

# 생분해성 고분자의 가공기술과 물성평가 기술

한라대학교 신소재화학공학과 심재호

## 생분해성 고분자의 가공

- 플라스틱 소재에 열이나 압력을 가했을 경우 용융되어 유동성을 가지는 물질을 수지 (Resin) 라 하며, 합성고분자 물질 또는 합성수지라 한다.
- 이러한 플라스틱 수지는 또한 열가소성 수지와 열경화성 수지로 나뉜다.
  - 열가소성 수지 : 열을 가해 완성된 제품을 만든 후에도 다시 열이나 압력을 가하여 다른 모양의 제품을 만들 수 있는 종류의 수지.  
ex) 폴리에틸렌 수지(PE), 폴리스티렌 수지(PS),  
폴리염화비닐 수지(PVC), 폴리프로필렌 수지(PP) 등
  - 열경화성 수지 : 열을 가해 완성된 제품을 만든 후에는 다시 열이나 압력을 가하여 다른 모양의 제품을 만들 수 없는 종류의 수지  
ex) 페놀수지(PF, UF, MF), 아미노수지, 에폭시수지 등

현재의 생분해성 플라스틱은 대부분이 **지방족 폴리에스테르(Aliphatic polyester)** 이며 대표적인 열가소성 수지에 속한다.

☞ 따라서, 자유자재로 용융, 냉각 공정을 통하여 가공이 용이하다.

## 생분해성 고분자의 가공법

### ➤ Extrusion 가공

- Compounding, Sheet 성형, Pipe 압출가공 방법을 총칭하여 말한다.

### ➤ Injection molding

- 플라스틱을 가열 용해시킨 후, 고압으로 금형 내에 사출하여 압력을 유지한 채로 냉각 고화시켜 성형하는 방법  
Ex.) 텔레비전·라디오 등의 캐비닛, 스위치류·조명기구 등

### ➤ Blow molding

- 가열하여 용융된 재료를 관상 성형품(管狀成形品)의 형틀속에 넣고 공기를 내부에 불어 넣어 성형되어진 재료가 냉각했을 때 틀로부터 떼어 중공품(中空品)을 만드는 성형법  
Ex.) 각종용기, 플라스틱병 등을 만드는 데 응용

### ➤ Thermoforming

- 가열 연화 된 Sheet와 형틀의 공간을 진공으로 만들어 Sheet를 금형에 밀착시켜 일정한 형태를 얻는 방법

### ➤ Etc.



## 사출 (Injection Molding)

### ➤ 사출이란

RESIN(플라스틱)에 열을 가하여 가소화 시켜서 유압으로 용융수지를 금형에 쏘아 넣어 제품을 만들어 내는 것을 말한다.

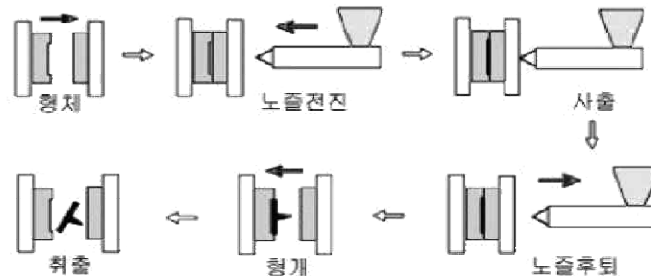
사출성형에는 여러가지 복합적인 관련설비를 필요로 하지만 그중에서도 특히 사출성형기, 금형, 사용원료가 구비되어야 한다. 이 세가지 요소의 특성들이 조화를 이루었을때 사출성형이 가능하게 되며, 목적에 부합되는 제품을 생산할 수 있다.

### ➤ 사출성형의 장점

사출성형이란 플라스틱 재료를 사용하여 복잡하거나 고품질이거나 치수가 엄격한 제품을 금형을 통하여 원하는 제품을 대량생산하는 방식.

