

ORR(Order Review and Release)을 이용한

중·소 사출금형업체 일정계획시스템 개발

길국호, 김봉혁, 김동원

전북대학교 산업정보시스템공학과

A scheduling management system (SMS) using order review and release (ORR) for small & medium sized mold & die makers

Guk-Ho Gil, Jin-Feng He, Dong-Won Kim

Abstract

Conventionally injection molds & dies are manufactured through an order-oriented manner. This brings unexpected orders into the shop floor such as hot order, re-work, and new types of mold & dies. Thus, there needs appropriate resource assignment plans considering the available times of machines and workers. Further, a scheduling system is required that can create work schedules periodically or by customers' requests. Yet, in small & medium sized mold & die makers, production schedules usually depend on the shop floor workers' experience and their manual preparation. Hence, developed in this study is a scheduling management system (SMS) based on order release and review (ORR) in small and medium sized mold & die companies. The proposed SMS considers delivery dates as well as flexible work schedules, so as to meet frequent changes of customers' order. The system can provide effective resource assigning and work scheduling plans, securing standard data associated with shop floors. Furthermore, the system pursues economical schedules for companies' needs, equipped with an available to promise (ATP) function that can effectively accommodate the changes of production plans.

1. 서론

중·소 금형업체는 설비투자에 제한적이어

서 머시닝 센터, 와이어 컷, EDM 등 중요 장비를 한 대만 보유하거나, 경우에 따라서는 보유하지 못하는 경우도 많다. 이러한 자원 제약은 병목공정의 발생과 빈번한 외주 제작이 필연적이고, 주문생산 방식의 특성으로 긴급작업, 재작업 등의 변동요인이 발생한다. 또한 현장에서는 작업자의 경험과 수작업에 의한 일정계획이 이루어져 진도 부하 관리 측면에서 볼 때, 생산성과 효율성이 떨어진다. 따라서 작업자와 기계 가용시간을 고려한 합리적인 자원 할당 계획이 필요하고, 이를 토대로 주기적으로 또는 사용자의 요청에 의한 작업일정을 생성하는 일정계획시스템 (SMS: Scheduling Management System)이 요구된다.

금형공장과 같은 복잡한 공정구조를 갖는 job shop 형태의 일정계획 문제를 해결하기 위한 다양한 해법(Jones and Rabelo, 1998)들이 연구되었다. 금형에 관련된 일정계획 방법들로는 신경망을 사용하는 방법(이형국, 이석희, 1997), 사례기반추론을 이용한 방법(최형립 등, 2002) 등이 연구되었다. 금형업체를 위한 시스템 구현 사례로, Choi 등(1995)은 진도/부하 계획 및 일정 계획에 있어 사람의 역할이 중요하고 일정 계획을 위한 사용자 인터페이스로 간트차트를 이용한 방식을 주장하였고, 사출금형부품 가공을 위한 공정계획 전문가 시스템(조규갑 등, 1996), 진도/부하관리지원시스템(윤진민, 1996), 제조실행시스템(e-MES: Manufacturing Execution System)((주)큐빅테크), 그리고 금형생산 자동화를 위한 정보관리시스템(한국기계연구소, 1989) 등의 연구 및 개발이 이루어졌다. 또한 주문생산 체제에서의 합리적인 수주결정을 위한 연구로는, 일정계획 수립의 일부분으로서 경계일정을 잡아놓고 필요한 자원과 시간을 분석하여 결과를 제공하는 연구(Hadavi et al, 1990)와 수주 시 이용 가능한 정보의 수준과 일정 수립 규칙에 따라서 수주전략을 비교한 연구(Wester et al, 1992) 등이 있다. 또한 대화식 의사결정 시스템을 통

하여 수주를 결정하는 신속 수주 평가시스템 (이무선 등, 1994)도 보고되었다.

