

## ミラクトランの加工方法

ミラクトランは熱可塑性ポリウレタン樹脂であります。従って一般の熱可塑性樹脂の成形方法が適用できます。射出成形、押出成形、カレンダー成形、ブロー成形、インフレーション成形等で加工が行われております。

### [1] ミラクトランの取扱い

ミラクトランを貯蔵にあたっては、湿度の低い倉庫が望ましく、高温多湿の場所、あるいは直射日光の下に放置することは品質劣化の要因となるので避けて下さい。

吸湿したミラクトランはそのまま成形しますと、発泡、フラッシュ等の不具合が生じますし、また外観上の異常がなくても物性を劣化させることがあります。ミラクトランは吸湿しないように包装には十分配慮しておりますが、成形にあたっては、予備乾燥をして下さい。特にスプール・ランナーや成形不良品等を粉碎し、再使用する場合は乾燥に注意することが肝要です。

予備乾燥には、熱風式乾燥機が適しており、一般的な乾燥条件は次のとおりです。

**80°C×6時間以上 又は 100°C×2時間以上**

低硬度品の場合はなるべく低温域で乾燥して下さい。

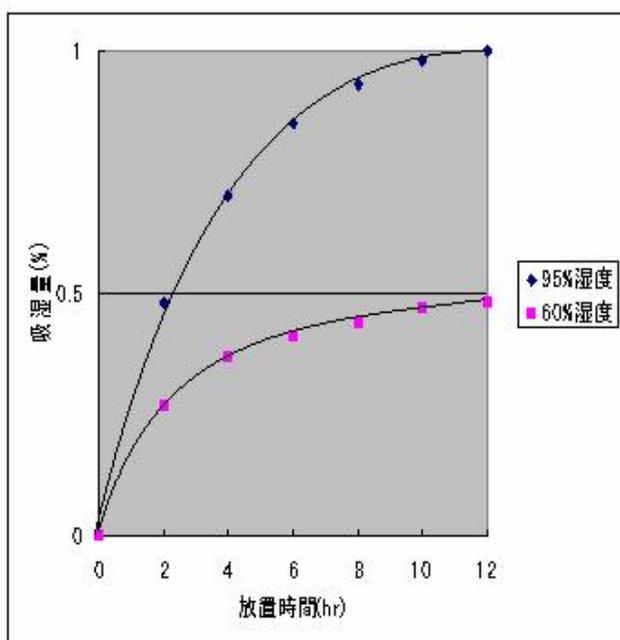


図-1) 吸湿速度

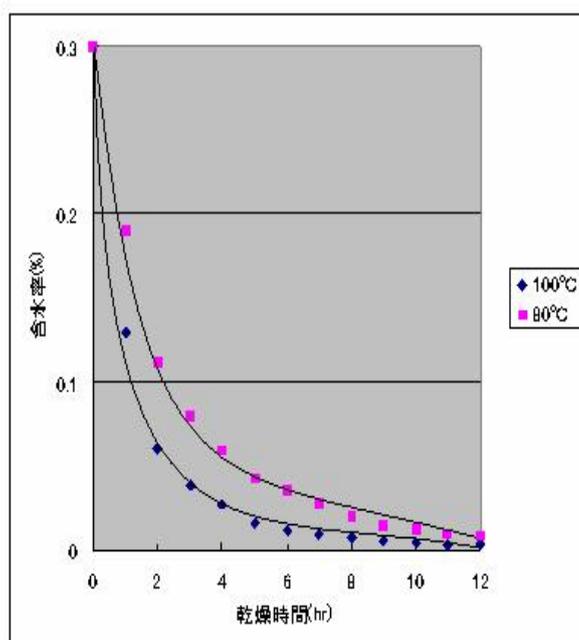


図-2) 乾燥によるペレット水分の変化

## [2] 射出成形

### (1) 成形機

ミラクトランの成形には一般に用いられているスクリー式の成形機をご使用下さい。プランジャー式のもの好ましくありません。

使用する成形機の容量に対して、成形品の容量は70%以下に止めるようにして下さい。

### (2) 金型

金型設計にあたっては、耐久性、経済性、加工精度等を考慮することは当然であります。ミラクトランは一般の汎用樹脂に比べてバリが出易いので、精度の高い金型が必要です。また弾性体ですので突出しピンの断面積はなるべく大きくして下さい（特に低硬度品の場合）。さらにミラクトランの場合はガス抜きが問題になりやすく、ガス抜きが不十分ですと焼けや気泡混入などの不具合を生じることがありますので、成形品に影響を与えない個所に0.05mm位の深さの溝を切っておくことが効果的です。

### スプール・ランナー・ゲート

ミラクトランの成形においてはスプール・ランナーは特別な配慮はいりませんが、スプールは太目とし傾斜を大きめにしておく方が離型は容易です。また、ゲートはできるだけ大きく取り、成形品重量とゲート断面積との関係は表1を参考として下さい。ピンポイントゲートは好ましくありませんので避けて下さい。

