리스크 분석 기법에 대한 조사연구
An Study on the Risk Analysis Systems

김종걸 *, 김창수 *
Jong-Gurl, Kim · Chang-Soo, Kim

ABSTRACT

다양한 리스크문제가 발생하고 있는 기업 환경 속에서 세계선도 기업들은 이미 효과적인 리스크 관리시스템의 운영을 통하여 기업의 손실을 최소화함으로써 이윤을 극대화하고 있으나 우리 기업들은 아직 그렇지 못한 실정이다. 본 연구에서는 리스크 경영 시스템(Risk Management System : RMS)의 구성에 따른 분석 기법들의 적용범위, 용어 개념과 절차등을 비교, 분석하여 우리 기업들이 가지고 있는 리스크문제를 효과적으로 관리할 수 있는 대안 모색을 가능하도록 하는 기초 자료를 제시하고자 한다.

1. 서론

종래의 국내외 안전기준설정의 방향이 제품의 하드웨어적 설계에 대한 안전도 강화를 목표로 설정되어 왔으나 이것만으로는 제품이 갖는 잠재적 위험성 문제를 해결할 수 없었다. 잠재적 위험성을 체계적으로 줄일 수 있는 방법으로는 리스크 평가기법이 있다. 리스크란 예상되는 손실의 크기와 발생가능성으로 정의되며 리스크 관리란 예상되는 위험 요소와 발생가능성을 구명, 분석, 평가하여 리스크 수준을 확인하고 이에 대한 체계적인 저감 대책을 수립하여 리스크 수준 저감이라는 안전 목표를 달성하게 하는 관리 기법이다.

제조물 결함에 의한 기업의 배상책임은 전형적인 기업의 리스크로서 전통적으로 투자, 금융, 보험, 위기 관리, 시스템 안전 분야에서 사용되고 있는 리스크 평가 기법을 적용하여 효과적으로 대비할 수 있다. 현재 일부 선진국에서는 리스크 평가 기법을 규격화하여 각 조직 활동에 잠재된 위험 요소로부터의 손실을 예방하고 기회 이익을 구현하는데 활용하고 있다.

제품의 전 수명주기 (설계, 제조, 유통, 사용, 폐기)에 걸쳐 리스크 평가기법을 체계적으로 적용하면 제품에 내재될 수 있는 잠재적 위험 요소를 사전에 제거할 수 있어서 제조물 책임에 비용 효과적으로 대비할 수 있다.

2. 분석기법의 종류

2.1 제품 안전을 위한 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.

* 성균관대학교 시스템경영공학부

그 위험성이 정해진 수준 이하에 있는가의 여부를 확인하여, 필요한 대책을 마련하기 위하여 리스크분석을 하기 위한 여러 가지 분석기법이 <표 1>과 같다. [1]

<표 1> 리스크분석에 사용하는 기법들

기 법	설명 및 용도	비고
사상 수목 분석 (ETA)	여러 가지 초기사상으로부터 가능한 결과까지의 귀납적 추리를 이용하는 위험성 구명 및 빈도 분석 기법	ISO 60300-3-9 A.4
고장 모드 및 영향 분석 (FMEA) 고장 모드, 영향 및 치명도 분석 (FMECA)	주어진 품목에 대하여 다른 부품이나 시스템에 영향을 미치는 모든 고장양식을 분석하는 근본적인 위험성 구명 및 빈도 분석 기법	ISO 60812 ISO 60300-3-9 A.2
고장 수목 분석 (FTA)	바람직하지 않은 사상에서부터 시작하여 그것들이 발생할 수 있는 모든 방식을 결정하는 위험성 구명 및 빈도 분석 기법. 회화적으로 표현된다	ISO 61025 ISO 60300-3-9 A.3
위험성 및 운용성 연구 (HAZOP)	시스템의 각 부분을 체계적으로 평가하는 기초 위험성 구명 기법. 설계의도로부터 벗어난 어떤 편차가 발생하며 그것들이 문제를 야기시키는가를 보기 위하여 시스템의 각 부품을 체계적으로 평가하는 근본적인 위험성 구명 기법	ISO 60300-3-9 A.1
인간 신뢰도 분석 (HRA)	인간이 시스템 성능에 미치는 영향을 분석하고 인간 과오가 신뢰도에 미치는 영향을 평가하는 빈도 분석 기법	ISO 60300-3-9 A.6
예비 위험성 분석 (PHA)	위험성을 구명하고 그들의 치명도를 평가하기 위하여 초기 설계 단계에서 사용될 수 있는 위험성 구명 및 빈도 분석 기법	ISO 60300-3-1
신뢰도 블록 다이어그램 (RBD)	전체적인 시스템 신뢰성을 평가하기 위하여 시스템 및 그것의 중복성에 대한 모형을 창출하는 빈도 분석 기법	ISO 61078

