

## 제조업에 대한 안전성평가시스템 모델 구축에 관한 연구

### - Development of a Safety Assessment System Model in the Manufacturing Industry -

성 호 경 \*

Sung Ho Kyung

#### Abstract

While a number of Korean companies have undergone ceaseless restructuring to survive today's rapidly changing global economy, the brick and mortar industry has been exerting their efforts to enhance the productivity through the development of new products, quality improvement, cost reduction measures.

At present, various risk-evaluation measures have been taken in the fields at the discretion of an enterpriser, though, the effective methods enabling quantitative analysis are insufficient. Accordingly, this study is intended to contribute to the synthetic safety manage -ment in the factory fields and to suggest the quantitative -risk-analysis system by introducing such safety-estimation steps as assortment of processes, pre-assessment of risk factors, decision of risks, counter measures against studied risks, establishment of remedies.

**Key-word : Quantitative-Risk-Analysis**

---

\* 대한산업안전 협회

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경과 목적

오늘날 산업현장에서 발생되고 있는 수많은 산업재해가 산업의 다양한 발전으로 인하여 여러 가지 형태로 나타나고 있다. 특히, 제조업에서는 산업재해로부터 발생하는 손실을 극복하고자 이들에 적합한 각종 방법을 강구하여 실천에 옮기고 있다.

<표 1-1> 연도별 산업재해발생 추이

구 분	'97	'98	'99	'00	'01
재 해 율	0.81	0.68	0.74	0.73	0.77
사망만인율	3.33	2.92	3.08	2.67	2.60

자료 : 노동부 산업재해분석(2001)

제조업의 경우 우리나라 사업장의 평균재해율 0.77보다 157%나 높은 1.21로 나타나고 있다. 산업재해로 인한 우리나라의 경제적 손실추정액은 2001년 8조 7천억원, 근로손실일수는 21,887,193일에 달하며, 이 또한 생산성을 떨어뜨리는 요소로 작용하고 있기 때문에 국제경쟁력의 저해요인으로 나타나고 있어 이에 대한 대책 마련이 필요하다.

본 연구는 제조업 스스로가 재해예방을 위해 체계적이고 정량적인 평가를 통하여 종합적인 안전관리를 추진할 수 있도록 하고자 하는데 있으며, 안전성평가시스템모델을 구축하여 사업장의 안전관리자나 안전분야 전문가들이 해당 사업장에 대하여 평가할 수 있도록 하였다.

<표 1-2> 산업재해로 인한 경제적 손실

(단위 : 백만원)

연 도	경제적손실액		
	계	직접손실액	간접손실액
'97	7,780,210	1,556,042	6,224,168
'98	7,255,330	1,451,066	5,804,264
'99	6,371,130	1,274,226	5,096,904
'00	7,281,330	1,456,266	5,825,064
'01	8,722,695	1,744,539	6,978,156

자료 : 노동부 산업재해분석('97 ~ 2001)

## 1.2 연구의 범위와 방법

### 1.2.1 연구의 범위

국내 사업장중 27.7%(2,934,380명)를 차지하고 있는 제조업에 대해서는 안전성 평가가 이루어지고 있지 않다. 본 연구의 목적은 사업장에서 차지하는 비중이 크고, 재해율이 높은 제조업을 대상으로 안전성 평가모델을 개발하고자 하여, 국내 산업재해분석 통계 자료 중에서 특히, 제조업이 33종으로 분류된 것을 중심으로 하였다.

### 1.2.2 연구의 방법

제조업은 복잡하고 다양한 특성을 갖고 있어 시스템을 적용하여 평가하는 데에는 어려움이 많지만, 정량적으로 안전성평가의 시스템을 구성하기 위해서 제조 사업장에서 나타날 수 있는 각 공정의 위험요소를 변수로 하여 노동부에서 매년 발표되는 “산업재해분석”과 “산재보험연보통계”의 통계자료에서 그동안 발생한 제조사업장의 업종별 재해율을 중심으로 재해발생 빈도와 위험도, 사업장의 설비가동에 따른 환경, 작업자를 보호하기 위한 조건, 업종의 특성, 생산공정의 Lay - Out, 법적인 수행상태, 산재요양 일수 등을 고려하여 안전성에 따른 수치를 정량화하여 제조사업장에서 평가할 수 있는 지표로 삼는다.

