經營學硏究 第24卷 特別號(1994年 12月)

다품종 소량 생산 기업의 효율적인 설비배치모형에 관한 실증적연구*
-중소기업 적용 모형 중심으로-

A Comparative Study on Efficient Facility Layout for Job Shop Manufacturing
-Focused on Small Manufacturing Company-

윤 재 곤**

논문접수일 : 94. 7
게재확정일 : 94. 12

초 록

본 연구는 전통적인 기능별 배치 형태를 가지고 있는 다품종소량생산을 하는 중소기업의 설비배치에 셀별배치를 도입함으로써 얻을 수 있는 효과를 분석하는데 연구목적이 있다.

분석자료는 자동차 부품을 생산하는 S社의 실제자료를 이용하였다. S社의 부품은 공정순서나 공정별 작업시간에 따라 22개의 유형으로 나누었다. 전체 22개 유형의 부품을 Cluster분석과, 고가기계 추가를 제한한 제약조건을 통하여 1개, 2개, 5개의 셀로 나누어 보았다.

효율성 분석은 시뮬레이션 실험을 통하여 분석하였으며 본 연구에서 실시하는 시뮬레이션 실험은 SLAM system/window 버젼을 사용하였다. 그 결과 ①작업완료시간 ②평균유동시간 ③대기열과 대기시간 ④설비이용율 등에 있어서 기존 방식보다 셀별 배치 방안이 더 나은 성과를 보였다.

** 본 연구는 1993년도 효성여자대학교 특별연구비에 의해 연구되었음.
* 효성여자대학교 경영학과 교수

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 목적

최근 생산원가중 임금이 차지하는 비중이 점차 높아지는 추세이기 때문에 저임금에 기초한 생산은 힘들어지게 된다. 이러한 생산환경에서 오늘날 중소기업은 우수한 품질, 고객의 다양한 요구에 부응하면서도 국제경쟁력 향상을 도모하여야 한다.

중소기업은 이러한 목적을 달성하기 위하여 다양한 생산관리기법을 현장에 적용하여야만 할 것이다. 현장에 적용하여야 할 중요한 생산관리기법 중의 하나로 설비배치기법을 빼놓을 수 없을 것이다. 왜냐하면 적절한 설비배치는 자재의 원활한 흐름과 인력 및 장비의 보다 효율적인 사용촉진, 작업자간 또는 조직 상하간의 원활한 의사소통, 작업자의 위험감소 등의 효과가 있다.

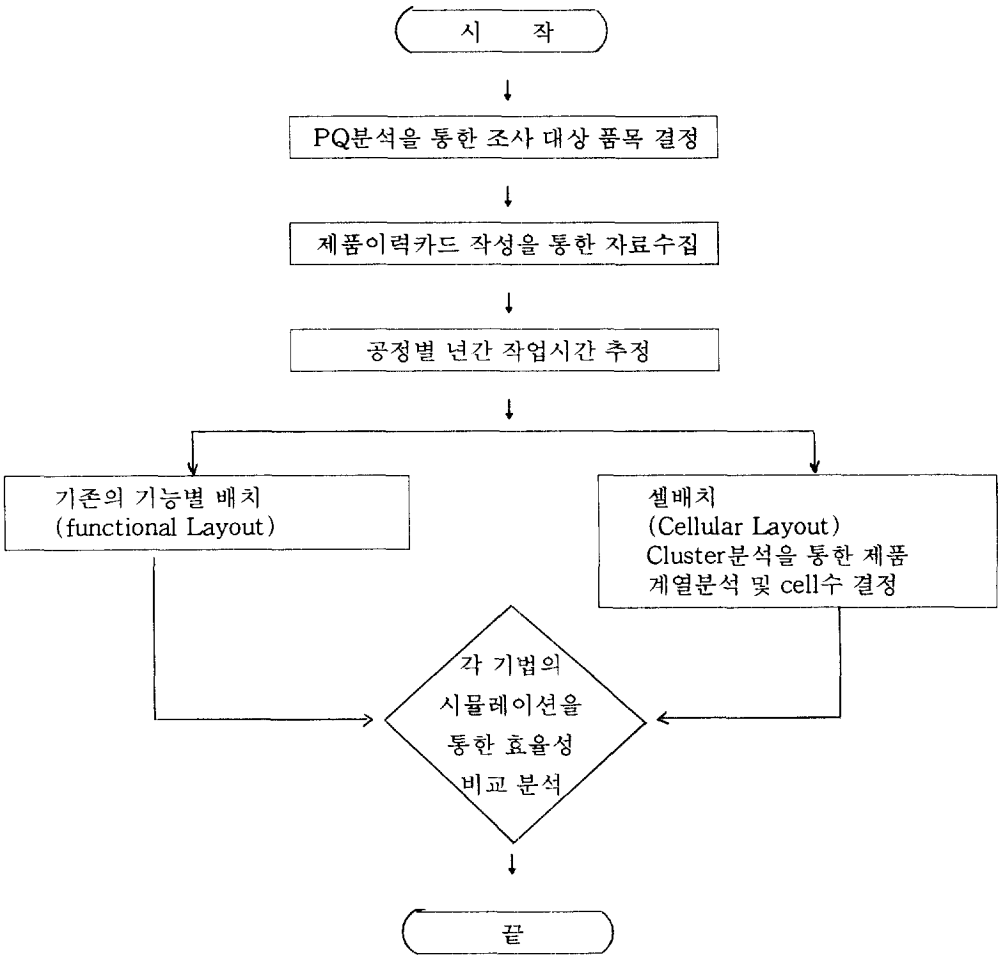
따라서 본 연구의 목적은 첫째, 전통적인 기능별배치 형태를 가지고 있는 다품종소량생산을 하는 중소기업의 공정에 셀별배치를 도입함으로써 얻을 수 있는 효과를 분석하는데 있다.

둘째, 산학협동 차원에서 실제기업의 자료를 가지고 연구를 진행함으로써 우리나라 중소기업에 맞는 현장적용모형을 제시하고자 한다.

2. 연구방법과 구성

본 연구는 〈도표 1〉과 같이 현장조사를 통한 자료를 수집한 후, 이를 사용하여 도입하게 될 공정 유형의 효율성을 시뮬레이션을 사용하여 분석한다. 따라서 실제 상황을 연출하여 이를 실행하므로써 설계한 유형과 기존의 유형과의 비교가 가능하게 될 것이다.

〈도표 1〉



Ⅱ. 다품종소량생산 기업의 효율적 설비배치 모형

2.1 효율적 설비배치

기능별 배치는 융통성이 있는 반면 생산설비의 이용율이 낮고, 리드타임(lead time)이 길

며, 제공품재고의 양이 많기 때문에 생산은 매우 비효율적이다. 따라서 다품종소량생산에서 제품을 효율적으로 생산할 수 있는 새로운 제조시스템이 필요하게 되었으며, GT의 개념을 시설배치에 응용한 셀룰러제조시스템의 출현은 기능별 배치의 문제점을 해결할 수 있는 효과적인 대안으로 제시되고 있다.

