

한국제조업체의 설비관리 조직 변화와 TPM 추진현황 분석에 관한 연구

A study on the Change of Maintenance Organization and
TPM System in Korean Manufacturing Industry

함효준*

Hyo-Joon Hahm*

Abstract

This paper contains the trends of the structural change of maintenance system and organization of manufacturing industry during 1989 and 1996. At the same time, it also analyzes and tries to identify the factors for the successful implementation of TPM system based upon the surveys and empirical studies through the same period. Maintenance system and organization have changed more rationally. Overall machines and equipments effectiveness have increased considerably from 1989 to 1996. The number of the firms which have implemented TPM system increased dramatically during the same period. However, it is found that many top managers do not adapt the new concept on TPM.

1. 서 론

설비관리가 설비의 생애비용중에서 차지하는 중요성에 대해서는 이미 많은 연구가 진행 되었으며(1)(2)(4)(8) 생애비용의 절감을 위한 하나의 전략으로써의 TPM에 대해서도 수 많은 논문과 연구 보고서가 발표되고 있다(3)(5)(10)(11). 이 분야에서 비교적

늦게 관심을 갖게 되었던 한국의 기업과 특히 일부 공공 기관에서는 설비 생산성 향상이라는 관점에서 이 문제를 주시하기 시작 하였고 이를 위한 하나의 방법으로 TPM에 관심을 보이게 된 것이다. 그러나 이에 대한 연구나 기초 자료가 전무한 상태에서 품질관리백서(3)를 통하여 이 분야에서의 상황이 일부나마 파악되었다.

* 아주대학교 기계 및 산업공학부

본 연구는 1989년~1996년간의 우리나라의 제조업체에서의 설비관리조직의 변화, TPM 도입 응용에 대한 추이, 그리고 이를 기초로한 합리적인 설비생산성 향상 방법을 제안하고자 하는 것이다. 이 연구는 1989년 당시 공업진흥청에서 한국 최초로 설비관리에 대한 설문과 이를 기초로 한 설비관리향상을 위한 대안 제시와 비교 할 수 있도록 추진 되었으며 1989년 당시 시행했던 10개의 설문 내용과 비슷한 항목과 그 외 13개의 질문사항을 990여개의 사업장에 보내어 200여 사업장으로부터 응답을 얻은 내용을 기초로 하여 수행하였다.

2. 조사대상업체

본 조사는 사업장단위로 조사가 행하여졌다. 이것은 대기업인 경우 제품별, 지역별 및 종업원 수별로 다양한 사업구조와 설비관리 조직이 운영되고 있어 이와 같이 구분, 조사하였다.

본 조사는 산업별로는 섬유, 목재, 석유, 금속, 전기, 전자, 기계, 수송기계, 조선, 비금속, 식품 및 기타로 나누었고, 매출액별로는 50억 미만, 50억 이상~100억 미만, 100억 이상~500억 미만, 500억 이상~1,000억 미만, 1,000억 이상~5,000억 미만, 5,000억 이상으로 구분했으며, 종업원 수는 100인 이하, 100인 이상~200인 이하, 200인 이상~500인 이하, 500인 이상~1,000인 이하, 1,000인 이상~3,000인 이하, 3,000인 이상으로 구분했다.

<표 1.1> 설비관리 조직현황(1989년)

구 분	비율(%)
독립체제로 운영	11.2
기능적으로 독립	19.6
개량보전에 주력	9.6
보수전문 담당요원	59.6
계	100

<표 1.2> 설비관리 조직현황(1996년)

구 분	비율(%)
독립체제로 운영	7.1
기능적으로 독립	18.7
제조과 또는 생산과에서 겸직	11.6
공식명칭으로 존재하며 완전 독립	62.6
계	100

3. 현 황

3.1 설비관리 조직

1989년 조사업체의 11.2%만이 완전 독립체제로 운영하고 있던 설비관리가 이번 조사에서는 7.1%로 줄어든 반면 보수전문담당요원에 의해 설비를 관리하는 회사는 59.6%에서 62.6%로 증가되었다.