## 2. 안전성평가기법의 이론적 배경

### 2.1 안전성평가기법의 실태

#### 2.1.1 안전성평가의 종류

기법을 사용하기 전에 평가실시에 크게 영향을 주는 문제점 등을 먼저 검토할 필요가 있다. 적절한 위험성 평가 기법을 선정하기는 쉽지 않을 뿐 아니라 어떤 상황에 따라 최상의 방법이 없을 수도 있다.

현재까지 개발되어 이용되고 있는 것은 다음과 같다.

- 체크리스트법
- 안전성 검토법
- 상대적 위험 등급법
- 예비 위험분석법
- 사고예상 질문분석법
- 위험과 운전분석법
- 고장형태와 영향 및 치명도 분석법

- . 결함수 분석법
- . 원인-결과 분석법
- . 인간 오류분석법

### 3. 안전성평가 시스템 모델 수립

#### 3.1 안전성평가 시스템의 개요

##### 3.1.1 시스템 개발의 필요성

안전성평가(Safety Assessment)는 설비의 모든 공정에 걸친 안전상의 사전평가 행위로 위험을 확인, 평가 한 후 그 위험성을 사회적으로 허용된 정도로까지 감소 또는 배제하는 것을 의미한다. 안전성평가의 기본성향을 토대로 하여 제조업의 특성상 업종의 다양성과 복잡한 공정으로 인하여 현재 안전성평가를 실시 할 수 있는 방법이 미흡하므로 제조사업장에서 쉽게 자료를 획득하여 평가할 수 있는 평가시스템의 개발 필요성이 대두되었다.

##### 3.1.2 평가 모델의 개발 절차

- 1) 안전성평가를 위한 기초자료 준비
- 2) 안전성평가를 위한 자료 분석
- 3) 안전성평가를 위한 각종 분석 양식 활용
- 4) 안전성평가 결과 보고서

안전성평가 결과 보고서에서는 안전성 등급에 따라 각각의 공정별로 작업 또는 설비에 적합한 개선조치가 이루어 질 수 있도록 대책을 수립하는 내용이 포함하게 된다.

#### 3.2 안전성 평가항목 및 기준 설정

본 연구에서는 화학공장의 안전성평가시스템을 기본으로 하여 국내외 관련 자료를 분석하고 이를 참조하여 다음과 같은 평가모델(안전성 평가 공식)을 개발하였다.

△ SAP(Safety Assessment Point) 산출식

$$SAP = \text{위험성} \times \text{위험상수} \dots\dots\dots \text{식(4-1)}$$

- . 위험성 : (재해빈도등급 × 손실강도등급) + 재해결과요인

- . 위험상수 : 법적요인 × 인적요인 × 근로기간요인

- . 재해결과요인 : 재해 발생 시 기본 27점

### 3.2.1 재해빈도등급

평가대상공정의 재해통계를 가지고 있는 경우에는 표 4-1의 '재해빈도 등급표'에 의거하여 재해등급을 결정한다. 그러나 해당공정작업이 없는 경우에는 국내의 해당 제조업 평균 재해율(2001년기준)을 위험수준 기준으로 정하고, 역으로 재해건수를 재해율 공식(식 4-2)에서 의해 재해건수를 계산하며, 이때 재해건수(식 4-3)는 이산수치여야 한다.

△ 재해율 = 재해자수/근로자수 x 100 ..... 식(4-2)

- 재해자수 : 해당 제조업종의 재해자수
- 근로자수 : 해당 제조업종의 근로자수

△ 재해건수 = 재해율/근로자수 x 100 ..... 식(4-3)

- 재해건수 : 해당 제조업종의 재해건수
- 근로자수 : 해당 제조업종의 평균근로자수

<표 3-1> 재해빈도등급표

등급	발생 기준
1	- 재해가 산출기준 2배 이내에 발생한 적이 없음 - 발생가능성 : 현재의 상태로는 사고발생 가능성이 없거나 아주 낮음
2	- 재해가 산출기준 이내에 1건 이상 발생한 적이 있음 - 발생가능성 : 현재의 상태에서 실수를 하면 사고가 발생할
3	- 재해가 산출기준 1/2배 이내에 1건 이상 발생한 적이 있음 - 발생가능성 : 현재의 상태에서는 사고가 발생할 수 있음

※노동부 '산업재해분석' 자료에서 해당제조업의 재해율을 반영

### 3.2.2 손실강도등급

손실강도등급은 노동부 "산재보험사업연보통계"(01) 자료집에서 제조업의 1인당 평균 보험급여수급액(1,023,650원/인) 또는 산업재해분석(01)을 기준으로 정하였다.

