전기접촉저항과 온도 상승 특성을 고려한 용접용 케이블 접속장치의 개발
Development of the coupling devices for welding cables considering electrical contact resistance and temperature increase characteristic in arc welding

이정현* 권재철, 조상명***, 이건국****

* 부경대학교 대학원 소재프로세스공학과

** (주) 일흥

*** 부경대학교 신소재공학부 소재프로세스공학전공

1. 서 론

현장 용접 작업을 위한 용접용 피더와 50M이상의 긴 파워 케이블의 사용이 더욱 늘어날 전망이다. 용접기와 피더를 연결해 주는 파워케이블은 최대 80M(60mm^{2}기준)로 하며 이는 용접기의 이동 없이 넓은 작업 공간을 확보해 준다. 그러나 피더와 파워 케이블간의 접속 상태의 불량으로 인하여 전기접촉저항이 증가되고 이는 접촉부의 온도가 기준(△T=40℃ KS C IEC 60974-12:2003)을 초과하여 전류·전압의 불안정한 공급으로 인한 용접의 불안정을 초래함은 물론이고 가열된 접속장치와 파워 케이블로 인하여 작업자의 안전을 위협한다.

따라서 본 연구는 용접용 케이블 접속장치를 대상으로 하여 기존의 2제품과 신개발한 제품의 전기적 접촉저항과 온도상승 특성을 비교 검토하였고, 불완전한 접속이 자주 발생하는 기존의 2제품에 대한 온도상승 특성 및 파손된 상태에서의 사용특성 등을 검토하여 고찰하였다.

2. 사용 재료 및 실험 방법

2.1 사용 재료

본 연구에서는 Table 1과 같이 현재 사용되고 있는 기존의 접속장치 2모델과 신개발 된 원터치식 접속장치 1모델을 80mm^{2}의 파워 케이블에 연결하여 실험하였다.

Table 1 Coupling devices for welding cable

Model	Coupling device type	Power cable connecting type	The State of coupling	Damaged part
SS-B-0	Hook Type	Brazing	Gap 0 (perfect)	None
SS-B-7	Plug / Socket	Brazing	Gap 7 (imperfect)	None
SS-F-0		Fastening with a bolt	Gap 0 (perfect)	None
SS-F-0(PF)		Fastening with a bolt	Gap 0 (perfect)	Plug
SS-F-0(PSF)		Fastening with a bolt	Gap 0 (perfect)	Plug & Socket
SH-B-0	Molded Type Plug / Socket	Brazing	Gap 0 (perfect)	None
SH-B-7		Brazing	Gap 7 (imperfect)	None
DM-F-0	Coupling Type Plug / Socket	Fastening with a bolt	Gap 0 (perfect)	None

2.2 실험 방법

2.2.1 접속장치의 전기접촉저항 측정 방법

전기접촉저항을 알기 위하여 전류는 홀센서를 사용하여 아크 모니터링 시스템에 의하여 계측하였고 전압은 멀티테스터를 이용하여 Fig. 1 과 Fig. 2와 같이 계측하여 옴의 법칙에 의하여 저항값을 계산하였다. 실험조건은 Table 2와 같다.

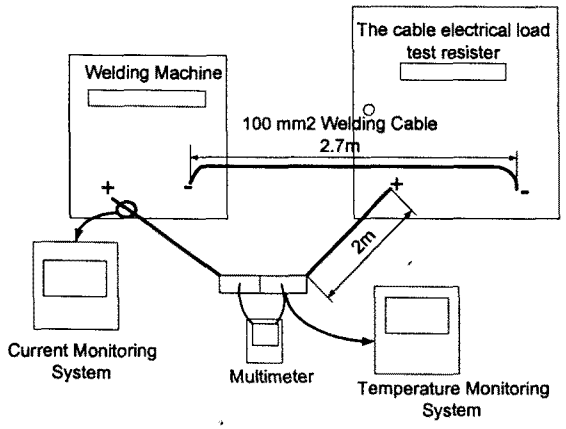


Fig. 1 Experimental set up for electrical contact resistance and temperature

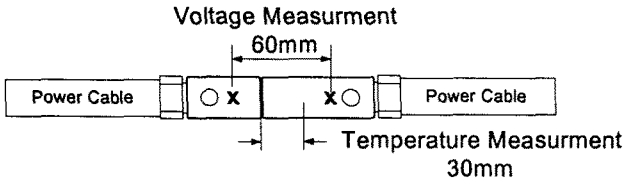


Fig. 2 Position for voltage and temperature measurement

Table 2 The condition for load testing

Power source	Thyristor 600A welding power source
Load tester	Capacity 600A
Power cable	WCT 80㎟ (KS C IEC 60974-12)
Setting current	400A
Setting voltage	27V
Time	1,200(sec)

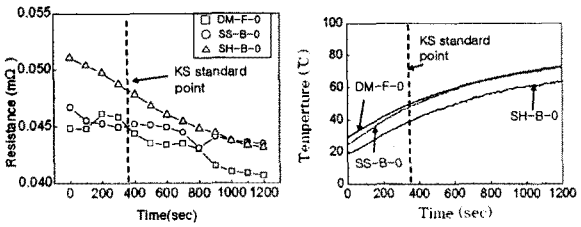
2.2.2 접속장치의 온도 측정 방법

동일한 전압에서 온도 상승폭을 알기 위하여 Fig. 2와 같이 Socket부 외부에서 Plug부와 연결되는 지점에서 30mm떨어진 지점에서 T type 열전대를 사용하여 측정하였다. 이때 온도는 250℃를 5V로 출력하고 4096등분(12bit)하는 온도 모니터링 시스템(TMS-6000)에 의하여 계측되었다. 실험 조건은 Table 2와 동일하다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 접속장치에 따른 전기적 접촉 저항 및 온도 측정

Fig. 3은 접속장치의 종류에 따른 전기적 접촉저항(a) 및 온도(b)를 나타낸 것이다. 저항값은 시간에 따라 SH Type, DM Type과 SS Type 모두 감소하는 경향을 보였으며 이는 가열된 내부 Plug측의 체적이 팽창되어 Socket부와의 접촉압력이 상승되었기 때문이라고 판단된다. 따라서 △T는 3장치 모두 6분경과 후(Duty 60%에 해당)에 23.74℃이하를 나타내었다.