表1) 成形品重量とゲート断面積の関係

成形品重量 (g)	ゲート断面積 (mm <sup>2</sup> )
1	1
5	2
10	3
20~50	15
100~200	40

### 金型温度

金型温度は通常 30~40°Cに保つよう金型は水冷その他適当な方法で冷却して下さい。金型温度が高すぎると離型が悪くなり、低すぎるときは表面状態に悪影響を与えることがあります。

### (3) 成形条件

ミラクトランは一般の熱可塑性樹脂に比べて熔融粘度が高く、またその温度依存性が高いので、成形温度の設定は重要な要素であります。成形温度は使用される機械によ

り異なりますが、ミラクトランの標準的な射出成形温度は表 2 のとおりであります。なお、最適な温度はノズルから出る樹脂の熔融状態をみて調整していただく必要があります。

表 2) 射出成形の標準的な成形温度 (3.5 オンス射出成形機 100mm×50mm×2mmt シート)

使用する 樹脂の硬さ	温度 (°C)			
	後部	中間部	前部	ノズル
80A	150	170	180	190
90A	160	180	190	200
98A	175	190	200	210
64D	180	195	205	215
74D	185	195	210	215

その他の成形条件としては全般的に射出速度を遅くし、射出圧は高くする必要があります。標準的な作業条件を表 3 に示します。

表 3) 射出成形の標準作業条件

項目	作業条件および備考
射出圧力	800~1,200kgf/cm <sup>2</sup> (ゲージ圧では 70~110kgf/cm <sup>2</sup> 程度)
射出速度	一般汎用樹脂より遅くする
スクリー回転	90~120rpm
背圧	60~240kgf/cm <sup>2</sup> (ゲージ圧では 5~20kgf/cm <sup>2</sup> 程度)
二次圧 (保圧)	350~600kgf/cm <sup>2</sup> (ゲージ圧では 30~50kgf/cm <sup>2</sup> 程度)
冷却時間	一般汎用樹脂の 1.2~1.5 倍
金型温度	一般には 30~40°C

#### (4) 離型

ミラクトランの低硬度品は離型に難がありますが、シリコン系の離型剤を 6~7 ショットに一度位の割合で金型に塗布すればある程度離型を容易にすることができます。なお、離型剤を塗布した後は、ウエスで軽く金型の表面を拭いてください。そのまま成形しますと、成形品にくもりや変形を生じることがあります。

