

소방기술사 정규반 제 12 강의

: 제 3 장 가스화재 · 폭발 기구 및 소방 · 방화대책

소방기술사 박 성 수 著

- 문제1) 폭발 재해의 6종 형태 분류와 예방대책
- 문제2) 폭발 예방 대책의 수립절차
- 문제3) 보편적으로 이용되는 폭발방지방법
- 문제4) 위험장소의 구분과 선정방법
- 문제5) 방폭의 기본대책
- 문제6) 방폭구조의 종류
- 문제7) 본질안전 방폭구조
- 문제8) 방폭전기배선 공사방법
- 문제9) 화염방지기

: 제 4 장 위험물

- 문제10) NFPA 위험물 분류기준
- 문제11) 세계조화시스템(GHS)
- 문제12) 물질안전보건자료(MSDS)
- 문제13) 위험물 안전 관리법에 의한 위험물의 분류
- 문제14) 지정수량
- 문제15) 위험물의 위험등급 I, II, III
- 문제16) 산업안전보건법상의 위험물 분류기준
- 문제17) 특수가연물
- 문제18) 특수인화물

문제1) 폭발 재해의 6종 형태 분류와 예방 대책

1. 폭발재해의 6종 형태

- (1) 착화원을 필요로 하는 경우
 - ① 착화파괴형 폭발 : 용기 내의 위험물이 착화하여 압력 상승에 의해 파열되는 형태 (경질유 저장탱크 VCE 증기운폭발)
 - ② 누설착화형 폭발 : 용기에서 위험물이 누출되어 착화, 폭발되는 형태(UVCE)
- (2) 반응열의 축적에 의한 경우
 - ① 자연발화형 폭발 : 반응열의 축적에 의한 자연발화 폭발의 형태(3류 K, Na)
 - ② 반응폭주형 폭발 : 반응 개시 후 반응 폭주로 인한 폭발의 형태(반응폭주)
- (3) 과열액체의 증발에 의한 경우
 - ① 열이동형증기폭발 : 저비점의 액체가 고열물과 접하여 순간 증발로 인한 폭발형태 (수증기 폭발, 초저온액화가스증기폭발)
 - ② 평형파탄형 폭발 : 액체가 들어 있는 고압용기 등이 파손하여 고온, 고압 액체의 증발로 인한 폭발의 형태(BLEVE, 보일러폭발)

2. 폭발 형태별 예방 대책

- (1) 착화원을 필요로 하는 경우
 - ① 착화파괴형 폭발
 - ㉠ 혼합가스의 농도조성 관리
 - ㉡ 불활성가스로의 치환
 - ㉢ 발화원 관리
 - ㉣ 열에 민감한 물질의 생성방지
 - ② 누설 착화형 폭발
 - ㉠ 밸브의 오조작 방지
 - ㉡ 발화원 관리
 - ㉢ 누설에 대한 감지 경보
 - ㉣ 위험물질의 누설방지
- (2) 반응열의 축적에 의한 경우
 - ① 자연발화형 폭발
 - ㉠ 혼합위험 방지
 - ㉡ 물질의 자연발화성 조사 및 대책수립
 - ㉢ 온도의 측정 및 관리
 - ㉣ 분산, 냉각, 소각
 - ㉤ 물질의 단열특성 조사
 - ② 반응폭주형 폭발
 - ㉠ 냉각, 교반 등의 조작설비 설치

- ㉠ 반응속도의 측정 및 관리
- ㉡ 반응폭주시 적절한 조치
- ㉢ 취급물질의 발열반응 특성 조사

(3) 과열액체의 증발에 의한 경우

- ① 열이동형 증기폭발
 - ㉠ 작업대의 건조
 - ㉡ 물 침입방지
 - ㉢ 주수 파쇄설비의 안전설계
 - ㉣ 저온 냉각 액화가스의 취급 철저
- ② 평형파탄형 폭발
 - ㉠ 외부 하중에 의한 용기의 파손 방지
 - ㉡ 용기의 강도 유지
 - ㉢ 반응폭주에 의한 압력 상승 방지
 - ㉣ 화재에 의한 용기 가열방지

문제2) 폭발 예방 대책의 수립절차

1. 화학공장의 특수성

(1) 화학공장의 특징

- ① 규모가 대체로 크며, 사고발생시 그 영향이 광범위하게 파급된다
- ② 화학공장의 모유에너지(위험물질)가 타 산업에 비해 크기 때문에 중대재해 위험이 크다
- ③ 화학공장은 구조가 복잡하고 고도의 자동제어 시스템으로 구성되어 있어서 설계 및 관리 기술이 전문화되어야 한다
- ④ 시스템 구성요소가 다양하여 각 요소마다 신뢰성 확보가 어렵다
- ⑤ 검사, 보수 등에 고도의 숙련된 경험이 필요하다
- ⑥ 특히, 사고발생 시 막대한 인명피해와 국가 경제상의 손실과 인근 주민에게 심적 불안을 야기하여 사회문제로 대두될 경우가 많다

(2) 화학공장의 화재 위험요소

1차 위험요소	·열, 압력, 산소, 화학에너지, 각종 에너지원 및 착화원 ·시설물의 고장 및 기계적 손상, 배관의 노후화 ·인간의 동적행위, 기기장비의 이동 ·인간의 실수, 광선, 바람, 지진 등의 환경적 효과 등
2차 위험요소	·불길의 확산, 폭발(부차적 폭발위험) ·가연성 및 인화성(또는 폭발성)위험물의 방출 ·유독성 위험물의 방출, 시설물의 붕괴 ·전도, 낙하 등

(3) 화학공장의 사고의 형태

사고의 형태	발생 가능성	치명의 가능성	경제적손실 가능성
화재	높음	낮음	중간
폭발	중간	중간	높음
독성물질 누출	낮음	높음	낮음

(4) 화학공장의 사고원인

발생빈도순위	사고원인
1	기계, 설비의 원인
2	운전의 실수, 잘못
3	정전기에 의한 사고
4	반응폭주

2. 폭발 예방의 개념

(1) 인화성 물질의 발생방지

- ① 농도의 제어
- ② 불활성화

(2) 착화원 관리

- ① 방폭 구조화 ② 착화원 제거

3. 폭발 예방 대책의 수립절차

(1) 폭발 위험성의 예지

- ① 1차 위험요소
- ② 2차 위험요소

(2) 안전대책의 검토

- ① 공정의 안전운전을 위해서는 계획, 설계, 건설, 시운전 단계에서의 안전대책 검토가 필요하다
- ② 안전대책 검토는 운전이후 위험요소 추출과 분석에도 필요한 사항이다

(3) 위험성의 추출 및 체계화

- ① 공정 기능의 명확화 : 공정흐름 계통도로부터 각 공정기기의 운전조건을 명확화함
- ② 원재료의 물성 위험 검토 : MSDS를 참고하여 물질의 물성 및 위험성을 검토
- ③ 상태위험의 명시 : 실제 조업에서의 표준 운전 시 온도, 압력 등의 상태를 명시함
- ④ 기기, 설비 등의 파손 위험성의 분석 : 압력상승에 따른 누출, 고압에 의한 파열, 부식성 등의 위험성을 검토
- ⑤ 위험성의 파악, 평가 및 대책수립 : 분석 결과에 따라 위험성을 다각도로 평가
- ⑥ 대책의 검토 및 실시 : “예방→국소화→억제→진압”의 순서로 가능한 대책을 수립하고, 합리성을 검토하여 실시한다

(4) 공장배출물에 의한 화재, 폭발의 방지

- ① 배출원 파악 및 조사 : 공장에서 배출되는 배출물에 대한 배출원을 확인하여 위험요소를 검토
- ② 배출의 주요 유형
 - ㉠ 정상 운전중 예기된 배출 ㉡ 공정의 부조화 또는 고장에 의한 배출
 - ㉢ 안전장치 등의 고장에 의한 배출 ㉣ 공장의 가동중지에 의한 배출
 - ㉤ 공장의 시공에 의한 배출

(5) 발화원의 관리

- ① 주요 발화원에 대하여 제거, 억제, 격리 등의 관리를 한다
- ② 이것은 실용적으로 가장 확실한 폭발예방책으로 효과가 크다

4. 폭발 방호 System

(1) 봉쇄(Containment)

- ① 폭발이 일어날 수 있는 장치나 건물이 폭발할 때, 발생하는 압력에 견딜 수 있도록 설계, 제작하여 구획화하는 방법이다
- ① 종류 : 내압설계, 방폭벽(Blast walls), 차단물(Barricades), 방폭 규비클 등

(2) 차단(Isolation)

- ① 폭발이 다른 곳으로 전파될 때, 자동적으로 고속 차단하는 설비이다
- ② 방유제, 분진 폭발 차단장치(초고속 검지설비와 차단시스템이 필요) 등

(3) 폭발배출(Explosion Venting)

- ① 구조의 일부를 약하게 설치하여 과압을 배출하는 시스템이다

② 설비별 Vent 면적 비율을 적절히 설계해야 하며 폭발벤트, 폭발문 등이 있다

(4) 폭발억제(Explosion Suppression)

① 폭발의 성장을 검지하여 자동적으로 인화성 분위기 내로 소화약제를 고속으로 분사하여 소화하는 시스템이다(폭발개시 후 10/1,000초 이내 작동)

② 시스템 구성 : 검출기, 약제 및 추진제, 방출기구, 제어기구 등

(5) 화염전파 저지장치(Flame Arrestor)

: 급속 냉각장치, 역화방지, 화염방지 등

문제3) 보편적으로 이용되는 폭발방지방법

1. 가연성 물질의 농도제어

- (1) 폭발 재해의 발생원인은 대부분 가연성 가스나 인화성 액체의 증기가 공기와 혼합되어 폭발범위 내의 가연성 혼합기를 형성함으로써 발생된다
- (2) 혼합가스 농도가 폭발 범위 밖으로 유지되는 상태에서 모든 작업이 이루어질 수 있도록 하여 폭발을 방지할 수 있다
- (3) 구체적 방법
 - ① 공기 중에서 가연성 가스나 인화성 액체의 누설, 누출 방지
 - ② 밀폐 용기 내에서 취급하면서 공기의 유입 방지
 - ③ 공기 주입 또는 적절한 환기를 실시하여 폭발 하한계 미만으로 농도를 희석

2. 불활성화(Inerting)

- (1) 불활성화의 개념
 - ① 활성이 없게 만들어서, 화학반응을 일으키지 않도록 하는 개념. 즉, 연소가 일어나지 않도록 산소농도를 MOC이하로 낮추는 것이다
 - ② MOC란 최소산소 농도로 연소가 진행되기 위해서는 최소한의 산소가 필요하므로 연소를 제어하려면 산소농도를 MOC이하로 낮추면 된다
 - ③ 분진의 MOC는 약 8[%]정도, 가연성가스는 약 10[%]정도이고, 실무에서는 MOC보다 4[%]이상 낮게 설계한다
- (2) 불활성화의 방법
 - ① 불활성가스 주입
 - ㉠ 가연성 가스가 존재하는 분위기 중의 산소농도를 낮춰 폭발을 방지한다
 - ㉡ 불활성 가스로는 N₂, CO₂, 수증기 등을 이용한다
 - ② 불활성 분진의 첨가
 - ㉠ 가연성 분진의 위험 공정에 불활성 분진을 첨가하여 화재, 폭발을 방지한다
 - ㉡ 불활성 분진으로는 타르(탄화칼슘), 석분, 모래, 석고분말 등이 있다
- (3) 불활성화의 방법(Purging)
 - ① 진공 퍼지(Vacuum Purging)
 - ㉠ 용기를 원하는 진공도까지 진공화하고 불활성가스를 주입하여 대기압과 같게 압력을 상승시켜 최소산소농도 이하가 될 때까지 반복한다
 - ㉡ 압력 퍼지에 비해 적은 불활성가스로도 불활성화가 가능하다
 - ㉢ 진공에 견디지 못하는 대형용기 등에는 적용할 수 없다
 - ② 압력 퍼지(Pressure Purging)
 - ㉠ 용기에 불활성가스로 가압 후 주입된 가스가 용기 내에서 충분히 확산된 후, 대기 중으로 방출시켜 최소산소농도 이하가 될 때까지 반복한다
 - ㉡ 진공퍼지에 비해 빠르지만, 많은 양의 불활성가스를 소모한다

