

조립부품 다중 제작라인의 일정계획 및 운영 시스템 개발 Development of Scheduling and Operation system for multi-manufacturing line of the assembly parts

이상협¹⁾, 민상규¹⁾, 이병열¹⁾, 하재태²⁾, 이원태²⁾, 조정호³⁾

¹⁾울산광역시 동구 전하동 1번지 현대중공업 산업기술연구소 자동화연구소

²⁾울산광역시 동구 전하동 1번지 현대중공업 건설장비사업부 생산기술부

³⁾울산광역시 동구 전하동 1번지 현대중공업 건설장비사업부 가공부

Abstract

본 연구는 건설장비 차량 조립부품을 제작하는 가공공장의 계획 및 운영 시스템 개발에 대한 내용이다. 연구의 대상은 건설장비 차량인 굴삭기, 휠로더, 지게차의 조립부품을 제작하는 공장이다. 그리고 각 제작라인에는 여러 개의 공정이 있으며, 일부 공정은 작업자에 의해 작업이 이루어지고, 용접 및 가공 등은 자동화된 장비 및 설비에 의해 작업이 된다.

가공공장에서 관리 및 운영의 주요 관점은 이후 공정인 조립공장의 조립 착수일에 늦지 않게 제작된 부품을 공급하는 것이다. 그리고 공장 자체적으로 제작라인 내의 재공재고 감소, 작업일간 작업부하 평준화, 자동화 장비 및 설비의 효율 극대화 등이 공장의 주요 관리 사항이다.

따라서 본 연구에서는 가공공장에서 제작되는 조립부품의 납기일 준수, 재고 감소, 부하 평준화, 장비효율의 극대화를 위해 공장을 체계적으로 관리하기 위한 계획 및 운영 시스템을 개발하였다. 개발 시스템에는 제작라인별 제작 착수 및 자재발주· 입고 관리, 공정별 실적관리, 실시간 작업 진행 관리, 용접 불량 관리 기능 등이 있다. 시스템은 MSSQL 서버, 오라클과 Visual Basic, Visual C# ASP로 개발되었다.

1. 서론

정보 기술의 발달에 맞춰 다른 제조업 분야와 마찬가지로 건설장비 차량 생산 분야에서도 경쟁력 강화와 기술 집약적인 미래 산업으로 발전시키기 위하여 생산시스템의 합리화, 효율적인 생산 장비의 관리 및 운영에 대한 요구가 높아지고 있다. 아울러 산업계의 기술 혁신과 IT(Information Technology) 기술의 발전으로 각종 하드웨어 생산 시스템은 고성능화, 다기능화, 자동화되고 있다. 이에 맞춰 관리 시스템 또한 과거 MRP(Material Requirements Planning)로부터 시작하여 ERP (Enterprise Resource Planning)에 이르기까지 많은 발전을 해왔다.

H 중공업 건설장비 가공공장은 연간 생산물량 증가로 공장의 관리 업무와 장비, 설비의 운영이 복

잡해짐에 따라 체계적인 공장 운영 및 관리가 필요하게 되었다. 그리고 제품의 경쟁력 강화와 생산의 효율화를 위해 생산 공기 단축, 재고 및 간접손실 감소, 품질향상 등이 요구되었다. 따라서 가공공장의 체계적이고 효율적인 공장 운영을 위해서 각 제작라인별 일정계획 수립에서부터 자재 발주 계획, 실시간 실적 작업 진행관리, 용접 품질관리 등의 기능이 가진 공장의 계획 및 운영 시스템을 개발하게 되었다.

2. 연구 대상 공장의 특성

본 연구의 대상공장은 제작부품에 따라 여러 개의 제작라인으로 구성되어 있으며 라인 구성은 제작부품의 특성에 따라 서로 다르며 공정별 구성도 다양하다(그림 1). 즉, 제작라인 내 일부공정(가접, 마무리 등)은 작업자에 의해 수행되고, 또 다른 일부는 자동화 장비나 설비(용접, 가공, 도장)에 의해 수행된다.

연구 대상 공장의 생산형태 및 특징을 살펴보면, 공정흐름은 자재 투입에서 반출까지 순차적으로 진행되는 흐름생산 형태이다. 그리고 각 공정은 제작라인 라인밸런싱을 위해 서로 다른 작업능력을 갖는 작업장으로 구성되어 있다. 따라서 각 제작품에 대한 제작 계획과 작업진행 관리, 실적관리 등에 대한 효율적인 관리와 운영이 필요하다.

그리고 제작 부품의 용접 품질에 대한 관리는 완제품의 기능이나 품질에 치명적인 영향을 미치므로 이에 대한 관리와 해당 공정에서의 자동화 장비나 설비의 관리가 중요한 사항이 되고 있다.

