

FA 시스템에서의 品質保全과 TPM —Machine Quality Assurance and TPM in FA System—

劉 征 相*
黃 義 徹**

Abstract

This paper studies a Machine Quality Assurance and TPM in FA system. In this system machines make products, so the quality of products depends on the state of Machines. To assure 'Zero Defect' of products, it is to be that the state of machines is perfect. And, the relationship of the MQ and TPM is considered.

1. 서 론

국제 사회가 점점 복잡해지고 경쟁이 치열해짐에 따라 기업의 환경변화는 하루하루가 달라져 간다. 무역 개방, 산업구조의 개혁, 사용자 니즈의 변화, 후발 개도국의 추격 등의 어려운 여건을 이겨내고, 기업이 살아남으려면 끊임없는 기술혁신과 기업체질의 개선이 급선무이다. 특히 인건비 상승으로 인해 FA 시스템의 도입 추세는 더욱더 가속화 될 것으로 본다. 이에 따라 제품을 만드는 주체가 사람으로 부터 설비로 이동해 감에 따라, 품질이나 원가 관리도 보다 적극적이고 혁신적인 방법이 필요해졌다.

본 연구는, FA 시대에서 고품질, 고부가가치의 제품을 만들기 위해서는 종래의 TQC나 IE의 일반 관리 방법에서 '제품은 설비가 만들고 따라서 품질 또한 설비에 기인'하는 것이 절대적으로 많다는 사고 방식 아래, 보다 근원적이고 원인제를 관리하는 品質保全 시스템에 관한 고찰이다.

품질보전의 필요성과 전개 방식, 그리고 기존의 관리 방식과의 상호 보완성에 관해 설명하고 있다.

2. 品質保全과 TPM

2.1 品質保全

사회적으로 품질보증에 대한 니즈가 높아지고, 제품품질의 유지향상 및 균질성의 확보가 생산활동의 중요과제가 되고 있다. 한편, 생산현장에서는 自動化, 省力化가 추진되고, 생산의 주체가 사람의 손에서 설비로 이동하고 品質의 確保는 設備의 常態에 의해 크게 좌우되고 있다.

이와 같은 배경 아래서, 「유리한 設備保全에 의해 高水準의 품질유지, 향상을 꾀한다」를 기본 이념으로, 품질문제를 설비 관리면에서 어프로치 할 것을 목적으로 한 품질보전 활동을 확립할 필요가 절실하다.

品質保全이란, 「제품 품질의 완벽(100% 양품)을 보전하기 위해 설비의 완벽을 保全」한다고 하는 사상을 기초로 하여

- 품질 불량이나 오차가 나오지 않는 설비를 지향하며, 불량 '0'의 조건을 설정하고, 그 조건을 시제열적으로 점검, 측정하고,
- 그 측정치가 기준치 이내인 것을 확인하는 것에 의해, 품질 불량을 예방하고,
- 측정치의 추이를 관찰하는 것에 의해, 품질 불량 발생의 가능성을 豫知하고, 사전에 對策을 세운다.

고 하는 활동을 品質保全이라고 하는데, 이것은 품질은 이제 설비에 좌우된다는 근거로서, 바로 設備의 QA를 말하며 Machine Quality Assurance의 약자로 MQ라고도 한다.

2.2 品質保全의 基本的 思考方式

설비의 가공조건에 기인하는 품질 불량을 미연에 방지하기 위해서는, 품질 보증 활동과 설비 관리 활동을 결

* 漢陽大學校 大學院 産業工學科

** 漢陽大學校 産業工學科 教授

접수 : 1992. 4. 25.

확정 : 1992. 5. 2.

부시키고, 品質特性和 加工條件·설비精度와의 관련성을 추구하고, 불량이 나오지 않는 설비의 조건 설정을 해야 한다.

이 조건 설정이란, 불량의 要因系를 명확히 하고, 그 요인계가 양품을 내기 위해서 유지해야 할 설비 정도의 영역을 설정하는 것이다. 또한 自主保全 활동과 기술 교육·훈련에 의해 배양된 설비에 강한 operator를 기초로, 설비의 완전한 가공 조건을 유지 관리하면 그 결과로서 불량 '0'를 실현하는 활동이 MQ의 기본 사상이다.