Wemmerlov와 Hyer(1989)에 따르면 제조셀이란 가공과정이 유사한 부품군을 가공하기 위한 상이한 기계 혹은 공정의 그룹을 말한다. 이의 두가지 특징으로는 첫째, 선택된 설비는 선택된 제품이나 부품군의 처리를 위한 것이며 선택된 군은 제품의 기하학적 형상, 처리 루팅, set-up요구 등에서 유사성을 갖는다. 둘째, 선택된 설비는 독립적이고 집중된 공적단위로 서로 밀접히 위치해 있다.

Black(1983)는 이러한 셀별 제조시스템의 특징을 전통적 제조시스템과 비교하여 다음 〈도표 2〉와 같이 제시하였다.

〈도표 2〉

특 성	Job Shop	Flow Shop	Cellular Manufactoring Systems
기계의 유 형	범용 기계	특수 기계 (단일기계)	범용기
공장의 설 계	기능별 배 치	제품별 배치	수동적 배치 및 자동 배치
작업준비 시 간	길고 다양 (1 man, 1 machine)	길고 단일 기능	빠른 변환, 단일 기능
재 고 량	많 다	완충재고가 많다	적다
로트크기	소-중	대	소-중
단위당 생산기간	길고 다양	적고 일정	적고 다양
실제예	기계공작소	TV 공장의 자동조립라인	자동화로 인한 품질관리 개선

위의 〈도표 2〉에서 보듯이 제품별 배치는 제품별로 설비를 별도로 배치하여야 하므로 다품종소량생산의 경우에는 적당치 않으며, 이 경우, 기능별 배치가 적당하다. 그러나 작업 준비 시간이 길며 재고량이 많아지고 운송거리가 길어져서 단위당 생산시간이 길어진다. 이외에도

작업회피현상에 대한 통제불가능등의 단점이 있다. 이에 반하여, 셀별 제조시스템은 재고의 감소, 작업준비시간 단축, lot의 크기의 감소, 생산기간의 단축의 잇점이 있다. 이에 대해 Hyer와 Wemmerlov(1989)는 실제로 셀별 제조시스템을 도입한 미국제조업체의 경우 다음과 같은 잇점이 있다고 열거하고 있다.

- 공정시간(through put time)의 감소(70%)
- 재공품재고의 감소(62%)
- 완제품(finished goods)재고의 감소(60%)
- 원자재(raw material)의 재고량 감소(42%)
- 생산소요공정의 감소(20%)
- 생산비용과 품질관리비용의 감소(80%)
- 작업준비시간의 감소 (69%)
- 단위시간당 1인당 생산량의 증가(33%)

2.2 Cellular Layout의 설계

G. T. (group techology)와 맥을 같이 하고 있는 셀별제조(cellular manufacturing)에 관한 연구가 처음으로 제시된 것은 Greene와 Saowski(1984)에 따르면 1960년대 초이다.

그 후 효과적인 셀구성기법에 대해서 많은 학자들이 연구를 했으며 또한 학자들마다 셀구성기법의 불류체계도 상이하다. Waghodekar sahu(1984)에 나타난 대표적인 셀구성기법은 다음과 같다.

(1) 비체계적 방법 (rule of thumb : Edward, 1971)

(2) 요소결합법 (composite component : Edward, 1971)

(3) 분류 및 코딩시스템(classification and coding systems : Burbridge, 1979)

(4) 흐름분석 (flow analysis)

(i) 생산흐름분석 (production flow analysis ; Burbridge, 1971 : Crook, 1969)

(ii) 요소흐름분석 (component flow analysis ; El-Essawy and Torrance, 1972)

(5) 유사계수접근법 (approach using similar coefficients)

(i) 군집분석(cluster analysis : McAuley, 1972 : Tarsuslugil and Bloor, 1979)

(ii) 그래프 접근법 (graph theoretic approach : Rajagopalan, 1975)

(iii) 수치분류법 (numerical taxonomy ; Carrie, 1973)

(iv) 위테의 유사계수접근법 (Witte's approach using three types of similarity coefficients : De Witte, 1980)

(6) 몬테칼로 시뮬레이션 기법 (cell formation using Monte Cario simulation technique ; Crookall and Baldwin, 1972)

(7) 수학적 분류법 (mathmetical classification : Purcheck, 1975)

(8) 작업통계 기법 (workpiece statistics; Mansoor and Leonard, 1975)

(9) 서열군집법 (rank oder clustering ; King, 1979, 1980 ; King and Nakornchai, 1982)

그외에도 Moo-Jin Choi(1990)과 정(1992)에 보면 셀 구성기법의 차이에 관한 연구가 많이 되고 있음을 알 수 있다. 셀구성기법 차이에 대한 연구 이외에도 셀구조 도입효과에 대한 연구도 많은 학자들이 관심을 갖고 있다. Burbidge(1988)과 Hyer(1984)에 보면 일반적으로 GT(Group Technology)를 사용하여 공정에 셀 구조를 도입하면 주문생산 공정에 전용기계를 사용할 때의 여러 이점을 얻을 수 있으므로, 일괄생산(batch manufacturing)의 성과를 혁명적으로 개선할 것이라고 한다. 이에 관한 초기연구들은 주로 셀 구조를 가진 시스템의 성공은 주로 착수시간의 단축과 자재 처리 시간의 단축에 있다고 하였다. 그러나 Flynn과 Jacobs(1986,1987)에서 보면 실제로 주문생산 공정에 GT를 도입하기 위해서는 제품 믹스, 담당 요원 그리고 설비를 포함한 광범한 공정개선이 요구되므로 상당한 기간이 소요되고 그 성과에 대한 분석이 요망되어 셀 구조를 가진 시스템과 전통적 주문생산 시스템 간의 성과 비교 연구가 필요해졌다. 이러한 맥락에서 수행된 연구들은 셀 구조 도입의 성과가 전분야에 걸쳐 전통적 주문생산 시스템에 비해 우위를 나타내는 것이 아니라 평균이동시간과 평균착수시간에서 우위를 나타내었고, 이에 반해 주문생산시스템은 대기열에 관한 측면 가령, 평균대기열, 평균대기시간 그리고 재공품의 수등에 관해서는 나은 성과를 보인다고 보고하고 있다. Yang과 Jocobs(1992)는 이를 더욱 세분하여 공정 구조별로 우위를 보이는 조건을 분석하여 각 형태가 지닌 우위점을 제시하고 있다.

요컨대, 기존의 문헌에서는 셀구조를 가진 시스템과 전통적 주문생산의 형태간에는 총체적인 우위를 가지고 있다는 결론을 내리지 못하고 있다. 그러므로 주문생산 형태와 셀구조를 가진 형태의 성과 차이를 분석할 필요가 있는 것이다.

