

超高耐熱エンジニアリング・プラスチック

スミカスーパーTM LCP
液晶ポリマー

Liquid
Crystal
Polymer

スミカスーパー LCP に関するご注意

この資料に記載の内容は現時点で入手できる資料、情報、データに基づいて作成しており、新しい知見により改訂されることがあります。

(1) 取り扱い上の注意

スミカスーパー LCP を安全に取り扱っていただくための要点を下記に示します。当社では安全データシート (SDS; Safety Data Sheet) を別途作成しておりますので、取り扱い前には必ずお読みのうえ、取り扱い上の注意をご確認ください。なお、スミカスーパー LCP と共に使用される添加剤等の安全性については、貴社にてご調査くださいますようお願いいたします。

① 安全衛生上の注意

スミカスーパー LCP を乾燥、溶融する際に発生するガスの吸入や眼、皮膚への接触を避けてください。また、高温の樹脂には直接触れないでください。乾燥、溶融の各作業においては、局所排気装置の設置や保護具（保護眼鏡、保護手袋等）の着用が必要です。

② 燃焼に関する注意

スミカスーパー LCP は難燃性 (UL94 V-0 に該当) ですが、取り扱い、保管は熱および発火源から離れた場所で行ってください。万一燃焼した場合には有毒ガスを発生する恐れがあります。消火には水、泡消火剤、粉末消火剤が使用できます。

③ 廃棄上の注意

スミカスーパー LCP は埋め立てまたは焼却により処分できます。埋め立てる際は「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」に従って、公認の産業廃棄物処理業者もしくは地方公共団体に委託して処理ください。焼却する際は、燃焼設備を用いて大気汚染防止法等の諸法令に適した処理を施してください。焼却時には有毒ガスを発生する恐れがあります。

④ 保管上の注意

スミカスーパー LCP は直射日光、水漏れおよび湿気を避けて常温で保管ください。

(2) 適合規格に関して

スミカスーパー LCP の主要グレードは、UNDERWRITERS LABORATORIES INC. が規定する UL94、UL746 等の規格や電気用品安全法のボールプレッシャー温度の規格を取得しています。詳細は本冊子をご参照いただくか、当社担当までご連絡ください。その他特殊用途への使用をご検討される場合も個別にご相談に応じます。

(3) 規制貨物等に関して

スミカスーパー LCP の各グレードは輸出貿易管理令別表第一の 1 から 15 の項、および同令別表第二に該当しません。ただし、同令別表第一の 16 項（キャッチオール規制）には該当します。

(4) その他

本資料に記載の数値は代表値であり、保証値ではありません。

ご使用に際しては知的財産権等にもご注意ください。

スミカスーパー LCP テクニカルノート目次

1. スミカスーパーLCPの特徴とグレード構成	03
1-1 スミカスーパーLCPの特徴	03
1-2 LCPのグレード構成	05
2. スミカスーパーLCPの物性表	09
3. スミカスーパーLCPの物性	13
3-1 スミカスーパーLCPの耐熱性	13
3-2 スミカスーパーLCPの機械的特性	18
3-3 スミカスーパーLCPの寸法安定性	23
3-4 スミカスーパーLCPの難燃性	26
3-5 スミカスーパーLCPの化学安定性	28
3-6 スミカスーパーLCPの電気特性	29
3-7 スミカスーパーLCPのその他特性	31
4. LCPの射出成形	34
4-1 スミカスーパーLCP の代表的な成形条件	34
4-2 LCPの成形加工性	41
4-3 スミカスーパーLCPの射出成形機・金型設計	44
4-4 LCPの再生利用	49
5. スミカスーパーLCPの二次加工技術	51
5-1 LCPの溶着	51
5-2 超音波による溶着	51
5-3 赤外線 (IR) 溶着	52
5-4 CVT (IR + 振動) 溶着	52
5-5 レーザー溶着	53
5-6 LCPの接着	53
6. スミカスーパーLCPの用途	54
6-1 電気電子用途向けスミカスーパーLCPの選定ガイド	54
6-2 コネクタ用途向けスミカスーパーLCPの選定ガイド	56
6-3 光ピックアップボビン用途向けスミカスーパーLCP の選定ガイド	61
6-4 ボビン用途向けスミカスーパーLCPの選定ガイド	62
6-5 OA用途向けスミカスーパーLCPの選定ガイド	63
6-6 リレー用途向けスミカスーパーLCPの選定ガイド	64
6-7 自動車用途向けスミカスーパーLCPの選定ガイド	65
6-8 LED用途向けスミカスーパーLCP	66
6-9 食品用途向けスミカスーパーLCP	67
7. スミカスーパーLCPの規格	68

1. スミカスーパー LCP の特徴とグレード構成

1-1 スミカスーパー LCP の特徴

スミカスーパー LCP とは

スミカスーパー LCP は、エンジニアリングプラスチック(以下、エンブラ)の中では最高レベルの耐熱性を有する液晶性全芳香族ポリエステル (Thermotropic Liquid Crystalline Polyester) で、下記の基本骨格を有しています。一般に知られている液晶ポリマー (以下、LCP) の一種です。

図 1-1-1 スミカスーパー LCP のスキンコア構造および写真

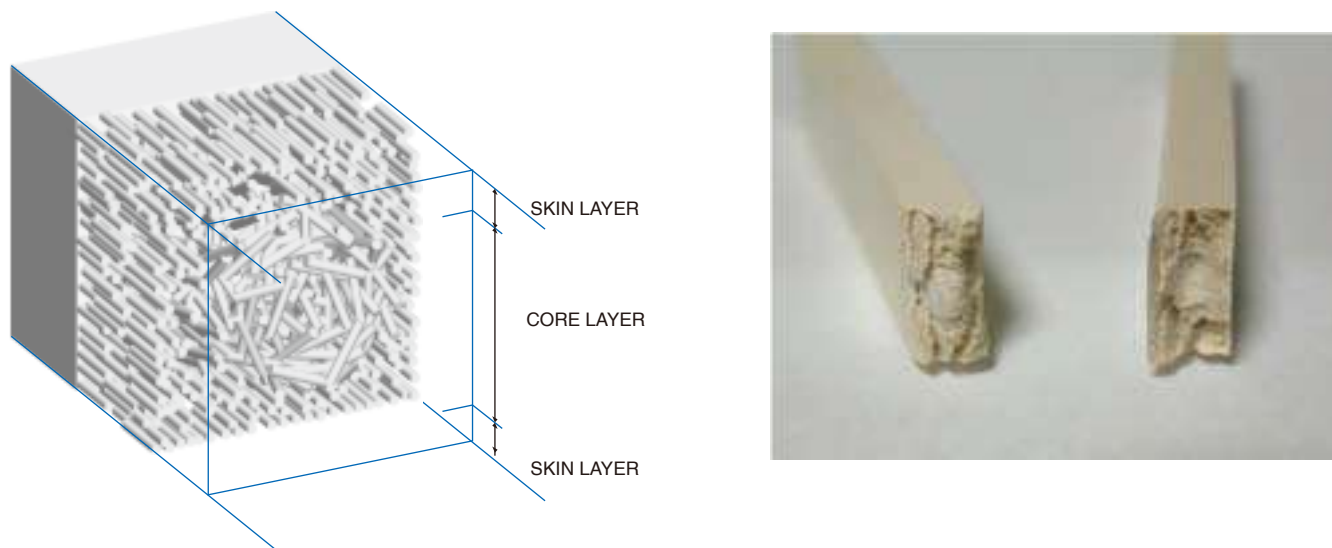
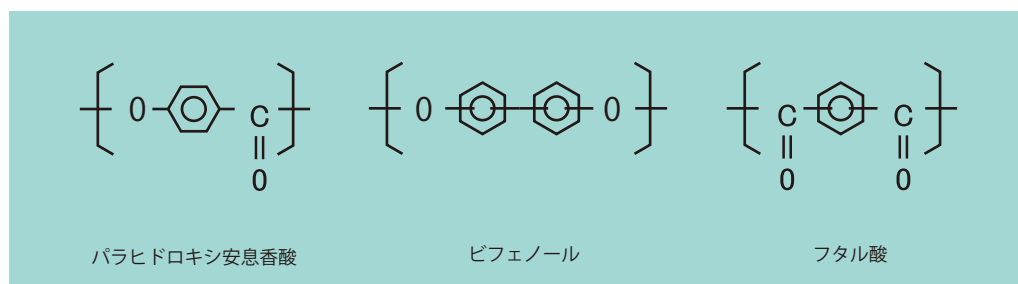


図 1-1-2 スミカスーパー LCP の代表的な化学構造



LCP はその名前が示すとおり、熔融状態で液晶となることが特徴です。そのため、通常のポリマーではみられない特異な現象、つまり偏光顕微鏡下で温度をかけると熔融時の透過光量の大幅な増加が観察されます。

図 1-1-3 熔融液晶観察装置

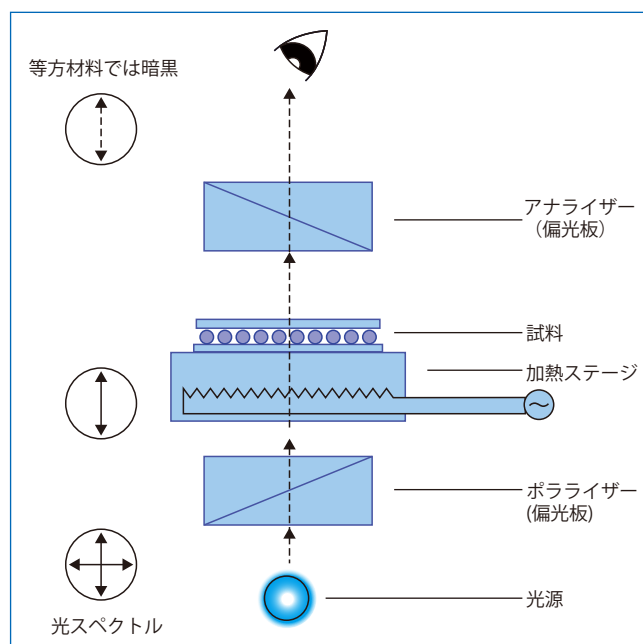


図 1-1-4 温度と透過光量との関係 (偏光顕微鏡観測)

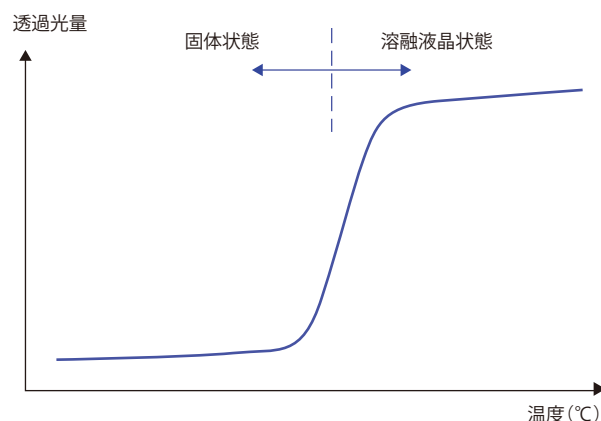
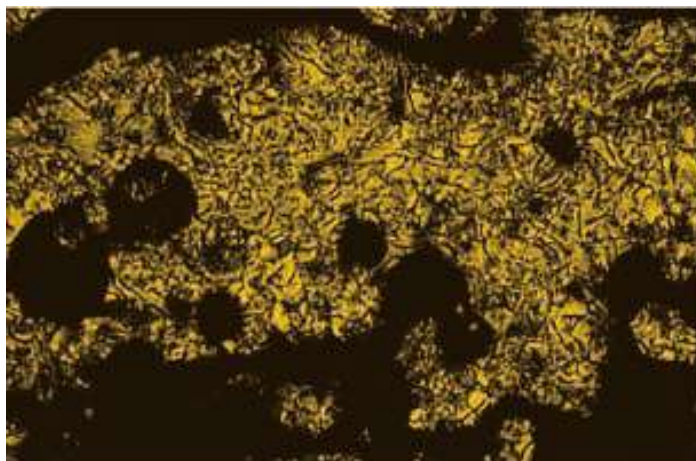
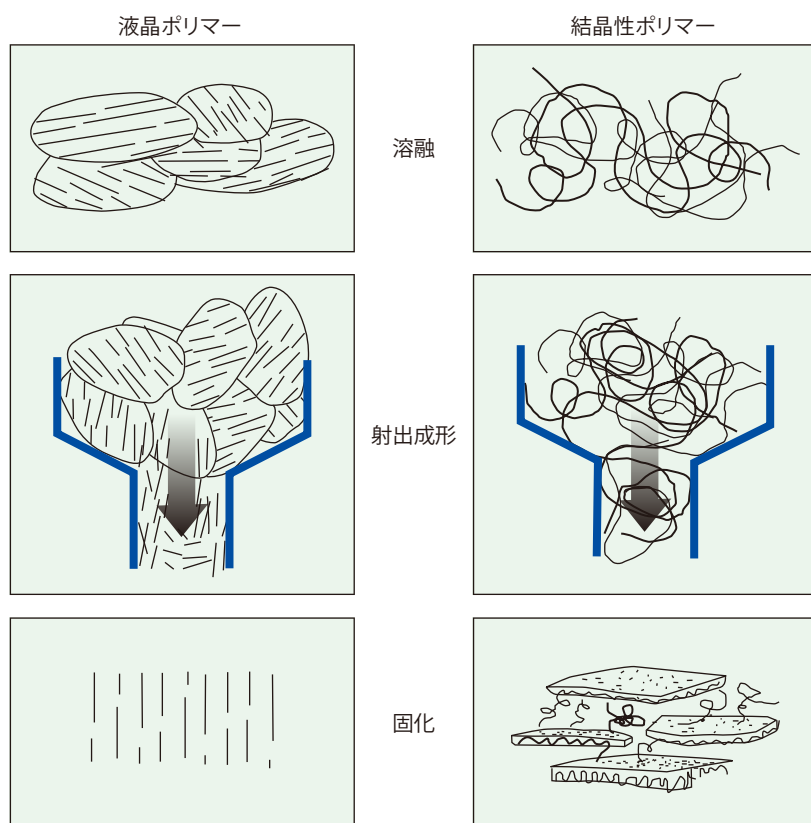


図 1-1-5 スミカスーパー LCP の偏光顕微鏡写真



スミカスーパー LCP は液晶化温度以上で液晶化状態（結晶状態）を示します。射出成形により、液晶分子が配向し、高強度、高弾性率、高流動特性、低線膨張係数などの液晶化に由来した特徴を示します。

図 1-1-6 スミカスーパー LCP の構造



LCP の性質と特徴

スミカスーパー LCP は液晶性全芳香族ポリエステルであるため、液晶性に基づく性質と全芳香族性に基づく性質の両性質を備えています。

表 1-1-1 液晶性全芳香族ポリエステルの特徴

液晶性に基づく特性 → 分子配向の効果		全芳香族性に基づく特性
長所	短所	
■ 高強度、高剛性 ■ 低粘度、高流動性 ■ 低収縮率、低線膨張係数（流動方向） ■ 高速固化、低バリ性 ■ 低金型温度	■ 異方性（強度、収縮） ■ 低ウエルド強度	■ 高耐熱性（高 DTUL、耐熱老化性） ■ 耐ハンダ性 ■ 難燃性 ■ 低吸水性 ■ 耐薬品性

1-2 LCP のグレード構成

グレード構成とグレードの特徴

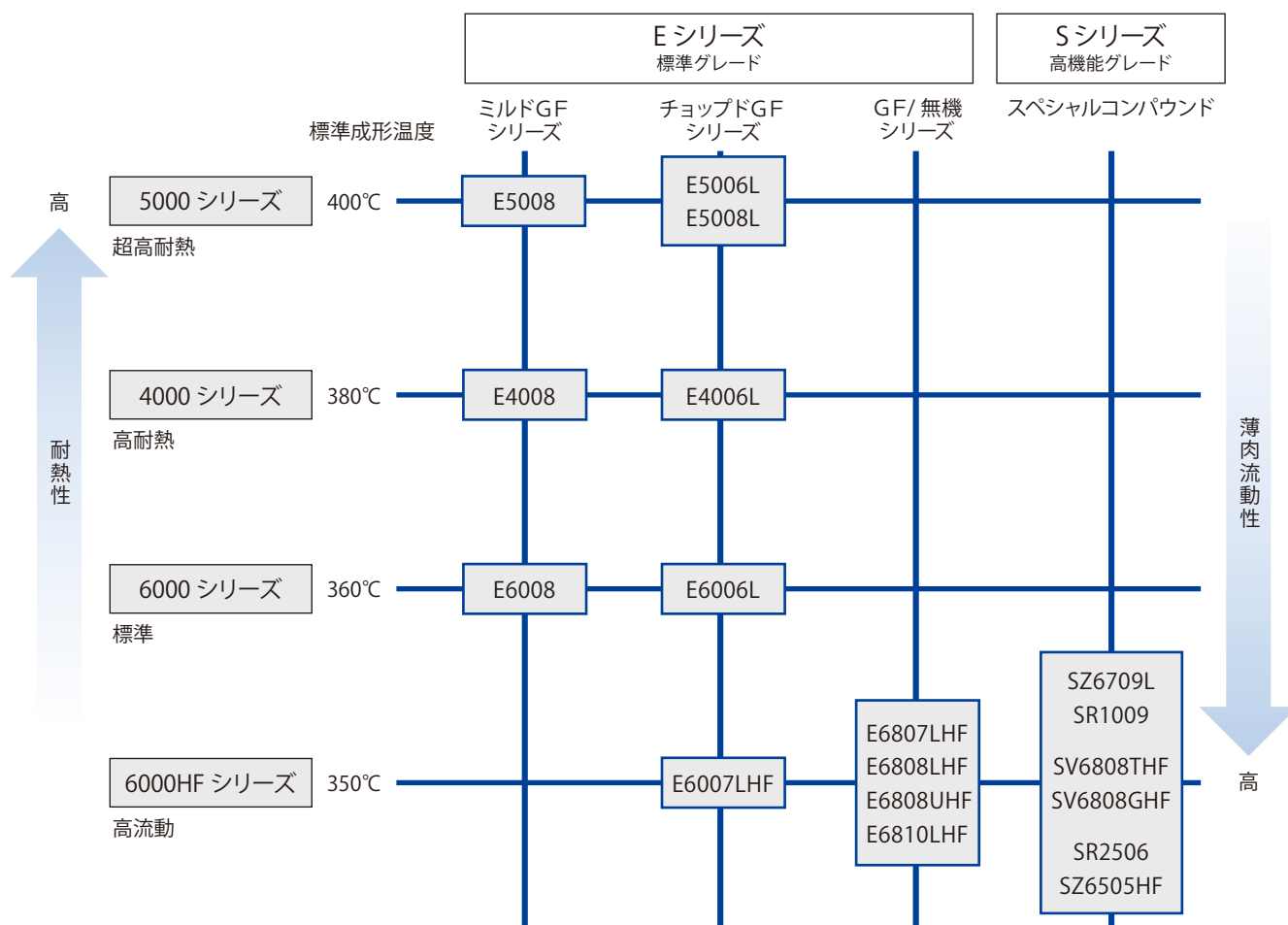
スミカスーパー LCP は E5000、E4000、E6000、E6000HF、SZ、SV、SR シリーズなど業界屈指のラインアップを誇ります。下表にてスミカスーパー LCP の代表グレードの特徴と相関関係を示します。記載したグレード以外にもお客様の様々な用途に最適なグレードを多数用意しておりますので、当社担当にご相談ください。

表 1-2-1 スミカスーパー LCP のグレードと特徴

シリーズ	代表グレード	総充填量 (%)	充填材	特徴	DTUL (°C) ※1	標準成形温度 (°C)
E5000 シリーズ	E5006L	30	ガラス繊維	超高耐熱 / 高強度 / 低線膨張率	355	400
	E5008	40	ガラス繊維	超高耐熱 / 低線膨張率	335	
	E5008L	40	ガラス繊維	超高耐熱 / 低収縮率	339	
	E52008	40	ガラス繊維	超高耐熱 / 良流動	336	
	E5204L	20	ガラス繊維 / 無機	超高耐熱 / 低熱伝導率 / 低誘電率	351	
E4000 シリーズ	E4006L	30	ガラス繊維	高耐熱 / 低収縮率	324	380
	E4008	40	ガラス繊維	高耐熱 / 高強度	326	
	E4009	45	ガラス繊維	高耐熱 / 高強度	326	
	E4205R	25	ガラス繊維 / 無機	高耐熱 / 低熱伝導率 / 低誘電率	305	
E6000 シリーズ	E6006	30	ガラス繊維	高強度 / 良流動 / 離型改良	280	360
	E6006L	30	ガラス繊維	高強度 / 低収縮率 / 離型改良	284	
	E6007AS	35	ガラス繊維 / 無機	帯電防止	274	
	E6008	40	ガラス繊維	高強度 / 高流動	279	
	E6008 KE	40	ガラス繊維	高強度 / 高流動	276	
	E6205L	25	ガラス繊維 / 無機	低熱伝導率 / 低誘電率	258	
	E6807T	35	無機	表面平滑	262	
	E6809U	45	ガラス繊維 / 無機	低反り / 高耐熱 / 良流動	270	
	E6809T	45	無機	表面平滑	262	
E6000HF シリーズ	E6007LHF	35	ガラス繊維	低反り / 高強度	269	350
	E6007LHF-MR	35	ガラス繊維	低反り / 高強度 / 離型改良	269	
	E6807LHF	35	ガラス繊維 / 無機	低反り / 高強度	269	
	E6808LHF	40	ガラス繊維 / 無機	低反り / 高強度	274	
	E6808GHF	40	ガラス繊維 / 無機	低反り / 高流動 / 高強度	268	
	E6808UHF	40	ガラス繊維 / 無機	低反り / 高流動	240	
	E6810LHF	50	ガラス繊維 / 無機	低反り / 低収縮率 / 低異方性	266	
	E6810KHF	50	ガラス繊維 / 無機	低反り / 低収縮率 / 低異方性	265	
SV6000 シリーズ	SV6808THF	40	ガラス繊維 / 無機	超低反り / 高流動	270	360
	SV6808GHF	40	ガラス繊維 / 無機	低反り / 高流動 / 高強度	255	
	SV6808L	40	ガラス繊維 / 無機	低反り / 高耐熱 / 高強度	293	
SR1000 シリーズ	SR1009	45	ガラス繊維	超高強度 / 良流動	277	360
	SR1009L	45	ガラス繊維	超高強度 / 高硬度	286	
	SR1205L	25	ガラス繊維 / 無機	低誘電率 / 低誘電正接	252	
SR2000 シリーズ	SR2506	30	ガラス繊維 / 無機	低反り / 薄肉超高流動	239	350
	SR2507	35	無機	超低反り / 薄肉超高流動	240	
SZ シリーズ	SZ6505HF	25	無機	低反り / 超高流動	244	
	SZ6506HF	30	無機	低反り / 超高流動	245	
	SZ4506	30	無機	低反り / 高耐熱 / 表面平滑	296	380
	SZ6709L	45	ガラス繊維 / 無機	高白度色	275	350

※1 ASTM D648 1.82MPa にて測定
一部グレードは受注生産となります。

図 1-2-1 スミカスーパー LCP の代表グレードの特徴



グレードの選定については、当社担当にご相談ください。

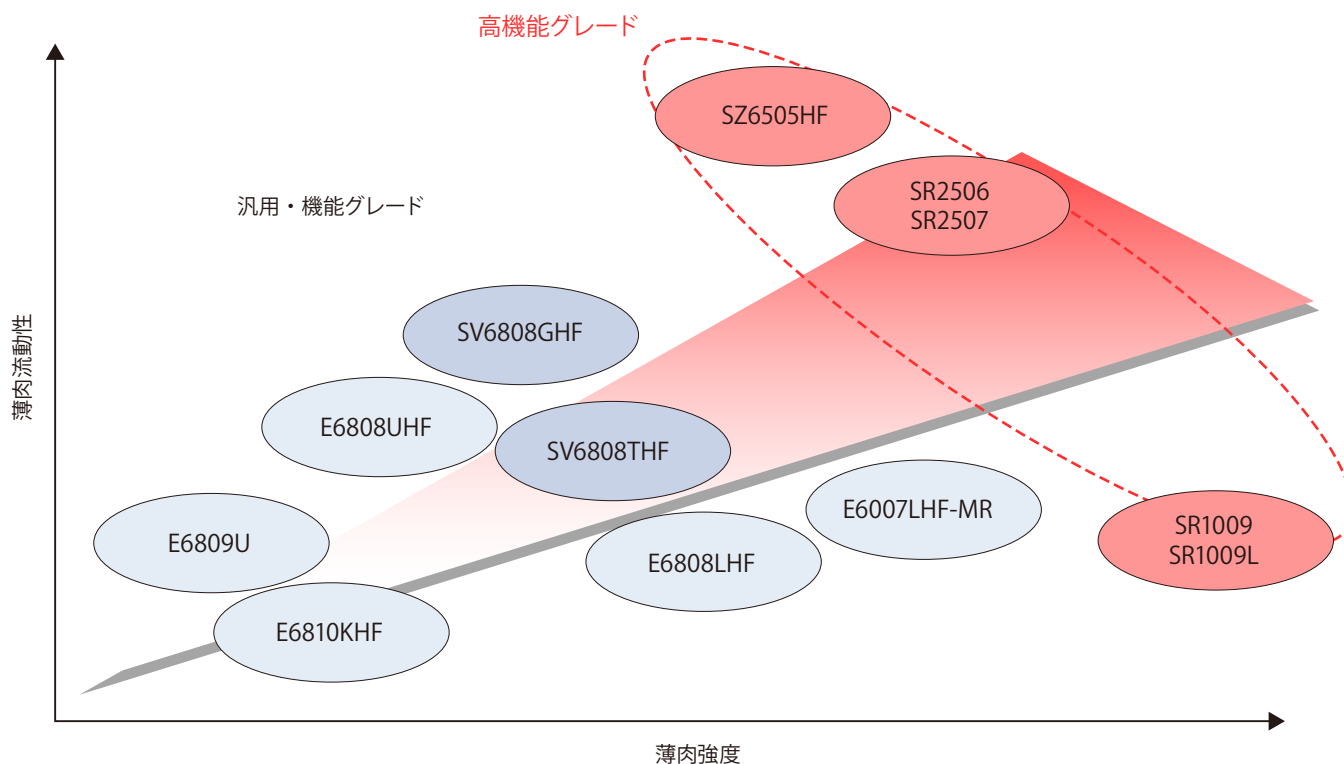
スミカスーパー LCP の高流動・低反りグレード

近年、電子部品の基板への実装方法は、250～270℃の高温雰囲気下でハンダ付けする表面実装方式（SMT；Surface Mount Technology）が一般的であり、SMT 対応のコネクタには耐熱性と寸法安定性、精密成形性に優れる LCP が広く用いられています。スミカスーパー LCP の SMT 対応のグレードは、SMT に対応可能な耐熱性に加え、0.2mm 以下の肉厚においても、優れた薄肉流動性と薄肉強度を有します。スミカスーパー LCP の高流動・低反りグレードにおける薄肉流動性と薄肉強度の位置付けを下表に示します。グレードの選定においては表 1-2-2 や図 1-2-2、6 章の LCP の用途のスミカスーパー LCP の選定ガイドなどをご参照の上、当社担当にご相談ください。

表 1-2-2 スミカスーパー LCP の代表グレードと特長

充填材	特長		E シリーズ	E/SV シリーズ	SZ/SR シリーズ
			標準	汎用機能	高機能
ガラス繊維	標準		E6007LHF	E6007LHF-MR	SR1009 SR1009L
ガラス繊維 / 無機 または 無機単独	低そり	標準	E6807LHF E6808LHF	SV6808THF	SZ6505HF
		高流動	E6808UHF E6808GHF	SV6808GHF	SR2506
		低異方性	E6810KHF	E6809U	SR2507

図 1-2-2 スミカスーパー LCP の代表グレードの位置付け



グレードの表記方法

下表に概略を示すように、スミカスーパー LCP のグレードは組成情報が一目で分かるような表記方法を採用しています。ただし、超高靱性のグレードや高流動性のグレードのように、この表記方法にも例外がいくつかあります。

表 1-2-3 スミカスーパーのグレード表記方法

スミカスーパーのグレードの命名規則			
位置	特性	例	意味
第 1、第 2 文字	樹脂の機能性の種類	E SR SV SZ	標準グレード 高機能樹脂グレード 機能グレード 機能性グレード
第 1 数字	ベースポリマーの種類	5000 4000 6000 6000HF 1000 2000	5000 シリーズベースポリマー 4000 シリーズベースポリマー 6000 シリーズベースポリマー 6000HF シリーズベースポリマー 1000 シリーズベースポリマー 2000 シリーズベースポリマー
第 2 数字	充填材／強化材の種類	0 2 5 7 8	ガラス繊維 無機充填材 A、またはガラス繊維 / 無機充填材 A 無機充填材 B、またはガラス繊維 / 無機充填材 B 無機充填材 C、またはガラス繊維 / 無機充填材 C 無機充填材 D、またはガラス繊維 / 無機充填材 D
第 3、第 4 数字	充填材／強化材の総量	05 06 07 08 09 10	25% 30% 35% 40% 45% 50%
次の文字 (複数あり)	グレード特徴	なし L G、U、T、K	短いガラス繊維充填、または未充填 長いガラス繊維充填 ガラス繊維 / 無機充填材比率変更
スペース			
次の文字	機能性付与 または、 カラーコード	MR AS なし B GR CY Z	離型性付与 帯電防止特性付与 ナチュラル ブラック グレー ブルー 社内管理記号

2. スミカスーパー LCP の物性表

スミカスーパー LCP の代表物性データ

下表にスミカスーパー LCP の各グレードの代表物性データを示します。全てのデータは代表値であり、製品の保証値ではありません。

表 2-1 スミカスーパー E5000、E4000 シリーズの代表物性データ

				E5000 シリーズ					E4000 シリーズ			
一般物性		試験方法	単位	E5006L	E5008	E5008L	E52008	E5204L	E4006L	E4008	E4009	E4205R
カラー				ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル	ナチュラル / ブラック
充填材				ガラス繊維	ガラス繊維	ガラス繊維	ガラス繊維	ガラス繊維 / 無機	ガラス繊維	ガラス繊維	ガラス繊維	ガラス繊維 / 無機
充填材総充填量			wt%	30	40	40	40	20	30	40	45	25
物理的性質												
密度		ISO 1183	g/cm ³	1.60	1.69	1.69	1.69	1.21	1.60	1.70	1.76	1.18
比重		ASTM D792	-	1.60	1.69	1.69	1.69	1.21	1.60	1.70	1.76	1.18
吸水率	23℃, 水中24hr	ISO 62	%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
成形収縮率	MD	住化法 *1	%	0.02	0.06	0.05	0.08	0.57	0.11	0.10	0.11	0.66
	TD		%	0.86	1.25	0.81	1.23	1.70	0.78	1.32	1.22	1.67
機械的性質												
引張強度	ISO 527-1,2	MPa	116	101	108	97	67	115	103	-	58	
	ASTM D638	MPa	151	111	123	112	89	182	150	152	82	
引張伸び	ISO 527-1,2	%	1.6	2.5	0.9	2.4	1.9	2.3	3.1	-	2.3	
	ASTM D638	%	4.5	4.8	3.7	5.8	5.5	5.6	5.0	5.4	5.0	
引張弾性率		ISO 527-1,2	MPa	16,600	11,900	17,000	-	7,000	13,700	11,900	-	6,300
曲げ強度	ISO 178	MPa	179	144	168	117	97	196	153	-	90	
	ASTM D790	MPa	152	127	127	124	93	155	139	145	85	
曲げ弾性率	ISO 178	MPa	15,800	13,300	17,000	11,600	7,600	14,900	12,900	-	6,000	
	ASTM D790	MPa	14,200	12,200	13,400	12,000	7,000	11,900	12,300	13,300	5,600	
シャルピー衝撃強度	ノッチ無し	ISO 179/1eU	kJ/m ²	39	54	36	27	28	47	54	-	31
アイゾット衝撃強度	ノッチ無し	ISO 180/1U	kJ/m ²	25	40	24	23	17	32	43	-	20
		ASTM D256	J/m	382	441	324	401	343	461	520	374	-
ロックウエル強度	Rスケール	ASTM D785	-	99	102	100	-	103	104	106	-	-
熱的性質												
荷重たわみ温度	1.80MPa	ISO 75	℃	330	330	326	312	313	328	304	-	279
	1.82MPa	ASTM D648	℃	355	335	339	336	351	324	326	326	305
線膨張係数	MD(50 - 150℃)	ISO11359-1,2	10 ⁻⁵ /K	1.7	0.1	0.2	-	1.3	0.2	1.4	1.5	-
	TD(50 - 150℃)		10 ⁻⁵ /K	7.3	6.4	6.0	-	7.3	8.1	6.2	6.3	-
電気的性質												
誘電率	1MHz	IEC 60250	-	3.7	4.2	4.2	-	3.1	3.7	3.9	-	2.9
	1GHz		-	3.4	3.7	3.7	-	3.0	-	3.7	-	2.8
誘電正接	1MHz	IEC 60250	-	0.022	0.031	0.031	-	0.018	0.035	0.034	-	0.013
	1GHz		-	0.005	0.005	0.005	-	0.006	-	0.006	-	0.004
絶縁破壊電圧		IEC 60243-1	kV/mm	-	> 40	37	-	-	43	43	-	-
体積抵抗率		IEC 60093	Ωm	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³
耐アーク性		ASTM D495	sec	-	128	128	-	-	130	130	-	-
耐トラッキング性		IEC 60112	V	-	175	185	-	-	185	175	-	-
難燃性												
難燃性ランク		IEC 60695-11-10	class	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
UL イエローカード File No		-	-	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884

