

ポリアセタールコポリマー

*Dupital*TM

物性編



GLOBAL POLYACETAL

ユピタルの物性

1. 機械的性質

- 1.1 引張強さ
- 1.2 曲げ強さ
- 1.3 圧縮強さ
- 1.4 せん断強さ
- 1.5 衝撃強さ
- 1.6 荷重下における長時間挙動
 - 1.6.1 耐疲労特性
 - 1.6.2 クリーブ特性
 - 1.6.3 応力緩和

2. 熱的性質

- 2.1 融点
- 2.2 熱伝導率及び比熱
- 2.3 熱膨張率
- 2.4 荷重たわみ温度
- 2.5 熱処理における特性変化

3. 化学的性質

- 3.1 吸水性及び耐水性
- 3.2 耐薬品性

4. 摩擦摩耗特性

- 4.1 スラスト摩擦摩耗

備考. ユピタルの物性一覧



1.1 引張強さ

ユピタールを歪速度5mm/minで引張った場合の応力-歪曲線、弾性率-歪曲線を図1.1-1, 1.1-2に示す。温度依存性を図1.1-3、速度依存性を図1.1-4, 1.1-5に示す。ユピタールの引張特性は次に示す通りである。(ASTM-D638)

引張応力	625kg/cm ²
伸び率	60%
引張弾性率	28900kg/cm ²

なお、変形を考慮した設計に有効なデータとして、割線弾性率比があり、図のように応力-歪曲線で、原点における接線の勾配 E_0 (初期弾性率)、原点から各曲線に引いた線の勾配 E_s (割線弾性率)から、割線弾性率比= E_s/E_0 として表される。

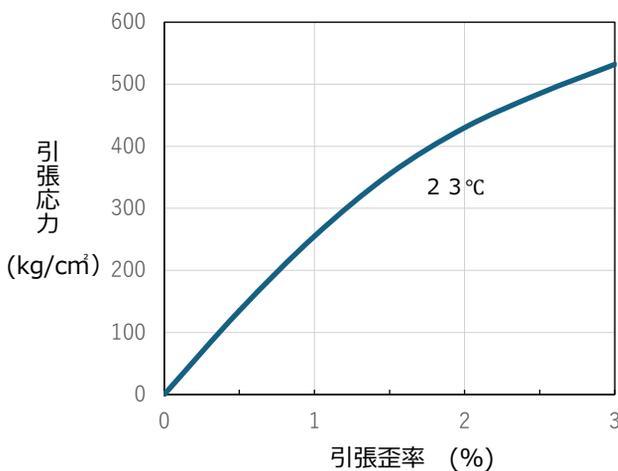
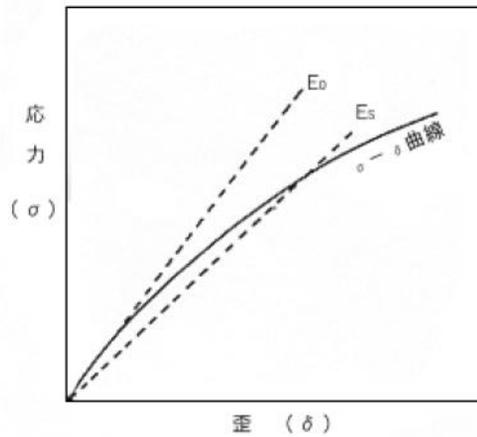


