

지속적 계획보전을 통한 생산성 향상 및 안전개선에 대한 연구

- A study on the safety improvement and productivity's
increase through continuous preventive maintenance -

양 두 진 *

Yang Doo Jin

이 창 호 *

Lee Chang Ho

Abstract

This study deals with the procedure of safety improvement, productivity increase, and tact-time reduction through setting up the system about preventive maintenance. Actually, it is hard to establish and carry out preventive maintenance, even though we recognize the importance of the system concerning time, cost, labor, and so forth. In this study in the viewpoint of cost we are for achieving maximum efficiency by change and reduction of planning process adapted to the special work group. At first we briefly will mention the kind, the necessity, and the concept of preventive maintenance, and then divide the equipment used in the assembly line into the two whether it is necessary or not by way of estimating the breakdown loss, comparing with general establishment of preventive maintenance and modifying it to the case. At the second step we will establish the operation system of plan management related to production and quality in the special case. Check period and category will be set by dividing the assembly equipment into LCL and Focus in the third step. The forth step will contain the operation procedure in detail. And then we must make check and repair record periodically. Finally, on the basis of the record the selection of checking of significance will be conducted. This results in safety improvement, tact time reduction, and productivity improvement.

Keyword : Maintenance, Productivity, Safety, PM(Preventive Maintenance)

* 인하대학교 산업공학과

1. 서론

1.1 연구배경

생산 활동을 효율적으로 하기 위해서는 설비가 일정한 신뢰도 아래 가동하는 것이 기본이 된다. 이 신뢰도를 효율적으로 확보 유지하는 활동이 보전활동이다. 보전활동은 계획적으로 추진하는 것과 돌발적인 고장에 대비하는 비계획적인 것으로 나눌 수 있다. 계획보전이 효율적으로 기능하면 돌발 고장에 대응하기 위한 사후보전을 줄이는 데로 이어진다. 더욱이 최근에 보전활동이 단순한 설비의 유지관리뿐 아니라 설비를 신설하는 시점의 MP 활동까지 확대되고 있는 상황이어서 계획보전의 중요성은 더욱더 커지고 있다.

1.2 계획보전의 현황

실제 산업현장에서는 계획보전이 효과적으로 이루어지지 않아 많은 시간적 비용적 손실이 발생하고 있고, 또한 많은 시간과 비용 및 인력을 들여 제조COST를 높여가면서 까지 계획보전에 할애할 수도 없는 상황이다. 이런 여건 하에서 계획보전의 중요성은 어느 정도 인식하면서도 계획보전은 많은 COST부담과 인원부담, 시간문제 또는 복잡한 계획을 수립해야 하는 것으로 생각해 제대로 시행되지 못하고 있는 실정이다. 이에 각 사업장의 시간, 비용, 인원 문제 등의 각각의 사업장의 여건에 맞게 최소의 투입요소로 최대의 효과를 얻는, 즉 주기적인 계획 보전으로 인해 설비개선 및 공수절감, 생산성 향상 등의 부수적 효과도 얻어내고 안전 보건상 유해요인에 대한 개선책을 수립하는 관점에서 계획보전의 적용 전개방향을 수립하는 것이 본 연구의 목적이다.

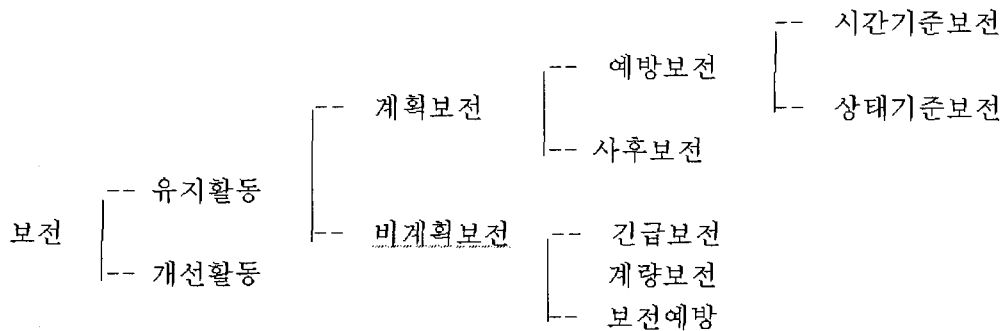
1.3 연구 방법

먼저 이론적 배경에서 일반적인 보전에 대한 정의 및 분류를 하고 이중 계획보전에 대한 이론정립과 적용대상사업장에 대한 계획보전 구축단계를 사업장에 맞게 설정한다. 구축단계는 대상사업장에 대한 설비고장으로 인한 유실금액 현황을 파악하고, 보유 설비들 중 실제 생산라인에서 가동되고 있는 설비들에 대해 공정, 검사 등과 연계한 설비운영체계를 수립한 후 대상 사업장의 설비를 광학설비와 LCL 설비로 나누어 점검항목 및 주기, 점검방법 등을 수립하여 실제 분기동안에 이 체계에 의해 설비수리를 한 실적을 분석해 설비별 중점관리항목과 일일 점검항목을 설정해 점검한다. 이런 계획보전의 각 단계를 계속반복하면서 설비개선을 유도하고 이를 통해 공수절감을 유도하고 결과적으로 TACT-TIME 단축에 의한 생산성향상에 이르는 과정을 도출하려 한다.

2. 계획보전의 체제구축

2.1 보전의 개념 및 분류

보전의 개념은 협의의 보전과 광의의 보전으로 나누어 볼 수 있다. 협의의 보전은 유지관리의 소극적 개념으로 고장 난 설비를 본래상태로 복구시키는 것을 의미한다. 광의의 보전은 개선활동의 적극적 개념으로 점검, 수리주기의 연장이나 설비구조 자체의 향상으로 인해 결국 공수의 절감 및 생산성 향상 까지도 이끌어 내는 개념을 말한다. 보전은 유지활동이나 개선활동이나에 따라 다음과 같이 분류 된다. (산업인력관리공단, 1993)



< 그림 1 > 보전의 종류

본 논문에서는 이중 계획보전에서 예방보전활동에 대해 적용대상사업장을 선정해 적용하려 한다.

