

## 押出成形 및 中空成形

樂喜化學株式會社 生産部 成 在 甲

1. 압출기와 압출의론
2. INFLATION FILM 성형
3. BLOW MOLDING

### 押出成形加工

프라스틱의 성형가공에 있어서 압출성형이 차지하는 비중은 최근에 들어 대단히 증가되어가고 있다.

압출성형은 다른성형과 같이 斷續的이 아니고, 필요에 따라서는 無限連續的으로 조작이 가능하고, 또한 조작의 간편성, 설비의 저렴때문에 많이 이용되고 있는 성형방법으로 전도가 대단히 기대되는 분야의 하나이다.

현재 押出成形을 이용한 가공법의 예를 열거하면 다음과 같다.

- (1) 전선피복
- (2) Pipe
- (3) Inflation film

- (4) 中空成形 (Blow molding)
- (5) 쉬트(板, Sheet)
- (6) 라미네이온(Lamination)
- (7) 紡糸, Multi & monofilament
- (8) 異形 단면제품(Profilm)
- (9) 프레트얀(Flat yarn)
- (10) 기타

### 1. 押出機, Extruder

#### 1-1 압출기의 형식

- (1) 램(Ram)式: 최초의 TVPE, 단속식
- (2) 펌프(Pump)式: 초기에 섬유류에 이용

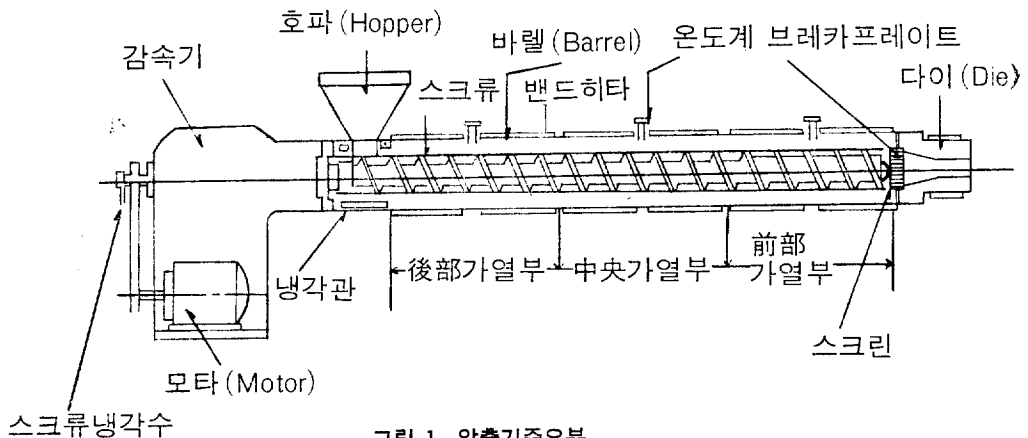


그림 1. 압출기주요부

(3) 스크류(Screw)式: FIG. 1 참조

#### 1-2 압출기의 역사

1866년: DE WOLFE(프랑스)가 고무의 전선피복용 Screw 압출기 개발

1931년: HEIDRICH(독일), 열가소성 플라스틱 전용 압출기로서 현재와 같은 각종수지에 적합한 압출기를 최초로 완성

1939년: DAUL TROESTER CO에서 압출기 개발

L/D 10:1 근대적 single 압출기의 원형

1937~1938 : R. COLOMBO 가 二軸 압출기 개발

1950 : 벤트식 (VENT) 압출기 개발

### 1-3 압출기의 Screw

압출기의 생명이라고 할 수 있는 screw 는 3 가지 ZONE(部)으로 나누어져 있다. (FIG. 2 참조)

- 供給部(Feeding zone, 供給)
- 壓縮部(Compression zone, 壓縮)
- 計量部(Metering zone, 計量)

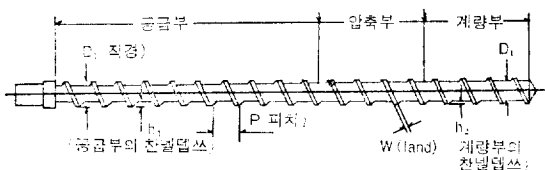


그림 2. Metering type screw

① L/D (Screw length per screw dia.)  $L/D \geq 20$

② C/R (Compression ratio, 壓縮式)

그림 2의  $h_1/h_2$  비로서 표시

참고로 Screw 의 종류를 소개하면 (그림 3 참조)

일정피치의 Rapid transition metering type 이다.

