

TPXインフレフィルム成形加工技術

1. 序

TPXは耐熱性、耐薬品性、離型性、ガス透過性など優れた特徴を有し、それ等の特徴を生かしてプリント基板用離型フィルム、合成皮革用工程紙などの工業用副資材あるいは食品包装材などに広く使用されて、益々用途の拡大が進んでいます。この度、多様化する市場ニーズに対応すべく上吹きインフレフィルム成形加工技術確立を完了しましたので、ご紹介申し上げます。

2. TPX 銘柄の基本物性

表—1 基本銘柄

物性 銘柄	MFR	密度	融点	降伏応力	破壊伸び	曲弾性率	ピカット 軟化点	銘柄の特徴
	g/10min	kg/m ³	℃	MPa	%	MPa	℃	
	ASTM D1238	ASTMD 1505	MPC法	ASTM D638		ASTM D790	ASTM D1525	
MX002	23	834	223	15	120	490	145	低剛性、工業用
MX004	26	834	228	20	85	740	160	中剛性、工業用
MX021	26	834	228	20	85	740	160	中剛性、食品用
DX845	15	833	238	23	25	1280	173	高剛性、食品用

注意1) 表中の数値は代表値であり、規格値ではありません。

3. TPX 多層インフレフィルム成形機の概要 (例)

成形機	(株) プラコー製 三種三層上吹きインフレフィルム成形機
ダイ径	75mmΦ
リップクリアランス	1.2mm
押出機	
内層用押出機	UX用PE用スクリー スクリュー径：40mmΦ 溝深さ=6.5mm L/D=28
中間層用押出機	MB型スクリー スクリュー径：40mmΦ 溝深さ=6.5mm L/D=28
外層用押出機	MB型スクリー スクリュー径：40mmΦ 溝深さ=6.5mm L/D=28

4. TPXインフレフィルム成形加工

(1) TPX単層インフレフィルム成形加工

—1. TPXの銘柄別最適加工温度、成形可能なフィルム厚み、上記例示成形条件での加工速度を纏めると以下の通りです。

銘柄	加工温度 (°C)	フィルム厚み (μm)	加工速度 (m/min)
MX002	250~270	20~250	2~25
MX021	260~285	20~250	5~25
DX845	280~300	15~220	5~28

