

조선 LNG 탱크 제작 공장의 제조실행 시스템 개발 A Manufacturing Execution System for LNG Tank Fabrication shop in Shipbuilding

이상협, 이병열, 김동현, 권봉재, 정문영, 류상훈, 엄성숙
울산광역시 동구 전하동 1번지 현대중공업 산업기술연구소 자동화연구소

Abstract

본 연구는 조선 LNG선의 탱크를 제작하는 공장의 관리 및 운영을 지원하는 제조실행 시스템(MES : Manufacturing Execution System)의 개발에 대한 내용이다. 본 연구 대상 공장에는 가공과 조립라인이 있으며, 가공라인에서는 소재를 가공하고, 조립라인에서는 가공된 소재를 용접으로 최종 조립한다.

본 연구 대상 공장의 주요 관리 및 운영에 대한 관점은 장비의 고장 방지와 효율극대화, 납기 준수 및 최종 용접 후 결함 최소화 등이다. 이에 본 연구에서는 공장을 체계적으로 관리 운영하기 위해 공정관리와 장비관리 기능을 통합한 제조실행 시스템을 개발하였다. 공정관리는 일정계획 수립, 관리에서부터 작업자 배치 및 입·출고 관리 등의 역할을 수행하고, 장비관리는 장비 모니터링, 장비와 작업 이력 데이터 추출 및 집계, 장비보전 관리, 장비별 작업지시 등의 역할을 수행한다. 본 연구의 개발 시스템은 MSSQL Sever 데이터베이스와 Visual Basic, C++ Builder로 개발되었다.

1. 서론

정보 기술의 발달에 맞춰 다른 제조업 분야와 마찬가지로 조선 분야에서도 조선 산업의 경쟁력 강화와 기술 집약적인 미래산업으로 발전시키기 위하여 생산 시스템의 합리화, 효율적인 생산 장비의 관리 및 운영에 대한 요구가 높아지고 있다. 아울러 산업계의 기술 혁신과 IT(Information Technology) 기술의 발전으로 각종 생산 시스템은 고성능화, 다기능화, 자동화되고 있으며, 또한 장비의 기능과 구성은 더욱 복잡해지고 있다. 따라서 장비의 신뢰성, 안전성, 효율성이 중요한 문제로 대두되어 효율적인 장비관리가 기업 경영에 더욱 중요한 관점이 되었다. 또한 리드타임 단축과 엄격한 품질 요구는 생산설비 관리를 다시 강조하는

요인이 되고 있다.

H 중공업 LNG 탱크 제작 공장은 연간 생산물량 증가로 공장의 관리 업무와 장비, 설비의 운영이 복잡해짐에 따라 체계적인 공장 운영 및 관리가 필요하게 되었다. 그리고 생산 경쟁력 강화를 위해 생산공기 단축, 간접손실 감소, 불량 감소 및 향후 생산기술 발전을 위한 생산 관련 엔지니어링 데이터의 축적 등이 요구되었다.

이에 본 연구에서는 체계적인 공장 운영을 위해서 공사 전체의 일정계획에서부터 작업지시와 작업자 배치의 기능을 수행하는 공정관리와 장비별 작업지시, 공장·장비현황 모니터링 및 엔지니어링 데이터 축적을 위한 장비관리를 통합하여 연구 대상 공장의 제조실행 시스템을 개발하였다.

2. 연구 대상 공장의 특성

본 연구의 대상은 LNG선의 알루미늄 탱크를 제작하는 공장으로서 가공라인과 조립라인으로 구성되어 있다(Figure 1). 가공라인에서는 소재를 절단, 성형, 가공하는 공정으로 고가의 장비와 설비들로 구성되어 있다. 한편 조립라인은 가공된 소재를 2편, 4편으로, 일부는 8편 및 1/4링까지 용접 조립하는 공정으로 자동용접을 위한 장비들로 구성되어 있다.

본 연구 대상 공장의 생산형태 및 특징을 살펴보면, 공정흐름은 소재 입고에서 반출까지 순차적으로 진행되는 흐름생산 형태이다. 그리고 각 단위 공정에는 장비, 설비가 하나 또는 여러 대가 있다. 따라서 소재가 입고되어 제작되는 경로는 다수가 된다. 따라서 각 제작품에 대한 제작 경로와 일정계획, 장비별 작업지시 등에 대한 효율적인 관리, 운영이 필요하다.

그리고 생산이 흐름형태로 진행되므로 각 공정의 장비, 설비의 고장은 전체 생산에 많은 영향을 주게 된다. 따라서 각 장비에 대한 보전관리는 매우 중요한 문제가 된다.

