

FCD500과 STS436의 자동 MIG 원주 용접에서 파형해석에 의한 품질 평가 방법

Quality Evaluation Method by Analysis of Waveform in Automatic MIG Circumferential Welding of FCD500 and STS436

유광선*, 김진욱*, 고재원**, 박재용**, 이철호**, 조상명***

*부경대 대학원 소재프로세스공학과

**세종 공업(주) 기술연구소

***부경대 신소재공학부 소재프로세스공학전공

ABSTRACT

It comes up conversation in automobile industry that some technologies related to production and quality for goods have to be developed to make rationalization of the unit cost of production because material of car muffler is replaced by expensive stainless steel having corrosion-resistance and oxidation-resistance. Quality evaluation and control is direct method for the company producing welded goods in large quantities to increase productivity and to improve quality. It seems that prevention of inferior quality and increasement of productivity will be hard if production design does not have quality evaluation method related to weld assembly. They have been producing welded goods using MIG weld but still do not have not only quality evaluation method but also evaluation criterion for welded joint.

In this study, the way for development of quality evaluation method is showed by analysis and calculation of waveform to improve technology related to welding process

1. 서 론

자동차용 머플러는 페라이트계 스테인리스강과 구상흑연주철로 되어 있으며, 맞대기 MIG 원주 용접으로 제조되어진다. 용접시 컨택팁 마모 과대 및 큰 용적의 스파터 부착으로 인한 와이어 편심은 용접선 추적 불량률 야기 시키며, 이로 인해 불완전 용입을 가지는 용접부가 발생하게 된다. 이러한 용접부가 반복하중을 받게 되면 내구성 불량으로 인해 쉽게 크랙이 발생하게 된다.

불완전 용입으로 인한 내구성 불량은 육안 검사 및 누설 검사로 판별이 어렵고, 전수검사도 현실적으론 어렵다. 또한 파형 해석적 기법도 확립되어 있지 않아 인라인 품질 모니터링에 의한 품질 평가도 곤란한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 용접선 추적 불량률의 파형을 정상조건의 파형과 비교하여 용접파형 해석에 의한 품질 평가에 그 주안점을 두었다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 실험재료

본 연구에 사용된 모재를 Table 1에 나타내었으며, Fig. 1에 모재의 형상을 나타내었다.

Table 1 Material of base metal

Work piece	Material	Thickness	
		Shell	Inner
Ex-manifold	FCD 500	4	
Converter	STS 436	2	1.5

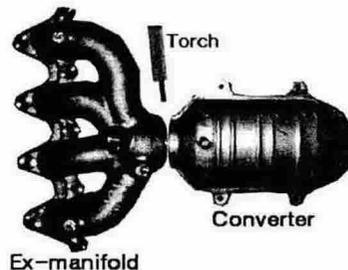


Fig. 1 Shape of work piece

2.2 실험 방법

실험조건은 Table 2에 나타내었으며, Fig. 2에 (Converter에서 Ex-manifold로 보았을때) 토치의 위치와 용접 구간을 나타내었다. Fig. 3에서와 같이 용접선 추적 양호, 토치 3mm 이동, 불량 컨택팁 사용 조건으로 실험을 하였다. 와이어는 Converter쪽으로만 휘어져 있으며, 용접선 추적 양호 조건과 토치 3mm 이동 조건에서는 컨택팁 내경 마모 및 편심이 없는 정상 컨택팁을 사용하였다. 불량 컨택팁을 Fig. 4에 나타내었다.

Table 2 Welding condition for experiment

Power source	Digital inverter
Welding current	300A
Welding voltage	32V
CTWD	15mm
Shielding gas	98%Ar+2%O ₂ (20 l /min)
Welding speed	111cm/min
wire feed rate	1446cm/min
Welding wire	K-309LMT(1.2mm)
Progressive angle	0°