- ㉞ 고압에 견딜 수 없는 용기에는 이 방법을 적용할 수 없다
- ③ 스위프 퍼지(Sweep-Through Purging)
 - ㉟ 용기의 한 개구부로 불활성가스를 주입시키고, 다른 개구부로 혼합가스를 배출시켜 이 때, 입구 및 출구의 유량을 동일하게 유지한다
 - ㊱ 진공퍼지와 압력퍼지가 2가지 모두 불가능한 용기에 사용하는 방법이다
 - ㊲ 매우 많은 양의 불활성가스가 소모된다
- ④ 사이폰 퍼지(Siphon Purging)
 - ㉟ 용기에 액체(물 등)를 채워 공기를 제거하고 액체를 드레인 시키면서, 불활성가스를 증기공간에 주입한다
 - ㊱ 주입되는 불활성가스의 부피는 용기의 기상부 체적과 같고, 퍼지 속도는 액체의 방출 속도와 같다
 - ㊲ 퍼지에 드는 비용이 최소화된다
 - ㊳ 기화된 제품의 손실이 크다
 - ㊴ 순수한 제품에 액체가 유입된다

3. 착화원의 관리

(1) 기계적 점화원

- ① 나화 : 난방, 난로 담배, 소각 등의 나화
- ② 고온표면 : 가열로, 전열기, 배기관, 등의 고온부. 용융금속, Slag 등의 고온
- ③ 단열압축 : 액체내부 기포의 충격압에 의한 발열, 탱크 내의 급격한 재료투입에 의한 발열, 밸브의 급속 열림 조작에 의한 고압가스의 발열
- ④ 충격마찰 : 회전부분의 마찰면, 주철제 공구에 의한 충격 불꽃

(2) 전기적 점화원

- ① 정전기 불꽃
- ② 전기불꽃
- ③ 전기발열
- ④ 전기발열

4. 전기설비의 방폭화

(1) 방폭화란, 전기 설비에서 발생하는 불꽃, 고온부 등과 같은 착화원이 가연성 혼합기가 존재하는 위험성 분위기로 유출되지 않는 구조로 전기설비를 만든 것이다

(2) 방폭화의 개념

$$\text{폭발위험성} = \text{위험분위기} \times \text{점화원 존재 및 접촉} = 0$$

- ① 위험 분위기 생성방지 : 불활성화, 농도제어
- ② 점화원의 제거 또는 격리 : 점화원 관리, 방폭구조화
- ③ 방폭이란 폭발위험성을 0으로 하는 것으로서 그 구체적 방법은 위험성 분위기 또는 점화원 중에 어떤 1가지만 0으로 만드는 것이다

※ 기출문제분석11(폭발대책관련)

1. 폭발재해의 6종형태를 분류하여 설명하고 각각의 예방대책을 열거하시오(75회,25점)
2. 화학공장폭발사고에 있어 폭발방지대책에 대하여 설명하시오(74회,25점)
3. 석유화학공장의 방폭대책에 대하여(폭발분위기 억제와 폭발피해 확대방지 측면)논하시오(78회,25점)
4. 화학공정에서 화재, 폭발로 인한 잠재적손실을 극소화하기위한 전략(공학적설계대책등)에 대하여 기술하시오(76회,25점)
5. 가연성가스의 불활성화(Inerting)에 대해 설명하시오(77회,10점)
6. 석유화학공장의 공정지역(process area)에 대한 소방설계시 검토하여야 할 사항에 대하여 기술하시오(50회,25점)
7. 석유콤비나트 화재특성 및 방지대책을 기술하시오(51회,20점)
8. 석유화학공장에서의 화재 억제 및 제어대책을 논하시오(72회,25점)
9. 석유화학공장의 공정지역(process area)에 대한 소방설계 시 검토하여야 할 사항에 대하여 기술하시오(50회,25점)
10. 석유화학공장에서의 화재 억제 및 제어대책을 논하시오(72회,25점)

문제4) 위험장소의 구분과 선정방법

1. 정의

- (1) 일반적으로 대기 중에서 폭발이나 발화를 할 충분한 양의 가연성 혼합기가 존재할 우려가 있는 장소를 위험장소라 한다
- (2) 국내에서는 Zone에 의한 3가지, 미국에서는 Division에 의해 2가지로 구분한다
- (3) 위험장소 구분의 목적은 위험 폭발성 분위기가 존재하는 시간과 용도에 따라 충분하고 안전한 방폭 전기 기기 및 방폭 전기공사 방법을 선정하기 위한 것이다

2. 위험장소의 대상(KOSHA Guide)

- (1) 인화성가스 등이 쉽게 존재할 가능성이 있는 장소
- (2) 인화점 40[°C] 이하의 액체가 저장·취급되고 있는 장소
- (3) 인화점이 40[°C]를 넘는 액체가 인화점 이상으로 저장·취급될 수 있는 장소

3. 폭발성분위기의 생성조건과 관련된 위험특성

- (1) 폭발한계(폭발범위)
 - ① 폭발한계는 점화원에 의해 폭발을 일으킬 수 있는 폭발성가스와 공기와의 혼합기의 농도범위의 한계치를 말한다
 - ② 폭발한계는 가연성가스의 종류에 따라 다르며, 그 범위가 넓고 폭발하한계가 낮을수록 폭발성 분위기를 생성하기 쉽다
- (2) 인화점
 - ① 인화점은 공기 중에서 가연성 증기가 점화원에 의해 연소될 수 있는 가연성 액체에서의 최저온도를 말한다
 - ② 인화점은 가연성 액체의 종류에 따라 다르며, 인화점이 낮을수록 폭발성 분위기가 생성되기 쉽다
- (3) 증기밀도
 - ① 증기밀도는 가연성 가스 또는 증기의 밀도를 동일한 조건에서의 공기의 밀도를 1로 하여 비교한 수치이다
 - ② 실내에서 폭발성가스가 발생된 경우에 증기밀도가 1보다 낮으면 천장 부근에, 1보다 크면 바닥 부근에 폭발성 분위기를 생성하기 쉽다

4. 국내 기준에 의한 분류

- (1) 0종 장소(Zone 0)
 - ① 폭발성 혼합기체가 보통 상태에서 계속해서 존재하거나, 발생할 우려가 있는 장소로서, 폭발성 혼합기체의 농도가 연속적 또는 장시간 동안 폭발하한계 이상이 되는 장소
 - ② 장소
 - ㉠ 인화성 액체용기 내의 액면 상부 공간
 - ㉡ 인화성 액체 탱크 내의 액면 상부 공간

- ㉔ 가연성 가스 용기 내부
- ㉕ 가연성 가스 탱크 내부
- ㉖ 가연성 액체의 액중 펌프

③ 방폭 구조 : 본질안전 방폭구조

(2) 1종 장소(Zone 1)

① 보통상태에서 폭발성 혼합기체가 발생할 우려가 있는 장소로서, 보통 상태에서 집적해서 위험농도가 될 우려가 있는 장소

② 장소

- ㉑ 개구부 부근
- ㉒ 릴리프 밸브 부근
- ㉓ 탱크류 벤트 부위
- ㉔ 수리 중 가스, 증기가 발생할 우려가 있는 경우
- ㉕ 위험장소의 피트
- ㉖ F.R.T상의 shell 내부

③ 본질안전·내압·압력·유입방폭 구조

(3) 2종 장소(Zone 2)

① 이상 상태에서 폭발성 혼합기체를 발생할 염려가 있는 장소

② 장소

- ㉑ 용기류가 부식·열화 등에 의해 파손하여 가스 또는 액체가 누출될 우려가 있는 장소
- ㉒ 장치 오조작으로 가스 또는 액체가 방출될 우려가 있는 장소
- ㉓ 이상 반응으로 고온·고압이 되어 장치파손, 방출우려
- ㉔ 강제 환기 불량으로 외부에서 가스·증기가 침입하여 위험분위기를 생성할 우려가 있는 장소

③ 본질안전·내압·압력·유입·안전증 방폭 구조

5. NFPA에서의 구분

(1) Division 1

- ① 폭발성 분위기가 계속 존재할 가능성, 누설이 간헐적으로 발생할 가능성이 있는 장소
- ② 전기설비가 정상 또는 이상시 불꽃, 스파크, 고온가스를 방출할 우려가 있거나, 표면 온도가 주변 폭발성 분위기를 발화시키기에 충분한 온도인 장소

(2) Division 2

- ① 고장과 같은 비정상 운전상태 하에서 폭발 분위기가 발생할 가능성이 있는 장소
- ② 전기설비는 정상작동 시 점화원이 되지 않는 장소

문제5) 방폭의 기본대책

1. 방폭의 개념

$$\text{폭발위험성} = \text{위험분위기} \times \text{점화원 존재 및 접촉} = 0$$

- (1) 위험 분위기 생성방지 : 불활성화, 농도제어
- (2) 점화원의 제거 또는 격리 : 점화원 관리, 방폭구조화
- (3) 방폭이란 폭발위험성을 0으로 하는 것으로서 그 구체적 방법은 위험성 분위기 또는 점화원 중에 어떤 1가지만 0으로 만드는 것이다

2. 방폭의 기본대책

(1) 폭발성 분위기의 생성방지

① 폭발성 가스의 누설 및 방출방지

- ㉠ 위험물 사용을 억제하고 개방 상태에서의 사용은 피한다
- ㉡ 배관의 이음부분, 펌프 등에서 누설을 방지할 수 있도록 하며 이상반응, 장치의 열화, 파손, 오동작 등에 따른 누설을 방지하여야 한다

② 폭발성 가스의 체류방지

- ㉠ 공기 중에 누설 또는 방출된 폭발성 가스가 체류하기 쉬운 장소는 옥외로 이설 또는 외벽에 개방된 건물에 설치한다
- ㉡ 환기가 불충분한 장소는 강제로 환기를 시켜야 한다

(2) 전기기기의 방폭화

① 점화원의 실리적인 격리

- ㉠ 전기기기의 점화원이 되는 부분을 주위의 폭발성 가스와 격리하여 접촉하지 않도록 하는 방법 → 압력 방폭구조, 유입 방폭구조
- ㉡ 전기기기 내부에서 발생한 폭발이 전기기기 주위의 폭발성 가스에 파급하지 않도록 점화원을 실질적으로 격리하는 방폭구조 → 내압 방폭구조

