

저탄소강의 알루미늄 도금조건에 따른 Nd:YAG 레이저 용접성

김종도† · 이정환* · 김숙환**

(원고접수일 : 2007년 5월 16일, 심사완료일 : 2007년 7월 13일)

Weldability of Low Carbon Steel with Al Coating Condition by Nd:YAG Laser

Jong-Do Kim† · Jung-Han Lee* · Sook-Hwan Kim**

Abstract : Laser welding has the advantage of high welding speed and provides low heat distortion. Thus, laser welding is a very attractive process for joining thin steel sheet and surface treated steel sheet. And the major item in market for surface treated steel sheet is zinc coated steel. However, the laser welding of zinc coated steel is very difficult because of its low boiling point. Compared with zinc, on the other hand, aluminum has a high boiling point. Thus, laser weldability of aluminized steel is better than that of zinc coated steel. Moreover aluminized steel sheet is a material with excellent heat resistance, thermal reflection and corrosion resistance. The results of laser weldability of the aluminized steel for the full penetration welding will be described in this paper. We focused on the investigation of the phenomenons caused by coating condition and behavior of aluminum in weld.

Key words : Nd:YAG laser(Nd:YAG 레이저), Aluminized steel sheet(알루미늄도금강판), Coating condition(도금조건), Laser weldability(레이저 용접성), Intermetallic compound(금속간화합물)

1. 서 론

철강재료의 내식성 향상을 위한 표면처리강판은 다양한 분야에서 폭 넓게 사용되고 있다. 특히 자동차 분야에서 그 수요량이 뚜렷한데, 이는 겨울철 결빙제에 의한 차체 부식이 큰 사회적 문제가 되어 각종 표면처리강판의 개발·적용이 급속도로 이루어져 왔기 때문이다. 현재 표면처리강판의 주류는

이루고 있는 것은 아연계 도금강판이며, 보다 고내식성을 요구하는 곳에는 알루미늄도금강판이 사용되고 있다. 아연도금강판은 알루미늄도금강판에 비해 제조가 용이하고 제작원가가 저렴하다는 장점이 있는 반면, 아연의 용점(약 419°C)이 낮아서 고온에서는 사용이 곤란하며 알루미늄도금강판에 비해 내식성이 다소 저하된다는 한계를 지나고 있다. 따라서 내식성 이외에 내열성이 요구되는 분야에는

† 교신저자(한국해양대학교 기관시스템공학부), E-mail: jdkim@hhu.ac.kr, Tel: 051)410-4253

* 이정환(한국해양대학교 대학원)

** 김숙환(포항산업과학연구원 용접센터)

알루미늄도금강판이 경쟁적으로 사용되고 있으며, 최근 환경문제와 더불어 활발한 연구가 수행되고 있는 분야이기도 하다.

한편, 이처럼 표면처리한 강판의 경우는 일반적으로 냉연강판에 비해 용접성이 크게 떨어져 문제가 시 되어왔다. 특히 유럽과 미국을 중심으로 실용화가 진행되고 있는 레이저 용접의 경우에는 겹치기 이음부가 많고 표면처리강판을 사용하면 용접시에 다량의 스패터가 발생하여 용접품질이 저하된다고 알려져 있다^[1-3]. 이러한 결함을 일으키는 주된 원인은 아연의 낮은 비점(906°C) 때문이며 이를 해결하기 위해 겹침부에 간극을 두거나 하이브리드 용접을 실시하는 등 많은 연구^[4-6]가 진행되고 있는 상황이다.

이에 반해 알루미늄도금강판의 경우에는 알루미늄의 비점(2,450°C)이 철의 비점(3,000°C)과 상대적으로 큰 차이가 없기 때문에 다른 표면처리강판에 비해 건전한 접합부를 얻을 수 있다는 보고^[7]가 있으나, 이에 대한 연구가 많이 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 도금조건에 따른 알루미늄도금강판의 Nd:YAG 레이저 용접성을 평가하고 도금층의 알루미늄이 용접부로 혼입되면서 발생하는 현상을 파악하는데 그 목적을 두었다.

2. 사용재료 및 실험방법

2.1 사용재료

본 연구에서 사용된 레이저 용접용 재료는 저탄소강 기지에 알루미늄이 용융도금되어 있는 표면처리강판으로써, 도금층 내에 알루미늄 외에 약 10%의 규소(Si)가 함유되어 있다^[8]. Table 1에 그 화학조성을 나타낸다.

