

화재 폭발 시 대응방법 및 예방

CONTENTS

1. 화재 폭발 시 대응 및 예방책

- 화재 폭발 재해 대응
- 화재 폭발 예방대책
- 화재 폭발 위험작업 안전대책

2. 화재의 종류 및 특징

- 기본개념
- 화재의 형태 및 특성
- 폭발의 형태 및 특성
- 화재폭발의 영향 및 예방대책

part 1. 화재 폭발 시 대응 및 예방책

1. 화재 폭발 재해 대응

1) 비상조치 계획 수립 및 훈련

가. 비상조치계획

- 손상이나 손실을 가져오는 예기치 못하는 사건, 화재 · 폭발, 화학물질 누출 및 공정 이탈에 대한 완화와 제어 조치를 뜻하는 넓은 범위의 활동
- 사업장에서의 비상사태
 - 인명손실이 생기는 경우를 뜻함
 - 사업장 내외의 모두에게 막대한 재산상의 손실과 혼란 야기

나. 비상조치 계획의 내용

① 비상조치의 기본원칙

- 최우선 목표 인명보호
- 가능한 모든 비상사태를 포함
- 비상통제 조직의 업무분장과 임무를 분명하게 함
- 비상조치 계획은 모든 근로자가 동의하고 활용할 수 있어야 함
- 분명하고 명료하게 작성
- 반드시 문서로 작성
- 모두가 쉽게 활용할 수 있는 장소에 비치
- 주요 위험설비에 대한 비상조치
- 내부 비상조치 계획, 외부 비상조치 계획 포함

② 비상조치계획 포함 사항

- 근로자 사전교육
- 비상 시 대피 절차와 비상대피로 지정
- 대피 전 안전조치를 취해야할 주요 공정설비 및 절차
- 비상대피 후 직원의 임무와 절차
- 피해자에 대한 구조 및 응급조치 절차
- 내·외부와의 연락 및 통신체계
- 비상사태 발생 시 통제 조직 및 업무분장
- 사고 발생 시와 비상대피시의 보호구 착용 지침
- 비상사태 종료 후 오염물질 제거 등 수습 절차

- 주민홍보계획
- 외부기관과의 협력체제

다. 비상경보 체계

① 경보 시설의 설치

- 설비의 규모에 따라 적절한 수의 경보시설 확보
- 소음 수준이 높은 곳에서는 시각적 경보시설 설치
- 각종 비상경보는 주 1회 작동 테스트 실시

