Journal of the Korean Institute
of Industrial Engineers
Vol. 19, No.2, June., 1993.

셀生産의 效率的인 運用을 위한 시뮤레이션 硏究

Determining Appropriate Production Conditions in Cellular Manufacturing Systems

송상재* · 최정희**

Sangjae SONG* and Junghee CHOI**

Abstract

Although there are numerous studies that address the problem of optimal machine grouping and part family classification for cellular manufacturing, little research has been reported that studies the conditions where cellular manufacturing is appropriate. This parper, in order to evaluate and compare the job shop with the GT cellular shop, the performance of those shops were simulated by using SIMAN. We tested the effect of independent variables including changes of product demands, intercell flow level, group setup time, processing time variability, variety of material handling systems, and job properties (ratio of processing time and material handling time). And also performance measures (dependent variables), such as machine utilization, mean flow time, average waiting time, and throughput rate, are discussed. Job shop model and GT cellular shop written in SIMAN simulation language were used in this study. These systems have sixteen machines which are aggregated as five machine stations using the macro feature of SIMAN. The results of this research help to better understand the effect of production factors on the performance of cellular manufacturing systems and to identify some of the necessary conditions required to make these systems perform better than traditional job shops. Therefore, this research represents one more step towards the characterization of shops which may benefit from cellular manufacturing.

Key words : Cellular Manufacturing, Job Shop, Simulation, SIMAN, Production Management System, Flexible Cellular Layout, Material Handling System

1. 서 론

시장의 多樣化와 급격한 변화에 대처하기 위하여 生産시스템의 構造的인 관점에서 공장의 生産형태를 수시로 변경한다는 것은 시간과 경제 양 측면에서 곤란한 점이 많다. 기계가 지닌 精度 및 高能率을 維持하기 위해 기계를 특정한 장소에 장기적으로 고정시켜 둠으로써 발생하는 硬直한 자재의 흐름(material flow)을

* 日本廣島市佐伯區三宅2丁目 1-1 廣島工業大學 經營工學科

** 日本京都市左京區 京都大學工學部 精密工學科

해소하기 위해 企業은 단기적으로 生産管理의 合理化와 效率化를 꾀함으로써 시장의 變化에 대처해 나가는 경우가 많다.

Boucher와 Muckstadt[1]은 lot생산을 가정하여 job shop생산과 셀생산에 있어서 在庫비용만을 고려한 設備배치 평가모델을 제안하였다. 그러나, 지금까지 多段階, 多品目으로써 구성되는 生産시스템의 형태를 最適으로 決定하는 數學的 모델은 제안되어 있지 않으며, Flynn과 Jacobs[2, 3]은 시뮬레이션 수법을 이용하여 job shop생산 형태와 셀생산(cellular manufacturing system) 형태에 대한 定性的인 分析結果를 제시하였다. 그들은 가공순서에 관한 정보를 이용하여 셀형 기계배치(cellular layout)를 구성하였으며, 平均移動시간, 준비시간, 平均待期시간 및 중간재고 등의 측면에서 兩 생산시스템에 관해 고찰을 하였으나 두 가지 관점으로부터 의문점을 제시한다.

첫째는 가공순서정보에 의한 GT셀을 구성함에 있어서 셀 사이를 이동하는 부품에 대하여는 언급하지 않았다. 그러나 셀 생산의 특징, 즉 흐름생산(flow line)으로 할 만큼 生産量은 많지 않으며, job shop생산시스템으로 할 만큼 제품수는 다양하지 않다는 것을 고려하면 셀간의 부품이동은 셀생산에서 고려해야 할 중요한 요소라고 할 수 있다. 둘째는 생산시스템의 根源을 이루는 생산형태의 performance은 다양한 시스템의 특성이나 제품의 특성을 고려하여 생산시스템의 동적인 성질에 대해 여러가지 각도에서 고찰해 볼 필요가 있다.

즉 셀생산에서는 셀 간을 이동하는 부품과 하나의 셀에서 생산이 끝나는 부품 양쪽에 대한 생산량의 변화, 운반장치의 종류, 가공시간과 운반시간과의 비율, 가공을 위한 준비시간 등의 다양한 변수에 대한 생산시스템의 性能(평균체류시간, 중간재고, 대기시간, 기계가동률)을 종합적으로 分析할 필요가 있다. 본 연구에서는, SIMAN[4]의 시뮬레션 언어를 이용하여 job shop생산과 셀생산의 動的특성에 관해 분석함으로써, 셀생산의 유효성을 명확히 하는 것을 목적으로 한다. 또한 생산시스템의 시뮬레이션 해석결과를 기초로 하여 실제로 셀생산을 有用하게 運營하기 위하여 생산요소의 특성을 명확히 한다. 그리고 셀생산 형태가 적용 가능한 製造環境을 정립함으로써 셀 형태의 생산시스템에 필요한 意思決定을 지원하는 것을 취지로 한다.

