

# Mash seam 용접품질 예측 SYSTEM 개발

## Development of Quality Estimation System for Mash Seam Welding

강문진\* 김기철\* 조시훈\* 이기수\*\* 최환택\*\*  
\* 산업과학기술연구소 경상북도 포항시  
\*\* POSCO 경상북도 포항시

### 1. 서론

냉간 압연line의 연속소둔공정(Continuous Annealing Line, 이하 CAL)에 있어서 가장 핵심이 되는 관리기준의 하나는 바로 작업의 연속성이며 이것은 coil의 판파단 발생률과 직접 관계가 있다. 그런데 작업의 연속성은 곧 그 공장의 생산능력을 의미하며 공장가동률 및 제품의 가격경쟁력에 절대적인 영향을 줄 수 있다. CAL에서 coil의 판파단은 크게 용접부 및 그 근방에서 발생하는 용접부 판파단과 사행에서 비롯되는 판파단 등으로 나뉘어지는데, 그 발생의 가능성에 있어서는 용접불량으로 인한 용접부 판파단의 확률이 높다. 용접판파단의 원인으로서 용접공정변수의 조업설정이 적절치 못하거나 용접작업과 관련된 각종 기계적 장치들의 misalignment에서 비롯될 수도 있다. 많은 경우 CAL에서는 mash seam용접 공정이 쓰이고 있는데 판파단은 어느 곳에서나 문제시되며, 생산현장의 규모에 따라서 1회의 판파단이 수십억원의 비용손실로 나타나기도 한다. 본 연구는 이러한 손실을 최소화하기 위하여 용접 공정 중에 용접현상을 직접 monitoring system으로 확인함과 동시에 용접품질을 실시간 예측하는 시도의 일환으로 수행한 것이다.

### 2. 연구내용

CAL에 있어서 조업의 안정화와 용접품질의 향상을 위해서는 용접품질에 대한 평가체계 재정립과 첨단화된 계측설비를 통하여 표준화된 조업을 수행해야 한다. 본 연구에서는 이러한 조업조건의 표준화와 용접공정의 품질 평가체계를 정립하기 위하여 1차적으로 mash seam 용접공정의 parameter에 의한 작업자 정보 system의 구축과 line 용접기 조업 parameter monitoring기술개발 및 용접 합부 판정 기초정보 system을 개발하고자 하였다. 이러한 목표에 도달하기 위해서 수행하였던 연구내용은 CAL 입측 mash seam 용접작업자 정보체계를 수립하였고, line 용접기의 구조 및 제어 algorithm을 분석, 그 system의 특성을 파악한 다음 현장에 적절한 각종 sensor를 부착하여 on-line중 mash seam용접의 주요 공정변수를 계측하였다. 한편, 조업조건의 표준화를 위하여는 조업 table을 분석한 다음 개선책을 만들어 그 결과를 적용중에 있으며 이와 아울러 용접 시험편을 채취하여 실시간 계측 data와 금속 조직학적인 거동을 비교, 검토하여 적정 용접품질 확보를 위한 정보 system의 구축방안을 도출하였다. 개발된 용접작업자 정보system은 현장 작업요원이 쉽게 용접상태를 확인하면서 작업을 할 수 있도록 computer graphics 처리를 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 Line 용접기의 특성해석

대상 용접설비는 정격출력 150 kVA(50% duty)급 C-type 이동형 mash seam 용접기이다. 용접을 수행하는 각종 utility들은 공압 및 유압에 의해 구동되며 용접부에 공급되는 전류의 형태는 Fig. 1과 같이 120 Hz의 톱날파형으로서, 용접속도에 따라서 단위길이당 투입되는 입열량에 의한 용융량은 상당히 주기적으로 달라짐을 알 수 있다. 또한 현장 용접기는 Fig. 2와 같은 설정 pattern을 갖고 있으며 강재별, 두께별에 따라서 소정의 조업 table을 가지고 운용되고 있다.

#### 3.2 Monitoring system의 현장 설치 및 용접품질 평가용 prototype S/W 개발

Fig. 3은 용접공정변수의 실시간 계측시 data를 수집하기 위한 system의 구성도를 나타낸 것이다. 사용된 main computer는 IBM 486DXII-66 급이었고, 용접전류, 용접속도, 전극가압력에 대한 data를 수집하기 위한 A/D converter interface board는 National Instrument사의 AT-MIO-16E-2이었다. 또한 현장 작업자에게 용접공정변수의 거동을 분석할 수 있도록 하기 위해서 Fig. 4와 같은 prototype 용접정보 분석용 S/W를 개발하였다. 개발된 S/W 화면에서는 1회 용접 event에 대해서 processing되며, 각종 공정변수의 sampling 속도는 예비실험을 통하여 100 samples/sec로 하였다.

### 3.3 용접품질평가

대상 line에서 수행하는 여러 소재중 일부 대표 강종 및 두께에 대하여는 용접조건들을 실시간 계측하고 그 때 마다 시험편을 채취, 용접부 조직검사 등을 실시하여 공정변수의 거동과 용접품질의 상관성을 조사하였다. 사진 1은 용접 전류 설정치 50%, 용접 속도 설정치 70% 및 가압력 설정치 88%의 조건으로 용접을 행하였을 경우 data sampling 위치에 따른 용접부 단면조직이다. 사진에서 a는 다른 부위에 비해서 용접시 용융영역이 적은 것으로 나타났는데 이러한 이유는 그 영역에서 용접이 시작되었기 때문에 초기 발열량 부족에 따른 용융량 부족으로 생각되었고 나머지 조직부 형상들은 각각 약간의 형상차를 가지고 있으나 대체로 충분한 용융이 발생했음을 알 수 있다.

