

대면적 쾌속 사출압축성형을 위한 금형설계 최적화

김태훈¹, 김주연¹, 김종섭¹, 김정진², 김종선², 노승환[#]

A study on the Large Area Rapid-Injection Compression Molding for Mold Optimum Design

T. H. Kim, J. Y. Kim, J. S. Kim, J. J. Kang, J. S. Kim, S. H. Roh

Abstract

The recent LCD TV market has made efforts to produce thinner, brighter, and clearer products, and experienced the rapid light source replacement from a line source of light CCFL to a point source of light LED. In particular, LGP(Light Guiding Panel) among key parts composing BLU(Back Light Unit) has limits of the injection molding technology as well as the mold design, its processing and manufacturing technology so that it is hard to produce large LGP over 40 inch. To produce large light-guide panels over 40 inch under the injection molding process, a mold 3D model was developed in the design process before manufacturing a mold and structure unification was processed through CAE analysis. As a result, it was possible to construct the mold design process, and it is expected to manufacture the optimized mold by applying the mold design and manufacturing process of large-scale rapid injection-compression molding that will be produced in the future.

Key Words : Rapid-Injection Compression Molding(쾌속 사출압축성형), Mold-Design(금형설계)

1. 서론

LCD 디스플레이 산업의 비약적인 발전과 더불어 첨단 핵심 부품 산업에서의 제품은 고성능 및 고기능화를 통한 고부가가치화를 위해 부품의 대면적화, 패턴구조의 미세화, 고정밀화의 경향을 보이고 있으며, 이와 더불어 미세패턴을 이용한 많은 응용 제품이 좋은 광학적인 특성을 필요로 하거나 이용하고 있어 유리나 플라스틱 소재 적용에 대한 요구가 커지고 있다.

최근 대형 LCD TV 시장에서는 고전력소비화와 환경 문제의 대두로 인하여 기존 선 광원인 CCFL에서 점 광원인 LED로 급속하게 대체되고 있으며, 각 기업들은 저전력소비화 및 고효율화/친환경적 요소를 내포하고 있는 LED를 이용한 TV를 앞다투어 출시하며 호황을 맞이하고 있다.

현재 LED TV를 구성하고 있는 BLU(Back Light

Unit) 핵심부품인 도광판(LGP : Light Guiding Panel)은 사출성형 공정기술과 금형설계/ 가공/ 제작 기술의 한계로 인하여 40인치 이상은 압출성형으로 판재를 가공한 다음 광학패턴을 후 공정에서 인쇄 또는 레이저 가공을 하는 다공정 방식으로 생산하고 있으며, 이러한 다공정 부품 생산방식은 수율 저하 및 생산성 저하로 이어져 대형 LED TV 산업 성장의 발목을 잡고 있다. 또한 기존 압출 방식은 패턴을 미세화하기 어려워 광학적 효율이 떨어지는 제품으로 BLU에 적용되는 LED의 수량을 늘리거나 발광전류를 높여야만 적정 휘도를 확보할 수 있기 때문에 에너지 절감효과와 원가 경쟁력에 한계를 불러 일으킨다.

본 논문에서는 40인치이상 대면적 도광판을 쾌속 사출압축성형으로 생산하기 위하여 제작되는 금형을 설계 단계부터 최적화시키는 위하여 CAE 해석을 통한 최적 금형설계 방법을 살펴보았다.

1. 에이테크솔루션㈜ 기술연구소 신규개발그룹
2. 한국생산기술연구원 부천디지털금형센터 정밀금형팀
교신저자: 에이테크솔루션㈜, E-mail: rohjeen@atechsolution.co.kr

2. 제품 형상 및 금형 구조

2.1 제품 형상

본 논문에서 진행하고자 하는 대면적 쾌속 사출압축성형용 금형 최적 설계에 적용되는 제품은 LED TV를 구성하고 있는 BLU의 핵심부품인 도광판으로써, Fig. 1에 나타낸 바와 같이 외곽 크기 1100mm×600mm 가지고, 두께 3mm를 가지는 얇은 평판 형상을 가지고 있는 도광판이다.

