

# 레이저 복합가공시스템의 현황 및 핵심기술

## Trends of Laser Integrated Machine

\*이제훈<sup>1</sup>, #신동식<sup>1</sup>, 임세환<sup>1</sup>, 송은영<sup>2</sup>, 방형배<sup>3</sup>

\*J.H. Lee<sup>1</sup>, #D.S. Shin(dsshin@kimm.re.kr)<sup>1</sup>, S. H. Lim<sup>1</sup>, E. Y. Song<sup>2</sup>, H. B. Bang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국기계연구원 지능형생산시스템연구본부, <sup>2</sup>(주)다담하이테크, <sup>3</sup>베이지레이저

Key words : Laser, LAM, Hardening, Welding, Ceramic

### 1. 서론

최근 레이저는 열처리, 절단, 용접, 드릴링 그리고 마킹과 같은 산업분야에서 적용되고 있다. 이는 정밀성, 공정의 유연성, 비접촉 가공 그리고 최소의 열영향부를 가지는 레이저 가공의 특징이 산업계에서 각광을 받았기 때문에 가능하였다. 또한 상기 장점은 기존의 공작기계에 접목되어 생산성을 향상시킬 수 있는 방안이 제시되고 있다.<sup>1,2</sup> 이와 같이 레이저 가공기술과 기존의 기계 가공 기술이 상호 융합 보완된 형태를 레이저 응용 복합가공기술이라고 한다. 레이저 이외의 복합화 추세는 이미 공작기계분야에서 적용이 되기 시작하였다. 이의 대표적 분야가 선반과 밀링머신을 결합한 공작기계로서 한번의 세팅으로 복잡한 가공물을 정밀하고 경제적으로 제작할 수 있어 복합화에 대한 효용성은 이미 산업현장에서 검증된 바 있다.<sup>3,5</sup>

본 논문에서는 최근 시작된 레이저와 공작기계의 복합가공기술에 대해서 다루고 있다. 레이저 가공기술이 공작기계에 본격적으로 접목이 되려면 고출력레이저 발전기술, 광화이버 전송시스템 및 집속광학계의 설계기술 그리고 절단공구의 교환과 마찬가지로 광학계의 자동교환장치가 필수적으로 개발되어야 한다. 또한 기존의 공작기계에서는 난삭재로 분류되어 기계가공이 힘들었던 세라믹 및 고경도 금속과 같은 재료 또한 레이저 예열선삭과 같은 공정의 개발이 필수적으로 이루어져야 한다. 이를 위해서는 선도 기술의 현황을 파악하고 시행착오를 최소화하여 연구개발에 임해야 된다. 이에 따라 본 논문에서는 상기 기술된 레이저 복합가공기술의 현황을 파악하고 향후 진행방향에 대하여 제시하고자 한다.

### 2. 레이저복합가공기의 해외 개발동향

레이저 복합가공기를 개발하기 위해서는 공정기술, 시스템 통합기술 및 광제어기술 관련 연구가 필요하다. 이에 대한 대표적인 연구기관으로서 독일의 Stuttgart 대학 레이저 연구소(IFSW)가 있으며 선반기반 레이저 복합가공기를 이용하여 레이저 열처리, 클래딩, 용접, 및 디버링 등과 같은 가공공정에 대한 연구를 하고 있고 레이저 복합가공기 전용 가공헤드의 설계 및 제작에 앞선 기술을 보유하고 있다.<sup>6,7</sup> 특히 독일의 IFSW 에서 설계/제작한 레이저 복합가공기의 가공헤드로서 기존의 공구 교환방법과 호환성을 가질 수 있게 설계되었다.

레이저 빔을 이송시키는 방법으로서의 가공 헤드의 측면으로 광 화이버를 접목시키는 방법과 주축과 동일한 방향으로 빔을 이송시키는 방법에 대한 연구를 수행하였다.

