



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시, 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리, 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지, 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

經營學博士 學位論文

**AHP에 의한 생산성과 향상기법의
중요도 평가에 관한 연구**

- 조선기업의 사례를 중심으로 -



2008년 2월

釜慶大學校 大學院

經營學科

金泰秀

經營學博士 學位論文

AHP에 의한 생산성과 향상기법의
중요도 평가에 관한 연구
- 조선기업의 사례를 중심으로 -

指導教授: 李 康雨

이 論文을 經營學博士 學位論文으로 提出함



2008년 2월

釜慶大學校 大學院

經營學科

金 泰 秀

김태수의 경영학박사 학위논문을 인준함

2008년 2월 26일



주 심 경영학 박사 어윤양 인

위 원 공학박사 성덕현 인

위 원 경영학박사 김기석 인

위 원 경영학박사 이창효 인

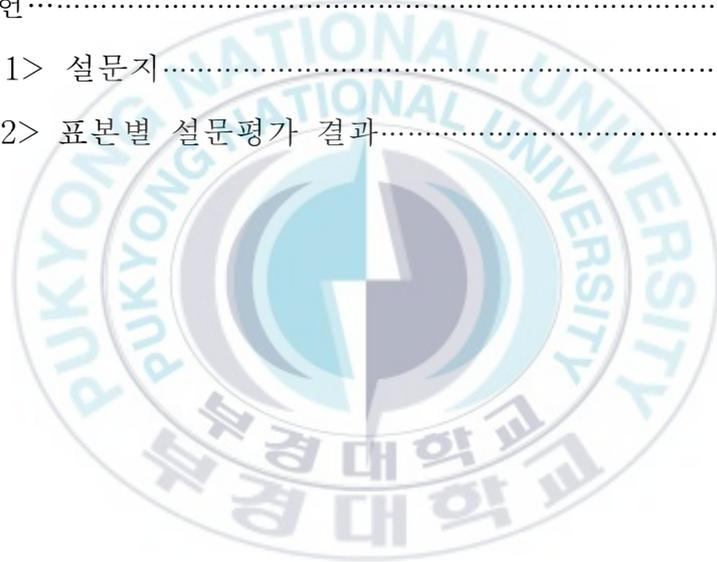
위 원 공학박사 이강우 인

목 차

I. 서론.....	1
1. 연구배경 및 연구목적.....	1
2. 연구대상 및 연구방법.....	4
3. AHP분석방법의 선정배경.....	5
4. 연구의 구성.....	8
II. 문헌연구.....	9
1. 생산성과 평가시스템.....	9
가. 생산전략의 경쟁수단과 성과평가시스템.....	9
나. 성과평가시스템의 정의와 목표.....	10
다. 전통적 성과평가의 한계.....	11
라. 생산성과의 주요평가요소.....	12
마. 생산성과의 하위평가요소.....	14
2. IMP.....	16
가. TQM.....	16
나. JIT.....	18
다. TPM.....	21
라. TQM, JIT, TPM간의 관계.....	24
3. AMT.....	27
가. AMT의 개념과 분류.....	27
나. AMT의 특징.....	29
다. AMT의 적용효과와 성공요인.....	30

라. AMT도입의 타당성평가.....	31
Ⅲ. AHP의 이론.....	34
1. AHP의 개요.....	34
가. AHP의 원리.....	34
나. 쌍대비교행렬의 가중치벡터추정.....	35
다. 쌍대비교행렬의 일관성검정.....	42
라. 대안의 종합적 우선순위평가.....	46
마. 그룹의사결정	49
바. AHP의 적용절차.....	51
2. AHP의 장점과 단점.....	53
가. AHP의 장점	53
나. AHP의 단점	54
Ⅳ. AHP에 의한 실증분석.....	55
1. 조사 개요.....	55
2. 조선기업의 생산운영시스템의 특징.....	56
3. 생산성과 향상기법의 평가모형 개발.....	59
가. 생산성과 평가요인과 생산성과 향상기법의 선정.....	59
나. 생산성과 향상기법의 평가모형 개발.....	61
다. 평가요소와 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬.....	62
4. 생산성과 향상기법의 평가결과 분석.....	67
가. 평가요소와 생산성과 향상기법의 가중치분석.....	67
(1) 평가요소의 가중치분석.....	67
(2) 주요평가요소별 생산성과 향상기법의 가중치분석.....	68
(3) 평가요소의 근속기간별 가중치평균의 차이 분석.....	72

(4) 평가요소의 근무부서별 가중치평균의 차이 분석.....	73
(5) 평가요소의 연령별 가중치평균의 차이 분석.....	75
(6) 분석결과의 종합.....	77
나. 민감도분석.....	79
V. 결론.....	82
1. 연구결과의 요약	82
2. 연구의 한계점 및 미래의 연구방향.....	85
참고문헌.....	87
<부록 1> 설문지.....	96
<부록 2> 표본별 설문평가 결과.....	109



- 표 목차 -

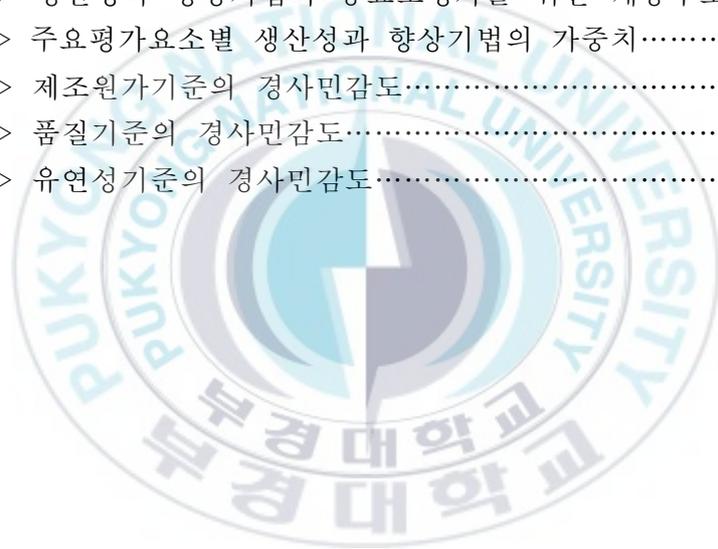
<표 2.1> 성과평가요소의 빈도요약.....	14
<표 2.2> 주요성과평가요소의 하위평가요소	15
<표 2.3> TQM실행의 주요요인과 하위요인.....	17
<표 2.4> JIT적용 성과에 관한 연구.....	20
<표 2.5> TPM 발전의 5국면.....	23
<표 2.6> AMT의 분류	28
<표 2.7> 전통적 제조기술과 AMT의 특성 비교	29
<표 3.1> 쌍대비교행렬의 차원 n 의 변화에 따른 확률지수.....	44
<표 4.1> 조사대상별 설문배포 및 응답 현황	56
<표 4.2> 성과평가요소의 선정.....	60
<표 4.3> 주요평가요소에 대한 쌍대비교행렬	62
<표 4.4> 주요평가요소에 대한 쌍대비교행렬의 가중치벡터.....	62
<표 4.5> 제조원가에 대한 하위평가요소의 쌍대비교행렬.....	64
<표 4.6> 품질에 대한 하위평가요소의 쌍대비교행렬.....	64
<표 4.7> 유연성에 대한 하위평가요소의 쌍대비교행렬.....	64
<표 4.8> 제조직접비에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬.....	64
<표 4.9> 제조간접비에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬.....	65
<표 4.10> 품질불량률에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬.....	65
<표 4.11> 품질성능에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬.....	65
<표 4.12> 품질균일성에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬.....	65
<표 4.13> 품질신뢰성에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬.....	66
<표 4.14> 생산수량의 유연성에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬	66
<표 4.15> 제품종류의 유연성에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬	66
<표 4.16> 납기의 유연성에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬	66
<표 4.17> 평가요소와 생산성과 향상기법의 가중치	67
<표 4.18> 주요평가요소에 대한 생산성과 향상기법의 합성가중치.....	68

<표 4.19> 하위평가요소에 대한 생산성과 향상기법의 가중치	70
<표 4.20> 생산성과 향상기법별 하위평가요소에 대한 가중치	71
<표 4.21> 평가요소의 근속기간별 가중치평균의 차이.....	72
<표 4.22> 평가요소의 근속기간별 가중치평균의 차이에 대한 검정.....	73
<표 4.23> 평가요소의 근무부서별 가중치평균의 차이.....	74
<표 4.24> 평가요소의 근무부서별 가중치평균의 차이에 대한 검정.....	75
<표 4.25> 평가요소의 연령별 가중치평균의 차이.....	76
<표 4.26> 평가요소의 연령별 가중치평균의 차이에 대한 검정.....	77



-그림 목차-

<그림 1.1> 연구의 구성.....	8
<그림 2.1> JIT, TQM, TPM, EI의 상호의존 관계도.....	24
<그림 2.2> IMP운영 우수성의 단계.....	26
<그림 2.3> AMT의 연계.....	32
<그림 2.4> AMT평가방법의 종류.....	33
<그림 3.1> AHP의 적용절차.....	52
<그림 4.1> 조선기업의 생산운영시스템 구조.....	58
<그림 4.2> 생산성과 향상기법의 중요도평가를 위한 계층구조도.....	61
<그림 4.3> 주요평가요소별 생산성과 향상기법의 가중치.....	79
<그림 4.4> 제조원가기준의 경사민감도.....	80
<그림 4.5> 품질기준의 경사민감도.....	81
<그림 4.6> 유연성기준의 경사민감도.....	81



**A Study on the Evaluation of Priority of Manufacturing Performance
Improvement Techniques Using AHP
- focused on the case of shipbuilding enterprise -**

Tae Soo Kim

**Department of Business Administration, The Graduate School,
Pukyong National University**

Abstract

In order to cope with the pressure of international competition, many manufacturing companies have implemented new philosophies and new technologies. Many companies have responded to these competitive demands by implementing advanced manufacturing technologies(AMT), innovative managerial practices(IMP), and emphasizing quality, delivery, innovation and flexibility to meet customer needs in their corporate objectives.

For several decades, performance measurement(PM) systems in use in manufacturing enterprises have remained unchanged in spite of significant transformations witnessed in management accounting approaches and production processes. The so-called traditional evaluation systems are currently outdated, no longer adequate and compatible to evaluate the new operating methods. As a result, many consultants, academics, and professionals have suggested that the new performance measurement approaches should support the day-to-day operations and provide managers, supervisors, and operators with information that is both timely and relevant.

Innovative managerial practices(IMP) such as TQM, JIT, and TPM have often been referred to as components of "World Class Manufacturing".

While there are many success stories and much research on TQM, JIT, and

TPM, there are also documented cases of failure in the implementation of these programs. There has been insufficient research on the relationships between these programs and their combined impact on manufacturing performance. In this study, we identified the interrelationship between the three programs.

The rapid developments in manufacturing technologies such as CAD/CAM, MRP II, FMS, Robotics, and others, known collectively as advanced manufacturing technology (AMT), have changed the concept of competition and manufacturing role in it. Today, manufacturing technology has acquired a strategic significance that is unparalleled in the industrial history so far. The advantages of new manufacturing technologies have been widely proclaimed as part of the factory in the future. These advantages include large flexibility and control of the manufacturing processes.

The objective of this research was to evaluate the priority from AMT and IMP for improving manufacturing performance in shipbuilding enterprises. The research consists of several principal steps. The first step was to design critical criteria in evaluating manufacturing performance in shipbuilding enterprises. The second step was to develop sub-criteria of the critical criteria. The third step was to develop a four level AHP (Analytic Hierarchy Process) structure using the critical criteria, sub-criteria and techniques from AMT and IMP. The fourth step was to develop the pair-wise comparison matrix by each level of AHP structure, which was based on survey data collected at the H shipbuilding enterprise. And the last step was to evaluate the priority from AMT and IMP by using AHP analysis.

For detail research this study classified three categories ; served year on their job, one's place of duty, age.

The results of AHP analysis did not show clear difference in the priority between 5 techniques of AMT and IMP in terms of manufacturing performance of the shipbuilding enterprise. Thus, each critical criterion was assigned modified weights and examined the

priority change of techniques by conducting performance sensitivity analysis.

Findings of this study can be summarized as follows;

First, the result of this study presented bases for production managers of H shipbuilding enterprise to select AMT and IMP techniques in case of production strategy. The result of this study can also present guideline to improve manufacturing performance for the same kind of small and medium shipbuilding enterprises. We identified MRP2/ERP have the operational excellence in priority of manufacturing cost and flexibility ; CAD/CAM have the operational excellence in priority of quality and CAD/CAM is the most important manufacturing performance improvement technique in shipbuilding enterprise.

Second, this study presented basic guidelines to minimize the trial and errors of implementation process and to improve the implementation performance for the shipbuilding enterprise considering or adopting AMT and IMP. Namely, to achieve the manufacturing performance effectively, we need to adopt the IMP based on AMT.

Third, in our empirical study, we identified CAD/CAM and MRP2/ERP have the operational excellence among AMT. TQM and TPM have the operational excellence among IMP.

Forth, in adopting IMP, field managers of 50 years over prefer TPM, while 50 years under TQM. Such evaluation corresponds with benchmarking research report(2005) about operations of IMP, St. Gallen Univ. We identified TPM, TQM, JIT is the best implementing sequence to achieve the manufacturing performance effectively based on preceding researches and our empirical study.

There are several limitations in this study, like most empirical study. The following recommendations were some limitations.

First, as in all survey research, a necessary assumption in data collection was that respondent had sufficient knowledge to answer the items and they answer the questions conscientiously and truthfully. In this study there were some biases of questions, because they take a serious view of their job.

Second, this study selected manufacturing cost, quality, flexibility as evaluation criteria of manufacturing performance improving technique. But in case other financial or non-financial evaluation criteria are selected, a little different results may be found out.

Third, according to this study the competitive strategies of most Korean shipbuilding enterprises were quality, manufacturing cost. We have expected the results but flexibility, one of more important future competitive strategy will be main tasks of the shipbuilding enterprises: how they realize and cope with the importance of it.

The following recommendations are provided for future research:

First, this study has attempted applying the AHP model in world-class shipbuilding enterprise. More researches are needed on the applicability of the proposed AHP model in many manufacturing companies. So we can contribute improving global competitiveness by changing manufacturing performance measurement criteria and alternatives for automobile and electronic industries in our country.

Second, using other multi-criteria decision making methods available, more comparative studies are needed to clarify the numerous methods that might support the development of performance measures and selection of IMP and AMT.

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

제조기업이 오늘날과 같이 고유가, 원화가치 절상, FTA 등의 불확실한 경제 환경 아래에서 생존하기 위해서는 기업이 목표를 설정하고 그 목표에 따른 전략, 실행계획 및 성과평가가 일관되게 수행되어야 하고 이들이 서로 조화를 이루어야함에도 불구하고 현실적으로 그렇지 못한 경우가 많다.

많은 기업들은 이러한 급변하는 환경에 적절하게 대응하지 못함으로써 경쟁력이 약화 또는 상실되는 경우도 있고, 일부 기업들은 적절한 대응을 하거나 환경변화에 앞서가며 경쟁력을 강화하거나 새로운 경쟁력을 창출하기도 한다. 기업들은 경쟁력을 강화하기 위하여 핵심적인 성공요인을 파악하고 이 요인들에 관한 성과향상 방안들을 적극적으로 강구하기 시작하였다. 이러한 노력의 결과 기업들은 공통적으로 인식하고 있는 경쟁력의 요소인 핵심적 성공요인들을 찾아내고 이들을 관리하기 위한 평가의 도구들을 개발하기 시작하였다. 또한 기업의 이해관계자인 경영자, 투자자, 정부, 소비자들은 각자의 관심분야에서 기업들의 경쟁력을 평가하기 위한 여러 가지 수단을 강구하기 위하여 부단한 노력을 하고 있다.

기업이 지속적으로 성장하고 발전해 나가기 위해서는 시장에서의 경쟁우위 확보가 기업경영의 필수적인 과제로 대두되고 있다. 기업의 경쟁우위는 근본적으로 한 기업이 경쟁관계에 있는 다른 경쟁기업에 비하여 상대적 우위를 차지할 경우에 발생한다. 경쟁우위의 확보는 기업이 가지고 있는 상대적 우위의 원천을 파악하고 효율적으로 관리할 수 있는데서 출발한다고 볼 수 있다. 그러나

상대적 우위는 정태적인 것이 아니라 동태적인 성격을 가지고 있다. 따라서 경쟁우위의 원천을 정확하게 파악한다는 것은 매우 어려운 일이다. 이제는 생산현장의 효율성 제고라는 개념에서 생산능력의 전략적 수단화를 기반으로 경쟁우위를 확보해야하는 전략적 생산운영관리 시대에 도달하였다고 본다.

Hayes와 Pisano(1994)는 생산시스템에 변화프로그램을 도입하여 추진한 많은 기업들이 경험하고 있는 실망스러운 결과는 변화프로그램 자체의 허점이라기보다는 체계적인 생산전략의 전제 없이 변화프로그램을 기계적으로 시행한 결과라고 지적하고 있다.

실제로 우리나라 제조현장에서의 생산전략 수립은 주로 체계적 의사결정 과정을 거치는 것보다는 상황논리 또는 시대적 유행에 의하거나 선진 업체의 프로그램을 벤치마킹하여 이루어져 왔다는 사실도 간과할 수 없다. 또한 생산혁신 프로그램 선택 시에는 전략적 목표의 달성정도를 평가하고 통제할 수 있는 성과평가체계가 적절히 조정되어야 하며, 경쟁환경의 변화에 따라 과거의 중요한 성과평가지표가 근본적으로 재검토 되어야 하는 상황에서 설비가동률이나 기계고장률 등과 같은 지표만으로 생산활동의 개선을 위한 프로그램을 설계하는 경우 기업의 궁극적인 경쟁능력의 향상에 기여하지 못하게 된다. 이러한 사실을 경험적으로 보면 생산혁신 프로그램의 선정이 생산전략 결정모형에 따른 순차적인 분석결과라기보다는 외국의 선진기업에 대한 벤치마킹을 통한 도입에 더 큰 비중을 두어 진행됨으로써 많은 시행착오를 겪어온 결과이다.

오늘날과 같이 치열한 국제경쟁에서 많은 제조기업들은 경쟁력 향상의 일환으로 초미세가공기술(microelectronics) 또는 정보기술을 생산과정에 접목시킨 CAD/CAM, FMS, MRPII 등의 AMT(advanced manufacturing technology)와 정보기술 이외의 생산시스템혁신을 위한 생산관리기법인 JIT, TQM, TPM 등의 IMP(innovative managerial practice)를 도입하고 있다. 이는 제조기업의 실무종사자들이 AMT와 IMP를 기업의 경쟁력을 향상시키는 중요한 기법으로

인식하고 있기 때문이라 생각된다(Banker et al., 1993). 그러나 이들 생산시스템의 변화프로그램인 AMT와 IMP기법들이 생산성과에 미치는 영향에 대한 연구는 미진하다.

따라서 본 연구는 기업운영에 있어서 생산전략의 중요성을 이해하고 생산성과의 평가요소는 어떤 것이 있으며 이 요소들의 특성을 인지하고 실증적 연구를 통하여 시장경쟁의 전략적 차원에서 생산시스템의 성과향상프로그램인 AMT와 IMP기법들이 생산성과에 미치는 중요도를 평가하기 위하여 연구목적은 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 기초연구로서 생산전략의 경쟁수단과 성과평가시스템의 이론적 배경을 통하여 생산성과 평가의 중요성을 인식하고 생산성과평가의 요소들을 조사하고 생산성과평가의 모형을 제시하였다.

둘째, 생산시스템의 성과향상프로그램인 AMT와 IMP가 생산성과 평가요소들에 대하여 어느 정도의 중요도를 지니고 있는지를 실증연구를 통하여 분석하였다.

셋째, 이와 같은 분석을 토대로 급격한 환경변화와 격심한 경쟁에서 지속적인 생산성과향상에 기여할 수 있는 합리적인 대안의 선택방향을 제시하였다. 특히, 조선 산업은 다양한 분야의 엔지니어링기술이 복합적으로 적용되는 산업으로 컴퓨터기술의 이용도가 타 산업분야에 비해 높으며, CAD/CAM을 중심으로 한 선박의 설계 및 생산시스템의 핵심 기술개발이 국제경쟁력 제고에 매우 필요한 기술이다(정은혜, 2005). 따라서 본 논문에서는 조선기업의 생산시스템의 핵심기술이라 할 수 있는 CAD/CAM, MRP2/ERP의 중요성도 확인해 보았다.

2. 연구대상 및 연구 방법

“제조”라는 용어는 1662년에 최초로 사용하였으며, Manufactum(라틴어; 손으로 만들다)에서 유래된 말이다. 제조란 1983년 ICPR(international conference on production research)이 “제조공업의 제품설계, 재료선택, 계획, 제조생산, 품질보증, 관리와 마케팅을 포함한 일련의 상호 관련된 활동과 작업들이다.”라고 정의 하고 있다.

제조는 1991년 미국워싱턴 DC의 국가공학/과학아카데미에 의해 미국의 경제성장과 국가안보를 위해 필요로 하는 중요한 주제 3개중의 하나로 선정되었으며, 다른 2개는 ‘과학’과 ‘기술’이다(Hitomi,1996).

Skinner(1969)는 “제조는 기업의 봉사하는 것, 즉 생존과 이윤 그리고 성장을 위한 요구들에 대처하는 것이다. 제조는 시장에서의 기회에 대한 자원(resources)과 기업의 강점(strengths)과 관련된 전략적 개념이다. 각 전략은 독특한 제조과업을 만들어 내며, 과업에 적합한 제조경영층의 능력이 그 성공의 주요척도이다”라고 말하였다.

제조는 수천 년의 역사를 가지고 있으며 2가지 중요한 특색을 포함하고 있다. 이들 특색은 인간존재의 기본수단을 제공하고 국가의 부를 창조한다는 것이다(Hitomi, 1994).

제조시스템은 완제품을 만들기 위해 선택된 원재료와 반제품들을 변환시키고 과업과 공정들을 적절히 배분하는 것으로 볼 수 있다. 제조모형은 주어진 기준과 제약하에서 최선의 단일 또는 복수의 의사결정사항 또는 행동의 방향을 선택해 주는 최적화모형과 주어진 의사결정내용들과 시스템 변수에 대한 시스템 성과들을 평가 추정하는 성과모형으로 분류될 수 있다(Altiok, 1997). 한편, 제조모형을 생산운영의 성질에 따라 다음과 같이 두 가지 형태로 구분하는 경우도 있다. 첫 번째 형태는 자동차, 컴퓨터, 기계제품과 같이 개별분리 품목으로 생산되는 제조산업이며, 두 번째 형태는 화학과 플라스틱, 석유화학제품, 식품공정, 제철 그리고 시멘트로 대표되는 장치산업이다(Groover, 2001).

본 연구는 몇 가지 제조시스템 엔지니어링의 측면을 이용한 우리나라의

조선기업인 H조선기업을 연구대상으로 하여 논술했다.

본 연구는 조선기업에서의 AMT와 IMP기법 중요도를 평가하기 위하여 AHP분석법을 이용하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같이 5단계로 구성하였다.

- 단계 1 : 본 논문과 관련된 다음과 같은 문헌을 검토하였다.
 - (1) 생산성과 평가시스템
 - (2) IMP(innovative managerial practices)
 - (3) AMT(advanced manufacturing technology)
- 단계 2 : 생산성과와 관련된 주요평가요소와 하위평가요소를 선정하고 AMT와 IMP기법 중 조선기업에서 가장 선호되고 있는 기법의 중요도를 평가하였다.
- 단계 3 : 분석기법으로 AHP를 선정하였다.
- 단계 4 : AHP계층구조도를 작성하고 AHP에 의한 실증분석을 수행하였다.
- 단계 5 : 연구결과의 요약과 연구의 한계점과 미래의 연구방향을 제시하였다.

3. AHP분석방법의 선정배경

본 논문의 목적은 조선기업에 있어서 생산성과 향상기법의 상대적 중요도를 평가하는 것이다. 본 논문에서는 생산성과 향상기법의 상대적 중요도를 다양한 평가기준을 적용하여 평가하였다. 연구대상인 H조선기업의 주요평가기준으로 제조원가, 품질, 유연성으로 구분하고 이 기준들의 하위평가기준들을 설정하였다. 즉, 본 논문은 H조선기업에 있어서의 생산성과 향상기법의 중요도를 평가하기 위하여 다기준분석을 적용하였다.

다기준분석이란 다수의 속성이나 다수의 목적함수가 관여되는 의사결정을 최적화하는 기법인데 1970년대 초반부터 학문적 영역에 적극적으로 다루어

지기 시작하였다. 이는 크게 다목적 의사결정법 (MODM : multiple objective decision making)과 다속성 의사결정법 (MADM : multiple attribute decision making)으로 분류할 수 있다(이창효, 1999). MODM은 제약조건에 의해 함축적으로 정의된 무한개의 대안 집합에서 고려중인 목적을 가장 잘 만족하는 최적의 대안을 탐색하는 방법이며, MADM은 유한개의 대안 집합에서 하나의 대안이나 몇 개의 대안을 선정하는 것을 말한다. 즉, MADM은 이미 결정된 유한의 몇 개 대안들에 대해 우선순위를 결정하는 방법으로서 생산성과 향상기법의 중요도평가는 MADM문제이다. MADM기법으로는 평점모형(scoring method), 목표달성평가법(GAM : goal achievement method), 다속성효용함수법(MAUT : multi - Attribute utility theory), outranking method, AHP(analytic hierarchy process) 등이 있다.

본 논문은 생산성과 향상기법의 중요도평가를 위하여 조선기업의 생산운영 시스템을 대상으로 한 다양한 평가기준(평가요소)을 설정해야 한다. 본 논문에서는 생산성과 향상기법의 중요도를 평가하기 위하여 다수의 주요평가 기준과 하위평가기준 그리고 생산성과 향상기법으로 체계화할 경우 그 구조가 매우 복잡하다. 이러한 복잡한 구조를 분석하기 위해서는 계층구조화를 통한 조직적 접근이 필수적이며 또한 다수의 설문 항목에 응답하는 과정에서 인간의 인지능력을 고려해야 하고, 응답의 일관성을 검증할 수 있어야 한다.

이러한 방법론의 선정기준을 감안하여 다른 다기준분석 방법들과 본 논문에서 채택한 AHP를 비교 평가하면 다음과 같다(한국개발연구원, 2000).

① 계층구조 :

여러 개의 평가기준들이 있을 때 이 기준들을 병렬적으로 동시에 적용하여 분석하는 것은 인간의 인지능력을 무시한 방법이다. 인간은 여

러 개의 기준들을 상위 기준과 하위기준의 체계적인 계층으로 구분할 때 의사결정의 효율을 높일 수가 있다. 그러나 AHP를 제외한 다른 방법들은 평가기준들을 병렬적으로 나열하고 있다. 반면에 AHP는 의사결정의 구조를 설정하는 단계에서부터 여러 개의 계층을 축조하고 각각의 계층을 구성하는 하위평가요소들을 설정하므로 체계적 분석이 가능하다.

② 간결성 :

다기준분석과정에서 지나치게 많은 설문이나 요구되거나 복잡한 수학적 연산과정이 요구되면 시일이 너무 오래 소요되고 특히 응답자의 인지능력을 넘게 될 우려가 있다. AHP는 쌍대비교를 수행하므로 설문의 개수가 늘어나도 인간의 인지능력 안에서 응답을 할 수가 있고 응답결과와 수학적 처리가 간단하다.

③ 객관성 :

다기준분석은 의사결정과정이 객관적이어야 하고 연구진들이 방법론을 쉽게 이해할 수 있어야 한다. 그러나 AHP 이외의 방법들은 평가기준에 대한 가중치를 설정하고 평가집단의 의견을 종합하는 과정에 대한 이론적인 기초가 빈약하다. 반면에 AHP는 정량적 자료와 정성적 자료들을 비율척도로 수집이 가능하고 분석결과와 객관성을 검증할 수가 있다.

이러한 고찰의 결과로 본 논문에서는 다기준분석방법으로 AHP를 선정하였다. AHP는 다기준 의사결정문제에 적용이 쉽고 의사결정과정을 계층구조로 쉽게 표현가능하고 이론적 근거가 확실하며, 검증이 가능하고 의사결정지원시스템으로 널리 사용되고 있다.

4. 연구의 구성

본 논문은 5장으로 구성되어 있다. 1장은 연구목적 및 대상, 방법을 기술하였고, 2장은 생산성과평가시스템과 IMP와 AMT를 중심으로 한 생산성과 향상기법들의 종합적인 문헌 검토를 하였다. 3장에서는 AHP의 이론적 배경에 대하여 고찰을 하였고 4장에서는 대안의 평가모형을 개발한 후 H조선기업의 종업원을 대상으로 실증분석을 수행하였으며 마지막으로 결론(연구결과 요약 및 미래의 연구방향)을 5장에서 서술하였다.



