품질보증을 위한 품질보전 시스템 설계+
- The Design of Quality Maintenance System for Quality Assurance -

김 원 중 *

Abstract

This study is concerned with Quality Maintenance System in Total Productive Maintenance. The important factor in manufacturing process is to attain the uniformity of quality. Also quality assurance system is defined such as manufacturing process and products. In this paper, the design of quality maintenance system is considered to manufacturing process elements. Especially the manufacturing process is oriented to machinery equipments, repair and maintenance system is wide principal factor. And quality in manufacturing field is influenced by equipment maintenance system. So in the article, maintenance system for quality is given in a view of quality assurance. And the analysis of Physical Mechanism is explored in real field example.

1. 서 론

제조기업의 국내외적인 경쟁력 강화를 증대하기 위하여 공정설비의 기계화, 자동화가 지속적으로 도입되고 산업계 전반적인 부문에서 제조공정의 기계설비화가 점차적으로 확산되고 있는 추세이다. 제조공정상에서 제품품질 향상을 위하여 생산의 투입요소에 대한 절대적인 중요성이 대두되고 있으며 특히 제조공정 라인의 작업자위주의 생산에서 기계설비 측면의 운영이 절실히 요구되어 수리보전에 대한 비중은 점차 높아지고 있으며 각 개별 설비로의 제품이 생산시 제조 생산라인에서 품질향상을 위하여 제조설비의 중심으로 구체적이고 효과적인 활동이 요구된다. 또한 제조생산라인의 자동화 기계, 장치의 운영으로 보전(Maintenance)에 대한 중요성은 점차 강조되고 있으며 각 개별설비로의 제품이 생산되는 체계의 보전활동은 수리, 정비, 점검으로 복원되어 가동, 운영되나 정밀 집약된 시스템이나 대형시스템의 수리보전의 측면은 전체생산라인의 고도기술을 필요로 하며 체계적이고 효과적인 활동이 요구되고 있다. 본 연구에서는 제조공정라인의 주체적인 Total Productive Maintenance활동을 보다 체계적으로 수행하기 위하여 수리보전 활동중에서 제조공정상의 품질보증을 위하여 품질보전(Maintenance for Quality)체계에 관하여 설계하고 아울러 제조공정 시스템의 자동화 및 대형화로 생산의 주체가 설비시스템 중심이 되므로 제품품질의 확보는 설비의 보전성에 따라 크게 좌우되고 있으며, 이와 같은 이유로 효과적인 품질보전을 토대로 하여 고수준의 품질유지와 향상을 목적으로 하여 제조공정의 기계설비 측면에서 품질보증 체계를 확립하기 위한 품질보전의 개념과 적용분석을 목적으로 한다.

+ 이 논문은 1996년도 아주대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행되었음.