따라서 본 연구에서는 다품종소량생산을 하는 중소기업에서 가장 많이 채택하고 있는 기능별배치와 셀별 배치법의 차이를 실증적으로 분석하는데 연구의 목적이 있다. 셀구성기법의 가장 대표적인 기법중 하나인 McAuley의 군집분석을 통하여 분류한 셀별배치와 S社가 현재 채택하고 있는 기능별배치를 시뮬레이션을 통하여 분석한다.

Ⅲ. S社의 시스템 구성

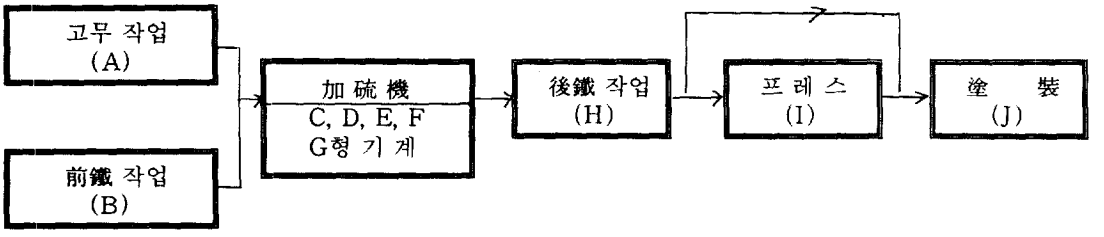
3.1. 시스템 구성

본 연구가 대상으로 하는 시스템은 6개의 공정으로 구성되는데 전형적인 흐름라인(flow line)의 형태가 약간 변형된 것이다. 다시말하면 전형적인 흐름라인에 약간의 job shop의 형태를 취하고 있는 이른바 Flynn과 Jacabs(1987)가 제시한 복합흐름라인(hybrid flow line)이다.

(1) 고무작업(이하에서는 공정 A라 함)
(2) 前鐵작업(탈지, Bolt숏, 용접 표면처리 접착 등을 포함하여 이하에서는 공정 B라 함)
(3) 加硫작업 C(이하에서는 공정 C라고 하며, 500CC가류기로 구성된다)
(4) 加硫작업 D(이하에서는 공정D라고 하며, 1000CC 가류기로 구성된다)
(5) 加硫작업 E(이하에서는 공정 E라고 하며, M2000CC 가류기로 구성된다)
(6) 加硫작업 F(이하에서는 공정 F라고 하며, R2000CC 가류기로 구성된다)
(7) 加硫작업 G(이하에서는 공정 G라고 하며, 4000CC 가류기로 구성된다)
(8) 後鐵작업(버핑, 모파기, 수사상 등을 포함하여 이하에서는 공정 H라고 함)
(9) 프레스 작업(이하에서는 공정 I라고 함)
(10) 塗裝작업(이하에서는 공정 J라고 함)

S社의 기존 시스템의 생산공정도는 [도표 3-1]과 같다. 이 시스템을 구성하는 세부 공정의 내용은 앞에서 설명한 바와 같다.

〈도표 3-1〉 공정도



3.2 공정의 운용

본 연구가 대상으로 하는 S社의 생산공정 순서도와 부품 유형의 내용은 [도표 3-1]과 같다.

〈도표 3-2〉 공정순서도

부품유형	공정 순서
1	A-B-F-H-J
2	A-B-E-H-J
3	A-B-D-H-J
4	A-B-E-H
5	A-B-C-H-J
6	A-B-C-H-J
7	A-B-F-H-J
8	A-B-D-H
9	A-B-E-H-J
10	A-B-E-H-J
11	A-B-E-H-J
12	A-B-D-H
13	A-B-E-H-J
14	A-B-D-H-J
15	A-B-F-H-J
16	A-B-F-H
17	A-B-E-H
18	A-B-G-H-I-J
19	A-B-G-H-I-J
20	A-B-E-H-J
21	A-B-C-H-I-J
22	A-B-E-H-J

(단, A,B 공정은 동시에 작업하여도 무방함)

전체의 부품유형은 22개로 구성되며, 각각은 〈도표 3-1〉에서 제시한 시스템을 통과하는데, 일부를 건너 뛰기도 하지만, 대체로 흐름라인의 형태를 따르고 있음을 알 수 있다.

〈도표 3-2〉의 부품 유형별 공정 순서를 보면 몇개의 그룹으로 나눌 수 있으므로 GT (group technology)를 도입한 셀별제조(cell manufacturing)의 도입 가능성을 알 수 있다.

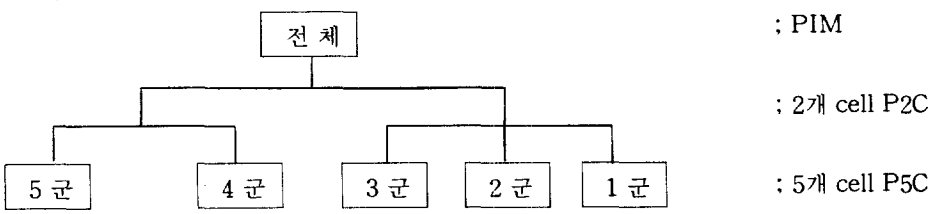
Ⅳ. GT에 의한 셀 구조의 설계

4.1 셀 구조의 설계

尹(1992)은 본 연구가 대상으로 하는 S社에 대한 셀별 배치의 선행연구로서 제조셀을 구성하는 방안을 다음과 같이 제시하고 있다. 다품종소량생산을 하는 경우 전통적 기능별배치 보다 셀별배치는 설비배치의 단순화에 따른 운송거리 단축, 공정시간감소, 품질향상 등의 장점을 예상할 수 있으나, 셀분류에 인한 설비투자 추가가 단점으로 등장한다. 따라서 (셀분류로 인한 공정효율〉추가 설비투자비용)이 되는 경우까지 최대한 셀을 분류할 수 있겠으나, 현실적으로 중소기업에서 운송거리 단축, 공정시간 감소 및 품질향상 등에 의한 효율을 금액으로 환산이 불가능하거나 가능하다 하더라도 분석비용이 너무 많이 소요된다.

따라서 본 연구에서도 高價機械인 가류기계, 프레스기계등을 추가하지 않는 범위내에서 전체 부품유형에 대하여 군집분석을 실시한 결과 전체 부품은 최대 5개의 군으로 나누어졌다.

〈도표 4-1〉 cluster 분석결과



〈도표 4-1〉의 cluster 결과를 통하여 군집분석결과를 좀 더 구체적으로 보면 전체를 1개의 셀로만 구성되는 시스템(process layout interchangeable machines, 이하에서는 PIM이라

함), 2개의 셀로 구성되는 시스템(Process layout / 2 Cells, 이하에서는 P2C라고 함), 그리고 5개의 셀로 구성되는 시스템(Process layout / 5 Cells, 이하에서는 P5C라고 함)의 3지로 구성되었다.