<그림 1.1> 연구의 구성

II. 문헌 연구

1. 생산성과 평가시스템

가. 생산전략의 경쟁수단과 성과평가시스템

Krajewski와 Ritzman(1996)은 생산전략(operation strategy)이란 생산부문이 기업전략의 실행을 어떻게 지원할 것인지를 구체화하는 것으로, 경쟁우위를 달성하기 위한 비용, 품질, 신뢰성, 유연성 등 생산 목표의 우선순위를 부여하고 이들을 기업의 전략적 목표와 연계시키는 것이라고 하였다. 이를 위해서는 기업이 시장의 요구를 기업의 여러 부문이 추구해야 할 역량으로 변환시키는 일이 필수적이라고 주장하였다. 그리고 Swamidass와 Newell(1987)은 생산전략의 내용을 경쟁차원이라고 했는데 경쟁우선순위, 경쟁역량, 외부적 성과척도, 제조과업 등은 모두 같은 의미를 지니며, 생산전략은 시장의 요구를 생산의 의미로 변환시킨 것으로, 일반적으로 경쟁차원에는 비용, 품질, 시간, 유연성 등 4가지가 포함된다고 하였다.

한편, Garvin(1993)은 제조기업이 경쟁력을 갖추기 위해서는 집중해야 할 경쟁차원에 대한 우선순위를 결정하고 경쟁환경의 변화에 따라 생산전략의 의사결정을 동적인 시각에서 보아야 한다고 하였다. 그리고 조직의 상부에서 설정된 경쟁우선순위와 전략적 제조선도방침(manufacturing initiatives)은 조직하부의 모든 팀과 구성원에게 구체적인 목표로 구분되어 전달되어야 한다고 주장하였다.

최근의 연구동향은 생산전략을 실행하는데 있어서 제조역량이 조직의 전체적인 사업성과에 영향을 주는 정도에 집중되고 있다. White(1996)는 품

질, 납품속도, 납기신뢰성, 유연성, 비용 등을 제조역량으로 삼고 이들이 외부 경쟁환경에서 발생하는 시장영향요소와 함께 결정되는 시장점유율과 이를 통해서 달성되는 사업성과와의 관련성을 보여주었다.

나. 성과평가지시스템의 정의와 목표

판매 극대화과 규모의 경제를 통한 생산비용의 최소화로 이익을 창출하였던 과거의 대량생산방식 체제하에서 주요성과지표의 관심은 정해진 매출액이나 수익률 달성이었다. 그러나 오늘날 고객요구의 다양화, 제품수명주기의 단축, 경쟁환경의 심화 등으로 기존의 재무적지표나 외형위주의 성과지표는 한계점에 도달하였다. 기업의 중장기 경영전략과 경영목표가 각 기능부서의 하부층까지 전달되는 과정에서 경쟁역량간의 상충관계로 성과목표간에 혼선이 일어나기 시작하였고 고객만족을 위한 서비스의 개선, 기업 및 제품의 이미지 제고, 인재육성 등과 같은 질적인 평가항목의 중요성이 인식되기 시작하였다.

조직의 성과평가와 관련하여 성과측정, 성과평가, 업적평가, 성과관리 등 여러 용어가 쓰이고 있는데 학자들마다 여러 정의를 사용하고 있다. Neely(1995)등은 성과평가지시스템(performance measurement system)이란 활동의 효율성과 효과성을 계량화하는데 사용되는 지표들로 성과관리를 효율적이고 효과적으로 수행하게 하는 정보시스템이라고 하였다. 그리고 Bititchi(1997)등은 성과평가는 성과목표와 성과평가치의 비교를 통하여 지속적인 개선을 도모하는 것으로 평가결과는 기업의 전략적 의사결정에 활용되며, 성과평가는 기업의 목적, 전략적 목표, 기업이 생산하는 제품과 서비스의 경쟁역량과 연계가 되어야 하고 전략적 목표를 달성할 수 있는 수단이 된다고 하였다. 또한 Crawford.(1988)등은 성과평가지시스템을 생산조

직 또는 비생산조직에서 투입, 산출, 변환과정 그리고 생산성을 평가하는 체계적 방법이라고 정의하고 성과평가시스템은 성과기준(criteria), 표준(standard) 그리고 측정(measure)을 포함한다고 하였다. 본 논문에서는 성과측정 및 평가시스템을 성과평가시스템으로 부르고 성과평가시스템이란 “조직의 목표를 달성하기 위하여 기업 활동의 효율성과 효과성을 객관적으로 측정 및 평가하여 전략적인 의사결정을 지원해 주는 정보시스템”으로 정의한다. McNair(1990)등은 성과평가시스템의 궁극적인 목표는 조직의 목표를 달성하기 위하여 다양한 경영계층과 기능부문 간의 활동을 통합하는 것이라고 하였으며 포괄적인 성과평가시스템은 측정 가능한 객관적인 수치들을 통합하여 현실적인 경쟁력 지표를 제공하고 전략적 목표와 경쟁우위 달성을 위하여 개선활동을 추진 할 수 있도록 각 부문 간의 의사소통을 촉진 할 수 있는 매체가 되어야 한다고 하였다.

다. 전통적 성과평가의 한계

성과평가지표는 Swamidass와 Newell(1987)이 경쟁차원으로 제시하고 있는 비용, 품질, 시간, 유연성의 네 가지 차원과 최근에는 서비스와 환경을 포함하여 많은 지표의 개발이 이루어지고 있다. 특히 1990년대 이후 품질은 경쟁차원 중에서 필수적인 요소로 등장하고 있다. Ferdows와 De Meyor(1990)는 품질을 우선으로 하여 시간, 유연성, 비용의 순으로 경쟁역량이 축적된다고 하였으며 Skinner의 경쟁차원간의 상충관계를 부인하였다.

성과평가에 대한 전통적 모형은 대기업 내에서 재무적 요소에 중점을 두고 발전되어 왔다. 이에 대한 비판의 대부분은 전통적 성과평가가 재무적 요소에 전적으로 집중됨으로 다양한 성과차원을 측정하고 감시하는데 실패

하였다. Eccles 와 Pyburn(1992)의 비판에 의하면 재무적 성과요소의 주요 한계점 중 하나는 사용하는 지표가 후행지표(lagging indicator)라는 것이다. 즉, 재무지표는 조직성이나 관리적 행동의 결과를 나타내는 것으로 조직성이나 원인을 나타내는 것은 아니라고 주장 하였다.

평가지표에 대한 최근의 관심은 경쟁환경의 변화에 대응하는 새로운 지표 개발과 경쟁차원의 모든 지표를 통합하여 경쟁력 수준을 제시해 줄 수 있는 통합적인 지표개발에 관심이 모아지고 있다. Kaplan(1983)은 생산성, 품질, 재고비용, 제품리더십, 제조유연성, 납기성과와 같은 비재무적 성과측정을 통하여 성과평가방법을 개선시킬 것을 요청하였으며 특히 AMT, TQM 과 린(lean)생산과 같은 고급경영기법들은 비재무적 성과평가를 할 필요가 있다고 주장하였다. 한편, Schmenner와 Vollmann(1994)은 대부분의 기업들이 성과평가방법 변경의 필요성을 심각하게 받아들이고 있다는 것을 실증적 연구를 통하여 보여 주었으며 그 기업들은 잘못된 평가를 하고 있으며 정확한 방법으로 올바른 평가를 하는데 실패하였다고 주장하였다.

라. 생산성과의 주요평가요소

생산성과의 완전한 평가시스템은 포괄적이면서 조직 대부분의 주요성과 평가요소를 포함할 필요가 있다. 생산전략과 성과평가(측정)시스템을 결부시킨 성과의 평가요소는 여러 문헌에서 다양한 용어를 사용하여 정의되고 개발되어 왔다.

Skinner(1969)는 가장 먼저 생산전략과 성과평가를 연결 시켰다. 그는 제조활동의 관리는 원가, 품질, 흐름, 재고 그리고 시간에 초점을 맞추어야 하며 결과들은 생산성, 서비스, 품질, 그리고 투자회수율로 평가되어야 한다고 제안하였다. 그 이후 Skinner(1986)는 경쟁력, 품질집중, 신뢰성 있는 납기, 짧은 납기, 고객서비스, 제품개

발기간단축(rapid product instruction), 유연성 있는 능력 그리고 효율적인 자본 전개가 요구된다고 주장하였다. Leong(1990)등은 제조활동성과의 주요평가기준과 제조과업으로 널리 수용되고 있는 것은 품질, 납기, 속도, 납기신뢰성, 가격(원가) 그리고 유연성으로 정의될 수 있다고 주장하였다. Maskell(1991)은 평가되어야 할 생산전략의 6가지 평가요소로 품질, 원가, 납기신뢰성, 생산기간(lead time), 유연성 그리고 종업원 관계라고 하였다. 그가 발견한 각 평가요소는 세계적 규모의 기업에 의해 사용되고 있다. 다른 한편으로 White(1996)는 제조활동의 최소50% 책임을 지니는 항목은 품질(규격에 대한 적합성, 신뢰성, 그리고 내구성), 원가, 유연성(생산량과 공정), 납기신뢰성, 그리고 속도 (납품 속도와 제조기간)라고 주장하였다. 한편, 회계와 제조 그리고 경영관리의 성과평가에 관한 현존 문헌의 연구들은 경쟁적 전략에 초점을 맞추어 성과평가 요소를 확인하기 위하여 수행되었다. 15개의 자료로부터 생산성과평가를 위한 서로 다른 기준이 구해졌다(El Mola, Khaled M. 2004).

<표 2.1>은 성과평가요소별의 빈도를 정리하였다(사용된 자료목록은 아래와 같다).

{자료 : (1)Skinner, 1969 ; (2)Kaplan, 1983 ; (3)Skinner, 1986 (4)Keegan et al., 1989 ; (5)Leong et al., 1990 ; (6)Maskell, 1991 ; (7)kaplan and Norton, 1992 ; (8)Schmenner and Vollman, 1994 ; (9)Lynch and Cross, 1995 ; (10) Neely et al., 1997 ; (11)White, 1996 ; (12)Ghalayni et al., 1997 ; (13)Bitici et al., 1998 ; (14)Cross and Lynch ; 1989 ; (15) Hudson et al., 2001}

<표 2.1> 성과평가요소의 빈도요약

성과평가요소	참고 자료															
	빈도	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
원가	12	√	√			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
품질	14	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
유연성	13		√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
시간	13	√	√			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
고객만족	8			√				√		√	√		√	√	√	√
재무	9	√			√			√		√	√		√	√	√	√
납기	4			√		√	√					√				
속도	1					√										
재고	1	√														
흐름	1	√														
제품개발기간단축	1			√												
종업원 관계	1						√									
효율적 자본	1			√												

마. 생산성과의 하위평가요소

최고경영층은 개선의 필요성을 말할 수는 있지만 올바르게 성과가 평가되고 보상되는 것이 없다면 아무것도 변화 시키지 못할 것이다. 오늘날 세계 일류의 제조업들은 사업성공에 진정으로 영향을 미치는 것, 예를 들면, 주문에서 납품까지의 사이클 타임, 운영비용, 준비시간 그리고 고객만족의 운영성과 등을 지속적으로 평가한다. Neely(1995) 등과 White(1996)는 품질, 유연성, 시간, 납기, 신용, 원가 그리고 속도가 포함된 서로 다른 다양한 평가요소를 발췌하였다. 이 문헌조사에서 품질, 유연성, 시간, 납기, 원가, 고객만족 그리고 재무기준과 관련된 200가지 이상의 하위평가요소들이 확인되었다.

<표 2.2>는 이들에 관한 자료목록을 보여주고 있다(El Mola, Khaled M. 2004).

<표 2.2> 주요평가요소의 하위평가요소

평가요소	하위평가요소
품질	품질수준, 품질비용, 제조품질적합수준, 공정품질, 제품품질, 종합품질평판, 제품기대수명, 서비스요청률, 조립라인불량률, 조립라인직접공당수리인원비율, 품질일관성, 목표가치합치의 판매후서비스율, 수리작업률, 재구매율, 고장평균시간, 공급자품질, 인지된관련품질성과, 불량률, 스크랩비용, 전반적품질작업, 제품고장, 품질적합, 불량감소율, 스크랩가치절감율, 제품반품또는보증요구율, 비스케줄감소율, 정지시간감소율, 공급자감소율, 검사작업생략률, 시간감소율(불량탐지, 수정), 공급자수입품질, 고객에의해평가된생산품질불량수준, 품질능력, 품질일관성, 경쟁업체와관련한제품내구성, 경쟁업체와관련한제품신뢰성, 성과특성, 신뢰성, 적합성, 내구성, 서비스성, 매력성, 고객만족, 제안된총품질, 인지된품질과고객만족, 사내품질, 내부품질, 사외품질, 총품질비용, 적합률, 검사비용, 합리화정도, 반품개수, 불량률, 초기합격률, 불이행고객주문
유연성	생산량유연성, 확장유연성, 제품유연성, 기계유연성, 생산유연성, 신제품도입능력, 제품규격변경유연성, 생산량변경유연성, 공정유연성, 종합적유연성, 신속생산량변경, 생산주기시간, 주기시간, 준비시간, 생산기간변경없는주문변경률, 로트사이즈, 직무분류, 작업자다기능직무훈련률, 월간1작업이상작업하는작업자율, 프로그램가능장비율, 다목적장비율, 장비, 노동등의·여유시간률, 재공품, 공급자생산기간, 경료유연성생산유연성, 후공정인수시스템을사용한제품률, 다중과업을효율적으로수행하는능력, 제품유연성관련감각, 생산량유연성관련감각, Batch크기, 작업유연성, 프로그램유연성, 시장유연성, 자체운반시스템유연성, 직접노동기술평균수증가율, 일간준비수평균증가율, 애로공정작업센터수감소율, 지정일에공급자수입품도착증가율, 다목적장비증가율, 특정수준의여유시간에드는제품비중의증가율, 부품형태의수*동시성공적, 공구대체, 교환, 조립, 고정구이동시간, 최소경제적생산량, 고장에의해발생되는중단, 적재유연성경쟁자와의관계, 신제품도입, 고객과의통합, 기술유연성, 신제품생산율, 제품다양성, 이동유연성
시간	현장서비스적시또는주문실행율, 사무작업, 처리시간, 자체처리시간, 사이클시간, 준비시간, 납기요구 고객에대한준비시간, 총경과시간을만큼부가가치, 의사결정주기시간, 의사결정에대한대기시간로스, 시장에서의첫번째경쟁자비용, 아이디어생성에서시장출시까지시간, 이동거리, 신제품개발시간, 혁신간평균시간, 프로젝트변경수, 엔지니어링시간, 평균수리시간, 고장까지의시간, 신제품도입시경쟁자손익분기시간, 생산기간, 처리시간, 흐름시간, 총직제잔비운송시간, 총공장비운송시간, 평균적재또는공장비이동완료시간, 대기시간, 생산기간, 부가가치, 효율, P/T비율
납기	적시납기, 납품시간, 신속납품, 신뢰성있는적시납품률, 납기, 납품속도, 개발속도, 납품약속이행율의증가율, 생산라인별기간감소율, 희망산출에대한실제산출향상율, 구매기간감소율, 보증요구당평균서비스소요시간감소율
원가	생산성, 단위당비용, 노동생산성, 총요소생산성, 재료생산성, 자본생산성, 간접생산성, 기계생산성, 수리/제작업, 재고, 스크랩, 검사, 품질비용, 외부경쟁비용, 선전(시장출시), 연구개발지출비, 공급자비용, 노동관련비용, 디자인비용, 자재비, 제조원가, 배송비, 최종제품재고비, 재고전환증가에따른간접비증가율, 평균준비시간증가율, 제품라인별개선, 제조기간의기능과같은총제품비용, 종업원전직감소율, 제품당자료처리총수의감소율, 희망노동자와실제노동자에서의향상율, 자재취급비, 직접비감소, 간접비감소, 노동효율, 기계효율, 직접노동, 간접노동, 공급자노동비
고객만족	시장점유율, 서비스, 이미지, 경쟁력, 혁신, 고객과의 통합, 납기, 신뢰성
재무	현금흐름, 시장점유율, 간접비감소, 재고성과, 원가관리, 판매, 수익성, 효율, 생산비용감소, 투자회수, 자기자본 수익률, 자산회전율, 주가지수

2. IMP(innovative managerial practices)

우리나라 기업들은 1980년대 이후 세계시장의 치열한 경쟁에서 우위를 확보하고 기업운영의 약점을 고치기 위한 노력의 일환으로 TQM, JIT, TPM, CIM, MRP, BPR 등의 개선프로그램들을 도입하였다. TQM, JIT 그리고 TPM은 낭비 제거와 지속적 개선이라는 유사한 기본 목적을 갖고 있으며(Powell,1995), 이러한 혁신적인 제조 프로그램을 IMP기법이라고 부르고 있다(Abdel-Maksoud A. B.,2001). 또한, Chenhall(1993)은 IMP와 유사한 개념으로 고객이 목표로 하는 것(원가, 품질, 납기 등)을 중요시하여 제조공정을 강화시키기 위한 프로그램과 그것을 통합 실행하는 경영 철학적 기법을 AMP(advanced management practices)라 명명하면서 대표적인 실행 프로그램으로 JIT, TQM, EI 등을 들고 있다.

이 절에서는 TQM, JIT, TPM이 어떻게 발전되어 왔는가를 문헌을 통하여 고찰하기로 한다.

가. TQM

품질의 개념은 A. V. Feigenbaum(1961)이 TQC라는 용어를 처음 사용한 1960년대에 비로소 인식되기 시작하였다. Feigenbaum(1983)은 “TQC(total quality control)란 충분한 고객만족을 위하여 가장 경제적으로 마케팅, 엔지니어링, 생산 그리고 서비스활동이 이루어 질 수 있도록 조직의 품질개발, 품질보전, 품질향상 활동을 통합하는 효과적인 시스템이다.”라고 하였다. Powell(1995)은 “TQM(total quality management)이란 지속적 개선, 고객의 요구사항 충족, 재작업 감소, 원대한 사고, 종업원 참여의 증대 그리고 팀워크, 공정 재설계, 경쟁적 벤치마킹, 팀 중심의 문제해결, 결과의 지속적 평가 그리고 공급자와의 긴밀한 유대관계를 강조하는 실행들이며 통합된 경영철학이다.”라고 정의 하였다. 이 정의로부터 TQM

은 전반적 품질을 향상시키고 전체조직을 포함하는 매우 넓은 개념이라는 것을 추측할 수 있다.

TQM의 개념을 잘 이해하기 위하여 어떤 연구자들은 TQM을 원칙과 실행으로 구분하였다. 실행이란 원칙들을 구체화하기 위한 활동과 기술이므로 TQM의 가치와 신념이 된다. 이를테면 Dean과 Bowen(1994)은 고객에게 초점을 맞추고 지속적 개선과 팀워크로서 TQM을 실행할 수 있는 3가지 원칙을 다음과 같이 제시하였다.

- ① 고객집중을 위해 직접 고객접촉, 고객요구에 대한 정보의 수집, 제품과 서비스의 납기와 설계에 고객정보를 사용하여야 한다.
- ② 지속적 개선을 위해 공정분석, 리엔지니어링, 문제해결, 계획/실행/검토/조치가 필요하다.
- ③ 팀워크를 위해 부문간 협력 배치(cross-functional arrangement)에 대한 조사, 여러 형태의 팀 구성, 그룹기술을 위한 훈련이 필요하다.

Chin(2002) 등은 TQM의 실행을 위한 주요요인과 하위요인을 <표 2.3>과 같이 분류하였다.

<표 2.3> TQM실행의 주요요인과 하위요인

주요요인	조직	시스템과 기법	평가와 피드백	문화와 사람
하위요인	1. 전략계획	1. 도구와 기법	1. 내부성과평가	1. 현 조직환경
	2. 리더십	2. 품질시스템	2. 외부성과평가	2. 문화변화
	3. 교육과 훈련	3. 공정분석, 개선	3. 의사소통	3. 종업원참여
	4. 최고경영층참여	4. SCM	4. 인정과 보상	4. 인적자원개발

TQM은 이를 단순히 제도적 지위(institutional status)의 획득이나 제도상의 규제에 순응하려는 조직들에게 인기(popularity)가 있다(Campbell, 1994 ; Westphal et al., 1997). 그러나 몇몇 연구자들은 이것은 아마 품질목표를 달성하기 위한 방

법과 요구사항에 대한 충분한 이해가 없기 때문에 TQM의 실행에 실패할 것이라고 믿고 있다(Westphal et al., 1997).

TQM실행 시 야기되는 또 다른 문제는 TQM실행의 효과적 보급을 위한 학습과 변환학습을 장려하기 위한 지원시스템의 결여이다(Cole, 1998). 또한 TQM은 다양한 도구와 기법들을 가지고 있기 때문에 이 도구들을 사용하여 문제를 확인하고 해결하기 위해서는 수집된 자료를 사용할 수 있는 권한을 부여받은 종업원들의 지원을 받아야 한다(Becker, 1993). 따라서 참여적 리더십, 전략적 계획, 다직종 직무 훈련, 그리고 조직 인적자원의 구조 및 관계를 강화시킬 수 있는 종업원참여와 같은 TQM 지원사항들을 개발하는 것이 필요하다. 또한, 이러한 전략적, 인적자원 중심의 실행사항들은 부문간 협력(cross-functional)제품설계, 공정관리, 정보의 피드백, 공급자 품질관리, 공정변동성 감소를 확실하게 하는 고객참여와 제품품질향상과 같은 TQM의 기본 기법의 보급으로 성공적 실행이 가능하다.

나. JIT

대중성을 얻고 있는 세계수준의 제조프로그램은 JIT(just in time)이다. JIT는 두개의 기둥인 후공정 인수생산(pull production)과 자동화(自働化: automation)를 기본으로 한 도요타 생산시스템에서 발전되었다(Ohno, 1988). JIT의 목적은 개인적 기술과 팀워크를 이용하여 모든 형태의 낭비를 제거하는 것이다(Sugimori et al., 1997 ; Ohno, 1988 ; Brown and Mitchell, 1991).

본 논문은 JIT실행의 평가요소들의 타당성을 실증적으로 검토한 6가지의 학문적 연구를 비교함으로써 JIT프로그램의 실행을 확인하였다. 본 논문에서 검토한 6가지 JIT관련 문헌은 개척자의 연구, 학문적이며 실행자 중심의 연구와 산업실행의 조사를 포함하였다(Davy et al., 1992 ; Mehra and Inman, 1992 ; Sakakibara

et al., 1993 ; McLachlin, 1997 ; Sakakibara et al., 1997 ; Ahmad, 1998).

Mehra와 Inman(1992)의 연구는 JIT실행의 4가지 평가요소 즉 JIT생산전략, JIT공급자전략, JIT교육전략 그리고 경영참여를 고찰하였다. 작업중단시간, 재고와 작업면적 감소, 품질향상, 노동과 장비효율 그리고 향상된 재고회전을이라는 용어로 평가되어 JIT실행의 성공과 아주 밀접하게 관련된 것이 생산전략과 공급자 전략이라는 것을 확인하였다.

Davy(1992)등은 실증적으로 JIT실행의 근본적인 3가지 평가요소로서 운영구조와 관리, 제품일정계획 그리고 품질실행을 도출하였다. Sakakibara(1993)등은 JIT에 대한 평가도구를 개발하고 JIT핵심 구성요소를 나타내는 3가지 평가요소를 확인하였는데, 이들은 JIT시스템에서의 스케줄과 인원관리, 단순화된 물적 흐름, 그리고 공급자관리이며, 타당성 검토를 실증하지는 못했지만 JIT를 지원하는 실행내용들을 개념적으로 확인하였다.

다른 3가지 연구는 JIT실행, JIT특유의 하부구조실행과 경영선도방침(management initiatives)간의 구체화된 차별화이다. (McLachlin, 1997; Sakakibara et al., 1997 ; Ahmad, 1998). McLachlin(1997)은 4가지 경영방침 즉, 종업원책임, 훈련 대책, 팀워크 촉진, 그리고 가시적 참여의 표시가 JIT의 실행, JIT품질, 그리고 JIT제조에서의 종업원 참여에 필요한 조건이라고 결론지었다. 노동력의 보장 대책과 집단성과평가는 JIT실행을 위한 필요조건에서 제거되었다. JIT제조와 그 제조성과에 관한 하부구조의 영향에 관한 연구에서 Sakakibara(1997)등은 하부구조실행이 성과와 강하게 관련되어 있다는 것을 발견하였다. JIT실행만으로는 성과와 명확한 관계는 없지만 JIT실행과 하부구조의 결합은 제조성과와 관련되어 있다고 주장하였다. 이러한 결론은 JIT실행의 중요한 요소로 경영참여와 JIT교육전략이라는 것을 발견하지 못한 Mehra와 Inman(1992)의 연구를 반박하였다. 한편 Ahmad(1998)의 연구는 JIT실행과 성과간의 관계를 적정화시키는 데 있어서 JIT하부구조의 중요성을 지원하였다. 이 연구들에서 가장 공통적으로 확인된 9가지

실행은 전략적, 인적자원 지향실행(참여적 리더십, 전략적 계획, 다 직종직무 훈련, 종업원참여)과 JIT기본기법(준비시간 단축, 후공정인수 생산시스템, 공급자에 의한 JIT납기, 장비배치, 일간 스케줄 운영)으로 분류할 수 있다. 위에서 확인된 9가지 실행들은 후공정인수 생산시스템의 생산철학과 개인별 기술과 종업원 참여와 연관되어 있다.(Ohno, 1988). 또한 공정단순화와 점진적공정개선 그리고 학습에 대한 중요성을 반영하고 있다(Schonberger, 1982 ; Groenvelt, 1993). 그러므로 이들 9가지 실행내용들은 JIT의 본질을 비교적 포괄적으로 나타내고 있다는 것을 확인 할 수 있었다.

<표 2.4>는 JIT도입에 따른 기업의 성과에 관한 연구가 생산 및 마케팅, 인사조직 등 기업경영전반에 걸쳐 이루어지고 있음을 나타내고 있다.

<표 2.4> JIT적용성과에 관한 연구

성과요소	Celley 등 (1986)	Crawford 등(1988)	Hall (1987)	O'Grady (1988)	Schonberg -er(1982)	Wantuck (1989)	White 등 (1999)
품질	○	○	○	○	○	○	○
생산일정		○	○	○	○	○	○
비용	○	○	○	○	○	○	○
재고	○	○	○	○	○	○	○
생산성	○	○	○	○	○	○	
유연성		○	○	○	○	○	○
예산			○				
노동효율	○	○	○	○	○	○	
납기	○	○	○	○	○		
납품수준	○	○	○	○	○		○
파트너	○	○	○	○	○		

(주) 성덕현(2001)에서 인용

Vuppalapati(1995)등은 광범위한 TQM실행에서 적절히 통합된 JIT요소들이 성과향상에 아주 유익하다며 한 예로써 Ford사를 인용하였다. 그러나 TQM실행이

성공을 보증하는 것은 아니므로(Choi and Behling, 1997) TQM과 JIT실행의 결합이 JIT실행의 실패에 대한 만병통치약은 아니라고 말하였다.

JIT실행의 실패에 대한 근본원인을 확인하는 것은 중요하다. 제기된 몇 가지 기본적 의사결정 문제들은 변화에 대한 문화적 저항, 훈련과 교육의 결여, 열악한 품질(Crawford et al., 1988), 다른 부문과의 조정결여, 그리고 JIT와 다른 제조 하위시스템 간의 관계갈등이다(Safayeni et al., 1991). 이들 의사결정 문제들은 JIT실행에 실패한 기업들이 JIT실행을 지원하는데 필요한 전략적이고 인적자원 중심적인 실행사항을 개발하지 않았다는 것을 지적하였다.

다. TPM

TPM(total productive maintenance)은 품질혁신을 위해 소개된 또 다른 중요한 세계수준의 제조프로그램이다. 일본공장보전협회 부회장인 Nakajima(1988)에 따르면 “TPM은 미국의 생산보전과 일본의 TQM 그리고 전 종업원 참가의 결합이다”라고 말하였다.

TPM의 기본적 실행은 종종 TPM의 기둥이나 요소로 불리고 있다. TPM의 기본적 실행의 비교는 Nakajima(1988), Takahashi and Osada(1990), Tsuchiya(1992), Steinbacher and Steinbacher(1993)의 저서에서 논의 되고 있다. 이들 저서에서 일관되게 강조하는 실행사항은 자주보전과 정비, 예방과 예측보전, 장비설계와 개선 그리고 작업자의 다 직종 직무훈련이 포함된 계획보전으로 분류할 수 있다(Suzuki,1994). 자주보전은 작업자의 일상보전활동을 포함한다. 작업자들은 생산적인 일상 보전과업을 수행하기 위해 다 직종 직무훈련을 받아야 한다. 계획보전은 보전직원에 의해 수행되는 대부분의 장단기 보전활동을 말한다. 장비보전은 장비개선이나 주요장비의 재설계를 증가시킴으로써 용이하게 하거나 최소화 할 수 있다. 그러나 장비설계의 기본은 장비가 작업 요구사항과 맞아야 하고 보전하

기 쉬워야 한다(Blanchard, 1981).