기 법	설명 및 용도
범주 평정 (Category Rating)	리스크 우선 순위 그룹을 결정하기 위하여 분류된 범주에 따른 리스크를 평정하는 방법.
점검표 (Checklists)	고려될 필요가 있는 전형적인 위험 물질이나 잠재적 사고 근원에 대한 목록을 제공하는 위험성 구명 기법. 규정이나 표준에 적합한가를 평가할 수 있다.
공통 모드 고장 분석 (Common Mode Failure Analysis)	시스템 내에서 여러 부분 또는 부품들의 동시 고장이 가능한지 또 그 전반적인 영향은 어떠한지 평가하는 방법.
결과 모형 (Consequence Models)	사람, 재산 또는 환경에 대한 사상의 영향 추정. 간소화된 분석적 접근방법과 복잡한 컴퓨터 모형 모두 이용할 수 있다.
델파이 기법 (Delphi Technique)	빈도 분석, 결과 모형 및 리스크 추정을 지원하는 전문가 의견을 통합하는 방법.
위험성 지수 (Hazard Indices)	여러 가지 시스템 선택사항을 평가하고 덜 위험한 것을 구명하는 데 사용되는 위험성 구명/평가 방법.
몬테 카를로 시뮬레이션 (Monte Carlo Simulation) 및 기타 시뮬레이션 기법들	입력 상태나 가정 사항의 변화를 평가하기 위하여 시스템 모형을 사용하는 빈도 분석 기법.
쌍대 비교 (Paired Comparisons)	한 번에 단 한 쌍의 리스크를 검토하고 평가하여 리스크를 추정하고 순위를 정하는 방법
과거 자료의 검토 (Review of Historical Data)	잠재적 문제 영역을 구명하고, 사고와 신뢰성 자료에 근거하는 빈도 분석에 정보를 제공하는 데 사용될 수 있는 위험성 구명 기법

2.2 리스크 평가 기술의 국내외 실태

ISO, IEC 등의 국제 규격개발기구에서 특정분야의 기술체계에 대한 리스크 분석 규격제정 작업(예를 들면 ISO14971-1: 의료기기에 대한 리스크 분석 적용, ISO 14121: 기계 안전성을 위한 리스크 평가 원칙, IEC 60300-3-9: 기술적 시스템의 리스크 분석,

IEC 61511-3: 프로세스 산업분야의 안전계장시스템을 위한 위험성 및 리스크 분석 응용 지침)을 상당 부분 진행되었다.

현재까지 국가규격으로서 리스크 관리기법을 채택한 나라는 호주, 뉴질랜드. 캐나다, 일본 및 영국이며 유럽공동체에서 리스크 관리기법의 표준화를 진행하여 초안이 완성되었다.

리스크 관리에 관한 국가 규격은 1995년 호주와 뉴질랜드에서 처음으로 제정되었다. 캐나다에서는 1997년에 제정되었고 일본에서는 1998년에, 영국에서는 2000년에 각각 제정되었다. 유럽 연합이 유럽 공동체 단위의 통일된 규격을 제정하려는 노력을 기울이고 있다. ISO에서는 현재 리스크 관리에 관한 용어 지침까지 마련하였다.