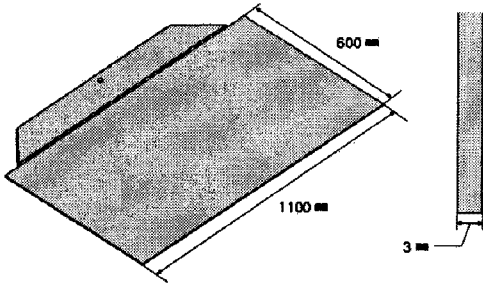


Fig. 1 1100 mm×600 mm LGP Shape

2.2 대면적 도광판 금형 구조

대면적에 얇은 두께를 가지는 도광판을 성형하기 위해서 제작되는 금형은 사출성형기 노즐 위치와 내구성을 고려하여 2단 금형 구조를 가지게 되며, 1/2차 스프루와 런너 구조를 채택하였고, 불량요소 제거를 위해 핫런너 시스템을 삽입하였고, 미세패턴이 형성되어 있는 스템퍼를 삽입하기 위해 홀더구조를 채택하였다. 또한 미세패턴의 전사성과 제품 성형에 필요한 급속 가열 및 냉각 장치를 삽입한 구조를 채택하였으며, 제품 성형시 게이트는 Autodesk사의 Moldflow를 이용한 해석 결과를 토대로 팬게이트를 적용한 최적화된 게이트 형상과 크기, 위치를 파악하여 설계하였다. Fig. 2는 제작되는 대면적 도광판 금형 개념도를 나타낸 것이다.

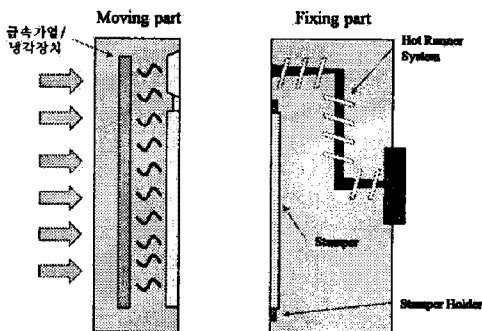


Fig. 2 Injection Mold Structure Concept

3. CAE 해석

3.1 일반 금형 구조 해석

대면적 도광판을 생산하기 위해서는 정밀화 및 최적화된 금형을 요구하며, 이러한 최적화된 금형을 제작하기 위해서는 금형 구조 개선 노력이 필요하다. 먼저, 3D 설계 프로그램인 UGS사의 Unigraphics NX 6를 통하여 정량화된 금형 모델을 구축하였으며, 현재 통상적으로 사용되는 금형 구조를 착안하였다. Fig. 3은 현재 일반적으로 사용되는 2단 금형 구조를 나타낸 것이다.

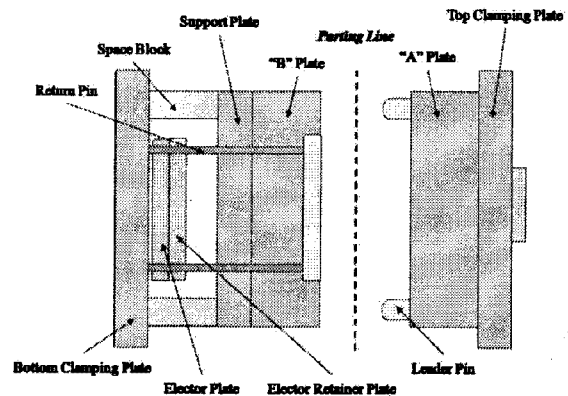


Fig. 3 Existing Injection Mold Structure

3D 모델링된 금형 구조는 Immersion사의 Ansys Nastran을 이용하여 진행하였으며, 구조가 비교적 복잡하게 이루어져 있는 하원판을 기준으로 해석을 진행하였다. 해석 기본 조건은 사출성형시 장비조건과 온도조건(형체력 : 1600ton, 금형온도 : 80℃)을 각각 부여하여 진행하였으며, Fig. 4은 단순화와 메쉬화가 이루어진 금형 하원판을 나타낸 것이다.

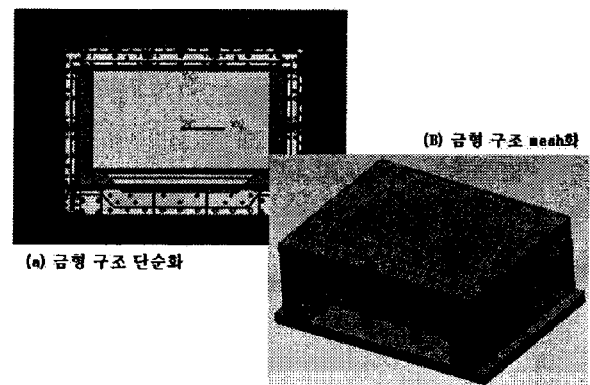


Fig. 4 Mold Structure Simplification and Mesh(1)

메쉬화된 금형을 이용하여 구조해석을 진행한 결과를 살펴보면, 일반적으로 사용되는 금형 형태

에서 하원판 최대치짐량은 0.25758mm가 나타나는 것을 알 수 있었으며, 성형시 발생하는 응력은 337MPa이 발생하는 것을 예상할 수 있었다. Fig. 5은 구조해석 결과 중 치짐량을 나타낸 것이며, Fig. 6은 성형시 발생하는 응력을 나타낸 것이다.



