

수주생산업체를 위한 납기일 결정 시스템의 개발

박창규* · 송정수**

Delivery Date Decision Support System for the Large Scale Make-to-Order Manufacturing Companies: An Electric Motor Company Case

Changkyu Park · Jungsu Song

〈Abstract〉

In the make-to-order (MTO) manufacturing environment, one of the important issues is setting attainable delivery dates for customer orders, which significantly affects the performance of the MTO manufacturing. Although this topic has received considerable attention in the literature, most of the efforts took a lower level approach that is concerned primarily with the effect of various delivery date assignment methods on the relative performance of some dispatching rules. This paper proposes the delivery date decision support system which takes a higher level approach of integrating the marketing and production planning functions with the consideration of the current capacity and the workload smoothing. The proposed system has been implemented in a Rotating Machinery Shop and the results of the implementation showed good performance.

1. 서 론

본 논문은 모업체의 회전기 생산지원부에서 실행한 ROTORS (ROtating machinery shop TOTAal Resource management System) 프로젝트의 한 부분을 소개하고자 한다. 이 ROTORS 프로젝트는 회전기 생산 환경에서 연구 대상업체의 경쟁력 강화를 위하여 고객주문에 대한 적절한 납기일의 결정, 공정 유연성 향상, 비용 절감, 품질 향상 등을 목표로 하였다. 이렇게 다양한 ROTORS 프로젝트의 목표들 중에서 본 논문은 고객주문에 대한 적절한 납기일을 결정하는 부분에 초점을 둔다.

본 논문의 연구 대상업체에서 생산하는 제품은 크게 전동기와 발전기로 분류된다. 전동기는 프레임 크기에 따라서 대형과 중형전동기로 분류되고, 대형전동기는 회전자 형태에 따라서 권선형과 농형으로 좀더 세분된다. 그리고 발전기에는 교

류기, 디젤 발전기 세트, 산업형 발전기가 있다. 연구 대상업체는 한국에 있는 대기업들 중의 하나로서 회전기 생산부서의 직원이 370명이 넘고, 연간 약 2,000의 고객주문으로부터 약 14,000여종의 작업을 수행한다.

다른 회전기 생산업체들과 같이, 본 논문의 연구 대상업체도 다음에 기술하는 수주생산의 특성[7,13]을 갖는다.

- (1) 제품에 대한 표준을 정하기 어렵다.
- (2) 자원은 다목적 기계와 유연성 있는 작업자로 구성되어 있다. 따라서 한 생산라인 내에 다양한 최종 제품들이 존재할 수 있다.
- (3) 수요가 가변적이고 예측이 거의 불가능하다. 따라서 제품혼합과 양적인 면에서 다품종 소량주문의 형태를 띤다.
- (4) 수용량 계획은 접수된 고객주문에 바탕을 두며, 사전 계

* 한국과학기술원 울산대학교 지역협력연구센터

** 울산대학교 산업공학과

획이 힘들다. 따라서 설계와 생산단계에서 많은 엔지니어링 변화와 자재 대체가 이루어진다.

- (5) 납기일은 고객과의 합의에 의해서 결정되고, 납기일 준수는 고객의 만족도에 크게 영향을 미친다.
- (6) 생산이 개시되기 전에 가격에 대한 고객과의 합의가 먼저 이루어진다.

이상에서 보았듯이, 수주생산체제에서 중요한 논쟁 중에 하나는 도착한 고객주문에 대하여 달성할 수 있는 납기일을 결정하는 문제이며, 이것은 수주생산체제의 성과도에 크게 영향을 미치는 복잡한 과제이다. 일반적으로, 고객주문에 대한 신속한 납기는 경쟁상황에서 큰 장점으로 여겨지므로 기업은 될 수 있으면 주문에 대한 단납기를 고객에게 약속하려 한다. 그러나 무리한 단납기는 고객에게 약속한 납기일을 지키지 못할 확률을 증가 시킨다.

약속한 납기일이 지나서 고객주문에 대한 일이 이루어지면, 유형비용(예를 들면, 잔업비용) 및 무형비용(예를 들면, 고객 만족도의 하락)이 발생한다. 반면에 약속한 납기일보다 앞서서 고객주문에 대한 일이 이루어져도 비용(예를 들면, 보관비용)이 발생한다. 따라서 재고의 최소화, 제품의 다양화, JIT 제조환경 등이 강조되는 이 시점에서 현실성 있는 납기일 결정에 대한 중요성은 더욱 강조되고 있다[4,10,12].

문헌적으로 볼 때, 수주생산체제에서 현실성 있는 납기일 결정에 대한 문제는 많은 관심을 받아 왔으나, 대부분의 연구가 저단계의 접근방법을 취하였다. 다시 말해서, 다양한 납기일 할당 방법들이 Dispatching Rules의 성능에 미치는 효과에 주 관심을 보였다[3,5,18]. <표 1>은 이들 저단계의 접근방법에서 사용한 성과척도, 납기일 할당 방법 및 Dispatching Rules을 보여준다.

Ragatz와Mabert[16]는 납기일 할당 방법들을 다음과 같이 분류하였다.

- (1) 기초모델 - 즉, 상수(CON)와 랜덤(RDM)
- (2) 고객주문에 대한 정보를 이용하는 모델 - 즉, 전체작업(TWK), 공정수(NOP) 및 여분(SLK)
- (3) 접수된 고객주문에 대한 정보를 이용하는 모델 - 즉, 대기열의 길이(JIQ), 고객주문수(JIS) 및 대기시간(PPW)
- (4) 미래의 고객주문에 대한 정보를 이용하는 모델

반면에 여러 연구들[2,3,4,10,14,15,17]은 납기일 할당 방법들을 두 가지로 분류하였다.

- (1) 외부(Exogenous) - 고객이 납기일을 결정
- (2) 내부(Endogenous) - 기업이 납기일을 결정

성능을 평가하는 기준으로는 (평균, 표준편차, 절대평균 등의) Lateness, Earliness, (퍼센트 및 최대의) Tardiness, 평균 대기열의 길이, 대기시간, Throughput Time, 총 Earliness와 Tardiness의 합, 총합계비용함수 등을 사용하였다.

<표 1> 성과척도, 납기일 할당 방법 및 Dispatching Rules

성과척도	납기일 할당 방법	Dispatching Rules
Lateness	외부: CON	공정시간을 고려하는 Rules: Shortest (longest) imminent Operation
Earliness		
Tardiness	RDM	Shortest (longest) remaining Processing time
대기열의 길이	내부: TWK	
대기시간	NOP	납기일을 고려하는 Rules: Earliest due date Minimum slack time Least slack per operation 작업(장)의 특성을 고려하는 Rules: First come first serve 위의 사항을 조합하는 Rules: Weighted sum of slack per Operation and processing Time
Throughput Time	SLK	
총합계비용함수	JIQ	
	JIS	
	PPW	

Dispatching Rules에 대해서는 Blackstone[1]이 이들Rules을 네 가지로 분류하였다.

