

가시광선 Photopolymer 의 수지배합에 따른 경화 특성의 연구

A study of curing characteristics depending on mix ratio of visible light photopolymer

*김가영¹, 박인백², #이석희¹

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

¹부산대학교 기계공학부, ²동서대학교 메카트로닉스 공학부

Key words : Stereolithography, photopolymer, visible light

1. 서론

광 조형(Stereolithography) 기술은 광 경화성 수지(photocurable resin)에 빛을 조사하여 연속적인 층을 경화해 적층하는 방식이다.¹ 여기서 광 경화 수지는 광개시제(Photoinitiator), 단량체(Monomer), 중간체(Oligomer)등의 기타 첨가제등으로 구성된다. 광 개시제는 특정 파장의 광 에너지를 받으면 단량체 또는 중간체를 고분자로 연결시켜 경화하는 역할을 한다.²

본 논문에서는 액면규제기법과 가시광선 LED 그리고 LCD 기반의 ScanBeam-SLA 에서 광 경화 수지의 개발을 위해 연구되었다.

ScanBeam-SLA 는 대면적 구조물을 제작하기 위해서 가시광선 LED 와 LCD 를 사용해 패턴 광을 생성한다. LCD 의 특성상 가시광선 파장대의 광에서 높은 투과율을 가지고 있는 반면 자외선 파장 대는 30% 투과 되지 않기 때문이다.¹ 그러므로 가시광선용 광 개시제를 사용해야 함으로 가시광선에 적합한 수지 배합과 높은 강성도 가질 수 있도록 개발 했다.

2. 연구 재료 및 방법

가시광선 광경화성 수지를 테스트 하기 위하여 광원은 450nm LED (SST90) 을 사용 하였고, 광 개시제로는 CHIVACURE534SS 사용하였다. CHIVACURE534SS 는 자외선 영역을 포함하고 가시광선 영역인 450nm 에서 반응하는 광 개시제이다. 이러한 광 개시제와

함께 모노머는 Trimethylolpropane Triacrylate (TMPTA: M300, Miwon Co.)와 Dipentaerythritol hexaacrylate(DPHA: M600, Miwon Co.)를 사용했다.

두 모노머의 특징은 수축이 적으며 높은 경화 반응과 함께 높은 경화물성을 지닌다. 하지만 상온에서 TMPTA 가 50cps, DPHA 3000cps 로 높은 점성을 지니므로 두 모노머의 배합률이 중요하다.

우선 기본수지를 7:3 으로 배합하고 Chivacure534SS 를 2% 섞어 암실에서 마그네틱 스트러를 이용하여 3 시간동안 혼합 했다. 기본수지의 비교군으로 Isobornyl Acrylate(IBOA, EM70, Eternal)를 표면거칠기 및 수지 리코팅이 용이를 위해서 첨가제로 기본수지의 5%, 10%로 추가 배합했다. 그 결과 기본수지인 300cps 보다 240, 190cps 으로 점성이 낮게 측정됐다.

3. 인장 실험

기본수지와 비교군 수지의 인장시험은 시편의 규격으로 플라스틱의 인장시험 규격인 ASTM D638 에 따라 Fig. 1 과 같은 시편 제작용 몰드를 제작하였다.

몰드 내 수지의 경화를 위해 가시광선 LED 로 부터 30cm 거리에서 4 시간 경화 후 알코올로 세척 하였다. 완전히 경화된 시편의 인장실험을 위해 50kg 의 최대 허용 응력과 전용 측정 프로그램을 가진 만능시험기인 BMSTP-50P 을 사용해 실시했다.

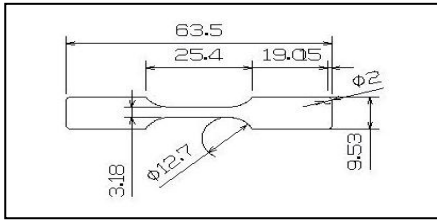
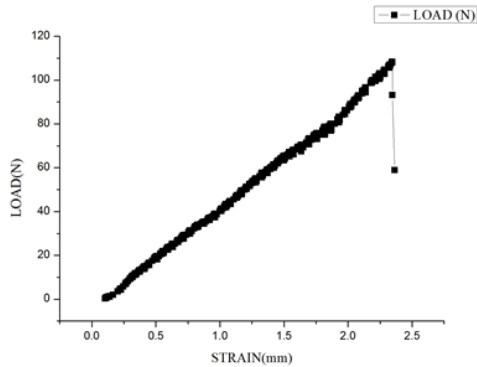


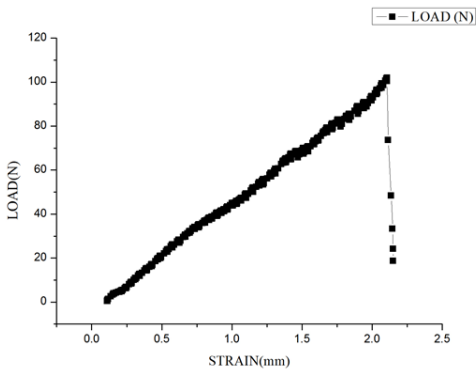
Fig. 1 Model of ASTM D638 Specimen

4. 실험 방안에 대한 결과

Fig. 1의 인장 시험결과는 Fig. 2와 같이 측정되었다.



(a) TMPTA(7):DPHA(3), PI2%



(b) TMPTA(7):DPHA(3), PI 2%, IBOA 10%

Fig. 2 Measurement of tensile test

Fig. 2 (a)의 최대인장응력은 103N, (b)의 108N으로 측정됐다. 이는 IBOA가 첨가되지 않은 수지와 첨가된 수지의 강성 변화가 없음을 확인했다.

4. 결론

IBOA를 10% 첨가하여 배합한 수지에서는 점성이 2배 정도 떨어지고, 강성에는 변화가 없는 것을 확인 할 수 있다. 또한 표면의 잔류수지도 IBOA가 첨가된 수지에서 더 작게 남아있는 것을 확인 할 수 있었으며, 알코올의 세척 후에는 잔류수지를 확인 할 수 없었다.

본 연구 결과로 액면규제기법을 사용하는 ScanBeam-SLA에서 수지의 리코팅을 고려한다면 IBOA의 첨가된 수지가 구조물 제작에 유리하다. 차후 ScanBeam-SLA의 응용연구로 다양한 기능성 수지 개발 연구를 할 계획이다.

후기

본 연구는 지식경제부, 한국산업기술진흥원, 동남광역경제권 선도산업지원단의 광역경제권 선도산업 육성사업으로 수행된 연구임.

참고문헌

1. 박인백, "Digital Micromirror Device(DMD) 기반의 미세 광 조형에서 복합 미세구조물의 정밀제작기법" 부산대학교 박사 논문, 2010.
2. V. K. Vardan, X.Jiang and V. V. Vardan, Microstereolithography and other Fabrication Techniques for 3D MEMS, John Wiley & Son Ltd., 2001