그림 1은 품질보전의 기본적 사고 방식을 나타내고 있다.

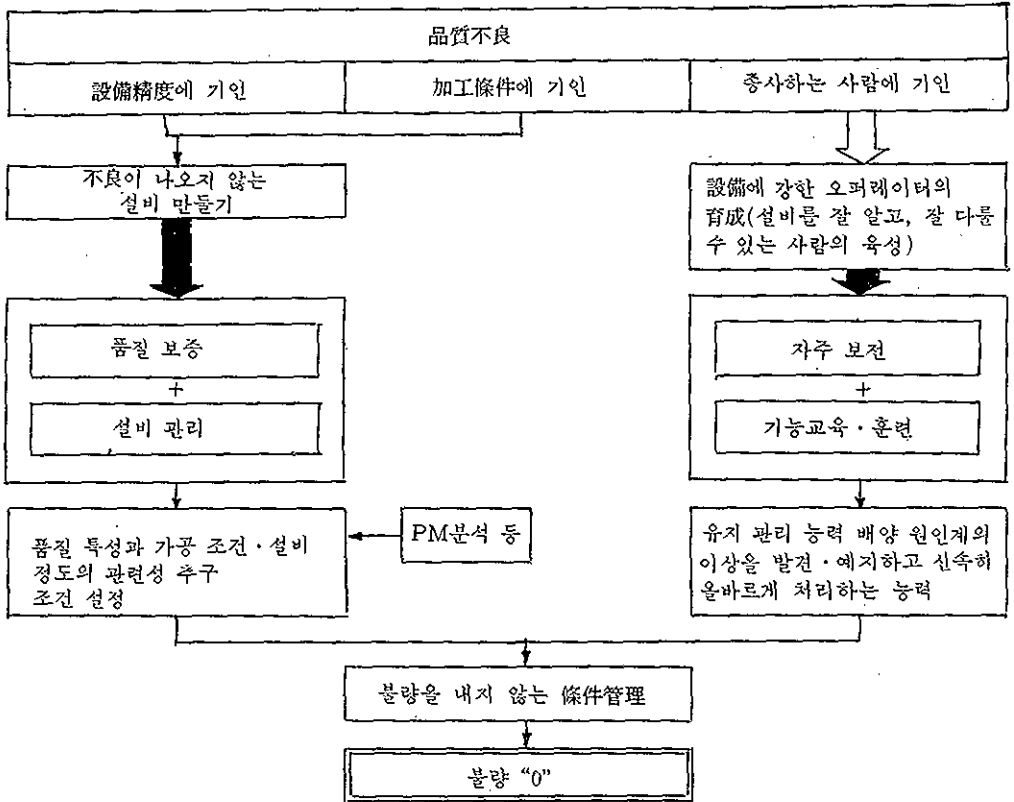


그림 1. 품질 보전의 기본적 사고 방식

불량 '0'을 실현하기 위해서는, 불량이 나기 전에, '불량이 발생할 것 같다', '설비가 아무래도 이상하다'라는 설비의 불량 상태를 사전에 파악하고 조치를 취해야만 된다. 종래의 방법에서 문제인 것은, 불량이 발생하고 나서 원인을 추구하고 대책을 세우는 것으로, 불량을 '0'으로 하는 것은 불가능하다[1]. 이것은 결과를 알고 나서 관리-결과의 관리-즉, 소극적 관리인 것이다. 불량률의 원인이 되는 설비, 치구측의 측정, 체크를 사전에 실시하여 이상 유무를 판별하고, 이상이 있으면 재측정, 정밀진단, 부품교환 등의 조치를 위해서 원인을 없애는-원인계의 관리-즉, 적극적 대응 방법이 필요한 것이다[2].

2.3 慢性 不良 로스의 철저한 배제

설비에 있어서 로스(Loss)란, 해결 가능성이 있는데도 방치 또는 인식하지 못하고 있기 때문에 발생하는 설비의 '시간적 손실'을 말하는 것인데, 불량품이 발생하거나 설비의 트라블이 발생하면 바로 설비 로스가 발생하는 것이다.

