

전기아연도금 강판의 점용접성에 미치는 용접조건과 압흔깊이에 관한 연구

A Study on the Weldability & Indentation Depth Evaluation of Electrochemical Galvanized Steel Sheet according to the Welding Conditions

정영훈*, 허우진*, 백승세*, 권일현**, 양성모**, 유효선**

* 전북대학교 대학원 정밀기계공학과

** 전북대학교 기계항공시스템공학부

ABSTRACT

Spot welding, a kind of electric resistance welding, has been used in many fields such as automobile, aircraft, and appliance industry. This paper is to investigate the relationship between tensile shear strength and indentation depth under various welding conditions. The tensile shear strength increases with increasing the welding current in the range of 6-13kA. The optimum welding conditions were 200~250kg welding force and 10~15 cycles welding time at 9kA welding current for EZNCEN. The indentation depth for optimum welding condition was 0.6mm at 9kA welding current and 200kg welding force, 0.17mm at 9kA welding current and 300kg welding force, 0.19mm at 9kA welding current and 10cycle, 0.17mm at 9kA welding current and 15cycle welding time, respectively.

1. 서 론

전기저항용접법인 점용접(spot welding)은 차체조립의 대부분을 차지하고 있다. 최근 경량화, 방청화의 요구가 증가됨에 따라 북미 수출용 자동차는 염해대책으로 고장력강판 및 아연도금강판의 사용이 크게 증가하고 있는 실정이다. 그러나 아연도금강판은 표면이 부드럽고 전기전도도가 좋은 아연도금층이 있어 초기 가압에 의해 넓은 면적으로 패널이 접촉하기 때문에 접촉저항이 작게되고 또한 초기 통전으로 용접이 낮은 아연도금층이 용융되어 비접촉부분에 흘러가게되어 접촉면적이 커져 전도면적의 증가로 인해, 즉 전류밀도가 낮아져 발열량이 적게된다. 따라서 무도금강판에 비해 큰 용접전류가 필요하며 또한 이때 생기는 비산방지를 위해 가압력도 지나치게 높게 설정되는 경향이 있다¹⁾. 본 연구에서는 전류, 가압력 및 용접시간을 용접변수로 하여 점용

접을 실시한 전기아연도금강판을 대상으로 인장전단강도를 측정함으로써 과도한 가압력이나 용접시간에 의한 강도변화추이와 각 조건에 따른 압흔직경 변화 등을 연계 연구하여 심가공용으로 널리 사용되고있는 EZNCEN 강판의 점용접 특성에 대해 연구해 보고자 한다.

2. 시험편 및 실험방법

2.1 시험 재료 및 시험편

본 연구에서 사용된 재료는 자동차 차체 제작용으로 널리 사용되는 두께 1.4mm인 전기아연도금강판 EZNCEN 강판이다. 인장전단강도 시험편은 두께가 1.4mm인 강판을 길이 100mm, 폭 30mm로 절단하여 두 강판을 30mm 겹친 후, 점용접을 실시하여 제작하였다. Table 1 과

Table 2에 각각 EZNCEN의 화학적 조성과 점 용접에 사용된 용접조건을 나타내었다.

Table 1. Chemical compositions of base metals(wt%)

Elements	C	Mn	P	S	S-Al
Steel					
EZNCEN	0.0013	0.11	0.14	0.05	0.30

Table 2. Welding conditions used in this study

Condition	Welding current (kA)	Electrode force (kg)	Squeeze time (cycle)	Welding time (cycle)	Holding time (cycle)
Steel					
EZNCEN	6~13	200~300	30	10~20	10

2.2 점용접 및 실험방법

점용접 시험편 제작을 위해 용접기는 단상교류식 단타점(single point) 공압식으로서, 정치식(150KVA) 용접기를 사용하였다. 용접전류, 용접시간, 가압시간 및 유지시간은 용접기에 부착된 계기를 통하여 설정하였다. 전극 가압력(electrode force)은 20kN 용량의 하중 측정기(CAS C1-5010, Korea)를 사용하여 측정하였고, 용접조건을 정확성을 높이기 위하여 가압력을 수시로 측정한후에 보정하였다. 용접에 사용된 전극은 R형(dome식) Cr-Cu재질 전극으로, 선단경은 $\phi 6\text{mm}$ 로 피용접물의 두께 t 에 대하여 RWMA(Resistance Welders Manufactures Association)에서 권장하고 있는 $5\sqrt{t}$ 의 범위로 선정하였다. 다양한 용접조건 변화에 따른 점 용접부의 정적 용접강도를 평가하기 위해 용량 15 ton의 인장시험기를 사용하여 시험속도 2mm/min.로 인장전단시험을 수행하였다^{2,3)}. 또한, 용접조건 변화에 따른 압흔깊이는 마이크로미터(micrometer)를 이용하여 용접부의 최소 두께부분을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 용접전류 · 가압력 · 용접시간변화에 따른 용접강도 평가