2.2 계획보전의 단계와 현황

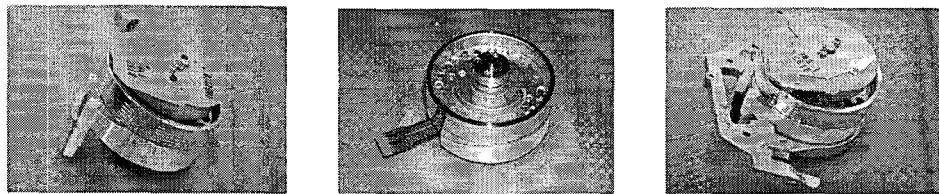
계획보전은 설비의 라이프 사이클에 걸쳐 보전의 입장에서 설비자체의 코스트, 보전 등의 유지비 및 설비 열화에 의한 손실의 Total cost를 낮추고 생산성과 수익성을 최대로 높이기 위한 활동이다. 즉, 수단인 input(4M : Man, Machine, Material, Method)를 최소화하고 목적인 output(생산량, 품질, 코스트, 납기 등)을 최대로 좋게 하여 효율 좋은 보전체계를 확립하려고 하는 것이다.(한국생산성본부, 1993)

$$\text{계획보전의 목적} = \frac{\text{목적을 최고로}}{\text{수단을 최소로}} = \frac{\text{Max.Output}}{\text{Min Input}}$$

예방보전은 설비의 건강상태를 유지하고 고장이 일어나지 않도록 열화를 방지하기 위한 일상보전, 열화를 측정하기 위한 정기검사 또는 설비진단, 열화를 조기에 복원시키기 위한 정비 등을 하는 것이 예방보전이다. 예방보전에는 일정한 기간이 경과하면 설비의 당시 상태가 어떠한가에 개의치 않고 설비를 정지시켜 수리하는 TBM(Time based maintenance)과 설비의 상태에 따라 보전을 하는 CBM(Condition based maintenance)이 있다.(한국생산성본부,1993) 현재 적용대상사업장은 CBM에 의한 보전이 이루어지고 있다. 라인의 설비가 너무 많고 또한 이상 징후가 다양해 일과시간중이나 일과 후 짧은 시간에 이 모든 설비의 모든 항목을 점검할 수 없기 때문에 일과 시간 중 이상 징후가 보인 설비만을 일과 후 잔업시간에 정비하는 방법을 택하고 있다. 사후보전은 경제성을 고려하여 고장정지 또는 유해한 성능저하를 가져온 후에 수리하는 보전방식을 말한다. 구체적으로는 정지손실이 적고 복구가 간단하며 예비라인이 있어 즉시교체하고 운전할 수 있는 설비가 대상이 된다. 그러나 예방보전시대 이전의 사후보전과 같이 완전이 방치하는 것이 아니라 경험 또는 통계적인 방법을 이용해 이상을 발생시키는 기기를 예측해 사전에 예비품을 조달하거나 복구방법을 검토해 두는 것이 현대의 사후보전이다. 그러므로 사후보전은 처음에 세운 방침에 의거한 계획적인 경우인 것이 많아 결코 뒤따르기 식의 보전을 말하는 것으로 긴급보전과는 다르다. 당사의 경우도 주로 LCL 설비등의 경우에 사후보전을 실시하고 있다.

2.3 적용사업장의 계획보전 체제구축의 실행단계

대상사업장인 “D”사는 인천 서구 가좌동 수출5단지에 위치한 전자회사다. 주요생산 품목은 Vcr의 핵심부품인 Drum을 가공, 조립한다. 대상 사업장은 총 3개 팀에 관리직 40명 기능직 215명의 인원구조를 가지고 있고 관리직, 기능직 평균 근속년수가 11.5년으로 대체적으로 근속년수가 길다. 재고자산으로는 Vcr Drum이 약427 백만 원이고 재공품과 부품을 합하면 1,025의 재고자산을 보유하고 있다. 또한 공장의 역사가 길어 고정자산으로는 토지가 7,220백만 원, 기계장치가 3,470백만 원에 달하고 있다. 연간 drum을 4백7십만 대 정도 생산하고 있다. 현재 생산력 향상 및 Vcr사업의 사업영역 축소화로 공장 자생력 강화와 생산원가를 낮추기 위한 부품 Cost Down 및 구매 Cost Down 등에 주력하고 있다. 주요설비로는 가공 설비, 조립설비, 측정설비들을 보유하고 있다.



< 그림 2 > Drum 의 Mecha 별 종류

< 표 1 > 일반적인 계획보전 구축단계와 D사의 계획보전 구축단계

| 단계 | Implementation | D 사의 계획보전 |
|-----|--|-----------------------|
| 1단계 | 계획보전체제의 필요성에 대한 인식 | 설비고장 현황파악 및 설비보유현황파악 |
| 2단계 | 계획보전의 목적, 방침, 목표설정 | 설비운영체제 수립 |
| 3단계 | 조직의 구성 및 업무부여 | 광학설비 및 LCL 설비 점검항목 설정 |
| 4단계 | 체제구축을 위한 실행항목의 명확화 1. 자주보전지원 2. 고장제로 활동 3. 계획보전체제 구축 4. 보전자재관리 5. 보전비 연구 6. 예비보전연구 7. 보전기술, 기능향상 | 광학설비 및 LCL 설비 점검방법 설정 |
| 5단계 | 각 본주실행항목에 대한 세부실행항목에 대한 연구 | 설비수리실적 CHECK |
| 6단계 | 실행 계획 작성 | 설비별 중점관리 항목 CHECK |
| 7단계 | 효과파악과 보전시스템의 구축 | |

