PL대응시스템 진단기법

On the Diagnostic Methods for the Product Liability Management System

김종걸 *, 빈성욱 *

Abstract

There are various types of PLM(product liability management) according to corporation management level. It is necessary to develop diagnostic methods and application systems for PLM as well as to establish an efficient PLM system.

This paper aims to propose a PLM system which can be applied to product with high-reliability and high-safety, and diagnostic methods for PLM based on AHP , and also show an empirical application of the proposed PL management system for Auto Test Robot System of the Mobile Phone (EVT 4320).

Keyword : PL, Safety, Reliability, Risk, AHP

1. 서 론

제조물책임에 대응하는 시스템의 형태와 수준은 기업별로 다양하다. 효율적인 PL대응시스템을 구축하기 위해서는 먼저 이를 진단하는 제반기법과 이의 응용체계가 선결되어야 하는데 무수히 많은 기법들 중 어느 것을 활용할 것인지에 대한 명확한 규명이 없는 실정이다. 또한, 현대사회에서 기업이 생존하기 위해서는 동종기업보다 월등한 기술력을 보유하고 제품의 성능, 디자인, 편리성 등에서 보다 발전된 기술을 끊임없이 시장에 내놓아야한다. 이를 태만시하거나 외면하였을 경우에는 기업의 수명이 내일을 보장할 수 없을 만큼 위기에 빠질 수도 있다.

최근 국내에서 신제품개발의 패러다임이 변해가고 있다. 기존의 기능품질 우위사고에서 안전성 품질을 필수적으로 확보하는 개발사고로 제품개발 개념이 바뀌어 가고 있다는 것이다. 이제는 안전성이 확보되지 않은 제품은 자국내 판매뿐만 아니라 수출도 거의 불가능 해지고 있는 현실이다.[1][2]

본 연구에서는 각 진단 기법들의 장단점 비교를 통한 PL대응 진단기법 선정 시 계층분석적 의사결정(AHP: the analytic hierarchy process)법으로 적합한제품의 대안으로 활용하여 제품개발초기부터 리스크를 제거 하고 높은 신뢰성과 안전성을 갖춘 제품을 설계할 수 있도록 PL대응시스템의 진단체계를 제안하며 우리 기업이 실질적으로

* 성균관대학교 시스템경영공학부

적용하고 경쟁력을 갖추는데 도움이 되도록 하고자 한다.

2. PL대응시스템 분석기법

2.1 제품/Process 안전을 위한 수명주기별 리스크분석기법

제품 안전을 검토하는데 있어서 가장 기본이 되는 사항의 하나가 위험 분석이다. 위험 분석이 충분하게 되어 있으면 분석 결과에 대응한 해결책을 광범위한 동시에 상세하게 설정하는 것이 가능하게 된다. 본래, 제품은 인위적으로 만들어진 것이고 당연하지만 잠재적인 위험을 갖고 있기도 하고 또한 그 사용되는 방법으로 위험한 것으로 변하거나 하는 경우가 있다. 제품 안전에 있어서 분석 대상이 되는 위험에는 제품의 사용자와 소비자 등이 인간이기 때문에 생명에 관련하는 치명적인 것으로부터 무시해도 될 만한 정도로 미소한 것까지 무수한 위험 레벨이 존재한다.

<표 1> 제품 개발의 수명주기별 위험성 평가 기법

● : 일반적으로 요구됨

기법 / 수명주기	Safety Review	Checklist	Relative Ranking	PHA	What-if Analysis	What-if Checklist	HAZOP	FMEA	ETA	ETA	Cause Con-sequence Analysis	Human Reliability Analysis
연구/개발			●	●	●							
개념적 설계		●	●	●	●	●						
상세 설계		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
시험생산		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
양산시작	●	●			●	●						●
생산/사용	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●
확장/변경	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
사고조사					●		●	●	●	●	●	●
폐기	●	●			●	●						

<표 1>은 제품의 전 수명 주기를 통해서 위험상태를 적시에 파악하고, 그 위험성이 정해진 수준 이하에 있는가의 여부를 확인하여, 필요한 대책을 마련하기 위한 것이다.

일단 리스크분석을 수행하기로 결정되고 분석목적과 범위가 결정되면, 적절한 분석 및 평가기법을 선택하는 것은 매우 중요한 일이다. [8]

본 논문에서는 무수히 많은 기법들 중 어느 것을 활용할 것인지에 대한 명확한 규명을 위해서 대안설정 시에 각 분석기법들의 장단점을 고려한 AHP기법을 적용하였다.

