

## AHP에 의한 한국자동차부품제조사의 제조성과기준의 중요도 평가

김 태 수

울산과학대학 산업경영과

### An AHP Approach to Evaluate the priorities of Manufacturing Performance Criteria in Korean Automobile Parts Manufacturing Company

Tae-Soo Kim

Dept. of Industrial Management, Ulsan College

The critical role played by manufacturing performance measurement systems in achieving competitive success is increasingly recognized. Developing an integrated performance measurement model is significant for strategic management. This study consist of several principal steps. Performance criteria from the literature and an questionnaire were utilized prior to building the performance model. The AHP(Analytic Hierarchy Process) is utilized to evaluate the weight of each criterion when generating the performance measurement model for Korea automobile parts manufacturing company. AHP analysis showed clear difference in the priority between 5 criteria and 24 sub-criteria in terms of manufacturing performance of Korean automobile parts manufacturing company. The result of priority evaluation in the 5 criteria of 2nd level was ranked quality, cost, delivery, employee, flexibility. And the critical sub-criteria in the 24 sub-criteria of 3rd level was ranked claim rate, process defect rate, outsourcing parts defect rate, ability to quality management innovation, claim cost, etc.

**Keywords** : AHP, Manufacturing performance, Automobile parts

#### 1. 서 론

세계 자동차 시장은 2010년 7천만대를 돌파, 금융위기 이전인 2007년 수준을 회복했으며 2011년에는 본격적인 성장국면에 진입할 것으로 보인다. 또한 성장률이 높은 신흥시장의 비중이 높아지면서 위기 이전보다 고성장세를 보일 것으로 전망된다. 세계 자동차 시장의 경쟁구도 측면에서 보면 우선 위기 이전 도요다, GM 중심의 2강 체제에서 폭스바겐이 포함된 3강 체

제로 전환되었으며 르노, 현대기아, 포드 등 중위권 업체들의 약진으로 격차가 축소되면서 경쟁양상이 한층 복잡해지고 경쟁강도도 높아지고 있다[5].

글로벌 경쟁과 빨라지는 기술 발전은 고객 요구와 사업패턴을 변화시키고 있다. 글로벌 시장에서 경쟁해야 하는 우리나라 자동차부품 제조기업들은 그들의 능력을 향상시키기 위하여 TQM, JIT, 6Sigma 등의 생산운영철학을 다양하게 적용하며 경영혁신을 모색해 왔다. 대다수의 제조기업들은 원가회계시스템에 기반을 둔 성과지

표들을 활용하지만 이들 지표들은 새로운 생산운영철학과는 어울리지 않는다. 더욱이 현장에서의 개선 노력들의 대부분은 재무적 용어로는 계량화하기 어렵다. 몇몇 연구들에 의하면 성과측정은 기업의 전략적 목표들을 지원해주고 재무적, 비재무적 정보를 제시해 주어야 한다고 지적하고 있다[10, 17, 19].

성과지표들은 시스템의 성과를 평가하고 제조경쟁력을 향상시키기 위하여 제조시스템에서 주로 소개되어 왔다. 제조기업에서의 적절한 성과지표의 선정을 위해서는 이들 기업들의 경쟁적 환경에 따른 기업의 전략적 의도와 기업들의 상황에 기반을 두어야 한다. 적절한 성과측정의 범위를 선정할 때 이들 측정치의 기준들 간의 균형을 맞추고, 성과지표들은 반드시 측정 가능한 것을 선택해야 하며 경영자들이 그들의 제조성과와 글로벌 실태를 쉽게 관찰할 수 있도록 되어야 한다. 많은 연구들은 하나의 측면 보다는 더 많이 결합된 전반적 성과 모델을 개발하는데 초점을 두어왔다. 본 연구는 자동차부품 제조기업들의 전반적인 제조성과를 평가하기 위한 측정모델과 생산운영조건의 유리하거나 불리한 점들을 경영자들이 보다 효과적으로 인식하기 위한 성과지표들을 개발하고자 한다.