- (1) 공정시간을 고려하는 Rules - 즉, Shortest (Longest) imminent operation, Shortest (Longest) remaining processing time 등
- (2) 납기일을 고려하는 Rules - 즉, Earliest due date, Minimum slack time, Least slack per operation 등
- (3) 작업장의 특성이나 작업의 특성을 고려하는 Rules - 즉, First come first serve 등
- (4) 위의 사항을 조합하는 Rules - 즉, Weighted sum of slack per operation and processing time 등

비록 다양한 납기일 할당 방법들이 제안되었으나, 이들은 가졌해야 정확도와 단순도에서 차이가 있을 뿐, 근본적으로는 비슷하다. Raghu와Rajendran[17]가 지적하였듯이, 납기일 결정에

대한 대부분의 연구들이 Dispatching Rules과 납기일 할당 방법의 상호작용과 같은 협의의 문제에 주력하였고, 수용량은 주어진 것으로 가정할 뿐, 현실적이고 경쟁력 있는 납기일을 결정하기 위해서 수용량을 조정하려는 노력은 없었다. Hendry와 Kingsman[7]은 기업이 고객주문을 순조롭게 수행하기 위하여서는 고객과의 주문상담 시, 기업의 수용량을 조정할 수 있는 능력이 필수적이라고 주장하였다. Ragatz와Mabert[16] 역시 제조의 다양한 단계와 다양한 부분에서 일어나는 의사결정들 간의 상호작용을 볼 수 있는 보다 넓은 시각의 연구가 필요함을 지적하였다.

최근의 연구로써, 적절한 납기일 결정에 대한 고단계의 접근방법이 Kingsman[11], Hendry와Kingsman[8,9]에 의하여 취해졌다. 고단계 접근방법은 고객과의 주문상담 시, 판매와 생산계획의 기능을 통합하는 보다 적합한 접근방법이다. 고객의 주문을 접수하기 전에, 고객과의 주문상담에서 고객주문에 의하여 발생할 수 있는 잠재적인 생산과 생산계획의 내면적인 문제를 공식적으로 다룬다. 그리하여 고객과의 주문상담과정에서 약속한 납기일 내에 수익성 있게 생산이 이루어질 수 있도록 고객의 주문을 받는다.

Hendry와Kingsman[9]이 제안한 Customer Enquiry Management (CEM)은 수주생산체제에서 제조 조달기간을 통제하기 위한 계층적 시스템의 한 부분으로써 납기일을 결정하는 절차를 제시하였다. CEM에서는 두 가지의 Backlogs와 그에 상응하는 Backlog의 길이를 고려하였다.

- (1) 총Backlog - 현재 작업장에서 진행 중인 고객주문, 모든 자재가 준비되어 있고 작업장에 작업지시가 내려지기를 기다리는 고객주문, 이미 확정되어 자재도착을 기다리는 고객주문 등을 포함한다.
- (2) 계획Backlog - 현재 작업장에서 진행 중인 고객주문과 작업장에 작업지시가 내려지기를 기다리는 고객주문을 포함한다.

여기서 계획Backlog는 총Backlog의 부분집합이다. CEM은 납기일 내에 모든 고객주문이 완료될 수 있도록 하기 위하여 이들 Backlogs를 사전에 정한 최대치와 최소치 사이에 유지하려 한다.

CEM은 고객과의 주문상담 시, 판매와 생산부서의 통합 및 현 수용량을 동시에 고려하면서 납기일을 결정하는 접근방법을 보였다. 본 논문에서 소개하는 납기일 결정 시스템은 CEM의 장점을 이용 및 보완하여 새로운 접근방법을 보여준다.

CEM과 본 논문에서 소개하는 납기일 결정 시스템이 취한 접근방법에는 몇 가지의 차이점이 있다.

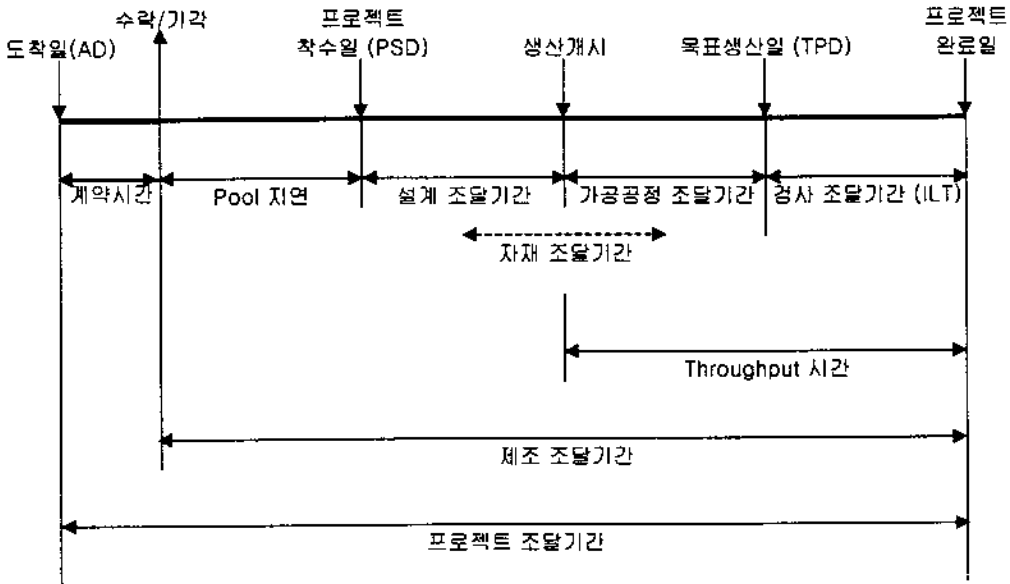
- (1) CEM은 총Backlog와 계획Backlog를 사용하여 모든 소(小) 작업장들의 부하를 통제하였으나, 본 논문에서 소개하는 납기일 결정 시스템은 전체 작업장의 총 생산량이 애로공정에 의해 지배되므로[6] 오직 애로공정의 부하를 감시한다. 많은 수의 작업들이 있고, 또한 각 작업이 수많은 공정을 걸치는 경우에 고객주문 상담 시, 모든 소 작업장들의 부하를 고려한다는 것은 낭비이다.
- (2) CEM은 협상 가능한 고객주문에 대하여 어떻게 납기일을 결정할 것인지에 대한 명확한 방법을 제시하지 못하였으나, 본 논문에서 소개하는 납기일 결정 시스템은 현 수용량에 대한 고려와 부하 평균화를 통하여 업체가 고객의 주문을 완수할 수 있는 구체적인 납기일을 제시한다.
- (3) CEM은 작업원이 100명 이내이고 연간 약 300여건의 고객주문으로부터 약 1,500여종의 작업을 수행하는 소규모의 수주생산업체에 적합하다[11]. 그러나 본 논문에서 소개하는 납기일 결정 시스템은 앞에서 이미 언급하였듯이, 대규모의 수주생산업체를 위하여 개발되었다.