Fig. 1과 Fig. 2는 EZNCEN 전기아연도금강판의 용접전류 · 가압력 · 용접시간변화에 따른 인장전 단강도를 나타내고 있다. 모든 가압력 및 용접시간에서 용접 전류가 증가함에 따라 점차적인 인장전단강도의 상승을 보이고 있으나, 9kA 이상의 용접전류에서는 인장전단강도의 큰 상승은 관찰되지 않았다. 이는 9kA이상의 과전류 공급시 아연도금층의 일부가 비접촉부로 이동하여

접촉면적이 커져서 상대적으로 전류밀도의 저하를 초래한 결과로 판단된다. 용접조건중 가압력 증가에 따른 전단강도의 변화를 살펴보면, 가압력 250kg에서 얻어진 전단강도는 200kg에서의 것보다는 다소 증가하였으나, 그 이상의 가압력인 300kg에서는 전단강도가 오히려 감소하고 있다. 또한, 용접시간 변화에 따른 인장전단강도를 살펴보면 15cycle까지의 용접시간에서는 인장전단강도의 상승이 관찰되지만, 20cycle 이상에서의 인장전단강도는 상대적으로 큰상승은 보이지 않고 있다. 결국 이상의 결과와 JIS(A)에서 권장하는 인장전단강도 규격에 의거하여 본 연구에서 사용된 EZNCEN 아연도금강판의 적정 용접조건은 용접전류 약9kA, 가압력 200~250kg, 용접시간 10~15cycle 임을 알 수 있었다.

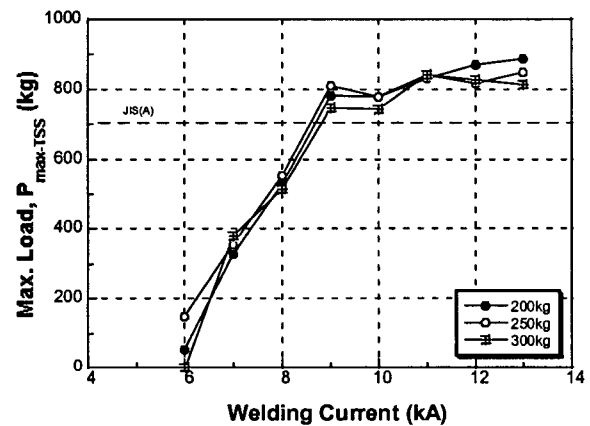


Fig. 1 The effect of welding current on tensile shear strength according to the welding force (Welding time 15cycle)

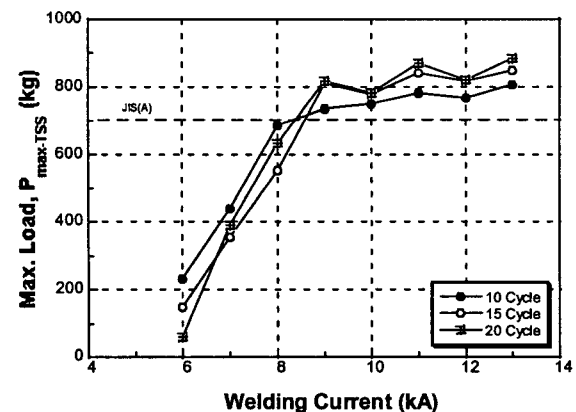


Fig. 2 The effect of welding current on tensile shear strength according to the welding time (Electrode force 250kg)