일반적 성과평가 모델은 다기준 의사분석에서의 평가를 위한 전략적 기준간의 관계를 만들어 낸다. 그러나 통상적으로 제조성과평가 모델은 몇 개의 종속된 기준을 포함하며, 또한 각 기준은 여러 종류의 상세한 하위 기준을 지니고 있다. 이들 기준들의 균형을 어떻게 잘 맞출 것인가가 가장 중요한 문제이다. 불완전한 측정 모델은 기업의 경쟁력에 오히려 해를 끼칠 수 있기 때문이다. 목표의 관점에서 이들 기준의 영향을 정확히 파악하기 위하여 AHP 접근 방식을 이용하였다.

본 연구는 다음의 순서로 구성하였다. 제 2장에서는 성과측정 기준들에 대한 관련 문헌들을 검토하였다. 제 3장에서는 AHP에 대한 간략한 검토를 하였다. 제 4장에서는 AHP를 기반으로 한 성과평가 모델을 제시하였다. 그리고 성과평가 모델의 구성요소와 구성요소간의 관계를 상세히 서술하였다. 제 5장에서는 제안된 성과평가 모델을 기초로 자동차 부품을 제조하고 있는 6개 기업을 대상으로 제조성과의 중요도를 평가하였다. 제 6장에서는 본 연구의 결과와 미래 연구의 방향을 제시하였다.

## 2. 문헌연구

### 2.1 제조성과 평가에 대한 기준

성과평가에 대한 전통적 모형은 대기업 내에서 재무

적 요소에 중점을 두고 발전되어 왔다. 이에 대한 비판의 대부분은 전통적 성과평가가 재무적 요소에 전적으로 집중되어 있어서 다양한 성과차원을 측정하고 감시하는데 실패하였다.

재무적 성과요소의 주요 한계점 중 하나는 사용하는 지표가 후향지표(lagging indicator) 라는 것이다. 즉, 재무지표는 조직성이나 관리적 행동의 결과를 나타내는 것으로 조직성이나 관리적 행동의 원인을 나타내는 것은 아니다[10, 13].

효과적인 제조성과 평가시스템은 명확하고 목표가 있어야 하고 시스템을 지속적으로 개선하기 위한 수단을 제공해야 한다. 원가, 납기, 유연성 그리고 품질은 성과측정 모델에서 가장 널리 이용되는 공통의 기준척도이다. 이들 네 가지 척도에 덧붙여 고객만족, 기술, 혁신성, 생산성, 재고, 안전과 환경, 종업원 사기 그리고 교육훈련이 특정 목적을 겨냥한 연구들에서 고려되고 있다[6, 7, 8, 12].

제조성과의 완전한 평가 시스템은 포괄적이면서 각각의 평가 요소들은 여러 문헌에서 다양한 용어를 사용하여 정의되고 개발되었다.

Skinner[16]는 가장 먼저 생산전략과 성과평가를 연결시켰다. 그는 제조 활동의 관리는 원가, 품질, 흐름, 재고 그리고 시간에 초점을 맞추어야 하며 결과들은 생산성, 서비스, 품질, 그리고 투자회수율로 평가되어야 한다고 제안하였다. Leong[11] 등은 제조 활동성과의 주요 평가 기준과 제조 과업으로 널리 수용되고 있는 것은 품질, 납기, 속도, 납기 신뢰성, 가격(원가) 그리고 유연성으로 정의될 수 있다고 주장하였다.

Maskell[14]은 평가되어야 할 생산전략의 6가지 평가 기준으로 품질, 원가, 납기 신뢰성, 생산기간(lead time), 유연성, 그리고 종업원 관계라고 했다. 한편, White[18]는 제조 활동의 최소 50% 책임을 갖는 항목은 품질, 원가, 유연성, 납기신용성, 그리고 속도(납품속도와 제조기간)라고 주장하였다. 한편, El Mola 등은 15개의 연구 자료로부터 회계와 제조 그리고 경영관리의 성과평가 요소를 확인했는데, 성과평가 요소들을 가장 빈도가 높은 순서로 정리하면 (1)원가 (2)품질 (3)유연성 (4)시간 (5)고객만족 (6)재무 (7)납기 (8)속도 (9)재고 (10)흐름 (11)제품 개발기간 (12)종업원 관계 (13)효율적 자본이다[9].

