

☒ 응용논문

국내기업에서의 JIT 운용기법 중요성 평가에 관한 연구
-Compatibility를 이용한 AHP를 중심으로-

A Study on the Evaluation of JIT Operational Techniques
in the Domestic Industries
-Using Compatibility in the AHP-

구 일섭*
Koo, Il Seob
임 익성*
Lim, Ik Sung
김 태성*
Kim, Tae Sung

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the relative importance of seven JIT operational techniques in Domestic industries. These techniques are used to improve manufacturing effectiveness and efficiency such as : Setup time reduction, Kanban, Multi-functional worker, U type layout, Andon(line stop), Atonomation, and Smoothing prduction. The new analytic hierarchy process(AHP) model is used in order to evaluate the relative importance of the the seven JIT operational techniques which are used to increase the manufacturing effectiveness and efficiency. To aggregate the multi-divisions priorities, in this paper, we suggest a way which decision maker can exclude outlier matrix from group by using the concept of the compatibility. in AHP.

1. 서론

국내외 시장에서의 다양한 소비자 욕구변화와 경쟁자의 추적이라는 최근의 경영환경은 기업으로 하여금 지금까지와는 전혀 새로운 경쟁력 강화방법을 요구하고 있다. 이러한 측면에서 세계적인 저성장기였던 1970년대에도 그 유효성을 입증받았던 JIT시스템을 국내기업이 활용하는 것은 침체기에 접어든 경영활동을 보다 효과적으로 수행하기 위하여 적극적으로 펼치고 있는 제반 노력의 일환이라고 판단된다.

본 연구의 목적은 한국제조업체에서 도입·활용하고 있는 JIT시스템의 활용실태를 파악하고, 이를 이용하여 JIT운용기법에 대한 중요성을 평가하고자 하는 것이다. JIT시스템에 대한 이론적 고찰을 실시하고, 이를 통하여 JIT시스템이 지니는 운영기법간 계층적 측면을 고찰하고, 각 기법간의 중요성 평가방법으로서 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 사용한다. 본 연구에서는 국내 152개 제조업을 대상으로 실시한 설문조사를 근거로, 국내기업의 JIT시스템 도입현황을 분석하고 JIT운용기법으로 대표되는 7가지 기법에 대한 상대적 중요성을 평가한다.

* 남서울대학교 산업공학과

본 논문은 1998년도 남서울대학교 학술연구비 지원을 받아 연구되었음.

이를 통하여 국내 기업들이 인식하고 있는 JIT 운용기법의 중요성을 평가할 수 있을 뿐만 아니라 업종별로 발생하는 운용기법의 중요성을 분석함으로써, 차후 국내에서 JIT시스템을 도입하려는 기업들에게 중요한 지침을 제공할 수 있을 것이라 판단된다. 또한 JIT 운용기법의 중요성을 평가하기 위하여 AHP방법을 사용할 수 있는 근거를 제시함과 동시에 기존의 다수 평가자 통합에서 발생하는 AHP의 한계를 극복하고자 Compatibility를 이용한 수정된 AHP방법을 이용한다.

2. JIT시스템의 계층적 구조

2.1 JIT시스템의 목표

도요타생산시스템이라고 불리는 JIT시스템은 필요한 때에(적시) 필요한 것을(적품) 필요한 만큼(적량) 생산한다는 개념을 도요타자동차에서 최초로 도입하여 발전시킨 시스템으로서, 특히 테일러의 과학적 관리와 포드에 의한 대량생산방식을 능가하는 가장 유연하고 효율적인 생산방식이며 다품종 소량생산시대를 가능케한 뛰어난 생산방식으로 평가된다. JIT시스템의 핵심적인 두 가지 목표는 무결점과 무재고를 향한 지속적인 개선과 낭비의 제거이다. 이를 통하여 JIT시스템은 전사적 품질관리와 전 근로자의 참여를 기반으로 단기적으로는 낮은 재고수준과 생산성향상에 의한 제조비용의 절감(원가절감) 목표를 지니며 장기적으로는 생산소요시간의 단축과 융통성의 제고, 품질향상 등에 의한 경쟁력의 강화를 목표로 한다. 결국 단기적인 제조비용의 절감은 생산시스템의 효율성(Efficiency)이라 할 수 있고, 장기적인 경쟁력 강화는 생산시스템의 유효성(Effectiveness)이라 할 수 있다.

2.2 JIT시스템의 하위목표

기업의 생산활동은 일반적으로 가격, 품질, 납기 등과 같은 기준에 의하여 평가를 받는다. 고객만족을 좌우하는 이 요소들은 바로 생산시스템의 효율성과 유효성을 평가하는 기준이 될 수 있으며 동시에 생산시스템이 달성하여야 할 목표라고 할 수 있다. 실제로 JIT시스템에서는 설비가동을 향상, 불량률 감소, 생산로스 감소라는 기준이 JIT시스템 활용도에 대한 기준으로 적용될 수 있으며, 전술한 세 요소는 각각 생산성, 품질, 원가라는 측면에서 접근될 수 있다.

