

자동차용 알루미늄도금 강판의 용접성(II)

(도금조건이 레이저용접 품질에 미치는 영향)

Weldability of Aluminized Sheet Steels for Automobile Application(II)

(Effect of Coating Conditions on Laser Weld Quality)

김 기철*, 차 준호*, 이 조영**

* 포항산업과학연구원

** 포항강판주식회사

ABSTRACT Laser weldability of aluminized steels of 0.8mm thick has been investigated. Test materials were cut from the commercial steels that were produced at the Coating Mill of POCOS. Test coupons for welding were prepared by using a conventional shearing machine and no additional edge treatment was performed. Nd:YAG laser welding system was mainly applied to make weld specimens.

Test results revealed that almost no spattering was observed even though the welding was performed with no overlap joint clearance. Bead quality of aluminized steel laser weld was smooth and stable. According to x-ray inspection results, it was proved that the laser welds of aluminized steels were metallurgically defect free.

1. 서 론

알루미늄 도금강판은 도금층의 조성에 따라서 통상 2종류로 분류되며 도금 물질에 알루미늄 이외에 Si가 함유된 경우 도금표면에는 Al-Si 합금층을 이루지만 소지철과의 계면에서는 얇은 Al-Si-Fe계 합금층을 형성하는 특징이 있다. 이러한 제품에서 Si는 Al-Fe계 금속간 화합물의 두께를 감소시키고 제조 공정에서 도금재가 심하게 변형되는 것을 막는 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

알루미늄 도금강판은 자동차용으로 공급되는 냉연강판과 동등한 소재를 사용하기 때문에 기본적으로 우수한 기계적특성을 나타낸은 물론 높은 내식성과 내열성이 있는 새로운 도금 강재이다.

지금까지 내식성과 성형성을 동시에 요구하는 자동차 부품제조 산업계에서 아연도금강판이 전통적으로 널리 사용되고 있다. 그러한 이면에는 아연계 도금강판의 품질 및 기술적 안정성이 이미 정립되어 있고 또 강종 다양성에 의한 선택의 폭이 넓은 것도 적지 않게 작용하였다.

한편 거의 모든 구조부품은 용접과정을 거쳐 제품화되며 최근에는 생산성과 제조공정의 효율

성을 위하여 자동차와 전자산업을 중심으로 레이저 용접기술의 도입 사례가 급격히 증가하고 있다. 그러한 제조 현장에서 아연계 도금강판은 다량의 스패터 발생으로 설비사고 유발, 작업환경 오염 또는 용접부 내부 건전도 부족 등 많은 문제점이 있다.

본 연구는 이러한 용접 현장의 어려움을 해결하기 위하여 새로운 철강소재의 하나인 알루미늄 도금강판의 레이저 용접성을 조사함으로써 산업 현장 적용의 기틀을 마련하고자 한 것이다

2. 실험 방법

2.1 시험편 준비

시험재는 두께 0.8mm의 알루미늄 도금강판으로서 도금 부착량은 40~130g/m² 범위이었다. 또 비교재로서 합금화 아연도금재와 도금이 되지 않은 냉연재를 썼다. 모든 시험재는 전단장치를 이용하여 소정의 크기로 절단한 다음 레이저용접을 실시하였다. 이 때 전단부의 후처리는 실시하지 않았으며 용접이음 형태는 겹치기였다.

2.2 용접 및 용접성 실험

용접부 시험편을 얻기 위하여 Nd:YAG 레이저와 CO₂ 레이저 용접장치를 이용하였으며 용접공정 변수로는 레이저출력, 용접속도, 초점위치 및 겹치기 간극 등이었다. Table 1은 용접조건을 나타낸 것이다.

Table 1 Laser welding conditions

Laser power	1~3kW
Welding speed	17~33mm/s
Position of focus	-1.5~+1.5mm
Shielding	Ar, 15lpm
Overlap joint gap	0~20% thickness

용접이 완료된 시험재는 각종 기계적 특성과 미세조직을 관찰하기 위하여 필요한 가공을 하였다. 용접부 건전도를 확인하기 위한 실험으로는 정밀 방사선 촬영장치를 활용하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 알루미늄 도금강판의 2매 겹치기 용접에서 레이저 용접조건이 용입깊이(Ht)와 이면비드 크기(Bb)에 미치는 영향에 대하여 조사한 것이다.

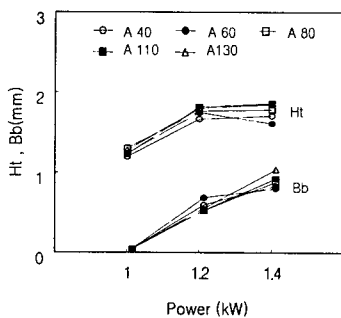


Fig. 1 Effect of laser power on weld formation.

실험 결과에 의하면 출력의 증가는 용입 깊이와 이면비드 형성에 중요한 영향을 미치며 레이저 출력이 일정한 수준 이하에서는 이면비드를 만들지 못하고 있다.

Fig. 2는 동일한 조건에서 용접속도와 용접부

형성과의 상관성을 나타낸 실험결과이다. 이 실험에서는 특히 비교재인 합금화 아연도금강(GA)의 경우 알루미늄 도금강에 비하여 비드 형성이 매우 불안정하였으며 용접속도 증가에 따라 용입 깊이와 이면비드도 급격히 감소하는 것을 알 수 있다.