Table 1에 나타낸 것과 같이 사용된 실험재료의 탄소함량은 0.0016~0.003wt% 범위 내인 극저탄소강으로써 탄소당량의 차이가 적기 때문에 도금조건에 따른 용접부의 기계적·조직적 특성을 평가하는데 적합한 소재라 할 수 있다. 도금부착량은 양면도금량을 뜻하는 것으로써 80g/m²의 경우, 시험편의 상부와 하부에 각각 40g/m²의 알루미늄이 용융도금되어 있는 것을 뜻한다.

Table 1 Chemical compositions of aluminized steel

Thick-ness (mm)	Al coating weight (g/m ²)	Chemical compositions(wt%)					
		C	Si	Mn	P	S	Fe
0.4	80	0.002	0.000	0.110	0.0013	0.005	bal.
	120	0.003	0.010	0.080	0.012	0.008	bal.
0.6	80	0.0024	0.001	0.090	0.120	0.007	bal.
	120	0.002	0.000	0.090	0.015	0.007	bal.
	160	0.0016	0.002	0.080	0.012	0.005	bal.
1.2	40	0.002	0.000	0.190	0.010	0.007	bal.
	80	0.0026	0.002	0.090	0.012	0.007	bal.
	120	0.0026	0.002	0.090	0.012	0.007	bal.
1.5	80	0.0030	0.000	0.080	0.008	0.009	bal.
	120	0.0025	0.002	0.080	0.009	0.006	bal.

2.2 실험방법

시험편은 Nd:YAG 레이저를 이용하여 연속도드, 완전용입의 조건으로 겹침부의 간극 없이 초점거리($f_0=0$)에서 용접을 실시하였다. 주요 용접공정변수로는 레이저 출력(1.5~2kW)과 용접속도(0.6~6m/min)로 한정하였으며, 보호가스로는 Ar(15ℓ/min)가스를 사용하였다.

인장전단시험편은 용접부의 접합강도를 평가하기 위해 시험편 좌·우를 가공하였으며, Fig. 1에 시험편의 형상 및 모식도를 나타낸다. 또한 용접시 도금층에서 용접부로 혼입되는 알루미늄의 정량분석을 위해 면적계산법과 습식분석을 실시하였다. 면적계산법은 도금층의 알루미늄이 모두 용접부로 혼입된다는 가정하에 "용접부 단면적 당 혼입된 알루미늄량"을 2차원적으로 평가한 것으로써 Fig. 2의 모식도에서 나타내는 것처럼 상부 비드폭(W_f), 접합부폭(W_j), 하부 비드폭(W_b)을 광학현미경으로 측정하여 용접부 단면적을 구했으며, 알루미늄도금층의 면적은 도금두께와 비드폭의 곱으로 구했다. 습식분석은 Fig. 3에서 나타내는 것처럼 용접부만을 채취하여 ICP(Inductively Coupled Plasma)장비로 정량분석을 실시하였으며 면적계산법으로 구한 정량값과 비교·분석하였다.

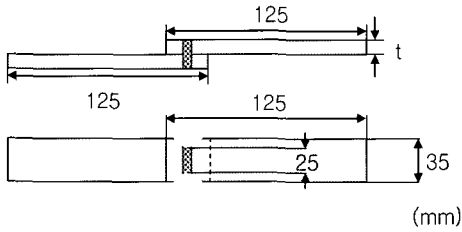


Fig. 1 Specimens for tensile-shear test

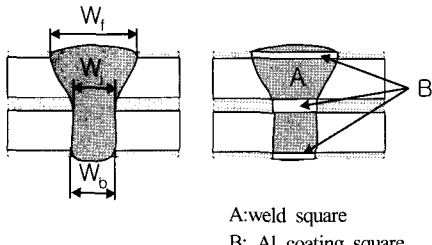


Fig. 2 Schematic illustration of weld

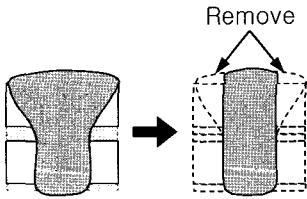


Fig. 3 Preparation of ICP specimens

도금층 위치에 따른 용접성을 평가하기 위해서는 용접 전에 도금층 조건을 변화시켜 용접을 실시하였다. 알루미늄도금층 제거에는 80% 염산 수용액을 이용하였으며 상부 도금층만 제거한 경우 (Sample 2), 겹침부의 도금층만 제거한 경우 (Sample 3) 그리고 양면 도금을 모두 제거한 경우 (Sample 4)의 3가지 시험편을 양면도금이 되어있는 시험편 (Sample 1)과 비교·분석하였다.

