

# 브레이징 및 솔더링을 이용한 쾌속 금형 시작에 관한 연구

## A Study on Rapid Laminated Tooling by Brazing and Soldering

윤석환, 나석주

한국과학기술원 기계공학과, 대전광역시

### 1. 서론

최근 들어 수요자의 다양한 기호에 따라 제품 모델이 다양화되고, 국내의 시장에서 경쟁이 치열해지면서 제품의 개발기간과 시작기간 및 비용의 단축이 절실하게 요구되고 있어 기존의 순차적인 제품개발 방법과 차별화된 새로운 개발 방법이 시도되고 있다. 이러한 제품 개발 방법의 하나로서 동시공학적 개념의 3차원 쾌속 조형법이 개발되었는데, 본 연구에서는 금속 금형을 단시간 내에 직접 제작할 수 있는 직접식 쾌속 조형법의 하나인 laminated tooling 방법으로 브레이징과 솔더링을 이용한 저탄소강 판재의 적층 및 접합에 대해 연구하였다. 3차원 제품 형상 정보로부터 시작하여 모델의 2차원 슬라이싱, 저탄소강 판재의 절단, 브레이징과 솔더링을 이용한 판재의 접합, 그리고 고속가공기를 이용한 후가공을 거쳐 실제 시작 금형을 제작하였다.

### 2. 제품형상의 2차원 슬라이싱 및 금속판재 절단

제품의 3차원 형상정보로부터 시작품을 제작하기 위한 쾌속 조형법의 원리는 Fig. 1 과 같고, 본 연구에서 사용한 laminated tooling 의 방법은 Fig. 2 와 같다. 먼저 제품의 3차원 모델링 파일의 형상 정보를 삼각형 격자로 재구성한 문서 파일인 STL 파일로 변환한 후, 시작품의 적층 방향 및 적층 두께를 고려하여 개발된 프로그램을 이용, 2차원 단면 형상 정보를 가지는 슬라이싱 작업을 실시한다. 슬라이싱 작업으로 얻어진 2차원 CAD 단면형상으로부터 한층 한층 적층하는 적층 작업이 완료되면 시작품이 완성되며, 필요한 경우 정밀도의 향상을 위하여 후가공 공정을 도입하여 시작품 제작을 완성하기도 한다. 본 연구에서는 1mm 저탄소강 판재를 적층 재료로 삼고, 빠르고 정확한 판재의 절단을 위하여 레이저를 이용한 절단방법을 택하였다. 사용한 레이저는 700W 급 CO<sub>2</sub> 레이저이며, 부착된 XY 테이블을 이용하여 판재의 절단을 실시하였다. 시작 시간의 단축을 위하여 슬라이싱 작업의 결과물인 2차원 CAD 파일로부터 직접 레이저 절단 가공 코드를 추출하는 프로그램을 개발하여 적용하였으며, 이 프로그램은 사용자로부터 입력받은 레이저 가공 조건을 참고하여 레이저 절단 가공을 수행하는 G 코드를 생성한다. 또한, 절단 경로가 올바르게 생성되었는지의 여부를 확인하기 위하여 절단 경로를 화면에 표시해주는 기능을 부가적으로 갖추고 있다. 프로그램의 작동 화면을 Fig.3 에 나타내었다.

### 3. 브레이징과 솔더링을 이용한 접합 및 후가공

레이저 절단으로 절단된 저탄소강 판재를 적층하여 접합하는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있는데, 그 방법의 선택에는 시작 비용 및 시간, 완성된 금형의 용도 등이 고려되어야 한다. 본 연구에서 목표로 하는 금형은 합성수지의 반응 사출 성형(reaction injection molding; RIM)용 금형으로서, 금형의 작동온도는 약 100°C, 작동압력은 약 1 기압으로서 온도와 압력이 낮은 편이기 때문에 빠르고 저렴하며 간단한 공정인 솔더링을 이용한 접합을 도입하였고, 또한 RIM 공정 뿐 아니라 일반적인 사출성형에도 쓰일 수 있는 금형으로서 솔더링보다 접합강도 및 작동온도가 높은 브레이징을 이용한 접합

도 시도하였다. 본 연구에서 접합하여야 할 접합부의 특징은 많은 판재의 층 사이를 한번에 접합하여야 하기 때문에 국부적인 가열보다는 전체적인 가열 방법이 적절한 것으로 판단되며, 이에 따라 비교적 널리 사용되고 있는 전체 가열 방법인 로 브레이징 및 딥 솔더링 공정을 채택하였다. 로 브레이징은 아르곤 가스를 이용한 분위기 로를 사용하였고, 딥 솔더링은 솔더의 용탕을 만들어 접합할 부품을 직접 침지시켜 접합하였다. 접합에 사용된 실험 조건은 table 1 과 같다. 한편, 접합이 완료된 부품은 적층 방향으로 항상 계단 형상이 존재하게 되는데, 이러한 계단 형상을 제거하고 치수정밀도 및 표면조도를 향상시키기 위하여 5 축 고속가공기를 이용한 후가공을 실시하였다. Fig.4 는 서술한 일련의 과정들을 거쳐 자동차의 변속기어 손잡이(automatic shift gear knob)의 시제품을 위한 금형의 제작 과정을 나타내고 있으며, 3 차원 모델로부터 슬라이싱, 절단 판재의 적층, 접합 및 후가공을 마친 시편의 모습이다.

