

Galvalume 강판의 용접성에 관한 연구 A Study on the Welding Characteristics of the Galvalume Steel Sheet

김민주 (동아대 대학원) · 김순경 (동의공전 자동차과) · 전언찬 (동아대 기계공학과)
M. J. Kim (Graduate School, Dong-A Univ) · S. K. Kim (Dong-eui Tech. Jr College)
· E. C. Jeon (Dong-A Univ)

ABSTRACT

The problem of autobody corrosion has been addressed over the past decade by the increasing use of zinc and zinc alloy coated steels in automotive application. This paper describes the evaluation of formability, weldability and painted corrosion performance of galvalume steel sheet. This paper presents an overview of the program and some initial test results on the weldability, lifetime of the electrode tip shape of the spot welding and corrosion protection. Galvalume steel sheet improved corrosion performance and spot weldability of galvalume steel has no problem for the variation of welding current. And tip lifetime was changed according to the influence of shape.

Key Words : galvalume steel sheet(갈바륨 강판), weldability(용접성), lifetime(수명), electrode tip shape(전극형상), corrosion protection(부식방지)

1. 서 론

자동차의 바디와 각종 부품 제작용으로 가장 많이 사용되는 냉연 강판은 동일한 두께에서도 큰 강도를 가질 수 있는 고장력 강판이 개발되어 고급 승용차에 많이 사용되고 있으나, 제강상의 문제점과 냉연강판의 제조과정이 다소 복잡하고 별도의 제조 기술에 관한 노하우가 필요하여 범용적으로는 사용되지 않고 있다. 그리고 일반 냉연강판에 비하여 고가이고 용접성과 성형성이 다소 떨어질 뿐만 아니라 내식성이 부족한 단점이 있어 내식성과 성형성 그리고 용접성의 향상을 위하여 내식성이 우수한 아연을 도금하거나 아연합금 도금 등의 표면처리가 많이 이루어지고 있다. 차체의 품질 고급화에 큰 영향을 미치는 강판 표면의 도금기술은 자동차의 수명과 외관 품질에 가장 큰 영향을 미치므로 자동차와 철강

업계가 공동으로 기술개발을 하고 있는 분야이다. 내식성을 향상시키기 위한 도금강판의 생산량은 아직도 용융 아연도금 강판이 가장 많이 생산되고 있으나, 자동차용과 고급 가전 제품용으로는 아연 부착량을 조절할 수 있고 편면도금이 가능한 전기 아연도금 강판이 최근에는 급속하게 증가되고 있다.¹⁾ 그러나 내식성이 우수한 아연합금 냉연 도금 강판인 갈바륨(Galvalume) 강판이 자동차와 가전제품용으로 많이 사용되고 있으며, 특히 농촌의 비닐 하우스용과 피이프용 강판에도 사용되고 있다.²⁻³⁾

본 연구에서는 갈바륨이 여러 가지 우수한 점이 많지만, 현재까지도 문제가 되고 있는 내식성과 점용접성을 보다 정확하게 평가하기 위하여 자동차용으로 가장 많이 사용되고 있는 냉연 도금강판의 내식성과 점용접성을 중심으로 연구하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

2.1 실험장치

강판의 도금장치는 냉간압연 강판을 생산하는 도금장치로서 최대속도는 150 m/min이다.

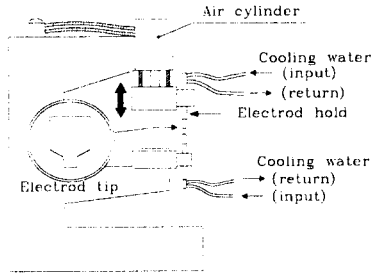


Fig. 1 The schematic experimental apparatus (Spec. 50kva, 0.4-1.6 mm, 120-600kgf, water cooling)

그리고 본 실험에 사용된 점용접기는 국산 용접기로서 용접기의 용량은 50 KVA이며 용접 전류범위가 4.0~15 KA 인 수냉식 전기저항 용접기이다. 그리고 전원공급은 즉답식과 양수식 겸용으로 되어 있으며, 가압장치는 공기압을 이용한 실린더가 장착되어 있어 가압이 용이하며 최대 단락 전류는 18 KA 이다.

2.2 실험재료

본 실험에 사용된 아연합금인 갈바륨의 합금성분비는 용적비 기준으로 알루미늄 55%와 아연 43.4%, 실리콘 1.6%로 구성된 경합금이며 이것을 강판에 도금을 한 갈바륨 강판을 사용하였다. 그리고 시험편의 크기와 모양은 Fig. 2와 같이 2가지를 사용하였다.

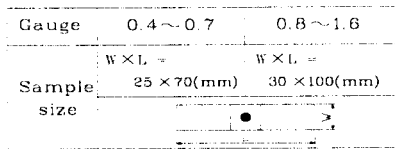


Fig. 2 Size of specimen for experiment

그리고 갈바륨 강판의 원 소재인 강판의 화학적 성분은 Table 1에서 보는바와 같이 가장 많이 사용되고 있는 SAE 1008 강판을 사용하였다. 강판의 기계적 성질은 Table 2에서 보는바와 같다.

