

전단 응력이 IML 외관에 미치는 영향 분석

Analysis of the Effect of shear stress on IML appearance

*#박노진¹, 김학도², 이상훈²

*#N. J. Park(Nojineric.park@samsung.com)¹, H. D. Kim¹, S. H. Lee²

¹삼성전자 중대형금형그룹(제조기술), ²삼성전자 메카솔루션팀(생활가전)

Key words : IML(In-Mold Labeling), Injection Molding, CAE, Wrinkling

1. 서론

IML (In-Mold Labeling)은 블로우 금형 또는 사출 금형 제품의 외관을 장식하는데 사용되는 주요 방식으로 자동차와 가전제품 등에 많이 사용되는 공법이다.

IML은 단일 성형공정만으로 다양한 색감과 질감, 높은 결합 능력을 갖추고 있어 후처리 단계에서의 비용 절감과 디자인 차별화 등 큰 장점이 있다.

공정 조건으로 Fig.1과 같이 필름에서 인쇄되지 않은 부분을 캐비티의 벽에 삽입하고 사출하는 공정으로 이루어져 있다.

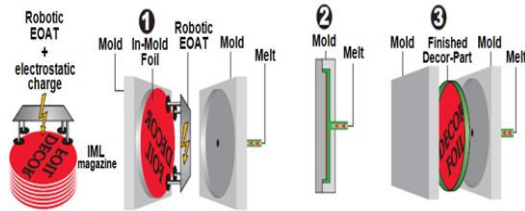


Fig. 1 Schematic of IML(In-Mold Labeling) Process

IML은 필름이 삽입된 상태에서 용융된 수지가 사출되기 때문에 제품의 형상, 필름과 수지의 물성 차이, 사출 조건 등 다양한 영향에 의해 최종적인 품질에 영향을 미친다.

본 연구에서는 사출성형해석 프로그램을 이용하여 세탁기 Window Panel 외관 불량에 크게 영향을 미치는 인자를 예측하고 개선하기 위한 방법을 제시하고자 한다.

2. 성형 해석 및 사출 결과

Fig. 2는 사출성형해석을 수행하기 위한 필름과 사출부품의 유한요소 모델을 보여주고

있다. 사출성형해석을 통하여 유동패턴을 분석하고, 충전 과정 중 발생하는 속도 분포와 전단응력의 분포를 분석하여 외관에 미치는 영향을 예측 하였다.

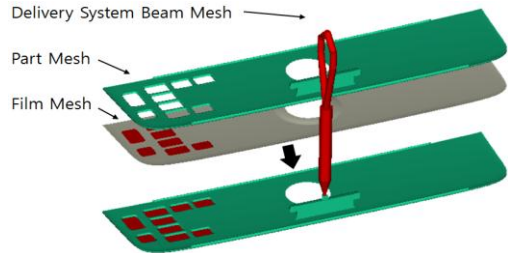


Fig. 2 The Finite element model for case of W/M

해석 프로그램은 Moldflow2012를 사용하여 사출부품은 Tetra Mesh, 필름은 Shell Mesh, 게이트 및 핫트 런너는 Beam Mesh를 적용하였다. 수지는 BASF의 ABS(HH-106)이다.

해석 결과를 보면 빨간색 부분은 전단 응력이 높고 파란색은 전단 응력이 낮음을 나타낸다.

전단 응력이 높을수록 필름이 늘어 나게 되고 전단 응력이 낮을수록 필름이 적게 늘어 나게 된다.

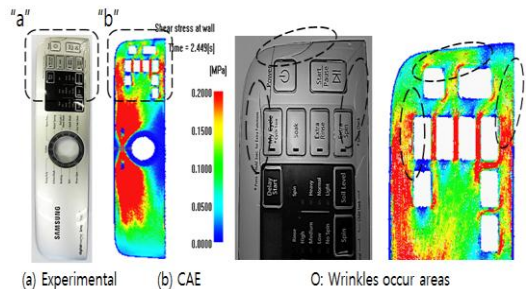


Fig. 3 The result of Shear Stress

Fig. 3 을 보면 전단 응력이 급격하게 증가하는 부분에서 외관 불량(주름)이 발생을 하게 된다. 게이트 앞 부분의 경우 전단 응력이 크게 발생하나 주변에 형상 변화가 없고 초기 충전 단계 이므로 필름이 늘어 나지 않아 외관에 불량 발생이 없다.