② 전기기구의 안전도 증가

- ㉠ 점화원인 불꽃이나 고온부가 존재하는 전기기기에 대해 안전도를 증가시켜 종합적으로 고장을 일으킬 확률을 0에 가까운 값이 되도록 한다

㉡ 안전증 방폭구조

③ 점화능력의 본질적 억제

- ㉠ 정상 상태뿐만 아니라 사고 시 발생하는 전기불꽃 또는 고온부가 폭발성 가스에 점화될 위험이 없다는 것을 시험 및 기타 방법에 의해 충분히 입증된 것
- ㉡ 본질안전 방폭구조

문제6) 방폭구조의 종류

1. 방폭구조의 종류

(1) 내압 방폭구조(flameproof type: d)

- ① 용기 내부로 폭발성 가스가 침입하여 폭발해도 외부로는 영향을 미치지 않도록 외부와 격리시키는 방법
- ② 적용 장소 : 1종, 2종 장소
- ③ 대상기기 : 전동기, 변압기, 계측기, 개폐기, 조명기구, 전기 기기의 접점 등
- ④ 설치 시 고려사항
 - ㉠ 폭발 화염이 내부에서 외부로 전파되지 않는 틈새의 한계
 - ㉡ 작을수록 위험하며, 가스 종류마다 그 값이 다르므로 주의해야 한다

(2) 유입 방폭구조(oil immersed : o)

- ① 점화원이 될 우려가 있는 부분을 기름 속에 넣어 폭발성 가스로부터 격리시키는 방법
- ② 적용 장소 : 1종, 2종 장소
- ③ 대상기기 : 전동기, 변압기, 계측기, 개폐기, 조명기구, 전기 기기의 접점 등
- ④ 설치 시 고려사항
 - ㉠ 기름의 소화·누설 등 유지관리가 어려운 방식
 - ㉡ 사용 중 유량 유지, 유면 온도 상승을 억제할 것

(3) 압력 방폭구조(pressurized type : p)

- ① 용기내에 신선한 공기 또는 불활성가스를 압입시켜 발생하는 압력차를 이용하여 외부 폭발성 가스의 침입을 방지하는 것
- ② 적용 장소 : 1종, 2종 장소
- ③ 대상기기 : 전동기, 변압기, 계측기, 개폐기, 조명기구, 전기 기기의 접점 등
- ④ 설치 시 고려사항
 - : 보호용 가스 공급에 이상 시, 경보를 발하고 운전이 정지되도록 할 것

(4) 안전증 방폭구조(increased safety type : e)

- ① 정상 상태에서 전기불꽃, 고온부가 없는 전기 기기에 대하여 고장이 발생하지 않도록 안전도를 높이는 방식
- ② 적용 장소 : 1종, 2종 장소
- ③ 대상기기 : 안전증 측정계기, 안전증 변압기, 안전증 접촉단자 등
- ④ 설치 시 고려사항
 - : 전기 기기의 고장·파손 등은 폭발과 직결될 수 있으므로, 매우 주의해야 한다

(5) 본질안전 방폭구조(intrinsic safety type : i)

- ① 정상 상태 뿐만 아니라 이상 상태에서 발생하는 전기불꽃이나 고온부가 폭발을 발생시킬 가능성이 없도록 하는 구조
- ② 적용 장소 : 0종, 1종, 2종 장소

- ③ 대상기기 : 신호기, 계측기, 미소전력회로 등
- ④ 사용 시 고려사항
 - ㉠ 불꽃 점화 시험을 통해 확인된 규격을 선정
 - ㉡ 최소점화전류 비 = $\frac{\text{측정가스의 최소점화전류}}{\text{CH}_4\text{의 최소점화전류}}$
 - ㉢ 본질안전 방폭기기의 규격

폭발등급	A	B	C
최소점화전류비	0.8 초과	0.45이상 0.8미만	0.45 미만
전기기기의 분류	II _A	II _B	II _C

2. 방폭 전기 기기의 선정조건(유의사항)

- (1) 위험특성(누설량, 휘발성, 폭발범위, 환기, 증기밀도, 가스비중 등)
- (2) Zone 선정(0종, 1종, 2종)
- (3) 방폭기기 특성(발화온도, 화염일주한계, 최소점화전류 등)
- (4) 온도 상승에 영향을 주는 외적 제조조건
- (5) 전기적 보호
- (6) 표준 환경 조건(IEC 규정)
 - ① 압력 : 80 ~ 140[kpa]
 - ② 온도 : -20 ~ 40[°C]
 - ③ 상대습도 : 45 ~ 85[%]
 - ④ 표고 : 1,000[m] 이하
 - ⑤ 공해, 부식성 가스, 진동 등이 존재하지 않는 기준

3. 방폭 전기 기기 등급 기준의 기호 및 의미

(1) 방폭구조의 종류

방폭구조의 종류	기호	적용장소
방폭구조	Ex	
내압방폭구조	d	1종, 2종 장소
유입방폭구조	o	1종, 2종 장소
압력방폭구조	p	1종, 2종 장소
안전증방폭구조	e	2종 장소
본질안전방폭구조	ia, ib	0종, 1종, 2종 장소(ia:0종)
특수방폭구조	S	
비점화성방폭구조	N	

(2) 위험물질 종류에 따른 분류

위험물질의 종류	NEC	IEC
가연성 가스 및 증기	Class I	Group II
분진	Class II	Group I
가연성 섬유 및 부유물	Class III	

(3) 발화온도에 따른 분류

위험물의 종류	기호	위험물질의 발화온도	전기기기의 최대표면온도
가연성 가스 및 증기	T1	450[°C] 초과	450[°C] 이하
	T2	300[°C] 초과	300[°C] 이하
	T3	200[°C] 초과	200[°C] 이하
	T4	135[°C] 초과	135[°C] 이하
	T5	100[°C] 초과	100[°C] 이하
	T6	85[°C] 초과	85[°C] 이하

4. 방폭구조에 관계있는 위험특성

(1) 발화온도

- ① 발화온도는 폭발성사스와 공기의 혼합기에 온도를 높인 경우에 연소 또는 폭발을 일으키는 최저온도로서, 폭발성가스의 종류에 따라 다르다
- ② 이에 따라 전기기기의 허용 가능한 최고표면온도가 달라지는데, 이를 T1 ~ T6의 6가지로 구분한다

(2) 화염일주한계

- ① 화염일주한계는 폭발성 분위기 내에 방치된 표준용기의 틈새를 통하여 화염이 내부에서 외부로 전파되는 것을 막을 수 있는 틈새의 최대간격을 말한다
- ② 이러한 화염일주한계는 폭발성 가스의 종류에 따라 다르며, 내압 방폭구조와 관련이 있다. 또한 IEC에서의 실험적 최대안전틈새(MESG)를 말하는 것이다

(3) 폭발등급

폭발등급	II _A	II _B	II _C
틈새의 폭[mm]	0.9 이상	0.5 ~ 0.9	0.5 이하
종류	일산화탄소, 메탄 아세틸렌, 부탄	에틸렌, 시안화수소 등	수소, 아세틸렌

(3) 최소점화전류

- ① 최소점화전류는 폭발성분위기가 전기불꽃에 의해 폭발을 일으킬 수 있는 최소의 회로 전류로서, 폭발성가스의 종류에 따라 다르다
- ② 최소점화전류(MIE)는 본질안전 방폭구조의 분류와 관련이 있다

폭발등급	A	B	C
최소점화전류비	0.8 초과	0.45이상 0.8미만	0.45 미만
전기기기의 분류	II _A	II _B	II _C

문제7) 본질안전 방폭구조

1. 정의

- (1) 점화 능력을 본질적으로 억제하는 것으로, 정상 상태 뿐만 아니라 이상 상태에서 발생 하는 전기불꽃이나 고온부가 폭발을 발생시킬 가능성이 없도록 하는 구조
- (2) 이는 폭발성 가스가 폭발을 하기 위해서는 최소점화에너지가 필요하다는 개념에 입각 해서, 전기기구에 유입되는 전압, 전류에 의한 에너지가 최소점화에너지 이하가 되도록 제한하여 폭발의 위험을 본질적으로 제거하는 구조이다

2. 원리

- (1) 안전 Barrier라는 도구를 사용하여 위험지역으로 들어가는 전기적 에너지를 제한시키는 것이다
- (2) 즉, 안전지역과 위험지역에 안전 울타리(Barrier)라는 간격(Device)을 설치한다
- (3) 안전 Barrier는 어떠한 장비에 대해서도 오차 없이 측정하고 제어신호를 손실 없이 통과시키는 것이어야 한다
- (4) 종류
 - ① Exia : fault에 대해 2중 안전보장(0종, 1종, 2종 장소에 사용)
 - ② Exib : fault에 대해 단일 안전보장(1종, 2종 장소에 사용)

3. 장단점

- (1) 장점
 - ① 0종 위험장소에 설치할 수 있는 유일한 방폭구조이다
 - ② 낮은 전압, 미소전류기기이므로 유지보수 시 정전을 시키지 않아도 된다
 - ③ 일반적으로 기기가 작으므로 좁은 장소에도 설치할 수 있다
 - ④ 저가이며 매우 설치가 편리하다
- (2) 단점
 - ① 다른 전기회로와의 혼촉이나 정전유도, 전자유도에 의해서 방폭성을 잃을 수 있다
 - ② 활용할 수 있는 기기가 계측제어, 통신관계 등의 미소 전류회로로 제한된다
 - ③ 케이블의 허용길이가 제한적이다
 - ④ 유효한 power가 저 전력이다

4. 종류

- (1) Zener Barrier 방식
 - ① Zener Diode를 이용해서 위험지역으로 들어가는 전압을 통제하는 방법이다
 - ② 구조가 간단하고, 수명이 길다
 - ③ 가격이 저렴하다
 - ④ 접지 상태에서 제약을 받는다(접지 fault에 대해 제한적 응답)
 - ⑤ Fuse fail시 재사용이 불가능하다

(2) Isolated Barrier 방식

- ① 변압기, 광전소자, 릴레이 등을 이용해서 위험지역에 들어가는 전력을 통제하는 방법이다
- ② 구조가 복잡하고 가격이 비싸다
- ③ 접지가 필요하지 않다
- ④ Zener보다 안정적이다
- ⑤ Fuse 단락 시 교환이 가능하다

5. Barrier 선택시 유의사항

- (1) Barrier는 본질안전 방폭구조에서만 사용하는 방법이다
- (2) 위험지역으로 유입되는 전기에너지가 방폭기기가 정상적으로 작동할 때뿐만 아니라 고장시에도 위험지역에 있는 가연성 가스 또는 증기의 최소점화에너지 이하가 되도록 유의해야 한다

문제8) 방폭전기배선 공사방법

1. 위험장소별 방폭 배선

- (1) 0종 장소
: 본질안전 회로로 배선한다
- (2) 1종 장소
: 본질안전, 내압방폭 금속관배선, 케이블배선으로 한다
- (3) 2종 장소
: 본질안전, 내압방폭 금속관배선, 케이블배선, 안전증 방폭배선으로 한다

