

애로작업장을 갖고 있는 Job Shop의 관리

* 안 영 진

논문 초 록

전형적으로, job shop에 관한 대부분의 연구는 균형이 이루어진 job shop에서만 이루어져 왔다. 이것은 다른 작업장의 공정속도를 규제하는 작업장이 없는 것을 의미한다. 그러나, 실제로는 대부분의 경우에 있어서, job shop은 균형이 이루어지지 않고 있다. 다른 작업장의 흐름을 지연시키는 애로작업장이 존재하고 있으며, 이러한 애로작업장은 shop의 성과에 상당한 영향을 끼치고 있다. 이렇게 애로작업장의 중요성에도 불구하고 여기에 대한 연구는 극히 미비하다. 그러므로 본 논문은 먼저 애로작업장을 가진 job shop모형을 개발하고, 그 모형내에서 애로작업장의 존재가 shop의 여러가지 성과에 어떠한 영향을 끼치는가를 분석 조사한다. 이러한 조사는 simulation모형을 이용하여 행해진다.

I. 서 론

1. 연구의 필요성

제조업체에서, 특히 job shop에서, 작업의 흐름을 보다 신속히 하기 위하여 여러가지 기법들이 사용되어져 왔는데, 그 중에서 가장 빈번히 그리고 효율적으로 이용되어져 온 기법이 作業優先順位規則이다. 그러나, 이러한 작업우선순위 규칙은 대체적으로 어떤 특정의 shop 형태에서만 연구되어져 왔다. 이런 특정의 shop에 있어서의 공통적인 점은 이러한 shop들이 근본적으로 均衡을 이루고 있다는 것이다. 환언하면, 장기적으로 볼 때, 각 작업장들의 이용율이 거의 같다는 전제를 갖고 있다. 이러한 shop

* 단국대학교 상경대학 경영학과 조교수

들은 중요하기는 하지만, 일반적으로 존재하는 shop 들을 반영하지 못한다. 왜냐하면, 현실에 있어서, 실제적으로 균형이 잡힌 shop 들은 그리 흔치 않기 때문이다.

실제 많은 shop 들은 균형이 이루어지지 않은 상태에 있다. 이러한 shop 들은 현실의 문제점들을 보다 잘 나타낼 뿐만 아니라 (10), shop 에 끼치는 영향력이 크기 때문에, 보다 많은 관심과 연구가 이루어져야만 한다. 이러한 shop 에서는 하나 또는 하나 이상의 작업장이 다른 작업장의 운영에 제약을 가한다. 이렇게 제약을 가하는 작업장을 애로작업장이라 일컫는다. 이러한 애로작업장들은, 애로작업장이 없는 job shop 에서는 볼 수 없는 여러가지 문제점들을 만들고 있다.

Wight(14)는 생산능력을 초과하는 負荷量은 그 작업장 뿐만 아니라, 더 나아가서 작업의 재축을 초래하고, 궁극적으로는 shop 의 운영에 커다란 장애가 된다고 하였다.

Goldratt 와 Cox(6)도 역시 애로공정의 중요성을 인식하면서 애로작업장이 전체 시스템의 실질적인 생산능력이라고 하였다.

이러한 불균형의 shop 에 있어서는, 하나 또는 하나 이상의 작업장들이 장기적으로 볼 때 다른 작업장들보다 높은 이용율을 나타내고 있다. 이러한 애로작업장들은 여러 가지 면에서 shop 의 운영에 영향을 끼친다. 그것은 작업의 신속한 흐름을 지연시키며, 공정시간을 연장시키고, 작업장의 안정성을 저해시키며, 나아가서는 전 생산시스템의 산출량을 제약한다.

애로공정의 문제점을 갖고 있는 shop 의 효율성은 직접적으로 애로공정을 관리하는 경영자의 능력에 달려있다. 그러므로, 경영자는 먼저 애로공정의 有無를 확인하여야 하고, 만약 애로공정이 존재한다면, 반드시 애로공정이 창출하는 문제점들에 대한 대비책을 강구하여야만 한다.

