

용접공정변수 선정을 위한 데이터베이스 시스템 개발

Development of an Database System for Selection of Process Parameters

김일수*, 박창언*, 정영재**, 김인주**, 안영호***

Ill-Soo Kim, Chang-Eun Park, Young-Jae Jenog, In-Ju Kim, Young-Ho An

*Department of Mechanical Engineering, Mokpo National University

Graduated School, Mokpo National University, *Mokpo Polytechnic College

1. 서론

일반적으로, 파이프 용접에서는 용접위치와 용접각도에 따라 용융지의 이동효과로 인하여 용입깊이가 좌우됨으로 용접부재의 크기에 따라 적정 용접위치 및 각도 설정이 요구된다¹⁾. 따라서 파이프 용접을 자동화하기 위해서는 파이프 크기에 따라 용접위치, 용접각도 등을 예측할 수 있는 시스템 개발이 요구된다. 또한, 용접조건 선정은 용접사의 경험에 전적으로 의존하는 관계로 용접시간이 길어지거나 용접불량의 원인이 된다²⁾. 따라서, 단위 시간당 용접량을 극대화하고, 부적절한 용접조건에 의한 용접불량을 사전에 방지하여 고품질의 용접 및 용접 비숙련자도 용접공정을 효과적으로 수행할 수 있게 하는 용접조건 선정을 위한 소프트웨어 개발이 요구된다. 용접 조건들을 개발된 시스템에 의해 선정함으로써 정확한 용접조건을 얻을 수 있고, 이를 기준으로 현실적인 용접계획을 수립함으로써 정보의 생성과 흐름의 효율성을 제고할 수 있어 용접공정관리의 측면에서도 필요성이 대두된다³⁾.

용접공정변수예측 시스템 개발에 있어서 국내의 경우, 몇몇 국책연구소 및 대학을 중심으로 기본적인 연구는 수행되어져 왔으나, 체계적이고 전문적인 연구가 이루어지지 못하고 있는 현실이다. 목적 기능을 모델링한 S/W의 경우, 그 원인이 로직(logic)화를 위한 파라미터가 많고 함수가 복잡하여 시스템화과정에서 규칙(rule)이나 수식을 비현실적으로 단순화하고 있고, 케이스(case) 수에 따른 검색 S/W의 경우는 실질적인 문제해결을 위해서는 방대한 양의 데이터베이스를 필요함으로 관련자료 수집과 저장의 어려움 때문에 제품으로 출시한 예는 없으며, 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다⁴⁾.

최근에 미국 및 유럽 선진국에서는 전자용 파이프 용접 자동화 시스템의 필요성을 이미 오래 전부터 인식하여 많은 연구가 활발하게 이루어져 실용화된 장비가 제작 판매되고 있다. 하지만 이 장비의 가격이 3억원이 넘는 고가이고, 파이프 용접 자동화 시스템에 대한 중요 제어부분의 기술은 공개하지 않는 실정이다. 따라서, 본 연구는 FCAW(Flux Cored Arc Welding) with ceramic backing을 이용하여 평판(150×500)에 용접자세별, 모재 두께별, 개선각도별 최적 용접조건을 선정하고, 개발된 최적의 용접조건과 작업현장에서 실제 사용중인 용접관련 데이터를 기초로, 데이터 처리작업에 의한 운영 환경하에서 운영될 수 있는 용접 조건별 최적입력 데이터베이스 시스템 구축하였다.

2. 시험편 제작 및 실험방법

실험에 사용된 시험편은 500×300×15 mm, 500×300×25 mm, 500×300×35 mm 두께의 SS400 일반구조용 압연강재이다. 시험편은 녹, 스케일, 산화물을 제거하기 위하여 stainless wirebrush 및 cloth paper(#300)를 이용하였다. 시험편의 가공은 자동 캐리지를 이용하여 산소절단 및 가공을 하였다.

