

위험성 평가 기법

1. 위험성 평가의 개념

지금까지 안전의 개념은 「사고로부터 자유로운 상태」 또는 「고통, 부상이나 사망 손실로부터 안전한 상황」으로 정의되어 왔다. 그러나 좀더 기능적인 정의를 보면 「사고로 인한 손실의 관리」라고 할 수 있다. 이 의미는 부상과 질병 그리고 작업장 및 외부환경에 대한 모든 피해와 관계가 있다는 것이다. 여기에는 사고를 방지하는 것과 사고가 발생되었을 때 손실을 최소화하는 것 두가지 모두 포함되어 있다.

작업장에서 성공적인 안전·보건관리는 유해·위험요인의 잠재위험 인식에서부터 출발한다. 즉 잠재적인 유해·위험요인들이 어떠한 조건과 상태에서 재해로 발전할 것인가를 정확하게 인식하기 위한 체계적인 분석이 필요하다. 이것이 위험성평가의 주된 역할이다. 과거 위험성 평가는 화학공장이나 우주개발 등 전문적인 분야에서의 중대산업사고와 손실을 방지하기 위한 기법으로 활용되어 왔으나 최근에는 환율, 재정, 석유, 날씨, 산업안전 등 생활과 밀접한 분야에 까지 이 개념이 적용되고 있다.

1. 위험성 평가의 목적

일반적으로 위험성 평가로 기대할 수 있는 효과는 다음과 같다

- (1) 공정 또는 설비의 수명(Process Life)기간 동안에 사고의 감소
- (2) 사고 발생시에 사고영향의 최소화
- (3) 비상사태 발생시 대응조치의 개선
- (4) 공정에 대한 보다 증진된 훈련과 이해도 향상
- (5) 보다 효과적이고 생산적인 운영
- (6) 적용받는 관계법의 파악과 만족을 통한 불이의 사전제거
- (7) 과학적 기법에 의해 체계적으로 안전관리를 하고 있다는 대외적 이미지 향상

2. 위험성 평가의 제한성

위험성평가는 제조공정 및 운전에 대한 기존의 지식을 기초로해서 이루어지므로 제조공정의 화학반응을 모르거나 관련도면이나 절차가 부정확하거나 평가팀이 가지고 있는 공정지식이 평가하고자 하는 시스템과 관련이 적은 경우 이들이 실시한 위험성 평가는 가치가 없고 의사결정자가 의사결정을 하는데 도움이 되지 못한다.

위험성 평가 결과는 평가자들의 지식과 경험 등에 따라 차이가 많이 난다. 동일한 제조공정의 평가결과도 서로 다른 팀에 따라 상이한 결과가 도출될 수 있음을 알아야 한다.

3. 위험성 평가 제도

2010년 고용노동부에서는 산업재해율이 10년이상 0.7%대에서 정

체되고 있는 상황을 타개하기 위해 획기적인 정책전환의 필요성을 인식하고 그 대안으로 '위험요인 자기관리'란 시범사업을 통한 위험성 평가 제도를 도입하기로 하였다.

위험성 평가 제도란 사업장 내 재해 및 직업병 발생원인을 노사가 자율적으로 발굴개선하는 시스템을 말하며 이는 정부의 감독이 다양한 재해유형에 효과적으로 대처하기 어렵다는 한계를 극복하기 위하여 사업주 책임에 의한 능동적 위험관리를 정착하기 위한 일종의 패러다임의 전환이다.

4. 위험성 평가의 종류

위험성 평가를 실시하고자 하는 대상공정설비의 복잡성, 위험의 정도, 작업특성 그리고 위험성 평가 실시시기에 따라 적합한 위험성 평가 기법을 선택하는 것이 위험성 평가를 수행하는 시간도 절약하면서 효과적인 결과를 도출할 수 있다.

일반적으로 적용하는 위험성 평가 기법의 종류는 다음과 같다.

- (1) 안전성 검토(Safety Review)
- (2) 체크리스트(Checklist Analysis)
- (3) 사고예상질문분석(What-If Analysis)
- (4) 위험 및 운전분석(Hazard and Operability Study)
- (5) 결함수분석(Fault Tree Analysis)
- (6) 사건수분석(Event Tree Analysis)
- (7) 대위험순위 결정(Dow and Mond Indices)
- (8) 이상위험도 분석(FMECA)
- (9) 작업자 실수 분석(Human Error Analysis)
- (10) 원인과 결과분석(Cause-Consequence Analysis)

등이 있으며 이외에 한국산업안전보건공단에서 제정한 '4M 리스크 평가 기법', 대한산업안전협회에서 제정한 '4H-KISA 위험성 평가 기법' 등이 있다.