2. 연구의 목적

이렇게 애로작업장이 shop 에 끼치는 중요성에도 불구하고, 애로작업장에 대한 연구는 극히 부진하였다. 또 이러한 애로작업장을 갖고 있는 job shop 에 대한 이론적인 模型도 개발되지 아니하였다. 그러므로, 본 연구에서는 다음과 같은 문제점들을 조사, 연구한다.

- * 애로작업장을 갖고 있는 job shop 모형을 개발한다.
- * 균형잡힌 shop 에서만 사용되어진 작업우선순위규칙들이 애로작업장을 갖고 있는 shop 에서 사용되어 졌을 때 어떠한 결과가 나타나는가?

- * 2가지의 性向 (애로작업장의 位置와 애로작업비율 (전체작업 중에서 애로작업장의 공정을 거쳐야 하는 작업의 비율))이 shop에 어떤 영향을 끼치는가?

II. 기존의 이론적 고찰

애로공정을 갖고 있지 않는 job shop에 대한 연구가 상당히 광범위하게 이루어진데 비하여, 애로공정의 문제점을 갖고 있는 job shop에 관한 연구는 극히 미비하였다. 단지, job shop이 아닌 다른 형태의 제조업체에서의 애로공정에 관한 연구가 약간 존재할 뿐이다. 비록 이러한 논문들이 다양한 종류의 제조업체를 취급하고 있지만, 한가지 공통적인 점은 시스템내에서의 애로작업장의 중요성을 다 같이 인식하고 있다는 것이다.

Solberg(12)는 생산능력계획을 수립하기 위해 애로공정모형의 문제점들을 다루었다. Solberg는 애로작업장을 작업자당 부하량이 가장 많은 작업장이라고 정의하였다. 비록 Solberg가 애로작업장의 문제점들을 직접 관리하려고 하지는 아니하였지만, 애로작업장의 생산능력이 그 시스템의 생산능력을 결정한다고 주장하였다.

Prather(10)는 애로작업장의 생산능력이 궁극적으로 전체 생산량 또는 선적량을 결정한다고 하였다. Prather는 이용율이 90% 이상되는 작업장을 애로작업장이라고 정의하고, shop의 가장 능률적이고 효율적인 생산을 하기 위해서는, 모든 경영자가 먼저 애로작업장의 위치를 파악하여야만 하고, 그러한 애로작업장을 잘 관리하여야 한다고 하였다. Prather는 한가지 방안으로 A-B-C기법을 제안하였다.

애로작업장의 관리에 관한 가장 포괄적인 연구는 Goldratt와 Cox(6)에 의해서 개발된 OPT (Optimized Production Technology)이다. OPT는 애로작업장을 부하량이 생산능력을 초과한 작업장이라고 정의하였다. 애로공정이 존재하면, 경영자는 반드시 애로작업장에 관한 정보를 애로작업장을 관리하는데 이용하여야 한다고 하였다. 이것은 애로작업장의 이용율을 100%로 올려야만 하는 것을 의미한다. 그러나 OPT는 많은 비용을 수반하고(7), 정상이상의 재고품을 창출하며, 작업의 준비시간이 길어지고(1), 주요 Program의 비공개성으로 인하여 이해하기가 어려우며(13), 많은 자료를 요구하고 있다는데(8), 그 단점을 내포하고 있다.

Billington(3)은 조립시스템에서 애로작업장의 생산능력확장을 통한 비용절감의 문제점들을 연구하였다. Billington은 이 논문에서 애로작업장의 관리에 애로작업장의

위치가 중요한 의미를 지니고 있다고 하였다.

비록 이러한 논문들이 여러 종류의 shop 들을 다루고 있지만, 각각의 shop 에서 애로작업장이 일련의 문제들을 발생시킴으로써 관리자의 관심을 필요로 한다고 하였다. 이러한 논문들로부터 공통적인 결론을 다음과 같이 도출할 수 있다.

