TECHNICAL NOTE

SUMITOMO CHEMICAL

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™ LCP
液晶ポリマー

3. LCP の射出成形

Liquid Crystal Polymer

Version 04 / Nov. 2023

SUMITOMO CHEMICAL Co., Ltd. Advanced Polymers Division

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(℃)		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(℃)	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(℃)		400	390～410	380	370～390	360	340～370
金型温度(℃)		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

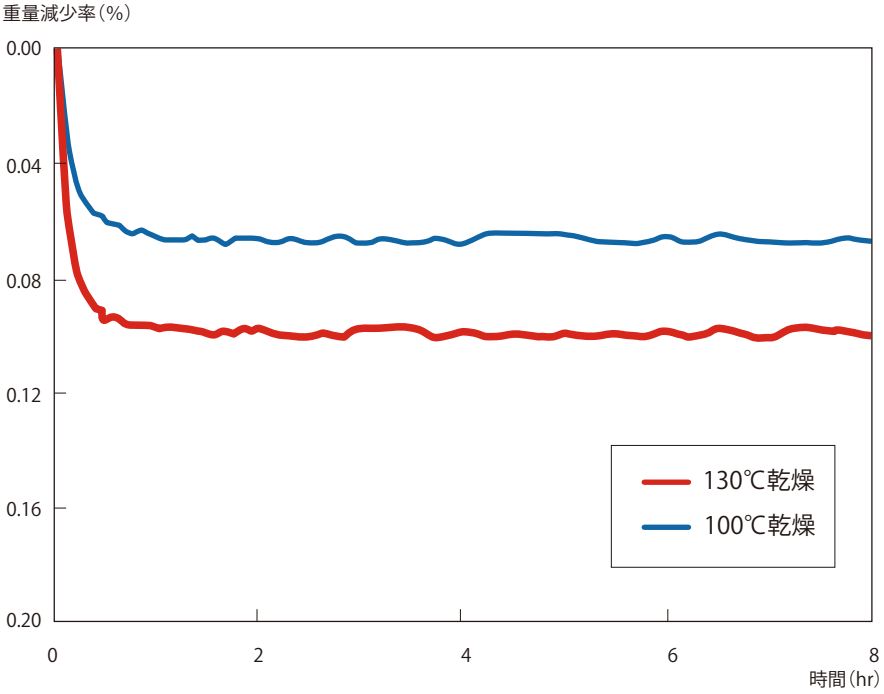
表 4-1-2 スミカスーパー SV6000、SR1000、E6000HF、SV6000HF、SZ6000HF、SR2000 シリーズの推奨成形条件

		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(℃)		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(℃)	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(℃)		360	340～370	350	330～360	350	330～360
金型温度(℃)		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



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に設定してください。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。

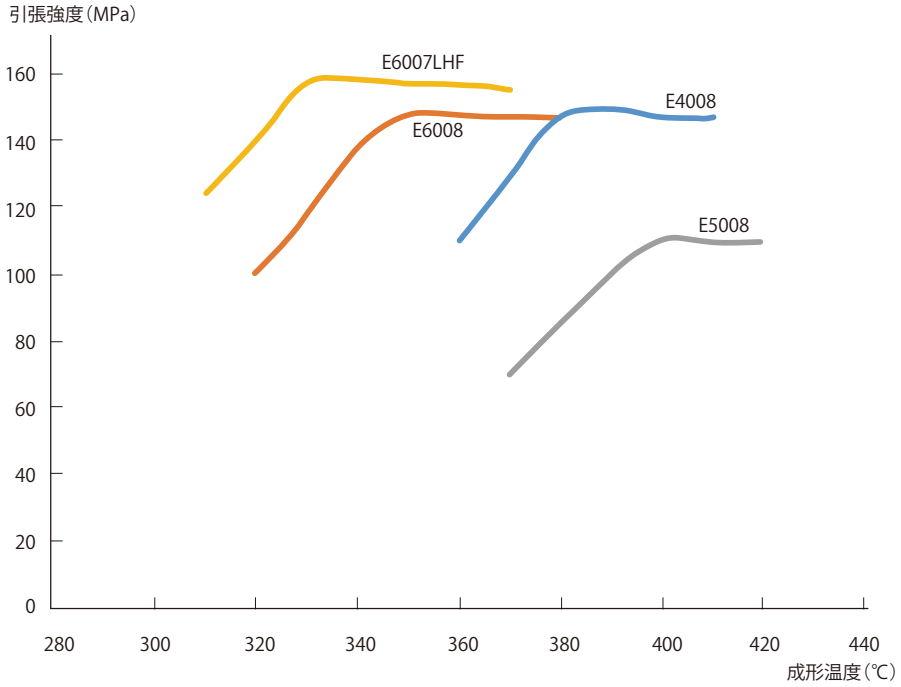
シリンダ温度は、E5000 シリーズで 400℃以上、E4000 シリーズで 380℃以上、E6000、SV6000、SR1000 シリーズで 340℃以上、E6000HF、SV6000HF、SR2000 シリーズで 330℃以上の成形温度で安定した物性が得られます。用途によっては、これ以下の温度で成形を行っても実用上問題のない物性を得ることができますが、温度を下げすぎると物性低下をともなう場合があります。

