KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE
기술지원규정

생산시스템 수명주기 안전관리를 위한 기술지원규정
A-R-2-2026

한국산업안전보건공단

기술지원규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을 이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 규정임

기술지원규정의 개요

○ 개정자 : (사)고경력과학기술연우총연합회

○ 제・개정경과

- 2025년 12월 산업안전일반분야 전문위원회 심의(개정)
- 2026년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정)

○ 관련 법규・규칙・고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편
- 산업안전보건법 제42조
- 산업안전보건법 제44조
- 산업안전보건법 제84조
- 산업안전보건법 제89조

○ 기술지원규정의 적용 및 문의

- 이 기술지원규정에 대한 의견 또는 문의는 산업안전포털 홈페이지(portal.kosha.or.kr)의 기술지원규정(KOSHA GUIDE) 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 규정 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2026년 1월 30일
제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

목 차

1. 목 적 ····· 1

2. 적용범위 ····· 1

3. 용어의 정의 ····· 1

4. 생산시스템의 안전관리를 위한 법적 필수사항 ····· 2

4.1 기계·기구 및 설비에 관한 안전보건규칙 ····· 2

4.2 건강장해 예방에 관한 안전보건규칙 ····· 2

5. 생산시스템의 위험요소 ····· 2

6. 생산시스템의 유형 및 안전관리 ····· 5

6.1 제품 생산시스템의 유형 ····· 4

6.2 서비스 생산시스템의 유형 ····· 4

7. 시스템 안전 프로그램 ····· 5

7.1 시스템 안전 프로그램의 목적 ····· 5

7.2 시스템 안전 프로그램의 요건 ····· 6

7.3 시스템의 안전 우선순위 ····· 6

7.4 시스템 수명주기 위험성평가 체계 ····· 7

7.5 생산시스템의 기술적 개선조치 방안 ····· 11

8. 생산시스템의 수명주기에 따른 위험성평가 ····· 15

8.1 수명주기 단계별 위험성평가 ····· 15

8.2 구상단계 위험성평가 ····· 16

8.3 설계단계 위험성평가 ····· 17

8.4 개발단계 위험성평가 ····· 24

8.5 제조단계 위험성평가 ····· 25

8.6 운영단계 위험성평가 ····· 28
8.7 폐기단계 위험성평가 ····· 29

생산시스템의 수명주기 안전관리를 위한 기술지원규정

1. 목 적

이 규정은 「산업안전보건기준에 관한 규칙」(이하 안전보건규칙이라 한다) 제2편과 제3편에 해당하는 생산시스템의 안전관리를 지원하는 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다. 산업안전보건법 제42조 유해위험방지계획서 또는 제44조에 해당하는 공정안전보고서 작성에 있어서 본 규정의 설계에 해당하는 부분을 참고할 수 있다.

2. 적용범위

(1) 이 규정은 제품의 설계부터 제조물을 반복적으로 생산하는 시스템 상의 기계·기구 및 설비나 물질의 유해위험요인을 도출하고 그 위험성을 평가하기 위해 적용한다.

(2) 건설·조선 등 프로젝트 관리, 화학산업에서의 공정안전관리(PSM), 운수(육상, 항공, 항만) 및 창고업의 하역 위주 작업 등 업종에 특화된 생산시스템에 대한 안전관리는 각 해당영역의 기술지원규정을 우선한다.

(3) 안전보건규칙에서 규정한 기계·기구 및 설비, 물질 등을 사용하지 않는 서비스업은 제외한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “생산시스템”이란 재화(Goods)를 생산하기 위한 기계·기구 및 설비, 물질을 포함하여, 그에 대한 배치 및 일정, 작업, 운영 등 일체를 의미한다.

(나) “제품(Product)”이란 유형의 자산으로 기계·기구 및 설비, 물질들을 이용하여 생산된 재화를 말한다.

(다) “서비스(Service)”란 무형의 자산으로 기계·기구 및 설비, 물질들을 이용하여 생산된 재화를 말한다.

(라) “생산(Production)”이란 (가)와 (나)를 최종 소비자까지 전달하기 위한 모든 공정 과정을 말한다.

(마) “수명 주기(Life cycle)”라 함은 생산시스템의 구상단계에서 시작하여 완전히 폐기될 때까지의 안전성을 평가함에 있어서 고려되어야 하는 전체 기간(IEC 61511-1: 2003 참조)을 말한다.

(2) 그 밖의 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙 및 고용노동부 고시에서 정하는 바에 따른다.

4. 생산시스템의 안전관리를 위한 법적 필수사항

다음은 생산시스템의 안전관리에 대한 안전보건규칙에 관한 사항으로써 반드시 준수하여야 한다.

4.1 기계・기구 및 설비에 관한 안전보건규칙

(1) 안전보건규칙 제2편 제1장에 규정되어 있는 기계・기구 및 설비에 해당하는 사항을 포함한다.

(2) 안전보건규칙 제2편 제2장부터 제5장까지의 사항 중 시스템 상의 기계・기구 및 설비의 설계 및 운영과 관련한 사항을 포함한다.

4.2 건강장해 예방에 관한 안전보건규칙

(1) 안전보건규칙 제3편에 규정되어 시스템 상에서 야기되는 유해위험요인 사항을 포함한다.

(2) 제조 운영 단계에서 사용되는 유해물질이나 기계・기구 및 설비로부터 유발되는 소음・진동 등을 포함한다.

5. 생산시스템의 위험요소

(1) 생산시스템은 시스템 설계, 제조, 운영 상의 안전 및 보건사항 미조치로 인하여 업종별로 다양한 재해를 유발한다.

(가) 고유 신뢰성이란 설계와 제조 과정에서 기능적 안전(Functional safety) 부여 정도이며, 하드웨어와 소프트웨어 측면에서 위험성을 내재하게 된다.

(나) 사용 신뢰성이란 사용, 유지보수, 운반, 보관 등에 있어서의 위험성을 의미하며, 사용자의 안전관리 역량에 따른 위험성을 의미한다.

(다) 생산시스템은 두 유형의 위험성에 따라 업종별로 떨어짐, 끼임, 부딪힘, 넘어짐, 화재, 폭발 등의 재해를 유발한다.

(2) 생산시스템의 위험성은 제품 및 서비스의 생산시스템 유형에 따라 사용되는 기계·기구 및 설비, 물질 등의 종류와 규모, 이에 대한 배치(Layout) 형태를 결정하며, 업종별 안전관리의 차이를 가져오는 주요 요인이 된다.

(3) 생산의 대상, 업종에 따른 시스템 유형과 그 수명주기에 따라 적합하고 견고한 안전 설계와 개발 후 안전보건관리시스템 적용 등 시스템 안전 프로그램에 따라 위험성을 저감시켜야 한다.

(4) 생산시스템의 수명주기에 따른 위험성평가 대상 및 기인물은 아래의 사항들을 고려할 수 있다.

