

## 환경경영시스템에서의 위험평가 모델

### - An Alternative Risk Assessment Model in EMS -

김 종 결 \*, 김 창 수 \*

#### Abstract

The risk assessment model is an important subsystem for effective establishment and operation of EMS(environment management system). In case of poor risk assessment long-term and large-scale failure expense might be brought.

Managing policy, target and other indices based on risk assessment can guarantee successful EMS. In this paper, we aim at comparative analysis of various risk methods and propose an alternative risk assessment model for EMS.

**Keyword :** Environment Management System, Risk Assessment

#### 1. 서 론

1993년 말 우루과이 라운드가 타결됨에 따라 국제사회는 환경을 축으로 하여 통상 문제를 다자간 협정(그린라운드)으로 전개하였다. 이러한 환경에 대한 고객의 요구는 더욱더 개성화·다양화 되었고, 기업들은 제품의 질과 환경 리스크에 대한 적절한 대응을 통해 안정화를 도모하고 동시에 경쟁 우위를 확보하기 위해 경영모델 이론, 위험 평가 기법 등을 사내에 도입하고 있다. 이러한 환경영경영 시스템의 목적은 경제적 수익 성과 환경적 안전성을 조화롭게 추구하기 위한 것으로서 다음의 몇 가지 원인을 들 수 있다.

첫째, 오늘날의 국제무역정책은 환경보호라는 기본 이념아래 무역상의 제한 요소를 확대시키고 있다.

둘째, 기업 자체적으로도 환경친화적 생산행위와 조직구조 변화의 필요성이 커지면서 환경에 대한 사회적 역할수행의 요구와 압력이 확대되고 있다.

셋째, 사회전반에 걸친 생활수준의 향상과 지적능력과 의식수준이 높아지면서 생활의 편리와 함께 미래 가치적 환경에 대한 인식이 확대되고 있다.

넷째, 환경영영이란 발생한 환경오염의 처리과정에서 아닌 생산 활동의 전 과정에 대한 경영과정과 공정의 리스크 분석이 필요하다는 인식이 확대되고 있다. [6]