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 は溶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℃以上に上げることにより 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ティ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。

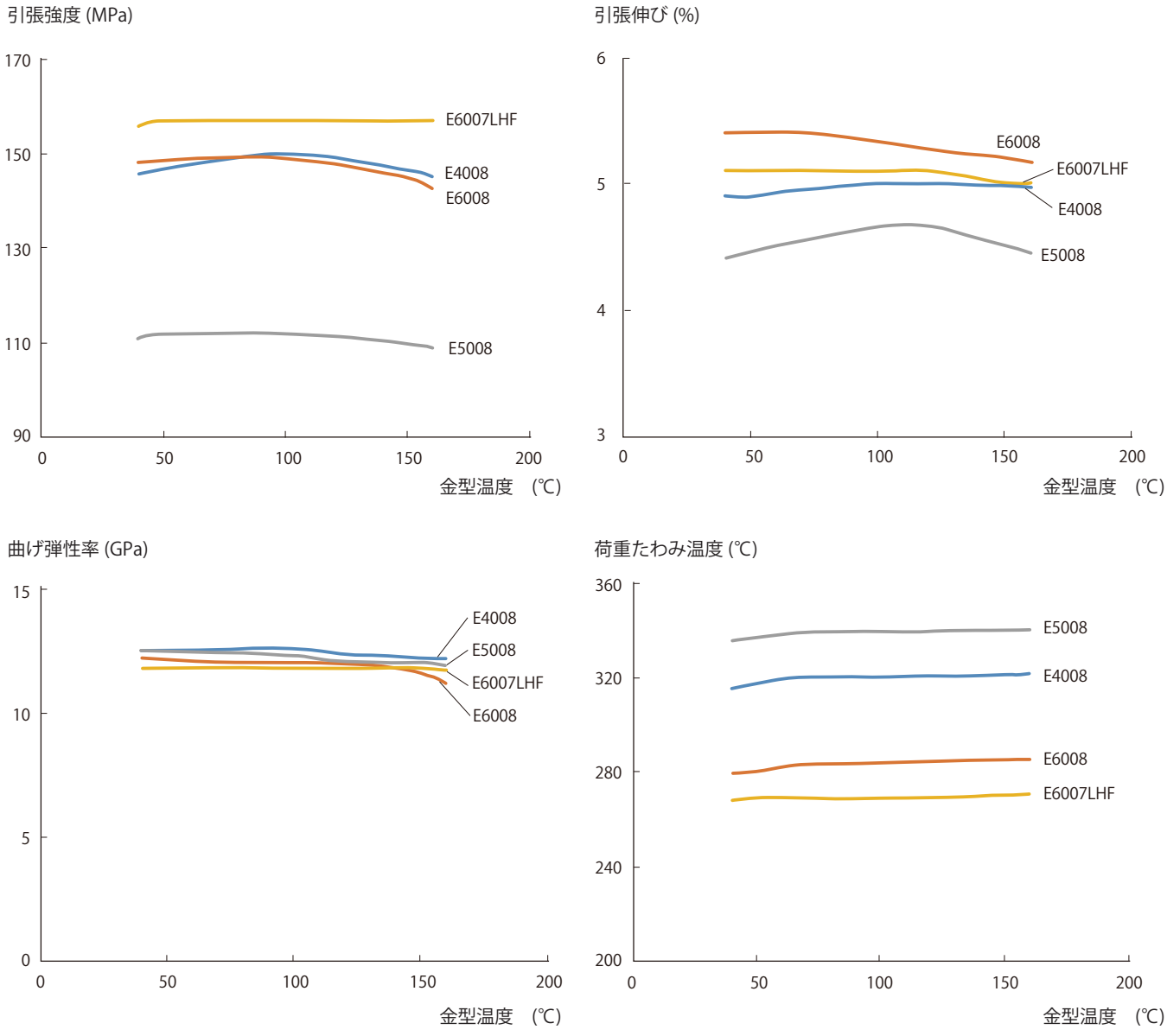
比較的厚肉の製品でウエルド部が問題となる場合は、金型内のエアベントを考慮した上で、20～60mm/sec の中・低速が適しています。

金型温度

スミカスーパー LCP は、分子が剛直なため溶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、固化時においても溶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、ブ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。

パージ方法

スミカスーパー LCP はパ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、パージによる置換の際には他樹脂やパージ材が残留しないように注意が必要です。パ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。パ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。

推奨パージ材

スミカスーパー LCP のパージにおいては、市販されているパージ材が使用可能であり、以下のパージ材の使用実績があります。高温のシリンダ内にパ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］
・セルパージ 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、下記手順のパ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、同様に下記手順のパ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パージ、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	パージ材投入	成形温度のまま、パージ実施
3	パージ続行	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	パージ材射ちきり後、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	予備パージ	20～30℃低いまま、スミカスーパー LCP でパージ（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 ショット以上パージし、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	パージ材投入	上記設定温度に昇温後、ただちにパージ材投入 （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	パージ材射ちきり後、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 ショット以上パージし、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

