

# 기어 자동 설계 프로그램을 활용한 시제품 제작에 관한 연구

## A Study on Prototype Manufacturing Using Automatic Design Program

##\*송호봉<sup>1</sup>, 조명제<sup>1</sup>, 김수용<sup>1</sup>, 천세영<sup>2</sup>, 전언찬<sup>3</sup>

\*H. B. Song<sup>1</sup>(hbangel@nate.com), M. J. Jo<sup>1</sup>, S. Y. Kim<sup>1</sup>, S. Y. Chun<sup>2</sup>, E.C.Jeon<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 동아대학교 대학원 기계공학과, <sup>2</sup>한국폴리텍VII대학 창원 캠퍼스 컴퓨터응용기계설계학과, <sup>3</sup>동아대학교 기계공학과

Key words : SLA, FDM, ADS(Automatic Design System), Rapid Prototype, Helical Gear

### 1. 서론

현재 소비자의 다양한 요구와 기호를 충족시키기 위하여 다품종 소량 생산이 요구되고 있으며, 제품의 개발에서 생산에 이르는 시간이 짧아지고 있다. 특히 제품의 수명주기가 짧아짐에 따라 시작품 제작기간도 단축되어야 한다. 이러한 요구사항을 해결할 수 있는 방법으로 쾌속조형(rapid prototyping : RP)이 사용되고 있다. 쾌속조형장치(RP system)는 절삭이나 소성가공에 의한 형상제작이 아니라 박판을 적층시켜 형상을 만들어내는 방식으로 최초로 광증합방식을 이용하여 3D system사에서 SLA(stereo-lithography apparatus)방식이 개발되었고 입력수단으로는 STL 파일포맷을 사용하고 있다.<sup>1)3)</sup>

그리고 현재 대중적으로 사용되고 있는 AutoCAD상의 사용자 개발프로그램인 Visual LISP<sup>4)</sup>을 사용하여 기계요소의 자동설계 프로그램의 라이브러리를 구축할 수 있다. 이는 기계 요소 생성에 필요한 최소한의 수치만을 입력함으로써 초보자도 쉽게 기계요소의 3차원 모델을 생성해낼 수 있다는 장점을 가지고 있으며 생산 현장에서 많은 활용이 이루어질 것이라 예상된다.

본 연구에서는 VisualLISP을 이용하여 개발된 기어 자동설계 프로그램으로 스퍼 및 헬리컬 기어를 생성하고 이를 활용하는 방법을 제시하고자 하였다. 소성 가공에 적용하기 위한 방법 및 가공 조건 최적화 그리고 쾌속조형을 통한 스퍼 및 헬리컬 기어의 다양한 시제품을 제작하여 활용성을 검증하고자 하였다.

### 2. 기어 자동설계 프로그램

기어 자동설계 프로그램을 개발하기 위하여 AutoCAD상의 사용자 개발 프로그램인 Visual LISP을 사용하였고, 개발과정을 Fig. 1에 나타내었다.

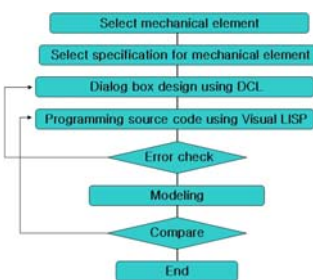


Fig. 1 Flowchart for automatic design program



Fig. 2 Automatic design program of spur gear

Fig.2는 본 연구에서 개발된 기어 자동설계프로그램의 메인 대화상자이다.

### 3. 실험장치

Fig. 3은 본 연구에서 사용된 SLA 방식의 쾌속 조형기를 나타내고 있다. 모델명이 Viper SI2인 이 장치는 액상 타입의 광경화성 수지를 소재로 사용하고 있으며, 레이저 크기는 0.127 mm와 0.0381 mm로 적층 높이는 0.1 mm와 0.05 mm로 설정하여 사용할 수 있다.

Fig. 4는 FDM 방식의 쾌속 조형기를 나타내고 있는 것으로서 모델명은 Dimension elite이다. 제조사는 미국에 위치하고 있으며

wire로 된 열가소성 ABS 수지를 소재로 사용한다. 적층 두께는 최소 0.178 mm에서 최대 0.254 mm이며, 열가소성 수지를 사용하기 때문에 제품에 색감을 입힐 수 있는 장점이 있다.