(가) 기계적 위험요인 : 끼임 등 위험점이 노출된 가동부분, 절단, 베임 등 위험한 표면을 지닌 부품, 불안전한 운송수단 및 작업도구, 기타 떨어짐, 넘어짐을 유발하는 불안전한 부분(계단, 단부 등)

(나) 전기적 위험요인 : 감전, 아크, 정전기

(다) 물질에 의한 유해위험요인 : 가스, 증기, 에어로졸, 유동액, 고체, 반응성 물질, 방사선의 노출

(라) 생물학적 유해위험요인 : 미생물, 바이러스, 기타 생물학적 요인에 의한 감염 위험성, 유전자 변형물질(GMO: Genetically modified organism), 알러지 및 미생물

(마) 화재 및 폭발 위험성 : 고체, 액체 및 가스로 인한 화재· 폭발 위험성, 복사열·폭발 압력, 폭발물질

(바) 고열 및 한냉 유해위험요인 : 고열에 노출, 한냉에 노출

(사) 물리학적 작용에 의한 유해위험요인 : 소음, 초음파, 초저주파음, 진동, 저압 또는 고압 상태,

(마) 질식, 중독 등

6. 생산시스템의 유형 및 안전관리

생산시스템은 제품과 서비스에 대하여, 생산 특징에 따라 업종별 생산시스템 유형이 달라지며, 이에 따라 안전관리 사항이 구분될 수 있다.

6.1 제품 생산시스템의 유형

(1) 제품 생산시스템은 표준화 정도와 생산규모(량)에 따라 유형이 달라지며, 연속생산으로 갈수록 자동화 시스템 위주의 흐름공정(Flow shop), 프로젝트생산으로 갈수록 맞춤화된 설계 중심의 다양한 작업공정(Job shop)의 시스템을 구성하게 된다.

(2) 제품 생산시스템의 유형의 업종 사례는 아래와 같다.

(가) 프로젝트생산 : 건설업, 조선업 등 특정 수요 중심의 제품 생산시스템

(나) 배치생산 : 빵집, 수제제품 등 소량의 제품 생산시스템

(다) 대량생산 : 자동차, 가전, 핸드폰 등 일반 제품 생산시스템

(라) 연속생산 : 제지, 화학제품 등 상용 제품 생산시스템

구분		표준화(Standardization) 정도		
		낮음	↔	높음
생산 규모	많음			연속생산 (Continuous)
	↕		대량생산 (Mass)	
		배치생산 (Batch)		
	적음	프로젝트생산 (Project/Unit)		

6.2 서비스 생산시스템의 유형

(1) 서비스 생산시스템은 맞춤화 정도와 노무집약도에 따라 유형이 달라지며, 서비스 공장으로 갈수록 기계·기구 및 설비 중심으로 연속적으로 공급되는 상용 서비스이며, 전문서비스로 갈수록 노무 중심의 맞춤화된 특정 서비스 시스템을 구성하게 된다.

(2) 서비스 생산시스템의 유형의 업종 사례는 아래와 같다.

(가) 전문서비스 : 노무, 법률, 회계, 의료 서비스 등 맞춤화된 서비스 생산시스템

(나) 서비스샵 : 교육, 1차 병원 등 특정 대상의 서비스 생산시스템

(다) 대량서비스 : 마트, 쇼핑센터, 호텔, 물류 등 일반인 대상의 서비스 생산시스템

(라) 서비스공장 : 전기, 수도 등 인프라 서비스 생산시스템

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">구분</th><th colspan="3">맞춤화(Customization) 정도</th></tr>
<tr><th>높음</th><th>↔</th><th>낮음</th></tr>
<tr><td rowspan="3">노무
집약도</td><td>낮음</td><td></td><td>대량서비스
(Mass)</td><td>서비스공장
(Factory)</td></tr>
<tr><td>↕</td><td></td><td>서비스샵
(Shop)</td><td></td></tr>
<tr><td>높음</td><td>전문서비스
(Professional)</td><td></td><td></td></tr>
</table>

7. 시스템 안전 프로그램

7.1 시스템 안전 프로그램의 목적

(1) 시스템 안전 프로그램은 시스템의 수명주기 단계에 따라서 공학적, 과학적, 관리적 적용을 통해서 안전을 확보하는 것을 목적으로 한다.

(2) 주어진 시스템의 개발이나 프로젝트에 있어서 구체적인 시스템 안전 요구사항(Safety requirements)을 정의하기 위한 것이다.

(3) 시스템 안전 업무활동, 위험성평가 방법 및 수용 기준, 시스템 안전의 문서 양식, 시스템 개발과정에서의 주요 안전업무활동 시기 및 방법, 시스템 안전조직 등이 포함되어야 한다.

7.2 시스템 안전 프로그램의 요건

(1) 안전을 위한 설계 범위와 공학적 요구사항을 기술해야 한다. 구상부터 폐기까지의 모든 수명주기 단계에 적절한 안전 요구사항과 보조 장비에 관한 사항을 기술해야 한다.

(2) 위험의 강도와 빈도 수준, 안전 요건에 만족하는 위험성평가 절차를 기술해야 한다.

(3) 위험성평가에 사용되는 정량적 또는 정성적 척도와 허용 가능한 위험 수준을 설명해야 한다.

7.3 시스템 안전 우선순위

(1) 시스템을 개발함에 있어 안전을 확보하기 위해 순서에 따라 우선적으로 적용되어야 하는 유해위험요인 제거기법들의 적용순서를 말한다.

(가) 시스템과 관련된 사고를 예방하기 위하여 설계자는 안전설계의 절차를 (2)에 해당하는 순서대로 준수할 필요가 있다.

(나) 선행기법을 적용할 수 없거나, 적용하더라도 잔존 위험이 허용 기준을 넘을 때에만 후행 기법을 적용하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 유해위험요인 제거기법들의 우선순위는 최소화설계, 안전장치, 경고장치, 특수절차로 이루어진다.

(가) 유해위험요인 최소화 설계(Design for the minimum hazard)는 시스템의 설계사항이나 구조 자체가 유해위험요인을 지니지 않도록 구상단계에서부터 신중히 고려하여 설계하는 것을 말한다.

(나) 안전장치(Safety device)는 작업자나 사용자에게 직접 위해를 가하지 않도록 시스템에 구조적으로 또는 기능적으로 추가되는 장치를 말한다.

(다) 경고장치(Warning device)는 시스템이 통제상태를 벗어난 경우 사용자로 하여금 신속한 대응조치나 대피가 가능하도록 경보를 발하는 장치를 말한다. 경보장치, 사용 설명서, 표지, 라벨 등이 모두 여기에 포함된다.

(라) 특수절차(Special procedure)는 이상의 모든 수단이 강구되었음에도 불구하고 유해위험요인이 남아 사용자에게 위협이 된다면, 사용자에게 위험회피기술이나 능력을 부여하기 위한 관리적 기법을 말한다. 개인 보호구의 활용, 교육 및 훈련은 여기에 해당한다.

7.4 시스템 수명주기 위험성평가 체계

(1) 시스템 수명주기 위험성평가의 활동 계획을 나타내면 <표 1>과 같다.

