

자동차 부품 사출성형공장의 리드타임 단축을 위한 가상공장 활용 방안 Implementation of a Virtual Factory to Reduce Lead Time in an Injection Molding Shop of Automobile Parts

*#이규봉¹, 고민재², 이동건³, 백명기³, 신종계⁴
*#G.B. Lee¹(gblee@kitech.re.kr), M.J. Ko², D.K. Lee³, M.G. Baek³, J.G. Shin⁴
¹한국생산기술연구원, ²한양대학교 대학원, ³서울대학교 대학원, ⁴서울대학교

Key words : Virtual Factory, Lead Time, Injection Molding, Simulation Modeling, Manufacturing Capacity

1. 서론

오늘날 고객들은 다양한 종류의 제품들을 기업에 요구하고 있다. 그리고 신상품에 대한 선호가 높아지면서 제품의 수명주기도 급격히 짧아지고 있는 추세이다. 이러한 상황들은 기업이 제품의 수요를 정확히 예측하는 것을 점점 더 어렵게 만든다. 따라서 오늘날의 많은 기업들은 수요예측을 근거로 한 계획생산방식(make-to-stock)을 포기하고 주문생산방식(make-to-order)으로 전환하게 되었다[1]. 자칫 잘못된 수요예측으로 인한 과잉생산은 악성재고로 이어지고 부족생산은 빈번한 부재고(shortage)를 야기하기 때문이다.

주문생산방식 하에서 기업은 고객들로부터 주문을 받은 후에 비로소 생산을 시작한다. 고객의 주문 내용은 크게 제품 ID, 자세한 제품 사양, 요구수량, 요구납기 등으로 구성된다. 여기서 고객의 요구납기는 고객이 원하는 제품 인수 시점으로서 대부분 신속한 인수를 원한다. 그러므로 정확한 납기일정을 위한 생산계획의 수립은 고객에 대한 신뢰감을 향상시키기 때문에 기업의 영업활동에 있어서 핵심이 될 수 있다.

본 논문에서 다루는 자동차 부품들은 자동차의 종류에 따라 규격과 내용이 다르고, 자동차 생산 버전에 따라 같은 부품이라도 그 특성과 요구사항이 모두 다르다. 또한 하나의 부품에 있어 필요한 정보는 특성에 따라 여러 정보들로 나누어진다[2]. 생산라인에 있어서도 생산상황(수주물량, 생산 예정 제품들의 종류와 수량, 자원 및 설비의 상태, 품질 문제 등)에 따라 작업 지시일과 생산 리드타임이 수시로 바뀌기 때문에 정확한 생산계획을 수립하는데 많은 어려움이 따를 뿐 아니라, 잦은 긴급물량 요구에 대한 신속한 대응이 필요하다. 본 연구에서는 가상공장 기법을 활용하여 자동차 부품 생산공장의 재고 재고 최소화에 의한 대기시간을 최소화함으로써 납기를 준수하고, 생산 리드타임을 단축하여 생산능력을 극대화할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 생산공정 현황 및 문제점

본 연구에서 다루고자 하는 P 사의 자동차 범퍼 생산공장은 프레스 공정처럼 준비작업에 시간소요가 많고, 품목에 따라 조립공정이나 후 공정을 거치는데, 현재는 소수 관리자의 경험에 의존하여 생산계획을 수립하고 있다. Fig. 1 과 Fig. 2 는 P 사의 사출성형공정과 도장공정에 대한 단위업무 기능간의 연관관계를 세부적인 업무기능 흐름에 따라 도식화하여 나타낸 그림이다. 두 공정은 바로 연결되는 것이 아니라 두 공정 사이에 일종의 버퍼가 있어 성형 부품이 바로 도장공정에 들어가지 않고 일단 버퍼에서 일정 시간 동안 대기한다.

그러나 예기치 않은 이상상황에 대처하기 위한 방법과 생산진행 현황과 같은 상태정보 수집 방법 등의 부재로 인해 실시간 생산계획 및 통제가 이루어지지 않고 있으며, 일정계획이 정형화되어 있지 않고 상위, 하위 단계의 공정에 따라 유동적으로 이루어진다. 리드타임을 비롯한 생산현장의 문제점을 개선하기 위해서는 우선 현재 상황이 정확히 분석되어야 하지만 성형 부품이 버퍼에 머무르는 시

간조차 정확히 파악하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 현재 관리자의 수작업으로 이루어지는 생산계획 및 재고관리 방식을 개선하여 실시간으로 생산현황 및 대기 시간을 파악하고 재고를 최소화하기 적절한 방안이 요구된다[3].