또한 용접부 내 혼입된 알루미늄의 조직적 분석을 위해 SEM을 사용하여 이상거동물질을 관찰하고, EPMA로 용접부 내의 성분적인 차이 및 알루미늄의 농화(Al-rich) 유무를 파악하였다. 알루미늄 농화부에서는 미소경도 실험을 실시하여 주변 용접부와 비교하였으며, TEM을 사용하여 Fe-Al계 금속간화합물의 존재유무를 파악하고자 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 도금조건과 용접부 기계적 특성과의 관계

3.1.1 도금부착량에 따른 용접부의 기계적 특성 인장전단시험 결과, 시험편 두께 증가에 따른 접합강도의 변화를 Fig. 4에 나타내며 모재강도와 비교하였다. 그래프에서 알 수 있듯이 모재강도는 시험편 두께 증가에 따라 비례하여 증가하는 반면, 용접부의 접합강도는 시험편 두께 1.2mm를 기점으로 그 증가폭이 감소하는 경향이 있었으며 이는 인장전단시험편의 파단형상(Fig. 5)과 관련이 있다고 사료된다.

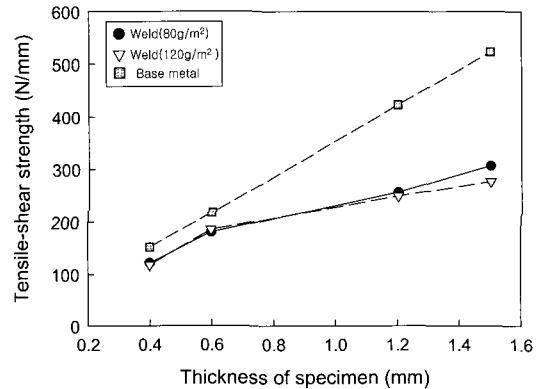


Fig. 4 Variation of tensile-shear strength with thickness of specimen

Thickness(mm)	0.6mm	1.2mm
Cross-section		
Schematic illustration		
Position A		
Position B		

Fig. 5 Cross-section of fracture

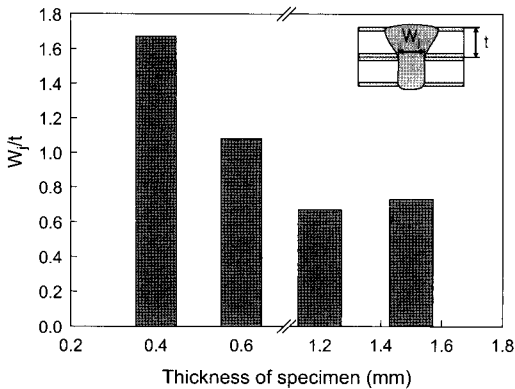


Fig. 6 Variation of W_i/t with thickness of specimen

시험편 두께 1mm를 기점으로 파단형상에 차이가 있었다. 두께 0.6mm에서는 열영향부(HAZ)에서 파단이 일어났으며, 0.4mm도 동일한 경향을 보였다. 반면 두께 1.2mm는 겹치기 용접부를 가로지르며 파단이 일어났고, 1.5mm도 동일한 위치에서 파단이 발생하였다.

이는 시험편 두께 대비 접합부폭의 관계(W_j/t)에서도 확인할 수 있는데 Fig. 6에서 나타내듯이 시험편 두께 0.4mm와 0.6mm의 경우에는 W_j/t 값이 큰 것에 반해, 1.2mm와 1.5mm는 W_j/t 값이 작다. 따라서 파단형상 차이는 용접부 형상과 관련이 있다고 사료되며, 부수적으로 도금층에서 혼입된 알루미늄이 용접부 강도에 영향을 미친다고 판단된다.

