

제조상의 결함 예방대책

PLP on Production Stage



글 / 劉在權
(Yoo, Jae Kwon)
공장관리기술사, 공학박사,
중소기업 진흥공단 품질연수실장.
E-mail: yjk@sbc.or.kr

제조물책임(PL) 법이라는 법률제정으로 소비자의 권익은 크게 향상되었지만 품질안전에 자신이 없는 제조기업들은 경쟁력이 낮아질 것을 우려하고 있어 그 대응책에 많은 고민을 하고 있으며 구체적인 방향을 잡지 못하고 있는 실정에 있으나 '위기는 곧 기회'란 말과 같이 고객에 더욱 가까이 다가가 고객을 이해하고 고객중심으로 제조한다면 제품의 우수성이 확보되고 경쟁력도 높아져 시장에서 살아남을 수 있을 것이다.

PL의 대처방안 중 가장 중요한 사실은 설계나 제조부문에 대응하는 전략이다. 즉 PL에 대한 대응은 처음부터 결함이 없는 안전한 제품을 만들어 사고를 미연에 방지하는 것이 최선책이다. 이를 위해서는 최고 경영자에서부터 제조, 설계, 판매 등에 관여하는 사원에 이르기까지 기존의 인식과 발상을 전환하여 전사적인 차원에서 소비자의 안전을 지속적으로 추구하여 제조해 나간다면 PL 대응은 수월하게 이뤄질 수 있다.

제조상의 결함이란 제조공정에 불량인 재료가 들어갔거나, 가공 및 조립작업에 실수가 있었거나 하는 등의 원인에 의해 제조가 설계 사양대로 만

In order to PLP on manufacturing companies must be using JIT because they have to respond quickly to different customer demands.

Fool Proof system is targeted at the process design stage in an attempt to eradicate mistakes.

In the industrial environment the product activities are recorded and cope with incidents.

들어지지 않아 안정성이 결여된 경우이다.

제조상의 결함을 완전하게 제거하는 것이 결코 용이한 일이 아니지만 다행히 제조상의 결함을 제거하기 위해 SQC, TQC에서부터 근래에는 ISO 9000, 6시그마, 싱글 PPM 등 품질경영(QM) 활동이 추진되고 있어 이러한 활동만 잘 이루어진다면 PL에 크게 문제가 되지 않을 것으로 본다.

제조상의 결함에 대한 대처방안으로 JIT(Just In Time)에 의한 적기 납품으로 결함 시 조기 대응할 수 있고, 현장 혁신에 의한 최적의 현장시스템 운용과 Fool Proof시스템의 활용으로 인간의 실수를 최소화하도록 하며, 고객중심의 품질관리를 위한 6시그마기법활용과 문서화와 기록관리에 의한 대응전략과 협력업체에 대한 검사 및 지도관리 등이 체계적으로 이루어질 수 있도록 하여 설계에서 의도한 대로 제작함으로써 제조상의 결함을 최소화할 수 있을 것이다.

1. 제조물책임 시대에서의 현장관리

먼저 제조공정에 있어서 제품의 안정성을 손상시킬 가능성이 있는 모든 원인을 밝혀내어 보다 바르게 작업할 수 있도록 해야 한다.

‘알고 있었지만 이렇게 하면 더 싸게 먹히기 때문에’ 또는 ‘더 나아 보였기 때문에’ 알고 있으면서 의도적으로 설계대로 제작하지 않는 경우도 있지만, 알고는 있었으나 실수로 설계에서 의도한 대로 제작되지 못하는 경우가 있다. 의도적인 경우의 예는 철판 두께를 10mm강판을 써야하는 것으로 설계도면에 제시되어 있는데 원가절감을 한다고 8mm를 사용했을 때, 또 의류 제조업체에서 아동용 나이트가운에 가연성 리본을 설계의 동의 없이 예쁘다는 이유로 부착하여 사고가 발생하는 경우일 것이다. 안전하고 옳은 작업 방법을 알고 있으면서도 자신과잉이나 또는 직장 분위기로 ‘하지 않았기 때문’도 사고 발생 시 결함이 된다. 결함을 만들게 하는 여러 가지 작업미스는 현장에서는 알고 있으면서도 실수를 저지르는 경우가 대부분이다. 그 외 의도적이 아닌 경우는 설비나 작업환경, 작업자 피로 등의 조건으로 ‘할 수 없기 때문’과 종업원 교육 부족으로 ‘몰랐기 때문’으로 구분 할 수 있다.

