

저항 점 용접에서 고장력 TRIP강의 점 용접성 평가에 관한 연구

A study of weldability evaluation for TRIP sheet in resistance spot welding

김태형*, 박현성**, 이세현***

* 한양대학교 대학원 정밀기계공학과

** 기아자동차

*** 한양대학교 기계공학부

ABSTRACT

The development of lightweight car bodies is the most prominent issue in the automotive industry today, in preparation of environmental regulations such as reduction of CO2 emissions. Also, with the recent implementation of mandatory off-set collision test, many studies have been carried out to enhance the safety of automobiles. Recently, TRIP(Transformation Induced Plasticity) steel has developed as a prominent alternative due to its high strength and superior elongation. In this study, TRIP steel weldability is evaluated with lobe curve, continuous spot welds, shunt effect, and weld of edge position.

1. 서 론

지금까지의 자동차 기술은 주행성, 회전성, 정지성 등의 하드웨어적인 기능을 추구하여 왔다. 그러나, 최근에는 지구환경보호문제와 관련된 새로운 자동차 기술이 요구되고 있다. 즉, 배기가스 저감, 연비 향상 등과 관련된 기술을 개발하기 위해 자동차 회사들은 많은 노력을 기울이고 있다. 일반적으로 자동차 중량과 연비와의 관계를 보면 차량 중량을 1% 경량화하면 연비는 거의 1% 향상될 정도로 경량화에 따른 효과는 크다고 할 수 있다. 자동차 경량화 수단은 재료 변경과 구조변경으로 나눌 수 있다. 재료의 변경은 고장력 강판과 저비중 재료의 사용으로 구분된다. 최근 강도는 높으면서도 성형성을 개선한 TRIP(Transformation of Induced Plasticity)강의 개발은 자동차 경량화에 큰 역할을 하였다. TRIP강과 같은 고장력 강판은 종래 자동차 생산 기술의 연장선상에 있으므로 적용하기가 용이하여 널리 사용될 것이다.

본 연구에서는 자동차 차체 조립 공정에 널리 사용되는 박판 접합 공정의 하나인 저항 점 용접을 이용하여 경량화 추세에 맞추어 개발된 TRIP강에 대한 용접 품질 및 용접성 평가를 통해 TRIP강의 현장 적용성을 판단하고자 하였다.

2. 저항 점 용접성 평가

2.1 로브곡선

기존의 고장력강과 용접성을 비교하기 위해서 고장력 냉연강판의 일종인 SHCP60에 대해 실험한 후 비교하였다. Fig. 1와 Fig. 2에서 보는 바와 같이 로브 곡선의 하한치는 6.5kA로 비슷한 반면, 상한 경계는 SHCP60강이 약 0.5kA 이상 높음을 알 수 있다. 이는 높은 비저항의 Si 함량이 많은 TRIP강의 발열량이 커서 용접 전류 9kA를 넘어서면 중간날림이 발생하는 것으로 사료된다. 로브곡선 결과 일반 SHCP60강보다 TRIP강의 적정 범위가 좁은 편이지만 TRIP 강의 사용에는 무리가 없을 것이다.

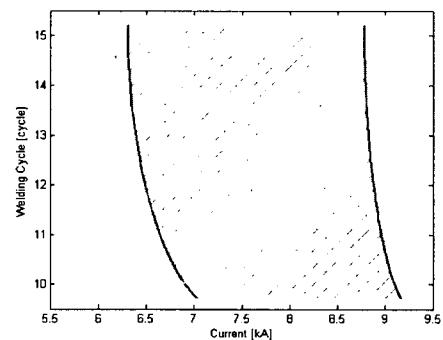


Fig. 1 Lobe curve for high tension steel [SHCP]

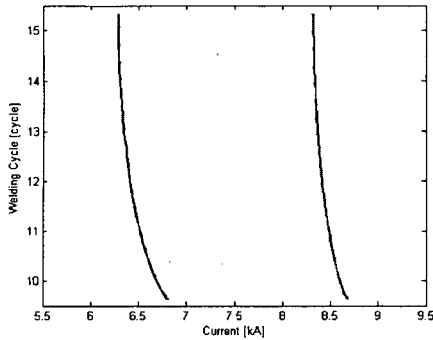


Fig. 2 Lobe curve for TRIP steel [TRIP 60]

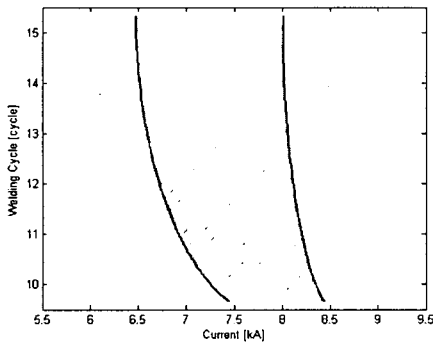


Fig. 3 Lobe curve for galvanized TRIP steel [TRIP 60 ZnFe]

Fig. 3은 도금 TRIP강의 로브 곡선이다. 대체적으로 로브 곡선의 하한 경계는 6.5에서 7 kA 사이, 상한 경계는 약 8kA임을 보여준다.