図1.1-1 引張応力と歪率の関係

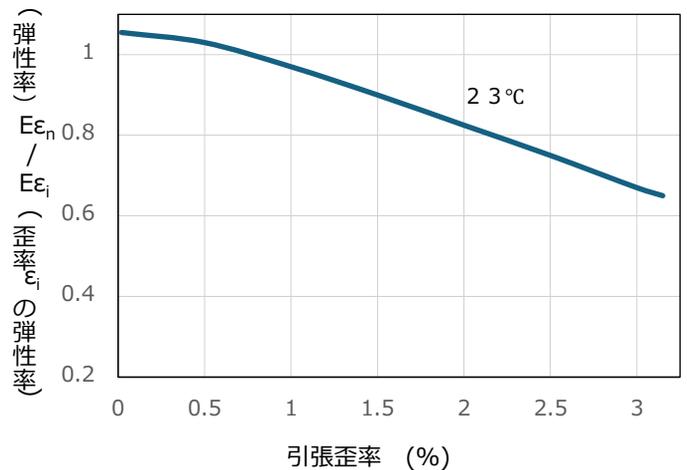


図1.1-2 割線弾性率比と歪率の関係

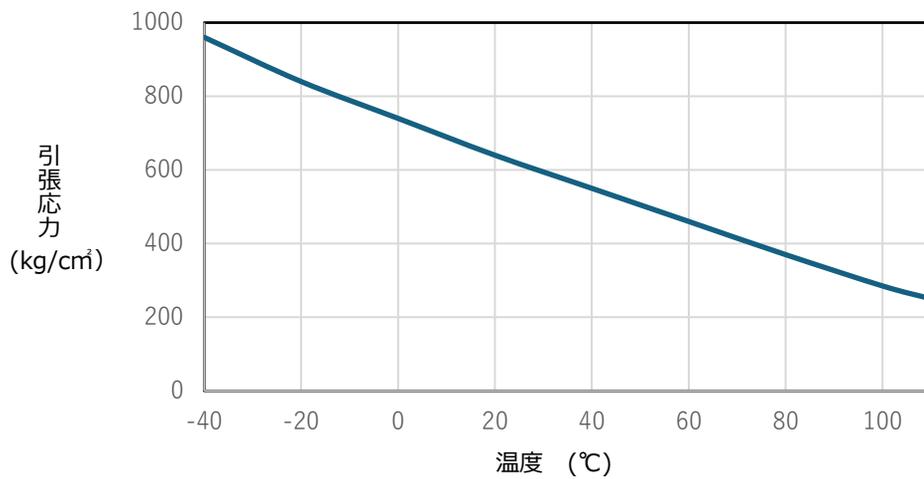


図1.1-3 引張強さの温度依存性

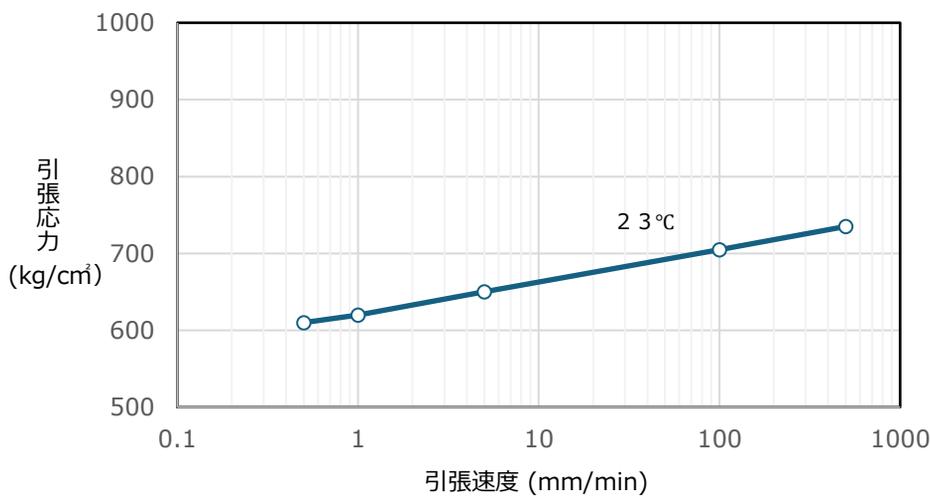


図1.1-4 引張強さの速度依存性

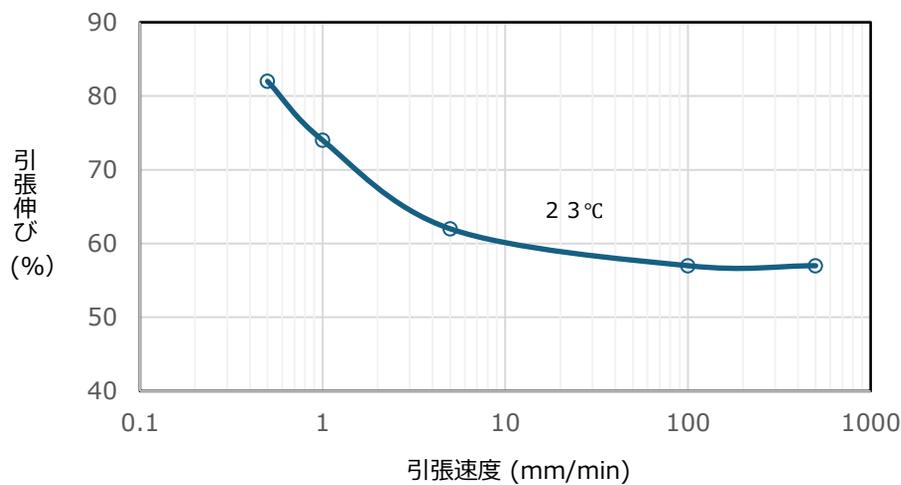


図1.1-5 引張伸びの速度依存性

1.2 曲げ強さ

ユピタールをたわみ速度10mm/minで曲げた場合の応力-歪曲線、弾性率-歪曲線を図1.2-1, 1.2-2に示す。温度依存性を図1.2-3に示す。

ユピタールの曲げ特性は次の通りである。(ASTM D790)

曲げ応力 915kg/cm²
曲げ弾性率 26500kg/cm²

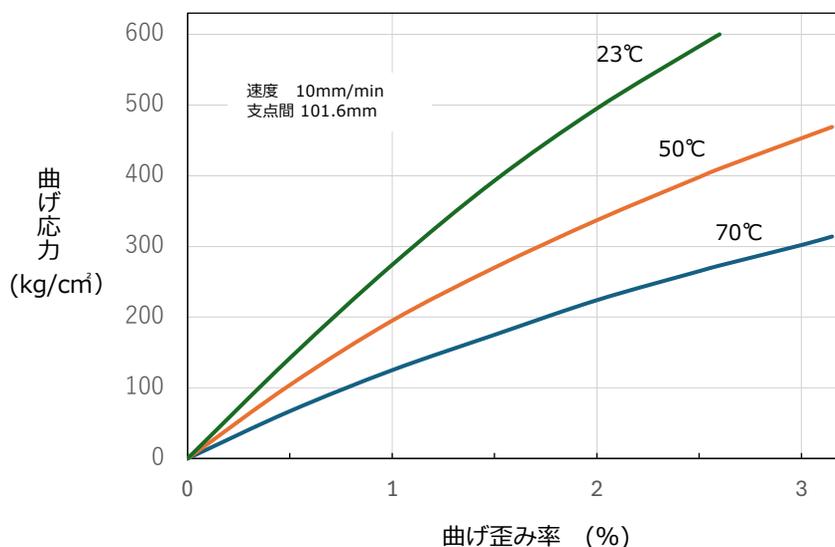


図1.2-1 曲げ応力-歪み曲線

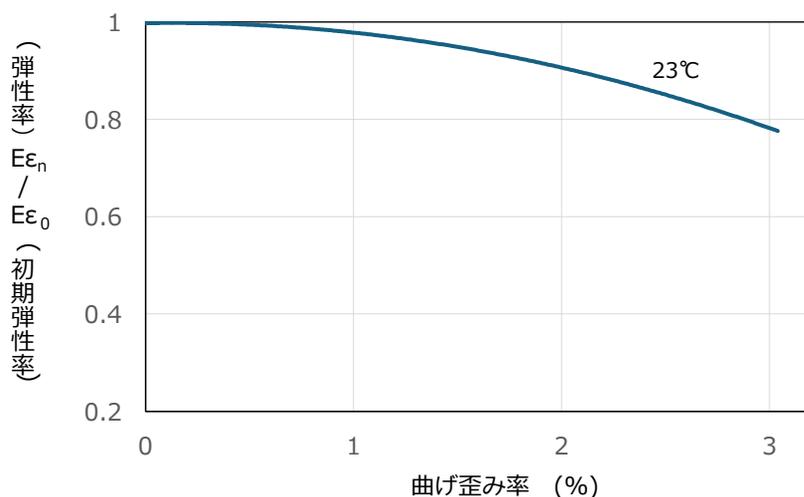


図1.2-2 割線弾性率比と歪み率の関係

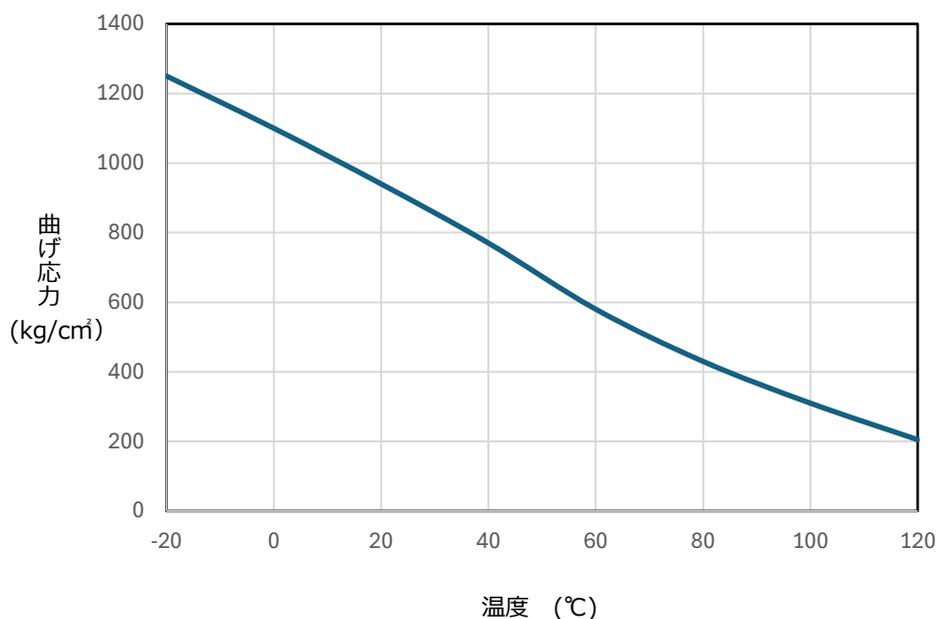


図1.2-3 曲げ応力の温度依存性

1.3 圧縮強さ

圧縮応力-歪曲線を図1.3-1に示す。
ユピタルの圧縮強さは次のとおりである。(ASTM D-695)

圧縮強さ	1%歪	310kg.cm2
	10%歪	1050kg/cm ²

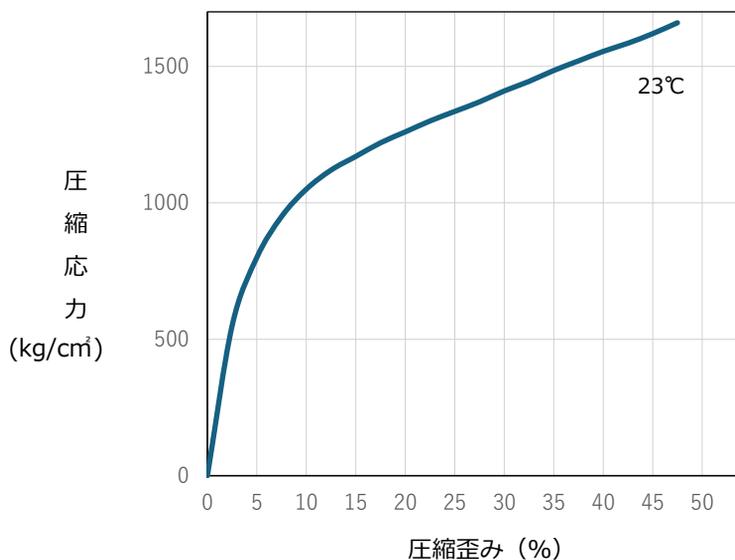


図1.3-1 圧縮応力-歪み曲線

1.4 せん断強さ

せん断応力、せん断荷重-変形量曲線を図1.4-1に示す。
 ユピタルのせん断強さは次の通りである。(ASTM D732-78)