<표 1> 시스템 안전 프로그램의 운용(Roland)

<table>
<tr><th>관리포인트
시스템안전활동</th><th>구상</th><th>CDR$_1$</th><th>설계</th><th>PDR</th><th>개발</th><th>CDR$_2$</th><th>제조</th><th>FAR</th><th>운영
배치</th><th>폐기</th></tr>
<tr><td>1 안전 업무활동 작성</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2 안전 설계기준 발</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3 유해위험요인 분석 실행</td><td>PHA</td><td colspan="4">PHA/FHA/FTA FHA/OHA</td><td></td><td>OHA</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4 안전설계사양 결정</td><td>초기</td><td></td><td colspan="3">최종</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5 설계검토 실시</td><td colspan="8"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6 사용설명서에 안전관련 사항 제공</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">제출 및 검토</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>7 고장분석에 참여</td><td colspan="3">기록 자료 심사</td><td colspan="2">검사 결과</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>8 위험성 분석 실시</td><td></td><td colspan="4">필요시</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>9 서류심사</td><td></td><td colspan="7"></td><td></td></tr>
<tr><td>10 안전장치 확인 및 정의</td><td>초기</td><td></td><td colspan="3">예비 설계</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>11 안전검사 계획 및 준비</td><td colspan="3">초기</td><td colspan="4">수정 및 증명</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>12 안전검사 실시</td><td></td><td></td><td colspan="2">모형</td><td colspan="3">증명 수용</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>13 안전훈련 실시</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3">지원 감시</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>14 사고조사에 참여</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

PHA : 예비위험요인분석
FHA : 결함위험요인분석
OHA : 운영위험요인분석
FTA : 결함수분석

CDR$_1$: 구상설계심사
PDR : 예비설계심사
CDR$_2$: 중요설계심사
FAR : 최종수용심사

(2) 위험성평가의 관리 포인트로 제시된 CDR1, PDR, CDR2, FAR은 각각 구상설계심사

(Concept design review), 예비설계심사(Preliminary design review), 중요설계심사(Critical design review), 최종수용심사(Final acceptance review)를 나타낸다.

(3) 시스템 안전 활동은 안전기준의 설정, 유해위험요인 분석, 안전수준의 측정과 평가, 안전추진 업무활동, 검사절차, 사용방법 및 지침의 개발, 산업재해의 조사, 그리고 구매 및 판매 연구까지 해당된다.

(4) 예비위험요인분석(PHA: Preliminary Hazard Analysis)과 결함위험요인분석(FHA: Fault Hazard Analysis)의 목적과 세부 구성요소는 아래와 같다.

(가) 예비위험요인분석

초기 시스템에 대한 예상되는 위험요인 분석으로 구상 단계에서 예견가능하고 미리 알려진 위험을 사전에 분석한다.

목 적	장 점
▪ 과거 안전경험의 적절한 재검토 ▪ 기본적인 시스템 위험 근원의 범주화된 목록 ▪ 위험 근원의 조절을 위한 다양한 근원 조사 ▪ 안전필수품, 위험, 유독물질, 규칙, 환경적 위험 등에 대한 조사 ▪ 전문가의 지식을 바탕으로 위험예방	▪ 일반적으로 시스템의 개념설계와 같이 초기 개발 과정에 존재하는 위험성 결정 ▪ 비용과 혼란을 최소화하여 잘못된 부분을 교정하고, 동시에 잠재적 위험성을 확인 ▪ 시스템 수명주기 동안 활용할 수 있는 운영지침을 미리 마련

① 명 칭 : 시스템이나 서브시스템 각 부분의 형식적 이름

② 작동방식 : 위험을 일으킨 작동방식 설명

③ 고장방식 : 위험 증가에 따라 부분 또는 진행상 계속 일어나는 고장을 간략히 서술

④ 추정확률 : 정성적 혹은 정량적으로 고장확률을 추정. 정성적(예. 매우 낮다/높다)으로 평가하기 위해서는 미리 그에 대한 정의가 있어야 함

⑤ 위험설명 : 위험에 대한 간략한 설명 기입

⑥ 위험영향 : 위험이 미치는 영향을 기입

⑦ 강도범주 : 위험의 강도를 결정. 정성적(예. 파국적, 위기적, 한계적, 무시) 혹은 정량적으로 평가

⑧ 권고통제 : 위험을 효과적으로 통제할 수 있는 대안 기술

⑨ 부연설명 : 파급효과 등 위에서 해당하지 않는 기타 내용을 기술

명칭	작동방식	고장방식	추정확률	위험설명	위험영향	강도범주	권고통제	부연설명
고압탱크	고압	허용압력 이하에서 고장	거의 없음	탱크폭발	충격파 및 탱크 금속조각에 의해 인근 작업자 및 장비에 심각한 피해	Level 4: 작업자에게 파국적	탱크 격리	탱크 강도를 추가적으로 분석
		허용압력 이상에서 고장	가끔			Level 3: 치명적	안전밸브 추가	

(나) 결함위험요인분석

하위 시스템의 결함분석에 대한 내용으로 2차 요인과 환경요인에 대한 분석을 중점적으로 수행한다.

목 적	장 점
▪ 시스템을 분해하여 보다 하위구성요소들의 위험을 분석 ▪ 어떻게 시스템의 구성요소들이 고장날 수 있는가를 분석 ▪ 고장의 결과 시스템이나 서브시스템에 미치는 영향과 흐름은 어떻게 되는가를 분석	▪ 시스템 구상을 선택하는 과정을 지원 ▪ 하드웨어의 기능적 메커니즘 설계 및 보완 ▪ 임계 안전 고장 모드를 설계 ▪ 운용계획 지원 ▪ 투입부터 관리위험제어까지 제공

① 명 칭 : 구성요소 또는 그것의 공식적인 명칭을 서술

② 작동방식 : 시스템의 작동방법

③ 고장방식 : 구성요소의 고장형태 표현

④ 위험영향 : 구성요소 고장의 결과 표현으로 위험을 직접적으로 설명

⑤ 대표위험 : 위험의 거시적 결과 기술

⑥ 환경요인 : 위험에 영향을 미치는 직접적 환경 요인 표현

⑦ 2차 요인 : 위험에 영향을 미칠 수 있는 간접 요인 서술

⑧ 위험수준 : 위험의 강도 혹은 확률

⑨ 위험관리 : 위험을 피할 수 있는 통제방법 제시

명칭	고장방식	작동방식	위험영향	대표위험	환경요인	2차 요인	위험수준	위험관리
안전 밸브	닫힌 고장	고압	압력 과도	탱크 고장	부식	작업자의 근접	강도: 파국적 빈도: 높음	자주 밸브를 검사할 것
	열린 고장	고압	압력 불충분	시스템 작동불능	부식	압력의 필요성	강도: 한계적 빈도: 가끔	작업전 밸브 밀폐상태 확인

(5) 생산시스템 수명주기는 구상단계(Concept phase), 설계단계(Design phase), 개발단계(Development phase), 제조단계(Production phase), 운영단계(Operations phase), 폐기단계(Disposal phase)까지 지속적으로 이루어진다.

(가) 구상(Concept) 단계 : 구상 단계는 시스템을 제작하기 위한 시작 단계로서, 시스템의 사용목적과 기능, 앞으로 생산할 시스템을 개발함에 있어 일반적인 진행과정이 결정된다.

(나) 설계(Design/Definition) 단계 : 예비 설계안과 생산 기술과의 비교를 통해 시스템 개발의 가능성과 타당성을 확인하고, 시스템 개발 상의 기계·기구 및 설비, 물질들에 대한 종류 및 배치(layout) 등 일반적인 설계가 이루어지는 단계이다.

(다) 개발(Development) 단계 : 시스템 개발의 공식적인 시작 단계로서, 시스템 안전 프로그램에 계획된대로 개발단계에서 시도되어야 하는 시스템 안전 업무들이 시작된다.

(라) 제조(Production) 단계 : 제조 단계에서 수행되는 거의 모든 업무는 주로, 이전 단계에서 획득된 시스템의 안전수준이 생산단계에서도 유지되는가를 확인하기 위한 것이다.

(마) 운영(Operations) 단계 : 운영 단계는 시스템 개발, 생산의 다음 단계로서, 사용자가 최초의 시스템을 사용하기 위해 수용하는 순간부터 시작한다.