*1 64mm×64mm×3mm の平板試験片の成形収縮率を測定。

表 2-2 スミカスーパ E6000 シリーズの代表物性データ

				E6000 シリーズ								
一般物性		試験方法	単位	E6006	E6006L	E6007AS	E6008 KE	E6008	E6205L	E6807T	E6809U	E6809T
カラー				ブラック	ナチュラル / ブラック	ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ブラック
充填材				ガラス繊維	ガラス繊維	ガラス繊維 / 無機	ガラス繊維	ガラス繊維	ガラス繊維 / 無機	無機	ガラス繊維 / 無機	無機
充填材総充填量			wt%	30	30	35	40	40	25	35	45	45
物理的性質												
密度		ISO 1183	g/cm ³	1.62	1.61	1.63	1.70	1.70	1.20	1.67	1.78	1.85
比重		ASTM D792	-	1.62	1.61	1.63	1.70	1.70	1.20	1.67	1.78	1.85
吸水率	23℃, 水中24hr	ISO 62	%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
成形収縮率	MD	住化法 * ¹	%	0.21	0.19	0.31	0.16	0.18	0.68	0.31	0.30	0.20
	TD		%	1.21	0.74	1.08	1.53	1.16	1.38	1.01	0.80	0.61
機械的性質												
引張強度		ISO 527-1,2	MPa	142	115	97	100	105	57	87	92	-
		ASTM D638	MPa	166	164	121	146	147	74	106	90	94
引張伸び		ISO 527-1,2	%	4.1	1.5	2.1	2.0	2.0	2.9	6.0	2.9	-
		ASTM D638	%	7.1	5.0	6.8	5.1	5.2	5.7	9.8	5.0	5.7
引張弾性率		ISO 527-1,2	MPa	-	11,500	-	12,800	11,800	4,800	6,500	-	-
曲げ強度		ISO 178	MPa	145	184	131	138	155	89	106	-	-
		ASTM D790	MPa	127	153	126	139	143	88	97	105	107
曲げ弾性率		ISO 178	MPa	10,600	13,300	10,200	12,200	13,100	5,100	7,600	-	-
		ASTM D790	MPa	9,800	11,300	9,800	11,200	12,300	5,300	7,300	9,500	9,600
シャルピー衝撃強度	ノッチ無し	ISO 179/1eU	kJ/m ²	53	44	29	-	43	22	55	36	-
アイゾット 衝撃強度	ノッチ無し	ISO 180/1U	kJ/m ²	43	32	21	36	32	18	48	32	-
		ASTM D256	J/m	490	363	343	537	412	280	515	350	410
ロックウエル強度	Rスケール	ASTM D785	-	-	113	-	-	109	108	103	-	-
熱的性質												
荷重たわみ温度	1.80MPa	ISO 75	℃	262	288	260	256	275	236	240	253	-
	1.82MPa	ASTM D648	℃	280	284	274	276	279	258	262	270	262
線膨張係数	MD(50 - 150℃)	ISO11359-1,2	10 ⁻⁵ /K	-	2.0	-	0.3	1.3	-	-	1.0	-
	TD(50 - 150℃)		10 ⁻⁵ /K	-	8.9	-	7.2	5.6	-	-	6.0	-
電氣的性質												
誘電率	1MHz	IEC 60250	-	-	3.7	-	-	3.9	3.0	-	-	-
	1GHz		-	-	3.5	-	-	3.8	2.9	3.4	-	-
誘電正接	1MHz	IEC 60250	-	-	0.034	-	-	0.032	0.024	-	-	-
	1GHz		-	-	0.005	-	-	0.005	0.005	0.005	-	-
絶縁破壊電圧		IEC 60243-1	kV/mm	-	48	-	36	45	-	50	-	-
体積抵抗率		IEC 60093	Ωm	>10 ¹³	>10 ¹³	10 ⁴ ~ 10 ¹¹	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³
耐アーク性		ASTM D495	sec	-	130	-	-	130	-	133	-	-
耐トラッキング性		IEC 60112	V	-	175	-	-	175	-	175	-	-
難燃性												
難燃性ランク		IEC 60695-11-10	class	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
UL イエローカード File No		-	-	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884

*1 64mm×64mm×3mm の平板試験片の成形収縮率を測定。

表 2-3 スミカスーパ E6000HF、SV シリーズの代表物性データ

			E6000HF シリーズ							SV シリーズ		
一般物性	試験方法	単位	E6007LHF	E6807LHF	E6808GHF	E6808LHF	E6808UHF	E6810LHF	E6810KHF	SV6808THF	SV6808GHF	SV6808L
カラー			ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック
充填材			ガラス繊維	ガラス繊維 / 無機	ガラス繊維 / 無機	ガラス繊維 / 無機	ガラス繊維 / 無機	ガラス繊維 / 無機	ガラス繊維 / 無機	ガラス繊維 / 無機	ガラス繊維 / 無機	ガラス繊維 / 無機
充填材総充填量		wt%	35	35	40	40	40	50	50	40	40	40
物理的性質												
密度	ISO 1183	g/cm ³	1.65	1.67	1.70	1.71	1.72	1.82	1.82	1.72	1.71	1.70
比重	ASTM D792	-	1.65	1.67	1.70	1.71	1.72	1.82	1.82	1.72	1.71	1.70
吸水率	23℃, 水中24hr	ISO 62	%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
成形収縮率	MD	住化法 *1	%	0.20	0.20	0.14	0.23	0.22	0.13	0.39	0.25	0.20
	TD		%	0.60	0.73	1.11	0.63	1.02	0.38	0.61	0.56	0.50
機械的性質												
引張強度	ISO 527-1,2	MPa	120	112	118	110	78	95	102	102	97	113
	ASTM D638	MPa	157	135	122	127	100	105	105	110	107	145
引張伸び	ISO 527-1,2	%	1.3	1.4	1.7	1.2	2.8	1.1	1.3	1.9	2.9	2.3
	ASTM D638	%	5.1	5.3	5.4	4.5	5.0	4.0	3.7	5.5	6.2	3.3
引張弾性率	ISO 527-1,2	MPa	12,500	11,700	11,700	12,600	7,400	12,100	11,500	10,400	10,700	10,500
曲げ強度	ISO 178	MPa	194	178	171	176	110	150	154	153	131	189
	ASTM D790	MPa	158	145	147	146	120	133	130	137	127	150
曲げ弾性率	ISO 178	MPa	14,600	12,700	12,400	13,800	8,900	13,700	13,400	10,400	10,100	14,600
	ASTM D790	MPa	11,800	12,100	12,300	11,800	9,400	12,600	12,100	9,000	10,500	11,500
シャルピー衝撃強度	ノッチ無し	ISO 179/1eU	kJ/m ²	33	35	43	34	45	25	22	42	36
アイゾット衝撃強度	ノッチ無し	ISO 180/1U	kJ/m ²	24	25	40	22	32	16	21	35	-
		ASTM D256	J/m	251	335	448	302	350	200	190	404	250
ロックウエル強度	Rスケール	ASTM D785	-	110	106	109	110	100	102	105	103	105
熱的性質												
荷重たわみ温度	1.80MPa	ISO 75	℃	277	276	261	279	228	273	267	262	294
	1.82MPa	ASTM D648	℃	269	269	268	274	240	266	265	270	293
線膨張係数	MD(50-150℃)	ISO11359-1,2	10 ⁻⁵ /K	0.2	1.0	0.7	0.4	1.0	0.5	0.9	0.6	1.0
	TD(50-150℃)		10 ⁻⁵ /K	8.5	6.3	7.6	8.1	6.2	8.0	7.1	5.2	9.0
電氣的性質												
誘電率	1MHz	IEC 60250	-	3.8	3.8	4.0	3.8	3.8	4.1	-	3.8	3.8
	1GHz		-	3.8	3.5	3.6	3.6	3.5	3.8	-	3.5	3.5
誘電正接	1MHz	IEC 60250	-	0.026	0.030	0.033	0.038	0.033	0.020	-	0.012	0.029
	1GHz		-	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	-	0.004	0.004
絶縁破壊電圧	IEC 60243-1	kV/mm	51	48	36	49	41	47	47	53	41	-
体積抵抗率	IEC 60093	Ωm	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³
耐アーク性	ASTM D495	sec	111	133	125	130	155	171	181	180	132	-
耐トラッキング性	IEC 60112	V	175	175	190	150	200	200	200	175	175	-
難燃性												
難燃性ランク	IEC 60695-11-10	class	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
UL イエローカード File No	-	-	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884

*1 64mm×64mm×3mm の平板試験片の成形収縮率を測定。

表 2-4 スミカスーパー SR1000、SR2000、SZ シリーズの代表物性データ

			SR1000 シリーズ			SR2000 シリーズ		SZ シリーズ				
一般物性		試験方法	単位	SR1009	SR1009L	SR1205L	SR2506	SR2507	SZ4506	SZ6505HF	SZ6506HF	SZ6709L
カラー				ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル / ブラック	ナチュラル
充填材				ガラス繊維	ガラス繊維	ガラス繊維 / 無機	ガラス繊維 / 無機	無機	無機	無機	無機	ガラス繊維 / 無機
充填材総充填量			wt%	45	45	25	30	35	30	25	30	45
物理的性質												
密度		ISO 1183	g/cm ³	1.74	1.76	1.15	1.62	1.68	1.63	1.58	1.63	1.89
比重		ASTM D792	-	1.74	1.76	1.15	1.62	1.68	1.63	1.58	1.63	1.89
吸水率	23℃, 水中24hr	ISO 62	%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
成形収縮率	MD	住化法 *1	%	0.30	0.10	0.48	0.21	0.30	0.21	0.22	0.22	0.17
	TD		%	0.70	0.45	0.86	0.51	0.50	0.55	0.60	0.47	0.80
機械的性質												
引張強度		ISO 527-1,2	MPa	118	142	80	124	115	119	118	116	111
		ASTM D638	MPa	146	179	100	133	128	143	130	127	115
引張伸び		ISO 527-1,2	%	2.8	1.2	3.6	2.3	2.3	2.1	1.9	1.9	1.5
		ASTM D638	%	4.5	3.5	6.2	7.0	3.8	3.7	7.0	6.1	5.0
引張弾性率		ISO 527-1,2	MPa	11,600	15,800	3,600	12,900	12,800	-	9,900	10,800	-
曲げ強度		ISO 178	MPa	210	270	125	165	160	148	151	151	155
		ASTM D790	MPa	174	191	115	147	150	132	140	140	140
曲げ弾性率		ISO 178	MPa	14,300	16,600	5,700	12,800	13,800	12,900	11,600	11,600	7,300
		ASTM D790	MPa	12,600	13,100	5,300	11,700	12,800	10,000	11,200	11,900	11,000
シャルピー衝撃強度	ノッチ無し	ISO 179/1eU	kJ/m ²	21	-	14	48	40	49	92	-	33
アイゾット衝撃強度	ノッチ無し	ISO 180/1U	kJ/m ²	17	17	10	40	40	43	69	54	-
		ASTM D256	J/m	151	121	120	352	252	509	430	360	310
ロックウエル強度	Rスケール	ASTM D785	-	118	116	120	112	103	101	100	101	107
熱的性質												
荷重たわみ温度	1.80MPa	ISO 75	℃	267	285	234	231	230	283	235	238	275
	1.82MPa	ASTM D648	℃	277	286	252	239	240	296	244	245	275
線膨張係数	MD(50 - 150℃)	ISO 11359-1,2	10 ⁻⁵ /K	0.2	0.2	1.1	0.7	0.5	0.1	1.1	1.0	0.9
	TD(50 - 150℃)		10 ⁻⁵ /K	7.1	7.1	5.6	5.2	2.7	5.9	7.6	6.6	8.1
電気的性質												
誘電率	1MHz	IEC 60250	-	4.0	4.2	2.8	3.6	3.7	3.7	3.8	3.5	5.6
	1GHz		-	4.0	3.9	2.8	3.5	3.5	-	3.4	3.5	5.0
誘電正接	1MHz	IEC 60250	-	0.008	0.009	0.007	0.029	0.029	0.031	0.023	0.011	0.011
	1GHz		-	0.003	0.003	0.002	0.004	0.005	-	0.004	0.005	0.004
絶縁破壊電圧		IEC 60243-1	kV/mm	27	29	27	53	-	53	50	50	-
体積抵抗率		IEC 60093	Ωm	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³
耐アーク性		ASTM D495	sec	-	121	-	125	-	-	125	125	-
耐トラッキング性		IEC 60112	V	-	125	-	150	-	-	200	175	-
難燃性												
難燃性ランク		IEC 60695-11-10	class	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
UL イエローカード File No		-	-	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884	E249884

*1 64mm×64mm×3mm の平板試験片の成形収縮率を測定。

3. スミカスーパー LCP の物性

3-1 スミカスーパー LCP の耐熱性

荷重たわみ温度

スミカスーパー LCP の各グレードの荷重たわみ温度は下記の通りです。

荷重たわみ温度は短期的な耐熱特性を一般的に表す指標として使用できます。異なる測定応力（0.45MPa と 1.82MPa）で実施した試験結果の混同にご注意ください。

表 3-1-1 スミカスーパー LCP の荷重たわみ温度

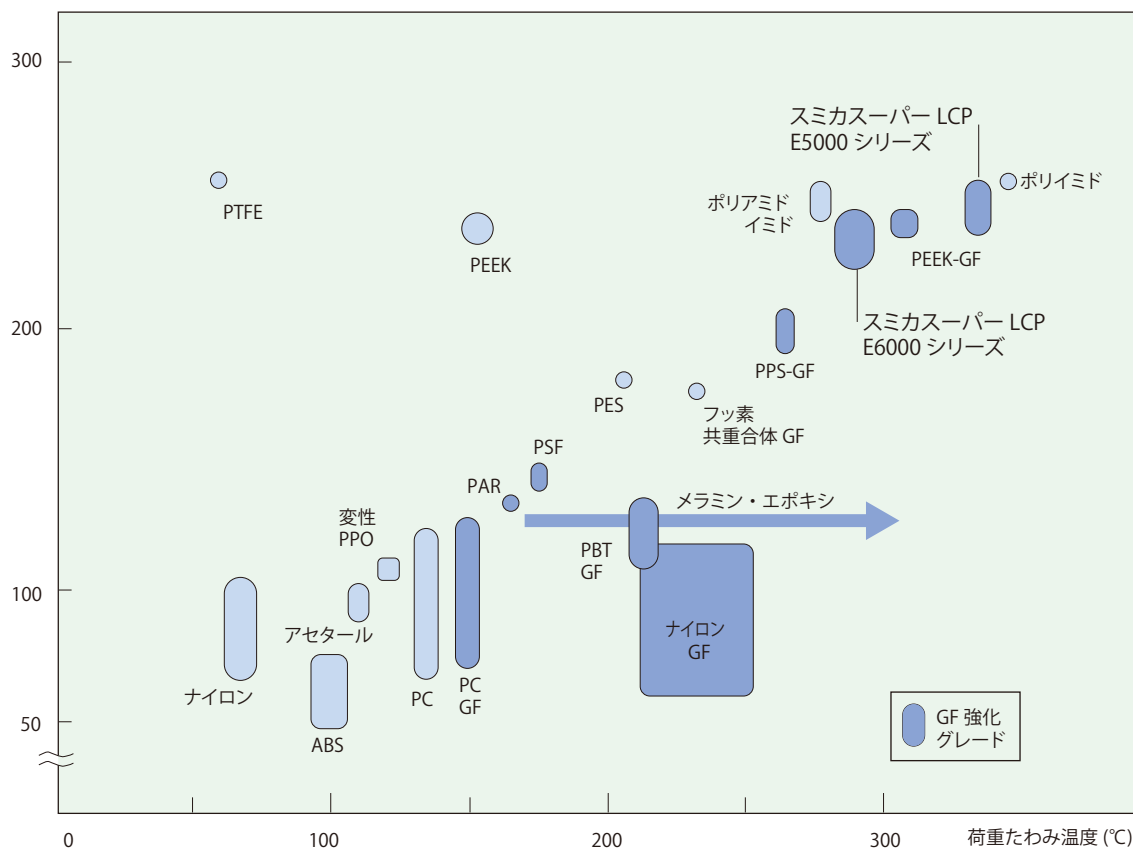
測定荷重	0.45MPa	1.82MPa
E5000 シリーズ	350 ～ 390℃	330 ～ 360℃
E4000 シリーズ	330 ～ 340℃	300 ～ 320℃
E6000 シリーズ SV6000 シリーズ SR1000 シリーズ	300 ～ 320℃	270 ～ 290℃
E6000HF シリーズ SV6000HF シリーズ	280 ～ 320℃	250 ～ 280℃
SZ6000HF シリーズ SR2000 シリーズ	270 ～ 300℃	240 ～ 270℃

荷重たわみ温度と常用使用可能温度

スミカスーパー LCP は荷重たわみ温度と常用使用可能温度のバランスに優れます。

図 3-1-1 常用使用可能温度と荷重たわみ温度 (荷重 1.82MPa)

常用使用可能温度 (°C)



分解開始温度

TGA (熱重量分析) 結果から、窒素中での分解開始温度は約 450℃と高く、また 500℃における重量減少は 1%以下と非常に小さいことから、スミカスーパー LCP は高い熱安定性を有することが分かります。

図 3-1-2 スミカスーパー LCP と他のエンプラの TGA 曲線

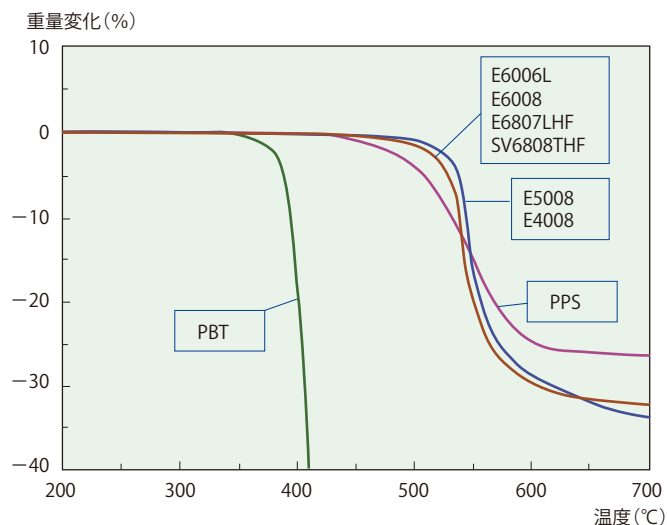


表 3-1-2 スミカスーパー LCP の熱分解温度

樹脂	分解温度 (°C)	
	1%減量温度	主分解温度
E5008 E5008L	520	559
E4008	520	555
E6008 E6006L	500	550
E6007LHF E6807LHF SV6808THF SZ6505HF	500	550
PBT-GF30	370	421
PPS-GF40	460	556

測定機器：島津製作所製 TG50 型

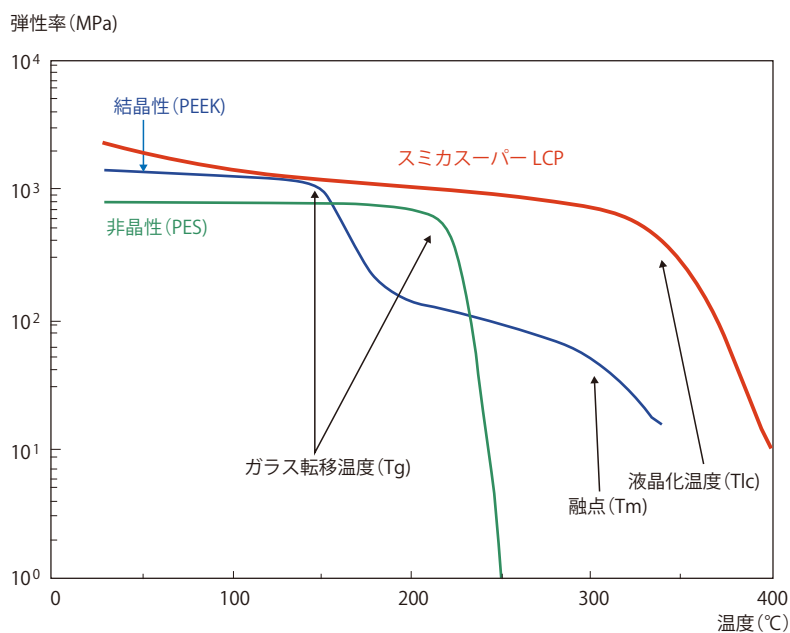
昇温速度：10℃/min

雰囲気：窒素中

動的粘弾性 (DMA)

スミカスーパー LCP と結晶性ポリマー (PEEK)、非晶性ポリマー (PES) と比較した弾性率の温度依存性の動的粘弾性のデータを以下に示します。PEEK は 140℃で顕著な弾性率の低下を示すのに対し、スミカスーパー LCP は 200℃以上でも高い機械的特性を維持し、ガラス転移挙動を示しません。実際、示差走査熱量計 (DSC) による熱分析でも、従来の結晶性ポリマーや非晶性ポリマーに見られるような熱転移 (T_g) は示されていません。また、スミカスーパー LCP は、明確な融点が見られません。スミカスーパー LCP は、液晶化温度 (T_{lc}) で見かけ上溶けたように見えます。これにより、成形温度以下であれば金型温度を自由に設定できるメリットがあります。

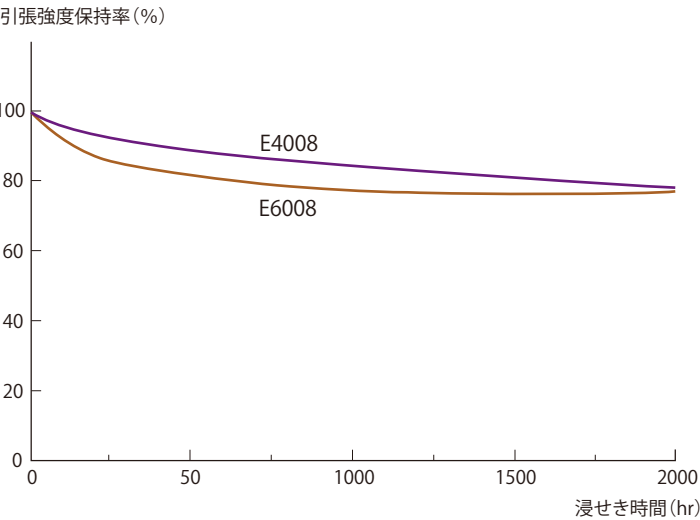
図 3-1-3 スミカスーパー LCP の DMA 曲線



耐熱水性

80℃の熱水中では、2000 時間浸漬後も実用的な強度レベルを有しています。120℃以上の水蒸気中では加水分解が進行し、強度低下が大きいので使用することはできません。

図 3-1-4 スミカスーパー LCP の耐熱水性 (80℃)



ハンダ耐熱性

スミカスーパー LCP は、耐熱エンプラの中でも最高のハンダ耐熱性を有しています。

表 3-1-3 スミカスーパー LCP のハンダ耐熱性

	樹脂	ハンダ浴温度 (℃)															
		220		240		260		280		300		320		340		360	
スミカスーパー LCP	E5000 シリーズ	> 60														5	
	E4000 シリーズ	> 60														10	
	E6000 シリーズ	> 60														10	
	E6000HF シリーズ	> 60														10	
	SV6000HF シリーズ	> 60														10	
	SZ/SR シリーズ	> 60														10	
PEEK	GF30%	> 60														10	3
PPS	GF40%	> 60														5	3
	フィラー高充填	> 60														10	1

試料寸法：JIS K7113 1(1/2) 号ダンベル ×1.2mm

ハンダ：H60A(スズ 60%、鉛 40%)

* 図中の数字は、変形を生ずる限界秒数(>60 は 60 秒浸漬しても変形を生じないことを意味する)
尚、成形条件によっては上記の変形温度以下で発泡が起こることがあります。

長期耐熱性

スミカスーパー LCP は優れた長期耐熱性を有します。スミカスーパー LCP の相対温度指数 (RTI) は以下のとおりです。RTI は電気的特性 (Elec)、機械的特性 (Mech) の衝撃強度 (Imp) と引張強度 (Str) において、10 万時間のエージングの後に、その初期値が半分の値になる温度を示します。一般に薄い試験片の方が劣化速度は速いことから、UL では試験片の肉厚に応じた RTI 評価を行っています。

表 3-1-4 スミカスーパー LCP の相対温度指数 (UL746B)

グレード	厚み (mm)	RTI		
		Elec	Imp	Str
E5008	0.75	240	200	220
	1.5	240	220	240
	3.0	240	220	240
E5008L	0.75	240	200	220
	1.5	240	220	240
	3.0	240	220	240
E4008	0.15	220	200	220
	0.30	240	200	240
	0.75	240	220	240
	1.5	240	220	240
	3.0	240	220	240
E6008	0.15	220	200	220
	0.27	240	200	240
	0.54	240	220	240
	0.75	240	220	240
	1.5	240	220	240
	3.0	240	220	240
E6007LHF-MR	0.50	220	210	210
	0.75	220	210	210
	1.5	220	220	220
	3.0	220	220	220

アレニウスプロット

樹脂が持つ熱安定性によって、その樹脂の長期間使用できる温度範囲が制限されます。UL 準拠の RTI 評価において、エージング試験は観察の対象となる特性値が初期値の半分に低下するまで続けられます。何段階かの異なる温度でエージング試験を行い、そのデータを基にしてアレニウスプロットを作成します。アレニウスプロットは、特性値が初期値の半分に低下するまでに要するヒートエージング時間 (半減期とも呼ばれます) を、エージング温度 (K) の逆数に対してプロットして得られるグラフです。

図 3-1-5 スミカスーパー E5008 の引張強度半減期の温度依存性

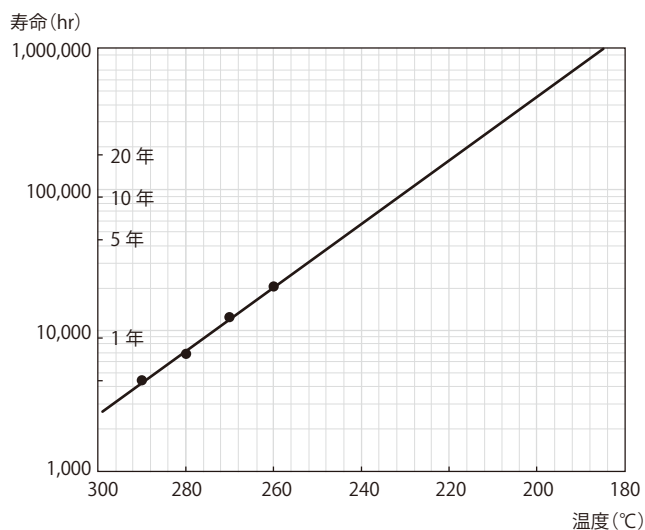
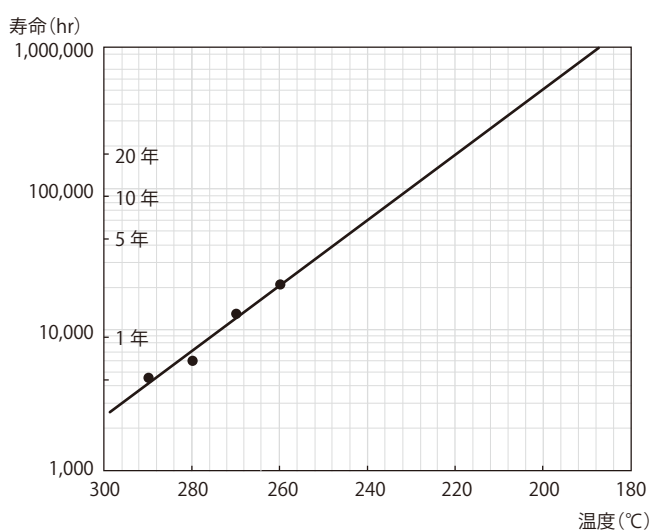


図 3-1-6 スミカスーパー E6008 の引張強度半減期の温度依存性

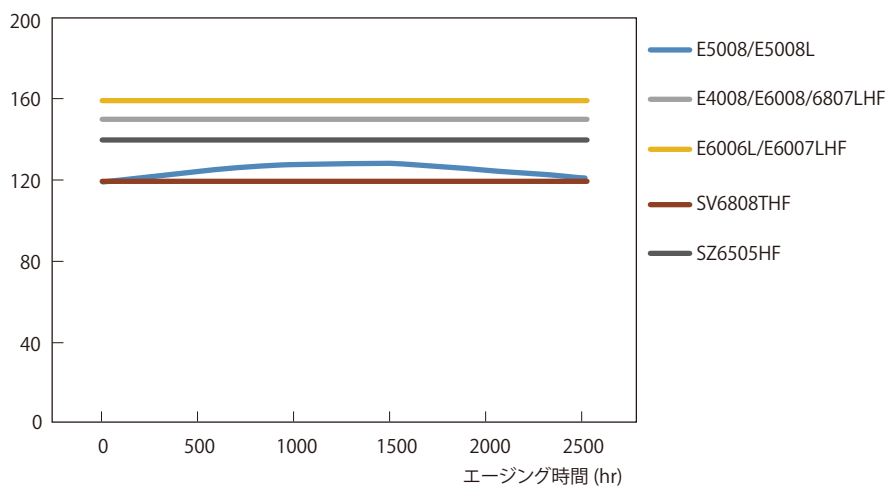


耐熱老化性 (260℃空气中)

スミカスーパー LCP の 260℃空气中での強度保持性能は以下のとおりです。260℃の空气中でも、引張強度の低下はほとんどありません。

図 3-1-7 耐熱老化性 (260℃空气中)

引張強度 (MPa)



3-2 スミカスーパー LCP の機械的特性

引張強度

スミカスーパー LCP の引張試験における応力-ひずみ曲線（以下 S-S 曲線）を示します。応力があるレベルに達するまではひずみと応力が比例関係にあります。プラスチックの強度設計を行う上では、応力とひずみが比例関係にならない部分がある点について考慮する必要があります。

また、図 3-2-2、図 3-2-3 に E6008 と E5008 の引張強さの温度依存性を示します。引張特性は環境温度により変化しますが、スミカスーパー LCP は広い温度範囲で高い引張強さを維持しています。

図 3-2-1 スミカスーパー LCP の S-S カーブ (室温)