* 아주대학교 기계산업공학부

2. 품질보전

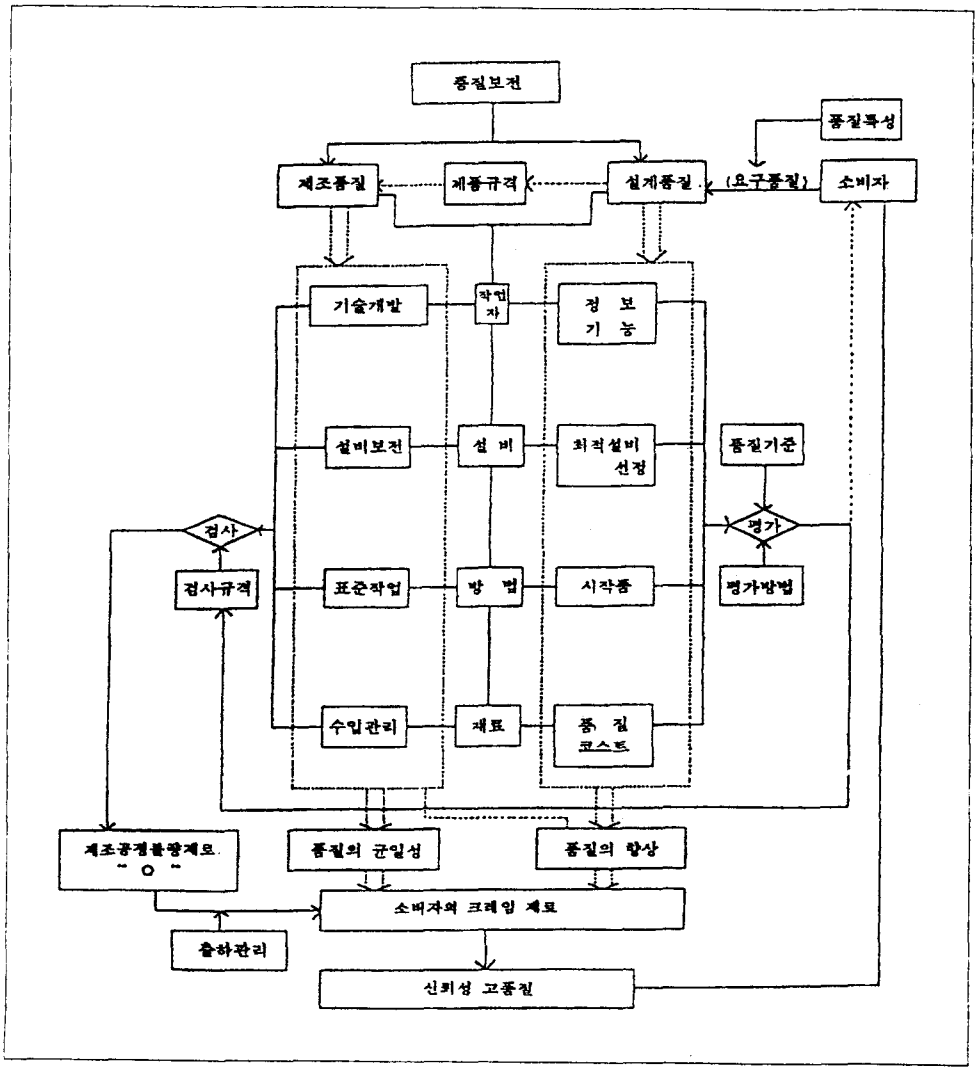
품질보전은 제조공정상에서 목표 품질달성을 위하여 품질특성과 가공조건, 설비정도, 작업조건 및 재료와의 관련성을 추구하고 제품불량이 발생하지 않는 조건의 설정을 추진하여 명확한 예방활동 및 유지관리에 의해서 불량발생을 미연에 방지하기 위한 활동으로서 종래의 품질관리 활동은 가공제품의 결과계를 관리하는 것이 주체로 되어왔다. 품질보전(Maintenance for Quality)의 개념은 일본의 JIPM[14]에서 제시되어 발전되었으며 이러한 관점에서 품질보전은 결과계의 관리에서 품질을 형성하는 기계설비 자체와 운전 및 사용 조건, 작업원의 조업방법, 생산라인에 투입되는 원료와 재료, 생산정보등 품질에 영향을 미치는 생산의 투입요소인 요인계를 관리하는 기준을 설정하고 이 기준을 유지, 개선, 관리함으로써 제품불량감소와 산포의 균일성을 달성하는 것이다. 즉 품질보전[17] 활동은 생산의 투입요소인 요인계 관리의 체계구축과 제조공정의 4M 관리를 통한 제조공정으로 부터 품질을 확보하여 궁극적으로 제품불량의 감소달성 및 공정품질을 보증함으로 설비를 구성하고 있는 각 구성 부분품으로 부터 전체 시스템에 이르기까지 품질을 결정하는 요소에 대하여 신뢰성, 정밀성을 지속적으로 유지, 관리하여 공정 품질의 산포를 감소시키는 제반 활동이다. 특히 완성 제품의 품질은 생산라인이 정밀화, 장치화되어 운영되므로 제조공정상의 기계설비의 수리보전도, 기계설비의 고장 발생의 정도에 따라서 좌우된다. TPM활동중 품질보전은 제조공정상의 품질균일화 및 산포감소를 위한 중요 보전정책으로서 제조공정의 품질보전 시스템을 구축하고 기계설비보전 시스템을 실행적용하기 위한 활동으로서 구체적으로 설비의 고장발생시 고장분석 체계인 Physical Mechanism 분석을[9] 적용하여 설비 고장의 메카니즘을 분석하고 각 현상을 물리적 관점에서 원리, 원칙을 요인별로 분석하여 제품품질 특성과 설비의 정도 및 가공조건의 관련성을 추구하여 궁극적으로 제조공정의 품질보증을 위한 요인 설정을 다룬다.