Fig. 5 Results of Mold Structure Analysis(1)



Fig. 6 Results of Mold Structure Analysis(2)

3.2 개선된 금형 구조 해석

일반 금형 구조를 적용한 해석 결과를 토대로 하여 치짐량과 응력을 최소화하기 위해 구조변경을 진행하였다.

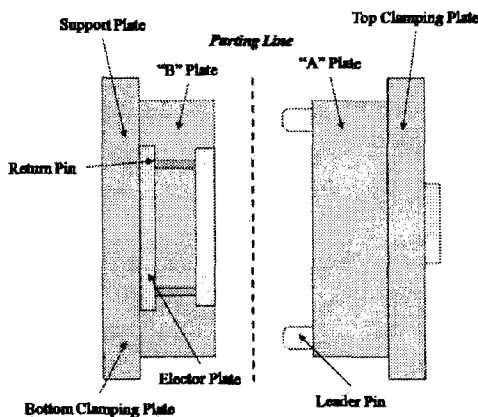


Fig. 7 Improvement Injection Mold Structure

Fig. 7은 변경된 금형 구조를 나타낸 것이며, 스페이스 블록 밀핀, 밀핀고정플레이트를 일원화시킨 형태로 개선하였다. Fig. 8은 개선된 금형의 단순화 및 메쉬화된 것을 나타낸 것이며, Fig. 9은 Fig. 10은 개선된 금형의 치짐량과 응력 분포의 결과를 나타낸 것이다. 해석 결과를 살펴보면, 치짐량은 0.0519mm가 발생하며, 기존대비 약 80% 정도가 감소하는 것을 알 수 있었으며, 성형시 발생하는 응력도 구조 개선 후 33MPa로 기존대비 약 90%정도 감소함을 알 수 있었다.

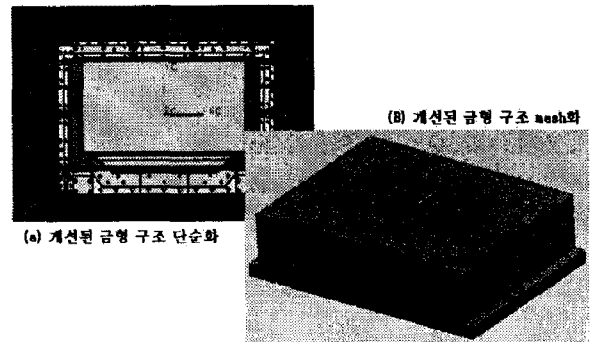


Fig. 8 Mold Structure Simplification and Mesh(2)

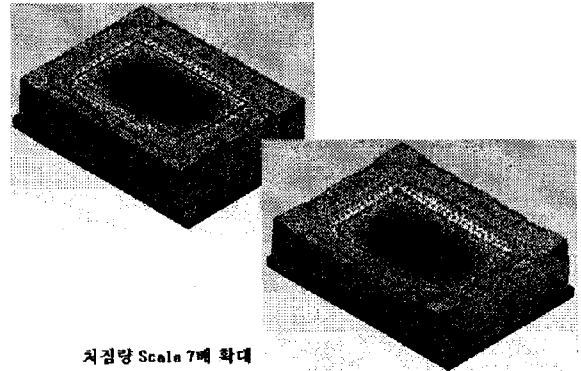


Fig. 9 Results of Mold Structure Analysis(3)

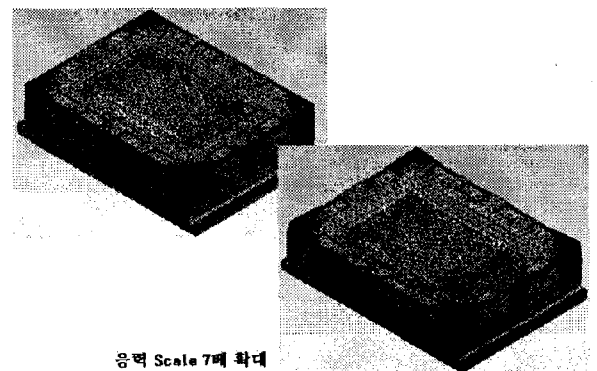


Fig. 10 Results of Mold Structure Analysis(4)

Fig. 11은 해석 결과를 토대로 설계된 3D 금형 모델링을 나타낸 것이다.