(바) 폐기 (Disposal) 단계 : 폐기 단계는 시스템이 갖는 특정한 설계요인으로, 시스템의 유해위험요인이 있는 부분, 예를 들어 부식성· 유해성 물질, 방사능 폐기물, 가연성 물질, 방향성 물질 등을 폐기하는 절차는 시스템 개발 초기에, 주로 개발단계에서 검토되고 결정되어야 한다.

7.5 생산시스템의 기술적 개선조치 방안

시스템의 안전성을 확보하기 위한 기능을 평가할 때에는 다음과 같은 기술적 사항에 주목한다.

7.5.1 시스템의 안전 기능

(1) 조작정지기능 (Operational stop function)

제품, 가공품, 공정 등에서 피해를 피하기 위하여 동작 중의 특정 부분에서 동작을 정지한다.

(2) 안전정지기능 (Safety stop function)

기대하지 않은 운전을 방지하기 위하여 정해진 상황이 되면 곧바로 시스템을 안전한 상태(정지)로 한다. 리셋 기능과 연동시키는 경우가 일반적이다.

(3) 비상정지 기능 (Emergency stop function)

위험 상황이 되면 시스템의 기능이 긴급하게 정지하는 기능이다. 그러나, 시스템의 특성에 따라서는 긴급 정지가 오히려 상황을 더 악화시킬 수 있다는 데 주의하여야 한다.

(4) 리셋기능 (Reset function)

시스템을 기동시키기 전에 안전 장치 등에 내장된 수동 기능에 의하여 초기 상태로 복귀시키는 기능이다.

(5) 재기동 (Restart function)

리셋 신호와의 논리합으로, 시스템의 안전이 확인되고 시스템이 동작을 개시하는 초기 상태로 설정되어 있으면 재가동을 가능케 한다.

(6) 반응시간 (Reaction time)

시스템의 위험을 감지하여 안전 기능이 반응하여 안전 상태가 될 때까지 시간을 말한다. 유해위험요인을 검증하고부터 손상을 받기 전에 위험성을 회피하는 것이 가능할 만큼 시간이 충분하면, 안전장치는 목적을 달성한 것으로 볼 수 있다.

(7) 안전파라미터 (Safety parameter)

미리 설정한 제한 조건을 넘은 때에 검지하여 안전장치를 기동시키는 기준변수 값을 말한다. 위치・ 속도・ 압력・ 온도・ 유량・ 농도・ 거리・ 고도 등의 파라미터로 이상을 검지하는 경우가 많다.

(8) 일시정지 (Muting)

시스템 가동 중에 있어서 당해 안전 장치의 기능을 일시적으로 휴지 상태로 하는 경우를 말한다. 단, 일시정지 중에도 사람에 대한 안전 기능(Human safety)은 유지되어야 한다.

(9) 기계적제로상태 (Zero mechanical state)

위험 부위에 근접할 때에는 그 곳의 위험한 에너지를 제거한다는 사고 방식이다.

7.5.2 방호장치

시스템의 구조상 위험으로부터 물리적 방호를 시행하는 장치를 말한다.

(1) 고정식 방호장치

용접, 나사 조임 등에 의하여 방호장치를 고정한 것으로, 공구를 사용하지 않고는 방호장치를 제거하는 것이 불가능하도록 설계한다.

(2) 가동식 방호장치

슬라이드 기구나 힌지 기구로 시스템에 설치된 방호장치로서, 공구 등으로 방호장치를 의식적으로 조정할 수 있다. 방호장치가 해제되었을 때, 부주의로 위험한 조작이 가능해지는 것을 방지하도록 고려한다.

(3) 조절식 방호장치

구멍이나 목표물에 맞추어 설치, 조정하면 위기를 피할 수 있도록 한 것으로서, 시스템을 조작하는 데에는 조정 위치에 고정된 상태로 한다.

7.5.3 안전장치

방호장치를 조합하거나 단독으로 시스템에 내장시켜, 시스템으로서 위험성을 저감하거나 위험성을 제거하는 장치이다.

(1) 인터록 기구

방호장치가 설정되어 있지 않는 한 시스템의 위험한 기능 조작이 불가능한 기계적 전기적인 안전 기구이다.

(2) 불능 제어 장치

시스템의 기동과 연동하는 부가적인 수동 제어 장치이다. 불능 제어가 연속(On) 상태가 아니면 시스템이 기동하지 않는다.

(3) 수동 작동유지 (Hold-to-run) 제어 장치

작업자가 자기 손으로 구동장치를 유지하지 않는 한 시스템의 기동 운전은 불가능해지게 된다.

(4) 양수 제어

수동 작동장치 두 개를 동시에 기동시키지 않으면 시스템의 기동, 동작의 유지가 불가능하게 된다.

(5) 트립 (Trip) 장치

사람이 안전한 영역을 넘어서 위험 영역에 신체의 일부가 침입하였을 때 시스템 기능 전체 또는 기능의 일부가 정지한다.

(6) 기계적 폭주 억제 장치

쐐기, 기둥, 회전축 등 기계적 장애물을 기구부에 내장함으로써, 시스템이 임계치를 넘어 폭주 동작하는 경우를 상정하여 방어한다.

(7) 리미팅 (Limiting) 장치

공간거리, 압력제한, 전압제한, 속도 제한 등 설계적으로 제한된 조건을 넘지 않도록 예방

하는 장치이다. 이동 기구부의 경우, 이동 영역은 한계치(리미터)를 설정하여 이동 총량을 제한된 범위로 억제한다.

(9) 접근 방지 장치

위험영역의 접근을 본질적으로 방어하고 있지는 않지만, 함부로 접근하지 않도록 울타리 등을 설치하여 사람의 접근 가능성을 저감시킨다.

7.5.4 전기적으로 고유한 안전 대책

(1) 감전 및 에너지 위험의 보호 쉴드

사용자의 접근 가능한 범위, 사용자 접근에 대하여 방지한다.

(2) 절연 특성의 확보

내전압, 내열성, 제품에 사용되는 기간, 상정되는 환경에 의한 열화, 흡습 및 기계적 강도를 고려하여 절연물을 선택한다.

(3) 전류 제한 회로 기술의 확립

과부하에 대한 전류・ 전압 제한, 절연 파괴, 부식 가능부분 등에 흐르는 과전류의 제한, 에너지 차단 등의 기술을 확립한다.

(4) 접지 방법

안전하고 신뢰성이 높은 보호 접지 기술의 기준을 설정한다.

(5) 1차 전원의 분리 및 1차 회로에 있어서 과전류 방지와 접지의 보호

고장 시에 흐르는 전류의 차단, 보호장치가 동작함으로써 위험 유발을 방지한다.

(6) 안전 인터록 구비 조건의 설정

커버나 문이 붙은 경우 인터록 기능의 동작 조건을 명시하고 표시한다. 위험성의 정도에 따라 인터록 시스템이 고장 났을 때의 안전 확보 방법도 고려한다.

(7) 공간 거리, 연면 거리 확보 기준

절연 파괴 및 오염에 의한 트래킹(Tracking) 사고를 예방한다.

(8) 정전기 방전에 의한 위험보호

제품의 설치, 사용환경에 있어서 정전기 방전에 의해 발생하는 제품의 위험을 방지한다.

(9) 전자파 적합성 (EMC)에 대한 고려

아크 또는 스파크, 무선기 및 휴대 전화의 전파, 기타 전기장치로부터 방사되는 전자파로부터 보호되어야 하며, 외부로 과다한 전자파가 방사되지 않도록 한다.