---

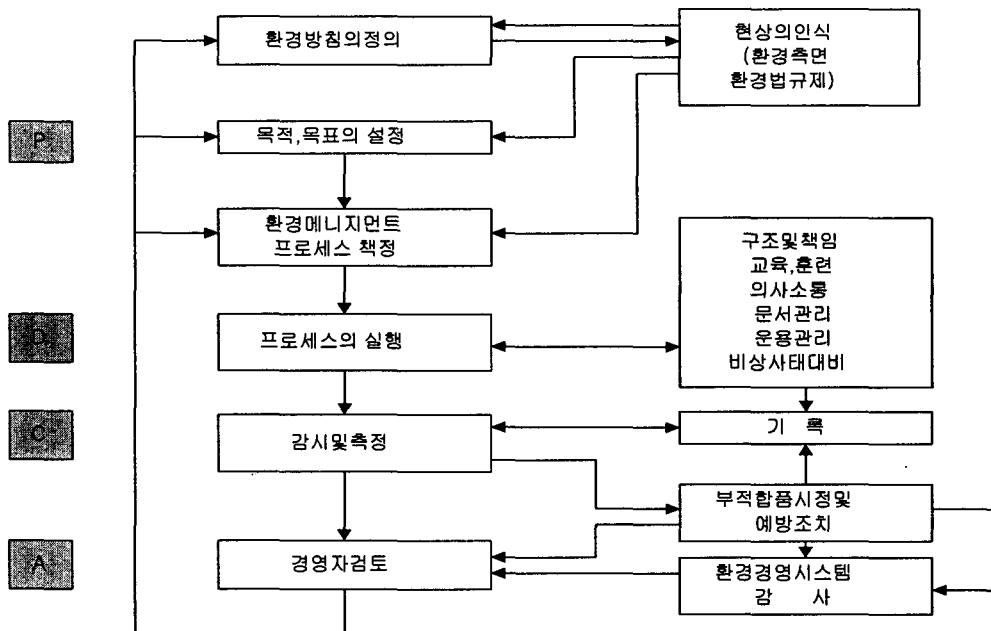
\* 성균관대학교 시스템경영학과

## 2. 환경경영시스템

### 2.1 요구사항의 개요

환경경영시스템 규격은 품질경영시스템 규격과 마찬가지로 PDCA 사이클에 의한 방법을 도입하였다. 따라서 환경영경영시스템 PDCA 사이클을 보다 잘 운영 할 수 있다면 보다 더 효율적으로 시스템을 수립, 유지 할 수 있다.

ISO-14001 환경영경영시스템 규격은 종이 사용량의 감소, 폐기물 발생요인의 저하 등 의 문제를 경영시스템의 도입에 의해서 실현되기 쉽도록 하였으며, 또한 지구환경 보호라는 사회적 요구에 대응하기 위해 환경영향 평가 등 리스크 평가에 대한 중요도가 매우 현저하게 나타나고 있다. [4][5]



<그림 1> 환경영경영시스템의 구성

ISO-14001 규격에 따른 환경 경영 시스템 모델은 <그림 1>과 같다.

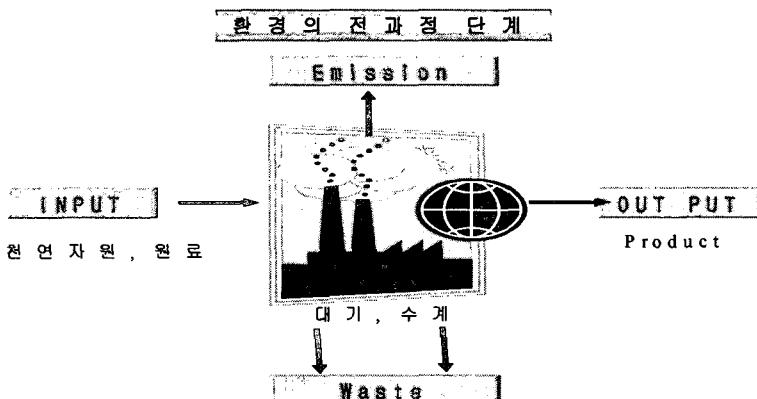
### 2.2 환경측면

조직의 환경에 중요한 영향을 미치고 있거나, 미칠 가능성이 있는지를 판단하기 위하여 영향을 미칠 것으로 예상되고 관리 가능한 조직의 활동, 제품 및 서비스의 환경

측면을 파악하기 위한 절차를 수립하고 유지하여야 한다. 조직은 중요한 환경 영향과 관련된 환경측면이 조직의 환경 목표 설정 시 검토 되도록 보장하여야 한다. [6]

### 2.3 환경영영 전 과정 평가 (LCA)

전과정평가란 1990년 국제환경 독성학 및 화학협회에서 상접근법으로 정의를 내렸는데 그 주요내용은 재고조사(Inventory) 영향평가(Impact Assessment) 향상평가 (Improvement Assessment)의 상호관계를 정량화하여 데이터베이스를 구축하는 것을 의미한다. 이것에 대하여 유럽에서 개최된 전 과정평가 회의에서 상기요소에 동기(Initiation) 혹은 전망(Scoping)을 추가하여 재고조사에 우선하여 자원사용의 동기 및 전망을 먼저 평가모델로 선정하였다. 그것이 LCA 과정이다. 즉, 기업이 생산하는 제품이나 공정, 활동의 전 과정에서 걸쳐 투입되고 배출되는 에너지와 물질의 양을 정량화하고, 이들이 환경에 미치는 영향을 평가하여, 이를 통해 환경개선의 방안을 모색하고자 하는 객관적인 환경영향평가 기법으로 정의할 수 있다. 환경 전 과정 평가시스템의 기본개념은 <그림 2>와 같다. [6]