로스는 그 발생 형태에 따라, 돌발로스(突発ロス)와 만성로스(慢性ロス)로 나눌 수 있다. 돌발로스(突発ロス)에 대처하기 위해서는 "복원적 대책(원래의 수준으로 되돌려준다)"이 좋지만, 만성로스(慢性ロス)는 종래와는 다른 "혁신적 대책"이 필요하다. 돌발로

스는 그것을 로스로 인식하여 어떻게든 조치를 취하는 것을 당연하게 생각하지만, 만성로스는 그것을 로스로 인식하지 못하고 당연시 하는 것이 보통이다. 만성적인 로스를 없애지 못하면 불량 '0', 고장 '0'의 실현은 불가능한 것이다.

다음의 표 1과 그림 2는 돌발로스와 만성로스의 구조와 그 성질을 비교한 것이다.

표 1. 돌발로스와 만성로스의 비교

| 구분 | 돌발로스 | 만성로스 |
|-------|---|---|
| 발생 형태 | <ul style="list-style-type: none"> • 전혀 새로운 현상이 돌발한다. • 현상이 어떤 '벗어남'의 범위를 훨씬 넘어 갑자기 발생한다. | <ul style="list-style-type: none"> • 현상이 어떤 '벗어남'의 범위 내에서 발생한다. • 짧은 사이클로 반복한다. |
| 顯在化 | <ul style="list-style-type: none"> • 현상 수준과의 비교로 인해 로스로서 인식된다. | <ul style="list-style-type: none"> • 극한치와 기술적 레벨과의 비교에 의해 로스로 인식된다. |
| 원인 | <ul style="list-style-type: none"> • 인과 관계가 비교적 명확하고 단일적 종래의 경험과 기본적인 원인 분석 방법으로 알 수 있다. | <ul style="list-style-type: none"> • 인과 관계가 불명확하고, 원인이 복잡하므로 종래의 분석 방법으로는 알 수 없다. |
| 대책 | <ul style="list-style-type: none"> • 해결책이 명확한 경우가 많고 "부원적 대책"으로 가능 | <ul style="list-style-type: none"> • 많은 action을 취해도 좀처럼 해결 안됨. • "혁신적 대책"이 필요. |

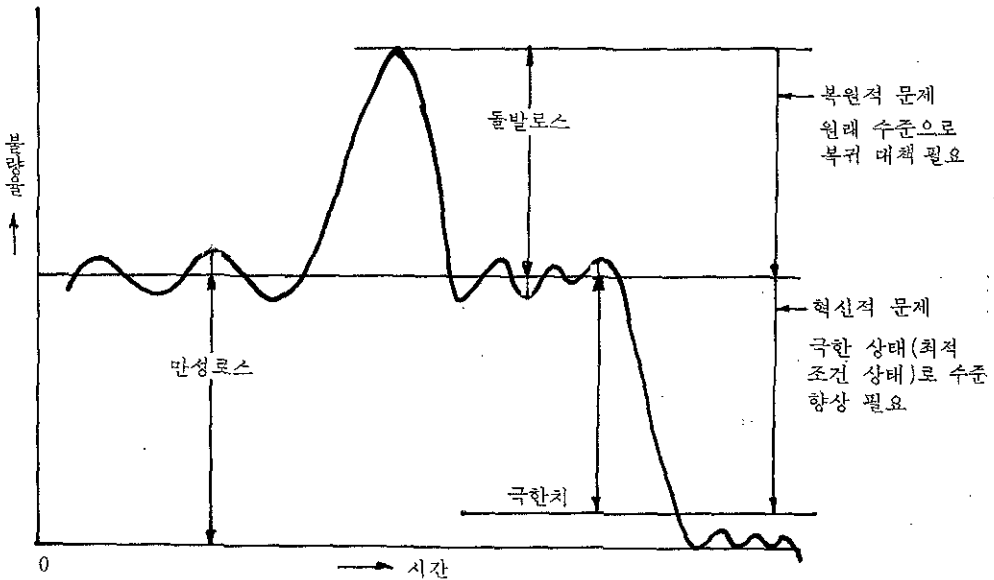


그림 2. 돌발로스와 만성로스의 구조

만성적으로 발생하는 불량률, 원인을 파악하기가 곤란하고, 따라서 종래와 같은 일반적인 대책으로 효과가 없기 때문에 보다 혁신적인 대책이 요구된다. 만성 불량로스가 감소되지 않는 이유를 집약하면 다음과 같다.