### 2.2 AHP의 검토

1970년대 초반 Saaty에 의하여 개발된 AHP(계층분석과정) 의사결정 모형은 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 쌍대비교(pairwise comparison)에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착

하고자 하는 의사결정을 지원하는 하나의 새로운 방법론이다. 이 모형은 이론의 단순성 및 명확성, 적용의 간편성 및 범용성이라는 특징으로 여러 의사결정 분야에서 널리 응용되어 왔으며, 이론구조 자체에 관해서도 활발한 연구가 진행되고 있다. AHP는 일반적으로 다음과 같은 4단계의 작업으로 수행된다.

[단계 1] 의사결정 문제를 상호 관련된 의사결정 사항들의 계층으로 분류하여 의사결정 계층을 설정한다. AHP모형적용에서 가장 중요한 단계라 할 수 있는 첫 번째 단계에서 의사결정 분석자는 상호 관련되어 있는 여러 의사결정 사항들을 계층화 한다. 계층의 최상층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목적이 놓여지며, 그 다음의 계층들은 의사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 속성들로 구성된다. 계층내의 각 요소들은 비교가능한 것이어야 하며, 계층의 최하위 층은 선택의 대상이 되는 의사결정의 대안들로 구성된다.

[단계 2] 의사결정 요소들 간의 쌍대비교로 판단자료를 수집한다. 이 단계에서는 상위계층에 있는 목표를 달성하는데 공헌하는 직계 하위계층에 있는 요인들을 쌍대비교하여 행렬을 작성한다. 쌍대비교를 통하여 상위항목에 기여하는 정도를 9점 척도를 사용하여 점수를 부여한다.

[단계 3] 고유값 계산방법을 사용하여 의사결정 요소들의 상대적인 가중값을 산정한다.

이 단계에서는 쌍대비교판단의 일관성을 일관성비율(consistency ratio : CR)을 통하여 체크할 수 있다. 일반적으로 CR 값이 0.1 이내에 들 경우 해당 쌍대비교행렬은 일관성이 있다고 본다.

[단계 4] 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합 순위를 얻기 위하여 의사결정 사항들의 상대적인 가중값을 종합화한다.

AHP모형과 절차에 관한 상세한 사항은 Saaty[15]를 참조하였다.

### 3. 제조성과 평가모델

제조성과 평가모델을 만들기 위해 본 연구는 <그림 1>에서 보여주는 것과 같이 다음의 3단계 절차를 거쳤다.

#### 단계 1 : 초기 모델의 구축

이 단계에서 본 연구는 제 2장에서 검토된 문헌을 언급한다. 그들 제조성과 평가지표들은 5개의 척도들과 30개의 하위기준으로 일반화하였다. 5개의 척도들은 원가, 납기, 종업원, 유연성, 품질이다.

#### 단계 2 : 초기 모델의 수정

생산운영관리 부문의 전문가, 자동차부품제조기업의 CEO 및 생산운영 부서장들이 제조성과를 평가하기 위한 적절한 척도와 기준을 검토하기 위해 초빙되었다. 상위 레벨 기준의 성과를 평가하기 위한 하위기준은 검토자의 90% 이상이 수용의사를 표시했을 때 확정했으며, 70%에서 90% 미만일 경우에는 다시 토의하여 결정하였다. 아래의 내용들은 수정된 모델에서의 5개의 척도와 24개의 하위기준이다.

##### 가. 원가

- ① 목표원가 달성률
- ② 재작업 및 폐기비용
- ③ 재고비용
- ④ 인건비
- ⑤ 클레임 비용

##### 나. 납기

- ① 재고수준
- ② 긴급납기 준수율
- ③ 적시 납품률
- ④ 일정계획 준수율
- ⑤ 설비가동률

##### 다. 종업원

- ① 숙련공의 비율
- ② 작업자별 훈련시간
- ③ 안전사고 건수
- ④ 개선제안과 실행의 수
- ⑤ 이직률

##### 라. 유연성

- ① 다른 제품으로의 교체능력
- ② 준비시간(set-up time)의 비율
- ③ 조정설비(adjusting facility)의 비율
- ④ 고객주문대응 생산능력

##### 마. 품질

- ① 공정 불량률
- ② 외주품 불량률
- ③ 클레임률
- ④ 품질경영혁신능력
- ⑤ 기술개발력

제조성과를 평가하기 위한 기준척도와 관련한 하위 기준을 확인한 후 검토자들은 기준척도와 하위기준들 간의 상호 관련성을 확인했다.