② 화재 경보

- 5초 간격의 중단음으로 계속 방송
- 경보 발신 시 조치

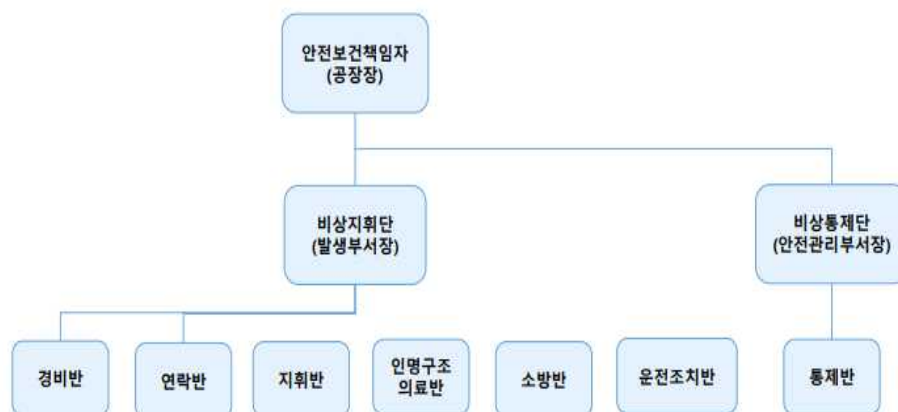
- 모든 안전작업 허가서 무효처리

- 모든 방문자와 불필요한 인원은 통제실의 확인을 거쳐 지정된 장소로 대피

③ 해제 경보

- 1분간 장음으로 방송
- 비상방송을 통해 상황의 종료와 조치사항에 대하여 안내

④ 비상통제 조직도 예시



⑤ 비상통제 조직 임무

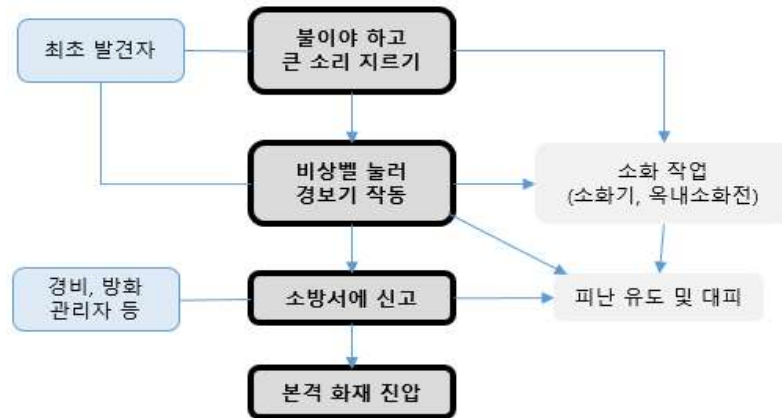
- 안전보건책임자
 - 비상체제로의 전환
 - 비상사태 조치 결정
 - 보도통제
- 비상지휘단

- 비상통제 조직의 동원과 지휘
- 사고속보의작성과 보고
- 재발방지대책의 수립과 실행
- 비상통제단
 - 통제본부의 설치
 - 소방지원단의 지원요청 등 관련기관 보고
 - 사고원인 조사 및 언론통제
- 운전조치반
 - 재난발생공정의 비상운전정지
 - 비상발전기 및 소방펌프의 작동
- 소방반
 - 화재 진화 활동
 - 화재 발생 방지
- 인명구조 및 의료반
 - 인명구조
 - 부상자 확인
 - 응급치료 및 후송
- 지휘반
 - 비상 지휘단 보좌
 - 경보 울리기, 비상 방송
- 통제반
 - 비상상황의 파악과 신고
 - 비상연락망의 가동
 - 비상통제조직의 동원
- 경비반
 - 방문객 명단 파악과 보고
 - 진입 통제와 소방지원단의 안내
- ⑥ 교육 및 훈련
 - 교육
 - 모든 근로자에게 배부하여 숙지할 수 있도록 함
 - 주기적인 교육 실시: 여러 가지 형태의 비상사태에 대처할 수 있는 능력
 - 훈련
 - 전반적인 비상 훈련을 월 1회 이상 각 교대조 및 생산팀 단위로 실시: 비상운전절

차, 피난 및 소방 계획 등

- 공정 전반에 대한 비상운전절차를 훈련을 실시하여 숙지: 각 공정단위별로 비치 / 모든 작업자에게 배부, 훈련 실시를 통한 숙지

⑦ 화재 시 신고 방법



⑧ 비상통제소의 설치

- 적절한 수의 통신수단
- 라디오 등의 방송설비
- 개인보호구 및 기타 구조장비
- 풍속 및 풍향계
- 비상조치 기관의 명부
- 시설물 관련 도면 및 자료

⑨ 주민홍보계획

- 유해 · 위험 설비의 종류
- 유해물질 및 그 관리대책
- 비상사태 발생 경보체계 등 인지 방법
- 비상사태 발생 시 주민행동요령
- 중대사고가 주민에게 미치는 영향
- 중대사고로 입은 상해에 대한 적절한 치료방법

2) 사고발생 시 행동요령

가. 사고 대비 훈련

- 사업장 인근 취약시설 파악
- 요양원, 병원, 학교, 유치원 등
- 사고 발생 시 연락 방법, 대피 방법 상호협약
- 소방, 경찰, 지자체 등과 훈련

- 사업장 내 비상 집결지, 인원 파악 방법 등 훈련

나. 사고 발생 시 행동요령

- 사내 방송 등으로 사고 전파
- 작업자 및 인근 주민 안전장소로 대피
- 안전 취약 계층 작업 위치 항시 파악
- 소년, 여성, 고령자, 장애인, 외국인
- 취약시설에 대한 비상연락망 가동
- 대피를 위해 지자체 등과 협의

다. 사고 신고 방법

- 소방서, 경찰서, 고용노동(지)청, 관할 지자체 등 신고
- 화학물질 누출의 경우
- 보유화학물질 현황 및 물질 특성 소방관에게 알림
- 입수 가능한 상세 정보를 신고
- 사고 발생 시간, 장소, 원인
- 피해상황 등

라. 물리적 폭발 발생 시 비상조치

- 사이렌, 방송 등으로 사고 전파
- 작업자 및 인근주민 안전한 장소로 대피
- 가스, 위험물질 공급 밸브류는 신속히 닫아 위험원 공급 차단
- 사고 지역은 수습요원 외에 접근을 막고 출입 통제

