

자동차용 도금강판의 점용접 특성

Chracteristics of Spot Welding in Automotive Hot-dipped Galvanized Steel Sheet

경북대학교 * 김 태형
박 경채
대구보건전문대학교 박 정식

1. 서론

점용접은 용접시간이 짧고, 비교적 공정이 간단하여 자동차산업 조립공정의 대부분을 차지한다. 기존의 소재에 대해 경량화를 통한 연비향상, 환경오염등의 문제 해결방안으로 머물러, 바다 부품 등의 내식성, 내구성이 요구되는 부분에 도금강판이 적용되고 있다. 그러나, 도금강판의 점용접 시 용접성 평가의 기준이 되는 인장강도와 비례하는 용융부 크기가 용접전류, 통전시간, 전극가압력등의 용접조건의 미세한 변화에도 용접성에 큰 영향을 미쳐 용접품질의 신뢰성, 생산성의 저하를 초래한다.

따라서, 본 연구에서는 도금강판의 점용접시 최적용접조건을 설정하기 위해 먼저, 냉연강판의 용접성을 조사하고, 도금강판의 용접성을 조사, 비교분석하고자 한다.

2. 재료 및 실험방법

본 연구에서 사용한 용접기는 전격용량 75kVA정차식이며, 전극팁은 Cu-Cr alloy, Dome-type(40R-6 ϕ)을 사용하였으며, 용접조건은 표 1과 같다. 용접재료는 두께 0.8 mm의 Al도금강판과 냉연강판을 사용하였으며, 화학적 성분은 표 2와 같다.

표. 1 냉연강판 및 Al 도금강판의 화학성분

Sheet	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Fe
Steel sheet	0.0042	0.014	0.17	0.015	0.014	0.005	0.0026	0.049	bal
Al clad sheet	0.0039	0.015	0.14	0.013	0.017	0.057	0.0022	0.051	bal

표. 2 용접 조건

Welding time (f=50Hz)	7~12 cycle
Electrode force	3.1 kN
Welding current	7-12 kA

2-1. 인장강도 및 경도측정

용접부의 인장강도는 JIS Z 3140규격으로 전단, 십자인장을 측정하였으며, 각각의 시험속도는 10, 15mm/min로 측정하였다. 용접부의 경도는 마이크로비커스 경도시험기를 이용하여 하중 500g, 부하시간 15초로 용접후 단면에 대해 0.3mm간격으로 측정하였다.

2-2. 용접부 조직 및 전극팁 마모관찰

용접부의 미세조직은 용접 전류 및 통전시간에 따른 용접조건을 변화시키면서 용접한 후, 용접부의 단면을 절단 및 인마한 후 3% Nital용액으로 30초간 부식시켜 실체현미경으로 관찰하였다. 전극팁의 마모조직은 각각 100, 500다점 용접한 후 전극팁의 마모상태를 XRD, 주사전자현미경, 실체현미경으로 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3-1. 인장강도

그림 1은 점용접부의 전단강도 및 십자인장강도를 나타낸 것이다. 전단 및 십자인장강도 모두 용접 싸이클이 커짐에 따라 최대 인장강도를 나타내는 전류치가 감소하는 경향을 나타냈으며, 전단강도의 경우에는 8kA, 12cycle에서 약 480kgf/spot, 십자인장강도에서는 8 냉연강판의 용접전류 및 용접시간의 변화에 따른 kA, 12cycle에서 약 530kgf/spot을 나타냈다.

그림 2은 AI 도금강판의 용접전류 및 용접시간의 변화에 따른 점용접부의 전단강도 및 십자인장강도를 나타낸 것이다. 전단 및 십자인장강도 모두 용접 싸이클이 커짐에 따라 최대 인장강도를 나타내는 전류치가 감소하는 경향을 나타냈으나 그 경향은 냉연강판에 비해 그 경향이 뚜렷하지는 않았고, 최대인장강도도 전단강도의 경우 약 270kgf/spot, 십자인장강도의 경우 약 250kgf/spot 정도로 냉연강판에 비해 상당히 떨어지는 것으로 나타났다. 이것은 AI도금강판의 용접시 충분한 용융부가 형성되지 못한 것으로 판단된다.

3-2. 용접부 경도 및 조직

용접부의 경도는 강판의 재질 및 용접조건에 따라 너겔 사이즈의 변화에 관계없이 유사 경향을 나타냈으며, 조직이 미세한 열영향부에서는 Hv 250~300, 주상정조직인 용융부(nugget)에서는 Hv 200~250정도로 나타났다.

사진 1은 냉연강판 및 AI도금강판의 용접조건에 따른 용접부 단면조직을 나타낸 것이다. 냉연강판은 일정 용접전류(8kA)에서 용접시간이 짧은 7cycle에서는 적정크기의 용융부를 형성하지 못하고, 8cycle은 미용융부가 형성되었다. 그러나 9~12cycle에서는 양호한 용접조직을 얻을 수 있었다. AI 도금강판의 경우는 7~9cycle까지는 미용융부가 형성되며, 10cycle에서는 적정크기의 용융부 형성되지 않으며, 11~12cycle에서 양호한 용접부조직을 얻을 수 있었다. 따라서, AI 도금강판은 냉연강판에 비해 도금층의 영향으로 양호한 용접부 조직을 얻기 위한 적정용접조건 범위가 좁은 것으로 판단된다.

3-3. 전극 마모조직

용접시 전극 마모의 주된 원인으로는 용접재와 전극과의 합금화, 전극에 합금층형성, 연속된 용접으로 인한 전극의 융착 등이 있다. 이로 인해 용접타점수의 증가와 함께 접촉면적의 증가로 용접성은 나빠진다.

