

4. ポリブテン管の特性

4-1. 基本物性

ポリブテン管の基本物性を表4-1に示します。また表4-2に、現在使用されている他の管材の物性も併せて示します。

表4-1 ポリブテン管の物性測定値

性 質	単 位	試 験 方 法	物 性 値	
物 理 的 性 質	密度	g/cm ³	ISO 1133	0.921
	デュロメータ硬度	HDD	ASTM D2240	66
	吸水率	mg/cm ³	ISO 62	0.01以下
機 械 的 性 質	引張降伏強さ	MPa	JIS K 6778	18.0
	引張破断強さ	MPa		37
	引張破壊伸び	%		255
	引張弾性率	MPa		279~316
熱 的 性 質	線膨張率	1/°C	ASTM D626	1.3×10 ⁻⁴
	比熱	J/gK	三井化学法	1.9
	熱伝導率	W/mK	ホットディスク法	0.2
	融点	°C	DSC法	128

※上記の数値は測定値であり、性能を保証するものではありません。

表4-2 ポリブテン管と他の管材との物性比較

項目	管種 単位	ポリブテン管	銅 管	ステンレス 鋼 管	銅 管 (軟質)	HIVP	HTVP
		密度	g/cm ³	0.921	7.9	7.9	8.94
引張強さ	MPa	18	400	650	235	50	54
伸び率	%	280	55	57	45	120	60
線膨張率	1/°C	1.3×10 ⁻⁴	1.2×10 ⁻⁵	1.7×10 ⁻⁵	1.7×10 ⁻⁵	7×10 ⁻⁵	7×10 ⁻⁵
熱伝導率	W/mK	0.2	45	16	330	0.14	0.11

