

# 자동차 배기계 용접기술의 표준화 연구

## A Study on the Standardization of Welding Technique for Automotive Exhaust System

성재준, 박동환  
울산대학교 첨단소재공학과

### 1. 서 론

본 연구에서는 자동차 배기계 부품으로 사용되어 지는 재료들의 제반 물성과 양호한 용접부를 확보할 수 있도록 용접공정의 변수에 따른 용접부 평가실험을 통하여, 재료별, 두께별, Joint별 용접DB를 구축하고 생산성 및 용접 품질을 향상시키고자 한다.

### 2. 실 험

본 연구에서는 자동차 배기계 부품으로 사용되는 SUS409L, SUS430, Cast Iron 및 SS41과 같은 모재와 SUS409Ti 용접와이어를 GMAW방법으로 실시한 용접부에 대해 공정별 적정 용접 조건을 도출하기 위해 시행되었다. Bead On Plate Test를 통해 인성, 피로수명 등의 요구물성이 확보되는 용접조건(용접전류, 용접전압, 용접속도, 토치각도)을 설정하였고 Ar과 O<sub>2</sub>의 보호 가스 조성별 용접성평가와 용접부 부식실험을 통해 적정 보호 가스의 조성을 확보하였다. Lap Joint별, Fit-Up 조건별 용접성 Test에 대해서는 용접부 단면사진 검사와 인장, 피로 실험을 통해 도출된 적정 용접조건의 타당성을 확인하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 1. Shielding Gas별 용접부 화학조성 및 내부식성

내부식성의 결정적인 요소인 Cr의 함유량이 100%Ar, 98%Ar+2%O<sub>2</sub>, 95%Ar+5%O<sub>2</sub>, 90%Ar+10%O<sub>2</sub>의 모든 조건에서 조금씩 차이는 있

으나 용접부에 11%정도의 함유량이 포함되어 내부식성 저하는 유발되지 않는 것으로 보이며 Pitting & Crevice Corrosion Resistance 실험에서도 용접부 표면에 부식은 발생하지 않았다. 그러나 Bead외관과 스패터 발생 등의 요소와 안전수준의 O<sub>2</sub> 함유량을 고려하여 5%O<sub>2</sub>까지는 사용 가능한 것으로 나타났다.

#### 2. Double Lap Joint

Bead On Plate Test의 결과를 바탕으로 Double Lap Joint의 경우 170A 이하의 낮은 전류의 경우 용입이 충분하지 못해 낮은 접합력을 가지고 190A 이상의 경우 지나친 용입에 의한 용락(burn through)이 발생하였고 전압은 22-24V에서 적절한 Bead퍼짐성을 나타내었다. 용접속도는 65CPM이하에서 용락(burn through)이 발생 되었고 100CPM이상에서는 용입부족이 나타나며 Bead의 형상이 불룩하여 지나친 응력 집중을 유발할 수 있는 형상이었다. 이러한 용접부 형상들은 모재의 물성에 영향을 줄 수 있으나, Double Lap에서는 속도와 전류에 의해 용락(burn through)을 형성하기는 하지만 과도하게 높은 전류와 낮은 속도가 아니면 그 정도가 심하지 않고 높은 속도의 경우 박판의 조건이기 때문에 용입이 상당부분 이루어져 인장실험에서는 모두 모재에서 파단이 일어났으며 피로 실험에서는 응력집중에 의해 용접부에서 파단이 일어났으며 용접속도별 변화에서 피로한도는 큰 차이를 보이지 않았다.

