

자동차용 고강도강 DP980 의 레이저 성형성 기초평가 Laser forming foundations assessment of high strength steel DP 980 for automotive

*송정한¹, 이근안¹, 박선명², #박성준²

*J. H. Song¹, G. A. Lee¹, S. M. Park², #S. J. Park(park@ut.ac.kr)²

¹ 한국생산기술연구원, ² 한국교통대학교 기계공학과

Key words : Laser Bending Process, Laser Forming Apparatus, Line Energy, Bending Angle

1. 서론

레이저를 이용한 판재 성형기술은 Fig. 1 과 같이 초점을 맞추지 않은 면 사이에 발생하는 온도차이에 의해 생기는 열응력을 이용해 변형을 가하는 방법으로[1], 레이저의 특성 상 에너지 조절이 용이하고, 광학계를 이용한 조작이 가능하며, 국부적인 순간 가열이 유리하기 때문에 부가적인 냉각 시스템이 필요치 않아 정밀 박판 성형에 이용하는 연구가 많이 진행 되고 있다[2].

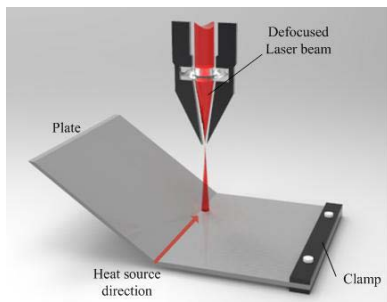


Fig. 1 Schematic description of the laser forming

그간 진행된 연구들은 대부분 레이저 성형의 기본 성질을 분석하고, 레이저 성형 각도를 예측 하는데 있어 선 에너지(Line energy) 개념을 도입하여 수행 되었다[3]. 선 에너지란 레이저 출력을 이송 속도로 나눈 값으로서 레이저 조사 면이 받는 단위길이 당 에너지를 말한다. 이러한 선 에너지만을 이용하여 박판의 성형 특성을 파악한다면 동일한 선 에너지에서 빔 사이즈가 달라지는 경우 정확한 성형 특성을 파악했다고 볼 수 없다.

본 논문에서는 자동차용 초고강도 강판 DP980 의 레이저 성형 특성을 파악하기 위하여 기초적인 레이저 굽힘 변형에 대한 실험을 수행하고 도출된 실험결과를 에너지밀도(Energy density) 개념을 도입하여 분석함으로써 레이저 조사출력, 이송속도, 빔 크기 등의 입력에너지에 따른 굽힘 각도의 변형특성을 파악하였다.

2. 실험장치 설계 및 제작

실험은 CW 타입의 1kW 급 Fiber laser 를 사용하였으며, National Instrument 사의 모션보드 PCI-7344 와 DAQ 보드 PCI-6014 를 사용하여 4 축 스테이지 및 레이저를 자체 제작한 프로그램을 사용하여 제어 하였다.



Fig. 2 Photograph of laser forming test-bed

빔 크기는 Z 축 스테이지를 상하 이동 시켜 최대 11mm 에서 최소 1mm 까지 조절이 가능하고 시편의 변형 각도를 측정하기 위해 2 차원 레이저변위센서를 설치 하였다. 이러한 설계에 따라 최종적으로 제작한 레이저 성형 장치는 Fig.2 의 사진과 같다.

3. 레이저 성형공정 실험

실험은 빔 크기를 5mm, 8mm 로 설정 하고 레이저 출력, 이송속도를 변화시키면서 조건에 따른 굽힘 각을 측정하였다. 실험결과는 Table1, Table 2 에 도시하였다.

Table 1 Bending angle with process condition on beam size 5mm

Scanning speed (m/min)	Laser power (W)		
	500	750	1000
1.0	Melt	Melt	Melt
2.0	1.04°	Melt	Melt
5.0	0.1°	0.37°	0.88°
10.0	0	0	0.2°

Table 2 Bending angle with process condition on beam size 8mm

Scanning speed (m/min)	Laser power (W)		
	500	750	1000
1.0	1.39°	1.99°	Melt
2.0	0.07°	1.04°	2.22°
5.0	0	0.07°	0.24°
10.0	0	0	0

위에 도시한 Table 및 Fig.3의 나타낸 그림에서 볼 수 있듯이 동일한 선 에너지 조건에서 빔 크기 변화에 따라 시편의 변형 특성이 달라지는 것을 볼 수 있다. 앞선 결과에서 보다 정확한 분석을 위하여 레이저 출력을 500W 로 고정하고 선 에너지를 변화하면서 추가 실험을 수행하였다.

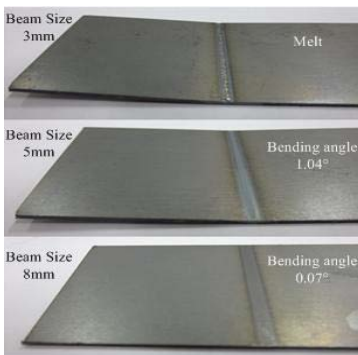


Fig. 3 Deformation of plate according to beam size

Fig. 4 는 시편의 변형 각을 각각 선 에너지, 에너지밀도 기준으로 나타낸 그래프이며, 도시된 바와 같이 선 에너지 기준으로는 성형 특성을 파악하기 어렵지만 에너지밀도를 기준으로 결과 값을 본다면 일정 영역에서 굽힘 각이 선형적으로 증가하는 것을 볼 수 있다.

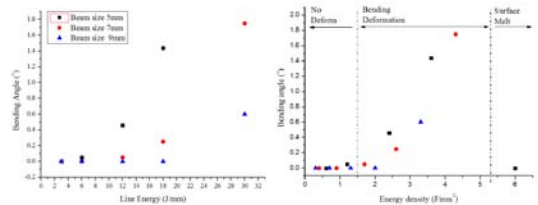


Fig. 4 Relationship between bending angle and line energy or energy density in DP980

4. 결론

본 논문은 DP980 강판의 레이저 성형 공정 특성을 파악하기 위해 에너지밀도 개념을 도입하여 실험결과를 분석하였다. DP980 시편의 경우 시편 변형에 약 2.5 J/mm²의 에너지 밀도 임계값(Threshold energy)이 존재하며, 약 5.5 J/mm² 이상의 에너지 밀도에서는 용융이 발생하였다. 이처럼 선 에너지만으로 굽힘 각 특성을 파악하기 어려운 경우 에너지밀도를 도입하여 분석한다면 레이저 성형 특성 파악에 유용할 것으로 보인다.

후기

본 논문은 지식경제부 산업원천기술개발사업(과제번호: 10040078)의 지원으로 수행된 연구결과이며, 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참고문헌

1. J. Magee, J. Sidhu, R. L. Cooke, "A Prototype Laser Forming System", Opt. Laser Eng., Vol. 34, pp. 339~353, 2000.
2. J. T. Kim, "A Study on the Laser Forming of Sheet Metal for Arbitrary shape", A doctoral dissertation, 2005.
3. J. Cheng, Y. L. Yao, "Process Design of Laser Forming for Three-Dimensional Thin Plates", ASME J. Manuf. Sci. Eng., Vol. 126, pp. 217~225, 2004.