



화학물질사고대응 안전관리



한국산업안전보건공단
중대산업사고예방실
화학사고예방팀장 이경성

순 서

- 1 최근 사고현황
- 2 비상조치계획의 문제점
- 3 법적요구 사항
- 4 개선방안



HDPE 저장 사일로 폭발사고(1/2)

재 해 개 요

'13.03.14(목) 20:50 경 전남 여수시 소재 ○○ 산업(주) 여수 2공장에서 HDPE(High Density Polyethylene) 저장 사일로에서 폭발사고가 발생



〈폭발사고가 발생한 사일로 상부〉

【 피해현황 】

- 7명 사망, 10명 중경상 (사일로 보수업체 근로자)

【 재해발생원인 및 대책 】

- 사일로 맨홀을 뚫는 과정에서 HDPE 분진의 열분해 가스가 발생하여 사일로 내에 체류되고, 용접불티가 점화원이 되어 폭발하였을 가능성
- 사고설비 내부의 완전히 제거되지 않은 HDPE 분말에 용접불티가 점화원이 되어 폭발하였을 가능성

➡ 화기작업시는 용기내부 잔여물 완전제거

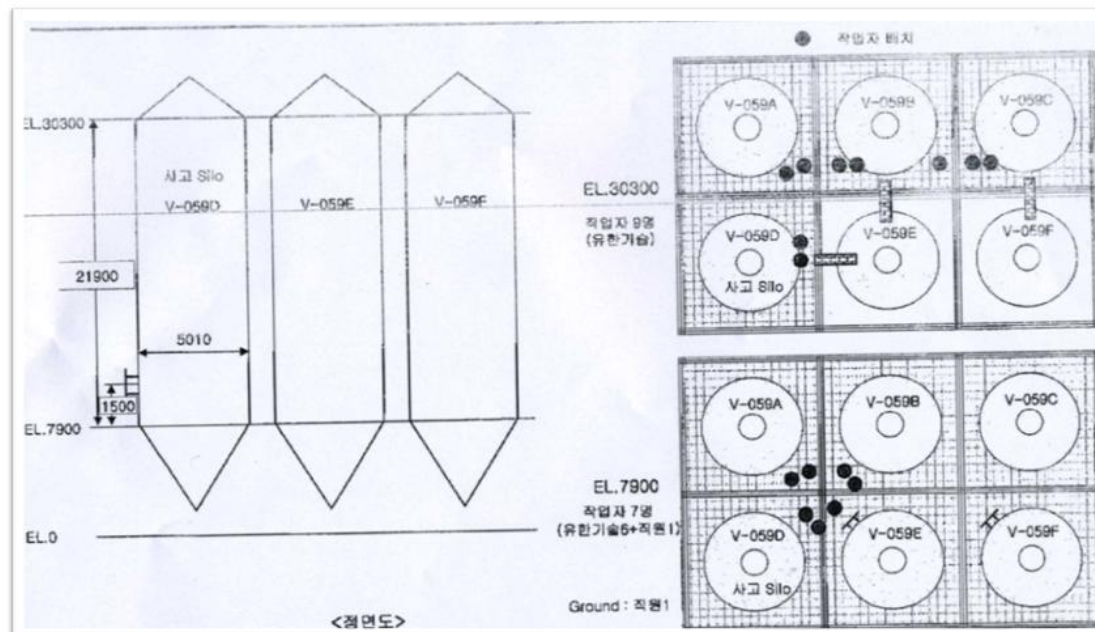
➡ 작업허가서 발행에 따른 이행철저



HDPE 저장 사일로 폭발사고(2/2)



《정상 사일로 모습》



《최초 폭발 사일로》

염소가스 충전 중 누출사고

재 해 개 요

2013년 3월5일(화) 경북 구미시 소재 (주)○○ 케미칼에서 염소가스 충전공정에서 액상인 염소 약 1리터(배관내부 잔류염소)가 누출되어 작업자 1명이 중독되고, 인근 사업장 근로자가 대피한 사고



