

작업위험성 평가(JSA)

2017.8

산업재해예방
안전보건공단



고용부고시 제 2016-40호 (2016.8.18)

제27조(공정위험성평가의 작성 등)

- ⑥ 사업주는 공정위험성평가 외에 화학설비의 설치, 개·보수, 촉매 등의 교체 등 각종 작업에 대한 위험성평가를 수행하기 위하여 작업안전분석기법(JSA) 등을 활용하여 위험성평가 실시 규정을 별도로 만들어야 한다

익산 중대산업사고 예방센터
박병영 부장

Tel : 063-839-5262

FAX : 063-839-5259

Cell Phone : 010-5601-1672

e-mail : park319@kosha.or.kr

목 차

- I. 화학사고 통계
- II. 위험성평가 종류
- III. 작업위험성 평가
- IV. 실습
- V. 확대적용
- VI. 사고사례



I . 화학사고 통계

1. 화학공장 특징

가. 취급물질 특성

- 여러 종류의 위험물질을 대량으로 취급
 - 인화성, 산화성, 금수성, 부식성, 폭발성, 급성독성물질

나. 화학설비 특성

- 대형 장치산업, 다양한 공정변수, 정확한 제어를 위해서 자동화 필수

다. 재해 특성

- 화재 • 폭발 • 누출 등 대형 인적•물적 피해
- 환경오염
- 국가경제 큰 타격

2. 화학사고 발생현황

가. 연도별 사고 발생현황

년도	합계	2015	2014	2013	2012	2011	2010
건수	95	23	24	24	10	9	5

○ 최근 6년간 95건 화학사고 발생

나. 인적·물적 원인별 사고 발생현황

구분	합계	인적원인						물적원인					
		소계	교육 훈련 미흡	기량 경험 미숙	오조 작	안전 작업 절차 미흡	작업 허가 절차 미흡	소계	계장 제어 계통 결함	설계 불량	재료 불량	설비 점검 보수 불량	제작 불량
건수	95	61 (64%)	2	1	4	34	20	34 (36%)	2	8	2	20	2

○ 인적원인 64%, 물적원인 36%

다. 작업상황 별 사고 발생현황

구분	합계	운전관련				정비·보수 관련
		계	시운전	정상운전	입·출하	
건수	95 (100%)	62 (65%)	10	46	6	33 (35%)

- 운전관련 사고 65%, 정비·보수관련 사고 35%
 - 운전관련 사고예방 : Hazop 위험성평가 실시
 - 정비·보수관련 사고예방 : 작업위험성평가 실시

3. 화학사고 예방대책

가. 시스템에 의한 관리가 필요하다

- 각 부서 별로 매뉴얼, 지침서, 작업표준 작성
- 각 부서 별 구성원들은 누가 시키지 않더라도 스스로 매뉴얼, 지침서, 작업 표준대로 작업을 한다

나. 공정안전보고서 제출·심사·확인(산안법 49조의 2)

- 1996. 1. 1 공정안전보고서 제출, 심사, 확인제도 시행
 - 공정안전자료
 - **공정위험성평가**
 - 안전운전계획
 - 비상조치계획
- 2016. 8. 18 고용부고시 개정 → 『**작업위험성평가**』 내용 추가

II . 위험성평가

1. 관련 법규 · 고시·규정

가. 산업안전보건법

- 산안법 제 41조의 2 (위험성 평가)

나. 고용부 고시

- 고용부고시 제 2017-36호 (사업장 위험성평가에 관한 지침)
- 고용부고시 제 2016-40호 (공정안전보고서 제출,심사,확인 및 이행 상태평가 등에 관한 지침)

다. Kosha Guide

- P-82-2012 (연속공정 위험과 운전분석, Hazop, 기법에 관한 기술지침)
- P-86-2017 (회분식공정 위험과 운전분석, Hazop, 기법에 관한 기술지침)
- P-140-2013 (작업안전분석, JSA, 기법에 관한 기술지침)
- X-014-2014 (4M 리스크 평가 기법에 대한 기술지침)

라. 위험성평가 지원 시스템(KRAS)