#### (5) 成形品の収縮

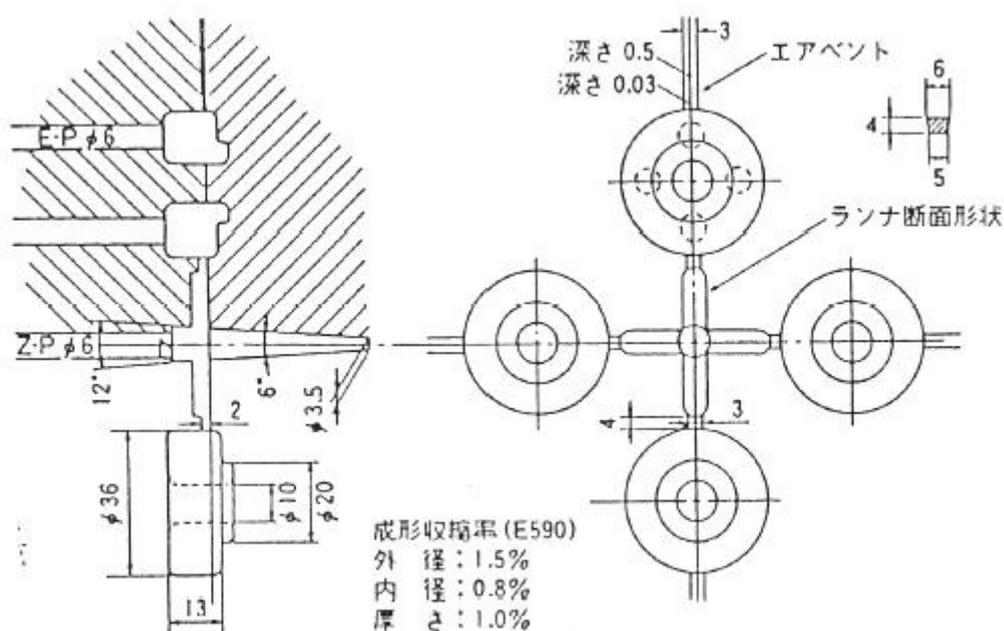
一般に収縮率は材質、製品形状、成形条件、金型構造などの影響を大きく受けます。従って、金型設計にあたっては、既存の金型より類似の寸法、形状のものを選んで、データを取ってから設計するか、また試作金型を作り修正を繰り返し、本金型にもっていく手段が原則となります。参考までに表4にミラクトランの硬さ別による一般的な収縮率を示しておきますが、前述したようなファクターが収縮率に関係してきますので表4の数値は金型設計の際の参考値と考えてください。

なお、ミラクトランの収縮率は各シリーズともあまり差異はなく、硬度のみが収縮率の関数となります。

表 4) 硬さ別による成形収縮率

(成形後常温 24 時間放置後測定、シート形状 100mm × 55mm × 2mmt)

硬さ	成形収縮率%	硬さ	成形収縮率%
JIS 65A	2.0	JIS 98A	1.2
80A	1.8	Shore D59	1.1
85A	1.6	64	1.0
90A	1.4	68	0.8
95A	1.2	74	0.7



金型デザインの一例 (ローラ)

(6) 射出成形における不良の原因

不良の原因としては表5のようなことが考えられますが、この原因の対策としては前述した各項目を参考に対処してください。

表5) 射出成形における不良の原因

不具合	気泡	ひけ	ウエルドマーク
原因	樹脂中の水分 成形温度が高い 成形圧力の不足 可塑化時の背圧不足 成形品の偏肉が多い ゲート位置の不適	成形圧力の不足 射出容量の不足 成形温度が高い 射出二次圧の不足 成形品の肉厚の不適 ゲート寸法の不適	射出速度が遅い ガス抜き不完全 金型温度が低い 離型剤の塗布過剰 樹脂の可塑化不十分 射出圧が低い
不具合	ショートショット	フローマーク	型離れ不良
原因	材料供給の不足 成形圧力の不足 樹脂温度が低い スプル・ランナ・ゲートが小さい 金型温度が低い	樹脂温度が低い 射出速度が遅い 射出二次圧の不足 金型温度が低い スラッグ溜の過小	金型圧力が高い 金型温度が高い 成形サイクルが短い スプルのテーパ・角度の過小 ランナが小さい