본 논문의 다음 장에서는 납기일 결정 시스템의 논리적 구조를 기술하고, 이 시스템의 근간이 되는 발견적 납기일 결정 기법 (HDDDA, Heuristic Delivery Date Decision Algorithm)과 부하 평균화 절차(LSP, Load Smoothing Procedure)를 제3장에서 소개한다. 다음으로, 제4장에서는 납기일 결정 시스템의 구현 및 이 시스템으로 인한 효과에 대하여 기술하고, 제5장에서는 본 논문에 대한 요약과 결론을 제시한다.

2. 납기일 결정 시스템

다이나믹한 수주생산체제에서 납기일이 고정되었거나 협상 가능한 고객주문이 랜덤하게 계속하여 업체에 도착한다. 각 고객주문은 제품의 종류, 제품의 수량, 납기일 등의 정보를 포함한다.

본 시스템은 각 단위제품을 '프로젝트'로 정의하였고, 한 고객주문에서 같은 종류의 제품에 대한 프로젝트의 집합을 '프로젝트군'으로 정의하였다. 따라서 한 고객주문은 여러 개의 프로젝트군과 프로젝트를 생성할 수 있다. 예를 들면, 고객이 권선형 대형전동기 3대와 중형전동기 2대를 주문하면, 이 고



〈그림 1〉 프로젝트 조달기간의 구성요소

객주문은 제품형태에 따라서 2개의 프로젝트군과 제품수량에 따라서 5개의 프로젝트를 발생한다.

고객주문에 대한 납기일을 결정할 때, 본 시스템은 고객주문을 프로젝트군으로 분리하여 고려한다. 우선, 각 프로젝트에 대하여 납기일을 계산하고, 프로젝트군에 대한 납기일은 그 프로젝트군에 있는 프로젝트 납기일의 최대값으로 지정한다.

각 프로젝트에 대하여, 주문이 도착한 시점부터 완료되는 시점까지의 프로젝트 조달기간은 여러 단계로 구성된다. 프로젝트 완료시점으로부터 역전개를 하면서 프로젝트 조달기간을 구성하는 각각의 조달기간을 〈그림 1〉에 나타내었다.

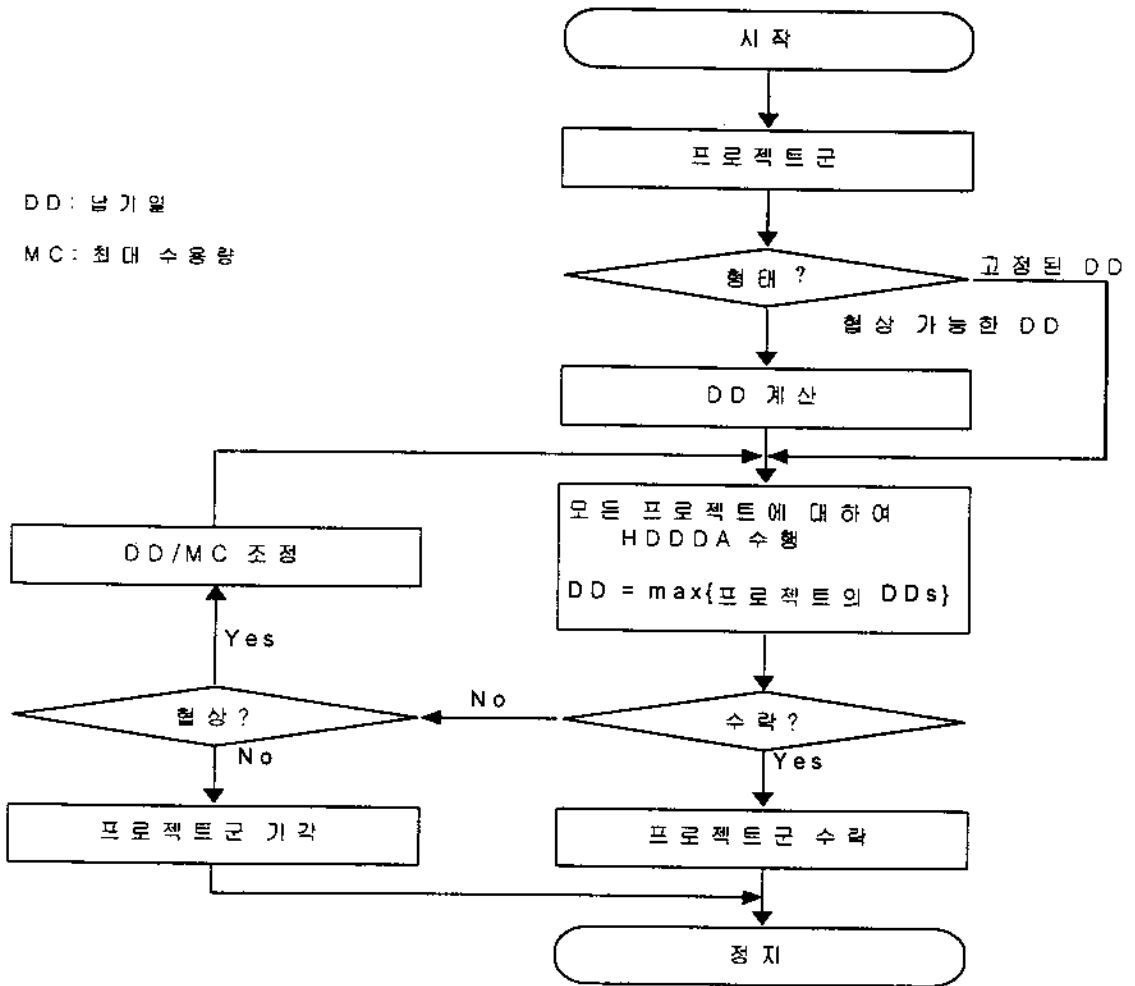
검사 조달기간은 제품이 품질요구조건을 만족하는지 조사하고, 도장 및 제품에 대한 다양한 끝마무리를 하는데 소요되는 시간이다. 가공공정 조달기간은 준비작업, 가공작업, 이동 및 작업 전 대기 등에 소요되는 시간들의 합이다. Throughput 시간은 프로젝트가 작업장에 지시되어 완료되기까지 걸린 시간이며, 이는 검사 조달기간과 가공공정 조달기간의 합이다.