※ポリブテン管以外のデータは、社団法人日本銅センター「DATA NOTE」によります。

4-2. 一般的物性

(1) 温度と引張強さの関係

ポリブテンの温度に対する強度を図4-1、4-2に示します。

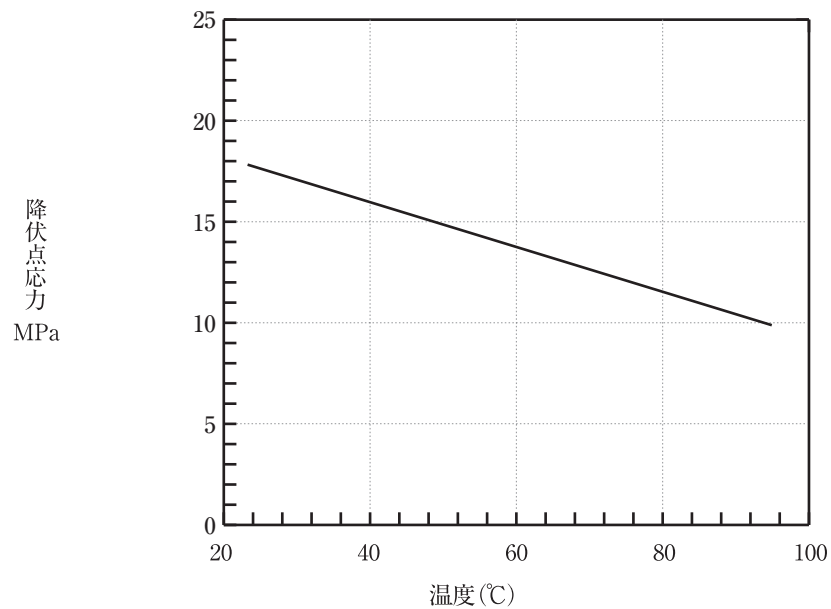


図4-1 温度による引張降伏強さの変化

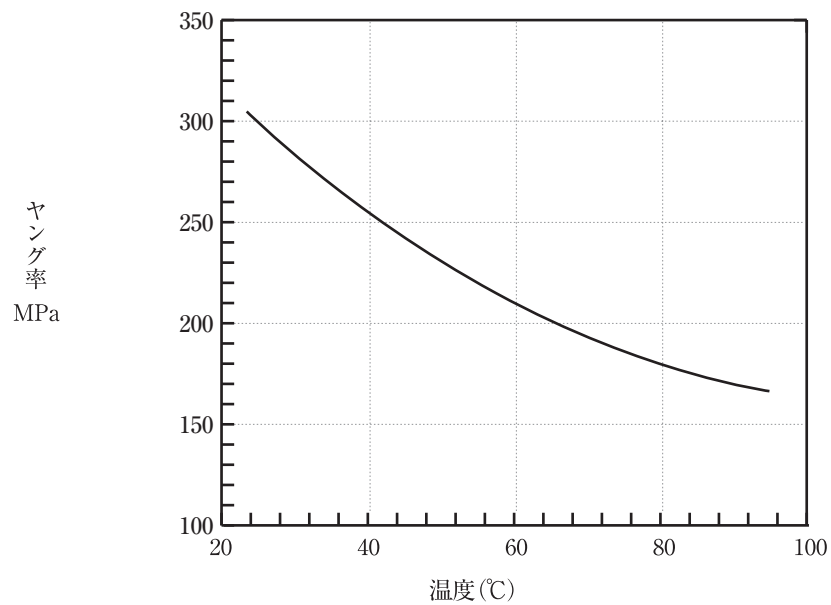


図4-2 温度による引張弾性率の変化

(2) クリープ特性と使用圧力

① クリープ特性

プラスチックパイプの長時間強度を推定する為には、通常内圧クリープ試験が用いられます。

図4-3にポリブテン管の各温度に於ける内圧クリープ曲線を示します。

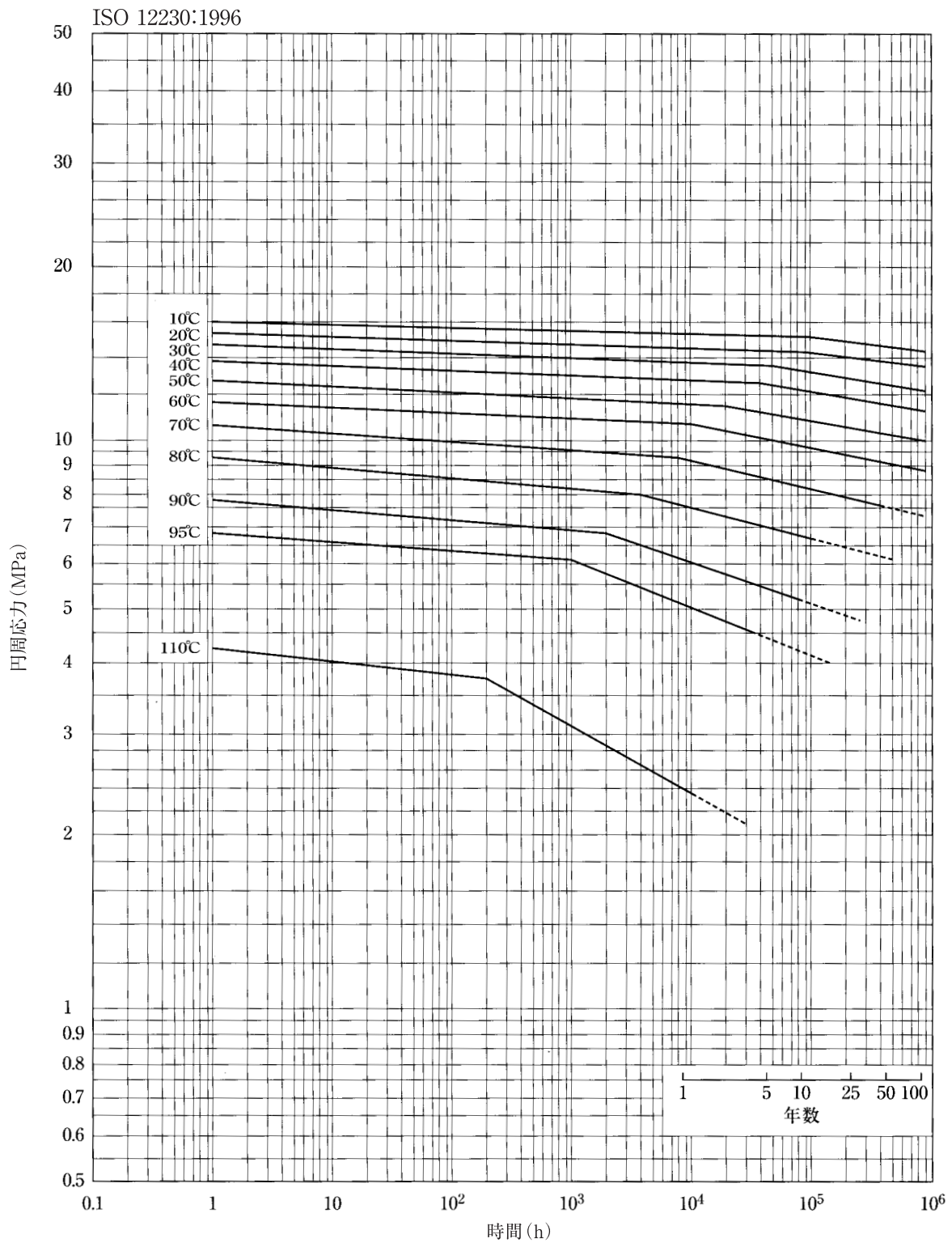


図4-3 ポリブテン管のクリープ曲線

②使用圧力

図4-3に示すクリープ曲線の 3×10^5 時間（約34年）のクリープ曲線の外挿値を安全係数（2）で割って設計応力を求めます。この設計応力を用いて、ポリブテン管の最高使用圧力を次式により算出します。

$$P = \frac{2\sigma t}{D-t}$$

ここに、P：使用圧力（MPa）

σ ：設計応力（MPa）

D：管の外径（基本寸法）（mm）

t：管の厚さ（最小寸法）（mm）

表4-3にポリブテン管の各使用温度に対する使用圧力を示します。

表4-3 管の使用温度及び使用圧力（JIS K 6778）

使用温度 ℃	5～30	31～40	41～50	51～60	61～70	71～80	81～90
使用圧力 MPa	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4

(3) 熱的特性

①熱伝導率

ポリブテン管は表4-4に示すとおり、銅管に比べて熱伝導率が非常に小さく、熱損失が少ないという特長をもっています。