<표 3-2> 손실강도등급표

등급	평가 기준	
1	-급여수급액 100만원 미만 -요양기간 4일 미만	-피부 긁힘, 경미한 베임·자상 및 타박상, 시야에 지장이 없는 충열/자극, 작업에 지장이 없는 신경계의 통증, 일시적 불편을 야기하는 질병등
2	-급여수급액 100만원 이상 ~1,000만원 미만 -요양기간 4일~29일	-피부베임, 화상, 청력장해, 경미한 골절, 작업환경측정 대상, 동상 등
3	-급여수급액천만원이상 -요양기간 30일 이상	-심한 골절, 절상, 중독, 복합상해, 직업병발생, 작업환경측정결과 허용기준초과, 급성질병, 화재·폭발 등
적용원칙	-평가기준 중 1개의 기준이라도 초과하는 경우 상위기준적용	

### 3.2.3 위험상수기준

위험상수에 기준은 안전성에 영향을 주는 요소들로서 현재의 안전관리상태수준이 법적규정 준수여부, 작업공정의 작업인원수, 작업종사기간과 재해발생여부를 파악하여 해당되는 값을 위험상수 기준표에서 찾는다.

<표 3-3> 위험상수기준표

구분 등급	요 인 종 류			
	법적사항	인적사항	근로기간	재해발생
1	해당없음	1인	100일 이내	27 적용
2	권 장	2-3인	101~200일	
3	해 당	4인 이상	201일 이상	

#### 1) 법적요인

- 산업안전보건법 및 안전보건기준, 기타 법령의 규정에 저촉되면 3점
- 법적 이외에 자사의 규정에 있거나, 안전상 필요하면 2점
- 해당사항이 없으면 1점 부여한다.

#### 2) 인적요인

해당 공정의 동시작업 인원수로서 공동 작업자 전체 수를 적용한다.

- 해당 공정의 작업인원이 1인 경우 : 1점
- 해당 공정의 작업인원이 2~3인 : 2점
- 해당 공정의 작업인원이 4인 이상 : 3점

#### 3) 근로기간요인

위험에 노출되는 연간작업일수(1일 단시간작업도 1일로 처리), 즉 연간 근로시간을 300일/인 중 100일씩 나누어 3단계로 구분한다.

- 근로기간 100일 이내 : 1점
- 근로기간 101~200일 : 2점
- 근로기간 201일 이상 : 3점

#### 4) 재해결과요인

법적요인, 인적요인, 근로기간요인이 적게 나타났더라도 해당 공정에서 최근 3년 내에 재해가 발생한 경우에는 해당공정의 안전성에는 문제가 있는 것으로 이 경우에는 재해결과요인 27점을 적용하였다.

### 3.2.4 재해발생 요인

최근 3년 간의 재해발생현황 정보를 이용하여 재해발생건수, 재해자수를 조사하여 별도의 등급구분이 없이 해당되는 값을 적용한다.

### 3.2.5 안전성평가 점수

단계별로 적용시켜 그 분포에 따라 재해발생요인 이 적은 상태 즉, 안전성이 어느 정도 확보된 상태인가를 점수화하여 등급결과에 따라 최종 보고서에 그에 따른 안전 대책을 마련하게 된다.