FCAW 용접시 용접품질은 용접자세, 용접사의 기량, 흠형태, 용접속도, 용접 와이어의 굵기, 토치각도, 텃-모재간 거리등에 따라 변화하며, 그 중에서 주요 용접조건은 용접전류, 전압, 용접속도, 위빙 방법 등이다. 각 두께별로 pass 수를 고정하고, 용접공정변수들 중에서 가장 용접품질에 영향을 미칠 수 있는 용접전류, 전압, 용접속도를 선정하였다. Table 1은 실험시 사용된 모재 두께별, 용접자세별 및 개선각도별 선정된 값을 나타낸다.

Table 1 Process parameters and limits

Table	Unit	Value
Thickness	mm	15, 25, 35
Welding Position	degree	0, 30, 60, 90, 120, 150, 180
Gap Angle	degree	50, 60

실험에 이용한 용접 와이어는 (주) 현대중합금속의 SF-71로써, 직경 0.9mm의 solid wire이고, 용접기는 DYNA Auto 600용접기 및 Trans ARC TIG/MIG(Y21277), Delta Weld 452 Miller, 용접전원은 효성 350A를 사용하였다. 용접방법은 Ar 80%, CO₂ 20%의 혼합가스를 보호가스로 사용하여 FCAW용접을 시행하였으며, 팁 높이 15mm, Weaving [횡수(왕복/분), 폭 및 dwell(Time초)]들은 각각의 용접조건별로 조절하였다. 또한 용접을 하기 전에 자중이나 작업 중 이동시에 변형을 방지하기 위하여 시편의 종방향 양끝에 각각 20mm씩 수동 용접법으로 가접하였다. 또한 용접변형을 최소화하고, 현장에서 사용하는 조건으로 근접시키기 위하여 지그로 구속한 상태에서 용접을 실시하였다. 용접비드의 적층방법에 따라서 용접품질에 많은 영향을 미칠 수 있으므로, 현장 및 이론적인 연구의 결과를 바탕으로 적층법을 선택하였으며, 많은 관련문헌 등을 참고하여 각 두께별로 용접을 시행하고, 최적의 용접부를 선정하여 표준 용접조건으로 선정하였다⁵⁾.

3. 용접공정변수 데이터베이스 시스템

데이터베이스 시스템은 컴퓨터를 이용하여 자료를 체계적으로 정리하고 관리하는 정보처리 시스템으로 교육, 문화의 일상생활에서부터 산업응용에 이르기까지 전 분야에 걸친 방대한 데이터의 분석과 이를 활용하는데 매우 유용한 수단이다. 파이프 용접에 관계하는 용접공정변수들은 방대하고 이들 변수들의 상관관계는 부분적으로 알려져 있을 뿐 체계적인 연구는 현재까지 이루어지지 못하고 있다. 따라서 직경이 1m이상의 대용량의 파이프용접의 용접조건 선정은 전적으로 작업자의 경험에만 의존한 관계로 안정적인 용접품질의 확보 현실적으로 불가능하다⁶⁾. 특히 최근의 용접분야에서의 인력난 및 인건비 상승 등으로 경험이 풍부한 용접작업자의 확보가 어렵고, 용접 작업자의 전문적인 지식 및 객관적인 판단결여 등으로 작업능률의 저하 및 용접부의 불량률이 더욱 증가하고 있는 실정이다. 따라서 이러한 문제점들을 극복하기 위하여, 용접작업에 관련된 여러가지 데이터를 컴퓨터에 저장하고 필요시에 제공하는 용접조건 선정용 데이터베이스 시스템개발하여, 미숙련자의 용접작업시 표준화된 데이터를 이용함으로써 용접작업의 시행착오를 줄이고 용접품질의 향상을 도모할 수 있도록 하였다.

본 연구에서는 SS400(일반구조용 압연강재)의 용접에 널리 적용되는 FCAW 용접기법을 대상으로, 용접공정에 필요한 각종 데이터를 기초로 용접공정변수를 선정하기 위한 활용도가 가장 높은 PC용 데이터베이스 시스템으로 개발하였고, 개발에 사용된 소프트웨어는 윈도우즈(Windows) 환경에서 통합 개발 환경(IDE: Integrated Development Environment)을 제공하는 Boland C++ builder를 이용하였다. 전체적인 응용 프로그램은 GUI(Graphic User Interface) 환경에서 동작할 수 있도록 하여 사용자에게 시스템의 운용을 쉽게 하였다⁷⁾.