<그림 2>는 전문가의견과 문헌검토를 기초로 한 계층 구조를 보여주고 있다. 이 구조는 세 개의 레벨로 구분된다. 첫 번째 레벨은 계층 구조의 목표다. 제조 성과를 평가하기 위한 기준척도는 두 번째 레벨에 나열되어 있다. 다음으로 각 기준척도는 5개 이상의 많은 하위기준들을 갖고 있기 때문에 이들 상호 관련된 기준지표들 간의 관련성의 중요도를 판단하는 것은 매우 복잡한 일이다.

본 연구는 두 번째 레벨과 세 번째 레벨간의 관련성이 정확한 계층적 구조를 가진다는 것을 가정한다.

단계 3 : 설문지 배포와 중요도 평가

AHP 구조를 만든 후 쌍대비교를 수행하였다. 쌍대비교를 수행하기 위하여 설문지를 준비하여 현대차와 기아차 1차 협력업체 15개사의 CEO들에게 배포하였다.

설문지는 Saaty의 9점 척도를 사용하였으며, 설문지 회수 후 CR 값이 0.1을 초과하지 않았던 <표 1>의 6개 부품제조기업의 설문지를 대상으로 AHP 분석용 S/W인 Expert choice11에 의해 중요도 평가를 했다.

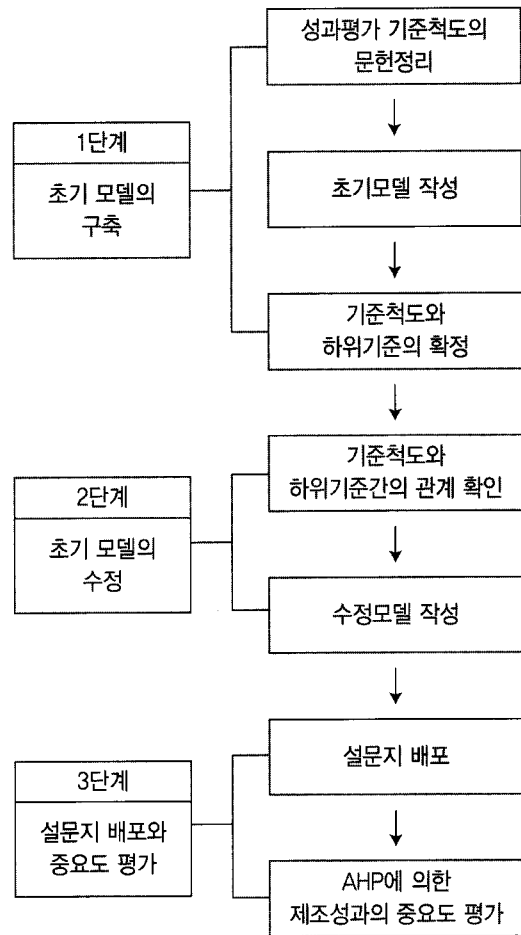
4. 평가 결과의 분석

<표 2>의 기업별 평가기준별 가중치 집계결과에 의하면, 품질(0.435), 원가(0.218), 납기(0.170), 종업원(0.129), 유연성(0.047)의 순으로 5가지 주요 평가기준의 상대적 중요도가 평가되었다.