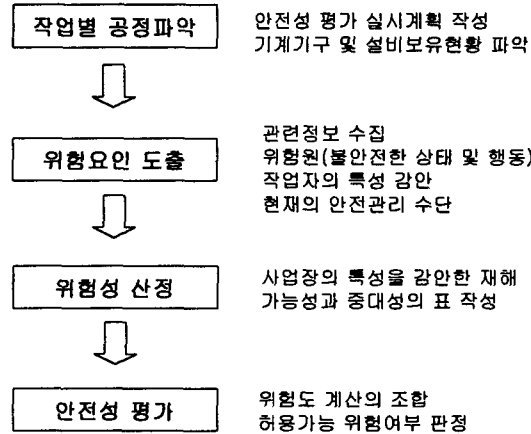
<표 3-4> 안전성평가 등급기준

안전수준	평가점수	관 리 기 준
안 전 I	27 이하	○ 개선조치 필요 없음 ○ 지속적인 관찰이 필요함(서류기록 유지)
경 미 II	28 - 81	○ 현장 작업자의 관리만으로 해결 가능함 - 통제를 위한 지속적인 감시가 필요 ○ 비용부담이 적은 개선 방안 강구
보 통 III	82 - 108	○ 4월 이내에 위험요인에 대한 개선조치가 필요함 ○ 통제를 유지하기 위한 규정이 필요함 - 현장 작업자의 관리만으로 해결 불가능 - 부서장 통제·관리 필요 - 개선비용 부담 감수 ○ 항상 재해방지를 위한 불안전행동 금지조치가 필요함 - 정기적인 순찰/점검·안전교육실시, 안전수칙준수 철저 등
위 험 IV	109 - 189	○ 2월 이내에 위험요인에 대한 개선조치가 필요함 ○ 위험도를 낮추기 위한 예산, 인력 및 시간 등의 노력이 지속적으로 필요함 - 작업시작 전 점검/지적확인·담당자 외 작업금지조치 필요
심각한 위험 V	190 이상	○ 즉시 위험요인 제거를 위한 개선조치가 - 재해발생 우려가 매우 높은 단계로 작업을 중지해야 할 단계로 작업을 지속하기 위해서는 비상조치가 필요함 ○ 위험원에 대한 정밀안전점검/검사/진단 필요

## 3.3 안전성의 평가 방법

### 3.3.1 안전성의 평가 절차

아래 그림과 같이 사업장의 작업별 공정파악, 위험요인 도출, 위험성 산정, 안전성 평가의 4단계를 밟아 순차적으로 분석, 적용시켜 나아간다.



[그림 3-1] 안전성평가 흐름도

### 3.3.2 작업별 공정파악

안전성평가 용이하도록 하기 위하여 작업별 공정을 세분류하고 생산공정의 Layout 을 구체적으로 파악한다.

<표 3-5> 기계 · 기구 및 설비 보유현황

[서식 1]

기계 · 기구/설비명	규격/용량	보유대수	현재의 안전조치수단	비고

<표 3-6> 공정분류표

[서식 2]

공정명	근로자수	작업내용	기계·기구	비고

표 4-6의 공정명에는 작업과정별(순서별)로 기재하고, 근로자수는 해당 작업공정상에서 위험에 노출되어 있는 작업자 전원을 기재한다. 작업내용항목은 작업내용을 구체적으로 설명하고, 기계·기구는 생산에 사용되는 제반설비를 포함하여 기록하여야 한다.

### 4.3.3 위험요인 파악

근로자 작업중심의 유해·위험요인, 기계·기구 및 설비의 불안전 상태에서 위험요인을 파악한다. 단, 불안전 상태는 근로자의 작업 위험성과 관련성이 있어야 한다. 재해 발생 경력은 과거 3년간(당해년도 + 2년)공상을 포함한 재해를 대상으로 원인 분석한다.



<표 3-7> 재해분석표

[서식 3]

<표 3-7a> 재해발생현황

구분 년도	근로 자수	재해자수(명)			재해율(공상포함)		
		계	산재	공상	백분율	강도율	도수율
당해 년도							
1 년전							
2 년전							

<표 3-7b> 재해원인분석

공정명	재해 구분	기인물	재 해 원 인	상해 부위	상해 종류	재해 자수	치료일	발생일

### 3.3.4 안전성 평가

표 3-8의 안전성평가표에 대입한 후 SAP식(3-1)에 의하여 위험도 계산의 조합으로 안전성 평가점수를 산정한다.

<표 3-8> 안전성평가표

[서식 4]

공정명 :

작업구분 / 설비명	작업 내용	근로 자수	근로 일수	위험요인 재해 및상해 발생형태	현 안전 관리수단	재해 자수	위험도					재해 결과 요인	SAP
							위험성		위험상수				
							재해 빈도	손실 강도	법적 요인	인적 요인	근로 기간		

산정한 안전성평가점수 결과를 표 3-4 안전성평가등급기준에서 허용가능 위험여부를 판단하여 표 3-9의 안전성평가결과 개선계획서와 같이 이에 적합한 개선방안을 수립한다.

