

# 자동차 차체용 아연도금강판의 3 겹 레이저용접 방법

## The 3-layer laser welding method of zinc coated steel for car body

(주)현대자동차 생산기술개발팀 이희범, 장인성, 정대현, 오광민, 심민선

Laser welding is high power density welding method which is higher speed and productivity, lower thermal deformation, without material restrictions for car body welding. But, in case of zinc coated sheet metal welding, the gap is needed 0.1~0.2mm to avoid weld bead blowup.

This paper describe that it used dimple and pressure roller tool to improve laser welding quality for 3-layer zinc coated sheet metal.

Key Word : Laser welding(레이저용접), Zinc(아연), Gap(갭), Parameter Optimization(인자 최적화), Pressure roller tool(가압롤러 툴), Dimple(딴플)

### I. 서론

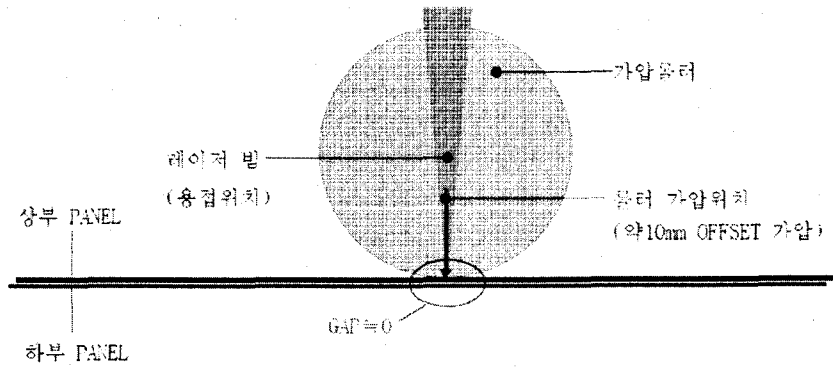
자동차 차체 조립 공법으로서의 레이저 용접은 고밀도로 집속된 레이저빔을 이용하여 소재를 가공하는 방법으로 적은 열변형, 높은 생산성, 소재의 제약이 적은 장점을 가지고 있으나, 스폿 용접에 비해 정밀한 용접부 매칭을 요구한다. 특히, 아연도금강판의 경우 용접비드 터짐을 억제하기 위해 약 0.1~0.2mm 정도의 아연증기 배출 Gap 을 필요로 한다. 따라서 이러한 제약조건을 극복하기 위해 다양한 방법들이 자동차 차체 용접에 적용 되었으나, 부품의 성형과 조립 및 구조에 따른 제약조건으로 인하여 해법을 찾지 못하고 있다.

본 연구에서는 3 겹 아연 도금 강판의 레이저 용접시 아연증기 배출을 위한 Gap 유지 방법으로서, 차체부품에 딴플을 성형하는 방법과 세라믹 비드를 삽입하여 읍셋 롤러로 가압하면서 레이저 용접에 필요한 적정 Gap 을 확보하는 방법을 사용하였다.

### II. 본론

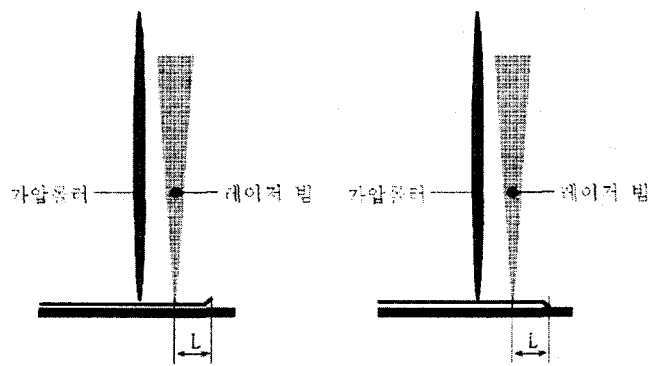
#### 2.1 일반적인 가압롤러를 이용한 용접 방법

레이저 오버랩 용접에서 가압롤러 툴은 클램핑 장치의 설치가 어려운 경우나 부품의 크기가 커서 대형 지그 및 클램핑 장치가 필요한 경우에, 레이저 빔을 조사하는 방향에서 롤러를 가압하여 용접에 필요한 적정 GAP 을 확보하는 수단으로 일반적으로 사용 된다. [그림 1]은 가압롤러 툴을 이용한 일반적인 레이저 오버랩 용접 방법을 나타내었다. 그림에서와 같이 롤러 가압위치와 레이저 빔 조사 위치가 일치 됨으로써 레이저 빔 조사 위치의 Gap 이 거의 "0" 이 됨을 알 수 있다. 이 경우 모재가 아연도금 강판일 경우 아연증기 Gas 에 의해 용접 비드가 터지는 것을 피할 수 없을 것이다. 따라서, 레이저용접을 양산라인에 적용하는 자동차 메이커에서는 부가적인 수단을 고안하여 양산에 적용하고 있다.