업종별 현황으로는 1989년 설비관리를 독립체제로 가장 많이 운영하는 업종은 수송기계가 14.7%, 금속분야가 14.4%이었던 것이 1996년에는 기계 30.0%, 섬유 20.0%로 조사되었다.

3.2 설비관리 요원 현황

1989년의 조사에서 설비관리 요원의 생산직 종사자에 대한 비율은 전체 기업의 31.3%가 2%미만으로 나타나고 있었다. 업체별로는 생산직에 비해 설비관리 요원수가 10% 이상인 업종중 비금속광물 업체가 19.6%를 차지해 이 업체들의 설비관리에 대한 중요성을 나타냈다. 또한 전자와 기계는 43.2%가 2% 미만으로 조립산업의 특징을 보여주었다. 이번 설문에서는 설비관리 요원의 설계, 제작, 생산, 품질, 보전 등에 종사하는 전체 엔지니어(전문대학 이상 또는 고교 졸업후 10년 이상 경험자)에 대한 비율은 36.4%가 10%이상으로 나타났다. 업종별로는 10%이상인 업종은 비금속 업체가 63.2%로 나타났고, 전자 47.8%, 기계 20.0%로 조사되었다.

종업원 규모별 현황은 1989년 조사에서 설비관리 요원의 비가 10% 이상인 업체는 종업원수가 1,000인~5,000인 사이의 업체들로서 16.7%를 차지했었고, 이번의 설문에서는 3,000인 이상인 업체가 66.7%, 1,000인~3,000인 사이가 44.7%, 500인~1,000인 사이가 39.5%, 100인 이하가 35.3%로 조사되었다.

3.3 설비관리 방법

1989년에는 금속, 전자 및 기계업체들에서 사후보전의 형태가 제일 많이 나타났고, 이번 조상에서도 이 업종들은 사후보전에 많은 노력을 하고 있었다. 목재의 경우는 70%가 사후보전에 치중하는 것으로 나타났

<표 2.1> 설비관리요원 비율(1989년)

구 분	비율(%)
10% 이상	8.8
5 - 10%	24.8
3 - 5%	19.9
2 - 3%	15.2
2% 미만	31.3
계	100

<표 2.2> 설비관리 요원의 비율(1996년)

구 분	비율(%)
10% 이상	36.4
5 - 10%	20.7
3 - 5%	16.2
3% 미만	26.3
무응답	0.4
계	100

다. 섬유류의 경우 사후보전 보다는 예방보전에 더 비중을 두고 있는 것으로 조사되었다.

매출액별 설비관리방법은 100억~500억 사이의 업체가 체계적 설비관리의 비율이 9.3%로 제일 높았던 것으로 1989년의 조사되었다. 이번 조사에서는 1,000억~5,000억 사이의 업체는 사후보전 44.97%, 예방보전 31.32%이고 5,000억 이상의 업체는 사후보전 38.07%, 예방보전 39.33%로 매출액이 많은 업체들이 사후보전과 예방보전 모두에 중점을 두고 있는 것으로 조사되었다.

종업원 규모별에서는 1989년에는 1,000인~5,000인의 업체들이 체계적 설비관리와

중점설비를 중심으로한 관리체제를 갖고 있었다. 이번 조사에서도 1,000인~3,000인의 업체가 사후보전 35.06%, 예방보전 38.53%, 3,000인 이상은 사후보전 42.00%, 예방보전 36.67%으로 사후보전과 예방보전 모두를 개선하려는 노력이 보였다.

3.4 설비관리 요원의 교육 훈련

설비를 관리하는 설비관리 요원에 대한 보전기술과 관련된 교육훈련에서 외부전문가를 초빙하여 실시하는 회사가 4.3%(1989년)이었던 것이 2.0%로 줄었고, 교육훈련을 하지 않고 경험에 의존하던 업체가 전체의 31.2%(1989년)이었던 것이 15.7%로 줄었다.