(10) 온도 상승치의 제한

제품표면, 내부온도의 상승을 제한하여, 보온· 난방 기구에 의한 저온화상을 방지한다.

7.5.5 화학 제품의 고유한 안전성

화학제품은 물성 특징 등에 따라 매우 다양하고 검토하여야 할 항목이 많다. 대표적인 것들을 나열하면 다음과 같다.

(1) 화학물질에 의한 제품의 부식, 위험한 화학 물질의 누출 방지

(2) 인체에 직접 흡입되는 제품의 불순물에 의한 건강 장해 예방

(3) 인체가 노출되는 화학 제품에 의한 건강 장해 예방

(4) 화학적 해리에 의한 영향

(5) 화학적 치환, 산화에 의한 영향 등

8. 생산시스템의 수명주기에 따른 위험성평가

8.1 수명주기 단계별 위험성 평가

(1) 위험성평가의 충분조건으로는 유효하고 적절한 “작업, 공정, 시스템 상의 안전 및 보건 정보(이하 안전보건정보)”로서, 위험성평가자가 사용할 수 있는 안전보건정보는 수명주기 단계에 따라 제공되어야 한다.

(2) 수명주기 단계에서 사용할 수 있는 안전보건정보를 바탕으로 적합한 위험성평가 기법을 선정해야 한다.

(가)「산업안전보건법」 제36조에 따른 「사업장 위험성평가에 관한 지침」에서 제시하는 방법

(나)「산업안전보건법」시행규칙 제50조 제1항 제2호에서 정한 공정위험성평가에 해당하는 기법

① 체크리스트(Check List)

② 상대위험순위결정(Dow and Mond Indices)

③ 작업자실수분석(HEA)

④ 사고예상질문분석(What-if)

⑤ 위험과 운전분석(HAZOP)

⑥ 이상위험도분석(FMECA)

⑦ 결함수분석(FTA)

⑧ 사건수분석(ETA)

⑨ 원인결과분석(CCA)

(다) 기타 구조물, 기계・기구 및 설비의 물리적・화학적 에너지를 과학적, 정량적으로 분석하여 위험성으로 평가할 수 있는 기법

8.2. 구상단계(Concept phase) 위험성평가

이 단계의 위험성평가는 시스템 안전에 관련된 치명적인 요소, 위험 형태 및 영향, 위험 수준에 대해 검토하는 것을 목적으로 한다.

(1) 다양한 설계사양에 대하여 시스템 안전 측면에서 기술적 시도들이 이루어진다.

(2) 하위(서브) 시스템들 간의 잠재적인 인터페이스 문제들 중 안전에 관한 문제들을

구명한다.

(3) 새로운 사양이거나 최신의 기능을 가졌기 때문에 안전측면에서 조사한다.

(3) 허용 최대고장률 또는 허용가능한 최대 사고횟수, 피해 정도 등의 시스템 안전성능 변수가 정의된다.

(4) 시스템에 대한 새로운 평가의 필요성, 시스템 운용 등의 제한, 시스템 검사 중 수용될 수 있는 유해위험요인 형태 등의 특별한 이유로 주의하지않으면 안 되는 분야도 구명한다.

(5) 일반적으로 예비위험요인분석 기법을 통해 위험성을 평가한다.

8.3. 설계단계(Design phase) 위험성평가

이 단계의 위험성평가는 예비 설계와 생산 기술을 확인하는 것을 목적으로 한다.

(1) 시스템 안전 활동의 핵심이라 할 수 있는 유해위험요인 분석이 시작된다. 시스템의 설계단계에서의 위험성평가는 시스템의 구상, 설계, 개발, 설치, 운용, 유지보수, 폐기 등 전 수명주기에 걸쳐서 다음과 같은 사항들을 평가의 대상으로 한다.

(가) 시스템의 건축 및 설비 배치

(나) 시스템의 구성 및 운용과 관련된 원재료, 기계, 설비, 공구 등의 하드웨어

(다) 시스템의 운용 및 유지보수에 관련된 작업방법, 작업지시, 유지보수 등의 소프트웨어

(라) 시스템의 구상에서부터 폐기의 수명주기 전 과정에 관계된 작업자, 주변작업자, 관리자, 제3자 등

(마) 시스템이 노출되는 작업환경 등

(2) 시스템 설계 단계에서 실시하는 위험성평가는 해당 시스템의 수명주기 전반에 걸쳐 위험성평가 대상과 기인물을 고려하여야 하며, 사전설계 단계로서 「산업안전보건법」 제42조와 제44조에 해당하는 경우 요소로 반영할 수 있다.

8.3.1. 건물 및 설비 배치(layout) 설계

8.3.1.1 건물배치 설계 시의 위험성평가

(1) 건물배치의 목적

전체적 건물 배치는 주어진 공간 내에서 생산관련 원부자재의 이동과 운반, 적재, 생산 및 출하 등이 원활히 이루어질 수 있도록 유형물인 건물이나 블록의 배치를 최적화하는 데 목적이 있다.

(2) 위험성 평가의 중요성

전체적 건물배치는 사업장내의 흐름을 대체로 결정한다. 복잡하게 얽힌 흐름은 사고를 초래하는 한편, 만약 사고가 발생하더라도 대응 조치를 지연시키는 요인으로 작용한다. 그러므로 사업장의 사고를 사전에 예방하고 대응조치를 원활하게 한다는 측면에서 전체적 건물배치안을 검토하여야 한다.

(3) 평가 사항

전체적 건물배치가 종료된 후에는 다음과 같은 사항에 특히 주의하여 건물배치안의 위험성을 평가한다.

(가) 원활한 운반을 위한 교통 흐름

원부자재나 제품의 운반, 또는 관련 인력들의 접근을 위하여 계획된 교통 흐름이 충돌 사고의 원인이 되지는 않는가 검토한다. 여기에는 통행우선순위, 노폭, 운행속도 등에 대한 검토가 포함된다.

(나) 인접 건물간 재해의 영향

한 건물에서의 화재, 누출, 폭발 또는 붕괴 등이 다른 건물에는 영향을 주지 않는지 사고 확대 예방이라는 측면에서 검토한다. 만약, 인접 건물의 피해가 불가피한 경우에는 예상되는 피해가 최소화되도록 위치를 선정한다

(다) 설비 고장, 화재 등 위급상황 시 접근성

건축물이나 기계・기구 및 설비, 물질로부터의 고장, 화재, 폭발, 누출 또는 붕괴 등 위급상황 시 대응인력이나 방재팀이 보수, 수리, 소화, 구명 등의 목적으로 발생 장소에 쉽게 접근할 수 있는가 검토한다.

(라) 안전한 대피를 위한 통로 및 공간

사업장 내 설비나 건물에서의 고장, 화재, 폭발, 누출 또는 붕괴 등 위급상황 시 피난 인력이 단시간 내에 안전하게 대피할 수 있는 통로가 확보되어 유효하게 유지되는가, 또한 대피공간이 확보되어 있는가 검토한다.

8.3.1.2. 설비배치 설계 시의 위험성평가

(1) 설비배치의 목적

설비배치의 목적은 예상치 않은 트러블을 막고 원활한 생산활동을 통하여 생산 효율성을 높일 수 있도록 공장 내의 기계, 원자재, 작업자 등의 생산요소와 유틸리티 시설의 배치를 최적화하는 데 있다.

(2) 설비배치의 대상

설비배치의 대상은 기계 설비, 작업공간, 통로, 사무실, 서비스 및 저장 등 기타 작업영역이다.