せん断強さ 560kg/cm²

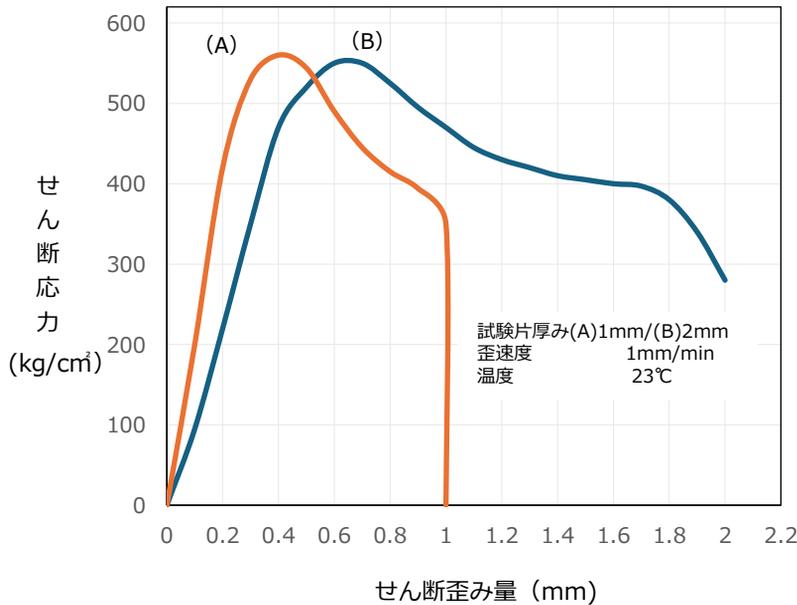


図1.4-1 せん断応力とせん断歪みの関係

1.5 衝撃強さ

各種コーナー形状による衝撃強さと衝撃疲労性を図1.5-1, 1.5-2に示す
 ユピタルの衝撃強さは次の通りである。

ノッチ付アイゾット法	[厚み 3.2mm]	ASTM D-256	6.5kg・cm/cm
ノッチ無アイゾット法	[厚み 3.2mm]	"	>110kg・cm/cm
引張衝撃法	[厚み 3.2mm]	ASTM D-1822	150kg・cm/cm ²
	[厚み 1.6mm]	"	120kg・cm/cm ²
落球法	[厚み 3.2mm]		25kg・cm
球先端 5R	受台 85mmφ		