### 4. 결론

생산 line용 mash seam 용접품질을 예측하기 위하여 각종 sensor를 설치하고, 필요한 interface를 설계 제작한 후, 기초 성능 및 응답의 안정성을 확인하여 본 결과, 만족할만한 수준의 성과를 얻었다. 또한, line 용접설비의 구조 및 제어특성을 분석하고 적절한 판정 logic을 설계하는 기술의 개발과 함께 기초적인 작업자 정보체계의 개발 및 실시간 용접시험을 통하여 용접부 품질판정에 필요한 기반을 구축할 수 있었다.

#### \*참고문헌

- 1) E.J. Funk et al, 'Electrical and Metallurgical Characteristics for Mash Seam Welds', W.J. Vol.35(1956), No.6, P256-260s
- 2) 山内, 大井, '高張力薄鋼板のマツシュシム溶接', 抵抗溶接研究委員會資料, RW-187-80(1980)
- 3) 守田, 石崎, 他, '薄鋼板のマツシュシム溶接', 溶接學會誌, Vol.127(1958), No.1, P26-30

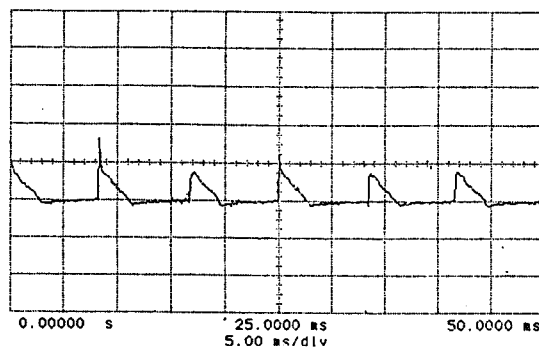


Fig. 1 용접전류 파형 예

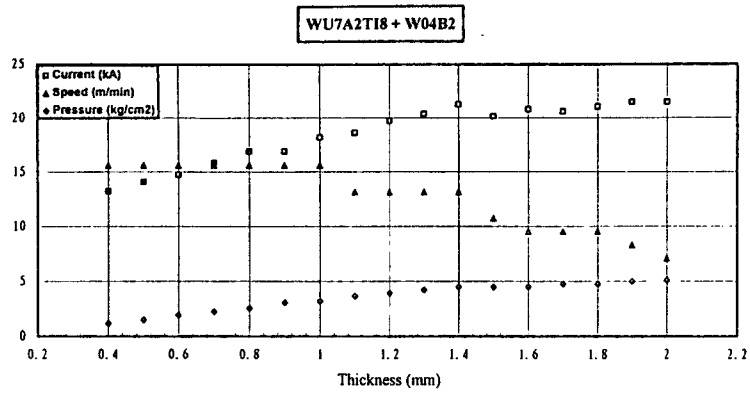


Fig. 2 용접 조업 조건표

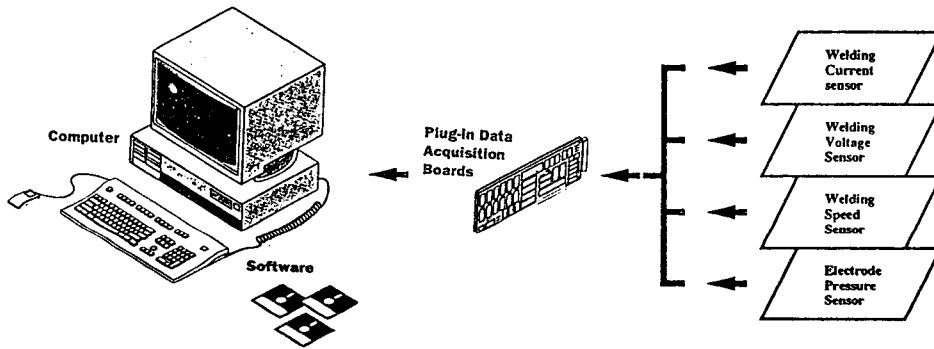


Fig. 3 용접품질 monitoring system 구성도

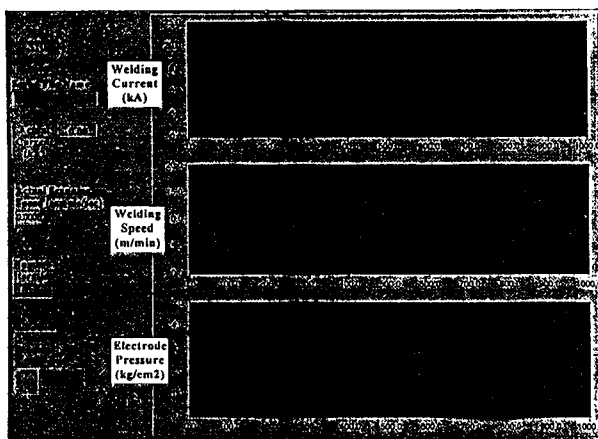


Fig. 4 Prototype 용접정보 분석용 CRT 화면

	Macrostructure of weld	No of sample
a		200
b		400
c		500
d		600
e		715

사진 1 냉연고장력강재의 용접부 조직형상