(3) 설비배치의 공정흐름 기준 분류

설비배치 설계를 공정의 흐름을 기준으로 분류하면 다음과 같다.

(가) 공정 배치(Process Layout)

유사한 생산 기능을 수행하는 기계와 작업자를 그룹별로 모아 일정한 장소에 배치하여 작업장(work center)을 편성한다. 제품의 종류가 다양하고 생산수량이 적은 다품종 소량생산에 많이 적용되고 있으며, 공작기계, 주문형 PCB 생산, 병원 등이 이러한 배치 유형에 속한다. 작업공정배치(job shop layout), 기능별배치(functional layout)라고도 한다. 앞서, 프로젝트 생산, 배치 생산의 업종이 공정 배치에 적합하다.

(나) 제품 배치(Product Layout)

제품생산에 투입되는 작업자나 설비를 제품의 생산 작업 순서에 따라 배치한다. 자동차 조립, 전자 제품 조립 등 대량의 표준화된 제품을 생산하는 데 주로 이용된다. 라인배치(line layouts) 또는 흐름공장배치(flow shop layout)라고도 한다. 앞서, 대량생산, 연속생산의 업종이 제품 배치에 적합하다.

(다) 연속공정 배치(Continuous Process Layout)

제품배치에서 더 자동화된 전용 장비를 사용하여 정유, 화학, 제지, 음료, 전기, 밀, 우유 등 제품 속성상 표준화된 특정 제품만을 대량생산한다. 고정비용이 매우 높으므로 중단

하지 않고 연속해서 가동하는 것이 보통이다. 앞서, 연속생산의 업종이 연속공정 배치에 적합하다.

(3) 평가 사항

생산공정에 대응하여 부재의 원활한 흐름을 고려하여 불필요한 운반작업을 하지 않도록 작업의 흐름에 따라 기계·기구 및 설비가 배치되고 물질이 사용되고 있는가를 검토한다. 작업 흐름에 대응하지 못하는 생산공정은 불필요한 운반작업을 초래하게 되고, 불필요한 운반작업이 많아지고 거리가 길어질수록 사고 가능성은 높아진다.

특징	공정 배치	제품 배치
개요	작업활동의 기능적 집합	작업활동의 절차적 배치
공정유형	기능중심(Job shop), 공작(fabrication)중심, 단위/배치 생산	흐름중심(flow shop), 조립(assembly) 중심 연속/대량 생산
유지보수	정기보수(Maintenance)	오버홀(Overhaul)
제품	다품종 소량생산, 맞춤화, 주문 시 생산(MTO)	소품종 대량생산, 표준화, 재고 생산(MTS)
수요	유동적	안정적
규모	소량	대량
재고 수준	재공품 수준 높음, 완제품 수준 낮음	재공품 수준 낮음, 완제품 수준 높음
작업 경로	변동 경로(일반적 지게차)	고정 경로(일반적 컨베이어, 배관)
통로	넓음	좁은
생산일정	변동적	균형적
배치 결정	기계 위치(Machine location)	라인 균형(line balancing)

(가) 생산 용량(capacity)에 따른 소요 공간

생산용량에 대응할 만큼 소요 공간이 충분히 확보되었는가 검토한다. 그렇지 못하면 작업 자체가 어려워질뿐더러 작업자의 불안전행동이나 사고요인을 유발하게 된다. 또한 소요 공간 확보여부의 판단 시에는 장래 수요 증대나 제품 구조 및 특성의 변경에 대비, 생산량이 증가할 경우도 예상하여 검토한다.

(나) 공정불균형을 예상한 재공품 및 재고 저장 공간

공정과 공정 간의 생산능력 불균형이 발생하는 경우 재공품을 임시 적치할 공간이 충분한가 검토한다. 생산규모가 변화하거나 공법의 향상 등으로 인해 불균형이 심해지면

제공품의 임시 적치가 불가피하게 되는데, 공간이 부족하면 통로를 점하게 되어 원부자재 및 인력, 장비 이동 중의 사고 발생 가능성이 높아진다. 원료나 제품의 보관 장소도 충분히 설정한다.

(다) 원부자재의 취급과 공급을 위한 통로

인력의 이동을 위한 통로가 충분한가 검토한다. 여기에는 경사로, 계단, 사다리, 발판 사다리 등이 포함된다. 또한, 컨베이어, 크레인, 자동이동대차(Automated Guided Vehicle; AGV), 인력 대차 등 예상되는 이동장비들에 대해서도 이동 통로가 충분한가 검토한다.

(라) 보수, 점검을 위한 접근성

기계・기구 및 설비는 사용 중 보수, 점검이 용이하도록 배치한다. 이는 관리자가 해당 기계・기구 및 설비를 유지보수할 수 있는 공간과 통로, 안전장치 등을 확보하는 것부터 시작한다.

(바) 예상 피해의 최소화를 위한 배치

압력용기, 고전압설비, 폭발재료 취급설비 등의 경우에는 설비 이상시 발생하는 피해가 최소화되도록 위치를 선정한다.

(사) 비상대피경로의 확보

공장 내외에는 비상대피경로를 설정하고 유효성을 유지하여야 한다.

(아) 사업장내 총 이동 거리

설비배치의 총 이동비용은 최소화되어야 한다. 이때 총 이동비용이란 부서 간 이동비용을 모두 다 합한 단순한 비용이 아니라, 이동 대상물의 물량과 운반난이도를 고려한 이동비용이어야 한다.

8.3.2. 기계・기구 및 설비, 물질에 대한 요구사항 파악

(1) 상위의 생산시스템 구성에 포함될 필요가 있는 안전 요구사양이나 제한조건들이 결정되며, 아래에 해당하는 기계・기구 및 설비, 물질들에 대한 안전 요구사양들은 필수적으로 사전에 검토해야 한다.

(가) 시스템에 도입되는 기계・기구 및 설비에 대해 「산업안전보건법」 제84조(안전

인증)에 따라 대상에 해당되거나 그에 따라 인증기준을 획득하고 만족하는 대상인지를 확인하고, 이에 대한 생산시스템 상의 조치를 해야 한다.

(나) 생산시스템에 도입되는 기계·기구 및 설비에 대해 「산업안전보건법」 제89조(자율안전확인의 신고)에 따라 대상에 해당되거나 그에 따른 신고기준을 만족하는지 확인하여, 이에 대한 생산시스템 상의 조치를 해야 한다.

(다) 생산시스템에 사용되는 물질에 대해 「산업안전보건법」 제104조(유해인자의 분류기준)에 따라 유해인자에 해당하는지를 확인하고, 이에 대한 물질안전보건자료(MSDS) 등 생산시스템 상의 조치를 해야 한다.

(라) (가)와 (나)에도 해당하지 않은 기계·기구 및 설비에 대해 위험성이 예상되어 안전한 상태인지를 확인받기 위해서 안전보건공단 산업안전보건인증원의 임의인증제도(S마크)를 활용할 수 있다.

(2) 생산시스템의 운용자가 과오를 저지르거나 설비가 고장나더라도 시스템의 안전성을 훼손하지 않도록 풀프루프(Fool proof, Mistake proof, Poka-yoke) 또는 페일세이프(Fail safe) 설계를 한다.