설계 조달기간은 고객의 요구조건을 만족하는 설계도면을 제작하는 데 소요되는 시간이다. 설계 조달기간과 가공공정 조달기간동안 자재 및 중간제품이 도착한다. Pool지연은 프로젝트가 개시되기 전에 Pool에서 소요하는 시간이다. (여기서 Pool은 프로젝트가 작업장에 하달되기 전에 대기하는 가상의 장소이다) 제조 조달기간은 프로젝트에 필요한 모든 것을 결정하

고 완료하기까지 소요한 시간으로, Pool지연, 설계 조달기간, Throughput시간(즉, 가공공정 조달기간과 검사 조달기간)의 합이다.

여기서 ROTORS프로젝트에서 개발한 납기일 결정 시스템을 이용하여 이루어지는 고객과의 주문상담은 비교적 짧은 시간이므로 본 시스템은 계약에 소요되는 시간을 무시한다. 따라서 본 시스템에서 프로젝트 조달기간은 제조 조달기간과 같다.

본 납기일 결정 시스템의 논리적 구조를 흐름도형식으로 나타내면 〈그림 2〉와 같다. 고객주문에는 납기일이 고정된 경우와 협상 가능한 경우와 같이 두 가지 형태가 있다. 납기일이 협상 가능하면, 우선, 납기일을 현 수용량을 고려하지 않은 상태에서 제조 조달기간으로부터 Pool대기를 뺀 값으로 지정한다. 임시로 결정된 납기일(고객에 의해 고정된 값이나 업체가 계산한 값)을 갖고 발견적 납기일 결정기법(HDDDA)을 실행한다. HDDDA는 현 수용량에 대한 고려와 부하 평준화를 통하여 실현 가능한 납기일을 계산한다. 이 실현 가능한 납기일(또는 임시로 결정된 납기일)이 고객과 업체 모두에 의해 수락이 되면 프로젝트군은 수락이 되어 Pool에 넣어진다. 그렇지 않으면, 고객과 업체간에 협상이 일어난다. 협상결과에 따라서 프로젝트군이 기각되거나 납기일과 최대 수용량을 조정 한 후, 새로운 납기일을 다시 계산한다.



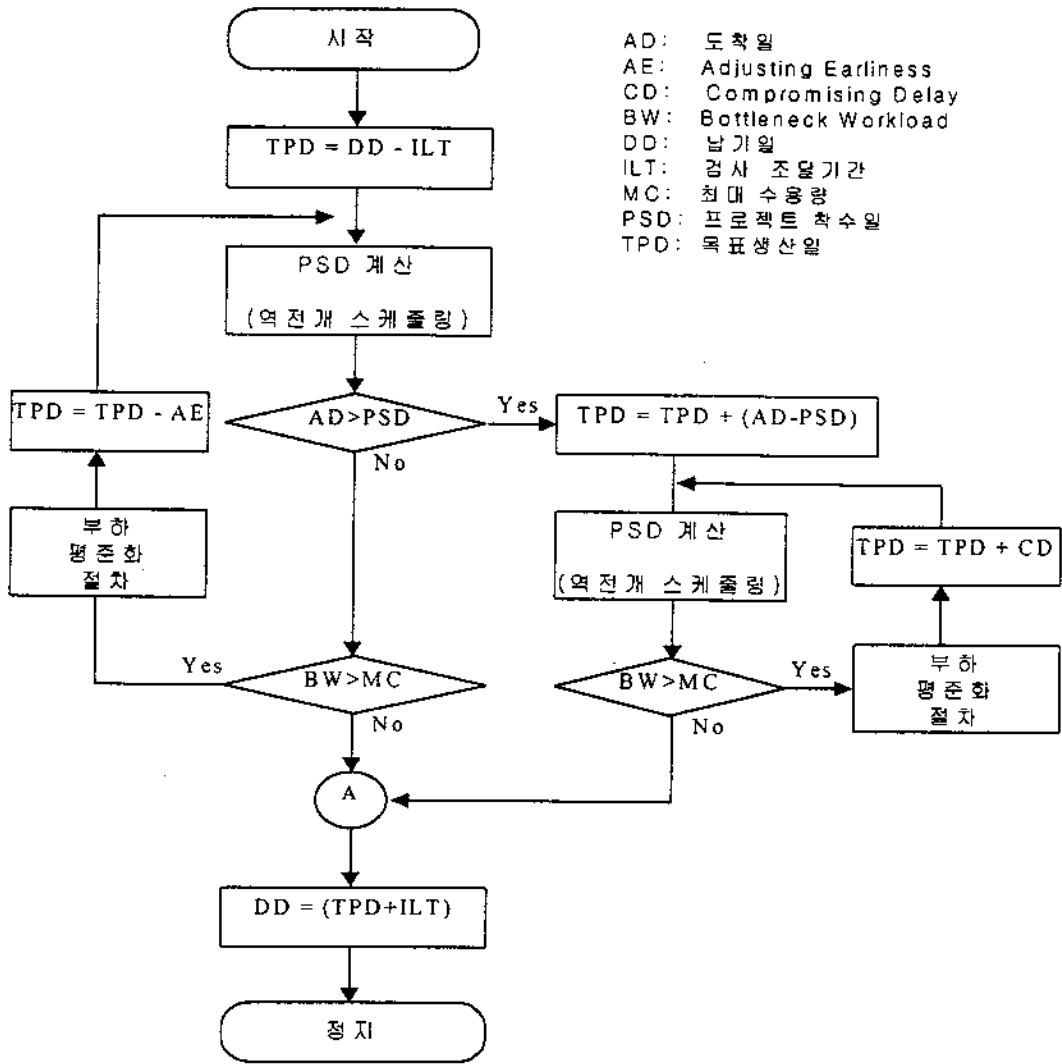
〈그림 2〉 납기일 결정 시스템의 논리적 구조

3. 발견적 납기일 결정기법

HDDDA는 현 수용량에 대한 고려 및 부하 평준화를 통하여 실현 가능한 납기일을 찾는 기법이다. 현 수용량을 고려할 때, 제1장에서 언급한 바와 같이, 전체 작업장의 총 생산량은 애로공정에 의해 지배되므로 HDDDA는 오직 애로공정의 부하만을 통제한다. HDDDA의 개념을 〈그림 3〉에 나타내었다.