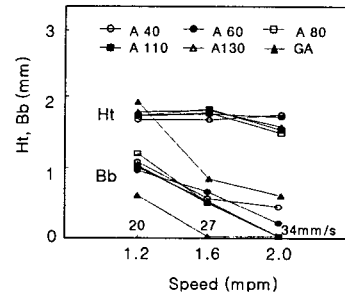


Fig. 2 Correlation between welding speed and weld formation

아연도금강판의 레이저 용접에서 아연증기의 격렬한 증발에 의하여 매우 심한 용접 스파터를 발생시킨다는 것은 잘 알려진 사실이지만, 알루미늄도금강의 레이저용접에서는 용접 중에 스파터의 발생이 거의 관찰되지 않았다. Fig. 3은 그러한 사실을 보여주는 실험 결과로서 겹치기 간극 0mm에서 실험이 실시된 것이다. 사진의 (a)는 Nd:YAG 레이저 용접에서 알루미늄도금강의 풀림 형태를 나타낸 것이며 (b)는 동일한 조건에서 아연도금강의 용접현상으로 표면조건에 따른 레이저용접 스파터의 발생 상황을 비교할 수 있다.

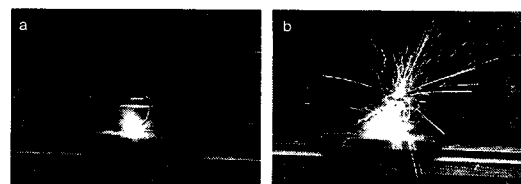


Fig. 3 Spattering in laser welding of aluminized(a) and Zn coated(b) steel.

레이저 용접에서 스파터 발생 현상은 용접 후 용접부 건전성에도 직접적인 관계를 가지며 Fig. 4는 그러한 예를 보여주는 것이다. 즉 그림의 (a)는 아연도금강의 레이저 용접부에 대한 방사선투과 사진으로 밝게 보이는 부분은 모두 용접부 내

부 기포에 해당한다. 또 (b)는 용접부를 용접 방향으로 절개한 후 그 조직을 관찰한 것이며 많은 대형기포가 용접부에 존재하는 것을 확인할 수 있다.

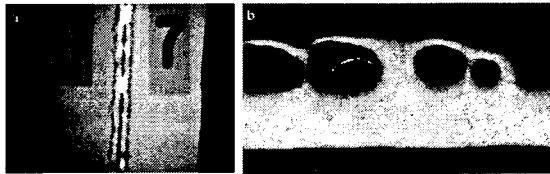


Fig. 4 X-ray radiograph(a) and longitudinal cross section of Zn coated steel laser weld(b) showing large blow holes in the weldmetal.

한편 Fig. 5는 알루미늄도금강의 레이저용접부 방사선 투과 실험결과(a)와 용접부 절개 사진이다. 방사선투과 사진에서 알 수 있듯이 알루미늄도금강의 레이저 용접부에서는 비파괴적 결함이 전혀 발견되지 않는다.

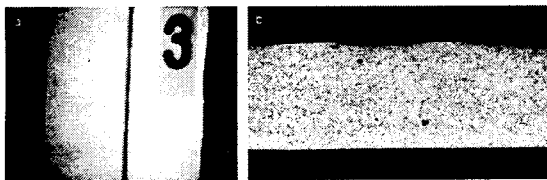


Fig. 5 X-ray radiograph(a) and longitudinal cross section of aluminized steel laser weld(b)

그리고 사진(b)에서 확인할 수 있는 것처럼 알루미늄 도금강판의 겹치기 용접부 절개 단면에서는 매우 미세한 기포가 발견되기는 하지만 결함의 크기 또는 발생 빈도가 낮기 때문에 아연도금강판의 레이저 용접부에서 발생하는 것과는 비교될 수 없을 정도로 건전한 용접부가 얻어지고 있었다.

이러한 현상은 알루미늄도금강판의 용접비드 외관에서도 뚜렷한 차이를 보이고 있었다. 즉 Fig. 6에 제시되어 있는 바와 같이 알루미늄도금강의 레이저 용접 비드(a)는 매우 건전한 반면 아연도금강의 용접부(b)에서는 많은 표면 결함과 검은색의 그을음이 비드 인접 영역에서 넓게 관측되고 있었다.



Fig. 6 Surface quality of aluminized steel laser weld(a) and that of Zn coated steel laser weld(b)

4. 결 론

알루미늄 도금강판의 레이저 겹치기 용접에서 비드품질은 도금량에 관계없이 냉연강의 레이저 용접 품질 수준으로 양호하였다.

또 알루미늄 도금강은 도금강판 레이저 용접성을 저해하는 핵심 요소인 스패터 발생을 배제할 수 있으므로 생산라인에서 새로운 용접용 소재로 적용할 가능성이 높음을 알 수 있었다.

또 스패터의 영향을 받지 않는 공정 영역은 도금물질의 증발 및 배출을 돕기 위하여 겹치기 간극을 부여하지 않은 경우에도 유효하였다.

알루미늄 도금강의 용접부에는 결함발생이 거의 없었으나 아연계 도금강 레이저 용접부에서는 많은 수의 대형기포가 연속하여 존재하였고 비드 표면과 그 인접 부위에서는 검은색의 그을음이 많이 축적되고 있었다.

참고문헌

1. Japanese Patent No. 11-277267 (1999)
2. T. Asamura: Recent Development of Surface Finishing Technology for Steel Products, ISIJ, 77, 7 (1991), 861-865 (in Japanese)
3. R.M. Brick, A.W. Pense and R.B. Gordon : Structure and Properties of Engineering Materials(4th Edition), McGRAW HILL BOOK Co., 1977, 25-35