

# 아크 모니터링에 의한 용접기능과 용접봉 작업성의 정량적 평가

Evaluation of the Welding Skill and Rod Workability by Arc Monitoring Method

○ 조 상 명(부경대학교 생산기공학과),  
하 형 규(대림자동차주식회사 생산부),  
오 동 수(광주기능대학 산업설비학과)

## 1. 서 언

아크용접시에 생기는 용접결함의 직접적인 원인으로서는 중요한 인자중에 하나는 아크 불안정성이라고 할 수 있다. 수동으로 용접할 때에는 용접봉의 특성, 접지상태, 작업환경 및 작업자 기능의 정도 등에 따라 아크 안정성이 변하게 될 것이다.

반자동, 자동 및 로봇 용접에서 아크 불안정성은 용접재료의 특성, 용접기의 성능, 토치의 상태, 접지 상태 및 작업자 또는 자동용접 장치(대차, 로봇 등)의 특성에 따라 영향을 받게 될 것이다.

아크용접을 자동이나 수동 등 어떤 형태로 실시할 때라도 용접중에 연속적으로 아크 안정성을 정량적으로 평가할 수 있다면, 아크 불안정의 원인을 알 수 있고 용접 불량 원인을 사전에 제거할 수 있을 것이다. 또한 용접중에 연속적으로 변하는 각종 공정 조건을 안정적으로 확보한다면, 용접후 비파괴 검사 위치결정의 참고자료 또는 보수용접시 불량원인 규명의 명쾌성 등이 보장될 수 있을 것이다.

아크 안정성 평가를 오실로스코프로 행하였을 때는 장시간 연속적으로 할 수 없었다. 그러나 최근에 개발되고 있는 컴퓨터를 응용한 모니터링 시스템과 용접 전문의 소프트웨어 개발로 장기간의 안정적인 아크 안정성 평가는 상당한 실용화 단계에까지 이르고 있다고 할 수 있다.

본 연구는 수동피복아크용접시에 가장 중요한 품질 인자로서 다루어지는 작업자 기능의 수준과 용접봉의 작업성 등을 정량적으로 평가하기 위한 기초적 연구를 목적으로 행해졌다. 이를 위하여 최근에 국내에서 개발된 아크 모니터링 시스템을 이용하여 전류와 전압에 대한 정보를 연속적으로 얻고, 적절한 데이터 처리를 행하여 아크의 안정성 평가를 시도하였다.

## 2. 사용재료 및 실험 방법

수동피복아크용접 실험에는 단상교류아크용접기(용량 15kVA)를 사용하였고, 용접봉은 국내산 KS E4313(고산화티탄계)과 E4316(저수소계) 두 종류로 하였다. 용접봉은 대부분 포장상태에서 바로 사용하였지만, 건조상태의 특성을 비교하기 위해서

100℃(E4313)와 300℃(E4316)에서 각각 1시간씩 건조하여 사용하였다. 작업자는 기능장 자격증을 가진 사람을 고기능자로 하고, 용접기사 2급의 실기시험에 겨우 합격한 정도의 작업자를 저기능자로 하였다. 모든 기준치로서 기록한 용접전류는 용접봉과 모재를 접지시킨 상태에서 계측한 값으로 하였다. 작업환경은 습도 60%정도의 맑은 날, 바람이 없는 실내의 상태로서 기온은 15℃ 정도이었다. 모재는 두께 6mm, 폭100mm, 길이 200mm인 흑피상태의 연강판으로 하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Fig.1은 E4313용접봉과 E4316용접봉을 써서 아크길이를 짧게, 표준으로, 그리고 길게 하여 고기능자가 용접하였을 때 얻어진 파형을 해석하여 도시한 평균 임피던스이다. 두 용접봉 모두 평균 임피던스는 그다지 큰 차이가 없는 것으로 보이지만, 다만 아크길이가 커졌을 때는 저수소계 용접봉이 다소 임피던스가 큰 것으로 나타났다.