Fig. 3 Viper SI2



Fig. 4 Dimension elite

### 4. 실험방법

Fig. 5는 본 연구에서 두 쾌속 조형 장치를 비교하기 위해 사용한 3차원 모델이다. 헬리컬 기어를 사용하였고, 설계값은 압력각 20°, 모듈 2mm, 비틀림각 12.8°, 잇수는 각각 17개와 34개로 하였다. Fig. 6는 SLA와 FDM방식의 쾌속 조형장치를 이용하여 제작된 헬리컬 기어 박스를 나타내고 있다.

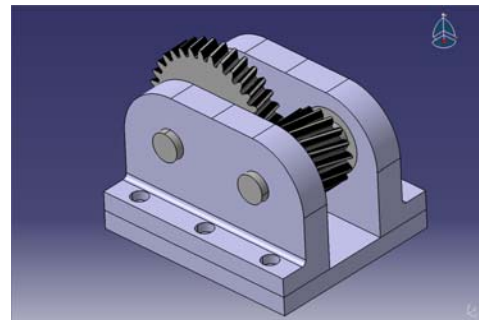


Fig. 5 Model for compare of SLA and FDM



(a) Helical gear box of SLA



(b) Helical gear box of FDM

Fig. 6 Producing helical gear box by method of two type

### 5. 실험결과 및 고찰

SLA와 FDM방식의 정밀도를 비교하기 위하여 양쪽 서포트부와 잇수 34개의 헬리컬 기어를 대상으로 하여 3차원 스캐너를 이용한 측정 결과를 Fig. 7에 나타내었다.

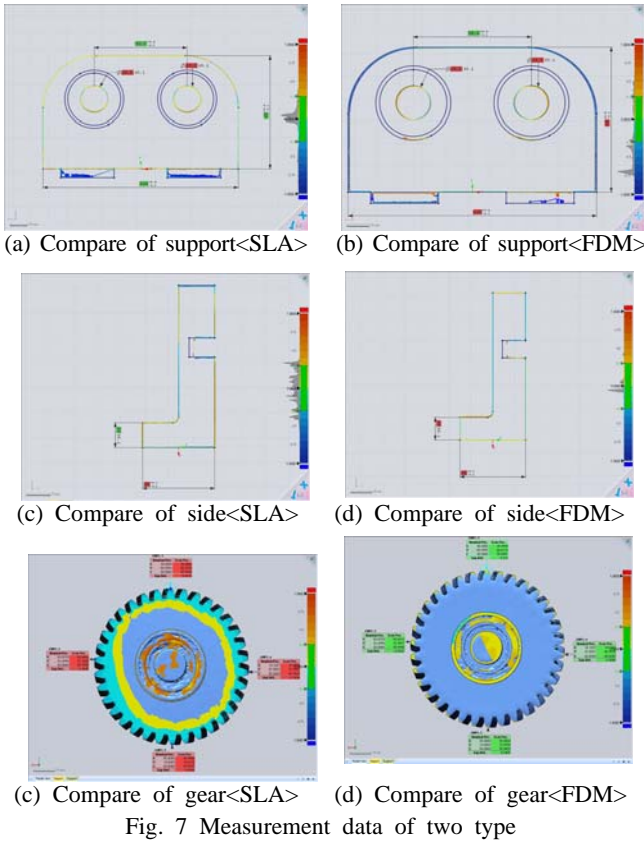


Fig. 7의 (a)와 (b)는 SLA방식과 FDM방식으로 만들어진 Support의 정면에서 바라본 단면에서의 오차를 측정 프로그램으로 나타낸 것이다. 여기서 최초 설정값에 의해 기준 데이터와 비교하여 크게 나타나는 부위는 붉은 색으로, 작게 나타나는 부위는 푸른 색으로 표현하게 된다. (a)는 우측 사이드바에서 나타낸 바와 같이 0.3mm 이상 작게 나타나고 있음을 알 수가 있다. (c)와 (d)는 잇수 34개의 헬리컬 기어를 측정한 것이다. (c)는 보는 바와 같이 이끝원 부근에서 최대 1.37mm의 오차를 나타내고 있다. 이에 반해 (d)는 양호한 편으로 나타나고 있다. 측정을 해본 결과 FDM방식은 대부분 CAD 데이터보다 작게 나타나는데 이는 적층과정에서 수축이 진행되었다고 판단할 수 있다. 그리하여 X,Y축 오차보다 Z축 오차가 많이 나타남을 알 수 있다. 그에 반해 SLA 방식은 대부분 오차가 0점에 집중되어 나타남을 알 수가 있다. 이상의 결과에서 정확하진 않지만 빠른 시간에 조형을 하고자 할 때는 FDM방식을 사용하고, 비교적 정밀한 제품을 제작하고자 할 때는 SLA방식을 사용하는 것이 용이 할 것으로 판단된다.