3.1.2 용접부 내 알루미늄의 정량분석

용접시 도금층의 알루미늄이 용접부로 혼입되면서 접합강도에 미치는 영향을 파악하기 위해, 용접부 내 알루미늄의 정량분석을 실시했다. 본 연구에서는 이를 위해 두 가지 방법으로 접근을 실시했다. 그 중 하나인 면적계산법은 도금층의 알루미늄이 모두 용접부로 혼입된다는 가정하에 "용접부 단면적당 혼입된 알루미늄량"을 이론적으로 평가하였으며, 이를 비교·검증하기 위한 방법으로 두께 0.6mm 시험편을 대상으로 ICP분석을 실시하였다. 그 결과 도금부착량이 80g/m^2 인 시험편은 3.8%, 120g/m^2 은 22.3% 그리고 160g/m^2 은 22.8%의 오차가 발생하였다. 이는 ICP분석시료를 채취하는

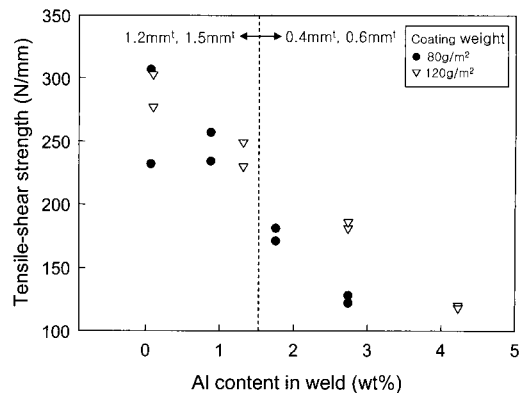


Fig. 7 Variation of tensile-shear strength on Al content in weld

과정(Fig. 3참조)에서 발생하는 오차 때문이며 실질적인 차이는 크지 않을 것으로 사료된다. 또한 알루미늄도금강관의 용접부 내에 기공이 없다는 것은 증발되어 소모되는 알루미늄량 또한 크지 않다는 것을 나타내므로, 면적계산법을 통해 용접부로 혼입된 알루미늄량의 개략적인 평가를 할 수 있다고 판단된다.

Fig. 7은 면적계산법으로 구한 용접부 내 알루미늄의 정량값과 접합강도의 관계를 도시한 것으로써, 용접부 내 알루미늄의 양이 증가할수록 접합강도가 감소하는 경향이 확인되었다.

3.1.3 도금층 위치에 따른 용접부 변화

도금층의 알루미늄이 용접부로 혼입되면서 접합강도를 떨어뜨린다는 사실을 앞서 확인하였다. 본항에서는 도금층 위치에 따른 알루미늄의 영향을 평가하기 위해, 도금층을 부위별로 제거한 후 용접을 실시했으며 그 결과를 Fig. 8에 나타낸다.

단면조직사진에서 알 수 있듯이 양면도금이 되어 있는 시험재(Sample 1)와 상부 및 접합계면의 도금층을 제거한 시험재(Sample 2, Sample 3)에서는 미세조직 차이를 발견할 수 없었다. 그러나 양면도금을 모두 제거한 시험재(Sample 4)와 비교하면 용접부 조직은 큰 차이를 보였다. 즉 알루미늄이 도금되어 있는 강관의 용접부 조직은 조대하고 용접부와 열영향부의 경계가 뚜렷한데 반해, 양면도금을 제거한 강관의 경우는 용접조직이 미세하고 그 경계가 불분명하였다. 따라서 도금층의 알

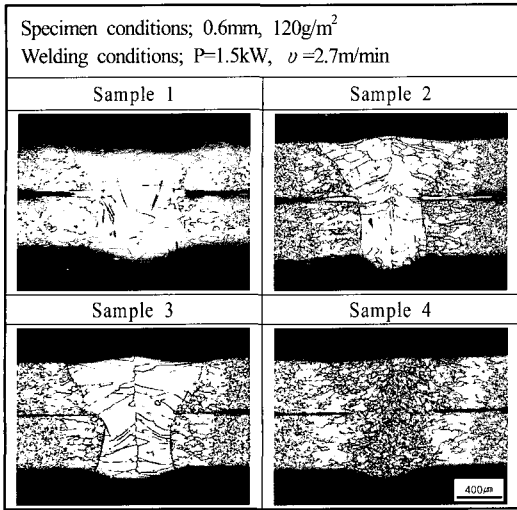


Fig. 8 Weld cross-section of surface pre-treated specimens

루미늄이 용접부 조직을 조대화시키는 원인으로 사료된다.