2. 위험성평가 종류

가. 정성적 위험성평가

- Check list
- Hazop
- What if
- JSA
- 4M
- CRAS

나. 정량적 위험성평가

- FTA
- ETA
- CA

3. 화학공장 위험성평가

가. 공정위험성 평가

- 정의 : 화학설비의 설계, 운전 등에 관한 위험성 평가
- 종류 : Checklist, Hazop, What if, FTA, ETA, CA

나. 작업위험성 평가

- 정의 : 화학설비의 개·보수 작업 등 작업에 관한 위험성평가
- 종류 : JSA

<참조> 체크리스트, What if, 작업자 실수분석, 4M, KRAS 등도 가능

4. HAZOP, JSA, 4M, CRAS 차이점

평가대상 공정	위험성평가표 (Hazop)										평가자						
평가일시																	
검토 구간	유해위험요인						현재 안전 조치	현재 위험도			개선 대책	개선후 위험도					
	공정 변수	가이드 워드	이탈	원인	결과	조치사항		빈도	강도	위험도		빈도	강도	위험도			
탱크 롤리 ↓ 탱크로 벤젠 이송	온도	High Low															
	압력	High Low															
	액위	High	High Level		니 고장	기름 누출	작업전 레벨확인 High Alarm 설치										
		Low															

- Hazop : 유해위험요인을 공정변수, 가이드워드, 이탈, 원인, 결과, 조치사항으로 도출
 - 공정변수 : 온도, 압력, 유량, 액위, 조성, 점도...
 - 가이드워드 : No, More, Less, High, Low ...

대상작업		위험성평가표							평가자	
평가일시		(JSA)								
작업 단계	유해위험요인		현재 안전 조치	현재 위험도			개선 대책	개선후 위험도		
	구 분	내 용		빈도	강도	위험도		빈도	강도	위험도
지게 차	1.기계적요인									
	2.전기적요인									
자재 운반	3.물질요인									
	4.생물학적요인									
	5.화재폭발요인									
	6.물리학적요인									
	7.작업환경요인									
	8.육체적부담요인									
	9.정신적부담요인									
	10.조직관련요인									

○ JSA : 유해위험요인을 기계적위험, 전기적위험, 물질(화학물질, 방사선)위험, 생물학적 위험, 화재·폭발위험, 물리학적 위험, 작업환경 위험, 육체적부담 작업위험, 인지·조작능력 정신적 작업부담 위험, 조직관련 요인 등

평가대상공정		<h1 style="text-align: center;">위험성평가표</h1> <h2 style="text-align: center;">(4M)</h2>						평가자	
평가일시								현재 위험도	
단위 작업	유해위험요인		현재 안전 조치	빈도	강도	위험도	빈도	강도	위험도
	구분	내용							
지게차 자재 운반	기계적요인 (Machine)	지게차 운전석에 안전벨트 미설치							
	인적요인 (Man)	과속, 급정지, 급출발 급선회운전							
	물질환경요인 (Media)	작업장 바닥 울퉁불퉁							
	관리적요인 (Management)	지게차제한속도 표지판 미부착							

○ 4M : 유해위험요인을 기계적위험, 인적위험, 물질환경적 위험, 관리적위험 4가지방식으로 찾는방법

평가대상공정		위험성평가표							평가자	
평가일시		(KRAS)								
작업 내용	유해위험요인		현재 안전 조치	현재 위험도			개선 대책	개선후 위험도		
	구 분	내 용		빈도	강도	위험도		빈도	강도	위험도
지게 차	1.기계적요인									
	2.전기적요인									
자재 운반	3.열적요인									
	4.소음									
	5.진동									
	6.방사선									
	7.재료, 물질요인									
	8.인간공학적요인									
	9.작업환경적요인									
	10.복합적요인									

○ KRAS : 유해위험요인을 기계적위험, 열적위험, 소음, 진동, 방사선, 재료·물질요인
인간공학적 요인, 작업환경적 요인, 복합적 요인 등 10가지 방식으로 찾는 방법

5. 대상작업, 작업단계

대상작업		위험성평가표 (JSA)						평가자	흥길동	
평가일시										
작업 단계	유해위험요인		현재 안전 조치	현재 위험도			개선 대책	개선 후 위험도		
	구분	내용		빈도	강도	위험도		빈도	강도	위험도