1.1 JIT 생산방식

전사적 차원에서 소비자의 안전 확보를 위한 프로세스가 정착된다면 결함을 만드는 원인을 살펴보고 그러한 결함을 없애기 위해서는 한 개 흐름 방식의 JIT시스템을 실현해 나가야 하며 이를 위한 기본 원칙이 적용되어야한다. 통계적 품질관리 기법인 샘플링 검사를 just-in-time 개념으로는 믿을 수가 없기 때문에 전수검사를 행하여 결함을 제로를 확보할 수 있는 완전한 방법을 고안해야 한다.

미국의 자동차회사에 비해 소수의 모델을 대량 생산하여 경쟁력을 유지하던 일본의 자동차는 도요타가 간판시스템을 도입함으로써 다양한 모델을 소량 생산하더라도 경쟁력을 유지할 수 있게 되었다. 주문은 모델의 생산시간에 정확히 맞추어 부품이 공급되는 적시생산시스템이 활용되고 CAD/CAM을 이용한 유연생산체제(Flexible Manufacturing System : FMS)와 금형을 바

꾸는데 단 3분밖에 걸리지 않는 방식을 고안해냄으로써 현재는 미국의 포드보다도 다양한 모델을 훨씬 효율적으로 생산하고 있다. 즉시 소비자의 의견을 피드백 하여야 하며 이를 위해서는 흐름 생산방식으로 만듦과 동시에 소비자로부터 의견을 즉시 청취할 수 있어야 결함을 줄일 수 있다.

1.2 지속적 개선

2000년 ISO 9001 개정규격의 특성 중 하나는 고객 만족의 수단으로 지속적인 개선을 강조하고 있다.

지속적 개선 사항은 QS-9000 4.2.5.1항에서도 ‘공급자는 모든 고객에게 이익을 주는 품질, 서비스(시기, 인도를 포함) 및 가격을 지속적으로 개선하여야 한다’고 언급되어 있는 바와 같이 공급자는 모든 고객에게 이익을 줄 수 있도록 치수, 재료, 외관, 성능과 같은 어떠한 제품의 특성 분류로부터 파악될 수 있는 특별 특성에 대하여 최우선 순위로 개선하여야 한다.

공급자는 안정성, 합격 가능한 능력 및 성과를 실증해 왔던 프로세스에서의 지속적인 개선을 위한 우선적인 조치계획을 개발하여야 한다. 공급자는 적절한 지속적 개선조치 및 방법론에 대한 지식을 실증하여야 하며 적절하게 그러한 것을 사용하여야 한다.

미국 IQS사의 J. Cechat는

- 1단계 : 우리의 현재 상황
- 2단계 : 우리의 가고자하는 목표
- 3단계 : 그 사이의 Gap에 대한 분석
- 4단계 : Gap을 없애기 위해 어떠한 전략과 목표를 수립할 것인가
- 5단계 : 이를 실천에 옮기고 지속적인 모니터링으로 구분한다.

1.3 표준의 준수 및 개정

현장의 모든 작업은 고객의 요구사항에 부합되도록 표준화하여 문서화하고, 실행 및 유지하고 지속적으로 개선하여야 한다.

작업표준의 정착을 효과적으로 실행하기 위해서

토요타사는 '작업표준은 작업자를 위하기보다는 감독자를 위해 필요하다.'고 말하고 있듯 감독자는 작업표준과 작업자의 실제 작업상태가 상이한 지 항상 관리해야 한다. 작업표준은 기초적인 것부터 상세하게 도표나 그림을 통하여 표현되는 것이 좋으며 개별보다는 공통적 사항이 기록되어야 한다.

작업표준을 준수하지 않는 이유 중에는 '옳은 방법을 모르기 때문에', '옳은 방법을 할 수 없기 때문에', '옳은 방법을 알면서도 하지 않기 때문'으로 분류 할 수 있는데 이중 '옳은 방법을 모르기 때문에'가 대부분을 차지하고 있다. 모르는 경우는 가르치지 않았거나, 가르쳤으나 잊었기 때문인 것으로 나타나, 작업 표준을 갖추었다해도 준수할 수 있도록 지속적으로 교육해야만 한다.

