

DFSS 기법을 이용한 RTP 성형기의 대면적 전사성 향상

홍석관*, 김흥규, 허영무, 강정진(한국생산기술연구원)

Improvement of Large Area Replicability Using DFSS in RTP System

S. K. Hong, H. K. Kim, Y. M. Heo, J. J. Kang (Precision Molds & Dies Technology Team, KITECH)

ABSTRACT

RTP (rapid thermal pressing), one of micro-pattern replication techniques like hot embossing, is focused on achieving shorter cycle time. DFSS(Design for Six Sigma) has been applied in order to enhance the completeness of the development process for RTP system. According to DIDOV roadmap, we derived design concepts and subsequently decided the main performances, design factors, and components for RTP system. In the design process of RTP system using finite element analysis, it was realized that its structural characteristics affect large area replicability. Optimizing structural design factors, based on CAE, it was checked out that its large area replicability could be improved in a virtual test. Finally, we have a plan to validate the large area replicability of the developed RTP system, by performing micro-pattern replication tests with polymeric sheets.

Key Words : Rapid Thermal Pressing(쾌속 가열 프레스), Design for six sigma(6 시그마 기법), Hot embossing(핫 엠보싱), Finite Element Method(유한요소법)

1. 서론

핫 엠보싱(hot embossing)은 고분자 소재를 전이 온도(transition temperature, Tg) 이상으로 가열한 후 몰드를 이용하여 미세패턴을 고분자 소재에 전사시키는 가공기술로서, 고 분해능 패턴링이 가능하다는 장점이 있다. 그러나, 긴 공정 주기로 인해 대량 생산 기술로의 활용에 한계가 있으며 또한, 양산 기술의 필수 요건인 대면적 전사성 측면에서도 개선해야 할 문제점이 남아있다.

RTP(Rapid Thermal Pressing)는 핫 엠보싱의 장점을 가지면서, 긴 공정 주기의 문제점을 개선하기 위한 미세 패턴 가공 기술이다. 본 연구에서는 이러한 RTP 공정이 가능한 성형기를 개발하기 위하여 DFSS (Design For Six Sigma)기법을 활용하였다. 또한, CAE의 가상 실험을 통해서 본 RTP 성형기의 구조적 특성을 평가하고 최적화함으로써 대면적 전사성을 향상시키기 위한 개선안을 제시하고자 한다.

2. 6시그마 기법의 적용

먼저, Define 단계에서는 최대직경이 150mm 인 고분자 소재를 대상으로 대면적 전사가 가능한 RTP 성형기 개발을 목표로 하였다. 그 다음으로 Identify 단계에서는 RTP 성형기에 대한 VOC(Voice of Customer)를 수집하였고, pair matrix 를 통하여 VOC에 대한 중요도를 결정하였다.

RTP 시스템이 갖추어야 할 FPR(Functional Product

Requirements)을 도출하기 위하여 QFD-1(Quality Function Deployment)의 과정(fig. 1)을 수행하였다. 또한, 기존의 유사 장비의 기술 분석 자료와 RTP system의 TT(Technology Tree)를 활용하여 RTP 성형기의 최종 개념 설계안을 결정하였다. Design 단계에서는 개념 설계안과 FPR을 바탕으로 QFD-2 단계를 거쳐 RTP 성형기의 PDS(Product Design Specifications)를 결정하였으며, System Flow-Down을 통해 RTP 성형기의 주요 모듈(fig. 2)을 설계하였다. 상세 설계된 RTP 성형기의 성능을 사전 평가하기 위해 FEM(finite element method)을 이용하였다. 평가 항목은 구조적 안전성과 대면적 전사성으로 선정하였다. 이를 위해 실제 장비와 같이 모든 구성품을 모델링하여 볼트로 체결하였으며, 본 성형기의 최대 사양인 10ton의 하중을 성형물에 가압하였다. Fig. 3(a)는 해석결과를 나타낸 것으로 미세패턴 성형을 위한 가압 시, RTP 성형기의 구조적인 변형 양상을 보여주고 있다. Fig. 3(b)는 고분자 소재의 원형 판재가 전사공정 중에 받고 있는 압력분포의 예측 결과로서, 중심 부분보다 가장자리 부분에 압력이 집중되면서 고르지 않은 전사성의 가능성을 보여주고 있다. 이는 RTP 성형기 초기 설계안의 구조적 특성에 기인하는 것으로 판단되며, 이와 같은 압력 불균일성은 대면적 전사성을 크게 저하시키는 요인으로 작용할 것으로 예상된다.

