

고무 및 플라스틱 제품 생산 공정

1. 개요

기존의 위험성평가는 4M 방식의 위험성평가를 실시하였다. 그러나 보다 쉽고 대중적인 위험성평가 기법의 필요성이 대두되면서 다양한 위험성평가 기법들이 개발되고 있다.

이번 호에 소개할 위험성평가기법은 대한산업안전협회가 영국 IC사에서 개발한 HAZOP과 PHR을 비롯해 한국산업안전보건공단이 개발한 K-PSR 그리고 현재 사용 중에 있는 4M과 OHSAS 18001, KISA 18001 기준을 모두 충족하면서도 다양한 업종과 공정에 쉽게 적용할 수 있는 "KISA 위험성평가 기법"을 개발하였다.

이와 관련하여 한국안전학회에서도 발표된 내용 중 시범적용 사례를 간추려 소개하고자 한다.

시범적용한 기업은 글로벌기업인 H사로 105명의 근로자가 종사하고 있다. 이곳은 현재 SHE 통합 시스템을 운영하면서 HAZOP, 4M 등 다양한 위험성평가 기법을 수행하고 있는 기업이기도 하다.

본 사업장에 KISA 위험성평가 기법을 적용함으로써 중소기업에 도입이 쉽고 위험요소 제거에 얼마나 효과적인지 적용한 사례이다.

2. 안전보건상 위험정보

가. 공정 및 보유기계기구 현황

- ▶ 입고 및 출고 : 입고된 재료를 창고 적재 및 완제품 상차 작업
 - 기계기구 및 설비 : 전동지게차(4대), 대차
- ▶ 자재칭량 : 수지, 안료 등을 계량하여 혼합된 재료를 용기에 저장
 - 기계기구 및 설비 : 국소배기장치(1대), 저울 (2대), 대차(12대)
- ▶ 배합 : 혼합된 재료를 섞어서 덩어리 또는 Sheet로 가공
 - 기계기구 및 설비 : Roller(4대), Kneader(4대), Planetary mixer(1대), Pressdisk(1대)
- ▶ 압출 : 배합된 재료를 열로 가열, 혼련, 용융시켜서 유동상태로 배출
 - 기계기구 및 설비 : Anti 압축기(1대), 이중구조압출기(3대), Roller(1대)
- ▶ 성형 : 압출기에서 배출된 재료를 알맞은 너비와 두께로 압축
 - 기계기구 및 설비 : D-sheet(2대), Thomson press(3대), Cutting

M/C(3대), 제진압출기(1대)

- 유해화학물질 : 유압유 1일 8시간 17리터 사용

- ▶ 검사/포장 : Sheet를 이형지 또는 알미늄판에 부착하여 절단
- ▶ 기타 공무작업은 AC용접기, 연삭기, 선반, 밀링, 탁상드릴 등을 보유하고 있으며 기계유를 1일 8시간 1리터 사용함

나. 기타 안전보건상 정보

- ▶ 최근 3년 재해발생 사례 : 없음, 단 2001년부터 2005년까지 압축, 배합공정에서 손가락 골절 및 베임 사고가 5건 발생함
- ▶ 최근 3년간 잇따사고 사례 : '07년 7건, '08년 8건, 금년 11월까지 4건
- ▶ 1년미만 미숙련근로자, 여성근로자, 고령근로자로 구성되어 있음
- ▶ 교대작업 없음
- ▶ 운반 수단은 지게차, 이동대차, 전동파레트, 리프트 등을 활용하고 있음
- ▶ 기계, 장비 등 각종 수리보수 작업 시 안전작업 허가증을 필요로 함
- ▶ 인력운반 시 단위 중량 25kg 물품을 들기, 밀기, 끌기 작업을 함
- ▶ 소음, 분진, 유기용제, 특정화학물질에 대해 작업환경 측정을 하였음
- ▶ 폭발성 가스, 프레스, 크레인, 전기작업, 압력용기, 유해물질 취급작업에 대해 특별안전교육이 필요 함

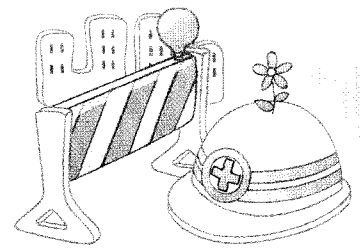
KISA 위험성평가 WORK SHEET

1. Plant(사업장명, 공장명) : 제1공장
2. Team(수행팀) : 제1공장(압출)
3. Item(공정 및 장치명) : 압출공정
4. Date(일자) : 2009. 8. 12
5. Page : 1
6. Drawing No (P&ID Number) : -

