

특별교육

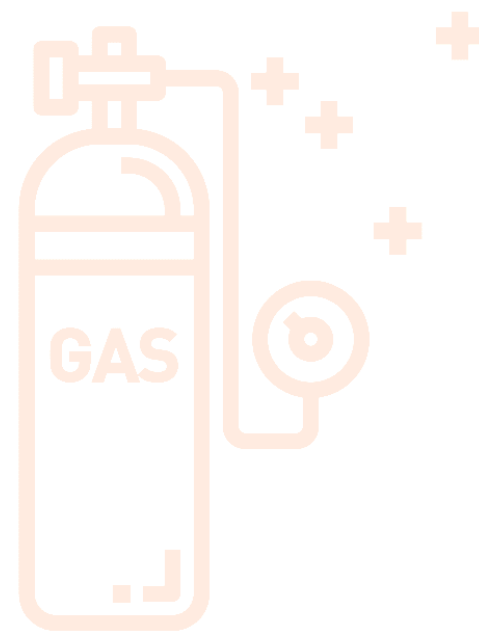
액화석유가스·수소가스 등 인화성 가스 또는 폭발성 물질 중
가스의 발생장치 취급 작업



충북대학교 산학협력단

CONTENTS

- 1 가스 안전 개요
- 2 취급가스의 상태 및 성질
- 3 가스 저장설비 및 안전취급 방법
- 4 사고사례



특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 가스의 기초

- 가스를 이해하기 위해서는 가스의 특성을 알아야한다. 가스는 고체와 같이 일정한 모양을 갖고 있지도, 액체와 같이 담는 그릇에 따라 모양이 변하지도 않는다. 가스는 모양과 부피가 일정하지 않고 압축하면 부피가 쉽게 줄어든다. 그래서 가스를 담아 두려면 밀폐된 용기에 담아 보관해야 한다. 가스를 용기에 저장하려면 높은 압력으로 압축 할수록 많은 양의 가스를 저장할 수 있다. 이런 이유로 압축가스의 경우 12 MPa, 15MPa 등과 같이 높은 압력으로 가압한다.
- 자연계(대기압, 외기온도)에서의 가스는 기체 상태이다. 이것을 인위적으로 가압하거나, 냉각하는 방법으로 액체 상태로 만든 것이 액화가스이다. 가스를 액체 상태로 만들면 기체 상태 일 때 보다 더 많은 가스를 저장할 수 있다. 이때 밀폐된 용기에는 기체(가스)와 액체(액화가스)가 공존하는 상태가 된다. 이렇게 가스는 압력, 온도 등의 변화에 따라 기체 또는 액체상태가 된다. 따라서 우리는 가스의 압력, 온도, 비중, 증기압 등을 기본적으로 이해할 필요가 있다.

▶ 압력

- 끊임없이 움직이는 가스분자들이 가스를 넣어둔 용기의 벽에 부딪히면 용기벽은 용기의 바깥방향으로 힘을 받게 되고 이 힘에 의해 가스의 압력이 나타난다.
- 가스가 충전되면 가스 분자수가 증가하여, 단위면적에 작용되는 힘, 즉 압력이 커진다.

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

- 또한, 온도가 올라가면 기체상태의 분자들이 에너지를 받아 활발하게 운동하면서 충돌 횟수가 증가하여 압력이 상승하게 된다. 이처럼 압력은 용기나 관등의 벽에 수직으로 작용하고 있는 단위면적당 힘을 말하며 압력을 나타내는 단위는 여러 가지가 있다.
- 법이나 코드 등에서는 Pa 단위를 주로 사용하는데, 현장에서는 킬로(kilo) 단위로 자주 표현하는 경우가 있다. 여기서 킬로는 kg/cm^2 를 말하며 가스업계에 종사하는 사람마다, bar, Pa, kg/cm^2 를 혼용해서 말하고 있으므로 각 단위의 차이에 대해 명확히 하는 것이 중요하다.
- 예를 들어, 산소용기의 충전압력 150 kg/cm^2 은, 14.71 MPa 이며, 147.1 bar , 145.17 atm 이다.

