

## 전기저항 점용접한 자동차 강판의 강도특성평가

### Evaluation on Strength Characteristics of Automobile Steel Sheet by Electrode Resistance Spot Weld

윤한기\*† · 허관도\*\* · 유덕생\*\*\*

Han-Ki Yoon\*†, Kwan-Do Hu\*\* and Deok-Seang Ryu\*\*\*

(접수일 : 2013년 06월 05일, 수정일 : 2013년 06월26 일, 채택확정 : 2013년 08월 02일)

**Abstract:** The resistance spot welding of high strength steel degrades the weldability because of its high strength with rich chemical composition and coating layer to protect from corrosion. And the weld Expulsion is prone to occur and severely affect the nugget quality when the initial gap between automatic borrowing galvanized steel sheets(SGARC35) and Zn-coateel trip steels(GA580TRIP and GA980 TRIP) exist in resistance spot welding(RSW). RSW is one of the most popular welding processes used to join sheet metals. but weld quality sometimes do creases due to welding condition. in this paper to verity tue weldability using spot welding with the hemispherically concaved electrode, tensile shear strength and cross-tensile strength were measured by a universal test machine. in addition, the nugget size on cross-sectional area of the weld was observed by optical and electron microscopy. As a result, the nugget size of this specimen is increased with increasing welding current and Max load of tensile-shear strength is increased with welding current is increasing.

**Key Words :** Strength Characteristics, Resistance Spot Welding, Automobile Steel Sheet, Welding Current, Nugget Size, Tensile-shear strength

## 1. 서 론

최근 철강 재료의 내식성을 향상할 목적으로 표면처리강판이 다양한 용도로 사용되고 있다. 그중에서 아연도금 표면 처리한 강판의 적용이 현저히 증가하고 있다. 따라서 자동차 차체 조립공정에 작업성이 간편한 저항 점용접을 많이 사용하고 있다. 저항점용접에서는 용접전류, 용접시간 및 가압력 등에

따라 저항 점용접부의 특성이 크게 좌우 되므로 아연도금 강판의 경우 점용접시 도금 층의 용융과 픽업에 따른 전극의 합금화현상이 문제점으로 지적되고 있다.<sup>1,2)</sup>

이러한 전기저항점용 시 비산이 발생하며, 이 현상이 용접의 특성에 크게 좌우된다.<sup>3,4)</sup>

특히 자동차용 고강도강은 기존 연강과 비교하여 첨가원소의 함량이 많으므로 전기저항이 상당히 높

\*† 윤한기(교신저자) : 동의대학교 기계공학과

E-mail : hkyoon@deu.ac.kr, Tel : 051-890-1642

\*\*허관도 : 동의대학교 기계공학과

\*\*\*유덕생 : 동의대학교 기계공학과 대학원

\*\*† Han-Ki Yoon(corresponding author) : Dept. Mechanical Engineering, Dong-Eui University.

E-mail : hkyoon@deu.ac.kr, Tel : 051-890-1642

\*Kwan-Do Hu : Dept. Mechanical Engineering, Dong-Eui University.

\*\*\*Deok-Seang Ryu : Dept. Mechanical Engineering, Graduate School, Dong-Eui University.

고, 열전도율이 낮은 특성이 있어, 비산 발생이 쉽게 일어나며 너깃크기에도 영향을 미친다.<sup>5,6)</sup>

최근 자동차용 첨단 고강도강 전기저항점용접의 비산현상 등에 연구가 보고 되고 있다.<sup>7)</sup>

그리고 AI도금한 HPF강판과 전기 도금한 TRIP강의 점용접시 연속타점에 의한 도금 층의 영향 등에 의한 연구도 진행되고 있다.<sup>8)</sup>

따라서 본 연구에서는 자동차용 저장도 강판(SG ARC35)과 고강도 강판(GA590TRIP, GA980TRIP)을 사용하여 전기저항 점용접을 실시하였다. 저항점용접은 통전시간과 전류전압을 일정하게 하고, 용접전류를 변화하여 강판의 강도에 따른 너깃의 크기와 인장전단강도 특성을 평가하였다.