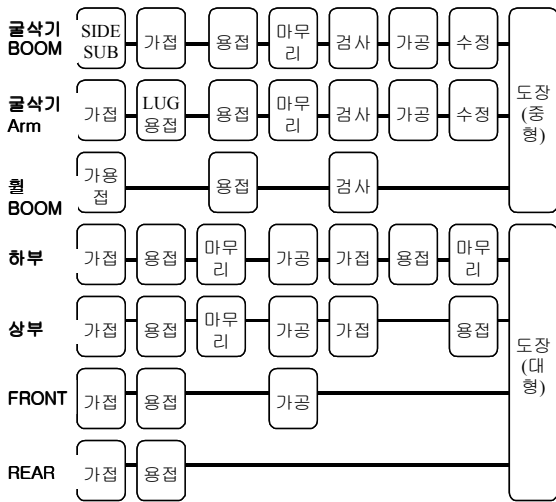


그림 1. 제품별 공정도

3. 개발 시스템의 개요

조립 납기일 기준으로 공장을 운영하던 가공공장은 자체의 생산능력, 인력, 자재 공급 등을 고려한 일정계획과 체계적인 운영을 위한 관리 시스템이 필요하게 되었다. 따라서 조립공장의 납기를 준수하면서 가공공장의 생산성과 능률 향상을 위한 공장 내 각 제작라인별 일정계획과 실시간 실적관리, 용접 불량관리 등의 기능을 갖는 시스템을 개발하게 되었다.

개발된 시스템의 역할과 운영 절차를 살펴보면, 먼저 조립공장의 자재소요계획 기준으로 가공공장의 각 제작라인별 일정계획을 수립하고 해당 협력업체에 자재를 발주한다. 자재발주를 받은 협력업체에는 정해진 입고일을 준수하여 자재를 납품하게 된다.

그리고 수립된 일정계획과 자재입고 상황을 기준으로 각 라인별 1일 작업일정을 확정하게 된다.

확정된 1일 작업일정을 기준으로 자재를 투입하게 되며, 각 작업장에서 제작 공정의 진행에 따라 공정별 실적을 각 작업장에 설치된 터치판넬 컴퓨터를 통해 입력하게 된다. 실시간으로 시스템에 입력된 실적 데이터를 통해 각 공정별 진행 현황을 모니터링할 수 있다. 그리고 정해진 시간대에 각 공정별 계획과 실적에 차이가 있을 경우, 문자 서비스 시스템을 통해 관련 담당자에게 작업장의 현 진행상황을 전송하게 된다.

각 제작부품의 용접 작업 품질은 제품에 치명적인 영향을 주기 때문에 제작되는 부품 전량 전수검사를 실시한다. 검사 후 불량에 대한 상세정보와 작업자, 작업장비, 작업시간 등의 작업이력 정보가 보관된다. 보관된 용접검사 정보는 해당 부서 및 관련 부서에서 사용된다(그림 2).

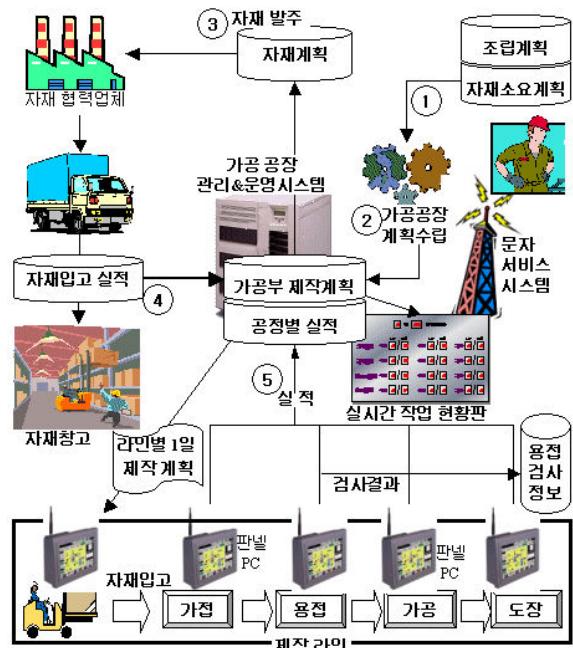


그림 2. 개발시스템 구성도 및 데이터 흐름도

이상과 같이 가공공장의 효율적인 운영을 위해 개발된 시스템의 기능 정리하면 다음과 같다.