이와 같은 알루미늄의 효과에 관해 알루미늄이 탈산제 및 페라이트 생성원소로써 페라이트조직을 조대화시킨다는 보고^[9]가 있으며, 조대한 용접부 조직이 접합강도 저하를 유발하는 원인 중 하나로 판단된다.

3.2 용접부 내 알루미늄의 거동

알루미늄도금강판의 용접단면을 관찰하여 보면, 용접부 내에는 모재인 철과 완전히 융합하지 못하고 알루미늄으로 예상되는 영역이 관찰되며 접합계면 근처에서 그 경향이 두드러졌다. 이러한 현상은 급열·급랭인 레이저 용접 공정에 기인한다고 사료되며 SEM, EDX 및 EPMA분석을 실시하였다.

Fig. 9는 용접부 내 알루미늄으로 예상되는 부위를 EDX로 분석한 결과이다. 사용한 시험편은 두께 0.4mm, 도금부착량 80g/m²으로 사진의 A 부위를 확대한 SEM 이미지 상의 ①, ②, ③ 3곳을 측정하였으며, 용접부와 알루미늄농화부로 예상되는 영역을 비교·분석하였다. 그 결과 용접부인 ①영역에서는 Fe가 95.81wt%, Al이 3.49wt%로 Fe기지에 도금층으로부터 혼입된 알루미늄이 일부

분포하고 있음을 확인할 수 있었다. 반면 ② 위치에서는 Al이 35.19wt%로 다량 검출되었으며, 도금층에 가까운 ③ 위치에서는 58.22wt%를 기록하였다.

Fig. 10은 용접부 전반에 걸쳐 알루미늄의 분포를 확인하기 위해 EPMA를 사용하여 Fe, Al 및 Si의 3가지 원소에 대하여 분석한 결과이다. 사용한 시험편은 두께 0.6mm, 도금부착량 160g/m²으로 도금층으로부터 용접부로 혼입된 알루미늄이 용접부 전반에 걸쳐 미량 분포하고 있으며 부분적으로 농화된 영역이 관찰되었다. 또한 Si 역시 Al과 그 거동을 같이 하고 있었다.

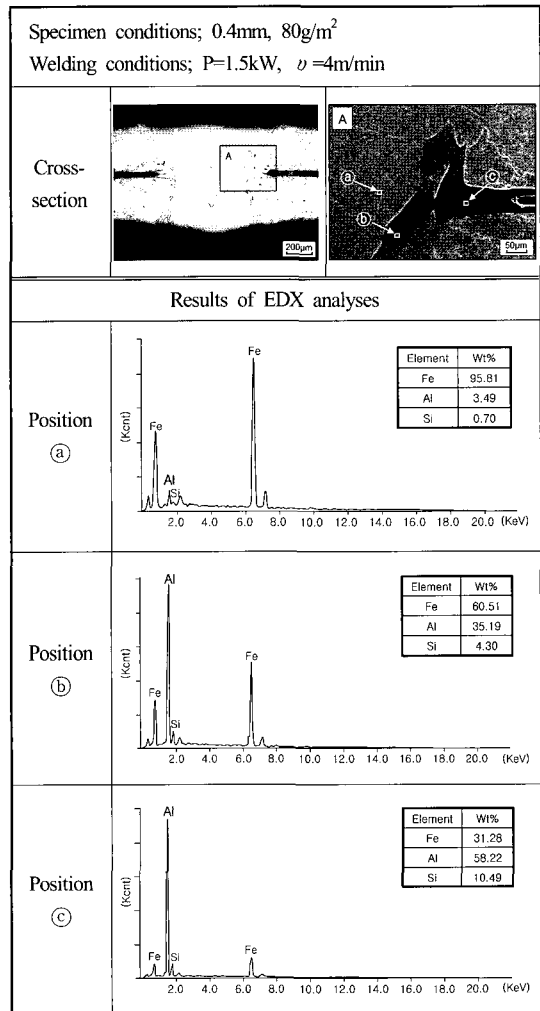


Fig. 9 Results of EDX analyses(Unit: wt%)