ノッチ付アイゾットの温度依存性、厚み依存性は小さい。

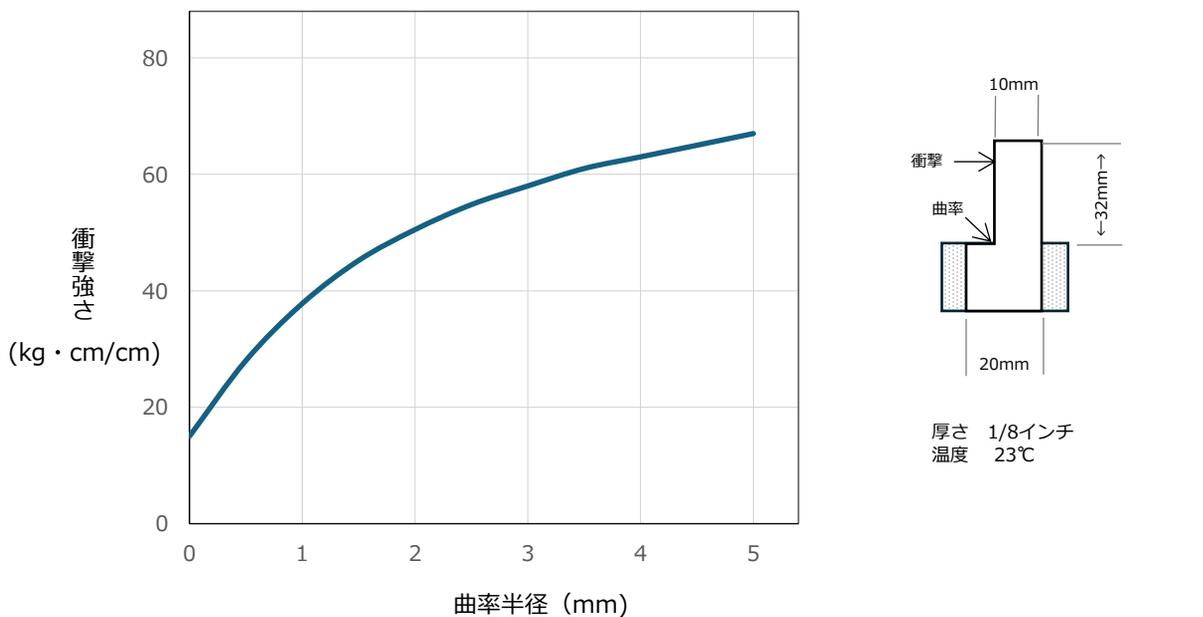


図1.5-1 衝撃強さと曲率の関係

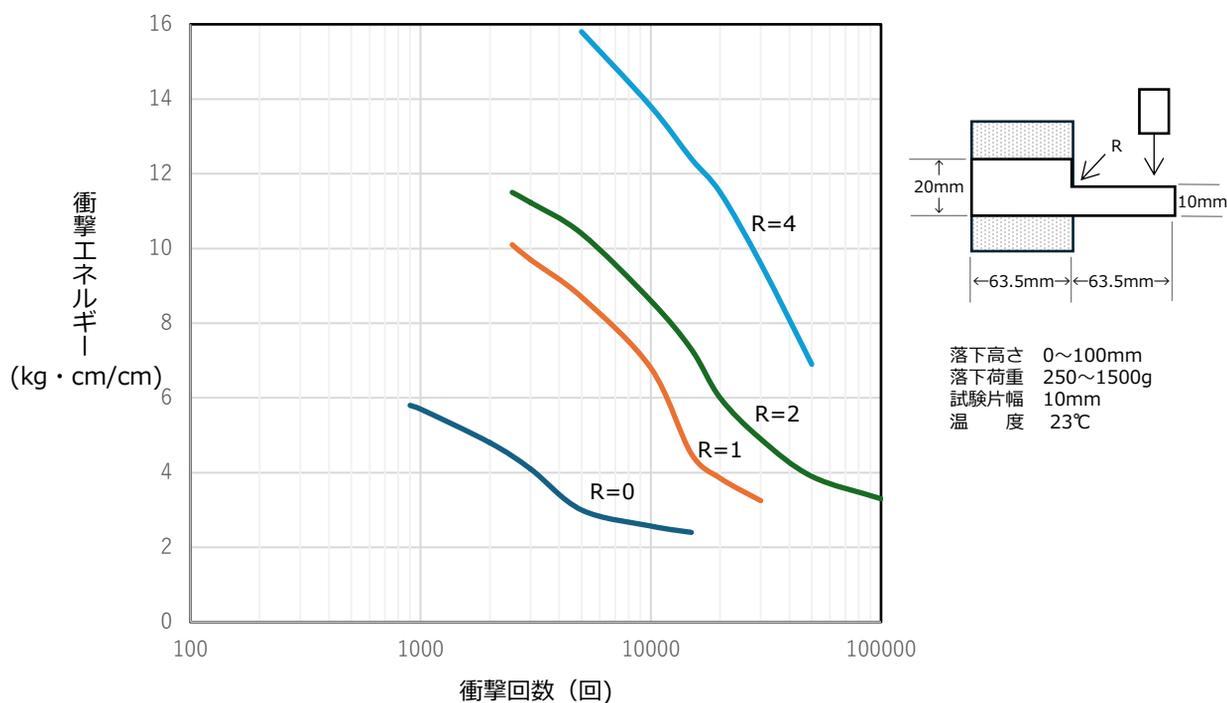


図1.5-2 繰り返し衝撃疲労性

1.6 荷重下における長時間挙動

1.6-1 耐疲労特性

ユピタルの引張圧縮疲労、曲げ疲労の結果を図1.6.1-1, 1.6.1-2に示す。

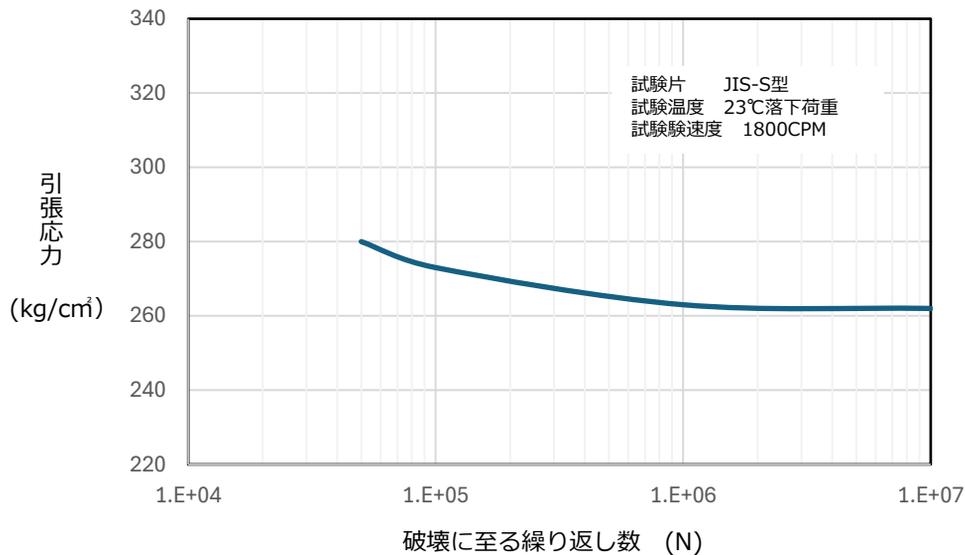


図1.6.1-1 引張疲労強さと繰返し数の関係

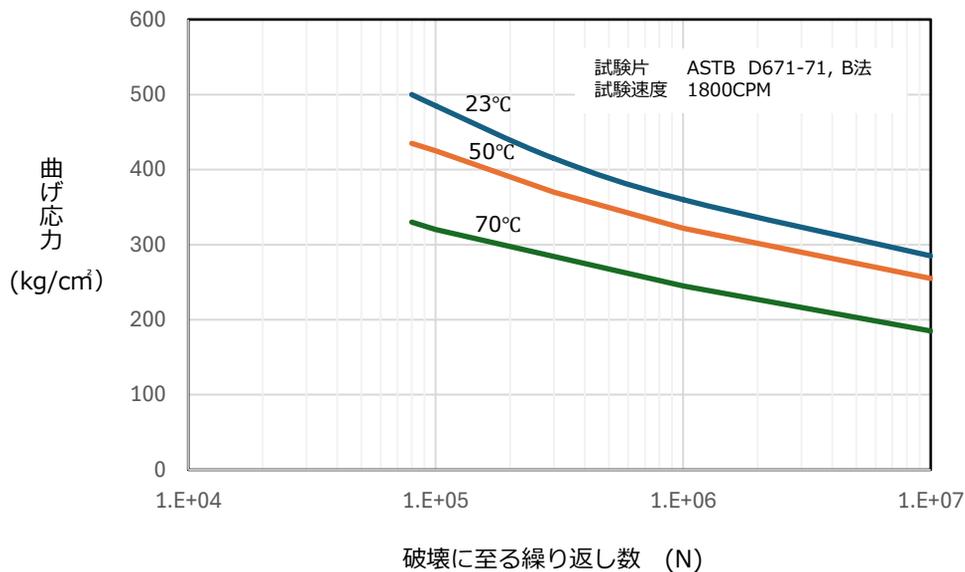


図1.6.1-2 曲げ疲労強さと繰返し数の関係

1.6-2 クリープ特性

一定の応力を加えた状態で、長時間放置すると、変形は次第に増大して行く。これがクリープ現象と呼ばれる。ユピタルのクリープ変化を図1.6.2-1, 1.6.2-2に示す。

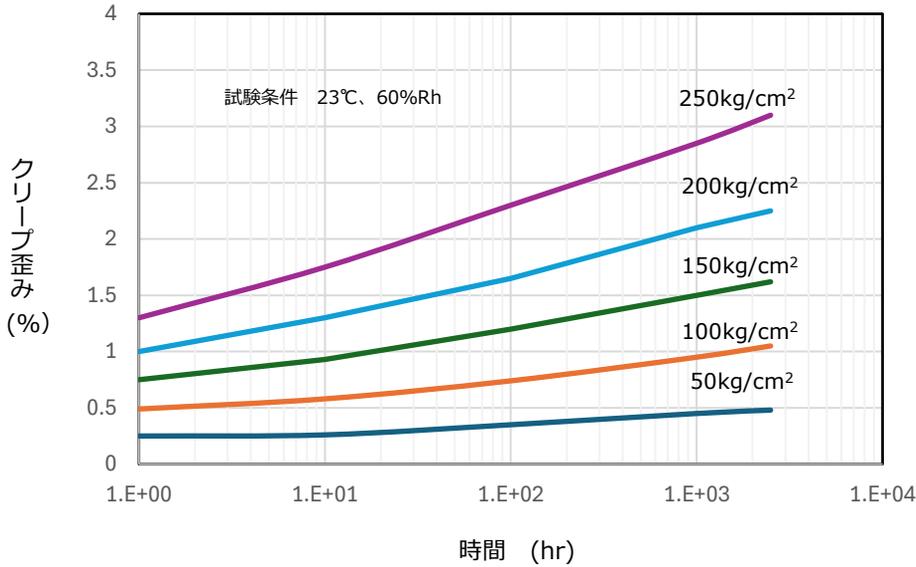


図1.6.2-1 引張クリープ変化

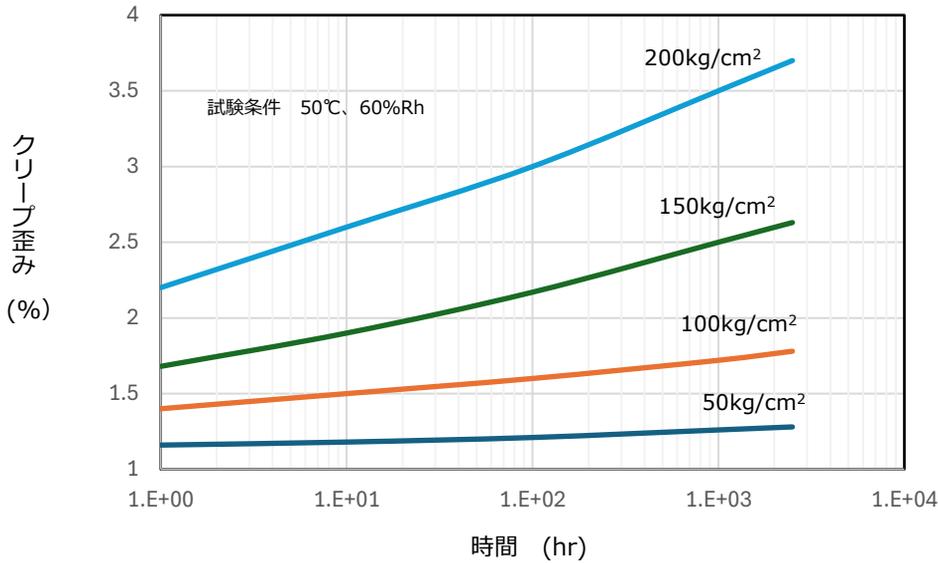


図1.6.2-2 引張クリープ変化

1.6-3 応力緩和

一定の歪（変形量）を与えた状態で長時間放置すると、この歪を保持するための応力は、徐々に減少する。これが応力緩和現象と呼ばれる。
ユピタルの応力緩和を図1.6.3-1に示す。

