

ポリアミド樹脂 **レオナ**® — [ 参考 ] 折れ・割れの原因と対策  
**LEONA**®

12-1 折れ・割れの原因と対策

【概要】

レオナは結晶性の熱可塑性樹脂であり、樹脂の中でも靱性が極めて高いことから電気・電子、自動車等の機能部品に多数使われていますが、稀に市場でレオナ成形品の折れ・割れの発生がみられます。

そこで実際に市場で発生したレオナ成形品の折れ・割れの原因を解析したところ多数の原因のうち、次の二つが大部分を占めていることが分かりました。

- 1) 成形品の結晶状態が不良
- 2) デザインが不良（シャープコーナーの存在）

その対策としては、次のことが重要なポイントです。

- 1) レオナに適した成形温度で成形する
- 2) 成形品のシャープコーナーは必ずR付けを行なう

(1) はじめに

エンジニアリングプラスチックはギヤ、コネクタ等多数の機能部品に使われていますが、稀に市場で折れ・割れ等の発生がみられます。レオナの場合も例外ではなく、特に冬場に多くなるという傾向が見られます。

そこで、ここでは過去に市場で発生したレオナ成形品の折れ・割れをいくつか解析して、折れ・割れの真の原因がどこにあるのか、またその対策をどうしたらよいかについて検討しました。

(2) レオナ成形品の折れ・割れの要因について

レオナ成形品の折れ・割れが発生しうる一般的な要因として次のことが挙げられます。

表46 折れ・割れの一般的な要因

折れ・割れの状態	折れ・割れの要因
(A) 延性破壊 (ネッキング)	異常外力の負荷
(B) ぜい性破壊	デザイン不良（シャープエッジによる応力集中） 金属粉、砂等の異物の混入（異物による応力集中） 成形不良（ゲートシール不足、ウエルドライン不良、 湯じわの存在、未溶融樹脂の存在、結晶状態の不良等） 分子量の低下（吸湿した材料を使用するとポリマーが分解する）

(3) レオナ成形品の折れ・割れ原因の解析結果について

最近レオナの市場で起こった折れ・割れの原因を解析してみると、数多くの要因のうち、成形品の『結晶状態不良』と『デザイン不良』（シャープエッジの存在）の二つがその大部分を占めていることが分かりました。

表47 レオナ成形品の折れ・割れ原因の解析結果

No.	グレード名	用途名	原因		
			結晶状態不良	デザイン不良	異常外力
1	1300S	ソケット部品			
2	1300S	コネクタ			
3	1300S	ネジ部品			
4	1402S	ギヤ			
5	1402S	ヒューズボックス			
6	1402S	リテーナ			
7	1402S	キャップ			
8	1402S	コネクタ			
9	FR200	コネクタ			

( 印は該当原因をあらわす )

1) 結晶状態と折れ・割れ

レオナ成形品の折れ・割れと成形温度（シリンダー設定温度）との関係を詳細に調べると、シリンダー温度ゾーンが非常に関係していることが分かりました。すなわち、シリンダー設定温度（特に中部の温度）が一般グレード275（樹脂の融点+10）より低い場合に成形品の結晶状態が悪く、これが折れ・割れの原因につながると言えます。

これを裏づけるデータとして、次の、の2点が挙げられます。

樹脂温度が低い場合は結晶が見えないが、未溶融ペレットが混在する状態となり、またスクリュウ回転数が高すぎる場合は結晶状態が不均一となります。

樹脂温度がレオナの融点付近以下になると、破断伸びが急激に低下します。

以上のことから、樹脂温度が低い、あるいはスクリュウ回転数が高すぎると、樹脂の可塑化が不十分になって結晶状態が不良（未溶融樹脂の存在、球晶の未発達、流れ模様）の存在）となります。その結果、伸びが低くなって、すなわち、もろくなって折れ・割れにつながるものと考えられます。

2) デザインと折れ・割れ

デザイン面では、成形品の折れ・割れのほとんどがシャープコーナーから発生していました。

図-318 レオナの折れ・割れ原因解析  
 (成形温度と結晶状態との関係)