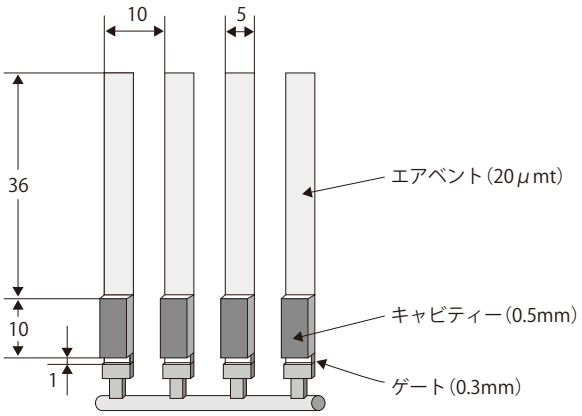
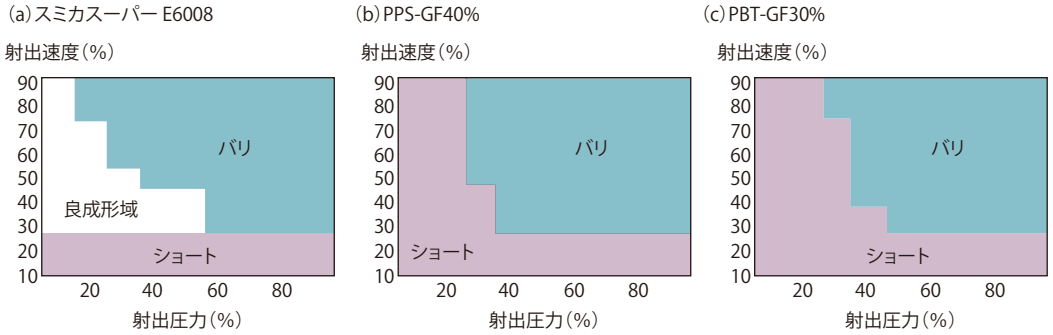


図 4-1-5　バリがでない成形領域の樹脂間の比較



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 は他のエンプラと比較し、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にく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

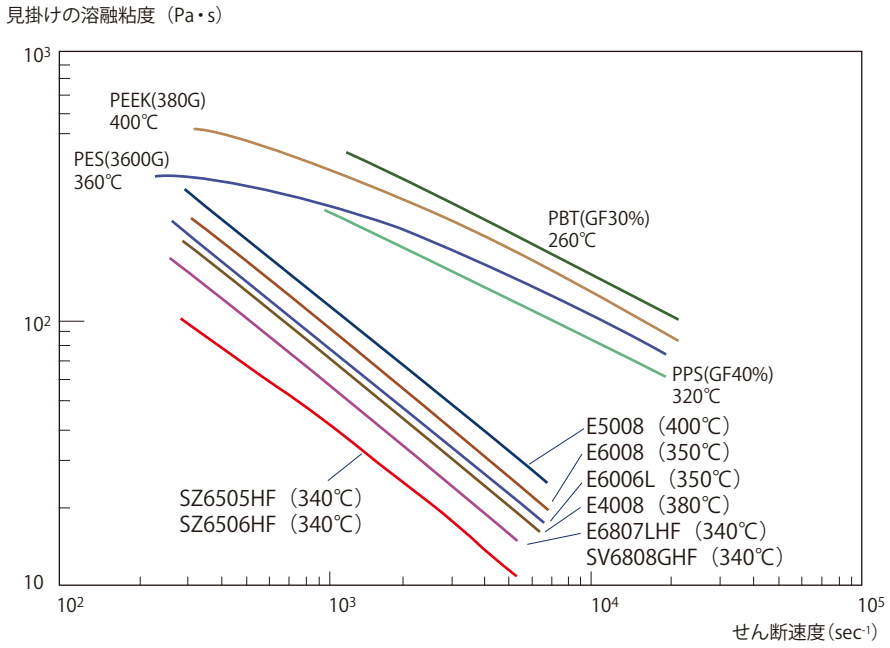
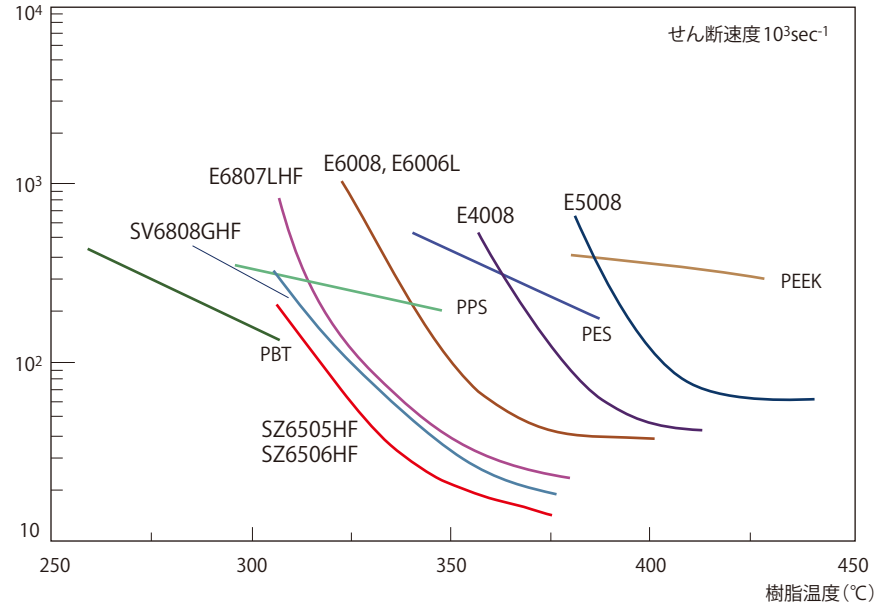