각 프로젝트에 대하여, 임의로 결정한 납기일로부터 검사 조달기간(ILT, Inspection Leadtime)을 뺄셈하여 목표생산일(TPD, Target Production Day)을 계산한다. 공정시간에서 검사 조달기간을 분리한 이유는 모든 제품이 이 검사공정을 통과하기 때문이다. 그리고 프로젝트 착수일(PSD, Project Starting Day)을 역전개 스케줄링에 의해서 계산하고, 애로공정 (연구

대상 업체에서는 총조립 공정)의 시작과 끝나는 날을 부하 평준화 단계를 위하여 기록/보관한다. 프로젝트가 실행 가능하면, 다시 말해서, PSD가 도착일(AD, Arrival Day)보다 나중이면, 애로공정의 부하를 최대 수용량(MC, Maximum Capacity)과 비교를 한다. 그렇지 않으면, PSD를 AD로 조정하고 (즉, $TPD = TPD + (AD - PSD)$), 애로공정의 부하를 최대 수용량과 다시 비교를 한다. 애로공정의 부하가 최대 수용량보다 적으면, 프로젝트 납기일은 쉽게 계산이 된다. 즉, 프로젝트 납기일은 TPD와 ILT의 합이다. 그렇지 않은 경우, 실현 가능한 프로젝트 납기일을 찾기 위하여 좀더 복잡한 과정이 요구된다. 이 과정에서, HDDDA는 부하 평준화 절차(LSP, Load Smoothing Procedure)를 이용하고, 실현 가능한 프로젝트 납기일을 찾기 위해 전체 프로젝트 조달기간을 전후로 움직여 본다. 즉,



〈그림 3〉 발전적 납기일 결정기법

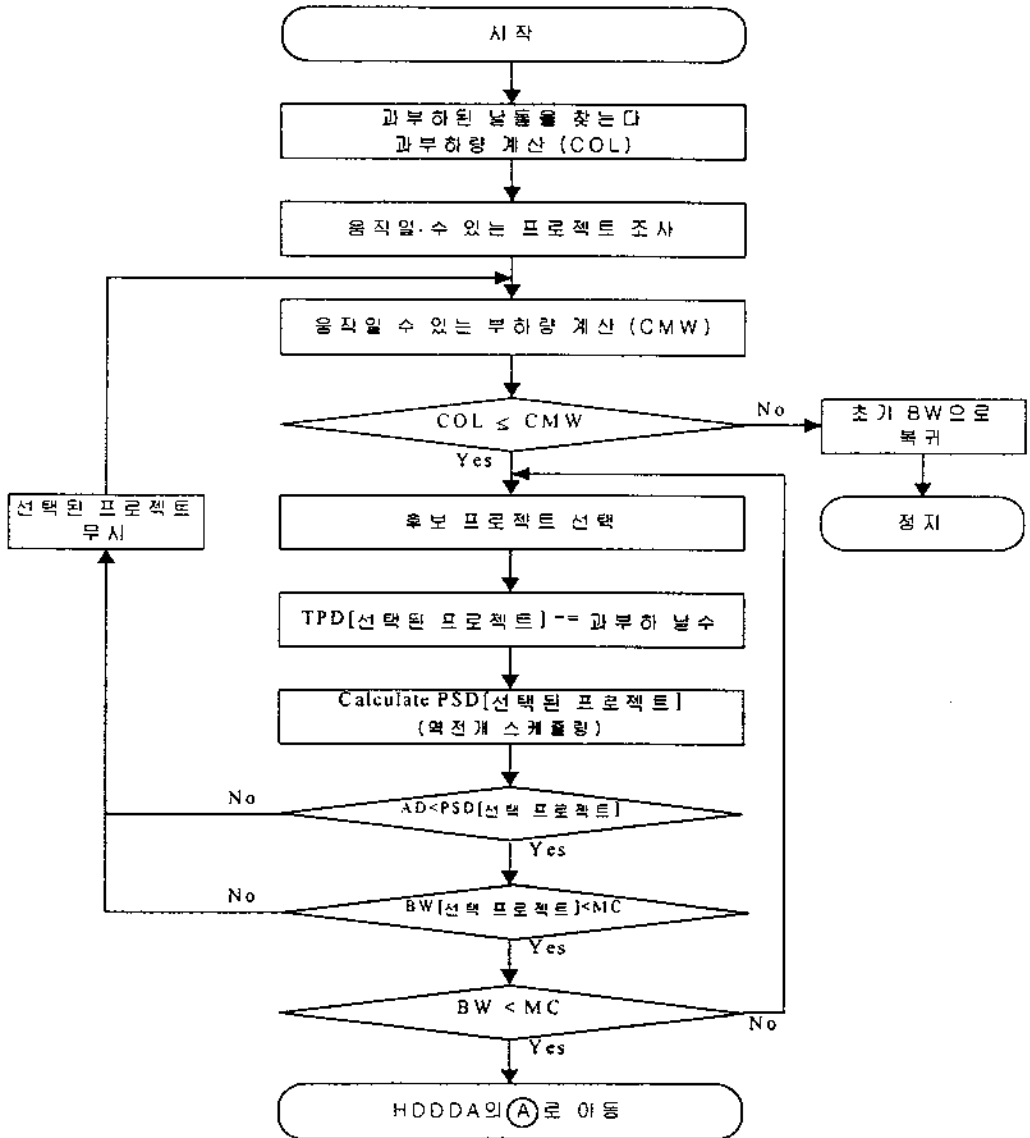
전진이동 ($TPD = TPD - AE$, 여기서 AE는 Adjusting Earliness의 매개모수)과 후진이동 ($TPD = TPD + CD$, 여기서 CD는 Compromising Delay의 매개모수).

〈그림 4〉에서 보여주는 LSP는 애로공정의 부하를 평준화하는 절차이다. 새로운 프로젝트가 애로공정의 부하를 증가시켜 최대 수용량을 초과하게 만들 때, LSP는 이미 결정된 납기일을 변화 시키지 않고 이 새로운 프로젝트를 수용할 수 있는 가능성을 찾아본다.

LSP의 기본개념은 다음과 같다. 최대 수용량이 더 이상의 새로운 프로젝트를 받아들일 수 없을 때, LSP는 〈그림 4〉에

있는 조건들(AD(PSD[선택된 프로젝트]와 BW[선택된 프로젝트] < MC)을 어기지 않으면서 전진 이동시킬 수 있는 기존의 프로젝트를 조사한다. 그리고 LSP는 새로운 프로젝트를 수용하기에 필요한 양만큼의 기존 프로젝트를 전진 이동시킨다. 이때, 전진 이동시킬 수 있는 후보는 Pool에 있는 프로젝트들이다. 여러 후보가 존재할 경우, 최단 납기일과 최단 TPD를 갖는 프로젝트에게 우선순위를 준다.