- * 애로작업장은 shop 의 성과를 결정하는 중요한 요소이다.
- * 애로작업장은, 만약 존재한다면, 반드시 밝혀져야 한다.
- * 애로작업장의 위치는 생산 scheduling 의 중요성 요소이다.
- * 애로작업장에 대한 정보는 생산계획 및 통제에 반드시 이용되어야 한다.

Ⅲ . 애로작업장에 관한 고찰

1 . 애로작업장의 정의

기존의 이론적고찰에서 본 바와 같이, 애로작업장에 대한 정의는 연구가마다 다르다. 본 연구에서는 이론과 실제의 복합책으로 애로작업장을 다음과 같이 정의한다. 애로작업장에 대한 정의를 내리기 위하여 먼저 부하계수 A_j 를 정의한다.

$$A_j = L_j / C_j$$

L_j =작업장 j 에서의 일정한 시간당 평균부하량

C_j =작업장 j 에서의 일정한 시간당 생산능력

shop에서 가장 높은 부하계수를 갖고 있는 작업장을 애로작업장으로 정의한다. 이 정의에 의거할 때, 애로작업장은 2가지 원인에 의하여 발생한다. 작업장에서의 부하량이 상대적으로 많든지, 부하량을 공정할 생산능력이 부족하든지 할 때 발생한다.

2 . 애로작업장을 갖고 있는 Job Shop 의 특이성

애로작업장을 갖고 있는 job shop 과 순수한 job shop 의 근원적인 차이점은 애로작업장이 전체시스템의 효율을 결정하는 주요한 원인이라는 것이다. 다시 말하면, 어느 특정의 작업장에 의해서 전체 시스템의 성과가 크게 의존하는 것을 의미한다.

애로작업장을 갖고 있는 job shop 의 scheduling 은 project 의 scheduling 과 서로 전체시스템을 제약하는 특수한 애로공정을 지니고 있다는 점에서 유사하지만, job shop 은 끊임없이 발생하는 작업들을 관리하여야 한다는데 그 차이를 둘 수 있다.(5)

3. 애로작업장의 3 가지 속성

애로작업장의 모형은 다음과 같은 3 가지 屬性에 의거하여 구성한다. 애로작업장의 상태와 위치, 그리고 애로작업비율이다.

애로작업장의 狀態란 애로작업장이 고정적인가 유동적인가를 나타낸다. 고정적 상태는 애로작업장이 한 작업장에 고정되어 있는 것을 의미하고, 유동적 상태는 애로공정이 여러 작업장으로 이동하는 것을 의미한다.

애로작업장의 위치는 각 작업의 공정순서계획에 있어서, 애로작업장의 위치를 일컬으며, 확정적위치와 無作爲的 위치로 구분되어진다. 확정적위치는 애로공정의 위치가 공정순서에 있어서 일정하게 정해져 있는 것을 일컫는데, 예를 들면, 첫번째 공정이라든지 또는 마지막 공정을 말한다. 무작위적위치는 애로공정의 위치가 각 작업장에서 발생할 확률이 일정하며 균등한 것을 의미한다.

애로작업비율은 작업에 있어서, 애로작업장의 공정의 이용도를 일컬으며, 연속적변량을 갖는다. 다시 말하면, 애로작업비율이란 총 작업수의 얼마만한 비율이 애로작업장을 거쳐야만 하는가를 의미한다. 예를 들면, 100 % 애로작업비율이란, 모든 작업은 반드시 애로작업장의 공정을 필요로 하며, 50 % 애로작업비율은 전체작업의 50 %만이 애로작업장을 통과하는 것을 의미한다.