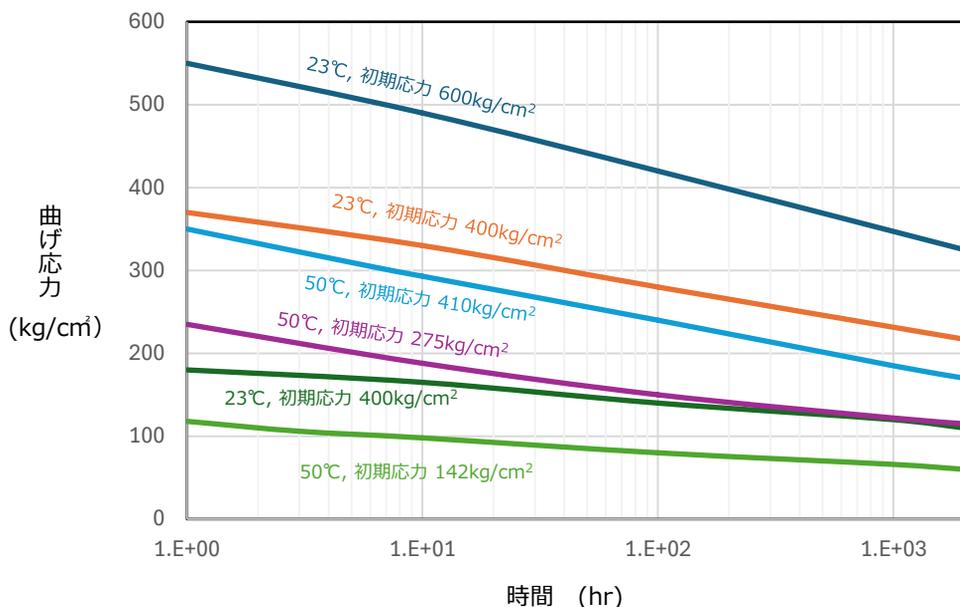


図1.6.3-1 曲げ応力緩和

2.1 融点

ポリアセタールコポリマーであるユピタールのDSC分析による融点は166～170℃である。

2.2 熱伝導率及び比熱

ユピタールの熱電導率は $2 \times 10^{-4} \text{cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$
ユピタールの比熱は $0.35 \text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ である。

2.3 熱膨張率

ユピタールの線膨張率は温度によって変化する。寸法増加率及び線膨張率の温度依存性を図2.3-1,2.3-2に示す。

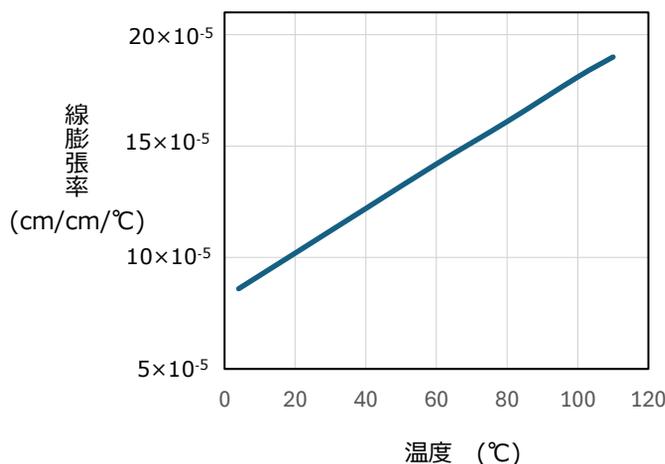
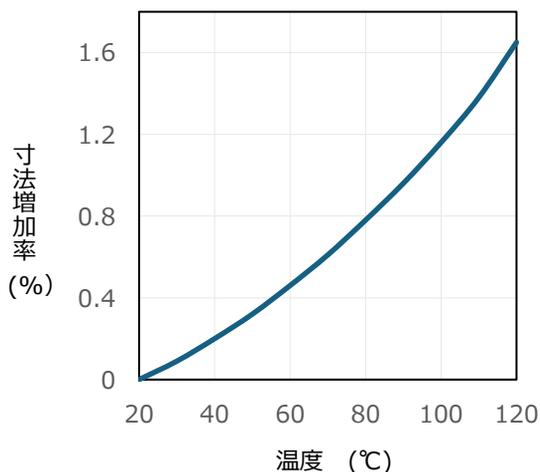


図2.3-1 ユピタールの温度変化による寸法増加率 (20℃基準)

図2.3-2 ユピタールの線膨張率の温度依存性

ユピタールの線膨張率は次の通りである。

線膨張率 -25～25℃ $8 \sim 9 \times 10^{-5} \text{cm/cm/}^\circ\text{C}$
20℃～80℃ $10 \sim 16 \times 10^{-5} \text{cm/cm/}^\circ\text{C}$

2.4 荷重たわみ温度

ユピタールの荷重たわみ温度は次の通りである。

応力 18.6kg/cm^2 110℃ (ASTM-D648)
応力 4.6kg/cm^2 158℃ (")

2.5 熱処理における特性変化

成形品は形状の複雑さ、肉厚の不均一、インサートの存在等によって金型内での熔融樹脂の流れ、冷却固化速度の違いが生じ、それによって内部残留歪が発生し、変形等を生じることがある。結晶性樹脂は、一般に非結晶性樹脂に比較して応力緩和しやすく、残留歪も比較的小さく、ストレスクラックを起こしにくい。

成形品の残留歪を除去する方法として、アニーリング（焼きなまし）が行われる場合があるが、ユピタルの場合のアニーリング温度は、140～150℃が一般的である。しかし、ユピタル成形品は、さまざまな実用温度で熱エージングを受けると、結晶化の進行により物性変化、寸法変化をひきおこす。強度的には引張強さ、曲げ強さ等は増大するが、弾性率、伸び及び衝撃性は低下し、寸法収縮が起る。従って製品設計に際しては、これらの変化を十分に考慮する必要がある。

2.5-1 熱処理における強度変化

熱処理による強度変化は温度、時間、成形条件等によって異なる。初期弾性率は熱処理によって低下する傾向がみられる。強度変化を図2.5.1-1, 2.5.1-2に示す。

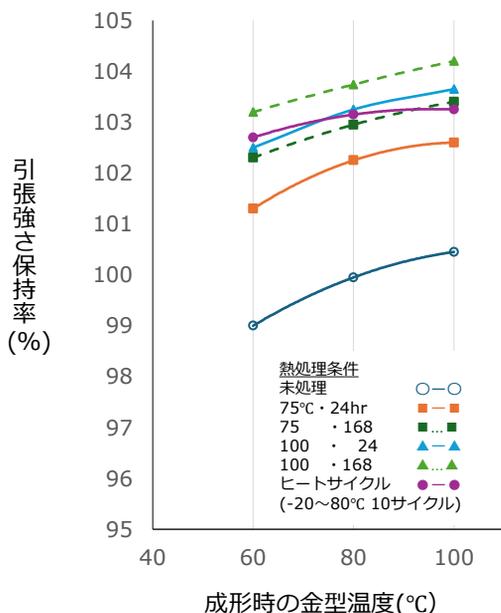


図2.5.1-1 熱処理条件と引張強さ変化

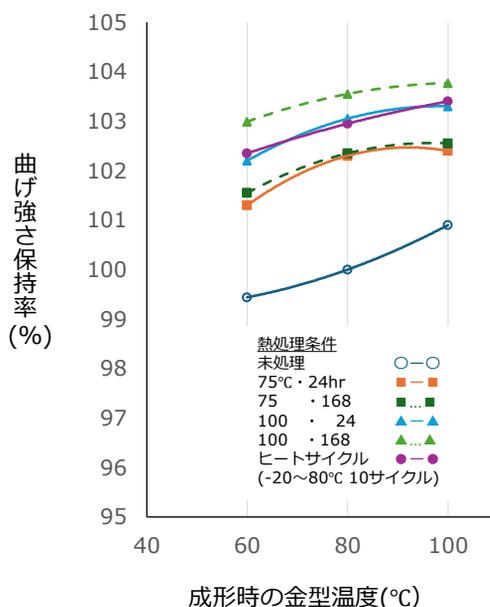


図2.5.1-2 熱処理条件と曲げ強さ変化

2.5-2 熱処理による寸法変化

結晶性樹脂は熱処理によって結晶化が促進され、寸法変化をひきおこす。寸法変化に大きく影響する要因としては、熱処理条件（温度、時間）の他に、成形条件（肉厚、金型温度）が挙げられる。これらの関係を図2.5.2-1及び2.5.2-2に示す。