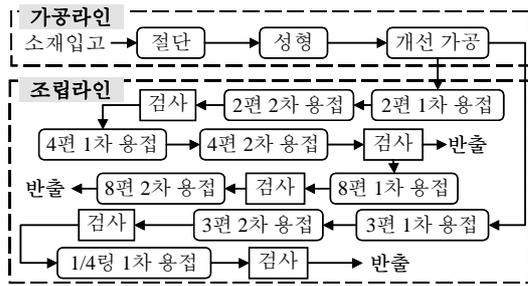


Figure 1. Process diagram of the LNG Tank Fabrication

3. 개발 시스템의 개념

전통적으로 제조업체들이 개발한 MRP II (Material Resource Planning) 시스템은 생산 현장에 필요한 정보를 제공하거나 수집하는데 한계를 가지고 있을 뿐만 아니라 현장 변화에 대한 유연한 대응에는 문제가 있다. 이러한 문제 해결을 위해 MES라는 개념이 도입되었다.

MESA(Manufacturing Execution System Association)에서는 “MES는 주문에서부터 제품 생산에 이르기까지 가장 효과적으로 활용할 수 있는 정보를 제공한다. 현재의 정확한 데이터를 사용하여 데이터들이 발생할 때마다 현장의 활동을 관리, 착수, 응답하고 보고한다. 변화 조건에 대한 빠른 응답은 비부가가치 행위의 감소에 초점을 맞추는 것과 더불어 현장 작업과 공정을 효과적으로 운용할 수 있게 한다. 따라서 MES는 양방향 통신에 의한 공급 체인과 기업의 전반적인 생산 활동에 관한 중대한 정보를 제공한다.”라고 정의하고 있다.

MES는 계획 시스템(MRP II/ERP)과 현장의 제조 또는 검사 장비, 설비들 사이의 정보 차이를 메워 주는 매개체로써, 계획 시스템과 컨트롤 시스템과의 사이에서 시스템간의 정보를 이어 주는 역할을 한다. 즉, MES는 공장 운영에 필요한 기능들의 집합체로서, 현장에서 발생하는 이벤트(Event)에 중점을 두어 실시간 현황 파악, 계획된 작업의 수행 및 관리, 품질 관리 등을 수행하는 시스템이다.

본 연구 대상 공장의 관리, 운영을 위한 주요 관점은 각 제작품의 납기 준수 및 불량 관리와 장비의 효율적인 관리 등에 있다. 따라서 본 연구에서는 관리의 주요 관점에 따라 MES 개념에 기반을 둔 공장 관리, 운영 지원 시스템을 개발하였다.

본 연구의 개발 시스템은 <Figure 2>에서 보는 바와 같이 크게 공정관리와 장비 관리 모듈로 나눌 수 있다. 공정관리 모듈은 일정계획, 작업지시 및 관리 역할을 담당하고, 장비관리 모듈은 장비별 작업지시 및 실행과

장비, 설비의 인터페이스 역할을 담당한다.

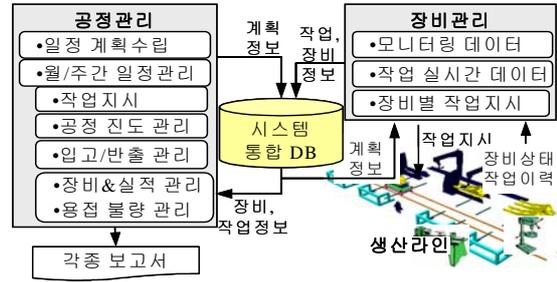


Figure 2. Conceptual Diagram of the developed System

공정관리와 장비관리 모듈의 주요 기능은 다음과 같다.

- 공정관리 모듈 기능
 - 일정계획 수립, 일정 관리
 - 작업지시, 작업자 배치 관리
- 장비관리 모듈 주요 기능
 - 공장 및 개별 장비 모니터링
 - 장비와 작업이력 데이터 집계 및 관리

그리고 개발 시스템의 하드웨어 구성은 <Figure 3>과 같다.

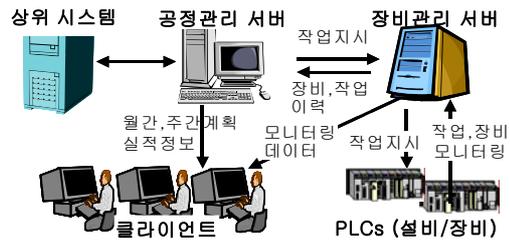


Figure 3. H/W Configuration of the developed System

4. 공정관리 모듈

공정관리 모듈의 주요 기능은 각 공사에 대한 일정계획 수립과 일정관리, 작업지시로 나눌 수 있다. 시스템 운영시 해당 기능별 담당 사용자가 정해져 있고, 기능별 연관관계와 데이터 흐름도는 <Figure 4>와 같다.