IV. 연구조사방법론

1. Simulation 모형

본 연구에서 사용되어진 job shop 모형은 가상적모형이며, 기존의 연구에서 사용되어진 대부분의 모형과 유사한 특성을 지니고 있다. (2, 4, 9) 가상적모형의 사용은 어떤 특수한 실제모형의 이용보다 도출되어지는 결론을 보다 일반화 시킬 수 있다. 또 가상적모형의 이용은 job shop의 연구에 있어서 기존의 이론과 연결이용이하다는 장점을 지니고 있다. 왜냐하면, 기존의 대부분의 연구결과는 가상적모형을 이용해서 도출되었기 때문이다. 더구나 Conway와 Maxwell(19), 그리고 Moore와 Wilson(9)의 연구결과에 의하면, 가상적 shop과 실제 shop을 비교할 때, 작업장의 수, 기계의 수, 그리고 작업흐름의 유형의 차이가 두개의 shop에 끼치는 영향이 그리 크지 않다고 하였다.

본 연구의 simulation 모형은 SLAMII 인 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여, 애로작업장을 갖고 있는 job shop을 조사 분석한다. SLAMII는 Fortran을 이용한 simulation 전용언어으로써, 특히 본 연구에서는 이산적 subroutine 만을 사용한다. 애로작업장을 가지고 있는 job shop의 모형은 복잡하고 다양하므로 규범적 모형을 사용할 수가 없다. 그러므로, 본 연구의 실험도구로서는 컴퓨터를 이용한 simulation이 가장 적합하다.

2. 모형의 운영논리

작업의 발생은 어떤 확률분포에 의해 shop에 유입되며, 유입된 작업은 그 즉시 작업순서계획 및 작업완성일이 배정되고, 바로 첫번째 작업장으로 출하된다. 각 작업장에서는, 미리 정하여진 작업우선순위계획에 의하여 공정이 시행되며, 공정이 끝난 작업은 다음 작업장으로 이동한다. 모든 공정이 완료된 작업은 shop의 통제에서 벗어난다.

3. Shop 과 작업의 특성

Shop은 6개의 작업장으로 구성되어 있으며, 각 작업장은 한개의 기계만 가지고 있다. 작업장의 수와 기계의 수는 이미 IV. 1에서 언급하였듯이, shop의 운영결과에 영향을 끼치지 않는다. 6개의 작업장 중 하나의 작업장이 미리 애로작업장으로 지정되어진다.

모든 작업의 도착시간은 指數분포(평균 5.263 simulation 시간)를 따르며, shop의 전체적인 이용율을 평균 82%에 이르게 한다. 평균 82%의 이용율이 선택된 것은 기존의 대부분의 simulation 모형과 일치하기 때문이다.

각 작업이 갖는 작업장의 수는 uniform분포를 따르며, 최대작업장의 수는 5이고, 최소작업장의 수는 2이다. 그리고 애로작업장의 위치와 애로작업비율에 의해서 각 작업장에서의 작업시간이 정해진다.

애로작업장과 애로작업장이 아닌 작업장에서의 공정시간도 역시 지수분포를 따르며, 각각의 작업시간은 애로작업비율에 의해서 변한다. 이러한 변화는 애로작업장의 이용율을 95%에 그리고 애로작업장이 아닌 작업장의 이용율을 79%에 이르게 한다.

또 각각의 작업에 작업기일이 정해지는데, 방법은 그 작업의 총 공정시간에 통제계수를 곱하여 정한다. 이러한 방법은 다른 방법에 비교하였을 때 훨씬 우수한 결과를

Ⅵ. 실험결과분석

도표 1 과 2 는 분산분석법을 이용하여 5 %의 유의수준에서 애로작업장을 거치는 작업과 거치지 않는 작업으로 분류 구별하여 작성하였다. 도표 3, 5, 7은 평균완성시간, 평균지연시간, 지연작업수율을 작업기일의 여유기한에서 분석한 자료이고, 도표 4, 6, 8은 같은 성과를 작업기일의 긴급기한에서 분석한 자료이다.