- 1) 중점지향으로 치우치는 과오, 즉 불량에 대한 영향도가 높은 것에만 손을 쓰는 실수
- 2) 만성 불량로스의 발생을 알지 못한다.
 - 현상의 수준(가공 속도, 양품율, 초기수율)이 최고이며, 당연하다고 생각
 - 소정지의 발생, 준비 조정 후의 불량 등은 당연한 것으로 생각
 - '극한치나, 바람직한 모습과 비교한다'는 생각이 필요
- 3) 만성 불량률의 로스를 알고 있으면서도
 - 양적, 비용적으로 손실이 크지 않다고 생각하며 대책에 비용·공수가 너무 많이 든다고 생각: 현상 파

악 부족

-만성로스의 원인을 확실히 모른다 : 현장 실태를 모르므로 고유 기술에만 의존, 대응 요법에만 따르고 있다.

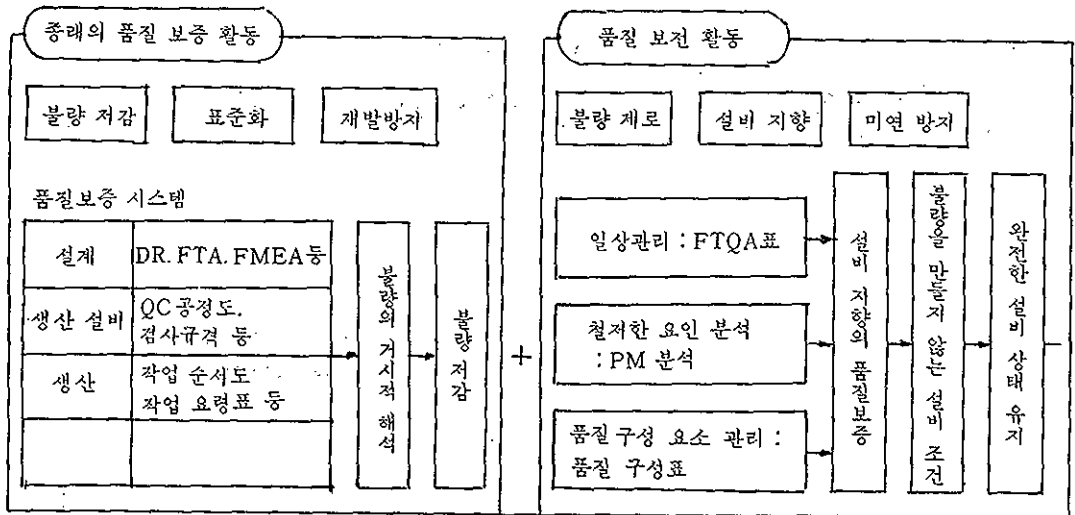
- 4) 관리해야 할 요인을 빠뜨리는 실수
 - 어떤 특정 요인만 관리하여, 요인을 누락시킨다.
 - 대책은 제대로 맞지만, 대책 실시 유지가 철저하지 못하다.
- 5) 설비와 품질과의 특성 관계가 잘못 파악됨
 - 설비의 조건이 변하면 품질 특성이 어떻게 변하는가를 알지 못함
 - 작업자가 설비의 구조나 조정 방법의 무지로 기능 저하 초래.
- 6) 만성로스는 그 원인이 복합적이며 각 요인이 조합적으로 영향을 미친다.
 - 한 두 가지의 미소 결함을 없앤다고 만성로스는 줄어들지 않는다.