업종별로는 수송기계 업체가 매년 정기적 보전기술향상에 22.1%로 중점을 많이 두며, 외부훈련에도 비교적 관심을 쏟고 있는 것으로 조사되었다(1986년). 이번 조사에서는 섬유 60.0%, 전자 56.5%, 기계, 수송기계 50%의 업체들이 매년 정기적으로 훈련을 시키는 것으로 조사되었다.

또 매출액 규모별로는 100억~500억인 업체들의 25.1%가 매년 정기적인 교육훈련을 실시하고 있었고, 10억 미만의 업체들이 주로 경험에 의존(40.6%)하는 것으로 나타났다(1989년). 매출액이 5,000억인 업체의 72.2%, 1,000억~5,000억인 업체의 46.4%가 매년 정기적으로 훈련을 시키고, 100억~500억인 업체는 25.4%가 매년 정기적으로 훈련을 시키는 것으로 조사되었다.

<표 3.1> 설비관리 교육훈련 현황(1989년)

구 분	비율(%)
매년 정기적으로	11.4
훈련 (1회 이상/1년)	18.0
전문가 (1회 이상/1년)	4.3
자체적 (1회 이상/1년)	35.1
경험에 의거	31.2
계	100

<표 3.2> 설비관리 교육훈련 현황(1996년)

구 분	비율(%)
매년 정기적으로	41.9
외부훈련 (1회 이상/1년)	23.2
외부인사 (1회 이상/1년)	2.0
자체적 (1회 이상/1년)	16.7
경험에 의거	15.7
계	100

3.5 TPM 도입 실시 현황

많은 업체가 TPM에 대한 관심과 TPM을 도입하려는 노력으로 1989년에는 TPM을 도입하지 않은 업체가 조사대상의 62.3%에 달했는데 이번의 조사에서는 도입이 64.1%, 미도입이 35.9%로 나타났다.

업종별로는 목재가구업체가 46.2%로 가장 높은 도입율을 보였고 비금속 광물이 32.8%로 가장 낮은 도입율을 보였다(1989년). 이번 조사의 조선 100%, 섬유 80%, 비금속 78.9%, 식품 77.8%로 나타났고 목재 업체가 가장 낮은 도입율(50%)을 보이고 있다.

1989년도에는 매출액의 증가에 비례하듯

이 10억 미만의 업체의 29%, 10억~50억 30.7%, 50억~100억 38.9%, 100억~500억은 53.5%가 TPM을 도입하고 있는 것으로 나타난 반면 이번 조사에서는 50억~100억 20%, 100억~500억 32.3%, 50억 미만이 50%, 500억~1,000억 68.4%, 1,000억~5,000억 79.8%로 50억 미만의 업체의 TPM 도입율이 크게 증가한 것을 알 수 있다.

종업원수가 1,000인~5,000인 사이의 업체가 81.6%의 도입율을 보인 반면 10,000인 이상의 업체가 30%만이 TPM을 도입하고 있는 것으로 1989년에도 조사되었다. 이번의 조사에서는 종업원수에 비례하여 TPM을 도입한 것처럼 100인 이하의 업체가 29.4%, 100인~200인 33.3%, 200인~500인 59.6%, 500인~1,000인 73.7%, 1,000인~3,000인 86.8%, 3,000인 이상은 94.4%가 TPM을 도입하고 있는 것으로 응답했다.