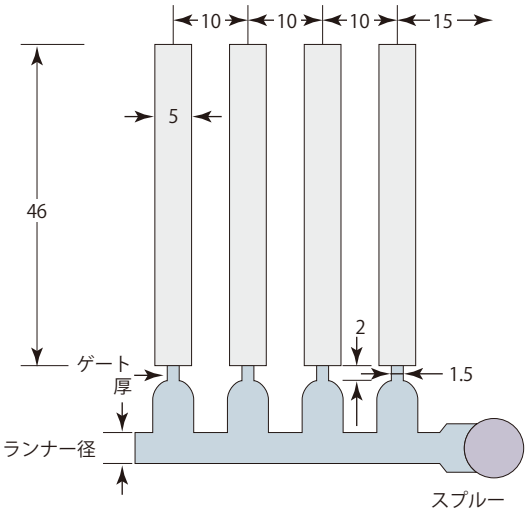
図 4-2-2 見掛けの溶融粘度の温度依存性



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)

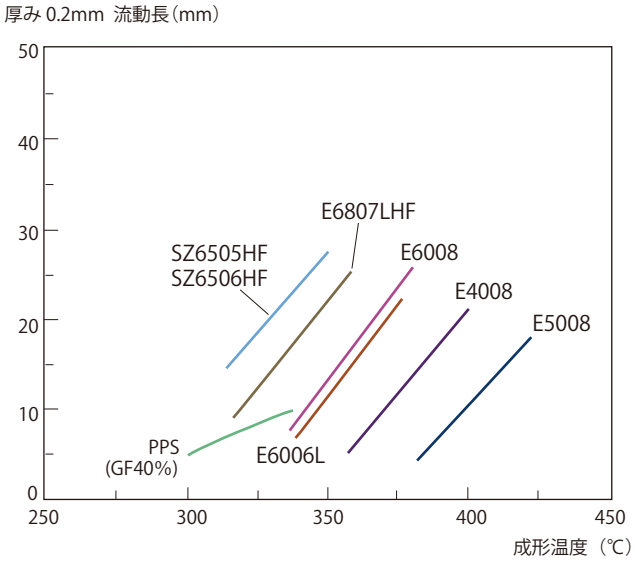


製品厚み：　0.3mm
ランナ：　4.0mmφ
ゲート：　0.3t×1.5w×2.0L
流動長は4キャビ平均

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



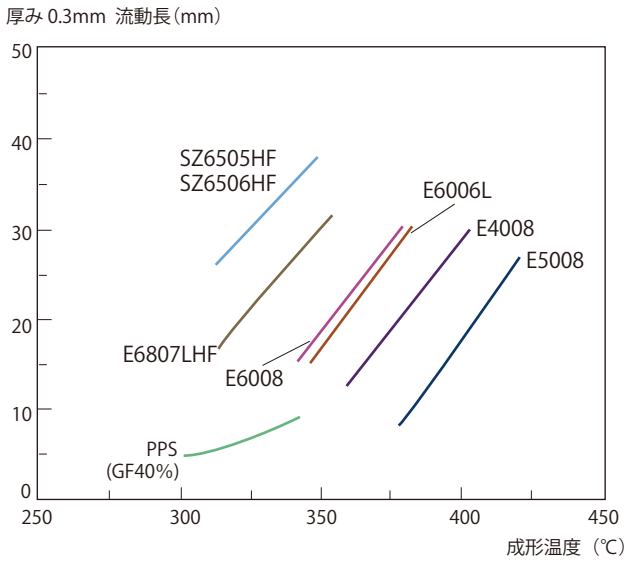
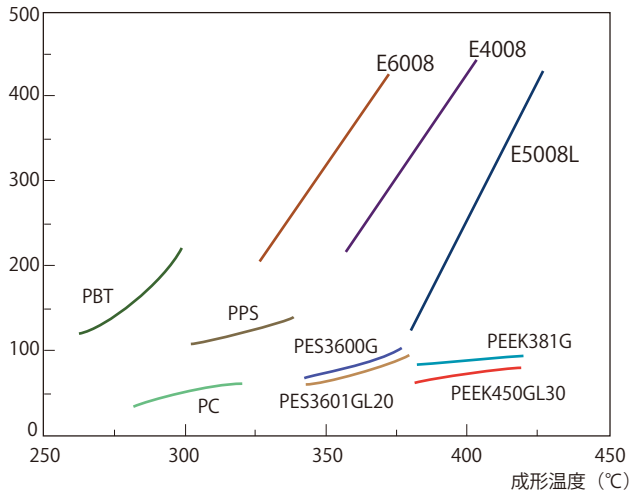


図 4-2-5　各種エンプラの 1mm 厚みの流動性



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、様々な形状に適応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