<표 3-9> 안전성평가 결과 개선계획서

[서식 5]

공정명	작업구분/설비명	위험요인/재해및상해발생형태	안전평가점수	개선계획		
				개선방안		비고
				불안전행동		
				불안전상태		
				불안전행동		
				불안전상태		

공정명은 해당공정 순서대로 기재하고, 개선방안은 개선대책으로서 불안전행위 및 상태로 구분하여 수립한다. 비고란에는 개선일자, 관련 첨부자료 등을 기재한다.

#### 4. 안정성평가 모델의 적용사례

##### 4.1 안전성평가시스템의 적용

###### 4.1.1 작업공정의 분류

<표 4-1> 공정분류표

공정명	근로자수	작업내용	기계·기구/설비	비고
자재입고	4명	자재(동판)입고	인력운반	1층 생산부
모형외판가공	4명 (공동작업)	동판을 모형규격에 맞게 절단	절단기	
		모형외판 성형(드로인)	프레스	
		모형외형을 규격에 맞게 세공 칩 제거를 위해 에어건사용	밀링, 에어건	
부품가공	4명 (공동작업)	부품의 절곡	수동편심 프레스	
		프라스틱 부품에 테 인쇄	Tampon기	
		부품의 모서리 등 미세절단	수동(발조작) 절단기	
		부품에 구멍	탁상드릴(5)	
금형제작	4명 (공동작업)	금형 등 외형/표면의 연마	평면 연삭기+다트	
		금형 등 재료절단	미톱	
		금형 등 재료가공	선반	
		금형 등 재료가공	탁상드릴	
		금형보관	진열식보관대	

### 4.1.2 위험요인 파악

<표 4-2> A사의 재해발생현황

년도	구분	근로자수	재해자수(명)			재해율(공상포함)		
			계	산재	공상	백분율	강도율	도수율
2001년		96명	1	1	0	1.06%	1.45	4.15
2000년		94명	1	1	0	1.06%	1.45	4.15
1999년		94명	0	0	0	-	-	-

<표 4-3> 재해원인분석

공정명	재해구분	기인물	재해원인	상해부위	상해종류	재해자수	치료일	발생일
가공	구내 작업중 사고	소형 전단기 (2층)	크기가 10mm x 10mm 정도의 소형 동판을 수동샤링기를 사용 절단하던 중 손가락이 위험점(칼날)안에 들어간 것을 모르고 발판스위치(페달)를 밟아 오른손 둘째 손가락 끝단 부위가 절단되었음	손가락	절단	1명	35	00.11.29
		밀링기	면장갑을 착용하고 있어 회전하는 가공날에 장갑(손)말릴위험	손가락	협착	1명	35	01.06.22

### 4.1.3 위험도 결정

위험도 평가는 해당 부서별로 대상 작업·공정이 누락되지 않도록 위험도 평가대상 리스트를 만들어 평가하는 것이 효과적이다. 본 사례연구에서는 표 5-4에서 안전성평가는 위험요인별로 나타내었으며, 안전성평가점수 SAP (Safety Assessment Point)는 위험성에 위험상수를 곱하거나 더한 값으로 결정하였다.

※ SAP(Safety Assessment Point) 산출 사례 (부품가공작업: 절단작업)

SAP = 재해빈도등급(2) × 손실강도등급(3) × 법적요인(3) × 인적  
 요인(2) × 근로기간요인(3) + 재해발생요인(27) = 135점  
 SAP가 135점으로 등급이IV(위험수준)에 해당됨을 알 수 있다.

<표4-4>안전성평가표

작업구분/설비명	작업내용	종사자	작업일수	위험요인/재해 및 상해 발생형태	현 안전 관리 조치	재 해 자 수	위험도						S A P
							재 해 빈 도	손 실 강 도	법 적 요 인	인 적 요 인	근 로 기 간	재 해 결 과	
□ 공정명 : 부품가공 및 금형제작						계	92	131					-
연삭 /밀링기	모형기관차 및 금형의 외형을 다듬질하고 칩제거를 위해 에어건 사용함	3	300	면장갑을 착용하고 있어 회전하는 가공날에 장갑(손)말릴위험	-	1	2	3	3	2	3	27	135
				회전날에 의한 절삭작업으로 칩이 비산되어 눈상해(찔림)위험	-	0	3	2	3	3	3	0	162
부품 가공	동판가공재의 모서리등의 경미한 부분절단	1	250	가공재가 소형으로 잡는 부분이 적어 손이 위험점내로 들어가 손가락 절단위험	-	1	3	3	3	1	3	27	108

#### 4.1.4 안전성 평가결과에 대한 개선대책

SAP 결과가 135점으로 '안전성평가 등급기준'의 IV등급인 위험수준에 해당하므로 안전성 평가결과 조치계획서에 새로운 위험요인 발생되지 않도록 최소의 비용으로 개선할 수 있는 구체적인 대책을 수립한다.

