

Lecture 02. 플라스틱

2018. 03 .15

노 명 재

본 강의 목표

1. 플라스틱의 구조와 특징에 대해 배운다.
2. 플라스틱의 종류와 특성에 대해 배운다.
3. 플라스틱의 성형법에 대해 배운다.

학습 순서

1. 플라스틱의 구조
2. 플라스틱의 종류
3. 플라스틱 성형법

1.플라스틱의 구조(1)

● 분자구조(1)

1) 플라스틱의 위치

-화합물의 분자량 : 1,000 이하 (저분자화합물), 1,000~10,000(중간분자화합물)
10,000 이상 (고분자화합물)

-고분자화합물 : 천연 고분자화합물 → 나무의 수지, 섬유소, 단백질 등

인공 고분자화합물 → 합성수지(플라스틱), 합성섬유, 합성고무 등

1.플라스틱의 구조(1)

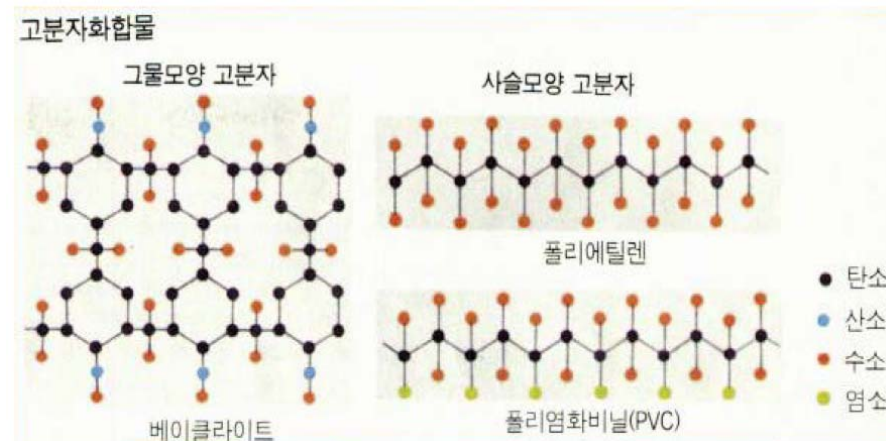
● 분자구조(1)

2) 플라스틱의 정의

: 고분자 물질(Polymer)을 주원료로 하여 인공적으로 유용한 형상으로 만들어진 고체
단, 섬유, 고무, 도료, 접착제 등은 제외

: **Polymer (poly + mer) = many + units**

: *Poly* (many) *Mer* (parts) : 공유결합으로 연결된 하나 이상의 반복단위(mer)로 구성된 큰 분자



- 플라스틱 물성은 분자의 크기와 분자 내의 원자 배열에 크게 의존함

1.플라스틱의 구조(2)

● 분자구조(2)

3) 고분자화합물(Polymer)의 특성

- ① 고무 : 큰 탄성변형, 낮은 영률(Young's Modulus), 선형 분자구조, 작은 분자응집력
- ② 섬유 : 큰 인장강도 및 탄성계수, 대칭성 분자구조, 높은 분자응집력, 높은 결정성, 연신을 가하면 더 강해짐
- ③ 플라스틱 : 고무와 섬유의 중간

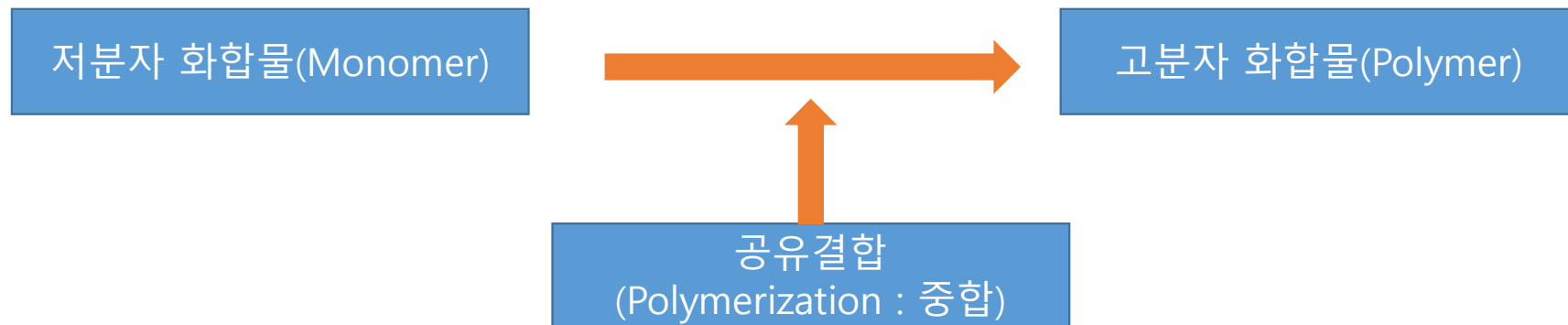
Polymer 소재별 분자 결정성 →



1.플라스틱의 구조(3)