▼ 압력 단위 환산표

Mpa	bar	atm	Kg/cm^2
1	10	9,869	10,197

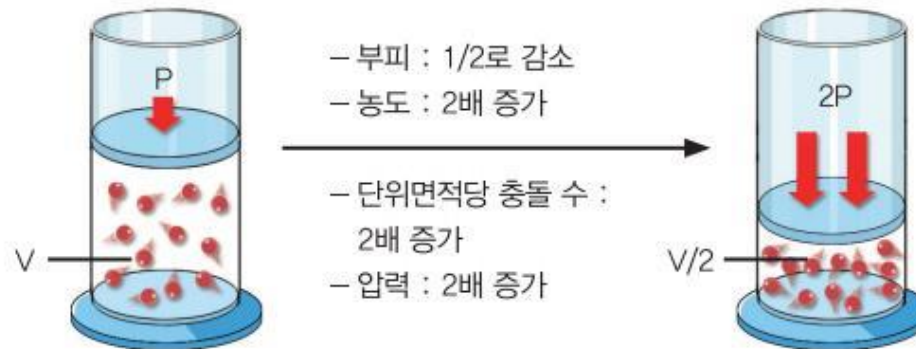
1 가스 안전 개요

▶ 압력과 부피와의 관계

- 보일의 법칙에 의하면 기체는 온도가 일정할 때 압력과 부피는 반비례 관계에 있다.

$$PV = P_1V_1$$

- 아래 그림과 같이 압력이 2배로 증가하면 부피는 1/2로 줄어든다.



▲ 압력과 부피와의 관계

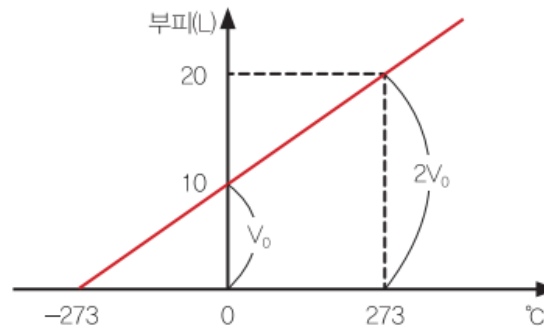
특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 압력과 온도와의 관계

- 샤를의 법칙에 따라 기체의 온도를 1°C 올리면 기체의 부피는 0°C부피의 1/273 만큼 증가한다. 이 때 온도 T는 절대온도로, 섭씨(°C)온도에 273을 더하여 K(켈빈) 단위로 환산하여 이용한다.

$$\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1}$$



▲ 온도와 부피와의 관계

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 압력, 온도, 부피와의 관계

- 기체의 부피가 일정할 때 온도와 압력이 동시에 변할 때 보일, 샤를의 법칙에 따라 기체의 체적은 압력에 반비례하고, 온도에 비례한다.

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

이와 같이 모든 가스는 압력, 온도, 부피가 서로 상관관계에 있다고 할 수 있다.

산업현장에서 해당 압축가스가 고압가스인지 해당 여부를 판단할 때에도 이 식을 활용하여 계산하며, 압축가스의 고압가스 해당 여부 판단은 다음과 같다. (상용 온도가 35℃ 이하인 경우 → 보일-샤를의 법칙 적용)

예를 들어, 상용 온도가 -30℃에서 게이지 압력이 0.9MPa인 압축가스가 있다. 상용 온도에서는 고압이 아니지만 35℃일 경우 압력은 1.168MPa이므로 해당 가스는 고압가스라고 말할 수 있다.

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1}, P_1 = P \frac{T_1}{T}$$

= (0.9+0.1013)MPa X (273+35)/(273-30) - 0.1013MPa = 1.168MPa 계산식에서, 압력은 절대압력이므로 게이지 압력(0.9MPa)에 대기압(0.1013MPa)를 더하고, 다시 대기압을 뺀다.

온도는 절대온도이므로 섭씨온도에 273을 더한다.

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 대기압

공기분자들은 지구중력에 의해 지구주위에 모여 공기 무게에 의한 대기(공기)압을 형성하고 있다.
대기압은 지표면에서 올라 갈수록 대기압이 작아진다.