예제를 들어 LSP의 기본개념을 좀더 쉽게 설명하기로 하자. 문제를 간단히 하기 위하여, 5가지의 프로젝트를 고려하고, 이들 모두 Pool에 있다고 가정하자. 최대 수용량은 하루에 12

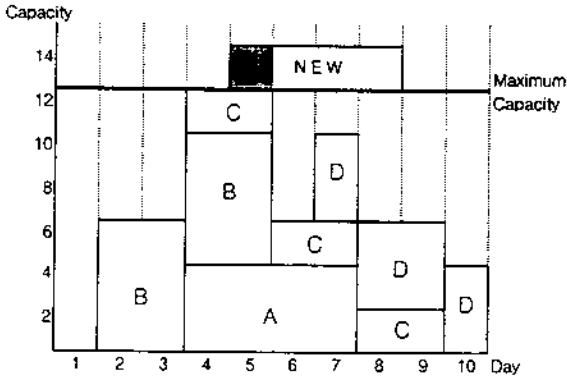


〈그림 4〉 부하 평준화 절차

Man-Hour(M/H)이다. 프로젝트A는 4와 7일 사이에 매일 4 M/H를 사용하고, 프로젝트B는 2와 5일 사이에 매일 6 M/H를 사용하고, 기타 등등. 이때, 5와 8일 사이에 매일 2 M/H를 요구하는 새로운 프로젝트를 고려하여 보자. 이 상황을 〈그림 5〉에 나타내었다. 〈그림 5〉에서 보인 바와 같이, 새로운 프로젝트는 5일째 애로공정의 부하가 최대 수용량을 초과하게 만든다 (즉, 새로운 프로젝트의 빗금 친 부분). 가능하면, 최대 수용량을 증가 시키지 않고 새로운 프로젝트를 수행하기 위하여 LSP는 전진 이동 시킬 수 있는 기존 프로젝트를 조사한다.

이 예제에서 프로젝트B를 하루 앞으로 이동시켜도 〈그림 4〉에 있는 조건들을 어기지 않는다. 그리고 최대 수용량의 증가 없이 현 수용량으로 새로운 프로젝트를 수행할 수 있다.

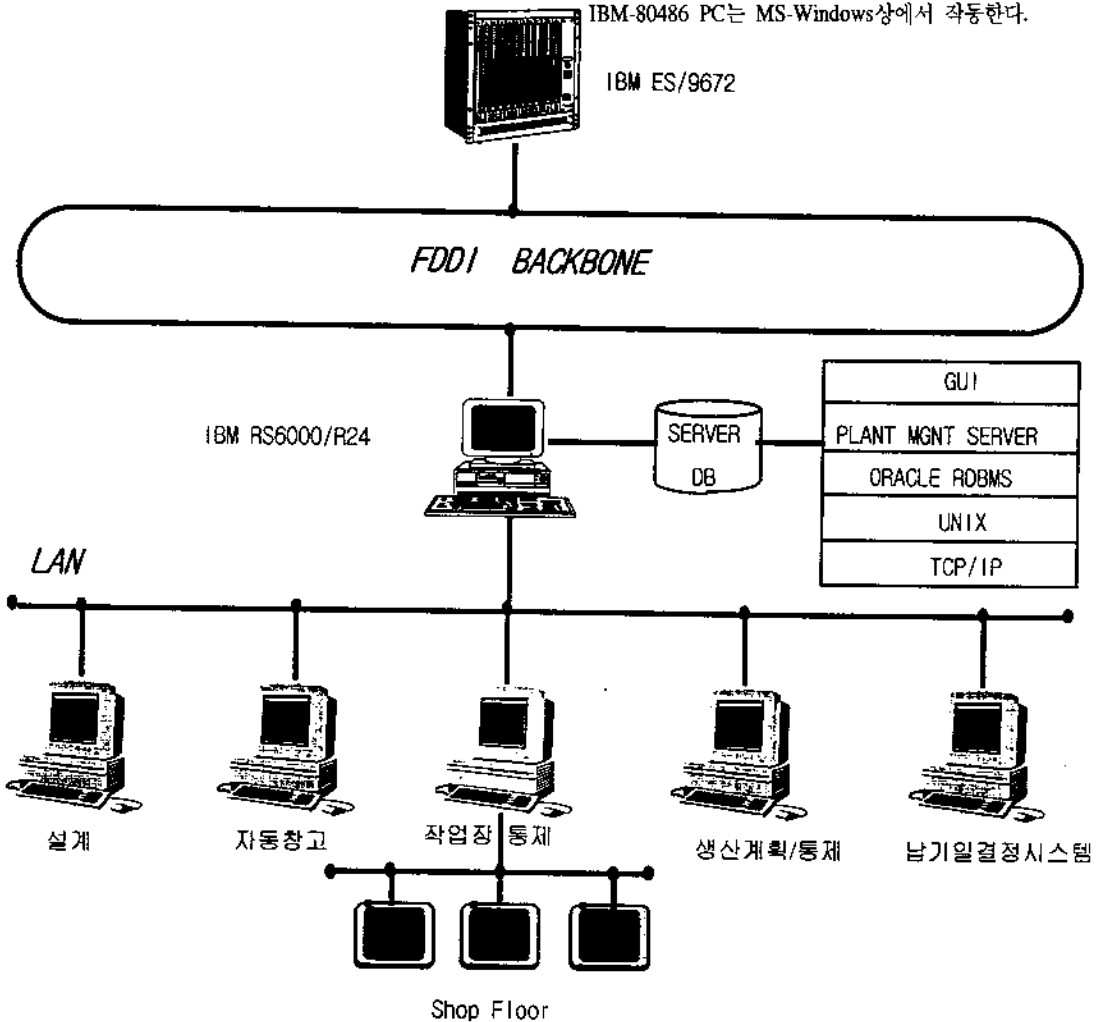
LSP의 절차는 새로운 프로젝트가 들어오면, 과부하된 날들을 찾고, 과부하의 양을 계산한다. 그리고 전진 이동 가능한 기존 프로젝트를 조사하고, 이동 가능한 프로젝트에 해당하는 부하량을 계산한다. 이동 가능한 부하량이 과부하된 양보다 많으면, 이동 능한 후보 프로젝트를 하루씩 이동 시킨다. 그렇지 않은 경우, 초기의 애로공정 부하로 되돌리고 LSP를 끝낸다.



