

경사각에 따른 레이저 이동열원 해석에 관한 기초연구

A Basic Study on the Analysis of Moving Laser Heat Source with Inclination Angle

*김제현¹, 김광선¹, 최준영¹, #이훈만¹

*J. H. Kim¹, K. S. Kim¹, J. Y. Choi¹, #C. M. Lee¹(cmlee@changwon.ac.kr)

¹창원대학교 기계설계공학과

Key words : Laser Assisted Machining, Milling, Temperature Transfer, Moving Heat Source

1. 서론

최근 자동차, 항공기, 금형 등 생산업계의 다품종 소량 생산, 신제품 개발주기의 단축, 그리고 특수 전용 부품의 주문 제작이 증가함에 따라 새로운 공정 개발의 필요성이 대두되고 있다. 이에 따라 공정집약형의 목적으로 여러 가지 공정이 통합된 LAM(Laser assisted machining)의 연구가 활발히 진행되고 있다.

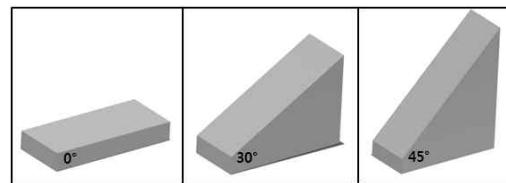
LAM이란, 레이저를 이용하여 공작물의 가공부위를 예열함으로써 Ni, 세라믹 등과 같은 난삭재를 연화시켜 취성파괴를 억제하고 소성변형에 의한 가공이 이루어지도록 하는 가공법이다. 이러한 LAM은 터릿형 CNC 선반에 레이저 광학모듈을 장착하여 공정에 따라 절삭공구와 레이저 광학계를 수시로 변경할 수 있기 때문에 선삭, 드릴링 등의 절삭가공과 열처리, 마킹, 용접, 절단 등의 레이저가공을 동시 또는 순차적으로 행할 수 있다. 이에 따라 LAM을 이용한 가공공정은 세팅 시간 단축, 설치공간의 최소화, 난삭재의 가공, 정밀도 등을 향상시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

그러나 이러한 많은 장점에도 불구하고 LAM은 레이저 열원에 의한 공작물의 영향을 파악하는 것이 매우 어렵다. 이에 대한 원인으로는 레이저 열원의 입열 면적이 매우 작고 에너지가 크며, 레이저가 이동하면서 예열하는 이유로 온도의 변화가 매우 크기 때문이다.

밀링 LAM 공정에서는 제품의 모양이 복잡하고 다양하기 때문에 가공시 예열하는 레이저의 경사각이 고려되어야 한다. 본 연구에서는 평판가공의 레이저 예열시 경사각에 따른 이동열원을 해석하고 온도 분포를 예측하였다.

2. 유한요소해석

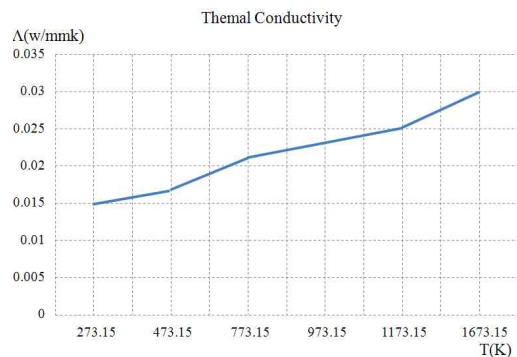
Fig. 1은 평판에 각각 0°, 30°, 45°의 경사각을 준 해석 모델을 나타낸다. 레이저의 열원 모양은 사각빔을 이용하였다. Table 1은 해석에 사용된 조건을 보여준다.