Optimize 단계에서는 대면적 전사성을 향상시키

기 위해 구조적 특성에 영향을 미치는 설계인자를 PDS 를 통하여 설정하고, CAE 를 기반으로 최적화를 수행하였다. 그 결과, RTP 성형기의 대면적 전사성이 향상될 수 있음을 fig. 4 에서 보여 주고 있다. 마지막으로 Validate 단계에서는 실제로 제작된 RTP 성형기를 활용하여 고분자 소재의 판재에 미세패턴을 전사하는 실험을 수행하여, 성형물에 대한 미세패턴 전사성 수준을 검증하는 과정으로 마무리할 예정이다.

3. 결론

본 연구에서는 6 시그마 기법을 이용하여 마이크로 미세 패턴을 전사시킬 수 있는 RTP 성형기를 설계 및 제작하였고, 시뮬레이션을 통하여 성형기의 대면적 전사성이 향상되었음을 확인하였다.

추후에는 장비 검증을 위한 RTP 공정 실험이 수행하여 되어야 하겠다.

후 기

본 연구는 2010 생산기반혁신기술개발사업의 기능성 고분자소재 성형용 마이크로 금형시스템 과제 의 일환으로 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. 한국생산기술연구원, 6 시그마 BB 과정 교재
2. Wagenknecht, T., et Al., Hot Embossing of Microstructures, PPS-21, Leipzig, Germany, 2005

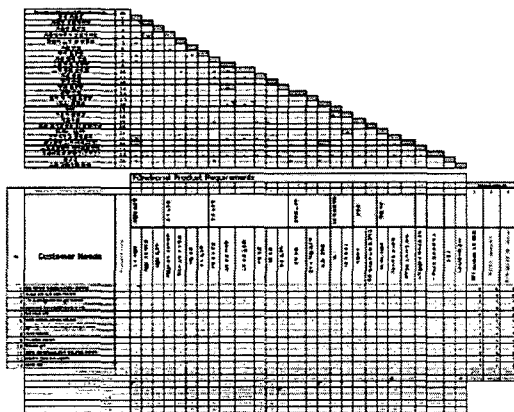


Fig. 1 QFD-1 for RTP system

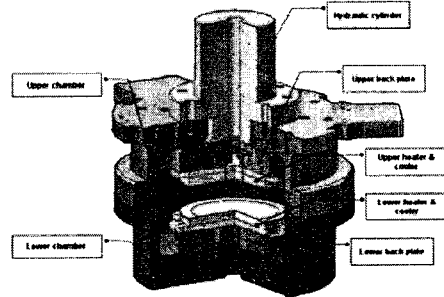
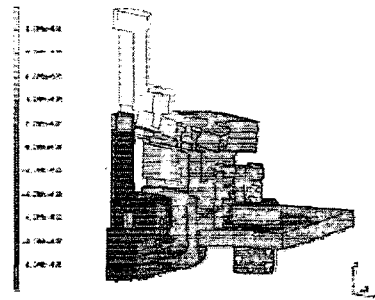
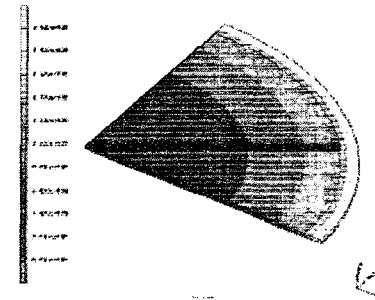


Fig. 2 Press unit & heating unit in chamber



(a) Deformation of RTP system (500 scale-up)



(b) Pressure distribution on substrate

Fig. 3 Predicted simulation results by CAE

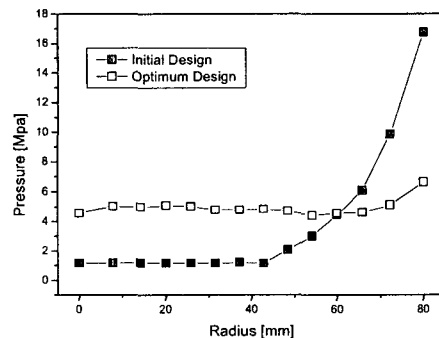


Fig. 4 Prediction of pressure distribution on pressed plastic substrate