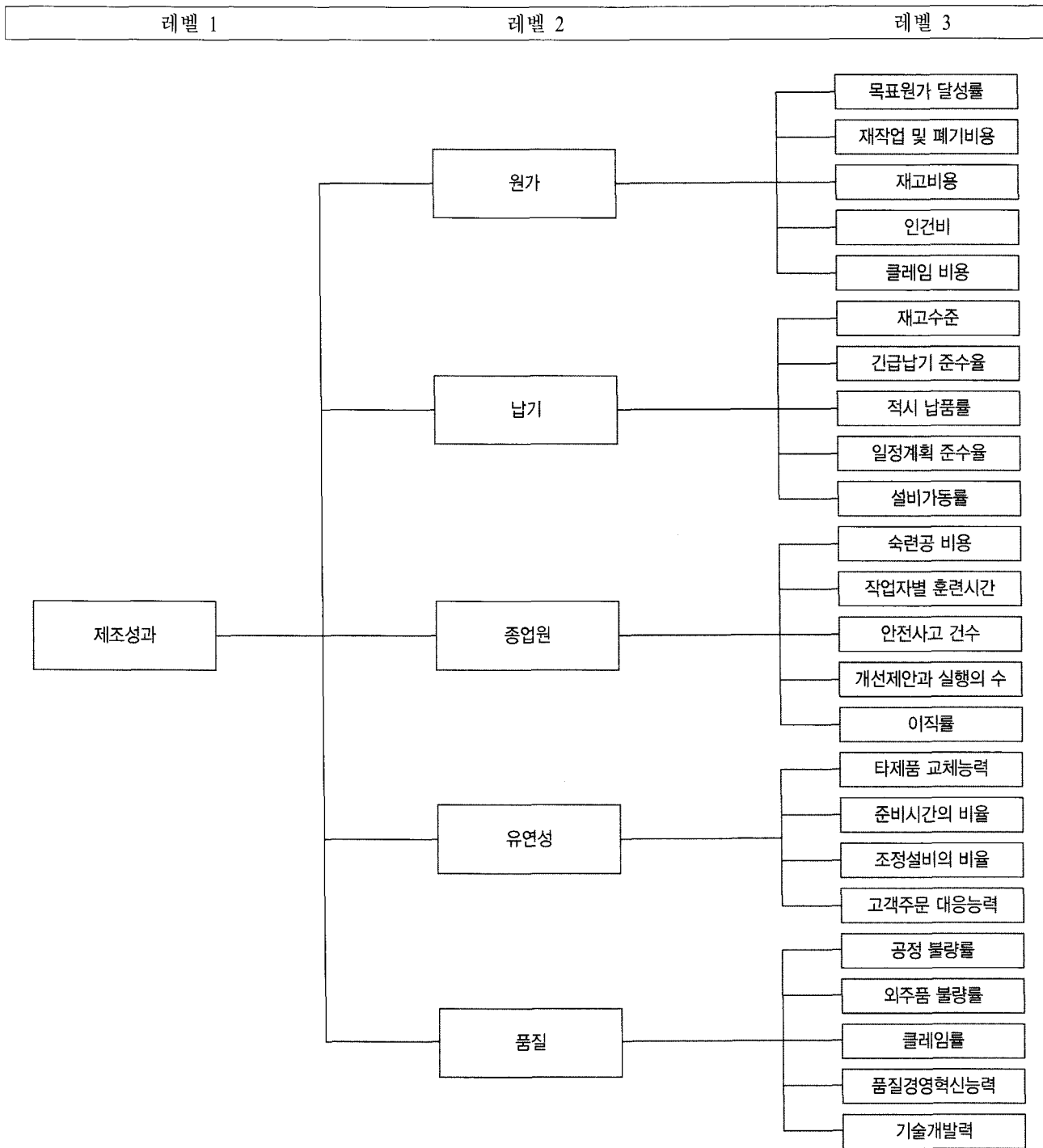
주요 평가기준의 하위기준간의 가중치 순위는 다음과 같이 나타났다. 첫 번째인 품질기준 척도에서는 공정불량률(0.267), 클레임률(0.236), 외주품 불량률(0.227), 품질경영혁신(0.175), 기술개발력(0.096)의 순으로 나타났다. 두 번째인 원가기준 척도에서는 클레임비용(0.309), 목표원가 달성률(0.298), 인건비(0.143), 재고비용(0.098), 제작업 및 폐기비용(0.040)의 순으로 나타났다. 세 번째인 납기기준 척도에서는 적시 납품률(0.387), 긴급납기 준수율(0.288), 일정계획 준수율(0.165), 설비가동률(0.110), 재고수준(0.051)의 순으로 나타났다. 네 번째인 종업원 기준 척도에서는 안전사고건수(0.292), 개선제안과 실행의 수(0.253), 이직률(0.185), 숙련공비율(0.178), 작업자별 훈련시간(0.092)의 순으로 나타났다. 다섯 번째인 유연성기준 척도에서는 고객주문 대응능력(0.592), 준비시간의 비율(0.184), 타제품 교체능력(0.125), 조정설비의 비율(0.099)의 순으로 나타났다.