● 분자구조(3)

4) 고분자화합물의 합성 방법



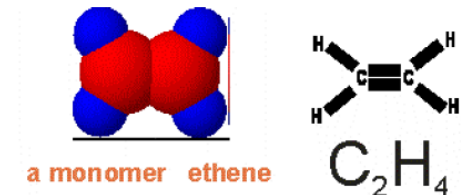
- 중합도 : 중합체(Polymer) 한 분자속에 연결된 단량체(Monomer)의 수
- 중합체의 분자량 = 단량체의 분자량 X 중합도

1.플라스틱의 구조(4)

● Polymer 합성법

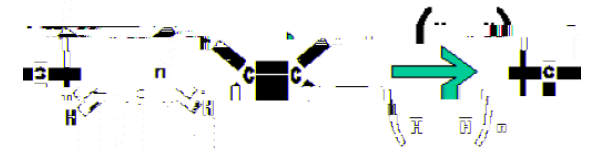
1) 부가중합 (Addition Polymerization)

: 단량체의 합으로 중합되면, 부산물은 없다. → PMMA, PE



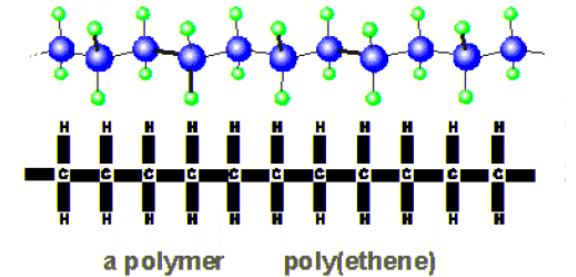
2) 축합중합 (Condensation Polymerization)

: 산과 염기의 저분자화합물이 중합되면, 화합부산물 발생한다. → PC



3) 중부가 (Poly-addition)

: 축합중합과 유사하나, 부산물이 없다. → 폴리우레탄



4) 부가축합 (Addition-Condensation)

: 부가반응 이후 축합반응이 추가로 진행되며 부산물이 발생한다. → 페놀수지

1.플라스틱의 구조(5)

● Polymer 물성

- 중합동족체
- 다분자성
- 다분산성
- 평균분자량
- 평균중합도

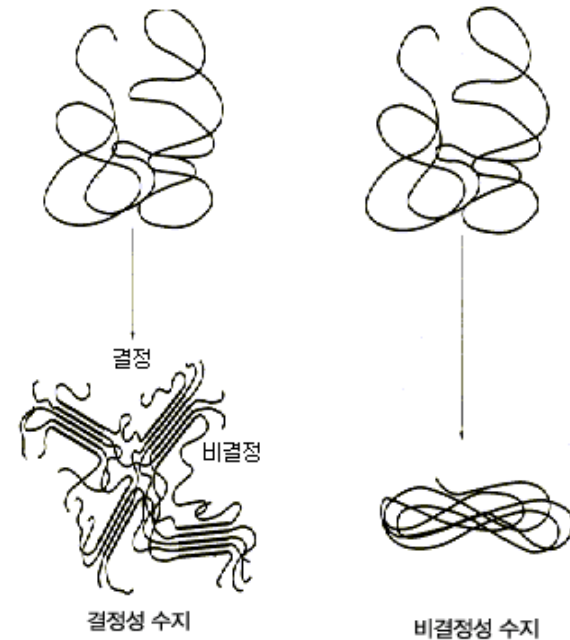
● 결정 구조

1) 결정성 플라스틱

: 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리아미드(PA,Nylon),
폴리아세탈=폴리옥시메틸렌(POM), 불소수지, 등

