

# 고속 필릿 용접을 위한 D/B개발 및 시리얼 통신을 통한 생산정보의 자동 획득

## Development of D/B for High speed Fillet Weld and Auto Acquisition of Production information by Serial Communication

임 성 룡\*, 양 윤 호\*\*, 유 영 수\*\*, 이 정 수\*\*, 최 우 현\*\*,  
강 선 관\*\*\*, 옥 광 호\*\*\*, 조 상 명\*\*\*\*

\* 부경대학교 대학원 생산가공공학과, \*\* (주)한진중공업, \*\*\* 청송산업,  
\*\*\*\* 부경대학교 재료공학부 생산가공공학 전공

### 1. 서 언

최근 조선분야 등에서 강 구조물을 조립할 때, 주행대차를 이용한 자동 용접을 적용하고 있다. 그러나, 고기능 작업자의 부족 및 경험에서 오는 용접 조건 설정과 각종 용접 데이터의 정량적인 관리의 부족으로 인해 용접 품질이 불안정해지고, 동일한 작업에서도 작업자에 따른 품질의 재현성이 부족한 실정이다. 따라서, 용접기를 직접 제어할 수 있는 디지털 주행대차와 연동되어 각종 용접 데이터를 송·수신함으로써 정량적인 데이터 관리 및 작업의 재현성을 확보하고 용접 데이터를 저장하여 생산일보로 활용할 수 있어야 하며, 필릿용접 현장의 노하우를 고려하여 데이터 베이스 시스템을 진화시킬 수 있는 체계가 요구된다.

본 연구에서는 여러 가지 용접법 중에서도 특히 조선분야에서 많이 사용되고 있는 직경 1.4mm 플럭스 코어드 와이어에 의한 자동 필릿용접을 위한 디지털 캐리지용 현장 진화형 데이터 베이스 시스템을 개발하였고, 용접 중 각종 생산정보를 자동 획득할 수 있는 시스템도 함께 개발하였다.

### 2. 데이터베이스 시스템의 설계

본 시스템의 요구기능은 각종 용접 조건(표준 용접전류, 용접전압 등)을 PC로 전송하는 기능, 용접 중 주행대차로부터 전송되어지는 계측 데이터를 저장하고 화면으로 출력하는 기능, 용접 후 생산 정보를 처리 저장하여 일보 및 월보로 활용하는 기능, 작업자에 따른 수정 데이터를 저장 처리하는 기능이며, 포함되어야 하는 데이터베이스는 모재, 와이어, 표준 조건, 용접 중 계측 데이터, 일보, 월보, 진화된 조건 데이터 베이스 등이다.

모재 데이터 베이스는 KS, JIS의 국가규격과 ABS, DNV 등의 선급협회에서 규정하는 내용의 10개 필드로 구성되어 있으며, 와이어 데이터 베이스는 국내에 시판되는 플럭스 코어드 와이어에 대한 15개 항목이 테이블의 필드로 구성되어 있다.

용접에 필요한 표준 조건 데이터 베이스에는 설정전류, 설정전압, 설계각장, 관리각장, 적층계획 등의 데이터가 저장되어 있으며, 적층계획에 따른 각 패스별 세부 데이터가 포함되어 있다. 용접 중에 주행대차로부터 계측된 후 전송되는 데이터를 처리 저장하는 테이블은 용접이 끝난 후 일보 및 월보를 생성하기 위한 생산정보를 저장하고 있다. 특히, 진화 데이터를 저장하고 있는 테이블은 현장에서 동일한 작업을 여러 작업자들이 할 때 이론과 경험이 가장 많은 고기능 작업자의 설정 조건을 표준 조건으로 할 수 있도록 진화해 나가는 기능으로서, 결국 이론과 경험이 많지 않은 작업자도 고기능 작업자와 같은 용접을 할 수 있게 한다. Fig. 1에 데이터 베이스 시스템의 개략도를 나타내었고, Fig. 2에는 각 데이터 베이스 간의 데이터 흐름도를 나타내었으며, Fig. 3에는 용접 중의 계측화면, Fig. 4에는 작업일보 화면을 나타내었다. 이 작업일보는 각종 용접조건, 아크 시간, 용접속도, 용접작업 길이, 총 와이어 송급량 등을 포함한다.