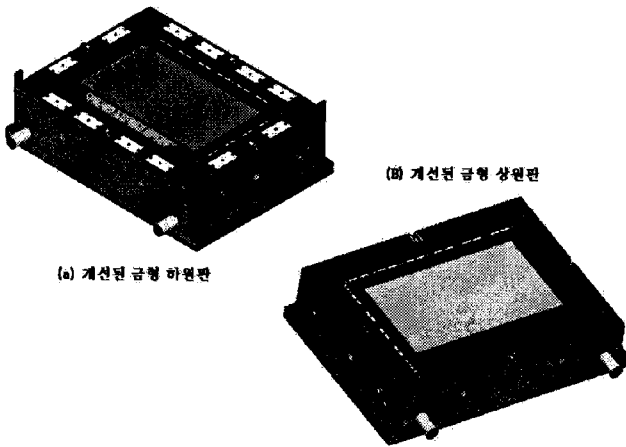


Fig. 7 Injection Mold on Optimum Design

4. 결론

본 논문에서는 대면적 쾌속 사출압축성형용 금형 제작과 관련하여 설계 단계부터 금형 최적화를 시키는 방법에 대해 알아보았다. 얇은 두께와 넓은 면적을 가지며, 정밀함을 요구하는 도광판 제품인 경우, 사출성형으로 생산하기 위해서는 금형 구조 개선을 통한 금형 최적화가 이루어져야 한다.

이러한 금형 최적화를 위해 구조 해석을 이용하여 취약 부분을 파악하였으며, 성형시의 발생하는 불량원인에 충분히 대비 할 수 있는 데이터 확보하고 제작에 앞서 사전 검토가 이루어질수 있는 계기를 마련하였다고 생각한다.

금형 구조 개선으로 Table 1에 나타낸 바와 같이 대형 금형의 사이즈와 무게를 대폭 줄이는 효과를 얻을 수 있었으며, 제작 비용 감소와 제작 시간 단축 등의 부가적인 요소를 이끌어 낼 수 있을 것이라고 판단 할 수 있다.

Table 1 Result of Mold Size & Weight

	개선 전	개선 후
사이즈 (하원판)	1700×1200×640	1700×1200×400
무게	7336kg	6474kg

또한 이러한 금형 최적화 작업을 통하여 충분한 데이터 베이스를 확보한다면 생산수율 향상과 작업효율 증대에 큰 영향을 미칠 것으로 판단 할 수 있다.

후 기

본 연구는 지식경제부의 지원 하에 지식경제 기술혁신사업(과제명 : 대면적 복합 광기능 부품 정밀 R-I/C molding 기술 개발(Project No.10033710)의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] 김차연, 2005, LCD 백라이트 기술 및 시장 동향, 차세대 광원 및 백라이트 응용기술 세미나 자료, 한국산업기술지원센터.
- [2] 유영은, 서영호, 제태진, 최두선, 2005, 미세패턴 사출성형 기술, 한국정밀공학회지, Vol. 22, No. 2, pp. 23~29.
- [3] 김준민, 전재후, 류민영, 황한섭, 이종원, 이상훈, 2005, 사출성형조건에 따른 캐비티의 압력 분포, 한국소성학회 추계학술대회 논문집, pp. 214~219.
- [4] 황은주, 유영은, 제태진, 최두선, 2005, 미세패턴을 가진 박판 사출성형에서의 금형내 압력 측정 및 분석, 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 1601~1604.
- [5] 유영은, 최성주, 김선경, 최두선, 황경현, 2007, 스탬퍼 가열/냉각을 이용한 고세장비 나노구조물 성형, 한국소성가공학회지, 제16권, 제1호, pp. 20~24.
- [6] 도영수, 김종선, 고영배, 김종덕, 윤경환, 황철진, 2007, 도광판 금형의 제작 방법에 따른 사출 금형 및 성형품의 표면 특성에 관한 연구, 한국소성가공학회지, 제16권, 제8호.
- [7] 김태훈, 유영은, 제태진, 박영우, 최두선, 2007, 사출성형시 미세패턴 전사성 차이에 관한 연구, 한국금형공학회 동계학술대회 논문집, pp. 161~166