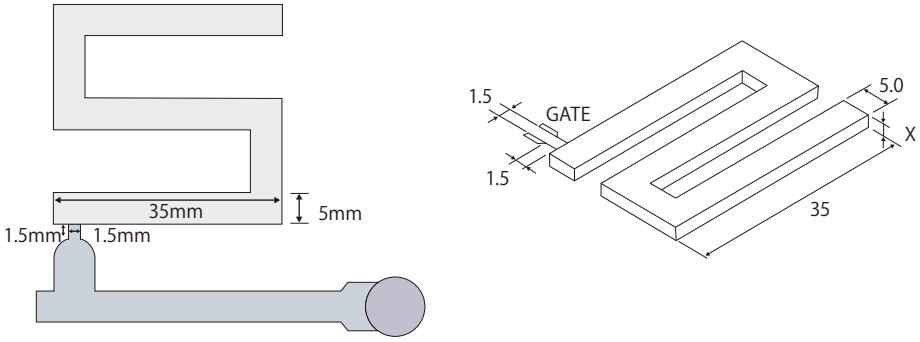


図 4-2-7 薄肉流動長

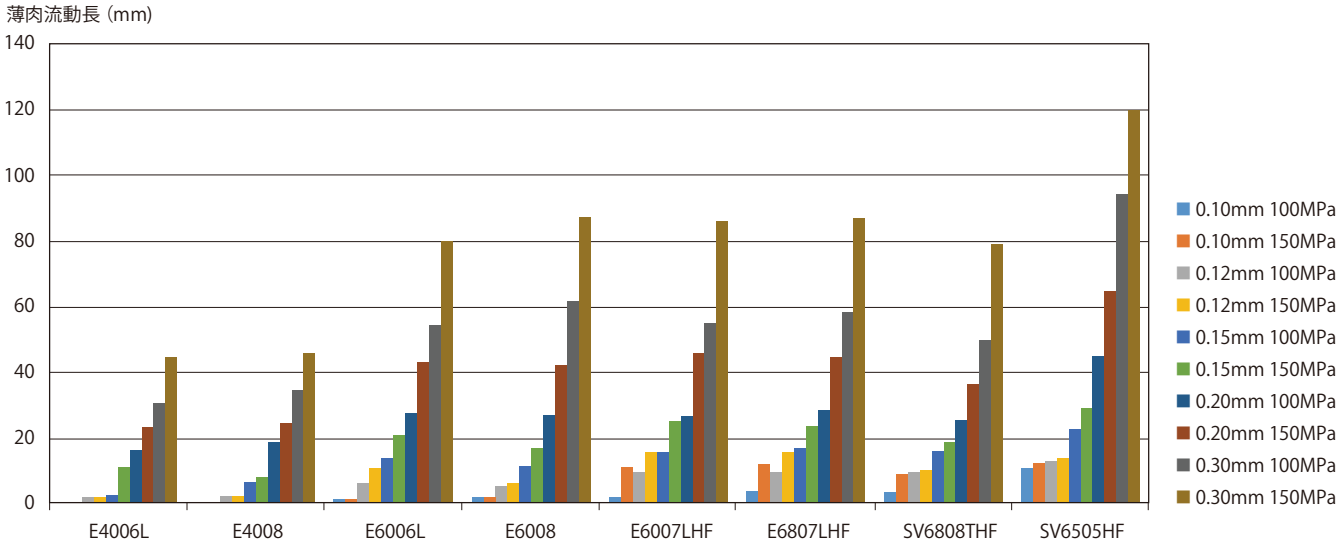


図 4-2-8 薄肉流動長の厚み依存性1

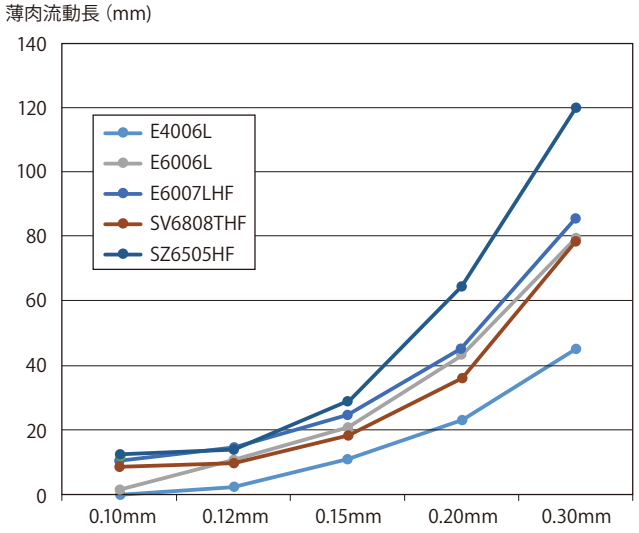
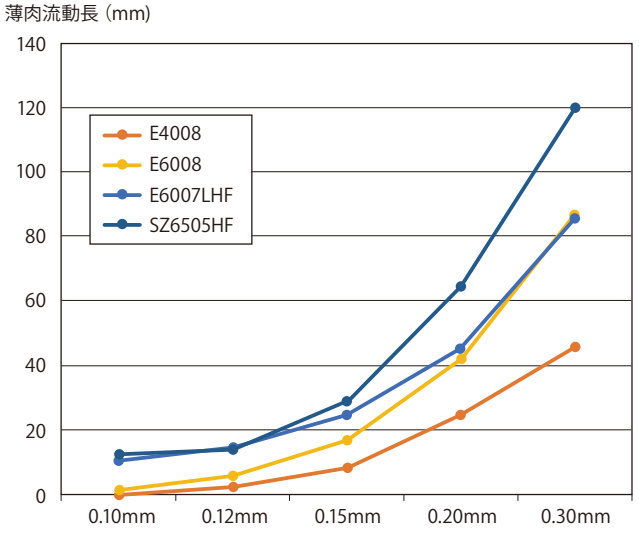