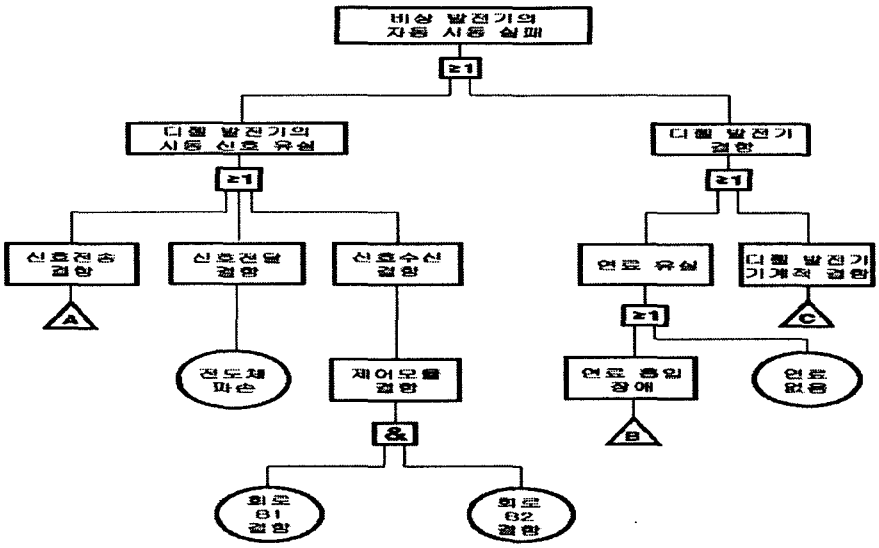
현재 국내에서는 한국표준협회에서 제품안전경영시스템의 기초로서 리스크 관리 규격의 국내 초안을 완성하였고 리스크 평가기법 (PHA, FTA, OHA, FHA, SHA, What IF Analysis, FMEA, HAZOP, MORT, Sneak Analysis, DFM, RBD, CA, ETA, 등)의 이론적 배경에 대한 보급에 착수하였다. 단지 이러한 기법들이 국내 현실에 적용된 사례가 극히 적어 사례중심의 기법연구가 요망된다.

3. 리스크 분석기법의 적용사례

< 표 2 > FMEA 사례

고장모드 영향분석															
부품 기능	잠재적 고장형태	잠재적 영향	심각도	재재적 로장원인	발생도	현설계관리	검출도	위험우선순위	권고사항	책임완료예정일	조치결과				
											조치내용	심각도	발생도	검출도	위험우선순위
턱끈 이탈 방지	턱끈 빠짐	헬멧이 탈사고	10	리벳불량	4	d-ring (test)	3	120	리벳 test 지그						

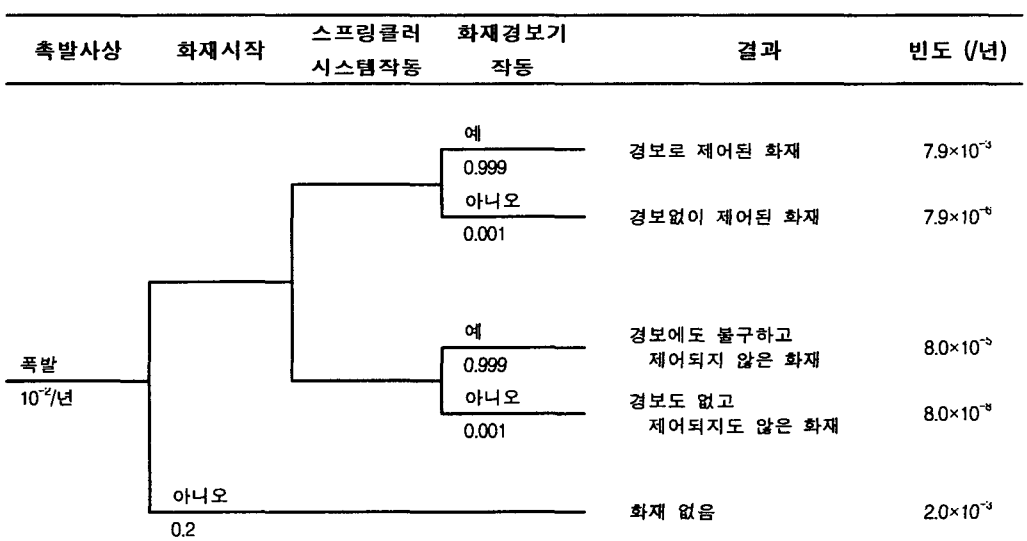
<표 3> FTA 결함수목분석



사례

결함 수목의 예 (ISO 60300-3-9)

<표 3> ETA 사상수 분석 사례



분진 폭발에 대한 사상수목의 보기

< 표 4 > PHA 사례

예비 위험성 영향분석 제품 : 가정용 전동 커피 분쇄기					
위험성	발생원인	영 향	발생빈도	가능한안전장치	비고 및 참고
전기	110V 교류전원사용 (1) 2중 절연업이 금속 케이스에의 투전으로 사용자가 축격을 방을수 있다.	치명적인 수 있는 전기적 충격	(1)2중절연 없음: 충분히 그렇수 있음	2중절연	UL Std 73. 모터로 작동되는 가전제품은 충분히 안전한 제품을 만드는데 부적적함