### ➤ 사출성형 공정

형체 - 노즐전진 - 사출 - 계량 및 냉각 - 노즐후퇴 - 형개 - 취출



### \* 일반적으로 가장 많이 보급된 성형기

특징 : 고속성형이 가능하며, 조작이 편리.

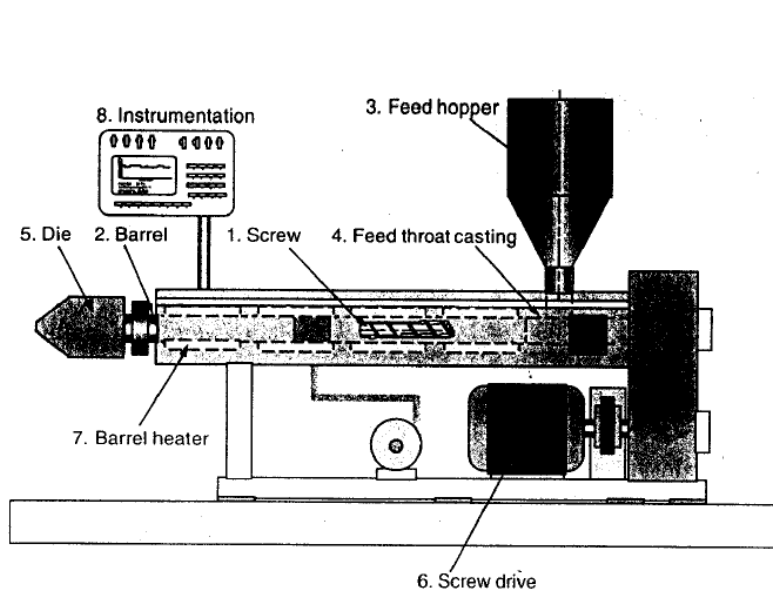
금형교환 및 성형품의 취출이 용이.

보수 및 점검이 편하다.

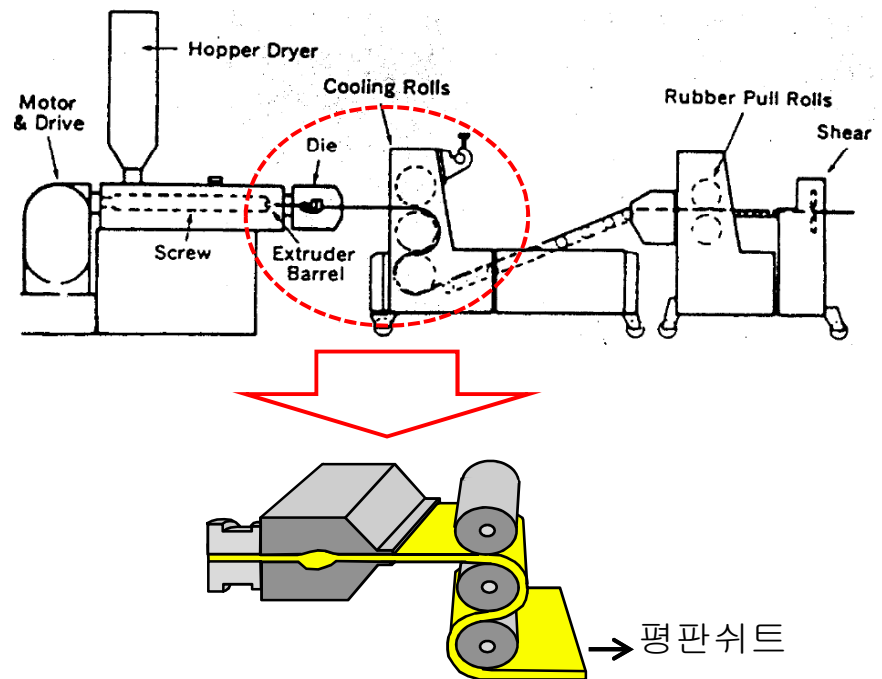
성형재료의 공급이 용이.