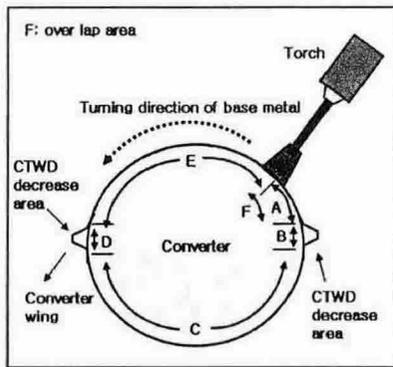


Fig. 2 Welding method

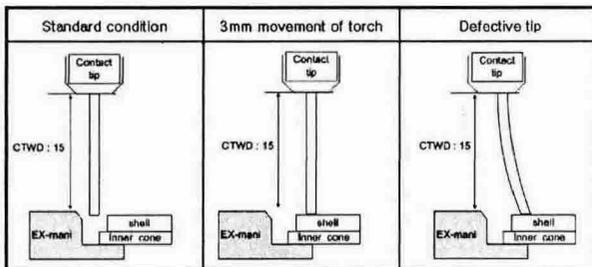


Fig. 3 The wire position for each welding condition

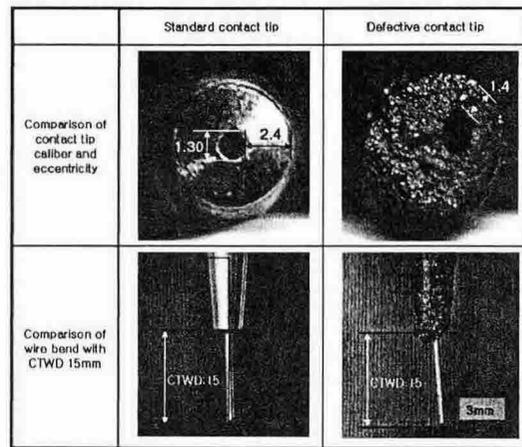


Fig. 4 Comparison of contact tip shape and wire position with CTWD 15mm

3. 실험결과 및 고찰

3.1 비드 단면 관찰

각 용접 조건에서의 비드 단면을 Fig. 5에 나타내었다. 용접선 추적불량조건에서의 실제 유효 목두께가 작음을 확인 할 수 있었다.

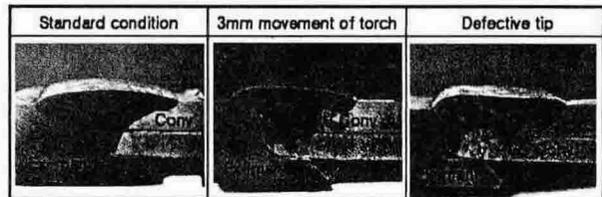


Fig. 5 Comparison of bead shape and cross section for each welding condition

3.2 용접 전류 파형 분석

각 용접조건별 전류 파형을 Fig. 6에 나타내었다. 용접선 추적 불량시 A구간의 평균 전류가

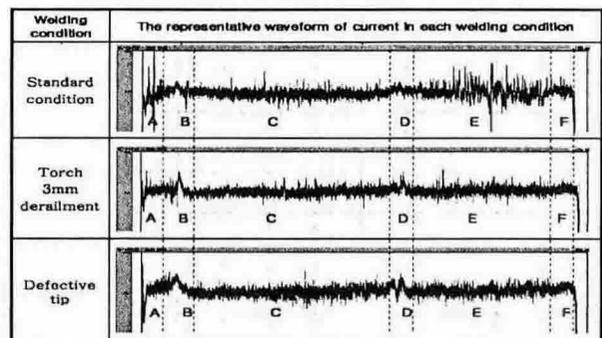


Fig. 6 Comparison of current waveform for each welding condition

정상조건보다 높음을 알 수 있었으며, 루트갭이 항상 넓은(2mm) E구간에서는 각 용접조건별 전류파형이 상이함을 알 수 있었다. 정상 용접 조건에서는 E구간의 총 용접시간 5초 중 1.5초에서 4.5초구간에 전류변동이 크게 나타남을 알 수 있었다. 이 구간을 0.5초단위 6구간으로 세분화하여 각 구간에서의 전류, 아크 저항 등을 비교, 분석 하였으며, 그 결과들을 Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11에 나타내었다.

Fig. 7은 A구간에서의 평균전류를 나타내고 있으며 Table 3에 평가 기준을 제시 하였다.