평균완성시간 : 도표 1 과 2 에서 볼 수 있듯이, 모든 종류의 실험요인(애로작업장의 위치, 애로작업비율, 작업우선순위규칙, 기한의 긴급도)는 애로작업장의 공정을 필요로 하는 또는 필요로 하지 않는 작업에 관계없이 평균완성시간에 영향을 끼친다. 또한 한가지 유의할 점은 2 - way 상호작용에 있어서, 애로작업장을 통과하지 않는 작업들에 있어서 작업우선순위규칙과 애로작업장의 위치에 상호작용이 발생한다는 것이다.

모든 상황에 관계없이, 최단공정시간순이 가장 신속한 평균완성시간을 달성하였다. (도표 3 과 4 참조) 하지만, 애로작업장이 없는 job shop 에 비교하면 좋지 않은 결과를 나타내었다. 애로작업비율에 있어서는, 100 % 비율이 가장 느린 평균완성시간을 달성하였다. 위치에 있어서는, 무작위적위치가 확정적위치보다 나쁜 결과를 초래하고 있다.

평균지연시간 : 4 종류의 모든 실험요인들은 shop 의 평균지연시간 성과에 영향을 끼치고 있다. (도표 1 과 2 참조) 이것은 애로공정을 요하든 요하지 않든 모든 작업에 적용되고 있다. 평균완성시간 분석 때와 마찬가지로 한가지 특이한 점은 2 - way 상호교환작용이 애로공정을 통과하는 작업들에 있어서보다 통과하지 않는 작업들에 있어서 더 심하다는 것이다.

도표 5 와 6 에서 볼 수 있듯이, 작업우선순위규칙 중에서 최단공정시간순이 가장 좋은 결과를 가져왔다. 위치에 있어서는 무작위적위치가 확정적위치보다 긴 평균지연시간을 가져왔다. 애로작업비율에 있어서는 선두위치를 제외하고는 100 %비율이 다른 비율보다 나쁜 결과를 초래하였다.

지연작업수율 : 위의 2 가지 측정과는 달리, 지연작업수율에 있어서는, 애로작업비율이 아무런 영향을 끼치고 있지 않다는 점이다. (도표 1 과 2 참조) 그러나 애로작업비율이 작업우선순위규칙과는 상호작용을 통하여 지연작업수율에 영향을 끼치고 있다. 단 이것은 애로작업장을 통과하지 않는 작업에만 해당한다.

한가지 또 특이한 점은, 최단공정시간순의 월등한 효과이다. (도표 7 과 8 참조) 이 효과는 모든 상황에 관계없이 적용되어진다.

VII. 결 론

많은 연구가 균형이 잡힌 job shop에 주로 치중했는데, 본 연구는 실제 많이 존재하고 있는 애로작업장을 가진 job shop을 분석하였다. 특히 본 연구의 초점은 애로작업장을 가진 가상적 job shop의 모형을 개발하고, 이 모형에 2가지의 성향을 도입, 각각의 성향이 job shop의 성과에 끼치는 영향을 조사하였다. 위의 분석으로부터 다음과 같은 실험결과를 도출할 수 있다.

첫째, 애로작업비율이 작업지연수율에 끼치는 점을 제외하고는, 4 종류의 실험요인은 모든 종류의 shop의 성과에 상당한 영향을 끼친다. 둘째, 애로작업장의 존재는 애로작업장을 통과하여야만 하는 작업보다는 통과하지 않는 작업에 더욱 더 심한 영향을 끼친다. 셋째, 작업우선순위규칙 그 자체만으로는 애로작업장을 관리하는데 충분하지 않다. 넷째, 이용된 작업우선순위규칙 중에서는 최단공정시간순의 규칙이 가장 우수한 성과를 가져온다. 다섯째, 애로작업장의 위치가 공정순서계획에서 확정되어 있는 것보다 확정되어 있지 않는데에서 관리하기가 더욱 어렵다. 그리고 마지막으로, 모든 작업이 전부 애로공정의 작업을 요할 때가 그렇지 않을 때보다 관리하기가 어렵다.

