

공정분석을 통한 부적합품 감소와 생산성 향상 연구

기영찬* · 강경식*

*명지대학교 산업경영공학과

A study on reduction of unsuitable products and productivity through the analysis on the process

Young-Chan Ki* · Kyung-Sik Kang*

*Department of Industrial Engineering, MyoungJi University

Abstract

The goals of enterprises are to use resources efficiently, minimize the costs or reduce unsuitable products with efficient process or production environment and take competitive advantages through efforts such as proper supply of good products, etc. so as to satisfy diversified customers and survive in rough competition. To reduce production costs, it's inevitable to make unsuitable products during the production in manufacturing process. Therefore, this researcher grasped LED assembly process and drew the results of productivity improvement through process analysis so as to improve productivity by process analysis.

Keywords : Process Analysis, Process Study, OPC

1. 서론

1.1 연구 목적

현대 생산 환경에서 대다수의 기업들은 국내외적으로 치열한 경쟁관계에 직면해 있고, 정해진 시간 내에 좋은 제품을 요구하는 고객의 욕구를 만족시키기 위해 최선을 다해야 하는 상황에 놓여있다. 다변화된 고객의 욕구를 만족시키고 어려운 경쟁 속에서 살아남기 위해서 기업이 필요로 하는 것은 자원을 효율적으로 이용하여 비용을 최소화거나 효율적인 공정과 생산 환경으로 부적합 품을 줄여서 좋은 제품을 적시에 공급하는 등의 노력을 통해 경쟁우위를 차지하는 것이다. 공정개선을 통해 향상된 품질로 경쟁우위를 차지하고 품질비

율을 감소시키는 것은 기업이 경쟁적인 환경에서 살아남기 위한 하나의 방법이 되었다. 제품을 생산하는 생산업체에 있어서는 전반적인 제품의 품질을 개선시키면서 자원의 효율적 사용 및 생산비용을 낮추는 것이 주요한 생산 전략 중 하나가 되었으며, 제조 공정에 있어 생산도중 부적합품이 발생하는 것은 현실적으로 불가피한 문제가 되었다. 이러한 재작업에 대한 높은 관심은 과도한 폐기비용을 부과하거나, 폐기물 처리에 대한 법령강화와 같은 정부 시책으로 인해 더욱 더 높아졌다.

이와 같은 문제들은 많은 비용과 시간을 소모하고 크게는 기업의 신뢰도에도 영향을 미치기 때문에 기업들은 이 문제들을 해결하기 위한 방법을 찾아내는데 많은 역량을 집중하게 되었다. 따라서 본 연구에서는 'S'사의 부적합품으로 인한 문제점을 개선하기 위한 하나

†Corresponding Author : Kyung-Sik Kang, Industrial and Engineering, Myoungji University, Yongin 449-728, Korea, E-mail : kangks@mju.ac.kr

의 방법으로 공정개선을 통해 부적합품률과 비용의 최소화, 그리고 나아가서는 생산성과 품질을 향상시켜보고자 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구의 목적은 'S'사의 부적합품으로 인한 품질비용 증가와 재작업으로 인한 대기시간 손실을 줄이고자 예방비용 차원인 공정개선을 통하여 보다 향상된 품질을 추구하고, 더 나아가 생산성 증대와 고객 만족을 위한 것에 있다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 1장 서론에서는 본 연구의 목적과 범위 및 방법을 기술하였고, 2장에서는 공정분석과 개선을 위한 활용도구인 OPC에 관한 이론적 고찰과 이를 통하여 공정개선 시 나타날 수 있는 부적합품률 감소와 생산성 향상과의 관계를 살펴보았으며, 3장에서는 본 연구의 대상이 된 'S'사의 대한 회사소개 및 제품 소개와 'S'사가 가지고 있는 제품의 문제점을 제시하고, 그 문제점의 해결을 위한 공정개선(OPC활용)을 통하여 도출된 공정을 실제 제품 생산에 적용 시켜 보고자 한다. 마지막 4장은 본 연구의 내용을 요약하며 도출된 결론을 논한다.