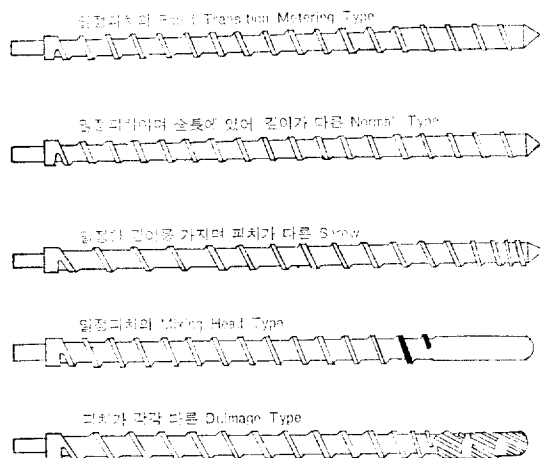


그림 3. Screw 의 종류

### 1-4 간단한 압출이론

Drag flow (推進式) : Qd

Pressure flow (背壓流) : QP

Leakage flow (漏出流) : QL

$Q$  (押出量) =  $Qd - QP - QL$ : Barrel

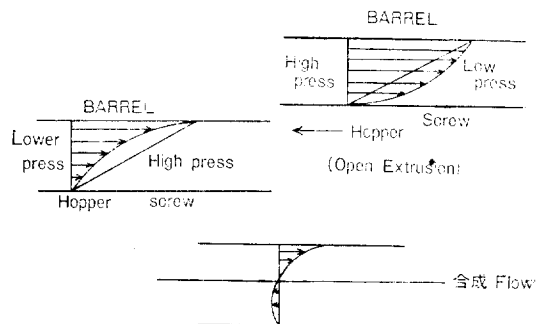


그림 4.

## 2. Inflation 法 Film 의 押出成形

### 2-1 Film 두께에 영향을 주는 요인

압출기 토출량

인취 속도

Cylinder & die 溫度

Cooling ring 취부 각도

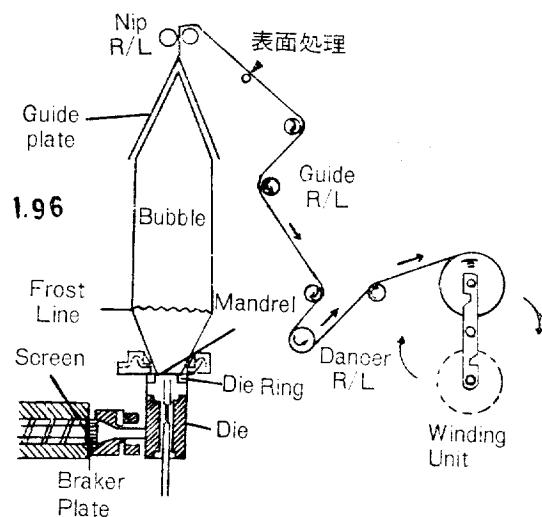


그림 5. Inflation 法 film 제조의 Flow sheet

### 2-2 Frost-line(霜)

Resin 이 die 를 나와 일정한 bubble 을 형성할때 용융상태로 부터 冷却 固化하기 시작하는 ring 상의 線

○ Frost-line 높이의 조정

① 압출량에 의한 조정

② 인취속도에 의한 조정

③ 냉각공기량에 의한 조정

→ Frost-line 높이가 film 물성에 미치는 영향

① Frost-line 이 상승하면 투명성이 향상, 광택 향상

② 너무 높으면

Blocking 유발

후도 control 어려워짐

### 2-3 Die Temp. Die Slit & Die Type

① Die temp. 올리면

Film 외관이 좋아진다. 너무올라가면 수지점도가 떨어져 bubble 불안정화

③ Die slit

Draw down 比(die 의 slit 를 film 두께로 나눈값)는 15:1 정도가 최적이므로 slit 는 보통 0.4~m/m 범위예, 0.03 m/m film :