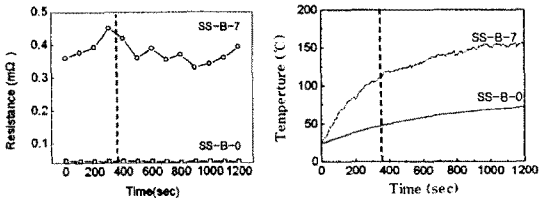


(a) Electrical contact resistance (b) Temperature

Fig. 3 Electrical contact resistance and temperature with various coupling devices

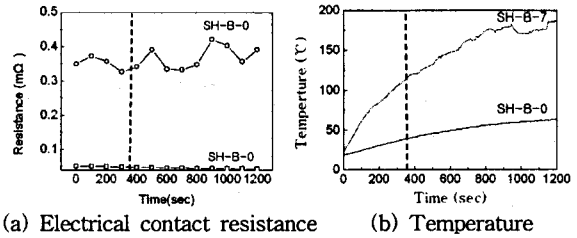
3.2 접속장치의 이탈에 따른 전기접촉저항 및 온도 측정

Fig. 4와 Fig. 5는 각각 이탈 가능성이 높은 SS와 SH Type의 접속장치의 이탈(Gap 7mm)에 따른 전기접촉저항 및 온도를 나타내는 그래프이다. 두 장치 모두 정상적으로 장착되었을 경우에는 기준치 이하의 △T를 나타내었으나 7mm 이탈되었을 경우(걸림 볼트 지점) 전기접촉저항은 불안정하게 변동하였다. 이때 △T는 SS Type일 경우 87.41℃, Sh Type일 경우 93.98℃이며 기준치(△T=40℃)를 초과 하였다.



(a) Electrical contact resistance (b) Temperature

Fig. 4 Electrical contact resistance and temperature with the state of coupling (SS Type)

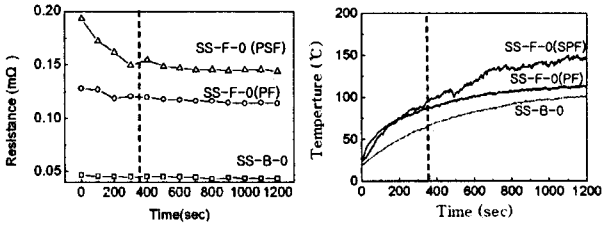


(a) Electrical contact resistance (b) Temperature

Fig. 5 Electrical contact resistance and temperature with the state of coupling (SH Type)

3.3 접속장치의 손상 상태에 따른 전기접촉저항 및 온도 상승 특성

Socket부와 Plug부의 가공 오차와 반복적인 사용으로 인한 접속장치의 마모 및 접속장치의 부적절한 접속은 접촉면에서의 스파크 발생과 접속부의 과열을 초래한다. Fig. 6은 Plug부만 손상 된 모델 SS-F-0(PF)과 Plug부와 Socket부 모두 손상 된 모델 SS-F-0(PSF)의 전기접촉저항과 온도를 나타내는 그래프이다. 손상 된 접속장치의 저항은 400sec까지 감소하다가 이후 일정하게 유지되었고 △T는 기준점에서 SS-F-0(PF)의 경우 47.33℃, SS-F-0(PSF)의 경우 60.26℃를 나타내었다.



(a) Electrical contact resistance (b) Temperature

Fig. 6 Electrical contact resistance and temperature with damaged coupling devices (SS Type)

5. 결 론

1) 정상의 접속장치는 사용시간이 경과함에 따라 전기접촉저항이 감소하는 경향을 보이고 이는 가열 된 내부Plug측의 체적이 팽창되어 Socket부와의 접촉압력이 보다 높아졌기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 △T는 SH Type, DM Type과 SS Type은 각각 20.92℃, 21.55℃와 23.74℃로써 3장치 모두 기준치를 벗어나지 않았다.

2) 접속장치의 불완전한 접속에 따른 △T는 최고 93.98℃로 기준치를 크게 초과하였고 이는 Socket부와 Plug부의 불안정한 접촉에 의해 접촉저항이 증가되었기 때문이라고 판단된다.

3) 손상된 접속장치 역시 Plug부만 손상된 경우 △T는 47.33℃이고 Plug부와 Socket부 모두 손상 된 경우의 △T 60.26℃이었다. 이는 이물질 및 접촉면적의 손상으로 인하여 접촉 면적이 작아져 접촉저항이 증가하였기 때문이라고 판단된다.

4) 기존의 SS Type와 SH Type은 Socket 내에 이물질이 들어가서 Plug부와 Socket부의 조립이 불확실하여 Plug부의 손상이 용이하고 외부의 충격에 의해 Socket이 쉽게 손상을 입을 수 있는 구조이므로 이를 개선하기 위하여 DM 방식을 개발하였으므로 현장에서의 안정된 사용과 긴 수명이 기대된다.

참고문헌

1. KS : KS C IEC 60974-12:2003, Arc-welding equipment-Part 12: Coupling Devices for welding cables