2. 공정 분석에 관한 이론적 고찰

2.1 공정분석의 개념

공정분석(Process Analysis)이란 공장에서 원료가 어떻게 가공조립·제조되어 제품으로 만들어지는 기를 알기 위해서 공정이라는 분석 단위를 정하여 공정 내에 직접 대상물이 투입되어 여러 경로를 거칠 때마다 가공 조건, 경과시간, 이동거리 등을 조사하는 분석방법이다.

공정분석에 있어서 공정의 순서, 부품의 흐름 등 전체를 파악하는 분석을 기본분석이라 한다. 기본 분석의 특징으로서 단순공정분석은 제품전체의 공정계열이나 상호관계를 표시하고, 총체적인 생산 방법을 파악하기 위한 분석이다. 또한 세밀 공정분석은 생산 방법의 개선이나 흐름작업의 편성 자료를 만드는 경우에 있어 세밀한 항목까지 조사하는 분석이다.

공정도시 기호는 5개(가공, 운반, 정체, 저장, 검사) 또는 4개(가공, 운반, 정체 또는 저장, 검사)와 보조도시 기호를 사용하고 있다.

2.2.1 생산성과 공정분석

생산성의 향상이 병행되지 않는 상황 하에서, 임금인상과 작업시간단축이 이루어진다면 이는 제품가격의 인상, 소비자 부담의 증가, 투자수익의 저하를 가져온다. 즉 제품비용이 증가됨에 따라 가격이 높게 책정될 수밖에 없으며 이에 따른 소비자의 구매력 감퇴는 기업수지를 악화시켜 투자의욕이 저하된다.

공정관리는 경영혁신, 창안, 연구를 통하여 산업체의 생산성 제고에 기여하는 학문이며, 이러한 관점에서 생산성과 가장 밀접한 관계를 가지는 산업공학의 한 분야이다.

생산 공정에 생산요소를 투입하여 산출된 생산재(Produced Goods)가 유형재인 때는 제품(Product), 무형재인 때는 서비스(Service)라고 불리며, 이때 생산성이 매우 중요한 과제로 등장한다.

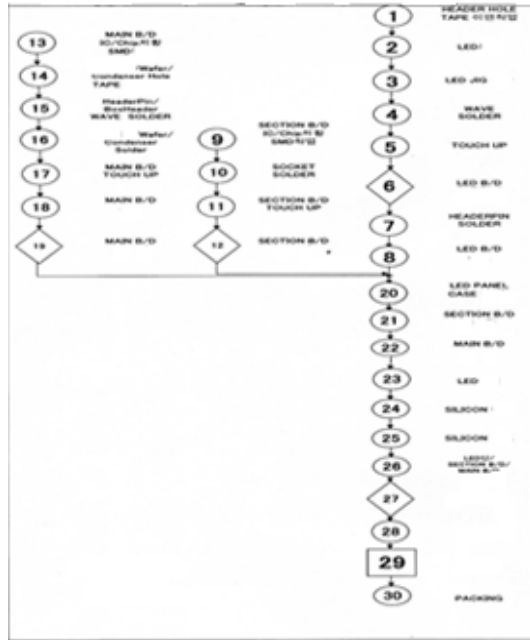
3. 공정 부적합품률 감소를 위한 공정(OPC)개선

S주식회사는 1999년 7월 10일 설립 되었으며 표시장치 사업을 추진하였다. 시작은 일본 후지쯔 기전(주) 전문 협력 회사와 계약하면서 시작하였다. 일본과 거래하게 되면서 그 해 8월 무역업 등록(한국 무역협회)이 이루어 졌으며 표시장치의 시작은 일본 야구장 전광판으로 시작이 되었다. 2003년 4월에 ISO9001:2000을 취득 하였으며 2004년 1월 (주)日"SELEX 설비 진단 SYSTEM의 제품을 유통하게끔 한국 총판점 계약을 맺었다. 2004년 11월 일본(주)이와자키 정보기기와 협력을 맺으면서 일본 도로 전광판에도 사업을 시작하게 되었다. 기존의 한 가지 표현만 되던 표지판에서 원하는 문구를 넣을 수 있는 표지판이 만들어 지게 된 것이다. 2005년 11월 제42회 무역의 날 100만 달러 수출의 탑을 수상 하였으며 고객의 변화에 빠르게 대응하여 맞춤형 표지판을 생산하는 업체이다.

