

PET 필름 성형에서의 두께변화 특성에 관한 실험적 연구 An experimental study on the characteristic of thickness changing of PET film in extrusion

*장상현¹, 유영은¹, #최두선¹, 김명호²

*S. H. Jang¹, #Y. E. Yoo², M. H. Kim², D. S. Choi (choids@kimm.re.kr)²
한국기계연구원¹, 한남대학교²

Key words : PET film, Extrusion casting, Forming, T-die, Thickness

1. 서론

최근 대형 LCD TV제품에 대한 측면 광원방식의 BLU(Back Light Unit)적용 비율이 증가함에 따라 원가 비중이 더욱 커지기 때문에 확산판과 Prism Sheet를 통합하여, 광학부품의 개수를 줄이는 방식으로 원가경쟁력을 확보하고자 하는 시도가 계속 이어지고 있다[1]. 이에 따라 BLU 부품 두께 및 수축소를 위해 Sheet에 직접적으로 패턴을 성형한 일체형 구조로의 기술개발 하여 기존 제품을 대체할 수 있는 기능과 동등이상의 성능을 구현하고자 하는 연구가 활발히 진행 중에 있다.

따라서 본 논문에서는 미세패턴을 복제하는 공정이 요구되며 이러한 조건을 충족하기 위해서는 UV 복제 프로세서보다는 열 성형 방법을 이용하여 제품 생산을 위한 장비 및 선진 공정기술 개발을 하고자 복합형 Sheet개발을 위해 열가소성 소재를 이용한 필름제작을 위한 압축 및 캐스팅공정과 T-die등 연구결과를 소개하고자 한다.

2. 장비

PET 필름성형을 위해 Fig. 1과 같이 압출기, T-die, Roll Forming(PMC450)를 구축하였으며, 각 장치의 자세한 제원은 Table1~3과 같다. 필름성형을 위해서는 고체의 PET Chip이 압출기에서 고분자 용융수지가 되어 계량 화부로 이동하게 된다. 용융된 수지를 Sheet형태로 Roll Forming에 공급하여 주는 다이스부가 필요한데 이를 위해서 압출기 다이스부에 T-die(HTD-400)를 설치하였다.



Fig. 1 Extrusion casting system

Table. 1 Specifications of extrusion casting system

HSE45-34V MODEL	
Applicable Resin	PET(Dried chip)
Extrusion Capacity	10 - 20 kg/Hr
Screw	∅ 45, L/D34
Screw Speed	Max. 80rpm
Heat. Control Section	5-zones
PCM450 MODEL	
Speed	Max. 6m/min
Touch Roll	∅ 320
Range of Gap	Max. 320mm
Cool. Control Section	3
T-DIE MODEL	
Material	SCM440F
Heater Type	Cartridge Heater
Heat, Control Section	28-zones
Temp, Control Section	3-zones
Range of Die lip Gap	0 - 500 μ m

3. 실험조건 및 실험방법

3-1. 실험조건

본 실험에서 진행한 성형온도 및 공정조건은 Table. 4와 같다. PET(K사, 광학용)를 사용하여 공정 조건 최적화를 위한 기초실험을 진행하였다.

Table. 4 Experimental setup

Melt temp	Extrusion speed	T-die lip gap	Range of roll speed	Gap in roll
280℃	30rpm	500 μ m	0.5-6m/min	200 μ m

3-2. 실험방법

Fig. 2는 PET필름을 제작하기 위해서 압출기를 통해 얻은 용융체를 Roll Forming에 공급하여 압연과 냉각공정을 동시에 진행하는 공정그림이다. PET용융체가 균일한 두께의 Sheet 형태로 만들기 위해 T-die의 20개의 Lip control section을 500 μ m로 동일하게 맞추고 생산하는 Lever gage를 통해 Roll 간의 간격을 200 μ m로 고정하였다. Screw를 30rpm 속도를 연속성형조건을 주어 공급된 Sheet는 Roll forming 공정속도에 따라 필름의 두께를 측정한다. Roll속도는 0.5m/min 단위로 변화를 준다. Fig. 3은 필름을 종방향(TD)으로 잘라내어 4구역으로 동일하게 분할하여 각 구역에서 두께 측정한 것이다.