일반적인 계획보전의 체제구축 실행단계를 보면 표1과 같다. 그러나 실제산업현장에 서는 인원, 시간, 비용 등의 문제로 인해 표 1과 같은 이론적 체제구축은 사실 어려운 실정이다. 실제 적용대상 사업장 또한 정비인원은 2명으로 인원보강은 할 수 없는 상황이며 보전관련인원의 기술, 기능향상을 위한 사외 교육 참가등도 사실상 어려운 상황이고 고장제로를 위해 막대한 보전비도 할당 받을 수 없는 상황이다. 사실 대부분의 제조업은 이와 같은 상황이어서 계획보전의 체제 구축은 적용사업장에 맞게 최소한의 인원과 비용과 최소한의 절차로 간소화 하면서도 그에 상응한 효용 극대화를 추구해야 할 것이다.

3. 대상사업장의 계획보전 적용

3.1 대상사업장의 단계별 계획보전

먼저, 설비고장으로 인한 유실금액 현황을 파악해 개선의 지표로 활용하고 보유하고 있는 설비 들중 가용하고 있는 설비와 그렇지 않은 설비로 구분해 가용설비만을 가지고 설비운영체제를 수립한다. 물론 비가용 설비들 중 선정기준을 정해 일부는 예비설비로 정해두고 계획보전을 위한 설비 운영체제 및 계획보전 실행체제를 수립한다. 그리고 대상 사업장은 설비가 크게 광학 설비와 LCL 설비로 나누어지므로 이 두 종류의 설비에 대한 점검주기 및 점검항목을 설정한다. 다음으로 각 공정별 설비마다의 점검항목별 점검방법을 설정해 매뉴얼 화 하고 지속적인 보전을 해나간다. 이후 이 보전

실적을 CHECK 해 주요하게 발생하는 설비 고장을 찾아내 정렬해 중점관리 항목으로 설정 일일 작업자가 스스로 점검하게 한다. 계획보진의 구축을 위한 적용 대상사업장에 대한 각각의 단계에서의 활동의 예를 들면 다음과 같다.

1단계 : 설비고장 현황과악 및 설비보유현황과악

표 2 에서 볼 수 있듯이 설비고장으로 인한 유실이 물량부족으로 인한 유실다음으로 크다는 것을 알 수 있다. 특히 대상 사업장의 경우처럼 일자형 콘베어 라인 생산방식에서는 바로 앞 공정 설비의 고장으로 콘베어가 정지되면 후속공정 모두가 고장난 앞 공정의 설비수리가 완료 될 때까지 생산을 하지 못하는 결과가 발생 한다

< 표 2 > 설비가동실적 현황

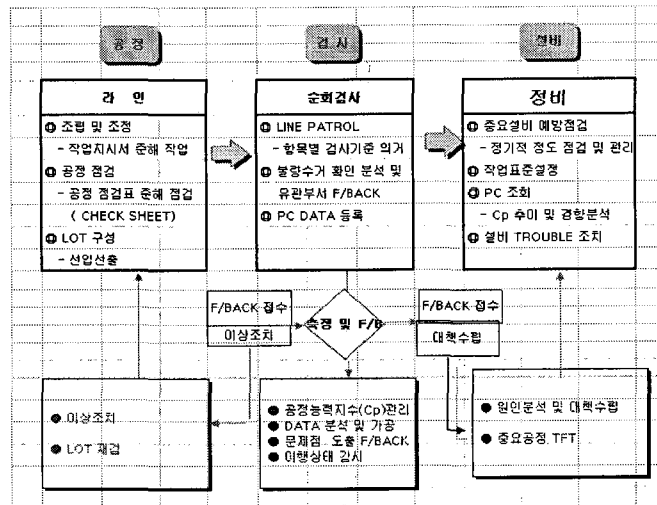
■ 공장설비가동실적(2003년)