Fig. 1은 본 프로그램의 실행시 나타나는 주(main)화면이며, 그림에서 보는 바와 같이 본 시스템은 모든 사용자 인터페이스를 쉽게 할 수 있는 기능을 갖도록 구성하였으며, 단지 마우스만 클릭 하여도 등록 및 수정, 검색과 같은 대부분의 데이터베이스 기능을 수행할 수 있도록 구성하였다. 데이터의 등록 및 수정은 다시 데이터의 신규 등록, 데이터의 추가, 데이터의 삭제, 데이터의 복사 및 수정 등으로 세분되어 있다. 체크박스(check box), 콤보박스(combo box) 및 버튼(button) 등을 이용한 레코드의 이동기능을 추가함으로써 이들의 작업을 편리하게 할 수 있도록 하였다. 데이터의 검색은 전체의 데이터베이스로부터 사용자가 필요로 하는 정보만을 찾아내어 주는 편리한 기능으로 검색조건을 입력을 용이하게 위해서 콤보박스에서 각 필드의 검색조건을 직접 선택하도록 하였다.

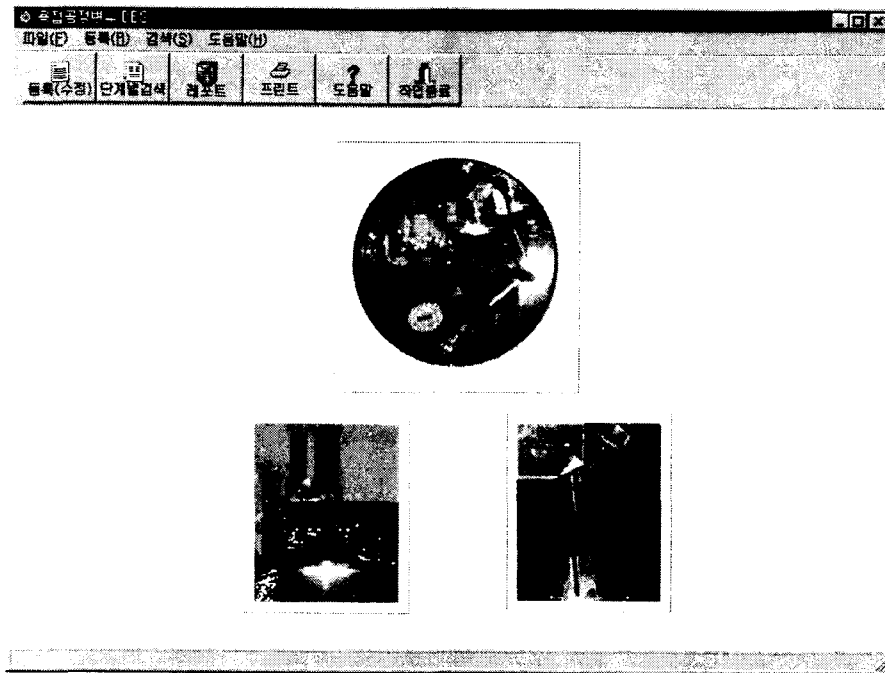


Fig. 1 Main Menu of DBS program

Fig. 2는 사용자가 선택 버튼을 클릭 하면 팝업 메뉴를 나타내며, 용접구간 및 그 구간의 pass 수를 설정하여 검색에 필요한 조건을 직접 선택하도록 하였다. 리포트 기능은 구축된 데이터베이스로부터 사용자가 필요로 하는 데이터를 적절한 양식으로 출력하기 위한 기능이다. 리포트 기능에는 미리 보기 및 프린터 설정, 프린트 등의 기능이 추가로 설정되어 있다.