2) 비결정성 플라스틱

: 폴리스티렌(PS), ABS수지, 아크릴(PMMA), 폴리카보네이트(PC), 염화비닐(PVC) 등



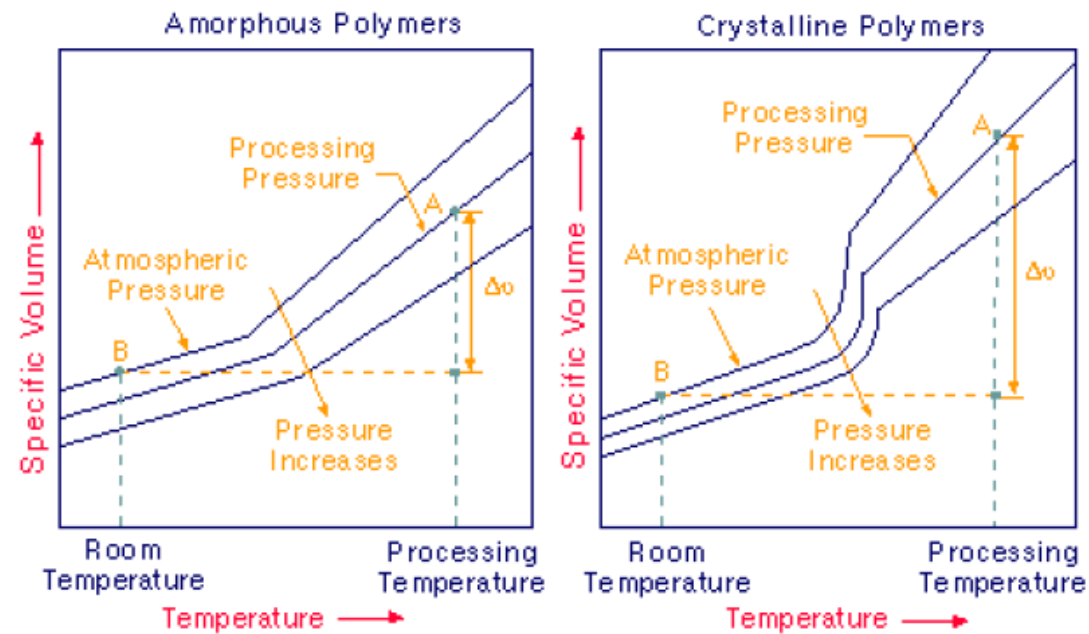
1.플라스틱의 구조(6)

3) 결정성 플라스틱과 비결정성 플라스틱의 비교(1)

	결정성	비결정성
투명도	불투명	투명
상태변이	온도상승→비결정화→용융상태	온도상승→용융상태
유동성	용융 온도 이상에서 양호	상대적 흐름성 낮음
수축률	1.2 ~2.5%	0.4~1.2%
치수정밀도	좋지 않음	좋음
가열 및 냉각	많은 열량 변화	상대적 적은 열량 변화
배향(Orientation)	특성 큼	특성 작음
금형 냉각시간	길다	짧다

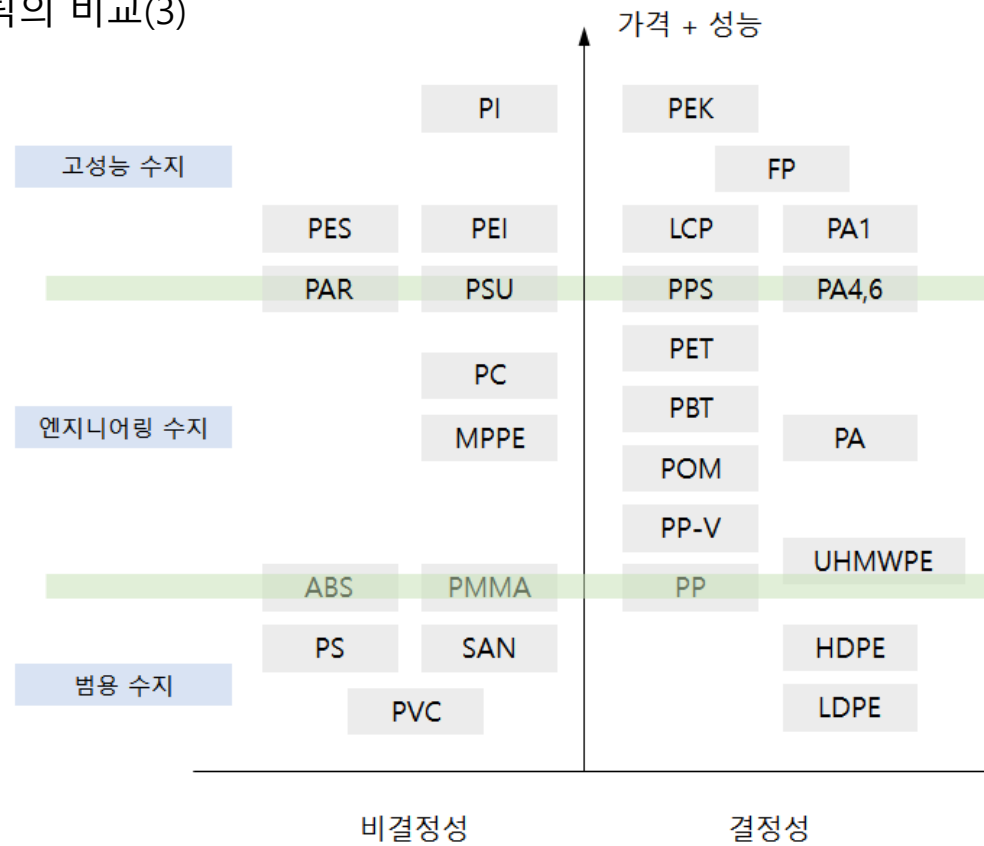
1.플라스틱의 구조(7)