図 4-2-9 薄肉流動長の厚み依存性2



4-3 スミカスーパー LCP の射出成形機・金型設計

射出成形機の選定

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、ドローリング、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、溶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。

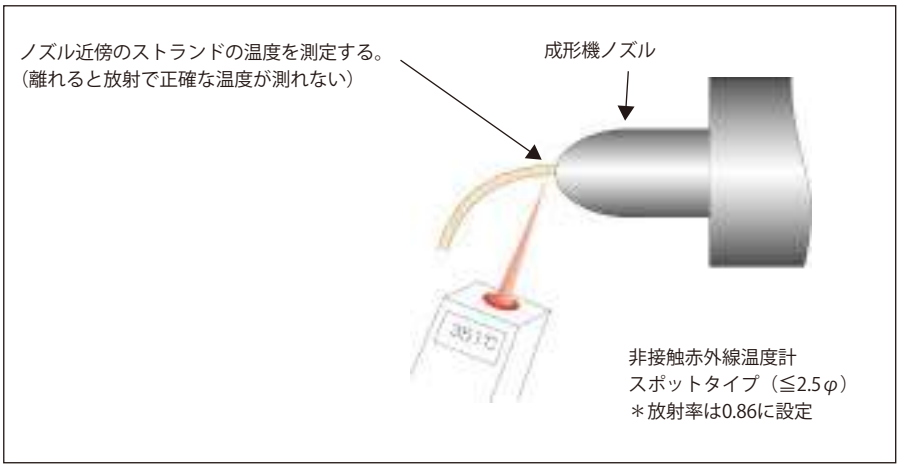
樹脂温度管理

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、微少面積（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便に測定できます。

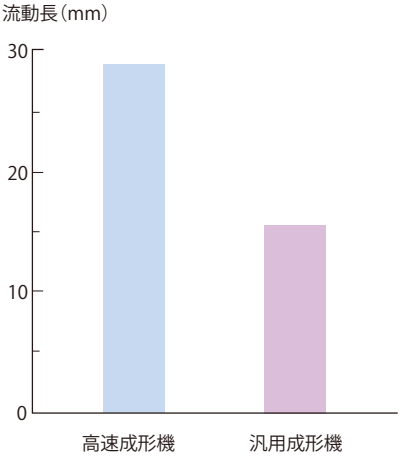
図 4-3-1　スミカスーパー LCP の樹脂温度の管理方法



高速射出成形技術

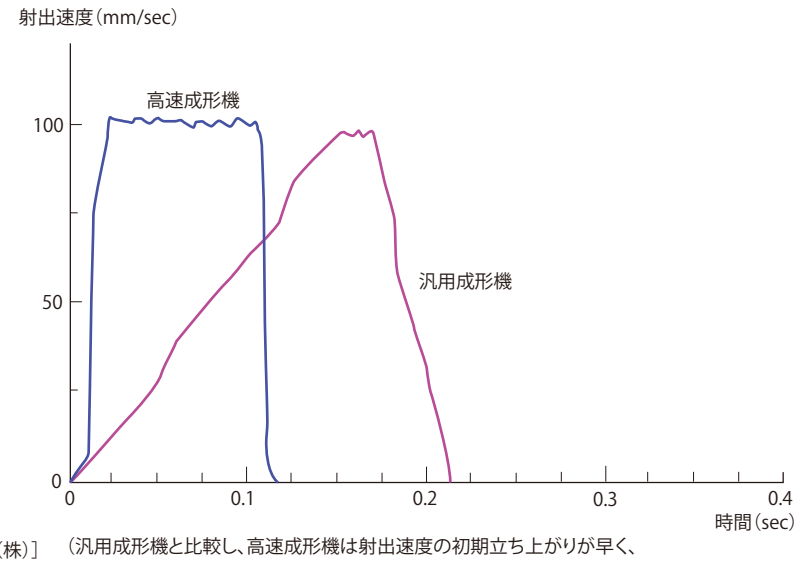
スミカスーパー LCP は成形時の溶融粘度が低く、固化速度が速いため、バリが出にくい特徴があります。ただし超薄肉製品の成形（＜0.2mm）においては、薄肉部で樹脂が固化し十分な流動長が得られない場合があります。こうした場合の対策として、射出時の立ち上がり特性に優れた電動射出成形機や、アキュムレータ付の油圧射出成形機の適用が有効です。

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に高強度、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。

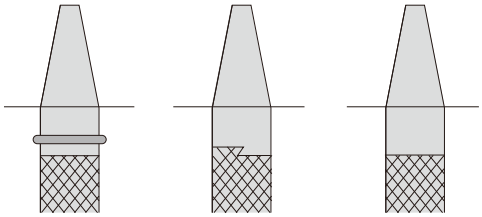
金型材質

- 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）か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)