- 일정계획 관리
 - 제작라인별 일정계획 수립
 - 자재발주 및 입고 관리
- 실적관리
 - 공정별 실시간 실적 관리
 - 공정별 진도 관리
 - 현황 정보 발송 관리
 - 용접 작업이력 관리
- 품질관리
 - 용접불량 정보 관리
 - 용접검사 이력관리

4. 일정계획 수립 모듈

조립부품을 제작하는 가공공장의 경우 조립공장의 계획과 MRP 전개에 따른 납기 정보를 기준으로 정해진 일정계획에 따라 제작라인을 운영하고 있었다. 즉, 가공공장의 일정계획은 조립공장의 일정을 기준으로 해당 조립부품의 납기일과 제작 리드타임을 기준으로 가공공장의 초기 일정계획이 수립된다. 하지만 이 경우 가공공장 자체의 생산 환경이 잘 반영되지 못한 일정계획으로 인력운영, 자체 자재입고 관리 등에 많은 어려움이 있다. 따라서 조립 일정계획 기준으로 생성된 일정계획을 다시 가공공장의 여건에 적합한 일정계획을 수립하는 기능을 개발하게 되었다.

조립 일정계획으로부터 제작 부품별 생산물량과 납기일이 정해지면 이를 기준으로 가공공장의 제작라인별 생산능력, 생산운영 방안, 제품별 제작 리드타임 등을 고려하여 제작라인별 일정계획을 수립하게 된다. 각 제작라인의 일별 작업착수물량과 작업순서를 결정하게 된다. 일정계획을 수립하는 절차 및 필요 관련 정보는 그림 3.과 같다.

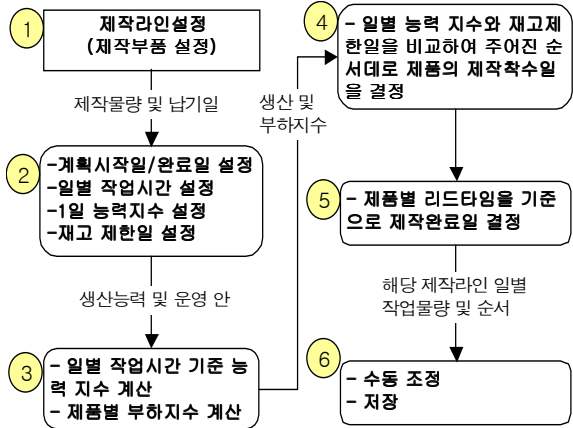


그림 3. 일정계획 수립 절차

그림 3.에서와 같이 가공공장의 일정계획을 수립하면, 조립 일정계획에서 정해진 제작물량과 납기일을 가지고 제작라인 운영안(제작라인의 일별 작업시간, 작업능력 지수 등)과 제작완료 후 조립 착수까지의 재고허용 기간을 반영하여 각 제작부품의 착수일정을 정하게 된다. 이 경우 재고허용 한도 내에서 작업일간 부하 평준화를 이루는 일정계획을 수립하게 된다.

일정계획 수립에서는 향후 1개월 정도의 제작라인 일별 일정계획이 수립되고, 이를 기준으로 자재발주가 진행된다. 자재발주 후 자재공급 업체에서 자재를 입고할 경우, 자재창고에서는 입고 정보를 실시간으로 입력하게 된다. 그리고 입고된 자재 정보는 해당 부품의 제작일정을 확정 시키는데 필요한 기준 정보로 사용된다.

5. 제작라인 운영 및 실적관리

제작라인 관리자는 시스템에서 정해진 일정계획과 자재 입고 현황, 작업장 여건을 고려하여 1일 작업일정을 확정하고, 작업지시를 한다. 정해진 일정계획과 자재 입고현황이 다르거나, 장비고장, 작업자 결근 등 이상 상황이 발생할 경우 관리자는 1일 일정계획을 변경하여 작업지시를 하게 된다.

작업지시 후 각 공정에서는 실시간으로 작업에 상 리스트가 터치패널PC에 디스플레이 된다. 작업장의 작업자들은 터치패널PC의 작업리스트로부터 작업을 실시하면서 작업 착수처리를 하고, 작업이 완료되면 완료처리를 한다(그림 4).

각 공정별 작업 진행현황은 시스템에서 집계되어 전체 제작라인의 작업 진행현황 관리가 가능하다. 공장 내 모든 제작라인의 각 공정별 작업 진행현황은 공장 내 설치된 생산 현황판으로 디스플레이 된다(그림 5). 생산 현황판에는 공정별 현 시간 기준 계획 대비 실적 생산량을 보여 준다.