Table 1 Chemical compositions of strip (wt.%)

Material	C	Si	Mn	Al	Cu
SAE 1008	0.05	0.009	0.25	0.010	0.010

Table 2 Mechanical properties of strip

Material	Tensile strength (N/mm ²)	Yield strength (N/mm ²)	Hardness (HRB)	Elongation (%)
SAE 1008	710.00	640.80	85.90	4.20

2.3 실험방법

실험에 사용된 갈바륨 강판을 생산하는 장치는 연속적인 가동이 되어야 하므로 입측에 용접장치가 있고, 강판을 풀림 처리하는 연속 소둔 장치가 있으며, 수소가 75%인 Ax가스를 분위기 가스를 주로 사용하여 강판을 생산 하였고, 이 강판의 용접성을 조사하기 위하여 사용한 점용접의 조건은 Table 3과 같으며 용접회수에 따른 전류의 변화를 조사하였고, 전극의 형상에 따른 전극의 수명도 조사하였다.

Table 3 Condition of spot welding

Pressure (kg)	Squeez time	Initial current	Cooling time	Holding time
250 x t	30 cycle	10 cycle	4 cycle	30 cycle

3. 실험결과 및 고찰

3.1 갈바륨 강판의 내식성 비교

Fig. 3과 같이 갈바륨 강판의 내식성 시험을 실제 사용조건과 동일한 폭로(暴露)시험을 통하여 측정하였다. Fig. 3에서 보면 해안지역의 폭로시험이 농촌지역보다 부식량의 차가 크게 나타남을 알 수 있다. 염분에 약한 아연도 강판이 발청하기 쉬운 해안지역에서 보면 아연도 강판은 발청속도가 빠르고 부식속도가 일정한데 반하여 갈바륨 강판은 시간의 경과에 따라 부식속도가 느려지는 특성을 나타낸다. 이와 같은 현상을 도금층의 구조적인 측면에서 고찰해보면 Fig. 4에서 보는바와 같이 부식초기에는 아연도 강판과 같이 갈바륨 도금층의 Zn-Rich부가 먼저 부식

되지만, 갈바륨의 경우는 Zn-Rich부의 조직이 부식되면서 그 이상부분에서는 서서히 부식된다.⁴⁾

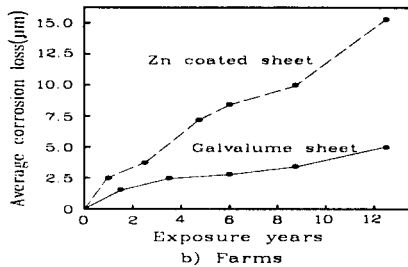
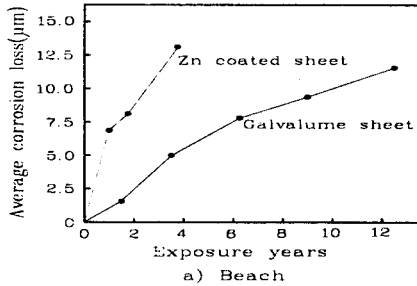


Fig. 3 Relationship between corrosion loss and exposure time (years)

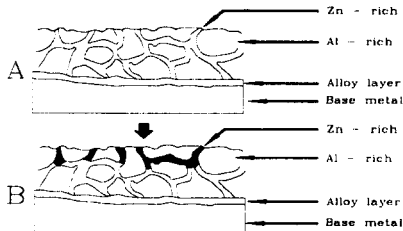


Fig. 4 Schematic diagram of corrosion mechanism for galvalume sheet

이와 같은 현상은 부식이 진전되지 못하게 하는 자기수복기능에 의하여 내식성이 증가된다고 판단 된다.

3. 2 갈바륨 강판의 점용접 특성

자동차용이나 가전제품용으로 많이 사용되는 도금 강판은 내식성과 마찬가지로 용접성도 매우 중요하다.⁴⁻⁵⁾

점용접 부분의 표면을 자세히 살펴보면 Fig. 5와 같이 용접 전극이 접촉된 부분은 도

금층이 박리되고 그 부분에 철과 알루미늄 성분이 많지 않음을 볼 수 있다.



Fig. 5 Photo. for welding nugget of galvalume (SEM, x 25)

3. 2 강판의 두께와 용접성

갈바륨 강판의 두께별 점용접 특성을 비교해보면 Fig. 6에서 보는바와 같이 용접된 시편을 비틀면서 분리시키면 강판의 두께가 2.0 mm 이상인 경우는 a)와 같이 용접부의 분리 부분이 튼니모양의 파괴된 흔적이 남고, 2.0 mm 미만인 경우는 b)에서 보는바와 같이 한쪽 Nugget에 Nugget만한 구멍이 발생되었다.