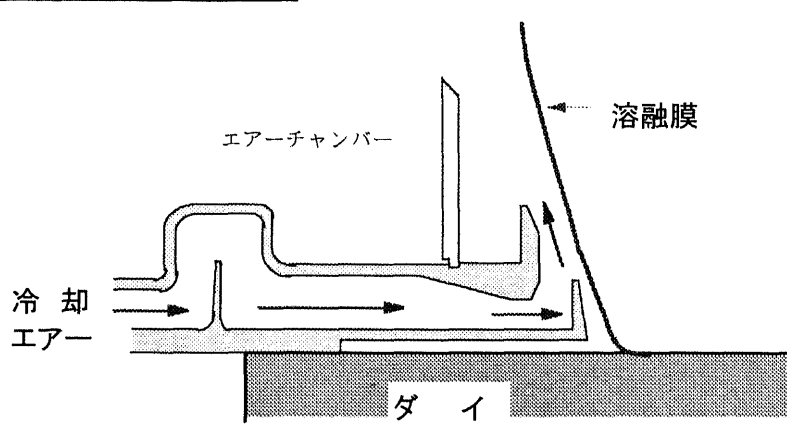
—2. TPX単層インフレフィルム成形加工のスタート方法

TPX単層インフレフィルム成形の立ち上げは、TPX銘柄の選定、適切な樹脂温度設定が重要なポイントです。その具体的な方法は以下の通りです。

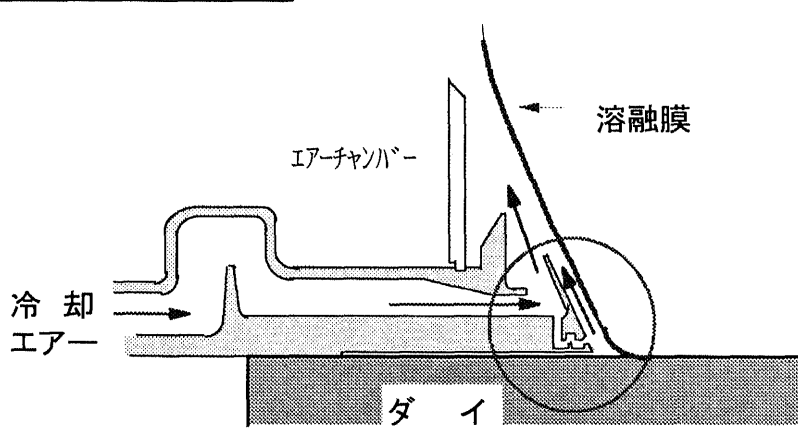
- ①TPX低剛性銘柄(MX002)でスタートする。(MX002でスタートした方が立ち上げ易い)
- ②加工温度は250°Cで立ち上げ、押出を開始する。
- ③溶融樹脂がダイから出始めて溶融状態が均一になったら、予め、巻き取り装置→第二ピンチ、→ダイ手前までの間に紐などでラインを作っておき、そのラインと樹脂溶融膜結びつけ引き上げる。
- ④TPX溶融樹脂をダイから引き上げ時に、そのまま引き上げると溶融膜の溶融張力が不足して引き上げ途中で溶融膜が伸びて切れる恐れがある。その為、溶融膜引き上げと同時にブローアップ用エアを少量注入して溶融膜を冷やししながら、溶融張力を上げて引き上げることが肝要である。(この時、既にエアリングによる冷却は開始しておく。)
- ⑤溶融膜が完全に引き上げられ第一ピンチロール、第二ピンチロール、巻き取り装置までラインが仕上がったら、徐々に成形温度を所定の温度まで上げ、フィルム厚み、折り径、加工速度等を調整する。
- ⑥低剛性銘柄MX002から中剛性、高剛性銘柄への切り替えは、上に示す各銘柄の適正加工温度範囲の低い方の加工温度に合わせて樹脂を切り替えて行く。
- ⑦バブルの安定とフロストラインの関係について
TPXでは、バブルのフロストラインは極力ダイ面に近づけた方がバブルは安定する傾向である。
- ⑧冷却用エアリング形状
冷却用エアリングは、その吹き出し角度がストレートタイプよりテーパ(20°)タイプの方がバブルは安定している。