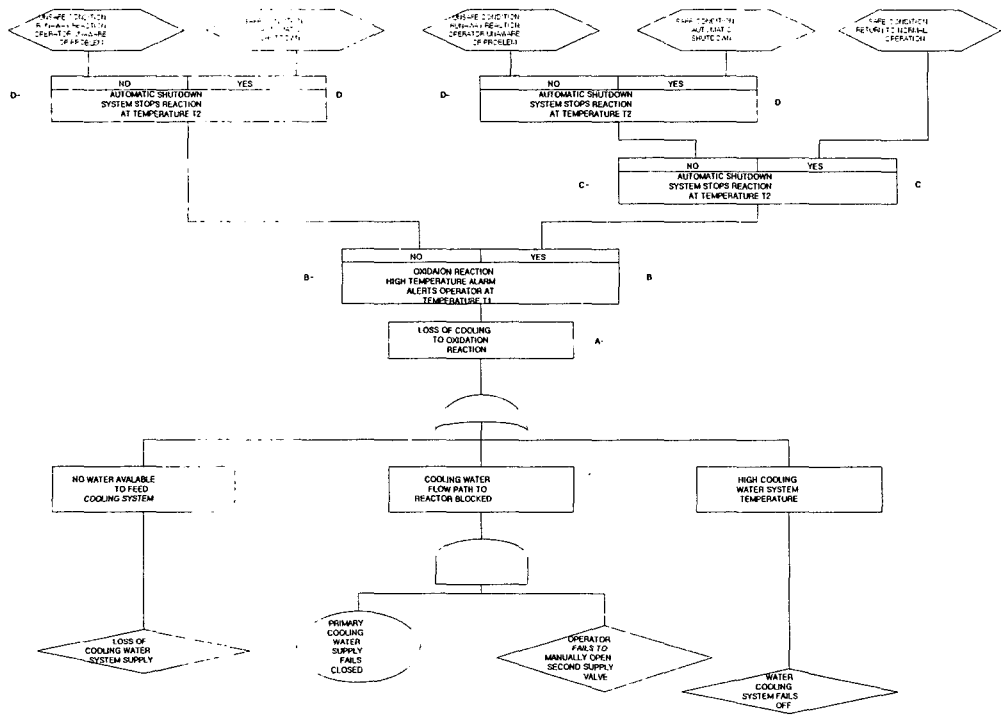
< 표 5 > HAZOP 사례

연구 제목 : 열차 자동 보호 시스템										SHEET : 2 / 2
참고 도면 번호 : ATP 블록 다이어그램			개정 횟수 : 1							작성일 :
팀 구성 : DJ, JB, BA										미팅 날짜 :
고려되는 부분:		Trackside Equipment 로부터의 입력								
설계 의도:		안전속도와 정지점에 대한 정보를 주는 안테나를 통해 PES에 신호를 보내기 위함								
No	Element	Characteristic	Guide word	이탈	가능한 원인	결과	안전/보호장치	Comments	요구되는 업무	담당팀
8	회전속도계	속도	NO	측정되는 속도가 없다	열차축의 갑작스런 정지	속도 0 으로 나타날 수 있다			이에 대한 예방 점검/확인	DJ
9	회전속도계	속도	OTHER THAN	정확한 속도가 아닌 다른 속도가 측정 된다	정지했던 열차축의 갑작스런 움직임이 혼란스런 신호를 주는 것	속도 0 으로 나타날 수 있다			이에 대한 예방 점검/확인	BA

< 표 6 > PHA 사례

예비 위험성 영향분석 제품 : 가정용 전동 커피 분쇄기					
위험성	발생원인	영 향	발생빈도	가능한 안전장치	비고 및 참고
전기	110V 교류전원사용(1) 2중 절연업이 금속 케이스에의 투전으로 사용자가 축격을 방을수 있다.	치명적인 수 있는 전기적 충격	(1)2중절연 없음: 충분히 그렇수 있음	2중절연	UL Std 73. 모터로 작동되는 가전제품은 충분히 안전한 제품을 만드는데 부적적함

< 표 7 > CAUSE - CONSEQUENCE 사례



4. 결 론

일반적인 리스크분석기법방법에 적절하고 우수한 기법의 3가지 조건에는 다음과 같이 정리 할 수 있다.