0.5 m/m 사용

③ Die Type

Spider 형(그림 5)

下部지지형(그림 6)

Spiral 형(그림 7)

分配溝型(그림 8)

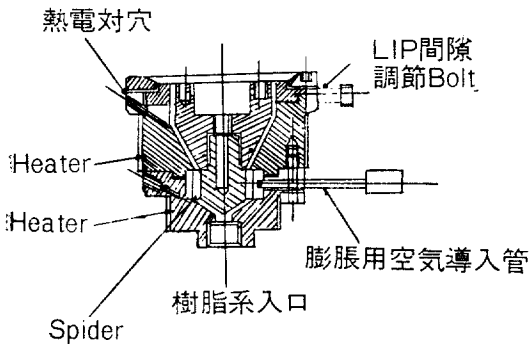


그림 6. Inflation die(Spider 型)

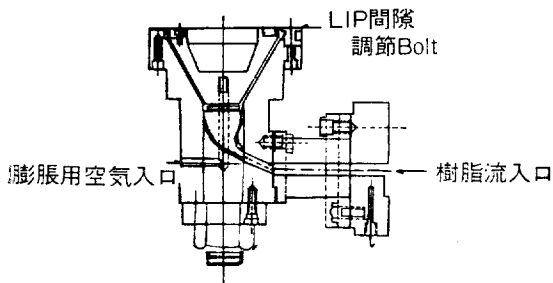


그림 7. Inflation die(下部支六型)

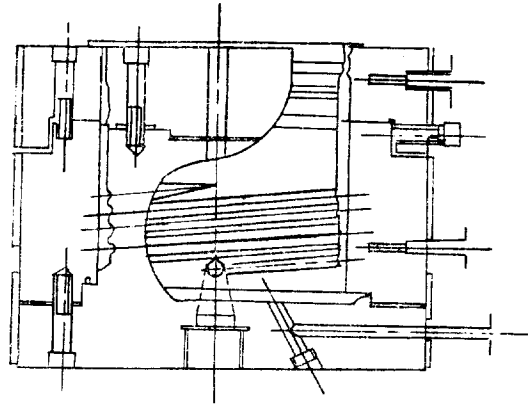


그림 8. Inflation die(Spiral 型)

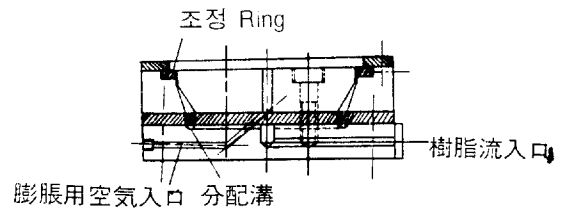


그림 9. Inflation die(分配溝型)

### 2-4 냉각링(Cooling ring)

냉각방식 :

① Air cooling 방식(그림 9))

② Water cooling 방식(그림 10))

③ Internal cooling

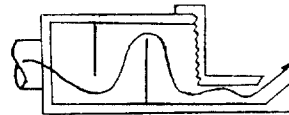
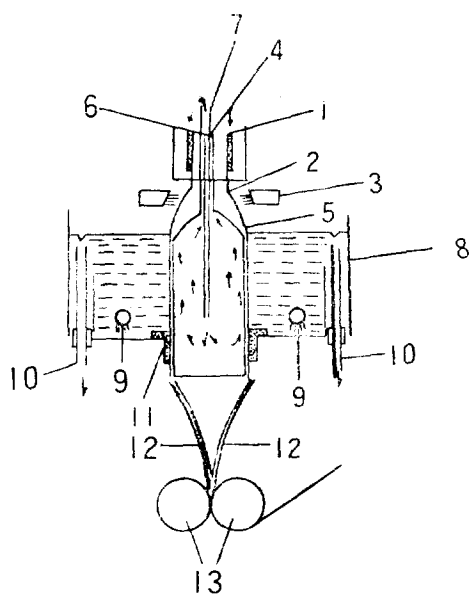