## 2. 실험재료 및 방법

### 2.1 시험편

본 연구의 저항점용접에 사용된 소재는 자동차용 강판 중 강도를 달리한 아연 도금한 강판(SGARC35, GA590TRIP, GA980TRIP)3종류를 사용하였다. 이들 소재의 화학적 성분은 Table1과 같으며 시험편의 두께는 0.8mm 얇은 박판을 사용하였다. 각 시험편의 모재를 판형 표준 인장시험을 사용하여 만능인장시험기를 사용하여 크로스 헤드속도 0.1mm/min로 인장

Table 1 Chemical compositions of test specimen

Component Material	C	Si	Mn	p	Other element
SGARC35	0.013	0.010	0.440	0.055	-
GA590TRIP	0.110	1.180	1.550	-	-
GA980TRIP	0.140	0.010	2.300	0.007	Cr, Mo

Table 2 Mechanical properties of test specimen

Component Material	Yield strength (MPa)	Ultimate Tensile strength (MPa)	Elongation (%)
SGARC35	226	376	41
GA590TRIP	450	600	27
GA980TRIP	600	780	18

실험하여 각 시험편에서 얻은 기계적 성질은 Table2와 같다. 자동차용 강판의 전기저항 점용접 시험편의 형상은 Fig.1의 (a), (b)와 같다. 시험편의 치수는 200mm, 폭 34mm, 두께 0.8mm 박판으로서 34mm 겹쳐서 전기저항 점용접 하였다.

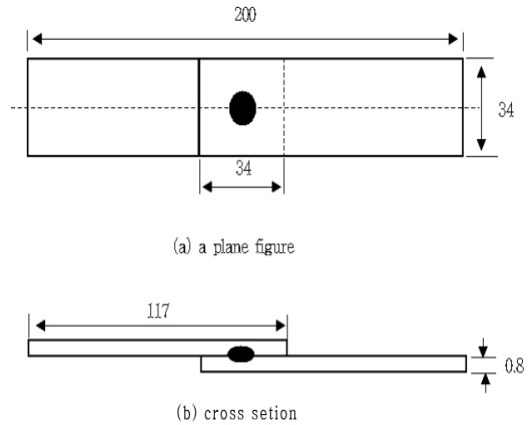


Fig.1 Electrode resistance spot welding specimen (unit : mm)

### 2.2 점용접조건

실험에 사용한 점용접 조건은 가압력 270 MPa로 고정하고 용접시간을 3cycle로 고정하고 용접전류 5.0KA ~ 6.2 KA로 변화 하여 실시하였다. 이와 같은 용접조건을 정리하면 Table3과 같다.

Table 3 Welding conditions

Vaibles	Unit	Levels
Welding force	MPa	270
Welding time	Cycle	3
Welding current	KA	5.0~6.2

### 2.3 실험방법

#### 2.3.1 전기 저항 점용접 시험기

본 연구에서 사용된 전기저항 점용접기는 모델 A SR-50이며, 입력전압(220 / 380 / 440 / 60Hz), 최대전류(132KVA), 전류팁(직경 16mm, Tapet 1/5)이다. 시험기 형상은 Fig.2와 같으며, 구체적인 사양은 Table 4와 같다.



Fig. 2 Resistance spot welding machine(Compressed air type)

Table 4 Specifications of resistance spot welding machine

Model	ASR-50
Rated capacity (kVA)	50
Input voltage (V)	220/380/440,(60Hz)
Max input (kVA)	132
Max electrode force (N)	5880
Electrode length (mm)	200/150
Electrode tip (mm)	Diameter 16mm, Taget 1/5
Cooling water force (ℓ/min)	6

### 2.3.2 인장전단강도시험

인장전단강도시험은 유압식 동적 피로시험기(MT S model 810, 10 tonf)를 사용하여 실험하였고, 각 시험편의 인장전단하중은 인장속도를 0.1 mm/min으로 하여 KS B0851 규격 따라 실시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 저항 점용접시 연속타점에 의한 버튼직경변화