한편 생산활동의 목표는 근로자의 적극적인 참여에 의하여 이루어질 수 있는 것으로서 안전한 작업확보와 쾌적한 환경의 조성을 통한 근로자 만족도의 제고와 함께, 고도의 생산성 실현으로 조직만족도 함께 실현될 때 그 의미가 있다. 즉 고객과 근로자 그리고 조직의 3위 일체 만족이 필요한 것이다. 따라서 본 연구에서는 생산시스템의 효율성과 유효성을 만족시키기 위한 하위목표로서 생산성(Productivity), 품질(Quality), 원가(Cost), 납기(Delivery), 안전(Safety)이라는 5가지를 상정한다.

2.3 JIT시스템의 운용기법

JIT시스템의 안정적인 기반구축이 이루어진 기업의 경우 단계적으로 보다 상위 수준에 놓인 여러 가지 운용기법 즉, 생산준비시간의 단축을 위한 SMED(Single Minute Exchange of Die), 간판방식, 다능공화, U자형 라인, 라인스톱제, 오토노메이션 그리고 평준화생산 등의 7가지 운용기법을 유효하게 활용하는 경향이 있다. 물론 업종이나 규모에 따라 각각의 JIT운용기법에 대한 중요성이 다르게 취급될 수 있겠으나 이들은 JIT시스템의 구성측면에서 절대적인 핵심을 이루는 요소라고 할 수 있다.

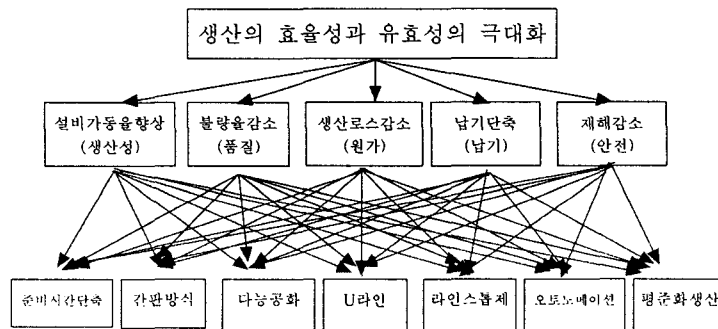
이와 같은 7가지 JIT운용기법의 특징을 활용목적 측면에서 정리하면 <표 1>과 같다.

2.4 JIT시스템의 계층적 체계

<표 1> JIT운용기법과 그 목적

JIT운용기법	운용기법의 목적
생산준비시간단축	생산리드타임 감소와 유연성 확보
간판방식	Just-In-Time 생산 및 공급의 실현
다능공화	작업자 수의 탄력적 조정 및 운용
U자형 라인	기계설비의 합리적인 배치 및 물류합리화
라인스톱제	문제의 즉각적인 노출 및 근본적 해결
오토노메이션	눈으로 보는 관리실현, 무결점제품 생산
평준화생산	수요변화에 대한 탄력적 적응

최상위 계층은 JIT시스템의 목표를 의미하는 수준으로서, 기업경쟁력 강화를 위한 '생산시스템의 효율성과 유효성 확보'를 상징할 수 있다. 또한 기업경쟁력 확보 여부의 구체적인 척도로 활용되는 실제적 요소는 생산성과 품질, 원가, 납기 그리고 근로자의 안전확보 등과 같은 일반적인 요소들을 생각할 수 있다. 이것은 JIT 시스템에서도 역시 최상위층에 위치한 JIT시스템의 목표를 떠받치고 있는 요소가 되고 있음에 분명하다. 이러한 목표의 실현을 위해 활용되는 JIT시스템의 구체적 운용기법은 앞서 살펴본 7가지 기법으로서 그 연계성을 고려한 계층도를 살펴보면 <그림 1>과 같다. JIT시스템의 구체적인 운용기법은 제조업체의 생산제품과 공정구성의 특성에 따라 각각 선별적으로 사용될 수 있는 실제적 방법들이다. JIT시스템은 이러한 3수준의 계층으로 구분되며 최하위수준에 위치한 각종 운용기법들이 다양하게 활용됨으로써 그 목표를 단계적으로 실현하여 가는 구조를 취하고 있다고 할 수 있다.



<그림 1> JIT시스템의 계층적 구조

3. Compatibility를 이용한 AHP

2절에서 제기된 것과 같이 의사결정자가 다루고자 하는 문제들이 다차원적으로 연결되어 있는 경우에는, 이를 해결하는 기법으로서 AHP방법을 많이 사용한다. 따라서 JIT운용기법에 대한 중요성을 평가하는 연구도 그 방법론으로서 AHP를 사용할 수 있으리라 판단된다. 또한 의사결정의 전문성을 더하기 위하여 평가 대상과 관련된 여러 평가자들이 참여하는 집단적 의사결정을 실시하는 경우에도 AHP는 좋은 도구로서 활용될 수 있으므로, 본 연구에서도 한 업종에서만만의 결과를 통하여 국내제조업에서의 전체 결론을 유도하기 보다는 5개 업종(화학·석유·고무, 비금속광물, 조립·금속·기계, 전기·전자, 기타)에 대한 집단적인 결과를 종합하여

국내 제조업에서의 JIT시스템의 운용기법을 평가하고자 한다.