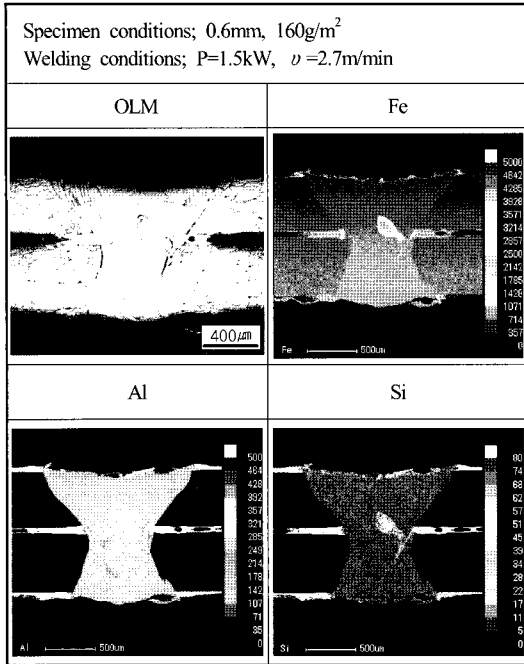


Fig. 10 EPMA analysis results showing Al-rich zone at weld

3.3 알루미늄 농화부의 미시적 분석과 조성

3.3.1 알루미늄 농화부의 미소경도

전술한 바와 같이 알루미늄도금강판의 용접에서는 도금층으로부터 혼합된 알루미늄이 용접부에 전반적으로 분포하고 있으며 부분적으로 집중된, 즉 알루미늄 농화부가 존재한다는 것을 알 수 있었다. 이러한 알루미늄 농화부가 용접부 강도에 미치는 영향을 평가하기 위해 0.6mm시험편을 대상으로 미소경도시험(100gf)을 실시하였으며, 그 결과를 Fig. 11에 나타내었다.

실험결과를 살펴보면 용접부의 평균 경도값은 약 172Hv인데 반해, 알루미늄 농화부(Al-rich zone)의 경도값은 330Hv~1,270Hv로 용접부의 평균경도값 대비 높은 값을 기록하였다. 이는 Fe와 Al이 경질한 화합물을 만들었기 때문이라 사료되며, 알루미늄농화부가 접합부 주위에 분포하고 있다는 것을 고려하여 볼 때 접합강도를 떨어뜨리는 원인이라 판단된다.