2. 방폭전기 배선 방법

- (1) 본질안전배선
 - ① 배선자체에 지락, 단락, 단선 등의 사고가 일어나도 점화원이 되지 않도록 고려되고, 다른 회로와 혼촉 되거나, 타 회로로부터의 정전유도, 전자유도를 받아도 충분히 안전할 수 있도록 배선하는 방법이다
 - ② 정상이나 이상 시 발생하는 전기불꽃이나 고온부에 의해 점화원이 되지 않도록 한 배선이다
 - ③ 비본질 회로로부터 정전유도, 자기유도를 받지 않도록 금속관에 넣어 차폐를 실시하여 공사한다
 - ④ 진동이 생기는 부분은 내압방폭형 플렉시블 전선관을 사용한다
 - ⑤ 관 말단에는 내화충진제 및 실링컴파운드를 충전한다(시일링 핏팅 부착)
- (2) 금속관 배선
 - ① 전기배선을 내압 방폭구조의 단자함, 후강전선관 및 방폭형 부속품으로 구성된 Box에 넣어서, 사고가 일어나도 Box밖의 가연가스에 점화시키지 못하도록 한다
 - ② 관 접속시 나사 피치가 "5 산 이상" 되도록 한다
 - ③ 전선관에 실링컴파운드를 충전한다(시일링 핏팅 부착)
 - ④ 진동이 생기는 부분은 내압방폭형 플렉시블 전선관을 사용한다
- (3) 케이블 배선
 - ① 절연체가 손상되어도 사고가 나지 않도록 안전도를 증가시킨 배선이다
 - ② 덕트 또는 트레이에 설치하고 덕트 내에는 접속점을 두지 않는다
- (4) 안전증 방폭배선
: 안전도를 증가시킨 금속관에 전선을 넣어 점화원이 되지 않도록 한 배선이다

※ 기출문제분석12(방폭화관련)

1. 화재 및 폭발을 방지하기 위하여 전기기기를 방폭구조로 하여야 하는 바, 방폭구조의 종류와 그 원리를 설명하시오(35회,20점)
2. 방폭기구에 대해 4가지 이상을 쓰시오(42회,5점)
3. 방폭전기기를 선정하기 위한 위험장소를 3가지로 분류하고 정의하라(48회,10점)
4. 한국산업규격에서 정한 전기기계기구의 방폭구조의 종류를 쓰고 이를 설명하시오(50회,25점)
5. 자가발전설비 또는 디젤엔진펌프용 경유저장탱크(용량 : 1,000ℓ)를 옥내의 별도로 구획된 실에 저장할 경우 방폭지역 여부를 판단하시오(단, 실내의 환기설비는 적절하다)(50회,25점)
6. Type 4X Enclosure를 설명하시오(58회,5점)
7. 내압(耐壓) 방폭구조를 설명하시오(60회,10점)
8. 전기 방폭 구조의 종류, 표준환경조건, 등급 기준의 기호 및 의미를 설명하시오(61회,25점)
9. 방폭형 전기기기의 구조는 발화도 및 최대표면온도에 따른 분류와 폭발성 가스위험등급으로 분류된다. 이에 대한 한국과 IEC의 분류기준을 비교 요약하시오(77회,25점)
10. 국내 및 국제규격(IEC/IECEX/IP/NFPA 등)에 규정된 전기설비 방폭구조 5가지를 열거하고, 내용을 설명하시오(86회,25점)
11. 인화성액체의 증기 또는 가연성가스에 의한 화재폭발 위험장소를 국내 적용기준으로 구분하여 분류등급, 구분내용 및 대표적인 장소의 예를 기술하시오(84회,10점)
12. 방폭전기기 선정 시 고려사항과 위험 장소별 선정원칙을 설명하시오(90회,25점)
13. 본질안전 방폭구조의 개요, 원리, 장단점, 종류, Isolated Barrier 및 Barrier 선택 시 유의사항에 대하여 설명하시오(91회,25점)
14. 폭발 위험 장소의 각 위험 장소별 배선 종류와 방폭 전기배선 공사 방법에 대하여 설명하시오(93회,25점)
15. 인화성액체의 증기 또는 가연성가스로 인한 화재폭발위험이 있는 장소는 특정 위험장소로 구분하여 관리 되어야 한다. 국내에서 적용되는 가스폭발 위험장소설정(Hazardous Area Classification)의 주요 변수 5가지를 설명하시오(97회,25점)

문제9) 화염방지기(Flame Arrester)

1. 정의

- (1) 폭발성 혼합가스로 충전된 배관 등의 내부에서 연소가 개시되는 때에 가연성 가스가 있는 데로 화염이 유입, 전파되는 것을 방지하는 목적으로 사용되는 안전장치를 화염 방지기라 한다
- (2) 화염은 전파거리에 따라 속도가 증가되고, 폭굉으로 전이될 수 있다. 이러한 화염방지를 폭굉으로 전이되기 전에 하는 것을 화염방지기, 폭굉에 대한 안전장치를 폭굉방지기(Detonation Arrester)라 한다

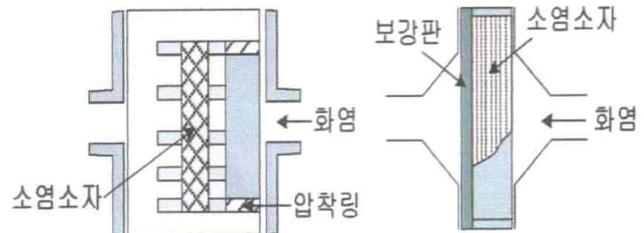
2. 구조 및 종류

- (1) 화염방지기는 화염의 진행경로에 여러 겹의 미세한 금속망을 설치하고, 그 폭발 압력을 견딜 수 있는 보강판을 설치한 구조로 되어 있다

(2) 종류 및 재질

① 금속망형

- ㉠ 열 흡수가 좋다
- ㉡ 유체 흐름의 저항을 최대한 줄일 수 있다



② 평판형

- ㉠ 튼튼하고 분해 및 청소가 용이하다
- ㉡ 유체 흐름의 저항이 크다

③ 수냉형

- ㉠ 통기관이 순환하는 물속을 지나게 하여 가연성 증기를 냉각, 액화시켜 다시 탱크로 되돌려 보내는 장치
 - ㉡ 인화 방지뿐만 아니라 내용물의 증발 손실을 막는데도 용이하다
- ④ 재질 : 스테인레스, 모넬(Ni+Cu), 알루미늄, 주조철

3. 소염 원리

- (1) 화염이 전파되지 않고 꺼지는 이유는 화염이 얇은 평판이나 가는 관을 통과할 때 벽면과의 접촉에 의해 연소반응이 지속되는데 필요한 열 또는 활성분자를 빼앗기기 때문이다
- (2) 즉, 벽면으로의 열이나 활성분자의 방열속도가 이의 생성속도보다 커서 냉각에 의해 화염이 소멸되는 것이다
- (3) 소염거리
 - ① 화염이 통로를 통하여 전파될 때 전파될 수 없는 최대의 통로치수로 정의된다
 - ② 최소발화에너지가 열원의 기하학적 형태와 관계가 있듯이 소염거리도 통로의 기하학적 형태에 크게 좌우되는 공정의 계수이다

(4) 소염에 영향을 주는 인자

- ① 화염속도 : 화염속도가 클수록 소염이 어렵다
 - ㉠ 가연성 혼합기체의 조성 : 양론농도 부근일수록 화염속도가 커져 소염성능 저하
 - ㉡ 화염의 전파방향 : 상향전파의 경우, 화염속도가 커져 소염성능 저하
- ② 세극의 두께(길이)
 - ㉠ 세극이 두꺼울수록 소염 가능한 화염속도가 커진다
 - ㉡ 즉, 세극이 두꺼울수록 소염성능이 우수하다
- ③ 세극의 직경
 - ㉠ 세극의 직경이 작을수록 소염 가능한 화염속도가 커진다
 - ㉡ 즉, 세극이 작을수록 소염성능이 우수하다
- ④ 소염소자의 재질 : 열전도율이 클수록 소염성능 우수
- ⑤ 혼합가스의 종류에 따른 물성

4. 설치장소

(1) 산업안전보건법상의 기준(산업안전기준 제289조)

- ① 인화성 액체 및 가연성가스를 저장, 취급하는 화학설비로부터 증기 또는 가스를 대기로 방출할 경우, 외부로부터의 화염유입을 방지하기 위해 화염방지기를 그 설비 상단에 설치할 것
- ② 화염방지기의 설치 시에는 용량, 내식성, 정확도, 기타 성능이 충분한 것을 사용하여 항상 보수, 유지를 철저히 할 것

(2) 소방법의 기준

- ① 소방시설의 설치, 유지 및 위험물제조소 시설의 기준 등에 관한 규칙
- ② 옥내·옥외 탱크저장소, 지하 탱크저장소 및 간이 탱크저장소에 설치되는 무변 통기관과 대기밸브 부착 통기관의 선단에 인화방지망을 설치하도록 규정하고 있다

(3) 일반적인 설치장소

- ① 가연성액체 저장탱크의 통기관
- ② 예 혼합가스를 연료로 사용하는 burner
- ③ 탄광의 메탄가스 방출시스템
- ④ 전자부품을 제조하는 공장 등에서의 용제회수 시스템
- ⑤ 화학공장의 폐가스를 처리하는 flare stack
- ⑥ 하나의 프로세스를 다른 프로세스로부터 격리하는 장치
- ⑦ 버너 또는 노 등에 가연가스를 이송하는 배관설비
- ⑧ 가연성증기 또는 가스를 배출시키기 위해 사용되는 환기장치의 배기덕트
- ⑨ 내연기관의 흡기, 배기 및 crank case의 환기장치
- ⑩ 인화성 분위기 내에서 작동하는 디젤엔진 등의 배기통

※ 기출문제분석12(화염방지기관련)

1. 화염방지기, 인화방지기의 원리에 대하여 설명하고 꼭 사용하여야 할 3가지 장소를 열거하시오(43회,20점)
2. 인화성액체 위험물의 저장탱크에 많이 설치하는 인화방지기(Flame Arrester)의 인화방지 원리를 기술하시오(54회,10점)
3. 화염방지기(Flame Arrestor)의 기능과 원리를 설명하고 이 화염방지기가 주로 설치되는 장소 5곳을 기술하시오(80회,10점)
4. 예 혼합연소에 있어서 무염영역과 소염거리에 대하여 설명하고, 이 원리를 이용한 화염 방지기(Flame Arrester)의 구조에 대하여 설명하시오(93회,25점)
5. 가스탱크 화재 시 차단밸브에 의하여 가스를 차단하고 탱크 내 가스를 이송하는 방법이 있는데 화학공장에서 폐가스처리 방법으로 사용하고 있는 이 방법은 무엇인가(43회,10점)

문제10) NFPA 위험물 분류기준

1. 개요

- ① NFPA 472 Code에서는 위험물의 정의를 누출될 경우 사람, 환경, 물품 등에 해로움을 일으킬 수 있는 물질(고체, 액체, 기체)로 정의한다
- ② NFPA 704 Code에서는 유해성(Health Hazards), 인화성(Flammability Hazards), 반응성(Instability Hazards)의 3가지 범주와 5개의 위험성 등급으로 위험성 식별체계를 분류한다
- ③ NFPA 30 Code에서는 인화성 액체(Combustible Liquid)와 가연성 액체(Flammable Liquid)를 분류한다

2. NFPA Code 472

: NFPA에서는 위험물을 Class1 ~ Class9까지 9가지의 Class로 분류하고 세부항목은 Division으로 세분화하였다

(1) Class 1(폭발물, Explosives)