〈염소용기 충전장 내부〉



〈세정탑(Scrubber) 모습〉

【 피해현황 】

● 부상 1명, 인근사업장 근로자 대피

【 재해발생원인 】

● 세정탑용 송풍기의 고장으로 인한 가동정지로 용기 충전후 충전배관 내부에 잔류된 염소가 외부로 누출

【 대책 】

- ➡ 재해설비는 비상전원투입 시스템 구축
- ➡ 독성물질의 충전설비는 옥내충전구조 및 옥내 누출 시 포집·중화설비 구축

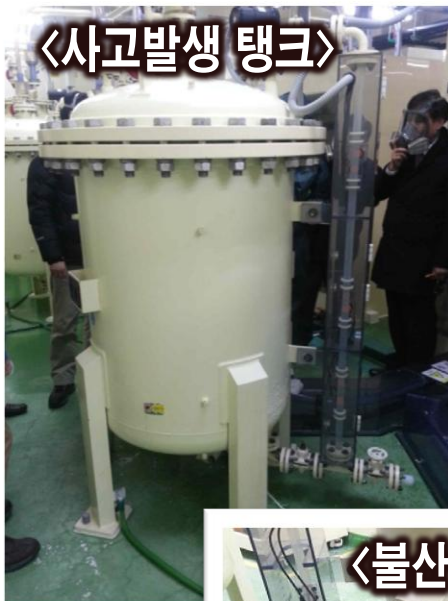


불산탱크 하부 밸브 수리작업 중 불산 누출

재해개요

경기 화성시 소재 ○○전자(주) 화성사업장 1층 케미컬 공급장소에서 50% 불산탱크 하부 밸브 누출 방지조치작업을 하던 작업자 5명이 누출된 불산에서 발생한 증기에 노출되어 1명 사망, 4명 부상한 재해

〈사고발생 탱크〉



〈불산 누출 부위〉



【 피해현황 】

- 사망 1명, 부상 4명(병원 후송 치료 후 퇴원)

【 재해발생원인 및 대책 】

- 유해물질 누출시 대피하지 않고 계속 작업하여 중독
- 불산취급시 보호장구 착용 미흡
 - 불침투성 보호복, 보호장갑 및 보호장화 착용 미흡

- ➡ 관리대상 유해물질 누출시 신속한 대피 실시
- ➡ 취급물질에 적합한 개인보호구 착용
- ➡ 정비작업시 설비가동 정지상태에서 작업

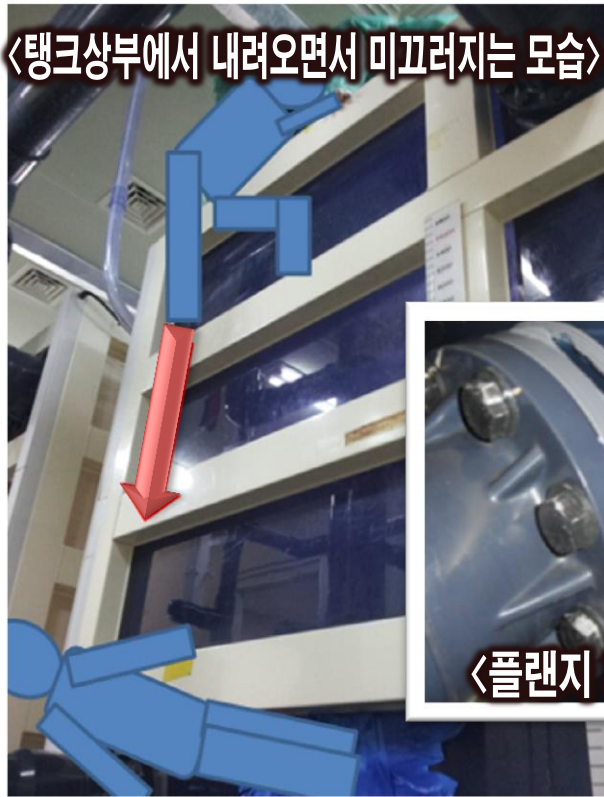


배관플랜지 연결부 파손으로 불산 누출

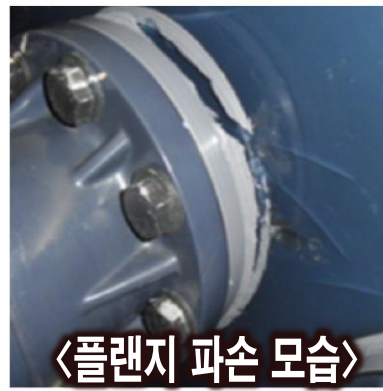
재 해 개 요

2013년 1월15일(화) 충북 청주시 소재 (주) ○○ 에서 탱크 상부에서 액위게이지 점검후 내려오던 중 미끄러지면서 배관위로 떨어져 충격에 의해 배관과 탱크 연결 플랜지(PVC 재질) 부위가 파손되어 불산 혼합액 약 1,500L 누출