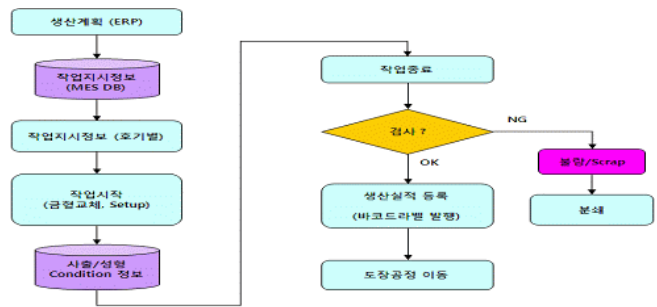


Fig. 1 Injection Molding Process

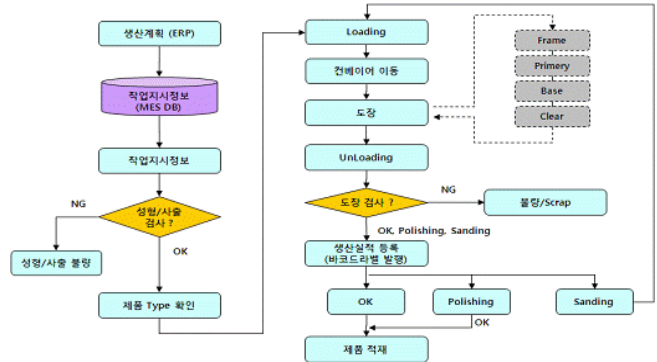


Fig. 2 Painting Process

Fig. 3 은 P사에서 생산하는 VR 및 SF 범퍼에 대한 5일간 사출성형 및 도장 공정의 누적 실적을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 SF의 리드타임은 약 6시간, VR의 리드타임은 약 40시간으로 추정된다. 그러나 이러한 값들은 현재 버퍼에서 선입선출 원칙이 지켜지고 있지 않으며 다른 변수도 있어 정확한 값이라고 볼 수 없다. 그렇지만 이러한 리드타임이 가능한 한 일정한 값을 유지하도록 생산계획을 수립할 필요가 있으며, 가상공장이 이러한 업무를 효율적으로 지원할 수 있을 것이다.

3. 가상공장 개념 및 활용 방안

3.1 가상공장의 개념 및 구축 절차

가상공장은 생산행위가 일어나는 하나의 공장을 대상으로 제품, 공정, 제조 설비 및 환경 등을 디지털 생산의 관점에서 모델링하여 통합적으로 구성하는 컴퓨터 모델로서, 공장에서 발생하는 일체의 제조 활동에 디지털 생산기술을 적용하는데 핵심적인 기반이 된다. 보통 모델의 적용 범위, 상세화 정도에 따라 작업, 셀, 라인으로 구분할 수 있으며, 공정과 각 공정을 구성하는 세부적인 작업들, 그리고 이들에 관련된 각종 정보를 통합적으로 보유한다[4].

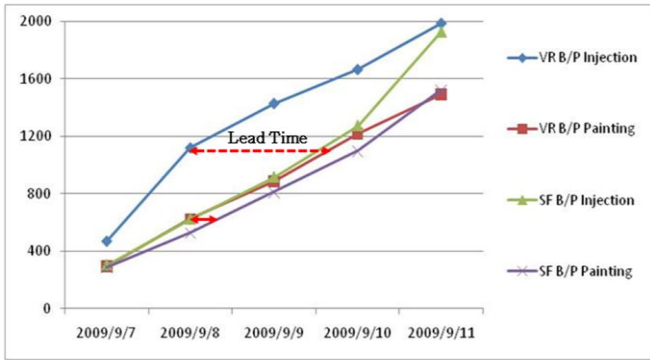


Fig. 3 Lead Time and Buffer Stock of VR & SF Bumpers

자동차관련 업체에서 가상공장을 구축, 활용하게 되면 제품 제조부문에서는 제조설비의 사양 결정, 공정 및 설비 배치 최적화, 최적화된 공정계획 및 생산계획의 효율적인 작성, 그리고 생산성 향상 및 비용 절감이 가능하다[5]. 일반적으로 사용되는 가상공장의 구축절차는 Fig. 4 와 같다.

가상공장의 구축에는 보통의 시뮬레이션에 비하여 상당한 시간, 비용과 자원이 요구되므로 초기에 상세한 활용계획과 정량적인 목표를 수립하고, 적용 후에는 그 효과를 정리, 분석하여 그 의의를 입증하고 적용분야를 확대하는 단계적 접근 전략이 필요하다.