한편, 하위기준 24개 전체에 대한 각 기업별 중요도 순위 5위까지의 가중치 평가결과는 <표 3>과 같다. 이들 기업별 순위 5위까지의 가중치 평가결과를 종합해보면 클레임률(0.527), 공정 불량률(0.518), 외주품 불량률(0.514), 품질경영혁신능력(0.400), 클레임 비용(0.316)의 순으로 나타났다.

또한 하위기준의 집계결과를 보다 깊이 살펴보면 가중치 평가 1위에서 4위까지인 클레임률, 공정 불량률, 외주 불량률, 품질경영혁신능력이 모두 품질지표와 관련된 하위기준이며, 5위인 클레임 비용은 원가지표의 하위기준에 해당되며 납기, 종업원, 유연성지표의 하위기준은 중요도 5위내에 들지 않았다. 따라서, 분석결과를 보고 미루어 짐작할 수 있듯이 현대차와 기아차의 외주협력기업들이 모기업의 품질경영 우선 전략에 발맞추어 모기업과 같이 세계 일등 부품품질을 지향하는 경영패턴을 보여주고 있다는 것을 알 수 있다. 한편으로는 현대차와 기아차의 외주협력기업들에 대한 지속적 품질경영정책이 뒷받침 되고 있다는 것을 알 수 있다.



<그림 1> AHP에 의한 제조성과 중요도 평가 절차



<그림 2> 제조성과 평가를 위한 AHP 계층구조

<표 1> AHP분석 대상기업의 개관

	A기업	B기업	C기업	D기업	E기업	F기업
설립 년도	1998	2002	1998	1973	1997	1975
매출액(년)	500억 원	1,000억 원	1,660억 원	550억 원	300억 원	400억 원
주 생산품	엔진부품	도어모듈	시트	너트	H라이닝	도어샤시
종업원 수	120명	350명	400명	140명	110명	230명

<표 2> 기업별 평가기준별 가중치 집계결과

지표	기업						평균	순위
	A기업	B기업	C기업	D기업	E기업	F기업		
분석결과 CR값	0.08	0.07	0.08	0.08	0.09	0.07	0.078	
원가	<b>0.141</b>	<b>0.218</b>	<b>0.039</b>	<b>0.176</b>	<b>0.264</b>	<b>0.473</b>	<b>0.218</b>	②
목표원가 달성률	0.187	0.105	0.486	0.427	0.463	0.121	0.298	2
제작업 및 폐기비용	0.118	0.510	0.038	0.086	0.099	0.060	0.040	5
재고비용	0.036	0.099	0.127	0.139	0.154	0.033	0.098	4
인건비	0.249	0.027	0.069	0.058	0.233	0.223	0.143	3
클레임 비용	0.411	0.259	0.281	0.290	0.051	0.563	0.309	1
납기	<b>0.316</b>	<b>0.063</b>	<b>0.204</b>	<b>0.103</b>	<b>0.165</b>	<b>0.171</b>	<b>0.170</b>	③
재고수준	0.029	0.060	0.037	0.069	0.041	0.068	0.051	5
긴급납기 준수율	0.104	0.480	0.168	0.253	0.256	0.467	0.288	2
적시 납품률	0.485	0.284	0.498	0.443	0.458	0.152	0.387	1
일정계획 준수율	0.324	0.144	0.223	0.100	0.162	0.037	0.165	3
설비가동률	0.058	0.032	0.073	0.135	0.083	0.277	0.110	4
종업원	<b>0.058</b>	<b>0.137</b>	<b>0.191</b>	<b>0.237</b>	<b>0.105</b>	<b>0.045</b>	<b>0.129</b>	④
숙련공 비율	0.255	0.243	0.097	0.137	0.097	0.241	0.178	4
작업자별 훈련시간	0.088	0.086	0.037	0.164	0.059	0.116	0.092	5
안전사고 건수	0.121	0.483	0.247	0.411	0.436	0.056	0.292	1
개선제안과 실행의 수	0.053	0.044	0.490	0.216	0.159	0.556	0.253	2
이직률	0.483	0.144	0.129	0.072	0.249	0.031	0.185	3
유연성	<b>0.032</b>	<b>0.053</b>	<b>0.068</b>	<b>0.032</b>	<b>0.038</b>	<b>0.059</b>	<b>0.047</b>	⑤
타제품 교체능력	0.204	0.041	0.209	0.118	0.127	0.052	0.125	3
준비시간의 비율	0.074	0.212	0.097	0.276	0.223	0.220	0.184	2
조정설비의 비율	0.070	0.086	0.051	0.118	0.162	0.109	0.099	4
고객주문대응능력	0.652	0.661	0.643	0.487	0.487	0.619	0.592	1
품질	<b>0.453</b>	<b>0.530</b>	<b>0.498</b>	<b>0.451</b>	<b>0.428</b>	<b>0.251</b>	<b>0.435</b>	①
공정불량률	0.132	0.243	0.171	0.087	0.420	0.546	0.267	1
외주품 불량률	0.329	0.561	0.151	0.047	0.046	0.230	0.227	3
클레임률	0.352	0.102	0.573	0.172	0.087	0.131	0.236	2
품질경영 혁신능력	0.153	0.035	0.065	0.468	0.268	0.060	0.175	4
기술개발력	0.035	0.059	0.040	0.226	0.180	0.033	0.096	5