| 구분 | 02년 | | 03년 월별실적 | | | | | | | | | | | | | | 년계 | | |
|---------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| | 실적 | 상반기 | 하반기 | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 상반기 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 | | 하반기 | |
| 대상LINE수 | 6 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 5 | | |
| 작업보유시간 | 806,119 | 370,814 | 435,304 | 55,419 | 47,817 | 51,819 | 53,070 | 51,966 | 57,918 | 318,009 | 58,920 | 65,296 | 69,739 | 67,920 | 55,518 | 46,176 | 363,569 | 681,578 | |
| 정상가동시간 | 699,919 | 321,962 | 377,956 | 50,619 | 46,017 | 50,619 | 49,470 | 47,166 | 48,318 | 292,209 | 52,920 | 46,936 | 52,459 | 52,920 | 48,318 | 42,336 | 295,889 | 588,098 | |
| 추가가동시간 | 106,200 | 48,852 | 57,348 | 4,800 | 1,800 | 1,200 | 3,600 | 4,800 | 9,600 | 25,800 | 6,000 | 18,360 | 17,280 | 15,000 | 7,200 | 3,840 | 67,680 | 93,480 | |
| 가동시간 | 784,084 | 359,576 | 424,507 | 53,869 | 46,467 | 50,499 | 51,945 | 50,831 | 56,718 | 310,329 | 57,840 | 64,136 | 68,554 | 66,875 | 54,028 | 44,521 | 355,954 | 686,283 | |
| 가동률 | 97.3% | 97.0% | 97.5% | 97.2% | 97.2% | 97.5% | 97.9% | 97.8% | 97.9% | 97.6% | 98.2% | 98.2% | 98.3% | 98.5% | 97.3% | 96.4% | 97.9% | 97.8% | |
| 유실시간 | 22,035 | 11,238 | 10,797 | 1,550 | 1,350 | 1,320 | 1,125 | 1,135 | 1,200 | 7,680 | 1,080 | 1,160 | 1,185 | 1,045 | 1,490 | 1,655 | 7,615 | 15,295 | |
| 책임유실 | 자재품절 | 265 | 135 | 130 | | 10 | 10 | 15 | 10 | 20 | 65 | 15 | 20 | 15 | 20 | 10 | 15 | 95 | 160 |
| | 부품품절 | 120 | 61 | 59 | 20 | 20 | 50 | 40 | 30 | 50 | 210 | 40 | 30 | 30 | 20 | 30 | 20 | 170 | 380 |
| | 전수검사 | 550 | 281 | 270 | | | | | | | | | | | | 180 | 250 | 430 | 430 |
| | 설비고장 | 2,600 | 1,326 | 1,274 | 60 | 80 | 150 | 180 | 190 | 240 | 900 | 150 | 160 | 180 | 150 | 140 | 60 | 840 | 1,740 |
| | 물량부족 | 4,600 | 2,346 | 2,254 | 600 | 400 | 160 | | | | 1,160 | | | | | 300 | 450 | 750 | 1,910 |
| | 기타 | 2,400 | 1,224 | 1,176 | 180 | 170 | 210 | 220 | 215 | 190 | 1,185 | 195 | 220 | 210 | 175 | 160 | 160 | 1,120 | 2,305 |
| 소계 | 10,535 | 5,373 | 5,162 | 860 | 680 | 580 | 455 | 445 | 500 | 3,520 | 400 | 430 | 435 | 365 | 820 | 955 | 3,405 | 6,925 | |
| 관리유실 | 조회 | 2,500 | 1,275 | 1,225 | 30 | 20 | 10 | 20 | 30 | 30 | 140 | 30 | 30 | 30 | 30 | 20 | 30 | 170 | 310 |
| | 교육 | 1,200 | 612 | 588 | | | 20 | | | 20 | 40 | | | 20 | | 20 | 40 | 80 | |
| | 회의 | 800 | 408 | 392 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 체조 | 7,000 | 3,570 | 3,430 | 660 | 650 | 710 | 650 | 660 | 650 | 3,980 | 650 | 700 | 700 | 650 | 650 | 650 | 4,000 | 7,980 |
| | 소계 | 11,500 | 5,865 | 5,635 | 690 | 670 | 740 | 670 | 690 | 700 | 4,160 | 680 | 730 | 750 | 680 | 670 | 700 | 4,210 | 8,370 |

다음으로 조립라인 공정별로 실제 라인에 배치되어 가동되고 있는 설비와 비 가동설비 및 예비설비를 구분한다. 이 설비들 중 계획보진이 필요한 설비와 사후보전을 해드 되는 설비를 별도 구분해 정비로 인한 시간할애를 많이 하지 않아도 되는 설비는 사후보전 설비로 별도로 관리하고 계획보진을 요하는 설비만을 골라낸다.

2단계 : 설비운영체제 수립

2단계는 설비운영체제를 공정, 검사등과 연계해서 효율적인 설비운영체제를 사업장에 맞게 설정한 FLOW CHART 이다.



< 그림 3 > 설비운영체계

< 그림 2 >와 같이 공정에서는 공정검점검표에 의한 공정점검을 실시하고 검사에서는 라인순회에 의한 순회검사를 실시하고, 정비는 중요설비에 대한 정기적 정도점검에 의한 예방정비를 실시한다. 순회검사를 통한 불량발생원인을 라인과 정비에 FEED BACK 해 라인과 정비의 예방점검을 위한 DATA 로 활용하는 운영체계이다.

3단계 : 광학설비 및 LCL 설비 점검항목 설정

3단계에서는 설비를 크게 광학설비와 LCL 설비로 나누어서 점검주기와 점검항목, 측정기구등을 정한다. 실제 D 사의 광학설비는 설비 Setting Program 변경 잠입시에만 설비를 정지하고 설비 Trouble 에 의한 설비고장은 거의 발생하지 않으므로 MASTER 검증에 의한 정도측정만을 실시하고 점검주기도 1회/월 의 점검주기를 공경 별, 설비별로 설정한다.

< 표 3 > 광학설비 점검항목 설정

| 설비명 | 항목 | 측정 방식 | 정 도 | 점 검 항 목 | 검정주기 |
|-----|----|-------------|-------------|------------------------|------|
| 전조정 | 들출 | 하이텐 게이지 | 1 μ m | 전기 MICRO METER 이동거리 측정 | 1회/월 |
| | | 글라스 게이지 | 10 μ m | 배울조정 | |
| | | 간섭무늬(전조정설비) | 0.3 μ m | DRUM CENTER 기준확인 | |
| | 할출 | 하이텐 게이지 | 1 μ m | 전기 MICRO METER 이동거리 측정 | 1회/월 |
| | | 글라스 게이지 | 10 μ m | 배울조정 | |
| | | TESA METER | 0.1 μ m | 전기 MICRO METER 이동거리 측정 | |
| 절대 | 단차 | 글라스 게이지 | 10 μ m | 배울조정 | 1회/월 |

문제는 LCL 설비들인데 D사에서 자체 제작하여 그동안 많은 자동화를 이룬 설비들이다. 조정이나 검사공정이외에는 모두 LCL 설비들로 구성되어있는데 이 설비들이 고장 나면 일자형 콘베어 라인에는 후속공정이 모두 정지되는 현상이 발생한다. D사는 LCL 설비들의 고장이 잦으므로 분기별, 일별, 시간별, 수시점검 등으로 점검주기를 설정하고 점검항목 및 기준등도 Q.C공정도와 공정검사기준서와 준해 설정한다.