従って、金属管に比べて非常に効率の良い温水輸送が行なえます。

ただし、長距離配管や熱損失を極力避けたい配管では、保温材を使用します。

表4-4 各種管材の熱伝導率

管 材	熱伝導率 W/mK	ポリブテン管を 1としたときの比
ポリブテン管	0.2	1
ステンレス鋼管	16	80
銅 管	45	225
銅 管	330	1650

②熱伸縮性

(1) 熱伸縮量

温度変化によるポリブテン管の伸縮量は次式で求められます。

$$\Delta l = a \cdot l \cdot \Delta t$$

ここに Δl : 伸縮量 m
 a : 線膨張率 (1.3×10^{-4}) $1/^\circ\text{C}$
 l : 配管長さ m
 Δt : 温度差 $^\circ\text{C}$

ポリブテン管の線膨張率は、金属管に比べて大きいので、配管や流体自重の他に熱伸縮によるたわみが管路設計上支障のないように固定支持を行ってください。

(2) 熱伸縮力

ポリブテン管を直線配管し、軸方向の移動を阻止して温度変化を与えると管体に熱伸縮力が働きます。この熱伸縮力は次式で求められます。

$$F = a \cdot E \cdot \Delta t \cdot A$$

ここに F : 熱伸縮力 N
 E : 引張弾性率 (4.8×10^2) N/mm^2
 A : 管の断面積 mm^2

ポリブテン管の熱伸縮力は、金属管に比べて極めて小さく、容易に管の移動を拘束できるため、管のたわみが管路上支障がある場合を除いて、伸縮対策は不要です。

表4-5 各種管材の線膨張率及び引張弾性率

管 材	線膨張率 $1/^\circ\text{C}$	引張弾性率 N/mm^2
ポリブテン管	1.3×10^{-4}	4.8×10^2
ステンレス鋼管	1.7×10^{-5}	2.7×10^5
銅 管	1.2×10^{-5}	2.1×10^5
銅 管	1.7×10^{-5}	1.1×10^5