2.1 품질보전의 체계와 구성

본 연구에서는 제품의 품질에는 제품 개발단계에서의 설계품질과 제조단계에서의 제조품질로 분류되는 바 제조품질을 품질보전의 적용범위로 한다. 아울러 제조품질을 더욱 세분화하면 가공기술, 설비, 치공구, 계측기, 원재료 부품, 제조방법의 제품을 생산하는 투입요소가 각 제조품질에 상태를 좌우하는 요소로 되며 품질보전의 착수는 생산라인의 요인계를 관리하는 시스템을 구축하는 것이다. 여기서 더욱 중요한 측면은 제품을 생산하는 투입요소도 제조공정에 따라 품질에 관계되는 비중이 다르다. 제품 품질에 있어서 자동화된 제조공정에서는 기계설비 자체가 제품품질을 좌우하고 있으며 제품포장 품질에서는 기계설비뿐만 아니라 원재료 품질에 크게 영향을 미치고 있기 때문이다. 이와 같이 제조공정의 작업에 따라 품질보전을 적용, 전개함에 있어서 세부적으로 활동 내용이 달라져야 한다.

제품을 구입한 사용자로 부터 제품의 요구품질특성에 어떻게 대응하여 품질보전 체계의 적용을 나타낸 것으로 첫째 기술개발부문에서 설계의 품질과 설계품질부문의 세부적인 활동은 설계품질의 확보를 위한 직접생산라인에서 제품을 생산하는 작업자에 대한 정보의 수집, 기능의 활용, 제품가공을 위한 최적의 설비선정을 행하며 설계품질의 기초로 하여 시작품의 생산 및 품질 코스트의 산정을 통한 제품품질의 향상을 추구한다. 둘째 제조공정에 있어서 제조품질은 작업기술의 개발과 설비보전 활동, 작업표준의 설정과 원재료의 수입관리를 통하여 제품품질의 균일성을 달성한다. 품질보전의 체계를 보면 제조공정상에서의 제조품질, 제품가공의 측면인 제품 규격, 신제품의 개발, 시작품의 측면인 설계품질로 대별되는 바 각 부문의 4M요소를 주축으로 살펴보면 제조품질의 경우 기술 개발, 기계설비의 보전성, 표준작업의 설정 및 부품

재료의 수입 검사확립으로 제품 품질의 균일성을 달성한다. 또한 신제품의 개발 설계를 위한 설계 품질의 경우 작업원의 기술 기능의 정보의 습득, 최적의 가공을 위한 기계설비 및 치공구의 선정, 정규 생산을 위한 시작품의 가공 작업방법의 설정 및 재료와 부품의 검사및 완성된 제품의 검사등 검사비용, 예방 비용, 평가비용, 실패비용등의 제조원가에 대한 품질비용 측면에서 제품 품질의 향상을 추구한다. 결국 기술 개발부문의 설계의 품질과 제조부문의 제조 품질을 나타내는 부문을 4M으로 각기 분류하여 제품품질의 향상과 균일성을 추구하며 결국 소비자로 부터의 크레임 제로를 달성하여 신뢰성있는 고품질의 제품을 생산하는 목표를 설정한다 [10]. 일반적으로 품질보전은 기계설비, 원재료를 중심으로한 제조공정 적용이 주요 활동으로 되어 있으므로 본 연구에서는 제조방법, 가공기술 중심에서 기계설비,원재료 부품의 측면을 부가하여 품질보전 스텝을 적용한다.