위험 (Hazard)	원인, 결과 (Cause, Consequence)	관련 문제사항 (Problem & Concern)	위험등급			현재 안전조치 (Safe Guard)	개선사항 (Recommendation)	위험등급					
			빈도	가능성	위험도			빈도	가능성	위험도			
누출	DOP 저장탱크 배관 누출부에서 작업의 능률이 저하되고 있으며, 절단된 폐관이 인력 작업에 불편한 현상 상태로 노출되어 누출가능성	고대량 누출에 대비한 확산 방지 및 회수방법 검토 필요 고 배관 폐포스 설치수가 적고 인력작업 요청장소도가 빠른 이동시 시야에 장애가 되어 있음	4	4	1	9	주거지 안전위험 표시	1. 배관 폐포스는 정기적으로 점검하여 기호시공 2. 주변 수목 식재 방지 3. 작업자 및 인근민지 (관입형원로자 설치) 4. 다량 누출에 대비한 확산방지 및 회수 방법 검토(유 흡착포 등)	2	2	1	5	2
	방각수행시 위험이 인식되어 운수 누출에 의한 화재가능성	교체 진행 중	3	4	4	11	없음	스테인레스 (SUS 304)제인사용 교체	1	1	2	5	2
	원료 투입 과정 중 작업자 실수에 의한 원료 (분반) 누출에 의한 화재 및 인체 상해 가능성	원료가 분말상태 경우 자유의 투입 불가능	3	2	4	9	3	1. 배관-배척 시로 설치 2. 작업보호 장구(분진 흡입기 등) 착용 투명 보호의 등착용	3	1	2	5	2

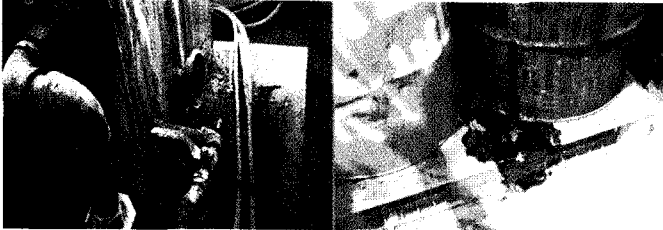
3. KISA 위험성평가 적용사례

크레인 및 지게차를 이용하여 원자재(Coil)의 입고 및 제품을 출하하는 작업 공정(공정 평균위험도 10.20에서 4.4로 개선)



안전보건공단
KOSHA
www.kosha.or.kr

▶ 누출(Release)



부식(Corrosion)

Leak

- 냉각수 탱크 외부 부식
- 위험등급 : 4

- 드럼에서 원료 누출
- 위험등급 : 3

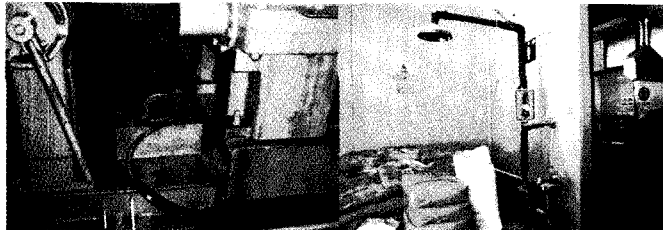


펑크(Puncture)

파열

- 프레스 고압호스 마찰
- 위험등급 : 3

- 노출된 DOP 배관
- 위험등급 : 3



Leak

관리부재

- 압출기 오일 누출
- 위험등급 : 2

- 비상사위키 관리 불량
- 위험등급 : 3

▶ 작성예

- 공정 및 장치명 : 원재료공급/DOP 탱크
- 잠재위험요소(Hazard) : 누출
- 원인분류 : Puncture

DOP(di-octyl-phthalate) 저장탱크 배관 연결부에서 미량의 누출이 진행 연결된 배관이 연약지반에 불안정한 상태로 노출되어 누출가능성(녹는점 : -46°C, 끓는점 231°C)

- 관련 문제사항(Problem & Concern)



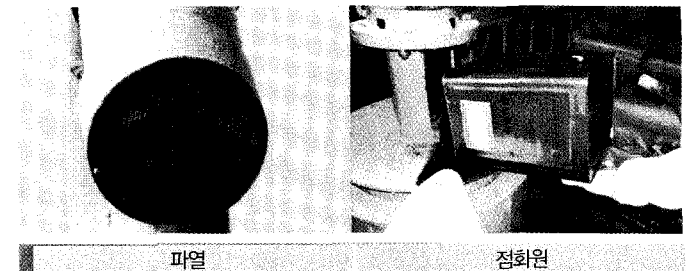
- 공정내 배관 위치 변경은 불가
- 배관 써포트 설치수가 적고 연약지반(토사 유실)
- 성장속도가 빠른 오동나무 사이에 배관이 끼어 있음
- 현재 안전조치(Safe Guard) : 주기적 안전점검 실시
- 개선사항(Recommendation)