< 표 4 > LCL 설비 예방정비 설정항목

| 설비명 | 점검항목 | 기준 | 점검내용 | 정비 방법 | 측정장비 | 주기 |
|-------------|------------|---------------------------|-------------|--|----------------|-------------|
| ▶ 전조정 | 틀출 | 40±3µm | 카메라 조정 | ▶ MASTER 기준 - 간섭무늬 setting - 80 µm setting | 하이덴 하이 게이지 | 1회/분기별 |
| | | | 기구 setting | clamp 조정 | 모니터 확인 | 1회/1주 |
| | | | 할출 | 180°±7.5µm | 배울 조정 | ▶ MASTER 기준 |
| | 보정값 조정 | spec over 량 조정 | | | 할출 측정기 | |
| | 기구 setting | 불량 부품교환 안착 jig setting | | | tesa 게이지 | |
| | ▶ 단점 | 단선 | LED 점등안됨 | LED 판정 | sensor 조정 | TESTER기 |
| SHORT | | LED 적색점등 | LED 판정 | sensor 조정 | " | 1회/1일 |
| ▶ 예압BOSS | 각도 | 88°±2° | JIG SETTING | JIG 각도 조정 | 3차원 측정기 | 2회/1일 |
| | TORQUE | 4-5kgf.cm | 전동확인 | TORQUE 조정및 교환 | TORQUE - METER | 1EA/2HR |
| ▶ 절대조정 | 단차불량 | 기종별spec참조 | 배울조정 | ▶ MASTER 기준 | 글라스 게이지 | 2EA/1HR |
| | | | JIG 부 | 안착부 이물확인 | | 자주검사 |
| ▶ SCREW 체결기 | 틀림TORQUE | | | | | |
| | STATOR | 4-5kgf.cm | 전동확인 | TORQUE 조정및 교환 | TORQUE - METER | 1EA/2HR |
| | ROTOR | 2-3kgf.cm | " | " | " | " |
| ▶ COLOR 검사 | 이상음 | 회전TOUCH | AMP부 | 감도 조정 | | 자주검사 |
| | | | SENSOR 부 | 단선및 불량 수리 | | " |
| | MOTOR 회전 | 회전불 | PCB불량/단선 | 주기적 교환 | | 1회/1주 |
| | 파형 | 출력불 | SCOPE 확인 | SETTING | MASTER TAPE | 1회/1주 |
| | | | DECK 확인 | 주기적 교환 | | 1회/분기별 |

4단계 : 광학설비 및 LCL 설비 점검방법 설정

4단계는 세부적인 점검방법을 절차서로 수립한다. 점검시 기준에서 벗어난 경우 어떻게 조치하는가도 절차로 기재한다. 다음 표5는 광학설비의 계획보전을 위한 검증방법 절차서이다. 광학설비의 경우 한번 프로그램을 Seetting 하면 작업중 이상발생이 자주 발생하지는 않으므로 검사주기를 설비별 월 1회로 설정한다. 확인방법은 검사관리항목 별로 검사 Spec을 정하고 검사확인 절차 항목에 따라 누구라도 검사 가능하도록 세부

적인 확인방법을 기술해 놓았다. LCL 설비 또한 광학설비와 마찬가지로 세부적인 검사항목과 확인방법을 기술해 놓았다. 다만 LCL 설비는 공정 작업 중에도 설비의 이상이 발생하므로 점검주기를 광학설비보다는 짧게 잡아야 하고, 이상발생시 작업자도 간단한 이상은 즉시 정비 가능하도록 상세한 점검방법을 설정해야 한다.

< 표 5 > 광학설비의 검증방법 절차서

| 관리 항목 | SPEC | 확인방법 | 조건 | 검사 주기 |
|-------|-------------------|---|--|---------|
| 돌출 | 0.3 μ m 이내 | <ul style="list-style-type: none"> ●카메라 SETTING 1)WORK를 JIG에 안착 간섭무늬가 보이게 했을때 H'D GAP선의 FOCUS가 들어졌을때 카메라의 간섭무늬 조절레버를 돌려 GAP FOCUS가 가장 선명할때 간섭무늬를 최대로 보이게 맞춘다. 2)설비 조정모드로 들어가서 WORK를 안착후 카메라를 전진 U/D의 기준면에 간섭무늬를 맞춘다. 이때 카메라 SENSOR가 80μm인지를 확인한다 -> (NG : SENSOR 거리조정) ●하이덴 하인 3)하이덴 하인 측정장비를 설비에 부착한다. (측정 카드를 PC슬롯에 꽂고 게이지를 카메라 TABLE에 부착) 4)측정 모드로 들어가서 측정값을 확인후 NG이면 AMP GAIN OFFSET 조정 확인한다. | <ul style="list-style-type: none"> ○설비 SETTING 들어짐 없을것 ○U/D 상부 흔들림 0.2μm이내 ○JIG 기준면 이물 없을 것 ○기준면 평면도 상태 0.2μm이내 | 설비별 월1회 |
| 삽입 | 0.2 μ m 이내 | <ul style="list-style-type: none"> ●동심도 SETTING 1)WORK로 설비JIG에 안착 전기micro meter의 PROBE를 WORK 기준면에 안착 "ZERO" SETTING한다. 2)table천천히 회전시키면서 micro meter의 눈금이 0.2μm이내 인지를 확인한다. ●배율 SETTING 3)글라스 게이지를 jig에장착한다. (10μm 눈금 단위로 배율을 확인하는 것) 4)monitor 중앙에 글라스 게이지의 line이 가장 선명하게 나타나도록 micro meter로 맞춘다. 5) Y방향 조정line을 글라스 게이지의 눈금을 상하좌우로 확인 조정하여 수평수직이 되게 기준 라인을 맞춘다. 6) 실제 digital값과 글라스 게이지의 배율이 일치하는 확인한다. ●하이덴 하인 7) 하이덴 하인 위의 3) 4)측정방법과 동일함 | <ul style="list-style-type: none"> ○설비 SETTING 들어짐 없을것 ○U/D 상부 흔들림 0.2μm이내 ○JIG 기준면 이물 없을 것 | 설비별 월1회 |

5단계 : 설비수리실적 CHECK

5단계는 각 설비들에 대한 정비활동을 설비명, 현상, 조치내역 등으로 월별로 발생건수 별로 모두 기록한다.