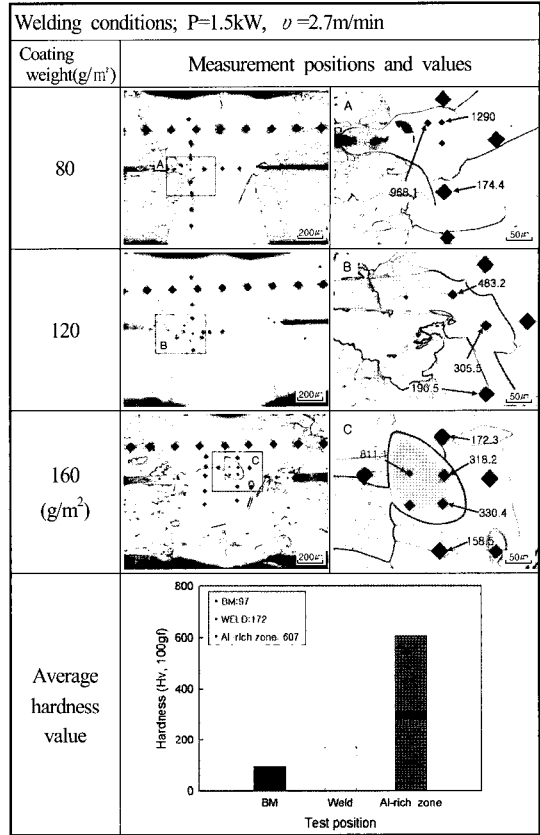


Fig. 11 Micro-hardness results of weld and Al-rich zone

3.3.2 알루미늄 농화부의 TEM분석

용접부의 평균 경도값보다 알루미늄농화부의 미소경도값이 상당히 높다는데 착안하여, Fe-Al계 금속간화합물의 존재유무를 파악하기 위해 TEM분석을 실시하였다. TEM분석은 두께 0.6mm, 도금부착량 80g/m² 및 160g/m² 시험편을 대상으로 하였으며, 알루미늄 농화부를 FIB(Focused Ion Beam)로 채취한 후, Fe-TEM으로 이미지 및 회절패턴을 관찰하였다. Fig. 12에 TEM시험편의 채취위치를, TEM분석결과 이미지 및 회절패턴을 Fig. 13에 각각 나타내었다. 회절패턴 분석결과, 알루미늄농화부에서 Fe₂Al₅, FeAl 및 Fe₃Al의 금속간화합물이 관찰되었다. 이들 Fe-Al계 금속간화합물은 취성이 강하고 상온에서 연성 부족 및 수소취성 등의 문제점이 있으나, 고온에서 내산화성 및 황화성이 우수한 성질을 나타낸다고 알려져 있다(10-11).

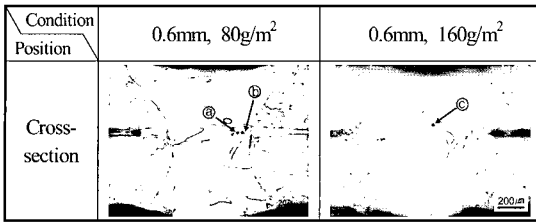


Fig. 12 Measuring positions of weld by TEM

4. 결 론

CW Nd:YAG 레이저 열원을 이용한 알루미늄 도금강판의 용접시 도금조건에 따른 기계적 특성평가 및 알루미늄이 용접부로 혼입되면서 발생하는 현상에 관해 연구한 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 인장전단시험결과, 용접부 강도에 가장 큰 영향을 미치는 인자는 용접부 형상이었으며, 시험편 두께에 따라 파단형상을 달리하였다.
- 2) 용접부 내 알루미늄의 정량분석 결과, 알루미늄 혼입량이 증가할수록 접합강도는 하락하였다.
- 3) 도금층을 부위별로 제거한 시험편과 양면도금강판의 용접부 조직을 비교하여 보았을 때, 도금층의 알루미늄이 용접부 조직을 조대화시키는 원인이라는 것을 확인할 수 있었다.
- 4) 레이저 용접과정에서 용접부 내로 혼입된 알루미늄은 용융금속과 완전히 융합되지 못하고 알루미늄농화부를 만들었으며, 접합계면 근처에서 그 정도가 뚜렷하였다.
- 5) 알루미늄농화부의 미소경도는 주변 용접부에 비해 2~5배 높은 값을 기록하였으며, TEM분석결과 Fe-Al계 금속간화합물이 발견되었다. 접합계면 근처에서 금속간화합물의 발생빈도가 높다는 것을 고려하여 볼 때, 이들이 용접강도 및 인성 저하의 요인으로 판단된다.

참고문헌

[1] 小野, 海津, 大材, “亞鉛めっき鋼板のレーザー重ね溶接性”, 溶接學會論文集, Vol.15 No.3, pp. 438-444, 1996.

[2] R. Akhter, Steen et al, “Laser Welding of Zinc Coated Steel”, Proc. 5th Conf. Laser in Manufacturing, pp. 195-206, 1998.

[3] 朝田, 井上, 竹添, “各種表面處理鋼板のレーザー溶接特性”, 材料とプロセス, Vol.3 No.5, pp. 1514-1515, 1990.

[4] Hongping Gu, “A New Method of Lap

Positions Analysis	Position (a)	Position (b)	Position (c)
(a) TEM image			
(b) Diffraction pattern			
(c) Key diagram	$\begin{matrix} 240 & 22\bar{1} & 20\bar{2} \\ 0\bar{2}1 & & 02\bar{1} \\ \bar{2}02 & 221 & 240 \end{matrix}$ $Z=[212]$	$\begin{matrix} 110 & 010 & 110 \\ 100 & & 100 \\ \bar{1}\bar{1}0 & 0\bar{1}0 & 1\bar{1}0 \end{matrix}$ $Z=[001]$	$\begin{matrix} 5\bar{1}\bar{1} & 220 \\ 3\bar{1}\bar{1} & & 3\bar{1}\bar{1} \\ 220 & & 511 \end{matrix}$ $Z=[114]$
	Fe ₂ Al ₅	FeAl	Fe ₃ Al

Fig. 13 TEM image(a), electron diffraction pattern(b) and its key diagram(c) of aluminized steel weld

또한 Fe-Al계 금속간화합물의 미소경도값을 정리하여 나타낸 Table 2^[12]에서 알 수 있듯이 본 실험에서 관찰된 화합물 이외의 금속간화합물도 존재할 것으로 사료되며, 취성이 강한 금속간화합물이 접합부 주위에 많이 분포하고 있다는 사실은 용접부를 취약하게 만들 뿐만 아니라 인성확보에도 악영향을 미칠 것으로 판단된다.