TPM의 한 부분으로 언급된 다른 실행내용은 품질보전이다(Takahashi와 Osada, 1990 ; Tsuchiya, 1992). 품질보전은 무결점 생산을 보증하기 위한 장비조건 확립과 관리를 다룬다. 이 실행내용은 품질 달성을 위한 장비의 역할을 강조한다. TPM은 그 목적에서 보면 TQM에서의 공정관리와 밀접히 관련되어 있으며(Takahashi 와 Osada, 1990 ; Tsuchiya, 1992) 계획보전과 장비개선을 통하여 달성된다. 품질보전은 TPM프로그램의 분리된 실행내용으로는 고려하지 않는다. TPM과 관련된 의사결정문제들을 확인하는 몇몇 학문중심논문들은 또한 TPM프로그램의 실행내용을 논의하였다(Maier et al., 1998 ; Mckone et al., 1999 ; Mckone 과 Weiss , 1998). Mckone과 Weiss(1998)는 훈련, 초기 장비설계, 초기 제품설계, 중점 개선팀, 그룹 활동지원 그리고 TPM실행에서의 6가지 주요활동과 같은 자주적이며 계획된 보전활동을 주장하였다. TPM실행 평가에서, Maier(1998)등은 TPM실행에 영향을 주는 평가요소로 보전활동에서의 예방보전, 팀워크, 작업장, 종업원 자질, 평가와 정보유동성, 작업환경, 작업문서화 그리고 작업자참여 확대를 고려하였다. Mckone(1999)등과 Maier(1998)등에 의해 고려된 몇 가지 실행평가요소들은 환경의 개발 또는 자주와 계획보전의 TPM기법을 종업원들이 더 잘 실행하기 위한 메커니즘과 더욱 관련되어 있다. TPM실행의 눈에 띄는 결과는 많은 공장들이 경쟁적으로 TPM활동을 도입하고 있다는 것이다(Mckone and Weiss, 1999). 그리고 TPM은 TQM과 JIT프로그램을 확대시키기 위하여 Toyota자동차사, Procter and Gamble사, Dupont사, Ford자동차사 그리고 Tennessee Eastman사를 포함한 많은 기업들에 의해 실행되었다(Garwood, 1990 ; Maggard and Rhyne, 1992 ; Tajiri and Gotoh , 1992 ; Fredendall et al., 1997).

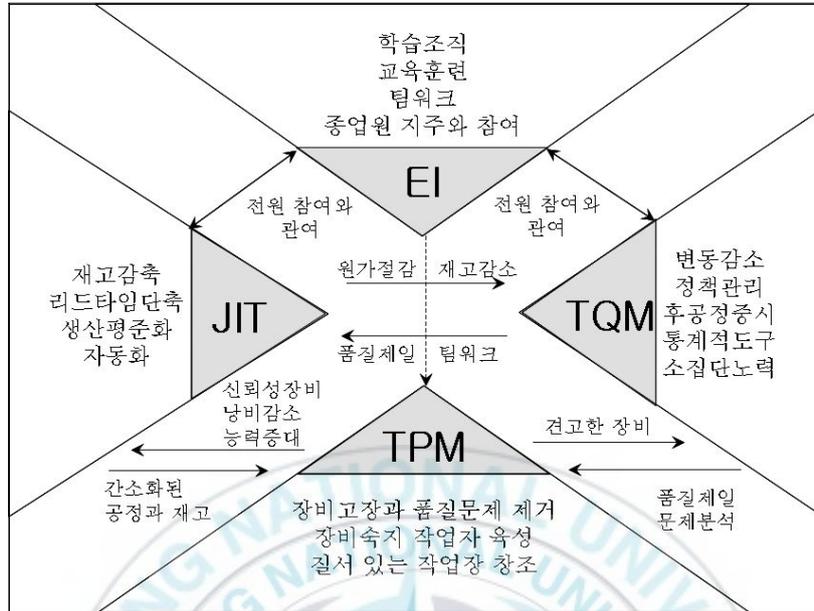
Mckone과 Weiss(1998)는 보전관련 연구문헌들을 참고하여 <표 2.5>와 같이 계획보전과 자주보전으로 구성되는 TPM발전의 5국면(phase)을 보여주고 있다.

<표 2.5> TPM 발전의 5국면

	국면1	국면2	국면3	국면4	국면5
	장비수명 변동성감소	장비평균수명 연장	장비수명 추정	장비수명 예측	장비수명 설계
계획 보전	단계1: 장비평가 단계2: 기능저하복구	단계3: 설계약점수정 단계4: 돌발고장제거	단계5: 정기보전체제 구축과 열화징후확인	단계6: 예측보전체제 구축 단계7: 품질불량예방	단계8: 열화의 기술적 분석과 설계 단계9: 전지원부문의 실행
자주 보전	단계1: 기본적 청결 단계2: 문제발생원 제거 단계3: 표준설정	단계4: 장비의 일반검사	단계5: 자주검사	단계6: 품질보전 단계7: 자주보전	단계8: 공정개선과 설계팀 단계9: 전지원부문의 실행

한편, TPM의 성공을 저해시키는 잠재적 요인은 인적자원실현, 경영정책, 그리고 기술을 기업이 조화시킬 능력이 없는 것들이다(Fredendall et al., 1997). 그러므로 위에서 확인된 전략적이며 인적자원중심의 실행내용들을 포괄적 TPM프로그램의 실행에 아주 중요한 것이다

Mckone(1998)등은 <그림 2.1>과 같이 TPM, JIT, TQM, EI의 적절한 실행은 다른 개선프로그램의 효과를 더욱 더 증진시킬 것이라는 것이 명확하다고 주장하였다.



<그림 2.1> JIT, TQM, TPM, EI의 상호의존 관계도

라. TQM, JIT, TPM간의 관계

생산관리에는 많은 기법들이 있지만 본 연구는 앞에서 논의된 다음과 같은 이유로 TQM, JIT, TPM을 관련시켜 연구하였다.

- ① TQM, JIT, TPM은 사회적, 기술적이거나 제조의 공정중심관점이며 지속적인 개선을 강조하는 포괄적 실행내용들로 구성된다(Schonberger, 1986 ; Nakajima, 1988 ; Ohno, 1988 ; Evans and Lindsay, 1999).

앞 절에서 우리는 TQM, JIT, TPM이 독특한 기본 기법과 3가지 프로그램에 공통된 전략 및 인적자원중심의 실행내용을 포함하고 있는 것을 확인하였다.

- ② TQM, JIT, TPM은 생산의 효율성과 효과성을 향상시키기 위한 생산공정

에서의 낭비제거라는 유사한 목표를 갖고 있다(Crosby, 1979 ; Nakajima, 1988 ; Ohno, 1988 ; Schonberger, 1986 ; Tsuchiya, 1992 ; Steinbacher and Steinbach, 1993).

- ③ TQM, JIT, TPM은 세계수준의 생산프로그램으로 인식되었다(Schonberger, 1986 ; Steinbacher and Steinbacher, 1993 ; Schonberger, 1996). TQM, JIT, TPM의 성공적 실행은 생산성과의 향상과 기업들이 경쟁력을 얻는데 도움을 준다는 것이 확인되었다(Inman and Mehra, 1993 ; Hendricks and Singhal, 1997 ; McKone and Weiss, 1998).

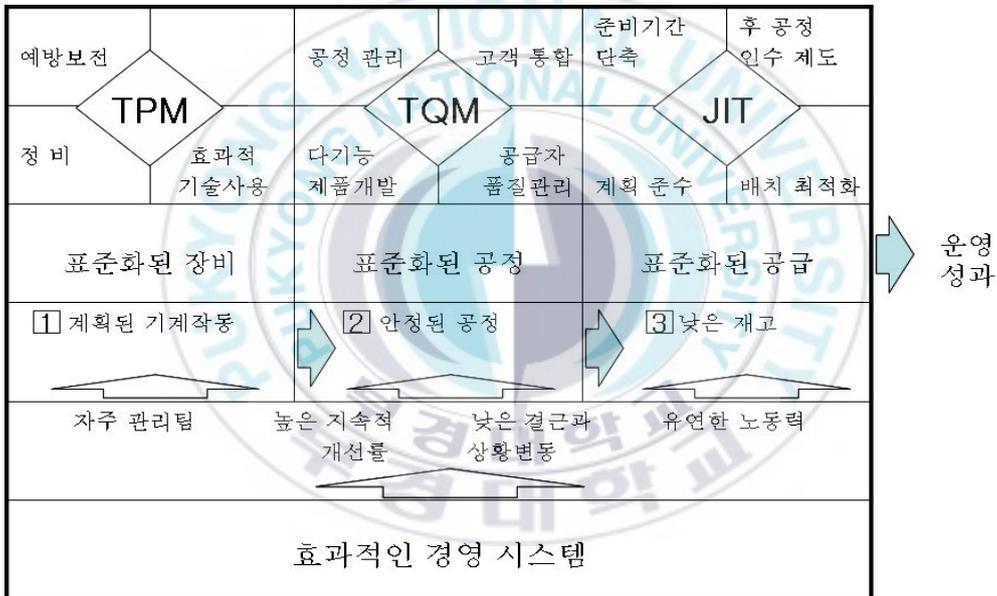
더욱이 TQM, JIT, TPM의 실행은 상호관련 되어 있다. Vuppapapati(1995)등은 JIT와 TQM을 결합해서 실행하는 기업들이 단지 하나의 기법으로 실행하는 기업들 보다 성과가 뛰어날 것이라고 주장하였다. 이 이론은 Sriparavastu와 Gupta(1997)에 의한 제조단위의 실증적 연구에 의해 지지를 받았다. 그들은 JIT와 TQM을 함께 실행한 제조단위들이 TQM만 실행한 제조단위와 비교 했을 때 생산성이 향상 되었다는 것으로 결론 맺었다.

Flynn, Sakakibara 그리고 Schroeder(1995)는 JIT와 TQM의 성과목표를 달성하기 위하여 강한 기초를 형성하는 공통의 하부구조 실행사항들을 발견하였으며, TQM과 JIT실행의 상호작용을 보여 주었다. TPM실행과 관련한 평가요소의 연구에서 Mckone(1999)등은 환경과 조직적 평가요소들 보다 TPM의 실행 수준을 보다 잘 설명하는 TQM, JIT, EI의 실행수준과 같은 관리적 평가요소들을 발견하였다. 또 다른 연구에서 Mckone등은 TPM이 JIT의 실행을 통한 생산성과와 간접적으로 관련 되어 있다고 하였다.

Roth와 Miller(1992)는 보전관리가 기업들이 TQM 과 JIT 실행을 시도할 때 직면하는 가장 큰 도전이라고 주장하였다. 나아가 Imai(1998)는 TQM 과 TPM이 JIT생산시스템을 지지하고 있는 두개의 기둥이라고 하였다. Huang(1991)은 작업자참여와 함께 JIT, TPM, TQC 그리고 공장자동화의 통합에 대한 중요성을 논

의하였다. 그러므로 TQM, JIT, TPM의 개발과 실행 관련성은 생산성과에 대한 영향과 실행내용의 동시 연구에 대하여 지원하고 있다고 하였다.

스위스의 세인트 갈렌(St. Gallen)대학은 유럽 제약산업의 운영에 관한 국제벤치마킹 연구보고서(2005)에서 <그림 2.2>와 같이 IMP운영우수성의 단계로서 먼저 TPM을 통한 표준화된 장비를 확보하고, 다음으로 TQM을 통한 표준화된 공정을 수립, 마지막 단계로 JIT에 의한 표준화된 공급을 수행함으로써 우수한 운영성과를 이룰 수 있다고 밝혔다.



<그림 2.2> IMP운영 우수성의 단계

3. AMT

가. AMT의 개념과 분류

첨단제조기술(advanced manufacturing technology : AMT)이란 제조방식에 있어서 혁명적인 잠재력을 갖고 있는 마이크로프로세서를 응용한 일련의 기술적인 혁신들이라 정의 될 수 있다(Dean, 1987). 그러나 AMT의 개념을 단순히 전통적인 공장 자동화의 개념과 관련시켜서 생각하는 것은 다소 무리일 수 있다는 것이다(Primrose, 1991). AMT는 공장자동화라는 개념과 유사하게 사용되기는 하지만 본질적으로 다음의 두 가지 점에서 그 차이를 보인다. 즉 AMT는 생산현장의 공정을 단순히 자동화 하는데 그치지 않고 가변노동자본을 고정자본인 기계로 대체하는 고전적 자동화 개념을 넘어서 생산에서 현대기업의 생산전략상의 중요한 과제인 효율성과 유연성을 동시에 달성할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하고 있다. 따라서 그것은 단지 기술의 도입이 아니라 기술 간의 전략적 연계에 의한 시너지 효과에 중점을 두는 개념이다. 그러한 측면에서 최근에는 AMT가 그 자체로 하나의 생산전략으로 인식되고 있으며 보다 구체적으로 “경영, 기술, 정보시스템의 통합적인 틀 내에서 개별 진보적 기술들이 결합되는 생산전략”(Wilkes and Samuels, 1991)으로 정의되기도 한다. 또한 AMT는 단지 제조기술에만 국한되는 것이 아니라, 경영 그리고 정보시스템까지도 포괄하는 방향으로 진화하고 있는 개념이라는 차이가 있다.

AMT는 메카트로닉스(mechatronics)기술, 정보처리기술, 상호 대화형 통신기술 등 기업이 이용 가능한 광범위한 기술체계를 포괄한다. 즉, AMT는 기존의 공장 자동화 기술뿐 아니라 부문내의 정보시스템 그리고 지역 및 부문간의 커뮤니케이션 기술까지도 포괄하는 개념이다. 따라서 기술진보의 가속화로 인하여 AMT는

일반적으로 공장자동화전략 뿐 아니라 정보기술과 관련하여 개발된 여러 기술들 즉 CIM, CAD/CAM, CAPM, GT, FMS, MRPⅡ/ERP, MIS 등을 포괄적으로 지칭하는데 이용된다.

마이크로일렉트로닉스(microelectronics)기술 또는 정보기술이 생산 분야에 응용되는 자동화에 관한 용어는 New Manufacturing Technology, Microelectronics Based Manufacturing, Advanced Manufacturing Technology 등이 있는데 이들 용어들은 나름대로의 장점은 있으나 가장 일반적인 용어는 정보를 저장, 조작, 검색, 분배하는 능력을 가진 현대의 컴퓨터기술전체를 일컫는 정보기술과 이 정보기술을 생산과정에 적용시킨 것이 AMT이다.

학자들 간의 AMT에 관한 분류체계는 다소 차이가 있으나 대체로 설계제조부문, 관리 및 통제 부문 관련기술로 구분되며 그 구성요소를 정리하면 <표 2.6>과 같다.

<표 2.6> AMT의 분류

연구자	분류항목	구성요소
De Meyer (1990)	<ul style="list-style-type: none"> ● 생산부문 ● 생산계획/통제 ● 설계부문 	NC, CAM, AMH, AS/RS, FMS 주생산일정계획, 총괄 생산능력, 작업현장통제 CAD, CAE
Noori (1990)	<ul style="list-style-type: none"> ● 생산부문 ● 지원부문 ● 통합기술 	NC, CNC, Robotics, CAM CAD, CAE, AMH, AGVS, MRPⅡ, JIT, GT CAD/ CAM, FMS, CIM
Paul & Suresh (1991)	<ul style="list-style-type: none"> ● 설계, 공학적기법 ● 제조기법 ● 제조계획통제 	CAD, CAE, CAPP, GT NC, CNC, GT, Robots, FMS, AS/RS, AGVS MRP, JIT Kanban, SPC 등
Weill (1991)	<ul style="list-style-type: none"> ● 설계/공학 ● 제조 ● AMH ● 자동검사 ● 커뮤니케이션/통제 	CAD, CAD/CAM NC/CNC, FMC/FMS, Laser Robots AS/RS, AGVS 자재수입, 자동화된 센서 검사 LAN, PLC, SFMC
Gerwin & Kolodny (1992)	<ul style="list-style-type: none"> ● 제품·공정설계 ● 생산/통제 ● 생산공정 ● 통합 	CAD, CAE, CAPP, GT MRP, CAM NC, CNC, FMS, AS/RS, AGVS, CAI LAN, WAN, CAD/CAM, CIM
Youssef (1991)	<ul style="list-style-type: none"> ● 설계 ● 제조 ● 관리활동 	CAD, CAE, CAE CAM, CNC, Robot, AMH, DNC, FMS, AGV SFMC, GT, MRPⅡ

(주)노정구(1999), 장정희(2004)에서 인용

나. AMT의 특징

AMT의 적용은 제조와 관련된 관리과정상의 커다란 변화를 초래하며 동시에 요구되는 특성 또한 기존의 전통적인 기술과는 상이하다. 또한 유연성에 대한 개념이 과거에는 높은 비용을 초래하는 것으로 인식되었으나 AMT의 적용은 오히려 수익성을 증가시키는 것으로 변화되었다. 또한 표준화된 제품의 대량생산이 아니라 다양한 고객의 요구를 충족시킬 수 있는 제품의 다양성이 강조되어 수요와 밀접하게 연결된 생산시스템이 가능하게 되었다. 따라서 제조시스템에 요구하는 특성도 여러 측면에서 변화를 가져 왔으며 이러한 변화들은 모두 대규모 라인의 라인자동화에서 수요변동을 흡수할 수 있는 유연자동화로의 변화에 기인한 것이다. Goldhar(1991) 등은 전통적인 제조기술과 비교하여 AMT적용에 따른 제조시스템의 특성을 <표 2.7>와 같이 비교 설명하였다.

<표 2.7> 전통적 제조기술과 AMT의 특성비교

항목	전통적제조기술	AMT
관리과정	<ul style="list-style-type: none"> ● 구식의 기술적용 ● 규모의 경제 ● 유연성/다양성은 고비용 요구 ● 큰 학습곡선 ● 설비의 전문화 ● 사회적 활동으로서 작업 ● 가변적인 배분원가 ● 제품의 표준화 	<ul style="list-style-type: none"> ● 신기술도입(CAD/CAM/CIM) ● 범위의 경제 ● 유연성은 수익성 증가시킴 ● 제품수명주기의 단축 ● 다양한 제조 ● 기계작업과 무관 ● 총괄된 원가-대략 고정적 ● 제품-고객화의 다양성
제조시스템의 바람직한 특성	<ul style="list-style-type: none"> ● 집중화 ● Batch 시스템 ● 대규모공장-대량생산 ● 직무충실 ● 균형화된 생산라인 ● 집중화공장 ● 균형된 작업흐름 ● 낮은 변화율 ● 적정 재공품 유지 ● 재고생산(예측생산) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 분산화 ● 흐름시스템 ● 소규모공장-시장과 밀접 ● 보상-책임시스템 ● 유연시스템 ● 빈번한 공장 재조직 ● 작업의 변경능력 ● 혁신의 장려 ● 수요와 밀접하게 연결된 생산 ● 주문생산

다. AMT의 적용효과와 성공요인

Kaplan(1986)은 AMT의 투자분석에 있어서 종래와 같이 노무비절감, 재고감소, 수율증대 등과 같은 직접적인 정량적 가치도 중요하지만 제품의 품질개선, 납기 준수, 수요자만족 등 무형적인 가치가 더 강조된다고 주장하였다. 또한 AMT도입에 따라 기대 가능한 효과는 매우 다양하기 때문에 기존의 문헌에서는 다양한 분류 기준이 제시되고 있으나 크게 계량적/비계량적 효과로 구분가능하다고 하였다. Adler(1988)는 AMT의 이점은 시장에서 경쟁우위를 위한 경영의 효과를 증진시키는 잠재력에 있으며, 이러한 잠재력은 AMT의 효과적인 사용으로부터 발생하는 원가, 유연성, 신용(dependability), 품질, 수요에 대한 대응성(responsiveness) 및 기술혁신 등과 같은 여러 차원에서의 생산성과향상에 있다고 하였다. AMT의 적용효과를 실제 경쟁우위로 전환하는 것은 단순한 일이 아니다. 더욱 급진적이고 고도로 통합된 AMT의 경우에 성공적인 사용이 어려우며, 사용자들이 더욱 불만족하고 있다. 새로운 기술적 기회를 통하여 새로운 제조형태로 이동하기 위해서는 AMT의 전략적 중요성과 그 잠재력이 야기하는 문제 및 그에 따른 조직변화의 형태를 충분히 파악하여야 한다. 이와 관련하여 Transfield와 Smith(1988)는 AMT를 통합하여 성공적으로 사용하기 위해서는 사업차원, 기술적 차원 및 조직적 차원 등 세 가지 중요한 차원을 모두 결합하여 전반적인 전략을 수립하여야 한다고 주장하였다. 또한 Voss(1986)는 이와 유사하게 AMT의 성공적 수행을 위한 계획과 통제기준을 기술적 목적, 시스템 목적과 사업목적의 세 가지 수준으로 분류하였고, Bessant와 Haywood(1986)는 성공적인 사용에 관한 문제를 기술적 문제, 경제적 문제 및 조직적 문제로 분류하고, 특히 통합의 문제를 기술적 관점과 조직적 관점에서 설명하였다.

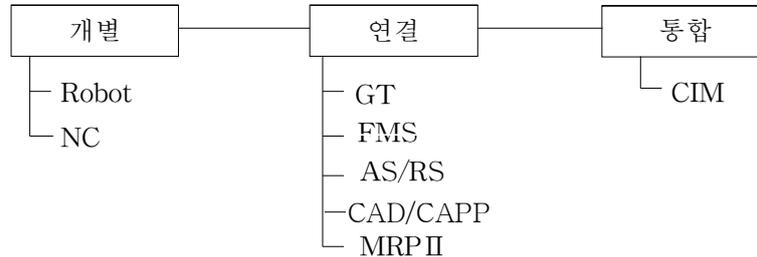
AMT의 성공을 위한 그 동안의 많은 연구는 공통적으로 두 가지 성공비결을 제시하고 있다(Bessant, 1991).

첫째, 기술과 전략과의 연결이다. 만일 기술이 제조에서의 경쟁성과를 향상시켜서 사업을 지원하는 방법을 명백하게 이해하지 못하고 도입되었다면 이론적으로 아무리 강력하고 첨단일지라도 실제 그 기술의 도입은 아주 위험이 크다는 것이다.

둘째, 조직에 맞는 특정한 기술의 도입은 물론, 조직에서의 그 기술의 수행에 성공여부가 달려 있다는 것이다. 기술수행의 과정은 긴 과정이며, 많은 비기술적 요소를 내포하고 있다. 회사가 조직을 적응시킬 수 있는 준비가 되어 있지 않다면 강력한 경쟁우위를 가져오리라고 예상한 기술적 혁신은 그 잠재적 성과를 충분히 달성할 수 없을 뿐 아니라 사업의 성과를 감소시킬 수도 있다.

라. AMT 도입의 타당성 평가

AMT에 관련된 여러 기법들이 각기 다르므로 AMT의 도입 타당성 평가도 서로 다른 분석 방법을 사용해야 한다. Meredith와 Hill(1987)은 AMT는 통합의 정도에 따라 개별장비로부터 컴퓨터에 의한 통합생산으로 구분하였다. Robots와 NC장비는 이들이 다른 시스템과 컴퓨터에 의해 통합되거나 제조셀의 자재취급시스템과 통합될 수 있다하더라도 일반적으로 개별 장비로 분류된다. 개별 장비가 GT라인이나 FMS, CAPP와 연결되어 셀로 묶이면, 이때 통합의 정도는 중간쯤 되며, 개별시스템이 모여 상승작용을 나타낸다. 그리고 설계, 생산계획, 자재취급, 제조 등이 컴퓨터에 의해 완전히 통합되게 되면 이를 컴퓨터에 의한 통합생산이라 한다. 이를 알기 쉽게 나타내면 <그림 2.3>과 같다.

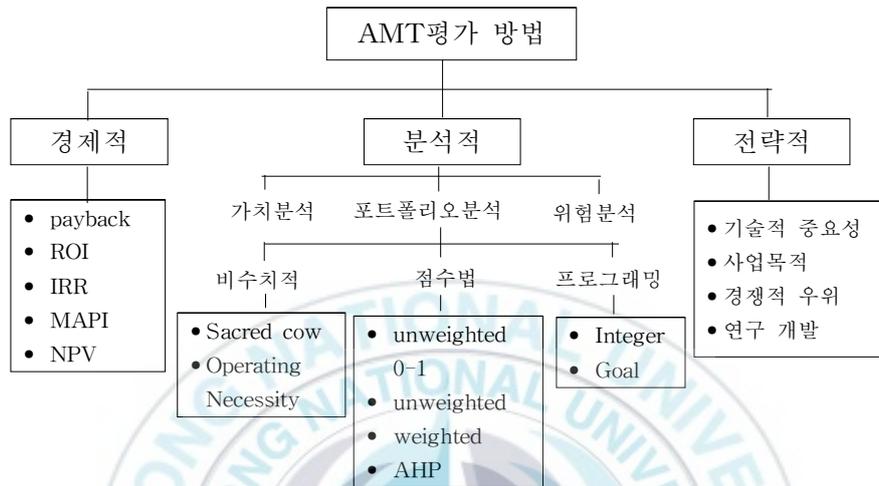


<그림 2.3> AMT의 연계

한편 Merideth와 Suresh(1986)는 AMT의 타당성 평가방법으로 3가지 분석방법 즉, 경제적(economic), 분석적(analytic), 전략적(strategic) 분석방법을 제시하였다. 개별(stand-alone)장비의 경우 그 목적은 주로 과거의 장비를 교체하는 것이므로, 비록 경제적 이익을 계산하기 어렵다 하더라도 회수기간법(payback), ROI(return on investment), IRR(incremental rate of return), MAPI(machinery and allied products institute), NPV(net present value)와 같은 경제적 분석 방법이 유용하며 주로 사용되는 기법은 회수기간법과 현금법이다. 어느 정도 결합(linked)된 시스템은 상승작용, 유연성, 위험, 비경제적 이익 등을 고려해야 하므로 보다 분석적인 절차를 필요로 하며 때로는 확률에 대한 추정치도 요구된다. 분석적 방법에는 가치분석기법, 포트폴리오분석기법, 위험분석기법이 있다. 한편 포트폴리오 기법은 비수치적방법(sacred cow, operating necessity), 점수법(0-1, 가중법, AHP), 프로그래밍(정수계획법, goal programming)등이 있으나 최근 많은 연구가 이루어지고 실무에서 많이 사용되는 기법으로 AHP를 들 수 있다.

마지막으로 상당히 통합된 제조시스템은 경제적, 분석적 기법보다 기술적중요성, 기업의 목표와 경쟁우위 등을 고려한 전략적 분석기법이 요구된다. 전략적 기법의 장점은 기업목표와 기술의 도입을 직접 관련지을 수 있다는 점이다. 반면에 단점은 투자의 경제적, 기술적 측면을 간과하기 쉽다는 점이다. 따라서 전략적 분

석을 할 경우에는 경제적 분석기법이나 분석적 기법을 결합하여 사용할 경우가 많다. 다음 <그림 2.4>는 AMT의 평가방법을 나타내고 있다.



<그림 2.4> AMT평가방법의 종류

Ⅲ. AHP의 이론

1. AHP의 개요

Thomas Saaty에 의해 개발된 AHP(analytic hierarchy process)는 다수의 목표를 포함한 의사결정문제를 해결하기 위한 다목적 의사결정방법이다. AHP는 정량적 요인과 정성적 요인을 모두 포함하는 다수의 목표를 갖는 의사결정문제에 적용할 수 있는 기법이다. AHP는 대안별로 목표달성의 정도를 평가하기 위하여 대안별 가중치 행렬과 평가요소의 가중치벡터를 곱하여 대안별 종합평가치를 구한 후, 종합평가치가 가장 큰 대안을 최적 대안으로 선택하는 방법이다. 의사결정은 다양한 곳에서 이루어지며 또한 의사결정의 주체가 인간이기 때문에 언제나 주관적인 판단이 포함될 여지가 있다. 이러한 주관적 판단을 적극적으로 고려하여 이를 계량화한 기법이 AHP라고 할 수 있다.

가. AHP의 원리

AHP는 다음 4가지의 기본적인 원리에 의하여 AHP의 적용을 위한 이론적 배경을 마련하고 있다(조근태 외 2, 2003).

① 원리 1: 역수성(reciprocal)

평가자는 동일한 계층 내에 있는 2개의 평가요소를 짝지어 비교할 수 있어야만 하고, 그 선호의 강도를 표현할 수 있어야 한다. 이러한 선호의 강도는 역수조건을 만족시켜야만 한다.

② 원리 2: 동질성(homogeneity)

평가요소의 중요도는 제한된 범위 내에서 정해진 척도(bounded scale)에 의해 표현되어야 한다. 따라서 동일한 계층 내에 있는 2개의 평가요소를 짝지어 비교할 때 한 평가요소가 다른 평가요소보다 무한하게 중요하다고는 표현할 수 없다.

③ 원리 3: 종속성(dependency)

한 계층의 평가요소들은 인접한 직계 상위계층의 평가요소에 대하여 종속적이어야 한다. 이는 어떤 계층의 평가요소가 인접한 직계 상위계층의 평가요소에 대하여 독립적이면 인접한 직계 상위계층의 평가요소를 평가기준으로 평가요소의 상대적인 중요도를 평가할 수 없기 때문이다.