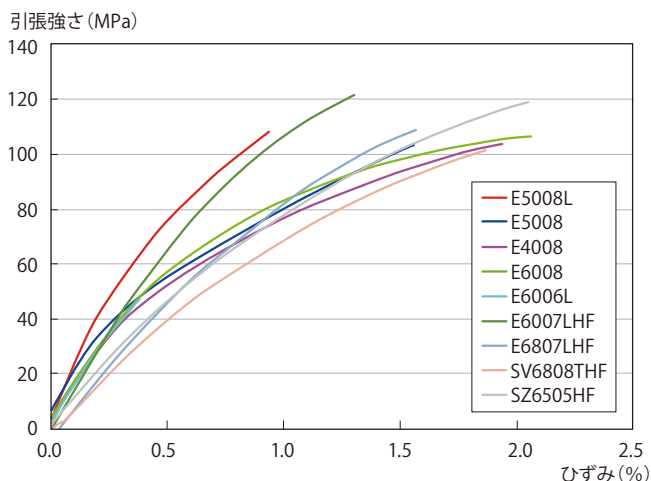


図 3-2-2 E6008 の引張強さの温度依存性

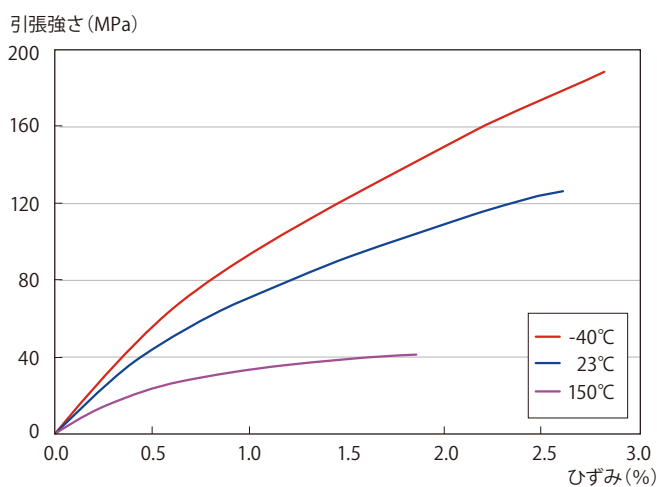
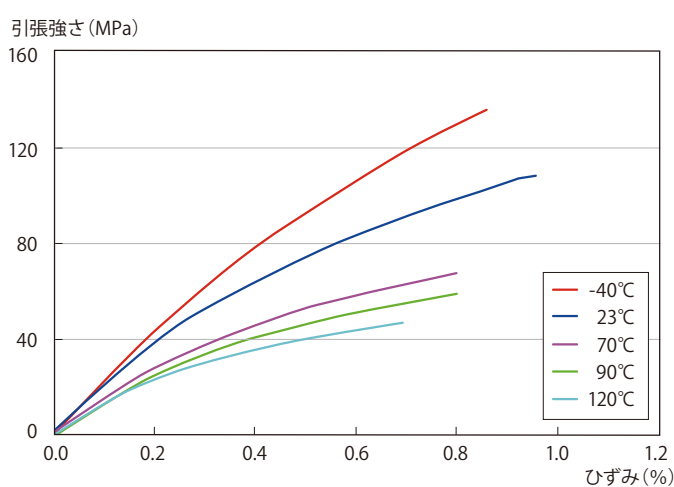


図 3-2-3 E5008 の引張強さの温度依存性



成形品肉厚依存性

スミカスーパー LCP は溶解時のせん断力により容易に分子が配向します。成形品が薄肉であるほど配向の強いスキン層の割合が高くなるため、単位断面積当たりの強度は高くなります。表 3-2-1 にスミカスーパー LCP の薄肉引張特性を、図 3-2-4、表 3-2-2 に引張強度と曲げ強度の厚み依存性を示します。

表 3-2-1 スミカスーパー LCP の薄肉引張強度

項目	厚み(mm)	E5008L	E5008	E4008	E6008	E6006L	E6007LHF	E6807LHF	SV6808THF	SZ6505HF
引張強度 (MPa)	0.5	151	161	178	199	215	153	144	130	140
	0.8	151	139	171	184	194	141	139	123	137
	1.2	135	119	158	164	172	141	127	116	144
	1.6	132	113	131	149	160	144	126	114	144
引張伸び率 (%)	0.5	2.4	2.9	3.0	3.0	2.4	2.7	2.8	2.1	4.8
	0.8	2.7	3.1	3.7	3.5	2.8	3.6	4.1	2.8	5.7
	1.2	2.8	3.3	4.1	4.0	3.4	3.8	4.1	3.3	6.2
	1.6	3.1	3.5	4.5	4.2	3.7	4.2	4.3	3.6	6.8
引張弾性率 (GPa)	0.5	18.6	17.6	19.5	18.6	21.7	17.7	16.9	15.8	14.9
	0.8	16.1	15.4	17.1	16.5	15.8	15.2	14.8	12.0	13.2
	1.2	14.1	12.4	13.4	12.4	12.2	11.9	11.1	10.5	11.8
	1.6	11.6	11.0	10.8	11.0	9.8	11.0	10.0	9.5	10.6
成形温度 (°C)		400			350					

図 3-2-4 スミカスーパー LCP の引張強度の厚み依存性

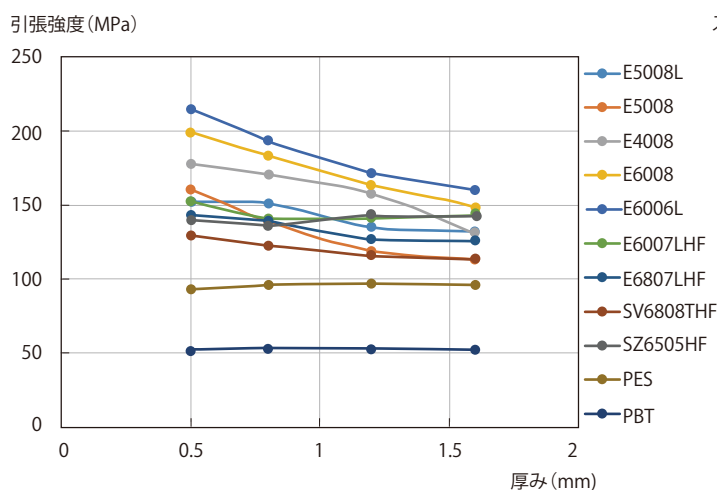


図 3-2-5 スキン／コア図

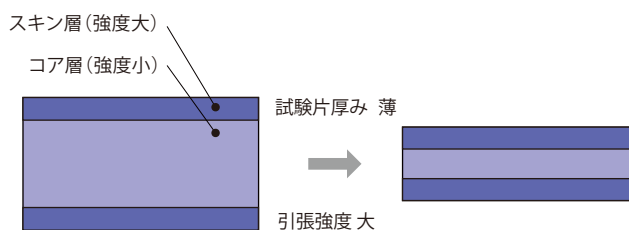


表 3-2-2 スミカスーパー LCP の曲げ強度の厚み依存性

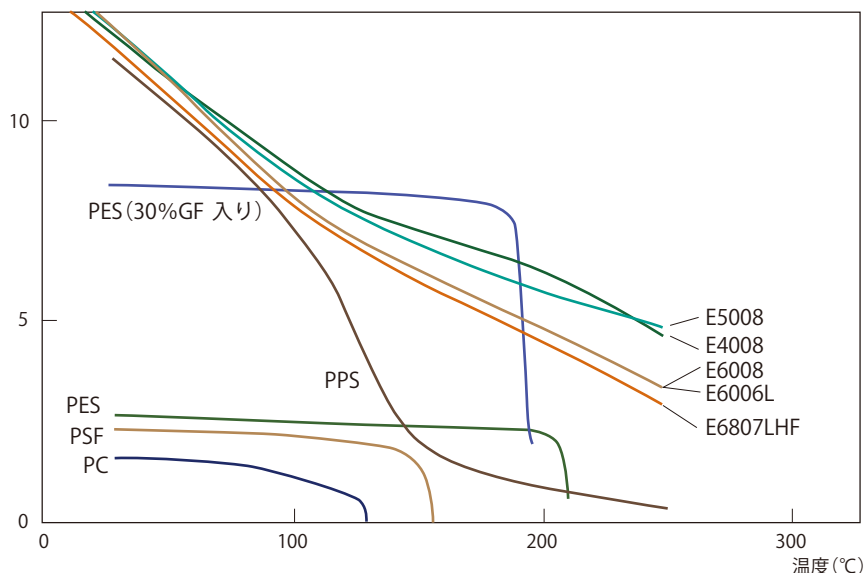
項目	厚み(mm)	E6007LHF	E6807LHF	E6808LHF	E6808UHF	E6808GHF	E6810KHF	SV6808THF	SZ6505HF	SZ6506HF
曲げ強度 (MPa)	0.5	234	198	220	131	184	174	160	155	153
	0.8	234	202	216	126	177	174	163	155	155
	1.2	224	198	201	121	168	165	160	157	162
	1.6	217	188	194	124	170	159	157	169	173
曲げ弾性率 (GPa)	0.5	25.4	20.5	24.8	16.5	20.3	21.5	12.9	18.4	19.2
	0.8	21.0	16.6	18.7	12.6	16.7	17.7	11.3	15.7	16.0
	1.2	17.6	14.4	15.4	9.6	13.1	14.2	10.4	12.6	13.7
	1.6	14.8	11.7	12.9	8.7	11.7	12.4	8.9	12.0	13.2

曲げ弾性率の温度依存性

スミカスーパー LCP の弾性率は、結晶性や非晶性ポリマーのようにガラス転移点における極端な低下はみられず、温度上昇とともに徐々に低下する傾向を示します。各シリーズとも 250℃においても実用的な曲げ弾性率を有し、耐熱エンブラの中でも高いランクに位置付けられます。また、成形後の製品に熱処理を施すと、スキン構造がより強固なものとなり、弾性率は向上する傾向にあります。弾性率以外に強度、熱変形温度やクリープ特性についても同様の傾向がみられます。

図 3-2-6 スミカスーパー LCP の曲げ弾性率の温度依存性

曲げ弾性率(GPa)



物性の異方性

スミカスーパー LCP の異方性を下表に示します。スミカスーパー LCP は流動する際に流動方向に強く配向するため、流動方向 (MD) と直角方向 (TD) において、強度が大きく異なります。射出成形に際しては、ゲート位置等の金型設計に十分留意してください。

表 3-2-3 スミカスーパー LCP の物性の異方性

項目	単位	測定方向	E5008L	E5008	E4008	E6008	E6006L	E6007LHF
成形収縮率	%	MD	0.05	0.06	0.10	0.18	0.19	0.20
	%	TD	0.81	1.25	1.32	1.16	0.74	0.60
曲げ強度	MPa	MD	137	130	138	136	156	158
	MPa	TD	58	56	57	61	92	95
曲げ弾性率	GPa	MD	13.4	12.6	12.7	12.2	11.4	14.0
	GPa	TD	3.7	3.3	3.0	4.4	4.7	5.1

成形収縮率試験片 : 64×64×3mm (1mm フィルムゲート)
 曲げ物性試験片 : 13w×3t×64Lmm
 支点間距離 : 40mm
 射出成形機 : 日精樹脂工業 PS40E5ASE

ウエルド強度

一般に LCP は固化速度が速く異方性も大きいため、ウエルド強度が低くなる傾向があります。ウエルド部の機械特性は密着不良により強度が低下しやすいため、製品設計や金型の製作をする上では十分な配慮が必要です。

図 3-2-7 にスミカスーパー LCP のウエルド曲げ強度を示します。LCP 樹脂が開口部の位置で合流し、再度流動するウエルド 1 と、開口部の位置で合流したそのまま流動が停止する流動末端のウエルド 2 の 2 種類について評価しています。

図 3-2-7 スミカスーパー LCP のウエルド曲げ強度 (3mm 厚み)

ウエルド曲げ強度 (MPa)

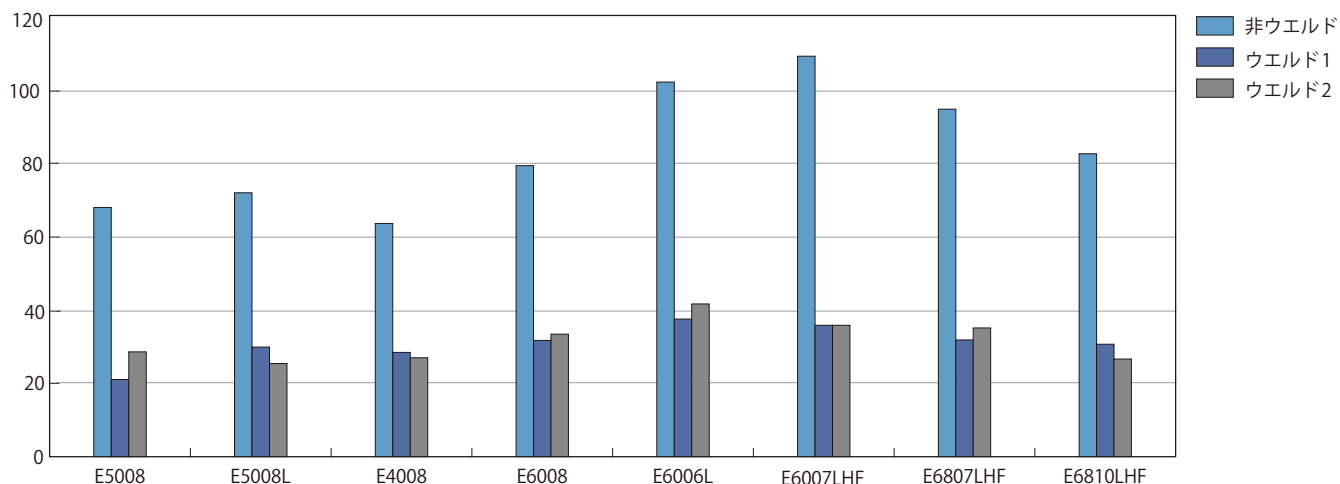


図 3-2-8 スミカスーパー LCP のウエルド評価用試験片

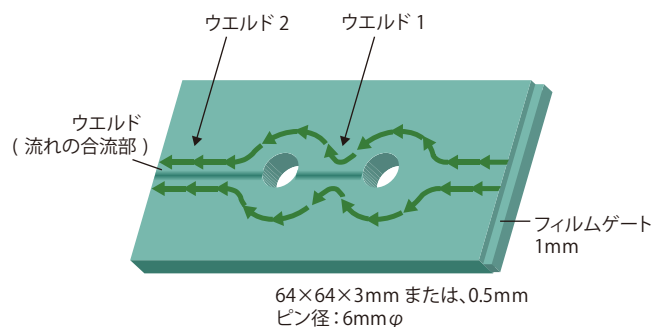
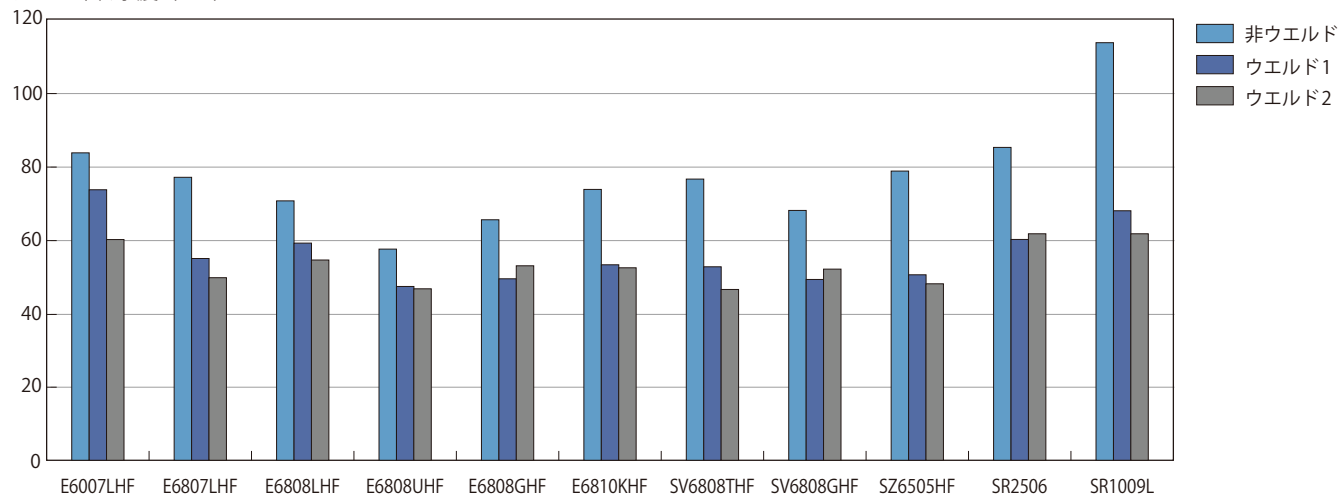


図 3-2-9 スミカスーパー LCP のウエルド曲げ強度 (0.5mm 厚み)

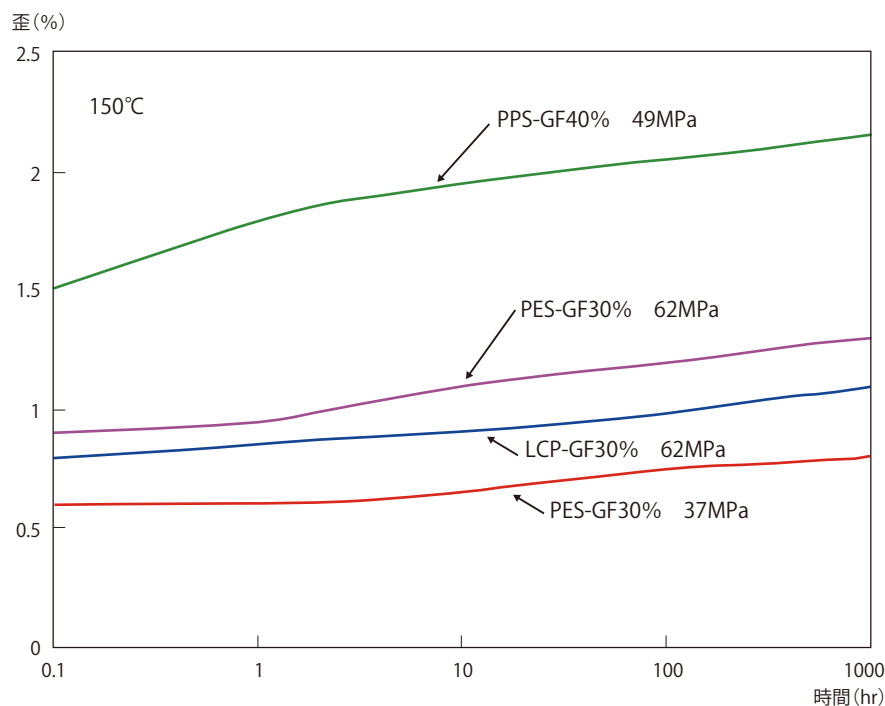
ウエルド曲げ強度 (MPa)



クリープ特性

実用部品の強度計算に当たっては、クリープ特性と温度による特性変化を基に、使用条件下での成形品の寸法変化および強度変化を考慮する必要があります。図 3-2-10 にガラス繊維強化グレードである E6006L の 150℃における曲げクリープ特性を示します。スミカスーパー LCP は、結晶性の PPS (ガラス繊維 40%強化グレード) やスミカエクセル PES (ガラス繊維 30%強化グレード) と比較し、優れたクリープ特性を有していることがわかります。

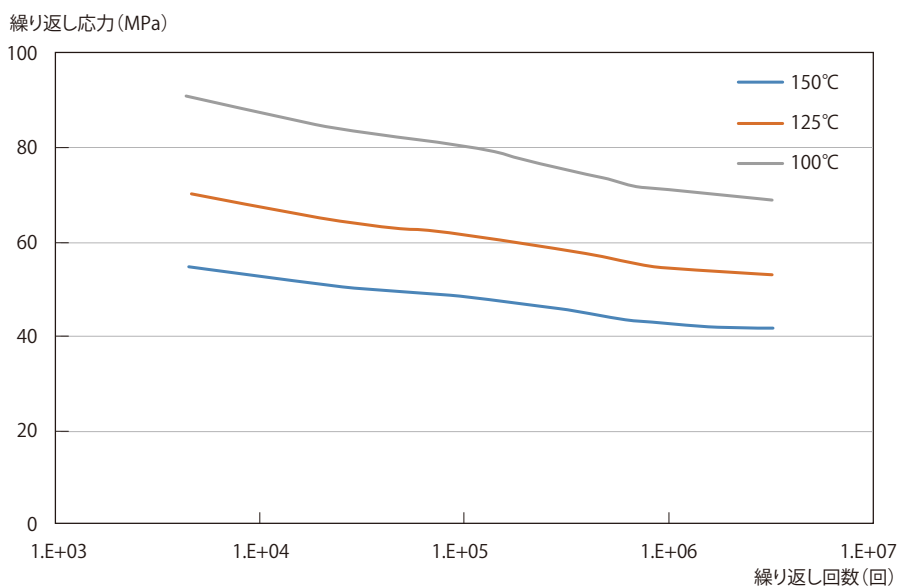
図 3-2-10 スミカスーパー LCP のクリープ特性



疲労特性

長時間変動する荷重下にある材料は疲労破壊を起こします。スミカスーパー LCP の E6006L の引張疲労試験による応力 - 寿命曲線を示します。

図 3-2-11 スミカスーパー LCP の疲労特性



3-3 スミカスーパー LCP の寸法安定性

成形収縮率

スミカスーパー LCP は、流動方向 (MD) と流動方向と直角方向 (TD) の成形収縮率の違いが大きく、異方性の大きい材料となります。金型の寸法を検討される場合は、MD と TD の値の中間値をベースに、修正が可能な成形収縮率を設定してください。

特に薄肉小型製品の場合、MD 方向の収縮率は 0% として設計することを推奨します。

表 3-3-1 スミカスーパー LCP の物性値の異方性

項目	単位	測定方向	E5008L	E5008	E4008	E6008	E6006L	E6007LHF	SV6808THF	SZ6505HF
成形収縮率	%	MD	0.05	0.06	0.10	0.18	0.19	0.20	0.25	0.22
	%	TD	0.81	1.25	1.32	1.16	0.74	0.60	0.56	0.60
曲げ強度	MPa	MD	137	130	138	136	156	158	120	145
	MPa	TD	58	56	57	61	92	95	50	77
曲げ弾性率	GPa	MD	13.4	12.6	12.7	12.2	11.4	12.0	10.0	12.0
	GPa	TD	3.7	3.3	3.0	4.4	4.7	3.5	3.0	6.0

成形収縮率試験片：64×64×3mm (1mm フィルムゲート)

曲げ物性試験片：13w×3t×64Lmm

支点間距離：40mm

射出成形機：日精樹脂工業 PS40E5ASE

図 3-3-1 E6008 の成形収縮率

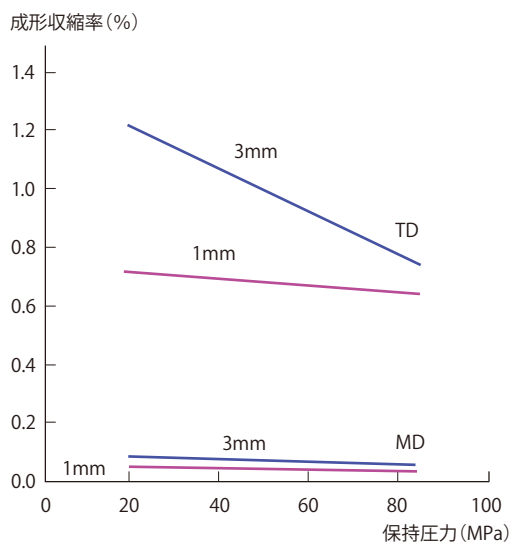
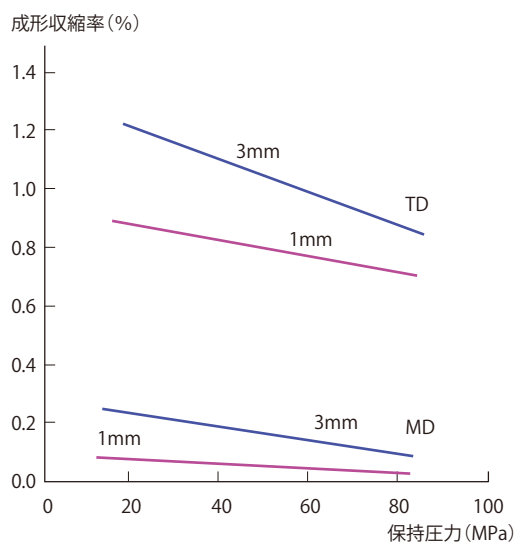


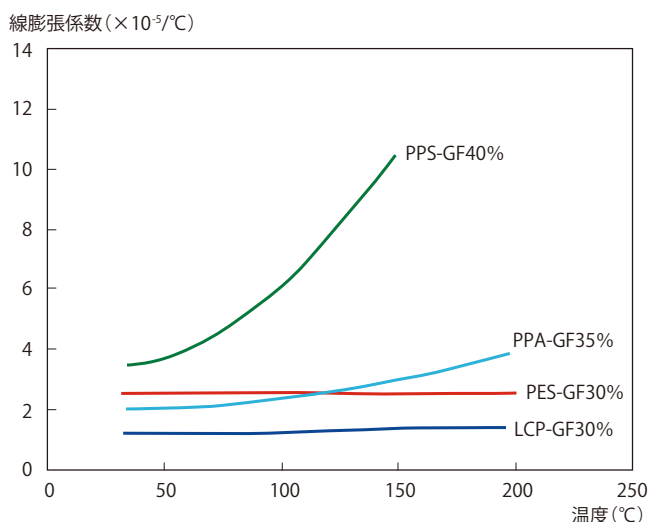
図 3-3-2 E5008 の成形収縮率



スミカスーパー LCP の線膨張係数

スミカスーパー LCP の優れた特長のひとつに、線膨張係数が極めて低いことがあります。スミカスーパー LCP の線膨張率は、温度が変化しても線膨張係数はほぼ変化せずに線形性を持ち、MD 方向の線膨張率は、金属と同等レベルの極めて低い線膨張係数となります。ただし、LCP は、他の特性と同様に、熱膨張係数に異方性が生じ、TD 方向の線膨張係数は大きくなります。

図 3-3-3 スミカスーパー LCP の線膨張係数と他樹脂との比較



線膨張係数

線膨張係数は、成形品の温度 1°C あたりの熱膨張による変位量です。一般的に線膨張係数は、ある温度範囲の平均線膨張係数を指します。スミカスーパー LCP の線膨張係数は、充填材の種類や充填量、流動配向（異方性）の影響により、MD と TD で値が大きく異なります。本測定では、比較的異方性が大きくなりやすいダンベル試験片の中央部から切削加工した試験片の線膨張係数を示しているため、MD と TD の差が明確となります。

表 3-3-2 スミカスーパー LCP の線膨張係数

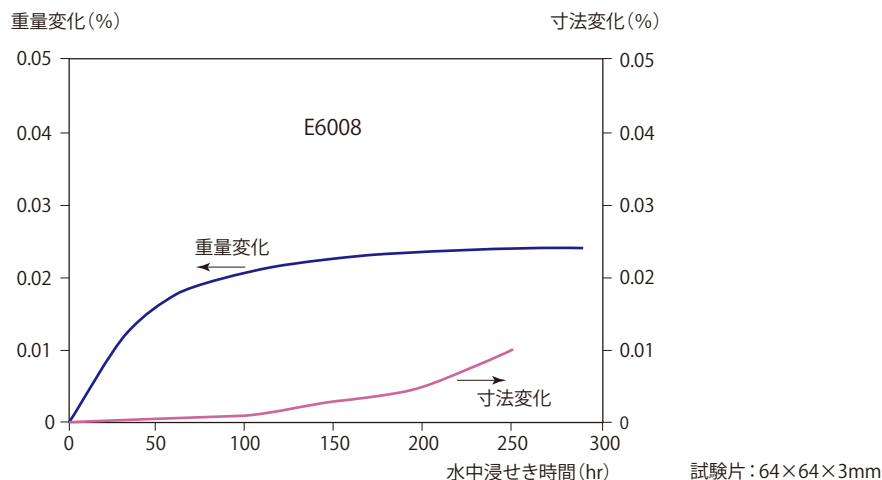
単位: $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$

シリーズ	グレード	線膨張係数	
		MD	TD
E5000 シリーズ	E5006L	1.7	7.3
	E5008	0.1	6.4
	E5008L	0.2	6.0
	E5204L	1.3	7.3
E4000 シリーズ	E4006L	0.2	8.1
	E4008	1.4	6.2
	E4009	1.5	6.3
E6000 シリーズ	E6006L	2.0	8.9
	E6008 KE	0.3	7.2
	E6008	1.3	5.6
	E6809U	1.0	6.0
E6000HF シリーズ	E6007LHF	0.2	8.5
	E6007LHF-MR	0.2	8.5
	E6807LHF	1.0	6.3
	E6808GHF	0.7	7.6
	E6808LHF	0.4	8.1
	E6808UHF	1.0	6.2
	E6810LHF	0.5	8.0
	E6810KHF	0.9	7.1
SV シリーズ	SV6808THF	0.6	5.2
	SV6808GHF	1.3	6.8
	SV6808L	1.0	9.0
SR1000 シリーズ	SR1009	0.2	7.1
	SR1009L	0.2	7.1
	SR1205L	1.1	5.6
SR2000 シリーズ	SR2506	0.7	5.2
	SR2507	0.5	2.7
SZ シリーズ	SZ4506	0.1	5.9
	SZ6505HF	1.1	7.6
	SZ6506HF	1.0	6.6
	SZ6709L	0.9	8.1

スミカスーパーの吸水性

スミカスーパー LCPの吸水率は 0.02%と極めて小さい値を示します。また、水中で長時間放置しても重量変化、寸法変化はほとんどみられません。

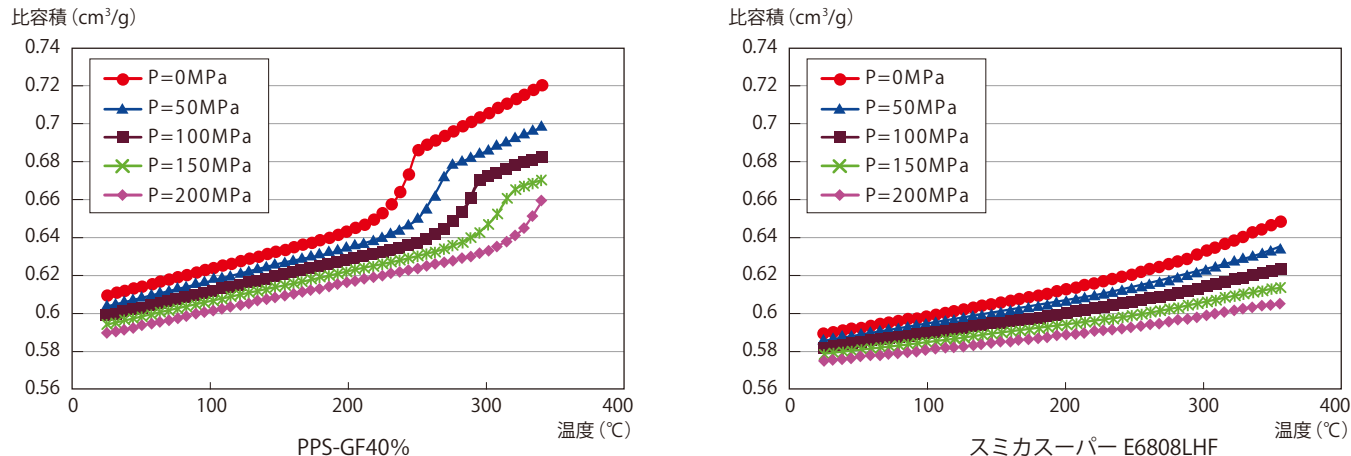
図 3-3-4 スミカスーパー E6008 の吸水による重量、寸法の変化



スミカスーパーの PVT 特性

スミカスーパーを含む熱可塑性樹脂は、固体や熔融状態に関わらず圧力に依存して比容積が変化します。この樹脂の圧縮性は、圧力 (Pressure)、比容積 (Specific Volume) および温度 (Temperature) の関係 (PVT 特性) として表されます。一般的に PPS のような結晶性樹脂は、融点 (結晶化) で大きな体積変化がみられますが、LCP は液晶化温度で見かけ上は溶けるため、固化に伴う体積変化は少なくなっています。また、圧力による体積変化も少なくなっています。そのため、寸法安定性に優れています。