또한 이를 이용한 공정개발로서 최근 독일 IFSW, 독일 IPT(Institut Produktionstechnologie), 미국 Fraunhofer USA 그리고 IWS(Institut Werkstoff-und Strahltechnik)에서 예열효과 및 열처리공정에 대한 연구결과가 발표되고 있으며 <sup>8,10</sup> 미국 Purdue 대학의 신영철 교수팀은 CO<sub>2</sub> 레이저와 선반의 복합화에 대한 연구가 활발히 진행되기 시작하였다.<sup>11-18</sup>

Fig. 1~3 은 상기 설명된 레이저 복합가공을 다양한 연구

기관에서 적용한 예를 보여주고 있다. 특히, 세라믹재료의 가공은 일반 절삭공구로서 가공이 불가능하고 공업용 다이아몬드 휠을 이용하여 미소량으로 연삭가공해야 하는 단점을 보유하고 있는데 레이저의 예열효과를 겸비한 절삭공정은 가공의 효율성이 뛰어나 적용성이 뛰어난 것으로 판단된다. 이와 같은 레이저 예열선삭은 고온특성 및 열효율특성이 뛰어나며 경량화가 용이하나 가공을 위한 가격 경쟁력이 낮은 세라믹 브레이크 디스크 및 엔진 부품의 제작에 접목할 수 있는 대표적 기술로서 분류될 수 있다

### 3. 레이저복합가공기의 국내개발동향

국내의 레이저 복합가공시스템 및 공정에 관한 연구는 현재 한국기계연구원에서 수행하고 있으며 세라믹 예열선삭 및 강재의 열처리 작업을 수행할 수 있는 레이저 복합가공기를 개발하고 있다. 핵심기술로서 레이저 복합가공기용 빔 이송 장치, 레이저 가공 핵심 모듈 등의 시스템기술과 세라믹 예열선삭 및 레이저 열처리 등의 이중 복합 공정 기술이 있다.

Fig. 4 는 한국기계연구원에서 현재 개발 중인 레이저 복합가공 시스템으로서 아메코(주)와 공동개발중인 장비이다. 본 광학모듈의 구성방식은 리볼버식으로서 착탈의 공정이 필요가 없기 때문에 기존의 빔이송헤드에서 발생이 가능한 문제점인 레이저 빔 이송용 광화이버의 혼선 및 착탈시 충격력에 의한 광학계 손상 등을 제거할 수 있는 장점이 있다. 한편 본 장치에 적용되는 레이저는 HPDL(High Power Diode Laser: Laserline)로서 광화이버로 레이저의 전송이 가능하고 에너지효율이 뛰어나 전력대비 레이저출력이 뛰어난 장점이 있어 CNC 시스템에 적용이 용이한 특징이 있다. 또한 본 레이저 복합가공 시스템의 광학모듈은 한국기계연구원에서 특허출원 및 등록을 마쳤으며 <sup>19-21</sup> 향후 기술선점을 통해서 시장을 보호할 수 있을 것으로 판단된다.

### 4. 결론

공작기계의 차세대 시장은 복합 가공화로 예측되고 있으며 일부에서는 이미 진행되고 있다. 이러한 복합화 추세는 최근의 시장 환경 변화에 따라 더욱 더 다양하게 진행될 전망이다. 기존의 기계 가공작업에서 생산성이 한계에 도달함에 따라 조립 부품수를 줄이기 위한 노력이 진행되었다. 역으로 일반 소비자의 기호가 다양해짐에 따라 단위 부품의 형상은 더욱 복잡해지고 이를 위한 소량 생산시스템이 개발되기 시작하였다. 그러나 시스템의 상용화는 아직 시작단계에 불과하므로 집중적인 연구개발을 통하여 레이저 복합가공기를 국산화하면 세계시장에서의 국제 경쟁력을 충분히 확보할 수 있다고 판단된다.

### 후기

본 연구는 지식경제부의 지역산업기술 개발 사업인 “레이저 복합가공기용 핵심광학모듈 개발” 과제의 지원으로 수행되었습니다.