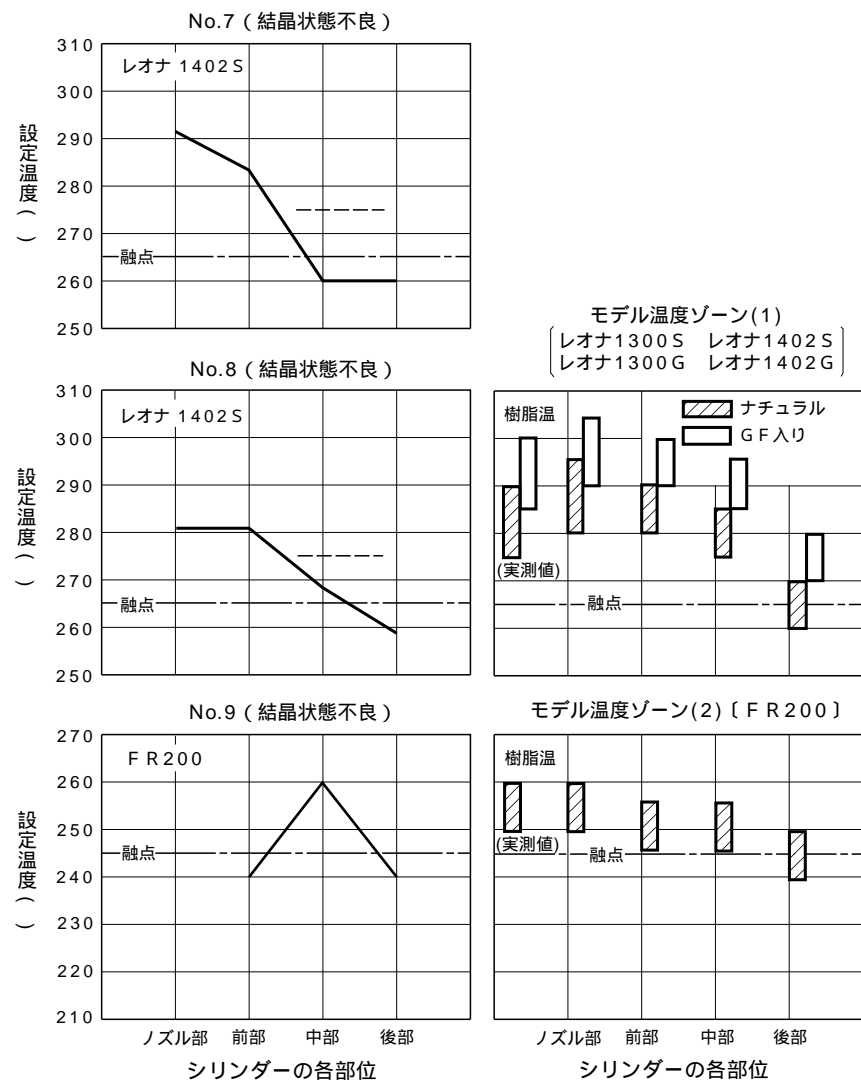
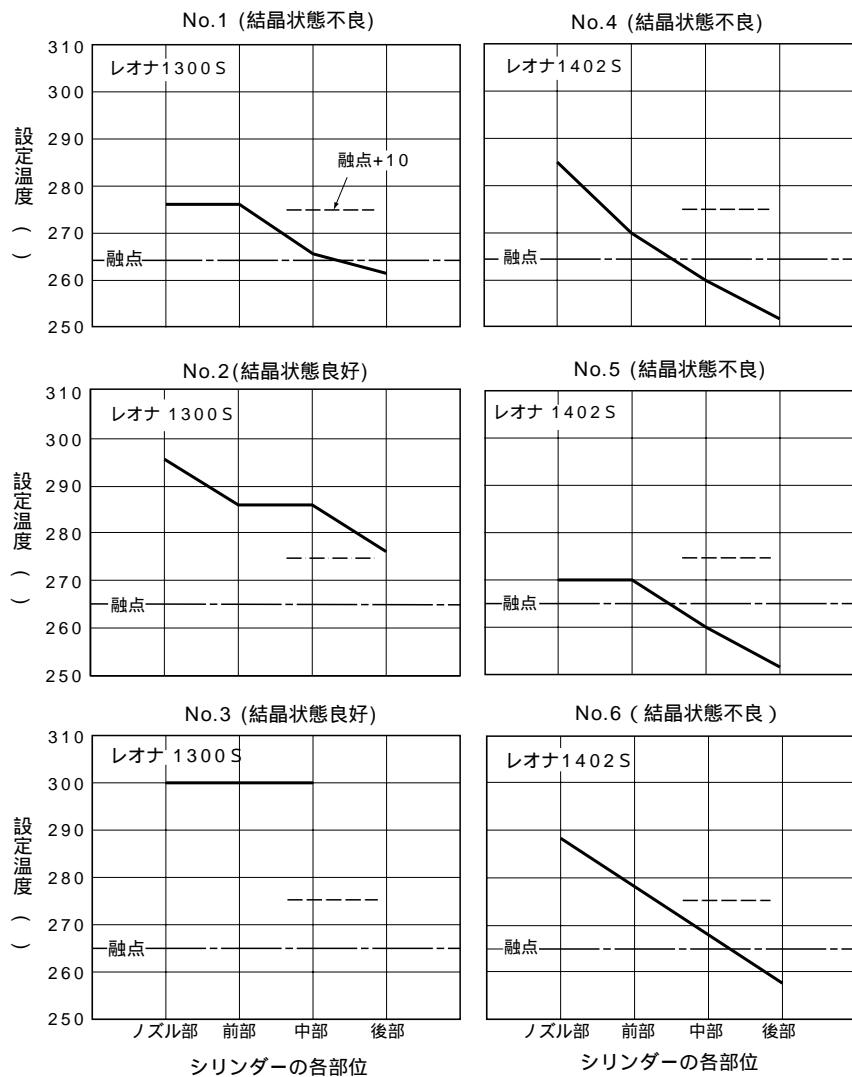