<그림 2> 환경 전 과정 평가시스템의 기본개념

### 3. RAMS 활동 및 기법

RAMS 분석은 ISO 9000 신뢰성 및 안정성을 통한 시스템의 신뢰도, 가용도, 보전도, 그리고 안전성을 검토하고 예측하기 위해 사용되며 시스템의 각 레벨과 세부 항목들에 대하여 주로 개념/정의 단계, 설계/개발 단계, 그리고 운용/정비 단계 동안 수행된다.[7]

#### 3.1 RAMS 분석절차

1단계 : 제품의 안전/신뢰성과 가용도 요구조건, 특성과 특징, 환경조건, 가동조건, 정비조건 목록을 작성(list)한다. 분석할 시스템, 가동 모드, 상위 레벨과 인터페

이상 시스템 또는 공정과의 기능적 관계를 정의한다.

2단계 : 시스템의 기능적 요구조건, 예상되는 작동과 작동 환경에 근거하여 시스템의 결함과 기준의 상태를 정의한다.

3단계 : 수치상의 결과가 필요하면 예비설계에 기초한 배분(allocation)을 수행한다.  
(시스템의 총 허용 고장률을 각 하위 시스템에 할당한다).

4단계 : 시스템을 분석한다.

- 정성적 분석 (연역적/귀납적 방법)

시스템의 기능적 구조를 분석하고, 시스템/컴포넌트의 결합 모드, 고장 메카니즘, 고장 효과와 그 결과를 결정한다. 아이템의 정비성을 고려하고, 신뢰도나 가용도 모델을 설정하며, 가능한 정비, 수리정책을 결정한다.

- 정량적 분석 (해석적 또는 시뮬레이션 방법)

아이템의 신뢰도 데이터(예:고장률)를 규정하고, 수학적 신뢰도/가용도 모델을 설정 한다. 수학적 모델을 평가하고 컴포넌트의 중요도와 민감도를 분석한다. 중복구조나 정비정책에 따른 시스템의 성능 개선을 평가한다.

5단계 : 결과의 평가, 요구조건 또는 다른 대안과 비교.

- 시스템 설계 검토, 약점, 불균형, 치명적인 결합 모드와 아이템 파악, 시스템 인터페이스 문제, fail-safe 특성과 매카니즘 등 고려
- 신뢰성을 개선할 수 있는 다른 대안 개발 (예: 중복 구조, 성능 감시, 결합 탐지, 시스템 재구성, 정비성, 부품 교체의 수월성, 수리 절차)
- trade-off 분석을 수행하고 대안 설계들의 비용을 평가한다.

RAMS 분석 활동과 각 기법들 간의 관계가 <표 1>에 주어져 있다.