2. 시뮬레이션모델의 設定

시뮬레이션의 주요 목적은 고찰의 대상인 복잡한 제조시스템의 메카니즘을 명확히 하는데 있다. 시뮬레이션은 개념적으로 제어 가능한 변수 $X=\{x_1, x_2, \cdots\}$와 난수계열 $R=\{r_1, r_2, \cdots\}$을 출력결과 Z로 변환하는 함수 $Z=f(X, R)$의 한 점에 대한 함수값을 구하는 것이라 할 수 있다. 따라서 시스템의 메카니즘을 명확히 한다는 것은 함수 $f(X, R)$의 구조에 대하여 고찰하는 것과 같다고 할 수 있다. 생산모델의 수학적 해석이 어려운 비정형화문제(ill-defined problem)에 대하여 가끔 이용되는 시뮬레이션모델에서는 함수 $f(X, R)$를 定性化하기가 어려울 뿐만 아니라 더욱 함수 $f(X, R)$의 값을 얻기 위해서는 많은 시간을 필요로 함으로 일반적인 多함수 極値문제와는 다른 approach를 생각할 필요가 있다. 여기에서는 random event를 數量化한 난수계열 R은 指數분포만을 고려하여 제어 가능한 조건(입력변수)과 출력결과와의 관계 $Z(X)=f(X, \text{normal distribution})$를 고찰하기로 한다. 일반적으로 입력변수 X은 무수히 많이 존재하나 여기에서는 생산시스템을 분석함에 있어서 중요한 6가지의 입력변수를 이용하며, 그것은 3.3절에서 언급하기로 한다.

3. 문제의 設定

3.1 전제 조건

시뮬레이션을 실행함에 앞서 다음과 같이 전제조건을 설정한다.

(1) 기계는 고장이 없는 것으로 가정한다.

(2) buffer의 용량은 무한한 것으로 한다.

(3) 생산주문은 平準化가 되어져 있는 것으로 한다.

(4) 제품의 운반은 개별적으로 행한다.

(5) 가공순서는 이미 알고 있는 것으로 한다.

3.2 생산시스템의 性能評價

본 연구에서는 생산형태를 選別하기 위한 평가항목으로 다음과 같은 것을 이용한다.

(1) Throughput rate(TR)
(2) 기계의 평균稼動率(MU)
(3) 제품 1개당 평균滯留시간(MFT)
(4) 제품 1개당 평균待期시간(WT)

위에서 열거한 항목들은 생산시스템을 定量的으로 평가하기 위하여 일반적으로 널리 이용되는 것들이라 할 수 있다. 단위시간당 생산량으로써 정의되는 throughput rate는 생산시스템이 제품을 생산하는 能率을 나타내는 평가항목이며, 반면에 기계의 稼動率은 값비싼 설비를 有用하게 이용함으로써 설비투자에 의한 투자회수기간을 단축시킨다. 또한 稼動率이 낮은 기계를 항시 파악해 둠으로써 특급작업(부품) 발생 등의 비상시에 경제적으로 대처할 수 있는 장점도 있다. 한편 시스템내의 평균체류시간은 운반장치, 시스템의 성능 등을 비롯한 생산시스템 전체의 성능을 판단하는 것에 도움이 된다. 그리고 평균체류시간을 단축시킴으로써 생산의 lead time을 단축하여 시장의 요구에 민첩하게 대응할 수 있는 장점도 있다. 끝으로 평균대기시간은 가공경로상에서 애로공정을 명확하게 하는 것과 함께 시스템내의 자재의 흐름을 고려하여 buffer용량을 결정하는 척도로써 이용되기도 한다.

3.3 제어 변수

(1) **생산량의 변동**

수요변동이나 제품믹스(product-mix)에 의한 제품 1개당의 생산량이 많고 적음에 따라서 경제적인 생산시스템의 형태가 결정되어진다고 할 수 있다. 多種少量생산은 생산해야 할 제품의 종류는 많고 각 제품의 생산량은 적으므로 job shop생산 형태가 종래부터 多種少量생산을 행하여 왔다. 그러나 다양한 제품에 대해서도 형태, 가공방법 등에서 類似性을 찾을 수 있다고 하는 GT(Group Technology)개념을 도입한다면 경우에 따라서는 그룹생산의 장점을 살릴 수 있는 셀생산 방식이 유리하다고 할 수 있다. 그것은 제품의 종류 P와 수량 Q와의 관계[5]에서 생각할 수 있듯이 job ship생산 형태와 셀생산 형태를 구별하기 위한 어떤 해석적 방법을 필요로 한다고 할 수 있다. 본 연구에서는 복수의 製品群에 대하여 다음 식에서 정의되는 생산량의 변동계수(CQ)를 가지고 각각의 평가항목에 관해 兩 생산형태의 performance를 분석한다.

$$CQ=\frac{\text{분산}}{\text{평균생산량}}\times 100 \qquad (1)$$

동일한 CQ값을 갖는 제품의 생산량에 대한 실험데이터를 얻기 위하여 본 연구에서는 정규분포의 난수를 이용하였다. 분산은 10으로 설정하여 놓고 생산량의 평균값만을 변동시킴으로써 실험데이터의 다양화를 꾀하였다. 즉 CQ값이 작은 값에서 큰 값으로 이동함에 따라서 각 제품의 생산량은 점차 적어진다.

(2) **셀간을 이동하는 제품수의 변동**

셀생산 형태에서 고려되어져야 하는 셀간을 이동하는 제품에 대한 생산량의 변동에 관하여 고찰한다. 또한 job shop생산 형태를 셀생산 형태로 바꾸었을 경우, 셀간을 이동하는 제품이 셀생산에 있어서 어떤 영향을 미치는가를 규명한다. 셀간을 이동하는 제품이 전혀 없다면 흐름생산에 가까운 자재의 흐름을 셀생산에서도 얻을 수 있으며, 그룹생산의 장점이 충분히 기대될 수 있다고 하겠다. 그러나 셀간을 이동하는 제품이 있는 경우는 job shop생산보다 제품 1개당 운반시간이나 대기시간이 매우 길어지므로 생산시스템의 평가항목에 직접적인 영향을 미친다고 할 수 있다. 여기에서는 셀간을 이동하는 제품의 총수에 주목하여 다음 식

에서 주어지는 실험파라메이터를 가지고 생산 시스템의 performance를 분석한다.

$$IQ=\frac{\text{셀간을 이동하는 제품의 총수}}{\text{총 생산량}}\times 100 \quad (2)$$

(3) 운반장치의 性能

셀생산의 구성요소로써 conventional machine, NC, FMC, MC 등은 일련의 공정에 따라 운반장치에 의해 다른 기계들과 연결된다. 실제 기계의 성능이나 가동율에 맞는 운반장치의 최적선정 문제는 생산시스템의 설계에 있어서 중요한 의사결정요소라고 할 수 있다. 각 운반 장치는 운반주행속도, 부품의 형상이나 무게, 표면정도 등을 고려한 운반계수에 따라서 운반에 필요로 하는 시간이 다양하다. 본 연구에서 이용하는 운반속도는 이러한 운반계수를 포함한 평가치를 가지고 생산시스템의 performance를 분석한다.