(가) 풀프루프 : 신체적 조건이나 관련 정보나 지식이 부족한 운용자 하더라도 실수 또는 사고를 낼 확률을 낮게 해주는 설계 (예: 자동차 자동변속기 시프트락)

(나) 페일세이프 : 기계·기구 및 설비의 고장이나 물질 등의 누출 등 실수가 발생하면 작동이 중지되거나(예: 전기 차단기) 비상작동을 하는 기능 (예: 비상 발전기)

(다) 기타 인터락(interlock), 안전율, 중복(redundancy) 설계 등을 고려하여 풀푸르프와 페일세이프를 실현

- 동종 중복성 : 장애의 원인을 예측할 수 있는 경우 같은 종류의 중복적 요소를 복수로 사용. e.g. 로프를 독립적인 섬유가닥을 여러 개 꼬아서 사용
- 이종 중복성 : 장애의 원인을 예측할 수 없을 경우 다른 종류의 중복요소를 조합. e.g. 유압식 브레이크와 기계식 브레이크를 모두 갖추는 것이 좋음
- 능동적 중복성 : 기능 유지가 허용되기 어려운 경우, 중복적 요소를 미리 설치. e.g. 여분의 기둥을 미리 세워 지붕을 안전하게 유지
- 수동적 중복성 : 기능 유지가 허용되는 경우, 중복적 요소를 준비만 하고 작동은 안함. e.g. 스페어 타이어를 미리 준비하는 것

(3) 시스템 안전 조직에 관련되는 모든 정보원으로부터 요구되는 자료들이 무엇인지 결정된다.

(4) 일반적으로 예비위험요인분석 기법이나 결함위험요인분석을 통해 위험성을 평가한다.

(5) 설계안전(DFS: Design For Safety) 측면에서 작업구조도분석(Work Breakdown Structure)이나 고장형태와 영향분석(Failure mode and effect analysis, FMEA) 기법 등을 통해 작업 및 부품 등 하위 시스템의 구성요소를 분석하고, 그 위험성을 평가할 수 있다.

(6) 산업용로봇, 협동로봇, 자동화 시스템 등으로 이루어진 경우에는 로직 제어(logic control) 설계에 있어 작업자와 충돌이 이루어지지 않도록 수행해야 하며, 해당 방호장치에 있어서는 안전보건규칙 제222조부터 제224조까지에서 정하는 조치를 설계과정에서 반영해야 한다.



<그림 1> 산업용 로봇과 작업자 협동 영역 구분



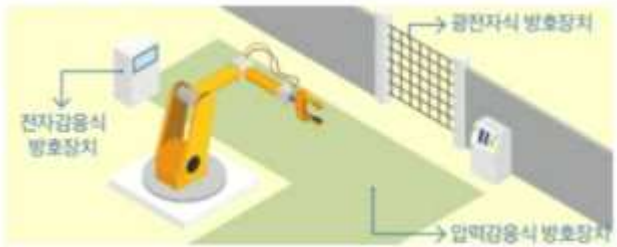
<그림 2> 울타리 설치



<그림 3> 안전매트



<그림 4> 수리 시 표지 부착



<그림 5> 감응식 방호장치

8.4. 개발단계 위험성평가

이 단계의 위험성평가는 완성된 안전성 설계기준의 최종검토를 목적으로 한다.

(1) 시스템의 다양한 구성요소들의 안전목표를 설정하고, 또 그것이 충족되었는가를 판단하는 데 필요한 설계기준을 설정한다.

(2) 여러 가지 설계 단계를 거치는 동안, 시스템과 그 구성요소들에 대하여 안전성을 평가한다.

(3) 시스템 사용자에게 교육시키기 위한 다양한 훈련과정에 관계 자료들을 제공한다.

(4) 시스템 안전과 관련된 설계 사양들이 적절히 검사되었는지 확인하기 위한 검사계획을 심사한다.

(5) 시스템 이상이나 고장에 대한 보고체계도 이 단계에서 준비되어야 한다.

(6) 통상 이 개발단계의 종료시점에서 설계완료된 시스템을 대상으로, 계획대로 생산을 추진할 것인가 말 것인가 최종적인 결정을 하게 된다.

(7) 결함위험요인분석과 운용 위험요인 분석을 사용한다.

(8) 고장형태와 영향분석 기법을 통해 신뢰도공학과의 연계검토가 필요하다.

8.5. 제조단계 위험성평가

8.5.1. 목적

이 단계의 위험성평가는 품질관리 부서와의 긴밀한 협력을 통해 설계단계와 개발단계에서 수행되었던 분석을 검토하며, 필요시 설계를 변경하고 그 영향을 검토하는 것을 목적으로 한다.

(1) 시스템의 안전 수준을 훼손시킬 수 있는 중요한 생산과정, 검사, 심사를 검토한다.

(2) 이미 확보된 안전수준이 훼손되었는가를 판단하기 위하여, 품질보증 활동에 의해 감시되어야 하는 시스템 특성을 결정한다.

(3) 최종적인 시스템 설계의 안전수준이 이미 획득된 수준 이상인가를 결정하기 위하여, 공학적 · 기술적인 수정을 감사(Audit)한다.

(4) 결함위험요인분석과 운용위험요인분석을 사용한다.

(5) 고장형태와 영향분석 기법이나 결함수분석 방법 등 신뢰성공학과의 연계검토가 필요하다.

(6) 관련하여 현장에 필요한 안전보건교육을 실시한다.

8.5.2. 공정 유해위험요인의 분석

각 제조 및 가공 공정이 지니고 있는 유해위험요인을 분석한다.

(1) 유해위험요인을 분석하기 위한 주요 대상 공정을 정한다.

(2) 공정 특성에 적합한 분석방법을 선정하여 공정 유해위험요인 분석을 실시한다.

(3) 유해위험요인 분석 자료를 평가할 때에는 다음과 관련된 정보에 주의하여야 한다.

(가) 생산시스템 사용자 및 관련 취급자의 안전 확보

(나) 생산시스템의 안전관련 요구사항에 대한 적합성

(다) 예방조치를 포함하는 공정 및 시스템의 특성과 경향

(라) 원재료, 부재료 및 부품 공급자의 시스템 안전관리 지침

(4) 유해위험요인을 분석하여 얻은 자료는 제조 및 가공공정의 위험성을 지속적으로 관리하는 데 활용되거나, 중점관리공정을 선정하여 관리될 수 있도록 보존되어야 한다. 이 관리 자료에는 공정 및 시스템 특성의 모니터링이나 측정 결과로 생성된 자료도 포함된다.

8.5.3. 제조 및 가공 공정

안전한 생산시스템을 제조하거나, 계약의 안전관련 요구사항들을 충족시키기 위하여, 생산 및 가공 공정에서는 다음과 같은 사항들이 적절하게 고려되어야 한다.

(1) 생산시스템 안전관리 계획서의 작성

(2) 생산시스템 안전 달성에 필요한 관리, 공정, 장비(검사 장비 및 시험 장비포함), 지그·공구, 자원 및 기능의 파악과 확보

(3) 설계, 생산공정, 설치, 사용, 검사 및 시험절차와 해당문서의 정합성(Compatibility) 확보

(4) 필요한 경우 새로운 계측장비의 개발을 포함하는 생산시스템 안전관리, 검사 및 시험 기법의 개발

(5) 충분한 기간을 두고 개발될 수 있는 기능까지를 포함하여 현존하는 기술수준을 능가하는 시스템의 안전성과 관련된 모든 측정 항목의 파악

(6) 적절한 단계에서 적합한 검증의 확인

(7) 주관적 요소를 포함하는 모든 특성과 요구사항에 대한 합격기준의 명시

(8) 생산시스템 안전기록의 확인과 작성

8.5.4. 제조 및 가공 설비

제조 및 가공설비는 작업자와 함께 생산시스템의 안전성을 결정짓는 중요한 요소이다. 그러므로 안전한 생산시스템을 제조하기 위해서는 사전에 안전보건경영시스템과 관련된 시설, 공정 및 장비 계획서를 개발하고, 각 분야별로 전문가의 자문을 받아 안전성이 확보된 설비가 사용되어야 한다.