④ 원리 4: 기대성(expectations)

의사결정의 목적에 관한 사항을 계층으로 구성된 계층구조도가 완전하게 포함하고 있다고 가정한다. 즉, 주어진 의사결정문제에 영향을 미치는 모든 평가요소와 대안은 계층구조도로 표현할 수 있어야 한다.

위에서 언급한 AHP의 원리에 의해 AHP는 의사결정문제를 계층적으로 표시한 계층구조도를 이용하여 해결한다.

나. 쌍대비교행렬의 가중치벡터추정

쌍대비교행렬의 평가요소의 가중치를 추정하는 방법에는 여러 가지가 있지만 여기서는 고유치방법(eigen-value method)과 근사법에 대하여 설명하기로 한다. 먼저 쌍대비교행렬의 평가요소에 대한 상대적 가중치를 추정하는 고유치방법에 대하여 알아보자. 여기서 평가요소의 쌍대비교를 수행하는 평가자가 쌍대비교행렬의 평가요소 $i(i=1,2,\dots,n)$ 의 상대적 가중치 $w_i(i=1,2,\dots,n)$ 를 사전에 정확하게 알고

있다고 가정하자. 그리고 평가요소가 n 개인 쌍대비교행렬 A 를 다음과 같이 표시하기로 하자.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (3.1)$$

쌍대비교행렬 A 가 일관성을 유지하기 위해서는 쌍대비교행렬 A 의 원소는 AHP의 역수성의 원리에 의해 다음의 두 식을 만족하여야 한다.

$$\begin{aligned} a_{ij} &= 1/a_{ji} \quad (i, j=1, 2, \dots, n; i \neq j) \\ a_{ii} &= 1 \quad (i=1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

이제 식(3.1)의 쌍대비교행렬 A 의 원소 $a_{ij} (i, j=1, 2, \dots, n)$ 는 식(3.2)을 이용하여 구할 수 있다.

$$a_{ij} = w_i/w_j \quad (i, j=1, 2, \dots, n) \quad (3.2)$$

식(3.2)을 이용하여 식(3.1)의 쌍대비교행렬 A 의 원소 $a_{ij} (i, j=1, 2, \dots, n)$ 를 변환하면 식(3.3)과 같이 완전하게 일관성을 갖는 쌍대비교행렬을 얻을 수 있다.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & w_2/w_3 & \cdots & w_2/w_n \\ w_3/w_1 & w_3/w_2 & 1 & \cdots & w_3/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (3.3)$$

여기서 식(3.2)을 변형하면 다음의 식을 얻을 수 있다.

$$a_{ij} w_j \frac{1}{w_i} = 1 \quad (i, j=1, 2, \dots, n)$$

위 식에서 첨자 j 를 1에서 n 까지 변화시킨 n 개의 수식을 모두 합하면 다음 식을 얻을 수 있다.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \frac{1}{w_i} = n \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

위 식의 양변에 w_i 를 곱하여 정리하면 다음의 식(3.4)를 얻는다.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j = n w_i \quad (i=1, 2, \dots, n) \tag{3.4}$$

식(3.4)를 i 에 대하여 풀어 쓰면 다음의 n 개의 방정식을 얻는다.

$$a_{11}w_1 + a_{12}w_2 + \dots + a_{1n}w_n = n w_1$$

$$a_{21}w_1 + a_{22}w_2 + \dots + a_{2n}w_n = n w_2$$

...

$$a_{n1}w_1 + a_{n2}w_2 + \dots + a_{nn}w_n = n w_n$$

여기서 $\mathbf{w} = (w_1 \ w_2 \ \dots \ w_n)'$ 이라고 정의하면 위의 방정식은 식(3.5)와 같은 행렬방정식의 형태로 표시할 수 있다.

$$A \mathbf{w} = n \mathbf{w} \tag{3.5}$$

식(3.5)를 만족하는 스칼라 n 을 쌍대비교행렬 A 의 고유치(eigen-value)라고 말하고, n 개의 평가요소들의 가중치 $w_i (i=1, 2, \dots, n)$ 로 구성된 열벡터 $\mathbf{w} (\neq \mathbf{0})$ 를

쌍대비교행렬 A 의 평가요소에 대한 가중치벡터라고 부른다.

선형대수학의 이론에 의하면 n 차 정방행렬인 A 의 고유치의 개수는 실수의 고유치가 존재하는 경우 최대 n 개가 된다. 여기서 n 차 정방행렬인 쌍대비교행렬 A 의 고유치를 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ 이라고 하면 다음의 두 관계식이 성립한다.

$$|A| = \lambda_1 \lambda_2 \cdots \lambda_n \quad (3.6)$$

$$tr A = \lambda_1 + \lambda_2 + \cdots + \lambda_n \quad (3.7)$$

(여기서 $tr A = a_{11} + a_{22} + \cdots + a_{nn}$ 이다)

n 차 정방행렬인 쌍대비교행렬 A 가 완전하게 일관성을 갖는 경우 쌍대비교행렬 A 의 고유치 중에서 최대 고유치는 쌍대비교행렬의 차수 n 과 일치한다는 사실이 알려져 있다. AHP의 창시자인 Saaty는 평가요소의 쌍대비교를 통해 구한 n 차 정방행렬인 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 최대 고유치는 n 이상의 실수가 된다고 주장하였다. 따라서 어떤 n 차 정방행렬인 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 최대 고유치가 n 보다 크면 이 쌍대비교행렬 \hat{A} 는 완전한 일관성을 갖고 있다고 말할 수 없다.

이상에서는 평가자가 식(3.1)의 쌍대비교행렬 A 의 n 개의 평가요소의 가중치벡터 w 를 사전에 정확히 알고 있다고 가정하였다. 그러나 AHP에서는 평가자가 쌍대비교행렬 A 의 n 개의 평가요소의 정확한 상대적인 가중치벡터 w 를 알 수 없기 때문에 평가요소의 쌍대비교에 의해 완전한 일관성이 있는 쌍대비교행렬 A 를 구할 수가 없다. 따라서 AHP에서는 쌍대비교행렬 A 의 각 평가요소에 대한 정확한 가중치벡터 w 를 모르고 각 평가요소를 쌍대비교하여 얻은 쌍대비교행렬 \hat{A} 를 이용하여 \hat{A} 의 최대 고유치 λ_{\max} 를 구한 후 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 평가요소에 대한 가중치벡터 \hat{w} 를 식(3.8)을 이용하여 구한다.

$$\hat{A} \hat{w} = \lambda_{\max} \hat{w} \quad (3.8)$$

식(3.8)에서 가중치벡터 \hat{w} 는 $\hat{w} = (\hat{w}_1, \hat{w}_2, \dots, \hat{w}_n)'$ 으로 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 평가요소에 대한 가중치벡터의 추정치이다. 여기서 평가요소의 쌍대비교를 통하여 얻은 쌍대비교행렬 \hat{A} 로부터 \hat{A} 의 최대 고유치 λ_{\max} 와 λ_{\min} 에 대응되는 가중치벡터 \hat{w} 를 구하는 방법에 대하여 설명하기로 하자.

(1) 고유치방법에 의한 쌍대비교행렬의 가중치벡터

쌍대비교행렬 \hat{A} 의 고유치를 다음 식에 의해 구한다.

$$\hat{A} \hat{w} = \lambda \hat{w} \quad (3.9)$$

식(3.9)에서 $\hat{w} = \mathbf{0}$ 도 하나의 해가 되지만 이 해는 무의미하므로 $\hat{w} \neq \mathbf{0}$ 인 해를 구해야 한다. 여기서 식(3.9)를 변형하면 다음의 식(3.10)과 같은 n 개의 1차연립 방정식을 얻는다.

$$(\hat{A} - \lambda I) \hat{w} = \mathbf{0} \quad (3.10)$$

식(3.10)에서 I 는 n 차 단위행렬이며 우변의 $\mathbf{0}$ 는 모든 원소가 0인 차수가 n 인 열벡터 즉, $\mathbf{0} = (0, 0, \dots, 0)'$ 이다. 식(3.10)은 다음의 식(3.11)이 만족할 때 $\hat{w} \neq \mathbf{0}$ 인 해가 존재한다.

$$|\hat{A} - \lambda I| = 0 \quad (3.11)$$

식(3.11)을 \hat{A} 의 고유방정식(characteristic equation)이라고 부르며 식(3.11)을 풀어 쓰면 다음 식과 같다.

$$|\widehat{A} - \lambda I| = \begin{vmatrix} \widehat{a}_{11} - \lambda & \widehat{a}_{12} & \cdots & \widehat{a}_{1n} \\ \widehat{a}_{21} & \widehat{a}_{22} - \lambda & \cdots & \widehat{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \widehat{a}_{n1} & \widehat{a}_{n2} & \cdots & \widehat{a}_{nn} - \lambda \end{vmatrix} = 0 \quad (3.12)$$

여기서 식(3.12)을 풀어 쓰면 이는 λ 에 관한 n 차 방정식으로 식(3.13)과 같은 형태가 되며 이를 \widehat{A} 의 고유다항식(characteristic polynomial)이라고 부른다.

$$f(\lambda) = |\widehat{A} - \lambda I| = (-\lambda)^n + b_{n-1}(-\lambda)^{n-1} + \cdots + b_1(-\lambda) + b_0 = 0 \quad (3.13)$$

식(3.13)의 n 차 방정식은 많아야 n 개의 실수근을 가지므로 이들 n 개의 실수근을 $\lambda_i (i=1, 2, \dots, n)$ 라고 표시하면 식(3.14)가 성립한다.

$$f(\lambda) = (\lambda_1 - \lambda)(\lambda_2 - \lambda) \cdots (\lambda_n - \lambda) \quad (3.14)$$

일반적으로 쌍대비교행렬 \widehat{A} 의 차수 n 이 커지면 \widehat{A} 의 고유다항식 $f(\lambda)$ 의 차수도 증가하므로 $f(\lambda) = 0$ 의 해를 구하여 고유치를 구하는 과정은 계산적인 어려움이 따르므로 고유치를 구하는 다른 방법이 요구된다.

이제 식(3.14)의 \widehat{A} 의 고유다항식을 풀어서 구한 n 개의 고유치 $\lambda_i (i=1, 2, \dots, n)$ 중에서 가장 큰 값을 λ_{\max} 라고 하자. 이때 λ_{\max} 값의 크기는 쌍대비교행렬 \widehat{A} 의 원소들과 차원에 따라 달라진다. 여기서 구한 λ_{\max} 를 이용하여 λ_{\max} 에 대응되는 가중치벡터 \widehat{w} 를 구해 보기로 하자. 식(3.10)에서 λ 대신 λ_{\max} 를 대입하면 식(3.15)를 얻는다.

$$(\widehat{A} - \lambda_{\max} I) \widehat{w} = \mathbf{0} \quad (3.15)$$

식(3.15)에서 I 는 n 차 단위행렬이며 우변의 $\mathbf{0}$ 벡터는 모든 원소가 0이고 차수가 n 인 열벡터 즉, $\mathbf{0} = (0, 0, \dots, 0)$ 이다. 따라서 식(3.15)는 각 평가요소의 가중치로

구성된 미지수가 $w_i (i=1, 2, \dots, n)$ 인 n 개의 1차 연립방정식이다. 그런데 식(3.15)의 n 개의 1차 연립방정식은 1차 종속이므로 임의로 하나의 방정식을 제거하고 대신에 가중치의 합은 항상 1이 되어야만 하므로 이를 나타내는 식(3.16)을 추가하여 연립방정식을 풀어서 가중치벡터 \hat{w} 를 구하면 된다.

$$\hat{w}_1 + \hat{w}_2 + \dots + \hat{w}_n = 1 \quad (3.16)$$

이상에서 설명한 고유치방법에 의해 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 평가요소의 가중치벡터 \hat{w} 를 구할 경우 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 차수가 증가하면 고유치를 구하기가 매우 어렵게 된다. 여기서 고유치방법에 비하여 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 평가요소의 가중치벡터 \hat{w} 를 상대적으로 쉽게 구할 수 있는 근사법에 대하여 설명하기로 한다.

(2) 근사법에 의한 쌍대비교행렬의 가중치벡터

여기서는 쌍대비교행렬이 n 차 정방행렬이라고 가정하고 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 상대적 가중치를 구하는 절차를 설명하기로 한다.

- ① 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 각 열의 원소의 합을 t_j 라고 하면 각 열의 원소의 합 t_j 는 식(3.17)과 같이 표시할 수 있다.

$$t_j = \sum_{i=1}^n \hat{a}_{ij} \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (3.17)$$

- ② 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 원소 \hat{a}_{ij} 를 각 열의 원소의 합 t_j 로 나눈 값을 v_{ij} 라고 하면 v_{ij} 는 식(3.18)과 같다.

$$v_{ij} = \frac{\hat{a}_{ij}}{t_j} \quad (i, j=1, 2, \dots, n) \quad (3.18)$$

식(3.18)에 의해 구해진 행렬 v_{ij} 를 원소로 하는 $(n \times n)$ 행렬을 정규화된 쌍대 비교행렬(normalized pairwise comparison matrix) 혹은 정규화 행렬(normalized matrix)이라고 부른다.

- ③ 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 평가요소의 가중치벡터 \hat{w} 를 구하기 위하여 정규화된 쌍대비교행렬의 각 행의 원소의 평균을 구한다. 여기서 정규화된 쌍대비교행렬의 i 행의 원소의 합의 평균을 \hat{w}_i 라고 하면 \hat{w}_i 는 식(3.19)와 같이 구할 수 있다.

$$\hat{w}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (3.19)$$

위 식에서 구한 \hat{w}_i 가 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 평가요소 i 의 가중치(weight)이다. 여기서 $\sum_{i=1}^n \hat{w}_i = 1$ 이 되고, 벡터 $\hat{w} = (\hat{w}_1 \hat{w}_2 \dots \hat{w}_n)'$ 이 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 가중치벡터가 된다.

다. 쌍대비교행렬의 일관성 검정

AHP에서는 평가요소들의 쌍대비교를 통하여 평가요소의 상대적 중요도를 쉽게 추정하여 쌍대비교행렬을 작성할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 쌍대비교행렬은 평가자의 경험과 지식을 바탕으로 주관적인 판단에 의해 다수의 평가요소의 쌍대비교를 통하여 작성되기 때문에 쌍대비교행렬의 평가요소들 간의 상대적 중요도가 일관성이 있게 평가되어 있는가에 대한 검토가 필요하게 된다.

예를 들면, 평가요소들의 쌍대비교를 통하여 얻어진 쌍대비교행렬 \hat{A} 가 완전한 일관성(complete consistence)을 갖는 행렬이라면, 즉, 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 원소 \hat{a}_{ij} 가 각각 w_i/w_j 의 값을 갖고 있다면 $\hat{a}_{ij} \times \hat{a}_{jk} = \hat{a}_{ik}$ 가 성립되어야 한다. 이를 구체적으로 설명하면 평가요소 i 가 평가요소 j 보다 2배 중요하고, 평가요소 j 는 평가요소 k 보다 3배 중요하다고 하면, 평가요소 i 는 평가요소 k 보다 $2 \times 3 = 6$ 배 중요하게 평가해야 한다는 것이다. 그러나 평가자가 평가요소의 쌍대비교에 의해 평가요소의 중요도를 평가할 때 이와 같은 일관성이 완전하게 지켜지기 어렵기 때문에 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 논리적인 일관성의 정도를 검정하는 것이 필요하다.

AHP의 장점은 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 가중치벡터 산출과정에서 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 일관성을 검정할 수 있다는 점이다. 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 일관성은 쌍대비교행렬 \hat{A} 가 완전한 일관성을 유지하지 않을 경우, $\lambda_{\max} > n$ 의 관계가 성립하는 성질을 이용한다. 이하에서는 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 일관성을 검정하기 위한 통계적 방법에 대하여 설명하기로 하자. 쌍대비교의 대상이 되는 평가요소 j 에 대한 평가요소 i 의 상대적 중요도의 추정치 \hat{a}_{ij} 는 다음의 식(3.20)과 같이 정의할 수 있다.

$$\hat{a}_{ij} = (1 + \delta_{ij}) w_i/w_j \quad (3.20)$$

위 식에서 원소 \hat{a}_{ij} 는 쌍대비교의 척도의 정의로부터 항상 양의 값을 취하며 δ_{ij} 는 w_i/w_j 에 대한 불일치 정도를 나타내며 $\hat{a}_{ij} > 0$ 이 되어야 하므로 $\delta_{ij} > -1$ 이 되어야 한다.

이때 쌍대비교행렬 \hat{A} 에서 구한 최대 고유치 λ_{\max} 와 완전한 일관성을 갖는 쌍대비교행렬 A 의 최대 고유치 n 과의 차이를 구하면 다음 식(3.21)과 같다.

$$\lambda_{\max} - n = \frac{1}{n} \sum_{1 \leq i < j \leq n} \frac{\delta_{ij}^2}{(1 + \delta_{ij})} \geq 0 \quad (3.21)$$

위 식에서 평가요소 i 의 상대적 중요도의 추정치 \hat{a}_{ij} 가 w_i/w_j 와 일치하면 식 (3.20)으로부터 $\delta_{ij}=0$ 이 되어 $\lambda_{\max} - n = 0$ 이 성립한다. 따라서 어떤 평가자의 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 λ_{\max} 가 n 에 가까울수록 쌍대비교행렬 \hat{A} 는 일관성이 있다고 말할 수 있다. 이와 같은 성질을 이용하여 응답의 일관성지수(consistence index : CI)를 식(3.22)와 같이 정의한다.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (3.22)$$

한편, 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 일관성을 검정하기 위하여 AHP에서는 확률지수(random index : RI)를 사용하는데 AHP의 개발자인 Saaty가 제시하는 확률지수는 표본크기를 100으로 하여 1에서 9까지의 수치를 임의로 추출하여 역수행렬을 작성하고 이 역수행렬의 평균 일관성지수를 산출한 값으로 일관성의 허용한도를 나타낸다. Saaty가 제시한 확률지수 RI 는 쌍대비교의 대상이 되는 평가요소의 수 n , 즉 쌍대비교행렬의 차원 n 에 따라 <표 3.1>과 같이 알려져 있다.

<표 3.1> 쌍대비교행렬의 차원 n 의 변화에 따른 확률지수

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
확률지수 (RI)	0.0	0.0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

AHP에서는 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 일관성을 검정하기 위한 통계량으로서 이상에서 설명한 일관성지수를 확률지수로 나눈 일관성비율(consistency ratio : CR)을 사용한다.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.23)$$

여기서 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 일관성을 검정하기 위한 가설과 검정통계량은 다음과 같다.

귀무가설 (H_0) : 평가자의 평가요소에 대한 평가는 무작위로 이루어졌다.

대립가설 (H_1) : 평가자의 평가요소에 대한 평가는 무작위로 이루어지지 않았다.

검정통계량 : $CR = CI/RI$

만일 CR 값이 0.1미만이면 H_0 가 기각되어 쌍대비교행렬 \hat{A} 가 일관성이 있는 것으로 판정한다. 만일 CR 값이 0.1이상이면 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 일관성이 부족한 것으로 판정하고 평가요소의 상대적 중요도를 재평가하여야 한다.

일관성비율 CR 의 계산은 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 차원이 증가하면 λ_{\max} 값을 구하기가 복잡하여 일관성지수를 계산하기가 어려우므로 CR 값을 쉽게 구할 수가 없다. 따라서 다음에 근사법에 의한 일관성비율의 계산절차에 대하여 설명하기로 한다.

근사법에 의한 일관성비율의 계산절차

- ① 식(3.24)에 의해 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 평가요소의 가중치합벡터 \hat{s} 를 추정한다.

$$\hat{s} = \hat{A} \hat{w} \quad (3.24)$$

- ② 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 최대 고유치의 추정치 λ_{\max} 를 식(3.25)에 의해 추정한다.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\hat{s}_i}{\hat{w}_i} \quad (3.25)$$

- ③ 일관성지수(consistency index : CI)를 식(3.26)을 이용하여 계산한다.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3.26)$$

- ④ 일관성비율(consistency ratio : CR)은 식(3.23)을 이용하여 구한다.

라. 대안의 종합적 우선순위 평가

대안의 종합적 우선순위는 계층구조도의 최상위에 있는 의사결정의 목표를 달성하기 위하여 최하위 계층에 있는 대안들의 종합가중치벡터를 구한 후에 종합가중치벡터의 원소의 값이 가장 큰 대안을 우선순위가 가장 높은 대안으로 평가하게 된다. 대안들의 종합가중치벡터는 계층구조가 완전계층일 경우와 불완전 계층일 경우에 산출방법이 다르다. 따라서 계층구조가 완전계층일 경우와 불완전 계층일 경우를 구분하여 다음에 설명하기로 한다(이강우, 김정자, 2005).

(1) 완전계층일 경우의 대안의 종합가중치벡터

계층구조가 완전계층일 경우 (계층 1)에 대하여 (계층 k)에 있는 대안들의 종합가중치벡터는 다음의 식(3.27)을 이용하여 구할 수 있다.

$$\hat{c}[1, k] = \prod_{i=2}^k \hat{B}_i \quad (3.27)$$

여기서

$\hat{c}[1, k]$ = (계층 1)을 기준으로 평가한 (계층 k)에 있는 대안들의
($1 \times m$) 종합가중치벡터

\hat{B}_i = (계층 $i-1$)의 평가요소를 기준으로 평가한 (계층 i)의 평가요소들의
($n_{i-1} \times n_i$) 가중치행렬. 단, \hat{B}_2 는 ($1 \times n_2$)가중치벡터임

m : (계층 k)의 대안의 개수

n_i : (계층 i)의 평가요소의 개수

식(3.27)을 이용하여 (계층 k)에 있는 대안들의 종합 가중치벡터를 구하기 위해서는 먼저 (계층 $k-1$)의 평가요소들을 평가기준으로 한 (계층 k)의 대안들의

$(n_{k-1} \times n_k)$ 가중치행렬 B_k 를 구하고 다음에 (계층 $k-2$)의 평가요소들을 평가기준으로 한 (계층 $k-1$)의 평가요소들의 $(n_{k-2} \times n_{k-1})$ 가중치행렬 \hat{B}_{k-1} 을 구한다. 이와 같은 과정을 상위계층으로 반복하여 (계층 1)의 의사결정의 목표를 평가기준으로 한 (계층 2)의 평가요소들의 $(1 \times n_2)$ 가중치행렬 \hat{B}_2 를 구한 후에 이들 가중치행렬 $\hat{B}_i (i=2, 3, \dots, k)$ 를 식(3.27)에 대입하여 대안들의 종합가중치행렬 $\hat{C} [1, k]$ 를 구한다. 여기서 가중치행렬 \hat{B}_i 의 행은 평가기준인 (계층 $i-1$)의 평가요소에 대한 (계층 i)의 평가요소의 가중치행렬들로 구성된 행렬이므로 가중치행렬 \hat{B}_i 의 행의 합은 1이 된다.

(2) 불완전계층일 경우의 대안의 종합가중치행렬

계층구조가 불완전계층일 경우 대안의 종합가중치행렬 $\hat{C} [1, k]$ 는 식 (3.28)을 이용하여 구한다.

$$\hat{c} [1, k] = \hat{B}_2 \hat{w}_2 \quad (3.28)$$

여기서

k = 대안이 위치해 있는 계층번호

m = (계층 k)에 있는 대안의 수

n_2 = (계층 2)의 평가요소의 수

\hat{B}_2 = (계층 2)의 평가요소를 기준으로 평가한 대안의

합성가중치행렬 $\hat{b}_{2j} (j=1, 2, \dots, n_2)$ 들로 구성된 $(m \times n_2)$

합성가중치행렬

\hat{w}_2 = (계층 1)의 평가요소를 기준으로 평가한 (계층 2)의 평가요소의

$(n_2 \times 1)$ 가중치행렬

$\hat{c} [1, k]$ = (계층 1)을 기준으로 평가한 (계층 k)의 대안의 $(m \times 1)$

종합가중치행렬

식(3.28)을 이용하여 (계층 1)을 기준으로 평가한 (계층 k)의 대안들의 종합가중치행렬을 구하기 위해서는 (계층 2)의 평가요소를 기준으로 평가

한 대안의 합성가중치행렬 \hat{B}_2 를 구해야 한다. 이하에서는 합성가중치벡터 $\hat{\delta}_{2j}(j=1,2,\dots,n_2)$ 로 구성된 합성가중치행렬 \hat{B}_2 를 구하는 방법에 대하여 알아보자. 합성 가중치벡터 $\hat{\delta}_{ij}$ 의 계산은 최하위의 계층으로부터 시작하여 순차적으로 상위의 계층으로 진행하면서 구한다. 합성가중치벡터 $\hat{\delta}_{ij}$ 는 식 (3.29)와 같이 구한다.

$$\hat{\delta}_{ij} = \hat{B}_{i+1,j} \hat{w}_{i+1,j} \quad (3.29)$$

여기서

m = 대안의 수

$n_{i+1,j}$ = (계층 $i+1$)에 있는 (계층 i)의 j 번째 평가요소의 직계 하위평가요소의 수

$\hat{\delta}_{ij}$ = (계층 i)의 j 번째 평가요소를 기준으로 평가한 대안의 합성가중치벡터 ($m \times 1$)

$\hat{B}_{i+1,j}$ = (계층 $i+1$)에 있는 (계층 i)의 j 번째 평가요소의 직계 하위평가요소들을 기준으로 평가한 대안의 중치벡터들로 구성된 가중치행렬 ($m \times n_{i+1,j}$)

$\hat{w}_{i+1,j}$ = (계층 $i+1$)에 있는 (계층 i)의 j 번째 평가요소의 직계 하위평가요소의 가중치벡터 ($n_{i+1,j} \times 1$)

이와 같이 직계 하위평가요소가 일부 평가요소로만 그룹화되어 있는 불완전계층일 경우에 대안의 종합가중치벡터는 모든 평가요소에 대한 합성가중치를 구하면 식(3.28)을 이용하여 구할 수 있다.

마. 그룹의사결정

AHP는 그룹의사결정에 유용한 도구로 활용되고 있다. AHP를 이용한 그룹 구성원의 판단을 통합하는 방법에는 Saaty의 기하평균법, 대응가능지수법, 가중 산출평균법, 평가자 차등적용법, 손실함수접근법 등 다양한 방법이 있지만 본 연구에서는 Saaty의 기하평균법만을 다루기로 한다.

AHP에서 그룹의 평가치를 종합하는 방법은 크게 두 가지로 대별 된다.

첫째는 평가자들의 의견을 토의와 투표를 통하여 결집하고 이를 근거로 단일 쌍대비교행렬을 작성하는 그룹평가 방법인데, 이는 계층의 수가 크거나 비교대상이 많을 경우에는 쌍대비교를 위한 비교횟수가 많아짐에 따라 막대한 시간과 노력이 투입되어야 한다. 또한 어떤 조직에서 수십 명의 평가자들이 의견 수렴의 회합을 위하여 일정한 시간과 장소를 마련하기에는 많은 제약이 존재하는바, 실제로 이 방법을 사용하기란 쉽지 않다.

둘째는 수치통합방법 으로서, 이는 그룹 구성원들이 행한 각각의 쌍대비교행렬을 수집하고 그룹전체의 평가치를 수치통합하여 가중치를 구하는 방법이다. 수치통합방법은 다음과 같은 세 가지의 방법으로 나눌 수 있으며, 어떤 방법을 사용하여도 결과에 큰 차이가 없는 것으로 알려져 있다. 그러나 아래의 두 번째와 세 번째 방법은 그 계산상의 편리함에도 불구하고, 최종 통합결과 간에 때때로 순위의 변동이 발생하기 때문에 이 방법들을 사용할 때에는 주의를 요한다. 따라서 특별한 경우를 제외하고는 첫 번째 방법을 사용하는 것이 바람직하며, 본 연구에서의 그룹 평가 후 쌍대비교행렬의 작성은 이 방법을 적용하기로 하였다.

첫 번째 방법은 평가자가 작성한 쌍대비교 행렬의 각 요소에 대하여 전체 평가자의 평가치들을 기하평균하여 통합하고, 이를 원소로 하는 단일 쌍대비교행렬을 구성하는 방법이다. 이후의 계산은 단일평가자에 의한 평가치의 AHP계산과 동일

하다. 즉, 전체 평가자가 n 명으로 구성되면 a_{ij} 를 k 번째 평가한 쌍대비교행렬의 각 원소라고 할 때, 통합된 단일 쌍대비교행렬의 각 원소 \bar{a}_{ij} 는 다음식(3.30)과 같이 구한다.

$$\bar{a}_{ij} = \prod_{k=1}^n (a_{ijk})^{\frac{1}{n}} \quad (3.30)$$

위 식에서 기하평균을 사용하는 이유는 행렬의 역수성을 유지시키는 유일한 방법이 기하평균법이기 때문이다 (Aczel & Saaty, 1983).