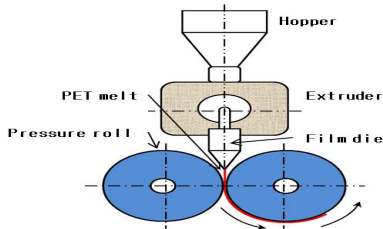


Fig. 2 Schematic of extrusion coating operation

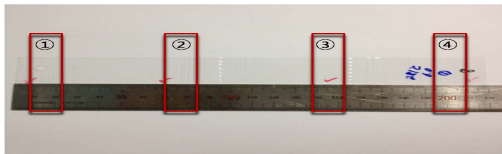


Fig. 3 Point of film thickness

4. 실험결과 및 고찰

PET의 DSC(Differential Scanning Calorimetry, 한남대학교)에서 T_m 은 265 $^{\circ}$ C이다. 고온 압출조건에서 고온 열분해로 분자사슬 길이가 짧아지기 때문에 높은 성형온도에서의 탄성률 상승과 연관되어 있는 것으로 판단되어[2] 안정적 실험 조건으로 T_m 을 280 $^{\circ}$ C로 설계하여 실험을 하였다. Fig. 4는 280 $^{\circ}$ C Melt온도에서 연속 생산된 PET 필름의 두께를 분석하여 얻은 데이터 값을 표준편차그래프이다. Screw속도가 30rpm일 때 Roll 속도가 5.0m/min 이상에서 생산된 필름두께는 목표 값인 200 μ m를 확보하였고, 5.0m/min의 속도이하 공정조건에서는 두께편차가 크지만 필름의 폭은 400mm의 가까운 수치결과를 얻었다. 5.0m/min의 속도 이상 공정

조건에서는 두께편차가 작지만 필름의 폭은 초기 400mm의 조건보다 점점 작아지는 결과를 얻었다. Fig. 3은 T-die의 토출속도와 Roll속도 차이 값이 커질수록 필름의 횡방향(MD)길이는 증가하며 종방향(TD)길이는 감소하는 형태를 나타낸 사진이다.

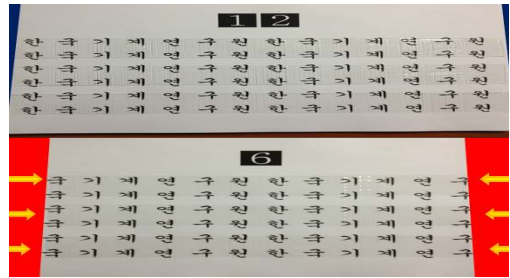


Fig. 4 Film width decrease

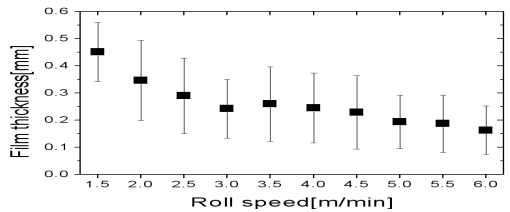


Fig. 5 Standard deviation of film thickness

5. 결론

본 연구는 토출속도와 Roll속도 차이에 따라 필름두께변화 와 필름 폭의 변화는 반비례 관계를 나타내었다. 향후 성형속도 및 온도 파라메타를 통해 PET성형의 로드맵을 설계하고, T-die 토출속도와 Roll속도 격차, Cool temperature에 따라 두께편차, 횡방향(TM)필름의 손실을 절감하여 최적공정조건을 찾는 후속연구를 진행해야 한다.

6. 후기

본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업인 “대면적 미세패턴 직접 연속성형 원천기술 개발”과제의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. www.eic.re.kr
2. Jung Gyu Lee, Sang Ho Park, Seong Hun Kim, Polymer(Korea), Vol. 34, No. 6, pp 579-587, 2010