'표준은 퇴보도 없지만 진보도 없다'는 약점을 보완하기 위해 개선활동에 의해 얻어진 최적조건을 표준서류로 빠르게 끊임없이 개정하여야 한다.

1.4 기계설비 및 장치 등의 관리

기계설비와 같은 자본재의 구입은 설비 투자계획에 의거하여 거래처 정보를 이용 견적의뢰서를 선정하고 설비투자의 목적이나 내용을 견적 의뢰하는 것부터 시작한다. 신뢰 할 수 있는 기계설비업자의 선정과 계약 시에 안전성의 확인, 계약상의 보증내용, 필요한 경고표시와 명확한 취급설명서, 사고나 고장이 발생했을 때의 신속한 A/S와 정확한 처리 등에 충분한 주의를 기울여 구입하는 것이 PL대응이라고 할 수 있을 것이다. 특히, 기계설비의 가동 중 결함제품의 발생가능성에 유의하도록 하여야 하며, 보수계약, 소프트웨어 관리계약, 쓰기 편하고 알기 쉬운 취급설명서 등 설비 보전의 대응이 중요하다. 이러한 대응은 TPM(Total Productive Maintenance : 전사적 생산성 향상을 위한 설비관리)에 의거 전사원이 동참하여야 한다. 모든 설비는 감성공학에 연계하여 활용하고 취급 설명서는 회사의 기술 표

준으로 관리하며 현장에는 필히 비치하여야 한다.

2. 결함을 위한 Fool Proof시스템의 활용

ISO 8402: 1997에서 품질의 정의를 '고객의 명시적 요구 및 묵시적 요구를 충족시킬 수 있는 특성의 전체'로 언급하고 있다. 여기서 묵시적인 요구는 고객이 알지 못하거나 알고도 실수를 저지르는 것까지도 제조자가 충족시켜야 한다는 것을 의미한다. 즉 '인간은 실수를 저지르는 동물이다'라는 것을 인정하고 작업자의 부주의에 의한 결함을 Zero화 한다는 것은 한계가 있으므로 점차 그러한 것을 감안한 제품이나 기계설비를 많이 활용해 나가야 PL에 대응할 수 있다.

검사를 엄격히 해서 결함을 보증하려는 생각을 갖기 쉬우며 그렇게 하기 위해서는 검사원을 많이 두게 되는 경우가 많은데 이런 방식보다는 처음부터 결함품을 만들지 않는 길이 최상이라고 보아야 할 것이다.

Fool Proof시스템이란 인간의 과오나 실수를 제거하는 시스템으로 규제장치(가공품 내지는 공정의 이상 혹은 차이를 탐지하고) 정지장치(라인을 멈추고), 신호장치(작업자에게 주의를 촉구하기 위하여 부저를 울리거나 램프를 점등한다)를 이용하여 이상이 발생되었을 때 예지하거나 검지하여 즉시 Feed Back을 행하고 조치를 취할 수 있게 하여 전수확인에 의거 결함을 제로화 시키는 것이다.

건널목 사고방지 대책으로 가장 안전한 방법은 무엇일까? 건널목 사고를 일으키지 않도록 통행하는 사람이나 자동차에 위험을 알리는 표지를 달거나 유인 건널목도 부주의에 의해 사고가 발생되기 마련이다. 경보장치나 자동차단기도 보행자의 잘못으로 또는 자동차단기의 오동작으로 사고가 발생하게 된다. 그렇다면 가장 바람직한 방법은 무엇일까?

그것은 고가도로, 입체교차로 등으로 실수가 생기지 않도록 근본적으로 차단시키는 Fool Proof System 방식이다. 모든 Fool Proof System 방식은 'Simple is best' 이어야 하며 이것이 PL대처의 지름길이다.

우리 주위에서 볼 수 있는 Fool Proof 응용 사례를 살펴보면 선풍기 카바에 손을 대면 자동적으로 정지한다던가, 석유스토브가 넘어지기 전에 자동적으로 불이 꺼진다던가, 자동차의 방향표시 깜박이 등이 역 핸들에 의거 자동적으로 꺼진다 등으로 PL에 대처하고 있다.