< 표 6 > 월간 설비수리 실적

| 월 | 일 | 설비명 | 현상 | 조치내역 |
|---|----|--------------------|-----------------|--------------------|
| 3 | 11 | RT(B)접착기 (#01-#06) | BOND 도포 변경 | JIG 교환 (4접점 - 5접점) |
| | 14 | SET SCREW (#04) | 2ST 상하CYL 불량 | CYL 교환 |
| | 17 | 전조정 (#06) | STEP S/W 불량 | S/W 교환 |
| | 19 | 전조정 (#10) | STEP S/W 불량 | S/W 교환 |
| | | RT(B)접착기 (#07,#08) | BOND 도포 변경 | JIG 교환 (4접점 - 5접점) |
| | | RT(B)접착기 (#07) | BOND 도포 CYL 불량 | CYL 교환 |
| | 24 | 전조정 (#18) | LAMP 불량 | LAMP 교환 |
| | | SCREW 체결기 (#02) | 로킹 페인트 추가 | 2.4 CH --> 6 CH 변경 |
| | | H'D 가조립 (#04) | 3 ST R 전동불량 | 전동 교환 |
| | | 전조정 (#01) | 카메라 전, 후진 불량 | CYL 교환 |
| | 25 | 전조정 (#11) | 할출불량 | 잠금나사 불량 교환 |
| | 26 | 전조정 (#22) | LAMP 불량 | LAMP 교환 |
| | | 전조정 (#01) | STEP S/W 불량 | S/W 교환 |
| | 27 | 전조정 (#17) | CLAMP JIG 파손 | CLAMP JIG 교환 |
| | | 전조정 (#13) | 할출LINE 움직임 | 볼름 교환 |
| | | 열관 압입기 (#02) | L/D 이물 | 배출 AIR 설치 |
| | 28 | 전조정 (#11) | STEP S/W 불량 | S/W 교환 |
| | 29 | SET SCREW (#04) | SCREW 공급불량 4ST | 기준핀 SETTING |
| | 31 | 전조정 (#04,#05) | 카메라이물 | 카메라AIR 설치 |
| | | 전조정 (#15,#20,#02) | 카메라이물 | 카메라AIR 설치 |
| | | 전조정 (#16) | 5번 CLAMP CYL 불량 | CYL 교환 |

표6의 월간 설비수리실적을 주기적으로 기록해 설비별로 동일하게 발생하는 고장이 많은 설비가 어떤 설비이며 또 이설비의 고장현상은 어떤 고장이 자주 발생하는지 우선순위를 정한다. 또한 조치내역에 어떤 조치를 주로 취했는지 기록해 예방정비를 위한 주요교체부품의 보유정도 측정을 가능하게 한다.

6단계 : 설비별 중점관리 항목 CHECK

6단계는 고장 발생빈도가 높은 설비들을 위주로 주요하게 발생하는 고장이 무엇인가를 발견해 일상 점검표를 만들어 설비마다 부착해 수시점검을 실시한다. 6단계 이후에도 다른 고장발생시 또는 단계별 운영이 미흡할시 다시 2단계로 돌아가 설비운영체계를 보완하고 다시 단계를 밟아나가 지속적인 점검으로 설비 고장을 제로화를 위해 단계를 반복한다.

3.2 계획보전을 통한 설비, 공수개선 및 TACT-TIME 단축유도

이러한 활동을 지속적으로 하다보면 자주 발생하는 설비고장으로 인해 설비의 근본적 개선으로 고장발생원인을 제거하는 활동을 하게 된다. 다음 표7은 대상사업장이 이런 주기적 활동으로 인해 착안한 설비개선 항목에 의해 설비의 개선 가능한 사항을 착안해 정리한 것이다.

< 표 7 > 설비개선 유도

| 공정 | 설비명 | 수량 | 개선 및 제작 내용 | 효과 |
|------------------|--------------|-----------------------------------|--|---|
| L/D SUB | RT B 접착기 | 8대 | ◆ 본딩유닛 FOOL PROOF화 | 본드 미도포 방지, 센서에 의한 자동도포 작업성 개선 및 T/TIME 단축 |
| | | 8대 | ◆ BONDING POINT 증가 (4P → 5P) | 접착력 증대 (RT 열어짐 방지) |
| | SET SCR. 삽입기 | 1대 | ◆ 유닛 개조 | 2CH 전용 → 2,4,6CH 공용화 기종 변환 신속 대응 |
| U/D SUB | 6CH HD 가조립기 | 2대 | ◆ 신규 제작 | 6CH 물량 증가 대응 및 성인력 (2인) 기여 |
| | B/R 압입기 | 5대 | ◆ 받침 지그 교체 | 받침 지그의 아래머링 외측 접촉부 마모에 의한 BURR돌출로 압입후 미흡불량 가능성 억제 |
| | 전조정기 | 24대 | ◆ SENSOR 미물방지 AIR BLOW | 돌출 불량 방지 |
| | | 24대 | ◆ PC UP GRADE | U/D SUB 최대 NECK 공정 해소 기여 C/T 단축 (약 2~3초) |
| M A I N | RT A 접착기 | 8대 | PRIMER/BOND 도포 회전 지그 : 공입 CYL → MOTOR 회전 TYPE | 도포유닛의 미도포 TROUBLE 방지 도포 시간 단축 (약 1초) |
| | SCREW 체결기 | 7대 | ◆ 2ST. O/T SENSING UNIT 추가 | 위치 결정 TROUBLE 방지 |
| | | | ◆ 4, 7ST. CATCHER BODY 일체형 개조 | SETTING신속화로 체결불량 감소 |
| | | | ◆ 3, 6ST. 휨방지 보강 UNIT 추가 | 이제시 안착불량에 의한 체결 에러 방지 |
| | | | ◆ LOCKING PAINT도포 2,4,6CH 공용화 | 전기중 대응 |
| | 7대 | ◆ EARTH GROUND SPRING 삭제 | 작업성 개선 및 T/TIME 단축 | |
| SET SCREW 밀착 진동기 | 8대 | ◆ 메입보스 조립 공정에 SET SCREW 진동 삽입기 설치 | MAIN LINE 최대 NECK공정 및 애로 공정인 단차조정 공정 T/TIME 단축 | |