앞에서 제시한 설계 중에서 5개의 셀로 구성되는 시스템은 각 부품 유형 군에 대해서 별도의 시스템을 구성하는 경우를 말하고, 2개의 셀로 구성되는 것은 전체 부품유형을 2개의 집단으로 나누고, 각 집단 내에서는 기존의 job shop방식으로 처리하게 된다. 반면에 1개의 셀로 구성되는 경우에는 전체의 job에 대해서 전통적 job shop의 방식을 적용하는 것이다.

따라서 이들 시스템에 사용되는 加硫機는 상호간에 호환성이 있어야 하는데, 각 加硫機 간에는 완벽한 호환이 있는데, 대신에 용량이 작은 加硫機는 용량이 큰데서 작업하던 것을 처리할 수 없으나, 용량이 큰 加硫機는 용량이 작은데서 처리하던 것을 아무 제한 없이 처리할 수 있다. 그러나 용량이 큰 加硫機라고 해서 시간이 단축되는 것은 아님에 유의해야 한다.

4.2 부품 유형 군의 설계

앞에서 본 바와 같이 전체 부품 유형에 군집분석(cluster analysis)를 실시하여 〈도표 4-1〉

〈도표 4-2〉 부품 유형군

부품유형군	부품유형	공정 순서
1群	1	A-B-F-H-J
1群	7	A-B-F-H-J
1群	15	A-B-F-H-J
1群	16	A-B-F-H
2群	2	A-B-E-H-J
2群	9	A-B-E-H-J
2群	11	A-B-E-H-J
2群	13	A-B-E-H-J
2群	4	A-B-E-H
2群	10	A-B-E-H-J
2群	20	A-B-E-H-J

부품유형군	부품유형	공정 순서
2群	22	A-B-E-H-J
2群	17	A-B-E-H
3群	3	A-B-D-H-J
3群	14	A-B-D-H-J
3群	8	A-B-D-H
3群	12	A-B-D-H
4群	5	A-B-C-H-J
4群	6	A-B-C-H-J
4群	21	A-B-C-H-I-J
5群	18	A-B-G-H-I-J
5群	19	A-B-G-H-I-J

과 같이 5개의 군으로 나누었다. 〈도표 4-2〉에서는 각조별 부품유형과 공정순서를 잘 나타내고 있다. 이러한 군으로의 분류는 결국 加硫機의 특성에 따라 분류되는 것으로 나타났다.

이들 군을 자세히 살펴보면 전체군을 구분하는 기준으로 加硫機가 사용되고 있음을 알 수 있다. 다시말하면 S社의 시스템은 加硫機가 주요공정이고 여타의 공정은 항상 확장이 가능한 공정이므로 가류기를 대상으로 나누고 있고, 또한 이것은 加硫機의 효율적인 사용 여부가 전체 시스템의 효율성의 결정하고 있음을 말하는 것이다.

V. 시뮬레이션 실험의 설계와 결과 분석

5.1 실험의 설계

5.1.1 분석 범위 및 방법의 결정

前述한 바와 같이 대상 시스템의 능력에 결정적인 영향을 끼치는 것은 加硫機를 사용한 공정이고, 여타의 공정은 능력이 무한하다고 간주될 수 있다. 따라서 본 연구에서 실시하는 시뮬레이션 실험은 加硫機를 사용한 공정을 중심으로 분석을 실시한다. 본 연구에서 실시하는 시뮬레이션 실험은 SLAMsystem/window 버젼을 사용하여 설계하였다.

본 연구가 대상으로 하는 분석은 다음과 같은 가정을 둔다.

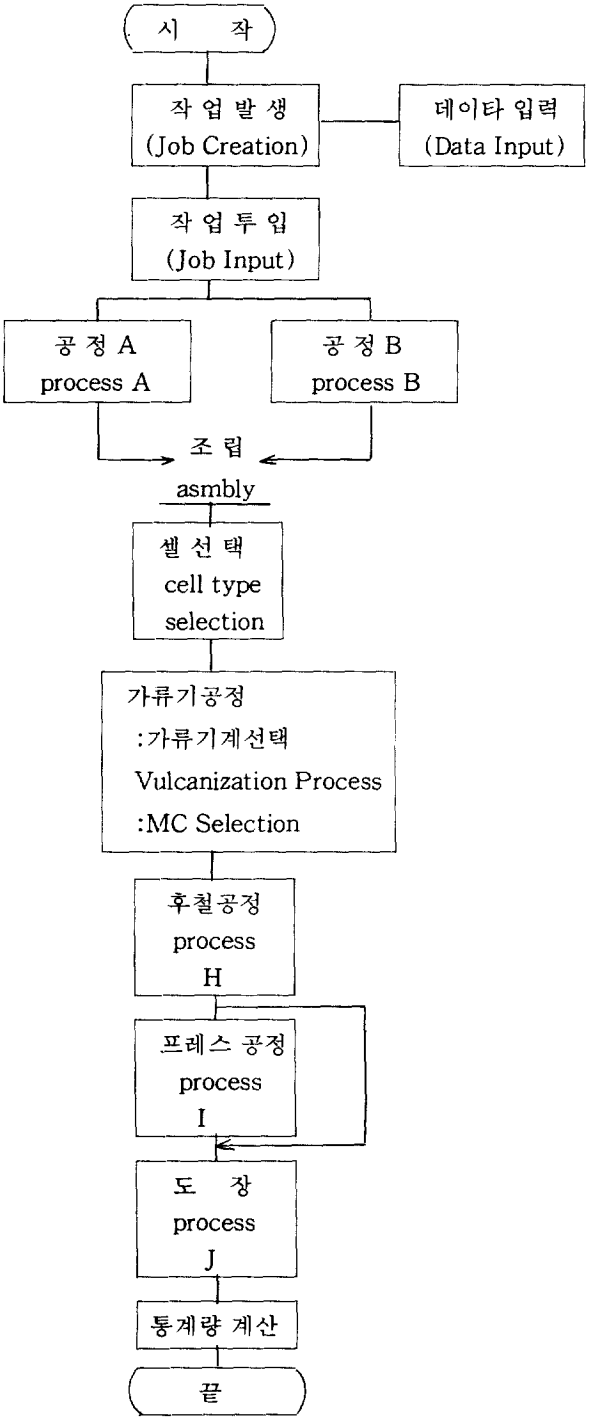
1. 본 시스템의 수요는 지수분포에 따라 주문이 도착하는 것으로 하며, 그 수량은 과거의 자료로 부터 확정적으로 얻어진다.

2. 시스템의 능력은 加硫機에 의해서 한정되며 나머지 공정의 기계는 애로공정이 아니므로 시스템의 이용율에 영향을 미치지 않는다.

3. 加硫機가 처리할 수 있는 부품은 기계의 용량보다 작은 용량을 요구하는 부품은 처리할 수 있으나, 용량이 큰 부품은 처리할 수 없다. 그러나 용량이 큰 기계로 용량이 작은 부품을 처리하더라도 페널티는 없는 것으로 가정한다.

4. 부품의 유형이 바뀌는 경우에도 장착 시간만이 걸리게 되므로 별도의 착수준비시간은 소요되지 않는다.