'혜엄을 잘 치는 사람은 물에 빠져 죽고, 말을 잘 타는 사람은 말에서 떨어져 죽는다'는 '회남자'의 말처럼 능력을 과시한 나머지 주의를 소홀히 하여 큰 화를 면치 못하는 것을 경계해야 한다. 결함의 대부분은 방심에 의한 인간의 실수에 기인하는 것으로 그 요인도 다양하여 ① 무의식 ② 다른 곳에 신경 집중, 주의 산만 ③ 체력 조절 불균형, 피로 ④ 경험부족 ⑤ 외부로부터의 영향 ⑥ 가정문제 등으로 나타나고 있다. 작업을 안전하고 실수하지 않고 확실하게 수행하기 위하여 작업공정의 요소요소에 위험과 실수를 범할 소지가 있는 포인트에 오판단, 오조작, 오작업에 의한 사고를 방지하기 위해 동작과 물적 상태를 확인한 후 손가락으로 확인대상을 가리키면서 'oooo좋아!' 라고 외쳐 그 안전성과 정확성을 확인하는 지적훈련이 있다.

이렇게 작업 중에 지적확인을 하면 아무 것도 하지 않았을 때보다 작업에 대한 위험도가 약 6배정도 낮다고 일본의 한 연구소에서 실험을 통하여 지적하였다.

QS-90004.2.3.6(품질기획-실수방지)에서도 '공급자는 공정, 설비, 장비 및 치공구의 계획 동안 적절한 실수방지 방법론을 이용하여야 한다.'고 언급하였듯, 표준작업표에 의거 작업을 하여야 함에도 깜빡 잊고 실수에 의해 결함을 발생시키는 경우에는 그 원인을 '실수방지' 차원에서 검토되고 개선될 수 있도록 시스템화하여야 한다.

제품 설계자는 각 공정상의 결함이 도사리고 있는 문제점을 파악하여 그 공작물의 특성(치수, 무

게, 형상 등), 공정 특성 등에 따른 장치를 적절하게 구상해야 한다.

Fool Proof 장치를 설계하는데 있어 제품이나 공정의 특성에 따라 ① 가이드 핀이나 가이드 판 활용 ② 램프나 부자의 활용 ③ 전용치구의 활용 ④ 카운터의 활용 ⑤ 체크 시트 활용 등과 같은 장치가 활용되고 있다.

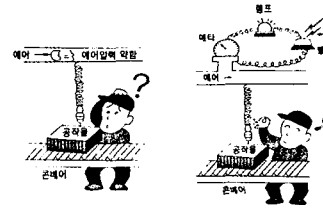
예1) 도면을 보고 24개의 다수점 단자판에 전선을 접속하는 경우 전선의 종류와 전선의 색이 많아 실수로 잘못 접속시켜 결함을 발생시키는 경우가 많아, 실수방지 장치를 도면 대신 활용하여 색깔을 표시한 가이드 판을 단자판 위에 올려놓고 작업하는 것으로 개선했을 때의 작업성 차이를 120명을 상대로 시험해 본 결과 <표 1>에서와 같이 결함율과 생산성이 판이하게 다를 수 있다(단, 색맹은 제외하였음).

<표 1> 실수방지장치 활용시의 작업성과 분석

도면사용		도면대신 가이드판을 활용	
결함률	작업시간	결함률	작업시간
1.8%	82초	0%	48초

이는 문자를 읽는다는 것과 색깔에 의한 시각적 차원은 인간의 긴장감을 덜게 하기 때문이다.

예2) 에어 압력이 높아서 사고의 위험이 따를 경우 에어 압력이 20kg/cm² 이상시 압력계에 마이크로 스위치를 설치하여 램프에 불이 들어옴과 동시에 벨이 울려 가동이 정지 되도록 한다.



개선 전

개선 후

3. 제조물책임시대에서의 품질관리

제조업자는 "품질관리를 위해 회사규격과 업계 관행을 충실히 지키고 있다"고 주장하지만 이러

한 항변은 사실은 아무런 방어수단이 되지 못한다. 왜냐하면 배심원이 제품결함을 발견하게 되면 그 동안의 품질관리에 대한 노력은 아무런 의미가 없게 되기 때문이다.

3.1 시정보다는 예방조치 차원의 대책

'1온스의 예방약은 1파운드의 처방 약보다 낫다.' 는 말이 있다.