2.4 PM 분석 방법

불량 '0'를 실현하는 品質保全 시스템은, 모든 가공물이나 제품의 품질은 설비에 기인한다는 명제 아래 설비의 불량 생산 조건을 철저히 사전에 봉쇄하여 가장 바람직하고 완전한 조건 상태를 유지하는 것이다. 그러기 위해서는 종래의 품질보증 방법에다가, 보다 적극적인 불량로스 요인을 없애는 방법을 보완해야 될 것이다. 일반적으로 불량의 요인을 찾아 그것을 없애는 방법은 QC 7가지 수법이나 고장 해석 방법(FTA, FMEA 등), DR 등이 사용되지만, 이러한 방법들은 아무래도 출발적인 요인 해석이나 원인이 명확한 것에만 유효한 경우가 많다[3, 4, 5].

만성 불량 요인이나 설비의 경향을 분석하여 불량을 미연에 방지하기 위해서는 철저하고 물리적인 요인해석이 필요하다. 보다 적극적인 품질 보증 체계(品質保全確立)를 구현하기 위해서는 다음의 표 2와 같은 시스템을 도입하면 훨씬 효과적이 될 것이다[6].

표 2. 품질보전 시스템



만성적인 고장과 불량의 복잡한 로스를 없애기 위해서는 철저한 요인 해석 방법이 필요한데 이것에 유효한 것이 PM 분석 방법이다.

PM 분석에서 PM의 어원은

P=현상(Phenomena)을 물리적(Physical)으로 ...의 'P'와

M=설비(Machine), 메카니즘(Mechanism), 사람(Man), 재료(Material) ...의 'M'

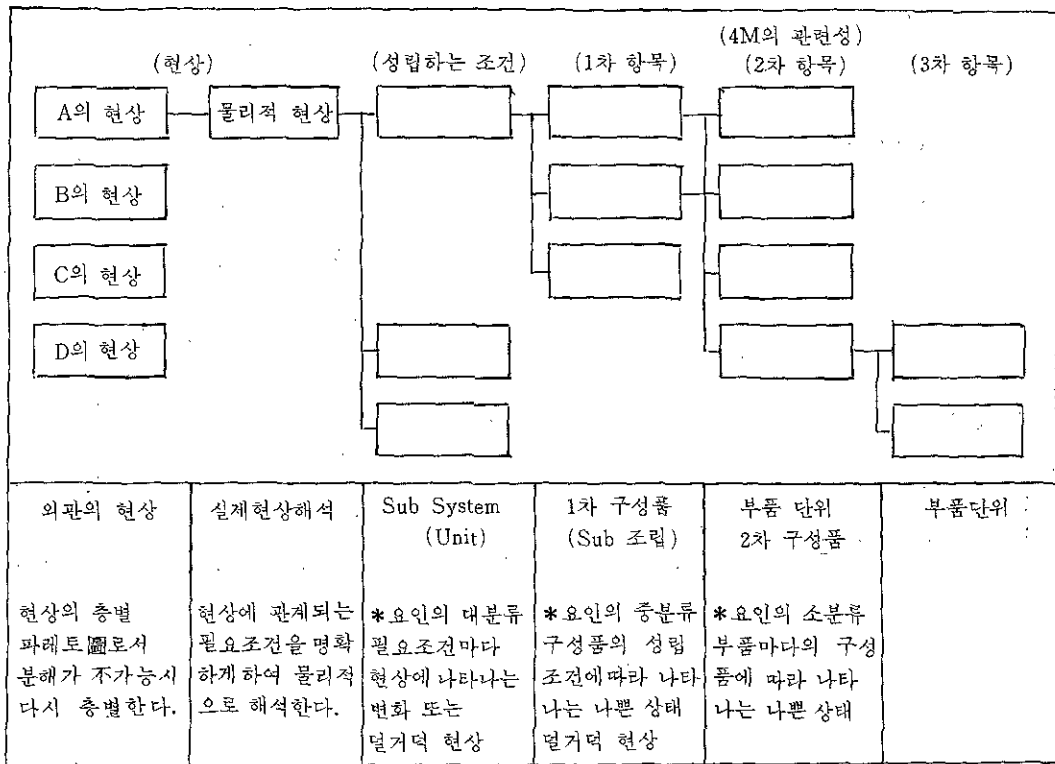
을 따서 만든 약자인데, 고장과 불량의 현상을 확실하게 조사하고, 그 현상의 발생 상태를 명확하게 증별한다.