Fig.2는 Fig.1과 같은 조건으로 용접하여 얻은 파형을 해석하여 나타낸 그림으로서 검게 칠한 기호는 20초 용접시간중에서 아크안정성이 가장 우수한 2초동안 전류와 전압을 해석하여 얻은 데이터이고, 속이빈 기호는 용접시간 20초 전체에 대하여 파형해석을 하여 얻은 데이터를 나타낸 것이다. 잘 알려진 바와 같이 전체적으로 E4313용접봉쪽이 아크길이의 변동에 대하여 아크 안정성이 우수한 것으로 나타났다. 특히 20초 전체 용접시간 동안에서의 아크 안정성은 두 용접봉사이에 큰 차이가 나는 것으로 보인다.

Fig.3은 두 용접봉을 써서 저전류에서 고전류 영역으로 전류를 증가시키면서 실험하여 얻은 평균 임피던스의 변화를 나타낸 것이다. 전류가 증가할수록 평균 임피던스값은 감소하는 것으로 나타났다.

### 4. 결론

교류피복아크용접에서 얻어지는 전류, 전압의 파형을 이용하여 임피던스를 반사이클 단위로 구하고, 이에 의하여 임피던스의 표준편차와 변동계수를 구할 수 있으며, 이 값을 이용하면 작업자의 기능 수준과 용접봉의 작업성에 대하여 어느 정도 정량적인 평가가 가능할 것으로 판단된다.

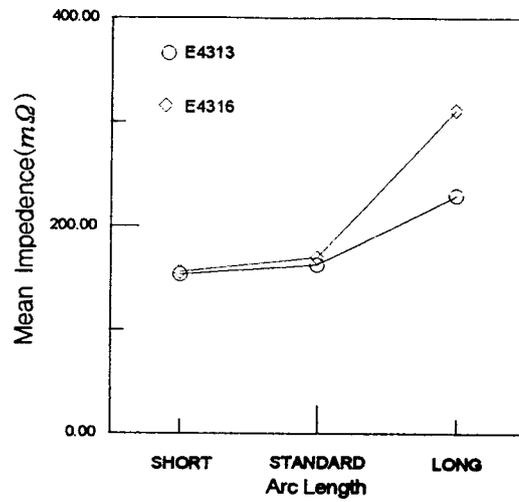


Fig.1 Relation of arc length and mean impedance.

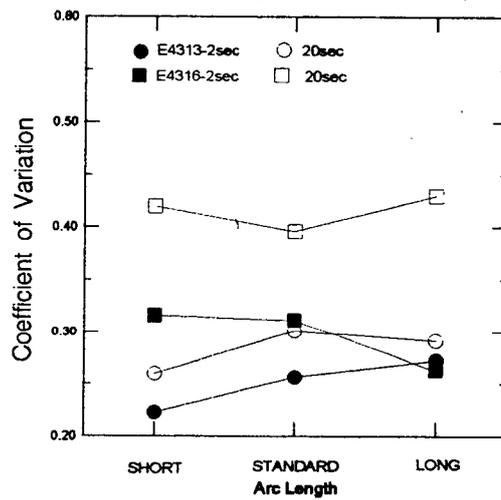


Fig.2 Relation of arc length and coefficient of variation in impedance

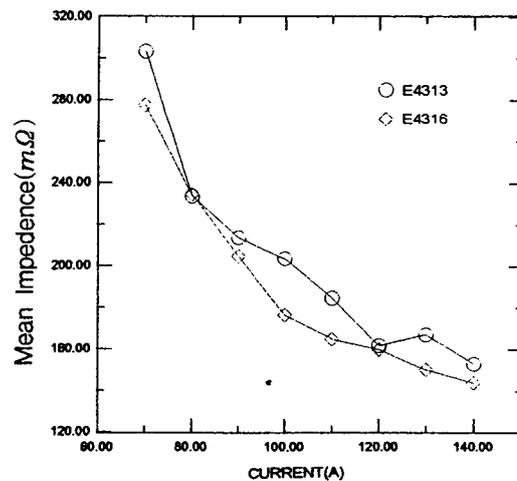


Fig.3 Relation of welding current and mean impedance of arc.