이러한 실험결과는 job shop을 운영관리 하는데 여러가지 의미를 부여하고 있다. 애로작업장을 가진 job shop에 있어서, shop의 성과는 애로작업장의 위치와 애로작업비율에 크게 영향을 받는다. 그러므로 경영자는 반드시 어떤 통제기법을 사용하기 이전에 애로작업장의 유무와 위치 그리고 애로작업비율 등을 조사 확인하여야 한다. 또 일반적으로 모든 shop의 성과에 가장 좋은 결과를 가져오는 가장 우수한 작업우선순위계획은 최단공정시간순이다. 애로작업장을 가진 job shop에 있어서 이 규칙의 적용은 절대적으로 필요하다. 마지막으로 애로작업장의 존재가 애로작업장을 통과하는 작업 뿐만 아니라 애로작업장을 통과하지 않는 작업에도 크나큰 영향을 끼치므로 경영자는 이 모든 종류의 작업의 흐름에 관심을 가져야만 한다.

<도표 1>

분산분석표

(애로작업장을 통과하는 작업)

Significance of F

영	항	평균완성시간	평균지연시간	지연작업수율
Main				
	기한의 긴급도 (DD)	.037	.001	.001
	작업우선순위규칙 (DR)	.001	.001	.001
	애로작업장의위치 (LO)	.021	.016	.035
	애로작업비율 (PR)	.001	.001	.100
2 - way				
	DD * DR	.596	.001	.001
	DD * LO	.931	.795	.401
	DD * PR	.911	.495	.365
	DR * LO	.956	.830	.795
	DR * PR	.426	.362	.916
	LO * PR	.030	.019	.193
3 - way				
	DD * DR * LO	.999	.999	.981
	DD * DR * PR	.999	.992	.839
	DD * LO * PR	.985	.868	.335
	DR * LO * PR	.961	.953	.978
4 - way				
		.999	.999	.999

<도표 2>

분산분석표

(애로작업장을 통과하지 않는 작업)

Significance of F

영	향	평균완성시간	평균지연시간	지연작업수율
Main				
	기한의 긴급도 (DD)	.007	.001	.001
	작업우선순위규칙 (DR)	.001	.001	.001
	애로작업장의위치 (LO)	.001	.001	.001
	애로작업비율 (PR)	.001	.002	.056
2 - way				
	DD * DR	.130	.001	.001
	DD * LO	.267	.001	.001
	DD * PR	.980	.145	.981
	DR * LO	.001	.001	.001
	DR * PR	.007	.213	.039
	LO * PR	.192	.147	.093
3 - way				
	DD * DR * LO	.939	.006	.027
	DD * DR * PR	.999	.636	.873
	DD * LO * PR	.903	.520	.822
	DR * LO * PR	.192	.147	.093
4 - way				
		.999	.995	.999

〈도표 5〉 평균지연시간 (여유기한)

		최단공정시간순	기 한 순	여유시간순	다음작업장 부하량순
순수	Job Shop	- 2.914	- 1.332	- 0.570	-11.296
선	100 %	- 9.017	-22.795	-21.900	-26.836
	75 %	- 8.483	-13.963	-13.728	-28.132
두	50 %	- 9.933	-24.493	-24.978	-39.156
최	100 %	-10.650	-22.559	-18.929	-21.005
	75 %	-10.165	-15.681	-16.746	-23.148
중	50 %	- 6.891	-14.165	-12.405	-16.617
무	100 %	-14.247	-30.347	-26.098	-51.050
작	75 %	-10.294	-17.601	-13.298	-35.754
위	50 %	-12.348	-32.565	-30.740	-44.279

〈도표 6〉 평균지연시간 (긴급기한)