(4) 가공시간의 變化

多품종의 경우는 생산의 대상이 되는 제품의 가공시간이 각각 다르므로 초기설정의 가공시간에 3, 6, 12, 18, 24분의 가공시간을 더하여 가공시간의 다양화를 꾀하였다. 이런 다섯가지의 다양한 실험데이터에 대하여 job shop생산과 셀생산의 performance를 계산한다.

(5) 제품의 特性

생산대상이 되는 제품의 특성은 필요로 하는 가공시간의 길이와 운반시간의 길이와의 比率로써 정의한다. 실험파라메이터는 다음 식과 같이 정의하여 생산시스템의 performance를 분석한다.

$$PC=\frac{\text{최단의 운반시간}}{\text{최장의 가공시간}}\times 100 \quad (3)$$

여기에서 다양한 값을 가진 PC값의 실험데이터는 최장 가공시간을 50분으로 설정해 놓고 운반시간만을 변화시킴으로써 주어진다.

(6) 그룹준비시간의 變化

그룹생산의 가장 큰 장점은 그룹준비시간의 단축에 있다고 할 수 있다. 준비시간에는 그룹간과 그룹내의 준비시간으로 구분 되어진다. 본 연구에서는 job shop생산 형태에서는 개별 준비 시간을, 셀생산에서는 그룹 준비시간만을 고려하여 다양한 실험데이터에 관해 다음과 같이 주어지는 실험파라메이터를 가지고 시뮬레이션을 행한다.

$$GR=\frac{\text{개별 준비시간}}{\text{그룹 준비시간}}\times 100 \quad (4)$$

다양한 실험데이터는 그룹 준비시간을 30분으로 고정하여 두고 개별 준비 시간을 3, 6, 12, 18, 24분으로 변화시킴으로써 주어진다.

4. 시뮬레이션 모델의 構成

모델구성에 있어서 기계는 6종류, 총 16대 (type L : 4대, type M : 4대, type D : 3대, type G : 3대, type H, type B 각 1대), 공장의 면적은 세로 60m, 가로 100m의 부지로써 설정되어진다. 생산 대상의 전 제품은 2종류의 제품군으로 분류되어져 있으며, 각 제품의 생산량과 공정은 표 1에서 주어진다. 또한 job shop과 셀생산 양쪽에서 사용되는 운반장치는 cart 5대를 가지고 부품이 필요로 하는 기계에 운반한다. 그 외의 兩 생산시스템에 대한 초기값은 다음과 같이 설정된다.

CQ=40%, IQ=10%, 운반속도=7.5[m/min]

$$PC=\frac{\text{최단 운반시간(5분)}}{\text{최장 가공시간(50분)}}\times 100=10\%$$

$$GR=\frac{\text{개별 준비시간(6분)}}{\text{그룹 준비시간(30)}}\times 100=20\%$$

4.1 job shop생산 모델

표 1의 가공정보에 대한 기계의 최적배치를 행하기 위하여, 여기서는 설비배치 결정을 위한 알고리즘의 하나인 CRAFT [6]를 적용하

표 1. 시뮬레이션에서 이용하는 가공정보

Part Family	Part	Quantity [pcs/week]	Machine Type															
			L				M				D			G			B	H
			L_1	L_2	L_3	L_4	M_1	M_2	M_3	M_4	D_1	D_2	D_3	G_1	G_2	G_3		
G1	P_1	4	(1)					(2)								(3)	(4)	
	P_2	2	(1)					(2)				(3)	(5)			(4)		
	P_3	1	(1)					(2)								(3)		
	P_4	2							(1)		(2)					(3)	(4)	(5)
	P_5	4							(1)				(2)			(3)		
	P_6	5											(1)			(2)		
	P_7	5	(1)														(2)	
	P_8	5	(1)														(2)	(3)
	P_9	5						(1)				(2)						(3)
	P_{10}	3						(1)				(2)						
	P_{11}	5		(1)								(2)						(3)
	P_{12}	12		(1)														(2)
G2	P_{13}	5			(1)		(2)				(3)			(4)				
	P_{14}	5			(1)		(2)			(3)	(4)				(5)			
	P_{15}	5				(1)				(3)	(2)				(4)			
	P_{16}	3				(1)				(2)				(3)				
	P_{17}	2				(1)				(2)	(3)			(4)				
	P_{18}	5				(2)				(1)								
	P_{19}	2		(1)		(3)	(2)					(5)						(4)
	P_{20}	1		(1)			(2)					(3)						(4)
average processing time [min]			30	20	20	40	40	30	30	40	30	30	20	50	30	50	25	45

(i) stands for the *i*th process

였다. 최적 설비배치를 결정하기 위해 5개의 기계 그룹을 가지고 임의의 초기 설비배치에 대하여 120가지의 실행가능한 설비배치 중에서 공장부지의 대칭성과 기종 L과 M의 接近度 등을 고려하여 최종적으로 8가지 형태의 설비배치에 대하여 각각의 총 운반거리를 계산하였다. 그 중에서 총 운반시간이 최소로 되는 최적 설비배치(그림 1의 총 운반거리 : 14.56 km)를 결정하여 시뮬레이션모델에 이용한다.