3.6 TPM 추진상의 애로점

많은 회사들이 TPM을 도입, 실시하고 있으나 아직 추진상의 많은 애로점이 남아있다. TPM실시에 애로점이 없다고 응답한 업체가 5.2%에 불과하고 많은 기업에서 TPM 실시예 형식적이고, 적지 않은 문제를 내포하고 있는 것처럼 보여진다. 우선 형식적으로 진행하고 있는 기업이 15.8%, 마인드 형성의 어려움을 겪는 기업이 26.0%나 되는 것으로 1989년에 조사되었다. 이번 조사에서도 형식적으로 TPM을 추진하는 기업이 31.5%, 최고경영자가 이해는 하지만 다른

<표4.1> TPM도입현황 및 도입 경로(1989)

구 분	비율(%)
학 계	1.2
협 회	14.6
독 자 적	15.2
선진국 사례	6.7
미 도 입	62.3
계	100

<표4.2> TPM도입 현황(1996)

구 분	비율(%)
미 도 입	16.7
현재는 미실시, 실시 계획 수립	19.2
실시한지 1년~4년	38.3
실시한지 4년~7년	16.2
실시한지 7년~10년	5.1
실시한지 10년 이상	4.5
계	100

요인 때문에 적극적인 협조를 해주지 않는다고 응답한 기업이 42.5%로 TPM 도입과 발전에 많은 사람들이 노력하고 있음에도 불구하고 시급해 해결하지 않으면 안될 문제점을 보여주고 있다.

TPM 추진시의 애로점을 업종별로 살펴보면 모든 업종이 비슷한 양상을 보이고 있으나, 수송기계의 35.3%가 마인드 형성이 어렵다고 대답했고, 기계업체의 경우는 추진방법의 무지(48.4%)를 보여주고 있다. 목재가구의 경우에는 형식적인 추진이 24.5%이었다. 애로점이 없다고 대답한 업체는 전자가 4.2%로 가장 낮고, 목재가구가 8.2%로 가장 높은 것으로 89년도에 조사되었다. 이번조사에서는 추진방법의 무지로 TPM을

<표5.1> TPM 도입시 애로사항(1989년)

구 분	비율(%)
마인드 형성의 어려움	26.0
진행방법의 무지	44.5
형식적으로 진행	15.8
최고경영장의 비협조	8.5
애로점이 없음	5.2
계	100

<표5.2> TPM 도입시 애로사항(1996년)

구 분	비율(%)
Mind 형성이 어렵다.	20.5
추진 방법을 제대로 알지 못한다.	2.5
형식적이다	31.5
적극적인 협조를 안 해준다.	42.5
계	100

추진하는데 애로점이 있다고 답한 업체는 식품 7.1%, 전자 6.3%, 석유 5.0%로 대부분의 업체가 TPM을 추진하는 방법을 알고는 있지만 추진과정에 발생하는 애로점을 해결하지 못하는 것으로 조사되었다. 섬유, 기계의 경우에는 50%가 형식적으로 TPM을 추진하고 있다고 했으며, 최고 경영자가 이해는 하지만 다른 요인 때문에 적극적인 협조가 이루어지지 않는다고 답한 업체는 목재 100%, 조선 71.4%, 비금속 53.3%로 조사되었다.

3.7 설비이용효율 관리 현황

설비관리사항중 중요한 요소중의 하나가 설비의 이용효율이 계량적으로 관리되고 있

는가를 알아보는 것으로, 단지 몇번의 고장 또는 몇 시간의 고장을 체크하는 것 뿐만 아니라 설비의 가동시간에도 어느 정도 성능으로 가동되고 있는가, 불량율이 어느 정도인가를 계량화 할 수 있어야 한다. 이런 효율을 나타내는 방법이 종합효율의 개념으로 '종합효율=시간가동율×성능가동율×양품율'로 나타낸다.

조상업체 중 47.9%가 설비효율을 관리하고 있지 않다는 89년조사와는 달리 96년도 조사에서는 설비효율을 관리하고 있지 않은 업체가 20.5%로 나타났다. 종합효율에 있어서 평균 80% 이상이 7.8%, 60-80%가 18.7%, 50-60%가 12.3%로 89년도에 조사되었다. 이번 조사에서는 80% 이상이 24.4%, 70-80%가 23.6%, 60-70%가 12.6%, 50-60%가 7.9%, 50% 이하가 11.0%로 조사되었다.