3.1 현 공정 분석 및 문제점 제시

3.1.1 현 공정 분석

[Figure 1]는 현재 S사에서 생산되고 있는 전광판의 공정을 OPC를 이용해 나타낸 것이다.



[Figure 1] Current process diagram

위 [Figure 1]의 OPC에서의 각 공정을 간단히 정리하면 다음과 같다.

3.1.2 문제점 제시

S사에서 생산 공정 및 A/S 의뢰서 등을 검토해 본 결과 S사 전광관의 부적합을 보면 LED 점등 부적합과 방수 부적합, 충격 부적합, 토출 부적합, 스크래치 부적합, 전원 부적합, 회로 부적합 등으로 나타났다. S사의 전광관은 주로 일본 수출용이기 때문에 이러한 문제점은 A/S 비용의 상승으로 연결되며 부적합품으로 인한 작업 지연 역시 상당히 높아지는 것으로 나타났다. <Table 1>와 <Table 2>의 개선전 부적합수 표와 그래프를 보면 Dot 부점등이 제일 많은 문제점으로 나타났고 그다음으로 충격 부적합, 방수 부적합 순으로 집계되었다. 이 세 가지 부적합률은 전체 부적합률의 78.20%를 차지하고 있다. 본 연구에서는 이 세 가지 부적합품률을 집중적으로 줄이기 위한 공정개선을 실시하였다.

3.2 원인 및 개선안 도출

3.2.1 Dot 부점등

Dot 부점등이란 표시반의 주 부품인 LED가 작동하지 않는 부적합이다. 이런 부적합의 원인으로는 원자재인 LED의 부적합과 PCB 작업시 오삽, 역삽 등의 부적합 원인으로 인해 발생한다. LED 원자재 불량은 검사시 까지 발견해 낼수 없고 일정 시간 점등후 점등이 되지 않는 LED가 발생하기 때문에 실리콘 토출 작업 전과 후 2차례에 걸쳐 Aging Test를 실시하여 LED 부적합 유무를 검사한다. 또한 토출전 Jig를 이용한 LED 정렬시 불량 발생 할 수 있기 때문에 Aging Test 전으로 공정을 이동시킨다.

3.2.2 충격 부적합

제품 완성 후 납품처(일본)까지 운송하는 동안의 미세한 진동이나 일본 내의 약한 지진 등으로 인해 발생하는 부적합으로 이로 인해 화면 깨짐이나 LED 납이 부족한 부분의 접촉 부적합 등의 현상이 발생한다. 해결 방안으로 LED PCB와 SECTION B/D 결합 부분에 강한 접착테이프를 SECTION B/D의 이탈을 방지한다. 마지막으로 점등 상태에서 진동 Test를 통해 내구성과 냉납으로 인한 부적합 등을 발견해 낸다.

3.2.3 방수 부적합

옥외 부착 사용을 하는 경우가 많기 때문에 방수가 중요하다. 방수가 제대로 되지 않은 경우 PCB 부식이나 심한 경우 누전으로 인한 손실이 발생한다. 원인은 실리콘과 CASE간의 접착력 부족으로 인해 누수가 되는 현상과 CASE 내부로 물이 스며드는 현상으로 발생된다. 이러한 부적합을 해결하기위해 실리콘 프라이머 접착제를 이용하여 CASE와 실리콘의 접착성을 높이고 마지막에 CASE에 방수패킹을 부착한다.

3.3 비교 분석

그래프와 표를 보면 투입량의 증가(생산성 향상)와 부적합수의 전체적인 감소를 확인할 수 있다. 또한 집중 개선 대상이었던 세 가지 부적합 항목 역시 현저한 감소를 확인할 수 있다.