Figure 4. Data diagram of the process control module

공정관리 모듈의 운영은 먼저 상위 시스템으로부터 각 제작품의 납기일자를 기준으로 공사전체의 일정계획을 수립하는 것으로 시작된다. 공사의 전체 일정계획은 계획수립 전략에 따른 몇 가지 조건 설정 후 실행하면, 시스템에서 자동으로 수립된다. 그리고 시스템에서 수립된 일정계획을 가지고 사용자가 임의로 일정계획을 수정할 수 있다.

일정계획의 확정과 실제 공사가 시작되면, 단계적으로 월간·주간 계획이 관리하게 된다. 그리고 주간계획과 작업자 배치 계획을 관리하면서 장비별 작업지시와 작업자별 작업지시를 하게된다. 또한 각 장비에 지시된 작업은 장비관리 모듈로부터 집계된 실적 데이터로 작업실적 및 진도를 파악할 수 있다.

5. 장비관리 모듈

장비관리 모듈은 설비나 장비를 대상으로 작업지시 디스플레이, 단위작업별 작업조건, 품질관련 정보, 장비 가동이력, 작업이력, 보전이력 등 장비의 운영과 유지보수에 관련된 정보를 관리하는 기능을 수행한다.

본 개발 시스템에서 장비관리 모듈은 상위로는 시스템 통합 데이터베이스와 인터페이스를 가지고 있으며, 하위로는 직접 관리하는 단위 장비와 인터페이스를 가지고 있다.

통합 데이터베이스와의 인터페이스에서 작업지시 정보를 다운로드받아 단위 장비로 내려보낸다. 그리고 장비상태, 장비와 작업이력, 실적, 품질관련 데이터들을 업로드 시킨다.

장비와의 인터페이스에서는 해당하는 장비에 작업지시를 내려주게 되고, 장비의 상태 정보를 장비의 제어시스템(PLC : Programmable Logic Controller)으로부터 수집하게 된다. 이때 수집하는 장비의 정보에는 각종 센서의 접점정보, 속도, 위치 등의 정보가 있다. 그리고 해당 장비의 작업지시 내용은 작업화면(Operating Panel)상에 나타나며, 작업이력 정보도 PLC를 통해 수집된다(Figure 5).

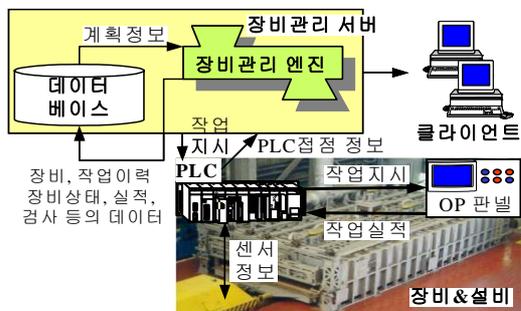


Figure 5. Configuration of the Equipment control module

앞서 언급한 바와 같이 장비관리 모듈에서는 장비에 대한 작업지시와 장비의 운전 정보를 수집, 관리하는 기능을 수행하게 되는데 이 역할은 장비관리 서버가 담당하고 있다. 따라서 서버에는 여러 대의 단위 장비로부터 전송되는 데이터 프레임(UDP : User Datagram Protocol 다이어그램)의 인식, 장비의 현재 상태를 관리하는 MRDB(Memory Resident Database)의 데이터 업데이트, 장비로부터 전송되는 데이터의 Scaling, 폴트 판별/저장, Trace 저장, 리포트 생성, M.M.I.(Man Machine Interface) 기능 등이 필요하다. 본 연구에서 개발한 장비관리 서버의 구성은 <Figure 6>과 같다.

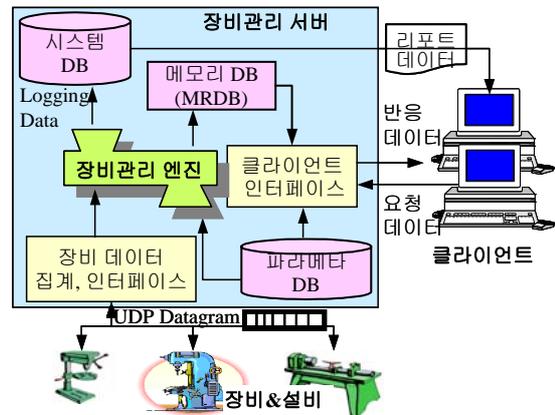


Figure 6. Configuration of the Equipment Control Server

6. 시스템 주요 기능

6.1 일정관리 기능

일정계획 수립 후 수립된 일정은 작업반을 기준으로 일정을 조회 및 수정할 수 있다. 사용자는 일정관리 화면을 통해 각 공정의 계획 착수/완료일, 실적 착수/완료일, 공수 및 작업지시 내용 등을 확인할 수 있다. 그리고 사용자의 권한에 따라 작업일정을 조정하거나 작업지시 사항을 수정할 수 있다(Figure 7).