		최단공정시간순	기 한 순	여유시간순	다음작업장 부하량순
순수	Job Shop	-10.563	-31.739	-30.155	-34.990
선	100 %	-17.870	-80.237	-77.676	-65.732
	75 %	-17.322	-67.749	-67.900	-65.103
두	50 %	-18.795	-79.890	-78.202	-79.324
최	100 %	-19.995	-82.507	-82.650	-69.932
	75 %	-19.357	-74.978	-78.821	-69.828
중	50 %	-15.703	-55.389	-58.413	-52.725
무	100 %	-24.656	-95.412	-96.493	-97.130
작	75 %	-20.211	-77.473	-74.601	-79.659
위	50 %	-21.813	-85.356	-86.446	-84.053

〈도표 7〉 지연작업수율 (여유기한)

순수	Job Shop	최단공정시간순	기 한 순	여유시간순	다음작업장 부하량순
선	100 %	.032	.051	.033	.146
	75 %	.040	.266	.252	.240
	50 %	.040	.200	.197	.226
두	50 %	.039	.203	.206	.227
최	100 %	.041	.286	.273	.285
	75 %	.039	.216	.221	.277
중	50 %	.037	.141	.120	.183
무	100 %	.046	.322	.279	.310
작	75 %	.040	.224	.189	.265
위	50 %	.043	.220	.215	.241

〈도표 8〉 지연작업수율 (긴급기한)

순수	Job Shop	최단공정시간순	기 한 순	여유시간순	다음작업장 부하량순
선	100 %	.196	.595	.585	.446
	75 %	.222	.710	.714	.565
	50 %	.216	.704	.713	.554
두	50 %	.307	.671	.663	.531
최	100 %	.225	.740	.765	.666
	75 %	.214	.690	.705	.602
중	50 %	.207	.591	.615	.511
무	100 %	.233	.808	.810	.628
작	75 %	.221	.753	.748	.570
위	50 %	.205	.668	.674	.501

參 考 文 獻

1. Aggarwal, S.C., "MRP, JIT, OPT, FMS?," Harvard Business Review, September-October, 1985, 8-16.
2. Baker, K.R. and J.W.M. Bertrand, "A Comparison of Due Date Selection Rules," AIIE Transactions, Vol.13, No.2, 1981, 123-131.
3. Billington, P.J., "Cost Implications of a Bottleneck in Multilevel Production Systems," 1985 AIDS Proceedings, 803-805.
4. Conway, R.W. and W.L. Maxwell, "Network Dispatching by The Shortest Operation Discipline," Operations Research, Vol.10, No.1, 1962, 51-73.
5. Davis, E.W., "Project Scheduling under Resource Constraints- Historical Review and Categorization of Procedures," AIIE Transactions, Vol.4, No.4, 1972, 277-283.
6. Goldratt, E.M. and J. Cox, The Goal: Excellence in Manufacturing, North River Press, Inc., 1984.
7. Jacobs, F.R., "The OPT Scheduling System: A Review of a New Production Scheduling System," Production and Inventory Management, Vol.24, No.3, 1983, 47-51
8. Meleton, M.P., "OPT-Fantasy or Breakthrough?," Production and Inventory Management, Vol.27, No.2, 1986, 13-21.
9. Moore, J.M. and R.C. Wilson, "A Review of Simulation Research in the Job Shop Scheduling," Production and Inventory Management, Vol.8, No.1, 1967, 1-10.
10. Prather, K.L., "Seven Deadly Sins of Production Control," 1983 APICS Conference Proceedings, 218-220.
11. Pritsker, A.A.B., Introduction to Simulation and SLAMII, New York: Halsted Press Division of John Wiley and Sons, Inc., 1984.

12. Solberg, J.J., "Capacity Planning with a Stochastic Work-flow Model," AIIE Transactions, Vol.12, No.2, 1981, 116-122.
13. Vollmann, T.E., "OPT As An Enhancement To MRPII," Production and Inventory Management, Vol.27, No.2, 1986, 38-46.
14. Wight, O.W., "Input/Output Control: A Real Handle on Lead Time," Production and Inventory Management, Vol.11, No.3, 1970, 9-31.