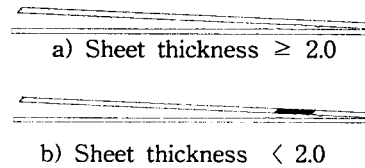


Fig. 6 Specimen of after twisting and separating test

Fig. 7과 Fig. 8은 두께 0.4 mm와 1.0mm인 강판의 용접전류의 변화를 나타낸 것으로서 용접전류의 증가에 대한 인장 전단 강도의 값이 크게 변하지 않음을 알수 있으며 매우 안정적인 점용접이 이루어짐을 알 수 있다.

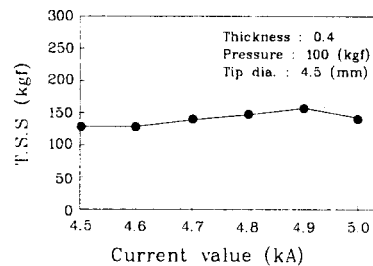


Fig. 7 Relationship between thickness and tensile strength(t=0.4mm)

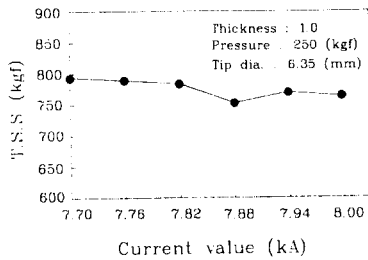


Fig. 8 Relationship between current value and tensile shearing strength(t=1.0mm)

3. 2 전극 팁의 형태와 수명

점용접의 조건에서 강판의 두께는 0.6 mm 이며 전극의 직경은 5 mm인 팁을 사용하였으며, 가압력은 160 kg정도이며 전류는 11 kA이다. 갈바륨 강판을 용접할 경우 가장 큰 문제점은 전극소모를 들 수 있는데 이를 개선하기 위하여 전극의 형상개선에 관한 연구가 많이 진행되고 있다.⁵⁾

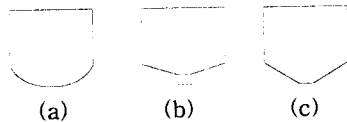


Fig. 9 Shape of electrode tip

Fig. 9의 a)는 둥형 팁으로 용접후 금속을 Pick up시키는 경향이 있기 때문에 용접 타점수가 많아짐과 더불어 전극면적이 증가되고 점차 전류밀도가 감소하여 용접이 잘 되지 않게 된다. 그리고 b)와 같이 끝부분을 돌출형으로 하면 둥형에 비하여 용접부가 균일한 장점이 있으나 전극의 가공이 어려운 단점이 있으므로 c)와 같이 둥형과 돌출형의 절충형인 개량형을 제작하여 실험 하였다.

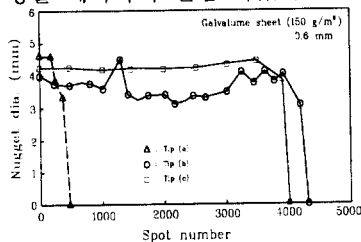


Fig. 10 spot number and tip shape

Fig. 18에서 둥형의 전극인 경우는 용접 타점수가 300을 지나면서 전류의 집중부족으로 수명이 다하게 되지만 돌출형인 경우는 4000 회 이상에서 그 수명을 다하게 되는 것을 볼 수 있다. 따라서 전극의 가공과 수명 등을 종합적으로 고려하면 수명에서는 돌출형보다 다소 열세이지만, 개량형이 가장 우수하다고 판단된다.

4. 결론

갈바륨 강판에 대하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

갈바륨 강판은 아연도금 강판에 비하여 전반적으로 내식성이 우수하며, 특히 해안지역에서 내식성이 우수하다. 그리고 갈바륨 강판의 용접전류의 변화에 따른 인장전단강도는 큰 차이가 없다.

갈바륨강판의 점용접기의 전극모양은 둥형보다 돌출형의 수명이 길지만, 가공이 어려우므로 수명이 유사하고 가공이 용이한 개량형 전극이 가장 적절하다고 생각된다.

5. 참고 문헌

- 1) T. Hada, "Present and future trends of Coated Steel Sheet for Automotive Use", GALVATECH'89, ISIJ, pp. 111- 119, 1989
- 2) S.Koizumi, S.Shima, Y. Matsushima, "A Development of Black Chromate- Oxide Finishes by Baking Process for Galvanized Steel", GALVATECH'89, ISIJ, pp. 246-253, 1989
- 3) A. M. Kalson Jr, "Coated Steel Sheets in North America-An Automotive Perspective" GALVATECH '89, ISIJ, pp. 271-275, 1989
- 4) J. M. Maigne, P. Driller, J. M. Part, "Optimized Galvannealed Coating Microstructure for Automotive Application", Galvatec '95 Conference Proceedings, pp. 589-598, 1995
- 5) C. R. Shastry and C. G. Fountoulakis, "Laboratory Evaluation of Formability, Weldability and Painted Corrosion Performance of Prephosphated", Galvatec '95 Conference Proceedings, pp. 611-626, 1995