<표 3> 기업별 하위기준 중요도 순위 집계결과

순위	A기업		B기업		C기업		D기업		E기업		F기업	
	하위기준	평가	하위기준	평가	하위기준	평가	하위기준	평가	하위기준	평가	하위기준	평가
1	클레임률	0.185	외주품 불량률	0.284	클레임률	0.269	품질경영 혁신능력	0.200	공정 불량률	0.189	클레임 비용	0.257
2	외주품 불량률	0.173	공정 불량률	0.123	적시 납품율	0.110	안전사고 건수	0.105	품질경영 혁신능력	0.120	공정 불량률	0.135
3	적시 납품율	0.129	제작업 및 폐기비용	0.117	개선제안, 실행수	0.103	기술 개발력	0.097	목표원가 달성률	0.116	인건비	0.102
4	일정계획 준수율	0.086	안전사고 건수	0.073	공정 불량률	0.071	목표원가 달성률	0.078	기술 개발력	0.081	긴급납기 준수율	0.093
5	품질경영 혁신능력	0.080	클레임 비용	0.059	안전사고 건수	0.052	클레임률	0.073	적시 납품율	0.073	외주품 불량률	0.057

## 5. 결 론

본 연구에서 사용한 AHP 기반의 제조성과 평가모델은 자동차부품 제조기업들이 경영개선의 기회를 찾기 위한 경영관리자들의 노력을 지원하기 위하여 제안되었으며, 내부기준에 대한 성과를 비교하고 외부경쟁기업과의 성과도 비교할 수 있도록 하였다.

제조성과 중요도 평가 절차는 초기 모델의 구축, 초기모델의 수정, 설문지 배포와 중요도 평가의 3단계로 전개되었다.

성과측정모델은 5개의 기준척도(품질, 납기, 유연성, 원가 그리고 종업원)와 24개의 하위기준으로 구성된다.

6개 회사를 대상으로 한 5개 주요 성과측정 기준에 대한 중요도 평가 순위는 품질(43%), 원가(22%), 납기(17%), 종업원(13%), 유연성(5%)이다.

이들 중 품질, 원가, 그리고 납기는 자동차부품 제조기업에서 제조성과를 평가하는데 실제로 매우 중요한 역할을 한다.

한편 24개 하위기준에 대한 6개 기업의 중요도 평가결과는 클레임률(품질), 공정 불량률(품질), 외주품 불량률(품질), 품질경영혁신능력(품질), 클레임 비용(원가)으로 나타났다.

본 연구에서 분석 대상이 된 6개 자동차부품 제조기업이 수많은 현대차와 기아차의 부품 제조기업을 대표하지는 못하겠지만 그간 현대기아차가 세계 5위의 메이저 자동차메이커로 비약적인 도약을 하게 된 저변에는 이들 부품 제조기업들이 품질경영에 지대한 노력을 기울인 점도 본 연구의 분석결과로 미루어 짐작할 수 있다.