(a)Fig. 1 Analysis model by the angle

(a)Table 1 Conditions of the analysis

Material	SM45C
Block size	70mm × 30mm × 10mm
Laser power	340W
Laser feed rate	20mm/s
Convection heat	5W/m ² °C
Analysis time	2.4s



(a)

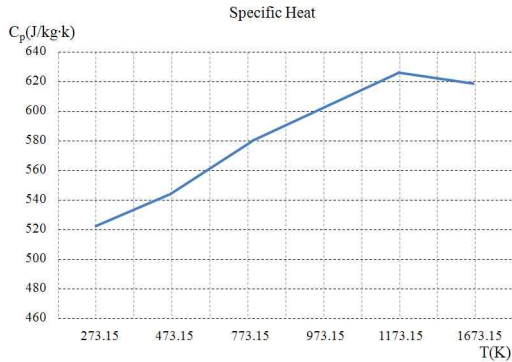


Fig. 2 Thermal conductivity(a) and specific heat(b) of SM45C

레이저는 정사각빔을 이용하였고 열원의 크기는 0° 에서의 빔 크기인 3mm × 3mm을 기준으로 각도에 따라 늘어난 면적을 직사각빔으로 해석하였다.

Fig. 3은 해석에 사용된 열원의 이동 방법이다. 정사각빔의 입열 지역에 2/3씩을 겹치도록 하여 순차적으로 이동시킨다. 레이저의 이송속도가 20mm/s 이기 때문에 한 칸이 이동하는 시간은 0.05s가 된다.

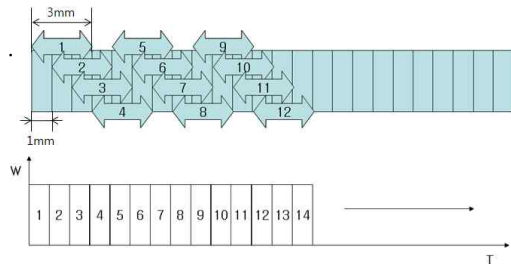


Fig. 3 Area of mesh

3. 해석 결과

Fig. 4 는 30° 에서의 해석결과를 나타낸다. 해석시간은 약 1시간 4분이 소요되었으며, 요소의 개수는 76,894개, 질점은 256,053개로 계산되었다. 해석결과 최고 온도는 1302.5°C로 0° 에서의 해석결과보다 약 1445°C 낮은 온도로 해석되었다. 이는 경사각이 발생함에 따라 열원의 모양이 타원으로 늘어나면서 단위면적당 받는 열에너지의 양이 감소했기 때문이다.

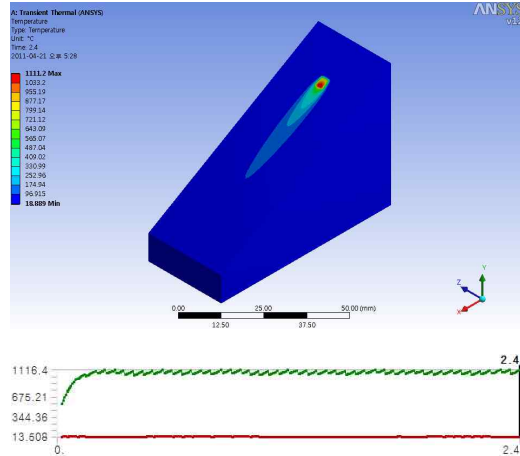


Fig. 4 Result of the analysis by 30°

4. 결론

본 연구에서는 경사각에 따른 이동열원의 열 해석을 수행하였다. ANSYS Workbench를 이용하여 유한요소모델을 구축하였다. 해석된 결과는 평균 가공뿐만 아니라 경사면에서의 온도분포를 통해 복잡한 밀링 LAM 공정의 열원해석에 대해 적용될 수 있을 것으로 생각된다. 또한 경사면에서는 열원의 온도가 낮아지기 때문에 레이저의 출력제어가 필요할 것으로 판단된다.

후기

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0017407).

참고문헌

1. Lee, J. H., Shin, D. S., Cho, H. Y. and Kim, K. W., "Trends of laser integrated machine," Journal of KSPE, Vol. 25, No. 9, pp.701-702, 2008.
2. Kim, D. H., "Laser Processing," Kyungmoon, pp. 265-284, 2005.
3. Ahn, S. H. and Lee, C. M., "A Study on Large-area Laser Processing Analysis in Consideration of the Moving Heat Source," International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Vol. 12, No. 2, pp. 1-8, 2011.