図 3-3-5 PPS-GF40%とスミカスーパー E6808LHF の PVT 特性の比較



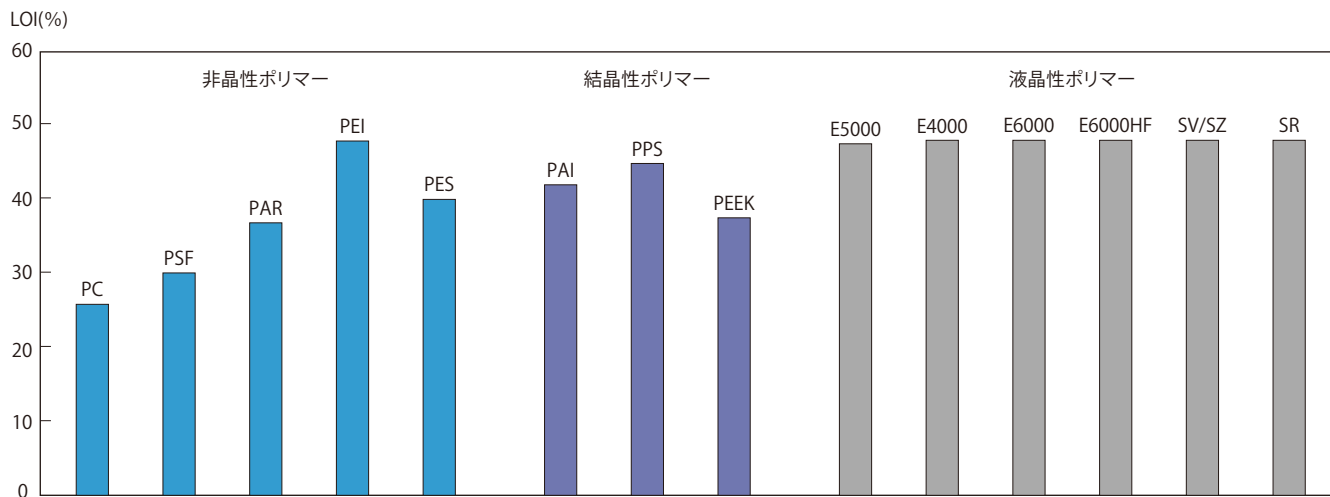
3-4 スミカスーパー LCP の難燃性

スミカスーパー LCP は難燃剤を使用せずに、優れた難燃性を有しています。また、燃焼時の発生ガスは主に炭酸ガスと水です。

限界酸素指数

スミカスーパー LCP はエンジニアリングプラスチックの中でも最高レベルの高い限界酸素指数 (LOI) を示します。

図 3-4-1 エンジニアリングプラスチックとスミカスーパー LCP の限界酸素指数の比較



UL 規格

UNDERWRITERS LABORATORIES INC. が策定した UL 94 燃焼性規格は、プラスチック材料をその耐燃焼性を基準として分類するシステムです。スミカスーパー LCP の UL ファイル番号は、E249884 に登録されています。詳細は UL ファイルをご参照ください。

表 3-4-1 スミカスーパー LCP の UL 登録状況

グレード	厚み (mm)	Flame Class	HWI	HAI	CTI	RTI		
						Elec	Imp	Str
E5008	0.75	V-0	3	4	3	240	200	220
	1.5	V-0	1	4	3	240	220	240
	3.0	V-0	0	4	3	240	220	240
E5008L	0.75	V-0	3	4	4	240	200	220
	1.5	V-0	1	4	4	240	220	240
	3.0	V-0	0	4	4	240	220	240
E4008	0.15	V-0	4	-	3	220	200	220
	0.30	V-0	3	0	3	240	200	240
	0.75	V-0	3	0	3	240	220	240
	1.5	V-0	2	0	3	240	220	240
	3.0	V-0	1	0	3	240	220	240
E6008	0.15	V-0	4	3	3	220	200	220
	0.27	V-0	4	0	3	240	200	240
	0.54	V-0	4	0	3	240	220	240
	0.75	V-0	4	0	3	240	220	240
	1.5	V-0	2	0	3	240	220	240
	3.0	V-0	1	0	3	240	220	240
E6007LHF-MR	0.50	V-0	4	1	3	220	210	210
	0.75	V-0	4	1	3	220	210	210
	1.5	V-0	4	1	3	220	220	220
	3.0	V-0	0	0	3	220	220	220

Flame Class：燃焼クラス

Relative Thermal Index(RTI)：温度インデックス

Hot Wire Ignition(HWI)：ホットワイヤー耐発火性

High Ampere Arc Resistance(HAI)：高電流アーク耐発火性

Comparative Tracking Index(CTI)：比較トラッキング指数

PLC：HWI,HAI,CTI は、Performance Level Categories(PLC) の等級で表示されます。

3-5 スミカスーパー LCP の化学安定性

スミカスーパーの耐薬品性

スミカスーパー LCP の耐薬品性のデータを表に示します。スミカスーパー LCP は高温下でも油類によって膨潤、劣化することなく、優れた耐薬品性を有しています。しかしながら、実用にあたっては実成形品での評価が必要です。

表 3-5-1 スミカスーパー LCP の耐薬品性

薬品名	条件		スミカスーパー LCP 評価
	温度 (°C)	時間	
20%塩酸	50	30日	○
20%硫酸	50	30日	○
40%硝酸	50	30日	○
氷酢酸	50	30日	○
10%水酸化ナトリウム	50	30日	×
10%アンモニア水	50	30日	×
アセトン	還流	100hr	○
メチルエチルケトン	還流	100hr	○
トリクロロエタン	還流	100hr	○
塩化メチレン	還流	100hr	○
トルエン	還流	100hr	○
メタノール	還流	100hr	○
エタノール	還流	100hr	○
酢酸エチル	還流	100hr	○
ジメチルホルムアミド	還流	100hr	×
ガソリン	室温	30日	○
エンジンオイル	120	2000hr	○
ギアオイル	120	2000hr	○

評価 ○：引張強度の低下率 5%以下、重量の変化率 2%以下
×：上記以上の変化があるもの

成形品からの発生ガス

スミカスーパー LCP の成形品を加熱した時に発生するガス量は極めて低い値を示します。

図 3-5-1 成形品から発生するガス成分の分析方法

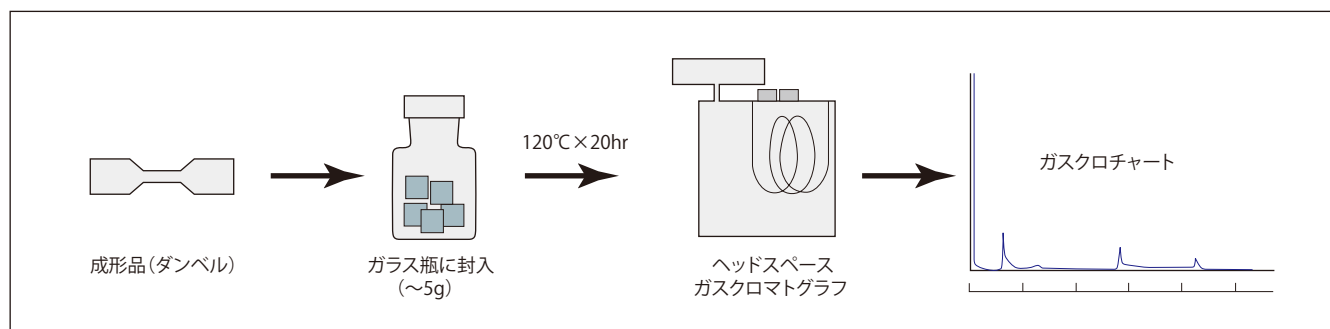
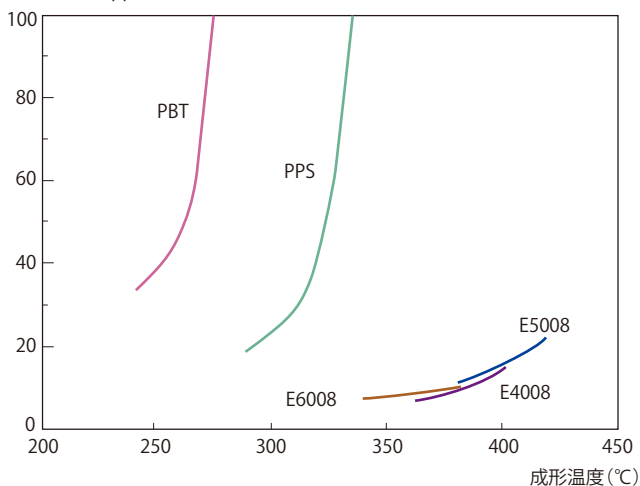


図 3-5-2 スミカスーパー LCP の発生ガス量

発生ガス量 (ppm)



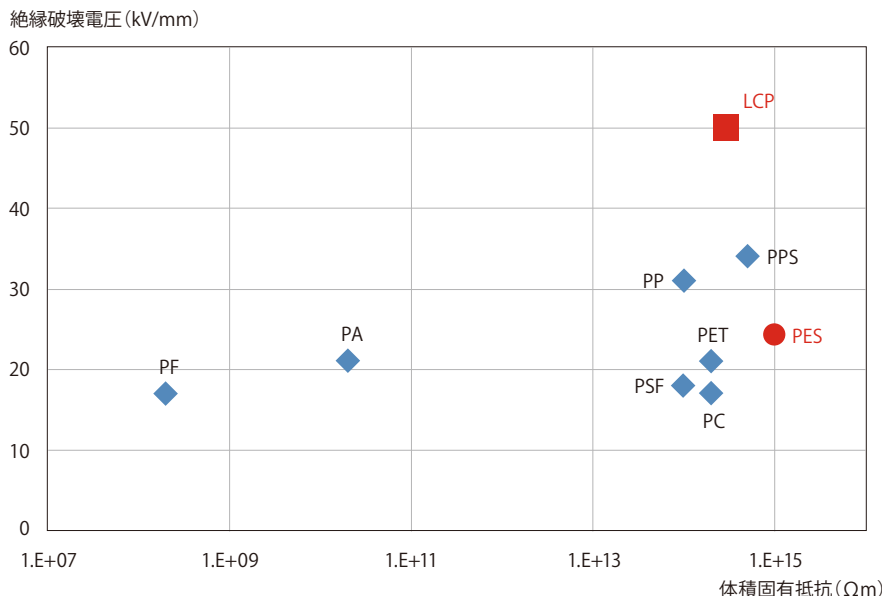
分析装置：ヘッドスペースガスクロマトグラフ
試料前処理条件：120℃、20hr 加熱

3-6 スミカスーパー LCP の電気特性

体積固有抵抗率

材料の体積抵抗率は、その材料の単位立方体が示す電気抵抗と定義され、材料に DC 500 V の電圧を 1 分間印加したときに材料を通して流れる電流を測定します。電気絶縁性が高いほど、高い体積抵抗率を示します。スミカスーパー LCP は、スキン層が強く配向することにより高い絶縁性を有します。

図 3-6-1 スミカスーパー LCP の体積固有抵抗値と絶縁破壊電圧



絶縁特性

絶縁破壊電圧は、材料が絶縁破壊を起こさずにどの程度の高電圧まで耐えることができるかを示す指標です。試験結果は kV/mm 単位で報告されますが、絶縁耐力は試験片の厚みや温度によっても影響を受けます。スミカスーパー LCP の絶縁破壊電圧は、引張強度と同様に厚みが薄くなるほど高い値を示します。また、高温化でも絶縁破壊電圧が低下しにくく、優れた絶縁特性を有します。

図 3-6-2 スミカスーパー LCP の絶縁破壊電圧の厚み依存性

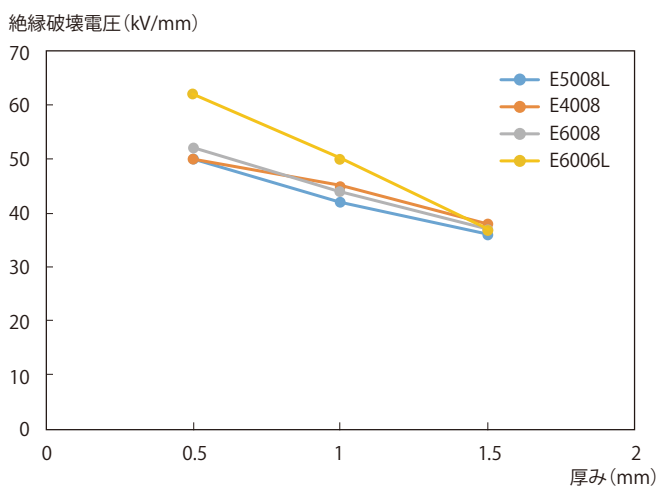
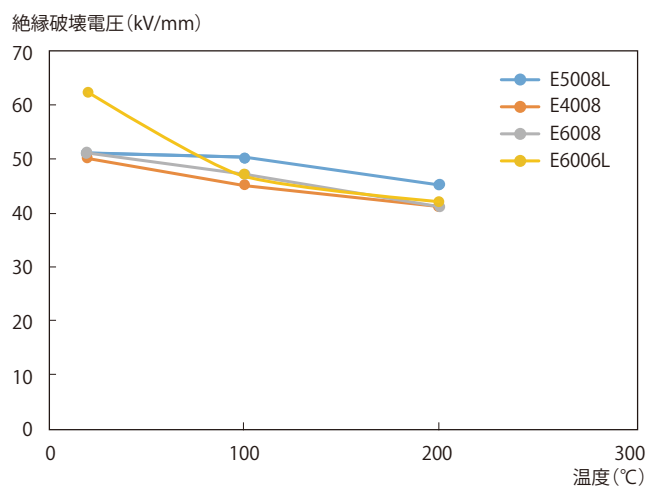


図 3-6-3 スミカスーパー LCP の絶縁破壊電圧の温度依存性



誘電特性

スミカスーパー LCP の誘電率、誘電正接の温度および周波数依存性は、小さく安定しています。特に LCP は、ギガヘルツ領域における誘電正接が小さくなります。

図 3-6-4 誘電正接の温度依存性

誘電正接 (60Hz)

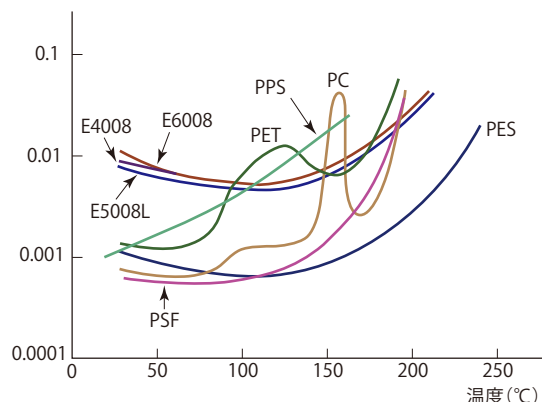


図 3-6-5 誘電正接の周波数依存性

誘電正接 (23°C)

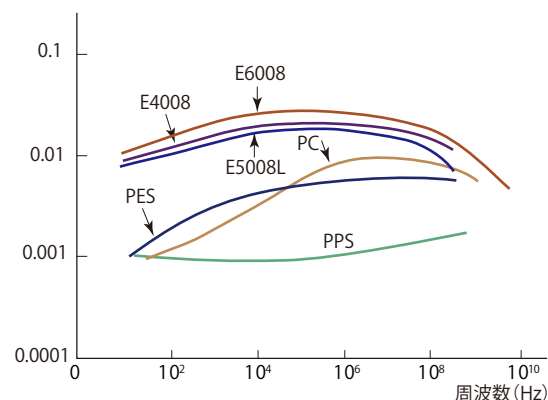


表 3-6-1 スミカスーパー LCP の電気的特質

測定項目		測定方法	E5008L	E5008	E5204L B	E4008	E4205R	E6008	E6006L	E6007LHF	E6807LHF	SR1009
誘電率	1kHz	IEC 60250	4.7	4.7	—	4.5	—	4.4	4.3	—	4.3	—
	1MHz		4.2	4.2	3.1	3.9	2.9	3.9	3.7	3.8	3.8	4.0
	1GHz	IEC 62810	3.7	3.7	3.0	3.8	2.8	3.9	3.7	3.8	3.5	4.0
	10GHz		3.8	3.7	3.0	3.7	2.9	3.8	3.5	3.6	—	4.0
誘電正接	1kHz	IEC 60250	0.013	0.015	—	0.018	—	0.022	0.023	—	0.020	—
	1MHz		0.031	0.031	0.018	0.034	0.013	0.032	0.034	0.026	0.030	0.008
	1GHz	IEC 62810	0.005	0.005	0.006	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.004	0.003
	10GHz		0.005	0.005	0.012	0.006	0.005	0.006	0.005	0.005	—	0.005

表 3-6-2 スミカスーパー LCP の電気的特質

測定項目		測定方法	E6205L	SR1205L	E6808LHF	E6808UHF	SV6808THF	SV6808GHF	SR2506	SR2507	SZ6505HF	SZ6506HF
誘電率	1kHz	IEC 60250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1MHz		3.0	2.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.6	3.7	3.8	3.5
	1GHz	IEC 62810	2.9	2.8	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4	3.5
	10GHz		2.8	2.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.6	3.7	3.5	3.6
誘電正接	1kHz	IEC 60250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1MHz		0.024	0.007	0.038	0.033	0.012	0.029	0.029	0.029	0.023	0.011
	1GHz	IEC 62810	0.005	0.002	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005
	10GHz		0.005	0.003	0.005	0.004	0.004	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003

3-7 スミカスーパー LCP のその他の特性

スミカスーパー LCP の制振性

スミカスーパー LCP は剛性が高く振動減衰性も大きいことから、他の樹脂と比較し、制振性に優れます。損失係数と曲げ弾性率の関係を図 3-7-1 に示しますが、高弾性率を有しながら、高い損失係数を示します。

図 3-7-1 スミカスーパー LCP の損失係数と曲げ弾性率の関係

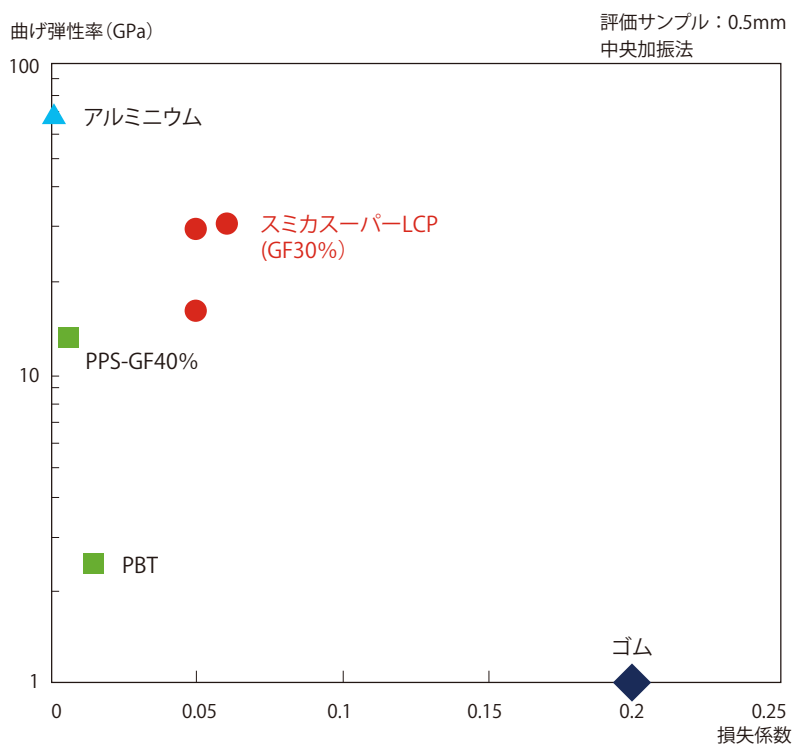


図 3-7-2 LCP と PPS の振動減衰性の比較

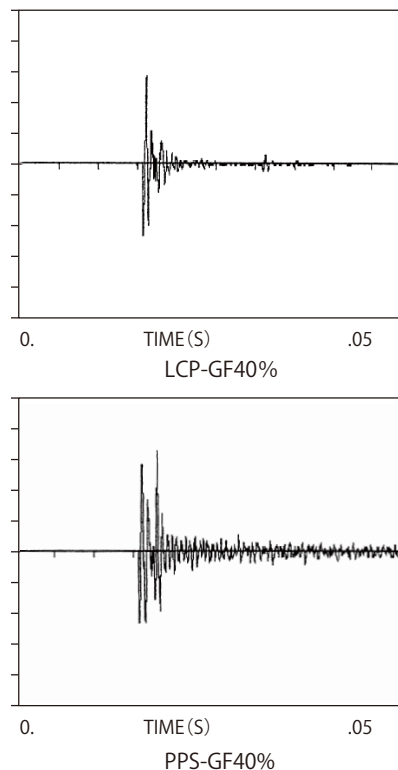


図 3-7-3 スミカスーパー LCP の共振特性

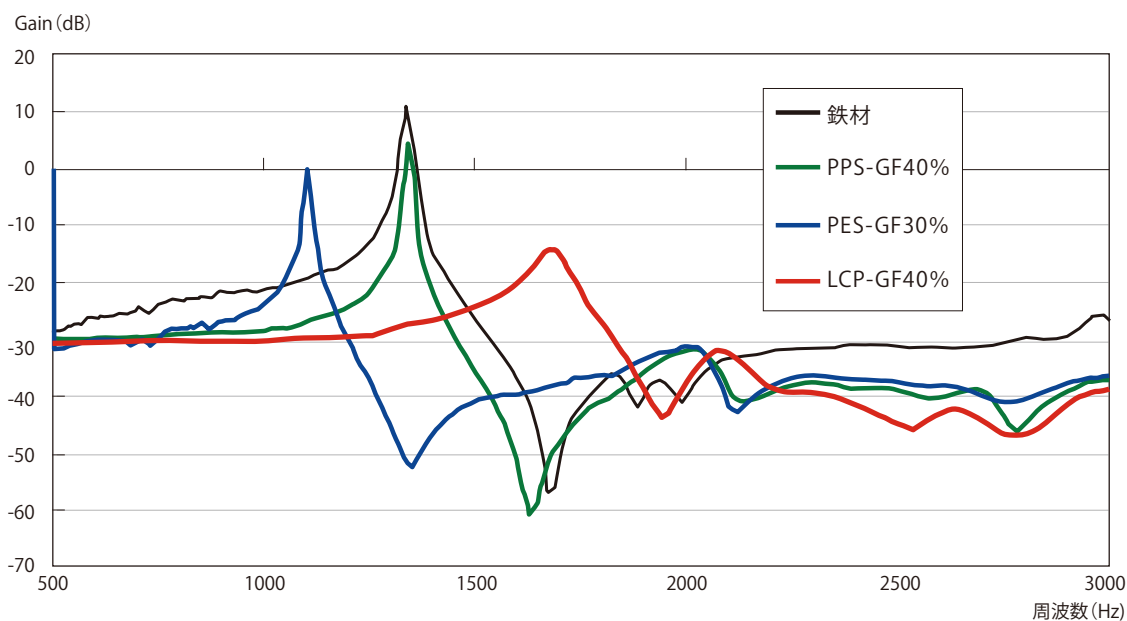


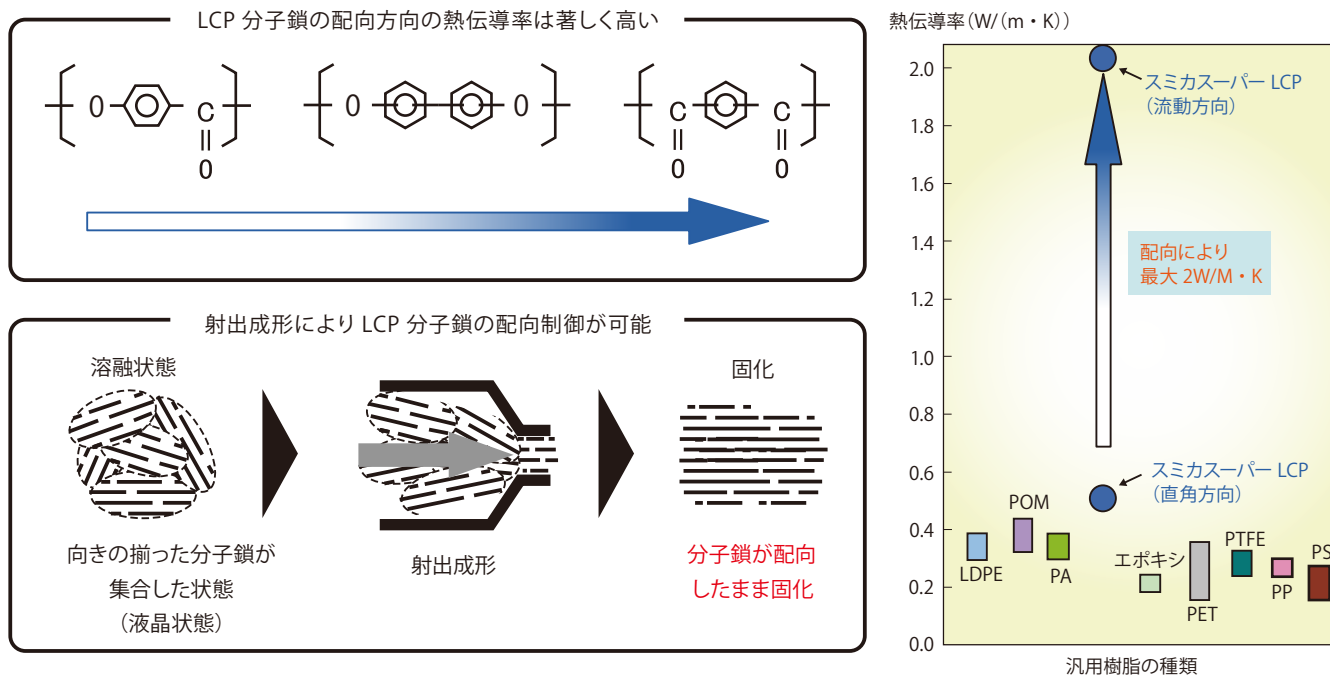
表 3-7-1 スミカスーパー LCP と他樹脂との比較

	共振周波数 (Hz)	損失係数
LCP-GF40%	1,680	0.0491
PES-GF30%	1,100	0.0092
PPS-GF40%	1,340	0.0093
鉄材	1,340	0.0095

スミカスーパー LCP の熱伝導性

スミカスーパー LCP は樹脂の配向により熱伝導性が変化し、流動方向は高い熱伝導率を示します。また、LCP 樹脂の熱伝導率と比較すると、ガラス繊維などの充填材の熱伝導率の方が高いことから、充填材の種類や含有率により熱伝導率が異なります。

図 3-7-4 スミカスーパー LCP の熱伝導率

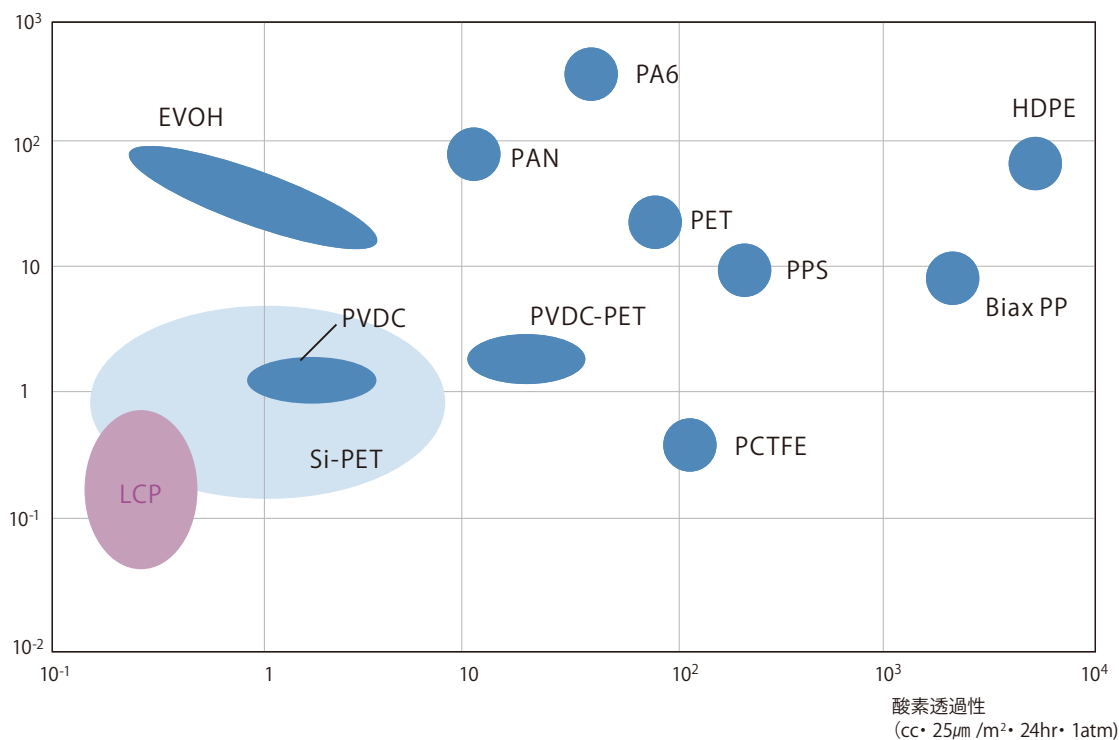


スミカスーパー LCP のガスバリア性

ガスバリア性は、24 時間に 1m^2 を透過するガスの量で透過速度と呼ばれます。透過速度が遅いほど透過量が少なく、バリア性が良好となります。通常、ガスバリア性は試験片の厚みに反比例するため、下図の厚みは $25\mu\text{m}$ に統一した値 ($\text{cc} \cdot 25\mu\text{m} / \text{m}^2 \cdot 24\text{hr} \cdot 1\text{atm}$) としています。スミカスーパー LCP は水蒸気透過性と酸素透過性の何れも透過速度が低く、ガスバリア性に優れます。

図 3-7-5 スミカスーパー LCP のガスバリア性

水蒸気透過性
($\text{g} \cdot 25\mu\text{m} / \text{m}^2 \cdot 24\text{hr} \cdot 1\text{atm}$)



スミカスーパー LCP の CAE 解析

CAE (Computer-Aided Engineering) 解析ではコンピューター上に疑似的に再現した製品の設計問題を評価 (シミュレーション) することができます。CAE に必要となる技術データの一部を下表に示します。下記のデータは、CAE 解析用に測定したデータとなります。CAE 解析にあたり、解析に必要な技術データがある場合は、当社までお問合せください。

表 3-7-2 スミカスーパー LCP の CAE 特性1

	テスト方法	単位	E5204L	E5006L	E4008	E6006L	E6008	E6807T	E6007LHF	E6808LHF	E6810LHF
比熱	ASTM E1269	J/(kg·K)	1,067	1,068	812	839	812	1,012	967	1,009	974
熱伝導度	ISO 22007-2	W/(m·K)	0.37	0.44	0.51	0.50	0.51	0.64	0.43	0.43	0.70
溶融密度	PVT 法	g/cm ³	1.10	1.35	1.54	1.42	1.54	1.52	1.50	1.53	1.65
固体密度	PVT 法	g/cm ³	1.23	1.58	1.70	1.59	1.70	1.68	1.68	1.73	1.84
ヤング率(MD)	ASTM D638	MPa	8,000	-	13,000	14,000	13,000	8,700	14,000	11,000	9,900
ヤング率(TD)	ASTM D638	MPa	3,000	-	3,600	3,800	3,600	3,900	5,100	4,800	5,600
ポアソン比(MD)	ASTM D638	-	0.43	-	0.46	0.48	0.46	0.25	0.39	0.34	0.28
ポアソン比(TD)	ASTM D638	-	0.86	-	0.88	0.87	0.88	0.82	0.72	0.71	0.73

表 3-7-3 スミカスーパー LCP の CAE 特性2

	テスト方法	単位	E6808UHF	SV6808THF	SV6808GHF	SZ6505HF	SZ6506HF	SR2506	SR2507	SR1009L	SR1205L
比熱	ASTM E1269	J/(kg·K)	1,203	920	890	1,121	1,110	1,042	979	897	856
熱伝導度	ISO 22007-2	W/(m·K)	0.33	0.56	0.66	0.48	0.47	0.48	0.55	0.29	0.38
溶融密度	PVT 法	g/cm ³	1.54	1.57	1.53	1.42	1.44	1.46	1.54	1.60	1.06
固体密度	PVT 法	g/cm ³	1.73	1.73	1.69	1.58	1.63	1.64	1.69	1.75	1.16
ヤング率(MD)	ASTM D638	MPa	8,000	8,000	10,000	11,200	11,000	12,000	13,000	14,000	7,600
ヤング率(TD)	ASTM D638	MPa	4,100	4,600	4,800	5,900	6,300	6,000	8,100	5,800	4,200
ポアソン比(MD)	ASTM D638	-	0.25	0.28	0.32	0.25	0.12	0.23	0.21	0.43	0.40
ポアソン比(TD)	ASTM D638	-	0.80	0.74	0.91	0.80	0.80	0.74	0.94	0.64	0.53