<Table 1> Introduction of process

No.	Process	Main contents
1	TAPE reverse-side work	Work not to take lead during the WAVE SOLDER work
2	LED circuit pack	Establishment of LED plate in circuit pack and insert of LED
3	LED JIG establishment	Work to fix LED plate of circuit pack before SOLDER work
4	WAVE SOLDER	WAVE SOLDER work
5	TOUCH UP	Elimination of the lead residual caused by SOLDER work(prevention of short)
6	LED B/D lighting test	Enforcement of LED lighting test(R-> G-> B-> W)
7	HEADERPIN SOLDER	Headerpin SOLDER work
8	LED B/D cleaning	Cleaning of LED B/D with cleaner
9	SECTION B/D SMD work	IC component SMD work
10	SOCKET SOLDER	SOLDER manual work
11	SECTION B/D TOUCH UP	Elimination of the lead residual caused by SOLDER work(prevention of short)
12	SECTION B/D test	External test, enforcement of movement test
13	MAIN B/D SMD work	IC component SMD work
14	TAPE reverse-side work	Work not to take lead during the WAVE SOLDER work
15	Header Pin/ Box Header WAVE SOLDER	WAVE SOLDER work
16	Adjustable resistance/Wafer/Condenser SOLDER	SOLDER manual work
17	MAIN B/D TOUCH UP	Elimination of the lead residual caused by SOLDER work(prevention of short)
18	MAIN B/D cleaning	Cleaning with cleaner
19	MAIN B/D test	External test, enforcement of movement test
20	Combination with LED plate CASE	Combination with Module Case
21	SECTION B/D combination	Combination with headerpin on the reverse side of Led plate
22	MAIN B/D combination	Combination with Section B/D
24	LED array	LED array with JIG before SILICON injection
25	SILICON injection	Injection of a certain quantity with discharger
26	SILICON dryness	Dryness in drying machine
27	Coating work	Work with coater for corrosion prevention
28	AGING TEST	Enforcement of LED lighting test(R-> G-> B-> W)
29	Louver assembly	Assembly of Module front rouver
31	Water-proofing test	Enforcement of water-proofing test by spraying water of certain pressure
32	PACKING	Packing with Air Cap

<Table 2> Current situation of productivity before improvement

Date	Inserting quantity	Quantity of good product	Quantity of bad product	Dot non-lighting	Power defectiveness	Water-proofing defectiveness	Shock defectiveness	Circuit defectiveness	Scratch	Discharge defectiveness	Productivity (%)
16.04.10	1300	1225	75	50	3	3	3	5	4	7	94.23
16.04.11	900	841	59	33	2	5	3	7	2	7	93.44
16.04.12	850	790	60	25	4	7	9	4	3	8	92.94
16.04.13	1000	935	65	37	1	6	6	6	5	4	93.50
16.04.14	1000	950	65	37	1	6	6	6	5	4	95.00
16.04.15	1200	1124	76	41	3	8	10	5	3	6	93.67
16.04.16	1350	1247	103	60	5	6	12	3	5	5	92.37
16.04.17	1100	1038	62	25	1	7	15	4	4	7	94.36
16.04.18	1050	992	58	32	0	6	9	5	6	2	94.48
16.04.19	1150	1087	63	35	2	5	9	4	3	5	94.52
16.04.20	1250	1175	75	46	3	6	10	5	2	3	94.00
16.04.21	1050	980	70	37	1	8	9	6	3	6	93.33
16.04.22	900	837	63	38	4	3	8	2	4	4	93.00
16.04.23	1400	1297	103	55	2	7	17	6	5	11	92.64
16.04.24	1500	1391	109	63	5	5	13	4	6	13	92.73
Total	17000	15909	1016	599	38	86	143	69	60	92	93.58