가. 대상작업의 종류를 미리 파악해 놓아야 한다

- JSA를 실시해야 할 작업의 종류를 파악하여 List up 해 놓는다

나. 작업단계를 나누는 방법이 중요하다

- **작업단계, 위험성평가를 실시하는 최소구간**
 - Hazop(검토구간), 4M(단위작업), KRAS(작업내용), JSA(작업단계)
 - 작업단계 너무 크면 평가 부실, 너무 세분화하면 평가가 어렵다

다. 유해·위험요인을 잘 찾아내야 한다

- 각각의 작업단계에 잠재하는 유해·위험요인을 모두 찾아내야 한다
 - 어떻게 : 위험성평가팀, 난상토론을 통하여 도출

III. **작업위험성 평가**

1. 용어의 정의

가. 작업안전분석(JSA)

작업(job)을 주요 작업단계(Job Step)로 구분, 각 작업단계별로 유해위험 요인과 잠재사고를 파악하여 제거·최소·예방하는 기법

나. 작업(Job)

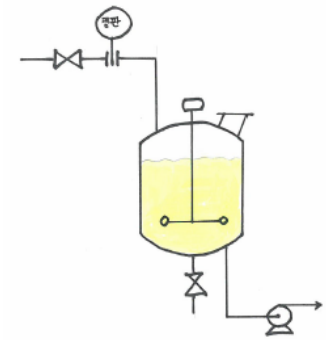
작업자가 수행하는 작업

다. 작업단계(Job Step)