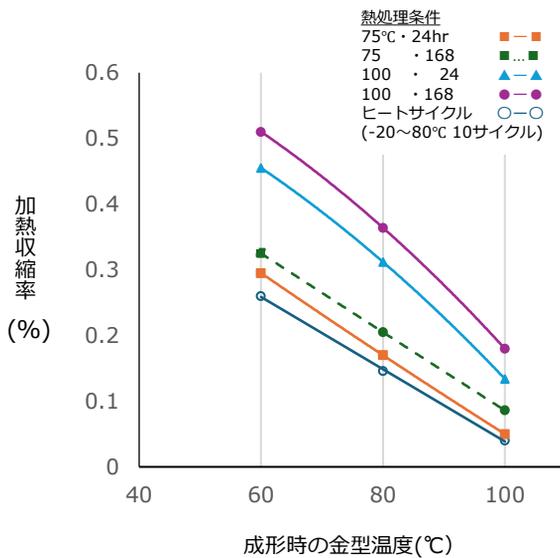


図2.5.2-1 熱処理条件と引張強さ変化

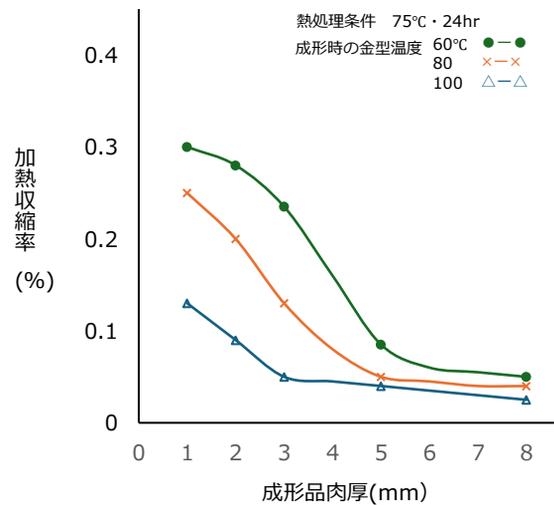


図2.5.2-2 成形品肉厚と加熱処理による寸法変化

3.1 吸水性及び耐水性

ユピタルの吸水による重量変化、平衡吸水率、吸水による寸法変化を図3.1-1, 3.1-2, 3.1-3に示す。高温水中に放置したときの引張衝撃強さの変化を図3.1-4に、引張強さの変化を図3.1-5に示す。

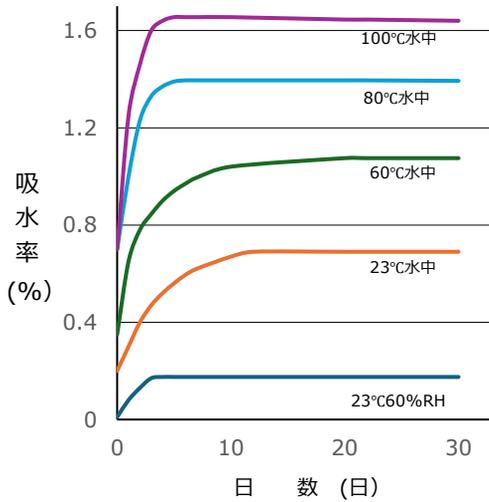


図3.1-1 吸水率

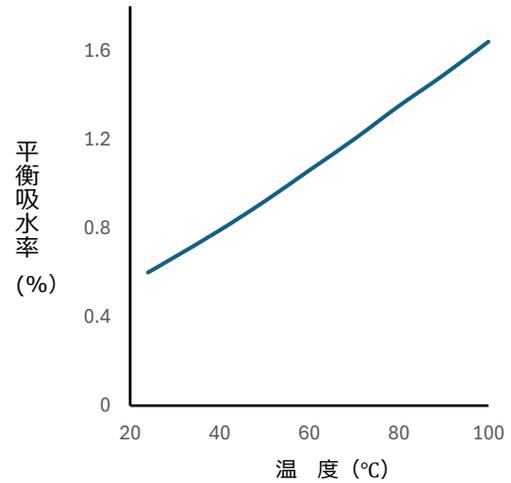


図3.1-2 平衡吸水率の温度依存性

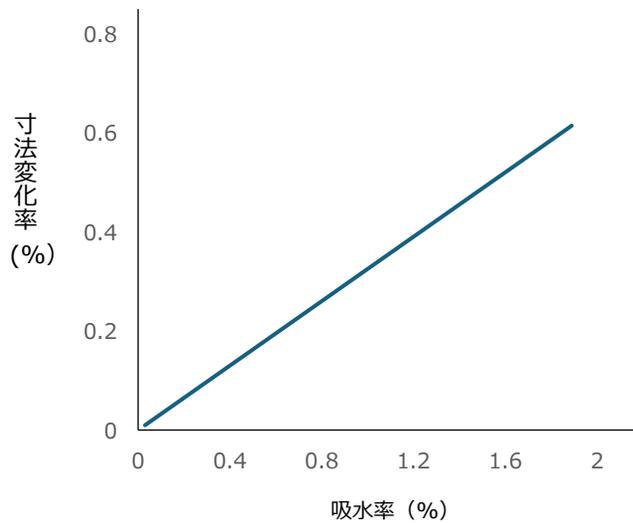


図3.1-3 吸水による寸法変化

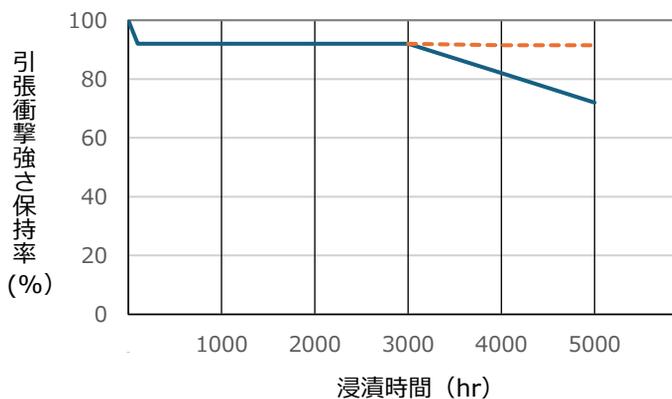


図3.1-4 熱水浸漬と引張衝撃強さの変化

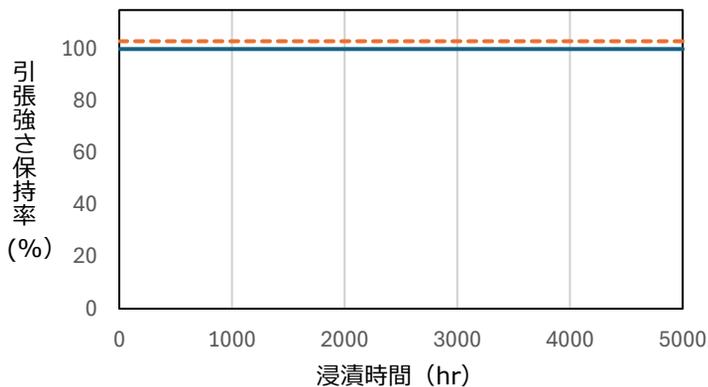


図3.1-5 熱水浸漬と引張強さの変化

3-2 耐薬品性

ユピタルの耐薬品性はすぐれており、多くの有機・無機薬品、石油系成分等に対する抵抗性を有する。表3はユピタルを常温及び70℃において、各種薬品に浸漬した後の物性変化を示す。無機の強酸類、有機酸類には侵されたり、分解劣化するものもある。