### 3. 표준 데이터를 이용한 실험

표준 조건을 확인하기 위한 실험에서는 흑피(Black rust)가 존재하는 연강판(길이 300mm, 폭 100mm, 두께 6, 9, 12, 15mm)위에 설정전류 200, 225, 250, 275, 300, 325, 350, 400A와 전압 일원조정일 때 표준을 5로 하여 3-7까지의 설정전압 범위로 용접하였다. 용접 속도는 Eq.(1)로부터 계산되는 값을 이용하였다. 단, 계산된 속도가 200mm/min 이하이거나 1000mm/min 이상일 경우는 제외

시켰다. 또한 작업각은 변수로 두어 최적의 조건을 얻었고, 진행각은 0° 로 고정시켰다.

$$\text{용접속도}(V_w) = \frac{60 * \alpha * a * \text{WFR}}{a_w}, \text{ mm/min} \quad (1)$$

여기서,  $\alpha$ 는 와이어의 용착효율,  $a$ 는 와이어의 단면적(mm<sup>2</sup>),  $a_w$ 는 비드 단면적(mm<sup>2</sup>), WFR은 와이어 송급속도(mm/sec)를 나타낸다.

#### 4. 확인 실험의 결과 및 고찰

Fig. 5는 본 필릿용접용 데이터 베이스의 표준 데이터를 적용하여 필릿 용접한 결과이다. 각 설정 전류에 따른 각장의 변화가 거의 없는 것으로 보아 표준 데이터의 신뢰성을 확인할 수 있었다. Fig. 6은 설정전류 200, 250, 300, 400A로 필릿 용접한 후 시작부와 끝부분을 제외한 전체 용접 구간을 10mm씩 나누어서 총 20번을 측정한 수직각장과 수평각장의 분포도이다. 각장은 전체적으로 요구각장인 7mm 전후의 값을 보였다.

#### 5. 결 언

본 연구에서 개발한 데이터 베이스 시스템을 필릿용접에 적용한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 본 연구에서는 각 현장 작업자가 용접 와이어의 특성 및 모재의 가조립 상태를 고려하여 현장에 맞게 진화시킬 수 있는 고속 필릿용접용 데이터 베이스 시스템을 개발하였다.
- 2) 본 시스템에 의해 각종 용접조건, 아크 시간, 용접속도, 용접작업 길이, 총 와이어 송급량 등과 같은 생산정보를 자동 획득하여 일보 및 월보를 생성함으로써 현장 생산성에 관련된 정량적인 데이터를 확보할 수 있게 되었다.

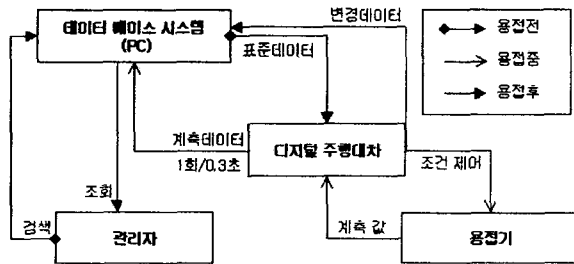


Fig 1 Schematic diagram of database system

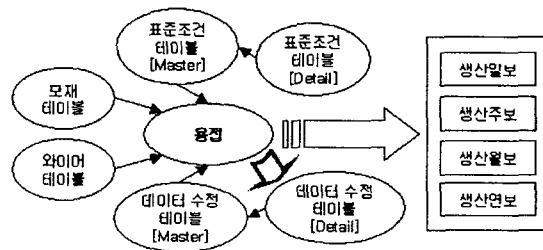


Fig 2 Flowchart of data

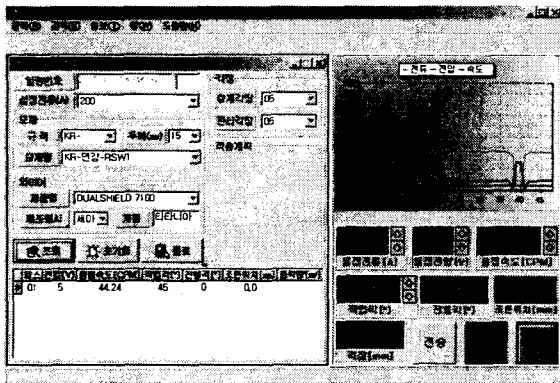


Fig. 3 Display measured during welding

모 재 명	모 재 부피 [mm]	와 이 어 명	과 열	과 열 시간 [min]	과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]
205-업업-1	60	CORE-ELD 11RB	비어	0.55	0.9	0.9
과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]	과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]	과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]	과 열 온도 [mm]
01	200	5	24.80	0	30	3.0
과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]	과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]	과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]	과 열 온도 [mm]
02	0	0	23.54-11025-45	6.55 13.361	0.3	2.6625
과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]	과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]	과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]	과 열 온도 [mm]
03	250	5	60.44	0	55	3.2
과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]	과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]	과 열 온도 [mm]	과 열 길이 [mm]	과 열 온도 [mm]
04	0	0	23.4915-8227	7.95 23.44	0.3	2.6362