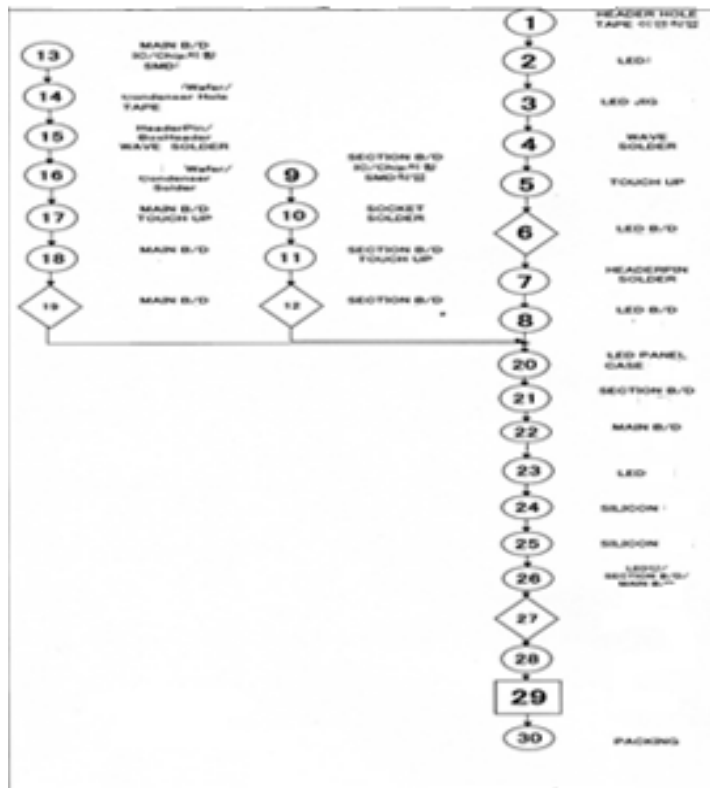
<Table 3> Current situation of productivity before improvement

Date	Inserting quantity	Quantity of good product	Quantity of bad product	Dot non-lighting	Power defectiveness	Water-proofing defectiveness	Shock defectiveness	Circuit defectiveness	Scratch	Discharge defectiveness	Productivity (%)
16.06.05	1600	1538	62	37	3	3	3	5	4	7	96.13
16.06.07	1500	1454	46	22	1	5	4	5	3	6	96.93
16.06.08	1450	1403	47	16	2	6	9	4	3	7	96.76
16.06.09	1550	1497	53	25	3	4	7	5	5	4	96.58
16.06.10	1800	1753	47	18	1	5	10	4	5	4	97.39
16.06.02	1450	1375	55	24	2	8	7	5	4	5	96.21
16.06.13	1450	1371	59	29	0	6	8	5	6	5	95.93
16.06.14	1550	1503	47	16	0	6	11	4	4	6	96.97
16.06.15	1600	1549	51	28	2	5	4	5	5	2	96.81
16.06.16	1400	1346	54	27	2	4	7	4	5	5	96.14
16.06.17	1550	1496	54	26	4	7	7	5	2	3	96.52
16.06.09	1500	1433	67	37	4	7	5	6	3	5	95.53
16.06.20	1300	1249	51	22	5	7	7	2	4	4	96.08
16.06.21	1400	1344	56	25	2	4	5	5	8	7	96.00
16.06.22	1400	1347	53	30	3	3	2	4	6	5	96.2
Total	22500	21615	802	382	34	80	96	68	67	75	96.07

개선 전과 개선 후를 비교해 보면 확연히 감소한 모습을 확인 할 수 있다. Dot 부점등 제거를 위한 Aging Test를 공정에 추가 한 후의 공정 분석에서 Dot 부점 등의 부적합률은 47.63 % 로 나타났다. 이는 공정 개선 전인 55.11%에 비해 7.48% 감소한 수치이다. 두 번째로 높은 부적합률을 나타냈던 충격 부적합은 LED PCB와 SECTION B/D 결합 부분에 강한 접착테이프를 사용한 공정과 진동 Test를 통하여 부적합률을 11.97%로 종전 13.43%에 비해 1.46%정도를 낮추었다.

