

HPDL을 이용한 SM45C의 예열효과 예측에 관한 기초연구 A Basic Study on the Prediction of Preheating Effect SM45C by Using HPDL

*김광선¹, *최준영¹, #이춘만¹

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

¹창원대학교 기계설계공학과

Key words : Laser Assisted Machining, HPDL, Preheating Effect

1. 서론

재료 공학의 발전에 따라 강하고 단단한 난삭재료들이 개발되고 있다. 난삭재는 산업 전반에 걸쳐 적용되고 있으며 그 수요 또한 증대되고 있다. 그러나 이러한 재료들은 일반적인 방법으로는 가공이 어려우며 가공이 가능하더라도 시간과 비용이 많이 든다. 따라서 LAM(Laser Assisted Machining)이라는 새로운 공법이 제안되었다.¹ LAM은 취성 재료를 레이저로 예열하고 연화된 부위를 절삭하는 가공방법이다. LAM은 세라믹, 니켈 등과 같은 소재를 가공할 경우 가공비용을 60%이상 절감할 수 있다.²또한 단파장성, 가공의 유연성 등의 특징으로 적용범위가 확대되고 있다.

현재 자동차, 항공 등 여러 생산제조 현장에서는 밀링 공정 제품이 많이 요구되고 있으며, 이에 따라 레이저 보조 밀링에 대한 연구가 필요하다. 그러나 예열범위의 위치가 일정한 선삭과는 달리 밀링은 열원의 제어가 매우 어렵다. 따라서 레이저 보조 밀링에서는 예열범위와 위치를 정확히 예측하는 것이 중요하다. 이와 관련한 많은 연구가 이루어지고 있다.

Kim, K. W. 등³은 레이저빔의 형태와 크기에 대하여 유한요소해석을 수행하고, 실험을 통해 공정 변수에 따른 가공범위를 분석 하였다.

Ahn, S. H. 등⁴은 레이저 입열 부분을 조절하여 이동열원의 해석시간을 줄일 수 있는 새로운 대면적 해석기법을 제안하였다.

본 연구에서는 SM45C 평판소재에 유한요소 해석하였다. 이를 통해 레이저 예열 출력의 변화에 따른 예열온도를 예측하였다. 또한 절삭력 측정 실험을 통하여 최적의 예열출력을 도출할 수 있는 기초연구를 진행하였다.

2. 열원 해석

2.1 해석 조건

해석모델은 SM45C 평판 소재로 크기는 폭 30mm, 길이 12mm, 높이 4mm로 하였다.

일반적으로 SM45C의 어닐링(Annealing) 온도는 550℃ 이상이고, 상변화는 730℃부터 일어난다. 이것을 고려하여 각 출력 인자를 결정하였다. 레이저 출력은 각각 100W, 120W, 140W, 160W로 변화시키고, 이송속도는 10mm/s 로 해석하였다. 해석 소프트웨어로는 ANSYS Workbench 13V를 사용하였다.

2.2 해석 방법

Fig. 1은 LAM의 개념도를 나타낸다. 레이저열원이 공구를 선행하여 소재에 조사된다. 레이저 광학 모듈이 기울어진 각도는 30°로 본 해석에서는 이것을 고려하여 30°기울어진 타원으로 해석하였다.

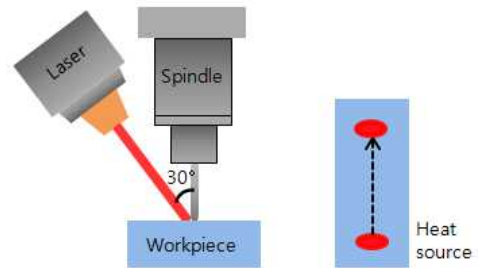


Fig. 1 Schematic of the laser-assisted milling process

3. 해석 결과

Fig. 2는 100W, 120W, 140W, 160W에서 해석된 결과를 나타낸다. 최종온도는 각각 655.41℃, 765.32℃, 873.29℃, 974.52℃로 나타났다. 출력이

높아짐에 따라 최종온도가 증가함을 알 수 있었다.

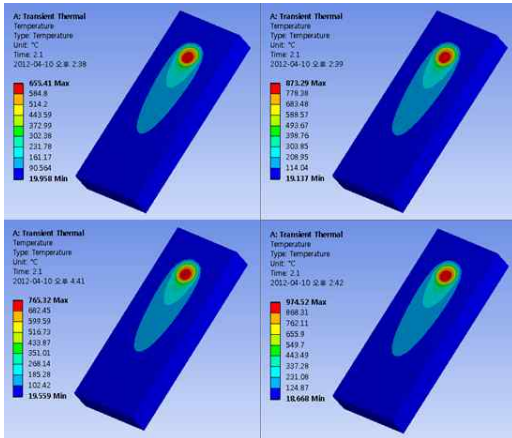


Fig. 2 Result of the analysis

4. 실험 장치 및 방법

Fig 1은 실험을 위해 제작된 LAM 장비를 나타낸다. 본 레이저 광학모듈의 파장대는 808~980nm이고, 최대출력은 1kW인 HPDL(High Power Diode Laser)을 사용하였다. 공구는 직경 3mm인 초경 볼 엔드밀을 사용하였다.

해석 조건과 같이 100W, 120W, 140W, 160W로 변화시키며 예열온도를 실시간으로 측정하였다. 온도 측정에는 409.7 ~ 1437.3℃ 범위까지 측정 가능한 고온계를 이용하였다. 또한 가공 시 절삭력을 측정하였다.



Fig. 3 Experiment system for laser assisted milling

5. 실험 결과

레이저 보조 가공에서는 SM45C가 연화되는 어닐링온도와 상변화가 이루어지는 온도 사이에서

가공이 이루어져야 한다. 각 출력에서의 절삭력 측정을 통하여 적합한 예열출력을 찾을 수 있다.

6. 결론

본 연구에서는 SM45C 평판에 레이저 출력을 변화시키며 이동하는 열원을 해석하였다. 해석된 각 출력에서의 온도분포를 통해 예열온도를 예측하였다. 또한 실험을 통하여 레이저 SM45C의 평판 보조 밀링에서 적절한 예열 출력을 찾을 수 있다.

후기

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

참고문헌

1. Jeon, Y. H. and Lee, C. M., "Current Research Trend on Laser Assisted Machining," International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 13(2), 311-317, 2012
2. Yilbas, B. S., "Laser short-pulse heating: moving heat source and convective boundary considerations," Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 293(1-2), 157-177, 2011.
3. Kim, K. W., "Analysis for Laser-Assisted Manufacturing by Developing Method of Heat Source Modeling," Ph.D. Dissertation, Department of Precision Mechanical Engineering, 2010.
4. 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, 12(2), 285-292, 2011.