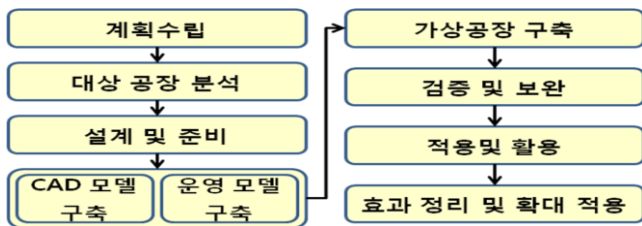


Fig. 4 Implementation Procedure of a Virtual Factory

3.2 리드타임 단축을 위한 가상공장 활용방안 제안

P 사의 제조라인에서 시급하게 확보하여야 하는 경쟁력으로서 리드타임 단축과 납기 준수율 향상을 들 수 있으며 이를 위해 물류개선, 공정별 투입개선, 생산계획 개선, 각종 제약조건 해소 등이 가장 근원적으로 해결되어야 할 요소로 파악되었다(Fig. 5)[6].

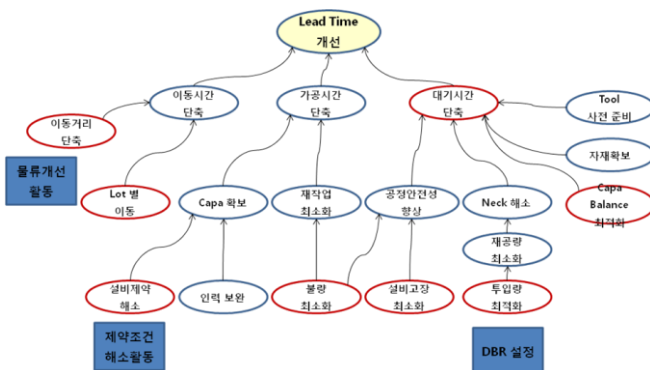


Fig. 5 Activities for Improving Lead Time

범퍼 생산공정의 일정계획에 대한 주요 이슈를 살펴 보면, 각 공정 별로 독립적으로 작업이 수행되고 있으며 이 동과정에서 발생하는 작업현장에 불확실성이 많고 긴급 오더에 의한 생산계획의 수정이 빈번하다는 점이다. 범퍼 생산공정은 수주체계의 특성상 여러 개의 오더가 동시에 진행되고 있는 상황에서 공정관리자는 일반적으로 가장 긴

작업을 기준으로 공정 리드타임을 결정한다. 그러나 실제 현장에서는 오더별 작업이 표준화되어 있지 않기 때문에 가장 긴 공정의 리드타임에 대한 기준을 마련하기가 쉽지 않다. 이러한 리드타임 기준을 마련하는 것이 향후 생산일정의 부하산출과 부하분석을 위해서 매우 중요하다.

범퍼 생산공정의 물류 및 설계 자료, 제품 생산계획 등을 바탕으로 공정 모델링을 위한 환경을 구조화한다. 물류 및 공정자료 분석의 요구사항들을 가상공장 모델의 로직 작성 및 분석 프로세스에 반영할 수 있도록 한다. 이렇게 얻어진 가상공장(Fig. 6)에 대한 시뮬레이션을 통해서 실행 가능한 유한능력 기반의 계획을 산출하여 자재 적시 투입에 따른 재고 감소를 고려한 투입시점을 결정하여 리드타임을 단축하는 효과를 가져올 수 있다. 즉, 공정계획의 유효성(설비 성능, 버퍼 대기시간 등)을 검증하고, 제품별, 공정별 최적운영 시간을 산출할 수 있다.



Fig. 6 Virtual Factory for Simulation

4. 결론

본 논문에서는 자동차 범퍼 제조공정을 대상으로 가상공장을 구현함으로써 현행 체계(AS-IS)와 목표 체계(TO-BE)에 대한 생산능력을 검증하고 리드타임을 단축할 수 있는 방안을 언급하였다. 향후 사용자의 편의성을 고려한 UI와 함께 완성된 가상공장을 활용하여 얻어진 정량적인 성과를 후속 논문에서 제시할 예정이다.

후기

본 연구는 충남 테크노파크에서 주관하는 ‘전사적 제조공정 모의실험 분석기법 구축 지원사업’의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. AMR Research Group, "Supply Chain Strategies Outlook," The Report on Supply Chain Management, 1998.
2. 정남철, "자동차 중고부품 회수 및 관리를 위한 물류정보시스템 구축," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 12 권, 제 3 호, 203-212, 2007.
3. 송영주, 이광국, 이동건, 우중훈, 신중계, "시뮬레이션 기반 실행지원 시스템," 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, 913-914, 2008.
4. K. Iwata, M. Onosato, K. Teramoto, and S. Osaki, "A Modeling and Simulation Architecture for Virtual Manufacturing Systems," Annals of the CIRP, Vol.44, No. 1, 379-383, 1995.
5. K. I. Lee and S. D. Noh, "Virtual Manufacturing System - a Test-bed of Engineering Activities," Annals of the CIRP, Vol.46, No. 1, 347-350, 1997.
6. 박정현 외, "TOC 를 이용한 PBC 제조라인의 리드타임 개선," 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계공동학술대회 논문집, 2006.