PL대응에 있어서 안전기업의 이미지를 제고하는 것이 대표적인 적극적 대처방안이기 때문에, 소극적 방어보다는 적극적인 예방활동이 궁극적으로 바람직할 수 있다. 제조회사의 잘못된 작업은 교정하거나 재 작업하는데 있으며 이는 판매액의 25%를 허비한다고 한다. 예방조치(preventive action)는 잠재적인 사고 또는 기타 바라지 않는 상황의 원인을 제거하여 사고발생을 방지하기 위하여 취하는 조치이고, 시정조치(corrective action)는 발생한 사고 또는 기타 바람직하지 않은 상황의 원인을 제거하여 재발을 방지하기 위하여 취해지고 있는 조치이다.

맨 처음부터 올바르게 하라(Do it right the first time : DIRFT)' 라는 미국의 크로스비에 맡은 ZD(Zero Defect)를 제창한 이래 지금까지도 슬로건으로 사용되고 있는데 이 'Do it' 이 요구조건(무엇을 : what), 'the first time' 이 사전 방지, 'right' 가 달성기준(ZD)을 나타내고 있다.

품질은 '검사되는 것' 일 수는 없는 것이며 프로세스에서 만들어 넣어야 되며 검사보다는 예방에 의한 관리를 해야 한다. 따라서 이상적인 검사는 무검사이다.

3.2 6시그마기법을 활용하라

제품이 품질 목표에 얼마나 접근한 것인지를 나타내는 통계적 척도로 6시그마가 있는데 이는 백만개당 3.4개(3.4ppm)의 결점을 뜻한다.

미국의 모토롤라사에서 6시그마운동이 정착단계에 있다고 하고 우리가 경쟁상대로 삼아야 할 세계의 우수 기업들은 이제 PPM의 개념에서 벗어나

PPB(Parts Per Billion)의 개념을 도입하려 하고 있는데 이는 불량률을 단위가 10억 분의 1로 바뀌고 있다는 것을 의미한다. 1988년 11월 모토로라가 제1회 맥콤 볼드리지 국가 품질 상을 수상하고 "6시그마 품질혁신"을 추진한 1987년부터 1992년 사이의 5년간 무려 32억 달러의 비용이 절감되었다.

6시그마에서의 프로세스와 품질개선을 위한 DMAIC 기법 즉 D : 정의(Define), M : 측정(Measure), A : 분석(Analyze), I : 개선(Improve), C : 통제(Control)의 과정을 PL 대응을 위해 활용해 나가야 한다.

4. 제조물책임시대에서의 검사 및 문서관리

영업부문과 애프터서비스 부문에서 대상제품에 관한 과거 또는 타사의 클레임 기록이 남겨져 있는 경우가 있다. 이것들 중 실제로 PL관련 사고가 됐던 것은 물론, 비록 문제가 심화되지 않았으나 위협하게 느껴졌던 것을 모아 검토·분석하여 문서화한다면 나중에 증거자료로 활용할 수 있다.

4.1 PL대응과정의 문서화

지금까지 언급한 기업의 모든 PL준비과정이나 생산 활동에 대하여는 반드시 문서화되어야 하는데 이 문서들은 PL소송이 발생했을 경우 가장 결정적인 증거자료가 되기 때문이다.

제조물책임은 사후적인 손해배상의 개념이기 때문에 법정 소송을 거치는 경우가 많다. 따라서 모든 PL대응활동을 위해 문서화해야 한다. 기업은 법정으로까지 문제가 비화됐을 때를 상정해 소송 대상업체는 제품의 무결함을 입증할 자료를 갖춰야 하며 이를 위해서 업체의 모든 PL대응활동이 문서화돼야 하는 것은 기본이다.

4.2 제조물책임시대에서의 협력업체관리

최종 완제품에 대한 책임을 지고 있는 완성품업체는 국내외 부품 협력업체의 PL 대응수준까지도 염두에 두어야 한다. 이 때문에 완제품업체가 협력업체의 PL 대응체제구축을 지원하는 것이 바람직하다.