〈그림 5〉 애로공정의 부하

4. 시스템의 구현 및 효과

1995년 9월에서 1997년 3월까지의 기간에 ROTORS프로젝트에 의해서 개발된 납기일 결정 시스템은 본 논문의 연구 대상업체의 회전기 생산부서에서 현재 사용 중이다. ROTORS프로젝트의 전체 시스템에 대한 구조도는 〈그림 6〉과 같다. ROTORS는 설계, 자동창고, 작업장 통제, 생산 계획 및 통제, 그리고 납기일 결정 시스템으로 구성되어 있다. 〈그림 6〉은 IBM ES/9672을 호스트로 하고, IBM RS6000/R24을 서버로 하며, IBM-80486 PC를 클라이언트로 하는 다운사이징 시스템이다. IBM RS6000/R24는 Unix 운영체제에서 작동되고, 각 IBM-80486 PC는 MS-Windows상에서 작동한다.



〈그림 6〉 ROTORS프로젝트의 전체구조도

IBM-80486 PC는 통신을 위하여 TCP/IP를 지원하는 Ethernet LAN 카드를 부착하고 있다.

서버 데이터베이스는 Oracle Version 7에서 사용하는 관계형 데이터베이스 관리 시스템에 의해 운영된다. 서버에서는 C와 PRO*C를 사용하여 컴퓨터 프로그래밍을 하였고, 클라이언트에서는 SQL과 PL/SQL를 사용하여 컴퓨터 프로그래밍을 하였다. 서버와 클라이언트간의 통신을 위하여 Oracle사에서 개발한 SQL*Net을 사용하였고, 클라이언트에서 개발도구로서 Developer 2000을 사용하였다.

고객과 주문상담 시, <그림 7>에서 보여주는 고객주문상담 화면을 이용한다. 납기일 결정 시스템은 고객과의 주문상담 시, 신속하게 실현 가능한 납기일을 결정할 수 있도록 도와준다. 사용자가 화면에 있는 폼백들을 채운 후, 스케줄링 버튼을 누르면, <그림 8>과 같이, 납기일 결정 시스템은 프로젝트군에 대한 실현 가능한 납기일을 보여준다.

납기일 결정 시스템이 구축된 지 일년이 지난 지금, 이 시스템에 의한 좋은 효과가 나타나고 있다. 공장 경영자 및 감독자와의 면담과 통계자료에 의하면, 납기일 결정 시스템이 여러 면에서 성과도를 향상시켰다.

(1) 납기준수율이 <그림 9>에서 보여주는 바와 같이 현저하

게 향상되었다. 1995년 당시 평균 납기준수율이 60%를 밑돌았으나, 납기일 결정 시스템이 실시된 1997년 4월부터의 평균 납기준수율은 80%로 향상되었다. (연구 대상업체가 1996년에 새로운 공장으로 이전하여 설비를 재설정하는 과정에서 아주 저조한 납기준수율을 보였기 때문에 본 논문은 1995년과 1997년의 납기준수율을 비교하였다.)

- (2) 고객의 주문을 받는 데 소요되는 시간이 여러 주에서 무시할 수 있는 시간으로 단축되었다. 과거에는 고객과의 주문상담 시, 활용할 컴퓨터통합시스템이 없었다. 그러나 납기일 결정 시스템은 고객과의 주문상담 초기부터 판매와 생산계획 기능을 통합하는 역할을 제공한다.
- (3) 제조비용이 절감되었다. 납기일 결정 시스템이 설치되기 전에는 현 수용량에 대한 고려 없이 대략적인 제조 조달기간을 검토하여 고객주문의 수락여부를 결정하였기 때문에 종종 실현 가능성이 어려운 무리하게 짧은 납기로 인하여 제조비용이 많이 들었다 (예를 들면, 잔업, 불필요한 하청, 그리고 불량품 등). 납기일 결정 시스템은 실현성 있게 납기일을 정함으로써 불필요한 제조비용을 줄이고, 부하 평준화를 통하여 자원 이용률을 높였다.
- (4) 납기일 결정 시스템은 판매부서로부터 생산부서로 전달되는 무리하게 짧게 잡힌 납기를 갖는 고객주문의 수를

ROTORs (Delivery Date Decision Support System) - [WINDOW]

Window

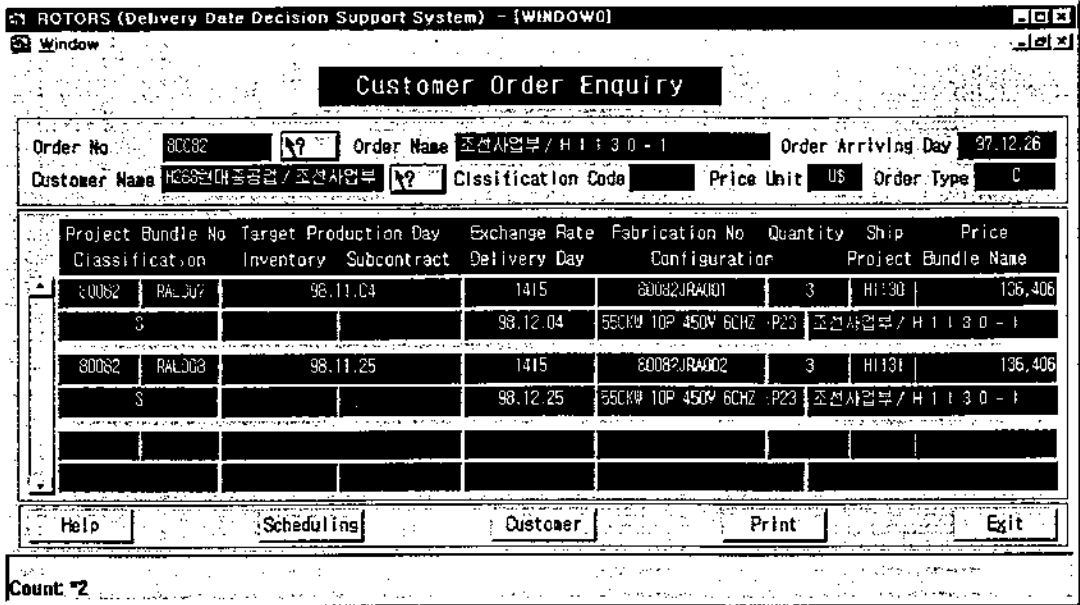
Delivery Date Scheduling

Project Bundle No	Delivery Day	Price	Critical Ratio	Model Number	Subcontract	Priority	Inventory
Project Bundle Name	Quantity	Customer Name	Configuration	Target Production Day			
80082	RAL037	19981204	45488.667	FC650416073701.0010			
조선사업부 / H 1 1 3 0 - 1	3	공업 / 조선사업부	65KW 13P 453V 60HZ 1P23 ABS				19981104
80082	RAL006	19981225	45488.667	FC65041007370000.00			
조선사업부 / H 1 1 3 0 - 1	3	공업 / 조선사업부	550KW 16P 450V 60HZ 1P23 ABS				19981125