### [3] 押出成形

ミラクトランの押出成形には、ペレット状のものをご使用になることをお勧めします。

#### (1) 成形機

ミラクトランの成形にはシリンダー温度のコントロールが適切で、温度区分帯3ゾーン以上あることが最適です。また練り効果を上げるため一般にスクリーンを使用します。スクリーンとしては60-80-100メッシュの組合せが標準です。

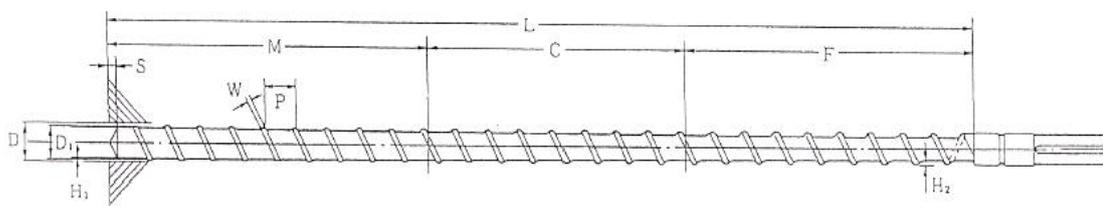
ミラクトランは熔融粘度が高く、またスクリーンを使用する関係もあって、押出機のモーター容量は充分余裕のある大きなものを使用することが肝要です。

表 6) 押出機サイズとモーター容量の関係

押出機スクリー直径 (mm)	モーター容量 (kw)
40	7.5~11.0
65	22.0~37.0
95	75

#### スクリー構造

スクリーの構造としては表 7 の条件のものを使用することをお勧めします。トランジション部の急勾配は押出量を減らし樹脂に必要な以上のせん断力を与えることとなりますので避けて下さい。またメタリング部の溝が深すぎると押出ムラ、サージング等が生じますのでご注意下さい。一般的なスクリー構造の例を図 3 に示しました。



項目	D	L/D	L	F	C	M	P	D <sub>1</sub>	W	S	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>
寸法	65	27	1,760	590/9山	520/8山	650/10山	65	64.75	6.5	15	3.0	10.3

F : フライト部 (谷径 : ストレート)    C : トランジション部 (谷径 : テーパー)    M : メタリング部

H<sub>1</sub> : M部溝深さ    H<sub>2</sub> : F部溝深さ

図 3) スクリュー構造の例 (65φmm)

表 7) 押出機スクリー構造

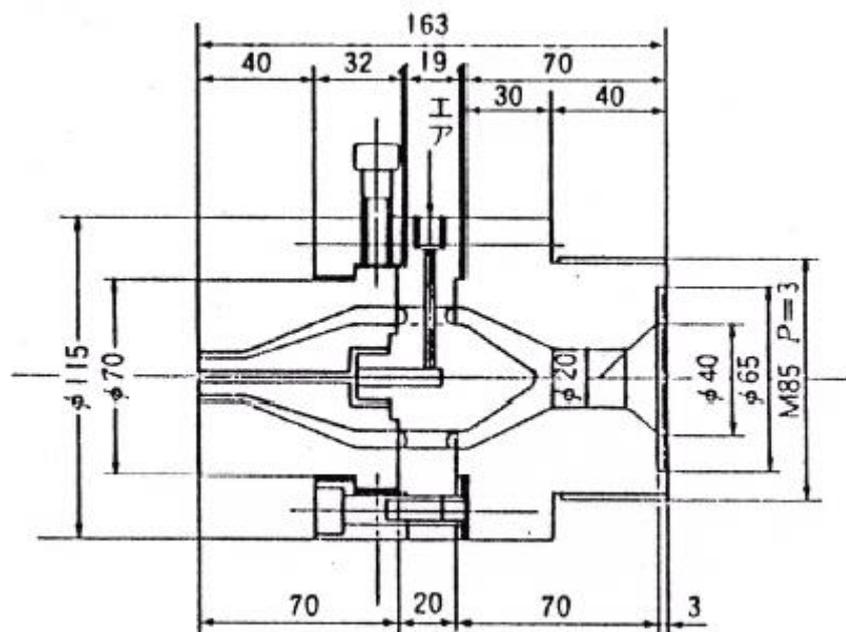
項目	条件
L/D	22~28 大きいほうが良い
H <sub>2</sub> /H <sub>1</sub> 圧縮比	2.7~3.5
H <sub>1</sub>	3.2 以下
H <sub>2</sub>	7~11mm
P	Dと同じものが望ましい