본 자료에서는 여러 가지 위험성 평가 기법 중 장치산업을 제외한 일반적인 제조공정에서 사용할 수 있도록 최근 개정된 「4M 리스크 평가 기법」에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE X-14-2010)에 따른 기법을 중심으로 소개하고자 한다.

II. 위험성 및 위험요인

1. 위험성과 위험요인의 정의

가. 위험성(Risk)

위험성(위험도)은 특정한 위험요인이 위험한 상태로 노출되어 특정한 사건으로 이어질 수 있는 가능성(발생빈도)과 결과의 중대성(손실크기)의 조합으로서 위험의 크기 또는 위험의 정도를 말한다

나. 위험요인(Hazard)

위험요인(위험요소)은 인적피해, 물적손실 및 환경피해를 일으키는 요인 또는 이들 요인이 혼재된 잠재적 유해·위험요인으로 실제 사고(손실)로 전환되기 위해서는 자극이 필요하며 이러한 자극으로는 기계적 고장, 시스템의 상태, 작업자의 실수 등 물리·화학적, 생물학적, 심리적, 행동적 원인이 있음을 말한다

2. 위험요인의 근원

- (1) 사람 (2) 설비 (3) 재료
- (4) 작업환경 (5) 작업방법 (6) 정보

3. 위험요인의 분류

- (1) 물리적 위험 (2) 화학적 위험 (3) 생물학적 위험
- (4) 방사선 위험 (5) 정신적 위험

III. 위험성(리스크) 평가 절차 및 방법

1. 용어의 정의

이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (1) “4M 리스크 평가”라 함은 공정(작업) 내 잠재하고 있는 유해위험요인을 Man(인적), Machine(기계적), Media(물질·환경적), Management(관리적) 등 4가지 분야로 리스크를 파악하여 위험 제거 대책을 제시하는 방법을 말한다.
- (2) “리스크 평가(Risk assessment)”라 함은 잠재 유해위험요인이 사고로 발전할 수 있는 빈도와 피해크기를 평가하고 리스크가 허용될 수 있는 범위인지 여부를 평가하는 체계적인 방법을 말한다.
- (3) “사고(Accident)”라 함은 유해위험요인(Hazard)을 근원적으로 제거하지 못하여 위험에 노출되어 발생하는 바람직스럽지 못한 결과를 초래하는 것으로서 사망을 포함한 상해, 질병 및 기타 경제적 손실을 야기하는 예상치 못한 사상(Event)과 현상을 말한다.
- (4) “사건(Incident)”이라 함은 유해위험요인이 사고로 발전되었거나 사고로 이어질 뻔했던 원하지 않는 사상(Event)으로서 인적 물적 손실인 상해·질병 및 재산적 손실뿐만 아니라 인적물적 손실이 발생되지 않는 아차사고를 포함하여 말한다.
- (5) “유해위험요인(Hazard)”이라 함은 인적·물적손실 및 환경피해를 일으키는 요인(요소) 또는 이들 요인이 혼재된 잠재적 위험요인으로 실제 사고(손실)로 전환되기 위해서는 자극이 필요하며 이러한 자극으로는 기계적 고장, 시스템의 상태, 작업자의

실수 등 물리·화학적, 생물학적, 심리적, 행동적 원인이 있음을 말한다.

- (6) “유해위험요인 확인(Hazard identification)”이라 함은 시스템에서 인적·물적손실 및 환경피해를 야기할 수 있는 잠재적 리스크를 가진 물리·화학적 여러 요인을 확인(도출, 파악)하는 것을 말한다.
- (7) “리스크(Risk)”라 함은 특정한 유해위험요인이 위험한 상태로 노출되어 특정한 사건으로 이어질 수 있는 사고의 빈도(가능성)와 사고의 강도(심각성)의 조합으로서 위험의 크기 또는 위험의 정도를 말한다.
- (8) “브레인 스토밍(Brain storming)”이라 함은 일정한 주제에 관하여 회의 형식을 채택하고 구성원의 자유발언을 통한 아이디어의 제시를 요구하여 새로운 발상을 찾아내려는 방법을 말한다.