4.2 셀생산 모델

자재의 흐름을 나타낸 표 1의 가공정보와 Song과 Hitomi[7]가 제안한 셀간을 이동하는 부품수를 최소로 하는 최적 셀 구성법을 이용하여 GT셀의 배치와 셀내의 기계배치를 행하였다. 각 셀내의 기계배치는 준비가공, 造形가공, 보조가공, 마무리가공의 작업처리순서에 따라 기계배치를 행하였으며 그 배치형태는 그림 2에서 나타낸다.

4.3 모델 프레임(model frame)

복수의 기종으로 구성되는 兩 생산시스템에 대해 station submodel(혹은 mocro model)을 이용하여 시뮬레이션 모델을 기술한다. 각 기

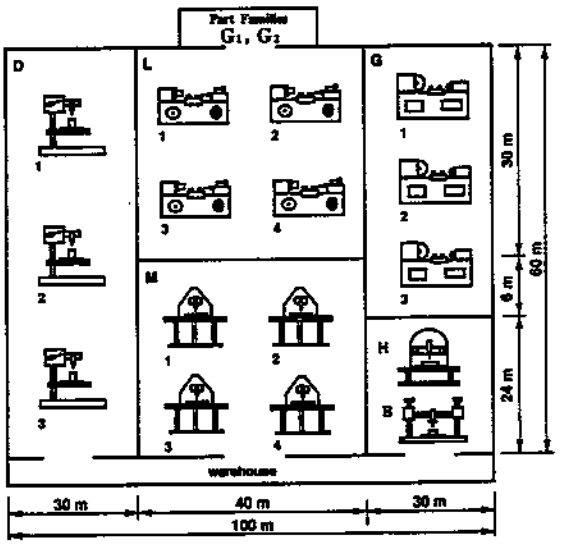

그림 1. job shop생산 형태

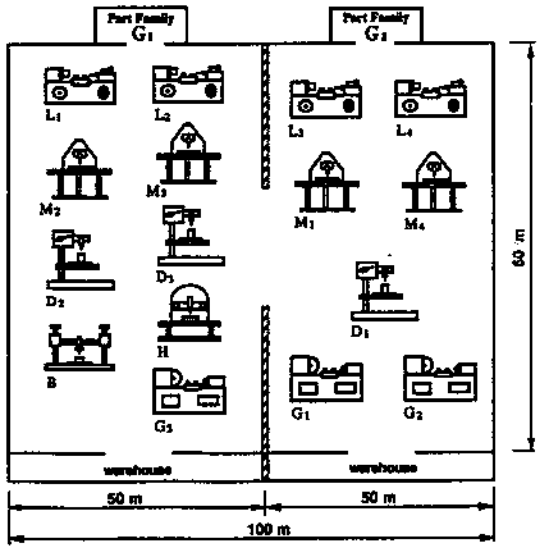

그림 2. 셀생산 형태

종마다 기술되어지는 submodel은 다시 index를 붙여 제품완성에 필요한 가공경로상의 특정 기계를 정의한다. 7개의 submodel로써 구성되는 모델 프레임은 제품의 도착, 도착한 제품의 공정이나 가공경로, 생산량, 가공시간 등을 지정하는 submodel과 6개의 기계 type를 기술하기 위한 submodel로 구성되며, 기종 L에 대한 block diagram과 9개의 속성치의 내용을 그림 3과 표 2에서 각각 나타낸다.

생산의 대상이 되는 부품은 평균도착시간간격 10분의 poisson과정에 따라 각 생산시스템에 도착한다. 각 時點에 도착한 부품은 생산량의 누적히스토그램으로부터 얻어지는 누적확률곡선에 기인하여 난수계열번호에 의해 제어되어진다. 각 기계에 있어서의 가공시간은 표 1에 주어진 평균가공시간에 分散 5의 정규분포에 의하여 설정되어진다. 또한 각 기계에는 가공대기를 위한 buffer와 가공완료 후 운반대기를 위한 buffer 2개가 있으며 兩 buffer에서는 FIFO(First-In, First-Out)의 우선규칙을 적용한다. 다른 우선규칙에 대해 시뮬레이션 결과를 비교해 보았으나 각 평가항목의 값은 다르나 비슷한 경향을 나타냄을 관찰할 수 있었으

표 2. 속성치의 정의

attributes	Description
A(1) :	TNOW when the part enters the shop
A(2) :	Assign part type
A(3) :	Current sequence number of each part type
A(4) :	The corresponding station number to A(3)
A(5) :	Processing time of each part type
A(6) :	Next sequence number of each part type
A(7) :	Transport station number
A(8) :	Waiting time of each part type
A(9) :	Tally number of each part type

므로 다른 우선규칙은 본 시뮬레이션에서 고려되지 않는다.