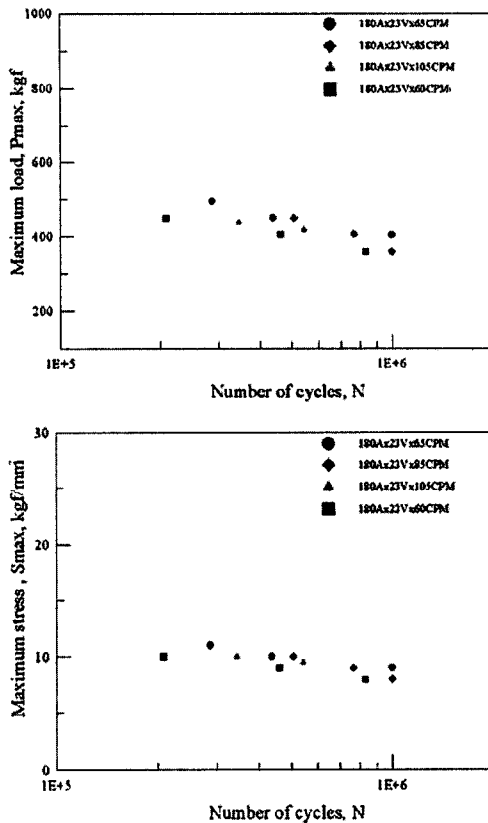


그림 1. Double Lap Joint S-N Curve

### 3. Triple Lap Joint

Triple Lap Joint의 경우는 충분한 용입 및 용접Bead 폭이 요구된다. 용접 속도가 75CPM 인 경우 용접 입열량의 과다로 용락(burn through)이 심하게 발생하였으며 용접속도가 115CPM 이상의 경우 용착금속의 크기가 작고 용입도 낮아 불안한 형상을 나타내었다. Triple Lap에서 가운데 판재의 돌출길이 변화에 의해 같은 용접조건에서도 Bead형상과 용입깊이에 차이를 나타나게 되는데 -1mm, 0mm, +1mm, +2mm, +3mm의 조건으로 실험한 결과 +2mm, +3mm인 경우 용접Bead가 불룩한 양상을 보이고 용입이 낮았으며 -1mm인 경우는 Arc가 하단의 판재에 직접 닿으므로 용입이 깊어졌고 +1mm에서 충분한 용입과 완만한 용접Bead를 얻었다. 그로인해 인장강도 실험에서 -1mm, +2mm, +3mm의 중간판재 돌출길이에서는 용입 및 용접Bead의 형상이 불균일하여 용접부에서 파단이 일어 나고 0mm, +1mm인 경우는 모재부에서 연성과파 되었다. 반복하중에 의해 파단된 시편의 양상은 정적하중과 달리 용접부의 Bead형상에 의한 응력집중에 의

해 용접부에서 파단이 일어났으며 용락(burn through)이 생성된 조건과 용접속도가 빨라 용입이 충분치 못한 경우는 피로 성질이 매우 나쁘게 나타났다. 중간판재의 돌출길이가 +2mm, +3mm인 경우 용입이 불안정하며, 인장강도에서처럼 피로성질에도 영향을 주어 가장 열악한 피로 성질로 나타났다.

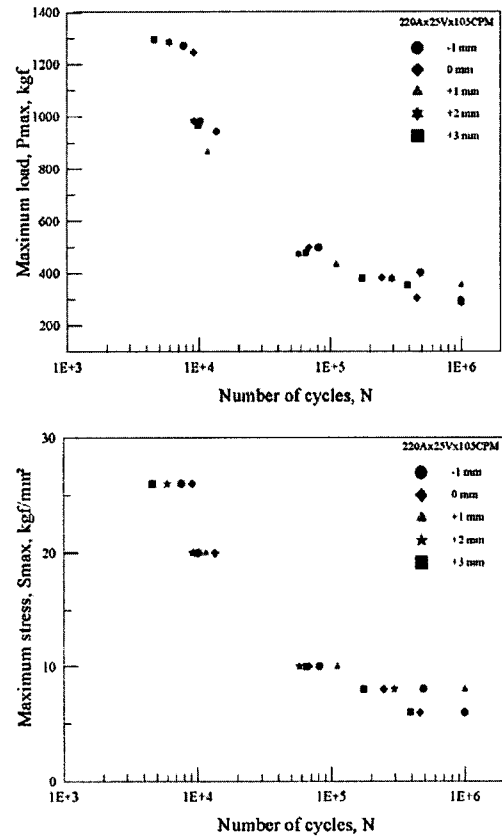


그림 2. Triple Lap Joint의 Fit-Up 조건별 S-N Curve

### 4. 결 론

1. 용접이행 상태, 용접Bead의 표면 및 용접부 내부식성을 고려하여 사용가능한 보호가스의 O<sub>2</sub>의 함유량은 최대 5%까지가 적정이다.
2. Double Lap Joint에서는 인장성질이나 피로 성질이 용접조건에 따라 큰 차이가 없으나 Triple Lap Joint에서는 인장강도 및 피로강도가 용접조건에 따라 차이를 나타내고 있다.
3. Triple Lap Joint 용접부의 용접Bead형상,

인장성질 및 피로성질은 중간판재 돌출길이에 따라 달라진다.

## 후 기

본 연구는 “과학기술부-한국과학재단 지정 울산대학교 기계부품 및 소재 특성평가 연구센터”의 지원에 의한 것이며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 이용득, 박수호, “자동차 배기계 스테인레스 강재 개발 동향”, 대한 금속학회 회보 Vol.6(1993) p.41-50
2. K. Ohmura, "Heat Resistant Ferritic Stainless Steel Developed for Automotive Exhaust Manifold" CAMP-ISIJ Vol.4(1991) p.1796-1799
3. A. Miyazaki, M. Gunzi and K. Yoshioka, "High Formability R429EX and Heat-Resistant R444EX Stainless Steels for Automotive Exhaust Manifold", Kawasaki Steel Technical Report(1994), No.31, November p.21-28