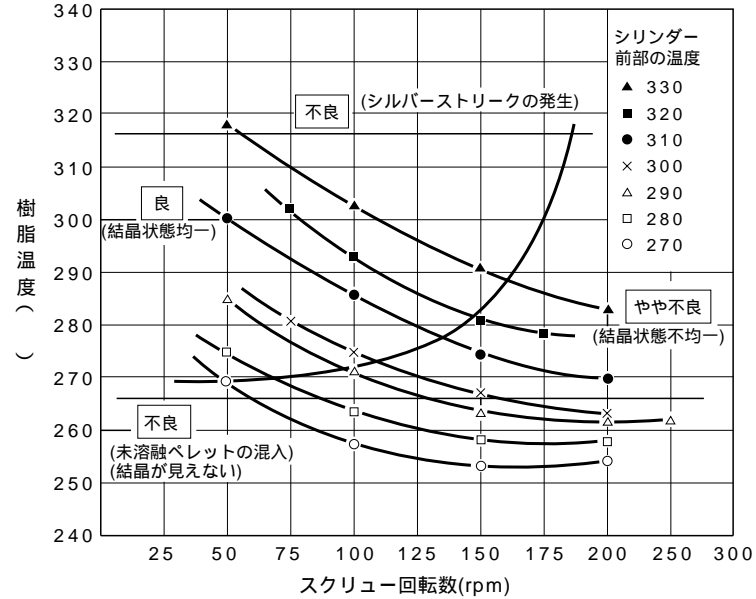