〈탱크상부에서 내려오면서 미끄러지는 모습〉



〈플랜지 파손 모습〉



【 피해현황 】

- 부상 1명 (불산혼합액에 안면부 노출)

【 재해발생원인 및 대책 】

- 탱크 상부 통행용 사다리 미설치로 인한 추락
통행용 사다리 미설치로 인한 추락으로 충격에 약한 연결 플랜지(PVC) 파손으로 인한 불산혼합액 누출
- ➡ 안전하게 통행할 수 있는 수직사다리 설치
- ➡ 탱크 상부에 추락방지용 안전난간 설치
- ➡약품투입이나 점검하는 방법 개선



염산 저장탱크 연결배관 파손으로 염산 유출

재 해 개 요

2013년 1월12일(토) 경북 상주시 소재 ○○ 폴리실리콘(주) 염산(35%) 저장탱크 연결배관 보수작업 중 부속품(리듀서) 파손으로 염산이 방유제 내부로 유출되었으며, 누출된 염산 흠이 확산되어 인근 주민 대피

【 피해현황 】

● 인근 주민 대피

【 재해발생원인 및 대책 】

- 염산이 남아 있는 상태에서 보수작업 실시
유출되는 리듀서 파손시 저장탱크 잔량이 전체 유출되는 상황에서 잔량을 다른 저장탱크로 이송하지 않고 보수작업 실시
- 배관 해체 작업방법(순서) 부적절
 - ➡ 염산 잔량을 다른 탱크로 이송 후 보수작업 실시
 - ➡ 배관 해체시 배관지지대 추가설치 등 작업방법 변경



불화수소 이송작업 중 누출

재 해 개 요

2012년 9월 27일(목) 경북 구미시 소재 (주)○○ 글로벌 구미공장 출하 작업장에서 액화불화수소를 이동 탱크컨테이너에서 희석설비로 이동작업 준비중에 이송밸브가 실수로 개방되면서 액화불화수소가 누출되면서 작업자 5명이 사망하고 확산된 불화수소로 인해 인근 주민대피 및 농작물 피해발생

〈누출직전 작업자가 밟은 배관 핸들(추정)〉



〈사고발생 이동탱크 컨테이너〉

【 피해현황 】

- 사망 5명 및 인근 지역주민 대피, 농작물 피해

【 재해발생원인 및 대책 】

- 관리대상 유해물질 취급 작업수칙 미준수
무수불산 밸브 핸들을 발로 지지한 상태로 작업하던 중 밸브가 불시에 개방되어 무수불산 누출
- 개인보호구 미착용 및 부적절한 보호구 착용
- ▶ 관리대상 유해물질 취급시 안전작업수칙 준수 철저
- ▶ 취급 물질에 적합한 개인보호구 착용 철저
- ▶ 오작동 방지를 위한 밸브종류 개선



OLED공정 화재 · 폭발사고

재 해 개 요

12년 8월 23일(목) 충북 청주시 소재 ○○ 화학(주)청주공장 OLED재료 생산팀에서 반제품 재결정 작업 중 용매로 사용한 1,4-Dioxane을 200L 드럼으로 회수하는 과정에서 폭발이 발생



【 피해현황 】

사망 8명, 부상 3명

【 재해발생원인 및 대책 】

- 인화성액체 취급시 폭발분위기 형성
1,4-Dioxane 드럼 회수과정에서 드럼 주입구를 통해 외부로 유출되어 폭발분위기 조성
 - 정전기 등 점화원 발생 억제 조치 미흡
비전도성 플렉시블 호스사용 및 접지 미실시로 정전기 발생
- ➡ 폭발분위기가 조성되지 않도록 적절한 환기통풍조치
- ➡ 정전기 등이 발생하지 않도록 접지 실시