일정계획은 부품가공이나 제품조립에 필요한 자재가 적기에 조달되고 이들 생산이 지정된 납기까지 완성될 수 있도록 기계나 작업을 배정하고 일자를 결정하여 계획하는 것이다. 현재 국내 중·소 금형업체의 경우, 현장 작업자의 경험과 수작업에 의한 일정계획을 사용하고 있는 것이 대부분이다. 기존의 금형업체를 위한 일정계획시스템이나 제조실행시스템의 경우 대규모 금형업체를 대상으로 하고 있어 필요이상으로 많은 기능과 로직이 구비되어 있다. 비록 중·소 금형업체에 맞게 시스템을 다 운사이징 할 수 있지만, 이러한 시스템도 현장 특성을 반영한 일정계획을 제공하는 데에는 한계를 보이고 있다. 특히, 일정계획은 현장의 장비 및 작업자 등, 작업장 소요자원에 크게 의존하게 되는 바, 업체 그룹별 상황에 맞는 간편하고 경제적인 일정계획 도입이 필요하다.

본 연구에서는 중·소 사출금형업체에서, 금형제작 공정의 공정 순서와 납기를 고려한 일정계획 방법을 제시하고자 하며, 병목현상이 발생하는 작업장을 중심으로 작업을 할당하고 작업 순서를 결정하여, 납기를 준수할 수 있는 효율적인 자원할당 및 작업일정 계획을 수립하는 일정계획시스템을 개발하고자 한다.

2. 일정계획

대부분의 중소 금형업체에서 일정계획은 수기에 의해 이루어진다. 그러나 긴급작업, 재작업, 신규 금형 등의 빈번한 변동요인으로 인하여 주기적 또는 재 일정계획에 큰 어려움을 가지고 있다. 이러한 일정계획의 애로사항은 고객 대응력 부족, 신속한 외주 결정의 어려움, 실시간 생산능력 파악의 어려움 등을 유발하고, 불필요한 잔업, 특근, 외주작업 등을 수반한다. 이러한 일정계획의 애로사항은 업체의 생산효율과 경쟁력을 저하시킨다.

2.1 일정계획의 접근방법

제조시스템의 일정계획 방법으로는 Push 방식과 Toss방식이 사용된다. push방식은 관리부서에서 표준공정시간과 공정계획정보로부터 세부적인 일정계획을 수립하여 현장에 작업을 지시하고, 현장은 지시된 일정대로 작업을 수행하는 방식으로, 제작공정이 확정적이고 공정의 표준시간이 정확히 알려진 경우에 가능한 관리방식이다. 반면, toss방식은 제작공정이 불확실하고 공정시간을 예측하기가 힘든 경우에 관리부서에서 설비의 능력을 bucket(2~3 일 단위)으로 나누어 개략적인 일정계획을 수립하고 세부적인 일정은 현장의 실무자에 의해 할당하게 된다(Rommel et al. 1995). 일반적으로 컨설턴트들은 제작공정이 안정적인 대량

생산 라인에는 세부적 작업계획을 가지고 현장을 관리하는 "Push 방식"이 효과적이고, job shop과 같이 공정이 복잡하고 불안정적인 라인에는 세부작업계획을 현장에 맡기는 "toss 방식"이 적절하다고 주장한다(최병규, 김병희, 1998).

현재 대부분의 금형업체에서 사용하고 있는 관리방식은 toss방식으로 볼 수 있는데, 이 방법은 세부 일정계획이 현장에서 이루어지므로 효율적인 진도/부하 관리에 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 toss방식의 단점을 보완하기 위해 ORR(Order Review and Release)을 이용하여 시스템 부하를 일정한 레벨의 안정 상태로 통제하는 일정계획 알고리즘을 제시한다.

2.2 ORR(Order Review and Release)에 의한 일정계획



Fig. 1 ORR Procedure

금형은 주문생산 방식으로 불규칙한 시간 분포로 시스템에 들어오며, 하나의 주문은 여러 개의 금형으로 구성된다. 금형은 크기와 성형부 특징에 따라 공정시간과 공정개수가 크게 변하며 부품의 개수가 적은 2단 금형의 경우도 8개 이상의 부품으로 구성된다. 또한 금형은 assembly 구조로서 각 부품별로 다른 공정을 가지고 있어 제품 제작 과정에 불확실한 변동요인이 많이 존재한다. 따라서 부품 배분 조절을 위해 모든 부품을 동시에 투입하는 방법보다 시스템 부하를 파악하면서 단계적으로 투입하여 병목공정 및 공장 전체의 부하를 줄일 수 있다.