마. 폭발사고 발생 시 응급조치

- ① 가스 대량 흡입 경우
 - 신선한 곳으로 옮김
 - 호흡곤란 시 산소호흡 실시
- ② 헬륨이나 저온 산소에 의한 동상의 위험
 - 피부나 눈에 닿았을 때 냉수 등으로 서서히 따뜻하게 조치
- ③ 피부에 화상을 입었을 경우
 - 냉수 등으로 30분 이상 식히고, 환부를 거즈 등으로 보호한 후 후송

바. 사고수습 및 사후처리

- 현장에 출동한 소방서, 경찰관 등 초동 조치 요원의 통제에 적극 협조
- 재난 유형에 따른 정부 주관부처, 실무 기관의 사고 수습 활동에 적극 협력
- 경찰관, 소방관 등의 유도 안내에 따라 질서 있게 이동
- 어린이, 노약자, 임산부 등이 있을 경우 대피 도움
- 압사 사고 등 안전사고 발생하지 않도록 주의
- 사고 수습 인원 적정 보호장비 착용
- 안전지역 철수 후 세척 등 실시
- 사고 원인이 화학적 인자로 추정되는 경우
- 노출된 인원은 반드시 비눗물로 샤워
- 의사의 진단 필요

2. 화재 폭발 예방대책

1) 화재 폭발의 원리와 관리

가. 가연물 관리

- ① 작업 시작 전, 가연물의 제거 · 퍼지 · 차단
 - 제거 작업 전 가연물의 특성 파악
 - 안전조치 사항 확인
 - 작업장 주변 가연물 제거
 - 용기나 배관, 내용물 배출 표식 등
 - 용접불꽃 비산 방지
 - 각종 개구부 차단 여부 확인
- ② 가스 · 분진 누출 여부 확인
 - 독성, 가연성 가스 퍼지
 - 가스 잔류 여부 확인
 - 용단 전 냉각 후 테스트 홀을 통하여 가스 감지
 - 비중, 환기 상태, 누출원 등 고려
- ③ 내용물 제거 시 안전대책
 - 가연성 가스 · 분진 제거 후 공기로 치환
 - 잔존물 이송 시 철재 호스 사용 및 접지
 - 방폭 공구 사용
 - 타격, 마찰 혹은 작업물과의 충돌에 의해 발생하는 스파크를 효과적으로 방지

나. 점화원 관리

- ① 가연성 물질 또는 인화성 물질 인근 화기작업 금지
 - 가연물 주변 배관
 - 인화성 물질 취급 설비 근처 / 용기, 배관
 - 인화성 물질 취급 밀폐공간에서 화기 작업 / 용접, 용단
- ② 가연물에 대한 집중관리
 - 산소와 점화원은 제거 불가
 - 격리, 제거, 방호
- ③ 안전점검 및 화기작업 허가
 - 작업허가서에 명시된 안전보건조치사항 확인
 - 작업내용 변동에 따른 추가 위험 대응 조치
 - 화기 작업 중 확인 사항
 - 작업조건 변동 및 위험물질 유입 여부
 - 인화성 가스 측정
 - 작업 관계자 외 인원의 출입통제
 - 불꽃으로 인한 화재 가능성 방지 조치

2) 방화 대책

가. 수동적 방화 대책 (설비의 기본 설계 시 반영해야 할 사항)

- ① 화재의 예방
 - 화재의 억제
 - 가연물 누출 및 집적 방지/ 불연, 난연화/ 점화원 관리
 - 비상 시 물질 이송
 - 압력 해제 및 후레아스텍으로 유도 / 브로우 다운 / 폐기
 - 건물 설비의 불연화, 내화구조 설계
- ② 화재 전파 방지
 - 안전거리 확보
 - 방화벽, 방유제
- ③ 피난 시설

나. 능동적 방화 대책

- 기본적인 플랜트 설치
- 화재에 보다 적극적인 대처를 위한 방법

- 화재경보 시스템
- 화재 감지 시스템
- 소화용수 및 소화제
- 고정식 소화 시스템
- 이동식 소화 시스템

3) 방폭 대책

가. 폭발방지 기술 핵심요소

- ① 폭발 분위기 억제
- ② 압력 증가 사전 제어
- ③ 사고 발생 시 피해 최소화

나. 폭발발생조건 억제

- 혼합 가스의 폭발 범위 밖에서 작업 진행
 - 가연물의 누출 방지: 감지경보설비 설치
 - 설비 내부로 공기 혼입 금지
 - 필요 시 환기 또는 신성한 공기 주입 등으로 희석
 - 온도, 압력 등 계측·제어 설비 설치 및 운전 관리
- 불활성 물질 폭발 범위
 - 불활성 가스(질소, 수증기, 이산화탄소 등)나 분진 폭발 방지: 불활성 분진 첨가(탄산칼슘, 모래, 석분, 석고분말 등)
- 점화원 관리
 - 화학물질을 취급·저장하는 작업 장소: 항상 가연성 혼합 가스 존재 우려가 있어 특히 중요함