4.4 실험 프레임(experimental frame)

SIMAN시뮬레이션 모델은 8가지의 요소에 의하여 구성되어진다. 시스템내에 존재하는 최

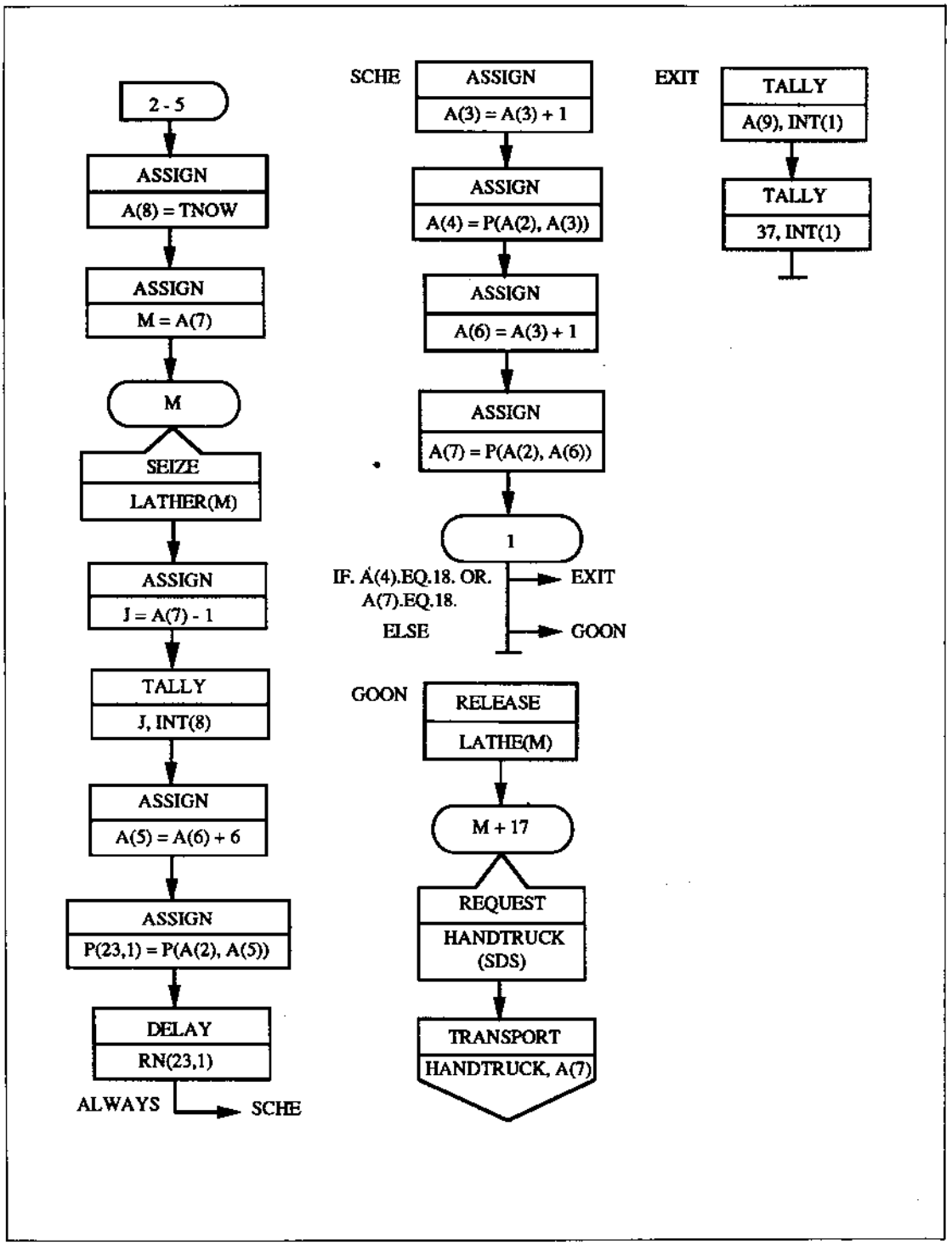

그림 3. 기종 L에 대한 block diagram

대 부품수는 1,000개로 한정하였으며, 시뮬레이션의 실행은 시스템이 정상상태에 충분히 도달한 시간을 같은 조건 밑에서 미리 측정하여 10,000분으로 설정하였다. 또한 兩 시스템에는 5대의 cart가 제품을 운반하는 것으로 하였으며, 운반장치의 초기상태는 5대 모두 창고에 위치하고 있으며, 필요로 하는 기계에 가장 가까운 곳에 있는 운반장치를 이용하여 가공순서에 따라 제품을 다음 기계로 운반하는 것으로 모델을 정의하였다. 셀간의 부품이동을 필요로 하는 경우, 셀간의 이동거리는 직선의 최단거리를 이용하였으며 셀간의 운반시간은 job shop생산과 같이 최단거리를 적용하여 시뮬레이션을 행하였다.

5. 시뮬레이션 결과의 考察

생산시스템의 시뮬레이션 해석 결과, 다양한 생산시스템의 평가항목 값에 대하여 兩 생산시스템의 성질과 특성에 관해 정리하면 다음과 같다.

(1) 생산량의 변동(그림 4 참조)

(a) 생산량의 변화에 따른 兩 생산시스템의 평가값은 그다지 변화하지 않는다고 할 수 있다.

(b) 셀생산이 job shop생산보다 기계에서의 대기시간을 제외한 전 평가항목에 있어서 좋은 결과를 보여준다고 할 수 있다.