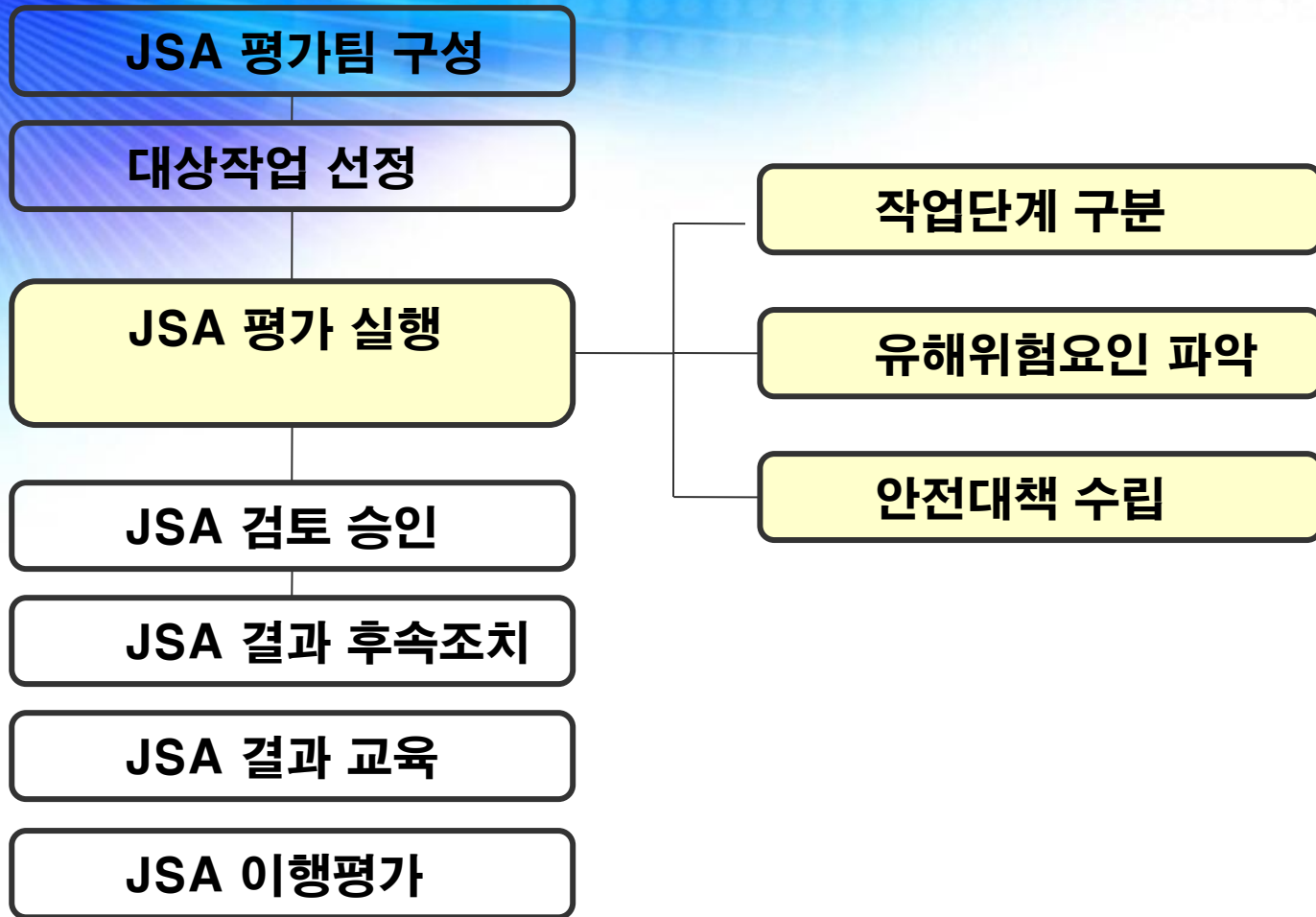
작업을 진행순서에 따라 작업자의 행동을 기준으로 구분하는 단계

<예시> 작업자가 반응기 내부에 들어가서 촉매교체작업을 하고 있다

- 작업(Job) : 반응기 내부 입조작업
- 작업단계(Job Step) : 자재운반 → 유입물 차단(밸브, 맹판) → 내용물 방출 → 세척 → 환기 → 산소농도 측정 → 촉매교체 작업



3. 작업위험성평가 실행절차



4. JSA 평가팀구성

가. JSA 평가팀 구성

- 해당부서 관리감독자(리더)
- 공정기술자, 운전자
- 공무, 계장부서 직원
- 안전관리자, 보건관리자
- 협력업체 직원
- 서기



나. 평가팀 운영 방법

- 노트북, 빔프로젝트 준비
- 위험성평가표를 화면에 띄움
- 평가팀은 서로 토론, 유해위험요인, 대책 등을 말함
- 서기는 팀원들 토론 내용을 평가표에 기록

5. 대상작업 선정

가. 대상작업을 선정하는 것이 중요하다

귀 사업장에서 작업위험성평가를 실시해야 될 대상작업이 몇 종류나 되는지 List up 해보시기 바랍니다

- 화기작업, 입조작업, 정전작업, 굴착작업, 고소작업, 방사선작업, 중장비작업
- 펌프, 밸브, 계기류, 필터, 열교환기 등의 교체·보수작업
- 축매 교체작업
- 중량물 취급작업
- 위험물 하역작업
- 크레인, 선반, 드릴, 용접기, 지게차, 운반기계 등 사용작업
- 사업장 보유 『표준작업절차서(SOP)』에 있는 작업

5. 작업단계(Job Step) 구분

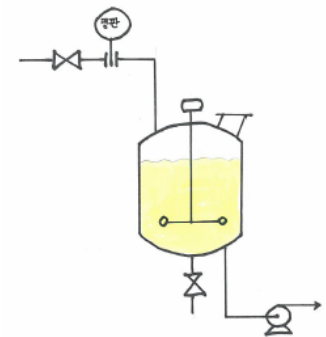
가. 작업단계를 나누는 방법이 중요하다

대상작업을 작업이 수행되는 순서에 따라 몇 단계의 작업단계로 나눈다

- 작업단계 : 위험성평가를 실시하는 최소구간
- 작업단계 : 너무 크게 구분하면 평가 부실, 너무 세분화하면 평가 어렵다
- 10단계 내·외가 적당하다

<예시> 작업자가 반응기 내부에 들어가서 촉매교체 작업 실시 예정

- 대상작업(Job) : 반응기 내부 입조작업
- 작업단계(Job Step) :
 - 자재운반 → 유입물 차단(밸브, 맹판) → 내용물 방출
→ 세척 → 환기 → 산소농도 측정 → 촉매교체 작업