(1) 생산시스템의 안전성을 높이기 위하여 제조 및 가공설비는 다음 사항들과 관련되어 평가되어야 한다.

(가) 종합적인 생산시스템 안전관리 지침

(나) 적절한 자동화

(다) 인간공학적 요인들

(라) 작업자의 작업수행도 및 생산 라인의 균형

(마) 보관 및 완충재고 수준

(바) 부가 가치 노동 및 안전성 확보 등

(사) 배치(Layout) (8.5.5에서 정한 사항)

(2) 사용되는 제조 및 가공설비는 자재이송 및 취급을 최소화하도록 하며, 자재흐름을 용이하게 하여, 건물과 용지 사용을 통한 부가 가치의 증대가 최대화되도록 한다.

(3) 제조 및 가공에 이용되는 설비들은 생산시스템의 안전성을 확보, 유지할 수 있는 수준을 유지하여야 하며, 설비 관리 및 유지보수 활동으로 이를 보장할 수 있어야 한다.

8.5.5. 표준작업 수립

생산시스템이 구축되면, 각 기계・기구 및 설비 및 물질을 사용하는 공정에 있어 작업자의 동작과 시간 등이 표준화되어야 한다.

(1) 작업의 순서, 내용, 사용도구 등이 포함된 표준작업방법을 문서화한다.

(2) 표준작업에 따라 위험성을 평가하는 작업안전분석(JSA: Job Safety Analysis)을 수행하고, 작업지침서로 활용할 수 있다.

(3) 작업지침서는 작업자가 수행하고 있는 업무를 방해하지 않고 필요한 시간에 이용 가능하도록 작업장 가까운 곳에 비치한다.

(4) 문서로 기록되어 사후에도 관리되어야 하는 공정감시 및 작업자 지침 관련 사항의 내용은 다음과 같다.

(가) 공정 기록

(나) 검사 및 시험실 시험 지침서

(다) 공정 이동 전표

(라) 시험절차서

(마) 작업표준서

(바) 기타 시스템의 안전성 및 품질관련 정보

8.6 운영단계 위험성평가

8.6.1 운영관리

이 단계의 위험성평가는 사고, 사건, 고장 등 사용 중 발생하는 모든 문제들에 대한 추적처리의 실시와 안전교육을 목적으로 한다.

(1) 이미 달성된 시스템 안전수준이 훼손되지 않았는가를 확인하기 위하여, 기계・ 절차 등의 변경사항들을 대상으로 평가를 실시한다.

(2) 이 단계 동안 수행되는 유지보수절차 자체가 위험을 초래하지 않으며, 동시에 시스템의 안전수준을 훼손하지 않는다는 것을 보증하기 위하여 사용상황을 평가한다.

(3) 긴급조치와 훈련 프로그램들이 적절히 수행되었는가 보증하기 위하여, 프로그램의 절차들을 평가한다.

(4) 사용단계 중에 발생할 수 있는 사건 및 사고에 대하여 조사한다.

(5) 일반적인 평가기법으로는 운용 위험요인 분석 기법이 적절하다.

(6) 고장형태와 영향분석 기법이나 결함수분석 방법 등 신뢰성공학과의 연계검토도 필요하다.

8.6.2 변경관리

시스템 변경이 필요한 경우, 사전에 위험성평가를 수행하여 변경과정과 변경 후 공정에서의 위험성을 최소화하여야 한다.

(1) 변경 시에는 수시위험성평가를 수행하여야 한다. 수시위험성평가를 수행하는 경우에 대해서는 “사업장 위험성평가에 관한 지침”의 제15조 제2항을 따른다. 예비위험요인분석과 결함위험요인분석을 수행할 수 있다.

1. 사업장 건설물의 설치・이전・변경 또는 해체 2. 기계・기구, 설비, 원재료 등의 신규 도입 또는 변경 3. 건설물, 기계・기구, 설비 등의 정비 또는 보수(주기적・반복적 작업으로서 이미 위험성평가를 실시한 경우에는 제외) 4. 작업방법 또는 작업절차의 신규 도입 또는 변경 5. 중대산업사고 또는 산업재해(휴업 이상의 요양을 요하는 경우에 한정한다) 발생 6. 그 밖에 사업주가 필요하다고 판단한 경우

(2) 시운전과 변경 후 관리감독자를 동반한 시스템 운영 검토를 통해 위험성을 재검토하고, 그 결과를 정기위험성평가 결과에 반영한다.

(3) 제조 단계에서 수정반영할 사항에 대해 검토한 뒤, 전체 공정을 재조정하고 문서로 갱신한다.

8.7. 폐기단계 위험성평가

이 단계의 위험성평가는 사전에 결정된 시스템의 폐기처리 절차대로 처리되는가를 검토하고, 그 방법이 신중하게 감시되고 있는가를 점검하는 것을 목적으로 한다.

(1) 시스템의 유해위험요인이 있는 부분 등을 폐기하는 절차는 시스템개발 초기에, 주로 개발단계에서 검토되고 결정되어야 한다.

(2) 정상적인 제품 수명 후의 폐기절차를 고려해야 한다.

(3) 시스템 수명주기 중 어느 때라도 발생할 수 있는 긴급 폐기절차를 고려해야 한다.

(4) 이 과정들이 적절히 수행되는가를 보증하기 위하여, 시스템의 위험 물질들의 폐기절차를 신중히 감시하고, 필요시 감사업무를 수행하여 시스템으로 인한 유해위험요인이 확산되지 않도록 끝까지 노력하는 것이 시스템안전의 최종업무이다.

(5) 일반적인 평가기법으로는 고장형태와 영향분석 기법이나 결함수분석 방법이 적절하다.

기술지원규정 개정 이력

□ 개정일 : 2026. 1. 30.

○ 개정자 : (사)고경력과학기술연우총연합회

○ 개정사유 : 생산시스템 수명주기 관련 KOSHA Guide 통·폐합

관리번호	기술지원규정명	정비유형
A-R-2-2026	생산시스템의 수명주기 안전관리를 위한 기술지원규정	통폐합(개정)
X-59-2012	생산시스템의 리스크관리를 위한 안전관리 기준 개발 지침	통폐합(폐지)
X-52-2012	생산시스템의 수명주기에 따른 리스크 평가지침	
X-53-2012	시스템 설계단계에서의 리스크 평가지침	
X-54-2012	생산시스템 리스크관리를 위한 사용설명서 작성지침	
X-55-2012	생산시스템의 리스크관리를 위한 경고표시 지침	
X-56-2012	생산시스템 생산단계에서의 리스크 관리지침	
X-57-2012	생산시스템 리스크관리를 위한 원자재구매 지침	
X-60-2013	설비배치 계획 및 변경시의 리스크 평가지침	

○ 주요 개정내용

- 가이드 본문 내에 법적 필수사항 추가
- 유사·중복되는 용어 정의 등 통폐합 및 수정
- 생산시스템의 산업변화에 따른 산업용 로봇 관련 사항 추가 등
- 관련 법령 및 기준 현행화

KOSHA GUIDE
기술지원규정

·규정번호 : A-R-2-2026
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2026. 1. 30.