일반적으로 도금강판의 경우 연속타점수평은 강

판의 종류 외에도 도금 층의 성분 및 도금 방법 등에 따라서 차이를 나타내며 일반적으로 전기아연도금 강판보다 용융아연도금강판의 연속타점 수명이 짧은 것으로 나타는 것으로 알려져 있다.<sup>8)</sup> Fig.3은 전기 아연도금 TRIP 강판의 저항점용접 연속타점수에 따른 버튼 사이즈를 측정 한 결과이다. 약 3000타점 까지 거의 직선적으로 버튼 사이즈가 감소됨을 알 수 있다. 이것은 전극과 강표면에서 발생하는 전극 선단경의 성장에 기인하며 이에 따라 전극과 판재사이의 전류 밀도가 저하하게 되며, 판재와 판재사이 전류 밀도가 저하여 너깃직경을 감소시키는 현상을 나타낸다.

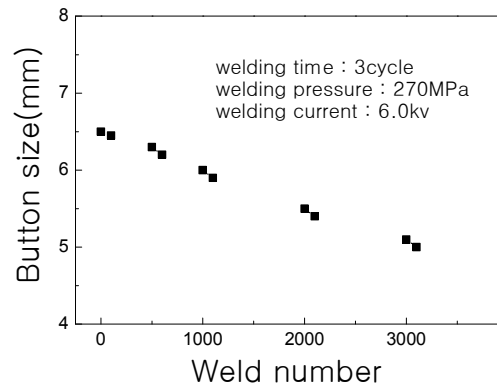


Fig. 3 Comparison of button diameter as a function of the weld numbers in Zn coated TRIP steel.

이 실험결과를 기초로 다음 실험의 최적 조건으로 실험 하였다.

### 3.2 용접 전류에 따른 너깃크기의 영향

일반적으로 저항용접은 합금원소와 강도의 특성에 따라 너깃의 크기가 변하는 것으로 알려져 있다.<sup>9,10)</sup>

Fig. 4에서는 합금원소의 성분량을 달리한 아연도금 자동차강판의 3종류에 대한 용접시간과 용접압력을 일정하게 한 용접전류변화에 따른 너깃 크기를 조사하였다. 실험데이터는 10개 시험편의 평균한 값을 나타낸 것이다. 용접전류가 증가할수록 너깃크기

는 3종류 시험편에서 모두 증가 하는 현상이 나타났다. 고강도강판 SG980TRIP강이 너깃형상크기가 가장 크게 나타났다. 그리고 SG590TRIP강 SGARC35 강순으로 나타났다. 너깃형상의 고찰은 현미경사진으로 관찰하였으며 크기를 직접측정한 평균결과이다. 이 결과에서 보면 강판의 합금원소 중 탄소의 함유량이 클수록 고강도화 됨에 따라 너깃의 크기도 차이가 있음을 알았다. 일반적으로 자동차 산업에 차체고강도화의 경향은 새로운 강종개발에 주요한 목적이며 첨가된 원소의 함유량에 따라 열적, 기계적 성질들이 변화와 전기저항 용접시 용접성은 중요한 요소임을 알 수 있다. 따라서 전기저항용접성이 우수한 새로운 강을 개발하기 위해서는 합금원소에 따른 강도 변화와 너깃크기에 대한 데이터베이스 구축이 필요하다.

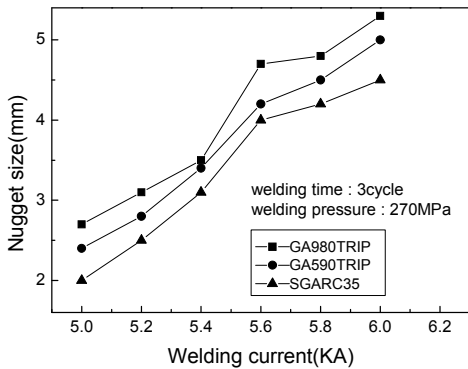


Fig. 4 Nugget size as welding current

### 3.3 용접전류에 따른 인장 전단강도의 특성

일반적인 연강은 용접전류가 증가됨에 따라 인장 전단강도는 증가 한다고 알려져 있다.<sup>11)</sup>

3종류의 전기아연도금 강판의 용접전류변화에 따른 인장 전단강도 최대 하중의 관계를 Fig.5에 나타내었다. 실험 결과는 시험편 10개의 평균값으로 하였으며, 용접시간을 3cycle로하고 용접 압력을 270MPa로 일정하게 한 경우 용접 전류가 증가 할수록 인장 전단강도의 최대하중도 증가함을 Fig.5에서 알 수 있다. Fig.4에서 알수있는바와 같이 너깃크기는 시험편의 종류에 따라 증가하며 이 결과와 일치