① Division 1.1

- ㉠ 대규모 폭발위험을 가진 폭발물
- ㉡ TNT, 다이너마이트 등

② Division 1.2

- ㉠ 비산위험은 있으나, 대규모 폭발 위험은 없는 것
- ㉡ Detonation Cord, 불꽃화약 등

③ Division 1.3

- ㉠ 화재위험, 소규모 폭발위험은 가지나, 대규모 폭발의 위험은 없는 곳
- ㉡ 로켓용 액체연료, 추진제 등

④ Division 1.4

- ㉠ 작은 폭발위험을 가진 폭발장치(25g 미만의 폭발물질 포함)
- ㉡ 연습용 탄약, 신호탄약통 등

⑤ Division 1.5

- ㉠ 매우 둔감하여 정상적 운반 시 연소에서 폭굉으로 전이 가능성이 낮은 물질
- ㉡ 질산암모늄 비료 등

⑥ Division 1.6

: 대규모 폭발위험이 없는 매우 둔감한 물질

(2) Class 2(가스, Gases)

① Division 2.1

- ㉠ 인화성 가스
- ㉡ 인화점이 대기압에서 20[°C] 이하인 모든 물질
- ㉢ 대기압 하에서 비점이 20[°C] 이하이면서 대기압에서 LFL이 13[%]이하 또는

UFL 최소 12[%]인 물질

② Division 2.2

- ㉠ 압축가스, 액화가스, 고압 저온가스
- ㉡ 무수 암모니아, 이산화탄소, 질소 등

③ Division 2.3

- ㉠ 독성가스
- ㉡ 보통 LC₅₀이 5,000[ppm] 이하인 것

(3) Class 3(인화성 액체, Flammable Liquid)

- ① 인화점이 68[°F] 이하인 모든 액체
- ② 아세톤, 가솔린, 톨루엔 등

(4) Class 4(인화성 고체, Flammable Solids)

① Division 4.1(인화성 고체)

- ㉠ 젖은 폭발물, 자기반응성 물질, 쉽게 연소되는 고체 등
- ㉡ 마그네슘 분진, 니트로셀룰로즈 등

② Division 4.2(자연발화물질)

- ㉠ 자연발화물질 : 적은 양으로 점화원 없이 공기와 접촉 후 5분 이내에 발화될 수 있는 액체 또는 기체
- ㉡ 자기가열물질 : 공기와 접촉하며 에너지의 공급이 없이도 가열될 수 있는 물질
- ㉢ 알킬알루미늄, 인 등

③ Division 4.3(금수성 물질)

- ㉠ 젖을 경우 위험한 물질, 즉 금수성 물질
- ㉡ 물과의 접촉에 의해 산화되거나 인화성 물질을 시간당 1[l/kg]이상 방출 물질
- ㉢ 칼륨, 나트륨, 마그네슘가루 등

(5) Class 5(산화성 물질 및 유기 과산화물)

① Division 5.1(산화제)

- ㉠ 일반적으로 산소를 방출하여 다른 물질의 가연성을 높이는 물질
- ㉡ 질산암모늄, 3불화브롬 등

② Division 5.2(유기과산화물)

- ㉠ Type A : 운반금지 물품으로 폭연이나 폭발을 일으킬 수 있는 물질
- ㉡ Type B : 폭연, 폭발은 일으키지 않지만, 열폭발은 일으킬 수 있는 물질
- ㉢ Type C : 폭발, 폭연, 열폭발을 일으키지 않는 물질
- ㉣ 기타 : Type D ~ G까지 분류

(6) Class 6(독성물질)

① Division 6.1(독성물질)

- ㉠ 인간에게 독성이 있거나 유독한 것으로 추정되는 자극성 물질
- ㉡ 아닐린, 최루가스, 사염화탄소 등

② Division 6.2(전염성 물질)

- ㉠ 인간이나 동물에게 병을 유발시키는 미생물이나 그 독성

㉞ 탄저균, 파상풍균 등

(7) Class 7(방사성 물질)

- ① 방사성 물질 : 0.002[$\mu\text{Ci/g}$]보다 큰 특정 활동력을 가진 모든 물질
- ② 코발트, 우라늄 6가 불화물 등

(8) Class 8(부식성 물질)

- ① 접촉 시 사람 피부조직에 변형이나 눈에 보이는 파괴를 일으키는 액체, 고체 등
- ② 질산, 황산, 수산화나트륨 등

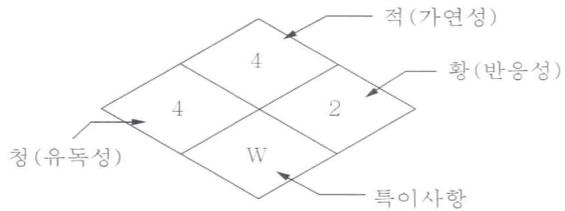
(9) Class 9(기타 위험물질)

- ① 운반 시 위험을 나타내는 물질로서 Class 1~8에 포함되지 않는 것
- ② 해양 오염물질, 포장된 상태로 인해 한정된 위험이 생기는 작은 탄약 등

3. NFPA Code 704

(1) 위험도의 표시방법

- ① 건강위험성→유독성(청색)
연소위험성→가연성(적색)
반응위험성→반응성(황색)



- ② 그림과 같이 위치별로 위험성을 표시하며, 0 ~ 4의 숫자로 위험정도를 표시한다
- ③ 특수성질에는 다음과 같은 성질이 표시된다
 - ㉠ 금수성(W)
 - ㉡ 산화성(O, X)
 - ㉢ 방사선 물질 등

(2) 위험등급

등 급	4	3	2	1	0
유독성(청색)	단시간 노출에 도 사망 또는 심한 상해유발	단시간 노출 에도 일시적 상해 남김	계속된 노 출시 상해 가능성	폭로에 의해 작은 상해	노출시 위 험없음
가연성(적색)	대기압, 상온에 서 연소하기 쉬움	일반 온도조 건에서도 발 화가 용이	비교적 고 온까지 가 열시 발화	예 열해야 만 발화	불연성
반응성(황색)	상온, 상압에서 폭발적 분해, 폭 굉유발	강한 기폭력 존재시 폭발 적 분해, 폭굉	상 온 에 서 불안정하여 화 학 반 응 용이(폭굉없 음)	온도, 압력 상승시 반응 성	안정한 물 질

4. NFPA Code 30

(1) 인화성 액체(Flammable Liquid, Class I 액체)

- ① 인화점이 100[°F]미만인 액체로서, 증기압이 100[°F]에서 40[psi]이하인 것
- ② Class I A : 비점 100[°F]미만 + 인화점 73[°F]미만
- ③ Class I B : 비점 100[°F]이상 + 인화점 73[°F]미만
- ④ Class I C : 인화점이 73[°F] ~ 100[°F]인 것

(2) 가연성 액체(Combustible Liquid)

- ① Class II : 인화점이 100[°F] ~ 140[°F]인 액체
- ② Class IIIA : 인화점이 140[°F] ~ 200[°F]인 액체
- ③ Class IIIB : 인화점이 200[°F]를 넘는 액체

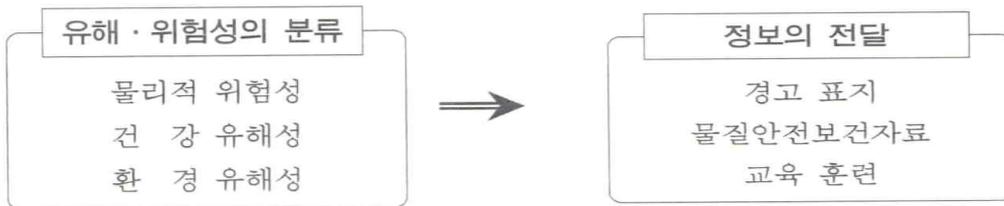
5. UL(Underwriters Laboratories, Inc)분류

- ① Ether Class
- ② Gasoline Class
- ③ Kerosene Class
- ④ Paraffin Oil Class
- ⑤ Alcohol(Ethyl) Class

문제11) 세계조화시스템(GHS)

1. 개념

- ① Globally Harmonized System of Classification and Chemicals란 전 세계적으로 통일된 분류기준에 의해 화학물질의 유해, 위험성을 분류하고, 공통된 형태의 경고 표지 및 MSDS를 이용하여 정보를 전달하는 것이다
- ② 세계조화시스템의 구성



2. 세계조화시스템(GHS)의 유해 및 위험성 분류기준

(1) 물리적 위험성(16분류)

- ① 폭발성 물질: 화학반응에 의해 온도, 압력 및 속도를 가진 가스를 발생시키는 물질
- ② 인화성 가스 : 20[°C], 대기압에서 공기와 인화범위에 있는 가스
- ③ 인화성 에어로졸 : 인화성인 에어로졸
- ④ 인화성 액체 : 인화점이 93[°C] 이하인 액체
- ⑤ 인화성 고체 : 쉽게 연소되거나 마찰에 의해 화재 발생 물질
- ⑥ 산화성 가스 : 산소를 발생시켜 연소에 기여하는 기체
- ⑦ 산화성 액체 : 산소를 발생시켜 연소에 기여하는 액체
- ⑧ 산화성 고체 ; 산소를 발생시켜 연소에 기여하는 고체
- ⑨ 자기반응성물질 및 혼합물 : 산소의 공급 없이 발열하기 쉬운 물질
- ⑩ 자연발화성 액체 : 공기와 접촉 시 5분 이내 발화하는 액체
- ⑪ 발화성 고체 : 공기와 접촉 시 5분 이내 발화하는 고체
- ⑫ 자기발열성물질 : 공기와 접촉 후 발화에 5분 이상 시간이 소요되는 물질
- ⑬ 물반응성물질 : 물과 상호작용에 의해 자연발화성인 물질
- ⑭ 유기과산화물 : 유기라디칼에 의해 치환된 과산화수소의 유도체
- ⑮ 금속부식성물질 : 화학작용에 의해 금속을 손상, 파괴시키는 물질
- ⑯ 고압가스 : 20[°C]에서 280[kPa]이상의 압력으로 충전된 가스

(2) 건강유해성(10분류)

- ① 급성독성
- ② 피부자극성/자극성
- ③ 눈손상/눈자극성
- ④ 호흡기 또는 피부 감각성
- ⑤ 미생물세포 돌연변이성
- ⑥ 발암성
- ⑦ 생식독성
- ⑧ 표적기관 독성 1회 노출
- ⑨ 표적기관 독성 반복 노출

(3) 환경유해성(1분류) : 수생 환경유해성 물질

3. 경고표지의 구성

(1) 그림문자(유해성 심벌)

- ① UN 위험물운송에 관한 규칙에서의 표준 심벌을 적용(일부 심벌은 제외)
- ② 심벌, 테두리, 배경의 패턴, 색상, 구분번호 등으로 구성되며, 마름모 형태

(2) 신호어

- ① 유해성의 심각한 정도를 상대적으로 표현
- ② 위험 : 주로 유해성 구분 1과 2의 심한 유해성을 의미
- ③ 경고 : 비교적 심각성이 낮은 유해성을 의미

(3) 유해위험문구

(4) 예방조치문구

< 경고표지 작성 예 >

제 품 정 보 : 노말렉세인		
 	<ul style="list-style-type: none"> · 신 호 어 : 위험 · 유해 · 위험 문구 : 고인화성액체 또는 증기 눈에 심한 손상을 일으킴 장기간 또는 반복노출되면 장기에 손상을 줌 	
<ul style="list-style-type: none"> · 예방조치 문구 · 예방 : (제조사 · 공급자 또는 주무관청에서 지정한) 눈 · 안면 보호구를 착용하십시오. (제조사 · 공급자 또는 주무관청에서 지정한) 보호장갑 · 보호의를 착용하십시오 사용 전 취급설명서를 확보하십시오. 이 제품을 사용 시에는 먹거나, 마시거나 하지 마시오. · 대응 : 노출 또는 노출 우려가 있는 경우에는 의학적인 주의 조언을 받으시오 눈에 접촉시 몇 분간 조심해서 씻어 내시오 · 저장 : 밀봉하여 저장하십시오. 환기가 잘된 곳에 보관하십시오. · 폐기 : 관련 법규에 명시된 경우 규정에 따라 내용물 · 용기를 폐기하십시오 		
공급자 정보 :	전화번호 :	개정일자 :