〈도표 5-1〉 시뮬레이션 과정도



본 연구에서 실시한 시뮬레이션 실험의 과정도는 〈도표 5-1〉과 같다.

먼저 외부 화일에서 시뮬레이션에 필요한 데이타를 입력한다. 데이타에는 공정시간과 공정순서도 그리고 부품유형별 수요가 포함된다. 입력 자료를 바탕으로 수요를 충족시킬 작업(Job)을 발생시키고, 이를 대기열에 대기시키고 라인에 투입하는 투입결정을 한다. 투입된 작업은 공정A와 공정B가 동시에 수행되어야 하며, 두 공정이 마쳐진 작업은 이를 조립하여 다음 단계, 즉 加硫공정으로 투입된다. 여기서는 셀의 구조에 따라 기계를 선택하여 공정을 완수한 다음, 공정 순서도에 따라 다음 단계인 공정 H 혹은 공정 I로 투입되어 각 공정을 완수하고 마지막으로 각 작업에 관련된 통계량을 구하게 된다.

5.1.2 변수의 정의

5.1.2.1 평가기준

본 연구가 대상으로 하는 복합 흐름공정의 경우에는 평균 이동거리를 論外로 할 수 있다. 흐름공정의 성격을 띠고 있고 부분적으로 job shop의 형태를 띤 것은 개별적으로 연결하게 되면 라인의 형태를 가지게 되므로 크게 문제가 될 것이 없기 때문이다. 단지 문제가 되는 것은 부품유형을 몇개의 부품군으로 나누고 그에 대해서 전용설비를 설정하는 셀의 구조와 전체를 하나의 군으로 보고 상호 호환적인 설비를 사용하는 것과 관련된다.

또한 본 연구는 6개월 간의 작업량이 주어진 것으로 전제되고 있으므로 이를 완성하는 총 완료 소요시간(make-span)이 문제가 되지 완료작업 수는 문제가 되지 않는다. 그러므로 본 연구에서는 〈도표 5-2〉와 같이 평가기준을 ①작업완료소요시간 ②평균유동시간 ③대기열과

〈도표 5-2〉 공정의 성과에 대한 평가 기준

① 작업완료 소요시간 (make-span) : 주어진 작업량을 완성하는데 걸리는 전체 작업시간
② 평균유동시간(average flow time): 작업의 릴리스에서 완료까지의 소요시간의 평균
③ 대기열과 대기시간
  i) 평균 대기열 길이(average queue length): 각 대기열의 평균 대기작업 수
  ii) 평균대기시간(average waiting time): 각 대기열에서 작업이 대기한 시간의 평균
④ 평균설비 이용율(average machine utilization): 1년 동안의 전체 기계 가용시간에 대한 착수준비 중이거나 가동중인 시간의 비율

대기시간 ④설비이용율 등에 한정해 보았다.

5. 실험기간은 1년치의 수요량을 완료하는 기간으로 한다.

5.1.2.2 공정유형의 설계

본 연구가 비교하고자 하는 공정유형은 애로공정이면서 高價 裝備로 구성되는 加硫공정에 대해서 별도로 효율적인 방안을 모색하기 위해서 셀(cell)을 도입하고자 하는 것이므로, 加硫공정에 대해서 상이한 3가지 유형을 구축하였다.

① 공정별 배치/상호교환 가능 기계(process layout / interchangeable machines, 이하에서는 PIM 이라고 함): 이 유형은 전체의 작업 혹은 부품유형을 구분없이 1개의 셀로 구성된 가류공정을 거치게 되는 것이다. 단, 부품유형별로 용량의 차이에 따라 처리불가능한 加硫機가 있을 뿐이다.

② 공정별 배치/2개 셀(process layout / 2 cells, 이하에서는 P2C라고 함) : 이 유형은 전체의 부품유형에 대해서 2개의 집단으로 분류한 다음, 각 집단에 대해서 별도의 셀을 구성한 유형이다. 또한 용량의 제한으로 인해 처리불가능한 경우에는 용량이 큰 기계로 이송되어야 한다.

③ 공정별 배치/5개 셀(process layout / 5 cells, 이하에서는 P5C라고 함): 전체 작업 대상인 22개 부품유형을 5개의 집단으로 분류하고 각 집단에 대해서 별도의 셀을 구성하는 방식이다. 여기에도 다른 유형과 마찬가지로 처리 용량의 제한이 기계에 있으므로 제한 용량보다 작은 부품만이 처리될 수 있다.

5.2 입력자료

본 연구의 시뮬레이션 실험에 사용되는 공정에 관련된 입력 자료는 대상기업의 공정과 관련사항을 1년간에 걸쳐 분석해 얻은 것으로서 6개월간의 수요량이다. 각 부품유형별 공정시간은 아래의 〈도표 5-3〉과 같다. 〈도표 5-3〉에는 각 부품유형이 거치는 공정과 그 소요시간을 표시하고 있다.

연구대상 기업에서 생산하고 있는 전체 부품유형의 6개월 간의 수요량은 〈도표 5-4〉와 같다. 이러한 부품들에 대한 수요는 평균이 50분인 지수분포에 따라서 도착한다고 가정하며, 그

〈도표 5-3〉 공정시간표

공정 / 부품 유형	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	177	900				3400		1840		160
2	136	1829			6827			2128		632
3	1,030	50124		51904				18357		9194
4	175	3048			5255			1999		
5	313	15255	15796					5641		2798
6	357	9508	71311					36844		
7	252	2543				10404		4277		1526
8	176	2036		6289				3593		
9	61	1091			2897			579		579
10	77	1094			2086			1720	1622	996
11	185	1549			5755			2254		263
12	49	4283		35991				1919		
13	257	4499			26600			8116		1200
14	541	12991		20044				7512		1232
15	183	5538				5990		1504		832
16	24	4288				4710		2384		
17	124	2261			7147			3060	1377	
18	225	4253					4843	4871	1014	276
19	87	2558					3201	2198	3180	1496
20	91	3492			5687			537	1571	1672
21	260	2299	7798					683	1748	992
22	50	2261			5579			558	1470	710

총량은 확정적이라고 가정한다.

〈도표 5-4〉 부품유형별 수요량

부 품 유 형	수 요 량
부품유형 1	3,348
부품유형 2	55
부품유형 3	73
부품유형 4	703
부품유형 5	425
부품유형 6	73
부품유형 7	532
부품유형 8	574
부품유형 9	2,999
부품유형 10	96
부품유형 11	3,890
부품유형 12	1,473
부품유형 13	155
부품유형 14	83
부품유형 15	684
부품유형 16	1,093
부품유형 17	632
부품유형 18	634
부품유형 19	622
부품유형 20	886
부품유형 21	1,650
부품유형 22	2,021

S社가 보유하고 있는 현재의 加硫機공정의 설비는 다음과 같다. 즉, 500CC 加硫機는 4대이고, 1,000CC加硫機는 2대, M2000CC가류기는 6대, R2000CC가류기는 6대이고, 그리고 4000CC加硫機는 1대이다. 이들 加硫機는 상호 호환되는 것이나 처리할 수 있는 부품의 용량이 한도가 있으므로 上向 호환성은 있으나 下向호환성은 없다.