[그림 1] 가압롤러 톨을 이용한 일반적인 레이저 오버랩 용접 모식도

[그림 2]는 2 겹 폐단면 용접구조의 가압롤러 톨을 이용한 레이저 오버랩 용접 양산 적용 예이다. 레이저 빔 조사위치(용접위치)에서 좌우로 거리 L 만큼 떨어져 있는 위치에 아연증기 Gas 배출이 용이하도록 용접 플랜지 끝단부가 성형되어 있고, 레이저 용접을 할 때는 Seam Tracking 장치를 이용하여 용접 플랜지 끝단부로부터의 거리 L 이 일정하도록 레이저 빔 조사 위치를 제어 한다.

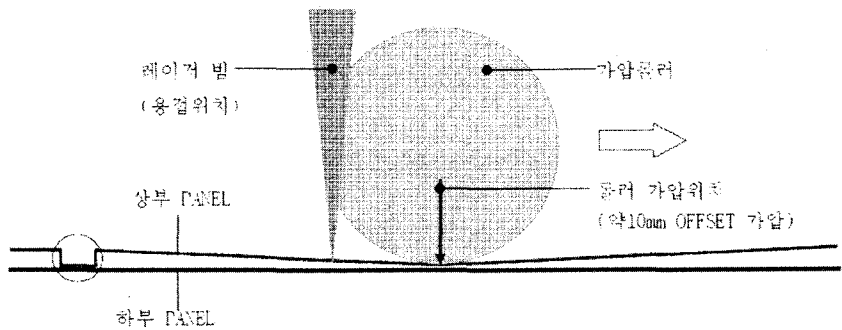


[그림 2] 가압롤러 톨을 이용한 레이저 오버랩 용접 양산 적용 예

## 2.2 연구 내용

### 2.2.1 딩플을 이용한 Gap 유지 방법

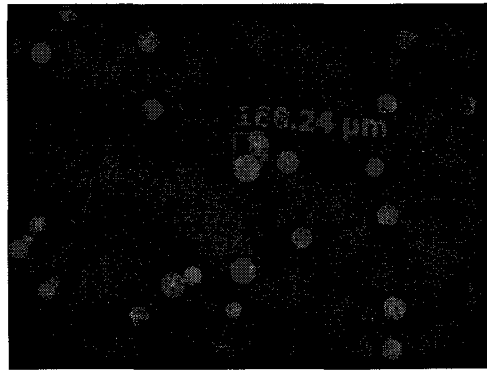
3 겹 레이저 오버랩 용접의 경우 [그림 2]의 용접구조 아래에 1 겹의 모재가 더 있기 때문에 이 방법을 이용하여 레이저 용접을 할 경우 용접품질이 향상 되는 것을 기대하기 어렵다. 따라서 [그림 3]과 같이 용접 플랜지에 딩플을 추가하여 각각의 모재를 이격(移檄) 시켜 매칭 하였으며 롤러 가압위치를 레이저 빔 조사 위치로부터 용접 진행 방향으로 선행 가압함으로써 용접위치(레이저 빔 조사 위치)에 적정 Gap 을 확보하는 방법을 사용하였다. 이 방법은 Seam Tracking 장치 등의 별도 부가 장치가 필요 없기 때문에 비용이 적게 소요 되고, 용접하고자 하는 부품의 용접 플랜지 성형이나 매칭 정도가 다소 낮아도 적용이 가능하다는 장점이 있다.



[그림 3] 딴플 및 읍셋 가압롤러 톨을 이욱한 레이저 오버랩 용접 모식도

### 2.2.2 세라믹 비드를 이욱한 Gap 유지 방법

[그림 4]와 같은 세라믹 비드를 딴플 대신에 수작업으로 시편 용접 플랜지에 삽입하여 2.2.1 과 같이 레이저 용접 실험을 실시하였으며, 실험에 사용된 세라믹 비드의 형상은 [그림 4]와 같다.