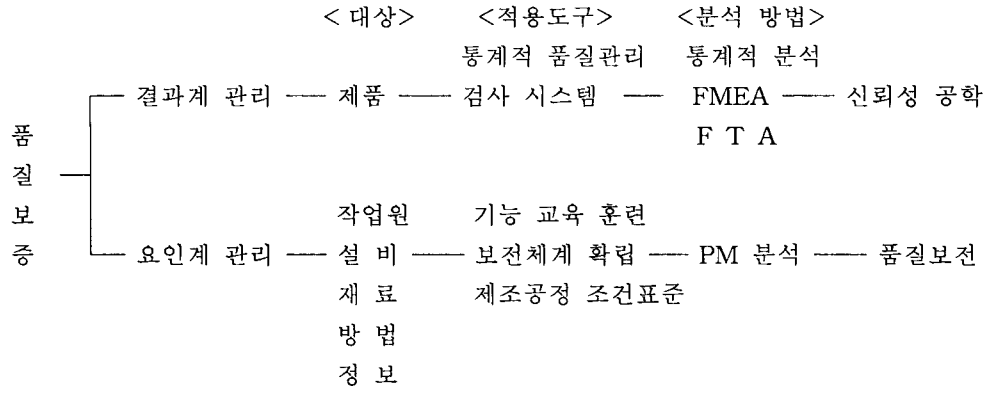


<Figure 2.1>Quality Maintenance System

2.2 품질보증과 품질보전

제품을 사용하는 소비자의 니즈(Need)가 다양화 함에 따라 품질보증에 대한 요구가 높아지고 제품품질의 유지 향상 및 균질성의 확보가 제조공정의 생산활동의 중요 포인트로 나타나고 있다. 제조업체의 제조 공정에서는 생산설비의 자동화, 대형화 및 정밀화로 주된 생산의 투입요소중 생산의 주체가 작업자에서 기계설비 중심으로 제품품질의 확보가 기계설비의 정밀도, 보전의 정도 상태에 의해서 결정지어 진다.

따라서 유효한 기계설비의 보전에 의해 고수준의 품질유지와 향상을 위하여 품질에 관한 요소를 기계설비 측면에서 접근하는 품질보전의 활동을 설정하여 제조공정에서의 품질보증체계의 확립을 도모할 필요성이 절실히 요구되고 있다. 이러한 제조공정의 품질보증 체계는 다음 <그림 2.1>에 나타나는 바 생산된 제품의 결과계 측면에서의 분석 및 적용방법과 생산의 투입요소인 4M을 포함한 정보, 환경요소에 대한 요인계 측면에서의 분석 적용으로 구분된다. 품질보증체계의 구분은 제조공정의 요인계인 설비, 정보, 방법, 재료에 대한 제조공정에서의 품질보증의 활동이 제품이 생산되기 전에 예방적이고 근원적으로 설비의 보전체계확립, 제조공정에서 생산을 하기위한 조건의 표준화, 기능 교육훈련을 실행하며 특히 생산라인의 주요요소인 설비 고장현상의 분석 체계인 PM분석을 적용하여 분석한다. 또한 제조공정의 품질보증은 생산의 투입요소인 4M중 생산라인이 정밀화 장치화되어 제품의 가공이 이루어지므로 기계설비 중심으로의 보전체계 확립이 제품품질의 주요한 측면으로 나타난다. 특히 기계설비의 고장발생과 고장현상의 분석, 고장현상의 해석 뿐만이 아니라 기계가공의 원리와 구조 물리적인 해석을 수행하는 것이 반드시 필요하다.



<Figure 2.1> Quality Assurance and Quality Maintenance

3. 품질보전 시스템의 설계

3.1 품질 보전의 적용범위

제품의 품질에는 제품개발 단계에서의 설계품질과 제조 단계에서의 제조품질로 구분되어지지만 본 연구에서는 제조품질을 품질보전의 실시범위로 한다. 즉, 제품개발과 제품설계부문의 설계품질과 제품생산을 위한 공정의 설계와 제조품질의 공정설계와 직접적인 제품의 생산분문으로 나뉘며 특히 제조 품질부문으로 한정하여 생산의 투입요소인 4M중 기계설비중심의 제품품질의 산포 감소와 균일화를 위한 품질보전 시스템을 적용한다. 또 제조품질을 더욱 분해하면