기존의 AHP방법을 이용한 집단 의사결정의 평가방법은 평가자들의 전문성 정도가 크게 다를 경우에, 그 신뢰도가 떨어질 수 있다는 단점이 있다. 이와 같은 문제점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 기존의 AHP에서 사용되던 일관성지수(Consistency Index)이외에, 각각의 쌍대 비교행렬이 가지고 있는 최대고유치의 고유벡터에 대한 대응가능(Compatibility) 개념을 수치로 지표화함으로써, 다수 평가자들의 쌍대비교행렬을 결합하는 새로운 방법을 제시하고자 한다. 또 이 방법을 이용하여 JIT시스템의 운용기법 중요성을 평가하고자 한다.

3.1 다수평가자에 의한 AHP

평가자에 의하여 쌍대비교행렬을 구하고 이 때 행렬의 원소를 a_{ij} 라고 하면, 항목 i와 j를 쌍대비교한 원소 a_{ij} 는 평가자가 완전하게 일관성을 가지고 있는 경우, $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ 가 된다. 여기서 w_i 는 i번째 항목의 가중치이며, w_j 는 항목의 j번째 가중치이다. 위와 같이 평가자가 완전하게 일관성을 갖고 있는 경우(즉 일관성지수 C.I = 0)에는 <표 2>와 같은 쌍대비교행렬을 구할 수 있다. 이 때 w_1, w_2, \dots, w_n 은 각 항목에 대한 행렬의 가중치이다. <표 2>에서 알 수 있는 바와 같이 일관성이라는 개념은 행렬내의 각 항목의 값을 구하는 과정에서 평가자의 선호도가 어느 정도 논리적인가를 나타내는 수치로 하나의 쌍대비교행렬 내에서만 적용되는 개념이라고 할 수 있다.

<표 2> 완전한 일관성을 가진 이상적인 쌍대비교행렬

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix}$$

하지만 의사결정자가 대상으로 하는 문제가 단일 평가자의 경우가 아니라 다수 평가자의 경우, 하나의 행렬내에서만 적용될 수 있는 일관성지수를 이용하여 다수 평가자의 의견을 종합하면 여러 평가자가 다양한 의견을 제시하는 과정에서는 평가자의 영역에 따라 지나치게 편의한(Bias) 값을 얻을 수도 있다. 뿐만 아니라 이 값이 이상치로 작용하게 되므로 자료간의 편차를 크게 하고 전체 결과의 신뢰성을 저해하는 결과를 가져올 수 있게 된다.

이에 본 연구에서는 다수개의 쌍대비교행렬내에서 이상치의 여부를 판정할 수 있는 개념으로서 대응가능(Compatibility)개념을 도입하고자 한다. 이하에서는 AHP에서 쌍대비교행렬간의 편의 정도를 산출하는 기준으로서 Compatibility를 제시하고, 이를 통하여 다수평가자의 의견을 효율적으로 종합할 수 있는 접근법을 구상하고자 한다.

3.2 Compatibility를 이용한 수정된 AHP방법에서의 다수평가자 의견종합 방법

3.2.1 Compatibility의 개념

하나의 대상에 대하여 두 평가자가 각각 쌍대비교를 실시하여 그 가중벡터를 계산한 결과 $w = (w_1, \dots, w_n)$, $u = (u_1, \dots, u_n)$ 의 두 고유벡터를 얻었다고 가정하자. 이 벡터들은 하나의 판단 대상을 쌍대비교하여 얻은 고유벡터, 즉 가중치이므로 만일 여기서 이상적인 경우가 발생하여 두 평가자가 동일한 관점에서 동일한 분석을 실시하였다면 두 벡터 가중치는 정확하게 일치하게 된다. 그러나 다수 평가자에게는 평가자 각각의 편견, 동기적 견해, 분석 상황 등이 존재하

므로 분석 대상을 동일한 관점에서 비교·분석하지 못하고, 언제나 개인적인 편차를 갖는다고 할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 편차를 Perturbator Matrix라고 정의하고, ϵ_{ij} 로서 표현한다. 이와 같은 Perturbation Matrix에 의하여 각 평가자들의 분석 결과는 달라지게 되며, 이에 따라 쌍대비교행렬도 달라지게 된다. 결과적으로 가중치 고유벡터 $w=(w_1, \dots, w_n)$, $u=(u_1, \dots, u_n)$ 도 서로 차이를 갖게 된다. 두 평가자중에서 평가자 A의 가중치 고유벡터를 $w=(w_1, \dots, w_4)$ 라고 한다면, 일관성이 완전하게 보장된 경우에는 고유벡터의 기본성질에 의하여 다음의 행렬 A와 같은 쌍대비교행렬을 구성하게 된다. 이때 열벡터에서 4라는 값은 행렬 A가 완전한 일관성을 지닐 경우, 행렬 A의 최대고유치이며, 이는 행렬의 차원과 일치하게 된다. 동일한 방법에 의해 평가자 B의 고유벡터를 $u=(u_1, \dots, u_4)$ 라고 하면, 행렬 B와 같은 쌍대비교행렬을 구성하게 된다.