다. 폭발 피해 확대 방지

- ① 필요성
 - 피해를 최소화하기 위한 대책의 수립 및 시행 필요
 - 일시적이고 순간적인 폭발로 끝나지 않기 때문에 폭발 피해 확대 방지 필요
 - 1차 폭발에 의한 압력으로 주변 시설 파괴
 - 2차, 3차 연쇄 폭발 발생으로 대규모 피해
- ② 입지조건과 배치

- 지형, 지반, 자연현상 및 주변환경 고려한 설비 및 공정 간의 안전거리와 공지 확보

- 소화, 피난 등의 활동을 위한 통로

- 비상사태에 필요한 구획

③ 위험 공정 및 설비의 자동화

- 자동화와 원격 조정 방식 도입

- 현장에 작업자가 접근하지 않도록 연동 설비 설치

④ 구체적인 방법

- 방호벽

- 폭발 가능성이 높은 설비나 폭발 시 보호대상 설비

- 충격파가 안전한 방향으로 방산될 수 있는 구조

- 긴급배출설비

- 용기 내부 또는 밀폐장소에 있는 가스 등을 안전한 장소로 이동 등

- 저장량 최소화

- 위험 물질은 항상 최소 필요량 유지

- 저장 설비에 방유제, 자동소화설비 설치

- 안전조치

- 내압설계 또는 가능한 개방된 환경에 설치

- 압력방출장치 : 안전밸브, 파열판, 용융안전플러그, 폭발방산구 등

- 화염전파방지 : 화염방지기, 폭굉억제기

- 폭발의 초기 억제

3. 화재 폭발 위험작업 안전대책

1) 화재위험작업 절차

가. 화재위험작업 관련 용어

① 화재위험작업

- 화기 사용 작업 : 용접 · 용단 및 금속의 가열 등

- 불꽃 발생 우려 작업 : 연삭 슛돌에 의한 건식 연마 작업 등

② 위험지역

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 상 폭발 위험이 있는 장소 및 인근지역

- 건설현장을 포함한 그 외의 장소에 설치된 설비 및 화재 · 폭발을 일으킬 우려가 있는 장소

③ 가연성 물질

- 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정한 위험물질

- 부식성 물질과 급성 독성 물질 제외한 물질

- 폭발성 물질 및 유기 과산화물
- 물반응성 물질 및 인화성 고체
- 산화성 액체 및 산화성 고체
- 인화성 액체
- 인화성 가스

④ 용접

- 2개 이상의 고체 금속을 하나로 접합시키는 금속가공 기술 수단
- 전극봉과 모재 금속 간에 아크열 등으로 용융시켜 금속을 접합하는 것

⑤ 용단

- 고체 금속을 절단하는 방법
- 절단할 부분에 산화 반응을 일으켜 그 열로 재료를 녹여서 절단하는 것

⑥ 화재 감시자

- 용접 · 용단 작업으로 인한 화재로부터 근로자와 국민을 보호
- 화재 발생 즉시 진압 및 소화로 화재 확산 방지
- 화재로 인한 인명 피해 등을 예방하기 위해 지정된 사람

나. 위험요인

① 용접 · 용단 및 땀 작업

- 주변에 인화성 물질이 존재하지 않더라도 고온의 불꽃, 불티의 비산이나 열로 인한 화재가 발생할 수 있음

② 용접 · 용단 불티

- 단열재 내부에서 일정부분 훈소형태로 진행

③ 연마나 절단 작업

- 인화성 물질이 존재하는 경우

④ 화재 위험 작업 중 발생하는 불티

- 신체 화상 등의 위험

다. 위험성 평가 시 고려사항

① 밀폐된 지역에서의 수행 여부

- 작업 전 및 작업 중 산소농도와 가연성 가스 농도 측정
- 환기의 필요성 및 필요한 환기 유량 확인

- ② 화재위험작업 대상 설비 및 배관의 상태
 - 대상 설비 및 배관 비우기 : 내부 물질의 배출
 - 대상 설비 및 배관 청소와 잔류 물질 확인
- ③ 작업구역 인근 설비 가동 여부
 - 작업 구역 인근 설비 취급 물질의 종류 및 위험성
 - 위험물질 잔류 가능성
 - 설비와의 차단
- ④ 작업 구역 주변의 가연성 물질 보존 상태
 - 작업 구역 주변 가연성 물질 상태 및 건축물 등의 부착 여부
 - 가연성 물질의 제거 및 방호조치 방법
- ⑤ 인화성 물질 및 독성 물질 발생 여부
 - 작업 중 유해 · 위험물질의 발생 가능성, 처리방법
 - 필요한 개인 보호구 종류
- ⑥ 출입제한 구역 설정 여부
- ⑦ 소화장비 비치 및 사용방법
- ⑧ 작업 중 감독자 필요 여부