그림 10. Air ring

### 2-5 BUR(Blow up ratio)

BUR 는 die 의 徑과 bubble 경의 比로써, (그림 11) Inflatin film 제조에 있어서 광학적 기계적 성질을 좌우하는 중요한 factor 이다.



1. Slit      2. 管狀 Film      3. Air ring  
4. 空氣送入管      5. 冷却 Mandrel      6. 冷却液送入管  
7. 冷却液排水管      8. 外部冷却水槽  
9. 外部冷却液送入管      10. Over flow 管  
11. 柔連性彈性物體      12. 安定板

그림 11. 住友興人法에 依한 冷却法

$$BUR = \frac{\text{Bubble (m/m)}}{\text{Die 徑 (m/m)}}$$

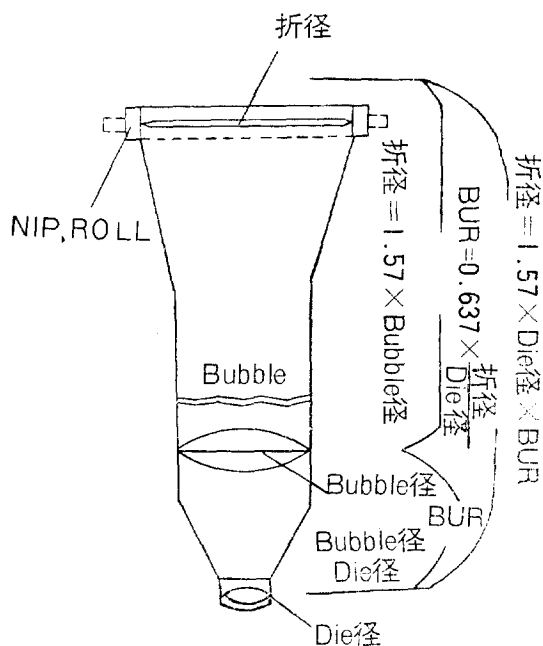


그림 12. Die 徑 bubble 徑 · 折徑間의 關係

Bubble 徑을 실제 조업중에는 check 하기는 어려우므로 다음과 같이 유도 계산한다.

$$\text{折徑} = 1.57 \times \text{bubble 徑}$$

따라서

$$BUR = \frac{1}{1.57} \times \frac{\text{Bubble 的 折徑}}{\text{Die 徑}} \\ = 0.637 \times \quad "$$

0.637의 숫자 기억이 어려우므로 die 徑을 inch로 환산하여

$$BUR = \frac{1}{40} \times \frac{\text{折徑 (m/m)}}{\text{Die 徑 (Inch)}}$$

◦ BUR와 物性關係

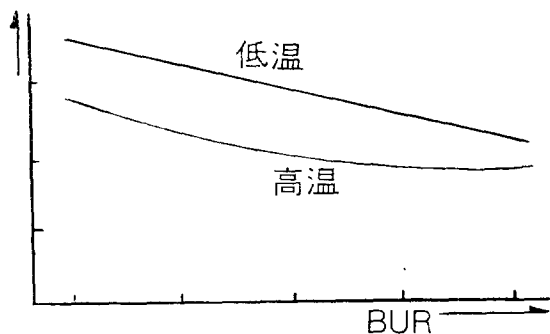


그림 13. BUR와 雲파의 關係

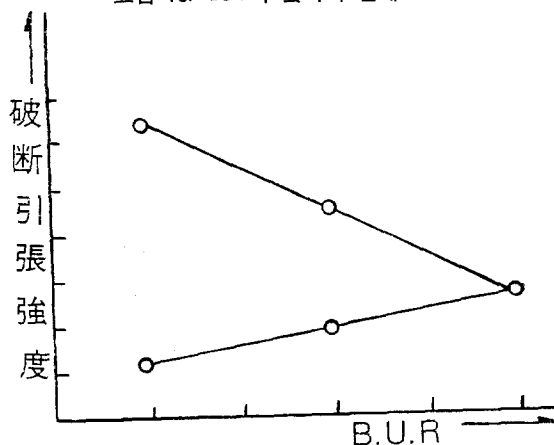


그림 14. BUR와 破斷引張強度와의 關係

그림 15에서 (동일한 BUR)