[그림 4] 실험에 사용된 세라믹 비드 사진

### 2.3 실험내용

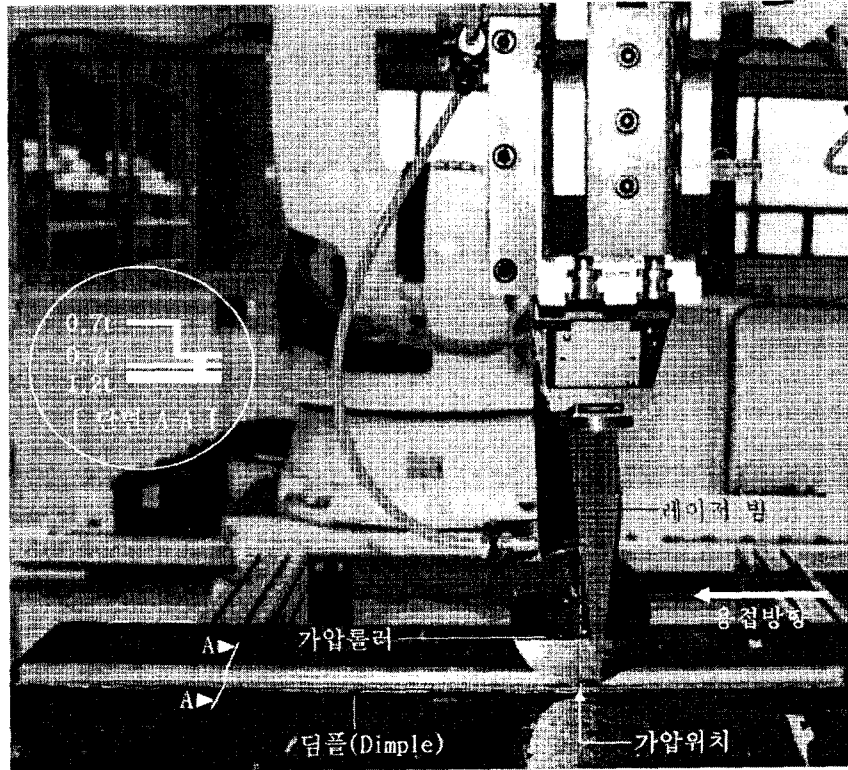
실험장치는 4.5kW 급 레이저 발진기, 읍셋 가압롤러 톨(읍틱헤드 장착) 등으로 구성되고, 시편 조합은 SGACEN 0.7t + SGACEN 0.7t + SPFC590DP 1.2t 이며, 딴플 간격과 딴플 위치(상부시편, 중간시편)에 따른 레이저 용접 특성을 파악하였다. 본 연구에서는 용접 비드 외관 형상에 대하여, 전체 용접길이에 대한 비드터짐(Blow Hole, 함몰, 언더컷 등) 길이의 비율을 계산하므로써 용접 결과를 분석하였다. 딴플 간격 및 딴플 적용부위는 아래와 같다.

딴플 간격[mm] : 500, 250, 150, 50

딴플 적용부위 : 상부시편, 중간시편

시편 크기 : 폭 20mm × 길이 600mm

시편 두께 : 0.7t + 0.7t + 1.2t



[그림 5] 딴플 및 읍셋 가압롤러 툴을 이용한 레이저 용접 실험 사진

### III. 결과 및 고찰

#### 3.1 딴플 및 읍셋 가압롤러 툴을 이용한 용접 실험

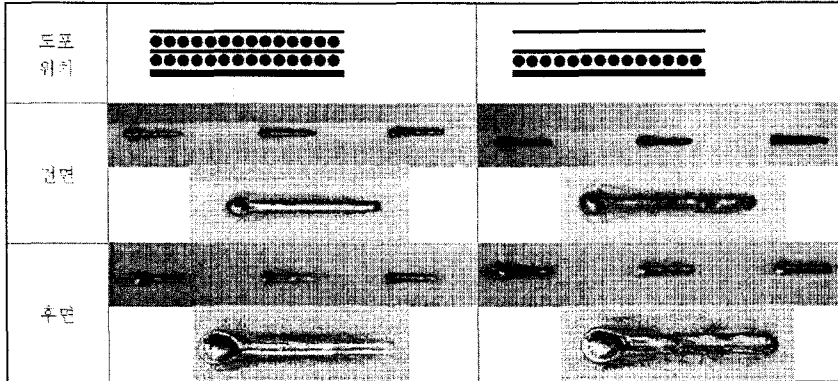
실험결과 레이저 용접품질은 [표 1]과 같이 Dimple 간격에 대해서는 150mm 일 때 용접 불량율이 가장 낮았고 이보다 좁은 간격에서는 레이저 용접부 Gap 이 과대해져 용접 불량율이 증가됨을 알 수 있다. 또한, 3 겹 오버랩 용접의 품질은 중간 판재에 딴플을 적용하는 효과적임을 알 수 있었다.