업종별로는 89년도에 설비종합효율을 가장 잘 관리하고 있는 산업은 목재가구 산업을 비롯하여 전자 및 수송기계 분야이었고, 관리하지 않는다고 많이 대답한 산업은 전기, 기계, 금속 등이었다. 또한 종합효율이 80% 이상인 업체도 목재 가구업체가 가장 많은 14.8%를 차지하였다. 이번 조사에서는 조선업체가 가장 많이 관리를 하지 않는다고 대답을 했다. 목재, 비금속, 전자 등이 관리를 잘하는 것으로 조사되었다. 종합효율이 80% 이상인 업체는 비금속 60%, 전자 31.3%, 석유 30.0%로 조사되었다.

89년의 조사에서 종합효율은 매출액의 증

<표6.1> 설비종합효율 이용현황(1989년)

구 분	비율(%)
평균 80% 이상	7.8
평균 60%~80%	18.7
평균 50%~60%	12.3
평균 50% 이하	13.3
관리하고 있지 않음	47.9
계	100

<표6.2> 설비종합효율 이용현황(1996년)

구 분	비율(%)
평균 80% 이상	24.4
평균 70%~80%	23.6
평균 60%~70%	12.6
평균 50%~60%	7.9
평균 50% 이하	11.0
관리하고 있지 않음	20.5
계	100

가와 비례하는 것으로 조사되었다. 매출액이 100억~500억 사이에 평균 80% 이상인 회사가 13.4%를 차지하고 10억 미만인 회사가 4.3%에 불과했다. 관리하고 있지 않다고 대답한 업체도 54.4%에서 38.7%로 감소하고 있다. 그러나 이번 조사에서는 5,000억 이상의 업체에서는 평균 80%인 회사가 20.6%이었지만 1,000억~5,000억 사이의 업체에서는 34.5%인 것으로 조사되었다.

종업원 수별로는 5,000~10,000명인 업체 중 이용효율 80% 이상인 업체가 22.2%까지 증가하다가 10,000명 이상의 경우에는 6.5%로 감소하고, 관리하고 있지 않다는 항목도

50명 미만에선 53.2%나 차지하고 종업원의 수가 증가하면서 감소하고 있으며 10,000명 이상인 경우에 58.1%로 갑자기 증가하고 있는 것으로 89년도에 조사되었다. 이번 조사에서 이용효율이 80% 이상인 업체는 200인~500인인 업체가 35.3%, 500인~1,000인 35.7%, 1,000인~3,000인 18.2%, 3,000인 이상 17.6%로 조사되었다. 또한 관리를 하고 있지 않은 업체는 100인~200인 사이의 업체가 40%로 가장 높았고 500인~1,000인 사이의 업체도 28.6%가 관리를 하지 않는 것으로 조사되었다.

3.8 설비보전비용 관리현황

설비관리를 하기 위해 필요한 설비보전비용 관리는 전체기업의 10.3%만이 계획적이고 체계적으로 보전비용을 관리하고 있으며 단지 타비용과 구분하여 관리하는 업체가 31.9%, 타비용에 포함시켜 관리하는 업체는 44.1%나 되고, 심지어 보전비용이라는 비목조차 없다는 업체가 전체의 13.8%나 되는 것으로 조사되었다(1989년). 이번 조사에서도 조사대상의 14.1%가 설비관리비라는 항목은 없고 다른 비용에 포함되어 관리를 하는 것으로 나타났다.

업종별로는 체계적인 비용관리의 경우 목재, 가구 업체가 15.8%로 가장 높고, 섬유, 의복, 가죽이 그리고 비금속, 광물과 수송기계가 각각 다음을 차지하는 것으로 조사되었다(1989년).