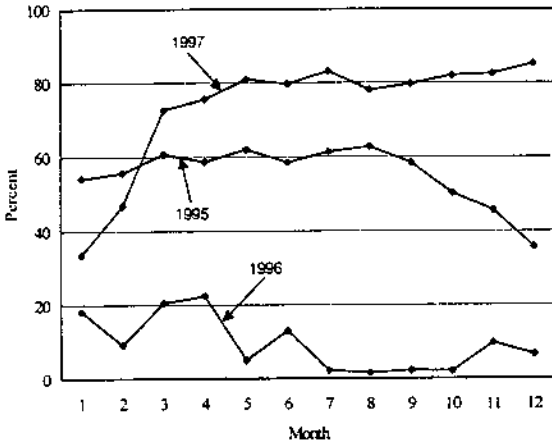
Model Number Rescheduling Work Load Exit

Count *2

<그림 7> 고객주문상담화면



<그림 8> 납기일 결정화면



<그림 9> 납기준수율

감소시키기 때문에 판매와 생산부서 간의 갈등을 줄였다.

5. 요약

수주생산체에서 중요한 논쟁들 중에 하나는 도착한 고객주문에 대하여 실현성 있게 납기일을 결정하는 문제이며, 이는 수주생산업체의 성과도에 크게 영향을 미치는 복잡한 과제이다. 이 주제에 대하여 문헌적으로 많은 관심을 보였으나, 대부분의 연

구들이 다양한 납기일 할당 방법이 Dispatching Rule의 성능에 미치는 효과에 주관심을 갖는 저단계의 접근방법을 취하였다.

본 논문은 고객과의 주문상담 시, 판매와 생산계획 기능의 통합을 통하여 납기일을 정하는 고단계의 접근방법을 취하는 납기일 결정 시스템을 소개하였다. 이 시스템은 현 수용량에 대한 고려 및 부하 평균화를 통하여 고객주문에 대하여 실현성 있는 납기일을 제공한다.

본 납기일 결정 시스템은 모회사의 회전기 생산 지원 부서에서 현재 사용하고 있으며, 다음과 같은 효과를 얻었다.

- (1) 납기준수율이 현저하게 향상되었다.
- (2) 고객의 주문을 받는 데 소요되는 시간이 여러 주에서 무시할 수 있는 시간으로 단축되었다.
- (3) 제조비용이 절감되었다.
- (4) 판매부와 생산부 간의 갈등을 줄였다.

[참고 문헌]

- [1] Blackstone, J.H., Phillips, D.T., and Hogg, G.L., "A State-of-the-Art Survey of Dispatching Rules for Manufacturing Job Shop Operations," International Journal of Production Research, Vol. 20, pp.27-45, 1982.
- [2] Bookbinder, J.H. and Noor, A.I., "Setting Job-Shop Due-

Dates with Service-Level Constraints." Journal of Operational Research Society, Vol. 36, pp.1017-1026. 1985.

[3] Cheng, T.C.E.. "Optimal Due-Date Assignment in a Job Shop." International Journal of Production Research, Vol. 24, pp.503-515. 1986.

[4] Cheng, T.C.E. and Gupta, M.C.. "Survey of Scheduling Research Involving Due-Date Determination Decisions." European Journal of Operational Research, Vol. 38, pp. 156-166. 1989.

[5] Fry, T.D., Philipoom, P.R., and Markland, R.E.. "Due Date Assignment in a Multi-Stage Job Shop." IIE Transactions, Vol. 21, pp.153-161, 1989.

[6] Goldratt, E.M. and Cox, J., The Goal: Excellence in Manufacturing, North River Press. New York, 1984.

[7] Hendry, L.C. and Kingsman, B.G., "Production Planning Systems and Their Applicability to Make-to-Order Companies." European Journal of Operational Research, Vol. 40, pp.1-15, 1989.

[8] Hendry, L.C. and Kingsman, B.G., "Job Release: Part of a Hierarchical System to Manage Manufacturing Lead Times in Make-to-Order Companies." Journal of Operational Research Society, Vol. 42, pp.871-883. 1991.

[9] Hendry, L.C. and Kingsman, B.G., "Customer Enquiry Management: Part of a Hierarchical System to Control Lead Times in Make-to-Order Companies." Journal of Operational Research Society, Vol. 44, pp.61-70. 1993.

[10] Kaplan, A.C. and Unal, A.T.. "A Probabilistic Cost-Based Due Date Assignment Model for Job Shops." International Journal of Production Research, Vol. 31, pp.2817-2834. 1993.

[11] Kingsman, B.G., Tatsiopoulos, I.P., and Hendry, L.C., "A Structural Methodology for Managing Manufacturing Lead Times in Make-to-Order Companies," European Journal of Operational Research, Vol. 40, pp.196-209, 1989.

[12] Lawrence, S.R., "Estimating Flow Times and Setting Due-Dates in Complex Production Systems," IIE Transactions, Vol. 27, pp.657-668. 1995.

[13] Marucheck, A.S. and McClelland, M.K.. "Strategic Issues in Make-to-Order Manufacturing," Production and Inventory Management, Vol. 27, pp.82-96, 1986.

[14] Miyazaki, S., "Combined Scheduling System for Reducing Job Tardiness in a Job Shop." International Journal of Production Research, Vol. 19, pp.201-211. 1981.

[15] Quaddus, M.A., "A Generalized Model of Optimal Due-Date Assignment by Linear Programming." Journal of Operational Research Society, Vol. 38, pp.353-359. 1987.

[16] Ragatz, G.L. and Mabert, V.A., "A Framework for the Study of Due Date Management in Job Shops." International Journal of Production Research, Vol. 22, pp. 685-695. 1984.

[17] Raghu, T.S. and Rajendran, C., "Due-Date Setting Methodologies Based on Simulated Annealing An Experimental Study in a Real-Life Job Shop." International Journal of Production Research, Vol. 33, pp.2535-2554. 1995.

[18] Seidmann, A. and Smith, M.L., "Due Date Assignment for Production Systems," Management Science, Vol. 27, pp.571-581, 1981.



박창규
1986년 고려대학교 산업공학과 학사
1990년 한국과학기술원 산업공학과 석사
1997년 University of Missouri-Columbia, 산업공학과 박사



송정수
1990년 울산대학교 산업공학 학사
1992년 건국대학교 산업공학 석사
현재 울산대학교 수송시스템 공학부 박사과정 수료
관심분야 생산정보관리시스템, 공정관리, DATABASE APPLICATION 등