(A) : 中衡 balance가 맞은 상태

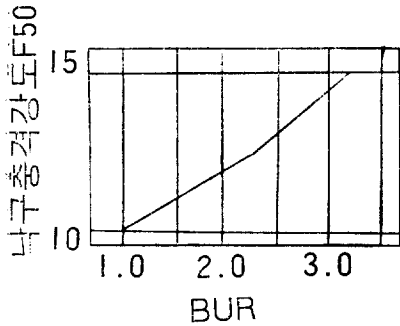


그림 15.

- (B) : Die 를 떠나 급냉, 종방향 배향이 크다  
(C) : Die 를 떠나 일정거리를 두고 급냉, 횡방향 배

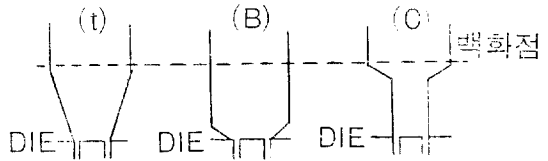


그림 16.

향이 크다

BUR 2.5~3:1일때가 종횡 방향 물성 balance 가 최  
적

2-6 Inflation film 제조시의 몇가지 문제점과 그대책  
(表 1.2 참조)

<표 1> 인플레이션필름에 있어서 불량원인 및 대책

불량현상	불량원인	수정방법	불량현상	불량원인	수정방법
불투명하다.	(1) 압출온도가 낮다. (2) 백화점이 너무높다. (3) 냉각공기가 불충분하다. (4) 다이온도가 낮다.	압출온도를 올린다. 백화점을 올린다. 냉각공기를 충분하게 한다. 다이온도를 올린다.	필름두께가 점차 감소 한다.	(1) 스크린이 막혀있다. (2) 압출온도가 떨어지고 있다. (3) 인취속도가 증가된다. (4) 원료의 공급이 균일치 못하다. (5) 압출기 모터의 벨트의 슬리피	스크린을 교환한다. 압출온도를 일정하도록 한다. 인취속도를 일정하도록 한다. 원료의 공급을 균일하게 한다. 벨트의 텐션을 조정한다.
충격강도가 낮다.	(1) 압출온도가 너무 높다. (2) 백화점이 너무높다. (3) 다이온도가 낮다. (4) 니프롤의 압력이 높다. (5) 팽창비가 낮다.	압출온도를 낮춘다. 백화점을 낮춘다. 다이온도를 올린다. 니프롤의 압력을 낮춘다. 팽창비를 올린다.	바블이 자주 주터진다. (땡구현상)	(1) 스크린이 오염되었다 (2) 압출온도가 갑자기 변경되었다. (3) 공급되는 수지가 지나치게 차다. (4) 공급되는 수지가 지나치게 뜨겁다 (5) 휘샤이이 너무많다.	스크린을 교환한다. 압출온도를 일정하게 유지되도록 한다. 수지온도를 올린다. 수지온도를 낮춘다. 기계 및 다이세제를 한다
바블의 불안정	(1) 백화점이 너무높다. (2) 백화점이 너무낮다. (3) 냉각이 불충분하다. (4) 냉각이 지나치게 차다. (5) 안정관에 필름이 가까이 붙는다.	백화점을 낮춘다. 백화점을 올린다. 냉각을 많이시킨다. 냉각을 적게 시킨다. 안정관의 간격을 조정한다.	권취시 주름이 많다.	(1) 팽창비가 너무크다. (2) 필름두께가 불균일하다 (3) 필름이 너무뽀뽀하다. (4) 권취작업이 미숙하다 (5) 수지에 slip첨가제가 적다.	팽창비를 줄인다. 필름두께를 균일하게 한다. 원료 및 다이온도를 조정한다. 권취작업을 숙련시킨다. 수지의 slip첨가제를 많이 한다.