사진 2는 냉연강판과 AI 도금강판의 용접시 전극의 마모과정을 보여주는 것으로 냉연강판을 용접한 경우는 전체적으로 전극표면이 균일하게 마모되며, 강판과의 용접시 발생하는 열로 인한 용

착이 일어나는 것을 알 수 있으나, AI 도금강판은 전극표면이 불균일하게 마모되며, AI 도금층으로 인해 합금화가 일어났다.

사진 3은 전극표면의 주사전자현미경사진이다. 냉연강판에서의 전극표면은 비교적 평활하며 미세한 균열이 발생하는 것으로, 전극마모의 주된 원인은 용접열에 의한 용착으로 판단된다. AI도금강판에서는 비교적 큰 요철과 균열이 전극표면에 불균일하게 발생하였다. 이것은 도금층과 전극에서 합금층형성과 용착 등으로 인해 표면이 떨어져 나가 전극표면에 불균일한 요철이 발생하는 것으로 생각되며, 합금층형성과 전극의 용착으로 전극마모가 가속화되는 것으로 판단된다.

4. 결론

AI 도금강판의 점용접에서 냉연강판에 비해 적정용접조건 범위가 좁고, 용접전류, 시간의 변화에 따른 용접성도 민감하며, 전극수명 역시 도금층의 영향으로 전극의 마모가 냉연강판에 비해 가속화되므로 짧은 주기로 전극드레싱 및 교체로 생산성의 저하가 초래된다. 본 연구에서는 AI 도금강판의 최적조건선정으로 양호한 용접성, 신뢰성, 생산성 향상은 도모하였지만, 전극마모에 대해서는 전극의 열처리, 재질개발 등을 통해 전극수명 연장해야 할 것으로 사료된다.

5. 참고 문헌

- 1) R. Holliday, J. D. Parker and N. T. Williams; Welding in World/Le Soudage dans le Monde. Vol. 37, No. 4, pp186-193, 1996
- 2) J. Matejec, M. Zelenak; Resistance Spot of Zinc Coated Steel Sheets with Electrode Dressing. International Institute of Welding, Document 3, pp1023-1093
- 3) Y. Tanaka, M. Sakaguchi, H. Shirasawa, M. Miyahara and S. Nomura; Electrode Life in Resistance Spot Welding of Plated Steel Sheets, 1992
- 4) 신 현일, 강 성수; 고장력강판 및 2층아연도금강판 고장력강판의 점용접서에 관한 연구, 대한용접학회, 제 12권, 제 3호, 1994
- 5) Welding Handbook Vol. 2, American Welding Society, 1991

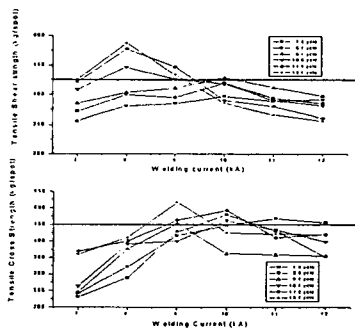


그림 1. 냉연강판 인장강도

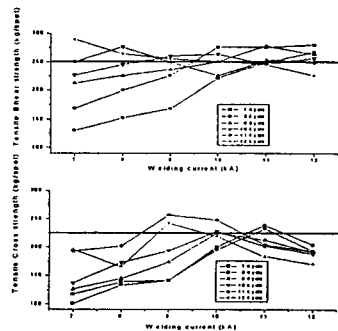
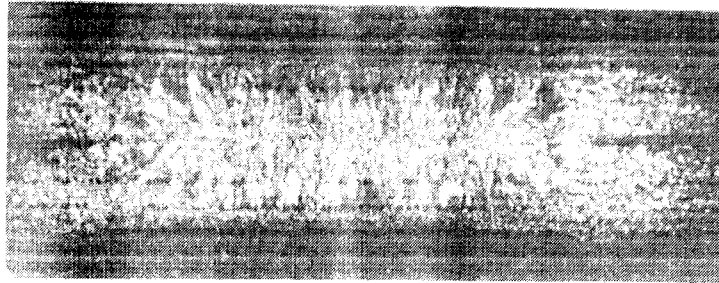
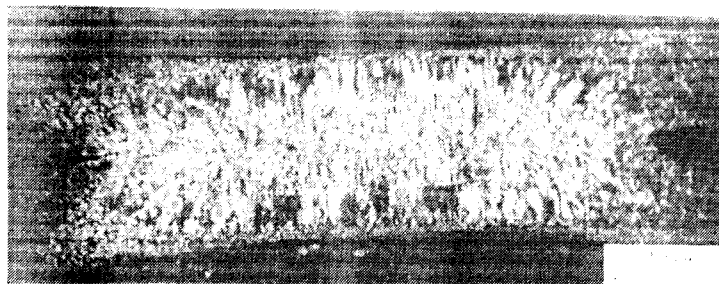


그림 2. AI도금강판 인장강도



Al-Ni 합금강판 용접단면 (9kA, 10Cycle)



냉연강판 용접단면 (9kA, 10Cycle)

사진 1. 용접부 단면조직

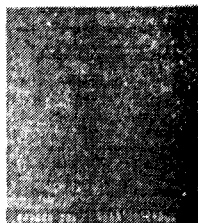


냉연강판



Al도금강판

사진 2. 전극팁의 표면조직

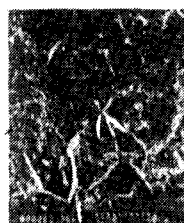


100타점



500타점

냉연강판



100타점



500타점

Al도금강판

사진 3. 전극팁 표면미세조직