사고사례로 본 비상조치계획의 문제점

√

원청업체와 상주협력업체와의 비상조치매뉴얼에 대한 공유미흡

√

주민홍보 미흡

√

실질적인 비상조치훈련 전무

√

비상조치시 필요한 보호구 제공 및 착용 미흡

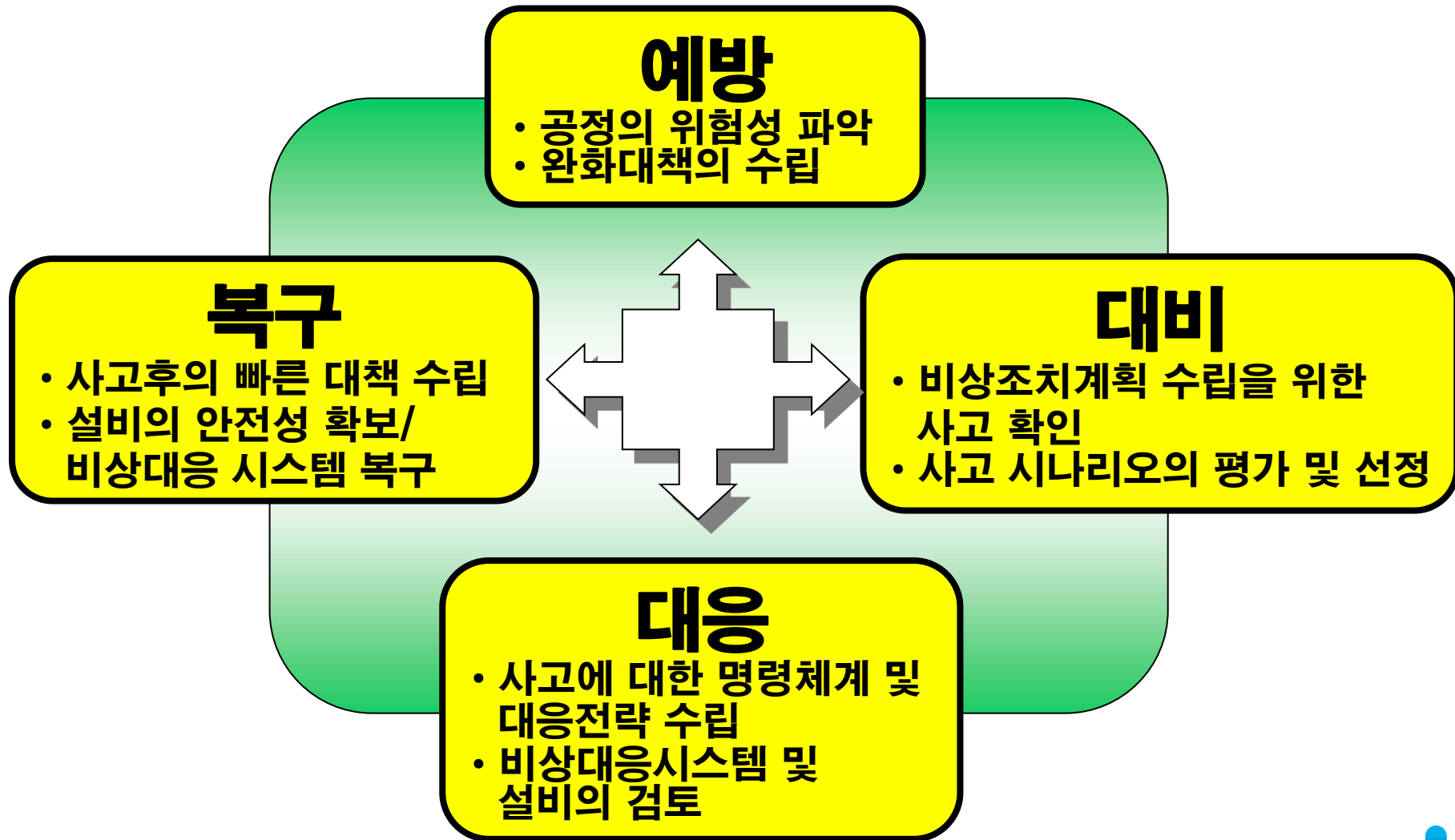
√

비상경보발령에 대한 이해 및 필요성에 대한 인식 부족

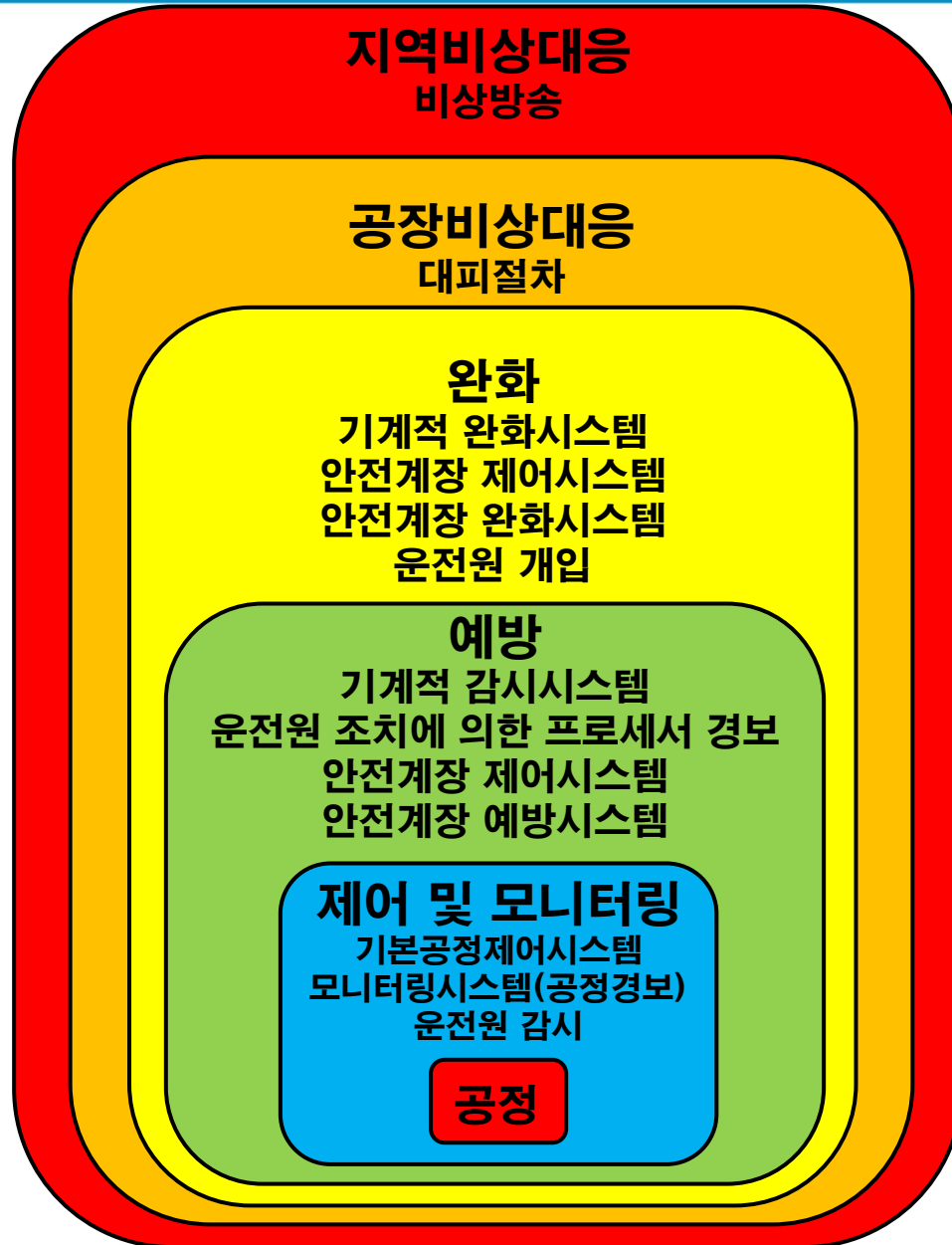
위기대응매뉴얼은 사업장 내부 위주로 작성되고
인근사업장이나 지역으로 피해 확산 시 대책은 미흡



비상조치계획 4 단계



비상조치계획 수립을 위한 방호계층



관련법규 비교

한국	미국
산업안전보건법 (고용노동부)	OSHA(산업안전보건청) : PSM -Process Safety management 관련법: Occupational Safety & Health Standards(29 CFR 1910.119) ☞ PSM of Highly Hazardous Chemicals 관련 2가지 요소 중 Emergency Planning and Response에 해당
고압가스안전관리법 (지식경제부)	EPA (미국 환경보호청) : RMP - Risk Management Plan 관련법: Chemical Accident Prevention Provisions (40 CFR 68.95) ☞ Emergency Response Program

고용노동부고시 제2012-11호

제28조 (사고빈도 및 피해 최소화 대책 등)

사업주는 잠재위험 순위 또는 가상사고 시나리오별로 사고발생빈도를 최소화하기 위한 대책을 수립하여야 하며, 사고시의 피해정도 및 범위 등을 산정하고 피해최소화대책을 수립하여야 한다.