브로킹현상	(1) 냉각이 불충분하다. (2) 다이온도가 너무높다 (3) 냉각공기의 유량부족 (4) 니프롤의 압력이 높다 (5) 권취가 팽팽하다. (6) 표면처리가 과도하다	냉각을 충분하게 한다. 다이온도를 낮춘다. 냉각공기의 유량을 늘린다 니프롤의 압력을 낮춘다. 권취물의 텐션을 줄인다. 표면처리를 약하게 한다.	권취상태가 고르지 못 하다.	(1) 에어링의 공기가 불균일하다. (2) 백화점이 너무 높다. (3) 백화점이 너무 낮다. (4) 다이, 에어링 및 권취기의 진동이 심하다	에어링의 공기를 균일하도록 한다. 백화점을 낮춘다. 백화점을 올린다. 다이, 에어링 및 권취기의 진동이 없도록 한다.
두께가 불균일하다.	(1) 다이 간격 조정이 불균일 (2) 수지의 종류가 달라진다. (3) 에어링의 중심이 맞지않는다. (4) 압출온도가 변화된다. (5) 에어링이 지나치게 크다 (6) 외부로 부터 바람이 있다. (7) 에어링의 먼지가 끼었다.	다이간격을 균일하게 한다. 사용되는 수지의 상태를 조사한다. 에어링의 중심을 맞춘다. 압출온도를 일정하도록 한다. 에어링의 크기를 줄인다. 외부의 바람이 없도록 한다. 에어링을 소제한다.	권취가 팽팽하다.	(1) 권취롤의 텐션이 크다 (2) 필름의 온도가 너무 뜨겁다.	권취롤의 텐션을 줄인다. 냉각을 충분하게 한다.
			필름의 폭이 계속 넓어진다.	(1) 공기 발브가 약간 열려있다. (2) 냉각이 불충분하다. (3) 냉각브로와와 벨트가 늘어진다. (4) 다이 및 시린다의 열전대가 작동하지 않는다	공기 발브를 잠근다. 냉각을 충분하게 한다. 벨트의 텐션을 조정한다. 다이 및 시린다의 열전대가 작동되도록 한다.
			인쇄성이 나쁘다.	(1) 코로나 방전의 불충분 (2) 전조가 불완전하다. (3) 잉크가 부패했다. (4) 전극과 물사이의 간격이 넓다.	코로나 방전을 충분하게 한다. 전조를 충분하게 한다. 잉크를 교환한다. 전극과 물사이의 간격을 줄인다.

&lt;표 2&gt; 인플레이션 필름에 있어서 불량원인 및 대책

불량현상	수정대상의 불량원인	압출온도	팽창비 (BUR)	백화점 높이	스크류 냉각	다 이 오픈 닝 (Opening)	다이 스릿 개 결 도	니 프 로 젝 팅	냉각공기	스 크 링 킹
광택이 적다		+++	++	++	++	--	+	-	---	+
투명도가 나쁘다		+++	+++	++	++	--	++		---	+
브로킹 현상		---		--	--			---	+++	-
잘 찢어진다		+++	++	++	++	--	++			
생산량이 적다		--	++		---	++			++	-
폭이 불균일하다		--	--	---			--			
두께가 불균일하다		-	-	---		-			---	
다이라인이 생긴다		++					+++			+

범례 : + : 증가시키면 약간 개선된다.

++ : 증가시키면 많이 개선된다.

+++ : 증가시키면 아주 많이 개선된다.

- : 감소시키면 약간 개선된다.

-- : 감소시키면 많이 개선된다.

--- : 감소시키면 아주 많이 개선된다.