## 압출 (Extrusion)

▶ 생분해성 고분자의 압출성형 방법에는 컴파운드(Compound) 방법에 의한 원료물성 개질 방법과 평판의 쉬트(Sheet)성형방법으로 쉬트를 성형하여 원하는 제품을 가공하는 가공법이 가능하다.



압출(Extrusion)



쉬트압출(Sheet Extrusion)

## 중공성형 (Blow Molding)

▶ 생분해성 고분자의 중공성형법은 고분자를 용융시켜 Preform(Parison)을 만든 후 그것을 금형에 넣은 후 내부에 기체로 압력을 가하여 용기와 같은 내부가 빈 성형품을 만드는 가공방법

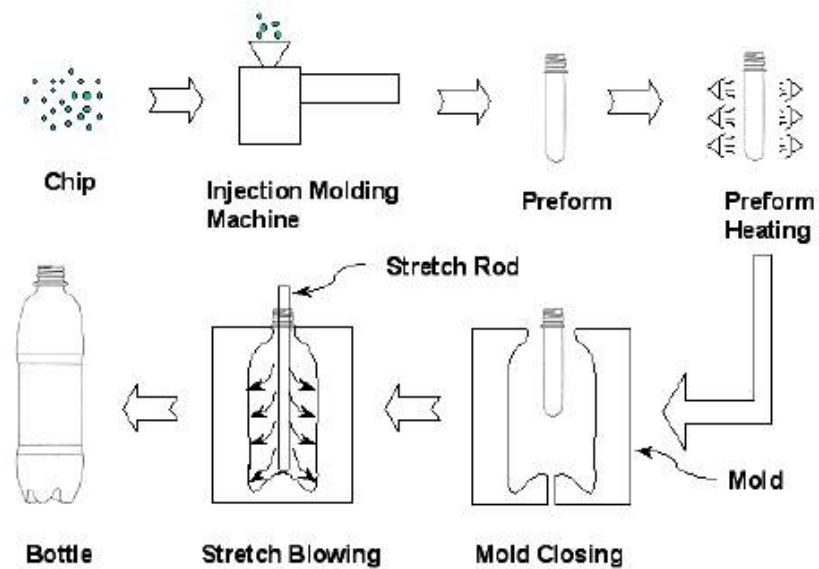
- ❖ 성형방법: 압출 중공성형(Direct Blow)
- 사출 중공성형(Injection Blow)
- 사출·압출 중공성형

### ▶ 장점

1. 제품의 두께가 균일하다
2. 열분해성 수지의 성형도 가능하다
3. 플래시가 적고 생산성이 높다.

### ▶ 단점

1. 다품종 생산에 부적합
2. 복잡한 형태 성형에 부적합
3. 열 손실이 크다.



Blow성형 과정

## 진공성형 (Thermoforming)

- ▶ 플라스틱의 Sheet에 열을 가하여 성형가능한 상태로 연화시킨 후, 계속해서 공기와 힘을 가하여 형틀의 윤곽에 맞추어 성형하는 방식. 플라스틱 박판과 형틀 간의 틈을 진공상태로 해서 얻어지는 기압을 이용하여 형틀 그대로의 형태를 얻을 수 있다.