Zn-Fe 강은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 SHCP60이나 무도금 TRIP강에 비해 상당히 좁은 범위의 적정 용접 조건 영역을 갖고 있음을 알 수 있다. 이는 현장에서 용접 시 용접 제어인자의 관리는 물론이고, 전극 팁이나 냉각수 등 다른 변수의 관리가 상당히 엄격하게 이루어져야만 한다는 것을 알 수 있다.

2.2 연속 타점

연속 타점 실험은 선행 연구 결과에서 얻은 최적 용접 조건에서 용접을 수행하였다. 또한 매 100타점마다 인장시험을 수행할 수 있는 점 용접 표준 인장 시험편을 이용하여 전단강도 값의 변화를 살펴보았다. Fig. 4과 Fig.5는 각 실험 강종에 대한 전단강도 변화를 보여준다.

TRIP강의 경우 약 500타점 이상이 되면 전단강도가 불안정하게 바뀌게 되며, 이때부터 인장 시험을 통해 파괴된 용접 시험편을 살펴보면 용접 품질에 문제를 일으키는 플러그 파단이 발생

하기도 한다. 그러나 이 때에도 1.2mm 두께의 보완타점 강도인 11.9kN을 넘고 있어 강도만을 고려하였을 때, 큰 문제를 일으키지 않고 있다. 이는 TRIP강에 포함된 높은 비저항으로 성분인 Si, Mn의 성분이 많아 비교적 낮은 용접 전류에서도 용융에 필요한 열량을 충분히 얻을 수 있고, 다른 고장력에 비해선 비교적 낮은 전류에서 용접이 수행되므로 팁 선단의 면적 증가에 변화가 크지않기 때문인 것으로 볼 수 있다.

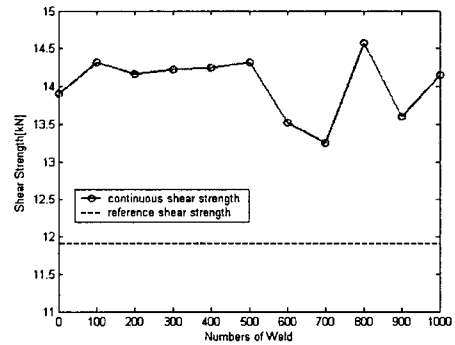


Fig. 4 Shear strength of continuous welding test for TRIP steel

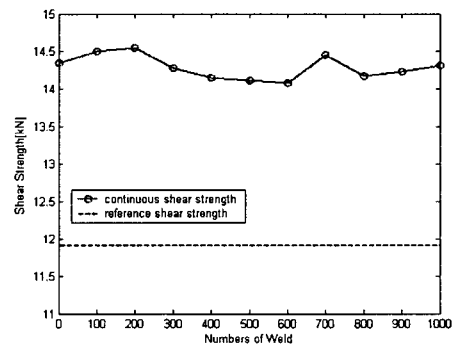


Fig. 5 Shear strength of continuous welding test for galvanized TRIP steel

2.3 분류

저항 점 용접에서 용융에 필요한 전류만큼 열량을 보낼 수 없는 경우인 분류 현상을 규명하기 위해서 초기 용접점에서 6, 12, 15, 18, 24mm 떨어진 위치에서 용접을 수행하고, 그 때의 동저항 값을 모니터링 하여 전류의 감소와 용접현상을 관찰하였다. 여기서 동저항이란 저항 점 용접에서 용접 중 발생하는 전압 강하값과 이 순간 측정되는 전류 값을 사용하여 구한 저항 값으로 점 용접 공정 과정을 잘 표현하는 공정 변수라 할 수 있다. 분류나, 끝단 거리 실험의 경우 인장 시험과 같은 시험편 제작이 쉽지 않으므로, 용접

품질을 예측할 수 있는 공정변수인 동저항을 사용한 것이다.