<표 1> RAMS 분석 활동과 각 기법들 간의 대응관계

임상적 절차	분석 기법				
	FMEA FMECA 고장모드 및 영향분석	FTA 결합나무분석	RBD 신뢰도 블럭도	MA 마코브 분석	PC 부품수제산 신뢰도예측
요구사항과 시스템 정의	컴포넌트 규격과 작동	시스템의 기능적 구조	시스템과 서브시스템 작동	컴포넌트 기능 시스템 기능구조	컴포넌트 규격과 고장 데이터
시스템 결합정의	1차(최하위) 기능수준의 고장	워치 않는 경상사건 (실패) 기준	시스템 작동 (실패) 기준	시스템성공/실패 기준	1차(최하위) 기능수준의 고장
신뢰도 배분	컴포넌트에 적용가능한 경우	서브시스템에 적용가능한 경우	서브시스템에 적용가능한 경우	서브시스템에 적용가능한 경우	컴포넌트에 적용가능한 경우
정성적 분석 정비전략	귀납적(표)	연역적(결합나무)	연역적(블럭도)	귀납적/연역적 (상태전이도)	직렬구조가정 컴포넌트 열거, 평가
정량적 분석 (수치적 평가)	결합 치명도 화를 분석	시스템신뢰도 가용도 계산	시스템신뢰도 가용도 계산	시스템신뢰도 가용도 계산	시스템/컴포넌트 고장을 계산
요구사항 충족 (절차종료기준)	고장치명도와 발생확률이 기준 이내인가?	경상사건 발생확률이 기준 이내인가?	신뢰도/가용도 요구조건 이 만족되는가?	신뢰도/가용도 요구조건 이 만족되는가?	추정된 시스템 고장을 하는가?
설계검토 약점파악	컴포넌트 고장모드, 고장을 등	서브시스템/컴포넌트 고 장모드 고장을, 구조 등	서브시스템, 컴포넌트, 신뢰도/가용도/고장 을 시스템구조	시스템/서브시스템/컴포 넌트, 신뢰도/가용도, 정비/ 수리정책 시스템구조	고장을 하는가?
설계대안개발	컴포넌트선택과 정비 등	시스템구조 중복배치, 결합 탐지, 정비 등	시스템구조 중복배치, 정비 컴포넌트선택	시스템구조 중복배치 컴포넌트선택 수리정책 시스템 재구성	가장 약한 부품 선택기준 재심의
trade-off 분석과 비용평가 수행	가장 경제적인 안을 결정	가장 경제적인 안을 결정	가장 경제적인 안을 결정	가장 경제적인 안을 결정	비용측정

### 3.2 기능적 구조분석

연역적 분석 방법은 원치 않는 시스템의 작동을 파악하기 위해 최 상위 레벨(시스템)에서 최하위 레벨(서브시스템, 컴포넌트)까지 차례로 전개해 나가는 것이다. 이 방법은 사전발생에 초점을 맞춘 방법으로 시스템의 상세한 사양이 결정되기 이전인 개념적 시스템의 설계단계에 적합하다.

모든 경우, 원치 않는 사건이나 시스템의 작동(성공)이 최 상위사건(top event)에 와야 한다. 그 사건의 원인을 모든 레벨에서 파악하고 분석한다.

이 방법의 특징은 컴포넌트 레벨에서 결합모드를 규정하는 것이다. 각 결합모드가 다음 상위 시스템 레벨의 성능에 미치는 효과를 추측한다. 이 결합의 효과가 상위 시스템의 결합모드가 되고, 다시 이 수준에서 각 결합모드의 효과를 분석한다. 이와 같이 반복하여 최 상위 시스템에 이를 때까지 계속한다. 이 방법은 컴포넌트의 결합모드가 모두 밝혀져야 하므로 장비가 어느 정도 성숙된 설계의 후반부에서 주로 사용된다.

[1][2][3][7]

### 4. 환경영향 전 과정 평가(LCA) 한계점

환경영향 전 과정 평가는 활동정보를 얻을 수 있으나 자원사용에 따른 공정정보의 취득이 용이하며, 정량화하기 힘든 잠재된 환경영향에 대한 합이 된 방법론을 들출 할 수 있으나 대안 재료들의 비교에 있어서 주관적이 많아 “이 재료가 더 큰 환경친화성을 갖는다.”라고 확신할 수 있는 수치를 제공하지 못한다는 단점이 있다. 즉 전문가의 판단에 의한 상대적 성능평가의 한계를 벗어나지 못했다는 것이다. ISO-14001의 규격인 환경 측면 및 영향 평가표는 <그림 3>과 같다. [4]