작업자, 설비, 재료, 방법 즉 제품을 생산하는 투입요소인 4M의 각각에 품질이 관계하고 있다. 품질보전의 착수는 이들 생산의 요인계를 관리하는 시스템을 구축하는 것이다. 제품을 생산하는 투입요소인인 사람, 설비, 재료, 방법도 제조공정에 따라 품질에 관계되는 비중이 각각 다르다. 예를 들면 제품품질에 있어서는 자동화된 제조공정에서는 설비가 품질을 만들어 내고 있으나 더욱 중요한 측면은 설비만이 아니고 재료도 품질에 크게 영향을 미치고 있다.
이와 같이 각각의 제조공정에 따라 적용이 달라지기 때문에 품질보전을 적용함에 있어서는 구체적으로 실시내용이 달라져야 한다. 품질보전은 설비, 재료를 중심으로한 적용이 일반화되어 있으며 따라서 본 연구에서는 설비,재료 중심에 사람, 방법을 추가하여 품질보전 전개 스텝을 기본으로 하여 적용한다. 또한 제조공정의 중심적으로 운용되고 있는 공정 설비의 고장분석과 고장분석의 요인이 되는 물리적인 현상의 해석을 위한 PM분석을 적용하여 설비의 고장 현상 해석, 가공의 원리, 기계설비의 구조 분석을 하여 물리적인 고장현상의 물리적인 해석에서 발생하는 메카니즘을 분석한다.

3.2 품질보전의 스텝

품질보전 체계의 단계별 내용은 일반적으로 다음의 6가지 단계로 구분되어 추진된다.

제 1 단계

제품품질의 규격과 특성을 분석하여 개선, 유지해야 할 품질특성치를 명확히 규정하며 제조공정에 있어 품질불량 발생현황을 분석하여 불량현상을 층별한다.

제 2 단계

적용 대상 기계설비의 선정으로 불량현황을 발생부위별, 현상별로 명확히 하여 품질보전을 적용하는 기계설비를 선정한다.

제 3 단계

기계설비의 기능, 구조, 운영조건, 준비, 조정방법의 분석과 기계설비 시스템의 가공원리, 기구, 기능의 분석을 세부적으로 하여 정확한 해석을 통하여 기계설비의 운영상태를 파악하여 제품가공의 원리를 기초로 품질특성과 가공조건 및 기계설비의 정밀도에 대한 관련성을 분석한다. 기계설비의 각 부문, 부위가 제품품질 특성에 미치는 영향을 기록 분석한다.

제 4 단계

품질특성치를 규격내에서 가공생산하기 위하여 설비의 정도, 가공작업 조건의 기준치를 설정한다. 구체적으로 PM분석을 적용하여 기계설비의 점검, 조사를 실시한다.

제 5 단계

효과파악 결과 양품생산조건을 구체화하여 고정화하며 품질특성치를 규격내로 생산하기위한 기계설비 정도의 기준치를 대용특성으로 설정한다.

제 6 단계

품질 특성치의 변동요인에 대하여 점검기준을 명확히하고 불량제로의 점검항목인 요인계와 관련되는 제품품질 결과와의 관련성을 명확히 하여 요인과 품질결과의 상관관계를 분석하여 입각한 경향관리를 통한 사전관리를 실시한다. 설정된 기준치 이내에서 품질상의 불합리가 발생하면 기준치의 재검토와 점검항목을 조정한다.

3.3 PM 분석

품질보전의 단계중 제품의 품질특성치를 규격내에서 가공생산하기 위하여 설비의 정도, 가공작업 조건의 기준치를 설정하는 작업은 제품 품질의 균일화를 위하여 매우 중요한 단계이며

본 연구에서는 구체적으로 PM분석을 적용하여 기계설비의 점검, 조사, 고장의 해석, 물리적인 분석을 하여 요인의 설정하여 분석하기 위함이다. Physical Mechanism은 설비의 고장분석과 고장해석을 위한 현상의 물리적인 해석을 위한 체계이다. 이러한 PM분석은 고장의 발생형태와 가공 메카니즘의 원리를 분석하며 설비의 가공 메카니즘을 분석하여 기계설비의 구조 및 분석을 행하고 물리적 발생현상을 생산의 투입요소(기계 설비)와의 관련성을 분석하여 현상에 대한 요인을 찾아내어 대책과 예방점을 확립하는 것 이다. 다음과 같은 구체적인 순서로 현장 사례를 들어 PM분석을 실시한다.