4. GHS 도입에 따른 기대효과

- ① 국제적으로 통일된 유해정보전달이 가능하여 사람의 건강과 환경보호에 기여
- ② 위험관리 체계가 없는 국가의 기본체계 수립에 도움
- ③ 국제 무역의 활성화
- ④ 화학물질의 시험 및 평가의 필요성 감소

문제12) MSDS(Material Safety Data Sheets)

1. 개념

- ① 화학물질의 유해위험성, 응급조치요령, 취급방법 등을 설명해 주는 자료
- ② 물질안전보건자료(MSDS)는 미국 노동성 산하 노동안전위생국(OSHA)이 1983년 약 600여종의 화학물질이 작업장에서 근로자에게 유해하다고 여겨 이들 물질의 유해기준을 마련하고자 한 것으로부터 기인하고 있다

2. MSDS의 필요성

- ① 유해 화학물질의 사용량 급증
- ② 안전에 대한 근로자의 의식증대
- ③ 유해 화학물질 관련 국제적 동향을 반영
- ④ 예방중심의 산업안전보건 행정의 전기마련

3. MSDS제도의 목적

- ① 근로자의 알 권리 충족
- ② 유해물질로 인한 근로자의 위험 예방과 사고 시 신속 대처
- ③ 국가 차원의 종합적, 체계적 화학물질 관리의 필요성
- ④ 화학물질 관리의 국제적 흐름에 동참

4. MSDS자료 작성·비치 대상 화학물질 및 제외 물질

(1) MSDS 작성 대상물질

- ① 물리적 위험성 물질 : 16분류
- ② 건강 유해성 물질 : 11분류
- ③ 환경유해성 물질 : 수생 환경유해성 물질

(2) MSDS 작성 제외 대상물질

- ① 원자력법에 의한 방사성 물질
- ② 약사법에 의한 의약품, 의약부외품 및 화장품
- ③ 마약법에 의한 마약
- ④ 농약관리법에 의한 농약
- ⑤ 사료관리법에 의한 사료
- ⑥ 비료관리법에 의한 비료
- ⑦ 식품위생법에 의한 식품 및 식품 첨가물
- ⑧ 향정신성 의약품 관리법에 의한 향정신성 의약품
- ⑨ 총포, 도검, 화약류 등 단속법에 의한 화약류 등

5. MSDS자료 작성 항목

- ① 화학제품과 회사에 관한 정보
- ② 구성 성분의 명칭 및 함유량
- ③ 위험성과 유해성
- ④ 물리, 화학적 특성
- ⑤ 안정성 및 반응성
- ⑥ 독성에 관한 정보
- ⑦ 취급 및 저장 방법
- ⑧ 운송에 필요한 정보
- ⑨ 폭발 또는 화재 시 대처 방법
- ⑩ 누출사고 시 대처 방법
- ⑪ 응급조치 요령
- ⑫ 노출 방지 및 개인 보호구
- ⑬ 환경에 미치는 영향
- ⑭ 폐기 시 주의사항
- ⑮ 법규에 관한 정보
- ⑯ 기타 참고 사항

6. MSDS 작성 원칙(방법)

- ① 한글 사용의 원칙
- ② 실험실에서의 실험, 연구 목적용 시약의 외국어 MSDS는 한글 작성으로 인정
- ③ 우량 실험실(GLP) 기준에 의한 실험결과를 우선적으로 고려
- ④ GLP 기준 실험결과 최소한 하나 이상에서 양성 결과가 나온 경우 유해성이 있는 것으로 판단
- ⑤ 번역 시 최초 작성 기관명과 시기, 참고 문헌의 출처 기재
- ⑥ 한국산업안전공단의 "물질안전보건자료(MSDS) 번역지침서"의 용어를 기준으로 작성함
- ⑦ 작성 단위는 계량 및 측정에 관한 법률에 의함
- ⑧ 가능한 누락 없이 작성하고 정보를 구할 수 없는 경우 "자료 없음", 대상이 되지 않는 경우 "해당 없음"으로 기재

7. 사업주가 이행하여야 할 사항

- ① MSDS의 작성, 비치 또는 게시
- ② 화학물질을 담은 용기 또는 포장에 경고표지 부착
- ③ 근로자에 대한 교육
- ④ MSDS 양도 또는 제공
- ⑤ MSDS의 제출 및 변경 명령

※ 기출문제분석1(위험물분류 및 식별관련)

1. NFPA에서 위험도 평가방법이 0~4등급의 5가지가 있는데 그 중 3가지를 설명하라(43회,10점)
2. NFPA에 의한 위험물 분류방법에 대하여 논하시오(78회,25점)
3. 위험물 안전 관리법, UN수송규칙 및 GHS(Globally Harmonized System of Classification and Chemicals)에서 규정하는 위험물의 물리적 위험성 분류를 비교 설명하시오(85회,10점)
4. 물질안전보건자료(MSDS)에 기재되어야 하는 위험유해성 정보에 대하여 설명하시오(85회,25점)
5. 국제연합(UN)에서 규정한 화학물질 분류표지에 관한 세계조화 시스템(GHS : Globally Harmonized System of Classification and Chemicals)의 화학물질의 유해·위험성을 분류하고 설명하시오(94회,25점)

원소의 주기율표

족 주기	1																	18			
1	1 H	2														13	14	15	16	17	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne			
3	11 Na	12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar			
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr			
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe			
6	55 Cs	56 Ba	57 La*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn			
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt												

*란탄족	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
**악티늄족	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

문제13) 위험물 안전 관리법에 의한 위험물의 분류

1. 제1류 위험물(산화성 고체)

(1) 종류 및 지정수량

위험물	지정수량	위험물	지정수량
아염소산 염류	50[kg]	브롬산 염류	30[kg]
염소산 염류	50[kg]	질산 염류	30[kg]
과염소산 염류	50[kg]	요오드산 염류	30[kg]
무기과산화물	50[kg]	과망간산 염류	100[kg]
		중크롬산 염류	100[kg]

<비 고>

(1) 산화성 고체

- ① 고체로서 산화력의 잠재적인 위험성 또는 충격에 대한 민감성을 판단하기 위하여 실험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것
- ② 액체 1기압 및 20°C에서 액상인 것 또는 20°C초과 40°C이하에서 액상인 액체 또는 1기압 및 20°C 에서 기체이외의 것
- ③ 액상이란 수직으로 된 안지름 30mm, 높이 120mm의 원통형유리 시험관에 시료를 55mm까지 채운 다음 당해 시험관을 수평으로 하였을 때 시료액면의 선단의 30mm를 이동하는데 걸리는 시간이 90초 이내에 있는 것

(2) 공통성질

- ① 산화성 고체, 조연성 물질
- ② 유독성이며 가연성은 없으나 산소를 함유한 강산화제
- ③ 반응성이 크고, 열·충격·마찰 등에 의해 산소방출
- ④ 비중은 1보다 크고, 수용성 위험물이 많다

(3) 저장 및 취급상의 주의사항

- ① 가열, 충격, 마찰을 피 한다
- ② 용기는 밀폐할 것(습기 주의)
- ③ 제2류·3류·4류·5류 위험물과 혼재 금지

(4) 소화 대책

- ① 다량의 물을 사용하여 냉각소화
- ② 무기과산화물은 물과 발열반응 하므로 건조사로 질식소화
- ③ 질산 염류는 유독가스가 발생하므로 주의할 것

2. 제2류 위험물(가연성 고체)

(1) 종류 및 지정수량

위험물	지정수량	위험물	지정수량
황화린	100[kg]	마그네슘	500[kg]
적 린	100[kg]	철 분	500[kg]
유 황	100[kg]	금속분	500[kg]

<비 고>

(1) 가연성 고체

: 고체로서 화염에 의한 발화의 위험성 또는 인화의 위험성을 판단하기 위하여 고시로 정하는 시험

에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것

(2) 유황

- ① 순도가 60wt% 이상
- ② 순도측정에 있어서 불순물은 활석 등 불연성물질과 수분에 한 한다

(3) 철분

: 철의 분말로서 53μm의 표준체를 통과하는 것이 50wt% 미만인 것은 제외

(4) 금속분

- ① 알칼리금속, 알칼리토류금속, 철 및 마그네슘외의 금속의 분말로서
- ② 구리분, 니켈분 및 150μm의 체를 통과하는 것이 50wt% 미만인 것은 제외

(5) 마그네슘

- ① 2mm 체를 통과하지 아니하는 덩어리 상태의 것은 제외
- ② 직경 2mm 이상의 막대 모양의 것은 제외

(6) 인화성고체

: 고형알코올 그 밖에 1기압에서 인화점이 40°C 미만인 고체

(2) 공통성질

- ① 가연성 고체
- ② 비교적 낮은 온도에서 발화하기 쉬운 물질
- ③ 산소를 함유하지 않는 강환원성 물질
- ④ 연소 시 연소열이 크고, 연소속도가 빠르다
- ⑤ 제1류, 6류 위험물과 혼합되면 폭발위험이 있다

(3) 저장 및 취급상의 주의사항

- ① 가열, 화기, 불티, 열면 접촉을 피할 것
- ② 통풍이 잘되는 냉암소에 저장
- ③ 제1, 3류, 6류 위험물과 접촉 금지
- ④ 황화린(물과 반응), 철분·마그네슘·금속분(물과 발열)은 물의 침투에 주의 할 것

(4) 소화 대책

- ① 황화린 : CO₂, 건조사로 소화
- ② 적린·유황 : 모래나 주수소화
- ③ 철분, 마그네슘·금속분 : 금속소화약재, 건조사(물, 포, 하론, CO₂등은 사용불가)

3. 제3류 위험물(자연 발화성 및 금수성 물질)

(1) 종류 및 지정수량

위험물	지정수량	위험물	지정수량
칼륨	10[kg]	금속의 수소화물	300[kg]
나트륨	10[kg]	금속의 인화물	300[kg]
알킬 알루미늄	10[kg]	칼슘·알루미늄의 탄화물	300[kg]
알킬 리튬	10[kg]		
황린	20[kg]		
알칼리금속(Na,K제외),알칼리토	50[kg]		
유기금속 화합물(1·2족 제외)	50[kg]		

<비 고>

- (1) 자연발화성 물질 및 금수성 물질

: 고체 또는 액체로서 공기 중에서 발화의 위험성이 있거나 물과 접촉하여 발화하거나 가연성가스를 발생하는 위험성이 있는 것

(2) 공통성질

- ① 자연 발화성 물질 및 금수성 물질
- ② 물과 반응하여 수소 등 가연성 가스를 발생, 발열하는 물질
- ③ 일부는 공기 중 노출 시 자연 발화, 다른 일부는 물과 접촉하여 발화