- 배관 써포트는 안정지반에 견고하게 기초 시공
- 주변 수목 식생 방식(오동나무 제거)
- 작업자 임의 접근금지(출입제한표지 설치)
- 환경오염 방지를 위한 차폐막 설치
- 체크리스트에 의한 주기적인 점검확인

- 평가

	개선 전		개선 후	
	상	4	중	2
빈도	가능성이 많음	4	가능성이 있음	2
가능성	가벼운 경상	1	가벼운 경상	1
중대성	안전보건상 문제가 있음, 감소조치를 빠른 시일 내에 실시(3등급)		안전보건상 다소 문제가 있음, 감소조치를 계획적으로 실시(2등급)	
위험등급				

▶ 화재폭발(Fire/Explosion)



파열

점화원

- DOP탱크 벤트 막힘
- 위험등급 : 2

- 부탄 토치로 원료 녹임
- 위험등급 : 4



관리부재

관리부재

- 가연성 휴지통
- 위험등급 : 4

- 물질정보표시 오염
- 위험등급 : 3

▶ 공정트러블(Process Trouble)

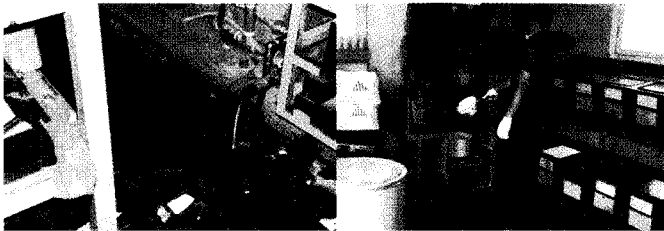


조업상 문제

계계설비 결함

- 냉각수 배선 노출
- 위험등급 : 3

- 정격 휴즈 미사용
- 위험등급 : 3



물질작업환경 결함

원료 및 촉매, 취급화학물질

- 작업장 바닥 배관 노출
- 위험등급 : 3

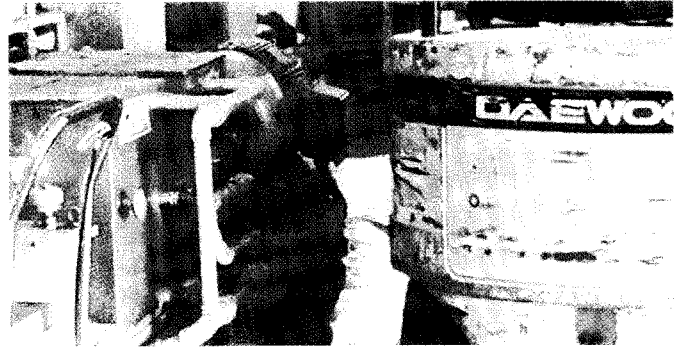
- 취급 분말에 폭로
- 위험등급 : 3

▶ 작성예

- 공정 및 장치명 : 압출/이중구조압출기
 - 잠재위험요소(Hazard) : 공정트러블
 - 원인분류 : 조업상 문제(Operation)

냉각수 탱크가 통로에 근접하여 지게차 충돌에 의한 배관 및 탱크가 파열될 경우 온수 누출로 화상(80°C) 및 작업손실 가능성

- 관련 문제사항(Problem & Concern)



- 지게차 통로와 기계 사이 간격이 구조적으로 협소
- 과거 충돌로 인해 교체된 이력 발생
- 파렛트 적재 위치가 자주 지켜지지 않음
- 현재 안전조치(Safe Guard)
 - 지게차 운전자 안전교육 실시
 - 지게차 통로 구획
- 개선사항(Recommendation)
 - 충돌방지용 카스트퍼 또는 가드 설치
 - 운전자 및 관련 작업자 안전교육 설치
 - 온수 누출에 대비한 응급 상황시 대응요령 훈련(메뉴얼 작성)
- 평가

	개선 전		개선 후	
	상	중	중	하
빈도	상	4	중	2
가능성	가능성이 많음	4	가능성이 있음	2
중대성	가벼운 경상	3	가벼운 경상	1
위험등급	안전보건상 문제가 있음, 감소조치를 빠른 시일 내에 실시(3등급)		안전보건상 다소 문제가 있음, 감소조치를 계획적으로 실시(2등급)	

▶ 상해(Injury)