제5절 비상조치계획

제40조(비상조치계획의 작성) 규칙 제130조의2 제4호의 비상조치계획은 공단기술지침 중 “비상조치계획 수립지침”을 참조하여 작성하되 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 목적
2. 비상사태의 구분
3. 위험성 및 재해의 파악분석
4. 유해·위험물질의 성상조사
5. 비상조치 계획의 수립
6. 비상조치계획의 검토
7. 비상대피 계획
8. 비상사태의 발령
9. 비상경보의 체계
10. 비상경보의 종결
11. 사고조사
12. 비상조치위원회의 구성
13. 비상통제조직의 기능 및 책무
14. 장비보유현황 및 비상통제소의 설치
15. 운전정지절차
16. 비상훈련의 실시 및 조정
17. 주민 홍보계획

고용노동부고시 제2012-11호

제4장 보고서 심사기준 제4절 비상조치계획 제53조(비상조치계획)

사업장에서 화재폭발위험물 누출 등 중대산업사고가 발생하였을 때 인명과 재산을 보호하고 피해를 최소화하기 위한 비상조치계획을 다음 각호의 기준에 따라 수립하여 실행하고 있는지를 심사하여야 한다.

1. 비상조치계획에 다음 각 목의 사항이 포함되었는지 여부
 - 가. 전 근무자의 사전교육계획
 - 나. 비상시 대피절차와 비상대피로의 지정
 - 다. 대피 전에 주요공정설비에 대한 안전조치를 취해야 할 대상과 절차
 - 라. 비상대피 후의 전 직원이 취해야 할 임무와 절차
 - 마. 피해자에 대한 구조응급조치 절차
 - 바. 내·외부와의 통신 체계 및 방법
 - 사. 비상조치시의 총괄부서 및 조직
 - 아. 사고발생시 및 비상대피 시 보호구 착용지침
 - 자. 주민홍보계획
 - 차. 외부기관과의 협력체제
2. 사업장에서 비상조치가 취해져야 할 경우 전 직원에 긴급경보조치를 취하고 있으며, 필요시 인근 지역 주민들에게 비상사태를 알리고 안전한 필요한 조치를 할 수 있는지 여부
3. 사업장에서는 전 직원이 안전하고 질서있게 비상조치를 실행할 수 있도록 안내하고 지도하는 사람을 지정하고, 안내지도에 필요한 교육을 시행하고 있는지 여부
4. 사업장의 안전보건 총괄지도자는 다음 각 목의 경우에 있어서 비상조치계획을 검토하고 있는지 여부
 - 가. 최초 비상조치계획을 수립할 경우
 - 나. 각 비상조치 요원의 비상조치임무가 변경될 경우
 - 다. 비상계획자체가 변경되었을 경우

공정안전보고서 심사시 고려사항

- 비상 조치 계획(4단계) 내용의 적절성
- 비상 조치 계획의 현실적인 수립 여부
- 비상 조치 절차 제반사항의 문서화
- 사고 시나리오 분석 및 피해 예측 결과의 활용성
- 비상 조치 절차의 교육·훈련(근로자 숙지상태, 훈련기록)

2012년 제출한 비상조치계획 분석

- 피해예측에 대한 신뢰성 확보
- 실행가능한 비상대응매뉴얼 작성 및 훈련
- 비상 조치 절차의 교육·훈련(근로자 숙지상태, 훈련기록)
- 공유가능한 비상조치계획필요(양식통일)
- 유관기관과의 공동대응체제 강화
- 정보제공을 위한 원활한 의사소통
- 상주협력업체 및 공사업체에 대한 비상조치계획 적용 수준향상
- 주민홍보강화(주민들의 알 권리 보장)

비상대응체계 강화 방안

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1 | 심사시 비상조치계획의 실효성 확보 및 지역위기대응 대책수립 |
| 2 | PSM대상사업장 비상조치계획의 지속적인 수준향상 |
| 3 | 비상대응매뉴얼 우수사례 발굴대회 개최 |
| 4 | 우수사례 확보를 통한 PSM 비대상사업장 지원강화 |
| 5 | 주민홍보강화 (주민들의 알권리 보장) |

사업장 내 · 외부 대응이 가능한 실질적인 매뉴얼 작성



사업장 안전수칙 준수 풍토조성

- ◎ 원청업체가 화학설비 유지·보수작업 시 협력업체에 대해 법령준수 지도, 안전조치 등을 강화필요
- ◎ 유해·위험설비 개조·정비·청소 등의 작업을 도급할 경우 협력업체 근로자보호를 위한 유해위험정보 제공조치 등 정보제공강화

※ 화학물질의 유해·위험성, 작업상 주의사항, 사고발생시 긴급조치 등

- ◎ 사업장 자체 비상조치교육·훈련 의무화 및 소방훈련 강화

-사업장별 비상조치계획에 따라 안전장구 착용, 사고 초동대응 등 사업장 자체교육·훈련실시 (PSM적용사업장)



감사합니다 !