

로봇 아크용접 공정에서 품질 감시 및 불량 역추적을 위한 인라인 모니터링 시스템의 개발

Development of in-line monitoring system for quality monitoring and backtracking of failure in robot arc welding process

윤훈성*, 최규원*, 윤창준**, 조상명***

* 모니텍(주) 기술지원팀

** 모니텍(주) 기술개발팀

*** 부경대 신소재공학부 소재프로세스공학 전공

1. 서 론

최근의 용접 현장에서는 용접이 가능한가의 여부보다는 품질과 생산성이 기업의 부가가치 창출에 있어 중요한 요소로 평가되고 있다. 자동생산 설비나 로봇을 사용하여 제품을 생산할 경우 생산성의 측면에서는 많은 이점을 확보할 수 있지만 품질의 경우 작업자가 직접 현장에서 용접 품질을 감시하고 있지 못하며, 용접부의 파괴 검사가 용이하지 않으므로 인라인(in-line) 상에서 용접부의 품질을 비파괴 방식으로 감시하는 즉, 품질 모니터링의 중요성이 강조되는 있는 실정이다. 또한 제조물 책임보험(PL)의 확대 적용에 따라 정상적인 용접 품질이 얻어지고 있다는 것과 정상적인 공정에 의하여 제품이 용접되었다고 하는 것을 데이터로 기록, 보관하는 것 즉, 제품의 용접 상태를 역추적할 수 있는 시스템의 필요성이 대두되고 있다.

본 보고에서는 이러한 용접 분야의 환경 변화를 고려하여 용접 품질을 인라인 상에서 감시하고, 품질 상태를 역추적할 수 있는 시스템의 개발에 관련된 내용을 다루었다.

2. 인라인 모니터링 시스템의 구성

용접 품질 상태를 감시하고 불량 제품을 역추적할 수 있는 시스템의 구성도를 하드웨어 측면과 소프트웨어 측면으로 나누어 간략하게 살펴보고자 한다.

2.1 하드웨어의 구성

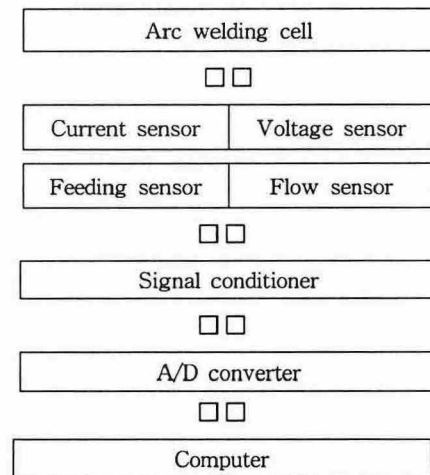


Fig. 1 Instrumentation for measuring the sensor signal of arc welding process

Fig. 1은 용접 품질 변수인 출력 전류, 전압, 와이어 송급속도 및 가스 유량을 측정하기 위한 모니터링 시스템을 나타낸 것으로 이러한 신호를 컴퓨터에서 처리하여 품질 평가를 위한 디지털 수치로 변환하게 된다.

Fig. 2는 품질 추적을 위한 모니터링 시스템의 구성도를 나타내는 것으로서 먼저 바코드, 네트워크 또는 PLC 신호로 제품 정보를 용접 모니터링 시스템에서 입력받은 후 제품을 생산하게 되고, 용접 결과를 모니터링 시스템에서 판별하게 된다. 이때 용접 결과가 불량으로 판정되면 경광등을 울리거나 PLC 신호를 출력하여 라인을 정지시킴으로서 연속불량을 방지할 수 있게 되어 있다. 또한 모든 제품에 대한 용접 데이터를 저장하여 불량 제품에 대한 데이터는 Repair 공정 모니터에 출력하며, Repair된 데이터는 다시 메

인 서버 또는 FA네트워크를 통해 통합 관리하게 된다.