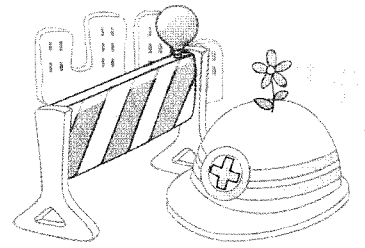


불안전 상태

불안전 상태

- 작업공간의 협소
- 위험등급 : 4

- 중량물 취급자세 불량
- 위험등급 : 3



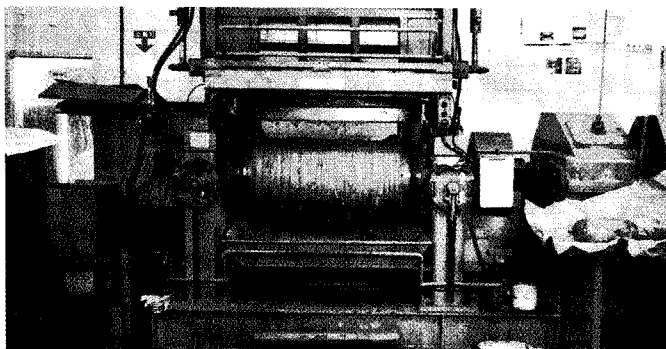
- 출입구 높이가 낮음
- 총전부에 공구방치
- 위험등급 : 3
- 위험등급 : 3

▶ 작성예

- 공정 및 장치명 : 배합/ Roller
- 잠재위험요소(Hazard) : 상해
- 원인분류 : 불안전 상태(안전방호장치 결함)

로울러 양 측면의 급정지장치가 프레임의 상이한 위치에 설치되어 있으며 작업자의 시야 또는 접근한계를 벗어나서 조작 실패에 의한 협착사고 가능성

- 관련 문제사항(Problem & Concern)



- 활용 경험이 없어서 위치의 중요성을 느끼지 못함
- 가공물 접촉 사유로 손 조작로프식 미설치
- 작업대상 기계가 변동되었을 경우 작업자가 위치를 오해할 수 있음
- 현재 안전조치(Safe Guard)
- 급정지장치(손 조작식, 발 조작식)
- 개선사항(Recommendation)
- 급정지장치를 프레임의 일정한 위치에 설치
- 손 조작식 무름 조작식 방호장치 설치
- 작업 시작전 점검 활동 강화

• 작업방법 및 안전작업요령에 대한 교육 실시

- 평가

	개선 전		개선 후	
	상	2	중	2
가능성	가능성이 많음	4	가능성이 있음	2
중대성	가벼운 경상	10	가벼운 경상	6
위험등급	안전보건상 중대한 문제가 있음, 즉시 중지 또는 개선할 위험 감소 조치를 실시(4등급)		안전보건상 다소 문제가 있음, 감소조치를 계획적으로 실시(3등급)	

4. 위험성평가 기법 비교

기존의 4M 방식의 위험성평가 기법과 새로운 KISA 위험성평가 기법의 차이점은 기계, 물질·환경, 인적, 관리적 요인으로 접근한 4M 방식이었다면 KISA 위험성평가는 누출, 화재·폭발, 공정트리플, 상해로 구분된 4Hazard 방식이라는 점이다. 이는 4M 방식이 제시되지 않은 관련 문제사항을 구체적으로 다뤄 합당한 개선사항을 찾을 수 있도록 한 점이다. 그리고 보다 정량화된 위험등급을 통해 신뢰성 확보와 쉽게 평가할 수 있는 장점이 있다.

5. 결론

금번 시범 적용 사례를 보다 쉽고 신뢰성 높은 위험성평가기법이라는 전반적인 평가다. 기존 평가방법에서 화재, 폭발, 누출 등의 위험요소에 대한 상해 위험요소가 누락되기 쉬웠으나 KISA 위험성평가는 누락될 수 있는 부분을 최소화하면서 사업장에 있어 전반적인 위험성평가를 수행할 수 있었다.

무엇보다 기존 위험성평가에서 제시되었던 중소기업에 적합한 위험성평가라는 장점을 그대로 살렸고, 오히려 중소기업에 적용성이 뛰어난 위험성평가라는 평가를 받기도 했다.

최근 기업 자율에 의한 안전보건경영시스템이 장려되는 환경에서 사업장의 자율적인 안전관리 기법으로 위험성평가 기법이 중소기업 사업장 중심으로 개발되고 있는 점은 상당히 고무적이라 할 수 있다.

지난 3년간 4M 방식의 위험성평가가 중소기업의 산업재해 예방을 위해 기여를 해왔다면 앞으로 적용될 위험성평가는 우리나라 산업재해 예방 사업을 한 단계 올려 놓을 것으로 기대된다. ☺