그 다음에 현상을 물리적으로 해석하는 것이다. 다음 그 현상이 성립하는 조건과 각 요인들을 기여율에 관계하지 말고, 전부 List Up하고 그것들을 전부 조사한다.

조사는 결함이 나타나는 것이든, 보이지 않는 것이든 미소 결함을 빠짐없이 확인하며 체크하고, 다음에 결함은 완전하게 복원과 개선을 실시하는 것이다. 그 다음에 그 결함이 어떠한 고장 불량을 발생하게 한 것인가를 조사하고 그 재발방지 대책을 세우는 것이다.

PM 분석의 스텝을 요약하여 보면 그림3과 같다.

표 3은 PM 분석을 실시하여 원인을 조사하여 개선안을 입안하는 예이다.



성립하는 조건, 1차 항목으로서 제품의 前 공정에 기인하는 요인이 나타나는 때는 그 요인을 '현상'으로해서 원류(源流)에서 역으로 요인 분석하여 제2차의 PM분석을 한다.

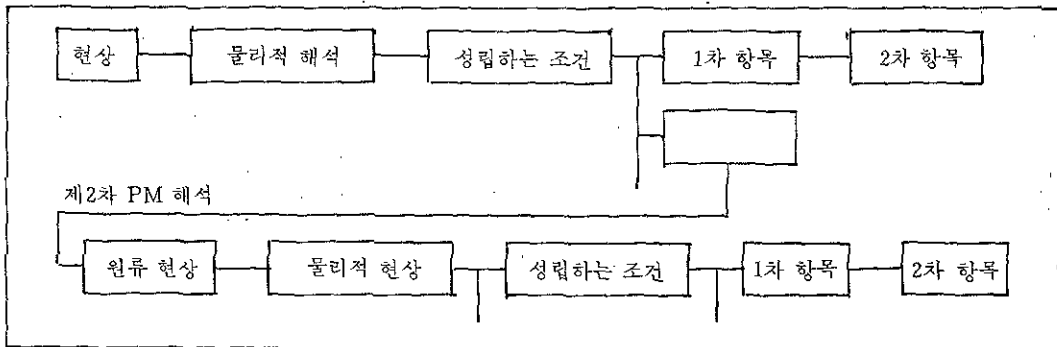


그림 3. PM 분석의 요약

표 3. PM 분석(워크시트)

| 현상 | 물리적인 전례 | 성립하는 조건 | 4M과의 관련(1차) | 4M과의 관련(2차) |
|--|--------------------------------------|---|--|---|
| <p>Push Button 스위치를 눌러도 부저가 울리지 않는다.</p> <p>현상의 조사 *전원의 전압은 200V였다 *회로는 도면상 올바르다 *부저, Push button 스위치 및 릴레이 소켓은 정상이다 *사용중 돌연 발생했다.</p> | <p>부저를 작동시킬 만큼의 전류가 부저로 흐르지 않는다.</p> | <p>1. 릴레이 접점의 R相 측까지는 전류가 약하다.</p> <p>2. 접점에 흐르는 전류가 약하다.</p> <p>3. 릴레이 접점의 T相 側부터 부저까지의 사이를 흐르는 전류가 약하다</p> <p>4. 부저에서 T相까지의 사이의 전류가 약하다</p> | <p>1-1 배선상의 결함</p> <p>2-1 접점의 마모</p> <p>2-1 접점에 이물질이 부착되어 있다.</p> <p>2-3 설치환경이 적절하지 않</p> <p>2-4 접점의 접촉압력이 약하다</p> <p>3-1 배선에 결함이 있다</p> <p>4-1 배선에 결함이 있다</p> | <p>1-1-1 배선의 단선</p> <p>1-1-2 Push Button 스위치 또는 소켓 접속나사의 느슨함</p> <p>1-1-3 Push Button 스위치 또는 소켓 접속나사의 벗어남</p> <p>2-1-1 접점의 폐쇄빈도가 높다</p> <p>2-1-2 접점에 기름이 쓰이고 있다</p> <p>2-1-3 전원전압이 변동한다</p> <p>2-1-4 전원주파수가 사양과 다르다</p> <p>2-1-5 접속나사의 느슨함</p> <p>2-1-6 치수 움직임 조작성이 많다.</p> <p>2-1-7 일시적으로 전압이 내려간다</p> <p>2-1-8 접점의 손질 미스</p> <p>2-2-1 전선 부스러기가 끼어 있다</p> <p>2-2-2 먼지가 부착되어 있다</p> <p>2-3-1 高温 장소에서 사용되고 있다</p> <p>2-3-2 多濕 장소에서 사용되고 있다</p> <p>2-3-3 유해가스의 분위기 중에서 사용되고 있다</p> <p>2-3-4 분진이 많은 곳에서 사용되고 있다.</p> <p>2-4-1 접점이 반대로 있다</p> <p>2-4-2 접점이 수평방향으로 휘어져 있다</p> <p>2-4-3 접점이 뒤틀려 있다</p> <p>2-4-4 힌지의 용수철이 약하다</p> <p>2-4-5 힌지와 고정철심 사이에 이물이 있다</p> <p>3-1-1 배선의 단선</p> <p>3-1-2 소켓 접속나사의 느슨함</p> <p>3-1-3 소켓 접속나사의 벗어남</p> <p>4-1-1 배선의 단선</p> <p>4-1-2 소켓 접속나사의 느슨함</p> <p>4-1-3 소켓 접속나사의 벗어남</p> |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>*형식: MY 2F *코일정격전압: Ac200v *사용주변온도: -55~+70°C *사용주변습도: 35~85%RH</p> </div> | | | | |