6. 유해·위험요인 파악

번호	작업단계	유해위험요인	안전대책	위험도			개선일정	담당
				빈도	강도	위험		
6	촉매 교체작업	에어라인마스크 줄꼬임으로 질식위험						
		비방폭형 이동식 전동 사용시 폭발위험						

○ 유해위험요인 표현방법

- 제 3자가 알 수 있도록 구체적으로 표현
- 질식 위험(X), 에어라인마스크 줄 꼬임으로 질식 위험(O)
- 위험성 평가팀이 토론을 통해서 찾아낸다

7. 안전대책 수립

번호	작업단계	유해위험요인	안전대책	위험도			개선일정	담당
				빈도	강도	위험		
6	축매 교체작업	에어라인마스크 줄꼬임으로 질식	에어공급호스 꼬임이 없도록 지상배열					
		비방폭형 이동식전등 사용시 폭발	방폭형 이동식전등 사용					

○ 안전대책 표현방법

- 제 3자가 알 수 있도록 구체적으로 표현
- 에어공급호스 정렬(X), 에어공급호스 꼬임이 없도록 지상 배열(O)

8. 빈도, 강도, 위험도

번호	작업단계	유해위험요인	안전대책	위험도			개선일정	담당
				빈도	강도	위험		
6	축매 교체작업	에어라인마스크 줄꼬임으로 질식	에어공급호스 꼬임이 없도록 지상배열	1	2	2		
		비방폭 전동공구 사용시 폭발	방폭형 전동공구 사용	2	2	4		

○ 빈도

발생빈도	내용
3 (상)	설비 수명기간에 공정사고 1회 이상 발생
2 (중)	설비 수명기간에 공정사고 발생 가능성 있음
1 (하)	설비 수명기간에 공정사고 발생 가능성 희박

○ 강도

발생강도	내용
4 (치명적)	사망, 재산손실 10억이상, 운전정지 10일 이상
3 (중대함)	부상, 재산손실 1억이상, 운전정지 1일 이상
2 (보통)	재산손실 1억 미만, 운전정지 1일 미만
1 (경미)	운전성 향상 필요, 안전설계 필요

○ 위험도

빈도 강도	3 (상)	2 (중)	1 (하)
4 (치명적)	12	8	4
3 (중대함)	9	6	3
2 (보통)	6	4	2
1 (경미)	3	2	1

○ 위험도 결정

위험도 크기		관리기준	비고
9~12	높음	허용불가능	즉시 개선
6~8	보통	허용불가능	계획적 개선
1~4	낮음	허용가능	현상상태 유지

8. JSA 검토승인, 후속조치, 교육, 이행평가

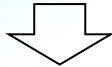
JSA 승인

- 해당부서 운영부서장 승인



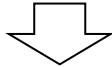
JSA 결과 후속조치

- 개·보수작업 전 개선대책 완료 확인

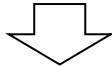


JSA 결과 교육

- 개·보수작업 전 근로자에게 교육



개·보수작업 실시



JSA 이행평가

- 운영부서 자체평가
- 안전부서 정기평가

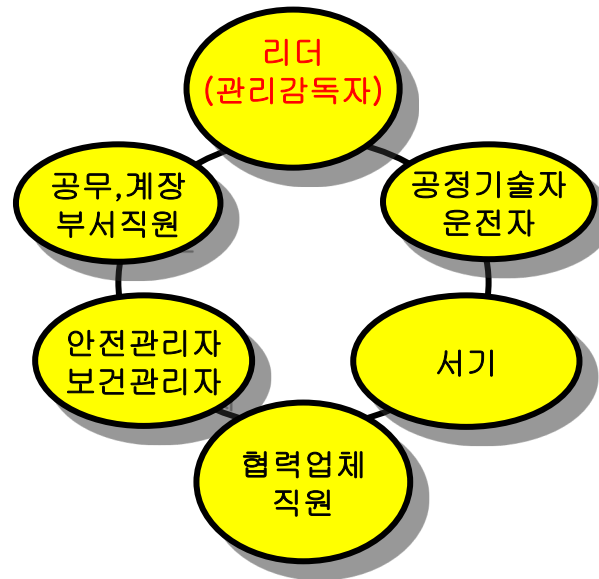
IV. 실 습

(반응기 내부 촉매교체작업 작업위험성평가)