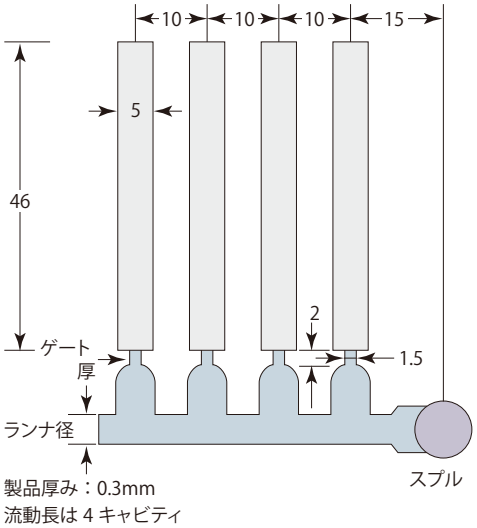
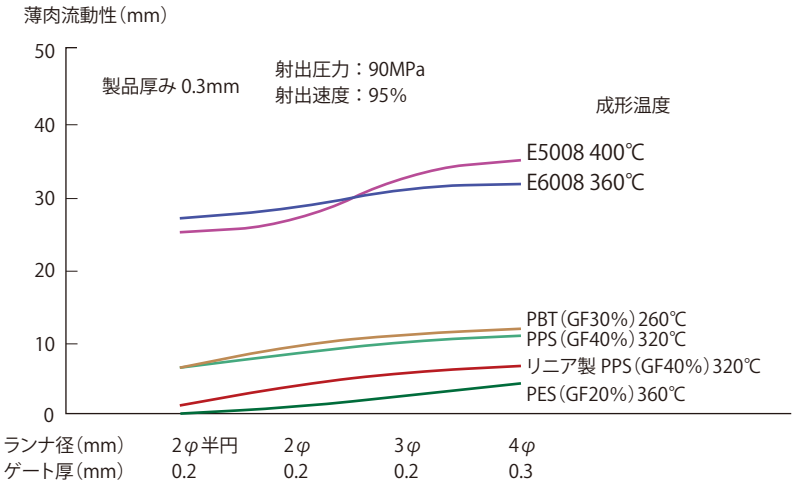


図 4-3-6　薄肉流動長



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

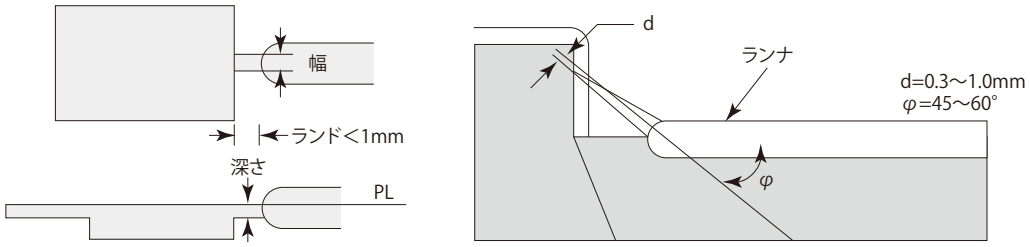
  ランド長さは 1mm 以下、幅は 5mm 以下が適当です。ランド深さは 0.7× 成形品厚みを目安とし、最小 0.2mm が適当です。
- ピンポイントゲート

  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°（1/90）～1°（1/60）、深いものでは 1°（1/60）～2°（1/30）とることが適当です。
- 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、必ずエアベントを設けてください。
- スミカスーパー LCP は溶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、エアベントを設けてもバリは発生しにくいです。
- エアベントの深さは 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き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