次頁にエアリングの形状を図で示します。

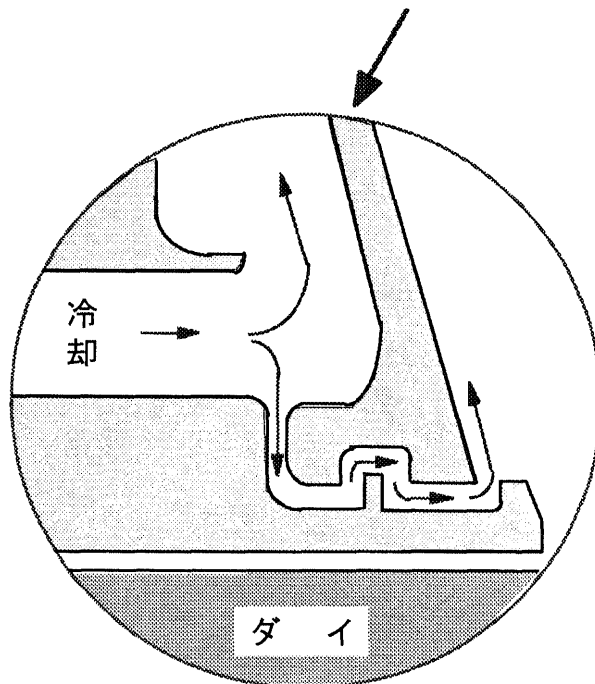
ストレートタイプエアリング



テーパタイプエアリング



拡大部分



—3. TPX単層インフレフィルム成形加工条件を下表に纏めます。

銘柄		MX002	MX021	DX845	
		フィルム厚み μm	50	50	50
加工速度 m/min	15	15	15		
フィルム折り幅 mm	250	250	250		
内層用押出機	押出速度 min^{-1}	30	36	50	
	樹脂温度 $^{\circ}\text{C}$	262	274	293	
	樹脂圧力 MPa	6.0	2.9	3.3	
	シリンダー 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	C ₁	250	270	290
		C ₂	270	280	300
		C ₃	270	280	300
AD		270	280	300	
J	270	280	300		
中間層用押出機	押出速度 min^{-1}	30	36	64	
	樹脂温度 $^{\circ}\text{C}$	263	274	293	
	樹脂圧力 MPa	7.5	5.2	6.9	
	シリンダー 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	C ₁	250	270	290
		C ₂	270	280	300
		C ₃	270	280	300
AD		270	280	300	
J	270	280	300		
外層用押出機	押出速度 min^{-1}	30	60	65	
	樹脂温度 $^{\circ}\text{C}$	266	277	295	
	樹脂圧力 MPa	9.4	7.5	8.9	
	シリンダー 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	C ₁	250	270	290
		C ₂	270	280	300
		C ₃	270	280	300
AD		270	280	300	
J	270	280	300		
ダイ及び アダプター 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	CF	270	280	300	
	D1	270	280	300	
	D2	270	280	300	
	D3	270	280	300	

5. TPX多層インフレフィルム成形加工

5. 1 TPX多層インフレフィルム立ち上げ方法

TPX多層インフレフィルム成形加工の立ち上げは、全てTPX樹脂で立ち上げます。具体的には以下の手順になります。

- ①多層インフレフィルム成形機がTPX以外の樹脂で停止又は運転している場合には、全ての樹脂をTPXに置換する必要がある。
- ②TPXの適正加工温度250℃まで各押出機、ダイ温度を上げる。
- ③全ての押出機はTPX低剛性銘柄(MX002)でスタートし、押出を開始する。
- ④この時、TPXで置換する前の樹脂が加工温度250℃で分解し易いか、又は架橋してゲルになり易い場合は注意を要する。特にデグラ型の樹脂の場合、押出開始直後にワックス状の樹脂が噴出して火傷したりする恐れがあるので十分注意して押出す。
- ⑤熔融樹脂がダイから出始めて熔融状態が均一になったら、予め、巻き取り装置→第二ピンチ、→ダイ手前までの間に紐などでラインを作っておき、そのラインと樹脂熔融膜結びつけ引き上げる。
- ⑥TPX熔融樹脂をダイから引き上げ時に、そのまま引き上げると熔融膜の熔融張力が不足して引き上げ途中で熔融膜が伸びて切れる。その為、熔融膜引き上げと同時にブローアップ用エアを少量注入して膜を冷やししながら、熔融張力を上げて引き上げることが肝要である。(この時、既にエアリングによる冷却は開始しておく。)
- ⑦熔融膜が完全に引き上げられ第一ピンチロール、第二ピンチロール、巻き取り装置までラインが仕上がったら、徐々に成形温度を所定の温度まで上げ、フィルム厚み、ブロー比、加工速度に調整する。
- ⑧低剛性銘柄MX002から中剛性、高剛性銘柄への切り替えは、上に示す各銘柄の適正加工温度範囲の低い方の加工温度に合わせて樹脂を切り替えて行く。
- ⑨次に、MX002の加工温度250℃で中間層をTPXから接着性樹脂へ切り替える。完全に切り替わった時点で、接着性樹脂に適した加工温度設定とする。
- ⑩中間層の温度が設定値に達したら、残る一層をTPXから他樹脂へ切り替える。
- ⑪残る一層がPPの場合には、先ず、TPXの温度でPP樹脂へ切り替える。完全にPPに置換が完了した後、PPの適切な加工温度まで下げて行く。
- ⑫残る一層にLDPEを使用する場合にはTPXからPPへ切り替え、完全にPPに切り替わった後、徐々にPP用の温度設定に加工温度を下げる。PPの加工温度まで下がったところで、PPからLDPEへ樹脂を切り替える。完全にPPからLDPEに切り替わった後、LDPEの加工温度に設定する。
- ⑬運転の停止の場合、最終的にPPで停止する場合には、TPXを押出している成形機はTPXの加工温度でTPXからPPへ切り替える。完全にPPに切り替わったらPPの加工温度まで下げ、その温度に達したところで、運転を停止する。