기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전기준에 관한 규칙 및 산업보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

2. 리스크평가 시기

- (1) 공정을 신설하는 경우
- (2) 새로운 설비 도입 및 공정·작업의 변경이 필요할 경우
- (3) 자율안전보건경영 시스템 구축을 통해 허용 가능한 위험수준 이내로 개선하고자 할 경우
- (4) 기존 사용하고 있는 물질 이외의 새로운 물질을 사용할 경우
- (5) 기존공정·작업에 대한 리스크를 정기적으로 검토할 경우
- (6) 중대사고, 재해 또는 아차사고(Near miss)가 발생한 경우

3. 리스크 평가팀 운영

가. 평가팀 구성

- (1) 팀장(평가대상 공정 또는 작업의 책임자)
- (2) 대상공정을 구성하는 작업책임자(반장 또는 특별한 경우 작업자)
- (3) 정비작업자
- (4) 안전·보건관리자

나. 팀장의 역할

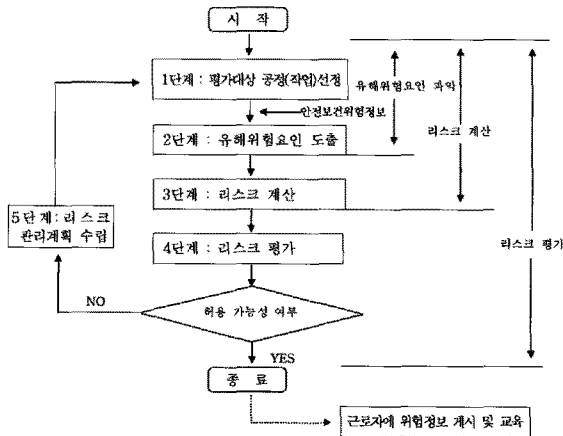
- (1) 평가대상 공정에 대한 작업지식과 경험 보유
- (2) 리스크 평가 기법 숙지
- (3) 대상공정의 안전보건정보 수집

(4) 탐구성원간 안전보건정보 교환을 통한 완전한 이해

다. 리스크 평가 진행 방법

- (1) 리스크 평가는 팀장이 중심이 되어 수행
- (2) 팀장은 탐구성원이 브레인 스토밍을 통해 4M의 항목별 유해위험요인을 도출하도록 유도 (표 1 참조)
- (3) 도출된 유해위험요인에 대한 발생빈도(발생 가능성) 및 피해강도(피해 심각성)를 결정하여 리스크 계산
- (4) 유해위험요인에 대한 리스크가 허용가능 위험인지, 허용할 수 없는 위험인지 여부를 판단
- (5) 허용할 수 없는 유해위험요인의 경우, 리스크관리계획을 세워야 하며 리스크 관리계획은 실행가능하고 합리적인 대책인지를 검토
- (6) 리스크관리계획 실행 후 유해위험요인에 대한 리스크는 가능한 한 허용할 수 있는 범위이내 이어야 함

4. 리스크평가 추진 절차



(그림 1) 리스크 평가 추진 절차

5. 리스크 평가시 단계별 수행 방법

가. 1단계 : 평가대상 공정 선정

평가대상 공정(작업)은 다음과 같이 선정한다.

- (1) 평가대상을 공정별로 분류
- (2) 분류된 공정이 1개 이상의 단위작업으로 구성되고 단위작업이 세부 단위작업으로 구분될 경우 단위작업을 하나의 평가 대상으로 정함.
- (3) 작업공정 흐름도에 따라 평가 대상 공정이 결정되면 사업장 안

전보건상의 위험정보를 작성하여 평가 대상 및 범위 확정

(4) 리스크 평가 대상 공정에 대한 안전보건상의 위험정보 사전 파악(양식 1 참조)

나. 2단계 : 위험요인 도출

유해위험요인을 도출하고 유해위험요인별 피해대상과 재해형태를 다음과 같이 파악한다.