4. LCP の射出成形

4-1 スミカスーパー LCP の代表的な成形条件

スミカスーパー LCP の推奨成形条件や条件範囲などの代表的な成形条件を下記に示します。スミカスーパー LCP では樹脂温度の管理が非常に重要です。シリンダの設定温度と実際の樹脂温度が乖離している場合には、実際の樹脂温度で管理する必要があります。

表 4-1-1 スミカスーパー E5000、E4000、E6000 シリーズの一般的な成形条件

		E5000 シリーズ		E4000 シリーズ		E6000 シリーズ	
		推奨条件	条件範囲	推奨条件	条件範囲	推奨条件	条件範囲
乾燥温度 (°C)		130	120~140	130	120~140	130	120~140
乾燥時間 (hr)		5	4~24	5	4~24	5	4~24
シリンダ温度 (°C)	後部	340	330~360	320	310~340	300	280~320
	中央部	380	370~390	360	350~370	330	320~340
	前部	400	390~410	380	370~390	360	340~370
	ノズル	400	390~410	380	370~390	360	340~370
適切な樹脂温度 (°C)		400	390~410	380	370~390	360	340~370
金型温度 (°C)		70~90	60~160	70~90	60~160	70~90	60~160
樹脂圧力 (MPa)		120~160	80~160	120~160	80~160	120~160	80~160
保持圧力 (MPa)		40~60	10~80	40~60	10~80	40~60	10~80
保圧圧力時間 (sec)		0.2~0.5	0.2~1	0.2~0.5	0.2~1	0.2~0.5	0.2~1
スクリュ背圧 (MPa)		0.5~1	0.5~5	0.5~1	0.5~5	0.5~1	0.5~5
射出速度 (mm/sec)		50~200	50~400	50~200	50~400	50~200	50~400
スクリュ回転数 (rpm)		50~250	50~350	50~250	50~350	50~250	50~350
サックバック (mm)		1~2	0~2	1~2	0~2	1~2	0~2

表 4-1-2 スミカスーパー SV6000、SR1000、E6000HF、SV6000HF、SZ6000HF、SR2000 シリーズの推奨成形条件

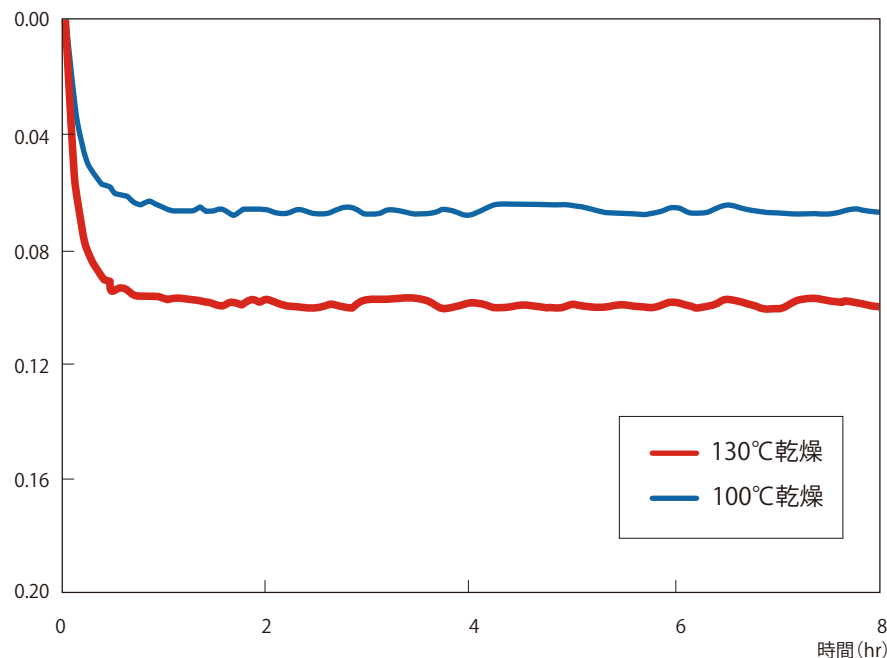
		SV6000、SR1000 シリーズ		E6000HF、SV6000HF シリーズ		SZ6000HF、SR2000 シリーズ	
		推奨条件	条件範囲	推奨条件	条件範囲	推奨条件	条件範囲
乾燥温度 (°C)		130	120~140	130	120~140	130	120~140
乾燥時間 (hr)		5	4~24	5	4~24	5	4~24
シリンダ温度 (°C)	後部	300	280~320	300	280~320	300	280~320
	中央部	330	320~340	330	320~340	330	320~340
	前部	360	340~370	350	340~370	350	330~370
	ノズル	360	340~370	350	340~360	350	330~360
適切な樹脂温度 (°C)		360	340~370	350	330~360	350	330~360
金型温度 (°C)		70~90	60~160	70~90	60~160	70~90	60~160
樹脂圧力 (MPa)		80~160	80~180	80~160	80~180	80~160	80~180
保持圧力 (MPa)		10~40	10~80	10~40	10~80	10~40	10~80
保圧圧力時間 (sec)		0.2~0.5	0.2~1	0.2~0.5	0.2~1	0.2~0.5	0.2~1
スクリュ背圧 (MPa)		0.5~1	0.5~5	0.5~1	0.5~5	0.5~1	0.5~5
射出速度 (mm/sec)		50~200	50~500	50~200	50~500	50~200	50~500
スクリュ回転数 (rpm)		50~250	50~350	50~250	50~350	50~250	50~350
サックバック (mm)		1~2	0~2	1~2	0~2	1~2	0~2

予備乾燥

スミカスーパー LCP は吸水率が 0.02% と非常に低いため長時間の乾燥は不要ですが、適切な物性を出すために 0.01% まで乾燥して成形することを推奨します。一般的にはホッパードライヤーを用いて 4 時間以上 24 時間以内、130℃を目安に乾燥することを推奨します。成形中はホッパーでの吸湿を防ぐため、除湿乾燥機やホッパードライヤーをご使用ください。高すぎる乾燥温度は樹脂を劣化させる場合がありますので、乾燥温度は 130℃を中心としてください。

図 4-1-1 スミカスーパー LCP の乾燥曲線

重量減少率(%)



測定装置：加熱乾燥式水分計 MS-70
(株式会社エー・アンド・デイ製)

成形温度設定

(1) シリンダ前部およびノズル部の温度

どの樹脂にも共通しますが、適正な樹脂温度にコントロールすることが必要となります。スミカスーパー LCP のシリンダ前部の温度は、E5000 シリーズの場合 390~410℃、E4000 シリーズの場合 370~390℃、E6000、SV6000、SR1000 シリーズの場合 340~370℃、E6000HF、SV6000HF、SZ6000HF、SR2000 シリーズの場合 330~360℃に設定します。高流動性が要求される複雑な形状のもの、また長軸と短軸の差が大きなものを成形する場合には、シリンダ前部の温度を高め設定してください。条件範囲より 10℃以上温度を高くすると、射出時に樹脂がホッパー側にバックフローしやすくなるため好ましくありません。

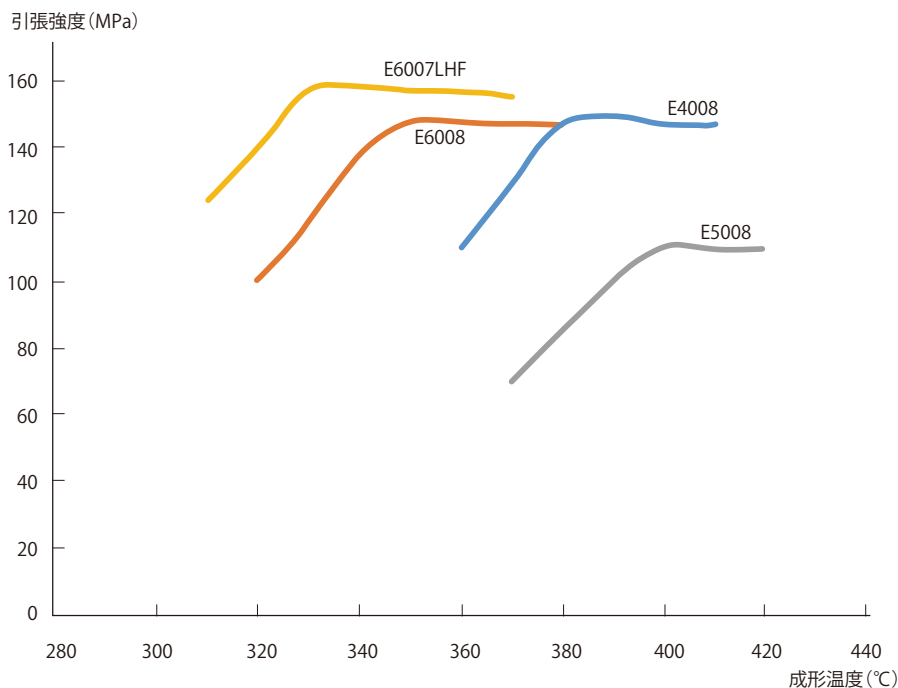
シリンダ温度は、E5000 シリーズで 400℃以上、E4000 シリーズで 380℃以上、E6000、SV6000、SR1000 シリーズで 340℃以上、E6000HF、SV6000HF、SR2000 シリーズで 330℃以上の成形温度で安定した物性が得られます。用途によっては、これ以下の温度で成形を行っても実用上問題のない物性を得ることができますが、温度を下げすぎると物性低下をともなう場合があります。

ノズル部の温度の管理は、樹脂温度に影響しやすく非常に重要ですので、温調センサーの位置や保温には十分に気をつけてください。ノズル部の設定温度と実際の樹脂の温度に乖離がある場合には、実際の樹脂温度で管理が必要となります。ノズル部の温度が高すぎるとドローリングや糸引きが、低すぎるとコールドスラグが発生しやすくなります。

(2) シリンダ後部温度

スミカスーパー LCP のシリンダ後部の温度は、シリンダ前部よりも低くしてください。E5000 シリーズの場合 330~360℃、E4000 シリーズの場合 310~340℃、E6000、SV6000、SR1000、E6000HF、SV6000HF、SZ6000HF、SR2000 シリーズの場合 280~320℃に設定します。シリンダ後部の温度が高い場合、樹脂がホッパー側にバックフローしやすくなり、計量が安定しにくくなります。

図 4-1-2 引張強度の成形温度依存性



射出圧力と射出速度

(1) 射出圧力

スミカスーパー LCP は熔融粘度が低く流動性に優れているため、あまり高い射出圧力を必要としません。E6000 シリーズを例にとると、成形温度を 350℃以上に上げることで 40MPa 程度の低圧でも十分な流動性を示します。また樹脂の固化が速いことから、保持圧力を 65～160MPa の範囲で変化させても引張強度はほとんど変化しません。

(2) 射出速度

薄肉で複雑な形状を有するものについては、中～高速の射出速度での成形が望まれます。また、超薄肉製品の成形 (0.2mm 以下) においては、薄肉部で樹脂が固化し十分な流動長が得られない場合があるため、射出速度の立上り特性に優れた成形機を使用してください (高速成形技術参照)。

スミカスーパー LCP は一速の射出速度でも成形可能ですが、ノズルからのジェットングを避けるために、スプルやランナ通過時は充填速度を下げ、ゲート通過時から高速で充填し、充填終了直前で充填速度を下げる設定も安定的な成形に効果的です。

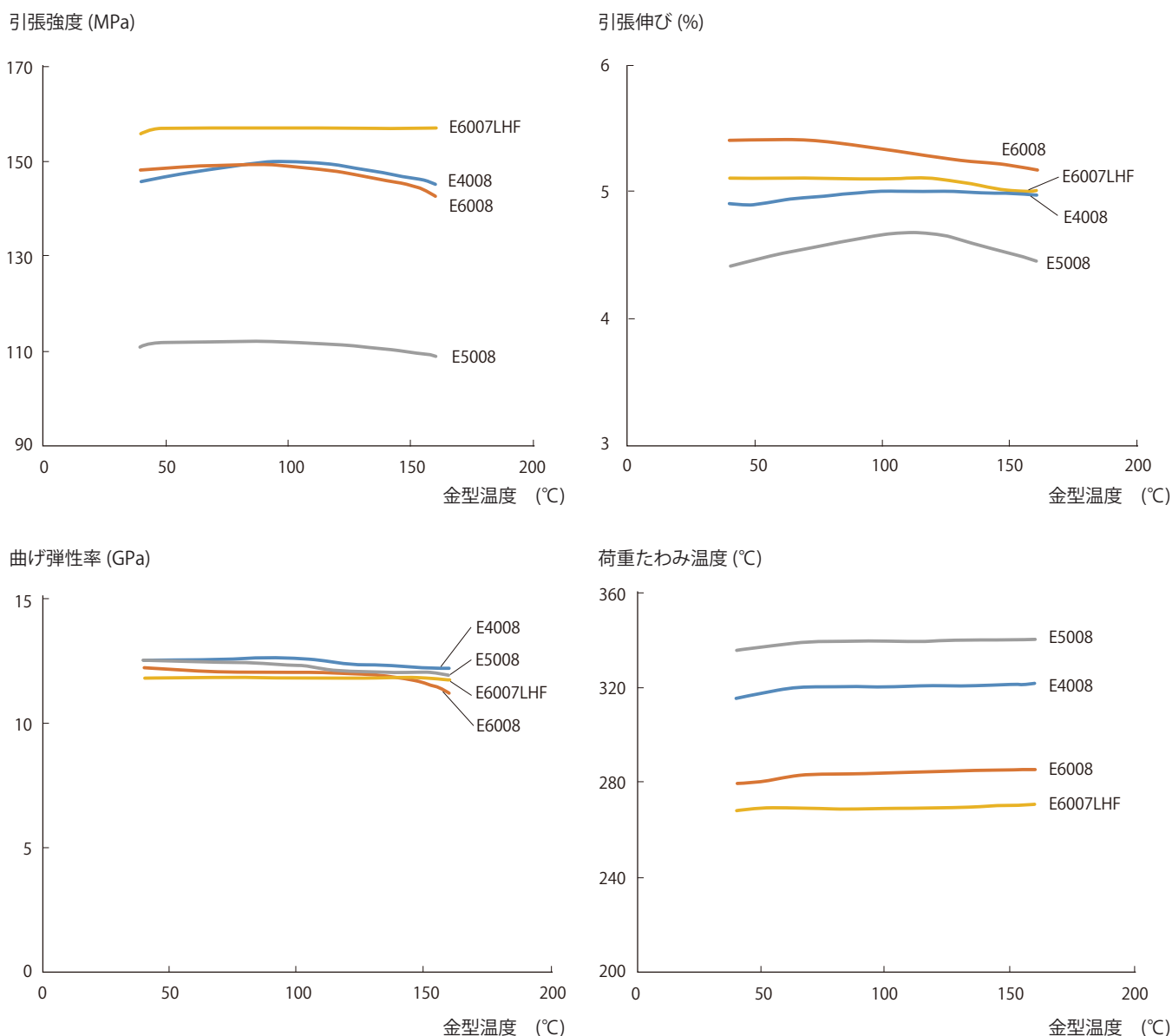
比較的厚肉の製品でウェルド部が問題となる場合は、金型内のエアベントを考慮した上で、20～60mm/sec の中・低速が適しています。

金型温度

スミカスーパー LCP は、分子が剛直なため熔融状態においても絡み合いがなく、成形時のせん断により高分子鎖が流動方向に配向します。また、固化速度が非常に速いため、固化時においても熔融時の配向状態を維持しており、金型温度による力学物性への影響はほとんどないため、非常に広範囲の金型温度で成形できます。

薄肉の製品を成形する際、成形サイクルを重視する場合は 60～100℃に、薄肉での流動性、ウエルド強度を考慮する場合は 100～150℃に、成形表面の平滑性を重視する場合は 160℃以上に設定することを推奨します。また、形状が複雑で離型が問題となる場合には、金型温度を低温に設定してください。金型表面温度は、冷却水以外にいろいろな要因で変動しますので、起動時や大きな設定変更の後は必ず測定をしてください。

図 4-1-3 金型温度と物性の関係



計量(可塑化)設定

スミカスーパー LCP は計量(可塑化)を安定させるために、シリンダ後部の温度をシリンダ前部よりも低くしてください。E5000 シリーズの場合 330～360℃、E4000 シリーズの場合 310～340℃、E6000、SV6000、SR1000、E6000HF、SV6000HF、SZ6000HF、SR2000 シリーズの場合 280～320℃に設定してください。

計量時にスクリュ回転数を高速に設定すると、計量時間を短くすることができます。ただし、スクリュ回転数が速すぎると、ガラス繊維などの充填材の破壊が起こる可能性があります。小径のスクリュでは、供給部のフライトの深さで計量能力が決定しますので、成形機の選定項目を参照いただき、適切なスクリュを選定してください。

背圧については、小さいほど計量性が安定しますので、可能な限り小さい値を設定してください。

サックバック

スミカスーパー LCP のサックバック(スクリュ減圧)は、必要な場合に最小値で設定してください。サックバックを大きく設定すると、ノズル部において空気を巻き込みやすくなり、プリスタなどの成形不良が発生しやすくなります。ノズルからのドローリングに対しては、樹脂の乾燥温度やノズル温度のコントロール、必要に応じて LCP 専用ノズルを使用することで制御できます。

ページ方法

スミカスーパー LCP はページ材を含む他樹脂に比べて溶融粘度が極端に低いため、ページによる置換の際には他樹脂やページ材が残留しないように注意が必要です。ページする際はスミカスーパー LCP を置換しやすくするために、通常の成形時よりもシリンダ温度を 20～30℃程度下げ、スミカスーパー LCP の溶融粘度を上げることを推奨します。ページの実施にあたっては、加工温度の高い E4000 シリーズ、E5000 シリーズでは発煙、ガス噴出、樹脂の飛散等があることを十分に考慮してください。

推奨ページ材

スミカスーパー LCP のページにおいては、市販されているページ材が使用可能であり、以下のページ材の使用実績があります。高温のシリンダ内にページ材を長時間滞留させると分解する恐れがあるためご注意ください。

- ・アサクリン PX2 [旭化成株式会社]
- ・Z クリーン S29 [日祥株式会社]
- ・セルページ NX-HG [ダイセルミライズ株式会社]

■成形中断後に同一グレードを使用する場合

成形を 15 分間以上中断する場合は、シリンダから樹脂を取り除き、シリンダ温度を 250℃程度に下げてください。成形を再開する際には、下記手順のページを実施してください。また、数時間にわたって成形を停止させた後に、同じグレードを使用して作業を開始する際も、同様に下記手順のページを実施してください。

表 4-1-3 スミカスーパー LCP のサイクル中断時のページ、定常のシャットダウン手順

終了操作と再開操作は、成形機を停止する場合と再起動する場合の手順となります。

同一グレードを使用して作業開始する場合は、下記 5、6、7 を省略してください。

1	成形終了	先行樹脂(ホッパー内、シリンダ内)を射ちきる
2	ページ材投入	成形温度のまま、ページ実施
3	ページ続行	シリンダ温度を成形温度より 20～30℃低く設定
4	樹脂置き換え	ページ材射ちきり後、ただちにスミカスーパー LCP を投入 シリンダ内をスミカスーパー LCP で置換
5	(終了操作)	電源 OFF (降温途中で可)
6	(再開操作)	電源 ON シリンダ温度を成形温度より 20～30℃低く設定
7	予備ページ	20～30℃低いまま、スミカスーパー LCP でページ (5 ショット以上)
8	生産開始	シリンダ温度昇温 (成形温度まで) 後、スミカスーパー LCP で 5 ショット以上ページし、生産開始 (注) 同一グレードの色替えの場合は、上記 5、6、7 を省略してください

■スミカスーパー LCP に切替える場合

成形が完了して別のグレードの材料へ変更するときは、以下の手順を実行してください。

表 4-1-4 先行樹脂からスミカスーパー LCP への切替方法

1	成形終了	先行樹脂(ホッパー内、シリンダ内)を射ちきる
2	シリンダ昇温	スミカスーパー LCP の成形温度より 20～30℃低く設定
3	ページ材投入	上記設定温度に昇温後、ただちにページ材投入 (注) 昇温後、回転防止機構が作動していないことを確認
4	樹脂置き換え	ページ材射ちきり後、ただちにスミカスーパー LCP を投入 シリンダ内をスミカスーパー LCP で置換
5	再開操作	シリンダ温度をスミカスーパー LCP の成形温度に設定
6	生産再開	シリンダ昇温後、スミカスーパー LCP で 5 ショット以上ページし、生産開始

バリ特性

スミカスーパー LCP は固化が速く、熱伝導率が高いため高流動でバリが発生しにくく、薄肉、小型の電子部品を成形するのに適した材料です。

スミカスーパー LCP のバリ特性評価結果を下図に示します。この図は良成形領域と不良成形領域（ショートショット、バリが発生する領域）を示します。

スミカスーパー LCP はショートやバリが発生しない良成形領域が広く存在するのに比べ、PPS や PBT はバリが発生し易く、薄肉成形時では良成形領域を確保するのが困難です。

図 4-1-4 バリ特性評価用金型

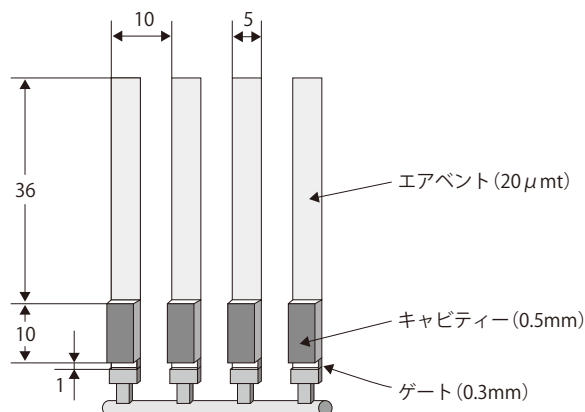
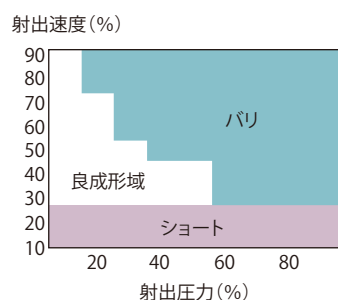
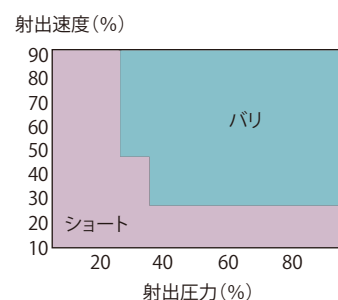


図 4-1-5 バリがでない成形領域の樹脂間の比較

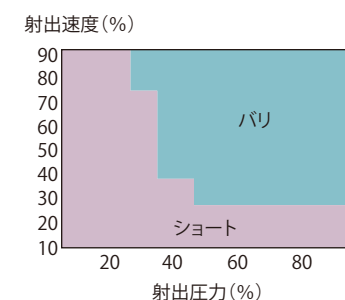
(a) スミカスーパー E6008



(b) PPS-GF40%



(c) PBT-GF30%



成形機：日精樹脂工業(株)製
PS10E1ASE
射出率：32cm³/sec,
射出圧力：100%＝200MPa

4-2 LCP の成形加工性

見掛けの溶融粘度

スミカスーパー LCP の見掛けの溶融粘度のせん断速度依存性と温度依存性を下記に示します。スミカスーパー LCP は他のエンブレと比較し、見掛けの溶融粘度は、せん断速度と温度の両方の影響を大きく受けるため、射出成形時の射出速度やシリンダ温度、せん断発熱により成形加工性は大きく変化します。スミカスーパー LCP は低粘度でかつせん断速度依存性が高いので、射出速度を高速にしても圧力は高くなりやすく高速射出成形が可能です。適切な射出成形における条件のもとでは極めて低粘度を示し、薄肉の製品や複雑な形状の製品へ充填が可能となります。一方で射出速度やシリンダ温度の管理や摩耗等によるせん断力の変化の確認が必要となります。

図 4-2-1 見掛けの溶融粘度のせん断速度依存性

見掛けの溶融粘度 (Pa・s)

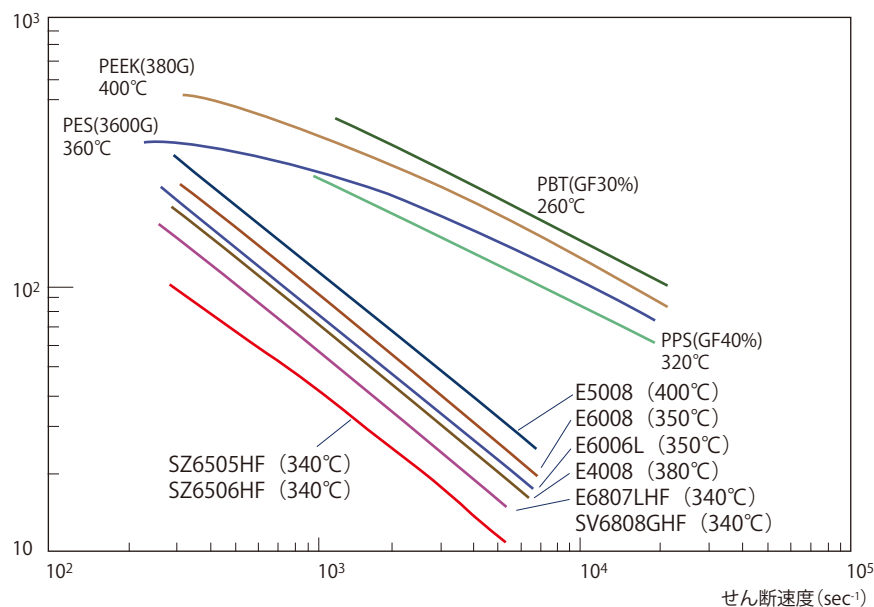
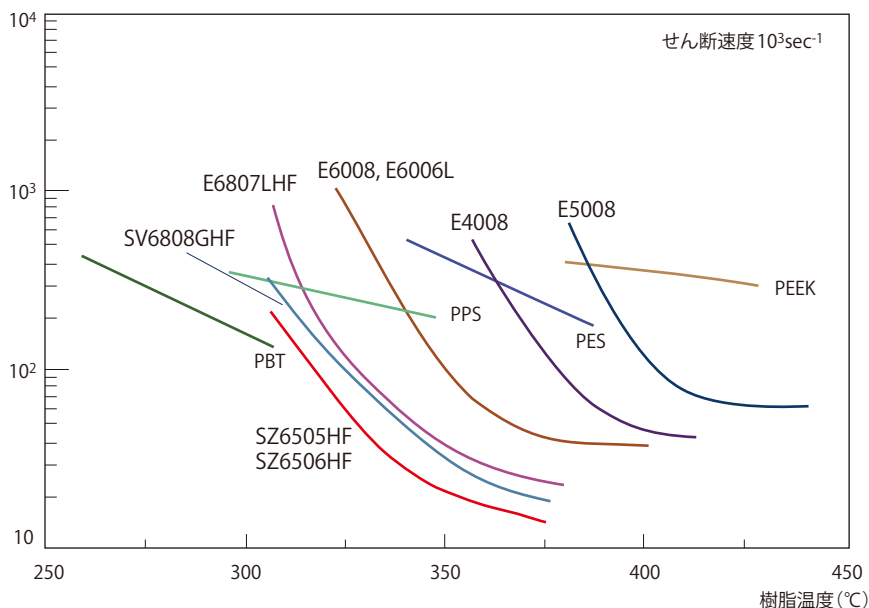


図 4-2-2 見掛けの溶融粘度の温度依存性

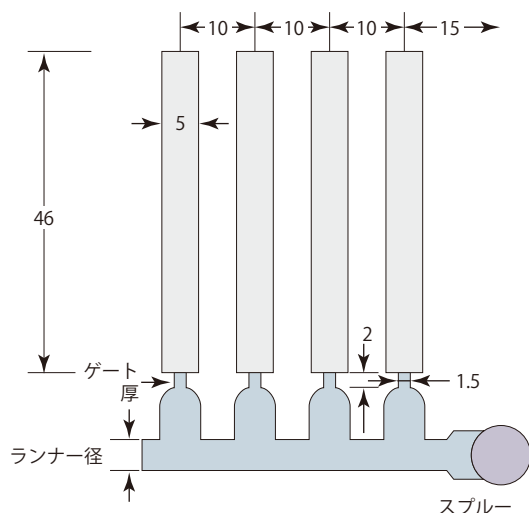
見掛けの溶融粘度(Pa・s)



薄肉流動性

スミカスーパー LCP は、他のエンジニアリングプラスチックと比較し、非常に優れた薄肉流動性を示します。図 4-2-3 に示した金型を使用して各グレードの流動性を測定した各グレードの薄肉流動性 (厚み 0.2、0.3mm) を図 4-2-4 に、厚み 1mm のバーフロー長を図 4-2-5 に示します。

図 4-2-3 薄肉流動長測定金型 (単位: mm)



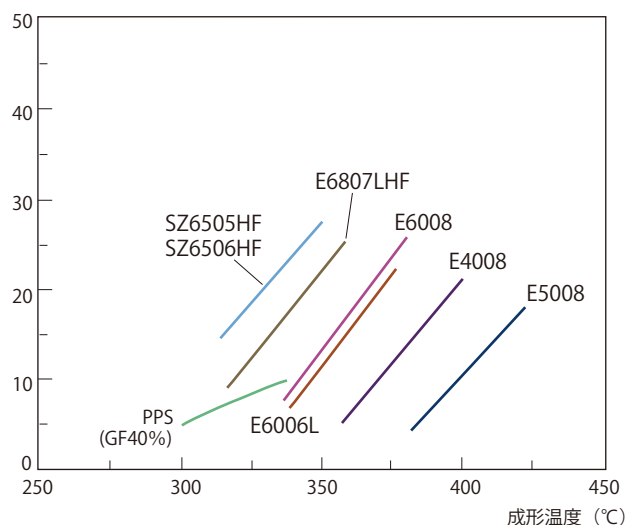
製品厚み: 0.3mm
ランナ: 4.0mmφ
ゲート: 0.3t×1.5w×2.0L
流動長は4キャビ平均

製品厚み: 0.2mm
ランナ: 3.0mmφ
ゲート: 0.2t×1.5w×2.0L
流動長は4キャビ平均

成形機: 日精樹脂工業PS10E1ASE
射出圧力: 0.2mm厚: 90MPa
0.3mm厚: 60MPa
射出速度: 0.2mm厚: 95%
0.3mm厚: 60%
金型温度: 130℃

図 4-2-4 薄肉流動性

厚み 0.2mm 流動長 (mm)



厚み 0.3mm 流動長 (mm)

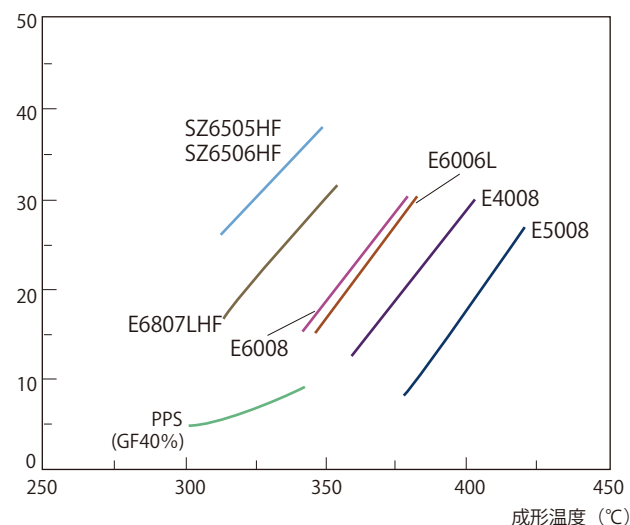
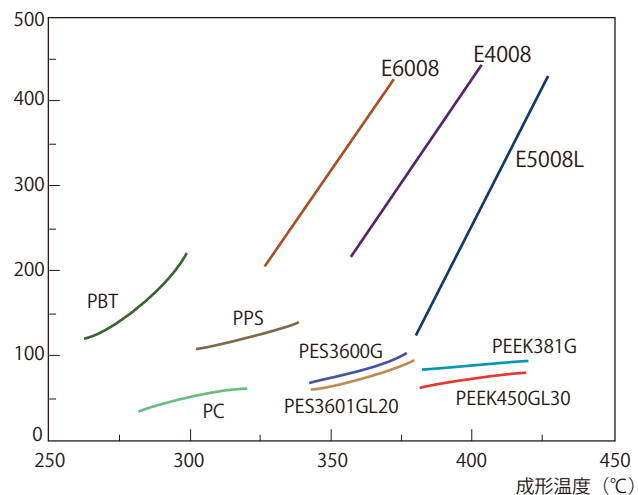


