

사출성형조건에 따른 LCD용 도광판의 광학적 특성 분석 Analysis on Optical Characteristics of Light Guide Plates for LCD with Various Injection-Molding Conditions

*백순보¹, #박근²

*S. B. Baek¹, #K. Park (kpark@seoultech.ac.kr)²

¹서울과학기술대학교 NID 융합기술대학원 ²서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과

Key words : Injection molding, Light guide plate, Birefringence, Mold temperature

1. 서론

IT 산업의 발달로 인하여 전자, 통신기기 부품의 수요가 증가하고, 통신기기의 하나인 휴대폰의 발달로 소형 LCD용 도광판의 수요가 급증하고 있다. 도광판(Light guide plate; LGP)은 LCD 백라이트 유닛(Back light unit)의 핵심 부품으로, 측면으로 유입된 광을 전반사하여 화면 전체에 균일하게 확산시키는 역할을 한다.

광학제품인 도광판은 두께가 얇아 사출성형시 발생하는 복굴절에 의해 영향을 받게 된다. 이는 사출성형과정에서 열전달이 발생할 때 금형과 인접한부분에서 응고층이 형성되는 데 두께가 얇은 제품일 경우 고화층의 상대적인 비율이 증가하게 되고, 결과적으로 수지유동저하와 고분자배향의 증가로 복굴절을 발생시키는 원인이 된다.⁽¹⁾

복굴절 특성은 주로 유동에 의한 잔류응력의 영향을 받는 것으로 알려져 있으며⁽²⁾, 이를 감소시키기 위해 사출성형 시 금형온도에 대한 연구가 진행되어 왔다. Maekawa 등⁽³⁾은 3차원 사출성형 해석을 통해 계산된 잔류응력이 제품의 복굴절 패턴과 유사함을 확인하였고 Park 등⁽⁴⁾은 3차원 유한요소해석을 통해 사출성형품의 잔류응력을 계산하고 광탄성 법칙을 적용하여 복굴절 특성을 정상적으로 가시화하였다.

본 연구에서는 복굴절을 예측하고 감소시키기 위하여 사출, 보압, 냉각 시간을 고정하고 금형온도와 수지온도를 각각 변화시켜 복굴절 개선 정도를 비교 분석하였다.

2. 도광판 사출성형 해석

본 연구에서 사출성형조건이 도광판의 광학적 특성에 미치는 영향을 확인하기 위하여 휴대폰용

도광판들 대상으로 사출성형 해석을 수행하였다. Fig. 1 에 스프루, 런너, 게이트를 포함한 2개취수 도광판의 형상을 도시하였다. 사출성형 해석은 Moldex 3D[®]를 사용하였으며, 두께 방향으로 8층의 육면체요소로 격자를 구성하였다.

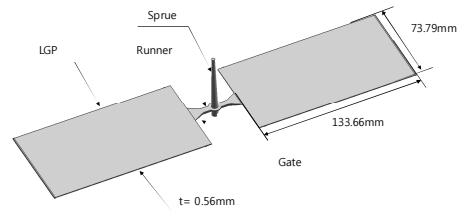


Fig. 1 Light guide plates with delivery system

Table. 1 Injection molding conditions for the LGP

Molding conditions	Value
Melt temperature (°C)	300
Mold temperature (°C)	90
Injection time (s)	0.111
Packing time (s)	0.75
Cooling time (s)	14

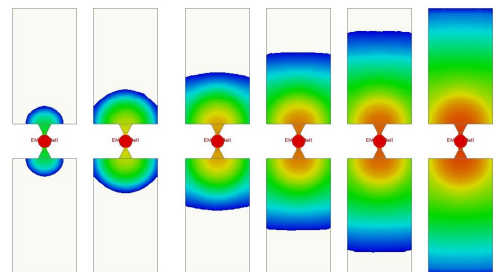


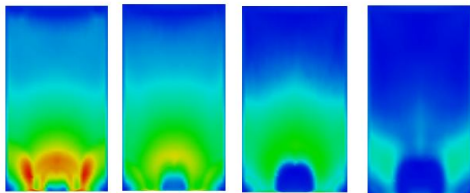
Fig. 2 Flow patterns during the filling stage

재료는 Mitsubishi 社의 엔지니어링 플라스틱 (Polycarbonate)인 lupilon HL-7001을 사용하였고, Table 1 에 해석에 사용한 사출성형 조건을 요약하였다. 제시된 조건을 사용하여 사출 성형해석을 수행한 충전 패턴 결과를 Fig. 2 에 제시하였다. 방사형으로 충전 패턴이 진행되고 있으며, 0.12초 후 충진이 완료되는 것을 확인하였다.