5. 2 TPX多層インフレフィルム成形加工の具体的実施例

(1) TPX多層インフレフィルムの構成

内層 PP (グラントポリマー社製 F327D MFR=7) 10 μ m
 中間層 TLP630 (TPX接着性樹脂 MFR=30) 10 μ m
 外層 TPX (MX021 MFR=26) 30 μ m

(2) TPX多層インフレフィルム成形加工条件

内層用押出機 押出速度 25min⁻¹
 温度 C₁/C₂/C₃/AD/J=190/200/210/210/210 $^{\circ}$ C
 中間層用押出機 押出速度 15min⁻¹
 温度 C₁/C₂/C₃/AD/J=260/260/260/260/260 $^{\circ}$ C
 外層用押出機 押出速度 85min⁻¹
 温度 C₁/C₂/C₃/AD/J=280/280/280/280/280 $^{\circ}$ C
 アダプター及びダイ温度 CF/D₁/D₂/D₃=280/280/280/280 $^{\circ}$ C
 加工速度 15m/min
 フィルム折り幅 250mm

6. TPX単層及び多層インフレフィルム物性

フィルムの種類			TPX単層			TPX多層
フィルムの構成			MX002	MX021	DX845	TPX/TL/PP
厚み構成 μ m			50	50	50	30/10/10
引 張 強 度	降伏強さ MPa	MD	25	28	36	27
		TD	25	32	35	29
	破壊強さ MPa	MD	37	38	29	32
		TD	26	29	35	25
	破壊伸び %	MD	160	160	70	140
		TD	260	40	3	160
弾性率 MPa	MD	1060	1500	2280	1260	
	TD	1050	1400	2100	1360	
フィルムステイフネス MPa		MD	14	17	35	16
		TD	15	17	33	15
エルメン引裂強度 N/cm		MD	103	18	15	15
		TD	88	141	48	85
フィルムインパクト KJ/m			9	7	2	6
光学 特性	ヘイズ		9	7	7	13
	トランス		94	94	94	94
酸素透過係数*1			2000	2000	1800	460

*1 酸素透過係数 $\text{cm}^3 \cdot \text{mm} / \text{m}^2 \cdot 24 \text{h} \cdot \text{atm}$

注意) フィルムの物性値が実測値であり、規格値ではありません。

TPXキャストフィルムとインフレ成形フィルムの比較—1

(1) TPX 単層フィルム (MX002 50 μ m)

	インフレフィルム	キャストフィルム
フィルムの厚薄精度 (%)	± 10	± 5
ヘイズ (%)	10 前後	5 以下
機械的特性 (MD方向)		
TS (MPa)	36	36
YS (MPa)	24	22
伸び (%)	120	130
弾性率 (MPa)	1040	960
引き裂き強度 (N/cm ²)	59	110

TPXキャストフィルムとインフレ成形フィルムの比較—2

(2) TPX/接着樹脂/PP 三層フィルム (MX021/TLP/PP=30/10/10 μ m)

	Blown film	Cast film
フィルムの厚薄精度 (%)	±10	±5
ヘイズ (%)	10 前後	5 以下
機械的特性 (MD方向)		
TS (MPa)	29	30
YS (MPa)	27	16
伸び (%)	100	320
弾性率 (MPa)	1260	810
引き裂き強度 (N/cm ²)	30	220
ヒートシール強度 (N/15mm)	11	10