図 4-2-5 各種エンプラの 1mm 厚みの流動性

厚み 1mm 流動長 (mm)



薄肉流動長

スミカスーパー LCP の薄肉流動長は、成形条件や形状に依存することから、成形条件を一定の条件にした際に、樹脂の流動性を相対的に比較することができます。スミカスーパー LCP の薄肉における流動性について、射出圧力を変更した際の流動長を示します。スミカスーパー LCP は試験片厚みが 0.1mm 厚みでも高い流動性を有し、成形条件幅が広く、様々な形状に適應することができます。

薄肉流動性測定条件 (0.10mm、0.12mm、0.15mm、0.20mm、0.30mm)

- ・射出成形機： ROBOSHOT S-2000i30B (ファナック社製)
- ・樹脂温度： 標準成形温度
- ・金型温度： 120°C
- ・射出速度： 200mm/sec

図 4-2-6 薄肉流動長測定金型

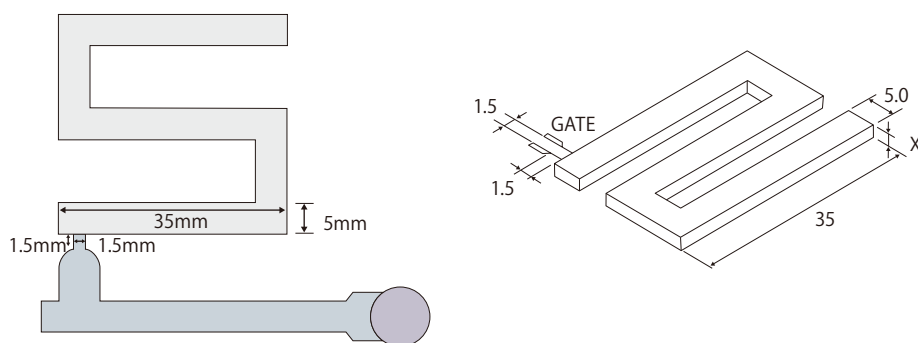


図 4-2-7 薄肉流動長

薄肉流動長 (mm)

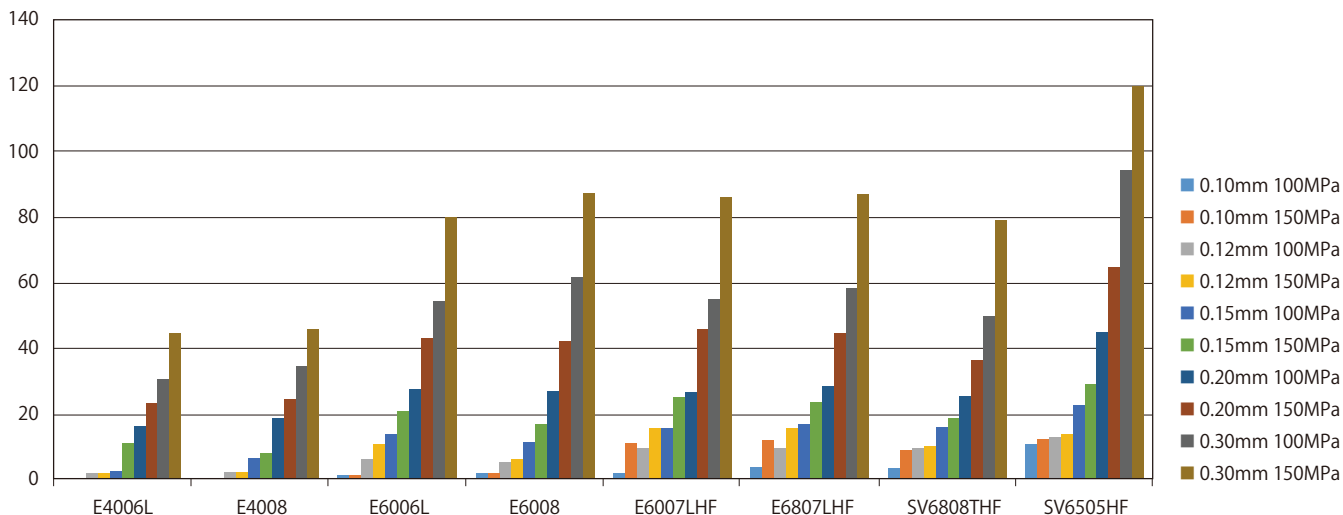


図 4-2-8 薄肉流動長の厚み依存性1

薄肉流動長 (mm)

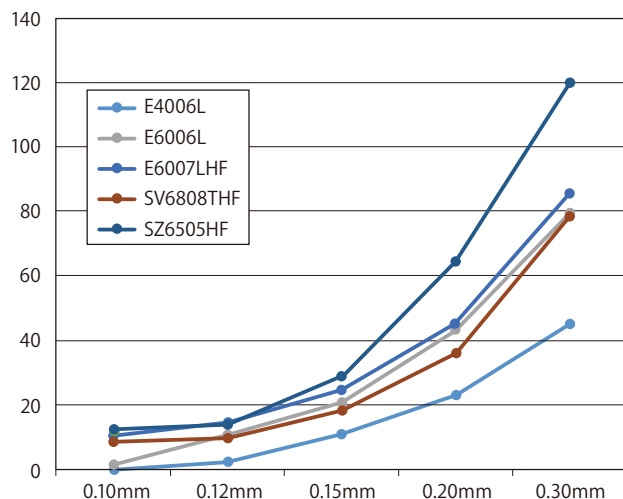
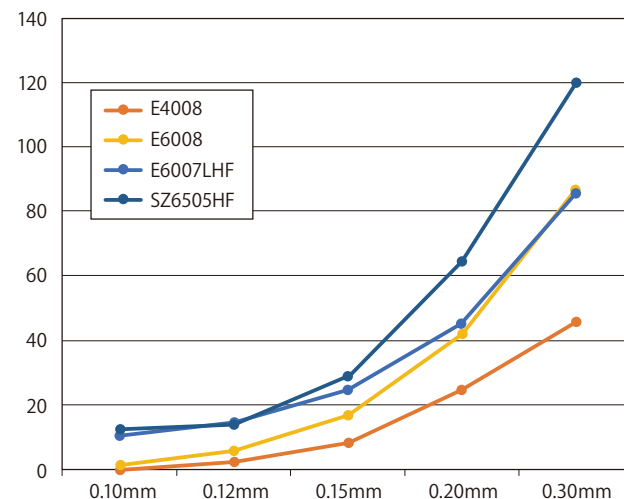


図 4-2-9 薄肉流動長の厚み依存性2

薄肉流動長 (mm)



4-3 スミカスーパー LCP の射出成形機・金型設計

射出成形機の設定

スミカスーパー LCP は、通常のインラインタイプの射出成形機やプランジャー（プリプラ）タイプの射出成形機で成形することが可能です。ただし、E5000 シリーズのみ成形温度が最高 420℃になるため、高温仕様（450℃仕様）の成形機が必要です。

スクリュ、シリンダ

- スミカスーパー LCP のグレードの多くはガラス繊維を充填しているため、耐摩耗性の材質を推奨します。
- スクリュデザインは標準的なフルフライトタイプが適します。サブフライト付きスクリュや高混練スクリュの使用は、計量時間が長くなるため適しません。
- 代表的なスクリュデザインは下記の通りです。
L/D（スクリュの長さ (L) / スクリュの径 (D)）：18 ～ 22 程度
圧縮比：2 ～ 2.2 前後
各ゾーン比：
供給ゾーン：55%前後
圧縮ゾーン：25%前後
計量ゾーン：20%前後
- スクリュヘッドは逆流防止機構付きを推奨します。
- スミカスーパー LCP の流動特性は温度に敏感であるため、シリンダの温度制御性が良好な PID 制御方式が必要です。
- スクリュやシリンダは適正なメンテナンスを必要とします。チェックリングやシリンダとスクリュ間のクリアランスを定期的にモニタリングして、成形機メーカーの仕様を満たしていることを確認してください。

ノズル

- ノズルの材質は、スクリュ、シリンダに準じます。
- オープンタイプのノズルの使用を推奨します。シャットオフノズルはデッドスペースが多く、樹脂が滞留しやすいため使用を避けてください。
- ノズルヒーターは独立した温度制御器を使用し、制御性が良好な PID 制御方式が必要です。
- 各成形機メーカーにおいて LCP 専用ノズルがある場合は、LCP 専用ノズルをご使用いただくことで、ノズル温度を下げすぎることなく、ドロリング、糸引き現象の発生を抑制することができます。
- 延長ノズルの使用は好ましくありません。使用する際は、温度分布が均一になるように十分考慮されたものを使用してください。

射出ユニットおよびその制御系

- 一般的なオープンループ制御タイプやクローズドループ制御タイプの成形機が使用可能です。
- スミカスーパー LCP は、熔融粘度のせん断速度依存性が大きく、樹脂の固化速度が速いため、薄肉成形品の場合には、射出速度の立上がり応答性に優れた成形機を用いることを推奨します。

成形機容量

- 計量値が全射出容量の 1/3～3/4 となるような成形機の選定を推奨します。計量値が小さすぎると樹脂が滞留しやすくなり、様々な成形不良が発生する可能性が高くなります。特に超小型の成形品、試作などで取数が少ない場合において、計量値が小さくなり滞留の影響を受ける場合がありますので、適切な成形機容量やスクリュ径を選定してください。
- 計量時間を短くして、サイクル短縮をする場合は、計量値が全射出容量の 1/2 以下としてください。

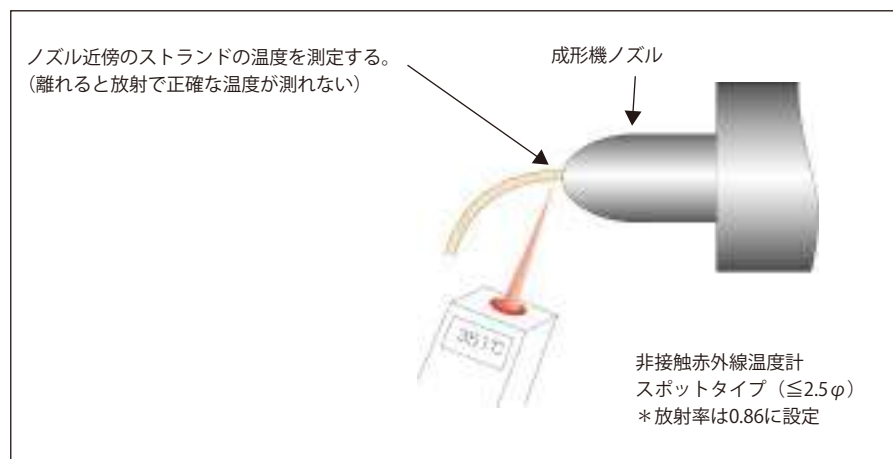
樹脂温度管理

一般に、LCP は機械物性や溶融粘度等の諸物性の温度依存性が大きく、温度管理を誤ると十分な特性が得られない場合があります。射出成形機は汎用樹脂の成形温度(～300℃)では、シリンダ内の樹脂温度と設定温度が比較的近くなるように設計されていますが、スミカスーパー LCP の成形温度領域(320～400℃)では、設定温度と樹脂温度にズレが生じるケースがあります。

スミカスーパー LCP の性能を引き出すには、シリンダ内の樹脂温度を把握し、それぞれのグレードの最適な温度にコントロールする必要があります。

上述の樹脂温度の測定には、微小面積(ストランドの径以下)の温度測定ができるスポットタイプの非接触赤外線放射温度計を使用すると簡単に測定できます。

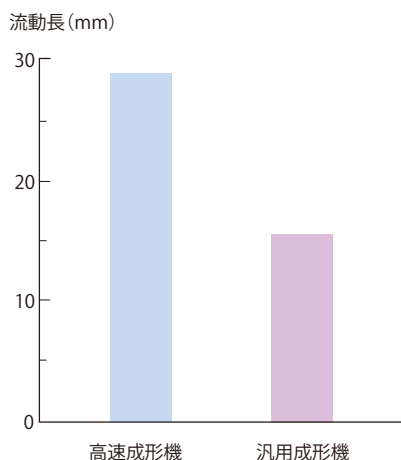
図 4-3-1 スミカスーパー LCP の樹脂温度の管理方法



高速射出成形技術

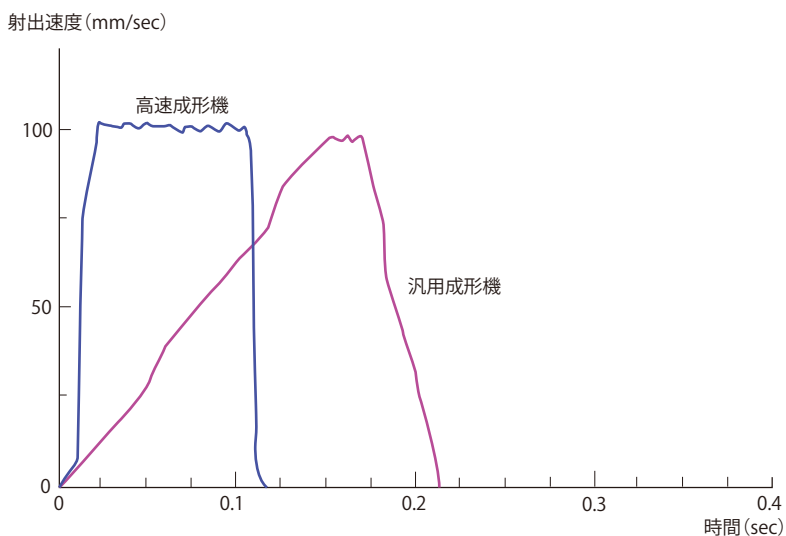
スミカスーパー LCP は成形時の熔融粘度が低く、固化速度が速いため、バリが出にくい特徴があります。ただし超薄肉製品の成形（＜0.2mm）においては、薄肉部で樹脂が固化し十分な流動長が得られない場合があります。こうした場合の対策として、射出時の立ち上がり特性に優れた電動射出成形機や、アキュムレータ付の油圧射出成形機の適用が有効です。

図 4-3-2 バリ発生を伴わない最大流動長



油圧射出成形機：UH-1000[日精樹脂工業(株)]
 電動射出成形機：SE・SV シリーズ[住友重機械工業(株)]
 電動射出成形機：FANUC ROBOSHOT α-Si シリーズ[ファナック(株)]
 電動射出成形機：LP・TR シリーズ[ソディック(株)]

図 4-3-3 射出速度波形の比較



（汎用成形機と比較し、高速成形機は射出速度の初期立ち上がりが早く、所定の射出速度で成形されていることを示している）

流動長測定金型：図 4-3-5 のものを使用

成形温度：360℃ 使用グレード：E6008

射出速度 600mm/sec

V-P 切り替え圧力 60MPa

汎用成形機：日精樹脂工業 PS-40E5 ASE

射出速度 90% 射出圧力 90MPa

金型設計

スミカスーパー LCP は射出成形する（せん断をかける）ことにより、分子が容易に流れ方向に配向し、優れた流動性ととも高強度、高弾性な成形体が得られますが、一方で異方性が発生します。金型の設計にあたっては、キャビティ内の流動パターンと異方性を十分考慮する必要があります。

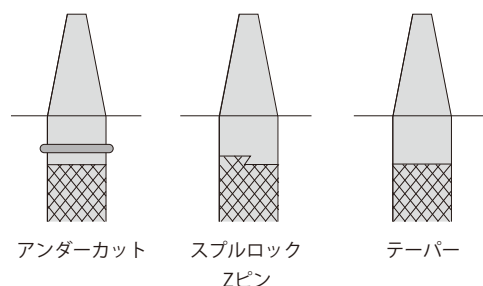
金型材質

- 試作および小ロットの成形に対しては、機械構造用炭素鋼 (S55C) が使用できますが、摺動部を有する場合には焼き入れを推奨します。
- スミカスーパー LCP の標準グレードの多くはガラス繊維が充填されているため、高寸法精度が要求される金型や量産型では、硬度が HRC55～62 の SKD11 相当品 (HPM31、PD613、RIGOR など) がそれ以上の鋼材の使用を推奨します。
- スミカスーパー LCP は腐食性のガスをほとんど発生しないため、金型を腐食させることがなく、一般的な金型材質が使用することができますが、金型硬度が HRC55 未満の材質をご使用される場合は、事前に問題が無いか十分にご検討ください。

スプル

- スプルの抜き勾配は 1°～2° (片側) が適切です。
- コールドスラグを取り除くため、スプルエンドにはコールドスラグ溜りを設けることを推奨します。(4～5mmφ×5mm 以上)。
- スプル抜けを良くするため、スプルロックを設けることを推奨します。

図 4-3-4 スプル図



ランナ

- 一般的な円形、半円、台形、半台形の断面形状のランナが適用できますが、圧力損失と加工性から、円形もしくは半台形を推奨します。スミカスーパー LCP は優れた流動性を有しているため、ランナ径を細くすることができます。標準的なランナ径は 2~5mmφ で、ランナ径の目安としては PPS、PBT の 2/3~1/2 (最小 1.5mmφ 程度) を推奨します。
- 多数個取りの場合、個々のキャビティに樹脂が同時充填するようランナバランスをとることを推奨します。ランナ末端にもコールドスラグ溜まりを設けてください。

図 4-3-5 薄肉流動長測定金型 (単位: mm)

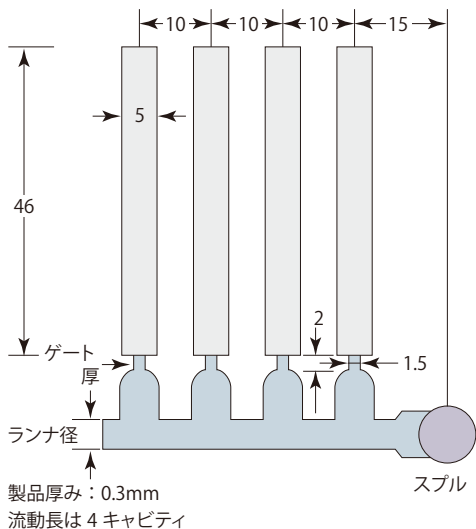
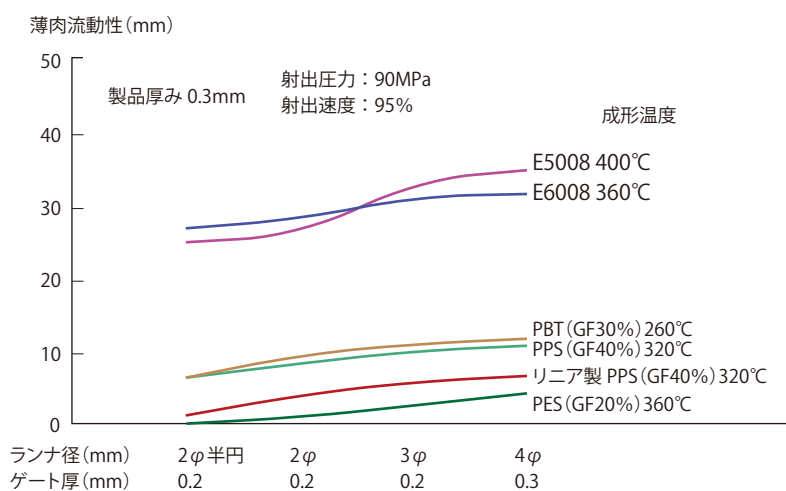


図 4-3-6 薄肉流動長



ゲート

スミカスーパー LCP はウエルド強度が他のエンプラに比べ低いため、できるだけウエルドが発生しないよう、ゲートは極力 1 点とし、ゲート位置を十分考慮する必要があります。

- ・サイドゲート

ランド長さは 1mm 以下、幅は 5mm 以下が適当です。ランド深さは $0.7 \times$ 成形品厚みを目安とし、最小 0.2mm が適当です。

- ピンポイントゲート

ゲート径は 0.3~1.5mm、ランド長さは 1mm 以下が適当です。

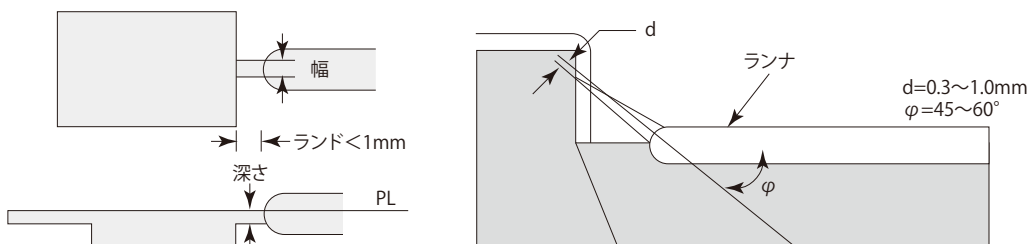
ゲート径を太くすると、糸引きやゲートめくれの原因となります。

- サブマリン(トンネル)ゲート

ゲート径は 0.3～1.0mm が適当です。

- フィルムゲート、リングゲートを用いることも可能ですが、LCP ではあまり一般的ではありません。

図 4-3-7 ゲート図



抜きテーパー

- ・成形品厚みの浅いもので $0.5^{\circ}(1/90) \sim 1^{\circ}(1/60)$ 、深いものでは $1^{\circ}(1/60) \sim 2^{\circ}(1/30)$ とすることが適当です。
- ・良離型 (MR) グレードは、一般グレードに比べて離型抵抗は約 1/2 ですが、成形品の深さが大きいものでは、抜きテーパーを大きくする必要があります。

エアベント（ガス抜き）

- スミカスーパー LCP の成形は高速射出条件である場合が多いため、製品部の空気を効率的に排除するために、エアイベントを設けてください。
- 薄肉製品や流動末端がウエルドの場合、ショートショットやウエルド強度が不足するため、必ずエアイベントを設けてください。
- スミカスーパー LCP は熔融粘度が低く流動性に優れますが、固化速度が非常に速いため、エアイベントを設けてもバリは発生しにくいです。
- エアイベントの深さは 0.005～0.02mm が適当です。

ホットランナの適用

一般的に樹脂は長期連続成形において成形機内のデッドスペース部に滞留し、滞留樹脂が劣化、着色することがあります。溶融粘度が極めて低い LCP では、このデッドスペース部の滞留が起こりやすいと考えられます。そのため、これらを考慮したホットランナが望ましく、特に樹脂の滞留による黒点、コールドスラグが発生しないように十分な注意が必要です。

スミカスーパー LCP へのホットランナの適用ポイント

スミカスーパー LCP のホットランナの選定の際は、下記のポイントに注意してください。

- 高温加熱が可能でシステム内の温度分布が均一であること。
ヒーター一体型が望ましい。過度にマニホールド、ノズルの温度は高くしないこと。
金型との接触部（ゲート部分）の温度を高温に保持できること。

表 4-3-1 ホットランナの温度仕様

	ホットランナの温度仕様 (MAX)
E6000HFシリーズ	～370℃
E6000シリーズ	～380℃
E4000シリーズ	～400℃
E5000シリーズ	～420℃

- 流路にデッドスペースがでにくい構造であること。
(滞留による黒点の発生に注意が必要)
加熱方式は、内部加熱方式より外部加熱方式の方が好適で、流路は細い方が良い。
- コールドスラグが混入しにくい構造であること
(製品のコールドスラグの混入に注意が必要)
オープンゲートの場合はサブランナの設置を考慮した方が良い(スプルレス成形)。

スミカスーパー LCP へのホットランナの適用

表 4-3-2 スミカスーパー LCP へのホットランナの適用

		ランナ部		ゲートシール			スミカスーパー LCP への適用		備考
		内部加熱	外部加熱	オープン	バルブゲート	熱シール	完全ホットランナ	スプルレス成形	
(株)十王 614システム		-	○	-	-	○	-	○	φ4 電磁誘導加熱
明星金属(株) ミニランナ		-	○	○	-	-	×	△～○	*1
世紀工業(株) スピアシステム	Bタイプ(従来)	○	-	-	-	○	×	×	
	EHタイプ	-	○	-	-	○	×	○	*2
モールドマスター(株) マスターショット		-	○	○	○	-	×	△～○	
斉藤工機(株) プラゲートシステム		-	○	-	-	○	×	△	

◎: スミカスーパー LCP への適用事例あり。

○: スミカスーパー LCP への適用可。

△: スミカスーパー LCP への適用事例なし。

×: スミカスーパー LCP への適用不可。

*1: 多点ゲートで、且つミニランナ用延長ノズルを用いる場合は、各延長ノズルを個々に温度コントロールする方が望ましい。また、成形温度の高い E5000 系も各ノズルを個別に温度コントロールする方が望ましい。

*2: チップ部は内部加熱方式

4-4 LCP の再生利用

スミカスーパー LCP は適切な成形条件で成形した場合、優れた熱安定性を示し、繰り返し再生使用しても物性の保持率に優れています。スミカスーパー LCP は配向によって強度などの特性を発現しているため、再生使用時に電気特性、燃焼性、耐薬品性等は大きく変化しません。

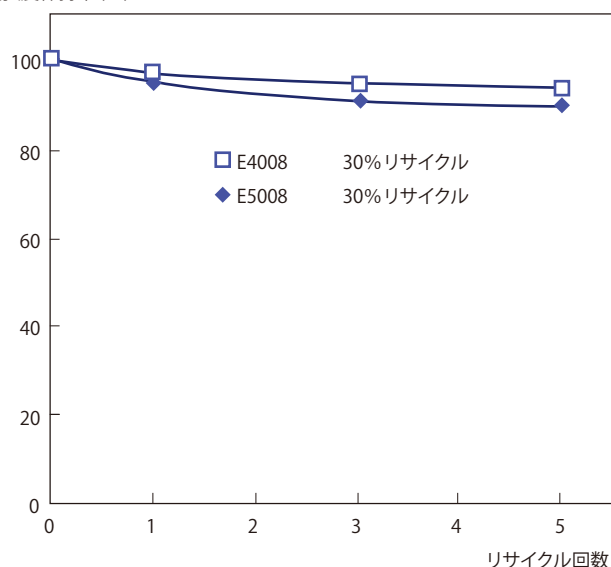
スミカスーパー LCP の代表グレードにおいて、再生 (リサイクル) 比率を変更して、物性の保持率を評価しました。30%リサイクルで初期にわずかな強度の低下がみられますが、リサイクル 3 回目以降ではほとんど変化はありません。この時の強度保持率は 90%以上となり、収縮率の変化はほとんどみられません。

代表グレードの再生時の物性保持率

代表グレードにおける再生材の物性保持率について、再生比率を変更し、繰り返し成形した際の物性保持率を示します。再生材の使用にあたっては、再生材の管理を厳密に行い、製品のニーズや要求品質を十分検討した上で再生材比率を決めてください。

図 4-4-1 リサイクル回数と引張強度保持率の関係

引張強度保持率 (%)



引張強度保持率 (%)

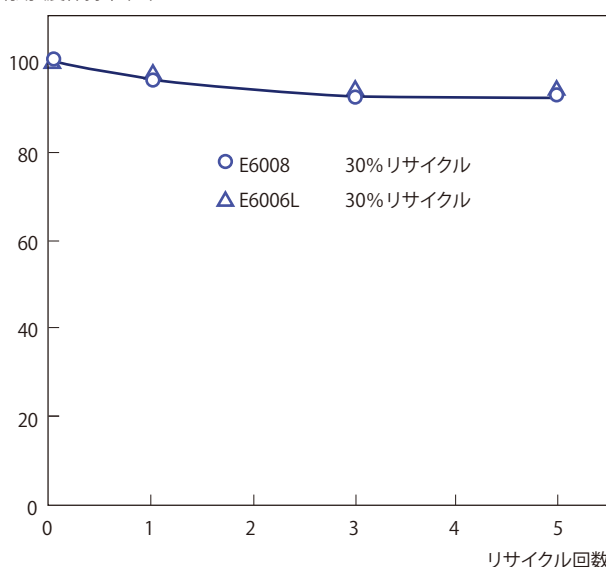
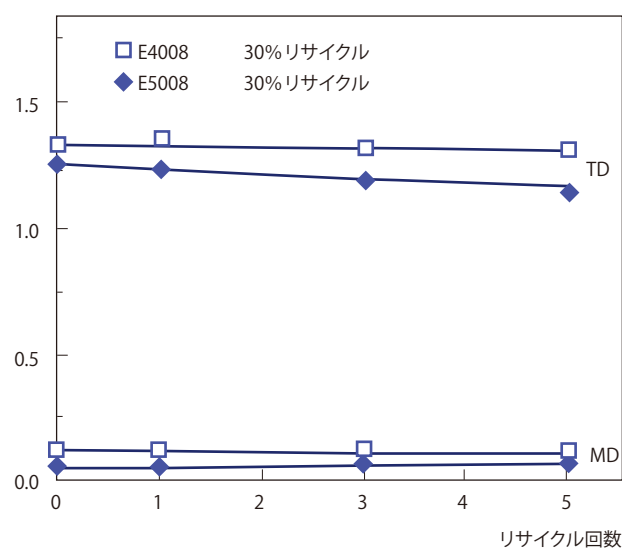


図 4-4-2 リサイクル回数と成形収縮率の関係

成形収縮率 (%)



成形収縮率 (%)

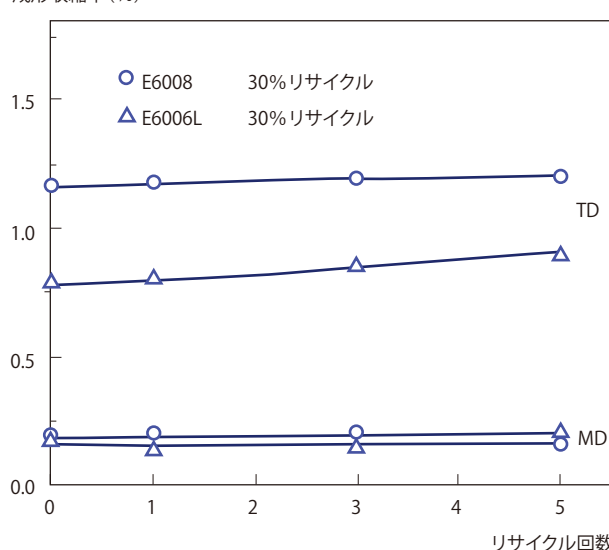


表 4-4-1 スミカスーパー LCP の主要グレードのバージン材に対する 50%リサイクル時の物性保持率

単位：保持率 (%)

測定方法		E6007LHF		E6807LHF		E6808UHF		SZ6505HF	
		50%3 回/パス	50%7 回/パス	50%3 回/パス	50%7 回/パス	50%3 回/パス	50%7 回/パス	50%3 回/パス	50%7 回/パス
引張強度	ASTM D638	99	99	94	96	100	98	91	95
引張伸び		97	97	97	99	100	94	88	92
曲げ強度	ASTM D790	99	98	98	99	97	99	99	99
曲げ弾性率		99	99	100	99	98	99	99	99
Izod 衝撃強度 ノッチなし	ASTM D256	99	99	100	96	96	89	100	100
荷重たわみ温度 1.82MPa	ASTM D648	98	98	99	99	98	99	99	100

代表グレード(SV6808THF)の再生材比率変更時の物性保持率

UL の規定では、SV6808THF は 70% までのリグラインドを可能としています。表 4-4-2 に、SV6808THF の再生材比率を変更した際の物性保持率を示します。再生材比率がどこまで許容されるかに関しては、製品の設計レベルや UL 規格、自動車の諸規格などにより異なります。再生材の特性をよく理解し、再生材比率の決定のうえ、使用することで低コスト化や環境負荷低減につながります。

評価条件

射出成形条件：樹脂温度 350℃、金型温度 130℃

再生方法：成形品を粉砕機で粉砕して再生材を作製

再生材比率＝25、50、70、80、100%にてバージン材と均一混合

再生回数：1～3 回

表 4-4-2 SV6808THF のリサイクル比率変更時の物性保持率

単位：保持率 (%)