<실습> 반응기 내부 촉매교체작업 작업위험성평가

(주)○○화학은 '17.8.15(화)~8.20(목)까지 연차정비 작업을 실시할 예정이다
반응기 내부 촉매교체작업에 대한 작업위험성평가(JSA)를 실시하기 바랍니다

1. 위험성평가팀 구성



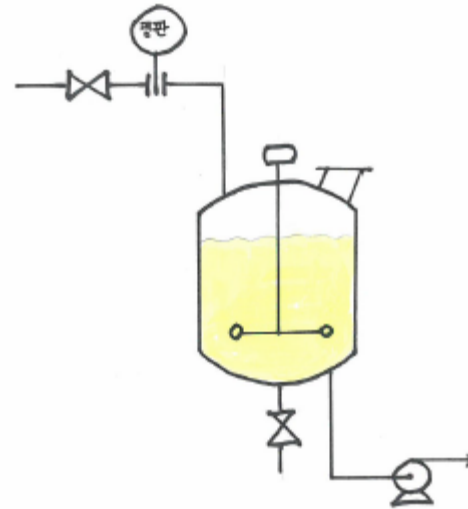
〈실습〉 반응기 내부 촉매교체작업 작업위험성평가

2. 대상작업 선정

- 반응기 내부 입조작업

3. 작업단계 구분 (중요!)

- ① 자재 및 공구 운반
- ② 밸브잠금/맹판 설치
- ③ 내용물 배출
- ④ 맨홀 개방
- ⑤ 세척
- ⑥ 환기
- ⑦ 가스 및 산소농도측정
- ⑧ 내부비계설치/철거
- ⑨ 촉매 교체
- ⑩ 맨홀 잠금
- ⑪ 마무리 작업



번호	작업단계	유해위험요인	대책	위험도			개선일정	담당
				빈도	강도	위험		
3	내용물 배출	내용물 배출 미흡으로 내부에 잔유물 존재	배관을 통해 물을 추가 주입 후 배출					
			설비 바닥의 찌거기는 용기 바깥쪽에서 제거					
		드레인밸브 배출시 과압에 의한 누출	내부압력 대기압 상태 확인					
		이동식펌프 사용시 감전	이동식펌프 접지 실시					

번호	작업단계	유해위험요인	대책	위험도			개선일정	담당
				빈도	강도	위험		
5	세척	고온 용기 물세척시 증기 공간으로 인한 진공발생	증기배출구를 만들어서 세척					
		스팀세척시 정전기 발생	스팀호스 도전성재질 사용, 접지실시					
		화학세척시 화학물질 접촉	보안경, 보호의 착용					

<시험> 귀 사업장 정기보수작업시 작업종류, 작업단계 작성하시요

<정답>

1. 작업종류

- 화기작업
- 입조작업
- 정전작업
-

2. 작업단계

- 화기작업 :
- 입조작업 : 자재운반-맹판설치-내용물배출-맨홀개방-세척-환기-산소측정-비계설치-축매교체-맨홀잠금-마무리작업
- 정전작업 :
-

V. 확대적용

1. 표준작업절차서(SOP)에 JSA기법 적용

가. 표준작업절차서(SOP)에 JSA의 안전작업절차를 추가

□ 표준작업절차명 : IPA(이소프로필알콜) 하역작업

작업단계	작업내용
탱크롤리 주차
호스연결
펌프가동
하역 후 조치



작업단계	작업내용	위험요인	안전대책
탱크롤리 주차	탱크롤리 시설물 충돌	작업지휘자 배치
호스연결	연결호스 이탈	호스연결부 확인
펌프가동	과충전	액위계 확인
하역 후 조치	호스분리시 잔압	압력확인

2. 안전작업허가제도에 JSA기법 적용

가. 안전작업허가서

- 리스크가 큰 작업을 수행하기 전에 제반여건이 작업을 수행할 수 있도록 만족하는지를 확인하는 허가서
 - 화기작업, 일반위험작업, 밀폐공간출입, 정전작업, 굴착작업 등

나. 작업위험성평가(JSA)