Ex.) 각종 포장용Tray, 카드제품 등

### ▶ 진공성형 순서

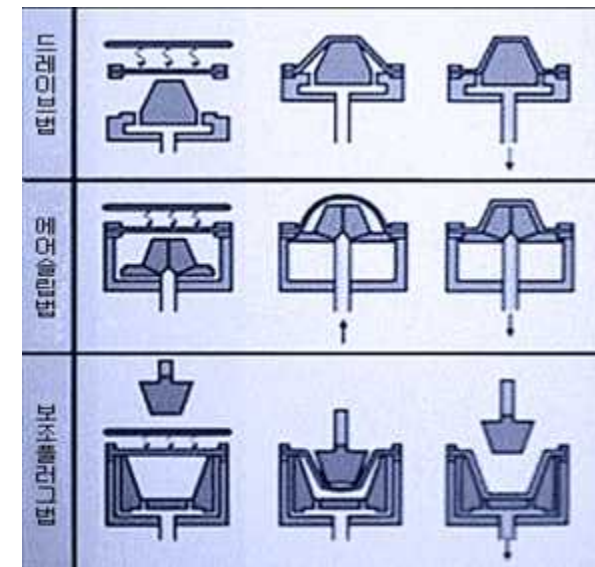
1. 열가소성 수지의 가열연화
2. 진공흡입을 위한 구멍이 다수 뚫린 금형 위에 시트고정
3. 금형(시트)의 이동, 공기 밀폐
4. 진공구멍을 통하여 금형내부의 공기 급속배출
5. 내부의 압력저하에 의한 대기압의 압력으로 성형

### ▶ 진공성형 장점

1. 저렴한 설비비용
2. 생산성 양호
3. 금형의 다양성과 비용저렴
4. 얇은두께의 성형가능

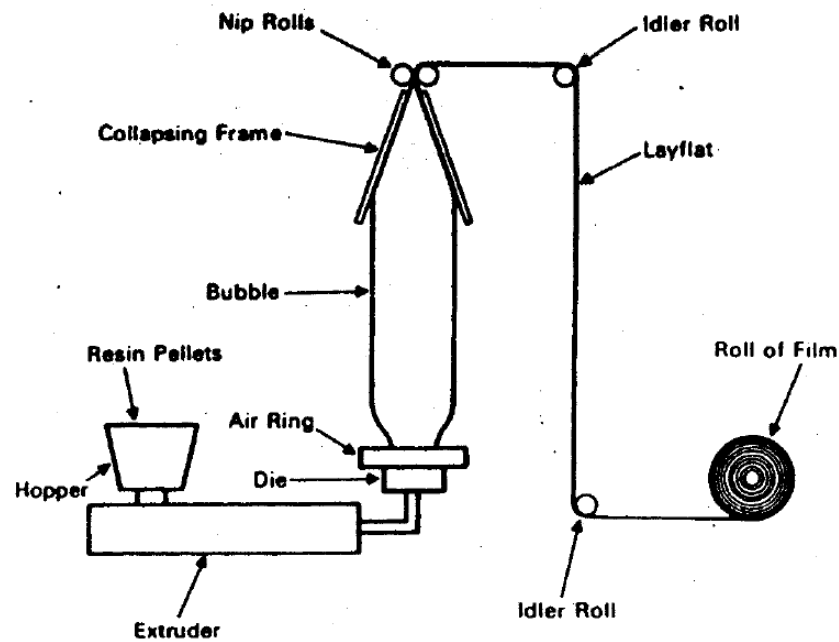
### ▶ 진공성형 단점

1. 정밀한 두께조정 어렵다
2. 후가공 필요 (펀칭)
3. Scrap 다량발생
4. 선행해서 쉬트제조 필요



## 필름성형 (Film Blowing)

- ▶ 링 다이에서 압출된 튜브의 한쪽 끝을 핀치로러에서 합쳐 공기를 불어넣어 일정한 사이즈로 부풀려서 연속적으로 감아내는 성형법





## 물성평가

### ➤ 인장강도(Tensile Strength) :

재료가 인장 하중에 의해 파단할 때의 최대 응력을 말한다.

