

# 고속 이동 물체에 대한 마킹 및 드릴링 시스템 개발에 관한 연구

## Development of Marking & Drilling System For Flying Object

(주) 한올레이저 장주환, 박재홍  
한국기계연구원 이제훈, 김정오

### I. 서론

레이저 가공기술은 작업의 정확성과 빠른 작업속도에 의하여 전기, 전자 분야의 packaging, hole 가공 등 산업전반에 걸쳐 적용되고 개발되어져 왔다. 특히 레이저 빔의 우수한 에너지 지향성과 집중도, 정밀도에 기인하여 Marking 및 Drilling, Trimming등의 가공분야에서 많이 적용되고 있다.

일반적으로 Galvano식 Scanner를 이용한 레이저 가공기술은 그 특성상 고정된 물체에 한하여 그 적용 범위가 한정되어 왔고 고속 이동 물체에 대한 마킹 및 드릴링이 지속적으로 연구가 되고 있으나, 이동하고 있는 물체의 속도 및 속도의 변화량을 감지하고 이를 Feedback으로 받아 속도에 적합하게 Moving 관련 Parameter 나 Laser Parameter를 조정하여 마킹 및 드릴링을 해야 하므로 적용에 있어서 hardware적으로나 software적으로 어려움이 있다.

본 연구에 이용된 Drilling 대상물은 폴리에틸렌 계통의 농업용 분수호스이며 기존의 기계식 드릴링 방식과 레이저 드릴링 방식의 가공 홀 단면의 형상을 비교 분석하고자 한다. 또한 레이저 드릴링 방식에 Moving Controller를 사용함에 있어서 이동 속도에 적합한 Moving Parameter 설정전 후의 가공면의 상태를 연구하여 고속이동 물체에 원하는 형태의 마킹 및 드릴링이 가능한 시스템의 개발을 목적으로 하였다.

### II. 실험방법

#### 1) 시스템의 구성

본 연구를 위해 개발된 레이저 마킹 및 드릴링 시스템의 구성은 Laser Head, Beam Expander, Scanner, Power Supply, Remote Controller, 고속 이동물체의 속도와 연동하여 속도 및 속도 변화를 감지하고 Laser 신호에 Moving 신호를 공급해주는 Moving Controller, 마킹과 드릴링 신호의 공급 및 제어를 담당하는 PC, 냉각장치 등으로 이루어진다. Laser Source는 COHERENT사의 150W급 CO<sub>2</sub> Laser DIAMOND K-150을 사용하였고 냉각장치는 SPEED사의 650A 타입의 Chiller가 사용되었다. 그림 1은 레이저 마킹 및 드릴링 시스템의 구성을 보여준다.

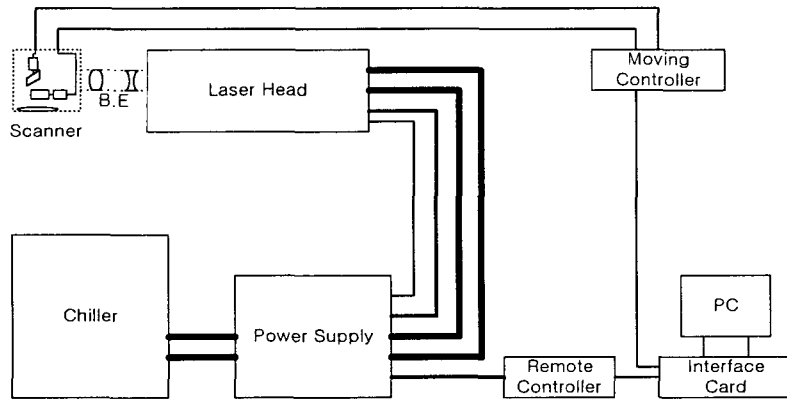


Fig. 1: The schmatic diagram of laser drilling and marking system for flying object.

## 2) 실험방법

레이저 제너레이터에서 발생하는 빔의 펄스폭은  $1000\mu\text{s}$ 로 고정 시켜 놓고 펄스폭을  $100, 200, 300, 400\mu\text{s}$ 로 변화시켜가며 드릴링 상태를 조사하였다. 이때의 이동 물체 속도는  $60\sim 150\text{m}/\text{min}$ 로 설정을 하였고 폴리에틸렌 분수호스의 두께를  $0.1\sim 0.3\text{mm}$ 로 바뀌가며 실험하였다. 그림 2는 시스템 운용의 흐름을 Flow Chart로 보여준다.

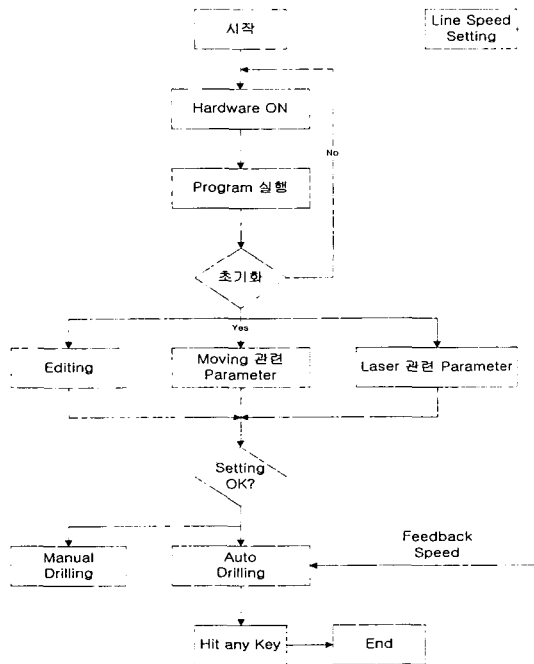
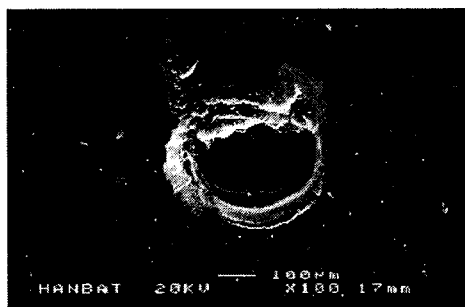