라. 작업 확인 및 서면 게시 절차

- ① 화재위험작업 계획 수립
- ② 화재위험작업 준비
- ③ 작업 현장 사전점검 및 안전조치
- ④ 화재위험작업 허가서 작성
- ⑤ 화재위험작업 허가서 사업주 확인 · 서명
- ⑥ 화재위험작업 허가서 작업 현장 게시
- ⑦ 화재위험작업 실시
- ⑧ 화재위험작업 종료
- ⑨ 불꽃·불티 잔존 여부 확인

마. 화재 위험작업의 절차

- ① 작업계획 수립
 - 화재위험작업 전 위험성 평가 실시
 - 안전작업절차 작성

② 사전점검 · 안전조치

- 관리감독자에 의한 작업 장소 상태 파악, 점검 및 안전조치

③ 작업허가서 작성

- 관리감독자는 사전 점검 시 확인한 내용을 기재
- 허가서에 서명
- 사업주에게 안전조치 완료 보고 확인

④ 작업허가서 확인 · 서명

- 작업장소 안전확보에 대한 사업주의 확인 (확인 후 작업허가서에 서명)

⑤ 작업허가 게시

- 안전조치가 확인된 작업허가서(누구나 볼 수 있도록 작업 현장에 게시)

⑥ 작업 실시 · 종료

- 작업 실시 : 안전조치사항 및 작업절차 준수
- 작업 종료 : 잔존 불꽃 불티 확인, 작업 장소 정리

⑦ 허가서의 승인

- 발급 허가서의 서면확인을 통해 승인
- 사업장 내부 규정에 따라 차상위자에게 허가서 승인 권한 위임

2) 화재감시자 배치

가. 배치 대상

① 가연성 물질이 있는 장소

- 작업 반경 11m 이내에 건물구조 자체나 내부
- 개구부 등으로 개방된 부분 포함

② 불꽃에 의해 쉽게 발화될 우려가 있는 장소

- 작업 반경 11m 이내의 바닥 하부에 가연성 물질이 11m이상 떨어져 있지만 불꽃에 의해 쉽게 발화될 우려가 있는 장소

③ 가가연성 물질이 금속으로 제작된 칸막이, 벽, 천장, 지붕의 반대쪽 면에 인접, 열전도나 열복사에 의해 발화될 우려가 있는 장소)

④ 배치 제외

- 동일한 장소에서 상시 · 반복적인 용접, 용단 작업
(경보용 설비 또는 기구와 소화설비 또는 소화기 갖추어진 경우)

나. 화재 감시자의 자격 및 지정

① 지정

- 사업주

② 업무

- 화재의 위험 감시
- 화재 발생 시 사업장 내 근로자 대피 유도
- 화재 감시자의 업무만 전담

③ 자격

- 별도 규정 및 특정한 기술 필요하지 않음
- 건설업 기초안전보건교육 이수
- 근로자들 간 의사소통 원활히 할 수 있어야 함

다. 화재감시자 역할

① 작업 전

- 사업주로부터 작업위험성에 대한 사전교육 (화재발생 시 조기 진압 방법 포함)
- 적절한 소화기 또는 소방호스 등을 비치 (소화 호스의 경우 충전된 상태로 비치)
- 비치된 소화기와 소방호스는 현장에서 사용 가능하도록 함
- 가연성 물질 격리 (방염포 방염제 겔 또는 용액으로 제거할 수 없는 물질)
- 용접 · 용단 작업 주변에 물을 충분히 뿌려줌

② 작업 중

- 화재감시 활동과 함께 다른 업무를 수행하지 않아야 함
- 불안정한 것으로 판단되는 용접 · 용단 작업 중단
- 화재 발생 시 초기단계의 화재를 적극적으로 진압하고 사업주와 안전관리자 또는 경비원에게 신속히 알림
- 사업주가 수립한 밀폐공간 진입, 용접 · 용단 작업에 대한 요구사항 준수