첫번째 현상의 명확화 단계로서 설비의 기능이 이상으로 정지한다 든지, 가공되는 제품의 정도가 떨어진다든지 하는 상태가 나타나 보이는 형태를 고장이나 불량의 현상이라고 한다. 고장현상을 올바르게 이해하고 현상이 나타나는 방법, 상태, 발생부위, 기계간의 차둥에서 다른 현상 형태와 구분하여 현상의 형태를 층별, 세분화하는 단계이다.

또한 기계설비의 가공의 원리와 원칙을 분석하는 스텝으로서 여기서 가공원리란 물체를 변형, 변질시키는 근본법칙으로 가공원리를 아는 것으로 현상의 물리적 해석을 하기 위해 가공메카니즘을 이해하는 것이다. 원리와 원칙의 이해후 기계설비의 구성 기구와 구조를 파악한다. 기구란 기계장치 이며 구조란 조직이다. 설비의 기구, 구조를 이해 않고서 PM 분석을 한다면, 성립조건과 설비·치공구·재료·방법인 1차 요인 사이의 관계 및 설비·치공구·재료·방법의 1차와 2차의 관련성을 맺어지지 않는다. 설비·치공구·재료·방법으로 다루어야 할 항목에 누락은 타상적인 PM 분석이 되므로 우선 기구도를 작성하고 설비 각부를 잘 보아서 여러 불합리점을 발견할 수 있다는 장점인 면도 있다. 따라서 PM 분석에 들어가기 전에 우선 기구도를 작성한다.

다음은 현상의 물리적 해석 단계로서 물리란 사물의 이치이며, 해석은 사물을 세밀히 해부하고 이론에 근거하여 연구하는 것 이다. 즉, 현상의 물리적 해석이란 현상 자체를 물리적 원리·원칙으로 설명하는 것으로 가공원리, 작동원리를 통해 현상이 일어나는 메카니즘을 확실시 시키는 것이다.

· 현상의 물리적 해석 순서

(1) 현상의 물리적 조건은 무엇인가를 명확히 한다.

(2) 가공·작동·생성의 원리 · 원칙으로 부터 현상에 관련되는 필요조건을 명확히 한다.

(3) 현상이 정상인 때의 필요조건이 어떻게 변화 또는 벗어나서 이상 현상으로 되는가를 명확히 한다.

(4) 필요항목과 물리적 조건이 어떠한 장소 · 시간 · 방향 · 량 · 크기로 변화를 표현한다.

현상의 물리적 해석에 대한 성립조건의 발견으로 성립조건은 현상의 물리적 해석에서 발생메카니즘이 일어날 수 있고 성립하는 모든 조건을 말한다. 즉, 이러한 조건이 갖추어지면 반드시 발생한다는 경우를 경험, 느낌, 감각적 판단에 따르지 않고 논리적, 세부적으로 모두 나열하여 내는 것이다. 일반적으로 설비, 재료, 방법, 작업원 4M과의 관련성을 list-up한다. 4M과의 관련성을 list-up한다는 것은 각각의 성립조건에 대하여 성립하기 위해서는 어떤 요소로 구성되어야 하는가를 이치적으로 생각되는 것을 전부 찾아내는 것이다. 즉, 성립조건과의 인과관계를 구체적으로 4M에 대하여 추구하는 일이다. 특히 기계설비의 중심으로 요인을 나열하여 분석한다.

4M과의 관련성 1차 요인의 발견

(1) 요인의 발견은 1차 요인, 2차 요인으로 나누어 지지만, 구성시스템이 간단하고 작을 경우는 1차 요인만을 나열한다.

(2) 1차 요인, 2차 요인은 <표 1>에 다음과 같은 레벨로 구분한다.

(3) 물리적현상의 항목을 파레토분석으로 나타낸다.

(4) 현상을 항목별로 필요조건을 나열하고 해석한다.