첫 번째 는 과학적 견지에서 볼 때 합리적이어야 하며, 분석 대상인 제품에 적절하여야한다.

두 번째 는 위험성의 성질이 어떠한지, 그리고 그것이 어떻게 통제될수 있는지를 이해하는 데 기여 할 수 있는 결과를 제공b하여야 한다.

세 번째 는 실제적으로 다양한 수행자에 의해 추적될 수 있고, 반복 가능하며, 입증 가능한 형태 로 활용 될 수 있어야 한다.

이에 본 논문에서는 <표 8 >과 같이 리스크분석기법들의 장단점과 기법들의 한계점을 보완하였으며, 추후 논문과제로서는 리스크분석을 통한 기업의 비용/편익 분석을 해야 할 것이다.

< 표 8 > 리스크분석방법에 따른 장단점 비교

분석기법	장 점	단 점	분석 기법의 한계점
Safety Review	사고나 부상, 막대한 재산상 손실 및 시스템의 상태나 운영과정 구명	구성원 개인과 설계담당자간의 비협조적/방어적 성향을 보일수 있음	자동 통제 시스템이나 비상 shutdown 시스템들은 의도된 통제들이 올바른 기능을 수행했는지 확인하기 위해 객관적인 주기적인 시험이 필요하다.
Checklists 방법	시스템의 수명주기 어느단계든 적용 쉬움 -checklist상의 요구사항과 특성 비교로 경험이 부족한 사용자라도 친숙함	분석가의 경험에 따른다는 한계	-시스템적 안전성 검토는 이루어 지고 있으나 과학적인 리스크 관리 예방이 필요하다.
PHA	최소의 비용으로 시스템 위험요인 구명 운용지침을 개발하는데 용이	- 분석가의 많은판단을 요구하기 때문에 연구의 깊이와 철저함에 대한 부족함이 있을수 있음	- 타기법 ETA(고장수목분석) 기법과 병행하여 사용할수 있다.
What If	-특별한 기법이나 계산과정이 필요없음 -시스템 수명주기의 어느단계에서나 활용가능	- 구성원의 경험과 직관에만 의존 주관적인 측면이 강함	- 시스템적이 면과 공장 설비 위험 중심으로 이루어 있으므로 checklist의 보완필요 하고 정량적 기법과 병행이 필요하다.
Hazop 분석	-잠재적인 위험요인과 운영상 문제 구명 - 위해요소와 운전상 시나리오에 관련된 정상적인 정보제공	모든 위험요인들과 작동상의 문제점들이 구명될 것이라는 보장은 없음	- (정적인) 시스템과 정량화된 기법들과의 병행이 필요한다.
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 구별곤란 및 지식부족 - 신개발품의 잠재적 고장모드 적출 곤란 고장메커니즘과 고장물리학의 지식부족 -시각적인 면 부족	- 특성요인도와 FTA분석기법과 유사한 PFT 분석과 병행 - (원인) (결과)의 과학적 DATA 필요
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.	- 대기(standby)구조 - 가동과 고장상태로 나누기 때문에 부분적인 고장상태를 분석하기 어렵다.
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	- HAZOP, CHECKLIST 등과 같은 원인초기사상 들과의 병합이 필요하다. - 추후 FTA 기법과 병행 가능하다.
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.	- ETA, FTA 혼합형 복합한 고장논리에 적합한 기법과 병행

참 고 문 헌

[1] 한국표준협회, 「제품안전을 위한 리스크 평가기법 및 소프트웨어 활용지침」, 2001

[2] 김종걸, 「리스크 평가시스템 구축 및 적용」, 산업자원부 기술표준원, 2002, pp.916

[3] 하재주 · 박창규 「확률론적 안전성평가」 브레인코리아, 2003 pp, 198200
[4] 김종걸 · 빈성욱 " PL대응시스템 분석기법 ", 안전경영학회/ 춘계공동학술대회 논문집, 2004, pp.12
[5] IEC/TC 56, 「IEC 60300-3-1 ; Analysis techniques for dependability」, 1991
[6]American Institute of Chemical Engineers 「Guidelines for Hazard Evaluation Procedures / second edition with worked examples」 1992