③ 작업 후

- 작업 완료 후 30분까지 화재 감시 업무 지속(용접 등의 불티가 남아 있을 경우)
- 화재 발생 시 초기 단계 화재 적극 진압하고 사업주, 관리자 또는 경비원에게 신속히 알림

3) 업종 및 작업별 예방수칙

가. 건설업종 화재 · 폭발 재해 예방

- 특정 장소 작업 시 화재 예방 사항 명기(지하, 밀폐 공간 등)
- 화재 발생 시 통제 · 진화(장비 · 인력 계획 포함)

나. 밀폐공간 작업

- 환기장치 설치 및 화기사용 금지
- 안전담당자 배치
- 소화시설 비치
- 비상 피난기구 비치 (공기호흡기, 사다리, 섬유 로프 등)
- 위험물질 취급 안전에 대한 교육

다. 현장 숙소 내 화재 예방조치

- 화재 경보 설비 설치 (자동 화재경보기, 비상벨 등)
- 피난조치 철저 (주 출입구 이외의 비상구 설치)
- 정격 차단용량의 누전차단기 설치
- 화재 유발기구 숙소 내 반입금지

라. 건설업종 화재 · 폭발 재해 예방

- 화학공장 탱크 등의 수리 교체 등 작업 시 적정 조치
- 유류 등이 존재하는 배관 또는 연료탱크 용접작업
- 위험성 물질 존재 가능성이 있는 장소 작업 시 방폭형 공구 사용
- 작업 중 흡연 금지

마. 제조업종 화재 · 폭발 재해 예방

① 원료 충전

- 원료 충전하기 전 탱크 액위가 규정 저장용량 미만으로 충전되어 있는지 확인
- 작업자간 연락체계 구축 후 충전
- 정전기 방지조치 후 작업
- 폭발 위험장소에서 방폭공구 사용

② 반응공정

- 압력 상승, 압력 발생 반응기에는 반응특성 고려한 압력방출장치 설치
- 냉각수나 밸브의 개폐 여부 쉽게 알 수 있는 표시
- 운전지침서 현장과 일치되게 작성

③ 건조공정

- 버너 점화 전 연소실 환기
- 온도 측정장치 및 온도 제어 장치 설치

- 정전기 발생 억제 또는 제거 조치
- 주위 상황 고려한 폭발구 설치

④ 정비 · 보수 작업

- 위험지역 내에서 화기 작업을 할 때는 화기작업 허가서 발급
- 물질안전보건자료 교육 실시
- 보호구 지급 및 착용 여부 확인
- 용기 및 배관 내 위험물 잔류 여부 확인
- 고압 산소 용접 · 용단 목적 이외 사용금지

바. 용접· 용단 작업 시의 화재예방 안전수칙

① 일반적인 작업 시

- 화재 안전지역에서 실시하는 것이 원칙
- 안전한 지역으로 옮겨서 실시할 수 없을 경우에는 화재 안전지역으로 만들어 실시
- 불티 비산거리 내 바닥 청소 실시
- 인접지역으로 불티 비산 방지
- 용접 및 용단 불티가 운전 중인 설비 근처로 비산할 가능성이 있는 경우 작업을 실시하지 않음
- 발생 예상 화재의 종류에 적합한 소화기 비치
- 통풍, 냉각, 옷에 묻은 먼지 털기 위해 산소 사용 금지
- 용접 작업자 보호구 착용

② 밀폐공간에서의 작업 시

- 작업 전 공기 상태 점검
- 작업 중 지속적인 환기
- 탱크 내부 등 통풍이 불충분한 장소 작업 시
 - 산소농도 18% ~ 23.5% 유지
 - 공기호흡기 등 호흡용 보호구 착용
- 가스 실린더나 전기 동력원 밀폐공간 외부 안전한 곳 배치
- 밀폐공간 외부 감시인 1명 배치
- 육안이나 대화로 작업 확인
- 작업자의 출입을 돕거나 구조활동 참여
- 밀폐공간 출입 작업자 적절한 개인보호장비를 갖추

part 2. 화재의 종류 및 특징

1. 기본개념

1) 정의

가. 화재

- 원하지 않는 연소현상
- 학술적으로 화염, 연기를 수반하고 시간과 공간적으로 제어할 수 없는 연소현상

나. 폭발

- 어떤 시스템이 화학 또는 물리적 변화로 발생된 에너지가 외부에 기계적인 일로 전환되는 현상
- 폭음과 충격파를 일으킴

2. 화재의 형태 및 특성

1) 화재의 분류

가. 일반화재(A급)

- 연소 후 재를 남기는 화재
- 나무, 종이, 섬유 등의 일반 가연물 화재

나. 유류화재(B급)