Fig. 4 Display of production information

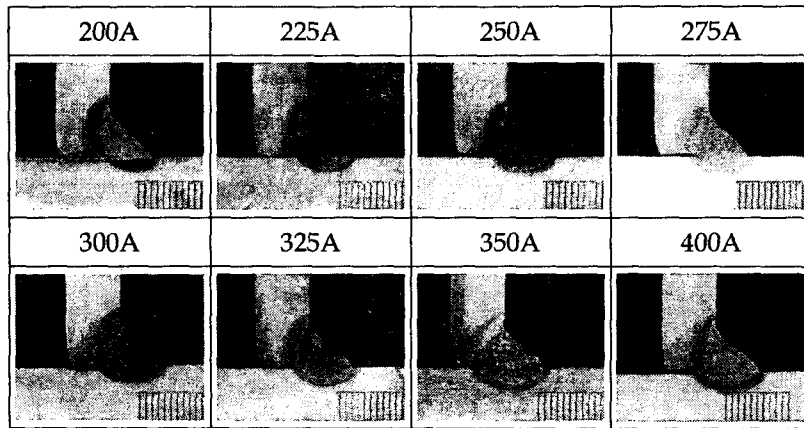
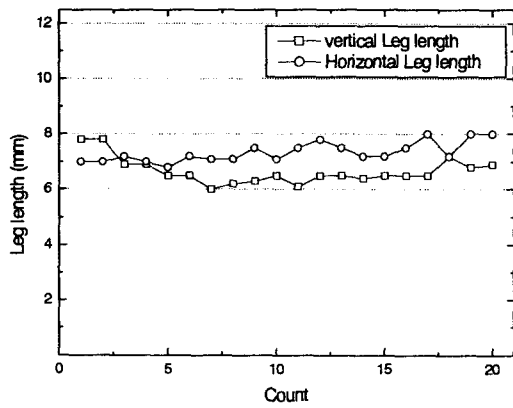
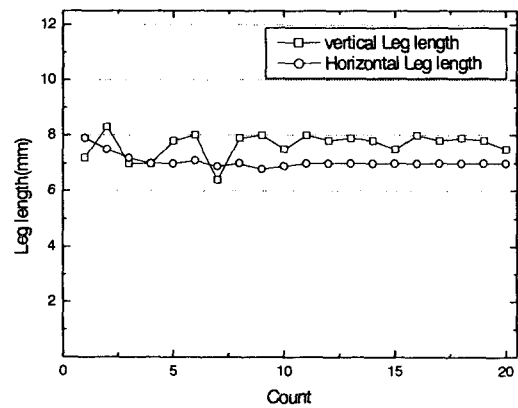


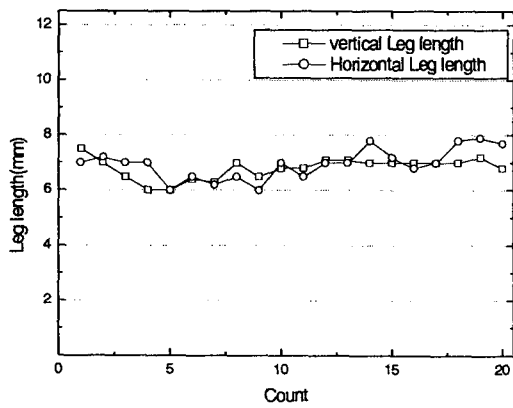
Fig. 5 The shape of bead cross-section by setting current (required leg length:7mm)



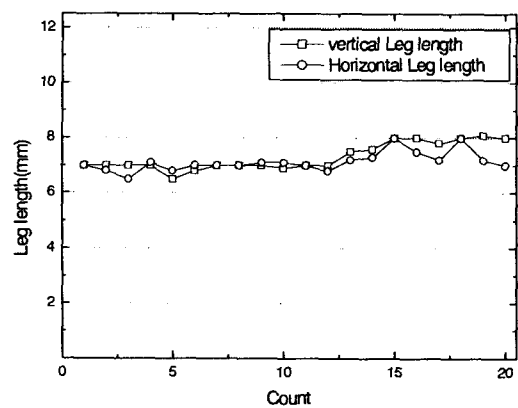
(a) Setting current : 200A



(b) Setting current : 250A



(c) Setting current : 300A



(d) Setting current : 400A

Fig. 6 Variance of leg length (required leg length : 7mm)