
粘性	運動している流体で、速度勾配のあるとき、速度をならして一様にするような向きの接線能力が現れる。この性質を粘性という。			
ヘッダー	主管を一度に多数の配管に分岐するとき、または多数の配管を一度に合流させる場合に用いる太い管、または胴などをいう。配管ヘッダー、管寄せ及び配管分配器ともいう。			
摩擦損失水頭	流体と流体、あるいは流体と固体壁面との間の摩擦による物体のエネルギー損失を、その流体の高さの単位で表したもの。			
湯待ち時間	給湯栓を開放してから湯が出てくるまでの時間をいう。配管の方法や長さにより、温度低下した水がはじめに流出するので、これを少なくすることや、節水と給湯性能の向上のために必要となり、その評価尺度として湯待ち時間が用いられる。			
乱流	管内の流速を増やしていくと、流線は流速がある値を超えた時に急に乱れ始める。このよう な流れを乱流という。			
レイノルズ数	管内に流体が流れる場合管の内径を \mathbf{d} 、速度を \mathbf{v} 、密度を ρ 、粘性係数を η 、動粘性係数を $\nu=\eta/\rho$ とするとき $\mathrm{Re}=\mathbf{v}\cdot\mathbf{d}/\nu$ で表される無次元の数。流れの状態を表す数。			