試験方法		バージン	25%1 回	25%3 回	50%1 回	50%3 回	70%1 回	70%3 回	80%1 回	80%3 回	100%1 回	100%3 回
比重	ASTM D792	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
成形収縮率 (※)	MD TD	住化法	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	0.21	0.21
			0.56	0.56	0.56	0.58	0.57	0.58	0.58	0.58	0.59	0.59
引張	強度 伸び	ASTM D638	100	98	100	96	96	96	95	93	88	92
			100	102	103	99	96	97	96	94	94	96
曲げ	強度 弾性率	ASTM D790	100	100	102	99	99	100	96	96	91	96
			100	101	101	102	101	100	101	101	101	100
Izod 衝撃強度	ノッチなし	ASTM D256	100	101	98	96	94	95	81	90	77	95
荷重たわみ温度	1.82MPa	ASTM D648	100	99	99	98	99	97	98	98	97	97
	0.45MPa		100	99	100	99	99	99	98	99	97	98
耐ハンダ温度		住化法	100	100	104	104	104	104	100	100	100	100
薄肉流動長 100MPa	0.1mm	住化法	100	100	104	104	104	105	113	102	111	109
	0.2mm		100	99	101	104	106	104	111	105	114	109
	0.3mm		100	100	105	108	110	108	117	108	124	111
150MPa	0.1mm	住化法	100	103	102	106	102	108	111	107	107	109
	0.2mm		100	100	102	103	106	102	107	104	111	106
	0.3mm		100	102	103	105	106	104	110	106	112	108
薄肉曲げ強度	0.1mm	住化法	100	96	95	99	101	99	95	98	99	94
	0.2mm		100	101	99	98	96	97	93	98	93	95
	0.3mm		100	98	101	107	104	103	100	102	95	100

※成形収縮率は、64mm×64mm×3mm の平板試験片の測定値。

5. スミカスーパー LCP の二次加工技術

5-1 LCP の溶着

スミカスーパー LCP は耐久性や溶着強度の観点から、溶着による接合法が多く用いられており、中でも熱板溶着法、振動溶着法、超音波溶着法が代表的です。近年ではレーザー光を利用したレーザー溶着法も普及しています。

スミカスーパー LCP の溶着においては、溶着時の樹脂温度やせん断（振動）などの条件が非常に重要です。スミカスーパー LCP の溶着には、下表のような超音波溶着や CVT (IR+振動溶着) が適しています。

表 5-1-1 スミカスーパー LCP の代表的な溶着方法

溶着方法		熱板溶着	超音波溶着	振動溶着	レーザー溶着	IR 溶着	CVT(IR+ 振動溶着)
スミカスーパー LCP への適用		×	○	×	△～×	△	○
		融点が高いため溶融しない		融点が高いため溶融しない	製品が厚いとレーザーが透過しない		
溶着性	溶着強度	適合範囲限られる	○(小物は◎)	◎	◎	○	◎
	溶着部の外観	△	○	○	◎	◎	◎
	溶着可能な樹脂	熱可塑性樹脂	熱可塑性樹脂	熱可塑性樹脂	透明樹脂 吸収樹脂	熱可塑性樹脂	熱可塑性樹脂
	溶着時間	×	0.1～5sec	2～10sec	2～15sec	10～30sec	5～30sec
	溶着可能なサイズ	ヒータサイズ依存	名刺大サイズ	パレットサイズ	テールレンズ程度	インパネサイズ	インパネサイズ
デザイン	製品品形状制限	ヒータ形状に制限	基本的にフラット	3次元形状	自由度高い	振動溶着より優れる	自由度高い
	溶着部デザイン	専用デザイン	専用デザイン	専用デザイン	専用デザイン	専用デザイン	専用デザイン

5-2 超音波による溶着

超音波溶着 (Ultrasonic welding) は、超音波 (20～40kHz) を利用して接合面を摩擦発熱により溶融して接合する方法です。スミカスーパー LCP の各グレードは超音波加振による溶着が可能です。接着面の強度は、250℃で1時間の熱エージングを行なった後もほとんど変化ありません。

せん断強度の測定方法

試験条件は下記の通りです。

- 試験片
12.7×78×1.6mm 試験片 2 枚
(一方の試験片は、下図に示す突起を有する)
- 溶着方法
右図のように試験片をセットした後、周波数 19.5kHz、
振幅 34μm、荷重 176.4N の条件下で 0.6～0.8 秒加振
- せん断強度の測定
引張速度 1.67×10^{-4} m/s でせん断強度を測定する。

図 5-2-1 超音波溶着の試験方法

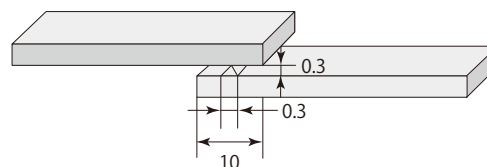


表 5-2-1 超音波ウエルダーによる溶着性 (単位: N)

	せん断強度 (N)	
	溶着後	250℃, 1hr 熱エージング
E5008L	650	570
E5008	510	400
E4008	460	460
E6008	740	740
E6006L	710	650

5-3 赤外線 (IR) 溶着

赤外線 (IR) 溶着とは、非接触でプラスチック部品を加熱して接合する新技術です。赤外線を接合部のみに照射するため、他の部位には熱の影響が出ず、きれいな仕上がりが得られます。振動を利用する超音波溶着や、振動溶着では傷の発生が問題になる場合がありますが、赤外線溶着は非接触加熱を行うため、傷が発生しません。スミカスーパー LCP は赤外線溶着が可能です。

図 5-3-1 IR 溶着の試験方法

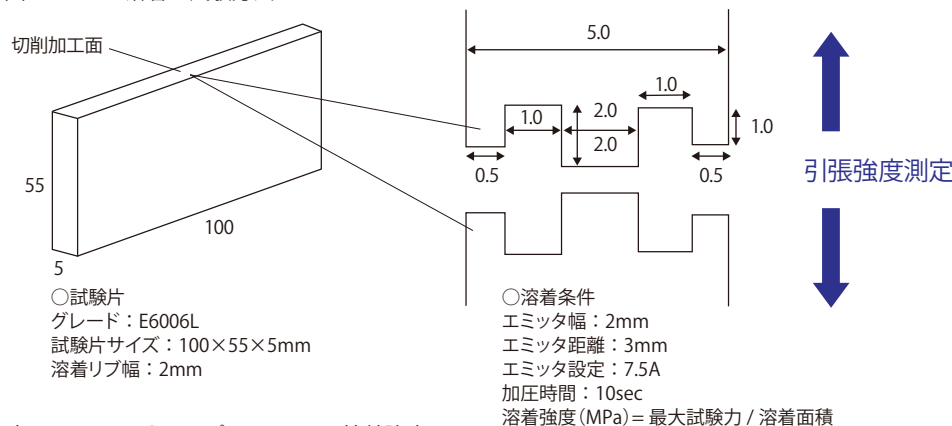


表 5-3-1 スミカスーパー LCP の IR 接着強度

IR照射時間(s)	加圧(MPa)	溶け込み量(mm)	溶着強度(MPa)
40	1.5	1.2	13.2
50	1.5	1.5	12.8
50	3	1.8	13.1

5-4 CVT (IR + 振動) 溶着

スミカスーパー LCP は振動溶着では十分な発熱が得られず溶着できませんが、事前に IR で加熱した後に振動溶着すると、溶着が可能になります。超音波溶着に比べて大型の成形品に対応が可能です。また、溶着強度を上げたい場合は、CVT (IR + 振動) 溶着を推奨します。

図 5-4-1 CVT 溶着の試験方法

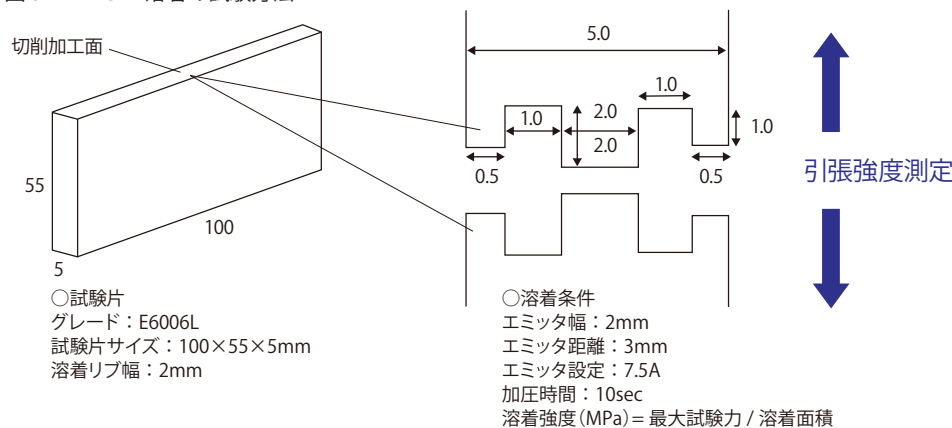
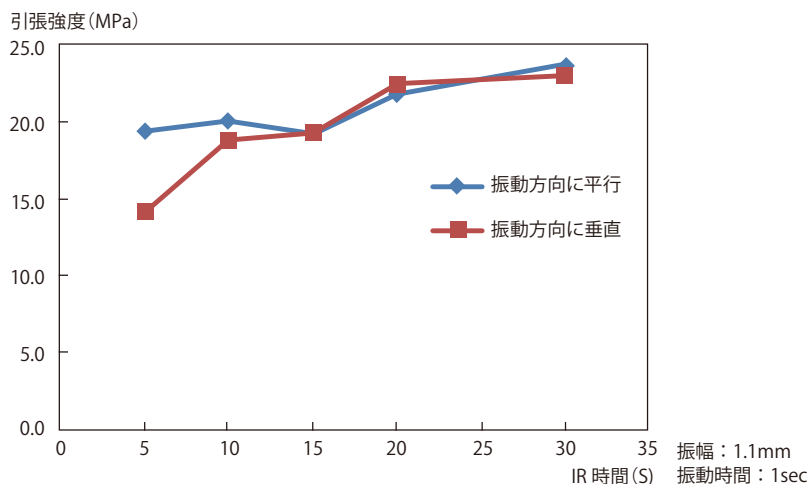


図 5-4-2 スミカスーパー LCP の CVT 接着強度



5-5 レーザー溶着

レーザー溶着とは、レーザー光を照射し、対象との境界面に熱を発生させて溶着する工法です。レーザーによる樹脂溶着では「光透過性樹脂」と「光吸収性樹脂」とを組み合わせます。スミカスーパー LCP はレーザー溶着が可能です。下記の点に注意してください。

<透過側材料>

スミカスーパー LCP は、フィラーを充填しているためレーザー（赤外線）の透過率が低いので、成形品の厚みを薄くする必要があります。レーザー溶着が可能な成形品の厚みは 0.3mm 以下です（0.3mm 以上については当社担当にご相談ください）。赤外線の透過率が 10～30%と低いため、条件範囲は狭くなります。レーザー溶着可能な LCP としては、充填材の量が少ないグレードが適しており、ガラス繊維のみを適用したグレードが好適です。また、無機充填材を添加したグレードは、透過率が低くなりますのであまり適していません。

<吸収側材料>

透過側材料と同一の黒グレードを使用してください。

図 5-5-1 レーザー溶着の試験方法

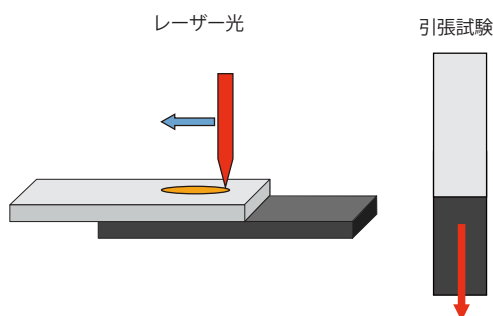


表 5-5-1 スミカスーパー LCP のレーザー溶着強度

透過側		吸収側		ガラス板	溶着強度 (MPa)
グレード	試験片厚み	グレード	試験片厚み		
E6008	0.3mm	E6008 B	0.5mm	不使用	8.6
E6008	0.3mm	E6008 B	0.5mm	使用	10.2
E4008	0.3mm	E4008 B	0.5mm	不使用	10.1
E6007LHF	0.3mm	E4008 B	0.5mm	不使用	15.6

5-6 LCP の接着

スミカスーパー LCP は市販されている接着剤（表 5-6-1）で、特に表面を処理することなく接着することができます。接着面は、250℃で熱エージングを行った後でも実用的な接着強度が保持されます。また PPS のような結晶性の樹脂は硬化温度を高くすると反りが発生する場合がありますが、スミカスーパー LCP は 120～150℃の高温で硬化してもほとんど反りが発生しないため、短時間で処理ができます。特定の接着剤の使用法に関する推奨事項については、接着剤メーカーにお問い合わせください。

接着強度の測定方法

試験条件は下記の通りです。

• 試験片

ASTM 1 号試験片（厚み 3.2mm）

• 試験法

試験片に接着剤を塗布した後、10mm 重ね合わせ、熱風循環オープンの中で硬化させる。

• 強度の測定

引張速度 1.67×10^{-4} m/s でせん断強度を測定する。

図 5-6-1 接着試験の測定方法

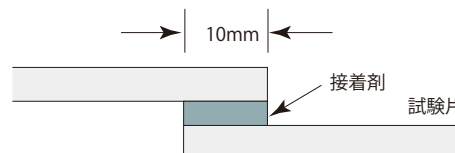


表 5-6-1 市販接着剤によるスミカスーパー LCP の接着強度

単位:MPa

	接着剤					
	TB2234D (スリーボンド)			スミマック ECR-9173K (住友ベークライト)		
	硬化後	250℃, 1hr 熱エージング	230℃, 1min IR リフロー	硬化後	250℃, 1hr 熱エージング	
E5008	9.2	3.0	9.2	9.1	3.8	
E6008	7.7	2.8	7.8	8.8	3.5	

	接着剤					
	テクノダイン AH 7052T (田岡化学)		テクノダイン AH 6072K (田岡化学)		テクノダイン AH 062K (田岡化学)	
	硬化後	250℃, 1hr 熱エージング	硬化後	250℃, 1hr 熱エージング	硬化後	250℃, 1hr 熱エージング
E5008	6.2	4.6	6.7	4.3	6.6	3.8
E6008	7.0	4.4	6.1	4.2	5.6	5.0

6. スミカスーパー LCP の用途

6-1 電気電子部品用途向けスミカスーパー LCP の選定ガイド グレードラインアップ

スミカスーパー LCP の主要グレードの特徴を下記に示します。グレードを選定する際、まずは用途に必要な耐熱性から使用するシリーズを選択してください。

(1) E5000 シリーズ

E5000 シリーズは、スーパーエンブラの中でも最高レベルの耐熱性を有します。鉛フリーハンダ（ディッピング）が 400℃以下の、特に超高耐熱が必要な場合にご使用ください。ただし超耐熱性を有することから成形加工温度も高いため、高温仕様の成形機や、定期的なメンテナンスを要する点などの注意が必要です。

(2) E4000 シリーズ

E4000 シリーズは成形性に優れ、高い耐熱性を有するグレードです。ポピンやリレーケースなどの鉛フリーハンダ（ディッピング）380℃以下の耐熱性が必要な場合にご使用ください。標準の成形温度は 380℃のため、標準仕様の成形機で成形加工できます。

(3) E6000 シリーズ、E6000HF シリーズ、SV6000 シリーズ、SV6000HF シリーズ

当社標準グレードの E6000 シリーズ、E6000HF シリーズ、SV6000 シリーズ、SV6000HF シリーズは、電子部品の表面実装（SMT）に十分に耐え得る耐熱性に加え、汎用エンブラ並の高い機械特性と寸法安定性、さらに高い成形加工性を持ち合わせたバランスの取れたグレードです。幅広い用途にご使用いただけます。高寸法安定性や高い成形加工性が必要な用途の場合は、流動性に優れた E6000HF や SV6000HF シリーズを選択してください。

(4) SZ シリーズ、SR シリーズ

SZ シリーズ、SR シリーズは、コネクタ用途や LED 用途などの特定の用途向けにベースの LCP 樹脂から開発した、既存グレードにない機能を有する特殊高機能コンパウンドシリーズです。E6000HF や SV6000HF でも流動性が不足する、超小型部品などの高い流動性が要求される用途においては、LCP の中でも最高レベルの高流動特性を有する SZ6505HF や SR2506 を選択してください。

各グレードの選択方法

(1) ガラス繊維強化グレード

LCP をガラス繊維で強化したグレードは、機械強度や耐熱性に優れます。ガラス繊維の長さや充填量により、機械強度や耐熱性、寸法安定性、成形加工性などの特性が変化します。

- 機械強度や寸法安定性が必要な場合には、チョップドガラス繊維（ガラス長繊維）を使用した E5008L、E4006L、E6006L、E6007LHF 等の「L」と記載のあるグレードをご選択ください。高強度が要求される場合は、LCP の中でも最高レベルの機械強度を有する SR シリーズの SR1009、SR1009L をご検討ください。
- 高耐熱性や高成形性が必要な場合には、ミルド GF（粉砕ガラス繊維）を使用した E5008 や E4008、E6008 等をご検討ください。

表 6-1-1 スミカスーパー LCP のガラス繊維強化グレード

	E5000シリーズ	E4000シリーズ	E6000シリーズ SV6000シリーズ	E6000HFシリーズ SV6000HFシリーズ	SZ・SRシリーズ
耐熱要求レベル	特殊超高耐熱	超高耐熱	高耐熱	高流動	高機能
特徴	耐ディップハンダ 耐高温リフロー 200℃以上熱時剛性	耐高温リフロー 200℃以上熱時剛性	耐リフロー 標準	耐リフロー 高流動 低反り	耐リフロー 高機能 用途特化
標準成形温度（℃）	400	380	360	350	340～380
ミルドGF 薄肉・小型	E5008 E52008	E4008 E4009	E6006 E6008	-	SR1009
チョップドGF 高強度	E5006L E5008L	E4006L	E6006L	E6007LHF E6007LHF-MR	SR1009L

(2) ガラス繊維 / 無機強化グレード

LCP をガラス繊維と無機充填材で強化したグレードは、特徴のある無機充填材とガラス繊維を組み合わせることで、機械強度や耐熱性を損なうことなく、高い寸法安定性や低反り性、さらには高流動性を示します。

表 6-1-2 スミカスーパー LCP のガラス繊維 / 無機強化グレード

	E5000シリーズ	E4000シリーズ	E6000シリーズ SV6000シリーズ	E6000HFシリーズ SV6000HFシリーズ	SZ・SRシリーズ
耐熱要求レベル	特殊超高耐熱	超高耐熱	高耐熱	高流動	高機能
特徴	耐ディップハンダ 耐高温リフロー 200℃以上熱時剛性	耐高温リフロー 200℃以上熱時剛性	耐リフロー 標準	耐リフロー 高流動 低反り	耐リフロー 高機能 用途特化
標準成形温度 (°C)	400	380	360	350	340~380
ガラス繊維/無機強化	E5204L	E4205R	E6205L	-	SR1205L SZ6709L
ガラス繊維/無機強化 高流動・低反り	-	-	E6809U SV6808L	E6807LHF E6808LHF E6808UHF E6808GHF SV6808THF SV6808GHF E6810LHF E6810KHF	SR2506

(3) 無機強化グレード

無機強化グレードは、一般的にガラス繊維強化グレードと比較し、優れた表面特性や高い引張伸び率、衝撃強度を有します。また、高流動特性も有します。

表 6-1-3 スミカスーパー LCP の無機強化グレード

	E5000シリーズ	E4000シリーズ	E6000シリーズ SV6000シリーズ	E6000HFシリーズ SV6000HFシリーズ	SZ・SRシリーズ
耐熱要求レベル	特殊超高耐熱	超高耐熱	高耐熱	高耐熱	高機能
特徴	耐ディップハンダ 耐高温リフロー 200℃以上熱時剛性	耐高温リフロー 200℃以上熱時剛性	耐リフロー 標準	耐リフロー 高流動 低反り	耐リフロー 高機能 用途特化
標準成形温度 (°C)	400	380	360	350	340~380
無機	-	-	E6807T E6809T	-	SZ4506 SZ6505HF SZ6506HF SR2507

6-2 コネクタ用途向けスミカスーパー LCP の選定ガイド

材料に要求される特性

近年、電子部品の基板への実装方法は、250～270℃の高温雰囲気下でハンダ付けする表面実装方式(SMT：Surface Mount Technology)が一般的であり、SMT 対応のコネクタには耐熱性と寸法安定性、精密成形性に優れる LCP が広く用いられています。

また、電子機器の高性能化や小型化に伴い、基板や FPC (Flexible printed circuits) 基板と、ケーブルや基板等を接続するコネクタには、高密度多芯数化、小型・薄型化、高速伝送性が求められ、適用される LCP への要求特性も高度化しています。さらに、コネクタはその接続の目的に応じて多くの製品種類があり、LCP に求められる特性も異なります。当社はお客様のニーズに合わせた高性能、高機能なグレードを開発し、多様なラインアップを提供しています。

コネクタ用途向けグレードラインアップ

スミカスーパー LCP のコネクタ用途向けのグレードラインアップは下記の通りです。各グレードは、コネクタの要求特性に応じた薄肉流動性、薄肉強度、低反り性を有しています。

表 6-2-1 コネクタグレードのラインアップ

充填材	特長		E シリーズ 標準	E / SV シリーズ 汎用・機能	SZ / SR シリーズ 高機能
ガラス繊維	標準		E6007LHF	E6007LHF-MR	SR1009 SR1009L
ガラス繊維 / 無機 または 無機単独	低反り	標準	E6807LHF E6808LHF	SV6808THF SV6808L	SZ6505HF SZ6506HF
		高流動	E6808UHF E6808GHF	SV6808GHF	SR2506
		低異方性	E6810LHF E6810KHF	E6809U	SR2507 SZ4506
誘電率制御	低誘電率・低誘電正接		E4205R	E6205L	SR1205L

コネクタ用途向けグレードの特性

(1) 薄肉流動性

スミカスーパー LCP の 0.10mm、0.12mm、0.15mm、0.20mm、0.30mm 厚みの薄肉流動性を以下に示します。スミカスーパー LCP は、多くの LCP の中でも最高レベルの流動性を示します。

図 6-2-1 薄肉流動長測定金型

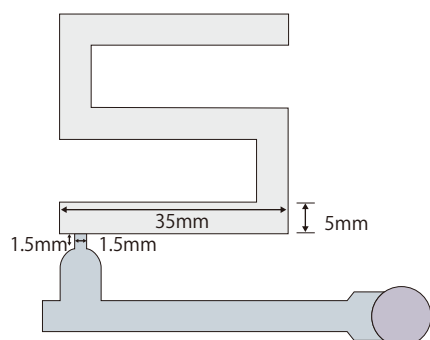


図 6-2-2 スミカスーパー LCP の薄肉流動性 1

薄肉流動長 (mm)

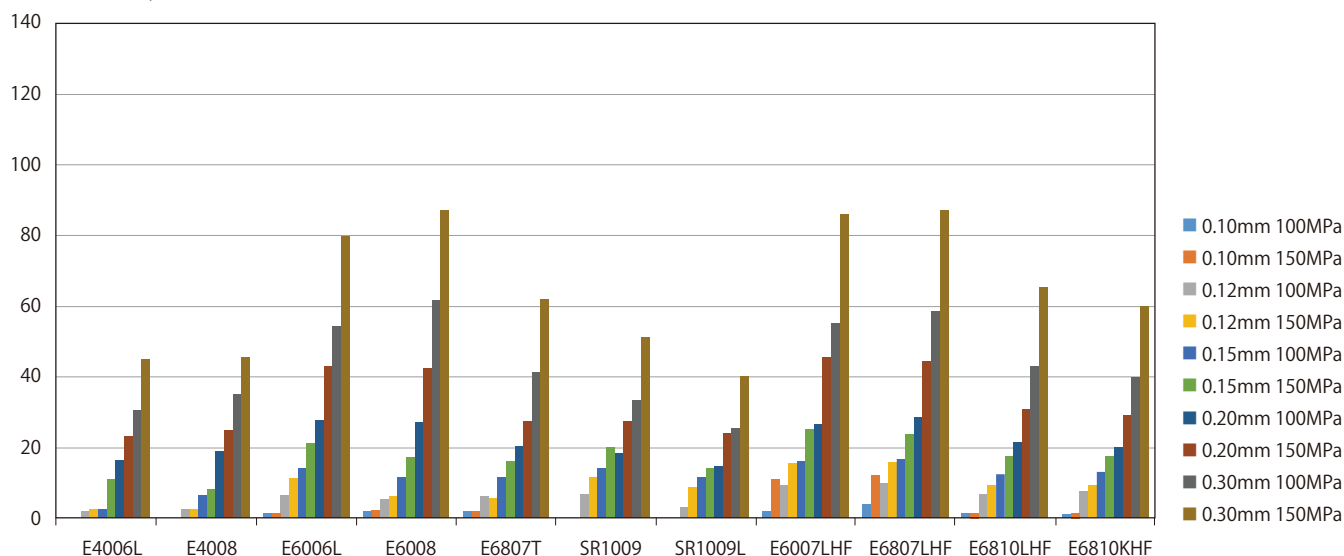
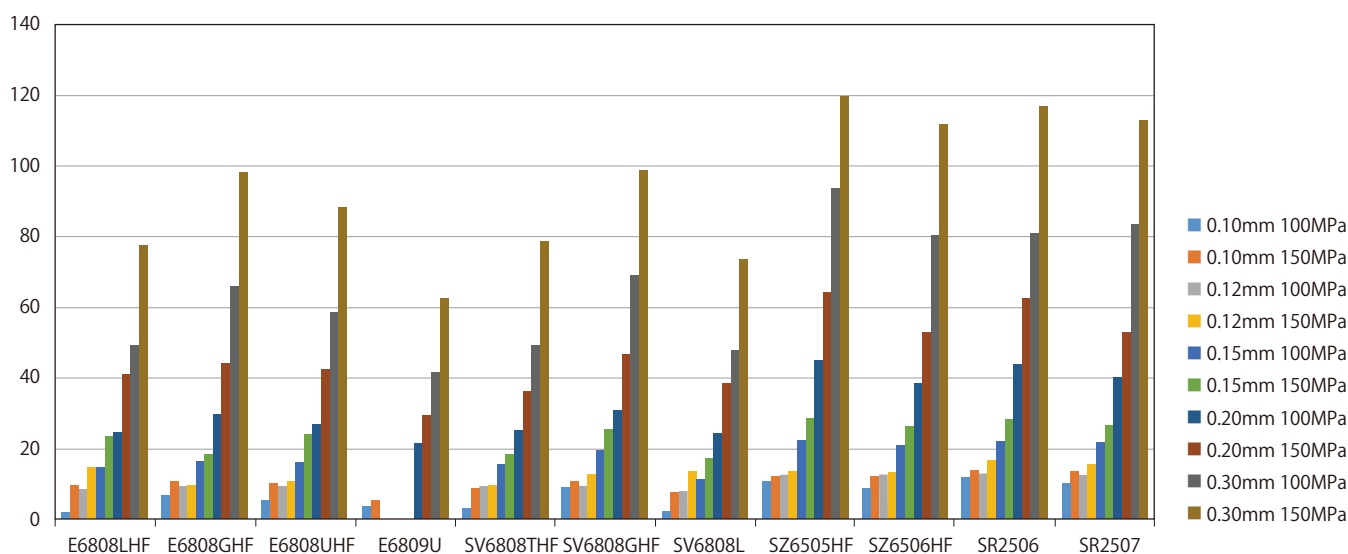


図 6-2-3 スミカスーパー LCP の薄肉流動性 2

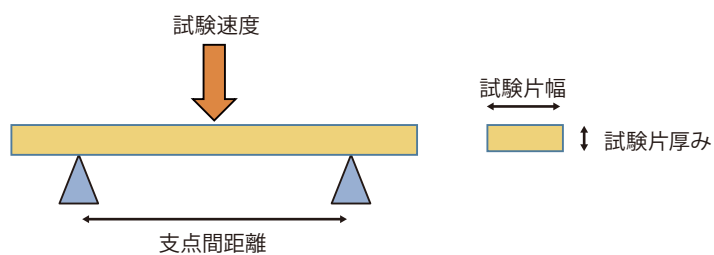
薄肉流動長 (mm)



(2) 薄肉強度

スミカスーパー LCP コネクタ用途向けグレードの 0.10mm、0.20mm、0.30mm 厚みの薄肉強度を以下に示します。スミカスーパー LCP は、0.30mm 以下の薄肉においても高い機械強度を示します。

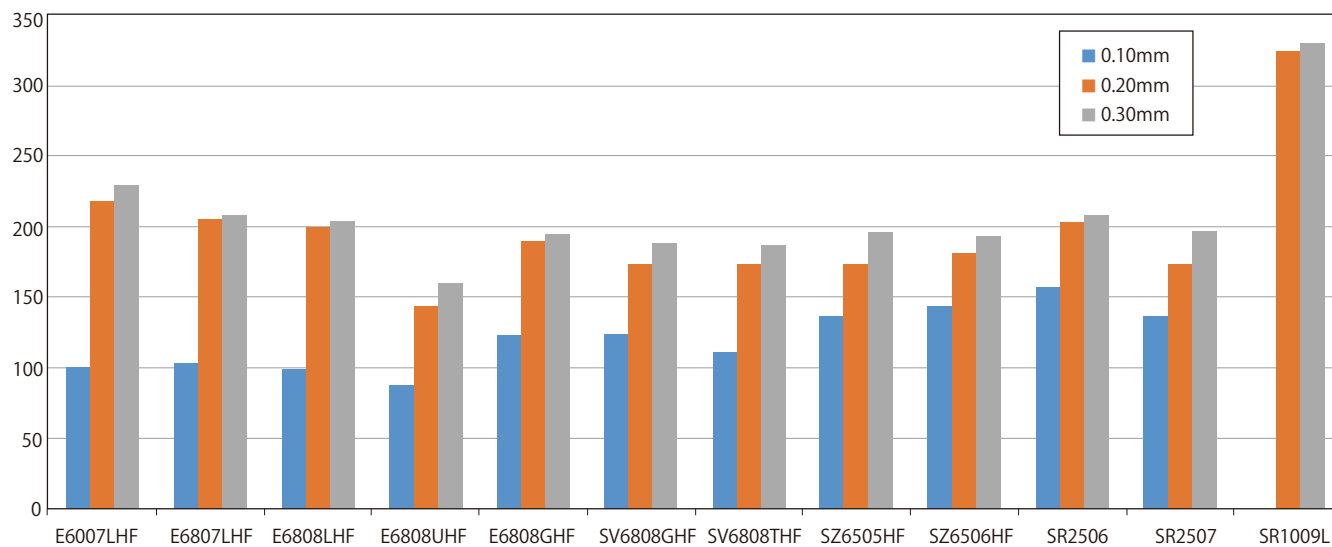
図 6-2-4 薄肉強度測定試験方法



試験片形状：板状試験片
 試験片幅：5mm
 試験片厚み：0.10、0.20、0.30mm
 支点間距離：3mm (0.10mm)、5mm (0.20、0.30mm)
 試験速度：2mm

図 6-2-5 スミカスーパー LCP の薄肉強度

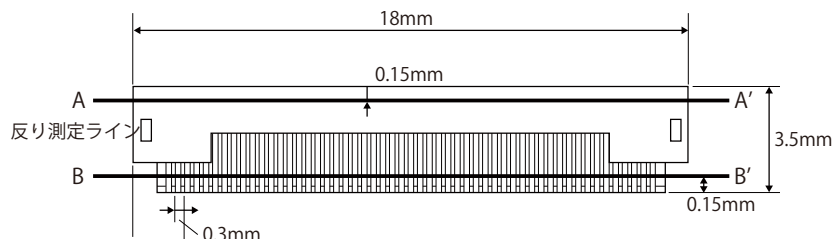
薄肉曲げ強度 (MPa)



(3) 低反り性

SMT コネクタでは、リフロー工程の加熱による LCP 樹脂の膨張・収縮や樹脂の残留応力の解放により、コネクタが反り変形し、ハンダ付け不良が生じる場合があります。スミカスーパー LCP コネクタ用途向けグレードは、リフロー工程の加熱前後においても、低反り性に優れています。

図 6-2-6 FPC モデルコネクタとリフロー試験条件



反り測定方法

測定装置：Core9030C ((株) コアーズ社製)