Figure 7. Scheduling Management view

6.2 진도관리 기능

공장에서 제작되는 제작품의 일정 및 진행상황을 그래픽 모형으로 확인 가능하고, 세부 일정의 조정도 가능하다(Figure 8).



Figure 8. Progress Management view

6.3 작업지시 및 작업자 배치 기능

각 작업반에서는 매일 해당반에 할당된 작업에 대해 착수/완료 시간 결정과 작업자 할당으로 작업실행을 지시한다(Figure 9). 작업지시는 작업자에게는 작업 지시서를 발행하고, 해당 장비나 설비에는 장비관리 모듈을 통해 작업화면에 디스플레이된다.

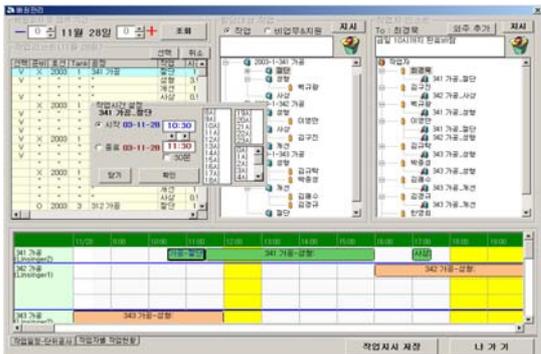


Figure 9. Work Order&Assignment view

6.4 공장현황 모니터링

장비나 설비별 작업지시 후, 실시간으로 각 장비와 설비의 작업 현황이나 장비의 상태를 모니터링할 수 있다(Figure 10).



Figure 10. Fabrication shop Monitoring view

6.5 작업 현황 모니터링

해당 장비나 설비에서 진행 중인 작업이력에 대한 데이터를 실시간으로 모니터링할 수 있고(Figure 11), 데이터베이스에 저장하여 추후에 품질관리용 데이터로 사용된다. 그리고 작업 중 이상 발생 정보를 확인할 수 있어 해당 장비의 보전작업에도 활용된다.

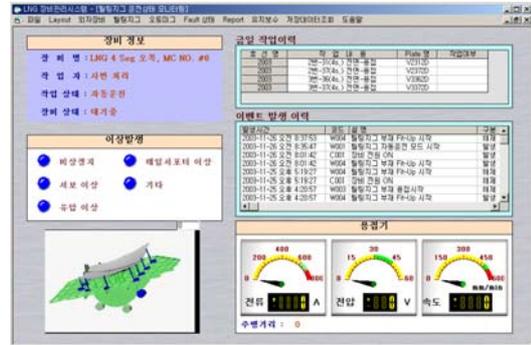


Figure 11. Operation Monitoring view

7. 결론

본 연구에서는 조선 LNG선 탱크 제작공장의 제조 실행 시스템을 개발하였다. 본 개발 시스템은 공정관리와 장비관리 모듈로 구성되어 있다. 공정관리 모듈에서는 공사 전체 일정계획에서부터 작업지시까지의 역할을 담당하고 있으며, 장비관리 모듈에서는 장비나 설비별 작업지시에서부터 작업현황 모니터링 및 작업이력 등에 대한 데이터를 집계하는 역할을 담당한다.

본 개발 시스템의 운영을 통해 연구 대상 공장은 체계적인 계획의 관리뿐만 아니라 공장 현황 모니터링과 상세한 작업이력 및 실적을 관리할 수 있으므로 공장을 더욱 효율적으로 관리 및 운영이 가능하게 되었다.

끝으로 본 개발 시스템의 활용을 통한 기대효과를 요약하면 다음과 같다.

- 환경변화에 체계적이고 신속한 대응
- 계획과 실적의 체계적인 관리
- 장비 및 작업에 대한 정량적 데이터 확보
- 장비, 설비에 대한 체계적인 이력 관리

참고 문헌

- Kim, H. I. (1999), Design and Implementation of SCADA System to Support Scalability and Openness, *Journal of Control, Automation and Systems Engineering*, Vol 5, No 6, pp. 753-763.