5.3 실험의 결과와 분석

5.3.1 작업완료 소요시간의 분석

S사의 1년간 수요량을 본 연구에서 제시한 3가지의 공정형태 별로 작업완료시간(make-span)을 비교한 결과 5개의 셀로 구성된 P5C가 제일 나은 성과를 보이고 있다(〈도표 5 -5〉 참조). 전체 작업시간의 장단은 대기시간의 여부에 영향을 받게 되는데, 기존 연구와는 달리 5개의 셀로 구성된 P5C가 제일 나은 성과를 보였다. 이것은 대상으로 한 S社의 공정이 흐름공정의 형태를 가진 것임에 귀결되는 것이다. 셀의 구성이 없이 단일로 작업하는 경우에는 개별 셀로 구성한 P5C에 비해 거의 2.3배의 시간이 소요되는 것으로 나타났다.

〈도표 5-5〉

셀의 종류	PIM	P2C	P5C
작업완료시간	120,000분	57,330분	51,680분

5.3.2 평균유동시간(mean flow time)

작업의 유동시간(flow time)에 대한 실험결과는 아래의 〈도표 5-6〉과 같다. 여기서 보면, P5C가 가장 나은 성과를 보이고 PIM이 가장 나쁜 결과를 보였다. 결국 평균유동시간(mean flow time)은 결국 개별 작업 완료시간에 대한 전체 평균이므로 變異計數가 그 상황을 잘 설명하게 된다. P5C는 변이계수의 값이 0.818, P2C는 0.856, 그리고 PIM은 1.17이다.

〈도표 5-6〉

셀의 종류	PIM	P2C	P5C
평균유동시간	26500분	10900분	9130분
표준편차	31000분	9300분	7470분
變異計數	1.17	.856	.818
최소값	95.1분	78.2분	78.2분
최대값	122600분	49800분	51000분
총완료 작업수	2263개	2263개	2263개

이것은 각 작업 공정에서의 순서결정규칙(sequencing rule)에 영향을 받는 것인데, 전통적 job shop의 형식을 가진 PIM은 효율적인 순서결정 규칙을 도입하면 더 나은 성과를 보이게 될 것이다. 그러나 본 연구에서는 비교 가능성을 보장하기 위해서 각 공정 앞에 대기하는 QUEUE의 작업선택 규칙은 동일한 것을 사용하였다.

5.3.3 대기열과 대기시간

아래의 〈도표 5-7〉에 보듯이 총작업완료시간과 마찬가지로 P5C가 가장 나은 성과를 보이고 있고, 대기작업수의 면에서는 PIM과 P2C가 대등한 성과를 보였다. 이것은 대상으로 한 S社의 공정이 job shop의 형태가 아니라 flow shop이므로 셀을 구성한 P2C와 P5C가 나은 성과를 보였으며, 이 둘 중에서는 P5C가 훨씬 나은 성과를 보이고 있어, S社는 셀을 도입함이 바람직함을 알 수 있다.

〈도표 5-7〉

셀 항목	평균 대기열	평균 대기열 표준편차	평균 대기 시간	처리 부품 (작업)수	전체 평균 대기열	전체평균 대기시간	
PIM	N-C	0	0.019	2.012	22	165.7	24224.25
	N-D	5.885	18.867	5985.272	120		
	N-E	14.161	57.327	3600.410	480		
	N-F	48.355	135.889	7644.021	772		
	N-G	380.8	256.730	53601.42	867		
P2C	N-C	14.508	31.5	2938.893	282	165.5	10611.09
	N-D	1.208	3.974	1551.035	38		
	N-E	10.767	24.609	2695.469	229		
	N-F	231.586	276.575	10165.62	1306		
	N-G	161.059	105.001	22685.86	407		
P5C	N-C	18.443	44.688	4352.282	218	97.3	7307.03
	N-D	87.725	57.563	20701.4	219		
	N-E	140.685	261.805	6405.745	1135		
	N-F	66.188	123.157	6054.087	565		
	N-G	7.032	19.229	2907.489	125		

5.3.4 설비이용율

다음 〈도표 5-8〉에서와 같이 전체적으로 현재 실험에 사용한 조건하에서 S社의 설비 이용율은 낮게 나타나고 있다. 즉, 성과가 가장 좋은 편인 P5C의 경우에도 가동율이 35.8%에 불과하고, 가장 낮은 PIM의 경우는 15.2%에 불과하다. 이것은 근본적으로 애로공정에 있는 설비의 댓수가 과잉되게 있음을 나타낸다. 선행 공정의 작업소요시간과 애로공정인 加硫機공정간에 균형이 부족한 것으로 나타났기 때문이다. 그리고 여기에는 작업의 도착에 따라 적절한 순서계획이 이루어지지 않으면 설비의 가동율이 낮아진 것도 한 원인이다. 다시말하면, 현재 가동율이 낮은 것은 각 공정에서의 작업배정(dispatching)과 릴리스가 이루어지지 않기 때문이기도 하지만, 근본적으로 설비의 과잉이 현저하다.

그러나 본 연구에서 究明하고자 하는 것은 공정유형 간에 차이가 있는가 하는 것인데, 설비의 이용율 면에서 공정유형 간에는 차이가 나타났고, 전체적으로 P5C가 제일 나은 성과를 보이고 있다.

〈도표 5-8〉

공정 / 항목		평균이용대수 (표준편차)	설비 대수	최대 이용 대수	전체 평균 이용율
PIM	N-C	0.04 (0.311)	4	4	0.152
	N-D	0.29 (0.699)	2	2	
	N-E	0.56 (1.745)	6	6	
	N-F	1.0 (2.231)	6	6	
	N-G	1.0 (0.021)	1	1	
P2C	N-C	0.89 (1.662)	4	4	0.323
	N-D	0.17 (0.556)	2	2	
	N-E	1.15 (2.357)	6	6	
	N-F	2.93 (2.997)	6	6	
	N-G	1.00 (0.030)	1	1	
P5C	N-C	0.80 (1.597)	4	4	0.358
	N-D	1.99 (0.109)	2	2	
	N-E	1.92 (2.799)	6	6	
	N-F	1.94 (2.799)	6	6	
	N-G	0.16 (0.369)	1	1	

Ⅵ. 결 론

본 연구는 다품종 소량 생산을 하고 있는 기존 종소기업인 S社의 시스템 효율성을 제고하기 위해, 공정과 이에 투입되는 부품유형을 분석하여, 우선 부품유형을 소수의 부품집단으로 분류한 뒤, 이들 부품에 대해서는 전용기계를 사용케하는 셀 구조를 공정에 도입하여, 기존 방식과의 차이를 분석하였다.