$$\text{Matrix A} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \frac{w_1}{w_3} & \frac{w_1}{w_4} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \frac{w_2}{w_3} & \frac{w_2}{w_4} \\ \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & \frac{w_3}{w_3} & \frac{w_3}{w_4} \\ \frac{w_4}{w_1} & \frac{w_4}{w_2} & \frac{w_4}{w_3} & \frac{w_4}{w_4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} = 4 \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} \quad \text{Matrix B} = \begin{bmatrix} \frac{u_1}{u_1} & \frac{u_1}{u_2} & \frac{u_1}{u_3} & \frac{u_1}{u_4} \\ \frac{u_2}{u_1} & \frac{u_2}{u_2} & \frac{u_2}{u_3} & \frac{u_2}{u_4} \\ \frac{u_3}{u_1} & \frac{u_3}{u_2} & \frac{u_3}{u_3} & \frac{u_3}{u_4} \\ \frac{u_4}{u_1} & \frac{u_4}{u_2} & \frac{u_4}{u_3} & \frac{u_4}{u_4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix} = 4 \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix}$$

여기서 평가자 A의 쌍대비교행렬 A를 기준행렬이라고 가정하면, 평가자 B의 쌍대비교행렬 B는 기준행렬 A와 차이를 가지고 있으며, 이 차이는 Perturbation Matrix ϵ_{ij} 로서 설명될 수 있다. 이는 식 (1)로 표현된다.

$$\frac{w_i}{w_j} = \frac{u_i}{u_j} \epsilon_{ij}, \quad \epsilon_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \frac{u_j}{u_i} \tag{1}$$

여기서 Perturbation Matrix ϵ_{ij} 는 기준행렬 A와 비교행렬 B의 전치(Transpose) 행렬에 대한 Hadamard Product로서 구할 수 있으며 이는 식 (2)와 같다. 위의 식 (1)이 만족하는 이유는 A, B 모두 역대칭행렬이기 때문이다.

$$A \cdot B^T = (\epsilon_{ij}) \tag{2}$$

합벡터 e 를 이용하여 위의 식을 행렬의 차원으로 확대하면 식 (3)이 되며, 이로서 두 행렬이 갖는 최대고유치에 대한 고유벡터값의 대응가능정도(Compatibility)를 확인할 수 있다.

$$e^T A \cdot B^T e = \sum_{i,j=1}^n \frac{w_i}{w_j} \frac{u_j}{u_i} = \sum_{i,j=1}^n \epsilon_{ij} \tag{3}$$

대응가능(Compatibility)은 행렬의 차원에 대하여 비례하므로, 절대 기준으로서 n^2 의 개념을 도입하여 대응가능지수(Compatibility Index 또는 Similarity Index : S.I.)를 정의한다. 이로서 행렬의 차원이 다른 경우에도 여러가지 대응가능 정도의 크기를 비교할 수 있으며, 절대기준 n^2 에 비교하여 대응가능의 정도를 가늠할 수 있다. 따라서 본 연구에서 사용할 대응가능지수 S.I.는 $\frac{1}{n^2} e^T A \cdot B^T e$ 로서 정의된다.

위의 식을 정리하면, AHP에서의 Compatibility란 두 행렬 A, B간의 $e^T A \cdot B^T e$ 이며, 만일 S.I.가 1이면 두 행렬의 가중치 벡터 w 와 u 는 완전히 대응가능하다고 할 수 있다.

4. 국내기업에서의 JIT운용기법 평가

4.1 설문 내용

본 연구에서는 우리나라 전체 기업을 모집단으로 하여 경영혁신 담당자, 품질관리, 생산관리 부서를 중심으로 직접 배부하거나 우편을 통하여 전달된 설문서를 통해 획득한 자료를 이용하고 있다. 본 연구를 위하여 배포한 설문서는 총 420매이며 회수된 설문서는 177매이나 응답내용의 지나친 부실로 인하여 25개의 설문을 제외한 152개사가 실제 분석에 활용되었다. 설문조사에 응답한 업종중 음식료업종(1개사)과 섬유·피혁·신발업종(3개사) 그리고 종이·인쇄업종(1개사) 및 제 1차 금속업종(5개사)의 경우 응답율이 매우 저조하여 기타제조업으로 종합하여 분석하였다. 분석에 이용된 표본기업의 업종별 분포는 <표 2>와 같다.