(3) 저장 및 취급상의 주의사항

- ① 보호액 중에 저장
 - ㉠ 황린 : 물 속에 저장
 - ㉡ 칼륨·나트륨·알칼리 금속 : 석유 속 저장(산소가 없는 상태)
 - ㉢ 알킬 알루미늄 등 : 밀폐시켜 공기접촉 차단
- ② 저장 용기는 완전 밀폐한 구조
- ③ 소량씩 나누어 저장(소분 저장)
- ④ 제1류·2류·5류·6류 위험물과 혼재 금지

(4) 소화 대책

- ① 건조사나 금속 화재용 소화약제 사용
- ② 주수, CO₂ 등은 매우 위험
- ③ 금속 칼륨, 금속 나트륨 화재가 발생하면 소화가 불가능하므로 주위 가연물을 제거하여 화재가 확대되는 것을 방지

4. 제4류 위험물(인화성 액체)

(1) 종류 및 지정수량

위험물		지정수량	위험물		지정수량
특수인화물		50[ℓ]	제3석유류	비수용성	2,000[ℓ]
제1석유류	비수용성	200[ℓ]		수용성	4,000[ℓ]
	알코올류		400[ℓ]	제4석유류	
제2석유류	비수용성	1,000[ℓ]	동·식물 유류		10,000[ℓ]
	수용성	2,000[ℓ]			

<비 고>

- (1) 인화성 액체
 - : 액체(제3석유류, 제4석유류 및 동식물유류에 있어서는 1기압과 20°C에서 액상인 것)로서 인화의 위험성이 있는 것
- (2) 특수인화물
 - : 이황화탄소, 디에틸에테르 그 밖에 1기압에서 발화점이 100°C 이하인 것 또는 인화점이 -20°C 이하이고 비점이 40°C 이하인 것
- (3) 제1석유류
 - : 아세톤, 휘발유 그 밖에 1기압에서 인화점이 21°C 미만인 것
- (4) 알코올류
 - ① 1분자를 구성하는 탄소원자의 수가 1개부터 3개까지인 포화1가 알코올(변성알코올을 포함)
 - ② 1분자를 구성하는 탄소원자의 수가 1개 내지 3개의 포화1가 알코올의 함유량이 60wt% 미만인

수용액 제외

- ③ 가연성액체량이 60wt% 미만이고 인화점 및 연소점(태그개방식인화점 측정기에 의한 연소점)이 에틸알코올 600wt% 수용액의 인화점 및 연소점을 초과하는 것은 제외

(5) 제2석유류

- ① 등유, 경유 그 밖에 1기압에서 인화점이 21°C 이상 70°C 미만인 것
- ② 도료류 그 밖의 물품에 있어서 가연성 액체량이 40wt% 이하이면서 인화점이 40°C 이상인 동시에 연소점이 60°C 이상인 것은 제외

(6) 제3석유류

- ① 중유, 클레오소트류 그 밖에 1기압에서 인화점이 70°C 이상 200°C 미만인 것
- ② 도료류 그 밖의 물품은 가연성 액체량이 40wt% 이하인 것은 제외

(7) 제4석유류

- ① 기어유, 실린더유 그 밖에 1기압에서 인화점이 200°C 이상 250°C 미만인 것
- ② 도료류 그 밖의 물품은 가연성 액체량이 40wt% 이하인 것은 제외

(8) 동식물유류

- ① 동물의 지육 등 또는 식물의 종자나 과육으로부터 추출한 것으로서 1기압에서 인화점이 250°C 미만인 것
- ② 행정안전부령으로 정하는 용기기준과 수납·저장기준에 따라 수납되어 저장·보관되고 용기의 외부에 물품의 통칭명, 수량 및 화기엄금(화기엄금과 동일한 의미를 갖는 표시를 포함)의 표시가 있는 경우를 제외

(2) 공통성질

- ① 인화성 액체
- ② 인화점이 낮아 연소하기 쉽다
- ③ 공기 접촉 시 가연성 혼합기 형성
- ④ 증기는 공기보다 무겁다(예외: 시안화수소)

(3) 저장 및 취급상의 주의사항

- ① 누출 방지를 위해 밀폐(연소 상한계 이상)
- ② 화기 엄금
- ③ 정전기 방지 조치

(4) 소화 대책

- ① 주수에 의한 냉각소화
- ② 포소화설비, CO2설비에 의한 질식소화
- ③ Halon, 분말소화설비에 의한 부촉매 작용

5. 제5류 위험물(자기반응성 물질)

(1) 종류 및 지정수량

위험물	지정수량	위험물	지정수량
유기과산화물	10[kg]	니트로 화합물	200[kg]
질산에스테르류	10[kg]	니트로소 화합물	200[kg]
히드록실 아민	100[kg]	아조 화합물	200[kg]
히드록실 아민염류	100[kg]	디아조 화합물	200[kg]
		히드라진 유도체	200[kg]

<비 고>

(1) 자기반응성 물질

: 고체 또는 액체로서 폭발의 위험성 또는 가열분해의 격렬함을 판단하기 위하여 고시로 정하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것

(2) 공통성질

- ① 자기반응성 물질
- ② 공기 없이 스스로 연소 가능한 물질
- ③ 연소속도가 매우 빨라 폭발적임
- ④ 가열·충격·마찰 등에 의해 폭발위험
- ⑤ 물과의 반응 위험성은 적다

(3) 저장 및 취급상의 주의사항

- ① 가열·충격·마찰 등에 주의
- ② 관련 시설의 방폭화
- ③ 화기 엄금, 충격 주의 표지(운반용기)

(4) 소화 대책

- ① 다량의 물로 냉각소화
- ② 질식소화는 효과 없음

6. 제6류 위험물(산화성 액체)

(1) 종류 및 지정수량

위험물	지정수량	위험물	지정수량
과염소산	300[kg]	질산	300[kg]
과산화수소	300[kg]		

<비 고>

(1) 산화성 액체

: 액체로서 산화력의 잠재적인 위험성을 판단하기 위하여 고시로 정하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것

(2) 과산화수소

: 농도가 36wt% 이상인 것

(3) 질산

: 비중이 1.49 이상인 것

(2) 공통성질

- ① 산화성 액체
- ② 물에 수용성
- ③ 부식성·유독성이 강한 산화성 액체
- ④ 불연성이지만, 타 가연성 물질의 연소를 촉진
- ⑤ 물과 만나면 발열

(3) 저장 및 취급상의 주의사항

- ① 제2류·3류·4류·5류 위험물과 혼재금지
- ② 저장용기는 내산성 사용
- ③ 물·피부 접촉에 주의

(4) 소화 대책

- ① 건조사·CO2로 소화
- ② 과산화수소는 다량의 물로 희석소화
- ③ 과산화수소를 제외한 다른 물질은 약알칼리 중화제로 중화시킨 후 다량의 물을 사용하여 소화

7. 유별을 달리하는 위험물의 혼재기준

구 분	제1류	제2류	제3류	제4류	제5류	제6류
제1류		×	×	×	×	○
제2류	×		×	○	○	×
제3류	×	×		○	×	×
제4류	×	○	○		○	×
제5류	×	○	×	○		×
제6류	○	×	×	×	×	

※ 비고

- ① " × "는 혼재금지 표지
- ② " ○ "는 혼재가능 표지
- ③ 지정수량의 1/10이하의 위험물에는 미적용

문제14) 지정수량

1. 지정수량의 정의

- (1) 위험물의 특성이 유사한 것 끼리 제1류에서 제6류로 구분하며, 위험물을 저장 또는 취급하기 위해서는 사전에 행정청에 허가를 받아야한다
- (2) 이기준이 되는 최저수량을 지정수량이라 하며 대통령령으로 정한다

2. 규제범위

- (1) 저장·취급량이 지정수량 이상인 경우
: 위험물 안전 관리법에 의해 규제를 받는다
- (2) 저장·취급량이 지정수량1/5이상 지정수량 미만인 경우
: 시·도 조례의 규제를 받는다
- (3) 저장·취급량이 1/5 미만인 경우
: 저장·취급 시 규제를 받지 않으며 운반을 하는 경우에는 위험물안전관리법의 적용을 받는다

3. 배수계산

- (1) 2이상의 위험물을 같은 장소에서 저장 또는 취급하는 경우
- (2) $\frac{A\text{품목의 수량}}{A\text{품목의 지정수량}} + \frac{B\text{품목의 수량}}{B\text{품목의 지정수량}} \dots\dots\dots$
: 얻은 수의 합계가 1이상인 경우 지정수량 이상의 위험물로 본다

4. 표시

- (1) 제4류 위험물인 경우 : [ℓ]단위
- (2) 고체·액체의 위험물인 경우 : [kg]단위

문제16) 산업안전보건법상의 위험물 분류기준

(1) 폭발성 물질

- ① 가열·마찰·충격 등 산소나 산화제 공급 없이도 폭발이나 격렬한 반응을 일으킬 수 있는 고체나 액체
- ② 유기과산화물, 질산에스테르, 셀룰로이드 등

(2) 가연성 가스

- ① 폭발하한농도의 하한이 10[%]이하 또는 상·하한의 차가 [20%] 이상인 가스
- ② 수소, 프로판, 부탄, 메탄, 아세틸렌, 에틸렌 등

(3) 산화성 물질

- ① 산화력이 강하고 가열·충격·타 화약물질과 접촉 시 격렬하게 분해하거나 반응하는 고체나 액체
- ② 염소산 염류, 질산 염류, 과산화수소, 무기과산화물 등

(4) 발화성 물질

- ① 스스로 발화하거나, 발화가 쉽거나, 물과 접촉 시 발화 또는 가연성 가스를 발생하는 물질
- ② 가연성 고체 : 황화인, 석면, 황, 철분, 금속분, 마그네슘, 인화성고체
- ③ 자연발화성 및 금수성 물질 : 칼슘, 나트륨 등

(5) 인화성 물질

- ① 1기압 대기 속에서 인화점이 65[°C] 이하인 가연성 액체
- ② 인화점 -30[°C]미만 물질 : 에틸에테르, 아세트알데히드, 산화프로필렌 등
- ③ 인화점 -30[°C] ~ 0[°C]미만 물질 : 산화에틸렌, 아세톤, 메틸에틸케톤 등
- ④ 인화점 0[°C] ~ 30[°C]미만 물질 : 메틸알코올, 에틸알코올 등
- ⑤ 인화점 30[°C] ~ 65[°C]미만 물질 : 등유, 경유, 테레핀유, 아세트산 등

(6) 부식성 물질

- ① 금속 등을 쉽게 부식시키고 인체에 접촉하면 심한 상해(화상)을 입히는 물질
- ② 부식성 산류
 - ㉠ 농도가 20%이상 : 염산, 황산, 질산 등
 - ㉡ 농도가 60%이상 : 인산, 아세트산, 불산 등
- ③ 부식성 염기류
: 농도가 40%이상 : 수산화나트륨, 수산화칼륨 등

(7) 독성 물질

- ① 흡입·음용·접촉 시 사망, 중대한 장애 또는 건강에 해를 끼치는 물질
- ② 경구투입시험에 의한 LD50이 20[mg/kg] 이하인 화학물질
- ③ 경피흡수시험에 의한 LD50이 400[mg/kg] 이하인 화학물질
- ④ 4시간 흡입시험에 의한 LC50이 2,000[ppm] 이하인 화학물질