2.2 효과적인 진단기법의 장단점비교와 우선순위

제품의 안전성을 체계적으로 확보하기 위해서는 제품이 어떤 과정을 거쳐 생산되고, 운용되며, 최종적으로 어떤 절차에 의해 폐기되는지 종합적으로 이해하고 있지 않으면 안된다. 제품의 특성에 따라 생산과정에 다소 차이가 있기는 하지만, 사전에 다양한 분석 및 평가기법들의 특성과 장단점을 파악해 놓으면 크게 도움이 된다. 그 이유는 제품을 분석하는 사람마다, 분석목적이 다르고, 지식수준도 다르며, 선호하는 기법들이 다양한데다가 제품의 규모, 기능, 사용환경 등도 다양하기 때문이다.

<표 2> 리스크분석방법에 따른 장단점 비교

리스크 분석방법에 따른 장단점 비교	장 점	단 점	비 고
Safety Review	-사고나 부상, 막대한 재산상 손실 및 시스템의 상태나 운영과정 구명	-구성원 개인과 설계담당자간의 비협조적/방어적 성향을 보일수 있음	
Checklists 방법	-시스템의 수명주기 어느단계든 적용 쉬움 -checklist상의 요구사항과 특성 비교로 경험이 부족한 사용자라도 친숙함	- 분석가의 경험에 따른다는 한계	ISO9000과 리스크 시스템의 통합 체크리스트 적용
PHA	-최소의 비용으로 시스템 위험요인 구명 -운용지침을 개발하는데 용이	- 분석가의 많은판단을 요구하기 때문에 연구의 깊이와 철저함에 대한 부족함이 있을수 있음	
What-If	-특별한 기법이나 계산과정이 필요없음 -시스템 수명주기의 어느단계에서나 활용 가능	- 구성원의 경험과 직관에만 의존 - 주관적인 측면이 강함	checklist의 보완필요
Hazop 분석	-잠재적인 위험요인과 운영상 문제 구명 - 위해요소와 운전상 시나리오에 관련된 정상적인 정보제공	- 모든 위험요인들과 작동상의 문제점들이 구명될 것이라는 보장은 없음	
FMEA	-시스템과 제품의 신뢰성과 안전성을 증진 -안전상의 위험성 및 책임영역, 법규상의 준수사항을 파악 -마모 고장을 예상하고 회피하는 가동주기를 설정. -잠재적인 고장모드를 검출하는지 확인 -설계결함의 조기 구명에 의해 값비싼 수정을 피하게 해줌. -예방보전이나 사후 보전점을 선택하거나, 문제 해결방안, 내장 시험	-과다한 문서작업과 경험에 대한 의존도가 높음 - 재사용곤란 - 불량과 고장, 고장모드의 구별 곤란 및 지식부족 - 신개발품의 잠재적 고장모드 적출 곤란 -고장메커니즘과 고장물리학의 지식부족 -시각적인 면 부족	(특성용인도와 FTA분석기법과 유사한 PFT분석과 병행)
고장수목 (FTA)	- 시스템의행위(system behavior)를 정확하게 판단 -고장을 연역적으로 찾음 -논리적 구조(logic structure)를 도해적으로 포함함으로 설계변경이 용이 -Trade-off study를 수행. -분석자가 한번에 하나의 특별한 시스템 고장으로 집중할 수 있음.	- 비용과 시간이 많이 소요됨. - 분석하려는 기본요소의 상태를 가동상태와 고장상태로만 생각하기 때문에 부분적인 고장(partial failure)상태를 취급하기 어려움.	
사건수목 (ETA)	-시스템의 안전성, 위험성을 어느 정도 거시적으로 평가하는데 있어서 쓰임이 용이 - 사상수목분석결과는 이후에 설명할 결함수목분석 (Fault Tree Analysis) 을 수행하기 위한 기초자료를 제공	-지나치게 세밀한 분석에는 적합하지 않음	
Cause-Consequence 분석	-커뮤니케이션 도구로써의 쓰임 즉, 원인 -결과도는 사고 결과와 그들의 기본 -원인사이의 상호관계를 보여	- 이 기술은 분석된 일반적으로 사고의 고장논리가 복잡한 경우에 사용이 어려움.	

<표 2>과 같이 리스크분석방법에 따른 장단점 비교를 통해서 각 기법들의 유용성, 필요성, 보전성, 경제성의 항목을 비교하여 각 기법들의 단점을 보완하였다. 그리고

AHP를 이용해서 유용성, 필요성, 보전성, 경제성 측면의 중요도를 측정하였다.
그 결과 유용성과 경제성항목이 상대적으로 중요하게 나타났으며 사고시나리오 정보제공, 발생정보제공, 사고결과 정보제공, Event Ranking에서는 사고결과정보제공이 상대적으로 중요하게 평가되었다.