캐속 시제품 제작시 시간 측정 결과 FDM방식이 SLA방식보다 최대 75% 이상 빠른 것을 알 수 있었다.

### 6. SLA와 FDM 방식을 이용한 시제품 제작

본 연구에서는 앞서 도출한 결과를 바탕으로 실제 적용되고 있는 모형을 시제품 형태로 제작하여 보았다. Fig. 8은 편심 왕복 운동기구를 나타내고 있다. Fig. 9는 정확한 속도비를 요구하는 기어부를 SLA 방식으로, 나머지 부분을 FDM방식으로 제작한 결과를 나타내었다. 또한, Fig. 10은 기어 동력 전달 장치이며, Fig. 11은 SLA와 FDM방식으로 각각 조형된 부품을 조립한 결과를 나타내었다.

이때 기어부는 기어 자동설계프로그램을 이용하여 치형을 생성하고 AutoCAD에서 나머지 부분을 모델링하였으며, 각 용도에 맞는 파일로 변환하여 사용하였다. 나머지 부품은 3차원 모델러인 CATIA를 통해 생성하고 조립하였다.

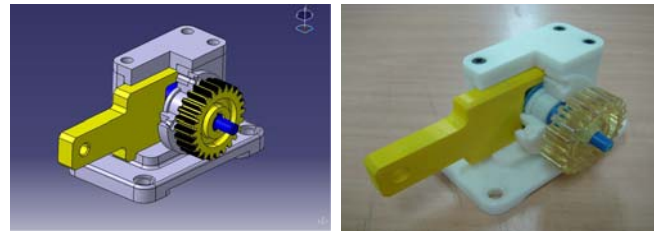


Fig. 8 Modeling by catia      Fig. 9 Manufacture of two type

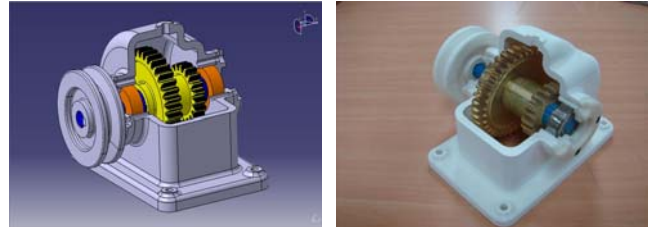


Fig. 10 Modeling by catia      Fig. 11 Manufacture of two type

### 7. 결론

이상의 연구에서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) FDM방식은 수축에 의한 오차가 SLA보다 크게 발생하였다.
- 2) FDM방식의 경우 X,Y축의 오차가 Z축 오차보다 크게 나타남을 알 수 있었다.
- 3) 캐속조형을 이용한 시제품 제작시 주요 형상은 Z축 방향으로 생성되도록 하는 것이 오차를 줄이는 방법임을 확인하였다.
- 4) SLA와 FDM방식의 캐속 조형 시제품 제작 시 정밀도가 요구되는 부품은 SLA방식으로, 빠른 시간에 조형이 필요한 경우는 FDM방식으로 제작하는 것이 유리함을 밝혔다.

### 후기

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RT104-01-03)지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. H. D. Jung, W. B. Bae, "Rapid Tooling of Aluminum Mold Using Slurry Casting and Vacuum Sealed Casting", Journal of the Korean Foundrymen's Society, Vol. 20, No. 4, pp. 277 ~ 282, 2000.
2. H. Y. Kim, H. D. Jung, "Development of Rapid Tooling Using Investment Casting & R/P Master Model", Journal of the Korean Foundrymen's Society, Vol. 20, No. 5, pp. 330 ~ 335, 2000.
3. T. H. Kim, M. J. Kim, S. S. Lee, E. C. Jeon, "The Study on Reduction of Scannig Path Build Time According to Control of STL File Slicing Height-Application of Small Jewellery", Vol. 20 NO, 8 . PP.126~134, 2003.
4. M. J. Kim, E. C. Jeon, "3차원 기계요소를 위한 자동 형상 설계프로그램 개발".