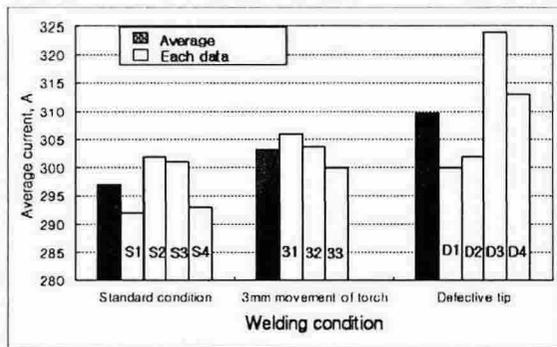


Fig. 7 Average of current in area A

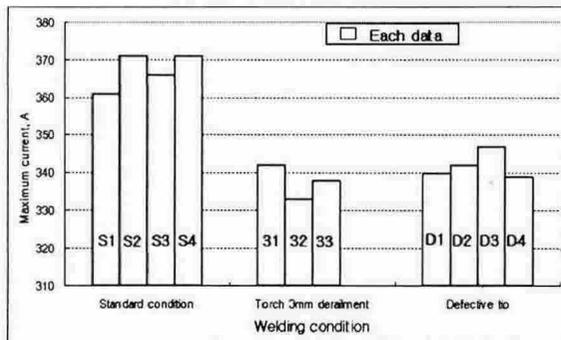


Fig. 8 Maximum current during 5sec in area E

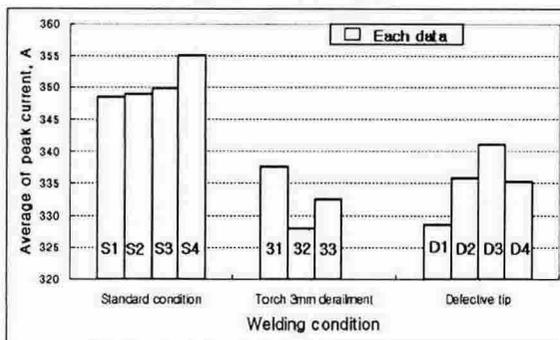


Fig. 9 Average of peak current for 0.5sec unit in area E

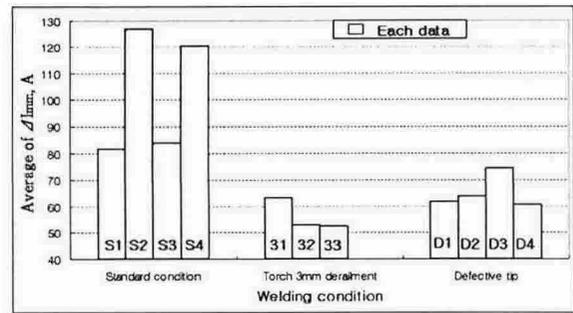


Fig. 10 Average of $\Delta I_{mm}(I_{max} - I_{min})$ for 0.5sec unit in area E

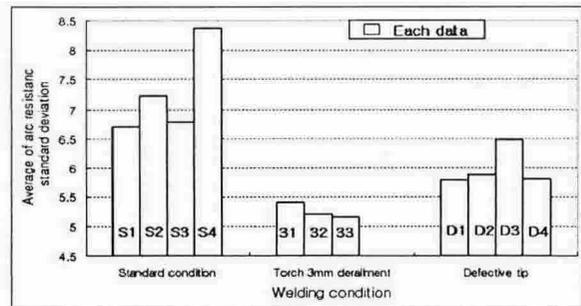


Fig. 11 Average of arc resistance standard deviation for 0.5sec unit in area E

Table 3 Quality evaluation method by analysis of waveform

Parameter	Criterion	
	Standard condition	Failure of seam tracking
Average current of area A, I_{ave}	$I_{ave} < 300$	$I_{ave} > 310$
Maximum current during 5 sec in area E, I_{max}	$I_{max} > 360$	$I_{max} < 350$
Average of peak current for 0.5 sec unit in area E, I_{pav}	$I_{pav} > 345$	$I_{pav} < 335$
Average of $\Delta I_{mm} (I_{max} - I_{min})$ for 0.5 sec unit in area E, ΔI_{mma}	$\Delta I_{mma} > 80$	$\Delta I_{mma} < 65$
Average of arc resistance standard deviation for 0.5 sec unit in area E, S_{ave}	$S_{ave} > 6.5$	$S_{ave} < 6$

4. 결 론

맞대기 원주 용접에서 용접선 추적 불량시의 용접 파형을 정상 용접시의 파형과 비교, 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) V-그루브 맞대기 원주용접의 용접선 추적 불량시 아크는 그루브에서 벗어나 모재 상단면에 형성되었으며, CTWD가 감소하여 전류가 증가함을 알 수 있었다.
- 2) 용접 파형 분석 결과 E 구간에서의 최대 전류, 평균 피크 전류, ΔI_{mma} , 아크 저항 표준편차 평균값에서 경향성이 나타남을 확인 할 수 있었다.
- 3) 용접 파형 해석과 그 상세한 계산을 통하여 용접 부 품질 평가방법을 확립 할 수 있었다.