두 번째 방법은 평가자가 작성한 쌍대비교행렬을 계산하여 최대고유치에 해당하는 고유벡터를 구한 다음 각 항목에 대한 전체 평가자의 고유벡터값들을 산술 평균하여 통합된 가중치를 구하는 방법이다. 즉, 전체평가자가 n 명일 경우 w_{lk} 를 k 번째 평가자가 평가한 쌍대비교행렬로부터 구한 l 항목의 고유벡터값 이라고 할 때, 전체 평가자의 종합가중치 \bar{w}_l 는 다음식(3.31)과 같이 구한다.

$$\bar{w}_l = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n w_{lk} \quad (3.31)$$

세 번째 방법은 고유벡터값을 기하평균하여 수치통합하는 것으로, Barzilai(1987)는 기하평균을 통하여 전체평가자의 고유벡터값을 통합하는 것이 평가결과의 역수성을 유지시키는 필요조건임을 증명하였다. 이 방법에 의하면, 전체 평가자가 n 명이며, w_{lk} 를 k 번째 평가자가 평가한 쌍대비교행렬로부터 구한 l 원소의 고유 벡터 값이라고 할 때, 전체 평가자의 종합가중치 \bar{w}_l 는 다음식(3.32)와 같이 구한다.

$$\bar{w}_l = \prod_{k=1}^n (w_{lk})^{\frac{1}{n}} \quad (3.32)$$

바. AHP의 적용절차

이상에서 설명한 AHP의 적용절차를 단계별로 요약하면 다음과 같다.

[단계 1] 의사결정의 목표를 설정한다.

[단계 2] 의사결정문제의 대안을 탐색하여 가능한 대안을 설정한다.

[단계 3] 의사결정에 영향을 주는 평가요소를 선택하고 이를 계층화하여 주요 평가요소, 하위평가요소 등으로 분류한다.

[단계 4] 의사결정의 목표, 대안, 평가요소를 계층화하여 계층구조도를 작성한다.

[단계 5] [단계 4]에서 작성된 계층구조도의 적정성을 평가한다.

[단계 6] 평가요소의 상대적 중요도를 추정하기 위한 설문지를 작성하고, 평가자는 작성된 설문지에 의해 평가요소간의 상대적 중요도를 평가하고 이를 설문지에 표시한다.

[단계 7] [단계 6]의 설문 결과표를 이용하여 각 계층의 평가요소와 대안의 쌍대비교행렬을 작성한다. 단, 그룹일 경우에는 수치통합방법을 이용하여 쌍대비교행렬을 작성한다.

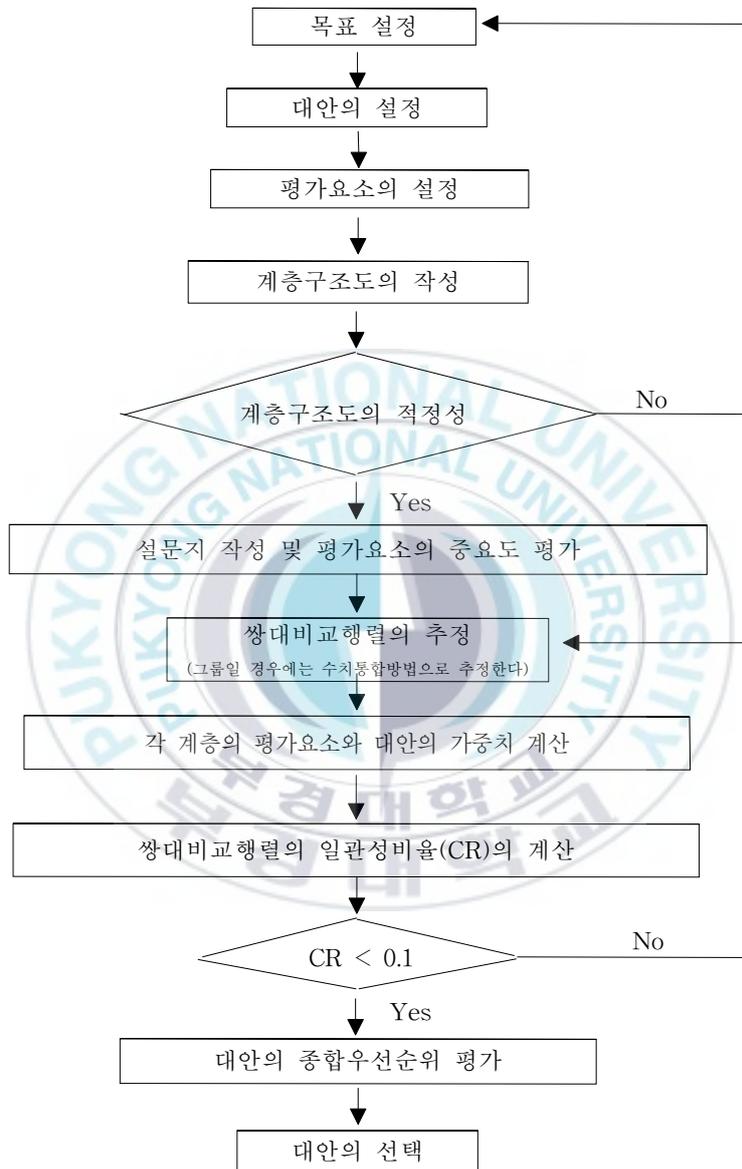
[단계 8] 쌍대비교행렬의 평가요소와 대안의 상대적인 가중치를 추정한다.

[단계 9] 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 일관성에 대한 검토를 한다.

[단계 10] 각 대안의 종합 우선순위를 평가한다.

[단계 5]에서는 주어진 의사결정문제에 영향을 주는 모든 평가요소와 대안이 계층구조도에 반영되어 있는가를 검토한다. 또한 각 계층의 평가요소들이 직계 상위 계층의 평가요소와 관련되어 있는가도 검토한다. 이와 같은 검토과정을 거쳐서 계층구조도의 적정성 여부를 평가하여 계층구조도가 적정하다고 판단될 경우에는 [단계 6]으로 진행한다. 만일 계층구조도가 적정하지 못하다고 판단될 경우에는 다시 [단계 1]부터 [단계 4]까지의 과정을 거쳐서 계층구조도를 수정한다.

이상에서 설명한 AHP의 적용절차를 흐름도로 표시하면 <그림 3.1>과 같다.



<그림 3.1> AHP의 적용절차

2. AHP의 장점과 단점

AHP는 기본적으로 단순하고 명확한 이론을 토대로 다양한 분야의 의사결정문제에 적용이 가능한 범용적인 모형이다. 여기서 다기준 의사결정문제에 AHP를 적용할 때 AHP의 장점과 단점에 대하여 살펴보기로 하자.

가. AHP의 장점

- ① AHP는 복잡하고 비구조적인 의사결정문제에 내포되어 있는 모든 평가요소를 나열하고, 이를 여러 단계의 계층으로 분류한 후에 각 계층에 있는 유사한 평가요소를 묶어서 의사결정문제의 구조화 및 체계화를 시도하여 계층구조도로 표현한다. 이와 같은 과정을 통하여 의사결정문제를 보다 정확하게 파악하고 이해할 수 있다.
- ② AHP는 정성적 평가요소를 측정할 수 있는 척도와 의사결정 대안의 우선순위를 설정하기 위한 방법을 제공하여 준다. 즉, 평가자의 지식과 경험에 의한 합리적인 판단을 근거로 정량적 평가요소와 더불어 정성적 평가요소도 고려하여 의사결정문제를 해결할 수 있는 틀을 제공하여 준다.
- ③ AHP는 평가자의 평가요소에 대한 주관적 판단에 대한 논리적 일관성을 검정할 수 있는 장치가 마련되어 있으며, 평가자의 평가요소에 대한 주관적 판단에 일관성이 없을 때에도 이를 쉽게 수정할 수 있는 방법을 제공한다.
- ④ AHP는 의사결정문제와 관련된 평가요소의 가중치의 변화에 따른 민감도분석을 수행함으로써 대안의 우선순위의 변화를 쉽게 알 수 있다.
- ⑤ AHP는 시스템적 사고와 인과적 사고 또는 해석을 조합하여 의사결정을 한다. 여기서 시스템적 사고는 아이디어를 계층적으로 구성하는데 이용되고, 인과적

사고 또는 해석은 계층에 있는 평가요소의 쌍대비교와 그 결과의 종합을 위하여 이용된다.

- ⑥ AHP는 환경변화에 적응성이 강한 모형이다. 따라서 의사결정자는 환경변화에 따라서 계층구조도의 각 계층에 있는 평가요소들을 쉽게 추가하거나 삭제할 수 있다.
- ⑦ AHP는 다수 평가자의 다양한 의견과 판단을 합의나 수치적 통합을 통하여 의사결정문제의 각 대안의 우선순위를 도출하는 집단 의사결정문제(group decision making problem)에도 쉽게 적용할 수 있다.

나. AHP의 단점

- ① 계층구조도에서 동일 계층에 있는 평가요소는 상호 독립적이어야 한다.
- ② 의사결정문제의 평가요소들을 계층화하는 방법론에 대한 어떤 이론적 틀이 없기 때문에 계층구조도는 평가자의 경험과 능력에 의존하게 된다.
- ③ AHP는 평가요소의 쌍대비교에 의한 중요도의 값을 확신할 수 없을 때 그 값에 대한 민감도분석을 수행하여 대안의 우선순위의 변화과정을 검토하여야 한다.
- ④ AHP에서 사용하는 쌍대비교의 척도의 범위는 $1/9 \sim 9$ 이므로 평가요소의 상대적 중요도가 최대 9까지만 가능하다는 점이다. 예를 들면 $a_{12}=3$ 이고 $a_{23}=4$ 이라면, $a_{13}=12$ 가 되어야 하나 a_{13} 이 9를 초과하는 것은 불가능하다.
- ⑤ AHP에서 대안을 추가하거나 삭제할 경우 기존의 대안의 우선순위가 변경될 수도 있다.
- ⑥ AHP에서는 평가요소의 쌍대비교를 통해서 대안의 우선순위를 도출하기 때문에 평가요소의 수가 많으면 평가요소의 쌍대비교의 수가 증가하여 평가자에게 많은 노력을 요구하게 되며 쌍대비교행렬의 일관성이 결여되기 쉽다.

IV. AHP에 의한 실증분석

1. 조사 개요

본 연구는 IMP와 AMT기법의 중요도를 평가하기 위하여 조선기업을 대상으로 AHP에 의한 실증분석을 실시하였다. 실증분석을 위한 조사대상은 국내 조선기업 중 가장 대표적인 H조선기업에서 최소 10년 이상 근무하여 IMP와 AMT의 기법을 모두 알고 있는 생산혁신팀과 생산 및 지원부서 부·과장급을 전문가 집단으로 선정하였다. 연구를 위한 1차 설문은 2006년 4월 19일에서 29일까지 10일 동안 H조선기업 경영혁신팀과 생산 및 지원부서 부·과장 30명을 대상으로 설문지의 평가방법을 설명한 후 예비조사(pilot test)를 하였다. 이 예비조사과정에서 응답자에게 애매하거나 이해하기 어려운 설문항목은 수정하여 최종 설문지를 작성하였다. 분석을 위한 설문조사기간은 2006년 5월 1일부터 5월 15일까지 실시하였고, 직접 방문을 통하여 설문지를 회수하였으며 배포한 30부를 모두 회수하였다.

본 연구에서 AHP 설문대상으로 하는 전문가의 선정은 비확률적 표본추출방법(non-probability sampling)의 하나인 판단표본추출방법(judgement sampling)을 이용하였다. 판단표본추출방법은 조사자의 판단에 따라 모집단의 대표성을 갖는 것으로 판단되는 집단을 표본으로 선정하는 방법으로, 연구자가 조사하고자 하는 모집단의 특성에 대해서 잘 알고 있을 경우에 적용할 수 있는 표본추출방법이다. 판단표본추출방법은 누적표본 추출방법(snowball sampling), 임의표본 추출방법(convenience sampling), 할당표본추출방법(quota sampling)과 같은 비확률적 표본추출방법(non-probability sampling)의 하나이다.

30부의 회수된 설문을 바탕으로 Expert Choice11에 의해 일관성 비율을 조사하였는데, AHP에서는 일관성을 검증하기 위해서 확률지수(random index : RI)를 사용한다. 이는 Saaty(1980)가 제시하는 RI값은 9점 척도를 이용하여 표본크기를 100으로 하여 무작위로 만들어낸 역수행렬의 일관성 지수값의 평균값이다. 따라서 일관성을 검증하기 위해 일관성지수(CI)를 확률지수(RI)로 나눈 일관성비율(consistency ratio : CR)을 사용하였다. 설문 분석결과 CR값이 0.1이상이거나 불성실한 설문이 11부이었으며, 0.1이하인 설문이 19부였다. 따라서 본 연구에서는 19명이 평가한 일관성이 있는 것으로 검정된 설문을 AHP의 분석용으로 채택하였다. 조사대상별 설문배포 및 응답현황은 <표 4.1>과 같다.

<표 4.1> 조사대상별 설문배포 및 응답 현황

조사대상 \ 항목	설문지 배부(매)	조사 대상자(명)	CR범위 초과설문(매)	최종분석 설문(매)
본부경영 혁신팀	12	12	5	7
조선사업부 부·과장	18	18	6	12
합 계	30	30	11	19

2. 조선기업의 생산운영시스템의 특징

조선기업은 일반적으로 다음과 같은 특성을 지니고 있다.

첫째, 선박 건조에 소요되는 소재들이 기계, 금속, 철강, 화학, 전기 등 제조업의 전 분야에 걸쳐 있는 종합조선산업이다.

둘째, 해운업, 수산업, 방위산업, 레저 등 전방(前方)산업이 기초가 되고 기계, 철강, 전기, 전자, 화학 등 후방(後方)산업 전반에 걸쳐 높은 전후방 연쇄효과를 가지고 있는 노동집약적, 기술집약적 산업이다.

셋째, 선대, 도크, 초대형 크레인, 각종 중장비 등 대형설비가 필수적이므로 자본집약적 산업이다.

넷째, 전형적인 수주생산시스템이다. 선박은 항로, 적재화물, 선주취항 등에 따라 주문되므로 주문규격이 매우 다양하여 대량생산이 불가능하다.

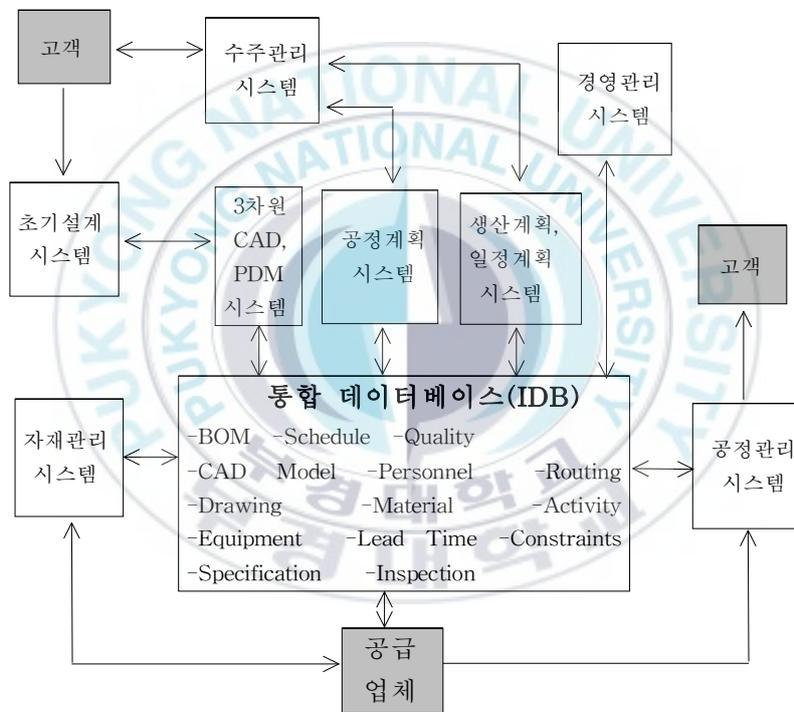
한편 복잡한 선박의 구조로 인하여 조선기업의 생산운영시스템은 생산자원의 효율 극대화과 정보의 생성 및 전달체계의 최적화를 위해 선박설계, 자재관리, 공정관리 등과 같은 기능 위주로 분산되어 있다. <그림 4.1>은 설계 및 생산정보를 포함하는 통합 데이터베이스를 중심으로 한 조선기업의 생산 운영시스템의 구조를 나타내고 있다(통상산업부, 1996).

여기서 조선기업의 생산시스템의 특징에 대하여 서술하면 다음과 같다. 제품정보관리 시스템(PDMS : product data management system)은 CAD 시스템과 통합되어 기초설계단계에서부터 발생하는 복잡하고 다양한 설계 정보와 설계 프로세스 정보 그리고 생산에 필요한 정보를 시스템화하여 각종 정보들의 원활한 공유와 정보의 재창출을 가능하게 하는 시스템이다. PDM시스템은 도면과 연관된 기술정보를 효율적으로 관리하기 위한 도면 정보관리시스템(engineering document management system)과 다양한 설계정보를 통합적으로 공유 및 운영하는 설계정보관리시스템(engineering data management system) 등의 개념으로 연구되기 시작하여 최근의 PDM시스템은 제품과 관련된 제반정보와 제품개발 프로세스정보를 통합적으로 관리하는 시스템이다.

공정계획시스템은 생산설비와 인력구조에 적합하도록 공정생성, 공정순서, 작업방법, 예산 등을 산출하며, 생산계획 및 일정계획시스템은 공정계

층별 일정생성(선표계획, 기준생산일정, 공정일정)을 담당한다.

공정관리 및 실적집계시스템은 실제 작업의 공정진도 현황 파악, 실적집계, 계획대비 실적분석, 실적정보를 가공하여 연관된 상위시스템으로 피드백되는 기능을 수행하는 시스템으로 생산 및 일정계획시스템의 원활한 운영을 지원하는 시스템이다. (이종훈, 2000)



<그림 4.1> 조선기업의 생산운영시스템 구조

자재관리시스템은 생산계획시스템에서 계획된 품목을 제조하는데 필요한 구성자재의 소요량을 산출하고 자재발주, 계약, 입고, 생산현장으로의 출고와 관련된 일련의 자재관련 프로세스를 계획하고 관리하는 시스템이다. 자

재관리는 표준화된 BOM을 이용하여 일괄적으로 MRP를 전개하는 것이 아니라 설계부문과 밀접한 연관을 가지면서 다양한 선종 및 선형에 따라 상이하게 설계가 진행됨에 따라 점차적으로 자재의 사양이 결정되고 제품 구조가 형성되므로 변형된 MRP시스템이 필요하다.

조선기업은 자재 미입고, 기계고장, 설계오류, 품질/성능 문제 등과 같은 변경요인이 산재해 있고, 일정계획의 일정을 확신할 수 없기 때문에 현장의 상황을 상위시스템으로 반영하기 어렵다.

3. 생산성과 향상기법의 평가모형 개발

가. 생산성과 평가요소와 생산성과 향상기법의 선정

평가요소의 선정은 IMP와 AMT기법의 실무경험이 풍부한 H조선기업 경영혁신팀과 생산 및 지원부서 부·과장급을 대상으로 두 차례의 논의과정을 거쳐 선정하였다. 제 2장의 생산성과 평가시스템에서 제시된 생산성과 평가요소들 중 Skinner등 15편의 연구문헌에서 가장 널리 사용되고 있는 원가, 품질, 유연성을 선정하였다.

H조선기업 부·과장과의 1차 논의과정에서 생산성과를 평가하기 위한 평가요소로 원가, 품질, 유연성의 3가지 주요평가요소를 추출하였다. 그리고 2차 논의에서는 각각의 주요평가요소를 세부항목으로 분류하는 과정을 거쳤는데 2장에서 논의된 하위평가요소를 참고로 아래 <표 4.2>와 같이 총 9가지의 하위평가요소를 선정하였다.

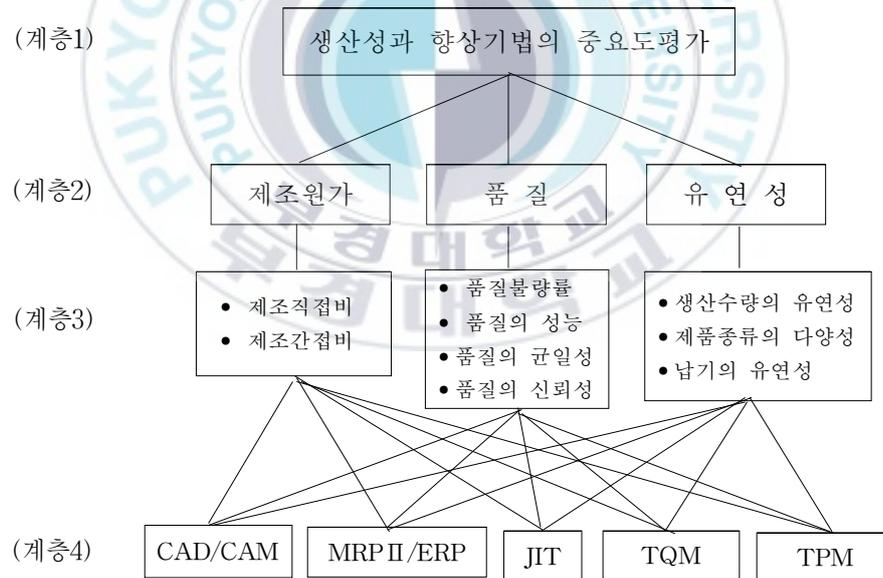
<표 4.2> 성과평가요소의 선정

주요 평가요소	하위평가요소	설 명
제조원가	제조직접비용	직접재료비와 노무비를 절감시킬 수 있는 능력
	제조간접비용	간접제조비를 절감시킬 수 있는 능력
품질	품질의 불량률	불일치 가공비율, 단위당 결점수, 재작업횟수를 절감시킬 수 있는 능력
	품질의 성능	고객이 요구하는 여러 가지 높은 성능의 제품을 공급할 수 있는 능력
	품질의 균일성	제품을 설계규격에 맞게 균일한 품질로 안정되게 생산할 수 있는 능력
	품질의 신뢰성	제품 수명, 내구성, 성능의 올바른 작동 등 제품의 특성이 올바르게 발휘될 수 있는 제품을 공급할 수 있는 능력
유연성	생산수량의 유연성	생산수량을 신속하게 변경시킬 수 있는 능력
	제품종류의 다양성	신속하게 제품믹스를 변경시킬 수 있는 능력
	납기의 유연성	신뢰성 있는 납기내의 공급능력

한편, 생산성과 향상기법은 생산성과 평가요소의 선정이 끝난 후 IMP와 AMT기법의 실무경험이 풍부한 관련부서 부·과장급을 대상으로 한 차례의 논의과정을 거쳐 선정하였다. 제2장에서 설명한 IMP와 AMT 기법들 중 조선기업에서 가장 널리 적용되고 있는 기법들을 선택하였는데 IMP에서는 JIT, TQM, TPM, EI가 제시되었는데 EI는 다른 기법들에 공통적으로 적용되는 경향이 강하여 AHP설문작성 시 변별의 어려움이 예상되어 제외시켰다. 한편, AMT기법은 CAD/CAM, CNC/DNC, FMS, CAE, CIM, AS/RS, MRPⅡ/ERP가 제시되었는데 이들 중 FMS 등의 조선기업에서의 적용도가 낮은 기법을 제외하고 현재 가장 널리 적용되고 있는 CAD/CAM과 MRPⅡ/ERP를 선정하였다.

나. 생산성과 향상기법의 평가모형 개발

1차 예비설문 결과 전문가로부터 제시된 의견은 제시된 가이드라인의 구성요소에 대해 대부분 적절하다는 의견이었으나 소수가 구성요소의 일부를 삭제하거나 항목 간 이동이 필요하고, 당초 제시되지 않았던 요소를 제시한 경우가 있었다. 따라서 2차 예비설문에서는 1차 예비설문시의 설문문항에 문항별로 제시된 의견을 각각 추가하여 질문지를 구성한 후 당초 제시된 요소와 추가 제출된 의견과의 적정성 여부에 대한 종합의견을 기술하도록 하였다. 2차에 걸친 설문결과 도출된 전문가의 의견을 반영하여 계층별 구성요소를 <그림 4.2>와 같이 작성하였다.



<그림 4.2> 생산성과 향상기법의 중요도 평가를 위한 계층구조도

다. 평가요소와 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬

생산성과 향상기법의 중요도평가를 위한 주요평가요소를 의사결정목표인 “생산성과 향상기법의 중요도평가”의 측면에서 19명의 평가자가 평가한 결과를 Expert Choice11에 입력하여 구한 쌍대비교행렬은 <표 4.3>과 같다.

<표 4.3> 주요평가요소에 대한 쌍대비교행렬

목 표	제조원가	품질	유연성
제조원가	1.000	0.907	2.595
품질	1.102	1.000	2.860
유연성	0.385	0.350	1.000

<표 4.3>의 쌍대비교행렬을 이용하여 근사법에 의한 쌍대비교행렬의 평가요소에 대한 가중치벡터를 구하면 <표 4.4>와 같다.

<표 4.4> 주요평가요소의 쌍대비교행렬의 가중치벡터

	제조원가	품질	유연성	가중치벡터
제조원가	0.402	0.402	0.402	0.402
품질	0.443	0.443	0.443	0.443
유연성	0.155	0.155	0.155	0.155

한편, <표 4.3>의 쌍대비교행렬의 일관성을 검증하기 위하여 다음과 같은 일관성지수의 계산 절차를 통하여 평가자가 내린 평가결과에 의한 쌍대비교행렬의 일관성 여부를 검토하였다.

- ① <표 4.3>의 쌍대비교행렬 \hat{A} 에 쌍대비교행렬의 가중치 벡터 \hat{w} 를 곱하여 다음과 같이 가중치합벡터 \hat{S} 를 구한다.

$$\hat{S} = \hat{A}\hat{w} = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.907 & 2.595 \\ 1.102 & 1.000 & 2.860 \\ 0.386 & 0.350 & 1.000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.402 \\ 0.443 \\ 0.155 \end{bmatrix} \cong \begin{bmatrix} 1.206 \\ 1.329 \\ 0.465 \end{bmatrix}$$

② <표 4.3>의 쌍대비교행렬 \hat{A} 의 최대고유치의 추정치 λ_{\max} 를 다음 식으로 구하였다. 아래 식에서 n 은 쌍대 비교행렬의 차원이다.

$$\begin{aligned} \lambda_{\max} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\hat{S}_i}{\hat{w}_i} \cong \frac{1}{3} \left(\frac{1.206}{0.402} + \frac{1.329}{0.443} + \frac{0.465}{0.155} \right) \\ &\cong 3.000 \end{aligned}$$

③ <표 4.3>의 쌍대비교행렬의 일관성지수 CI 를 다음과 같이 계산하였다.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \cong \frac{3.000 - 3}{3 - 1} \cong 0.000$$

④ <표 4.3>의 쌍대비교행렬의 차원이 3이므로 <표 3.5>로부터 확률지수 RI 를 구하면 0.58이다. 다음 식에 의해 <표 4.3>의 쌍대비교행렬의 일관성비율 CR 을 산출하였다.

$$CR = \frac{CI}{RI} \cong \frac{0.00}{0.58} \cong 0.00$$

⑤ ④에서 구한 <표 4.3>의 쌍대비교행렬의 일관성비율 CR 이 0.1보다 작기 때문에 <표 4.3>의 쌍대비교행렬은 일관성이 있다고 평가하였다.

본 연구에서 조사한 설문결과를 토대로 (계층3)과 (계층4)의 평가요소에
 하여 대한 쌍대비교행렬을 정리하면 <표 4.5>에서 <표 4.16>까지와 같다.