업종별로는 목재, 조선은 100% 다른 비용

<표7.1> 보전비용 관리 현황(1989년)

구 분	비율(%)
체계적인 관리	10.3
보전비용 별도관리	31.8
타비용에 포함	44.1
관리하지 않음	13.8
계	100

<표7.2> 보전비용 관리 현황(1996년)

구 분	비율(%)
다른 비용에 포함되어 관리	14.1
직접비용을 관리	45.5
재료비, 외주비 및 인건비 포함	25.6
체계적인 관리	14.8
계	100

에 포함되지 않고 관리를 하는 것으로 나타났다, 식품 94.4%, 금속 90.6%, 수송 90%으로 나타났다, 섬유 업체중에서 보전비용을 다른 비용에 포함하지 않고 관리하는 업체가 60%로 가장 낮았다.

매출액별로는 일반적으로 매출액이 증가할수록 체계적인 관리의 비율이 높아지는 1989년의 결과를 확인해 주듯이 이번 조사에서도 50억 미만은 33.4%, 50억~100억 80%, 100억~500억 91.4%, 500억~1,000억 94.7%, 1,000억~5,000억 87%, 5,000억 이상의 97.2%가 다른 비용과 구분해서 보전비용을 관리하는 것으로 나타났다.

종업원별 보전비용 관리 실태는 종업원 1,000인~5,000인 사이에서 체계적인 관리

34.4%로 가장 많은 비율을 차지했고(1989년), 이번의 조사에서는 100인 이하가 58.8%, 100인~200인 80%, 200인~500인 87.7%, 500인~1,000인 89.5%, 1,000인~3,000인 89.5%, 3,000인 이상 100%로 매출액처럼 종업원의 수가 많은 기업일수록 보전비용을 체계적으로 관리하는 것으로 나타났다.

3.9 TPM의 현 수준

가장 관심의 대상이 되고 있는 TPM의 현 수준에 대하여는 약 39%의 회사가 5S운동을 중심으로 하는 초기청소, 정리, 정돈 등의 초기단계에 머물고 있다. 자주보전 단계에서의 총점검과 자주점검 단계까지 와 있으나 효율관리는 하지 못하는 회사가 20.5%나 된다. 표준화 된 효율관리를 하고 있는 회사는 26%, 설비진단기술의 도입 또는 개발을 통하여 계획보전의 단계에 와 있으며 여러 Loss측정을 비롯하여 효율관리를 전산화하고 있는 회사는 겨우 15%에 머물러 있다. <표8.1>은 가장 중요한 설비보전과 품질과의 관계를 규명하여 설비에 의한 품질 불량 Loss를 관리하고 있거나 그 연계 관계를 규명하는 회사는 1989년이래 하나도 없다는 사실을 보여 주고 있다.

4. 결 론

1989년도에 비하여 우리나라의 제조업체의 설비관리 조직은 대단히 발전되었음을

<표8.1> TPM의 현 수준

구 분	비율(%)
5S운동을 중심으로 초기청소, 발생원 곤란개소 대책 및 유지관리	38.5
자주보전에서 총점검과 자주점검 단계, 효율관리는 미실행	20.5
중점설비를 선정후 개별개선 및 개량보전 단계, 표준화된 효율관리	26.0
계획보전 및 전산화된 효율관리	15.0
설비보전과 품질과의 관계가 규명(품질불량 0)	0.0
계	100

보여 준다. 설비 담당 부서는 따로 없으나 기술부 또는 제조부에 속해 있으며 기능적으로 만 독립되어 있는 비율이 19.6%에서 18.7%로 감소되었고 설비관리부, 보전부 또는 공무부의 명칭으로 완전히 독립적으로 존재한다는 회사가 62.6%가 된다는 것이 이를 말하여 준다. 특히 설비관리 요원의 비율이 대단히 증가했다는 사실은 대단히 고무적이다. 즉 전체 종업원 수 중 설비관리 요원의 수가 10%이상인 회사가 8.8%에서 36.8%로 격증했다는 사실이다. 이것은 그동안 우리나라의 제조 현장에서 기계화 도(Degree of mechanization) 또는 자동화 도의 증가가 신속히 이루어 졌고 이에 따른 설비관리의 중요성이 급격히 대두되었음을 의미한다고 할 수 있다.