プラスチックには、一般に応力亀裂又は溶媒腐蝕現象の起こることが知られている。ユピタルは応力亀裂の起こりにくい材料であるが、応力集中箇所、ウェルド部等には亀裂が起こる場合もある。ユピタルの応力下に敏感な薬品に塩酸等がある。

区分	薬品名	浸漬条件		変化率		
		濃度(%)	温度(℃)	引張強さ	寸法	重量
有機薬品	n-ヘプタン	100	23	±0	-0.01	+0.15
	エチルアルコール	99.5	23	-4.0	+0.13	+0.60
	アセトン	98	23	-4.2	+0.61	+1.50
	四塩化炭素	96	23	-0.6	+0.05	+0.43
	酢酸	5	70	-4.5	-0.51	-1.29
ガソリン・グリース・潤滑油	三菱ハイオクガソリン	100	23	-0.8	+0.06	+0.26
	ダイヤモンドモーターオイル	100	70	+4.4	-0.13	+0.07
	トランスミッションオイル	100	70	+3.7	-0.12	+0.12
	高圧絶縁油	100	70	+0.2	+0.07	-0.90
	ダイヤモンドシャーシーグリース	100	70	+3.9	-0.10	+0.18
	カップグリース3号	100	70	+3.2	-0.06	+0.23
	潤滑油 ダフニー #115	100	70	+4.7	-0.16	+0.08
	“ スワループ RO-700	100	70	-2.8	+0.02	-0.33
	“ タービン油 #140	100	70	+4.2	-0.14	+0.09
洗剤	ママレモン (花王)	100	70	+2.6	-0.32	-0.33
	マイベットの (花王)	100	70	+1.0	-0.25	-0.16
	トニックシャンプー (サンスター)	100	70	+0.5	-0.08	+0.20
無機薬品	塩化ナトリウム	10	70	+3.1	-0.26	-0.15
	水酸化ナトリウム	10	70	+4.2	-0.29	-0.27
	硫酸	3	23	+0.8	-0.03	+0.13
	塩酸	10	23	×	×	×
	過酸化水素	3	23	-0.8	±0	+0.25
	蒸留水		23	+0.8	-0.02	+0.13

測定試料形状：引張り強さ測定用試験片、1/8インチ厚
 浸漬時間：90時間

4-1 スラスト摩擦摩耗

接触面積 2cm^2 の円筒形試験片及び平板状試験片のスラスト摩擦による摩擦係数、限界PV値、比摩耗量を表4.1-1, 4.1-2, 4.1-3, 図4.1-1, 4.1-2, 4.1-3, 4.1-4に示す。

表4.1-1 静摩擦係数

摩擦材料		静摩擦係数(μ)
固定側	可動側	
ユピタル	銅	0.12~0.16
ユピタル	真鍮	0.13~0.18
銅	ユピタル	0.12~0.18
ユピタル	ユピタル	0.20~0.28

注) 面圧力 $11.1\text{kg}/\text{cm}^2$, 回転数 1rpm
 $\mu = \text{トルク}/(\text{荷重} \times \text{平均半径})$

表4.1-2 静摩擦係数と面圧力

摩擦材料		面圧力 (kg/cm^2)	静摩擦係数 (μ)
固定側	可動側		
ユピタル	銅	5.1	0.17~0.19
		9.8	0.13~0.18
		15.1	0.13~0.16
		25.3	0.10~0.16

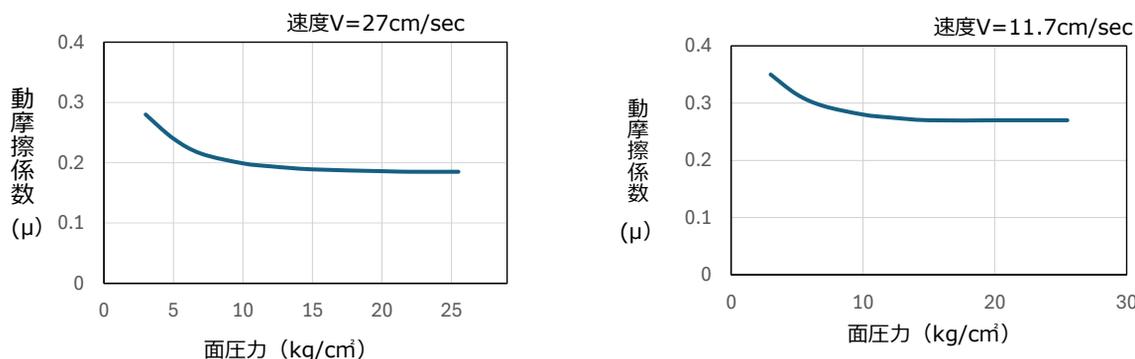


図4.1-1 動摩擦係数と面圧力の関係 (対銅) 荷重下3時間摩擦後の定常摩擦係数

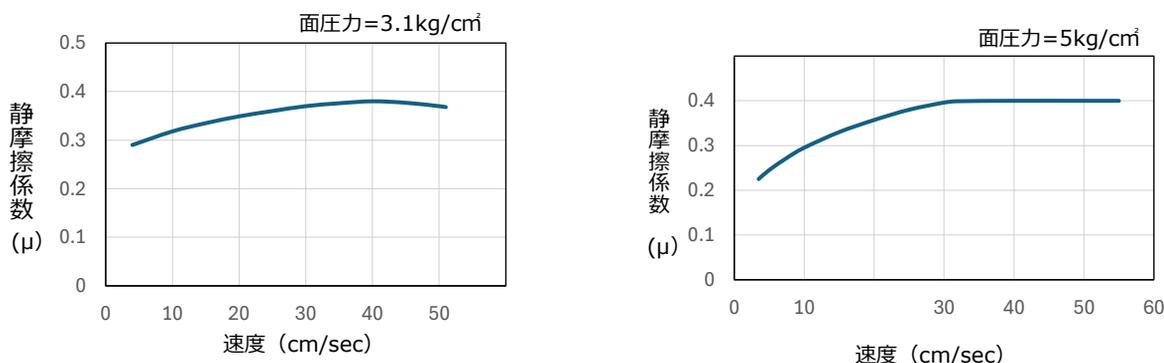


図4.1-2 動摩擦係数と速度の関係 (対銅)

4. 摩擦摩耗特性

対鋼

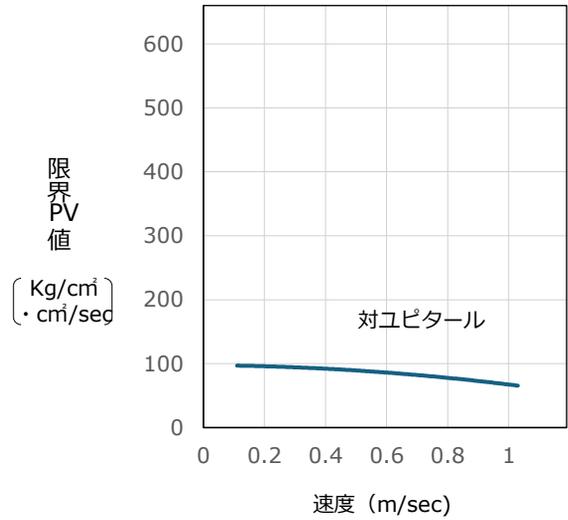
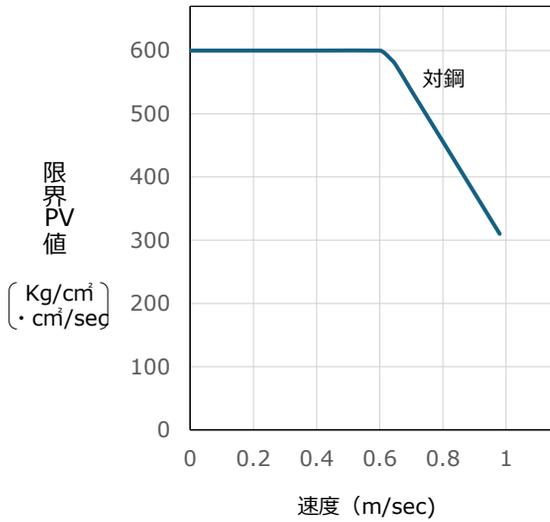