(4) 耐凍結性

図4-4は、ポリブテン管の凍結解水の繰返し試験を行なった結果を示したものです。

試験は、供試短管に水を満たし、 $-20^{\circ}\text{C} \cdot 16\text{hr} \Leftrightarrow 23^{\circ}\text{C} \cdot 8\text{hr}$ のサイクルで凍結解水を繰返し行なった際のパイプ径膨張率の変化を示します。

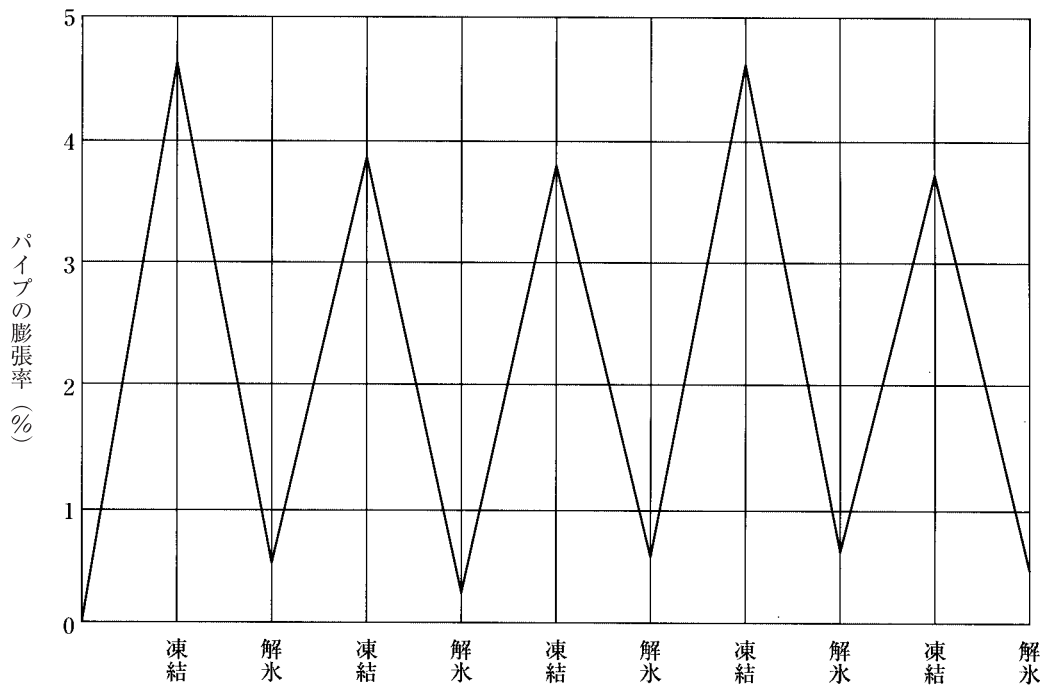


図4-4 凍結解氷繰返し試験結果

試験結果では、ポリブテン管に割れなどの異常がありませんでした。

これは、ポリブテン管が凍結による水の体積膨張を十分に吸収できる柔軟性をもっていることを示します。

しかし、この試験は短管を使用したものであり、必ずしもこの結果を実配管にそのまま適用することは出来ません。

例えば、長い配管経路全体が凍結する時に管路全体が一様に凍結すれば問題はありませんが、凍結による水の体積増加が管の一部に集中した場合には、管が破損するおそれがあります。

従って、ポリブテン管の場合も、凍結のおそれがある配管においては、不凍液の使用や水抜き、あるいは保温などの凍結防止策を施す必要があります。