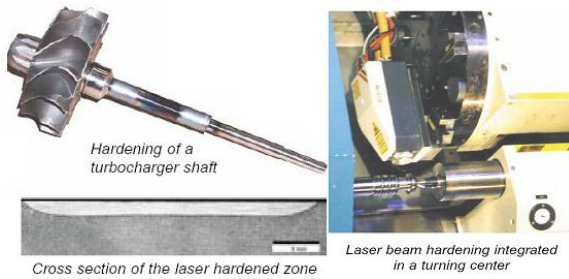


Fig. 1 Laser hardening of turbocharger shaft (Fraunhofer USA)



Fig. 2 Laser ablation and endmilling of mold (Deckel Maho)

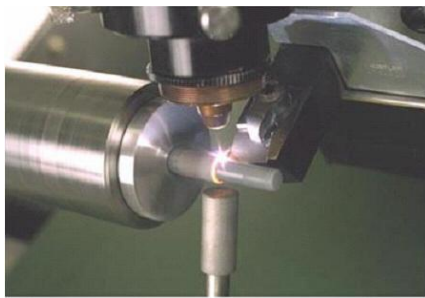


Fig. 3 Laser assisted machining of ceramic (Purdue Univ.)

### 참고문헌

1. Kim, T. H., "Laser Processing," Kyoung Moon Sa, 2005.
2. Park, S. D., "Laser Manufacturing," Dae Kwang, 1998.
3. <http://www.komma.org/Document/Magazine/MT200306/page400.htm>
4. Future and Emerging Technology (2000-2025)," KISTEP, 1999.
5. Miyazaki, T. "Trends of Laser Processing" Automation Systems, pp. 49-81, 2004.5.
6. Huegel, H., Wiedmaier, M. and Rudlaff, T., "Laser processing integrated into machine tools-design, applications, economy," Optical and Quantum Electronics, Vol. 27, No. 12, pp. 1149-1164, 1995.
7. Krastel, K. and Drechsel, J., "Integration of laser processing in machine tools and their economy," SPIE, Vol. 3613, pp. 65-74, 1999.
8. <http://www.ipt.fraunhofer.de>
9. <http://www.fraunhofer.org>
10. <http://www.iws.fraunhofer.de>
11. <http://widget.ecn.purdue.edu/~lamp1>
12. Pfeifferkorn, F. E., Shin, Y. C. and Tian, Y., "Laser-Assisted Machining of Magnesia-Partially-Stabilized Zirconia," Transactions of the ASME, Vol. 126, No. 1, pp. 42-51, 2004.
13. Barnes, S., Richard Morgan and Andrew Skeen, "Effect of Laser Pre-Treatment on the Machining Performance of Aluminum/SiC MMC," Transactions of the ASME, Vol. 125,



(a)



(c)

Fig. 4 Laser integrated CNC for hybrid machining

No. 4, pp. 378-384, 2004.

14. Rebro, P. A., Shin, Y. C. and Incropera, F. P., "Design of operating conditions for crackfree laser-assisted machining of mullite," International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 44, No. 7, pp. 677694, 2004.
15. Armitage, K., Masood, S. and Brandt, M., "Laser Assisted Machining of Hard-to-Wear Materials," "Magnesia- Partially-Stabilized Zirconia," Transactions of the ASME, Vol. 126, No. 1, pp. 42-51, 2004.
16. Lei, S., Shin, Y. C. and Incropera F. P., "Deformation mechanisms and constitutive modeling for silicon nitride undergoing laser-assisted machining," International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 40, No. 15, pp. 2213-2233, 2000.
17. Zhang C. and Shin Y. C., "A novel laser- assisted truing and dressing technique for vitrified CBN wheels," International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 42, No. 7, pp. 825-835, 2000.
18. Zhang C. and Shin Y. C., "Wear of diamond dresser in laser assisted truing and dressing of vitrified CBN wheels," International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 43, No. 1, pp. 41-49, 2003.
19. Lee, J. H., Suh, J. and Shin, D. S., "Apparatus for Laser Processing for Machine Tool," Korea Patent No.: 0597906, 2006.
20. Lee, J. H., Suh, J. and Shin, D. S., "Apparatus for Processing using Laser-Beam," Korea Patent No. 0704225, 2007.
21. Lee, J. H., Suh, J. and Shin, D. S., "Method and Apparatus for Processing Object Using Laser," Korea Patent No. 0597907, 2006. Tusty, J., Smith, S., and Zamudia, C., "Operation Planning Based on Cutting Process Model," Annals of the CIRP, 39, 517-521, 1990.