하고 있음을 알 수 있다. Fig.5에서도 합금원소의 함유량에 따라 강판의 강도가 변하며 고강도강판의 인장 전단강도는 최대 하중이 저 강도 강판에 비해 크게 나타났다. 따라서 아연 도금강판의 자동차용 강판으로 적용범위가 넓어지고 있으므로 고강도 강판 개발 및 활용시 저항점용접의 용접전류의 최적화가 필수적이다.

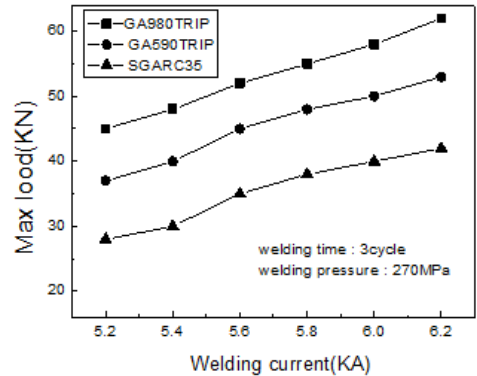


Fig. 5 Relations between welding current and tensile-shear max load on test specimens

## 4. 결 론

본 연구에서는 자동차용 강판에 아연 도금한 3종류 저강도용 SGARC35강판, 고강도용 GA590TRIP, GA980TRIP 강판을 사용하여 전기저항 점용접시 용접전류에 따른 너깃크기와 인장전단강도의 관계를 실험 하여 얻은 결과는 전기아연 도금한 고강도강판 (TRIP)의 전기저항 점용접 연속타점 수에 따른 버튼 사이즈 변화 기초연구를 통하여 강도변화에 따른 아연도금 강판에 용접전류변화와 너깃크기 및 인장 전단 강도는 전류가 클수록 크게 나타났다. 이는 합금 원소와 강도크기에 따라 최적화해야 된다.

## 후 기

본 연구는 2011년 동의대학교 학술연구비(과제번호 2011AA154)로 수행되었으며, 관계자에게 감사드립니다.

## References

1. S. S. Park, 2009, "Ms Thesis", Dong-Eui University, Busan, p.34
2. J. Zou, Q. Zhano, Z. Chem, and J. Mater, 2009 "proc Tech 209", p.4141
3. H. Zhang, S. Jack H and J. Sen Kara, 2000, "Journal of Manufacturing Science and Engineering", Vol. 122, p.501
4. J. Senkara, H. Zhang S. J. Hu, and weld J. 83, 2004, 123s
5. D. Y. Choi and Y. G. Kim, 2009, Journal of KWJS, Vol. 27, pp.125-126
6. H. Dikawa, G. Murayama, T. Sakiyma, Y. Takahasli and T. Ishikawa, 2007, Nipoon steel Technical Report, Vol. 95, pp.40-45
7. Jong-Pan Kong and Chung-Yun Kang, 2009, Journal of KWJS, Vol. 29, No. 6, pp 646-652
8. J. W, Son, J. D. Seo, D. C. Kim and Y. D. Park, 2012, "Corrosion Science and Technology", Vol. 11, No. 1, pp.29-36
9. N. T. Williams and J. D. Parker, 2004, Int. Mater. Reu, Vol. 49, No. 2
10. J. Jun and S. phee, 2012, "science and Technology of welding and joining" Vol. 17, No. 4, pp.333-337
11. J. Shen,. Y. S. Zhang and M.Lai, 2012, "Science and technology of welding and joining", Vol. 15, No. 5, pp.386-392