<표 2> 표본기업의 업종별 분포

화학·석유·고무	비금속광물	조립·금속·기계	전기·전자	기타	합계
29(19.1%)	15(9.9%)	74(48.7%)	21(13.8%)	13(8.5%)	152(100.0%)

설문을 이용하여 i) JIT목표를 기준으로 한 하위 목표의 중요성 평가, ii) JIT하위 목표를 기준으로 한 개별 JIT운용기법의 중요성 평가라는 두 계층의 쌍대비교행렬을 작성한다. 본 연구에서는 각 설문조사에 대한 내용을 기하평균함으로서 각 업종의 평균적인 쌍대비교행렬을 작성하였다.

4.2 설문결과 분석

<표 2>에서와 같이 분류된 5개 업종별 쌍대비교에 의한 가중치와 하위목표관점에서 구한 7가지 운용기법별 가중치 및 최종가중치는 각각 다음의 <표 3>~<표 12>와 같다.

<표 3> 전기·전자업종에서 하위목표의 가중치

하위목표	생산성	품질	원가	납기	안전
가중치	0.357	0.322	0.199	0.071	0.051

<표 4> 하위목표의 관점에서 구한 운용기법별 가중치와 최종가중치 (전기·전자업종)

	생산성	품질	원가	납기	안전	최종가중치
준비시간단축	0.072	0.083	0.121	0.108	0.107	0.090
간판방식	0.087	0.184	0.094	0.082	0.258	0.128
다능공화	0.125	0.102	0.217	0.179	0.101	0.138
U자형라인	0.282	0.137	0.051	0.210	0.088	0.174
라인스톱제	0.085	0.203	0.058	0.071	0.107	0.118
오토노베이션	0.245	0.124	0.248	0.273	0.239	0.208
평준화생산	0.103	0.167	0.211	0.077	0.101	0.143

<표 5> 조립·금속·기계업종에서 하위목표의 가중치

하위목표	생산성	품질	원가	납기	안전
가중치	0.216	0.275	0.298	0.151	0.059

<표 6> 하위목표의 관점에서 구한 운용기법별 가중치와 최종가중치 (조립·금속·기계업종)

	생산성	품질	원가	납기	안전	최종가중치
준비시간단축	0.072	0.062	0.114	0.125	0.110	0.092
간판방식	0.087	0.099	0.088	0.097	0.211	0.099
다능공화	0.125	0.089	0.212	0.212	0.115	0.153
U자형라인	0.282	0.300	0.107	0.107	0.115	0.198
라인스톱제	0.085	0.088	0.054	0.070	0.100	0.075
오토노베이션	0.245	0.276	0.238	0.263	0.247	0.254
평준화생산	0.103	0.088	0.186	0.125	0.104	0.127

<표 7> 석유·화학·고무업종에서 하위목표의 가중치

하위목표	생산성	품질	원가	납기	안전
가중치	0.342	0.340	0.203	0.080	0.035

<표 8> 하위목표의 관점에서 구한 운용기법별 가중치와 최종가중치 (석유·화학·고무업종)

	생산성	품질	원가	납기	안전	최종가중치
준비시간단축	0.066	0.083	0.099	0.077	0.107	0.081
간판방식	0.114	0.184	0.077	0.055	0.258	0.131
다능공화	0.144	0.102	0.196	0.138	0.101	0.138
U자형라인	0.114	0.137	0.107	0.042	0.088	0.114
라인스톱제	0.130	0.203	0.054	0.125	0.107	0.138
오토노메이션	0.130	0.124	0.237	0.231	0.239	0.162
평준화생산	0.301	0.167	0.231	0.332	0.101	0.237

<표 9> 비금속광물 업종에서 하위목표의 가중치

하위목표	생산성	품질	원가	납기	안전
가중치	0.371	0.391	0.137	0.050	0.050

<표 8> 하위목표의 관점에서 구한 운용기법별 가중치와 최종가중치 (비금속 광물업종)

	생산성	품질	원가	납기	안전	최종가중치
준비시간단축	0.085	0.083	0.121	0.138	0.107	0.093
간판방식	0.170	0.184	0.094	0.107	0.258	0.166
다능공화	0.140	0.102	0.217	0.224	0.101	0.138
U자형라인	0.154	0.137	0.051	0.059	0.088	0.125
라인스톱제	0.140	0.203	0.058	0.077	0.107	0.148
오토노메이션	0.140	0.124	0.248	0.282	0.239	0.161
평준화생산	0.170	0.167	0.211	0.113	0.101	0.168