설비 신뢰성의 사전 평가나 대책에 주로 FTA, FMEA 등을 활용하면 상당한 효과를 올릴 수 있지만, 이것만으로는 설비에 기인하는 만성로스를 완전히 없애는 데는 한계가 있다. FTA나 FMEA 등의 분석 방법은 단일 고장이나 다중 고장을 해석하여 설비 설계시나 보전에 활용할 수 있지만 이러한 불량·고장 요인은 대부분 돌발적이고 원리가 명확한 것이 대부분이다. 그러나 설비가 설계시부터 완벽한 것은 있을 수 없고 설사 있다해도 사용하면 여러가지 복잡한 요인으로 만성로스가 발생하기 쉽다. 이러한 만성 불량로스를 없애기 위해서는 FTA나 FMEA의 분석 수법과 PM 분석 수법을 잘 조화하면 고질적인 만성 복합로스를 없앨 수 있다.

다음의 그림 4는 FT-PM 분석의 간략한 예이다.

| FT 해석 | No | 제도 | 차명도 | 기여율 | 고장률 | PM 분석 | 조건 | 조건 | 개선안 |
|-------|----|----|-----|-----|--------------|---------|----|-------|-----|
| | | | | | | | 명확 | 복원 설정 | |
| | 1 | 1 | 3 | 3 | 계획과실적 차이가 크다 | 요인의 재해석 | | | |
| | 2 | 3 | 2 | 6 | | | | | |
| | 3 | 2 | 2 | 4 | | | | | |
| | 4 | 1 | 3 | 3 | 계획과실적 차이가 같다 | | | | |

그림 4. FT-PM 분석 실시 방법

3. 결 론

지금까지 고찰해 본 품질 보전은 TQC나 TPM의 일환으로도 볼 수 있겠으나, 설비가 품질을 만든다는 사고로 본다면 그 나름대로 하나의 커다란 영역이 된다고 본다.

QC의 여러가지 수법과 고장해석방법, VE 등의 개선 방식과 품질 보전의 독특한 전개 방법을 잘 활용하면 시간이나 비용을 훨씬 절약하면서도 불량 '0'이라는 지상 목표를 달성하는데 한걸음 더 다가 갈 수 있을 것이다. 예를들면 FT-PM 분석이나 PM-FMEA 분석, FTQA 분석을 효과적으로 사용하면 각 수법의 장점을 살리고, 실시 효과가 나타나지 않아 처음부터 다시 분석하는 노력을 많이 줄일 수 있다고 본다.