- 가능한한 유해위험을 모두 제거하거나 근본을 제거한다.
- 제거가 불가능하면 유해위험을 줄인다.
- 가능한한 작업자에게 맞는 작업방법 선택한다.
- 관리방식을 개선하기 위해 기술적 개선을 실시한다.

- . 모두의 안전을 위한 조치를 취한다.
- . 기술 및 절차의 관리가 필요한 방법을 강구한다.
- . 모든 관리사양을 적용한 후 마지막으로 개인보호 장구에 의존한다.
- . 필요시 예상되는 비상사태에 대한 조치계획을 수립한다.

아울러 개선의 결과에 따라 피드백하여 정기적으로 연1회이상 실시함으로써 확실한 안전성을 확보하게 된다.

## 4.2 안전성평가시스템의 도입효과

### 1) 작업·공정의 분류

안전성평가가 용이하도록 생산공정의 Layout을 구체적으로 파악함으로써 작업공정을 정확히 이해할 수 있어 표준안전작업을 제시 할 수 있었다. 안전성 평가를 실시하기 위해 사업장에서 보유하고 있는 기계·기구 및 설비의 실태를 사전에 정확히 파악하게 되므로 위험요인을 사전에 숙지하는 기회가 되었다.

### 2) 위험요인파악

사업장에서 발생하는 사소한 재해도 모두 파악하여야 하므로 해당사업장의 재해요인을 정확히 알 수 있으므로, 분석 또한 정확할 수 있어 재해를 예방을 위한 분명한 대책을 수립할 수 있게 된다.

### 3) 위험도 결정

표 4-4의 안전성평가 점수(SAP) 관리기준에서 5등급으로 평가기준을 적용할 수 있어 위험수준(IV : 109~189점)이상의 등급 발생시에는 이에 따른 대안을 마련하는데 결정적 도움이 되었다.

### 4) 안전성 평가결과 개선대책

위험수준을 판정한 후에는 안전성평가수준이 위험수준(IV : 109~189점) 이상에 따라, 각각의 공정별로 작업 또는 설비에 따라 적합한 개선조치를 할 수 있는 대책을 수립하는 내용을 포함하게 된다.

또한 사업장의 안전보건조치를 수용할 수 있는 대책을 적시에 제시할 수 있고, 평가팀의 전문성을 고려하여 개선비용을 최소화 할 수 있다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 안전성평가를 실시하기 위해서는 먼저 평가팀구성, 평가를 실시할 도구, 평가대상 등의 3요소로 갖추고 있어야하며, 안전성평가시스템은 6단계의 과정을 거쳐 최종평가가 이루어 졌다.

첫째, 안전성평가를 실시하기 위해서는 공정하고 정확한 평가를 위하여, 외부 평가자 및 사업장실정을 잘 알고 있는 사업장내의 전문기술자를 포함하여 평가팀이 구성되었다.

둘째, 사업장에서 보유하고 있는 기계·기구 및 설비의 상태 파악과 작업공정별로 세분화하여 안전성평가가 용이하도록 생산공정의 Layout을 구체적으로 파악함으로써 작업공정에 대한 정확한 이해로 표준안전작업을 제시 할 수 있었다.

셋째, 평가후 이에 따른 결과가 위험수준인 4등급의 경우 기준에 따라 안전성을 확보 할 수 있는 개선대책을 보다 구체적으로 제시할 수 있는 기회를 갖게 하였다.

안전성평가는 종합적인 위험을 사전에 평가하여 안전성을 확보하기 위해 시행하는 것으로 기술적, 관리적 측면에 대한 위험요인을 사전 배제하기 위한 구체적인 개선책을 마련하고 실천하여 안전성을 확보하고자 하는데 있다.