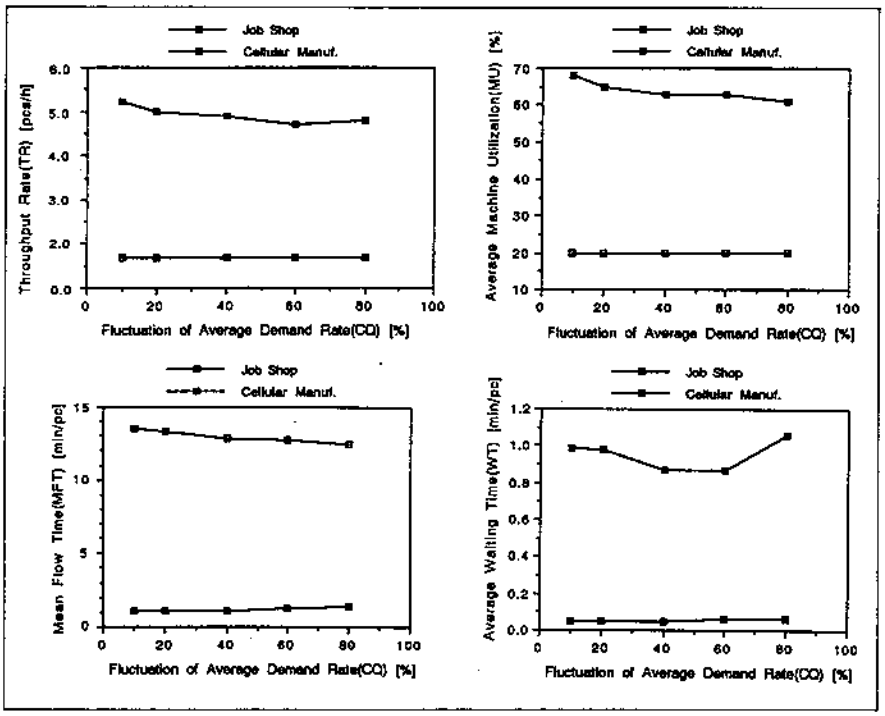

그림 4. 생산량 변화에 따른 시뮬레이션 결과

(2) 셀간을 이동하는 제품수의 변화(그림 5 참조)

(a) 셀간을 이동하는 제품의 수량은 job shop생산보다 셀생산의 performance에 보다 큰 영향을 미친다고 할 수 있다.

(b) 셀간을 이동하는 제품수가 많을수록 셀생산에 있어서의 기계의 throughput rate와 대기시간에 보다 큰 영향을 미친다고 할 수 있다.

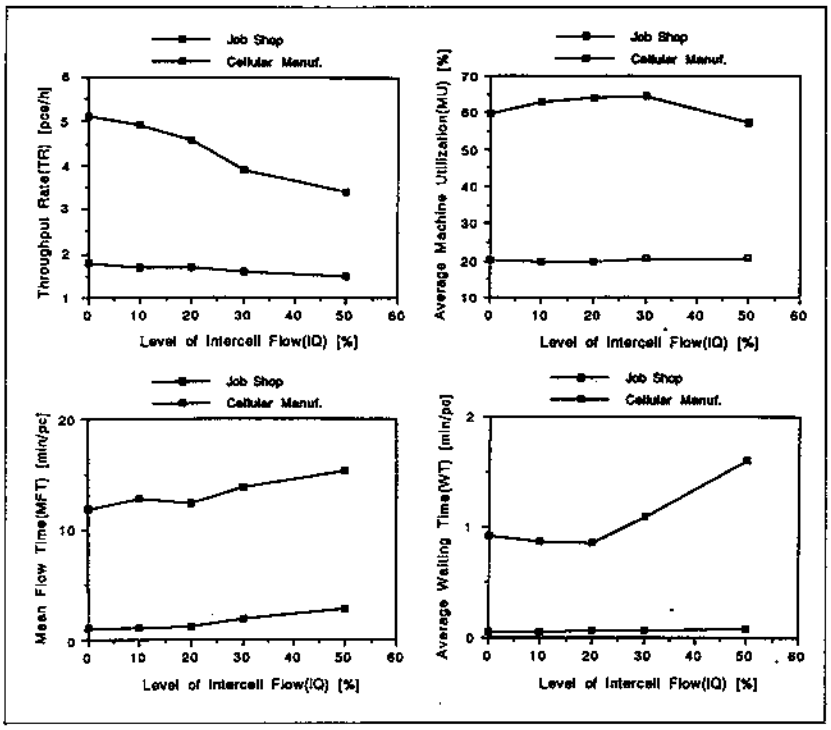

그림 5. 셀간의 제품 이동에 따른 시뮬레이션 결과

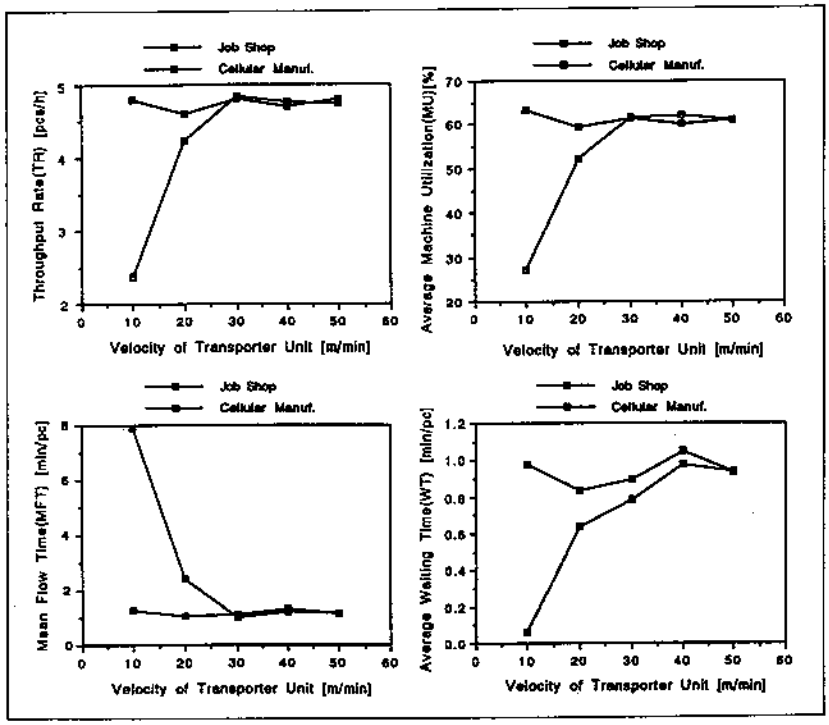

그림 6. 운반장치의 주행속도에 따른 시뮬레이션 결과

(3) 운반속도(그림 6 참조)

(a) 운반장치의 주행속도는 실험의 다른 파라메이터보다 兩 생산시스템에 미치는 영향은 크다고 할 수 있다.