L : スクリュー長さ  
 D : スクリューの直径  
 H<sub>1</sub> : メーリング部深さ  
 H<sub>2</sub> : フィード部深さ  
 P : スクリューピッチ

(メーリング部/トランジション部/フィード部は、7~10D/5~7D/5D)

### ダイの構造

ミラクトランは高粘度の樹脂であるため、マンドレル・ダイ部の流動をスムーズにするには急勾配の設計は避けて下さい。また局所的な樹脂の滞留の無いような形状をとることが必要です。チューブ成形用ダイの一例を下に示しました。



(2) 成形条件

ミラクトランは溶融粘度が高く、かつその温度依存性が大きいので加工温度の選定は重要な要素であります。ミラクトランの見かけ粘度と温度の関係を図4に示しました。

安定した押出作業をするためには温度管理が重要です。特に高温（220℃以上）に長時間滞留させると分解等によって物性の劣化や製品の外観などに悪影響を与えます。ミラクトランの標準成形温度を表8に示しますが、押出機により調整が必要です。尚、スクリー形状や、回転数によっては発熱して成形機の設定温度と樹脂温度とに差がでることがありますのでご注意ください。

表 8) 樹脂硬度と標準成形温度

使用する樹脂 の硬さ (JIS-A)	温度 (°C)			
	後部	中間部	前部	ダイ部
80A	140	160	170	170
85A	150	165	175	175
90A	160	170	175	180
95A	170	180	185	190