품질 보전을 추진하기 위한 전제 조건은

- 강제 열화를 철저히 배제하고, 자연 열화만을 진행한다고 하는 안정된 설비 상태가 되어 있는 것이 필요하고

- 관리자로부터 오퍼레이터에 이르기까지, 설비에 관해 잘 알고 개선의 능력이 있는 설비에 강한 사람으로 만드는 것이 필요하고 이것을 만족시키기 위한 대책이 전제 조건으로 되어야 한다.

이러한 의미에서 FA 시대 산업현장에서 급속히 도입되고 있는 TPM과 품질 보전과의 관계를 마지막으로 정리해보면 다음 그림 5와 같이 나타낼 수 있겠다.

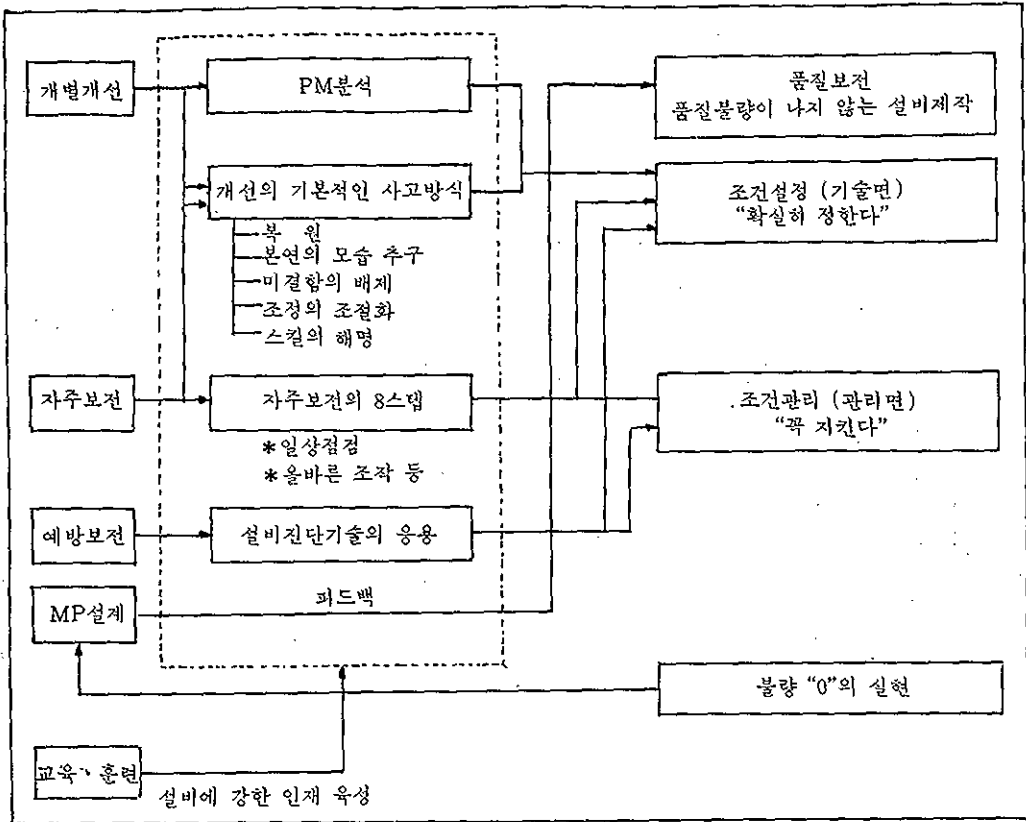


그림 5. 품질보전과 TPM 전개의 5가지 추진시책과의 관계

參 考 文 獻

1. Robert Grenier(1985), *Total Quality Assurance, Part I. Quality.*
2. A. V. Feigenbaum(1985), *Quality Managing a Modern Company, Quality Progress.*
3. Ireson, W. G.(1966), *Reliability Handbook*, New York : McGraw-Hill Book W., Inc.
4. Hariland, R. P.(1964), *Engineering Reliability and Long Life Design*, Princeton : D. Von Nostrand Co., Inc.
5. Michael Pecht(1990), *Reliability Prediction Methodologies*, Intematinal Symposium on Reliability and Maintainability.
6. Petro Yuanidis, Maciej A.(1990), *Reliability Modeling of Automated Manufacturing System*, International Symposium on Reliability and Maintainability.