그 결과 다음과 같은 점을 발견할 수 있었다. 즉, 첫째, 작업완료시간의 측면에서 5개의 셀로 구성된 P5C가 51,680분으로 1개의 셀인 PIM의 120,000분 보다 2.3배 적게 소요되었으며, 2개의 셀인 P2C의 57,350분 보다도 적게 소요되었다. 둘째, 작업유동시간의 경우, 평균유동시간은 개별 작업 완료시간에 대한 전체 평균이므로 변이 계수가 그 상황을 잘 설명한다. P5C의 변이계수는 0.818, P2C는 0.856 그리고 PIM은 1.17이므로 5개의 셀로 구성된 P5C가 가장 효율적이다. 셋째, 대기열과 대기시간 측면에도 P5C가 7,307.03분, P2C가 10,611.09분, PIM이 24,224.25분으로서 P5C가 가장 짧게 나타났다. 넷째, 설비 이용율의 측면에서도 P5C가 35.8%, P2C가 32.3%, PIM이 15.2%로서 P5C가 제일 나은 성과를 보였다.

이러한 사실을 종합해 볼 때, 본 연구가 제시한 셀 구조를 가진 공정은 기존의 구조를 가진 공정보다 성과면에서 우위를 보였으나, 근본적인 구조변경을 위해서는 추가적인 연구가 있어야 한다.

추가적인 연구는 첫째, 각 공정에서 부품의 투입과 흐름을 관리하는 스케쥴링에 관한 연구가 있어야 할 것이다. 둘째, 설비의 대수를 결정하는 문제를 새롭게 검토해야 한다.

〈참 고 문 헌〉

1. 윤재곤, 「Cellular Layout에 관한 실증적 연구」, 대구경북경영과학회, 경영과학연구, 제1집, pp. 39-47, 1992.
2. 정현태, 「CE Cluster 척도에 의한 생산 셀 설계」, 한국경영과학회, 한국경영과학회지, 제12호, pp. 25-33, 1992.
3. Barbara B. Flynn and F. Robert Jacobs, "A simulation comparison of group technology with traditional job shop manufacturing", International Journal of Production Research, Vol. 24, No. 5, pp. 1171-1192, 1986.
4. Barbara B. Flynn and F. Robert Jacobs, "An experimental comparison of cellular (group technolgy) layout with process layout", Decision Science, Vol. 18, pp. 562-581, 1987.
5. Black, J. T. , Cellular Manufacturing Systems Reduce setup "Time, Make Small Lot Production Economical", Industrial Engineering, Nov. pp. 35-42, 1983.
6. Burbidge, J. L. , "Operations scheduling with GT and MRP", International Journal of Production Research, Vol. 26, No. 3, pp. 429-442, 1988.
7. Choi Moo-Jin, "An Empirical Study of Manufacturing Cell Design", Ph, D. Dissertation, Georgia State Univ. , 1990.
8. Greene, T. J. and Sadowski, R. P. , "Cellular Manufacturing Control", Journal of Manufacturing Systems, Vol. 2, No. pp. 137-145, 1984.
9. Hyer, N. L. , "The potential of GT for U. S. Manufacturing", Journal of Operations Management, Vol. 4, No. 3, pp. 183-202, 1984.
10. McAuley, J. , "Machine Grouping for Efficient Production", Production Engineer, Vol. 51, 1972.
11. Waghodekar, P. H. , Sahu, S. , "Machine-Component Cell Formation in Group technology:MACE", International Journal of Production Research, Vol. 22, No. 6, pp. 937-948, 1984.

12. Wemmerlor, U. , Hyer, N. L. , "Cellular Manufacturing Practices", Manufacturing Engineering, March, pp. 80-84, 1989.

13. Yang, K. K. , and F. R. Jacobs, "Comparison of make-to-order job shops with different machine layouts and production control systems". International Journal of Production Research, Vol. 30, No. 6, pp. 1269-1283, 1992.

韓國經營學會

編輯方針 …… 305

「經營學研究」投稿要領 …… 307

"경영학연구" 편집방침

"경영학연구"는 한국 경영학 분야의 학술적 지식의 축적에 기여하고자 경영학 전 분야에 걸친 경험적, 개념적 연구논문 등을 게재하고 또한 한국경영학회 회원들에게 학문토론의 기회를 제공하고 그들의 교육활동에 도움이 될 학술자료를 제공하고자 경영학교육에 관한 연구, 서평, 및 경영학 연구에 실린 논문에 관한 의견 등을 게재하는 한국경영학회의 학술지이다.
이에 "경영학연구" 편집위원회(이하 편집위원회라 칭함)는 한국 경영학회의 학문적 발전을 위하여 수준높은 경영학관련 논문들을 공정하고 신속하게 심사, 편집 발간함을 그 목적으로 한다.

※ 편집방침

(1) 경영학 분야에 관심이 있는 사람은 누구나 본 학회지에 투고할 수 있다.

(2) 연구논문은 다른 간행물에 발표되지 아니한 것이어야 한다.

(3) 논문의 내용에 대한 책임은 집필자가 진다.

(4) 논문의 판권은 달리 명시되지 않는 한 한국경영학회가 갖는다.

(5) 투고된 논문은 반환하지 아니 한다.

(6) 논문의 심사과정

① "경영학연구" 투고요령에 맞게 제출된 원고만 심사의 대상이 된다. 따라서 편집위원장은 투고요령에 맞지 않는 원고에 대해서는 투고자에게 보완을 요청할 수 있다.

② 논문이 접수되면 편집위원장은 즉시 논문접수일자를 저자에게 서면으로 통지하며 이와 동시에 분야별 편집위원에게 2인의 심사위원 선정을 의뢰한다.

③ 편집위원이 자신의 논문을 투고할 경우 편집위원장이 임시편집위원을 선정하여 심사위원을 위촉하도록 한다.

④ 투고된 논문은 2인의 심사위원에 의해 비밀심사(심사위원에게는 논문저자의 이름을 비밀로 하고 논문저자에게는 심사위원의 이름을 비밀로 하는 심사방법)를 받는다. 심사의 결과가 제재가와 게재불가로 양분되는 경우 제3심사는 편집위원이 행한다. 단 논문의 내용상 제3자의 심사가 필요하다고 판단될 경우 편집위원장이 제3의 심사위원을 선정할 수 있다.

⑤ 편집위원장으로부터 논문심사를 의뢰받은 심사위원은 의뢰를 받은 날로부터 한달이내에 심사를 끝내고 그 결과를 편집위원회의 소정양식에 의거하여 서면으로 편집위원장에게 통지하여야 한다. 선정된 심사위원이 불가피한 사정으로 논문심사를 할 수 없을 때에는 즉시 편집위원장에게 통보하여야 한다.

⑥ 편집위원장은 제3심사까지를 포함한 1차심사가 완료된 후 집필자에게 그 결과를 통지하며 심사의 결과에 따라 논문의 수정을 요구할 수 있다.