각 PL대응 진단기법에 대한 장단점의 비교에 따른 가중치들의 우선순위는 <표 3>에 정리 하였다.

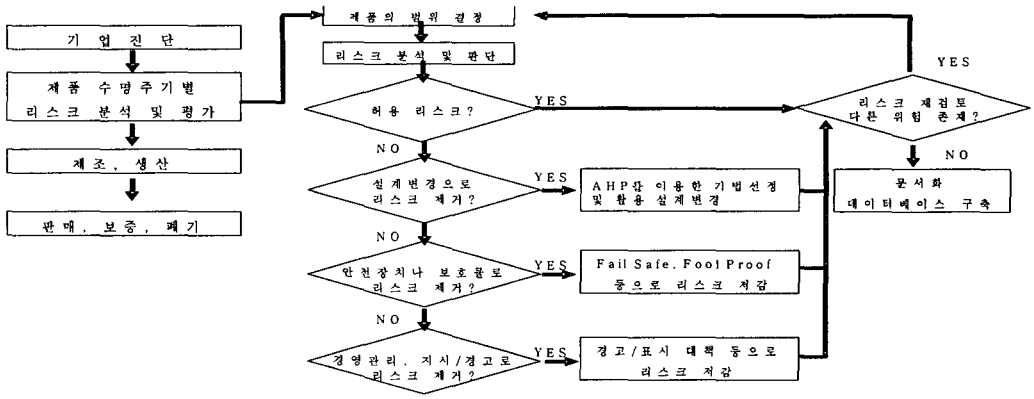
<표 3> 각 기법들에 대한 장단점을 고려한 가중치들의 우선순위

평가기준 \ 가중치		HAZOP분석	PHA분석	ETA	FMEA	FTA	Checklists	Cause-Consequence
-유용성 -필요성 -보전성 -경제성	사고시나리오 정보제공	0.853	0.431	0.332	**0.932**	0.631	0.321	0.563
	발생정보제공	**0.832**	0.621	0.332	**0.832**	0.798	0.432	0.568
	사고결과정보제공	0.752	0.432	0.418	**0.821**	0.711	0.333	0.532
	Event Ranking	0.541	0.211	0.585	0.752	**0.851**	0.181	0.118
우선순위		2	4	5	1	3	7	6

논 연구에서는 이러한 무수한 위험을 분석하는 합리적 기법선정으로 PL대응 진단분석기법의 장단점을 고려한 AHP 분석을 통해서 <표 3>처럼 제안하고자 한다.

3. PL대응 시스템 분석을 위한 진단체계

PL대응 시스템의 진단체계란 구명된 리스크를 대상으로, 그 발생 가능성은 얼마나 되며, 만약 발생하였을 경우 기업이나 개인이 입게 되는 피해나 손실규모는 얼마나 되는지를 분석함으로써, 리스크 수준을 결정하는 것을 말하고 설정된 리스크 기준에 비교하여 각 리스크들의 우선순의를 결정하고, 그것이 여러 가지 기업 경영상의 측면에서 수용 가능한 것인지 아닌지를 판단하는 활동이라고 할 수 있다.[4][5]



<그림 1> PL 대응 시스템 분석을 위한 진단체계

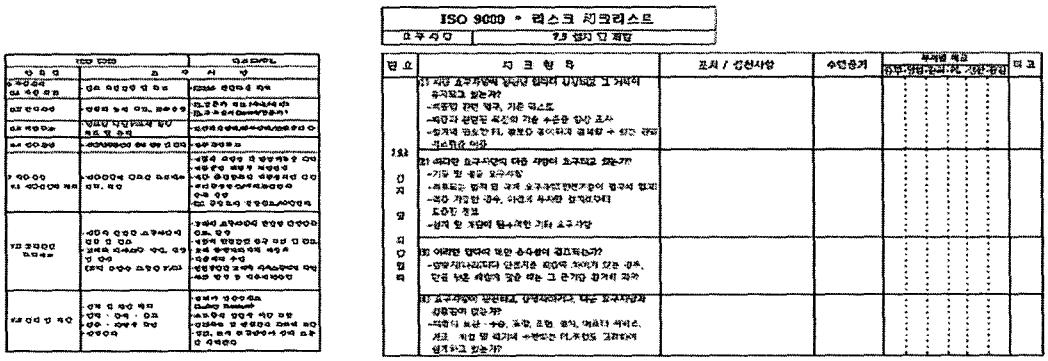
<그림 1>에서 제시하는 것은 제품안전의 각 단계에서 필요한 리스크 평가는 간단한 제품의 경우에는 수작업으로도 수행 가능한 경우가 많다. 그러나 제품 설계개발의 수명주기(life-cycle of product design)를 고려할 때 매우 단순한 제품이라고 하더라도 보다 체계적인 관리가 필요하다. 특히, 제조물 책임 대책을 지원하기 위해서는 제품안전을 위한 리스크 평가에서는 평가결과는 물론 적용된 방법론과 평가와 관련된 정보의 유지 및 지속적인 보완(update)이 필요하다.