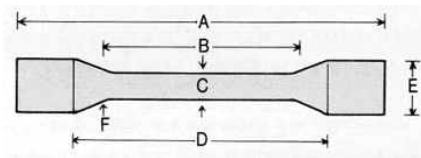
최대 하중을 시험편 원래의 단면적에서 나눈 값을  $\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 단위로 나타낸다

- ✓ 인장강도는 크게 항복점에서의 인장강도와 파단점에서의 인장강도로 나뉘며
- ✓ 항복점(Yield Point)은 재료가 받는 최고점에서의 힘을 의미하며,
- ✓ 파단점(Break Point) 는 재료가 끊어지는 시점에서의 힘.
- ✓ 신율(Tensile Elongation)은 재료가 인장 하중에 의해 파단할 때의 최대 늘어난 길이 %.

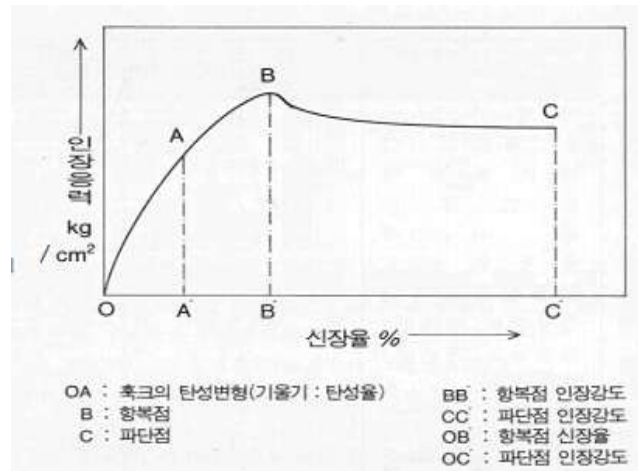
✓시험방법: 아령모양의 시험시편의 양끝을 인스트론(Instron)인장시험기의 물림쇠(Jaw)에 물린다. 한쪽 물림쇠는 고정시키고 움직일 수 있는 다른 한쪽을 분당 일정한 속도와 힘으로 당겨서 얻어진 값을 토대로 다음식에 의해 인장강도와 신장율을 구한다.

- 인장강도( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) = 절단시의 하중( $\text{kg}$ ) / (시험시편의 두께( $\text{cm}$ ) × 시험편의 폭( $\text{cm}$ ))

- 신장율(%) = 시험편의 신장( $\text{cm}$ ) / 표점간의 거리( $\text{cm}$ )



인장시편



Stress-Strain 곡선 과 측정장치 (인스트론)

## ➤ 충격강도

충격특성은 물체가 충격을 받았을 때의 저항에 대한 강도를 나타내며, 열경화성 및 열가소성 수지의 기계적 성질을 대표하는 중요한 특성. 충격강도는 파단시에 소요되는 총에너지나 시료의 단위 길이당 흡수된 파단에너지로 나타낸다.

✓ 일반적으로 분자량이 클수록, 유리전이온도(Tg)가 높을수록 충격강도는 감소한다.

✓ 범용플라스틱의 충격 강도의 크기는 다음과 같다.

LDPE >> HDPE > PP(Impact) > PP(Random) > PP(Homo) > PVC > PS

✓ 충격시험에는 아이조드(Izod) 법과 샤르피(Charpy)법에 의한 수치 가장 일반적으로 사용.

### ✓ 아이조드 충격강도(Izod impact strength)

일정한 무게의 추(Pendulum)을 이용한 방법으로 시편에 추를 가격하여 회전시 돌아가는 높이로 얻어지는 흡수 에너지를 시편 노치부의 단면적으로 나누어 주어 구한다.

### ✓ 시험규격: ASTM D 256

- 단 위: kgfcm/cm
- 시 편: 대개 시편의 크기는 1/8 × 1/2 × 2.5 in나 두께가 다른 (1/2 in까지) 시편을 사용 가능.
- 시험방법: 그림과 같이 시편을 측정기기의 물림쇠에 고정시키고 해머로 타격을 가하고, 이때 얻어진 수치들을 계산식에 대입하여 아이조드 충격강도와 샤르피 충격강도를 구한다.

