特輯 : 자동차 차체 공정기술

차체 용접공정의 가상 생산방식

김 형 · 권 순 찬 · 오 영 근

Design of Body Assembly Welding Line Using Virtual Manufacturing Method

H. Kim, S.C. Kwon and Y.K. Oh

김 형/1969년생/기아자동차 생기연구팀/Digital Manufacturing, Robot 응용 시스템

권순찬/1964년생/기아자동차 생기연구팀/Digital Manufacturing 시스템, 점저항 용접 네트워크 시스템, 고밀도 에너지 용접

오영근/1957년생/기아자동차 생기연구팀/Digital Manufacturing 시스템, 점저항 용접 네트워크 시스템, 고밀도 에너지 용접

1. 서 론

우리 나라의 자동차 생산능력은 연간 300만대에 육박하고 있으나 기술력은 상대적인 열세를 면치 못하는, 선진국 대비 40~50% 수준에 이르고 있다. 이러한 자동차 산업의 기술력 열세는 국내 자동차 회사의 생산성의 열세로 이어지고 대외 경쟁력이 낮아지는 문제로 귀착된다. 대외 경쟁력을 향상시키기 위한 방안의 하나로 자동차 업계는 제품의 개발기간을 단축하기 위해 지속적인 노력을 기울여 왔다. 이러한 개발기간 단축을 위해 Virtual Engineering(VE) 기술이 업계 및 학계에서 활발히 연구되어지고 있으며 일부 적용되어지고 있다. 일반적으로 VE는 Virtual Design, Virtual Prototyping, Virtual Simulation, Virtual Manufacturing으로 나누어질 수 있으며 Design 단계에서부터 양산에 이르기까지 자동차 개발 대부분에 적용 할 수 있다. 자동차 산업에 있어서 VE를 활용하는 궁극적인 목표는 여러 가지가 있으나 개발기간 단축을 위한 활용 및 연구 방안에 있다. 국내 완성차 업체의 평균 개발기간은 모델 고정 후 24개월 내외로 대동소이하며 미국, 유럽 및 일본등의 선진국 자동차업체와 비교 할 때 10개월 이상의 격차가 발생하기도 한다. 선진 기업의 공통점중 하나는 VE를 적극적으로 수용한 결과로 개발기간 단축을 이루어 낸 것이다. 이들 기업들은 VE를 디지털 혁명(Digital Innovation)으로 까지 명명하며 전사적으로 추진하고 있다. 국내 기업들도 VE에 대한 초기투자 및 기본연구를 진행 시키고 있다. 본 보고서는 VE중에서 차체 점용접 분야의 Virtual Manufacturing 중심으로 소개하였다.

2. 본 론

2.1 Virtual Manufacturing (VM)

일반적으로 Virtual Manufacturing이란 경험이나 직관 또는 시행착오 방식이 아닌 동시공학(Concurrent Engineering)과 FMEA(Failure Mode Evaluation Analysis)기법에 가상현실 기술을 도입하여 가상공간 상에서 시뮬레이션을 해보는 것으로 생산라인을 최적화하는 것을 의미한다. 지금까지 자동차 산업에 있어서의 컴퓨터 사용은 설계를 위한 CAD/CAM/CAE 영역에 집중되었으며, 생산 현장의 자동화 또한 그 영역이 확대되어져 왔으나, 공장 및 라인을 설계하고 공법 및 그 외 생산과 관련된 여러 기획을 세우는 생산기술 분야의 컴퓨터 이용률은 상대적으로 낮았다. 이로 인하여 개발업무 프로세스에 대한 병목현상이 발생하고 있으며 이것은 개발지연 및 업무의 비효율화를 초래했다. 이러한 프로세스 병목현상을 Virtual Manufacturing의 이용을 통해 제거할 수 있다.

2.2 차체 용접공정의 Virtual Manufacturing

일반적으로 자동차 차체 판넬들에 대한 조립은 용접을 이용하는 것이 대부분이며, 용접방법 중 점 용접이 대부분을 차지한다. 자동차 1대를 조립하기 위해 4500 내지 5000타점의 점 용접을 실시하고 있으며, 대부분 robot에 의해 작업이 이루어지고 있다. 점 용접 공정뿐 아니라 VM 활동을 위한 필수 조건은 필요한 데이터의 3차원 설계가 이루어져야 한다. 현재 국내 자동차 업체들의 3차원 설계는 제품 데이터의 경우 DMU(Digital Mock Up) 추진을 통해 상당 부분 진행되고 있으나, tool을 비롯한 설비 부문에 있어서는 3차원 설계 비중이 매우 낮다. 이는 협력업체의 CAD 이용률이 매우 낮기 때문이다. 향후 3차원 설계의 활성화 및 제품(Product), 공정(Process), 자원(Resource)에 대한 체계적인 데이터베이스 구축 등의 노력이 이루어져야 한다. 점 용접 공정의 시뮬레이션 대상은 크게 다음과 같이 나눌 수 있다.