- 해당 작업수행 단계별로 발생가능한 모든 유해위험요인을 파악 대책을 수립한 위험성평가
 - 작업허가제도보다 더 넓은 범위를 포함

다. 안전작업허가서 제출시 JSA 결과 첨부

- 안전작업허가서 제출시, 작업위험성평가 결과 첨부토록 절차개선

영국
(HSE)

“안전에 성공하지 못한 기업(기관, CEO)”

☞ 경영에 성공한 사례 없다

HSE : Health and Safety Executive (영국 산업안전보건청)

재해의 대부분 안전수칙, 작업표준 미준수로 발생

- 고도의 기술적 결함이 아닌, 안전수칙 · 작업표준을 지키지 않아 발생

(예 1) 우주왕복선 챌린저호 폭발원인

- 고도의 기술적인 결함 (X)
- 조립과정에서 볼트(O-ring) 잘못 사용 (o)

(예 2) KTX 탈선사고 원인

- What ?

(예 3) 대통령 전용 비행기 회항

- What ?

재해예방 : 안전수칙, 작업표준 준수!

VI. 재해사례

1. 과충진으로 인한 탱크파손

가. 사고개요

2017. 7. 31(월) 17: 25분 경, ○○시 소재 □□화학(주)에서, 차염소산나트륨 (부식성물질) 저장탱크 파손, 방유제(Dike) 바깥까지 누출된 사고

나. 피해규모

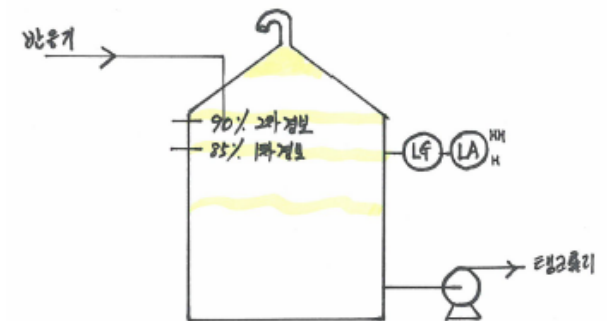
○ 인적피해 : 없음, 물적피해 : 탱크 및 방유제 파손

다. 탱크제원 및 안전장치

- 재질 : FRP재질
- 용량 : 200m³ (직경 5.5m, 높이 8.2m)
- 액위계(레벨게이지)
 - High Alarm (탱크 액위 85%, 1차 경보)
 - High High Alarm (탱크 액위 90%, 2차 경보)
- 방유제 : 콘크리트 방유제

라. 사고 과정

- 7/31(월) 마지막 생산, 8/1(화)부터 정기보수작업 실시
- 반응기 → 저장탱크(200^m) → 탱크롤리 → 각 수요처
 - 저장탱크(200^m)는 평소 60% 액위 유지
- 15:00분 경 High Alarm, High-High Alarm 경보 울림
- 16:00분 경 탱크 상부까지 차아염소산나트륨 충전
- 17:00분 경 탱크 파손으로 차아염소산나트륨 누출
 - 탱크에 가해지는 압력(정압, 동압), 탱크 파손
 - 충격에 의해 탱크 이음부 찢어짐
 - 차아염소산나트륨 대량 누출
 - 방유제 무너뜨리고 작업장까지 누출



마. 사고 사진



FRP 조각 이음부를 따라
찢어짐



방유제 콘크리트 벽체가
무너져 버림

마. 사고 원인

- 작업자 : High Alarm 경보음이 울려도 계속 작업 실시
 - 작업자 작업안전수칙 미준수
- 설 비 : High Alarm과 차아염소산나트륨 공급펌프 미연동

바. 예방대책

- 작업자 : High Alarm 경보음이 울리면 공급 중단 또는 다른 탱크로 이송
- 설 비 : High Alarm과 차아염소산나트륨 공급펌프 연동
 - High Alarm 시 차아염소산나트륨 공급펌프 정지

- ◆ 안전은 혼자서 열심히하는 업무가 아님
- ◆ 안전은 여러분야가 서로 협력하는 업무임
 - 어려운 일 발생 → 혼자서 해결 (X)
 - 어려운 일 발생 → 동료, 선배, 상급자와 협의 도움 (O)



감사합니다