4. 복합시스템(EVT4320)의 PL대응시스템 진단

4.1 ISO9000과 리스크/PL시스템의 통합 체크리스트적용

체크리스트는 일반적인 프로세스 장비와 운영에 관련된 잠재적 사건상황, 설계정의, 알려진 위험의 종류를 구명하기 위하여 특정 항목의 리스트를 사용하는 분석 방법이다. 체크리스트는 많은 안전관련 경험을 가지고 있는 회사나 산업에 있어서의 상세설계를 평가하기 위해 사용되지만 유사 시스템들의 작동연수를 통해 인지될 수 있는 위험요인들을 구명하고, 제거한 새로운 프로세스 개발의 초기단계에 사용 될 수 있다.

리스크/PL 진단시스템을 개발하기 위해 필요한 자료는 적절한 체크리스트, 공학적 설계절차, 운영/작동 실시 매뉴얼, 검토되는 프로세스에 대한 기본지식을 갖고 있는 체크리스트 작성자와 제조(또는 작업) 공정도(공정흐름도 등 포함), 검사 및 정비 결과 및 절차서, 비상시 조치 계획, 현재까지 구축되어 있는 리콜자료 및 고객관련 자료, 현 품질경영시스템의 요구사항과 우리가 목표로 지향하고 있는 리스크 경영시스템의 요구사항, 제조물책임(PL)법 관련 요구사항, 기타 체크리스트 작성에 필요한 서류 등이 있다. 기업 진단을 하기 위해 가장 중요하게 생각되는 부분은 현 경영시스템과 목표로 하는 시스템과의 차이일 것이다.

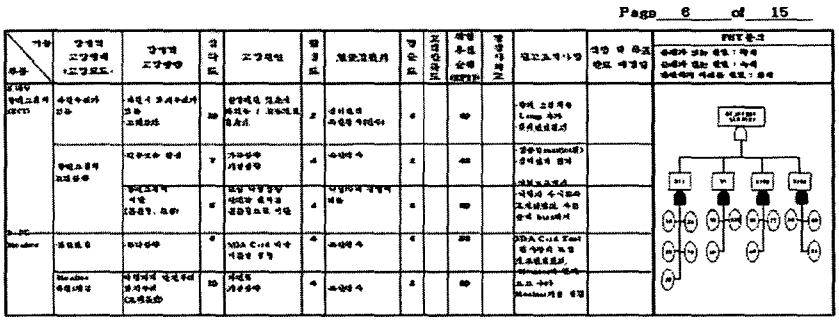


<그림 2> ISO9000와 리스크/PL시스템의 통합체크리스트

본 논문에서는 기업의 현 리스크 수준을 알아보기 위해 리스크 관련 규격(JIS-Q 2000)과 ISO 9000규격의 요구사항을 종합한 체크리스트(Checklist)를 개발하여 적용하였다.

4.2 EVT 4320의 리스크평가 및 오사용 분석

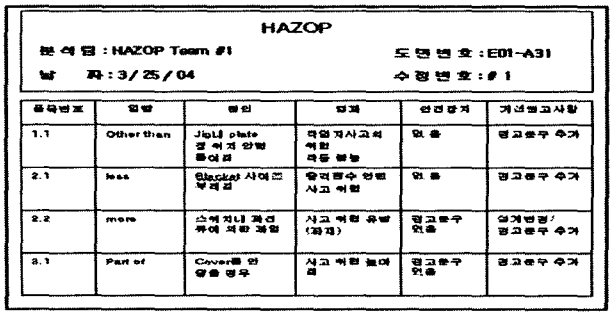
고장모드 영향분석(FMEA)은 서브시스템 위험분석이나 시스템 위험분석을 위하여 일반적으로 사용되는 전형적인 정성적, 귀납적 분석기법으로 시스템에 영향을 미치는 모든 요소의 고장을 형태별로 분석하여 그 영향을 검토하는 것이다. 즉, FMEA는 시스템이나 기기의 잠재적인 고장모드를 찾아내어 시스템이나 기기의 가동에 영향을 미치는 고장모드에 대하여 적절한 대책을 세움으로써 고장을 미연에 방지하는 방법이다. [11]