3.2 용접전류 · 가압력 · 용접시간변화에 따른 압흔깊이 평가

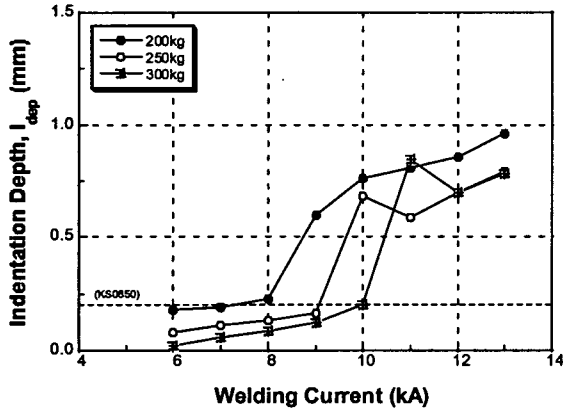


Fig. 3 The effect of welding current on indentation depth according to the various welding force (Welding time 15cycle)

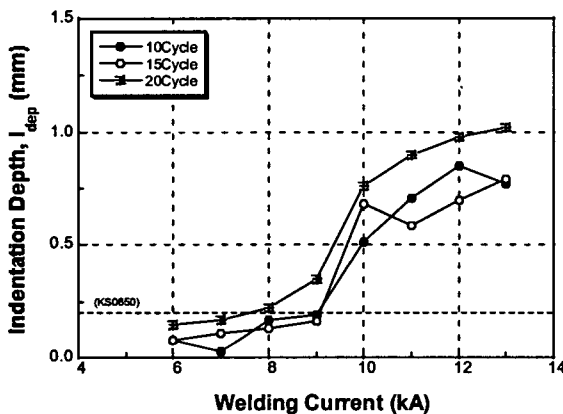


Fig. 4 The effect of welding current on indentation depth according to the various welding time (Electrode force 250kg)

Fig. 3은 용접전류, 가압력에 따른 EZNCEN 전기아연도금강판의 압흔깊이를 나타내고 있다. 가압력이 증가함에 따라 모든 용접전류에서 압흔깊이는 오히려 낮은 값을 보이고 있는데 이는 가압력이 증가함에 따라 전극의 접촉면적이 증가하여 전류밀도 감소를 유발하므로써 너깃형성이 어려워진 결과로 생각된다. 또한 그림에서 보이듯이 앞흔깊이가 큰 폭으로 증가를 보이는 조건으로는 가압력 200kg에서 9kA, 250kg에서 10kA, 300kg에서 11kA일 때임을 알 수 있다. 이와 같이 가압력이 증가할수록 용접전류가 점차 증가하고 있는데 이는 가압력이 클수록 통전면적의 증가로 인해 용접부의 형성을 위해서는 보다 큰 전류가 필요하기 때문으로 사료된다. Fig. 4

는 용접전류, 용접시간에 따른 압흔깊이변화를 나타내고 있다. 용접시간이 증가함에 따라 모든 용접전류에서 압흔깊이가 증가함을 알 수 있고, 특히 10kA의 용접전류에서 용접시간에 무관하게 큰폭의 압흔깊이 증가를 보이고 있다. 이상의 결과를 3.1절에서 얻은 최적 용접조건과 연계하여 고찰해 보면, 점용접부의 검사방법(KS0850)에 의한 압흔을 10%이하를 만족하는 적정 용접 조건은 용접전류 약 9kA, 가압력은 약 250kg, 용접시간 약 15cycle 이었다.

4. 결 론

점용접된 EZNCEN 시험편을 대상으로 인장전단강도 시험 및 압흔깊이를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) JIS(A)에서 권장하는 인장전단강도 규격과 점용접부의 검사법(KS0850)에 의한 압흔을 10%이하를 만족하는 적정 용접 조건은 용접전류 약 9kA, 가압력은 약 250kg, 용접시간 약 15cycle이었다.
- 2) 용접품질의 향상에 있어서 가압력과 용접시간의 선정은 매우 중요함을 알 수 있었다.
- 3) 현장에서 직접 측정할수 있는 압흔깊이를 이용하여 인장전단강도를 추정할수 있는 기초 Data를 제공하였다.

후 기

본 연구는 산업자원부의 출연금 등으로 수행한 지역전략산업 석박사 연구인력 양성사업의 연구 결과입니다.

참고문헌

1. 민준기, 오영근, 김광수 : 자동차용 도금강판의 점용접성에 관한 연구, 대한용접학회지, Vol. 14, No. 3, (1996), pp. 41~47.
2. 조상명 : 저항용접의 기초원리와 모니터링 결과의 분석, 대한용접학회지, Vol. 15, No. 2, (1997), pp.1~10.
3. 현대자동차(주) : 전기저항용접(1985), pp 27-60, 99-102