(표 1) 4M의 항목별 유해위험요인 예시

항목	유해위험요인
인적 (Man)	<ul style="list-style-type: none"> • 근로자 특성(장애자, 여성, 고령자, 외국인, 비정규직, 미숙련자 등에 의한 불안전 행동 • 안전보건 정보의 부적절 • 작업자세, 작업동작의 결함 • 작업방법의 부적절 등 • 휴먼에러(Human error) • 개인 보호구 미착용
기계적 (Machine)	<ul style="list-style-type: none"> • 기계·설비 구조상의 결함 • 위험 방호장치의 불량 • 위험기계의 본질안전 설계의 부족 • 비상시 또는 비정상 작업시 안전연동장치 및 경고장치의 결함 • 사용 유효리티의 결함 • 설비를 이용한 운반수단의 결함 등
물질 환경적 (Media)	<ul style="list-style-type: none"> • 작업공간의 불량 • 가스, 증기, 분진, 흙, 미스트 발생 • 산소결핍, 병원체, 방사선, 유해광선, 고온, 저온, 초음파, 소음, 진동, 이상기압 등 • 취급 화학물질에 대한 중독 등
관리적 (Management)	<ul style="list-style-type: none"> • 관리조직의 결함 • 규정, 매뉴얼의 미작성 • 안전관리계획의 미흡 • 교육·훈련의 부족 • 부하에 대한 감독·지도의 결여 • 안전수칙 및 각종 표지판 미게시 • 건강검진 및 사후관리 미흡

(1) 유해위험요인 대상

- ① 사용기계·기구에 대한 위험원 확인
- ② 사용물질에 대한 위험원 확인
- ③ 예상되는 잘못 사용 및 고장
- ④ 노출 등 작업환경
- ⑤ 작업 중 예상되는 근로자의 불안정한 행동
- ⑥ 무리한 동작을 유발하는 불안정한 공정

- ⑦ 작업간 물류이동(운반)의 위험원 확인
- ⑧ 보수 및 수리 등 비정상 작업에 대한 위험원 확인

(2) 유해위험요인 도출방법

- ① 위험을 Man(인적), Machine(기계적), Media(물질·환경적), Management(관리적) 등 4개 항목으로 구분평가
- ② “기계적” 항목은 모든 생산설비의 불안전 상태를 유발시키는 설계·제작·안전장치 등을 포함한 기계자체 및 기계주변의 위험 평가
- ③ “물질 및 환경적” 항목은 소음, 분진, 유해물질 등 작업환경 평가
- ④ “인적” 항목은 작업자의 불안전 행동을 유발시키는 인적 위험 평가
- ⑤ “관리적” 항목은 안전의식 미흡으로 사고를 유발시키는 관리적 사항 평가

(3) 피해대상 파악

유해위험요인별 영향을 받을 수 있는 피해 대상자를 파악하되, 다음의 산재취약 대상자는 반드시 파악하여 기록한다.

- ① 신규채용자, 작업전환자 및 연소자
- ② 장애인 및 임신부
- ③ 이주노동자
- ④ 작업장에 비정상적으로 출입하는 자(비정규직, 계약업체 종사자, 방문객, 청소원 등)

(4) 재해형태 파악

유해위험요인별 발생가능한 재해형태를 파악한다.

(5) 리스크 평가표 작성(양식 2 참조)

- ① 평가대상 공정명 및 공정의 구체적인 작업내용을 기재
- ② 유해위험요인을 4M으로 구분하여 도출
- ③ 평가대상 작업발생주기 및 작업시간
- ④ 유해위험요인, 피해대상, 재해형태
- ⑤ 기존 리스크관리 활동
- ⑥ 추가 리스크관리 계획
- ⑦ 현재 리스크, 리스크관리 후 리스크 기재

다. 3단계 : 리스크 계산

- (1) 2단계에서 파악된 대상 공정 및 작업의 유해위험요인에 대하여 기 파악된 기존의 리스크관리 활동을 고려하여 그 유해위험요인이 사고로 발전할 수 있는 발생빈도(발생 가능성)와 발생 시 피해강도(피해 심각성)를 단계별로 위험수준을 결정
- (2) 각 유해위험요인에 대한 리스크 계산은 발생빈도와 피해강도의

곱으로 리스크(위험의 크기) 수준을 결정한다.

$$\text{리스크} = \text{발생빈도} \times \text{피해강도}$$

- (3) 사업장의 특성에 따라 발생빈도 및 강도수준의 단계를 조정할 수 있음

〈표 2〉 발생빈도 예시

단계	빈도	내 용
5	빈번	3년간 중대재해 1건 이상 발생 또는 3년간 재해 3건 이상 발생 또는 아차사고 8건 이상 발생
4	높음	3년간 재해 2건 발생 또는 연간 아차사고 7건 발생
3	있음	3년간 재해 1건 발생 또는 연간 아차사고 5~6건 발생
2	낮음	연간 아차사고 3~4건 발생
1	없음	연간 아차사고 1~2건 발생