마지막으로 방수 부적합은 실리콘 프라이머 접착제 사용과 방수패킹 부착을 통해서 개선 전 105개였던 부적합 수를 80개 까지 끌어 내리는데 성공하였다. 또한 이러한 공정개선을 통해서 투입된 생산량이 향상 되었고 투입량에 비교하면 기타 다른 부적합에 관한 내용도 동반 개선되었음을 확인할 수 있다.

[Figure 2]은 공정분석을 통해 개선된 공정을 나타낸 것이다. 여러 공정이 추가됨으로써 부적합품률을 줄일 수 있었다.



[Figure 2] Process diagram after improvement

4. 결론

본 연구는 공정분석을 통해 생산성을 향상시키고자, 현재 S업체의 많은 문제점을 발생하는 LED조립공정을 파악하여 공정분석을 통한 생산성 향상이라는 결과를 도출 하였다.

첫째 불필요한 공정의 제거 또는 결합하여 공정분석을 재배치 하였다. 그 결과 LED 조립공정에서 불필요한 과정을 제거하여 그에 따른 불필요한 작업을 줄일 수 있었다.

둘째, LED 조립 후 발생하는 여러 문제점을 줄이기 위해 2차례에 걸쳐 Aging Test를 실시하여 LED 부적합 유무를 검사 한다. 또한 토출 전 Jig를 이용한 LED 정렬시 불량 발생할 수 있기 때문에 Aging Test 전으로 공정을 이동 시켰다.

셋째, 제품 완성 후 납품처(일본) 까지 운송하는 동안의 미세한 진동이나 일본 내의 약한 지진 등으로 인해 발생하는 부적합으로 이로 인해 화면 깨짐이나 LED 납이 부족한 부분의 접촉 부적합 등의 현상이 발생한다. 해결 방안으로 LED PCB와 SECTION B/D 결합 부분에 강한 접착테이프 로 SECTION B/D의 이탈을 방지 한다. 마지막으로 점등 상태에서 진동 Test를 통해 내구성과 냉 납으로 인한 부적합 등을 발견해 낸다.

넷째, 옥외 부착 사용을 하는 경우가 많기 때문에 방수가 중요하다. 방수가 제대로 되지 않은 경우 PCB 부식이나 심한 경우 누전으로 인한 손실이 발생한다. 원인으로 는 실리콘과 CASE간의 접착력 부족으로 인해 누수가 되는 현상과 CASE 내부로 물이 스며드는 현상으로 발생된다. 이러한 부적합을 해결하기위해 실리콘 프라이머 접착제를 이용하여 CASE와 실리콘의 접착성을 높이고 마지막으로 CASE에 방

수패킹을 부착한다.

이 처럼 위의 개선안을 실시 후 부적합수는 줄고 생산성을 높이지게 되었다.

5. References

- [1] Hwang Hak, (1992), "Work management theory", Youngjimunhwasa.
- [2] Im Myung-jun, (2003), "Modern process management theory", Hyungsul publishing company.
- [3] Park Dong-yun, (2004), "DBR management considering facility synthetic efficiency and defective rate for improvement of productivity", Hanyang Univ., Master's thesis.
- [4] Myung Ea-hwan·Park Young-hyun, (1999), "Process management story", Minyoungsa.
- [5] Kim Seung-ho, etc., (2004), "Modern process management", Hanol publishing company.
- [6] Benjamin Niebel, (2003), "Work management", Hankyungsa
- [7] Park Sung-hyun, (2005), "Statistical process management", Minyoungsa.
- [8] Jung Hae-un·Jung Hae-du, (2006), "Practical work of statistical process management", Minyoungsa.

저 자 소 개

기 영 찬



현재 명지대학교 산업경영공학과 박사 과정중.

태은물류 재직 중.

관심분야 : 물류관리

강 경 식



인하대학교 산업공학과에서 학사석사박사와 연세대학교경희대학교에서 경영학 석사박사 취득. North Dakota State Univ.에서 Post-Doc과 Adjunct Professor 역임. 현재 명지대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중. 주요 관심분야는 생산관리, 물류관리, 안전경영 등이다.