1) 간섭 체크 2) Off Line Teaching 3) 용접 건 자동 설정 4) 공정 및 타점 분할 5) 용접 조건의 설정 6)데이터 베이스화

2.2.1 간섭체크

간섭체크는 robot, 차체, 지그, 용접 건 등의 상호 간섭 발생으로 인해 용접 불가 공정이 발생하는 것을 사전에 검증 하는 것으로 시뮬레이션을 실행하는 가장 큰 이유이다. 당사의 적용 사례에 의하면 전체 간섭발생 사례 중 70% 이상이 용접 건과 제품의 간섭이었으며, 다음으로는 지그와 용접 건, 지그와 차체 사이의 간섭 순이있다. 현재의 수작업 및 경험에 의한 공정은 전체 용접 타점의 30% 정도의 오류가 발생하고 있으며 그 대부분이 용접 건의 간섭에 의한 오류가 대부분이다.

2.2.2 Off Line Teaching

OLT(Off Line Teaching)은 robot 및 자동화 장치의 경로를 가상공간에서 생성하여 실제 자동화장치에 download 하는 것을 의미하며, PLC의 sequence를 생성하여 download 하는 기술도 개발 중에 있다.

OLT를 실시 함에 있어 당사에서는 T- 社의 Robcad/Spot 시스템을 사용하고 있는데 가장 어려운 부분은 calibration 항목과 cycle time의 불일치였다. 향후 당사의 자체개발 용접조건 데이터베이스 구축 프로그램인 CASWELD와의 interface를 통하여 용접조건의 OLT 및 실시간 제어를 추진할 예정이다.

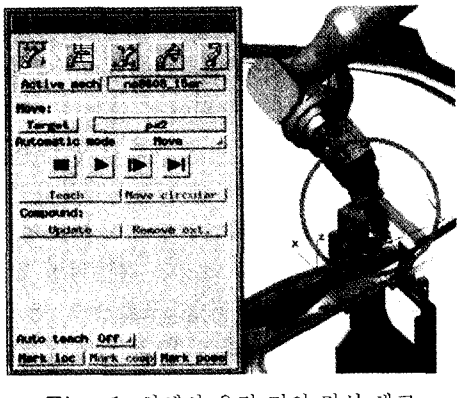

Fig. 1 차체와 용접 건의 간섭 체크

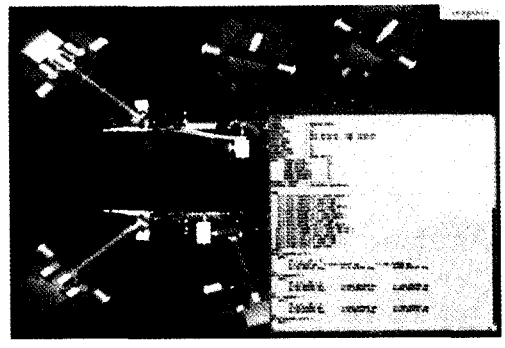

Fig. 2 Robot Off Line Teaching

2.2.3 용접 건 설정

용접 건의 설정은 기본적으로 건의 각 파트별 3차원 설계가 이루어져 데이터 베이스가 이루어져야 한다. 데이터베이스를 통해 용접타점 및 용접 조건이 설정된 후 간섭체크와 용접조건 설정에 맞는 적정 용접 건을 찾거나, 파트별 조합을 통해 새로운 건을 디자인 하는 것을 의미한다.

용접 건 설정에 대한 노하우의 데이터베이스화를 통해 용접공정에서 가장 중요한 요소 중의 하나인 용접 건의 디자인 및 설계를 효율적으로 진행해야 한다. 현재까지 용접 건의 설정에 대한 항목은 간섭 배제에 중점되어 있으나 용접 건의 물성치와 용접 조건의 설정에 대한 항목과도 연결되어야 한다.

2.2.4 라인 밸런싱

용접공정을 편성함에 있어서의 라인 밸런싱은 타점

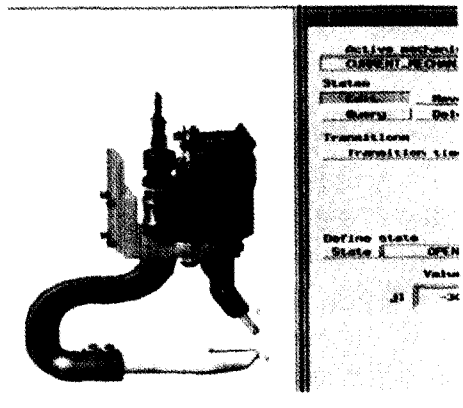

Fig. 3 용접 건 선정

분배가 주된 내용이다. 타점분배는 여러 가지 고려 요소가 있으나 크게 다음과 같은 항목이 input data로 활용된다. 1) 생산 capacity 2) cycle time 3) 용접 타점수 4) 라인의 초기 layout 5) 설비 및 제품의 specification 등이 있으며 세부적인 항목까지 포함하면 약 30가지의 data가 준비되어져야 한다.