## 2-7 Film 인쇄성 개선

PE는 非極性 重合物이므로 ink와의 친화력이 없음  
PE製品에 인쇄성을 올려주기 위해서는 표면처리를 하여  
極性化를 시켜야하는데 표면처리 방법은

### ◦ 화학적 방법

- ① 鹽素化(Chlorination)
- ② 화학약품에 의한 산화(Oxidation)
- ③ 설펜화(Sulfonation)

### ◦ 물리적 방법

- ① 熱處理(Flame treatment)
- ② 放電處理(Electronic treatment)

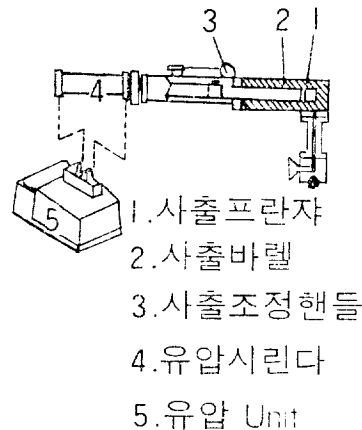
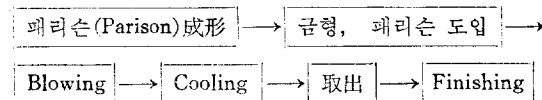


그림 17.

## 3. 中空成形 Blow molding

### 3-1 中空成形의 概要

中空成形의 원리는 유리병제조방법과 유사하며 1940  
년경부터 合成樹脂에 應用되었으며 成形 flow는 다음  
과 같다.



이와같은 成形方法으로 成形되는 대표적인 것은 병,  
용기, 원구 등이며 사용되는 樹脂는 PE, Nylon, PS,  
PP, PVC 등이 있다.

### 3-2 中空成形의 方式

- (1) 압출식 中空成形(Extrusion blow molding)
- (2) 압출, 사출식 中空成形(Extrusion, Injection, Blow Molding)(그림 17)

(3) 사출식 中空成形(Injection blow molding)

(4) 콜드 패리슨 中空成形(Cold Parison blow molding)

(5) 콜드시트 中空成形(Cold sheet blow molding)

### 3-3 中空物形에 있어 패리슨의 공급장치(방식)

패리슨을 금형에 공급하는 방식으로서는

- ① 1개금형 상하식
- ② 2개금형 이용방식
- ③ 다수금형 상하식
- ④ 다수금형 회전판식

등이 있다. (그림 18)

그림 18 중 (1), (2), (4)가 많이 이용됨.

### 3-4 공기 취입 방법

성형압력은 성형품의 후도 및 수지의 종류에 따라다  
르지만 보통 3~10 Kg/cm<sup>2</sup>의 압력으로 취입하며 그 방

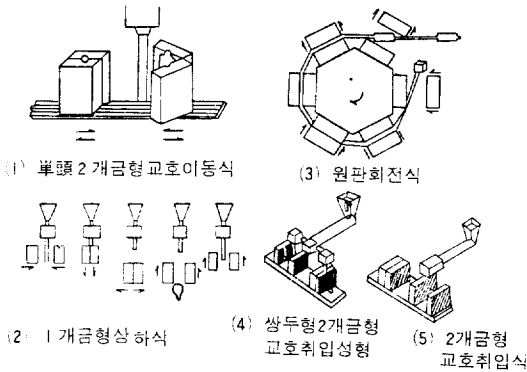


그림18. 금형에의 패리슨 공급법

법은

- ① 일단계 취입 (One step blow)

- ② 이단계 취입 (Two step)
- ③ 프로브로 (Pre blow)
- ④ 진공취입 (Vacuum blow)

등이 있다.

### 3-5 中空成形用 금형

- Two or three part mold
- 재료는 연강, 알루미늄, 알루미늄 혹은 아연 합금, 배리릴늄, 동
- Parting line 部 각도

### 3-6 각종수지 中空成形品 용기의 물성(표 3)

- (1) 가공온도는 die 부근의 온도를 의미하며 film 또는 pipe 등을 연속적으로 작업하는 경우에는 온도가 높지만 中空成形의 경우에는 비연속적으로 수지가 흐르므로 가공온도가 낮다.
- (2) 유기용제에 대해서는 수지에 해를 끼치는가의 여부외에 通氣性의 문제를 생각하여야 한다.