- 연소 후 재를 남기지 않는 화재
- 유류, 가스등의 가연성 액체나 기체 등의 화재

다. 전기화재(C급)

- 전기설비 등에서 발생하는 화재
- 수변전 설비, 전선로의 화재

라. 주방화재(K급)

- 식물성 또는 동물성 기름, 지방 등 가연성 튀김기름의 조리로 인한 화재

2) 화재의 전파와 확산

가. 대류

- 기체 또는 액체 속의 온도가 같지 않을 때 그 물질의 운동에 따라 열이 이동하는 현상

- 연소에서 나오는 열의 75% 정도는 공기나 다른 가스에 의해 이동

나. 전도

- 쇠로 만든 젓가락을 화로에 넣으면 처음에는 불에 접촉한 부분만 뜨거워지다가 점차 불과 직접 접촉하지 아니한 끝 부분까지 열이 전해져 뜨거워지는 현상

다. 복사

- 불이 붙고 있는 물체에서 복사열 방출
- 열을 이동시키기 위한 매개체가 필요치 않음
- 불 가까이의 물체들은 열과 빛을 내는 복사열에 노출되어 있고, 불과 가까이에 있는 물체일수록 복사열을 더 받아 인화점에 이름

라. 접염 연소

- 화염이 물체에 접촉하여 연소가 확산되는 현상
- 화염의 온도가 높을수록 잘 이루어짐

마. 비화

- 불티가 바람에 날리거나 튀어서 멀리 떨어진 곳에 있는 가연물에 착화되는 현상

3) 산업화재 특성

가. 산업화재의 주요 원인

- 대량의 탄화수소계 위험물질의 취급과 관련된 석유화학 공정
- 가연성가스 산업에서의 저장 및 이송, 반응, 정제, 분리 등을 행하는 기계설비의 고장 등

나. 산업화재의 종류

① 증기운 화재 (Vapor cloud fire, Flash fire)

- 가연성 증기에 점화되어 화재로 전이
- 심각한 화염으로 가속되지 않는 경우
- 탄화수소계가 개방된 자유공간에 상대적으로 서서히 누출될 때 생기는 현상

② 액면 화재 (Pool fire)

- 개방된 용기 내에 탄화수소가 저장된 상태에서 증발되는 연료에 점화된 난류적인 확산형 화재
- 풀의 상부 표면에서 연소가 발생

- 증발 풀 화재는 초기에 진압 하지 않으면 진압이 어려움

③ 제트 화재 (Jet fire)

- 탄화수소계의 이송 배관이나 용기로부터 고속으로 누출이 계속될 때에 점화되어 화재로 이어지는 경우
- 난류 확산형 화재
- 중대한 피해를 가져올 수 있음

④ 화구 (Fire ball)

- 탄화수소계 연료의 연소가 난류적으로 빠르게 확장되는 것
- 일반적으로 화염이 공과 같이 형성되는 것을 말함
- 증기화재보다 심각하며 폭발에 가까움

4) 건축물화재 특성

가. 목조건물의 화재

① 화재원인 → 무염착화

- 화재원인의 종류와 발생장소에 따라 차이가 있음
- 기름 등의 인화는 직접 발염착화로 이어지며, 자연발화의 경우는 장시간을 요함

② 무염착화 → 발염착화

- 화재가 발생한 장소, 가연물의 종류, 바람의 상황 등이 진행상황을 좌우함

③ 발염착화 → 발화

- 발화란 가재의 일부가 발염착화하고, 천장에 불이 붙는 시기

④ 발화 → 최성기

- 발화의 상황이 되면 화재의 진행은 빨라짐
- 천장, 대들보 등이 내려앉는 최성기가 되면 화염과 검은 연기, 그리고 강한 복사 현상이 발생됨

⑤ 최성기 → 소락

- 최성기를 지나면 기둥이나 벽이 무너져 내리고, 화세는 급격히 약해지면서 대들보마저 무너져 내려 바로 불은 꺼지게 됨

나. 내화건축물의 화재 확산과정

① 초기

- 목조에 비해 기밀성이 높아서 연소는 완만하고, 반대로 산소가 감소되면서 연소가 약해지는 수도 있음
- 소화를 위해 개구부를 여는 경우에 다량의 공기가 유입되면 폭발적으로 연소되

는 경우가 있으므로 주의해야 함

나) 성장기

- 개구부 등 공기의 유통구가 생기면 연소는 급격히 진행되고, 개구부에서는 검은 연기와 함께 화염이 분출되며, 실내에서는 한순간에 실내전체가 화염에 휩싸이는 현상이 있게 됨