안전성 평가를 확대 발전시키기 위해서는 사내에서 평가를 수행할 능력이 있는 전문가를 확보하기 위해 전문인력 양성에 적합한 교육과정을 육성해 나아가야 할 것이다.

사업장의 근로환경에 대한 안전성 평가를 정착시키기 위해 사업장 스스로가 수행하게 하는 제도적 장치가 필요하다..

또한, 국내의 실정에 적합한 안전성평가시스템이 도입 될 수 있도록 지침서를 개발하여 보급해 나아가야 할 것이며 아울러, 종합적으로 누구나 쉽게 평가할 수 있는 기법개발 보급이 시급히 이루어 져야 할 것이다.

## 6. 참 고 문 헌

[1] 박정원·신승우·김, 『안전성의 평가방법』, 도서출판 세화, 1999.

[2] 채수현, 「주요위험설비에 대한 위험성 평가제도의 국내 적용에 관한 연구」, 서울산업대학교, 석사학위논문, 1994.

- [3] 이내우·이진우, 『안전성평가, 도서출판 동화기연』, 1997.
- [4] 성호경, 『최신산업안전보건법해설』, 형설출판사, 2000.
- [5] 성호경, 『산업안전보건현장실무』, 형설출판사, 2000.
- [6] 한국산업안전공단, 「제조업종의 위험성평가 제도 도입에 관한 연구」, 1997.
- [7] 대한산업안전협회, 「안전관리대행사업장의 위험성평가제도」, 2002.
- [8] 노동부, 「산업재해분석」, (1997, 1998, 1999, 2000, 2001)
- [9] 김두환, 「석유화학단지 위험성평가 시스템구축 당면과제와 대책방안」, 한일기술사 심포지움, pp. 125-129, 1995.
- [10] 성호경·김병석·이태우, 「국내산업안전관련제도 개선활용 방안에 관한 연구」, 안전경영과학회지 제1권 제1호, 1999.
- [11] 김두환, 「물질의 폭발위험 특성과 위험성평가 실예」, 화학공학회 안전부문 국제 세미나, pp. 283-331, 1994.
- [12] 한국산업안전공단, 「영국의 위험감소 및 인명보호대책/정부부처의 위험성 평가 활용방법」, 2000.
- [13] 노상규 외 3인, 「화학공정의 위험성평가를 위한 화재폭발지수 산정프로그램 개발」, 한국산업안전학회지, pp. 6-9, 1993.
- [14] 화학공학협회편, 『화학 plant의 안전대책기술, 위험도 평가』, 환선(주) 발행 1978.
- [15] 니시가와 히가리이치, 「화학회사에서 위험성평가」, 일본안전공학회, pp. 3-9, 1997.
- [16] 나가라이도요아기, 「유럽의 화학공업에서의 폭발위험리스크 평가수법」, 일본 안전공학회지, vol. 36 No. 5, pp. 296~300, 1997.
- [17] 다나가고우, 「화학 plant 의 리스크어세스먼트와 안전성평가」, 일본 안전공학협회 세미나자료, pp. 2-6, 1996.
- [18] 日本, 勞働性, 安全衛生部, 經營과 安全衛生, 中央勞働災害防止協會, 平成元年
- [19] 中央勞働災害防止協會, 安全衛生法令便覽, 第一法規出版株式會社, 1994
- [20] 日本, 勞働性 安全衛生部, 安全管理實務必携, 中央勞働災害防止協會, 昭和57年
- [21] 西島茂一, これからの 安全管理, 中央勞働災害防止協會, 昭和 63. pp. 100
- [22] 桑原清夫 職場の安全衛生, pp. 53
- [23] Colling, D, A., Industry Safety Management and Technology, Prentice Hall, Englewood, Cliffs, 1990. pp.104~118
- [24] Patrick D. T. O'CONNOR, Practical Reliability Engineering. 1996.
- [25] Heinrich, H,W., Industry Accident Prevation, 4th ed. McGraw -Hill book CO., 1969, pp50

## 저 자 소 개

성 호 경 : 홍익대학교 전기공학과 졸, 세종대학교 경영대학원 경영학과 생산관리 전공 석사학위 취득, 명지대학교 산업공학과 산업공학전공 공학박사학위 취득  
현 대한산업안전협회 재직 중.