<표 11> 기타제조업 업종에서 하위목표의 가중치

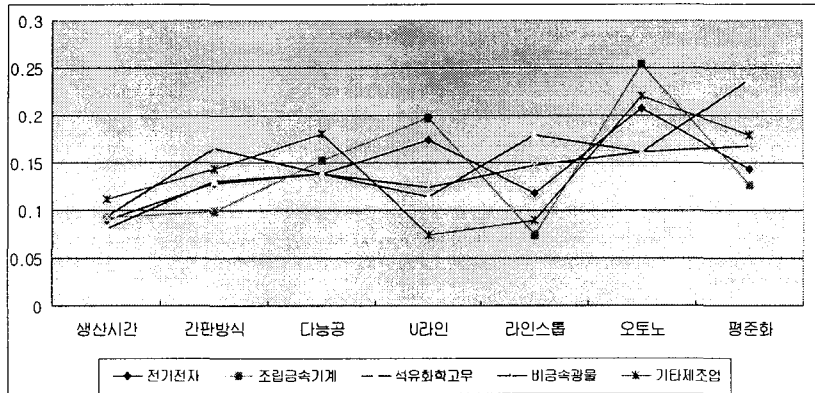
하위목표	생산성	품질	원가	납기	안전
가중치	0.120	0.137	0.498	0.120	0.125

<표 12> 하위목표의 관점에서 구한 운용기법별 가중치와 최종가중치 (기타제조업)

	생산성	품질	원가	납기	안전	최종가중치
준비시간단축	0.090	0.083	0.121	0.138	0.107	0.112
간판방식	0.220	0.184	0.094	0.107	0.258	0.144
다능공화	0.164	0.102	0.217	0.224	0.101	0.181
U라인	0.104	0.137	0.051	0.059	0.088	0.075
라인스톱제	0.085	0.203	0.058	0.077	0.107	0.090
오토노메이션	0.134	0.124	0.248	0.282	0.239	0.220
평준화생산	0.230	0.167	0.211	0.113	0.101	0.179

이상과 같은 5가지 업종에서의 7가지 JIT운용기법에 대한 중요도를 종합하면 다음의 <그림 2>와 같다.

기업의 특성별로 나누어 고찰해 보면, 업종별로 살펴본 JIT운용기법의 도입정도에 있어서는 조립·금속·기계 업종과 전기·전자 업종에서는 다른 업종에 비하여 오토노메이션과 U자형라인의 2가지 운용기법을 더욱 중요하다고 인정하고 있다. 특히 조립·금속·기계업종에서는



<그림 2> 업종별 7가지 JIT운용기법에 대한 중요도

오토노메이션이 0.254의 가중치를 가지며, 전기·전자업종에서 역시 0.208의 중요도를 가짐으로써 JIT의 7가지 운용기법중에서도 오토노메이션을 가장 중요시하고 있음을 알 수 있다. 또한 U자형 라인에 대해서도 각각 0.174와 0.198의 가중치를 부여함으로써 역시 중요한 운용기법으로 인식하고 있음을 알 수 있다. 이것은 조립·금속·기계 업종과 전기·전자 업종의 경우 다른 업종에 비해 비교적 용이하게 라인구성의 변화를 줄 수 있다는 특성을 지니고 있기 때문으로 판단되며, 특히 노동집약적으로 운영되는 경우 야기될 수 있는 작업자의 미숙련, 무관심 또는 실수 등에 의한 품질 및 안전문제 등이 기업경영에 치명적인 영향을 미칠 수 있다는 점을 감안하여 자율판단기능을 갖춘 기계설비의 도입, 운영이 절대적으로 필요하다는 인식을 하고 있는 것으로 판단할 수 있다. 그러나 평준화 생산은 그 중요도가 다른 업종에 비해 떨어지고 있는데, 시장수요에 입각한 다품종의 시의적절한 생산의 중요성 인지가 부족하거나 비록 중요성은 알고 있지만 대량생산에 따른 잇점에 매료되어 생산의 평준화로 나아가지 못하고 있는 것이 아닌가 판단된다.

이에 반하여 석유·화학·고무 업종이나 비금속광물 업종의 경우에는 평준화생산이 가장 높은 가중치를 얻었음을 알 수 있는데, 이것은 장차산업적인 특징을 반영한 것이라고 할 수 있다. 다종다양한 제품의 생산을 위한 접근방법론에 매우 큰 관심을 갖고 있는 이유는 치열한 시장경쟁체제하에서 많은 소비자의 자사제품 선택을 이끌어낼 수 있는 기본적인 요건이 다품종화라고 판단하기 때문인 것으로 풀이된다. 이를 위해서는 시장변화에 대한 신속한 대응력 확보를 위한 노력이 무엇보다도 절실히 요구되고 있는데 반해서 이들 업종은 모두 생산준비시간 단축의 중요성을 크게 인식하고 있지 못하고 있는 것으로 나타나 아쉬움을 주고 있다.

4.3 수정된 AHP방법에 의한 운용기법 평가

위에서 제시된 5가지 업종의 자료를 토대로 기하평균을 실시한 결과는 <표 12>, <표 13>과 같다. 이것은 단순 기하평균에 의한 방법으로서 지금까지 다수개의 의견을 종합하는 AHP의 방법이라고 할 수 있다. 하지만 이와 같은 방법은 업종별 특성에 따라 그 평가의 결과가 심하게 다른 경우에는, 그 신뢰성이 떨어질 수 있다는 단점이 있다. 이와 같은 문제점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 대용가능지수를 이용한 AHP를 사용하고 있다.