일정계획 알고리즘은 주문 별, 금형 별 그리고 각 금형 부품들에 대하여 일정한 우선순위를 주어 입력통제 방법에 의해 단계적으로 부품을 시스템에 투입하면서 일정계획을 진행한다.

ORR은 Fig. 1과 같이 OR(Order Entry), PSP(Pre shop Pool Management), OR(Order Release)의 3단계로 나뉜다. OE는 일정계획 시스템에서 주문내역, 도면정보, 납기, 원자재 정보등을 ORR에 전달한다. PSP에서는 OR를 통해 들어온 정보를 저장하는 일종의 데이터베이스로써 작업현장 앞에 설정된 버퍼로 사용되며, 일정한 순위결정 방법에 의해 우선순위가 결정된다. OR은 ORR에서 가장 핵심이 되는 부분으로 병목공정의 가동률을 일정하게 통제하고, 작업현장의 재공제고의 적정 수준을 유지하도록 현장에 작업을 투입하는 단

게이다(Bergamaschi et al).

ORR과 같은 통제 방법 없이 전체 일정계획을 일괄적으로 처리하게 되면, 변동요인이 빈번한 금형생산 현장에서는 재 일정계획 계획과 생산제어의 어려움이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 공장 부하를 고려하여 시스템 부하를 일정한 수준으로 유지하는 ORR(Order Review and Release)을 이용하여 중소금형업체에 맞는 일정계획 알고리즘을 제시한다.

3. 일정계획시스템(SMS : Scheduling Management System)

일정계획시스템은 사용자 편의를 위한 인터페이스로 설계 및 구현되었다. 또한 일정계획 및 진도 상황을 쉽게 알아볼 수 있는 간트 차트 기반의 일정계획시스템을 개발하였다. 전체적인 시스템 구성은 Fig. 2, 3와 같이 기준정보, 자재외주관리, 수주관리, 일정관리, 생산정보의 5가지 모듈로 구성된다.

Fig. 5에서는 SMS의 데이터베이스 운용에 관한 내용을 보여준다. SMS에서 데이터베이스 시스템은 일정계획을 수립하는데 기본이 되는 정보들을 제공하고, 각 모듈간의 관계를 유지시키므로, SMS에 있어 기본이 되는 중요한 시스템이라 할 수 있다.



Fig. 2. 전체시스템 구성도

Fig. 3. SMS 업무흐름 구성도

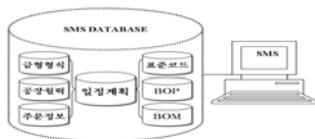


Fig. 4. 데이터베이스 구성도

4. 구현사례

SMS는 기준정보, 자재외주관리, 수주관리, 일정관리, 그리고 생산정보의 5가지 모듈로 구성되어 있다. 다음으로는 기본화면 구성 및 각각의 모듈에 대하여 설명한다.

기본화면

공장에서 현재 진행 되고 있는 여러 벌의 제품 중 현재 작업 중인 금형, 계획 중인 금형, 그리고 완료된 금형에 대한 정보를 쉽게 알아볼 수 있도록 트리구조를 통해서 공장 전

체의 흐름을 표현하고 있다(Fig. 6).



Fig. 5. SMS 기본화면



Fig. 6. 기준정보

기준정보 모듈

기준정보는 SMS를 운용하는데 있어 가장 기본이 되는 중요한 정보가 저장된다(Fig. 6).



Fig. 7. 수주관리

수주관리 모듈

새로운 금형의 수주 시 일정계획 수립을 위한 기준정보가 입력되어 있으면, 금형형식을 등록하고 BOM정보를 생성하여 BOP에 의한 작업시간 등록을 한다(Fig. 7).



Fig. 8. 자재/외주관리

자재/외주관리 모듈

자재/외주관리는 제품의 발주를 내리고 현황을 조회한다(Fig. 8).

일정관리 모듈

수주관리 모듈의 BOP에 의한 작업시간 등

록 후 현재 진행 되고 있는 금형과 새로 들어 온 금형에 대한 일정계획을 수립하여 간트차트로 표현 하며, 일정 조정 및 작업지시를 위한 정보를 제공한다(Fig. 9).