(b) 운반장치의 주행속도가 30[m/min] 이상이 되는 경우는 다양한 입력변수에 대해 兩 생산시스템의 performance에는 그다지 영향을 미치지 않는다고 할 수 있다.

(4) 가공시간의 변화(그림 7 참조)

(a) 가공시간이 길어짐에 따라서 셀생산은 기계가동율을 제외한 전 평가항목의 값이 저하되는 경향이 나타난다.

(b) 기계의 가동율은 가공시간이 길어짐에 따라 兩 생산시스템의 performance은 개선되는 경향이 있다.

(5) 제품의 특성(그림 8 참고)

(a) 가공시간에 비해 운반시간이 길어짐에 따라 兩 생산시스템의 performance은 저하되는

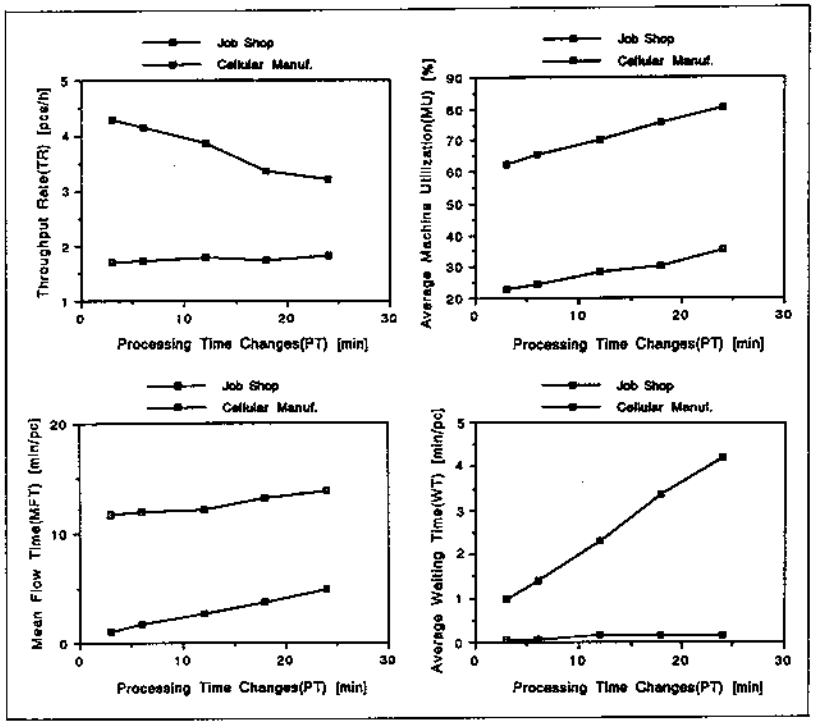

그림 7. 가공시간의 변화에 따른 시뮬레이션 결과

경향을 나타낸다.

(b) job shop생산에서는 평균체류시간이 크게 길어지는 경향이 있다.

(c) PC값이 높아짐에 따라서 셀생산과 job shop생산과의 평가항목값에 있어서 그 격차가 크게 되는 경향이 있다.

(6) 준비시간의 변화(그림 9 참고)

개별 준비시간이 길어짐에 따라서 job shop 생산에 대한 평가항목값이 저하하며, 셀생산과의 격차는 점차 커지게 되는 경향이 있다.