<그림 3> PET를 활용한 FMEA 분석

FMEA를 통해 제품과 공정의 위험성 분석을 실시할 때 고장모드와 고장원인의 세밀한 부분까지 파악하기 위해서 PET(Project Evaluation Tree)를 활용하여 접근하였다. 그 결과의 일부는 <그림 3>와 같다. 값이 100을 넘어가는 항목은 주요 리스크 항목으로 설정하고 PET기법을 활용하여 설계를 변경하거나 리스크를 낮출 수 있는 조치를 하였다. 이 단계에서 중요한 것은 RPN값이 높게 산출된 것을 아무런 실험이나 개선조치 없이 설계변경을 하는 것은 무의미 하다. 결과치를 리스크 매트릭스 등을 활용하여 한눈에 조치사항과 리스크의 수준이 낮아지는 것을 모니터링 할 수 있게 하였다.

HAZOP(Hazard and Operability Study)은 설비의 운전과 관련하여 검토구간을 설정하여 위험을 발생시킬 수 있는 원인을 찾아내는 분석방법이다.[12] <그림 4>에서는 제품(EVT4320)의 운용하는 도중에 여러 가지 이유(기능장애, 사고의 가능성)로 인해 크고 작은 수정이나 보정이 가해지도록 실시하였다.



<그림 4> 제품(EVT4320)의 HAZOP 분석

5. 결 론

본 연구에서는 높은 신뢰성과 안전성 있는 제품선정을 위해 수명주기를 고려한 각 진단기법들의 장단점을 비교하고 AHP를 통해서 적절한 평가기법을 선정하고 기존 PL 대응진단체계를 적용할 수 있는 진단체계를 확대, 보완하여 실시하였다. 특히, 제품에 대한 독자적인 기술 확보가 취약한 중소기업들에게는 자사의 제품에 대한 자신감과 개선을 위한 많은 새로운 여지를 발견하는 계기가 될 것이다. 단순히 제조물 책임에 대응능력과 대응 방법론을 구비하는 것이 아니라는 것이다.

제품안전 활동에서 가장 중요한 부분은 제품의 신뢰성과 안전성을 분석하고 평가하는 일이고, 따라서 제품의 안전성 평가기법, 다시 말해 PL 대응 진단기법이 가장 핵심이라고 할 수 있다. 그러나 현재 파급단계에 있는 품질관리나 신뢰성 분야에 맡겨둘 수는 없는 새로운 분야에 속한다. 따라서 본 연구에서 제시된 다양한 기법과 도구들이 상당부분 이들 분야에서 이미 활용되고 있는 것이지만, 높은 신뢰성을 요하는 제품 안전을 위한 기법과 진단체계를 정립하는 것이 시급하고 제품안전을 위한 기법과 도구에 대한 지속적인 연구개발이 되어져야 하겠다.

6. 참 고 문 헌

[1] 김종걸, 「리스크 평가시스템 구축 및 적용」, 산업자원부 기술표준원, 2002, pp.916
[2] 김종걸, "제조물책임법과 대응체계", IE 매거진, 2000, pp.45~51
[3] 김종걸, 「리스크 기술기반 경영혁신 세미나」, 산업자원부 기술표준원, 2002, pp.1~49
[4] 김창남, 「PLP중심의 제조물책임대책실무」 한국표준협회 컨설팅, 동현출판사 2002
[5] 박은외 정영동, 「리스크 관리론」, 무역경영사, 1998
[6] 조근태, "AHP를 이용한 중소기업형 의료기기 개발사업의 선정", 기술혁신연구 제 8권 제 2호
[7] 조근태, 「계층분석적 의사결정」, 동현출판사, 2003 , pp.30~45
[8] 한국표준협회, 「제품안전을 위한 리스크 평가기법 및 소프트웨어 활용지침」, 2001
[9] Himmelfarb. David, 「A guide to product failures & accidents」, 1985
[10] Michael J. Pennock, 「Principles and Guidelines for Project Risk Management」 2001
[11] IEC/TC 56, 「IEC 60300-3-1 ; Analysis techniques for dependability」, 1991
[12] Trevor Kletz, 「Hazop and Hazon」, UK, 1999