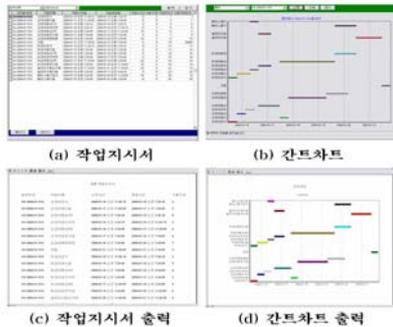


Fig. 9. 일정관리

생산정보 모듈

진도와 부하간의 관계를 파악하기 쉽도록 인터페이스를 설계 및 구현하였다(Fig. 10).



Fig. 10. 생산정보

5. 결론

중소규모의 금형업체의 경우에는 정확한 데이터 및 정보가 축적되어 있지 않는 바, 일정계획을 수립하기 전 정확한 정보의 수집과 활용을 위하여 기준정보 관리를 하여야 한다. SMS는 기준정보에 의한 표준자료를 정비하고, 고객 관리 및 영업을 위한 수주관리, 현장관리 및 통제를 위한 자재/외주관리 모듈을 제공한다. 또한 SMS는 금형생산 현장을 좀더 현실적으로 반영하기위해 ORR을 이용하여 현장 부하를 일정 수준의 안정상태로 유지하는 일정계획 알고리즘을 제시한다.

향후 연구과제로는 본 연구에서 구현한 SMS 기준정보의 축적을 통하여 병목공정의 변화에 따른 일정계획 시스템이 필요하며, 일정관리의 효율적 운영을 위한 작업시간 예측에 관한 연구 및 금형 제작 현장 상황을 명확히 반영할 수 있는 현장지향적인 일정계획 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

윤진민, "금형 제작을 위한 진도/부하관리 지

원 시스템 개발", 한국과학기술원 석사학위논문, 1996

이무선, 노형민, 이순요, "금형공장에서의 납기에 의한 신속 수주 평가 시스템", 대한산업공학회지, Vol.20, No.4, pp. 181-192, 1994

이형국, 이석희, "신경망을 이용한 금형공장용 일정계획 시스템에 관한 연구", 산업공학회지, 10(3), 145-153, 1997

조규갑, 임주택, 오정수, 노형민, "사출금형부품 가공을 위한 공정계획 전문가시스템의 개발 사례", 한국전문가시스템학회지, Vol.2, No.1, 1996

최병규, 김병희, "LSE에 의한 금형제작 일정관리 방법론(1)", 금형저널, 1998

최형림, 김현수, 박용성, "사례기반추론을 이용한 사출금형 공정계획시스템", 한국지능정보시스템학회논문지, Vol.8, No.1, pp. 159-173, 2002

한국기계연구소, "금형생산자동화를 위한 정보관리시스템 개발(I),(II)", 과학기술처, 1989

(주)큐빅테크, "eMEs solution", <http://www.cubictech.co.kr>

Bergamaschi, D, Cigoloni, R, Perona, M and Portioli, A, "Order Review and Release Strategies in a Job Shop Environment: a Review and a Classification", INT. J. PROD. RES, Vol. 35, No. 2, pp. 399-420, 1997

Choi, B.K, Kim, D.H., and Hwang, H., "Gantt Chart Based MES for Die & Mold Manufacturing", Conference Proceedings : IFIP WG5.7 Working Conference, Seattle, Washington, 1995

Hadavi, K., Shahraray, M.S., and Voigt, K., "ReDS-A Dynamic Planning, Scheduling and Control System for Manufacturing", *Journal of Manufacturing Systems*, Vol.9, No.4, pp. 332-344, 1990

Jones, A. and Rabelo, J.C., "Survey of Job Shop Scheduling Techniques". *National Institute of Standards and Technology*, Gaithersburg, MD, 1998

Rommel G, Kluge J, Kempis R, Simplicity Wins, "How Germany's Mid-Sized Industrial Companies Succeed", Harvard Business School Press, 1995, Chap. 6

Wester, F.A.W., Wijngaard, J., and Zijm, W.H.M., "Order acceptance strategies in a production-to-order environment with setup times and due-dates", *International Journal of Production Research*, Vol.30, No.6, pp. 1313-1326, 1992