<표 4.5> 제조원가에 대한 하위평가요소의 쌍대비교행렬

제조원가	제조직접비	제조 간접비	가중치벡터
제조직접비	1.000	1.357	0.576
제조간접비	0.737	1.000	0.424

<표 4.6> 품질에 대한 하위평가요소의 쌍대비교행렬

품질	품질불량률	품질성능	품질균일성	품질신뢰성	가중치벡터
품질불량률	1.000	1.345	1.509	0.907	0.285
품질성능	0.743	1.000	1.120	0.674	0.212
품질균일성	0.664	0.893	1.000	0.602	0.189
품질신뢰성	1.103	1.483	1.661	1.000	0.314

<표 4.7> 유연성에 대한 하위평가요소의 쌍대비교행렬

유연성	생산수량 유연성	제품종류 다양성	납기유연성	가중치벡터
생산수량 유연성	1.000	1.620	0.687	0.325
제품종류 다양성	0.618	1.000	0.424	0.201
납기 유연성	1.456	2.358	1.000	0.474

<표 4.8> 제조직접비에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬

제조직접비	CAD/CAM	MRP2/ERP	JIT	TQM	TPM	가중치벡터
CAD/CAM	1.000	0.782	1.195	1.209	0.902	0.198
MRP2/ERP	1.278	1.000	1.527	1.545	1.154	0.253
JIT	0.837	0.655	1.000	1.101	0.755	0.166
TQM	0.828	0.647	0.908	1.000	0.748	0.164
TPM	1.108	0.867	1.324	1.339	1.000	0.219

<표 4.9>제조간접비에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬

제조간접비	CAD/CAM	MRP2/ERP	JIT	TQM	TPM	가중치벡터
CAD/CAM	1.000	0.469	1.039	0.770	0.903	0.154
MRP2/ERP	2.133	1.000	2.216	1.642	1.925	0.328
JIT	0.963	0.451	1.000	0.741	0.869	0.148
TQM	1.299	0.609	1.350	1.000	1.173	0.200
TPM	1.108	0.519	1.151	0.853	1.000	0.170

<표 4.10> 품질불량률에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬

품질 불량률	CAD/CAM	MRP2/ERP	JIT	TQM	TPM	가중치벡터
CAD/CAM	1.000	3.997	4.000	1.205	1.647	0.340
MRP2/ERP	0.250	1.000	1.001	0.301	0.412	0.085
JIT	0.250	0.999	1.000	0.301	0.412	0.085
TQM	0.830	3.318	3.320	1.000	1.367	0.283
TPM	0.607	2.427	2.429	0.732	1.000	0.207

<표 4.11> 품질성능에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬

품질성능	CAD/CAM	MRP2/ERP	JIT	TQM	TPM	가중치벡터
CAD/CAM	1.000	2.955	4.187	1.420	1.734	0.350
MRP2/ERP	0.338	1.000	1.417	0.481	0.587	0.118
JIT	0.239	0.706	1.000	0.339	0.414	0.084
TQM	0.704	2.081	2.948	1.000	1.221	0.246
TPM	0.577	1.704	2.415	0.819	1.000	0.202

<표 4.12> 품질균일성에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬

품질 균일성	CAD/CAM	MRP2/ERP	JIT	TQM	TPM	가중치벡터
CAD/CAM	1.000	3.305	3.817	1.446	1.883	0.359
MRP2/ERP	0.303	1.000	1.155	0.438	0.570	0.109
JIT	0.262	0.866	1.000	0.379	0.493	0.094
TQM	0.692	2.286	2.640	1.000	1.302	0.248
TPM	0.5311	1.756	2.028	0.7681	1.000	0.191

<표 4.13> 품질신뢰성에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬

생산수량의 유연성	CAD/CAM	MRP2/ERP	JIT	TQM	TPM	가중치벡터
CAD/CAM	1.000	0.454	0.506	1.359	1.090	0.146
MRP2/ERP	2.201	1.000	1.113	2.991	2.399	0.322
JIT	1.978	0.898	1.000	2.687	2.155	0.289
TQM	0.736	0.334	0.372	1.000	0.803	0.108
TPM	0.918	0.417	0.464	1.247	1.000	0.134

<표 4.14> 생산수량의 유연성에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬

품질 신뢰성	CAD/CAM	MRP2/ERP	JIT	TQM	TPM	가중치벡터
CAD/CAM	1.000	1.893	3.200	1.1222	1.074	0.273
MRP2/ERP	0.528	1.000	1.691	0.593	0.568	0.144
JIT	0.313	0.592	1.000	0.351	0.336	0.085
TQM	0.8911	1.687	2.851	1.000	0.957	0.243
TPM	0.931	1.762	2.979	1.045	1.000	0.254

<표 4.15> 제품종류의 다양성에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬

제품종류의 다양성	CAD/CA M	MRP2/ER P	JIT	TQM	TPM	가중치벡터
CAD/CAM	1.000	1.129	1.941	2.261	2.242	0.304
MRP2/ERP	0.886	1.000	1.719	2.002	1.985	0.269
JIT	0.515	0.582	1.000	1.165	1.155	0.157
TQM	0.442	0.500	0.859	1.000	0.992	0.134
TPM	0.446	0.504	0.866	1.008	1.000	0.136

<표 4.16> 납기의 유연성에 대한 생산성과 향상기법의 쌍대비교행렬

납기의 유연성	CAD/CAM	MRP2/ERP	JIT	TQM	TPM	가중치벡터
CAD/CAM	1.000	0.260	0.343	0.839	0.694	0.096
MRP2/ERP	3.849	1.000	1.320	3.231	2.670	0.370
JIT	2.915	0.757	1.000	2.447	2.022	0.280
TQM	1.191	0.310	0.409	1.000	0.826	0.115
TPM	1.191	0.375	0.495	1.210	1.000	0.139

4. 생산성과 향상기법의 평가결과 분석

가. 평가요소와 생산성과 향상기법의 가중치 분석

(1) 평가요소의 가중치 분석

본 연구에서는 조사대상별 개별 구성원들의 평가 자료를 종합하기 위하여 Expert Choice11의 그룹평가 소프트웨어를 이용하였다. 이들 조사대상자 중에서 CR값이 0.1이하인 19명의 쌍대비교행렬을 종합하여 그룹 평가한 주요평가요소와 하위평가요소의 가중치와 생산성과 향상기법의 종합평가치의 계산결과는 <표 4.17>과 같이 도출되었다. <표 4.17>에 의하면 H조선기업의 생산성과 향상기법의 중요도를 기준으로 평가한 (계층 2)에 있는 3가지의 주요평가요소의 가중치는 조금씩 차이가 있었다.

<표 4.17> 평가요소와 생산성과 향상기법의 가중치

주요평가요소	하위평가요소	생산성과 향상기법
제조원가(0.402)	제조직접비(0.576)	CAD/CAM(0.237)
	제조간접비(0.424)	MRP2/ERP(0.219)
품질(0.443)	품질의 불량률(0.285)	JIT(0.142)
	품질의 성능(0.212)	TQM(0.202)
	품질의 균일성(0.189)	TPM(0.201)
	품질의 신뢰성(0.314)	
유연성(0.155)	생산수량의 유연성(0.325)	
	제품종류의 다양성(0.201)	
	납기의 유연성(0.474)	

연구자의 예상으로는 H조선기업은 지난 몇 년간 당기 순이익 측면에서 적자가 이어져 오고 있어서 주요평가요소 중에서 제조원가의 가중치가 가장 높으리라 생각했지만 분석결과에 의하면 품질(0.443), 제조원가(0.402), 유연성(0.155)의 순으로

가중치가 평가되었다. 제조원가를 기준으로 평가한 하위평가요소의 가중치는 제조직접비용(0.576)이 제조간접비용(0.424)이 보다 더 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 품질을 기준으로 평가한 하위평가요소의 가중치는 품질의 신뢰성(0.314), 품질의 불량률(0.285), 품질의 성능(0.212), 품질의 균일성(0.189)의 순으로 평가되었다. 그리고 유연성을 기준으로 평가한 하위평가요소의 가중치는 납기의 유연성(0.474), 생산수량의 유연성(0.325), 제품종류의 다양성(0.201)순으로 평가되었다.

한편, <표 4.17>로부터 생산성과 향상기법의 가중치는 CAD/CAM(0.237)이 가장 높게 나타났으며 MRP2/ERP(0.219), TQM(0.202), TPM(0.201)은 거의 유사한 가중치를 나타냈으며, 자동차공업에서 가장 많이 활용하고 있는 JIT(0.142)의 가중치는 가장 낮게 나타났다.

(2) 주요평가요소별 생산성과 향상기법의 가중치 분석

주요평가요소에 대한 생산성과 향상기법의 합성가중치를 산출한 결과는 <표 4.18>과 같다.

<표 4.18> 주요평가요소에 대한 생산성과 향상기법의 합성가중치

주요평가요소	생산성과 향상기법	합성가중치	순위
제조원가(0.402)	CAD/CAM	0.182	3
	MRP2/ERP	0.280	1
	JIT	0.159	5
	TQM	0.177	4
	TPM	0.202	2
품질(0.443)	CAD/CAM	0.321	1
	MRP2/ERP	0.117	4
	JIT	0.086	5
	TQM	0.255	2
	TPM	0.221	3
유연성(0.155)	CAD/CAM	0.160	3
	MRP2/ERP	0.331	1
	JIT	0.256	2
	TQM	0.117	5
	TPM	0.136	4

<표 4.18>은 제조원가측면에서는 MRP2/ERP(0.280), TPM(0.202), CAD/CAM(0.182), TQM(0.177), JIT(0.159)의 순으로 합성가중치가 평가되었다. 그리고 품질측면에서는 CAD/CAM(0.321), TQM(0.255), TPM(0.221), MRP2/ERP(0.117), JIT(0.086)의 순으로 합성가중치가 평가되었으며, 유연성 측면에서는 MRP2/ERP(0.331), JIT(0.256), CAD/CAM(0.160), TPM(0.136), TQM(0.117)의 순으로 합성가중치가 평가되었다.

<표 4.19>는 하위평가요소를 기준으로 평가한 생산성과 향상기법의 가중치를 나타내고 있다. 예를 들어 제조직접비에서의 생산성과 향상기법 중 CAD/CAM의 가중치 0.055는 제조원가의 가중치(0.402)와 제조직접비의 가중치(0.576)와 CAD/CAM의 가중치합(0.237)의 곱의 합으로 계산된다. 즉 $0.402 \times 0.576 \times 0.237 = 0.055$ 인 것이다.

한편, <표 4.20>은 <표 4.19>를 이용하여 생산성과 향상기법별로 하위평가요소에 대한 가중치를 표시한 것이다. <표 4.20>의 생산성과 향상기법별 하위평가요소에 대한 가중치를 살펴보면 다음과 같다. CAD/CAM은 제조직접비, 품질의 신뢰성, 품질의 불량률, MRP2/ERP는 제조직접비와 제조간접비, 품질의 신뢰성, JIT는 제조 직접비, 제조간접비, 납기의 유연성, TQM은 제조직접비, 품질의 신뢰성, 품질 불량률, 제조간접비, TPM은 제조직접비, 품질의 신뢰성, 제조간접비의 순으로 중요성을 나타내고 있다.

<표 4.19> 하위평가요소에 대한 생산성과 향상기법의 가중치

주요평가요소	하위평가요소	생산성과 향상기법	가중치
제조원가 (0.402)	제조직접비용 (0.576)	CAD/CAM MRP2/ERP JIT TQM TPM	.055 .071 .046 .046 .061
	제조간접비용 (0.424)	CAD/CAM MRP2/ERP JIT TQM TPM	.024 .052 .024 .032 .027
품질 (0.443)	품질의 불량률 (0.285)	CAD/CAM MRP2/ERP JIT TQM TPM	.039 .010 .010 .032 .023
	품질의 성능 (0.212)	CAD/CAM MRP2/ERP JIT TQM TPM	.029 .010 .007 .020 .017
	품질의 균일성 (0.189)	CAD/CAM MRP2/ERP JIT TQM TPM	.026 .008 .007 .018 .014
	품질의 신뢰성 (0.314)	CAD/CAM MRP2/ERP JIT TQM TPM	.043 .022 .013 .038 .040
	생산수량의 유연성 (0.325)	CAD/CAM MRP2/ERP JIT TQM TPM	.007 .015 .014 .006 .006
유연성 (0.155)	제품 종류의 유연성 (0.201)	CAD/CAM MRP2/ERP JIT TQM TPM	.010 .008 .005 .004 .004
	납기의 유연성 (0.474)	CAD/CAM MRP2/ERP JIT TQM TPM	.006 .022 .017 .007 .008

(합계) 1.00

<표 4.20> 생산성과 향상기법별 하위평가요소에 대한 가중치

생산성과 향상기법	주요평가요소	하위평가요소	가중치	순위
CAD/CAM (0.237)	제조원가(0.402)	제조 직접비	0.055	1
		제조 간접비	0.024	6
	품질(0.443)	품질의 불량률	0.039	3
		품질의 성능	0.029	4
		품질의 균일성	0.026	5
	유연성(0.155)	품질의 신뢰성	0.043	2
생산수량의 유연성		0.007	8	
제품종류의 유연성		0.010	7	
		납기의 유연성	0.006	9
MRP2/ERP (0.219)	제조원가(0.402)	제조 직접비	0.071	1
		제조 간접비	0.052	2
	품질(0.443)	품질의 불량률	0.010	5
		품질의 성능	0.010	5
		품질의 균일성	0.008	6
	유연성(0.155)	품질의 신뢰성	0.022	3
생산수량의 유연성		0.015	4	
제품종류의 유연성		0.008	6	
		납기의 유연성	0.022	3
JIT (0.142)	제조원가(0.402)	제조 직접비	0.046	1
		제조 간접비	0.024	2
	품질(0.443)	품질의 불량률	0.010	6
		품질의 성능	0.007	7
		품질의 균일성	0.007	7
	유연성(0.155)	품질의 신뢰성	0.013	5
생산수량의 유연성		0.014	4	
제품종류의 유연성		0.005	8	
		납기의 유연성	0.017	3
TQM (0.202)	제조원가(0.402)	제조 직접비	0.046	1
		제조 간접비	0.032	3
	품질(0.443)	품질의 불량률	0.032	3
		품질의 성능	0.020	4
		품질의 균일성	0.018	5
	유연성(0.155)	품질의 신뢰성	0.038	2
생산수량의 유연성		0.005	7	
제품종류의 유연성		0.004	8	
		납기의 유연성	0.007	6
TPM (0.201)	제조원가(0.402)	제조 직접비	0.061	1
		제조 간접비	0.027	3
	품질(0.443)	품질의 불량률	0.023	4
		품질의 성능	0.017	5
		품질의 균일성	0.014	6
	유연성(0.155)	품질의 신뢰성	0.040	2
생산수량의 유연성		0.006	8	
제품종류의 유연성		0.004	9	
		납기의 유연성	0.008	7

(3) 평가요소의 근속기간별 가중치평균의 차이 분석

근속기간의 그룹은 20년 미만과 20년 이상으로 구분하였으며 두 그룹의 표본수는 각각 12개와 7개이었다. <표 4.21>은 계층별 평가요소에 대한 근속기간별 두 그룹의 가중치평균의 차이를 나타낸 것이다. <표 4.21>에서 두 그룹간 가중치평균의 차이가 비교적 크게 나타나는 평가요소는 품질불량률(0.159), 제조직접비(-0.093)와 제조간접비(0.093),납기유연성(0.083)의 순이었다.

여기서 두 그룹간의 평가요소의 가중치평균의 차이의 유무를 검정하기 위하여 SPSS12.0을 이용하여 Mann-Whitney검정을 실시하였다.

<표 4.21> 평가요소의 근속기간별 가중치평균의 차이

구분	계층별 평가요소	20년 미만그룹의 가중치평균	20년 이상그룹의 가중치평균	두 그룹의 가중치평균의 차이	
주요 평가요소	제조원가	0.420	0.406	0.014	
	품질	0.440	0.444	-0.004	
	유연성	0.140	0.150	-0.010	
하위 평가요소	제조	0.551	0.644	-0.093	
	원가	0.449	0.356	0.093	
	품질	품질불량률	0.344	0.185	0.159
		품질성능	0.174	0.255	-0.081
		품질균일성	0.151	0.230	-0.079
		품질신뢰성	0.331	0.330	0.001
	유연성	수량유연성	0.338	0.304	0.034
		종류다양성	0.239	0.190	0.049
		납기유연성	0.423	0.506	-0.083
생산성과 향상기법	CAD/CAM	0.247	0.262	-0.015	
	MRP2/ERP	0.218	0.203	0.015	
	JIT	0.132	0.123	0.009	
	TQM	0.214	0.198	0.016	
	TPM	0.189	0.214	-0.025	

<표 4.22>는 두 그룹의 평가요소와 생산성과 향상기법의 가중치평균의 차이를 검정하기 위하여 Mann-Whitney검정을 실시한 결과이다. <표 4.22>로부터 유의확률을 살펴보면 대부분이 유의수준 0.05보다 유의확률이 크기 때문에 그룹간 가중치평균이 차이가 없다는 귀무가설이 채택되었다.

<표 4.22> 평가요소의 근속기간별 가중치평균의 차이에 대한 검정

평가요소	Mann-Whitney의 U	Z	근사 유의확률 (양측)
제조원가	41.50	-.042	.966
제조직접비	28.00	-1.198	.231
제조간접비	28.00	-1.198	.231
품질	41.00	-.085	.932
품질불량률	20.50	-1.818	.069
품질성능	39.00	-.254	.800
품질균일성	23.00	-1.606	.108
품질신뢰성	41.00	-.085	.933
유연성	39.00	-.257	.797
수량유연성	34.00	-.677	.498
종류다양성	32.00	-.848	.398
납기유연성	33.00	-.762	.446
CAD/CAM	36.00	-.507	.612
MRP2/ERP	37.00	-.423	.672
JIT	28.00	-1.186	.236
TQM	39.50	-.211	.833
TPM	37.00	-.423	.673

그러나 품질불량률의 유의확률(양측)은 0.069로 유의수준 0.05보다 크기 때문에 근속기간별 가중치평균이 같다는 귀무가설이 채택되지만, 유의수준 0.10에서는 두 그룹간의 품질불량률에 대한 근속기간별 가중치평균이 같다는 귀무가설이 기각되어 가중치평균이 다르다는 결론을 내릴 수 있다. 따라서 20년 미만의 그룹이 20년 이상의 그룹에 비하여 품질불량률의 중요도를 높이 평가하고 있다는 것을 알 수 있다.

(4) 평가요소의 근무부서별 가중치평균의 차이 분석

근무부서의 그룹은 경영혁신팀과 생산 및 지원팀으로 구분하였으며 두 그룹의 표본수는 각각 7개 12개이었다. <표 4.23>은 계층별 평가요소에 대한 근무부서별 두 그룹의 가중치평균의 차이를 나타낸 것이다. <표 4.23>에서 두 그룹간 가중치평균의 차이가 많이 나타나는 평가요소는 품질성능(0.180), 품질신뢰성(-0.167), 품질불량률(0.080)의 순이었다.

여기서 두 그룹간의 평가요소의 가중치평균의 차이를 검정하기 위하여 SPSS12.0을 이용하여 Mann-Whitney검정을 실시하였다.

<표 4.23> 평가요소의 근무부서별 가중치평균의 차이

구분	계층별 평가요소		경영혁신 그룹의 가중치	생산, 지원 그룹의 가중치	두 그룹의 가중치평균의 차이
주요 평가요소	제조원가		0.439	0.401	0.038
	품질		0.417	0.456	-0.039
	유연성		0.145	0.143	0.002
하위 평가요소	제조원가	제조직접비	0.543	0.610	-0.067
		제조간접비	0.457	0.390	0.067
	품질	품질불량률	0.336	0.256	0.080
		품질성능	0.272	0.164	0.180
		품질균일성	0.166	0.188	-0.022
		품질신뢰성	0.225	0.392	-0.167
	유연성	수량유연성	0.374	0.297	0.077
		종류다양성	0.192	0.238	-0.046
		납기유연성	0.434	0.465	-0.031
생산성과 향상기법	CAD/CAM		0.294	0.229	0.065
	MRP2/ERP		0.227	0.204	0.023
	JIT		0.108	0.141	-0.033
	TQM		0.180	0.224	-0.044
	TPM		0.191	0.202	-0.011

<표 4.24>는 두 그룹의 평가요소와 생산성과 향상기법의 가중치평균의 차이를 검정하기 위하여 Mann-Whitney검정을 실시한 결과이다. <표 4.24>로부터 유의확률을 살펴보면 품질성능의 유의확률(양측)은 0.028, 품질신뢰성의 유의확률(양측)은 0.031로서 이들은 모두 유의수준 0.05보다 작으므로 품질성능과 품질신뢰성은 두 그룹간의 품질성능과 품질신뢰성에 대한 근무부서별 가중치평균이 같다는 귀무가설이 기각되어 가중치평균이 다르다는 결론을 내릴 수 있다. 따라서 경영혁신그룹이 품질성능을, 생산 및 지원그룹은 품질신뢰성의 중요도를 더 높이 평가하고 있다는 것을 알 수 있다.

<표 4.24> 평가요소의 근무부서별 가중치평균의 차이에 대한 검정

평가요소	Mann-Whitney의 U	Z	근사 유의확률 (양측)
제조원가	39.00	-.255	.799
제조직접비	37.50	-.385	.700
제조간접비	37.50	-.385	.700
품질	36.50	-.467	.640
품질불량률	31.50	-.888	.375
품질성능	16.00	-2.197	.028**
품질균일성	38.00	-.338	.735
품질신뢰성	16.50	-2.156	.031**
유연성	37.50	-.386	.700
수량유연성	30.00	-1.016	.310
종류다양성	31.00	-.930	.352
납기유연성	36.00	-.508	.611
CAD/CAM	28.00	-1.183	.237
MRP2/ERP	38.00	-.338	.735
JIT	36.00	-.508	.611
TQM	28.50	-1.142	.253
TPM	41.00	-.085	.933

(5) 평가요소의 연령별 가중치평균의 차이 분석

평가요소의 연령별 가중치평균의 차이의 유무를 검정하기 위하여 표본의 연령을 50세 미만 그룹과 50세 이상의 그룹으로 나눈 결과 두 그룹의 표본 수는 각각 13개와 6개이었다. <표 4.25>는 계층별 평가요소에 대한 두 그룹의 가중치평균의 차이를 나타낸 것이다. <표 4.25>에서 두 그룹 간 가중치평균의 차이가 많이 나타나는 평가요소는 품질불량률(0.153), 품질성능(-0.123), 종류다양성(0.073)의 순이었다. 여기서 두 그룹간의 차이를 검정하기 위하여 SPSS12.0을 이용하여 Mann-Whitney검정을 실시하였다. <표 4.26>은 두 그룹의 평가요소와 생산성과 향상기법의 가중치평균의 차이를 검정하기 위하여 Mann-Whitney검정을 실시한 결과이다.

<표 4.25> 평가요소의 연령별 가중치평균의 차이

구분	계층별 평가요소		50세 미만 그룹의 가중치	50세 이상 그룹의 가중치	두 그룹의 가중치평균의 차이
주요 평가요소	제조원가		0.394	0.461	-0.067
	품질		0.452	0.420	0.032
	유연성		0.154	0.119	0.035
하위 평가요소	제조원가	제조직접비	0.573	0.612	-0.039
		제조간접비	0.427	0.388	0.039
	품질	품질불량률	0.334	0.181	0.153
		품질성능	0.165	0.288	-0.123
		품질균일성	0.168	0.206	-0.038
		품질신뢰성	0.333	0.325	0.008
	유연성	수량유연성	0.321	0.336	-0.015
		종류다양성	0.244	0.171	0.073
		납기유연성	0.435	0.493	-0.058
생산성과 향상기법	CAD/CAM		0.253	0.252	0.001
	MRP2/ERP		0.209	0.219	-0.010
	JIT		0.131	0.125	0.006
	TQM		0.220	0.182	0.038
	TPM		0.187	0.222	-0.035

<표 4.26>으로부터 유의확률을 살펴보면 대부분이 유의수준 0.05보다 유의확률이 크기 때문에 두 그룹간 가중치평균의 차이가 없다는 귀무가설이 채택되었다. 그러나 품질불량률의 유의확률(양측)은 0.087로 유의수준 0.05보다 크기 때문에 연령별 가중치평균이 같다는 귀무가설이 채택되지만, 유의수준 0.10에서는 두 그룹간의 품질불량률에 대한 연령별 가중치평균이 같다는 귀무가설이 기각되어 두 그룹의 가중치평균이 다르다는 결론을 내릴 수 있다. 따라서 50세 미만 그룹이 50세 이상 그룹에 비하여 품질불량률의 중요도를 높게 평가하고 있다는 것을 알 수 있었다.

<표 4.26> 평가요소의 연령별 가중치평균의 차이에 대한 검정

	Mann-Whitney 의 U	Z	근사 유의확률 (양측)
제조원가	29.50	-.837	.403
제조직접비	30.00	-.799	.424
제조간접비	30.00	-.799	.424
품질	36.00	-.264	.791
품질불량률	19.50	-1.711	.087*
품질성능	27.00	-1.052	.293
품질균일성	28.00	-.965	.335
품질신뢰성	37.00	-.175	.861
유연성	27.00	-1.068	.286
수량유연성	39.00	.000	1.000
종류다양성	24.00	-1.317	.188
납기유연성	32.00	-.615	.539
CAD/CAM	38.00	-.088	.930
MRP2/ERP	35.00	-.351	.726
JIT	26.00	-1.143	.253
TQM	28.00	-.966	.334
TPM	31.00	-.702	.483

(6) 분석결과의 요약

전체 설문결과를 토대로 AHP를 이용하여 생산성과향상을 위한 평가요소와 생산성과 향상기법의 종합가중치를 산출하였다. 계층2의 주요평가요소의 가중치는 품질, 제조원가, 유연성의 순으로 산출되었으며, 계층3의 하위평가요소에서 제조원가는 제조직접비, 제조간접비의 순으로, 품질은 품질신뢰성, 품질불량률, 품질성능, 품질균일성의 순으로, 유연성은 납기유연성, 수량유연성, 종류유연성의 순으로 산출되었다. 또한 계층4의 생산성과 향상기법의 가중치는 CAD/CAM, MRP2/ERP, TQM, TPM, JIT의 순으로 산출되었다.

다음으로 본 논문은 보다 심도 있는 분석을 하기 위하여 표본별 평가요소의 가중치를 근속기간별, 근무부서별, 연령별로 각각 두 그룹으로 나누어서 그룹간의 가중치평균의 차이유무를 검정하였다. 근속기간별 그룹간 가중치평균의 차이가 비교적 큰 평가요소는 품질불량률(0.159), 제조직접비(-0.093)와 제조간접비(0.093), 납기유연성(0.083)의 순이었다. 여기서 두 그

그룹간의 평가요소의 가중치평균의 차이를 검정하기 위하여 Mann-Whitney 검정을 실시한 결과 대부분 유의수준 0.05보다 유의확률이 크게 나타났기 때문에 두 그룹간 가중치평균의 차이가 없다는 귀무가설이 채택되었다. 그러나 품질불량률의 유의확률(양측)은 0.069로 유의수준 0.10에서는 두 그룹간 가중치평균이 같다는 귀무가설이 기각되어 가중치평균이 다르다는 결론을 내릴 수 있었다. 따라서 근속기간 20년 미만 그룹이 20년 이상 그룹에 비하여 품질불량률의 중요도를 높게 평가하고 있다는 것을 알 수 있었다.

근무부서별 가중치평균의 차이분석에서 두 그룹간 가중치평균의 차이가 비교적 큰 평가요소는 품질성능(0.180), 품질신뢰성(-0.167), 품질불량률(0.080)의 순이었다. 여기서 두 그룹간 평가요소의 가중치평균의 차이를 검정하기 위하여 Mann-Whitney 검정을 실시한 결과 품질성능의 유의확률(양측)은 0.028, 품질신뢰성의 유의확률(양측)은 0.031로서 이들은 모두 유의수준 0.05보다 작았기 때문에 품질성능과 품질신뢰성은 두 그룹간 가중치평균이 같다는 귀무가설이 기각되어 두 그룹의 가중치평균이 다르다는 결론을 내릴 수 있었다. 따라서 경영혁신그룹은 품질성능을, 생산 및 지원그룹은 품질신뢰성의 중요도를 더 높게 평가하고 있다는 것을 알 수 있었다.

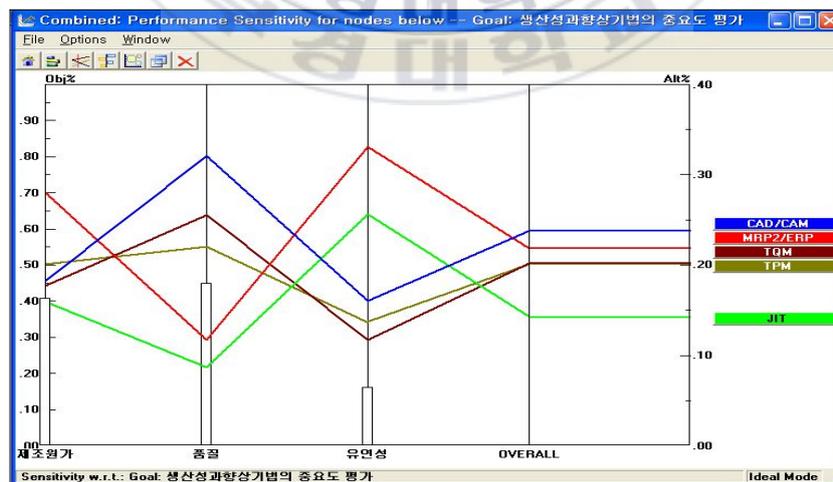
한편, 연령별 가중치평균의 차이 분석에서 두 그룹간 평가요소의 가중치평균의 차이가 비교적 큰 평가요소는 품질불량률(0.153), 품질성능(-0.123), 종류다양성(0.073)의 순이었다. 여기서 두 그룹간 평가요소의 가중치평균의 차이를 검정하기 위해 Mann-Whitney 검정을 실시한 결과 대부분 유의수준 0.05보다 유의확률이 크게 나타났기 때문에 두 그룹간 가중치평균의 차이가 없다는 귀무가설이 채택되었다. 그러나 품질불량률의 유의확률(양측)은 0.087로 유의수준 0.10에서는 두 그룹간 가중치평균이 같다는 귀무가설이 기각되어 두 그룹간 가중치평균이 다르다는 결론을 내릴 수 있다. 따라서 50세 미만 그룹이 50세 이상의 그룹에 비하여 품질불량률의 중요도를 높이 평가하고 있다는 것을 알 수 있었다. 그리고 생산성과 향상기법의 가중치평균에 대한 근속기간과 연령별 구분에서 20년 이상과 50세 이상 그룹은 TPM을, 20년 미만과 50세 미만 그룹은 TQM을 더 중요도가 높게 평가하는 경향을 보여 주었다.