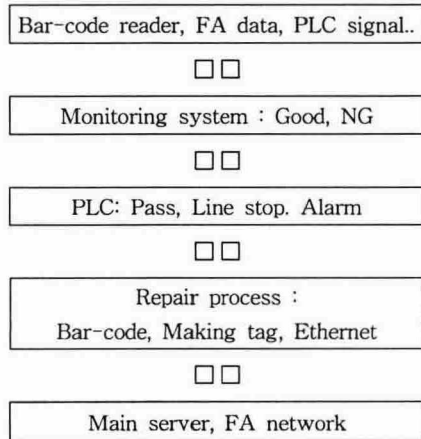


Fig. 2 Data flow on monitoring system for backtracking failure

2.2 소프트웨어의 구성

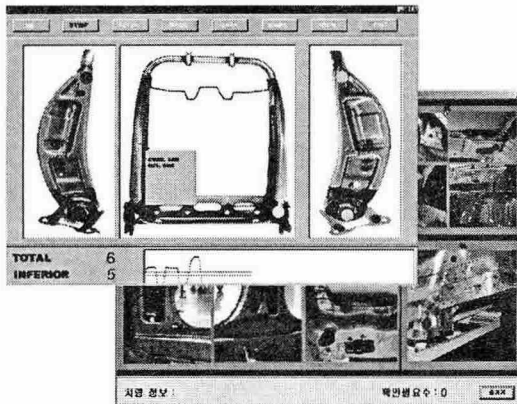


Fig. 3 Main screen by software of monitoring system

Fig. 3은 모니터링 시스템 소프트웨어의 메인 화면을 보여주는 것으로 실제 용접 제품 이미지를 사용하여 각 용접부위별 용접 상태를 표시한 것이다. 불량 포인트의 경우 쉽게 구분할 수 있도록 화면을 구성하였으며, 주요 불량 원인과 용접 파형을 표시하여 보수 용접 및 용접 조건 수정이 수월하게 이루어지도록 하였다.

Fig. 4는 용접 제품의 시리얼 넘버 또는 생산 시간 별 전체 용접 데이터와 6σ의 품질 평가 인자 별 산포도, 공정능력지수(Cp, Cpk) 평가를 위한 누적확률 분포도를 보여주는 것이다. 이러한

데이터를 통해 생산 일/월/년 보 작성, 용접 품질의 이력 관리 및 공정능력의 분석 등이 가능하다.

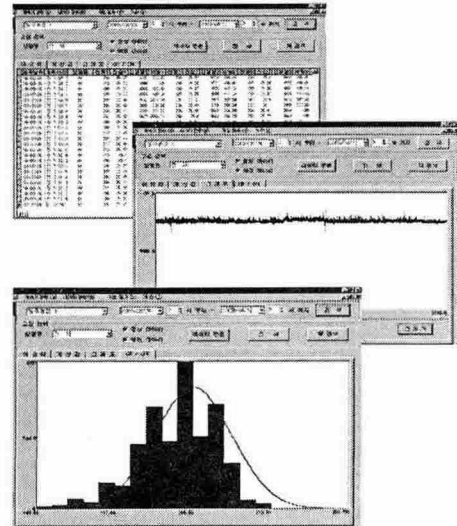


Fig. 4 Welding data display of 6σ in monitoring system

3. 품질 상태의 평가를 위한 인자

용접 품질을 감시하기 위한 품질 평가 인자의 경우 사용되는 파워소스, 용접 이음부 형상, 모재의 재질, 용접 조건 등에 의해 적용 인자가 구분된다. 본 보고에서는 공통으로 사용가능한 주요 인자에 대해서만 언급하도록 하겠다.

3.1 전류, 전압 및 와이어 송급속도

전류, 전압 및 와이어 송급속도는 가장 기본으로 적용되는 1차 품질 평가 인자로서 2차 품질 평가 인자의 계산 시 Raw 데이터로 사용된다.