リフロー条件：下図

測定方法：FPC モデルコネクタのリフロー前後の反り量を算出した。

反り量の算出方法：長尺方向の両端を結ぶ線 A-A'、B-B' の高さを測定し、最小二乗法によりコネクタの最小二乗平面を算出し、最も低い点と最も高い点との距離を反り量として算出した。

温度(°C) リフロー温度

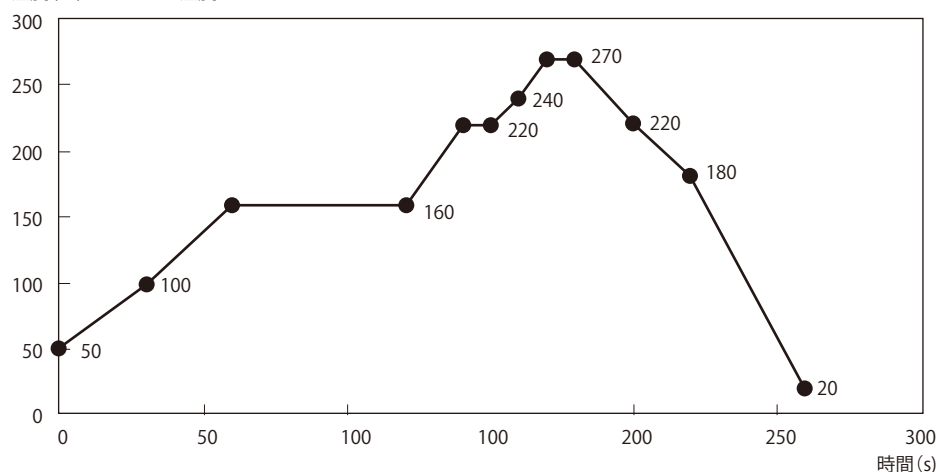
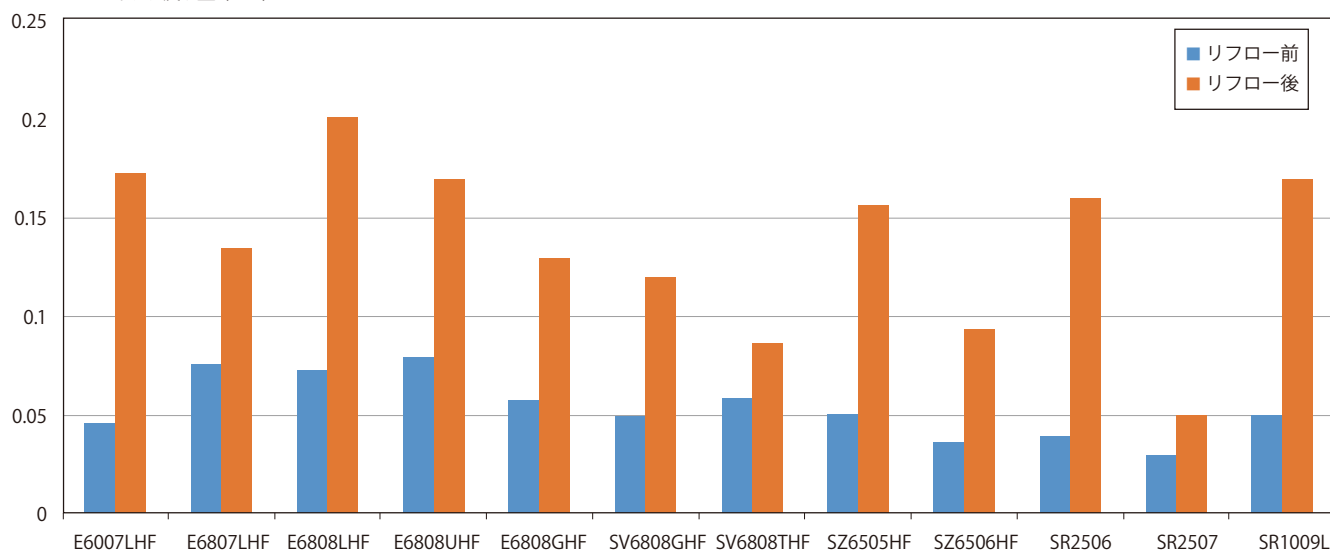


図 6-2-7 スミカスーパー LCP の FPC モデルコネクタ反り量

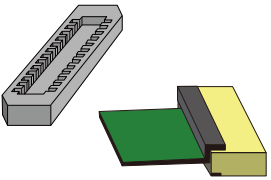
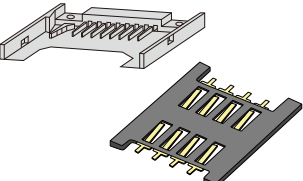
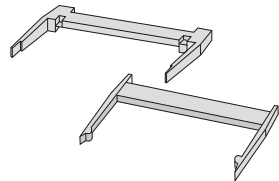
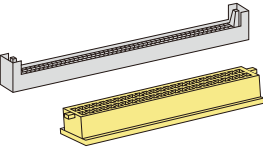
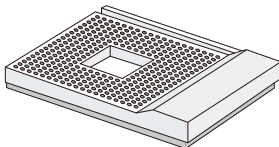
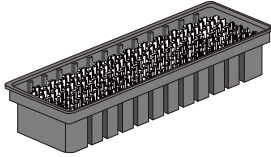
FPCモデルコネクタ反り量 (mm)



コネクタ用途のためのグレード選定ガイド

コネクタはその接続の目的に応じて多くの製品種類があり、材料に求められる特性も異なります。グレードの選定においては、コネクタの要求特性や形状(特に成形品の肉厚)により、適切なグレードを選定する必要があります。以下に代表的なコネクタの種類と推奨グレードを記載します。カタログに記載されていない最新のグレード等もございますので、グレード選定やその他の技術的なお問い合わせにつきましては、当社担当までご相談ください。

表 6-2-2 スミカスーパー LCP のコネクタ別推奨グレード

コネクタ種類	コネクタ形状	推奨グレード	特徴
☐ マイクロコネクタ (0.3~0.4mm ピッチ) ・基板対基板コネクタハウジング ・基板対 FPC コネクタハウジング ・FPC コネクタハウジング	超小型 / ファインピッチ / 低背 	E6808UHF E6808GHF SV6808THF SV6808GHF SZ6505HF SR2506 SR2507	高流動・低反り・耐ブリスタ 高流動・低反り・高強度 高流動・超低反り 高流動・低反り・高薄肉強度 超高流動・低反り 超高流動・低反り・高ウエルド 超高流動・超低反り・低線膨張
☐ カードコネクタ ・SIM カードコネクタハウジング ・SD カードコネクタハウジング ・2 in 1, 3 in 2 カードコネクタハウジング	平板状 / 超薄肉 / インサート 	E6808UHF SV6808THF SV6808GHF SZ6505HF SZ6506HF SR2506 SR2507	高流動・低反り・耐ブリスタ 高流動・超低反り 高流動・低反り・高薄肉強度 超高流動・低反り 超高流動・超低反り 超高流動・低反り・高ウエルド 超高流動・超低反り・低線膨張
☐ カードエッジ (DDR, M2, S-ATA) コネクタ ・DDR コネクタハウジング ・M2(NGFF) コネクタハウジング ・S-ATA コネクタハウジング	一軸長尺形状 / 高強度 	E6808UHF SV6808THF E6808LHF E6809U E6810KHF E6810LHF	高流動・低反り・耐ブリスタ 高流動・超低反り 高流動・低反り・高強度 低反り・低異方性・耐ブリスタ 低反り・低異方性 低反り・低異方性
☐ I/O コネクタ ・USB コネクタハウジング ・HDMI コネクタハウジング ・I/O コネクタ関連ハウジング	小型 / 高密度 / 堅牢性 / 高速伝送 	E6807LHF E6808LHF E6808UHF SV6808THF SV6808GHF E6809U E6810KHF	高流動・低反り・高強度 高流動・低反り・高強度 高流動・低反り・耐ブリスタ 高流動・超低反り 高流動・低反り・高薄肉強度 低反り・低異方性・耐ブリスタ 低反り・低異方性
☐ 基板対基板コネクタ、フローティングコネクタ ・基板対基板コネクタハウジング ・フローティングコネクタハウジング ・基板対ケーブルコネクタハウジング ・自動車用コネクタハウジング	長方形 / 堅牢性 / 耐熱 / 高速伝送 	E6006L E6008 E6007LHF E6007LHF-MR E6807LHF SV6808THF	標準・高強度 標準・高流動 高流動・高強度 高流動・高強度・離型 高流動・低反り・高強度 高流動・超低反り
☐ CPU ソケットコネクタ ・CPU ソケットコネクタハウジング	平板状 / 格子型 / 耐熱 	E6007LHF E6807LHF E6808UHF SV6808L	高流動・高強度 高流動・低反り・高強度 高流動・低反り・耐ブリスタ 高耐熱・高強度
☐ 高速伝送用コネクタ、同軸コネクタ ・同軸コネクタハウジング ・高速伝送用 FPC コネクタ ・高速伝送用/バックプレーンコネクタ ・メザニンコネクタ	長方形 / 高密度 / 堅牢性 / 高速伝送 	E6808UHF SV6808THF SZ6506HF SR2506 SR2507 E6205L SR1205L	高流動・低反り・耐ブリスタ 高流動・超低反り 超高流動・超低反り 超高流動・低反り・高ウエルド 超高流動・超低反り・低線膨張 低誘電 低誘電・低誘電正接

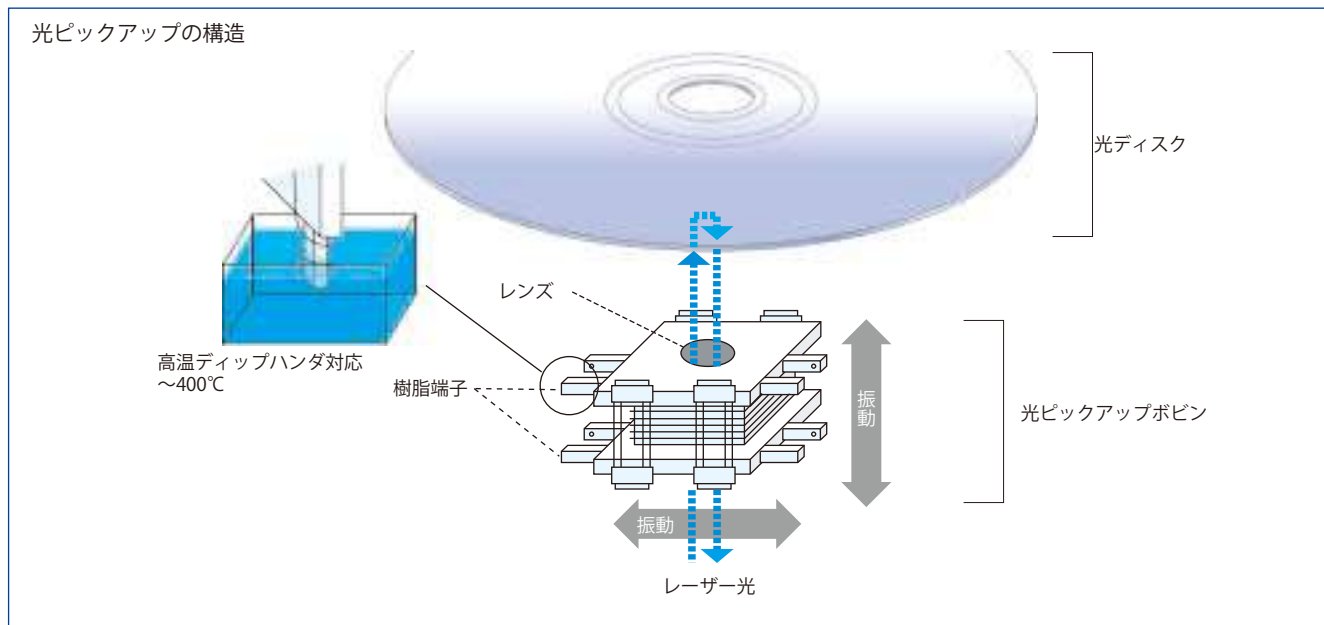
6-3 光ピックアップボビン用途向けスミカスーパー LCP の選定ガイド

光ピックアップボビンとは

光ピックアップボビンとは、音楽用の CD やパソコン用 CD-ROM、DVD-ROM 等の光ディスクの読み取り装置、音楽用 CD-R/RW、記録用 DVD 等の光ディスクの読み取り・書き込み装置(光ディスクドライブ・光ディスクレコーダー)の主要部品です。

光ディスクドライブは、光ディスクに刻まれた $\mu\text{m}(1/1000\text{mm})$ 単位の小さな溝(ピット)に、レーザー光を照射して情報を読み取り、書き込みます。この際、高速で回転するディスク上にレーザー光の焦点を合わせる(フォーカシング)ために、コイルを用いて発生させた磁力を使用してレンズ自体を高速で移動させます。そのため光ピックアップボビンは、下図のようなボビンの上にレンズを載せた構造となり、別名「レンズホルダ」と呼ばれています。

図 6-3-1 光ピックアップボビンの構造



材料に要求される特性

光ピックアップボビンに要求される特性は以下の通りです。これらの特性を満たすスミカスーパー LCP は、光ピックアップボビンに多く用いられています。

表 6-3-1 光ピックアップボビンの要求特性とスミカスーパー LCP の特性

要求事項	左記特性による効果や左記特性が必要な理由	スミカスーパー LCP の特性
小型・軽量であること	小さな電力でボビンを移動させられるため省電力化、高感度化が実現	低比重
		精密成形が可能な成形性
信号を適切に読み取れること	動作する周波数(～20kHz)以下で共振(共鳴)すると信号が読み取れなくなる。低比重かつ剛性が高い材料を使用すると共振周波数が高くなる	高剛性(0.5mm 厚での曲げ弾性率＝約 30GPa)
		低比重
安価であること	射出成形で大量生産できる。組立工程でディップハンダ(350～400℃×数秒)が可能なため、金属端子をインサートする工程が不要	精密成形が可能な成形性
		低比重

スミカスーパー LCP の光ピックアップボビン用グレード

スミカスーパー LCP の中で、光ピックアップボビン用途に適したグレードは E5006L と E5008L です。

標準グレードの E5006L はピックアップボビンに最も適したグレードです。

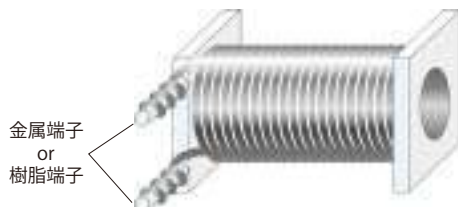
CD-DA(オーディオ用)や低倍速の CD-ROM 等には E5008L を推奨します。

6-4 ボビン用途向けスミカスーパー LCP の選定ガイド

ボビンとは

ボビンとは、電線（巻線）を巻いてコイルを作る円形または多角形の筒を指します。主な材料として電気絶縁性のある樹脂が用いられますが、端子部には主に金属が用いられるため、樹脂と金属の 2 点部品によるコスト高が問題となります。そこで、樹脂で一体成形された樹脂端子ボビンの開発が進められています。

図 6-4-1 ボビンの構造



材料に求められる特性

電線に電流を通すためには、端子に絡めた電線終端の被覆材（ウレタン等）を剥がす必要があります。被覆材を剥がす方法として、高温（300～400℃）のハンダ浴にディップする方法が用いられています。

金属端子の場合、ハンダ浴にディップしてもボビン部分には熱が伝わらず、比較的耐熱の低い樹脂を使用することができます。一方、樹脂端子の場合には、端子が溶けたり変形しないよう、耐熱性の高い樹脂が使用されます。ただし、昨今の家電製品の軽薄短小化に伴いボビンも小型化しており、端子が金属であっても短い端子からの熱が樹脂部に伝わるため、樹脂に耐熱性が求められてきています。このため、ボビン用樹脂材料に対する要求特性として、高い耐熱性（300℃～400℃×数秒）と軽薄短小化に伴う精密成形性が重要になっています。さらに環境問題から熱可塑性樹脂が着目され、これらの中でも LCP はボビンに好適な材料として多く使用されています。

ボビン用途のためのグレード選定ガイド

樹脂端子ボビンには、超耐熱グレードの E5000 シリーズが最も適しています。金属端子にも E5000 シリーズを使用できますが、耐熱面で過剰品質となる場合があります。E5000 シリーズは短期的な耐熱性は高いものの、成形温度も 400℃と非常に高く、射出成形機内での滞留劣化によるトラブルが発生しやすいという問題があります。高耐熱グレードの E4008 は、300℃以上の耐熱性と高い成形性を有した当社の代表的なボビンやコイル用途向けグレードです。UL94 V-0 だけでなく、UL746B などの多く規格を取得しています。

金属端子ボビンは、ボビンに必要な耐熱温度と成形性を確認し、E4000 シリーズまたは E6000 シリーズから、グレードを選定されることを推奨します。

また、E52008 は超耐熱グレードの E5008 を高流動化したグレードです。ステッピングモーター用の超小型ボビン等、0.2mm 以下の肉厚のボビンに好適です。

表 6-4-1 スミカスーパー LCP のボビン用途向けグレード

ボビンの種類	推奨グレード
樹脂端子ボビン	E5000シリーズ（E5008L, E5008等）
金属端子ボビン（小型）	E5000シリーズ（E5008L, E5008等） E4000シリーズ（E4006L, E4008等）
金属端子ボビン（中大型）	E5000シリーズ（E5008L, E5008等） E4000シリーズ（E4006L, E4008等） E6000シリーズ（E6006L, E6008等）

6-5 OA 用途向けスミカスーパー LCP の選定ガイド

OA 機器の定着部品とは

マルチファンクションプリンター (MFP) とレーザービームプリンター (LBP) の定着部は、紙上に転写した粉状のトナーを高温と圧力で紙上に融着 (定着) させる方式が一般的となっています。樹脂製の部品として「定着部の部品」と「定着部周辺の部品」の 2 種類に大きく分類されます。

「定着部の部品」は、200 ～ 350℃の高温の熱源を支持する部品や、熱源に近接した位置で使用する部品となります。「定着部周辺の部品」は、定着前後の紙を搬送する部品や定着部全体を覆うカバー類となります。

材料に要求される特性

「定着部の部品」は、定着方式によって必要な耐熱温度が異なるため、材料としては適切な耐熱性を有するグレードが求められます。定着部の熱源を支持する部品に対しては、熱効率性の観点から蓄熱性が必要となります。また、高速回転するフィルムと直接接する部品に対しては、摺動特性が必要となります。

一方、紙を搬送する為のガイドや、定着部全体を覆うカバー類などの「定着部周辺の部品」には、紙詰まりを防止する目的や、定着時の圧力を長手方向全体で一定にする目的から、低反り性が求められます。また、製品の薄肉化を達成するには、成形時の薄肉流動性も必要となります。

OA 機器 (プリンター MFP、LBP) の定着部品のためのグレード選定ガイド

「定着部の部品」の場合、定着方式に応じて超耐熱グレードの E5000 シリーズから、他の特性重視の E6000HF、SV6000HF シリーズまで幅広く選択が可能です。蓄熱性、摺動特性が必要な場合には、低熱伝導率で表面平滑性の良いグレードとして E5204L や E4205R、E6205L を推奨いたします。

「定着部周辺の部品」の場合、薄肉流動性の観点から E6000HF や SV6000HF シリーズが適しています。その中でも低反り性、薄肉流動性の良いグレードとして、E6808LHF や SV6808THF を推奨します。

表 6-5-1 スミカスーパー LCP の OA 用途向けグレード

定着部の部品の種類	要求特性	推奨グレード
定着部の部品	標準	E6808LHF、E6007LHF-MR、E6006L、E4006L、E5006L等*
	蓄熱性、摺動特性	E6205L、E4205R、E5204L
定着部周辺の部品	低反り、高流動性	E6000HF、SV6000HFシリーズ (E6808LHF、SV6808THF等)

* 荷重たわみ温度；E6808LHF: 274℃、E6007LHF-MR: 269℃、E6006L: 284℃、E4006L: 310℃、E5006L: 355℃

6-6 リレー用途向けスミカスーパー LCP の選定ガイド

リレーとは

リレーとは、その名の通り電力を中継する仕組みのことを指します。大きく分けて有接点リレー（メカニカルリレー）と無接点リレー（MOS FET リレー、ソリッドステート・リレー）に分類され、スミカスーパー LCP は主にメカニカルリレーに使用されます。メカニカルリレーはコイル（電磁石）とスイッチ（接点）からなり、コイルに電流を入力することで磁力（電磁石）を発生させ、その力でスイッチを ON/OFF するものです。リレーの活用範囲は非常に幅広く、自動車や産業用ロボットなどの大型機械から、OA 機器や家電製品など生活に身近な小型機械まで多岐にわたります。

材料に要求される特性

リレーに要求される代表的な特性は高耐熱性（高温時剛性や強度、耐リフロー性）、低発生ガス性、低発塵性、高絶縁耐力です。スミカスーパー LCP はこれらの特性を満たしており、リレーに求められる耐熱性や成形時に求められる薄肉流動性に合わせて最適なグレードを選定することが出来ます。

リレー用途のためのグレード選定ガイド

スミカスーパー LCP の中で、上述の要求特性を持つリレーに適したグレードは下記のとおりです。高耐熱グレードの E6008、超高耐熱グレードの E4008 はリレーに最も適したグレードです。より耐熱性が求められる場合、E5008 を推奨します。また、薄肉で高流動性が求められるリレーの場合、E6807LHF などを推奨します。

表 6-6-1 スミカスーパー LCP のリレー用途向けグレード

リレーの種類		要求耐性	推奨グレード
カバー用	封止タイプ	特殊高耐熱	E5008, E5008L等
		超高耐熱	E4008等
	開放タイプ	超高耐熱	E4008等
		高耐熱	E6008等
		高流動	E6807LHF等
ベース用		超高耐熱	E4008等
		高耐熱	E6008等
		高流動	E6807LHF等
コイル封止用		高耐熱	E6008, E6807T等

6-7 自動車部品用途向けスミカスーパー LCP の選定ガイド

自動車部品用途とは

多くの優れた特長を有するスミカスーパー LCP は、自動車開発に求められる①車体重量の軽量化、②有害ガス、CO₂ 排出量の削減、③燃費の向上、④電動化に伴う新規部品の導入、といった課題の解決に大きく貢献し得る材料です。

スミカスーパー LCP を自動車部品に適用する具体的メリット

- 高い流動性および優れた機械特性を有するため、複数部品の一体化による部品点数の削減、部品の小型化、薄肉化による軽量化などを可能にします。
- 300℃以上の高い耐熱性を有しており、エンジン周辺部材やランプ周辺部材などの高温環境下に晒される金属部品の代替を可能にします。
- 自動車に求められる極低温から高温領域までの温度範囲において高い寸法安定性（低膨張、低収縮性）を示すことから、温度変化による製品の变形を最小限に抑えることができます。また、ヒートショックや乾湿サイクルによる物性の低下もほとんどありません。
- 吸水性が極めて低く、湿度による寸法変化が非常に小さいため、部品設計が容易です。
- 耐薬品性に優れており、ガソリン、エンジンオイル、ATF、LLC 使用環境下においても使用が可能です。
- 制振性に優れており、エンジンやモータ、トランスミッションなどの周辺で共振が懸念される部品や、ギヤボックスなどの遮音性が求められる筐体部品、雨音や外界音を遮音する外板部品にも適しています。
- 電気電子機器のコネクタやコイルボビンなどに多くの採用実績があり、EV 用モータ部品や PCU などの車載電子機器部品にも広く適用が可能です。

自動車部品用途のためのグレード選定ガイド

自動車部品に適した代表的なグレードを以下に示します。求められる要求特性に適したグレードをご選択ください。

表 6-7-1 スミカスーパー LCP の自動車部品用途向けグレード

グレード	特長	適用例
E6008	高耐熱	ランプ周辺部材 (部品例: ランプソケット)
E6006L	高耐熱、高強度	機構部品、筐体部品 (部品例: オイルパン、オイルパイプ)
E6007LHF	高流動	薄肉部品、大型部品 (部品例: モータインシュレータ)
SZ6506HF		
E6807T	表面性改良	意匠部品 (部品例: ランプベゼル)
E6808LHF		
E4006L	超高耐熱	エンジン周辺部材 (部品例: 断熱板)
E4008		

6-8 LED 用途向けスミカスーパー LCP

高反射率グレードとは

当社が独自に開発した LCP とコンパウンド技術を複合化させることにより、高反射率と高機械強度を可能とした成形材料です。

高反射率グレードの特徴

- 優れた耐熱性
LED グレードはベースポリマーに LCP を用いているため、優れた耐熱性を示します。熱による反射率低下がほとんどないことから、高輝度・高出力 LED 用のパッケージ材料に適しています。
- 高い自己消火性
ベースポリマーの LCP の限界酸素指数が高いことから、難燃剤を添加せずに UL94 V-0 の難燃性を示します。
- 安定した成形加工性
LCP の一般グレードと同様に、薄肉形状の射出成形において安定した成形加工性を示します。
- 低吸水性
ベースポリマーの LCP が樹脂材料の中で最高レベルの低吸水性を有しているため、優れた吸湿リフロー特性を示します。

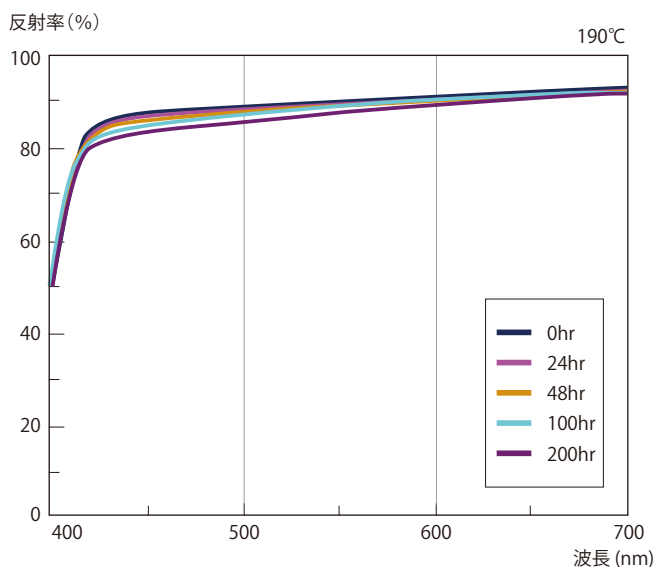
SZ6709L の特性表

表 6-8-1 SZ6709L の特性表

項目		試験方法	単位	SZ6709L
成形品色調	L	-	-	91.0
	a			-0.3
	b			5.5
反射率	640nm	JIS K7105-1981	%	92
	520nm			90
	460nm			88
吸水率		ISO 62	%	0.02
比重		ASTM D792	-	1.89
成形収縮率	MD	住化法	%	0.17
	TD			0.80
引張強度		ASTM D638	MPa	115
引張伸び率		ASTM D638	%	5.0
曲げ強度		ASTM D790	MPa	140
曲げ弾性率		ASTM D790	MPa	11,000
アイゾット衝撃強度		ASTM D256	J/m	310
荷重たわみ温度 (1.82MPa)		ASTM D648	°C	275
ハンダ耐熱性		住化法	°C	300

SZ6709L の反射率および耐熱性

図 6-8-1 SZ6709L の反射率の耐熱性



6-9 食品接触用途向けスミカスーパー LCP

スミカスーパー LCP は優れた耐熱性と耐薬品性を持ち、伝熱効果に優れることから食品接触用途でも使用されています。陶器と比較して重量が軽く、熱衝撃性にも優れ、さらに高耐熱性を有するため、冷凍からオープンでの直接加熱といった、幅広い温度域での使用が可能です。

スミカスーパー LCP の一部のグレードは、米国・欧州・日本の食品包装材料規制に適合しております。詳しくは 7. スミカスーパー LCP の規格をご参照ください。用途や使用条件によっては使用制約がありますので、詳しくは当社担当にお問い合わせください。

7. スミカスーパー LCP の規格

スミカスーパー LCP は数多くの工業規格や仕様に適合し、認証を受けています。以下に示す一覧は現在までに取得した認証をまとめたものです。

難燃性

スミカスーパー LCP は、UL94 V-0 に適合しています。UL は UNDERWRITERS LABORATORIES INC. が策定する製品安全規格です。標準的なグレードは UL746B を取得しています。

電気用品安全法

スミカスーパー LCP は、電気用品安全法の電気用品部品・材料認証協議会である CMJ(Certification Management Council for Electrical & Electronic Components & Materials of Japan) 登録制度において、ボールプレッシャー温度、水平燃焼試験、使用上限温度の登録をしているグレードがあります。登録状況は電気安全環境研究所のウェブサイトからご覧になれます。

食品接触分野

米国

スミカスーパーの一部のグレードは、米国が連邦食品・医薬品・化粧品法および適用される食品添加物規制に定める要件に適合していることを確認しています。

欧州

スミカスーパーの一部のグレードは、欧州が食品包装材料規制「Commission Regulation (EU) No 10/2011」に定める要件に適合していることを確認しています。

日本

スミカスーパーの一部のグレードは、改正食品衛生法第 18 条第 3 項および告示 370 号に基づくポジティブリストに記載されている成分で構成されています。また、ポリオレフィン等衛生協議会の発行する確認証明書を取得しています。最新の取得状況については当社担当にお問い合わせください。なお、ポリオレフィン等衛生協議会は 2021 年 3 月をもって解散し、食品接触材料安全センターに業務が引き継がれました。確認証明書は引き続き有効です。

医療分野

スミカスーパーの一部のグレードは、ISO 10993 および USP CLASS VI 試験を実施しております。詳細については、当社担当にご相談ください。

TECHNICAL NOTE

超高耐熱エンジニアリング・プラスチック

SUMIKASUPER™ LCP



機能樹脂事業部

住友化学株式会社 機能樹脂事業部 エンジニアリングプラスチック部
〒103-6020 東京都中央区日本橋2-7-1 東京日本橋タワー
Tel: 03-5201-0266
URL: <https://www.sumitomo-chem.co.jp/sep/>
アクセス: https://www.sumitomo-chem.co.jp/company/group/detail/access_tokyo.html

住友化学株式会社 エネルギー機能材料研究所 <スーパーエンプラグループ>
〒300-3294 茨城県つくば市北原6
Tel: 029-864-4177
アクセス: https://www.sumitomo-chem.co.jp/company/group/detail/access_tsukuba_01.html

Sumitomo Chemical Advanced Technologies, LLC.
Add: 3832 East Watkins Street, Phoenix, AZ 85034, USA
Tel: +1-602-659-2500
URL: <https://sumichem-at.com/>

Sumitomo Chemical Europe S.A. / N.V.
Add: Woluwelaan 57, B-1830 Machelen, Belgium
Tel: +32-2251-0650
URL: <https://sumitomochemical europe.eu/>

Sumitomo Chemical Asia Pte Ltd.
Add: 3 Fraser Street, #07-28 DUO Tower, 189352, Singapore
Tel: +65-6303-5188
URL: <https://sumitomo-chem.com.sg/>

Dongwoo Fine-Chem Co., Ltd.
Add: 22, Sandanoryon-gil, Samgi-myeon Iksan-si, Jeollabuk-do, 54524, Korea
Tel: +82-63-839-2942
URL: <https://www.dwchem.co.kr/main.do?lang=eng>

住化電子管理（上海）有限公司 徐匯分公司
Sumika Electronic Materials (Shanghai) Corporation Xuhui Branch.
Add: Floor 1, Building 91, No.1122 North Qinzhou Road, Xuhui District, Shanghai, 200233, China
Tel: +86-21-5459-2066
URL: <https://www.sumika.com.cn/>

住化電子管理（上海）有限公司 上海テクニカルセンター
<Shanghai Technical Center>
Add: Floor 1, Building 91, No.1122 North Qinzhou Road, Xuhui District, Shanghai, 200233, China
Tel: +86-21-5459-2063

住化電子材料科技（深圳）有限公司
Sumika Electronic Materials (SHENZHEN) Co., Ltd. <Shenzhen Office>
Add: Room17G, Nuode Finance Centre, NO.1006 of Fuzhong Road3, Lianhua Street, Futian District, Shenzhen, China P.C:518026
Tel: +86-0755-2598-1596
URL: <https://www.sumika.com.cn/>

製品の詳細は <https://www.sumitomo-chem.co.jp/sep/>