이외에도 설비관리 요원에 대한 교육 훈

련도 급격히 증가되었다는 것도 대단히 고무적인 사실로 받아 질 수 있다.

그러나 문제점도 적지 않게 보인다. 효율적인 설비관리와 기업의 목표 달성의 전략 [3]으로서 그 중요성이 증대되고 있는 TPM에 대해서는 아직도 최고 경영층의 적극적인 협조가 결여(42.5%)되고 있다는 사실이 이것이다. 설비관리의 효율성을 나타내는 설비종합효율도 평균 70% 이상이 1989년도에 비하여 26.5%에서 60.6%로 증가하였으나 80%이상인 회사가 아직도 24.4%에 불과하다는 사실은 설비관리에 대한 연구가 좀 더 이루어 져야 된다는 사실을 말하여 준다.

뿐만 아니라 TPM의 현 수준에 대하여는 대부분의 경우 아직도 초보 단계라는 사실은 앞으로 우리나라 기업들의 분발을 촉구하지 않을 수 없다. 5S 운동을 중심으로 하는 초기청소 등의 업무 수준이 전체의 38.6%나 차지하고 있으며 효율관리의 전산화에는 15%에 불과하며 초미의 관심사로 떠오르고 있는 설비보전과 품질과의 연계관리는 거의 보이지 않고 있다는 사실은 TPM이 기술과 연계시키지 않으면 안된다는 사실을 나타낸다.

최고 책임자들의 설비관리에 대한 열의, 설비 진단 기술의 개발, 설비 설계 기술 확보 등에 의한 설비관리와의 연계는 설비생산성의 향상에 절대적 요건이라 할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Blanchard, B., Verma, D. & Peterson, E., Maintainability, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1966.
- [2] Gits, C., "On the Maintenance Concept for a Technical System: Design Considerations," Maintenance Management International, pp.131-146, 1986.
- [3] Hahm, Hyo Joon, "Managerial Requirements for the Successful Implementation of TPM", Plant Engineers, Vol.28, No.1, 1996, Tokyo, Japan.
- [4] Hahm, Hyo Joon, "Enhancement of Productivity through a New Maintenance Management System", A Proceedings Paper for the 1st Ajou University/University of Florida Joint Workshop on Enhancing Productivity in Manufacturing, pp.11-14, 1988, 1988.
- [5] Takahashi, Y. & Osada, T., TPM: Total Productive Maintenance, Asian Productivity Organization, Tokyo, 1990.
- [6] 공업진흥청, 품질관리백서, pp.278-292, 1991
- [7] 이진식, 최신설비관리, 형설출판사, 1992.2
- [8] 한국표준협회, TPM관리자 과정, P1-02-02, 1995.5
- [9] 한국표준협회/일본JIPM, 한일 TPM대회 발표 논문집, 1997.4.8-4.9
- [10] 아주대학교 및 삼성전자주식회사, TPM 추진결과 보고서, 미공개 연구보고서, 1986.1
- [11] 아주대학교 및 대우전자주식회사, 설비 생산성 향상을 위한 진단 및 연구, 미공개 연구보고서, 1988.5
- [12] 함효준, "생산시스템의 설계/제조에서의 생애비용에 관한 연구", 공업경영학회지, 제18권, 제34집, pp.173-183, 1995.
- [13] 함효준, "TPM시스템의 개념과 실시," 한국표준협회 제62회 부,과장 QM고급 과정, 1993.11.17-20.
- [14] 함효준, "TPM과 그 추진 내용", 제어계측, pp.16-21, 1989.11.