Fig. 6에서 TRIP강의 경우 첫번째 타점으로 부터 6mm 떨어진 곳에서 용접 할 경우 동저항이 상당히 감소함을 볼 수 있다. 이는 적은 전류로 인한 발열량의 감소로 너깃형성이 생성되기 전 비저항에 의한 온도상승이 감소하여 동저항이 이를 반영하기 때문이다. 비저항 상승이후 통전면적이나 통전 경로의 감소로 인한 저항값의 하강으로 인해 베타피크라는 점이 생기는데, 이 점에서 너깃 형성을 위한 용융이 시작된다고 할 수 있다. 분류로 인한 전류 감소로 인해 6, 12mm의 경우는 베타피크의 위치가 15, 18, 24mm의 경우보다 용접시간 중 2사이클에서 3사이클로 늦어지게 된다. 기존의 외국 규격에는 24mm의 용접 거리가 있어야만 하는 것으로 되어 있지만 본 실험의 결과에선 약 15mm 간격만 유지해도 용접부 품질에는 큰 영향을 끼치지 않는 것을 볼 수 있었다.

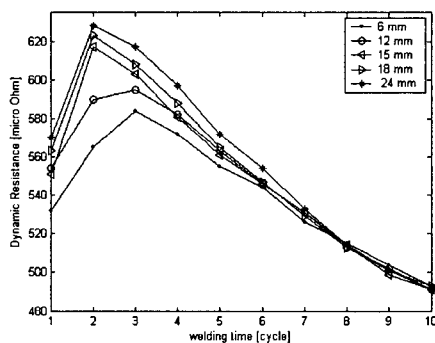


Fig. 6 Dynamic resistance curve of shunt effect for TRIP steel

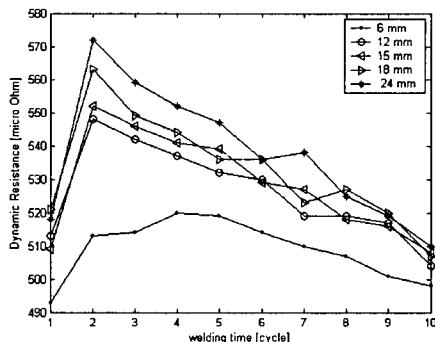


Fig. 7 Dynamic resistance curve of shunt effect for galvanized TRIP steel

Fig. 7은 도금한 TRIP강의 경우로 일반 TRIP강에서 살펴본 분류 효과보다 초기 동저항 감소

의 정도가 크다는 것을 알 수 있으며, 이로 인한 용접부의 불량 발생 확률도 더 커지게 될 것이다 특히 Fig. 7에서 6mm로 용접부 사이 간격이 좁은 경우 베타피크의 위치가 5~6사이클로 늦어지면서 용접강도가 상당히 저하될 수 있는 요소를 가지고 있다고 할 수 있다. 동저항으로 보아 도금강의 경우에도 약 15mm 정도만 유지해도 문제 없을 것 같으나, 도금강의 특성상 좀 더 엄격한 품질 관리를 위해서 18mm이상의 간격 유지를 필요로 할 것이다.

3. 결 론

자동차 차체 경량화를 위해 새롭게 개발된 고장력 TRIP강을 차체 조립 공정의 저항 점 용접에 적용하기 용접성을 분석하여야 한다. 이를 저항 점 용접 품질 판단 기준을 선정 한 뒤, 실험을 통해 얻어지는 데이터를 이용하여 현장 적용 여부를 위한 용접성을 평가하였다. TRIP강과 도금된 TRIP강의 용접성 평가를 위해 로브 곡선, 연속 타점, 분류 효과에 따른 용접성을 비교 분석하였다. 그 결과 TRIP강은 적은 전류로 용접을 수행할 수 있으므로, 전류량과 관계가 있는 연속타점성은 우수하여 전극 팁 수명이 연장되는 장점이 있음을 알 수 있었다. 반면 저항 발열을 쉽게 생성하는 요소를 포함하고 있어 점 용접 제어인자 중 전류량의 엄격한 관리가 요구 된다. 특히 도금된 TRIP강의 적용할 경우에는 보다 세밀한 용접 외부 조건 관리가 필요할 것이다..

후 기

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 직무기피요인 해소사업에 의하여 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 대한용접학회지 : 박현성, 김태형, 이세현, "저항 점 용접에서 반응표면분석법을 이용한 고장력 TRIP강의 최적 용접 조건 설정에 관한 연구", Vol.21., No.2, pp.66-71, 2003.
2. Recommended Practices for Automotive Weld Quality-Resistance Spot Welding : AWS D8.7-78, SAE J-1188, An American National Standard
3. Phenomena of Resistance Welding and It's Application : Vol.8, No.2, pp.101-108, JWS, 1983
4. POSCO 기술 보고서 "TRIP강의 개요"
5. Practical Course Resistance Welding : SLV Duisburg, Dipl.-Ing. H. Polronnicza etc, Jun 1994