〈표 3〉 피해강도 예시

단계	강도	재해로 인한 손실일수
4	매우심각	310일 이상
3	심각	100~309일
2	보통	99일 이하
1	영향없음	없음

라. 4단계 : 리스크 평가

- (1) 리스크 평가는 3단계에서 행한 유해위험요인별 리스크 계산값(수준)에 따라 허용할 수 있는 범위의 위험인지, 허용할 수 없는 위험인지를 판단한다.
- (2) 이 판단을 위하여 평가된 리스크 계산값에 따라 리스크 수준에 따른 관리기준을 정하되, 사업장 특성에 따라 관리기준을 달리 할 수 있다.

〈표 4〉 리스크 평가 예시

리스크 수준		관리기준
1~3	무시	현재대책 유지
4~6	미미	주기적 교육
8	경미	관리적 대책
9~12	상당	안전대책 수립 후 조건부 허용
15	중대	
16~20	매우 중대	즉시 개선

다. 5단계 : 관리계획 수립

- (1) 추가 리스크관리 계획서 작성(양식 3 참조)
 - ① 유해위험요인별 리스크관리계획
 - ② 리스크관리 계획 실시 일정
 - ③ 실행여부에 대한 확인
- (2) 리스크가 허용할 수 없는 위험인 경우 추가 리스크관리 계획 수립
- (3) 유해위험요인별 추가 리스크관리 계획은 기존 리스크관리 활동을 고려하되, 다음의 원칙을 순차적으로 검토하여 적절한 조치를 결정한다.
 - ① 위험을 완전히 제거할 수 있는지 검토한다.
 - ② 위험을 대체할 수 있는지 검토한다.
 - ③ 위험을 방호하거나 격리시킬 수 있는지 검토
 - ④ 유해위험요인에 적합한 보호구를 지급하고 착용하도록 한다.

- (4) 유해위험요인별로 추가 리스크관리계획을 시행할 경우 위험수준이 어느 정도 감소하는지 개선 후 리스크 계산을 3단계의 순서에 따라 실시
- ※ 추가 리스크관리계획 실행 후 리스크는 가능한 한 허용할 수 있는 범위 내의 위험수준이 되어야 한다

6. 사후관리

- (1) 리스크관리 계획 내용의 개선여부 확인
- (2) 리스크관리 계획 후 잔여 유해위험요인에 대한 정보 등을 게시하고 안전보건교육 실시
- (3) 미개선 사항 등 실행과정에서 발생된 문제점, 애로사항 등에 대한 추가 컨설팅 실시
- (4) 리스크 평가 기법 교육
- (5) 리스크 평가를 기반으로 한 안전보건교육 실시한다. (㉞)

〈양식 1〉 안전보건상 위험정보

부서(팀),공정명		안전보건상 위험정보				생산품
원(재)료						근로자수
공정(작업)순서		기계·기구 및 설비		유해 화학물질		기타 안전보건상 정보
		기계·기구 및 설비명	수량	화학물질명	취급량/일	취급시간
						○ 3년간 재해발생사례 - ○ 앞차사고 사례 - ○ 근로자 구성 및 경력특성 여성근로자 <input type="checkbox"/> 1년미만 미숙련자 <input type="checkbox"/> 고령근로자 <input type="checkbox"/> 비정규직 근로자 <input type="checkbox"/> 외국인 근로자 <input type="checkbox"/> 장애근로자 <input type="checkbox"/>

〈양식 2〉 리스크 평가표

리 스크 평 가 표
(4M-Risk Assessment)

평가대상공정		작업발생주기				평가일시 평가자		평균 리스크				
부서(팀)명	공정명	일	주	월	분기	반기	년	작업시간(1회)	평가일시	평가자	현재	리스크관리후

작업내용	평가구분(4M)	유해위험요인	피해대상	재해형태	기존 리스크관리활동	현재 리스크			추가 리스크관리계획			리스크관리후 리스크					
						빈도	강도	리스크	빈도	강도	리스크	빈도	강도	리스크			

〈양식 3〉 추가 리스크관리 계획서

부서(팀), 공정명		추가 리스크관리계획서				실행 부서	담당	팀장	공정장	
작성일시						확인 부서	담당		팀장	
평가대상작업		리스크관리계획				리스크관리계획 실행			확인일자	비고
						일정	담당	조치결과		