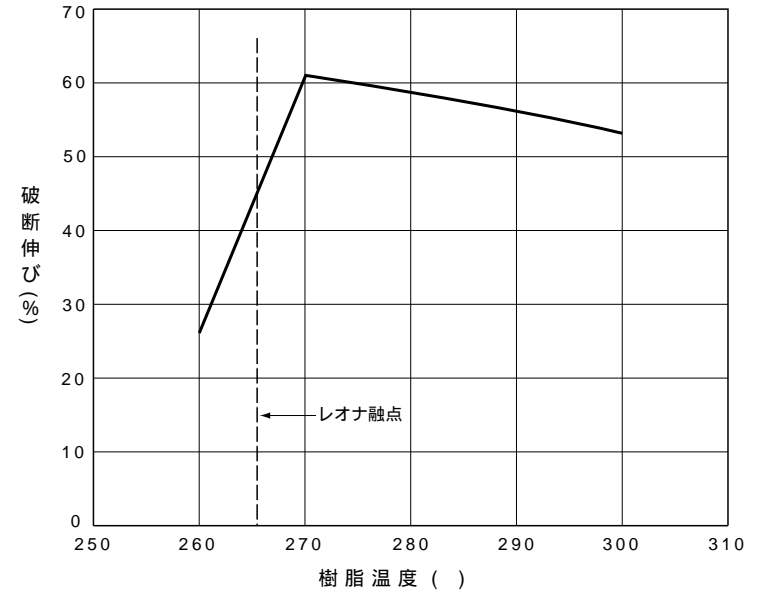
図-319 可塑化条件と結晶状態との関係



条件: 樹脂 レオナ1300S  
 成形機 IS90B

(注) 上記データはモデル実験として成形サイクル0で連続押し出したストランドの結晶状態を観察し、不良の領域を分けたものです。

図-320 樹脂温度と引張伸びとの関係



条件: 樹脂 レオナ1300S  
 成形機 ネスタール(10Z)  
 金型 ASTM1号ダンベル  
 金型温度 80  
 スクリュー回転数 100RPM

## (4) レオナ成形品の折れ・割れ防止対策について

上述の解析結果から明らかのように、折れ・割れ原因の大部分は成形品の結晶状態不良とデザイン不良です。従って、折れ・割れをなくす対策として、以下のことを実施する必要があります。

## 1) 良好な結晶状態の成形品を得るための対策

レオナの成形時の樹脂温度が次表に示すような管理幅に入るようにして下さい。

樹 脂	樹脂温度( ) (実測値)	シリンダー温度(設定値)( )				
		ノズル部	前 部	中 部	後 部	
レオナ	ナチュラル	275~290	280~295	280~290	275~285	260~270
	GF入り	285~300	290~305	290~300	285~295	270~280
	FR200	250~260	250~260	245~255	245~255	240~250

特に、シリンダーの中部～後部の温度が低めに設定されている例が多いので注意を要します。  
また、樹脂温度は成形機の種類や成形条件の影響を受けるので、ノズルからの樹脂の温度を実測し、確認する必要があります。

シリンダー温度が所定の温度に設定されていてもスクリーン回転数が高すぎると成形品の結晶状態が悪くなるので、80~100rpm位に設定して下さい。

再生材の粒子が大きいとシリンダー内で溶けにくくなり、未溶融樹脂の発生などの原因になるので、再生材はバージンペレットの大きさ程度に均一に粉碎して使用して下さい。

1ショットの射出量が成形機の容量に対して多すぎると、可塑化不良の原因になるので、成形機の射出容量の3~6割の範囲で成形して下さい。

## 2) デザイン面の対策

シャープコーナーは応力集中を起こして折れ・割れの原因になるので、成形品のシャープコーナー部は必ずRを付けて下さい。

## 3) その他の対策

成形品に砂、金属粉などの異物が混入すると、応力集中を起こして折れ・割れの原因になるので、異物管理を十分行って下さい。

ゲートシール不足、ウエルドライン不良、湯ジワや気泡の存在などは折れ・割れを引き起こす原因になるので、金型温度、射出時間などについて適切な成形条件で成形して下さい。

ペレットの水分率が高い状態で成形するとレオナの分子量が低下して折れ・割れの原因になるので、ペレットの水分管理を厳密に行って下さい。

例えば、残ペレットはレオナ用の袋に入れてヒートシール又は粘着テープで密封するか、厚手のポリエチレン袋を二重にして内層、外層ともにヒモで縛って下さい。又ゴムパッキン等で密封のできる金属容器に移して保管する方法も有効です。

再生材を使用する場合には成形前に粉碎品を熱風乾燥機か真空乾燥機で乾燥して下さい。

(この時の乾燥条件については、11-4(1)レオナペレットの乾燥を参照。)

尚、レオナを含むポリアミドは一般に低温、低水分率の環境下では、剛性が高くなって応力集中を起こしやすくなり、また伸びが低下する傾向になるため成形品が折れ・割れしやすい状態になります。従って、このような環境下で、結晶状態が不良に近い領域では、折れ・割れが助長されるので、成形品の結晶状態が十分良好な領域に入るよう樹脂温度に注意して成形する必要があります。

写真1 可塑化条件と結晶状態(BY偏光顕微鏡)  
レオナ1300S連続押し出しモデル実験

スクリーン 回転数 (R.P.M) 40	シリンダー設定温度(前部)( ) (東芝I S90B) (写真下は樹脂温度( ))					
	270	280	290	300	310	320
100						
120						
160						
180						

写真2 レオナ1402Sの結晶状態の例

	不良			やや良			良			好			
	シリンダー設定温度			シリンダー設定温度			シリンダー設定温度			シリンダー設定温度			
	ノズル部	前部	中部	ノズル部	前部	中部	ノズル部	前部	中部	ノズル部	前部	中部	後部 (ホッパー下)
	285( )	275	260	285( )	280	280	285( )	280	280	285( )	290	290	265