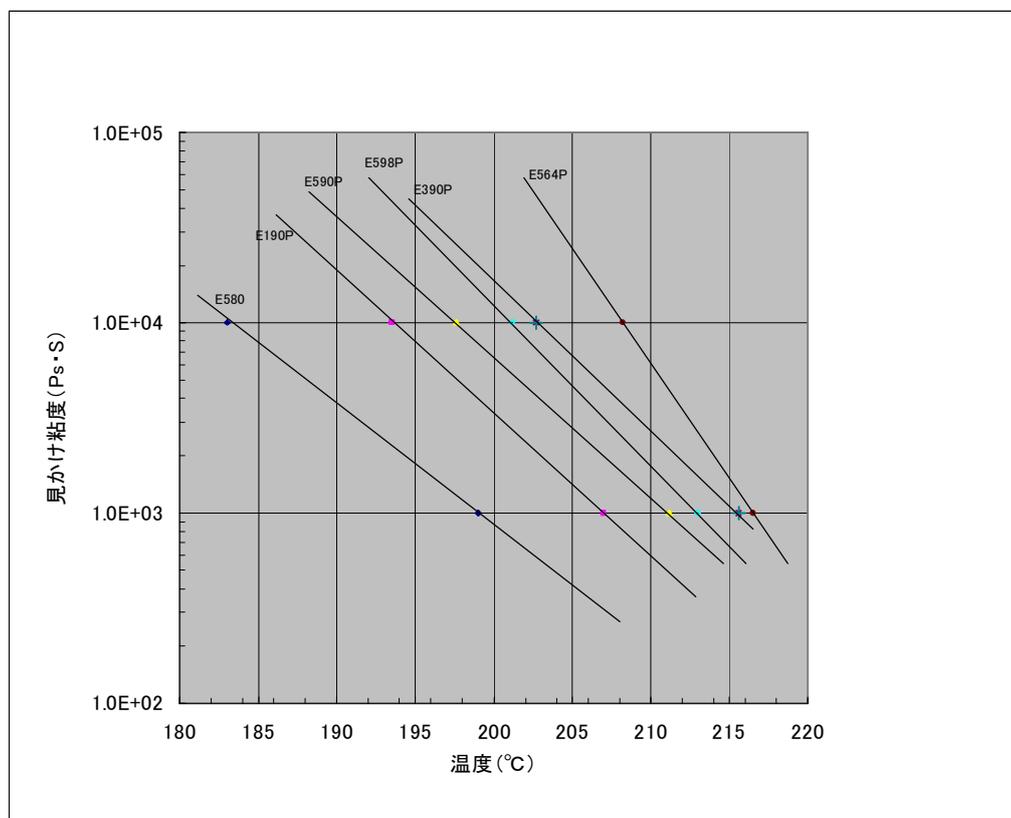


図 4) 見かけ粘度と温度の関係

(3) 押出成形による不良の原因

不良の原因としては表9のようなことが考えられます。この原因の対策としては前述した各項目を参考にして対処してください。

表9) 押出成形における不良の原因

気泡	吐出ムラ	表面の荒れ
樹脂中の水分 樹脂温度が高い 溶解部の過熱化 (スクリュー回転を下げる) スクリュー設計の不適當	スクリュー設計の不適當 (メーキング部の溝の調整) シリンダー温度勾配の不適當 押出駆動装置の不具合 (ベルトの緩みスリップの点検)	樹脂温度が低い ダイアクトが長過ぎる ダイ部温度が低い 樹脂の吸湿
押出中の内部発熱の防止		成形品の表面に大きな固まりが発生する
トランジション部が急すぎるので改良する スクリュー回転を下げる スクリューを冷却する シリンダー部を外部より冷却する	スクリュー設計の不適當 ブレーカプレートとブレーカの不適當 樹脂がダイ部で滞留している (ダイ部温度コントロール不備、外筒、ヒート、マンドレル等の急勾配)	

[4] 後加熱処理

ミラクトラン成形品を後加熱処理（アフターキュア）することにより、寸法安定性、圧縮永久歪、耐磨耗性等の物性が改善されます。標準的な処理条件としては下記の通りですが、低硬度品の場合は成形品の置き方に注意（水平な所へ置く）し、あるいは適当な治具を使用して変形しないように注意して下さい。

**硬度 85A 以下      80℃×16 時間**

**硬度 90A 以上      105℃×16 時間**

尚、後加熱処理により若干の収縮がありますので予め寸法については配慮しておく必要があります。

[5] 再生利用

ミラクトランは熱可塑性樹脂ですから加硫ゴムとは異なり成形不良品、スプール、ランナー等を粉砕して再加工することが出来ます。ただしこの場合には以下のことにご注意ください。

- 1) 粉砕した再生品はとかく付着水分が多くなりがちですので必ず予備乾燥をしてお使いください。

- 2) 一般に新しい樹脂に再生品を混入使用する場合、再生品の混入率は 20~30%程度が安全です。
- 3) 何回も繰り返して再生利用しますと、その間熱履歴によって次第に着色その他物性の劣化をおこすことがありますのでご注意ください。