3) 결정성 플라스틱과 비결정성 플라스틱의 비교(2)



1.플라스틱의 구조(8)

3) 결정성 플라스틱과 비결정성 플라스틱의 비교(3)



2.플라스틱의 종류(1)

● 열가소성 플라스틱(Thermoplastics)

- 열을 가하면 녹고 원래 상태로 돌아가므로 재활용이 가능하며, 대체적인 분자구조는 분자간 약한 상호작용만이 가능한 선형 구조임
- 플라스틱 재료의 94 %
- ABS, 아세탈, 아크릴, 셀룰로오스, 셀룰로이스 아세테이트 부티레이트, 불화탄소, 나일론, 폴리카보네이트, 열가소성 폴리에스테르, 폴리염화비닐(PVC), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리스티렌(PS), 폴리페닐렌옥사이드(PPO), 열가소성 폴리우레탄
- 사출성형에 주로 사용, 기후내성이 약함, 적당한 용제에 녹음

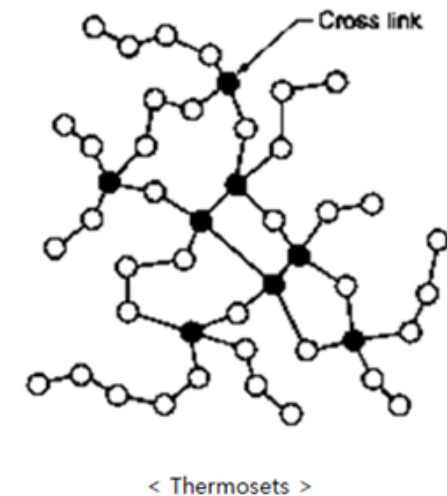


< Thermoplastics >

2.플라스틱의 종류(2)

● 열경화성 플라스틱(Thermosets)

- 가열하여 단단해지면 아무리 가열하여도 연화되거나 용매에 녹지 않는 고분자임
- 열경화성수지가 성형되면 어떠한 용매에도 녹지 않으며 가열해도 용융되지 않음
- 더욱 강하게 가열하면 열분해 되는 까닭은 성형된 고분자의 구조가 입체적인 그물모양으로 되어 있기 때문
- 에폭시, 페놀 포름알데히드, 우레아 포름알데히드, 멜라민 포름 알데히드, 멜라민 포름알데히드, 폴리에스테르, 실리콘
- 요리도구 손잡이, 전열기, 프레이크 부품, 점화부품 등



2.플라스틱의 종류(3)

● 성형용 플라스틱 재료의 특성

- 1) 경량
- 2) 양호한 외관
- 3) 성형성, 가공성 우수
- 4) 유연성
- 5) 방음, 방진, 단열효과
- 6) 내식성(잘 썩지 않는다. → 환경오염)
- 7) 다양한 색상
- 8) 전기절연성
- 9) 열에 약함
- 10) 약한 강도
- 11) 외부 충격에 약함
- 12) 치수 불안정성

3.플라스틱의 성형법(1)

● 열 경화성 플라스틱의 성형법(1)

1) 압축성형 (Compression Moulding)

- 장점 : 성형재료의 제약 없음, 치밀한 제품, 재료 Loss가 적음, 설비가 저렴
- 단점 : 성형시간이 오래 걸림, 자동성형이 어려움, Flash가 많아 후처리 필요
- 금형의 종류: 플래시 몰드, 포지티브 몰드, 세미포지티브 몰드, 랜디드 플런저 몰드, 분할형 몰드

2) 이송성형 (Transfer Moulding)

- 공정의 원리는 사출성형과 같음
- 성형 방식 : 포트식 트랜스퍼 성형법, 보조 램식 트랜스퍼 성형법,

<압축성형과 비교>

- 장점 : 짧은 경화시간, 품질향상, 얇은 성형물 가능, 대량생산 용이
- 단점 : 재료 Loss가 많음, 압축성형 비 3배의 압축강도 필요, 섬유질 배향성 및 힘 발생 가능성