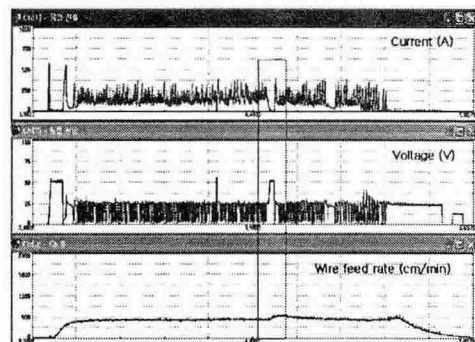


Fig. 5 Waveforms for quality monitoring

Fig. 5는 아크 용접 시의 출력 전류, 전압 및 와이어 송급속도 파형을 나타내는 것으로서 와이어 송급 불안정으로 인한 아크 불안정을 표시하였다. 이와 같은 경우 평균 전류는 정상 수치보다 낮게, 평균 전압과 평균 와이어 송급속도는 높게 출력되었다.

3.2 구간별 평균 저항

보다 정밀한 품질 상태의 평가를 위해 전체 용접 파형을 일정한 등분으로 구간을 나누어 각 구간별 평균 저항을 계산한다. 계산된 구간별 평균 저항 중 최대 평균저항($R1=R_{max}$)과 최대 평균 저항에서 최소 평균저항을 뺀 저항차($R2=\Delta R$)를 품질 평가 인자로 사용하였다.

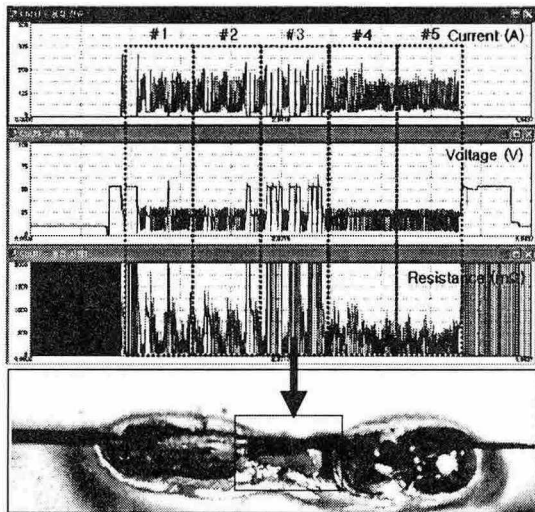


Fig. 6 Waveforms and bead shape for unstable arcing(burn through)

Fig. 6은 용락 발생 시의 용접 파형과 비드 외관을 나타낸 것으로서 본 파형에서의 구간별 평균 저항은 표 1과 같다.

Table 1 Calculation of Ravg. per section

	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
Ravg(mΩ)	1860	362.5	3820	442.3	202.0

Table 1에 의한 R1, R2 값은 각각 3820mΩ과 3618mΩ이며, 구간 1과 3을 제외한 정상 용접 구간에서는 각각 442.3mΩ, 240.3mΩ을 나타낸다. 따라서 구간별 평균 저항과 R1, R2의 인자는 용

접 불량 유무 및 불량 용접부위를 평가하는데 매우 유효한 인자라고 판단되었다.

4. 결 론

본 연구를 통해 인라인 상에서 용접 품질을 감시하고 각각의 용접 제품과 일치되는 용접 데이터를 저장하여 불량 용접부의 보수 및 품질 추적이 가능한 모니터링 시스템을 개발하였다. 본 시스템을 통해 용접 품질 수준이 혁신적으로 향상되기를 기대해 본다.

참 고 문 헌

1. T. Mita : Quantitative Estimation of Arc Stability on CO2 Gas Shielded Arc Welding, J. of Japan Weld. Soc., Vol. 5, No. 1(1987), 75
2. T. Shinoda, H. Nishikawa : Monitoring and Signal Processing of Short Circuiting Metal Transfer of Metal Active Gas Welding Process, proceedings of the Int. Conf. on the Joining of Materials, May 31-June 2(1995), 558-565
3. Sang-Myung Cho, Kyu-Won Choi and Kwang-Won Lee : Trends of Monitoring Technology for the Arc Welding Quality, Journal of KWS, 18-4 (2000), 417-423 (in Korean)