원자재·부품업체에 대하여 PL예방대책의 실시가 불가결한 요소가 되는 관계로, 구매를 실시하는 기업 입장에서는 지정된 부품을 납입하는 원재료·부품업체에 대하여 업체 특성에 맞는 관리계획의 수립과 제품안전 확보를 위한 관련 표준·규격의 재정비를 통한 제·개정과 그 실시의 확인 등을 시행 할 필요가 있다. 수입검사는 필요 최소한의 확인 검사로 끝내는 것이 이상적이지만, 이 경우 납품업체와의 장기적인 신뢰 관계 하에서 납품업체의 수준 높은 품질관리가 전제로 된다. 이를 위해서는 지속적인 품질관리의 지도, 품질문제에 대한 시정·예방조치의 피드백, 사내 전문가 파견을 통한 기술수준의 향상 등의 대책이 필요하게 된다.

협력업체의 평가는 우선 자격수용 기준을 세우고, 승인된 협력업체의 등록(기록)절차를 유지하고, 평가수준을 결정하며, 변경사항에 대한 관리를 철저히 해야 한다.

5. 기타 예방대책

5.1 제품안전 대책을 추진하는 전사적체제의 구축

화이젠바움이 말한 “TQC는 모든 사람의 업무이다(Everybody’s Job) 따라서 누구의 업무도 아니다(Nobody’s Job)”는 말과 같이 PL에 대응하기 위하여 모든 활동의 담당조직을 명확화하고 전사적 참여 속에서 관련 부서의 적극적인 협조 하에 추진해 나가야 한다. 기업에 요구되는 제품안전 대책이란, 우선 제품의 기획·설계, 제조 단계는 물론, 제품을 시장에 제공하고 나서 폐기되기까지의 기간의 안전성을 확보하는 것이고, 또 불행하게도 제품의 결함에 의해 사고가 발생했을 경우에는 신속·확실한 피해구제 대책을 시행해야 할 것이다. 품질관리부서와 담당직원 등과 같이 일부만 알고 있어서는 곤란하고 전사원이 모든 PL을 알 뿐만 아니라 숙지하고 매일 정상업무 속에 점검해야 한다. 이에 따라 기업은 모든 제조과정을 실명제로 운영하는 것도 좋은 방법이다. 특

히, 최고경영자가 PL의 중요성을 인식하는 것이 무엇보다 필요하다. 최고경영자의 의지에 따라 회사전체의 PL대응이 달라지게 되기 때문이다.

5.2 종업원의 인식 및 이해 부족에 대한 교육

조직은 목표를 달성하기 위해 모든 직원들의 개발 필요성을 분석해야 하며, 그들을 위한 교육훈련 계획을 설계해야 한다. 품질경영은 교육으로 시작하여 교육으로 끝난다고 할 수 있다. 궁극적으로 기업의 능력은 그 조직에 종사하는 사람의 능력에 따라 좌우된다. 그리고 사람의 능력은 교육과 훈련에 의해 배양된다. 이러한 교육의 실천여부는 오로지 경영자의 의지에 달려있음을 깨닫고 전 사원의 지속적인 참여를 유도해 나가야 한다.

5.3 PL만족도 조사 실시

기업이 가장 준비를 확실하게 하는 방법은 ‘모의 시험(simulation)’을 치르는 것이다. 즉 실제 PL 관련 분쟁이 일어났다고 가정하고 그에 대해 처음부터 끝까지 대처를 해보는 것이다. 모의테스트 과정 속에 발생한 여러 가지 문제점들을 개선하고 피드백해야 한다. 이런 과정을 여러 번 거치는 동안 본 시험은 쉽게 치러낼 수 있어 양산 작업에 앞서 시작업에 의거 고객의 소리를 들을 필요가 있다. 고객의 마음 속에 존재하는 만족과 불만족의 요소를 지수화하여 PL만족지수(PLI: Product Liability Index)를 산출한다. 이 지수는 기업이나 상품별로 상대 비교함으로써 자신의 기업이 현재 어느 위치에 있고 개선점은 무엇인지 파악할 수 있다. 이런 과정 중에는 고객이 만족하는 상품과 서비스, 기업이미지를 계획하는 PLAN단계, 계획에 따라 실시하는 DO단계, 실시결과에 대해 정기적이고 계속적으로 확인하는 CHECK의 단계가 있어 문제점 개선 조치의 ACTION단계가 뒤따라야 하며 이는 다시 계획단계로 이어지는 피드백·사이클을 거치게 된다.

(원고 접수일 2002. 9. 10)