딴플 위치	Dimple 적용 간격			
	500mm (용접점 10개 간격)	250mm (용접점 5개 간격)	150mm (용접점 3개 간격)	50mm <sup>1)</sup> (용접점 1개 간격)
상부	불량률	28.3	17.7	12.4
	평균	12.2	12.0	5.6
하부	불량률	29.4	17.7	12.4
	평균	12.2	12.0	5.6

[표 1] 덩플 및 읍셋 가압롤러 틀을 이용한 용접 실험 결과

### 3.2 세라믹 비드 및 읍셋 가압롤러 틀을 이용한 용접 실험

본 실험에서의 세라믹 비드 도포 부위는 [표 2]와 같이 각 시편 사이에 모두 도포한 것과 상부와 중간 시편 사이에만 도포하는 경우로 나누어 용접실험을 실시 하였고, 실험결과는 [표 2]와 같다.



[표 2] 세라믹 비드 및 읍셋 가압롤러 틀을 이용한 용접실험 결과

#### IV. 결론

3 겹 오버랩 용접시 아연증기 배출을 위한 방법으로서 덩플 성형과 세라믹 비드를 사용하여 그 결과를 분석하였으며, 덩플 간격은 150mm 일 때, 적용 위치는 중간 모재에 위치 할 때가 레이저 용접품질 향상 효과가 있음을 알 수 있었다. 이 용접 방법은 모재를 이격 매칭시킨 후 다소 높은 롤러 압력으로 가압하여 레이저 빔 조사위치의 적정 Gap 을 유지시키기 때문에 구조적인 강성이 높은 용접부에 한정하여 적용할 수 있다. 용접전 세라믹 비드를 이용한 레이저 용접의 경우 덩플을 적용한 것에 비해 좋은 용접품질을 얻을 수 있었으나, 세라믹 비드 도포기술 개발이 선행 되어야 한다.

#### V. 참고문헌

1. Lutz Hanicke : The short way to 45m continuous laser weld in a car body structure, Automotive Laser Applications Workshop(ALAW), 1996
2. Chr.Elsner, Laser application in Automotive practice : European automotive Laser Application , 23./24. January .2001
3. W. M. Steen, "Laser Material Proceeding", Second Edition, Springer, 1998
4. C. Dawes, "Laser Welding", McGraw-Hill, 1992.
5. Mariana G. Forrest, William A. Marttila, "A study of Effect of Laser Welding Process Parameters Variation on Weld Quality for Zn- coated Thin Auto Body Sheet Material", ALAW, 1996. Material", ALAW, 1996.
6. Madhav S. Phadke, "Quality Engineering Using Robust Design", Prentice Hall, 1989.
7. Ronald G. Askin, Charles R. Standridge, "Modeling and Analysis of Manufacturing Systems", Wiley, 1993.
8. Jian Xie, Paul Denney, "Galvanized Steel Joined with Lasers", Welding Journal, pp.59-61, June 2001.
9. Yves Meyer, "Laser Applications In PSA Peugeot Citroen For Automotive Body Manufacturing: Today

- and Tomorrow”, IBEC, pp.46-49, 1996.
10. Gerhard Wiedemann, “Process Technologies And Manufacturing Concepts In B.I.W”, IBEC, pp.21-26, 1997.
  11. Matthias Muller, Friedrich Dausinger, “Online Process Monitoring And Control of Laser Welding”, IBEC, pp.62-68, 1997.
  12. Peter Rippl, “Laser Welding of 3-D Contours for Automotive Body Applications”, ALAW, pp.10-40, 2001.
  13. Volker Bayer, “Laser Welding of OPEL Bodies”, ALAW, pp.372-406, 2001.