문제17) 특수가연물

1. 품명 및 지정수량

품명	수량	
(1) 면화류	200kg이상	
(2) 나무껍질 및 대팻밥	400kg이상	
(3) 냅마 및 종이부스러기	1,000kg이상	
(4) 사료	1,000kg이상	
(5) 볏짚류	1,000kg이상	
(6) 가연성고체류	3,000kg이상	
(7) 석탄·목탄류	10,000kg이상	
(8) 가연성액체류	2m ³ 이상	
(9) 목재가공품 및 나무부스러기류	10m ³ 이상	
(10) 합성수지	발포시킨 것	20m ³ 이상
	그 밖의 것	3,000kg이상

<비 고>

- (1) 면화류 : 불연성·난연성이 아닌 면상·팽이모양의 섬유와 마사원료
- (2) 냅마 및 종이부스러기 : 불연성·난연성이 아닌 것
- (3) 사료 : 불연성·난연성이 아닌 실과 누에고치
- (4) 볏짚류 : 마른 볏·마른 볏더기와 이들의 제품 및 건조
- (5) 가연성 고체류
 - ① 인화점이 40°C이상 100°C미만
 - ② 인화점이 100°C이상 200°C미만, 연소열량이 8kcal/g당 이상
 - ③ 1기압과 20°C초과 40°C이하에서 액상
- (6) 석탄·목탄류 : 코크스, 석탄가루를 물에 갠 것(조개탄, 연탄, 석유코크스, 활성탄)
- (7) 가연성 액체류
 - ① 1기압과 20°C이하에서 액상인 것으로서 40wt%이하, 인화점이 40°C 이상 70°C 미만
 - ② 1기압과 20°C이하에서 액상인 것으로서 40wt%이하, 인화점이 70°C 이상 200°C 미만인 물품
 - ③ 동물의 기름기와 살코기·식물의 씨나 과일의 살로부터 추출
- (8) 합성수지류 : 불연성·난연성이 아닌 고체의 합성수지제품

2. 설치기준

- (1) 특수가연물을 저장·취급 장소에는 품명·최대수량·화기취급의 금지표지를 설치할 것
- (2) 다음 기준에 따라 쌓아 저장할 것
 - ① 물질별로 구분하여 쌓을 것
 - ② 쌓는 높이는 10m이하이고, 쌓는 부분의 바닥면적은 50m²이하(석탄·목탄류: 200m²)
 - ③ 쌓는 부분의 바닥면적 사이는 1m이상

문제18) 특수인화물

1. 정의

- ① 특수인화물은 지정품목 이황화탄소, 디에틸에테르와 지정성상 1기압에서 발화점이 100[°C]이하이거나 인화점이 -20[°C]이하이고 비점이 40[°C]이하인 것
- ② 발화점이나 인화점이 낮고 비점이 매우 낮아서 휘발, 기화가 쉽기 때문에 연소·폭발 위험성이 매우 높은 물질(지정수량은 50ℓ)

2. 종류별 특징

(1) 이황화탄소(CS₂)

- ① 비점, 인화점, 발화점이 매우 낮고, 연소범위는 1.3 ~ 50[%]로 넓으며 증기압(300 [mmHg])이 높아 휘발성이 크고 인화성이 강하다
- ② 발화점이 90[°C]로 낮아 조명기구의 열에도 발화하며 SO₂를 배출한다
- ③ 강산화제와 접촉 시 격렬히 반응하고 혼촉 발화 한다
- ④ 저장 시 직사광선을 피하고 밀폐용기나 탱크 내에 보관한다
- ⑤ 대형화재의 경우 포 방사가 효과적이다

(2) 디에틸에테르(C₂H₅-O-C₂H₅)

- ① 나트륨과 반응하면 수소를 발생 시킨다
- ② 비점, 인화점, 발화점이 매우 낮고 연소범위는 1.9 ~ 48[%]로 넓어 인화성이 큼
- ③ 공기 중 산화되어 불안정한 과산화물을 만드는데 이는 유기과산화물과 유사한 위험성을 가져 폭발위험이 크다
- ④ 강산화제와 접촉 시 격렬히 반응하고 발화한다
- ⑤ 저장 시 직사광선을 피하고 밀폐용기나 탱크 내에 보관한다
- ⑥ 정전기 방지를 위해 소량의 CaCl₂를 넣어두고 과산화물 생성방지를 위해 40[mesh]의 구리망을 넣어둔다

(3) 콜로디온

- ① 무색 또는 미황색의 액체로 질소의 양, 용해량, 용제, 혼합율에 따라 다소 성질이 달라진다
- ② 에탄올·에테르 용제는 휘발성이 매우 크고 가연성 증기를 쉽게 발생시키기 때문에 에콜로디온은 인화가 용이하다
- ③ 용제가 증발하여 질화면만 남으면 제5류 위험물과 같은 폭발위험이 있다
- ④ 화기엄금, 가열금지 및 직사광선을 피하고 용제가 증발되는 것을 방지해야한다
- ⑤ 대규모 화재시, 알코올 포로 질식 소화한다

(4) 아세트알데히드

- ① 무색으로 자극성 냄새가 나는 휘발성이 강한 액체
- ② 비점, 인화점, 발화점이 매우 낮고 연소범위는 4 ~ 60[%]로 넓으며 증기압(750 [mmHg])이 높아 휘발성이 크고 인화성이 강하다

- ③ 농황산과 접촉에 의해 격렬히 중합반응을 일으켜 발열한다
- ④ 구리, 수은, 마그네슘, 은 및 그 합금으로 된 취급 설비는 아세트알데히드와의 중합 반응으로 폭발성 물질을 생성한다
- ⑤ 화기엄금, 가열금지, 냉암소저장, 수증기 또는 불활성 가스 봉입, 냉각 장치 등이 필요하다
- ⑥ 수용성이므로 소화 시 분무사의 물을 주수하여 희석 소화한다

(5) 산화프로필렌($\text{CH}_3\text{CHOCH}_2$)

- ① 비점, 인화점, 발화점이 매우 낮고 연소범위가 2.3 ~ 36[%]이며 연소속도가 빠름
- ② 반응성이 풍부하여 구리, 철, Al, Mg, 수은, 은 또는 산, 염기, 염화 제2철 등 활성이 강한 촉매류, 강산류, 염기와 중합반응을 일으켜 발열, 폭발한다
- ③ 진한 황산과 접촉에 의해 중합 폭발 한다
- ④ 수용액 상태에서도 인화의 위험이 있으며 밀폐용기를 가열하면 심하게 폭발하고 공기 중에서 폭발적으로 분해할 위험이 있다
- ⑤ 화기엄금, 가열금지, 직사광선 금지, 냉암소보관, 수증기·불활성가스 봉입, 냉각 장치 등이 필요하다
- ⑥ 대형 화재시 다량의 알코올 포로 일시에 소화한다

※ 기출문제분석2(국내 위험물 분류관련)

1. 니트로화합물을 설명하시오(36회,5점)
2. 자기연소성 물질을 설명하시오(38회,5점)
3. 자기 반응성 물질을 써라(42회,5점)
4. 6급 위험물의 종류, 저장방법, 취급방법, 특성을 설명하라(45회,20점)
5. 다음의 위험물 5가지를 선택하여 소화원리를 설명하시오(50회,25점)
 - 1) 제1류(산화성 고체)
 - 2) 제2류(가연성 고체)
 - 3) 제3류(자연발화성 물질 및 금수성 물질)
 - 4) 제4류(인화성 액체)
 - 5) 제5류(자기반응성 물질)
 - 6) 제6류(산화성 액체)
6. 금수성 위험물의 소화약제 종류를 설명하시오(60회,25점)
7. 제4류 위험물의 품명, 지정수량, 특성 및 취급방법을 설명하시오(62회,10점)
8. 소방법상 특수인화물에 대하여 기술하시오(69회,10점)
9. 위험물의 분류별 대표적 성질과 공동 취급 사항에 대해 설명하시오(63회,25점)
10. 소방법상 위험물의 종류를 분류하고, 각각의 품명, 공통적인 성질, 저장·취급 방법, 소화방법을 설명하시오(65회,25점)
11. 인화성 및 가연성 액체의 특성과 저장 취급방법을 설명하시오(57회,20점)
12. 휴대폰 전화기에 사용되는 리튬 건전지를 보관하는 창고(3600m²)에 적합한 청정소화설비를 설계하라(58회,20점)
13. 위험물안전관리법과 산업안전보건법에서 정의하고 있는 인화성액체(물질)에 대해 쓰시오(76회,10점)
14. 위험물 안전관리법상 위험물의 위험등급을 I, II, III 등급으로 구분한다. 이중 위험등급 I의 위험물을 쓰시오(75회,10점)
15. 다음 물질들에 대하여 위험물 안전 관리법에 근거, 위험물로 분류될 수 있는 한계에 대하여 기술하시오(82회,10점)
 - 1) 철분
 - 2) 금속분
 - 3) 인화성고체
 - 4) 특수인화물
 - 5) 알코올류
16. 마그네슘 화재 시 소화약제로서 물과 이산화탄소를 사용할 수 없는 이유를 쓰고 화학반응식으로 표현하시오(82회,10점)
17. 위험물 안전 관리법에서 정하고 있는 제4류 위험물에 대하여 기술하고, 이를 판정하기 위한 시험방법에 대하여 설명하시오(85회,25점)
18. 제3류 위험물의 품명, 성질, 취급요령 및 소화방법에 대하여 기술하시오(88회,10점)
19. 위험물안전관리법령에서 규정하는 다음 용어에 대하여 설명하시오(89회,10점)
 - 1) 액상
 - 2) 마그네슘
 - 3) 알코올류
 - 4) 동식물유류
 - 5) 수용성 물질
20. 위험물 안전 관리법 시행규칙에서 "위험물의 운반에 관한 기준"에 따라 제1류 위험물의 위험등급을 분류하고 품명 중 "그밖에 행정안전부령으로 정하는 것" 8가지와 각각의 지정수량을 기술하시오(89회,10점)
21. 물과 반응하여 가연성가스를 발생하면서 발화하는 물질(인화칼슘, 탄화칼슘)의 화재 시 소화약제로서 수계소화약제를 사용할 수 없다. 그 이유를 화학 반응식으로 표기하고 화재의 위험성에 대하여 기술하시오(89회,25점)
22. 위험물 안전 관리법, 동법 시행령 제2조[별표1]에서 제1류인 염소산염류와 제6류인 질산(HNO₃)을 위험물로 분류하는 이유를 아래 각항에 대하여 설명하시오(91회,25점)
 - ① 염소산염류는 염소산칼륨(KClO₃)이 진한 황산과 접촉할 때를 상정하여 그 구체적 작용
 - ② 질산은 암모니아와 접촉할 때를 상정하여 그 구체적 작용
23. 아염소산나트륨(NaClO₂)는 섬유의 표백, 펄프·우지의 탈색 및 표백, 가구용 목재보존, 어유·전분·설탕의 표백, 염색, 수돗물의 살균, 복숭아·포도의 표백, ClO₂ 제조 등에 사용된다. 그러나 위화합물은 위험물 안전 관리법, 동법 시행령 제2조[별표1]의 제1류 위험물(산화성 고체)로 분류하고 있다. 이에 대한
 - ① 위험성 및 유독성
 - ② 화재 시 소화방법을 설명하시오(93회,25점)

24. 소방관계법령상 특수가연물의 종류와 수량 및 저장취급기준에 대하여 기술시오?(56회,20점)
25. 소방관계법에서 특수가연물의 품명별 지정수량과 저장 및 취급방법에 대하여 설명하시오(94회,25점)
26. 위험물의 취급기준을 10가지 이상 기술하시오(99회,10점)