3. 성형조건에 따른 광학적 특성 분석

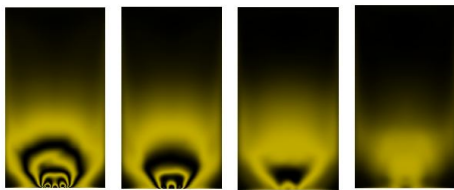
광학적 특성을 분석하기 위하여 금형온도 값을 변형 인자로 설정하여 해석을 진행하였다. 수지온도가 300°C 일 때 금형온도를 90, 110, 130, 150°C 으로 나누어 해석을 수행하였고, Fig 3 에 해석결과로부터 얻어진 복굴절을 비교하여 도시하였다.

상기 결과를 보면 수지의 흐름에 따른 방사형 패턴을 가지고 있으며, 금형온도가 90°C 일 때 게이트 부분에 복굴절이 과도하게 예측되어 있음을 확인할 수 있다. 또한 금형온도가 높아질수록 복굴절 패턴이 완화되고 있으며, Fig. 4에 도시된 Fringed pattern을 통해서도 금형온도가 광 특성에 영향을 주고 있음을 확인할 수 있었다.



(a) 90°C (b) 110°C (c)130°C (d) 150°C

Fig. 3 Birefringence for various mold temperatures

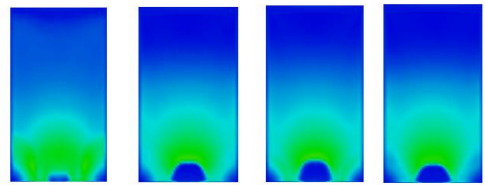


(a) 90°C (b) 110°C (c)130°C (d) 150°C

Fig. 4 Fringed patterns for various mold temperatures

한편 금형온도 90°C 일 때 수지온도의 변화에 따른 복굴절 특성을 확인하기 위하여 수지온도를 300, 330, 340, 350°C로 변화시켜가며 해석을 진행하였다. Fig 5. 는 수지온도에 따른 도광관의 복굴절을 비교하여 도시한 것이다. 금형온도 변화에 따른

결과와는 달리 온도에 따른 복굴절 변화가 적은 것을 확인할 수 있었다.



(a) 300°C (b) 330°C (c)340°C (d) 350°C

Fig. 5 Birefringence various melt temperatures

4. 결론

본 연구에서는 LCD용 도광관의 사출성형해석을 통하여 금형온도와 수지온도에 따른 복굴절의 변화를 고찰하였다. 해석 결과로부터 금형온도가 높을수록 복굴절이 완화되어 광학적 특성이 향상된 반면 수지온도의 변화는 복굴절 변화에 미치는 영향이 적은 것으로 확인할 수 있었다. 상기 연구 결과를 토대로 소형 도광관 제작에 적용하면 광학적 특성 향상에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 기초연구사업(No. 2010-0008435) 및 지식경제부와 한국산업기술진흥원의 전략기술인력양성사업의 지원으로 수행된 결과임.

참고문헌

1. Park, K. and Kim, B. H., "A study on improvement of birefringence characteristics of injection molded plastic parts by rapid mold heating," Trans. Mater. Process., 16, 229-233, 2007.
2. Kim, B. and Roth, C., "Toward a viscoelastic modeling of the injection molding of polymers," Rheol. Acta. 19, 168-182, 1980.
3. Maekawa, Y., Onishi, M., Ando, A., Matsushima, S. and Lai, F., "Prediction of birefringence in plastics optical elements using 3D CAE for injection molding," Proc. SPIE, 3944, 935-943, 2000.
4. Park, k., Kim, B., Yao, D., "Numerical simulation for injection molding with a rapidly heated mold - Part II: Birefringence prediction," Polym. Plast. Technol. Eng, 41, 903-909, 2006.