설비개선을 위해 공정별 작업과정을 체크하면서 안전보건상의 유해요인 발생작업에 대한 대책을 표8과 같이 공정별로 수립하였다

〈 표 8 〉 공정별 안전개선사항

| 순번 | 공정명 | 유해요인 | 대책 |
|----|-----------------------|--|---|
| 1 | SET-SCREW 압입 MOTOR 체결 | SET SCREW 압입기의 작동시 소음과다 발생 공정상 SET SCREW 압입기5대가 한 장소에 모여 있어 소음과다 발생 | 공정작업중인 작업자 전원 귀마개 착용 (회화 영역인 1,000Hz 이하의 소음에 대한 25dB 의 차음효과) |
| 2 | 전조정 공정 단차조정 공정 | 장시간 모니터 응시로 인한 작업자의 눈의 피로 HEAD 의 단차를 HEAD 부착개소 만큼 확인함으로 눈의 피로 다발 | 조정공정 모두 설비에 차광보호구 (보안경) 장착 |
| 3 | 외관검사 공정 | 검사공정으로 DRUM 외관의 이물유무를 정밀검사 함으로 눈의 피로 발생 | 외관검사 공정에 조도를 높이기 위해 별도 광원설치 |
| 4 | 포장공정 | PAD 및 담프라 BOX 의 반복적재로 인한 근골격계 질환 발생가능성 | 작업지도서 수립 |
| 5 | 전공정 | 정전기 발생 | 정전기 발생방지 손목/발목 끈 지급 |
| 6 | 납땜공정 | HEAD READ WIRE 납땜시 납용융으로 인한 GAS 발생 | 전라인 납땜 집진기 점검 |

표7의 설비개선으로 인해 정비인원, 보조인원 절감 및 공정 TACT-TIME 단축으로 인해 공정편성 인원도 줄일 수 있음을 보여주는 것이 표 9이다. SUB - LINE 과 MAIN-LINE의 공정 인원편성 현황을 보면 다음과 같다. 아래 표에서 괄호안의 숫자는 공정 개선전 인원이다. 즉, 지속적 계획보전으로 설비고장이 축소됨으로 인해 예비보조인원의 제거가 가능해 지고 또한 지속적 계획보전을 통한 설비 점검으로 설비 Trouble 이 발생하는 부분을 자동화하고 개선해 결국 공정인원의 축소에 이르게 되고 이것이 다시 Tact-Time 단축에도 효과를 주는 연속개선 효과를 볼 수 있게 된다.

< 표 9 > 공수절감 유도

| PART-1 (SUB - LINE) | | | |
|-----------------------|--------|--------|---|
| 공정명 | L-1 | L-2 | SUB LINE 지원 |
| LOWER DRUM 투입 | 2 | 2(2.5) | HEAD 투입:1 직각도:1 프라이어 도포:1 자재투입:1 수리사:1 정비:1 소계:6 |
| SHAFT 압입 | 1 | 1 | |
| R/T-B 접착 | 3 | 3 | |
| UPPER DRUM SCREW | 3(3.5) | | |
| 소 계 | 9 | 6(7) | |

| 구 분 | U-1 | U-2 | U-3 | U-4 | U-5 | U-6 |
|------------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|
| HEAD 가조립 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| BEARING 압입 | 1 | | | 1 | 1 | 1 |
| 전조정 | 4 | | 4 | 4 | 4(4.5) | 5 |
| 소 계 | 6 | | 5 | 6 | 5(5.5) | 7 |

SUB-LINE공정인원편성(LOWER-DRUM)

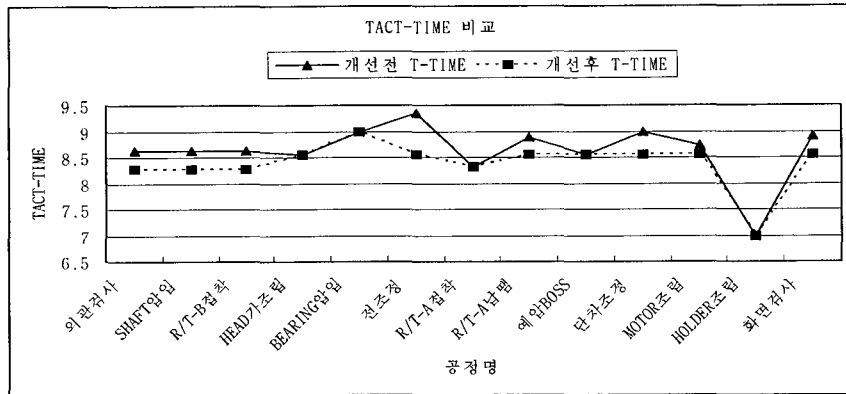
SUB - LINE 공정인원편성(UPPER-DRUM)

| 구 분 | PART-2 | | | PART-3 | | |
|--------------|--------|--------|-----|--------|--------|-----|
| | M-1 | M-2 | M-3 | M-4 | M-5 | M-6 |
| R/T-A 접착 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 납땀 | 4 | 2(2.5) | 4 | 4 | 3 | 4 |
| R/T SHIM 연산 | | | | | | 1 |
| 예압 BOSS | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| RUN-OUT 측정 | | | | | 1 | 1 |
| ASS'Y 검사 | | | | | | 1 |
| 절대조정 | 3 | | 3 | 3 | 2(2.5) | 4 |
| MOTOR 체결 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| HOLDER 체결 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| DRUM BASE 조립 | | | | | | |
| 화면검사 | 2 | | 2 | 2 | 2(2.5) | 2 |
| 외관검사 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 수리사 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 소 계 | 15 | 2(2.5) | 15 | 15 | 13(14) | 19 |