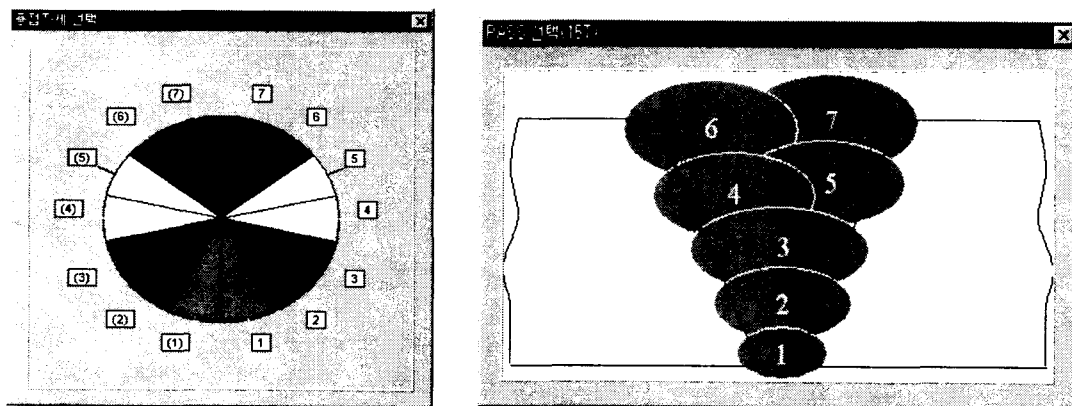


Fig. 2 Menu of welding position and pass selection

4. 결론

본 연구는 FCAW(Flux Cored Arc Welding)를 이용하여 평판(150×500)에 용접자세별, 모재 두께별, 개선각도별 최적 용접조건 설정하였다. 이 자료를 기초로 하여 작업현장에서 실제 사용중인 용접 관련 데이터 수집하고, 데이터 처리작업에 의한 운영 환경 하에서 운영될 수 있는 데이터 구조설계 및 인터페이스 개발, 시스템 전체 알고리즘 개발하였다. 이를 바탕으로 데이터베이스 시스템의 화면 설계를 개발하여 용접조건별 최적입력 데이터베이스 구축하였다.

이상과 같이 용접공정 변수 선정에 관한 database 시스템 구축을 통하여 대형관 용접시 용접조건 선정 기술력을 확보하였고, 지속적인 연구를 통하여 용접자동화 기술을 개발함으로써, 차후 대구경관

용접 및 극한지 천연가스 용접시공 기술로 이용할 수 있을 것으로 사료된다. 파이프 자동 용접기를 국산화함으로써 해외 대형관(특히 중등) 건설 프로젝트에 공급함으로써 외화 수익증대 및 자동용접 관련 기술확보로 국내 타 산업에 대한 적용함으로써, 산업현장의 생산성 향상을 고취하여 원가절감을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

후 기

본 논문은 산업기술평가원을 통한 공업기반기술개발사업의 지원에 의하여 수행된 연구결과의 일부 분이며, 관계자 여러분께 다시 한번 감사의 말씀을 올립니다.

참고문헌

1. Survey of structural Tolerances in the United States, Commercial Shipbuilding Industry, SSC-273, ship structural committee, U.S Coast Guard, 1978
2. T. Mc Elrath and E. F. Gorman, "Argon-Hydrogen Shielding Gas Mixtures for Tungsten-Arc Welding", Welding J, pp.28-35, Jan., 1957
3. W. Lucas, "Shielding Gas Purification Improves Weld Quality", Welding J, Nov, 1990
4. Frederick Hayes-Roth, "Rule-Based Systems", Communications of the ACM, Vol. 28, No. 9, September, pp. 933-411, 1985
5. K. Masubuchi, "Analysis of Welded Structures", Pergamon Press, pp. 167-170, 1980
6. J. Mathar, Determination of Initial Stresses by Measuring "The Determination Around Drilled Holes, Trans. ASME 56(4), pp. 249-254, 1980
7. C. Williams, "Expert Systems, Knowledge Engineering, and AI Tools-An Overview", IEEE Expert, Winter, 1986