Saaty는 일관성이 가장 우수한 쌍대비교행렬을 기준행렬로 선정하여 이 쌍대비교행렬과 다른 쌍대비교행렬간의 S.I.를 비교하였지만, 이와 같은 방법은 일관성이 뛰어난 하나의 쌍대비교행렬에 지나치게 의존될 수 있으며, 이는 많은 다수의 평가자가 한 평가자를 기준으로 판단될 수 있는 위험성을 내포하고 있다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 5개 업종의 기하평균을 기준으로 대용가능지수를 산출하여 적용하였다. 5개 업종 전체의 기하평균을 구하면 <표 12>, <표 13>과 같다.

<표 12> 전체제조업에서 하위목표의 가중치

하위목표	생산성	품질	원가	납기	안전
가중치	0.281	0.200	0.262	0.095	0.063

<표 13> 하부목표의 관점에서 구한 7가지 운용기법의 가중치와 최종적인 가중치

	생산성	품질	원가	납기	안전	최종가중치
준비시간단축	0.081	0.082	0.116	0.120	0.177	0.096
간판방식	0.134	0.169	0.089	0.091	0.248	0.136
다능공화	0.146	0.103	0.213	0.202	0.103	0.153
U자형라인	0.180	0.166	0.069	0.084	0.093	0.132
라인스톱제	0.108	0.178	0.056	0.086	0.105	0.113
오토노메이션	0.181	0.151	0.245	0.278	0.241	0.202
평준화생산	0.171	0.152	0.211	0.139	0.101	0.168

전체 기하평균을 기준으로 하여 각 업종에 대한 각각의 대응가능지수를 산출한다. 그 결과는 <표 14>와 같다.

<표 14> 대응가능지수의 산출

- 전기·전자 업종의 Hadamard Product의 결과 ($e^T A \cdot B^T e = 26.717$ S.I.=1.069)

	생산성	품질	원가	납기	안전
생산성	1.000	0.871	0.596	0.617	0.601
품질	1.149	1.000	0.596	0.971	0.666
원가	1.679	1.679	1.000	1.108	0.804
납기	1.620	1.030	0.903	1.000	1.783
안전	1.663	1.579	1.224	0.561	1.000

- 조립·금속·기계 업종의 Hadamard Product의 결과 ($e^T A \cdot B^T e = 27.146$ S.I.=1.086)

	생산성	품질	원가	납기	안전
생산성	1.000	0.871	1.191	3.086	1.403
품질	1.149	1.000	1.191	1.457	0.933
원가	0.839	0.839	1.000	1.108	0.804
납기	0.324	0.686	0.903	1.000	0.594
안전	0.713	1.128	1.244	1.683	1.000

- 석유·화학·고무 업종의 Hadamard Product의 결과 ($e^T A \cdot B^T e = 27.388$ S.I.=1.096)

	생산성	품질	원가	납기	안전
생산성	1.000	0.871	0.596	0.772	0.468
품질	1.149	1.000	0.596	0.583	0.666
원가	1.679	1.679	1.000	1.108	0.574
납기	1.296	1.716	0.903	1.000	0.594
안전	2.138	1.579	1.741	1.688	1.000

- 비금속광물 업종의 Hadamard Product의 결과 ($e^T A \cdot B^T e = 29.178$ S.I.=1.167)

	생산성	품질	원가	납기	안전
생산성	1.000	0.871	0.397	0.441	0.601
품질	1.149	1.000	0.397	0.416	0.518
원가	2.518	2.518	1.000	1.108	1.340
납기	2.268	2.402	0.903	1.000	1.783
안전	1.663	1.579	0.749	0.561	1.000

• 기타제조업 업종의 Hadamard Product의 결과 ($e^T A \cdot B^T e = 41.039$ S.I.=1.642)

	생산성	품질	원가	납기	안전
생산성	1.000	1.741	5.957	1.543	4.210
품질	0.574	1.000	5.957	2.914	4.663
원가	0.168	0.168	1.000	0.665	2.010
납기	0.648	0.343	1.505	1.000	0.891
안전	0.238	0.226	0.497	1.122	1.000

이렇게 구한 S.I.는 1.1을 기준으로 행렬간의 편의 정도를 판단한다. 대응가능지수가 1이면 완전하게 대응가능하다는 의미이므로, 본 연구에서 제시한 1.1이라는 기준은 10%의 오차를 인정한다는 의미로 해석가능하다.

이와 같은 수치를 기준으로 살펴보면, 전기·전자, 석유·화학·고무, 조립·금속·기계의 3개업종의 S.I.가 1.1미만임을 알 수 있다. 이 3개 업종에 대한 기하평균을 구하면 다음의 <표 15>, <표 16>과 같다.