図4.1-3 限界PV値（面圧力増加法20分毎）

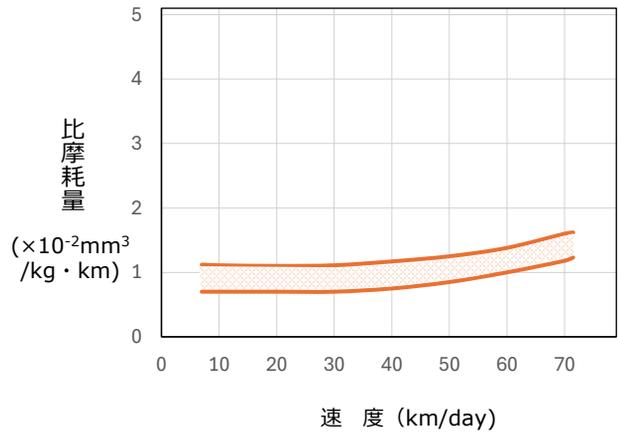
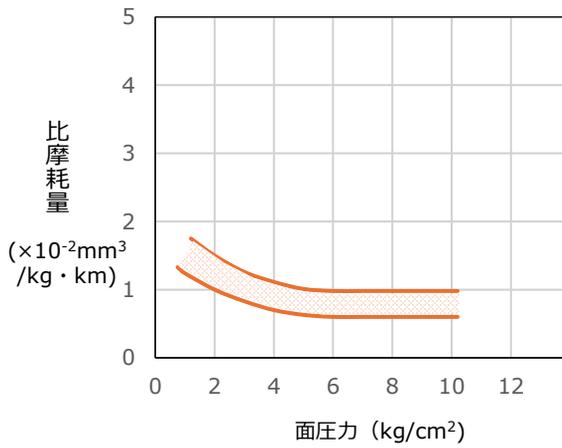


図4.1-4 比摩耗量と面圧力及び速度の関係（対鋼）

・ユピタール標準グレードの代表的性質(ISO表記)

項目	試験方法	試験条件	単位	F10-01	F20-03	F30-03	F40-03
				F10-02	中粘度	低粘度	低粘度
物理的性質							
密度	ISO 1183	-	g/cm ³	1.41	1.41	1.41	1.41
吸水率	-	23℃, 60%RH	%	0.22	0.22	0.22	0.22
レオロジー特性							
メルトマスフローレイト	ISO 1133	測定温度 測定荷重	g/10min	2.5	9.0	27	52
メルトボリュームレイト			cm ³ /10min	2.2	7.7	23	45
			℃	190	190	190	190
			kg	2.16	2.16	2.16	2.16
成形収縮率 (3mmt)	-	MD TD	%	2.2 -	2.0 -	2.0 -	2.0 -
機械的特性							
引張弾性率	ISO 527-1 , 527-2	-	MPa	2800	2900	2900	2900
降伏応力			63	64	64	64	
降伏ひずみ			%	10	8.5	7.5	7.0
破壊呼びひずみ			33	30	25	20	
破壊応力			MPa	-	-	-	-
破壊ひずみ	%	-	-	-	-		
曲げ強さ	ISO 178	-	MPa	89	90	91	91
曲げ弾性率			2500	2600	2700	2700	
シャルピー衝撃強さ ノッチなしシャルピー強さ	ISO 179-1 , 179-2	23℃	kJ/m ²	280	250	150	100
シャルピー衝撃強さ ノッチ付きシャルピー強さ		23℃	kJ/m ²	8.0	7.0	6.0	5.0
熱的特性							
熔融温度	ISO 11357-3		℃	166	166	166	166
荷重たわみ温度	ISO 75-1 , 75-2	1.80MPa 0.45MPa	℃	100 156	100 156	100 156	100 156
線膨張係数	ISO 11359-2	MD TD	1/℃	1.1E-04 1.1E-04	1.1E-04 1.1E-04	1.1E-04 1.1E-04	1.1E-04 1.1E-04
燃焼性	UL94	0.8mmt	-	HB	HB	HB	HB
電気的特性							
比誘電率	IEC 60250	100Hz	-	3.9	3.9	3.9	3.9
		1MHz	-	3.9	3.9	3.9	3.9
誘電正接	IEC 60250	100Hz	-	0.002	0.002	0.002	0.002
		1MHz	-	0.007	0.007	0.007	0.007
体積抵抗率	IEC 60093	-	Ω・m	1.E+12	1.E+12	1.E+12	1.E+12
表面抵抗率	IEC 60093	-	Ω	1.E+16	1.E+16	1.E+16	1.E+16
耐電圧	IEC 602431	1mmt	MV/m	32	32	32	32
		3mmt		19	19	19	19
耐トラッキング性	IEC 60112	-	-	600	600	600	600

※この物性上に記載されているデータは、試験方法に基づいた測定値の代表値です。

・ユピタル標準グレードの代表的性質(ASTM表記)

項目	試験法 ASTM	単位	F10-01 F10-02 高粘度	F20-03 中粘度	F30-03 低粘度	
物理的性質(23℃)						
比重	—	—	1.41	1.41	1.41	
吸水率 (23℃水中 24時間浸漬) (平衡50%RH)	D-570	%	0.22	0.22	0.22	
		%	0.16	0.16	1.6	
機械的性質(23℃)						
引張強さ	D-638	kg/cm ²	620	625	630	
引張伸び	D-638	%	65	60	50	
引張弾性率	D-638	kg/cm ²	28,300	28,900	29,100	
曲げ強さ	D-790	kg/cm ²	890	915	920	
曲げ弾性率	D-790	kg/cm ²	26,200	26,500	26,700	
せん断強さ	D-732	kg/cm ²	560	560	560	
アイソット衝撃強さ (ノッチ付) (ノッチなし)	D-256	kg・cm/cm	7.5	6.5	5.5	
		kg・cm/cm	>110	>110	>110	
引張衝撃強さ (1.6mm厚)	D-1822	kg・cm/cm ²	180	120	100	
ロックウェル硬さ	D-785	-	M78	M80	M80	
テーパー摩耗	D-1044	mg/1,000 サイクル	14	14	14	
動摩擦係数	ウエストオーバー式 (ラジアルタイプ)	対銅	-	0.13	0.13	0.13
		対真鍮	-	0.15	0.15	0.15
		対アルミニウム	-	0.15	0.15	0.15
		対ユピタル	-	0.20	0.20	0.20
ポアソン比		-	0.39	0.39	0.39	
熱的性質						
メルトインデックス	D-1238	g/10min	2.5	9.0	27.0	
融点	10℃/min昇温	℃	165	165	165	
ピカット軟化温度	D-1525	℃	162	162	162	
荷重たわみ温度	D-648	(18.6kg/cm ²)	℃	110	110	110
		(4.6kg/cm ²)	℃	158	158	158
線膨張率	-25℃~+25℃	cm/cm/℃	9×10 ⁻⁵	9×10 ⁻⁵	9×10 ⁻⁵	
燃焼性	UL94 (1/8"及び1/16")	-	HB	HB	HB	
電氣的性質(23℃)						
誘電率	D-150	10 ² Hz	-	3.7	3.7	3.7
		10 ⁶ Hz	-	3.7	3.7	3.7
誘電正接	D-150	10 ² Hz	-	0.001	0.001	0.001
		10 ⁶ Hz	-	0.007	0.007	0.007
表面低効率	D-257	Ω	1.0×10 ¹⁶	1.0×10 ¹⁶	1.0×10 ¹⁶	
体積低効率	D-257	Ωcm	1.0×10 ¹⁴	1.0×10 ¹⁴	1.0×10 ¹⁴	
耐アーク性	D-495	sec	>200	>200	>200	

※この物性上に記載されているデータは、試験方法に基づいた測定値の代表値です。