제작(면봉)부서		별첨부	환경측면파악 및 영향평가표										작성	검토	승인
작성	일정	종명	가스 흐름 저감관리												
작별번호 : 1 / 2															
세부공정(작업/제작/서비스)	환경측면 (ASPECTS)	환경영향 (IMPACTS)	환경영향 측정법 방법	법규 준수 여부	기술적 제한 여부	환경 영향 분석 결과	평가 방법 방법	평가 등급 등급	환경 영향 수준 수준	작성자 (성명)	검토자 (성명)	승인자 (성명)	비고		
1. NH <sub>3</sub> BAS 저장탱크	1. 주입과정에서 NH <sub>3</sub> BAS 누출 가능성 2. 사고에 의한 NH <sub>3</sub> GAS 누출 및 화재 가능성	1. 대기 오염 2. 수질 오염 3. 대기 오염 4. 수질 오염 5. 화재 및 폭발 위험	환경 법규 준수 여부	기술적 제한 여부	환경 영향 분석 결과	평가 방법 방법	평가 등급 등급	환경 영향 수준 수준	작성자 (성명)	검토자 (성명)	승인자 (성명)	비고			
2. He GAS 저장탱크	1. 주입과정에서 He GAS 누출 가능성 2. 사고에 의한 He GAS 누출 및 화재 가능성	1. 대기 오염 2. 수질 오염 3. 대기 오염 4. 수질 오염 5. 화재 및 폭발 위험	환경 법규 준수 여부	기술적 제한 여부	환경 영향 분석 결과	평가 방법 방법	평가 등급 등급	환경 영향 수준 수준	작성자 (성명)	검토자 (성명)	승인자 (성명)	비고			
3. He GAS 저장탱크	1. 주입과정에서 He GAS 누출 가능성 2. 사고에 의한 He GAS 누출 및 화재 가능성	1. 대기 오염 2. 수질 오염 3. 대기 오염 4. 수질 오염 5. 화재 및 폭발 위험	환경 법규 준수 여부	기술적 제한 여부	환경 영향 분석 결과	평가 방법 방법	평가 등급 등급	환경 영향 수준 수준	작성자 (성명)	검토자 (성명)	승인자 (성명)	비고			
검토의견 (한점당부서)										검토일자 (날짜)					
										검토자 (성명)					
										검토결과 (□만족, □조정)					

주 1) 환경영향면 : 토탈온(온전, 온수, 수질오염, 토탈온수), 폐수물(폐수의발생, 소음발생, 소음저감, 사고에의한 유해물질 유출 가능성)  
 주 2) 환경영향 : 대기오염, 수질오염, 토탈온, 폐기물오염, 소음진동에 의한 증해감, 폐기물고장, 관리기구현고장, 악취에의한 증기  
 주 3) 평가등급(상태) : 평가등급(A,B,C) 및 운영상태(정상, 비정상, 비상) 즉 7주 4) 비고 : 개설이력(개정일자, 개정내용) 등을 기록

<그림 3> 환경영향 및 영향평가표

## 5. 결 론

환경경영 전 과정 평가(LCA) 활동의 문제점은 잠재된 환경영향을 파악하여 프로세스를 규정되고 분석할 순 있지만 활동에 필요한 원료 및 재료에 대한 신뢰성과 안정성을 분석하고 평가하는 대는 매우 부족한 점이 있다. 그래서 본 논문에서는 신뢰성 관련 기법들 (RAMS)을 이용하여 환경측면파악 및 영향평가를 좀 더 다양하고 객관적인 방법으로 평가할 수 있는 기법을 제안하고자 하였다.

## 6. 참 고 문 헌

- [1] International Electrotechnical Commission (1985), IEC 812: Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effect analysis (FMEA).
- [2] International Electrotechnical Commission (1990), IEC 1025: Fault tree analysis (FTA).
- [3] International Electrotechnical Commission (1991), IEC 1078: Analysis techniques for dependability - Reliability block diagram method.
- [4] KS A ISO 14001 : Environment Management System - Requirement, 1996
- [5] おのたかのり, 「統合 アネジソトッス テムの つくり方」, 日科技運出版社 ,1995 pp.14~31
- [6] 전진구 · 김인호, 「건설환경 경영관리」, 구미서관, 2003, pp.180
- [7] 김종걸 외 5명, “안전경영학회지, 제품안전 및 신뢰성기법 체계에 관한연구”, 안전경영학회, 2003, pp.4.6