E195PNAT の繰り返しによる物性の変化を図 5 に示しました。

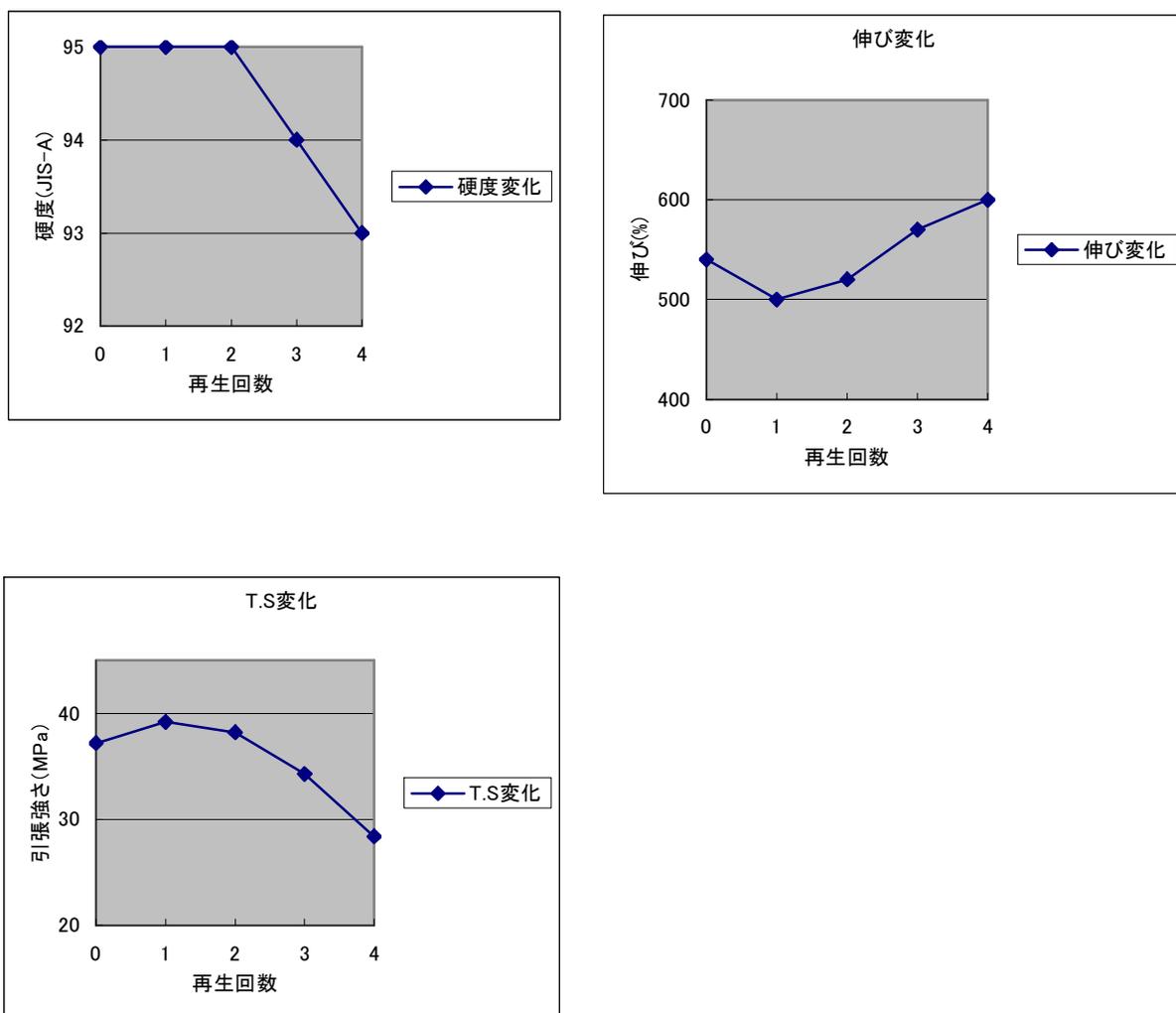


図 5) 再生回数と物性変化 (E195PNAT)

#### [6] 成形機の洗浄

成形機の汚れは成形不良の原因となりますので、作業にあたっては成形機内部は充分きれいにする必要があります。ミラクトランを成形した後の洗浄には、PP、HDPE、アクリル系樹脂によるパージが適しています。

以上は一般のミラクトランの射出成形、押出成形について、概要を説明いたしました。その他のカレンダー成形、ブロー成形、インフレーション成形等につきましては、各々の加工に適したタイプのミラクトランを用意しております。ご連絡、ご相談ください。