⑦ 편집위원장으로부터 논문의 수정을 요청받은 집필자는 수정을 요청받은 날 다음에 오는 첫 방학 마지막 날까지 논문을 수정하여 편집위원회에 다시 제출하여야 한다. 집필자는 수정논문과 함께 수정요지를 제출하여야 한다. 집필자가 사유를 통보하지 않고 그때까지 수정된 논문을 제출하지 않을 경우 자신의 논문을 논문심사과정으로부터 철회한 것으로 간주한다.

⑧ 논문집필자가 수정하여 다시 제출한 논문은 1차 심사자가 다시 심사하도록 한다.

⑨ 편집위원회는 위의 과정을 통과한 논문만을 게재한다.

⑩ 특별기고로 초청받은 논문의 경우도 위와 같은 심사과정을 경유하여 필요한 수정을 필한 후 게재한다.

(7) 논문 게재결정의 기준은 다음과 같다.

1. 연구주제의 중요도(이론적 실무적 및 교육적 기여도)
2. 연구방법의 타당성
3. 내용의 창의성
4. 논문 내용의 효과적인 의사전달
5. 기타 편집기술상의 요건에 부합되는 정도

(8) 논문의 게재순서는 편집위원회가 논문을 접수한 날이 빠른 순서를 원칙으로 하고 편집위원장이 논문의 중요성과 독창성을 감안하여 이를 조정할 수 있다.

(9) 논문게재예정증명은 게재가 확정된 후에야 발행할 수 있다.

(10) "경영학연구"는 매년 4회(2월, 5월, 8월, 11월) 발간한다.

경영학연구 투고요령

1. 투고자는 원고 3부를 본 학회 편집위원회로 제출하여야 한다.
2. 원고의 접수일은 원고가 본 편집위원회에 도착한 날로 한다.
3. 원고는 국문 혹은 국한문 혼용으로 쓰여져야 한다.
4. 원고는 글로 작성하는 것을 원칙으로 하며 그 길이는 도표를 포함하여 21×28cm(A4용지)에 한줄 건너 타자하여 20매 내외로 한다. 게재가 확정되면 집필자는 최종본 2부와 논문을 담은 3.5" Diskette을 편집위원회에 제출하여야 한다.
5. 원고 제1면에는 국문으로 원고제목, 투고자의 성명 및 소속기관, 연락주소 및 전화번호 등을 명기하고 원고 매수를 표시한다.
6. 원고 제2면부터 본문에 들어 가기 앞서 국문 및 영문초록과 목차를 표시한다. 국문초록과 영문초록의 길이는 1매 이내로 한다.
7. 학술용어는 될 수 있는 한 국문으로 쓰되 번역이 곤란한 경우에 한해 영문으로 쓸 수 있으며 번역된 용어의 이해를 돕기 위하여 영문을 괄호안에 넣어 덧붙일 수 있다.
8. 모든 표 및 그림은 선명하게 그리며 해당번호(예 〈표 1-1〉, 〈그림 3-2〉)와 제목 또는 설명을 붙여야 한다.
9. 각주(Footnote)는 최소화하되 꼭 필요한 경우에만 작성한다.
10. 각주(Footnote)는 어구의 오른편 상단에 일련번호를 붙여 표시하고 그 내용은 각면 아래 부분에 작성한다.
11. 참고문헌은 본문의 마지막에 장을 달리하여 기재한다. 참고문헌의 기재순서는 국문문헌, 외국어문헌의 순서로 하며, 국문문헌의 경우 가나다순으로, 영문문헌은 알파벳순으로 기재한다.
12. 본문 중 문헌인용의 경우 이름과 발표년도를 표기한다. 또한 특정 부분을 인용한 경우에는 페이지도 함께 기재한다.

    (보기)

    (김수곤, 1978) (Trice & Beyer, 1991 : p.150)
13. 참고문헌의 표시방법은 아래와 같다. 정기간행물의 경우 저자명, 연도, 논문제목, 간행물이름(국내문헌의 경우 고딕체로, 외국문헌의 경우 이탤릭체로 표시), 권(Vol), 페이지 순으로 한다. 정기간행물이 아닌 경우는 저자이름, 연도, 도서이름(국내문헌의 경우 고딕체로, 외국문헌의 경우 이탤릭체로 표시), 출판회수(2판 이상), 권(2권 이상), 출판지, 출판사 이름의 순으로 기재한다.

    (보기)

    김수곤(1978), **임금과 노사관계**, 서울 : 한국개발연구원.

이필상(1994), "통화신용정책이 증권시장에 미치는 영향에 관한 연구", 경영학연구, 23, 189-215.

손태원(1992), "공정보상에 대한 인식과 태도", 황일청(편), 한국사회의 불평등과 형평, 서울 : 나남(209-250)

O'Reilly, C. A., Chatman, J., and Caldwell, D. F. (1991), "People and Organizational Culture : A Profile Comparison Approach to Assessing Person-Organization Fit", *Academy of Management Journal*, 34, 487-516.

Organ, D. W. (1988), *Organizational Citizenship Behavior : The "Good Soldier" Syndrome*. Lexington, MA : Lexington Books.

Rousseau, D. M., and Parks, J. M. (1993), "The contracts of Individuals and Organizations", in L. L. Cummings & B. M. Staw(Eds.), *Research in Organizational Behavior*, Vol 15, Greenwich, CT : JAI Press(1-43).

「經營學硏究」 投稿要領

「經營學硏究」에의 논문제출은 별도의 原稿마감일이 없습니다. 따라서 경영학분야에 관심을 가지고 계신분이라면 언제든지 논문을 제출하실 수 있습니다. 심사과정을 거쳐 게재확정된 논문은 게재결정이후 가장 가까운 시기에 발간되는 「경영학연구」에 게재됩니다.

논문을 제출하실 때는 총 3부를 등기우편으로 아래의 주소로 제출하여 주시기 바라며, 제출되는 논문의 해당분야(국제경영, 인사조직, 재무론, 마케팅, 생산관리, 경영정보, 회계학, 전략경영) 및 연락가능한 주소와 전화번호를 명시하여 주시기 바랍니다.

보내실 곳 : 136-701 서울특별시 성북구 안암동 5가 1번지 고려대학교 경영학과 김 인 수 교수연구실

※ 우편 이용시 반드시 등기로 보내주십시요.

編 輯 委 員

김 경 규(인하대학교)　　문 형 구(고려대학교)

김 대 식(한양대학교)　　이 창 우(서울대학교)

김 선 식(숙명여자대학교)　　조 태 훈(건국대학교)

김 인 수(고려대학교) 위원장　　추 휘 석(연세대학교)

김 효 석(중앙대학교)　　한 민 희(한국과학기술원)

(가나다 순)

經 營 學 硏 究　　**(通卷 38號)**

1994年　12月　20日　印刷

1994年　12月　25日　發行

발 행 인　황　　일　　청

편 집 인　김　　인　　수

발 행 처　한 국 경 영 학 회

서울특별시 성동구 행당동 17

한양대학교 경영대학

. 영신인쇄사 : 전화(275－8375, 272－2019)