다) 최성기

- 실내의 온도가 800℃ 전후의 고온상태를 계속할 때가 화세의 최성기로 이 시기 도 목조보다는 장시간 계속되는데 이때 천장의 회반죽이나 콘크리트가 무너져 내리게 됨

라) 종기

- 화세도 쇠퇴하고 연기도 점차 줄어들면서 감쇠기가 됨
- 실내온도는 아직 고온이지만 시간이 지나면 저하되며, 계속시간과 최고온도는 건축물의 규모나 구조에 따라 영향을 받음

다. 플래쉬오버

- 구획 내 가연성 재료의 전체 표면이 불로 덮이는 전이현상
- 고온의 불완전 연소된 가연성 가스가 공기와 혼합하여 연소범위에 들어가면 일시에 인화하여 실내전체가 화염으로 휩싸이는 현상

라. 백 드래프트

- 실내화재가 꺼져가는 감쇠기에 밀폐공간에 외부로부터 공기가 유입됨으로서 내부에 체류된 불완전 연소가스가 단시간에 연소되어 화염이 폭발을 동반하여 실외로 분출되는 현상

3. 폭발의 형태 및 특성

1) 폭발의 구분

가. 폭발

① 물리적 폭발

- 진공용기의 압괴, 과역액체의 급격한 비등에 의한 증기폭발 등

② 화학적 폭발

- 화학반응에 의하여 단시간에 급격한 압력상승을 수반할 때 발생
- 균일반응과 전파반응으로 구분

4. 화재폭발의 영향 및 예방대책

1) 화재로 인한 피해와 영향

가. 인체에 미치는 영향

- 화재로 인한 사망원인 : 뜨거운 가스나 공기를 호흡하여 치명상을 입는 경우가 여타 원인에 의하여 치명상을 입는 경우보다 더 많음
- 대부분의 인명피해의 원인은 주로 연소과정에서 발생한 독성가스 또는 산소가 부족한 공기를 들어 마시게 되는데 있음

나. 건물, 설비에 미치는 영향

- 위험물질을 취급·저장하는 화학공장에서 화재가 발생할 경우, 연소 시 발생하는 열로 인하여 배관, 전선 등의 지지대가 강도를 유지하지 못하고 파괴되는 2차 재해로 확산될 수 있음
- 화재가 발생한 건물도 열화에 의하여 붕괴 등의 위험이 있으므로, 소화진압 후 안전성이 확인되지 않은 경우 출입에 주의가 요구됨

2) 폭발로 인한 피해와 영향

가. 폭풍에 의한 피해

- 폭발의 결과로 발생한 압력파가 만들어내는 폭풍에 의해 유리창 등이 파손

나. 비산물에 의한 피해

- 1차 폭발에 의해 용기나 구조물이 파괴되면서 발생한 비산물에 의해 인명피해
- 다른 구조물에 충돌하여 2차 폭발 등 재해 확산

다. 복사열에 의한 피해

- 가연성가스나 인화성액체가 일시에 방출되어 연소 → 큰 화염 발생
- 화염표면에서 발산되는 복사열에 의해 사람이나 주위의 시설물 피해

3) 화재폭발 예방대책

가. 방화대책

① 수동적 방화대책

- 화재의 발생을 예방하는 방법과 화재의 전파를 방지하는 것으로, 설비의 기본적인 설계시 반영할 사항
- 비상시 물질 이송 : 압력해제 및 후레아스텍 유도, 브로우다운, 폐기
- 건물설비의 불연화, 내화구조

② 능동적 방화대

- 기본적인 플랜트 설치로서 화재에 보다 적극적인 대처를 하기 위한 방법
- 화재경보 및 화재감지 시스템
- 고정식 및 이동식 소화시스템

나. 방폭대책

① 폭발범위 및 작업조건 관리

- 질소, 수증기, 이산화탄소 등의 불활성가스나 분진폭발 방지를 위하여 탄산칼슘, 모래, 석분, 석고분말 등의 불활성 분진을 첨가
- 화학물질을 취급·저장하는 작업장소에서는 항상 가연성 혼합가스가 존재할 우려가 있으므로, 점화원의 관리에 주의

② 폭발피해의 확대방지

- 1차 폭발로 인한 압력으로 주변 설비가 파괴됨으로써 2차, 3차로 연쇄적 폭발이 발생(대규모 피해)
- 긴급배출설비
- 저장량의 최소화
- 안전조치 : 내압설계, 압력방출장치, 화염전파방지, 폭발의 초기억제 등