<사출성형과 비교>

- 장점 : 경화시간 단축, 낮은 압력으로 섬유질 배향성 낮음
- 단점 : 재료에 대한 전공정 필요(Tablet, 고주파 예열기), 자동화가 쉽지 않음

3.플라스틱의 성형법(2)

● 열 경화성 플라스틱의 성형법(2)

3) 사출성형(injection Moulding)

-본질적으로 열가소성 사출성형과 동일, 트랜스퍼 성형법과 유사하나 가열방식이 고주파 예열 대신 가열실린더에서 가열하여 섞는 방법을 사용하며, 이로 인하여 자동화가 용이하다는 이점이 있음

3.플라스틱의 성형법(3)

● 열 가소성 플라스틱의 성형법(1)

1) 사출성형(injectin Moulding)

2) 압출성형(Extrusion Moulding)

<이용범위>

① 봉, 관(Pipe), 프로파일(Profile : 특수 단명제품)등의 제조

② Sheet 및 Flim의 제조

③ 종이나 금속박과 프라스틱 필름의 접합

④ 섬유 또는 강모의 제조

⑤ Net의 제조

⑥ 전선의 피복 (비디오 참조)

⑦ 열가소성 수지의 착색이나 혼합

⑧ 사출성형재료의 예비가소화

⑨ 취입성형(Blow Moulding)

3.플라스틱의 성형법(4)

● 열 가소성 플라스틱의 성형법(2)

3) 취입성형(blow Moulding) : 병 만들기 성형

-압출성형의 응용

-패리손(녹인 덩어리) 압출다이

<취입성형 금형설계 요점>

① 금형재료 : 형조임력이 작아 저강도 소재 가능

② 핀치 오브 블레이드의 설계

③ 에어 벤트

④ 금형의 냉각

-공기취입방식

-인사이드 몰드 트리밍(trimming: Flash 자르기)

-시트 패리손 (봉 대신 판 2장 사용)

-콜드 패리손 (사전에 재단 된 재료 사용, 양산에 적합)

-보틀 팩 (성형물과 내용물충전이 동시에 이루어짐)

-사출취입 성형

: 사출성형에 의하여 아래가 막한 패리손을 성형하고
즉시 취입성형용 금형에 옮겨 취입성형

-연신취입성형(Stretch Blow Moulding)

: 적당한 온도에서 축방향으로 늘린 다음 취입성형
투명도, 강성, 내충격성, 수분투과율이 낮은 성형
품을 얻음, 값싼 투명병 생산 방식

3.플라스틱의 성형법(5)

● 열 가소성 플라스틱의 성형법(3)

4) 열성형(Thermoforming)

-단곡면의 성형 : Seize Heater에 시트를 접촉 가열 꺾음

-복곡면의 성형

- ① 자유취입성형 : 틀이 없는 성형
- ② 진공성형
 - a. 스트레이트(Straighttt) 법 : 오목
 - b. 드레이프(Drape) 법 : 볼록
 - c. 에어 슬립(Air Slip)법 : 불고 다시 흡입
 - c. 보조 플러그(Plug)법 : 1차로 펴고 2차 진공 흡입
- ③ 압공성형 : 진공성형의 반대로 불어서 압착
- ④ 프레스 성형 : 오목, 볼록 한쌍의 형속에서 가열 → 간판성형

*스탬핑(Stamping)

: 적외선으로 가열된 Blank(판형 소재)를 프레스 장비에서
압착 후 냉각고화

자동차 좌석 프레임 및 자동차용 구조부재

(Blank = Stampable sheet : 유리섬유 강화 열 가소성 수지 시트)

3.플라스틱의 성형법(6)

● 열 가소성 플라스틱의 성형법(4)

1. 사출성형, 압출성형, 취입성형 : https://www.youtube.com/watch?v=qn16JtE_vLc
2. 진공성형 : https://www.youtube.com/watch?v=BqV_jsxD0UA&list=PLqWA5nkyCRrszX3icNHhr6_m70pNKg_s

Report

▣ 사출성형 해석에 대해 조사해 오시오.

*** Remark : 반드시 Report는 손으로 직접 써서 제출할 것**

참조출처

- ▣내용참조 1 : 사출성형금형설계, 김재원 외 2인, 선학출판사
- ▣내용참조 2 : 사출성형해석개론, David Lee 외 1인, Moldflow Plastics Advisers
- ▣삽화출처 1 : 사출성형해석개론, David Lee 외 1인, Moldflow Plastics Advisers
- ▣삽화출처 기타 : 다음 검색