#### 4. 결론

3차원 제품 정보에 따라 저탄소강 판재를 절단, 적층 및 접합하여 시제품 생산을 위한 금형을 제작하였다. Laminated tooling 공정을 이용하여 고속, 저비용으로 금속 금형을 제작할 수 있었으며 고속가공기를 이용한 후가공을 거침으로써 절삭가공 수준의 치수정밀도 및 표면조도를 달성할 수 있었다.

#### 참고문헌

1. C. Adams et al., "Rapid Laminated Tooling", Rapid Prototyping & Manufacturing'99 Conference, 1999, pp.647-657.
2. T. Obikawa, et al. "Sheet Steel Lamination for Rapid Prototyping", J. of Materials Processing Technology, Vol.89-90, 1999, pp.171-176.
3. N.P. Karapatis et al, "Direct Rapid Tooling: a review of current research", Rapid Prototyping Journal, Vol.4, 1998, pp.77-89.
4. B.G. Bryden et al., "Sequential Laminated Tooling, Joined by Brazing, for Injection Molding", Rapid Prototyping Journal, Vol.5, 1999, pp.89-93.

	Furnace Brazing	Dip Soldering
Filler metal	B <sub>Ag</sub> -24	Pb-Sn solder alloy
Melting temperature	660-700°C	183°C
Joining temperature	700-780°C	183-240°C
Environments	Ar atmosphere	Molten solder
Joint clearance	0.05-0.1mm	0.05-0.1mm

Table 1 Process parameters of brazing and soldering

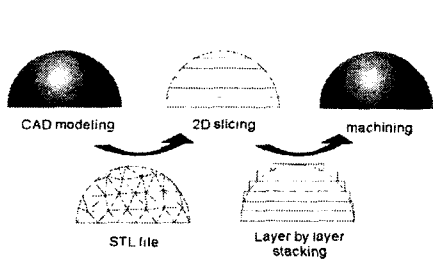


Fig.1 General methods of rapid prototyping

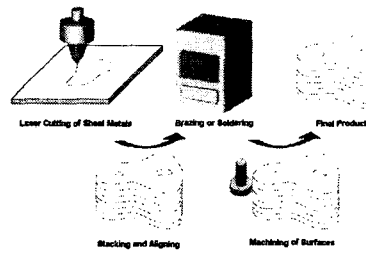


Fig.2 Steps of laminated tooling

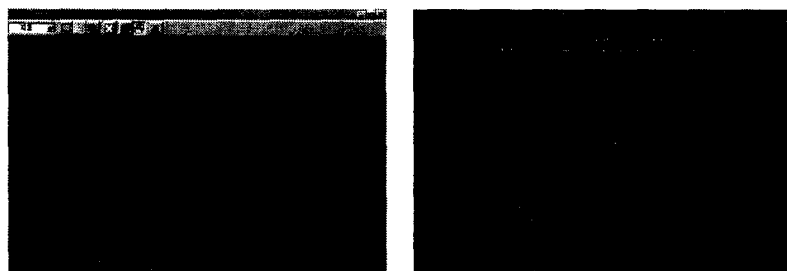


Fig.3 Laser cutting file generation program

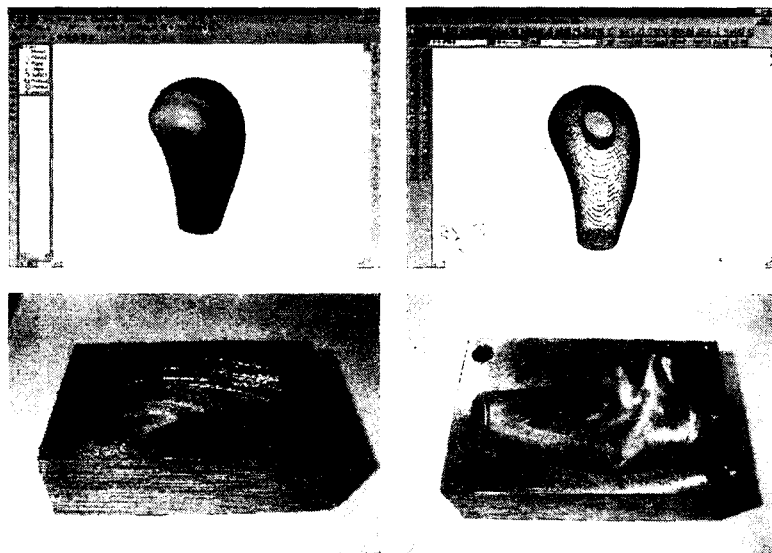


Fig.4 Example of laminated tooling for an automatic shift gear knob