뿐만 아니라 공정별 계획 대비 실적 정보는 매일 정해진 시간에 문자서비스 시스템을 통하여 공정별 진행현황을 담당 관리자의 휴대폰으로 전송한다. 이와 같은 공정별 진행현황 관리를 통해 제작라인의 담당 관리자는 현장에서든 각 공정별 현황이나 이상 유무 쉽게 확인할 수 있고, 이상이 있을 경우 빠른

대응이 가능하게 되었다.

선택	제번	모	별	호기	완료(L/O)
1	GF111	R3600LC-7C	0515		(03.30)
	*	*	0516		(03.30)
3	GF114	R360LC-7	0517		(03.30)
4	*	*	0518		(03.31)
5	GF112	R450LC-7	0389		(03.31)
6	EF352	R3000LC-7	0135		(03.31)
7	*	*	0136		(03.31)

그림 4. 작업 리스트와 실적처리를 위한 터치패널 PC



그림 5. 생산 현황판

6. 시스템 기타 기능

6.1 용접불량 관리

용접 품질은 조립 완성품의 기능에 치명적인 영향을 줌으로 모든 제작부품에 대해 용접 작업 후 전수 검사를 실시한다. 검사 후 불량에 대한 상세한 정보(작업자, 불량종류, 불량위치 등의 데이터)는 시스템에 입력된다.

그리고 이러한 검사 결과 정보는 관련되는 담당자나 부서에 언제든지 제공할 수 있도록 되어 있다(그림 6).

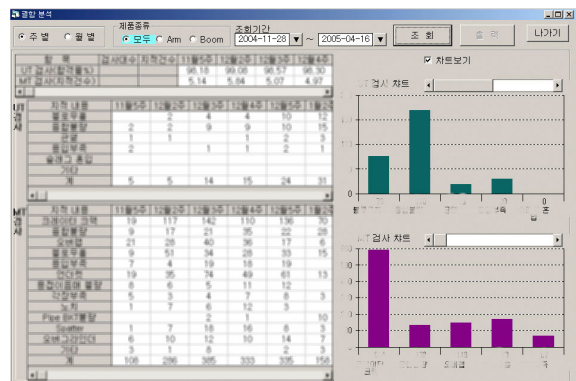


그림 6. 용접 검사 결과 정보 조회 기능

6.2 공장 현황 관리

가공공장의 제작라인의 공정별 작업 진행현황을 조립부서를 비롯한 관련 부서에서 알 수 있도록 공

장 내 생산현황판과 같은 정보와 자재입고 등의 가공공장 관련 정보를 웹 화면을 통해 제공한다. 이렇게 함으로써 관련 부서 간에 실시간 정보 공유 및 전달이 가능하게 되었다(그림 7).

그림 7. 가공공장 진행 현황

6.3 제작품 진도 관리

가공공장에서 제작된 부품은 정해진 조립 착수일에 맞춰 조립공장에 공급되어야 한다. 따라서 개별 제작품에 대한 공정 진행 관리도 중요하지만, 하나의 조립품에 관련된 제작부품들의 전체적인 진도 관리도 중요하다. 즉, 해당 조립품에 관련된 모든 제작부품들이 정해진 납기에 맞게 공급되어야 조립이 가능하기 때문이다. 결국 제작부품 중 하나라도 납기를 맞추지 못하면 조립일정의 지연을 발생시키므로 관련된 제작부품들의 전체적인 진행현황관리가 필요하다. 따라서 개발 시스템에서는 해당 조립품에 관련된 모든 제작부품들의 공정 진행현황을 파악할 수 있도록 기능을 개발하였다(그림 8). 따라서 제작부품의 진행현황이 관련 조립일정에 영향을 주는지 여부를 쉽게 파악할 수 있도록 하였다.

그림 8. 해당 조립품에 기준 제작부품 진행현황 조회

7. 결론

본 연구에서는 건설장비 차량 조립부품을 제작하는 가공공장의 계획 및 운영 시스템을 개발하였다. 그리고 개발된 시스템은 일정계획수립에서부터 진도·실적관리까지의 역할을 담당하며, 일정계획

수립, 제작라인 운영 및 실적관리, 용접불량 관리 등의 기능으로 구성되어 있다.

개발 시스템의 운영을 통해 가공공장은 체계적인 계획의 관리뿐만 아니라 공장 현황 모니터링, 실적 및 작업진행 관리할 수 있으므로 공장을 더욱 효율적으로 관리 및 운영이 가능하게 되었다. 끝으로 본 개발 시스템의 활용을 통한 기대효과를 요약하면 다음과 같다.

- 생산여건변화에 체계적이고 신속한 대응
- 계획과 실적의 체계적인 관리
- 공장관리 작업의 시스템화
- 제작품의 납기 준수율 향상
- 제작라인 내 재공재고 감소

참고 문헌

[1] 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.