나. 민감도 분석

AHP의 장점 중의 하나는 의사결정문제와 관련된 정보의 변화에 따른 민감도를 쉽게 분석할 수 있게 해준다는 점이다. 즉, 평가요소의 가중치가 변화할 경우 생산성과 향상기법의 우선순위가 어떻게 변화하는지를 검토할 수 있다. AHP s/w인 Expert Choice11은 예상되는 변화에 따른 결과의 민감도를 편리하게 분석할 수 있도록 지원해 준다. 이러한 민감도 분석에는 성과민감도, 동적민감도, 경사민감도, 2차원구성, 가중차이 민감도 등이 있다.

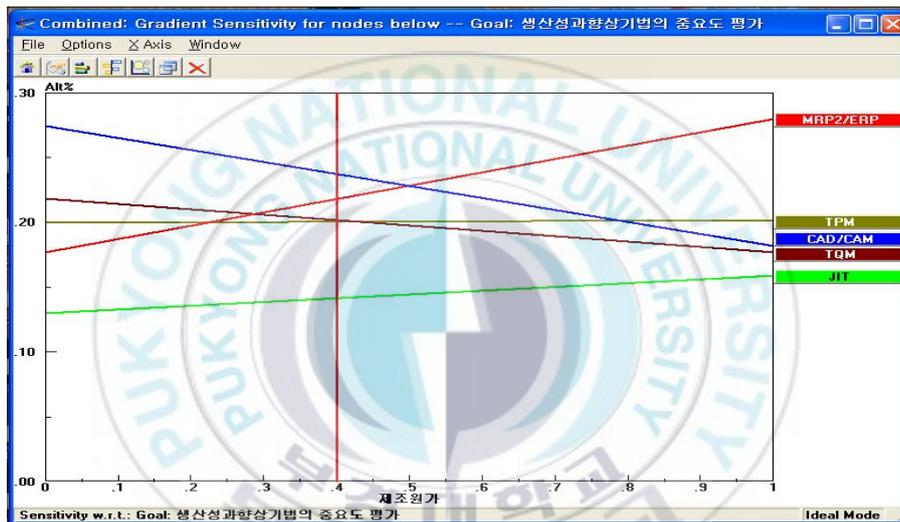
본 논문에서는 H조선기업을 대상으로 조사한 자료의 분석 결과를 기초로 각 평가요소의 가중치 변화에 따른 생산성과 향상기법의 변화를 파악하기 위하여 <그림 4.4>, <그림 4.5>, <그림 4.6>과 같은 경사민감도(gradient sensitivity)분석을 실시하였다.

<그림 4.3>은 설문분석 자료에 의해 산출된 주요평가요소별 생산성과 향상기법의 가중치를 나타낸 도표이다.



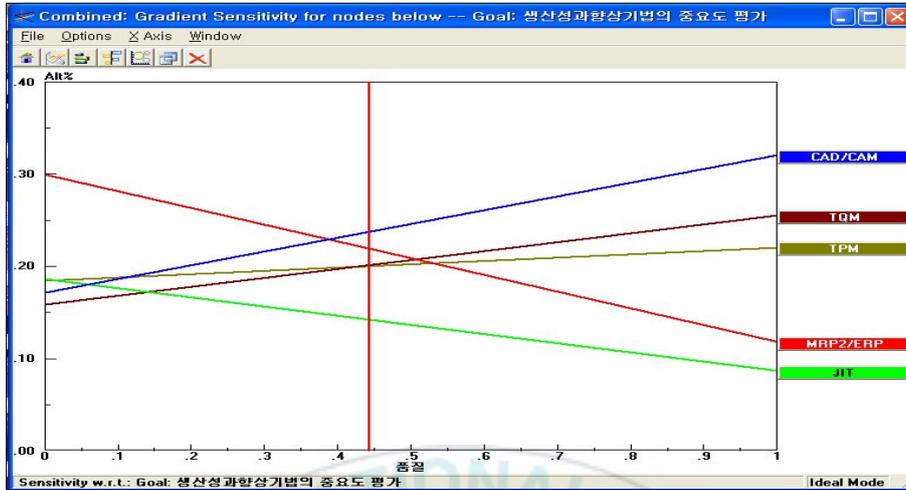
<그림 4.3> 주요평가요소별 생산성과 향상기법의 가중치

<그림 4.3>으로부터 주요평가요소의 가중치가 설문분석의 결과와 같이 제조원가(0.402), 품질(0.443), 유연성(0.155)일 때 생산성과 향상기법은 CAD/CAM(0.237), MRP2/ERP(0.219), TQM(0.202), JIT(0.142)의 순으로 중요하다는 결과를 얻을 수 있다. 한편, <그림 4.4>의 제조원가기준의 경사민감도는 제조원가의 중요도가 증대됨에 따라 MRPII/ERP의 중요성은 증가하나 CAD/CAM의 중요도는 감소하며 나머지 TPM, TQM, JIT의 중요도는 크게 변화하지 않는다는 것을 보여주고 있다.



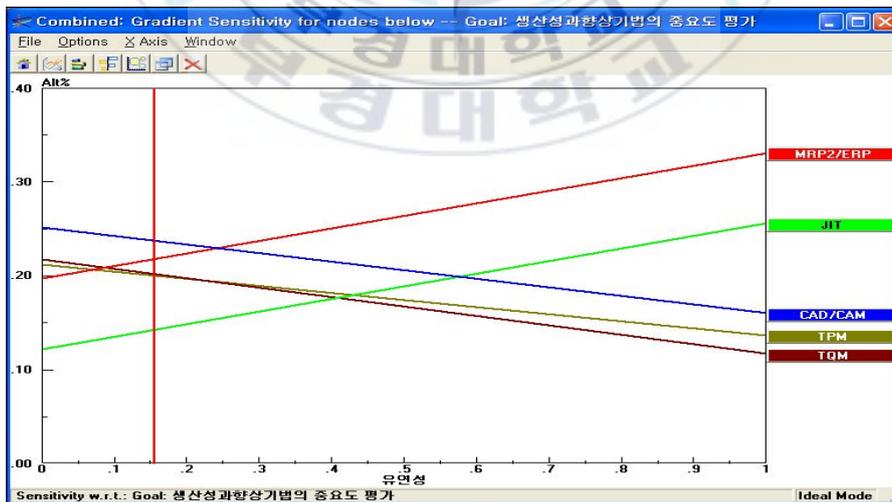
<그림 4.4> 제조원가기준의 경사민감도

다음으로 <그림 4.5>의 품질기준의 경사민감도는 품질의 중요성이 증대됨에 따라 CAD/CAM, TQM, TPM의 중요도는 증대되고 MRPII/ERP와 JIT의 중요도는 감소하고 있는 것을 보여주고 있다.



<그림 4.5> 품질기준의 경사민감도

끝으로 <그림 4.6>의 유연성기준의 경사민감도는 유연성의 중요도가 증대됨에 따라 MRPⅡ/ERP와 JIT의 중요도는 증대되나 나머지 CAD/CAM, TPM, TQM의 중요도는 감소하고 있는 것을 보여주고 있다.



<그림 4.6> 유연성기준의 경사민감도

V. 결론

1. 연구결과의 요약

많은 제조기업들은 치열한 국제경쟁에 대처하기 위하여 TQM, JIT, TPM, CAD, CAE, FMS 등과 같은 생산성과를 향상시키기 위한 기법을 도입하여 실행해 왔다. AMT와 IMP의 도입은 제조업에서의 경쟁개념과 제조업의 역할을 변화시켜 왔다. 오늘날 AMT와 IMP는 지금까지의 산업역사 속에서 괄목할 만한 전략적 중요성을 지니게 되었다. 따라서 학자들뿐만 아니라 실제 생산현장 실무종사자들도 AMT와 IMP를 경쟁의 도구로서 진지하게 고려하게 되었다. 즉 기업의 경쟁력을 향상시키는 하나의 전략적 도구로서 AMT와 IMP를 인식하게 된 것이다.

본 연구의 목적은 조선기업에 적용할 수 있는 생산성과의 평가요소를 선정하고 실증적 연구를 통하여 생산시스템의 성과향상프로그램인 AMT와 IMP기법들이 조선기업의 생산성과에 미치는 중요도를 평가하기 위한 연구를 시도하였다.

최근 많은 기업들이 AMT와 IMP관련 기법들을 생산성과 향상을 위해 도입하고 있으나 이들 기법의 중요도 평가에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구는 문헌연구와 실무자들의 의견을 종합하여 기업이 당면하고 있는 생산현장의 주요 명제라 할 수 있는 제조원가, 품질, 유연성을 주요평가요소로 선택하고 AMT와 IMP관련 기법 중 조선기업에서 적용되고 있는 가장 대표적인 기법인 5종류(CAD/CAM, MRPⅡ/ERP, JIT, TQM, TPM)의 기법을 선정한 후 이들 기법의 중요도를 평가하기 위해 AHP기법을 이용한 연구를 시도하였다.

AHP에 의한 상대적 중요도 평가의 설문결과를 분석했는데 주요평가요소에서는 품질(0.443), 원가(0.402), 유연성(0.155)의 순으로 가중치가 평가되었다. 그리고

품질의 하위평가요소에서는 품질의 신뢰성(0.314), 품질의 불량률(0.285), 품질의 성능(0.212), 품질의 균일성(0.189)의 순으로, 원가의 하위평가요소에서는 제조 직접비(0.576), 제조 간접비(0.424)의 순으로, 유연성의 하위평가요소에서는 납기의 유연성(0.474), 생산수량의 유연성(0.325), 제품종류의 다양성(0.201)의 순으로 가중치가 평가되었다. 한편, 생산성과 향상기법의 상대적 중요도는 CAD/CAM(0.237), MRPⅡ/ERP(0.219), TQM(0.202), TPM(0.201), JIT(0.142)의 순으로 가중치가 산출되었다.

또한 본 연구에서는 연구내용을 보다 심도 있게 분석하기 위하여 설문 응답자를 근속기간별(20년 미만, 20년 이상), 근무부서별(경영혁신팀, 생산 및 지원팀), 연령별(50세 미만, 50세 이상)로 구분하여 평가요소와 생산성과 향상기법의 가중치평균의 차이의 유무를 검정하였다. 계층2의 주요평가요소에서는 이상과 같이 두 그룹으로 나누어서 검정한 결과 그룹 간에 평가요소의 가중치평균이 유의한 차이를 보이는 경우는 없었다.

같은 방법으로 계층3의 하위평가요소에서의 두 그룹간의 평가요소의 가중치평균의 차이 유무를 검정하였다. 검정결과에 의하면 계층3의 하위평가요소의 가중치평균의 차이는 대부분 유의하지 않았다. 그러나 근속기간과 연령별 그룹의 평가요소의 가중치평균의 차이에 대한 검정에서는 품질불량률은 유의수준 0.05에서는 유의하지 않지만 유의수준 0.1에서 유의한 결과를 나타냈다. 따라서 근속기간 20년 미만의 그룹과 50세 미만의 그룹이 품질불량률의 중요도를 높이 평가하고 있다는 것을 알 수 있었다.

한편, 근무부서별 그룹의 하위평가요소의 가중치평균의 차이에 대한 검정결과를 보면 품질신뢰성과 품질성능이 유의수준 0.05에서 유의한 것으로 나타났다. 따라서 경영혁신그룹이 품질성능의 중요도를 높게 평가하고, 생산 및 지원그룹은 품질신뢰성의 중요도를 보다 높게 평가하고 있다는 것을 알 수 있었다. 그리고 근무부서별 두 그룹의 계층4의 생산성과 향상기법의

가중치평균의 차이에 대한 검정결과에 의하면 두 그룹간에 유의한 결과를 보이는 경우는 없었다.

한편, 평가요소의 가중치가 변화할 경우 생산성과 향상기법의 우선순위가 어떻게 변화하는지를 검토하기 위하여 경사민감도분석을 실시하였다. 경사민감도분석에서 나타난 결과는 생산전략상 제조원가의 중요도가 매우 높을 때는 MRPⅡ/ERP, 품질에서는 CAD/CAM, 유연성에서는 MRPⅡ/ERP가 가장 중요도가 높은 생산성과 향상기법으로 평가되었다.

끝으로 본 연구의 결과가 생산성과 향상분야에 기여할 수 있는 바를 든다면 다음과 같다.

첫째, 본 연구결과는 H조선기업의 생산부문 책임자가 생산전략측면에서 상대적으로 우수한 AMT와 IMP기법을 선택하기 위한 근거를 제시하였다. 또한 본 연구의 분석결과는 향후 동종의 다른 조선기업에서 생산전략측면에서 어떤 기법을 선택하면 더 효과적인 생산성과를 도모할 수 있을 것인가에 대한 도움을 줄 수 있으리라고 생각된다. 본 연구의 결과에 따르면 제조원가와 유연성의 중요성이 증대되면 MRP2/ERP, 품질의 중요성이 증대되면 CAD/CAM이 중요하며, 조선기업에서 가장 중요한 생산성과향상기법은 CAD/CAM이라는 것을 확인할 수 있었다.

둘째, 본 연구는 AMT와 IMP기법의 도입을 고려하고 있거나 적용중인 조선기업들의 실행과정중의 시행착오를 최소화하여 실행성과를 높일 수 있는 방향을 제시하였다는데 의의가 있다고 할 수 있다. 즉 생산성과를 효과적으로 달성하기 위해서는 IT를 근간으로 한 AMT관련기술을 실행하면서 IMP관련기법을 도입하는 것이 효과적인 것으로 평가되었다.

셋째, 본 연구에서 취급한 생산성과 향상기법인 AMT관련 기법들 중 조선기업을 중심으로 한 실증연구에서 가장 중요한 핵심기법은 CAD/CAM과 MRP2/ERP라는 것을 확인했으며, IMP관련 기법들 중에서는 TQM과 TPM 이라는 것을 확

인하였다.

넷째, IMP기법의 적용에 있어서는 50세 이상은 TPM, 50세 미만은 TQM을 중요하다고 평가했는데 이러한 평가는 세인트 갈렌대학의 IMP기법의 운영에 관한 벤치마킹 연구보고서(2005)의 내용과 일치하고 있다. 즉, IMP기법의 적용을 효과적으로 하기 위해서는 TPM, TQM, JIT의 순으로 실행하는 것이 좋을 것이라는 것을 확인하였다.

2. 연구의 한계 및 미래의 연구방향

본 연구를 수행하는 과정에서 다음과 같은 한계점이 있었다.

첫째, 본 연구는 자료수집을 하기 위하여 그 응답자를 본부의 경영혁신팀과 조선사업부의 생산 및 공정담당 실무 부과장들 중심으로 평가요소의 상대적 중요도를 설문조사하여 쌍대비교행렬을 구한 결과 CR값이 0.1이하로서 대부분 일관성은 있었지만 응답자가 자신의 담당직무를 중시하는 편향(bias)은 완전히 배제할 수 없었다.

둘째, 본 연구에서는 원가, 품질, 유연성을 생산성과를 향상 시킬 수 있는 생산성과 향상기법의 평가요소로 선정하였는데 다른 비재무적 평가요소나 재무적 평가요소를 평가지표로 사용할 경우 본 연구와는 다소 다른 결과를 나타낼 수도 있을 것이라 생각된다.

셋째, 본 연구결과를 통하여 우리나라 조선기업에 의해 수행되는 경쟁수단은 품질과 제조원가를 중요하게 고려하고 있음을 알았다. 이러한 결과는 예상되었던 것이기는 했지만 앞으로 중요하게 고려될 경쟁수단으로서 유연성 문제를 어떻게 기업에서 중요성을 스스로 깨닫고 이에 대처할 수 있을 것인가는 기업들 스스로

의 숙제가 될 것이다.

한편, 미래 연구를 위해 취해야할 권장사항은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 조선기업을 대상으로 생산성과 향상기법의 중요도를 평가하기 위하여 AHP모형을 적용하였다. 따라서 본 연구에서 채택한 평가요소와 생산성과 향상기법의 선택을 달리하여 자동차와 전자공업과 같은 제조업에 적용하여 생산성과 향상기법의 중요도를 산업별로 평가하는 연구가 필요하리라 생각된다.

둘째, 다른 다기준 의사결정방법을 이용하여 보다 많은 다기준 의사결정방법 간의 비교연구를 함으로써 성과평가시스템의 개발과 IMP와 AMT의 선택을 위한 여러 방법론에 대한 보다 많은 연구가 필요할 것이다.



참고문헌

1. 국내문헌

- 김기석, 김진수, 김현우(1997) : “BPR 대상프로세스 선정을 위한 AHP의 적용”, 부산대 경영.경제연구 제16권 제1호, pp 27-39.
- 김대홍, 김상빈(2005):“국내제조기업의 JIT생상방식의 도입과 제조성과에 관한 연구”, 한국산업경영시스템학회지,제28권 제1호, pp 64-71.
- 김연민(1990) : “ 산업유형별 생산전략과 기업성과 : 개념적 모형”, 울산대학교 연구논문집 제21권 제1호, pp 11-40.
- 노정구 (1999) : “첨단제조기술 (AMT)의 통합수준이 제조성과에 미치는 영향”, 박사학위논문. 영남대학교.
- 성덕현(2001) : “국내제조업의 JIT기술적용 현황에 관한 연구”, 국제경영리뷰, 제5권 제1호, pp 111-128.
- 유영목(1998) : “제조경쟁능력 측정모형의 성과평가 적합성 비교 연구”, 한인경상논집 제16권, pp 1-19.
- 윤재홍(1990); “생산전략과 성과측정에 관한연구”, 동아대대학원논문집, 제15집, pp 269-284.
- 윤재홍(1994) : “한국제조기업의 품질전략과 성과측정에 관한연구”, 경영학연구 제23권 제4호 , pp 211-249
- 이강우, 김정자(2006): 경영과학, 진영사.
- 이종훈(2000) : “조선산업에서 데이터 웨어하우스 기반의 비용분석시스템”, 석사학위논문, 울산대학교.
- 이창효(1999) : 다기준 의사결정론, 세종출판사.
- 장정희 (2004) : “AMT도입에 따른 관리회계 정보시스템의 전략적 활용이 생산성과에 미치는 영향”, 박사학위논문, 경북대학교.
- 정은혜(2005) : “우리나라 조선산업의 국제 경쟁력 제고 방안에 관한 연구”, 동아대사회과학논집, 제2집 제1호, pp 232-233.
- 조근태, 조용곤, 강현수 (2003) 계층분석적 의사결정, 동현출판사.
- 통상산업부,(1996), “차세대 조선생산시스템(조선CIM) 통합기술 개발에 관한 연구: 2차년도 중간보고서”.
- 한국개발연구원,(2000)“예비타당성조사 수행을 위한 다기준분석 방법연구”.

2. 외국문헌

- Abdel-Maksoud, A. B.(2001): "Manufacturing in the UK: Contemporary characteristics and performance indicators", BBS(Bristol Business School) Teaching and Research Review(ISSN1468-4578), pp1-47.
- Adler, P. S. (1988), "Managing flexible automation," California Management Review, 29(1), pp 9-28.
- Ahmad, S., (1998). "The relationship between JIT managerial practice and JIT infrastructure: Implications for plant performance", Unpublished doctoral dissertation.
- Altiok, T. (1997). Performance analysis of manufacturing system. Springer, New York.
- Banker, R. D., Potter, G., and Schroeder, R.(1993); "Reporting Manufacturing Performance Measures to works: An Empirical Study", Journal of Management Accounting Research:pp 33-55.
- Bessant, J. and B. Haywood(1986), " Flexibility in Manufacturing Systems", Omega, Vol.14, No.6, PP.465-473
- Bessant, J.(1991), Managing Advanced Manufacturing Technology: The Challenge of the Fifth Wave, NCC Blackwell Ltd.
- Bititci, U., A. Carrie, and L. McDevitt (1997). "Integrated performance measurement system: a development guide". International Journal of Operations & Production Management, 17, 5, pp 522-534.
- Blanchard, B. S., (1981). "Total maintenance management", Terotechnica, 2: pp 139-145.
- Brown, K. A. and T. R. Mitchell, (1991). "A comparison of just-in time and batch manufacturing: the role of performance obstacles", Academy of Management Journal, 34 (2): pp 906-917.
- Chenhall, R. H.(1993); "Reliance on Manufacturing Performance Measures, strategies of manufacturing flexibility, advanced manufacturing practices, and organizational performance : an empirical investigation," Paper presented at the Strategic Management Accounting Seminar, Macquarie University Sydney.
- Chin, K.S.,Pun, K.F., Xu, Y., Chan, J.S.F.,(2002)," An AHP based study

- of critical factors for TQM implementation in Shanghai manufacturing industries", *Technovation* 22, pp707-715.
- Choi, T. Y. and O. C. Behling, (1997). "Top managers and TQM success: One more look after all these years", *Academy of Management Executive*, 11(1): pp 37-47.
- Cole, R. E., (1998). "Learning from the quality movement: What did and didn't happen and why?". *California Management Review*, 41(1): pp 43-73.
- Crawford, K. M., J. H. Blackstone, Jr. and J. F. Cox, (1998). "A study of JIT implementation and operating problems", *International Journal of Production Research*, 26(9): pp 1561-1568.
- Crosby, P. B., (1979). *Quality is free: The art of making quality certain*. New York: McGraw-Hill.
- Davy, J. A., R. E. White, N. J. Merritt and K. Gritzmacher, (1992). "A derivation of the underlying constructs of Just-In-Time management systems", *Academy of Management Journal*, 35(3): pp 653-670.
- Dean, J. W., Jr.(1987), *Deciding to Innovate: How firms justify advanced technology*, Cambridge, Massachusetts : Ballinger Publishing Company.
- Dean, J. W., Jr. and D. E. Bowen, (1994). "Management theory and total quality: Improving research and practice through theory development". *Academy of Management Review*. 19(3): pp 392-418
- Eccles, R.G. and P.J. Pyburn (1992). "Creating a comprehensive system to measure performance". *Management Accounting (UK)*, 74, 4, pp. 41-44.
- El Mola, Khaled M. (2004), *A methodology to measure the performance of manufacturing systems*, doctoral dissertation, Houston University.
- Evans, J. R. and W. M. Lindsay, (1999). *The management and control of quality*. Cincinnati, OH: South-Western College Publishing.
- Feigenbaum, A. V., (1983). *Total quality control*. New York:

McGraw-Hill.

- Feigenbaum, A. V., (1961). Total quality control: engineering and management the technical and managerial field for improving product quality, including its reliability, and for reducing operating costs and losses. New York: McGraw-Hill.
- Ferdows, K. and A. De Meyer (1990). "Lasting improvement in manufacturing performance : in search of a new theory". Journal of Production Research, 29, 5, pp 979-996.
- Flynn, B. B., S. Sakakibara and R. G. Schroeder, (1995). "Relationship between JIT and TQM: Practices and performance, Academy of Management Journal, 38(5): pp1325-1360.
- Fredendall, L. D., J. W. Patterson, W. J. Kennedy and T. Griffin, (1997). "Maintenance: Modeling its strategic impact", Journal of Management Issues, 9(4): pp 440-453.
- Garvin, David A.(1993), "Manufacturing Strategic Planning", CMR Summer, pp.85-106
- Garwood, W. R., (1990). World class or second class. Vital Speeches of the Day: pp 47-50.
- Goldhar, J.D., & Lei, d.(1991), " The shape of twenty-first century global manufacturing", Journal of Business Strategy, 12(2), pp.37-41.
- Groenevelt, H., (1993). The just-in-time system. Handbooks in OR & MS. S. C. Graves, A. H. G. Rinnooy Kan and P. H. Zipkin(Eds). New York: North-Holland. 4: pp 629-670.
- Groover, M.P.(2001), Automation, production system, and computer integrated manufacturing. 2nd ed, Prentice Hall, NJ.
- Hayes, R. H. and G. P. Pisano.(1994)." Beyond World-Class: The New Manufacturing Strategy", Harvard Business Review, Jan-Feb. pp.77-96
- Hendricks, K. B. and V. R. Singhal, (1997). "Does implementing an effective TQM program actually improve operating performance? Empirical evidence from firms that have won quality awards", Management Science, 43(9): pp 1258-1274.

- Hitomi, K. (1994). "Moving toward manufacturing excellence for future production perspectives". *Industrial Engineering*, 26, 6, pp 48-50.
- Hitomi, K. (1996). *Manufacturing systems engineering*. Taylor&Francis Lts, Great Britain.
- Huang, P.,(1991), " World class manufacturing in the 1990s : Integrating JIT, TQC, FA, and TPM with worker participation", *Modern production concepts: Theory and Applications*, G. Fandel and G. Zapfel(Eds.), New York, Spinger, pp.491-507.
- Imai, M., (1998). "Will America's corporate theme song be "Just in Time"?. *The Journal for Quality and Participation*, 21(2): pp 30-37.
- Inman, R. A. and S. Mehra, (1993). "Financial justification of JIT implementation, *international journal of operation & production management*,13(4), pp32-39.
- Kaplan, R.S. (1983). "Measures for manufacturing performance: a new challenge for managerial accounting research". *Accounting Review*, 58, 4, pp 686-704.
- Kaplan, R. S. (1986). "Must CIM be justified by faith alone?". *Harvard Business Review*, 64(2), pp 87-95.
- Krajewski Lee J. and Larry P. Ritzman(1996), *Operation Management-Strategy and Analysis*, Addison-Wesley Publishing Company Inc.
- Leong, G. K., D. L. Snyder, and P.T. Ward (1990). "Research in the process and content of manufacturing strategy". *OMEGA International Journal of Management Science* 18, 2, pp 109-122.
- Maggard, B. N. and D. M. Rhyne, (1992). "Total productive maintenance: A timely integration of production and maintenance", *Production and Inventory Management Journal*, 33(4): pp 6-10
- Maier, F. H., P. M. Milling and J. Hasenpusch, (1998). "Implementation and outcomes of total productive maintenance". "Operations Management: Future Issues and Competitive Responses", *Papers from the 5th International Conferences of the European*

- Operations Management Association. P. Coughlan, T. Dromgoole and J. Peppard(Eds). Dublin 2, Ireland: University of Dublin, Trinity College: pp 304-309.
- Maskell, B.H. (1991). Performance measurement for world-class manufacturing. Productivity Press, Portland, Oregon.
- McKone, K. E., R.G. Schroeder and K.O. Cua,(1999), "Total productive Maintenance: A contextual view", Journal of Operations Management, 17(2): pp 123-144.
- McKone, K. E. and E. N. Weiss, (1998). "Total productive Maintenance: Bridging the Gap Between Practice and Research", production and Operations Management, 7(4): pp 335-351.
- McLachlin, R. (1997). "Management initiatives and Just-In-Time Manufacturing", Journal of Operations Management, 15(4): pp 271-292.
- McNair, C.J., R.L. Lynch, and K.F. Cross (1990). "Do financial and non-financial performance measures have to agree?", Management Accounting, november, pp 28-36.
- Mehra, S. and R. A. Inman, (1992). "Determining the critical elements of Just-In-Time Implementation", Decision Sciences, 23(1): pp 160-174.
- Meredith, J. R. & Hill, M.,(1987), " Justifying new manufacturing systems: A managerial approach", Sloan Management Review, Summer, pp.49-61.
- Nakajima, S., (1988). Introduction to TPM. Cambridge, MA: Productivity press.
- Neely, A., K. Grefory, and K. Platts (1995). "Performance measurement systems design: a literature review and research agenda". International Journal of Operations & Production Management, 15, 4, pp 80-116.
- Ohno, T., (1988). Toyota production system: Beyond large-scale production. Cambridge, MA: Productivity press.
- Powell, T. C., (1995). "Total quality management as competitive

- advantage: A review and empirical study", *Strategic Management Journal*, 16(1): pp 15-27.
- Primrose, P. L.(1991), *Investment in manufacturing technology*, London: Chapman & Hall.
- Roth, A. V. and J. G. Miller, (1992). "Success factors in manufacturing", *Business Horizons*, 35(4): pp 73-81.
- Saaty, T. L., (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, New York, McGraw-Hill.
- Safayeni, F., L. Purdy, R. van Engelen and S. Pal, (1991). "Difficulties of just-in-time Implementation: A classification scheme", *International Journal of Operations & Production Management*, 11(7): pp 27-36.
- Sakakibara, S., B. B. Flynn and R. G. Schroeder, (1997). "The impact of just-in-time manufacturing and its infrastructure on manufacturing performance", *Management Science*, 43(9): pp 1246-1257.
- Sakakibara, S., B. B. Flynn and R. G. Schroeder, (1993). "A framework and measurement instrument for just-in-time manufacturing", *Production and Operations Management*, 2(3): pp 177-194.
- Schmenner, R.W. and T.T. Vollmann (1994). "Performance measures: gaps, false alarms and the usual suspects". *International Journal of Production & Production Management*, 14, 12, pp 58-69.
- Schonberger, R. J., (1982). *Japanese manufacturing techniques: Nine hidden lesson in simplicity*. New York: Free Press.
- Schonberger, R. J., (1986). *World-class manufacturing: The lesson of simplicity applied*. New York: Free Press.
- Schonberger, R. J., (1996). *World class manufacturing: the next decade: Building Power, strength, and value*. New York: Free Press.
- Skinner, W.(1969). "Manufacturing - missing link in corporate strategy". *Harvard Business Review*, 47, May-June, pp 136-145
- Skinner, W.(1986). "The Productivity paradox". *Harvard Business Review*, 64, 4, pp 55-69.
- Sriparavastu, L. and T. Gupta, (1997). "An empirical study of

- just-in-time and total quality management principles implementation in manufacturing firms in the USA", *International Journal of Operations & Production Management*, 17(2): pp 1215-1232.
- Steinbacher, H. R. and N. L. Steinbacher, (1993). *TPM for America: What it is and why you need it*. Cambridge, MA: Productivity Press.
- Sugimori, Y., K. Kusunoki, F. Cho and S. Uchikawa, (1997). "Toyota production system and kanban system: Materialization of just-in-time and respect for human systems", *International Journal Production of Research*, 15(6): pp 553-564.
- Suzuki, T., (1994). "Overview of TPM in process industries. TPM in Process Industries". T. Suzuki(Ed.). Portland, OR: Productivity Press: pp 1-20.
- Swamidas P. M. and W. T. Newell(1987). "Manufacturing Strategy, Environmental Uncertainty and Performance: A Path-Analysis Model, *Management Science*, 33(4), pp.509-524.
- Tajiri, M. and F. Gotoh, (1992). *TPM Implementation: A Japanese Approach*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Takahashi, Y. and T. Osada, (1990). *TPM: Total productive maintenance*. Tokyo, Japan, Asian Productivity Organization.
- TECTEM (University of St. Gallen Institute of Technology Management) & APV(The International Association of Pharmaceutical Technology),(2005), "International Benchmarking Study: Operational Excellence in the Pharmaceutical Industry. ITEM-HSG/APV industry report, pp 1-20.
- Transfield, D. and Stuard Smith(1988), " The implementation cube for advanced manufacturing systems, " In Brian Worthington(ed), *Advances in manufacturing technology III: Proceeding of the fourth national conference on production research*, Kogan Page Ltd., pp.519-524
- Tsuchiya, S., (1992). *Quality maintenance: Zero defects through equipment management*. Cambridge, MA: Productivity Press.