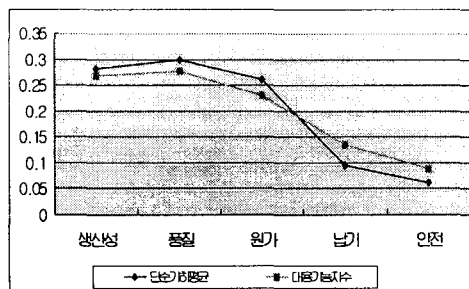
<표 15> 10%오차 미만의 업종에서 하위목표의 가중치

하위목표	생산성	품질	원가	납기	안전
가중치	0.269	0.276	0.230	0.136	0.089

<표 16> 10%오차 미만의 업종에서 7가지 운용기법의 가중치와 최종적인 가중치

	생산성	품질	원가	납기	안전	최종가중치
준비시간단축	0.074	0.080	0.112	0.108	0.108	0.092
간판방식	0.100	0.158	0.086	0.081	0.242	0.123
다능공화	0.138	0.102	0.210	0.185	0.105	0.148
U자형라인	0.220	0.187	0.084	0.105	0.096	0.153
라인스톱제	0.103	0.162	0.056	0.091	0.104	0.107
오토노메이션	0.209	0.170	0.243	0.272	0.242	0.218
평준화생산	0.156	0.142	0.210	0.029	0.102	0.160

본 연구에서는 전체 목표에 대한 하위목표의 가중치를 나타내는 쌍대행렬만을 대상으로 S.I.지수를 산출하고, 이로서 선정된 3개 업종의 7가지 JIT운용기법에 대한 가중치는 그대로 사용하였다. 단순한 기하평균을 한 결과와 대응가능지수를 사용하여 기하평균을 한 결과 비교는 <그림 3>과 같다. <표 13>과 <표 16>을 비교하면 오토노메이션이 두 경우에서 모두 가장 높은 가중치를 얻는다는 것을 알 수 있으며, 전반적으로 7가지 기법에 대한 중요성의 순위변화는 눈에 두드러지지 않는다. 그러나 최종적인 대안을 선정하는 과정에서 이와 같은 가중치의 차이는 분석자를 그릇된 의사결정으로 이끌 수 있다는 점을 고려한다면 수정된 AHP방법의 의의는 충분하다고 할 수 있다.



<그림 3> 단순기하평균과 수정된 기하평균간의 비교

5. 결론

본 연구는 국내제조업에서 여러해 전부터 도입 활용하고 있는 JIT시스템의 기반구축 정도와 운용기법의 도입실태를 확인하고 우리나라 제조업의 JIT운용기법에 대한 중요성 평가 정도를 살피고자 하였다. 본 논문에서 제시된 바와 같이 JIT시스템의 계층을 구성하고, 중요성을 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 국내 제조업의 경우 JIT시스템의 도입을 통해 실현하고자 하는 목표는 생산성 및 품질향상, 원가절감 등에 두고 있으며, 둘째, JIT운용기법에 대한 선호도가 각 업종마다 상이한 차이를 보였으며, 특히 조립생산을 하는 경우와 장치생산을 하는 경우의 차이가 두드러진다는 것이다. 그리고 셋째는 주관적 의사결정 기법인 AHP방법을 JIT계층에 도입함으로써, 대안선정의 중요도 파악이라는 기법으로 사용할 수 있음을 확인하였으며 아울러 다수 의견 통합시 발생될 수 있는 오류를 방지하기 위한 방법으로 수정된 AHP방법이 유용하게 적용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

차후에는 JIT시스템의 하위목적간의 연계성을 가짐으로 이를 단순 계층으로 구성하는 것이 아니라 네트워크 차원에서 JIT시스템의 구성 요소가 서로간의 공헌도를 가지는 유기적인 관계성에 대한 연구가 요망된다.

6. 참고문헌

- [1] 구 일섭, 한국제조업체의 JIT 시스템 도입에 관한 실증적 연구, 인하대학교 대학원, 1996
- [2] 김 태문, 저스트 인 타임의 실제, 한국공업표준협회, 1990.
- [3] 김 태성, 한국경영과학회 97추계 학술대회 논문집, 1997.
- [4] 신고 시게오, 도요다 생산방식의 IE적 고찰, 한국생산성본부, 1992.
- [5] 한국공업표준협회 역, 門山安弘 著, 도요타의 경영시스템, 1992.
- [6] 門山安弘, 新トヨタシステム, 講談社, 1991.
- [7] Cheng T. C. E., "Some Thoughts on the Practice of Just-in-Time Manufacturing," *Production Planning & Control*, Vol. 2, No.2, 1991.
- [8] Daniel. M. Norris, "A Study of JIT Implementation Technique Using The Analytic Hierarchy Process Model," *Production and Inventory Management Journal*, the 1st Quarter, 1992.
- [9] Gottesman Ken, "JIT manufacturing is more than inventory programs and delivery schedules," *Industrial Engineering*, May, 1991.
- [10] Thomas L. Saaty, *The Analytic Network Process*, RWS Publications, 1996.
- [11] Thomas L. Saaty, "How to make a Decision : The Analytic Hierarchy Process", *Interfaces*, 24/6, 1994, pp.19-43.