MAIN-LINE 공정인원편성

공수개선과 설비개선으로 인한 TACT-TIME 단축현황을 종전의 TACT-TIME 과 기존의 TACT-TIME으로 비교 설명한 것이 표10 이다. 공정설비의 고장으로 인한 라인정지로 인한 유실시간이 큰 공정의 설비일수록 당연히 TACT-TIME 단축의 효과도 크다는 것을 알 수 있다. 표10은 현재 당사에서 가장 많이 생산하는 기종을 대표기종으로 선정해 TACT-TIME 이 단축되는 현상을 보여주고 있다.

< 표 10 > TACT-TIME 단축현황



| SECTION 공정명 | SUB-LINE(L-DRUM) | | | SUB-LINE(U-DRUM) | | |
|----------------|------------------|---------|---------|------------------|-----------|------|
| | 외관검사 | SHAFT압입 | R/T-B접착 | HEAD가조립 | BEARING압입 | 전조정 |
| 개선전 T-TIME | 8.63 | 8.63 | 8.63 | 8.55 | 9.00 | 9.35 |
| 개선후 T-TIME | 8.26 | 8.26 | 8.26 | 8.55 | 9.00 | 8.55 |
| bal | -0.37 | -0.37 | -0.37 | 0 | 0 | -0.8 |

| SECTION 공정명 | MAIN-LINE | | | | | | |
|----------------|-----------|----------|--------|-------|---------|----------|-------|
| | R/T-A'접착 | R/T-A'납땜 | 예압BOSS | 단차조정 | MOTOR조립 | HOLDER조립 | 화면검사 |
| 개선전 T-TIME | 8.32 | 8.88 | 8.56 | 9.00 | 8.72 | 7.00 | 8.91 |
| 개선후 T-TIME | 8.32 | 8.55 | 8.55 | 8.55 | 8.55 | 7.00 | 8.55 |
| bal | 0 | -0.33 | -0.01 | -0.45 | -0.17 | 0 | -0.36 |

4. 결론 및 추후 연구과제

일반적으로 우리 산업현장의 대부분은 열악한 여건 속에서 정비에 대한 인식조차도 사후정비의 인식으로만 고정되어있어 산업현장의 관리자들도조차도 계획보전의 개념이 희박하다. 실제 산업현장에서 계획보전에 대한 많은 관심과 예산할당을 기대한다면 실제 이런 계획보전활동이 기업의 이익극대화와 비용최소화에 기여할 때에만 가능하다. 그러므로 설비에 대한 예방정비 및 사후정비를 단순히 고장이 발생해 라인을 빨리 재가동하는데 급급하지 않고, 회사마다의 특성에 맞게 활동을 단순화해서 지속적인 개선을 실시한다면 설비개선과 공정인원감축 나아가서는 TACT-TIME 단축에 의한 생산성 향상의 효과까지 볼 수 있음을 보았다. 설비고장 축소로 인한 유실금액 감소는 물

론이고 부수적인 이익의 증대까지도 볼 수 있음을 보았다. 향후에는 이런 계획보전에 의한 설비개선 및 공수절감 과 TACT-TIME 단축효과를 계획보전을 확대 했을 경우에 비용과 생산성증가의 효과와를 서로 연관 분석하여 기업이 실제 어느 정도까지의 계획보전으로 인한 효율성을 증대 할 수 있으며 또 이 경우 어느 정도까지의 계획보전이 적절한 수준인가를 비용과 수익성으로 환산해 적정수준의 계획보전수준을 설정 하는 것이 향후 연구해야할 과제다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 김용남, 자동화된 연속공정에 있어서의 설비보전에 관한 연구, 금오공과대학교, 1999
- [2] 노동부 한국 산업인력 관리공단, 설비관리이론, 1993
- [3] 심희중, 설비보전에 관한 연구, 부산대학교, 1971
- [4] 한국생산성 본부, 계획보전과 설비보전의 경제성, 1993
- [5] 한국생산성본부, 설비관리의 필요성과 TPM 의 개념, 1993
- [6] 함효준, 수익성 중심의 설비관리, 동현출판사, 2003
- [7] 최진호, 체계적 설비보전 수준향상을 위한 FMECA 활용사례 연구, 동국대학교, 2003
- [8] Palmer, Richard D, Maintenance planning and scheduling handbook, McGraw-Hill, 1999
- [9] Shahidehpour,M.,Phd / Marwali,M.,Phd, Maintenance scheduling in Restructured Power system, Kluwer Academic pub, 2000

저 자 소 개

양 두 진 : 한국 인천대학교 산업공학과 공학사
 한국 인하대학교 산업대학원 공학석사
 한국 인하대학교 대학원 산업공학과 박사과정
 한국 콘베어 공업 주식회사 생산관리부 근무
 현재 대우일렉트로닉스 주안공장 생산지원팀 생산관리 PART 재직중
 관심분야는 생산계획, 공정관리, SCM

이 창 호 : 한국 인하대학교 산업공학과 공학사
 한국 과학기술원 산업공학과 공학석사
 한국 과학기술원 산업공학과 공학박사
 현재 인하대학교 산업공학과 교수
 관심분야는 SCM, OR, 물류관리