

액면규제기법의 광조형시스템에서 정밀 이형을 위한 연구

A Study of precision release in stereolithography system using constrained surface

*김혜정¹, 박인백², #이석희¹

* H. J. Kim¹, I. B. Park², # S. H. Lee(sehlee@pusan.ac.kr)¹

¹부산대학교 기계공학부, ²동서대학교 정보시스템공학계열, (주)씨에이텍

Key words : Stereolithography, Constrained surface, Release

1. 서론

광 조형기술의 수지 제어 기법은 액면규제기법(Constrained-surface)와 자유표면기법(Free-surface)으로 나뉜다.

액면규제기법은 Z 축의 플랫폼을 적층 두께만큼 상승시키면서 적층하는 기법, 자유표면기법은 적층두께만큼 하강하면서 적층하는 기법이다.

두 기법의 장점은 액면규제기법은 수지 높이 제어가 정확하게 이뤄져 균일한 적층두께를 가질 수 있다. 또한 자유표면기법은 수지 내의 유동이 적기 때문에 미세구조물 제작에 유리하다. 하지만 자유표면기법은 수지의 점성이 높을 경우 불 균일한 수지표면을 안정시키는데 적절한 대기 시간이 필요로 하기 때문에 긴 가공시간을 가져야 한다. 그러나 액면규제기법은 Z 축을 상승시켜 수지 속에서 적층하기 때문에 수지의 리코팅 시간이 적어 자유표면기법에 비해 빠른 가공이 가능하다.

액면규제기법의 큰 문제점은 적층 시 경화된 구조물을 투영창에서 이형시켜 다음 층을 제작해야 하므로 투명성과 낮은 이형력을 지닌 투영소재를 필요로 한다.

본 연구에서는 액면규제기법을 사용하는 LCD 기반의 ScanBeam-SLA 에서 점착현상을 줄이기 위한 목적으로 시도되었다. 점착에 대한 이형력 실험방법은 1kg 의 로드셀과 측정을 위한 인디케이터, z 축 이송을 위한 스테이지 등이 장착된 이형력 테스트 장비(Separation Force Test System:SFTS)를

개발해 측정했다. 이는 다양한 소재의 투영창에서의 점착현상으로 인한 이형력을 테스트하고, 그 결과를 토대로 ScanBeam-SLA 에 적용했다.

2. Separation Force Test System

본 연구에 사용된 SFTS 는 Fig. 1 과 같이 구성했다.

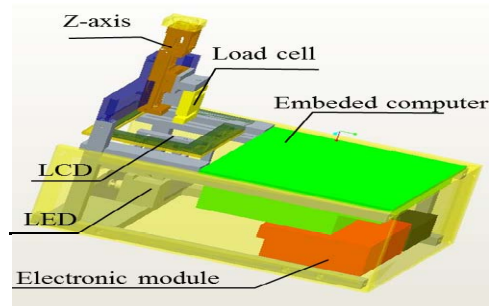


Fig. 1 Schematic of SFTS

SFTS 는 3 개의 파트로 이형을 담당하는 Z 축, 계측을 위한 센서부, 패턴이미지 생성을 위한 LCD 와 LED 의 광원부, 전체 구동제어를 위한 제어부로 구성된다. Z 축에는 삼성 CSM-01BB1ANT3 모터를 장착하였고, 광원부는 삼성 LCD 의 LMS700KF05, LED 는 SST-90 을 사용했다. 센서부는 KToyo 의 333FD 1kg 의 Load cell 을 장착했고, 구동부는 단일 계측을 위해 전용 프로그램의 Embedded computer 를 장착했다.

3. 수지배합

본 연구에서 사용한 광경화성 수지는 TMPTA(Trimethylolpropane Triacrylate)와 DPHA(Dipentaerythritol Hexaacrylate)를 7:3의 비율로 합성한 후 광 개시제인 Chivacure534SS를 2(wt%) 첨가했다. 이후 마그네틱 스트러를 사용하여 암실에서 3시간 동안 혼합하고 비교군으로 상기 레진에 IBOA(Isobornyl Acrylate)를 각각 5(wt%), 10(wt%)씩 추가하여 암실에서 3시간 혼합하였다.