- Voss, C.A.(1986) " Implementing manufacturing technology: A manufacturing strategy perspective", In C.A. Voss(ed), Managung advanced manufacturin technology, IFS Ltd., pp. 95-107.
- Vuppalapati, K. S. L. Ahire and T. Gupta, (1995). "JIT and TQM: A case of joint implementation", International Journal of Operations & Production Management, 15(5): pp 84-94
- Westphal, J. D., R. Gulati and S. M. Shortell, (1997). "Customization or conformity? An institutional and network perspective on the content and consequences of TQM adoption", Administrative Science Quarterly, 42(2): pp 366-394.
- White, G.P.(1996). "A survey and taxonomy strategy-related performance measures for manufacturing". International Journal of Production & Production Management, 16, 3, pp 42-61.
- Wilkes, F.M. and J.M. Samuels(1991), " Financial Appraisal to support technological investment", Long Range Planning, Vol.24, No.6(Dec), pp.60-66.

<부록 1> 설문지

“AHP에 의한 생산성과 향상기법의 중요도 평가” 설문

안녕하십니까?

저는 부경대학교 대학원에서 경영학박사과정 중에 있으며 「AHP에 의한 생산성과 향상기법 중요도 평가에 관한 연구」를 주제로 박사학위 논문을 준비하고 있습니다.

본 연구는 기업의 생산성과 향상에 사용되는 AMT(첨단 제조기법 advanced manufacturing technology), IMP(혁신적 관리실행 기법 innovative managerial practice)들이 생산성과평가지표에 얼마나 중요한 영향을 미치는 지를 조사하여 향후 기업의 생산성과 향상을 위한 기법선택의 방향을 모색하고자 하는 것입니다.

본 연구에서 사용하는 분석기법인 AHP(계층적 분석과정, analytic hierarchy process)는 일관성이 결여될 시 자료의 신뢰성에 문제가 생기므로 응답의 일관성이 유지될 수 있도록 전문가이신 귀하의 신중한 답변 부탁드립니다.

다시 한 번 설문에 응하여 주신 점 다시 한 번 감사드리며 귀하와 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.

2006년 5월 1일

지도교수: 부경대학교 경영대학 경영학부 교수 : 이 강우
조사자: 부경대학교 대학원 경영학과 박사과정 : 김 태수
e-mail : tskim@mail.uc.ac.kr

◎ 설문작성 요령 및 유의사항 ◎

※ AHP(analytic hierarchy process : 계층적분석과정)

AHP란 평가항목을 계층화한 다음, 항목간의 상대적 중요도를 평가하고 그 중요도를 반영하여 종합적인 의사결정을 지원하기 위한 기법입니다. 이 기법의 특징은 평가항목들을 두개씩 짝을 지어 상대적 중요도를 평가한 후 이를 종합하여 평가항목들 간의 우선순위를 판단하는 것입니다.

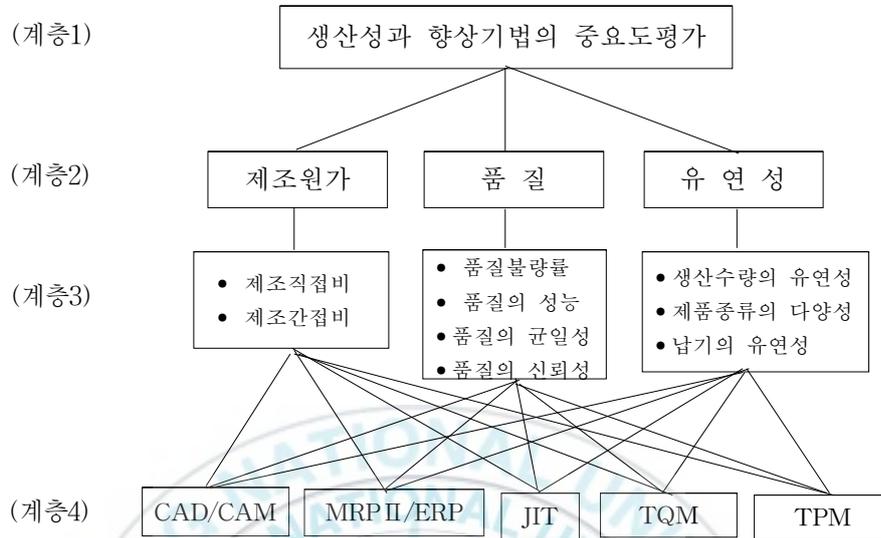
※ 다음 사항에 유의하여 설문에 답변하여 주시기 바랍니다.

첫째, 평가항목간의 비교는 A가 B에 비해 상대적으로 얼마나 중요한지를 평가하는 것입니다.

예를 들어, 생산성과를 평가하는 데 있어서 제조원가 측면이 품질 측면보다 약간 중요하다고 생각하시면 다음 표와 같이 ③에 √표시를 해주시면 됩니다. 또한 ②, ④, ⑥, ⑧은 인접한 중요도의 중간점수입니다.

평가 항목	절대 중요	매우 중요	중요	약간 중요	같다	약간 중요	중요	매우 중요	절대 중요	평가 항목								
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
제조 원가							√											품질

둘째, 생산성과를 측정, 평가하여 그 중요도를 평가하기 위한 구조는 아래 그림과 같은 계층구조를 갖습니다. 즉 생산성과는 제조원가, 품질, 유연성이라는 3개의 상위항목으로 구성되고 각각의 상위항목은 2~4개의 하위항목 지표들과 생산성과 향상기법인 CAD/CAM, MRPⅡ/ERP, JIT, TQM, TPM으로 구성되어 있습니다. 생산성과는 이러한 생산성과 향상기법을 효과적절하게 도입 운영함으로써 결정된다는 사실을 염두에 두시고 설문에 응답하여 주시기 바랍니다.



생산성과 향상기법의 중요도 평가를 위한 계층구조도

셋째, 다음 표는 위에서 사용된 9개의 평가요소와 5개의 생산성과 향상기법에 대한 설명입니다.

A. 평가요소의 설명

평가 요소	하위평가요소	설 명
제조 원가	제조 직접비	직접재료비와 직접노무비를 절감시킬 수 있는 능력
	제조 간접비	간접제조비를 절감시킬 수 있는 능력
품질	품질의 불량률	불일치 가공비율, 단위당 결점수, 재작업회수를 감소시킬 수 있는 능력
	품질의 성능	고객이 요구하는 여러 가지 높은 성능의 제품을 공급할 수 있는 능력
	품질의 균일성	제품을 설계규격에 맞게 균일한 품질로 안정되게 생산할 수 있는 능력
	품질의 신뢰성	제품의 수명, 내구성, 성능의 올바른 작동 등 제품 특성이 올바르게 발휘될 수 있는 제품을 공급할 수 있는 능력
유연성	생산수량의 유연성	생산수량을 신속하게 변경시킬 수 있는 능력
	제품종류의 다양성	신속하게 제품믹스를 변경시킬 수 있는 능력
	납기의 유연성	신뢰성 있는 납기내의 공급능력

B. 생산성과 향상기법의 설명

구분	관련 기법
AMTs	CAD/CAM, MRP II/ERP, CNC/DNC, CAE, AGVs, FMS, CIM, AS/RS,
IMPs	JIT, TQM, TPM, EI

※ [주]AMT(advanced manufacturing technology)와

IMP(innovative managerial practice)중에서 선정된 대표기법은 아래와 같다.

1. CAD/CAM

CAD/CAM(computer aided design/ computer aided manufacturing)이란 컴퓨터를 사용한 설계 및 생산을 의미한다. 그러나 CAD/CAM은 업무를 산업에 적용하는 사람이나 현장의 여건에 따라 다소간에 구분의 차이가 있을 수가 있으나, 가장 기본적인 의미는 현 산업사회의 설계나 생산가공분야에 컴퓨터를 활용함으로써 가속화되어 발전하는 산업기술에 부응하고, 설계와 생산을 자동화함으로써 공장 자동화에 도달하기 위한 총체적 기술이라고 할 수 있다.

CAD는 설계분야를 컴퓨터의 도움을 얻어 발전시킨 개념으로 설계의 기본개념 단계에서부터 최종 마무리 단계인 해석까지 전 과정에 걸쳐서 컴퓨터를 활용하여 설계하는 방식이라고 할 수 있으며, 특히 자동적으로 도면을 작성하는 설계자동화(design automation)의 개념을 포함하기도 한다.

CAM은 컴퓨터에 의해 구체화되고 형상화된 모형을 이용하여 가공 및 생산에 필요한 자료를 얻어내는 기술로 그에 필요한 과정들은 NC프로그래밍에 의한 NC 공작 기계를 사용하는 과정 등의 제품을 만드는 과정과 같은 가공 및 생산 분야에서 컴퓨터를 활용하는 기술을 말한다.

2. MRPⅡ/ ERP

MRPⅡ(manufacturing resources planning)는 자재뿐만 아니라 생산에 필요로 되는 모든 자원을 효율적으로 관리하기 위한 것으로 MRP가 확대된 개념이다. MRPⅡ는 소품종 다량생산에서 다품종 소량생산으로의 환경변화에 따른 고객지향 업무의 부각에 따라 생겨난 것으로, 기존 MRP에 자동화된 공정 Data의 수집, 수주관리, 재무관리, 판매관리의 기능을 추가하여 구체적으로 실현 가능한 생산계획을 제시하는 제조활동 시스템이다.

ERP(enterprise resource planning)는 기존의 생산중심 관점에서 생산뿐만 아니라 경영관점에서 전사적인 자원의 효율적인 관리를 주목적으로 한 회계, 인사, 재무, 생산, 구매, 재고, 주문 등의 업무를 돕는 통합 애플리케이션. 생산 및 생산관리 업무는 물론 재무, 회계, 인사, 등의 순수 관리 부문과 경영지원기능을 포함하고 공급체계를 비롯한 회사내의 연관부서의 업무를 동시에 고려하지 않고는 올바른 의사결정을 할 수 없다는 인식이 확산되면서 ERP시스템의 개념이 도입되었다.

3. JIT

JIT(just in time)란 생산부문의 각 공정별로 작업량을 조정함으로써 중간재고를 최소한으로 줄이는 관리체계이다. 필요한 때에 필요한 만큼의 부품만 확보한다는 일본의 대표적인 경영방식으로, 뒷공정이 앞 공정으로 필요할 때에 필요한 물품을 필요한 양만큼 인수하러 가고 앞 공정은 그 인수한 만큼 만들어 보충한다면 생산현장의 불필요, 불균형, 불합리를 없애 생산성을 향상시킬 수 있다는 방식이다. 생산흐름에 따라 품명과 품번, 소요량 등이 적힌 간판을 이동시키면서 작업을 진행한다고 해서 이름이 붙여졌으며, Just In Time을 줄여 JIT라고 한다. 물건이 팔리는 양에 따라 생산라인이 가동되는 체계이므로 재고를 최소한으로 줄인다는 장점을 지닌다. 미국의 SCM(supply chain management, 공급망관리)에 영향을 주는 등 세계적인 경영방식으로 유명하다.

4. TQM

TQM(total quality management)이란 고객만족을 목적으로 한 조직적인 관리 방법. 제품 및 서비스의 지속적인 개선을 통해 높은 품질을 제공하고 경쟁력을 확보하기 위한 전종업원의 체계적인 노력을 말한다. 고객 만족, 인간성존중, 사회에의 공헌을 중시하는 전사적 품질 경영은 고객, 종업원, 관리자 등 기업 활동에 관련된 모든 사람을 존중한다. 지속적인 종업원 교육, 제품 및 서비스를 제공하는 프로세스의 연속적인 개선, 미래에 발생할 수 있는 문제 예방, 기업 문화 창달과 기술 개발 등을 통해 기업의 경쟁력을 강화하여 장기적인 성장을 도모하는 경영 체계라 할 수 있다.

5. TPM

TPM(total productive maintenance)이란 최고의 생산시스템 효율화를 추구하는 기업 체질 변경을 목표로 삼아 생산시스템의 라이프 사이클 전체를 대상으로 한 “재해제로, 불량제로, 고장제로” 등 모든 로스를 미연에 방지하는 체제를 현장 현물에서 구축하여 생산부문을 비롯하여 개발, 영업, 관리 등 모든 부문에 걸쳐 최고 경영자에서 말단에 있는 종업원에 이르기까지 전원이 참가하며 중복 소집단활동에 의한 로스 제로를 달성하는 것을 말한다. TPM의 목표를 한마디로 말하면 “사람과 설비의 체질개선은 기업의 체질개선”이라고 할 수 있다.

설문 II-2. 아래 표는 품질측면의 평가항목을 구성하는 대표적 4개 지표간의 상대적 중요도를 평가하기 위한 것입니다. 해당 칸에 지표간의 상대적 중요도를 표시해 주시기 바랍니다.

평가항목	절대 중요		매우 중요		중요		약간 중요		같다		약간 중요		중요		매우 중요		절대 중요		평가항목
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		
품질의 불량률																			품질의 성능
품질의 불량률																			품질의 균일성
품질의 불량률																			품질의 신뢰성
품질의 성능																			품질의 균일성
품질의 성능																			품질의 신뢰성
품질의 균일성																			품질의 신뢰성

설문 II-3. 아래 표는 유연성측면의 평가항목을 구성하는 대표적 3개 지표간의 상대적 중요도를 평가하기 위한 것입니다. 해당 칸에 지표간의 상대적 중요도를 표시해 주시기 바랍니다.

평가항목	절대 중요		매우 중요		중요		약간 중요		같다		약간 중요		중요		매우 중요		절대 중요		평가항목
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		
생산수량의 유연성																			제품종류의 다양성
생산수량의 유연성																			납기의 유연성
제품종류의 다양성																			납기의 유연성

설문 Ⅲ-1. 제조직접비의 측면에서 어느 생산성과 향상기법이 더 중요합니까?

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	같다		약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목						
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②		③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
CAD/CAM																	MRPⅡ/ERP
CAD/CAM																	JIT
CAD/CAM																	TQM
CAD/CAM																	TPM
MRPⅡ/ERP																	JIT
MRPⅡ/ERP																	TQM
MRPⅡ/ERP																	TPM
JIT																	TQM
JIT																	TPM
TQM																	TPM

설문 Ⅲ-2. 제조간접비의 측면에서 어느 생산성과 향상기법이 더 중요합니까?

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	같다		약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목						
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②		③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
CAD/CAM																	MRPⅡ/ERP
CAD/CAM																	JIT
CAD/CAM																	TQM
CAD/CAM																	TPM
MRPⅡ/ERP																	JIT
MRPⅡ/ERP																	TQM
MRPⅡ/ERP																	TPM
JIT																	TQM
JIT																	TPM
TQM																	TPM

설문 Ⅲ-3. 품질의 불량률 측면에서 어느 생산성과 향상기법이 더 중요합니까?

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	같다	약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목							
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
CAD/CAM																	MRPⅡ/ERP
CAD/CAM																	JIT
CAD/CAM																	TQM
CAD/CAM																	TPM
MRPⅡ/ERP																	JIT
MRPⅡ/ERP																	TQM
MRPⅡ/ERP																	TPM
JIT																	TQM
JIT																	TPM
TQM																	TPM

설문 Ⅲ-4. 품질 성능개선 측면에서 어느 생산성과 향상기법이 더 중요합니까?

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	같다	약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목							
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
CAD/CAM																	MRPⅡ/ERP
CAD/CAM																	JIT
CAD/CAM																	TQM
CAD/CAM																	TPM
MRPⅡ/ERP																	JIT
MRPⅡ/ERP																	TQM
MRPⅡ/ERP																	TPM
JIT																	TQM
JIT																	TPM
TQM																	TPM

설문 Ⅲ-5. 품질 균일성 측면에서 어느 생산성과 향상기법이 더 중요합니까?

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	같다		약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목						
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②		③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
CAD/CAM																	MRPⅡ/ERP
CAD/CAM																	JIT
CAD/CAM																	TQM
CAD/CAM																	TPM
MRPⅡ/ERP																	JIT
MRPⅡ/ERP																	TQM
MRPⅡ/ERP																	TPM
JIT																	TQM
JIT																	TPM
TQM																	TPM

설문 Ⅲ-6. 품질 신뢰성 측면에서 어느 생산성과 향상기법이 더 중요합니까?

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	같다		약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목						
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②		③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
CAD/CAM																	MRPⅡ/ERP
CAD/CAM																	JIT
CAD/CAM																	TQM
CAD/CAM																	TPM
MRPⅡ/ERP																	JIT
MRPⅡ/ERP																	TQM
MRPⅡ/ERP																	TPM
JIT																	TQM
JIT																	TPM
TQM																	TPM

설문 Ⅲ-7. 생산수량의 유연성 측면에서 어느 생산성과 향상기법이 더 중요합니까?

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	같다		약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목						
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②		③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
CAD/CAM																	MRPⅡ/ERP
CAD/CAM																	JIT
CAD/CAM																	TQM
CAD/CAM																	TPM
MRPⅡ/ERP																	JIT
MRPⅡ/ERP																	TQM
MRPⅡ/ERP																	TPM
JIT																	TQM
JIT																	TPM
TQM																	TPM

설문 Ⅲ-8. 제품종류의 다양성 측면에서 어느 생산성과 향상기법이 더 중요합니까?

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	같다		약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목						
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②		③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
CAD/CAM																	MRPⅡ/ERP
CAD/CAM																	JIT
CAD/CAM																	TQM
CAD/CAM																	TPM
MRPⅡ/ERP																	JIT
MRPⅡ/ERP																	TQM
MRPⅡ/ERP																	TPM
JIT																	TQM
JIT																	TPM
TQM																	TPM

설문 Ⅲ-9. 납기의 유연성 측면에서 어느 생산성과 향상기법이 더 중요합니까?

평가항목	절대	매우	중	약간	같	약간	중	매우	절대	평가항목								
	중요	중요	요	중요	다	중요	요	중요	중요									
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
CAD/CAM																		MRPⅡ/ERP
CAD/CAM																		JIT
CAD/CAM																		TQM
CAD/CAM																		TPM
MRPⅡ/ERP																		JIT
MRPⅡ/ERP																		TQM
MRPⅡ/ERP																		TPM
JIT																		TQM
JIT																		TPM
TQM																		TPM

수고하셨습니다. 본 자료는 분석용 이외에는
일체 사용되지 않습니다.

<부록 2> 표본별 평가요소와 생산성과 향상기법의 가중치

표 본 구 분		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		연령	45	53	40	43	45	49	44	51	54
근속기간		19	26	14	13	18	22	17	24	27	18
근무부서		경영 혁신	정보 기획	품질 경영	경영 혁신	생산 기술	회진 설계	경영 혁신	펌프 설계	경영 혁신	지능 기계
현 직위		부장	부장	차장	차장	차장	부장	차장	부장	부장	부장
평 가 요 소	1. 제조원가	0.571	0.582	0.683	0.163	0.222	0.075	0.243	0.429	0.600	0.655
	1.1 제조직접비	0.833	0.125	0.750	0.250	0.750	0.833	0.125	0.833	0.167	0.500
	1.2 제조간접비	0.167	0.875	0.250	0.750	0.250	0.167	0.875	0.167	0.833	0.500
	2. 품질	0.286	0.309	0.200	0.540	0.667	0.592	0.669	0.429	0.200	0.250
	2.1 품질불량률	0.483	0.164	0.497	0.459	0.076	0.214	0.297	0.151	0.076	0.249
	2.2 품질성능	0.272	0.064	0.100	0.305	0.256	0.058	0.166	0.076	0.472	0.095
	2.3 품질균일성	0.157	0.292	0.212	0.143	0.137	0.371	0.068	0.301	0.151	0.095
	2.4 품질신뢰성	0.088	0.480	0.191	0.093	0.531	0.357	0.469	0.472	0.301	0.560
	3. 유연성	0.143	0.109	0.117	0.297	0.111	0.333	0.088	0.143	0.200	0.095
	3.1 수량유연성	0.300	0.091	0.200	0.163	0.669	0.109	0.276	0.429	0.582	0.258
	3.2 종류다양성	0.100	0.455	0.200	0.540	0.243	0.309	0.128	0.143	0.109	0.105
	3.3 납기유연성	0.600	0.455	0.600	0.297	0.088	0.582	0.595	0.429	0.309	0.637
	생 산 성 과 향 상 기 법	CAD/CAM	0.252	0.208	0.167	0.165	0.332	0.322	0.318	0.215	0.373
MRP2/ERP		0.330	0.212	0.185	0.192	0.137	0.108	0.171	0.244	0.353	0.110
JIT		0.083	0.284	0.117	0.132	0.171	0.114	0.135	0.079	0.092	0.083
TQM		0.125	0.189	0.254	0.293	0.162	0.293	0.184	0.255	0.102	0.266
TPM		0.209	0.107	0.277	0.218	0.197	0.162	0.192	0.207	0.080	0.247

<부록 2> 표본별 평가요소와 생산성과 향상기법의 가중치(계속)

구 분		표 본								
		11	12	13	14	15	16	17	18	19
연령		42	40	43	44	44	45	58	51	55
근속기간		14	12	13	19	18	18	30	24	27
근무부서		용접 연구	배전 설계	경영 혁신	회전 설계	저항 추진	사업 기획	PEAR LGTL	경영 혁신	경영 혁신
현 직위		차장	과장	차장	부장	부장	차장	부장	부장	부장
평 가 요 소	1. 제조원가	0.309	0.582	0.582	0.200	0.669	0.163	0.243	0.669	0.243
	1.1 제조직접비	0.500	0.833	0.750	0.833	0.167	0.333	0.875	0.875	0.800
	1.2 제조간접비	0.500	0.167	0.250	0.167	0.833	0.677	0.125	0.125	0.200
	2. 품질	0.582	0.309	0.309	0.683	0.243	0.540	0.669	0.243	0.669
	2.1 품질불량률	0.501	0.477	0.406	0.392	0.062	0.232	0.061	0.065	0.564
	2.2 품질성능	0.079	0.174	0.135	0.144	0.222	0.136	0.559	0.331	0.226
	2.3 품질균일성	0.140	0.080	0.388	0.144	0.111	0.136	0.235	0.130	0.128
	2.4 품질신뢰성	0.280	0.270	0.071	0.320	0.605	0.495	0.144	0.472	0.082
	3. 유연성	0.109	0.109	0.109	0.117	0.088	0.297	0.088	0.088	0.088
	3.1 수량유연성	0.196	0.333	0.625	0.250	0.250	0.540	0.243	0.429	0.243
	3.2 종류다양성	0.493	0.333	0.238	0.250	0.069	0.163	0.088	0.143	0.088
	3.3 납기유연성	0.311	0.333	0.136	0.500	0.681	0.297	0.669	0.429	0.669
생 산 성 과 향 상 기 법	CAD/CAM	0.184	0.154	0.420	0.306	0.120	0.258	0.188	0.406	0.122
	MRP2/ERP	0.203	0.293	0.222	0.185	0.389	0.196	0.187	0.168	0.152
	JIT	0.083	0.156	0.101	0.120	0.185	0.222	0.079	0.087	0.129
	TQM	0.244	0.227	0.184	0.288	0.171	0.165	0.174	0.106	0.264
	TPM	0.286	0.170	0.073	0.100	0.135	0.159	0.373	0.233	0.334

감사의 글

울산과학대학에 들어온 지 27년이 되어 갑니다. LG이노텍(금성알프스전자)과 두산중공업(현대양행)의 회사생활을 접고 울산에서 처음 교편을 잡을 때만 하더라도 “전문대학에서 5년만 있다가 다시 회사로 갈 것인데 박사학위가 뭐 필요해, 기술사 자격만 있으면 됐지...”라는 생각을 했었는데, 부지불식간에 세월은 흐르고 주위에 계신 선배 그리고 후배 교수님들이 각고의 노력 끝에 박사학위를 받는 모습들을 보면서 또한 내가 가지고 있는 지식이 참으로 보잘 것 없다는 것을 깨닫는 순간 “왜 나는 이렇게 어리석었을까?” 하는 자괴심으로 지난 세월을 후회하고 지천명의 나이에 철이 들은 것 같습니다.

학생 신분으로 이강우 교수님의 첫 강의를 들으면서 “참으로 배움이라는 것이 끝이 없구나,” “왜 일찍 시작하지 못했을까” 하는 회한과 함께 회열에 찻던 순간이 아직도 기억에 생생합니다. 이제 세월이 흘러 이순이 가까운 나이에 학위과정을 마감하고 있지만, 그 세월 속에서 훌륭한 교수님들을 많이 뵈 수 있었다는 것은 저에게 또 하나의 기쁨이었습니다. 여기에 그 모든 교수님들을 일일이 열거하지 못한다는 것이 안타깝지만 교수님들의 이해를 구하며, 오늘의 조그마한 결실을 맺는데 애뜻한 애정으로 마지막까지 논문 완성을 지도해 주신 이강우 교수님, 어운양 교수님, 성덕현 교수님, 김기석 교수님, 이창호 교수님에게 우선 깊은 감사를 드립니다. 그리고 학위 논문을 완성할 수 있도록 배려해 주신 울산과학대학 산업경영과 동료교수님에게 감사드리며, 옆에서 항상 논의하고 자문해 준 서준용 박사를 비롯한 도움을 주신 여러분에게 고마움을 전합니다.

나의 어머니(이묘임)은 그 이름을 떠올리기만 해도 그 고마움에 가슴이 미어오는 분입니다. 그 동안 자식들을 위해서 모든 것을 희생하셨고, 이제 그 세월만큼 얼굴에는 깊은 주름이 패여 가고 있습니다. 어머니의 크나큰 은혜에 돌려드릴 수 있는 것이 별로 없다는 것이 죄송스러울 따름이지만 이 보잘 것 없는 책 한권이 어머니의 인고의 세월을 위로해 주는 조그마한 청량제라도 되었으면 좋겠습니다. 더불어 지난 어려운 시간 속에서도 옆에서 항상 마음으로 응원해 준 여러 친지 분들에게 다시 한 번 감사의 말씀을 전합니다.

마지막으로 그동안 맡겨드리 역할을 다하고, 자식들을 훌륭하게 키워준 나의 아내 이자 영원한 나의 멘토인 민경이, 세환이 엄마(마미령)에게 진심으로 사랑과 감사의 마음을 전하며, 항상 아빠의 건강을 걱정하고 마음속의 힘이 되었던 나의 자랑스러운 딸 민경이, 아들 세환이가 이 순간을 통해 아빠와 함께 더욱 정진하고 꿈을 이루는 계기가 되었으면 좋겠습니다.

2008년 1월

김 태 수 배상