Fig. 2: Flow Chart of laser system

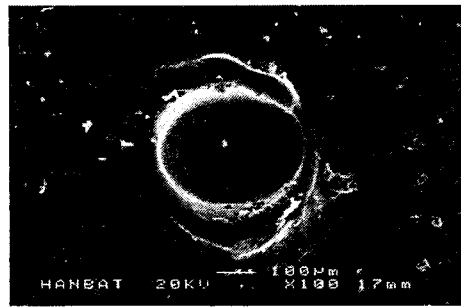
### III. 결과 및 고찰

#### 1) 시스템의 개요

기계식 드릴링 방식에서는 롤에 핀을 고정시켜서 사용하므로 이동물체의 속도는 드릴링에 그다지 영향을 미치지 못하였지만 레이저 드릴링 방식에 있어서는 고속으로 이동하는 속도에 상응하게 레이저빔이 추적하면서 드릴링을 하여야만 원형의 홀을 가공할 수 있다. 즉, 드릴링 대상물인 폴리에틸렌 분수호스가 분당 60m의 속도로 움직이고 펄스폭이 100 $\mu$ s인 레이저를 방출하면 호스는 100 $\mu$ m만큼 이동하게 된다. 따라서 100 $\mu$ m가 찢어져서 드릴링이 되는 현상이 나타나게 되고 이를 보정 해주기 위해서 이동속도에 맞게 레이저빔을 제어할 수 있는 2축 Moving Controller를 제작 설치하였다. 그림 3은 기계식 드릴링 방식에 의한 폴리에틸렌 분수호스의 상태와 레이저 드릴링에 의한 상태를 보여준다. Fig. 3a)는 기계식 가공으로 바늘 롤러의 회전에 의한 찢어짐 현상이 발생하고 이는 결국 높은 수압에서 분수호스의 수명을 단축하는 결과를 초래한다. Fig. 3b)는 기존의 레이저 펄스 조사시간 동안 추적 제어를 하지 않고 가공한 홀이며 Fig. 3c)는 레이저 빔을 추적 조사한 홀의 형상이다. 추적 조사한 경우, 홀의 모양이 대칭형이며 원형을 이루고 있어 수명을 연장하고 일정한 패턴의 물 분사를 가능하게 한다.



a) Mechanical drilling



b) Laser drilling(moving off)



c) Laser drilling(moving on)

pulse duration : 100us  
line speed : 60m/min  
material : 0.1t, PE hose

Fig. 3: Comparison of holes obtained by the different drilling method

#### IV. 결론

본 연구에서는 고속으로 이동하는 물체(관수용 분수호수)에 대한 드릴링 가공시에 레이저 펄스폭과 대상물의 이동속도에서 발생하는 타원형의 홀 가공을 스캐너 시스템을 사용하여 이동속도 160m/min.에서도 원형의 드릴링이 가능한 레이저 드릴링 시스템을 개발하였다.

line speed가 분당 120m 인 경우, 500us 의 레이저 pulse를 조사시키면, 대상체의 이동거리는 1mm가 된다. 따라서 초점 크기 300um 그리고 이동속도 120m/min. 일 경우 300 x 1000 um 인 타원의 형태로 가공이 된다.

이러한 문제점을 해결한 개발된 시스템에서는 1 hole 당 최대 1000us 의 pulse 지속시간을 줄 수 있으며, 이동물체 추적 가능한 speed 는 분당 160m (최대 pulse 지속시간 1ms / total marking cycle time is 0.2sec 경우)이며, 이때 가공된 홀의 형상은 원형을 유지하고 있다. 또한, 기계적인 천공 시스템에서는 홀의 패턴이 변화함에 따라 새로운 천공 바늘 드럼을 제작하여야 하는 어려움이 있으나, 본 시스템에서는 프로그램 상에서 패턴을 자유롭게 변환시킬 수 있는 높은 유연성을 확보하고 있다.

#### V. 참고문헌

- [1] 김병태. 레이저공학, 도서출판 상학당, 91 (1997).
- [2] 박성두. 레이저가공, 대광서림, 107~108 (1997)
- [3] J. Mazumder and W. M. Steen, J. Appl. Phys, 94, 51 (1980).
- [4] J. C. Conde, F. Lusquions, P. Gonzalez, B. Leon, and M. Perez-Amor, J. Laser. Appl, 13, 105 (2001).
- [5] J. J. Wrobel, A. B. Marchant, and D. G. Howe, Appl. Phys. Lett, 40, 928-929 (1982).
- [6] Kurt F. Wissbrun. J. Appl. Phys, 62, 1123-1124 (1987).
- [7] M. Lax, J. Appl. Phys, 47, 3913-3924 (1977).
- [8] Sandra H. Slivinsky and Norman E. Ogle, J. Appl. Phys, 48, 3660 (1977).
- [9] B. S. Yilbas, J. Material Processing Technology, 70, 267 (1977).
- [10] Tai-Shung Chung, J. Appl. Phys, 60, 57 (1986).
- [11] D. Bauerle, Laser Processing and Chemistry, Spring, 220, (2000).