4. 실험 방법

합성한 3종류 수지를 SFTS 장비를 사용하여 각기 종류마다 실험을 했다. 이형소재는 투명성이 있는 Fluorine coating sheet, PDMS, PTFE를 사용하고 실험방법은 Fig. 2와 같이 입력진류 5A, 5초의 노출 후 경화 시켜 이형 실험을 했다. Fig 2 (1)의 실험은 LCD 위에 Fluorine coating sheet를 접착, (2)는 PDMS (Polydimethylsiloxane), (3)은 PTFE(Poly Tetra Fluoro Ethylene)를 접착시켜 이형시키는 방법이다. (4)는 PTFE sheet 위에 또 하나의 PTFE sheet를 접착, (5)는 PDMS 위에 PTFE sheet를 접착해 이형하는 방식으로 총 5가지 방법으로 실험 했다.

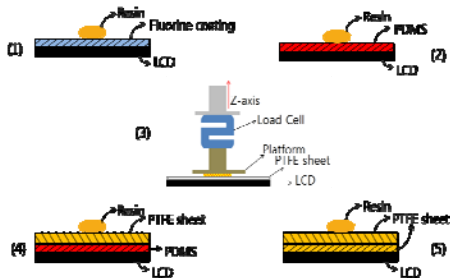


Fig. 2 Test of release force

Fig. 3은 Fig. 2의 실험 결과를 평균으로 나타낸 그래프이다. Fluorine coating sheet의 이형실험을 한 결과는 각각 0.05, 0.06, 0.04(kgf/cm²), PDMS 위에서 실험한 결과는 0.09, 0.09, 0.08(kgf/cm²), PTFE sheet는 0.024, 0.015, 0.018(kgf/cm²)로 비교적 낮은 이형력이

측정되었다. 하지만 PDMS 코팅한 LCD 위에 PTFE를 올리고 실험한 결과는 0.18, 0.26, 0.15(kgf/cm²)로 PDMS로만 실험한 결과에 비해 높은 이형력이 발생했다. 마지막으로 PTFE sheet 위에 또 다른 PTFE sheet를 올리고 이형력을 측정한 결과는 0.017, 0.017, 0.017(kgf/cm²)로 가장 낮은 이형력이 측정되었다.

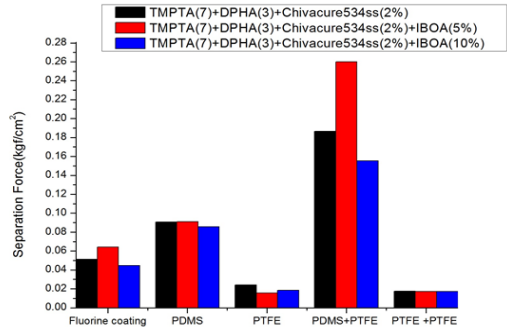


Fig. 3 Measurement of Separation Force

5. 결과 및 고찰

액면규제기법은 균일한 경화두께와 오버행 구조물 제작에 큰 장점을 가지고 있다. 하지만 적층 시 투영창에 대한 이형력으로 이형소재가 반드시 필요로 한다. 본 연구에서 SFTS의 개발과 5종류의 실험 결과로 PTFE sheet 위에 또 다른 PTFE sheet를 겹쳐서 이형시켰을 때 가장 이형력이 좋은 것을 확인할 수 있었다. 이러한 이유는 구조물 단면에서 이형소재가 이형될 때의 이형소재의 자유도로 인해 발생됨으로 추측된다. 차후 실험을 통해 일반화를 기할 계획이다.

후기

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구 사업 지원을 받아 수행된 연구임.(No.2011-0010790)

참고문헌

1. 박인백 "Digital Micromirror Device(DMD)기반의 미세 광조형에서 복합 미세구조물의 정밀제작기법" 부산대학교 기계공학 박사학위 논문, 18-20, 2010.