외관에 주름을 방지 하기 위해서 전단 응력을 낮게 하려면 부품의 형상이 단순 하고, 사출 속도가 낮아야 유리하다.

하지만 형상을 변경하기 어려우므로 두께를 증가 하여 해석을 수행 하였다.

Fig. 4 의 왼쪽 그림처럼 빨간색 부분에 살 두께를 0.5mm(2.5t → 3.0t) 증가 하였을 경우 전단 응력이 기존 대비 약 50%가 감소 하였다. 해석 결과를 통하여 살 두께를 증가할 경우 외관 불량(주름)이 개선 됨을 알 수 있다.

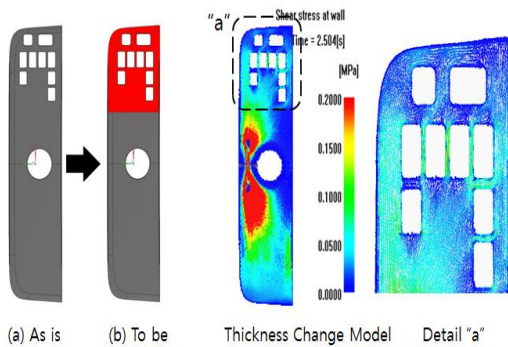


Fig. 4 Shear Stress result in the improved model

3. 결과 및 토의

Fig. 5 는 살 두께 변경 전후의 해석 결과와 시 사출 결과를 나타낸 것이다.

개선 전의 경우 전단응력이 높아 외관에 불량이 발생하고 개선 후의 경우 전단 응력이 낮아 외관에 불량(주름)이 개선된 것을 볼 수 있다.

사각홀 모서리 부분에 R 을 (r0.3 → r0.8) 크게 할 경우 모서리에 응력 집중이 분산이 되므로 외관 품질에 유리하다.

이러한 결과는 전단 응력과 응력 분산이 IML 의 외관 품질에 영향을 미치는 주요 인자임을 알 수 있다.

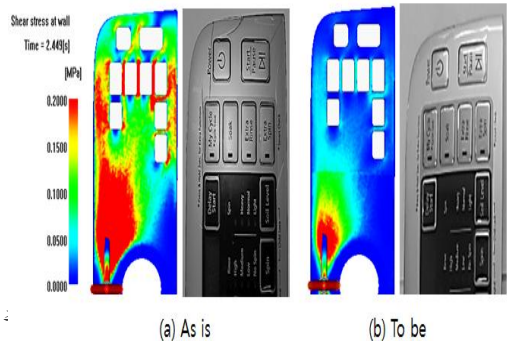


Fig. 5 The result of Shear Stress

4. 결론

본 연구에서는 IML 의 외관품질에 영향을 주는 인자는 다음과 같다.

1. IML 외관 품질에 가장 큰 영향을 주는 인자는 전단 응력으로 전단 응력이 낮고 주변과 급격한 응력 차이가 없어야 한다. 외관(주름) 불량을 개선하기 위하여 살 두께를 증가하여 외관 품질을 확보 하게 되었다.
2. 외관 불량(주름)이 없기 위해서는 필름이 균일하게 신장 되어야 하므로 복잡한 형상이나 급격한 살 두께 변화가 없어야 한다.

참고문헌

1. Y.W. Leong, U.S Ishiaku, M. Kotaki, H. Hamada, S. Yamaguchi, "Interfacial characteristics of film insert molded polycarbonate film/polycarbonate-acrylonitrile-butadiene-styrene substrate, Part 1: influence of substrate molecular weight and film thickness", Polymer Engineering and Science, Vol.46, 1674-1683, 2006
2. Jacques, M., 1982, "An analysis of thermal warpage in injection molded flat parts due to unbalanced cooling", polymer engineering and science, Vol. 22, pp. 241-247
3. Chiang, K. T. and Chang, F. P., 2007, "Analysis of shrinkage and warpage in an injection-molded part with a thin shell using the response surface methodology", Int J Adv Manuf Technol, Vol. 35, pp. 468-479.