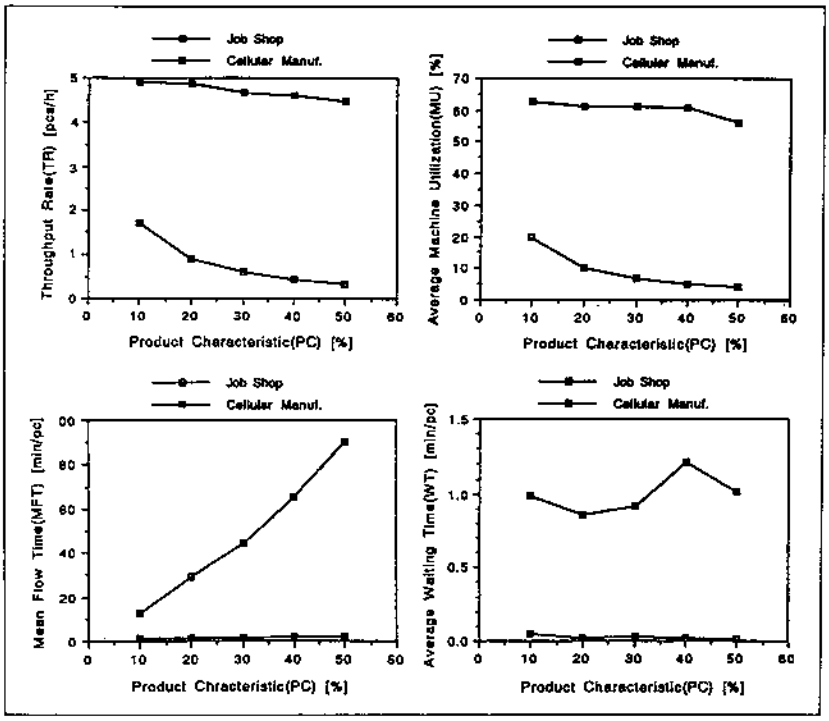

그림 8. 제품특성의 변화에 따른 시뮬레이션 결과

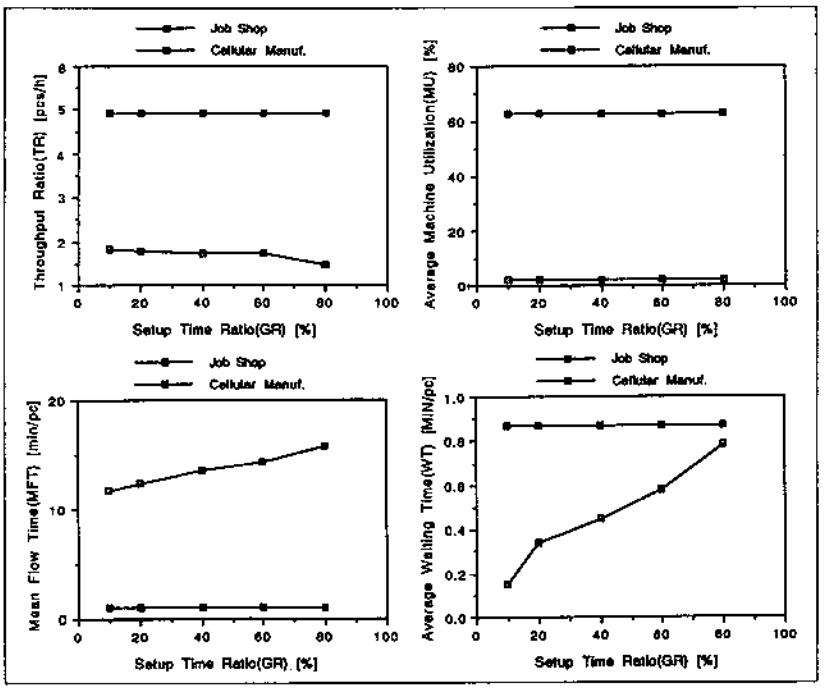

그림 9. 그룹 준비시간의 변화에 따른 시뮬레이션 결과

6. 셀생산의 효율적인 운용법

생산시스템의 시뮬레이션 분석 결과로부터 셀생산이 위력을 발휘할 수 있는 製造環境을 제시하면 다음과 같다.

1. 전반적으로 셀생산이 job shop생산에 비해 우월한 시뮬레이션 결과를 보여주고는 있지만, 셀생산에 직접적으로 영향을 미치는 생산시스템의 요소로써는 셀간을 이동하는 제품의 수량보다 운반장치의 성능 즉 운반장치의 주행속도나 운반계수 등에 크게 좌우된다고 할 수 있다.

2. 가공시간이 길고, 셀간을 이동하는 제품의 수량이 많아질수록 생산시스템의 through-put rate은 저하되며, 대기시간은 급격히 증가한다. 이를 극복하기 위해서는 생산속도나 기계의 能力증가, 保全管理 등의 생산설비에 관한 측면과 작업자수, 작업능력, 작업시간 등을 증가시키는 생산관리적인 측면이 고려되어질 수 있다.

3. 운반계수를 포함한 운반장치의 주행속도가 30[m/min] 이하인 경우는 셀생산이 특히 유효하다고 할 수 있다. 따라서 job shop생산을 셀생산으로 변환함으로써 운반시간을 크게 줄일 수 있으면 셀생산은 더욱 위력을 발휘할 수 있다고 하겠다.

4. 기계의 稼動率을 높이기 위해서는 기계에서 머무는 대기시간이 크게 길어지므로 buffer 용량이나 pallet의 數를 최적으로 결정하는 것이 매우 중요하다.

5. 운반장치의 댓수나 생산 lot량은 兩 생산시스템의 performance에 그다지 영향을 미치지 않는다고 할 수 있다.

7. 결 론

(1) job shop生産과 셀生産의 設計 및 解析을 위한 시뮬레이션技法에 관하여 分析과 考察을 행하였다.

(2) job shop생산과 셀生産에 대하여 시뮬레이션모델을 構築하였으며, 시뮬레이션結果를 基礎로 하여 兩 生産시스템의 performance에 대하여 定性的인 分析을 행하였다.

(3) 셀生産이 위력을 發揮할 수 있는 製造環境을 明確히 함과 동시에 셀生産의 效率的인 運用을 위하여 生産條件을 明確히 하였다.

참 고 문 헌

1. Boucher T.O. and Muckstadt J.A., Cost estimating methods for evaluating the conversion from a functional manufacturing layout to group technology, IIE Trans. Vol. 17, No.3, Sep. 1985, 268-276.
2. Flynn B.B. and Jacobs F.R., A simulation comparison of group technology with traditional job shop manufacturing, Int. J. Prod. Res., Vol. 24, No.5, 1986, 1171-1192.
3. Flynn B.B. and Jacobs F.R., Application and implemntation : an experimental comparison of cellular layout, Decision Sciences, Vol. 18, 1987, 562-581.
4. Pegden C.D., Introduction to SIMAN (State College, PA : Systems Modeling Coropration) 1986.
5. 人見勝人(著)조규갑(譯), 생산시스템공학(증보판), 1988, 71-72.
6. Francis R.L. and White J.A., Facility Layout and Location : an Analytical Approach(2nd Edition), Prentice-Hall, 1992, 151-171.
7. Sangjae Song and K. Hitomi, GT cell formation for minimizing the intercell parts flow, Int. J. Prod. Res., Vol. 30, No.12, 1992, 2737-2753.