또한, 자동차부품 제조기업들은 본 연구에서 제시된 성과측정모델이 모든 하위기준에서 계량화가 가능하므로 자사의 제조성과를 주기적으로 평가함으로써 보다 질 높은 품질경영을 모색할 수 있을 것이다.

끝으로 제조성과는 여러 요인들에 의하여 영향을 받는다. 그리고 이들 요인간의 상호의존성은 복합적이다. 따라서 제조성과 요인간의 영향관계는 장래연구의 과제가 될 것이다.

## 참고문헌

- [1] 박진영; “의료서비스 산업의 성과측정에 관한연구”, 생산성논집, 22(2) : 51-78, 2008.
- [2] 오중산; “제조유연성과 성과간의 인과관계 : 자동차부품산업과 전자부품을 대상으로 한 연구”, 경영학연구, 39(2) : 309-340, 2010.
- [3] 조근태, 조용곤, 강현수; 계층분석적 의사결정, 동현출판사, 2003.
- [4] 조홍재, 박재일; “중소기업들의 생산성 문제 및 지표 분류”, 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계공동학술대회, 2010.
- [5] 한국자동차산업연구소; “2011년 자동차산업 주요 이슈”, KARI Report(2011-1), 2011.
- [6] Abdel-Maksoud, A. B.; “Manufacturing in the UK : Contemporary Characteristics and Performance Indicators,” *Journal of Manufacturing Technology Management*, 15(2) : 155-171, 2004.
- [7] Ahmad. M. M. and Dhafr. N.; “Establishing and Improving Manufacturing Performance Measures”, *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 18 : 171-176, 2002.
- [8] Chenhall, R. H.; “Strategies of Manufacturing Flexibility, Manufacturing Performance Measures and Organizational Performance : An Empirical Investigation”, *Integrated Manufacturing System*, 7(5) : 25-32, 1996.
- [9] El Mola, Khaled M.; “Methodology to Measure the Performance of Manufacturing Systems,” doctoral dissertation, Houston University, 2004.
- [10] Ghalayini, A. M., Noble, J. S., and Crowe, T. J.; “An Integrated Dynamic Performance Measurement System”, *International Journal of production economics*, 48 : 207-225, 1997.
- [11] Leong, G. K., Snyder, D. L., and Ward, P. T.; “Research in the Process and Content of Manufacturing Strategy,” *OMEGA*, 18(2) : 109-122, 1990.
- [12] Lee, A. H. I., Chen, W. C., and Chang, C.; “a Fuzzy AHP and BSC Approach for Evaluating Performance of IT Department in the Manufacturing Industry in Tiwan,” *Expert systems with Applications*, 34(1) : 96-107, 2008.
- [13] Liu, S. T.; “Slack-Based Efficiency Measures for Predicting Bank Performance,” *Expert systems with applications*, 36(2) : 2813-2818, 2008.
- [14] Maskell, B. H.; Performance measurement for world class manufacturing. Productivity Press, Portland, Oregon, 1991.
- [15] Saaty, R. W.; Decision Making in Complex Environments the Analytic Hierarchy Process. New York : McGraw-Hill, 2003.
- [16] Skinner, W.; “Manufacturing-Missing Link in Corporate Strategy,” *Harvard Business Review*, 47(May-June) : 130-145, 1969.
- [17] Wang, W. K., Huang, H. C., and Lai, M. C.; “Design

- of a Knowledge Based Performance Evaluation System : a Case of High-tech State-owned Enterprises in an Emerging economy," *Expert systems with Applications*, 34(3) : 1795-1803, 2008.
- [18] White, G. P.; "A Survey and Taxonomy Strategy Related Performance Measures for Manufacturing," *International Journal of Production and Production Management*, 16(3) : 42-61, 1996.
- [19] Yuan, F. C. and Chiu, C. C.; "A Hierarchical Design of Case-Based Reasoning in the Balanced Scorecard Application," *Expert systems with Applications*, 36(1) : 333-342, 2007.
- [20] Yurdakul, M.; "Measuring a Manufacturing System's Performance Using Saaty's System with Feedback Approach," *Integrated Manufacturing System*, 13(1) : 25-34, 2007.