<표 3> 각종합성수지용기의 특성 비교표

	LDPE	HDPE	PP	Nylon	무가소 PVC	PS
가 공 성	우	우	우	양	다소곤란	양
(1) 가공온도 °C	130—150	150—180	170—210	190—230	150—200	180—200
최고사용온도 °C	80—90	105—110	120—145	120—135	55—70	65—95
약 산 강 산	우 (산화성산에 불가)	우 (산화성산에 불가)	우 (산화성산에 불가)	양 불 가	우	양 산화성 에 불가
약 알 카 리	우	우	우	양	양	양
강 알 카 리	우	우	우	양	양	양
내 충 격 성	우	우	우	우	양	가
내 수 성	우	우	우	가—불가	우량—양	양
(2) 유 기 용 제	양 방향족탄화수소 및 염소화탄화수소에 60°C 이상에서 불가	양 방향족탄화수소 및 염소화탄화수소에 80°C 이상에서 불가	HDPE 와 같음	대부분의 용제에	케톤, 에스테르, 방향족탄화수소에 불가	방향족탄화수소 및 염소화탄화수소에 불가

### 3-7 “원료물성”에 따른 제품의 영향(예, PE 경우)

제품의 가공조건과 물성에 많은 영향을 미치는 것은 Melt Index 와 밀도(density)이다.

- (1) Density 가 높으면

제품이 딱딱해지고 내약품성향상 및 열변형도가 적어진다. 충격강도, 통기성이 저하한다

- (2) MI 가 증가하면

제품광택이 좋아지고

충격강도, 신율, 충격균열저항은 감소하며 Prison draw down 는 증가한다. (그림 19, 20)

### 3-8 중공성형시 발생하는 문제점의 원인 및 해결방법

- (1) Parison 의 편육
- (2) Parison 上下 厚度相異(draw down)

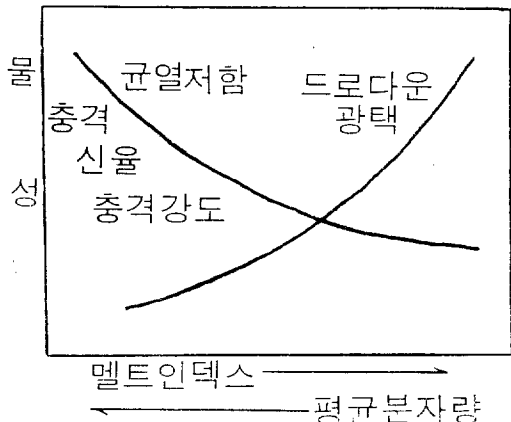


그림 19

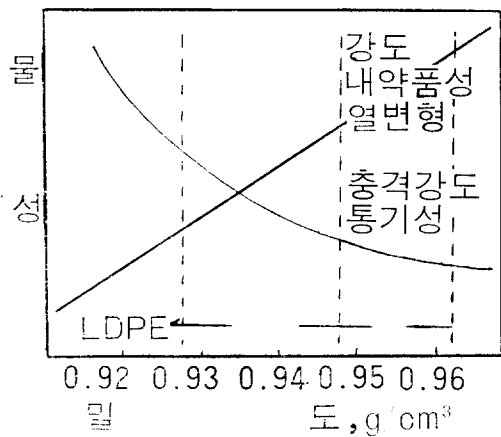


그림 20

- (3) Die line
- (4) Bubbles
- (5) Pock Mark
- (6) Parting line 不良
- (7) Pinch-off 不良
- (8) Deformation 不良
- (9) 무광택
- (10) 냉각시간 過長
- (11) 수축과 타원 불량
- (12) 주름진 표면 불량
- (13) 표면 거칠름 불량