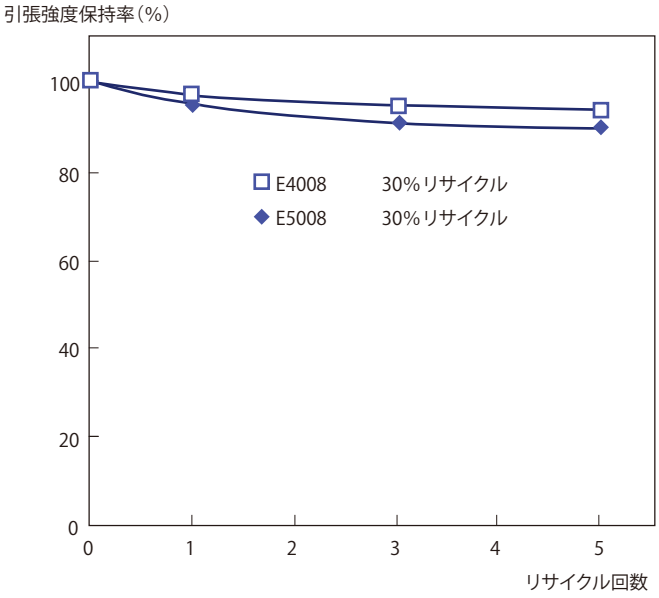
4-4 LCP の再生利用

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



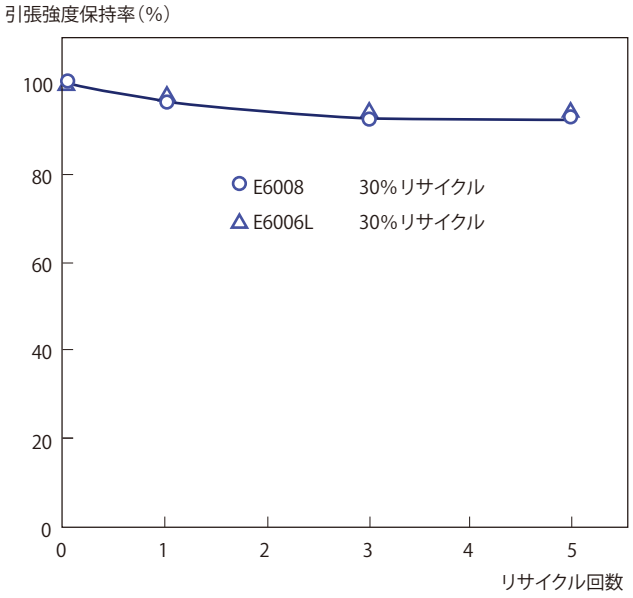
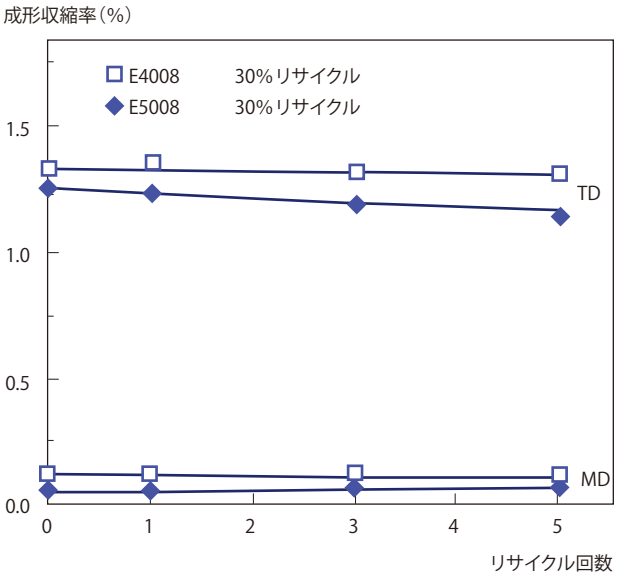


図 4-4-2 リサイクル回数と成形収縮率の関係



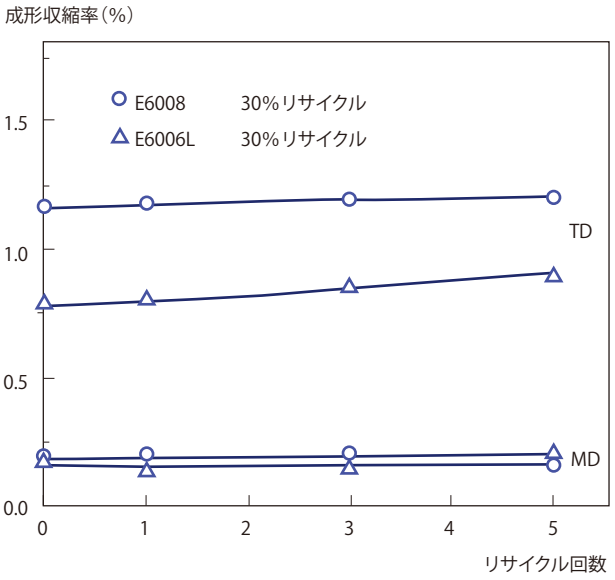


表 4-4-1　スミカスーパー LCP の主要グレードのバージン材に対する 50%リサイクル時の物性保持率

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	住化法	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	0.21	0.21	0.21
	TD		0.56	0.56	0.56	0.58	0.57	0.58	0.58	0.58	0.58	0.59	0.59
引張	強度	ASTM D638	100	98	100	96	96	96	95	93	88	92	85
	伸び		100	102	103	99	96	97	96	94	94	96	82
曲げ	強度	ASTM D790	100	100	102	99	99	100	96	96	91	96	88
	弾性率		100	101	101	102	101	100	101	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	63
荷重たわみ温度	1.82MPa	ASTM D648	100	99	99	98	99	97	98	98	97	97	96
	0.45MPa		100	99	100	99	99	99	98	99	97	98	96
耐ハンダ温度		住化法	100	100	104	104	104	104	100	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	118
	0.2mm		100	99	101	104	106	104	111	105	114	109	122
	0.3mm		100	100	105	108	110	108	117	108	124	111	133
150MPa	0.1mm	住化法	100	103	102	106	102	108	111	107	107	109	113
	0.2mm		100	100	102	103	106	102	107	104	111	106	120
	0.3mm		100	102	103	105	106	104	110	106	112	108	118
薄肉曲げ強度	0.1mm	住化法	100	96	95	99	101	99	95	98	99	94	97
	0.2mm		100	101	99	98	96	97	93	98	93	95	89
	0.3mm		100	98	101	107	104	103	100	102	95	100	82

※成形収縮率は、64mm×64mm×3mm の平板試験片の測定値。

TECHNICAL NOTE

超高耐熱エンジニアリング・プラスチック

SUMIKASUPER™ LCP

住友化学

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ス部
〒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://sumitomochemicaleurope.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 Noth 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 Distrit, 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/

Version 04 / Nov. 2023

SUMITOMO CHEMICAL Co., Ltd.　Advanced Polymers Division