(5) 설비 구성의 각 서브 시스템을 필요조건 마다의 현상에 영향을 주는 변화 분석

(6) 서브시스템의 1차 구성품 마다 4M과의 인과관계를 나타내는 성립조건의 포인트 나열하며 부품 단위별로의 세부적인 인과 관계를 나타내는 포인트 나열한다.

<Table 1.> 기계설비의 요인 관련성 구분

현 상 (현상의층별) 파레토분석 으로 층별한다.	현상 해석 현상에 관계 되는 필요조 건을 분명히 하고, 물리적 으로 해석한다.	서브시스템 (unit) [요인의 대분류] 필요조건마다 현상에미치는 변화	1차구성품 (서브조립) [요인의 중분류] 구성품마다 성립조건의 포인트	부품단위 2차구성품 [요인의 소분류] 부품마다 구성품에영향 포인트

여기서 4M은 기계설비 및 가공을 위한 치구, 공구로 한정하여 성립조건에 대한 요인과 세부적인 요인으로 구분하여 발견한다. <표 2>에 성립조건에 대한 1차, 2차 요인에 대한 구체적인 현장의 실제 예를 나타낸다. 4M과의 관련성의 발견은 다음과 같은 포인트로 분석한다.

(1) 기여율, 영향도에 구애받지 않는다.

(2) 각 각의 1차 요인에 대해 구성하는 요인인 부품레벨로 분해한다.

(3) 2차 요인으로 list-up한 항목이 발생하면 정말로 1차 요인이 되는지 다시 읽어서 적합성을 체크한다.

<Table 2.> 물리적 현상과 1차, 2차요인의 분석사례

물 리 적 현 상	1 차 요 인	2차 요인
1. 바이트 날끝 위치가 ± 로 어긋난다.	1-1. 바이트가 흔들린다	1-1-1. 바이트 조임볼트의 풀림 1-1-2. 바이트의 강성부족(휨) 1-1-3. 키에 요철이 있다.
2. 저석의 드레스량이 일정치 않다.	2-1. 다이야 이송량이 일정치 않다.	2-1-1. 이송나사의 마모 2-1-2. 다이야축을 지지하는 베어링의 흔들림 2-1-3. 볼트의 풀림 2-1-4. 다이야의 마모
3. 절단보정량이 어긋난다.	3-1. 절단보정 횟수가 어긋난다.	3-1-1. 방향절환밸브용 도크의 풀림 3-1-2. 방향절환밸브 위치결정 면의 마모 3-1-3. 방향절환밸브 위치결정 볼의 마모 3-1-4. 볼누름스프링의 늘어짐

PM 분석에 근거하여 어떤 방법으로 측정, 조사할 것인가를 검토한다. 항목중에는 어떻게 측정방법을 폭넓게 조사하는 것이 좋다. 측정방법의 실시는 다음의 항목을 요점으로 실시한다. 다음 <표 3>에 기계설비의 주요 측정방법과 기기에[8] 대한 도표로 부터 측정을 위한 세부적인 내용을 설정한다.

(1) 조사 계획을 세운다.

작업원, 측정시기, 측정방법, 기기등의 설정

(2) 간이 측정법을 검토한다.

본래의 4M의 2차 요인으로 list-up된 항목을 전부 조사해야 하지만, 현실적으로는 효율적이지 못하므로 2-3개의 요인을 조사대상으로 취한다.

<Table 3.> 측정 기기와 방법

측정 항목	측정 기기	측정 항목	측정 기기
축의 진동	다이얼게이지, 스몰 테스트	그라인더 밸런스	바이브로 테스터
단면의 요동	다이얼게이지, 스몰 테스트	진원도	진원도 측정기
진직도	오토코리 미터	원통도	측장기
평면도	오토코리 미터 레이저 간섭평면도계	면 거칠기	표면 평활도계
직각도	레이저 측정기	연삭면 진동	고배율 표면평활도계
사이클 선도	비지그래프	마모	형상 측정기
표면 경도	슈퍼피셜 경도계	잔류 응력	X선 응력측정장치
각도	오토코리 미터 로터리 엔코더	연삭 균열	염산 마크로 시험
벨트의 텐션	텐션 미터	표면 경도	슈퍼피셜 경도계

측정의 결과 기계설비의 과도한 마모, 휨, 풀림등의 고장현상의 대책의 실시와 확인작업을 실시한다. 특히 현상의 요인에 대한 원인의 추구와 현상 복원을 위한 포인트로 분석한다.

