

DP60강의 인버터 DC 저항 용접의 용접 특성 및 기계적 성질에 관한 연구

김인주*

*한국생산기술연구원 친환경부품소재센터
e-mail:k9inju@kitech.re.kr

The Study on Inverter DC Resistance Spot Welding Character & Mechanical Property of DP60 Steels

In-Ju Kim*

* Environmentally Materials & Components Center, KITECH

Abstracts

Purpose This study analyzes resistance spot weldability of DP60 steels.

Methodology To compare the resistance spot weldability of DP60 steels, tensile strength test and macro-section test were conducted for the resistance spot welds. Acceptable welding conditions were determined as a function of the resistance spot welding process parameters such as electrode force, welding time, and welding current. The lower limit of the welding lobe was the minimum shear tension strength for 590MPa-grade steel while the upper limit was determined whether or not expulsion was detected.

Findings Welding force is 200kgf more appropriate in terms of 300kgf the larger the width of the welding zone. Acceptable welding current condition and welding lobe were changed depending on welding force.

Research limitations This study is forced on inverter DC resistance spot weldability of 590Mpa-grade steels for automotive application.

Practical implications This study confirms the weldability of DP60 steel by comparing resistance spot weldability depending on welding force.

Originality This study analysed resistance spot weldability depending on welding force. weldability of DP60 steel were determined by welding lobes.

1. 서론

용접법의 일종으로 용접 모재에 큰 전류를 흘려서, 접합부의 접촉저항(contact resistance)에 의한 발열로 용접모재를 가열하여 용융상태로 만들고 기계적 압력을 가해서 용접하는 방법이다. 자동차 산업에서는 차체의 내식성(corrosion resistance) 및 내구성(durability) 향상을 위해 고장력강(high tensile steel) 및 코팅강(coating steel)을 많이 사용하고 있다. 또한 자동차 부품조립중 하나인 용접공정은 제품품질을 결정짓는 중요한 공정이며, 양호한 품질을 확보하기 위해서는 최적용접조건 설정과 용접전극의 마모를 최소화하는 것이 중요하다. 본 연구에 사용된 DP강은 2상복합조직강(일명 DP강: Dual Phase

Steel)은 페라이트와 마르텐사이트의 두상이 혼합된 상으로 구성되며 저항복 비형강으로써 우수한 가공성을 갖는 강이다. 또한 DP강은 HSLA강의 결점을 보강하기 위해 개발되었고, 자동차의 경량화 재료로써 활용하기 위해 연구되고 있다. 이 강은 저탄소강으로서 성형성이 극히 우수하고 강도가 높으며, 기지조직은 약 80% PF(polygonal ferrite)와 약20%의 분산된 마텐사이트 또는 베이나이트 조직과 약간의 잔류 오스테나이트의 혼합조직들로 구성되어 있다. 그리고 DP강은 항복점이 잘 나타나지 않으며, 낮은 응력에서 항복이 발생하여 점진적이고 연속적으로 응력이 증대하면서 연신되고 가공경화 속도가 커서 최대인장강도는 최초의 항복강도에 비하여 아주 크다.

본 연구에서는 DP60강의 저항 용접의 용접특성 및 기계적 특성에 관한 조사를 위해 용접부 너짓지름, 인장강도, 용접부 경도 분포등을 통하여 인버터 DC 저항 용접의 최적 조건을 도출하기 위한 비교분석하여 수행되었다.

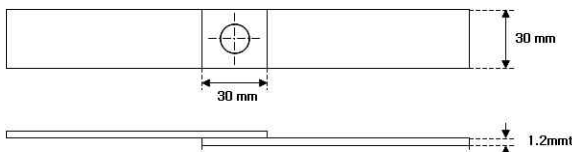
2. 실험방법

2.1 실험방법

본 연구에서 사용된 용접기는 인버터 DC 저항 점 용접기이며, 용접기 사양은 그림 1에 나타내었다. 시험재료는 두께 1.2mm DP60강을 사용하였다. 저항 점 용접 실험을 시행하기 위해 용접 시편을 KS B 0854에 의거해 시편(30 mm x 100 mm)을 제작하였으며, 겹침 여유는 30 mm로 하여 실험하였다. 그림 2는 규격에 따른 시편의 모양 및 용접부를 나타내고 있다.



<그림 1> Inverter DC 저항용접기 사양



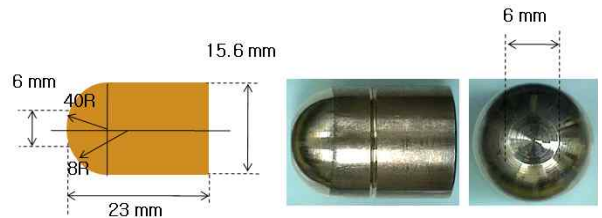
<그림 2> 용접 시편 개략도

590Mpa급 강재인 DP60강의 용접성을 평가하기 위한 용접조건별 인장 시험 결과는 표2와 같다. 가압력 범위는 200~300kgf 2수준을 하였고, 용접전류는 5수준, 용접 시간은 5수준으로 하였으며, 그 범위는 12~24cycle이다. DP60강 1.2mm의 허용 전단인장강도의 기준은 5.7kN이며, 허용 너짓직경(nugget width)은 4.4mm이다.

[표 2] DP60강의 저항 점용접조건

Welding Current[kA]	3, 4, 5, 6, 7, 8
Welding Time[cycle]	12, 15, 18, 21, 24
Electrode Force[kgf]	200, 300

저항 용접은 통전전류, 통전시간, 가압력 이외에도 용접성에 영향을 끼치는 변수로 용접전극(welding electrode)을 들 수 있으며, 용접부의 너짓지름에 큰 영향을 미치게 되는데 이는 용접전극의 선단경 면적에 따라 가압부의 접촉 면적이 달라지기 때문이다. 저항 점 용접 전극은 tip, cap, cap tip등의 이름으로 지칭되며 전극은 형상에 따라 원추형, 돔형, 편심형, 평면형, 포인트형, 구면형 등으로 나뉘어진다. 본 연구에서 사용한 전극은 돔형(dome type) 전극(D형)으로 전극 재료의 특성은 크롬동으로 되어 있으며, 크롬함유량이 0.5~1.0%이다. 전극의 경도는 로크웰 B스케일로 72HR_B 이상이고 도전율은 75%이상이며, 인장강도(kg/mm²)는 42kg/mm²이상이다. 전극 형상 및 치수는 그림 2에 나타내었고 전극재료의 특성은 표3에 나타내었다.



<그림 3> 전극 형상

[표 1] D형 전극재료의 특성

재료	합금계	경도 (HR _B)	도전율 (%)	인장강도 (kg/mm ²)	연화온도 (°C)
크롬동	Cr0.5~1.0	>72	>75	>42	460

3. 실험 결과

3.1 용접부 인장강도 분석

DP60강 1.2mm의 용접조건별 인장 시험 결과는 허용인장강도 이하, 이상 그리고 날림현상으로 구분하여 그림 3과 같이 나타내었다. KS B 0854에서 규정하는 용접부 최소 인장하중은 5.7kN이다. 가압력 200kgf 조건에서는 3kA에서는 허용인장강도 이하였으며, 7kA부터는 용접 날림 현상이 발생하는 것을 알 수 있었다. 그리고 가압력 400kgf 조건에서는 8kA 이상이 되면 용접 날림 현상이 발생하는 것을 알 수 있었다.