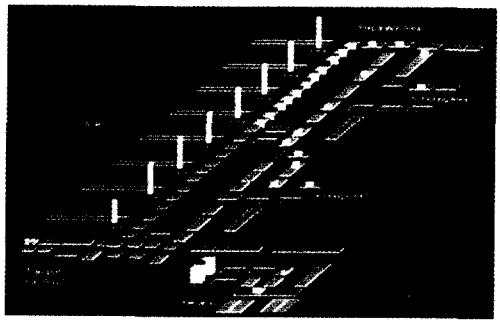

Fig. 4 라인 밸런싱 장면

원래 라인 밸런싱은 물류 및 layout 시뮬레이션이 주된 목적으로 사용되고 있으나 용접 불가 타점을 해결하기 위해서도 시뮬레이션 하고 있다. 기본적으로 용접점 관리 프로그램과의 interface를 통해 실시간 용접점 변경을 시행한다. 라인 밸런싱 작업을 통해 cycle time 상의 병목현상을 제거함으로써 용접품질을 향상 시킨다.

2.2.5 용접조건 설정

용접 조건의 효율적인 선정을 위해 당사에서는 CASWELD 라는 프로그램을 개발 하였다. CASWELD는 기본적으로 현장에서 수정되는 용접 조건들에 대한 이력관리 및 용접 조건 설정 데이터들에 대한 데이터 베이스 역할을 수행하고 있으며 이렇게 구축된 데이터 베이스는 on -line으로 생산현장과 연결되어 수정과 첨부가 이루어 지고 있다. 당사는 CASWELD 시스템과 시뮬레이션 시스템의 interface를 통해 용접 공정의 효율적인 편성을 추진 중이다

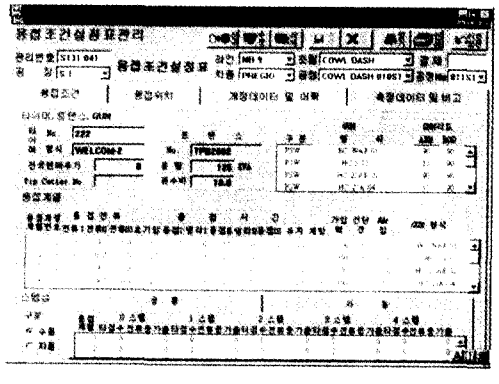

Fig. 5 CASWELD를 이용한 용접조건 설정

2.2.6 데이터 베이스 구축

VM 측면에서 차체 공정의 데이터 베이스 구축은 기본적으로 재 사용성의 향상에 그 목표가 있다. 데이터 베이스는 크게 1) 제품 2) 공정 3) 자원 데이터에 대한 라이브러리 구축이 그 관건이다. 이러한 데이터 베이스는 PDM (Product Data Management)에 의한 운용이 이루어져야 한다. 제품 데이터는 차체의 3차원 설계 데이터를 의미하며 연구소에서의 설계 데이터를 이용한다. 공정 데이터는 용접 공정 편성 데이터로서 차체 조립 순서, 타점 분배 등 공정편성과 관련된 일체의 데이터가 이용된다. 자원 데이터는 지그, 용접 건, 대차, robot, 작업자 등의 데이터를 의미 한다.

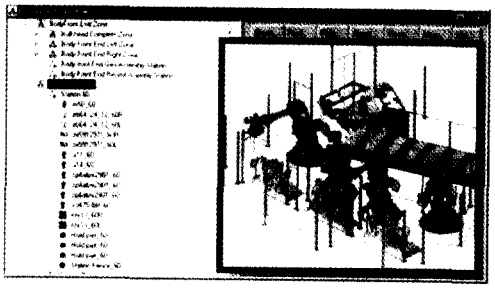

Fig. 6 용접공정의 공정 데이터베이스 활용

3. 결 론

차체 용접공정의 엔지니어링 활동이 VM 적용 이전에는 수작업과 경험에 의한 것이 대부분이었다. 용접공정의 엔지니어링 기간단축은 물론이고 자동차 개발기간단축을 위해서는 엔지니어링 활동의 Virtual 기술 적용이 필수적이다. 향후 VM을 비롯한 VE의 효과를 극대화 하기 위해서는 단위 기술의 개발과 더불어 연구소, 생산기술, 생산현장의 전 부문에 걸친 확대 및 프로세스 정립이 필요 하다.

참 고 문 헌

1. 신차 개발기간 단축을 위한 자동차 개발기술 기반구축 중간보고서, 한국과학기술원(1998)
2. 이성철 ; 신차 개발 단축 방안, 기아기술연구소 세미나 (1998)
3. '99 한국 CAD/CAM WORKSHOP, 한국 CAD/CAM 학회 (1999)
4. B-III 차체공정 시뮬레이션 적용 보고서, 기아 생산기술 (1998)
5. Digital Manufacturing 세미나, 기아 생산기술 세미나 (1999)