(1) 물리적 현상에 대한 요인복원을 철저히 한다.

(2) 개선을 실시한다.

1) 복원만으로 해결안될 경우 기구상의 측면 검토

2) 현시점에서 기술적으로 노후화, 진부화해 있는 포인트

(3) 모든 고장결함을 수정한다.

(4) 불량대책의 경우, 공정능력이 향상하는지 여부를 데이타로 명확하게 할 것

적출한 불합리점 및 고장결함은 복원 또는 개선만 하면 된다는 것이 아니다. 원래의 원인을 추구하여 다시 같은 불합리가 발생하지 않게 손을 쓰는 것이야말로 대책 완료라고 할 수 있다. 개선도 중요하지만 개선보다도 재발방지를 위한 장치 즉 예방을 위한 측면이 더 중요하다고 할 수 있다.

(1) 원인추구는 작업자의 행동양식에 까지 고려하여 분석한다.

(2) 자주보전활동 등으로 고장결함의 불합리점을 개선 실행한다.
(3) 점검 기준서/표준서등 일상 점검방법을 수정, 재검토 한다.

4. 결 론

본 연구에서는 제조공정의 품질보증을 위하여 품질보전 체계를 4M요소에 대하여 분석하였다. 제조공정의 기계장치화로 TPM체계의 중요성이 높아지고 있는 가운데 제품 품질의 요소는 기계장치의 수리, 보전도에 따라 좌우되는 추세이다. 아울러 제품 품질의 균일성은 제조공정상에서 이루어 지므로 특히 기계설비에 대한 고장현상의 해석과 물리적 현상에 대한 요인의 관련성을 분석하였다. 또한 실제 사례를 통한 설정방법 및 이러한 현상들의 개선을 위하여 수리, 복원의 실시 방법을 설계하여 단계적으로 나타내 었으며 추후 품질보전 체계를 수행하기 위한 전산화 개발이 이루어져 효과적인 적용체계가 이루어져야 된다고 사료된다.

참고 문헌

1. Blanchard and Lowery(1986), Maintainability, McGraw Hill Book Co..
2. Cunningham and Cox(1989), Applied Maintainability Engineering, Wiley.
3. Higgins, L. R.(1977), Maintenance Engineering Handbook, McGraw Hill Book Co.
4. Joseph D. Patton(1985), Maintainability and Maintenance Management, Instrument Society of America.
5. Niebel, B. W., Engineering Maintenance Management, Marcel Dekker Inc., 1985.
6. 황 의 철, 품질경영, 박영사, 1993.
7. 한국표준협회, 신 TPM 전개프로그램, 장치공업편, 1996.
8. 한국표준협회, 신 TPM 전개프로그램, 가공조립편, 1996.
9. 木村吉文 外 2人, PM 分析の進め方, JIPM, 1991.
10. 保全作業へからす集, 1990.
11. 續 保全作業へからす集, 1992.
12. 日本 フラントメンテナンス協會, PM 優秀事業場賞 受賞 記念 講演集, 上卷, 1991.
13. 日本 フラントメンテナンス協會, PM 優秀事業場賞 受賞 記念 講演集, 下卷, 1991.
14. 日本 フラントメンテナンス協會, Plant Engineer, Vol. 21, April, 1989.
15. 日本 フラントメンテナンス協會, Plant Engineer, Vol. 22, Sep., 1990.
16. 日本 フラントメンテナンス協會, Plant Engineer, Vol. 24, May., 1992.
17. 日本 フラントメンテナンス協會, Plant Engineer, Vol. 24, Jun., 1992.
18. 日本 フラントメンテナンス協會, Plant Engineer, Vol. 26, Jan., 1994.
19. 日本 フラントメンテナンス協會, Plant Engineer, Vol. 26, Mar., 1994.