Table 2 Microhardness of intermetallic compounds in the Fe-Al system

Phase	Al content (wt%)		Micro hardness(Hv)
	According to phase diagram	Chemical analysis	
Fe ₃ Al	13.87	14.04	350
FeAl	32.57	33.64	640
FeAl ₂	49.13	49.32	1,030
Fe ₂ Al ₅	54.71	54.92	820
FeAl ₃	59.18	59.40	990
Fe ₂ Al ₇	62.93	63.32	1,080

Welding of Zinc-coated Steel Sheet”, Section C-ICALCO, pp. 1-6, 2000.

- [5] Claus Bagger, Isamu Miyamoto, Flemming OSEN, “Process Behaviour during High Power CO₂ Laser Welding of Zinc Coated Steel”, Proceedings of LAMP, pp. 553-558, 1992.
- [6] M.M.S. Gualini, F. Grassi, “Experimental Result of Laser Welding of Zinc Coated Steel Sheets with a New Method”, International Congress on Applications of Laser & Electro-Optics, 2003.
- [7] Ki Chol Kim, Joon Ho Cha, “Effect of Coating Weight on the Laser Weldability in the Welding of Aluminized Steels”, Korean Journal of Materials Research, Vol.14 No.1, pp. 1-8, 2004.
- [8] Se Ky Chang, “Effect of Coating Structure on Hot Dip Aluminized Steel Sheet”, 大韓金屬學會會報, Vol.8 No.4, pp. 382-386, 1995
- [9] Japan Pat, No. 2002-103072, 2002.
- [10] L. Yajiang, Z. Zengda, W. Xing, “Phase Constitution Characteristics of the Fe-Al Alloy Layer in the HAZ of Calorized Steel Pipe”, Welding Journal, Vol.76, No.9, pp. 356-360, 1997.
- [11] S. Slyusarenko, O. Slukhovskii, “Structure of Liquid Fe-Al Alloys, Materials Science and Engineering”, A325, pp. 98-102, 2002.
- [12] Li Yajiang, Wang Juan, Zhang Yonglan, “Fine Structures in Fe₃Al Alloy Layer of a New Hot Dip Aluminized Steel”, Bull. Mater. Sci., Vol.25, No.7, pp. 635-639, 2002.

저 자 소개



김중도(金鍾道)

1963년 1월생, 1985년 한국해양대학교 기관공학과 졸업, 1993~1997년 일본 오사카대학 생산기공공학과 응용고온공학 코스(공학석사 및 공학박사), 2003년 1월~현재, 대한용접학회 고에너지연구위원회 위원장, 2004년 1월~한국레이저가공학회 운영이사, 1998년 3월~현재, 한국해양대학교 기관시스템공학부 교수, 당학회 편집이사, 관심분야 : 레이저 용접, 가공현상의 고분해능 계측과 실시간 모니터링



이정환(李貞翰)

1979년 12월생, 2005년 한국해양대학교 기계·시스템공학과 졸업, 2005년 한국해양대학교 기관시스템공학과 재료전공(공학석사), 2007년~현재, 한국해양대학교 기관시스템공학과 박사과정, 관심분야 : 레이저용접, 비철금속 및 표면처리 강판 용접



김숙환(金肅煥)

1959년 2월생, 1981년 충북대학교 금속공학과 졸업, 1982~1984년 서울대학교 금속공학과(공학석사), 1992~1997년 부산대학교 금속공학과(공학박사), 1984년 1월~1987년 3월 포항제철(주) 기술연구소, 1987년 4월~현재, 포항산업과학연구원 용접센터, 관심분야 : 용접아금, 고에너지 용접, 브레이징 및 솔더링