이러한 대기압력을 기압이라고 하며, 단위로는 atm을 사용하고 있다.

대기압은 수주 및 수은주를 이용하여 쉽게 측정할 수 있다.

▶ 게이지압력

우리가 산업현장에서 실제로 접하게 되는 모든 현장의 게이지로 측정하고, 사용하는 압력을 말하며 표준대기압상태를 0MPa, 0 kg/cm²으로 하여 측정한 압력이다.

▶ 절대압력

진공을 기준으로 표시한 압력으로 공기의 압력 즉 대기압을 1.033kg/cm²으로 하고 측정하는 압력을 공학분야에서 사용된다.

절대압력은 게이지압력과 대기압력의 합으로 나타내며, 진공의 경우 대기압에서 진공압력(진공도)을 뺀 압력을 나타낸다.

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 온도

물체의 차갑고 더운 정도를 나타내는 것을 온도라 하며, 현재 사용되는 섭씨온도(°C)와 화씨온도(°F)가 있다.

섭씨온도의 경우는 물의 끓는점(비등점)과 어는점(빙점)을 100등분 하여 끓는점을 100°C, 어는점을 0°C로 정하여 사용하는 온도이고, 화씨온도의 경우는 물의 끓는점과 어는점을 180등분 하여, 끓는점을 212°F, 어는점을 32°F로 정해 사용하는 온도이다.

▶ 비중

비중이란 무게를 비교하는 것으로 가스의 물리적 성질을 나타낸다.

▶ 가스비중

가스비중의 기준이 되는 물질은 표준상태(0°C, 1atm)의 공기이며, 가스의 무게와 공기의 무게를 비교한 값이 비중이 된다.

이때 무게 비교는 일정량을 가지는데 1 mol(kmol), 또는 22.4L(22.4m³)를 기준으로 비교한다.

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

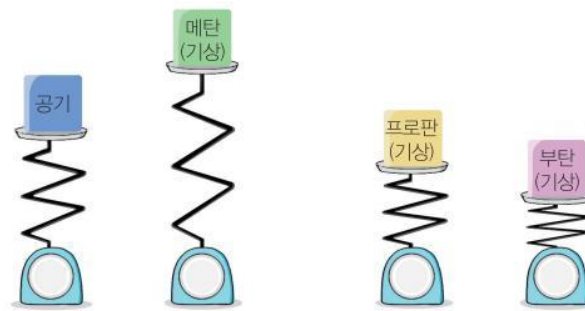
▶ 압력, 온도, 부피와의 관계

통상 표준상태에서 공기의 기준량(1 mol 또는 22.4L)에 대한 분자량은 약 29g으로 한다.

메탄(CH₄)의 1 mol의 분자량은 16g이므로 공기에 대한 비중은 0.55이다.

$$\frac{\text{가스의 무게}}{\text{공기의 무게}} = \frac{16}{29} = 0.55$$

위와 같이 각각의 물질 1mol의 분자량을 공기의 평균분자량 29g과 비교하여 비중을 구할 수 있으며 메탄의 비중이 0.55가 뜻하는 것은 공기와 무게를 비교했을 때 공기의 0.55배로, 공기보다 가볍다는 것이다. 따라서 모든 가스는 1 mol의 분자량이 공기의 평균분자량(29)보다 크면 누설시 무거워서 바닥면으로 가라앉아 바닥면에 모이고, 작으면 누설시 가벼워서 천장면으로 모이게 된다. 고압가스라고 말할 수 있다.



메탄 가스의 비중 : $16g \div 29g = 0.55$
 프로판 가스의 비중 : $44g \div 29g = 1.52$
 부탄 가스의 비중 : $58g \div 29g = 2.00$

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 액비중

액체의 비중을 액비중 이라고 하며, 비교기준이 되는 물질은 4°C의 물이다. 4°C의 물 1 cm^3 은 질량이 1g이기 때문에 물의 밀도는 1g/ cm^3 (1 kg/L)이다. 비교기준량을 cm^3 (L)로 할 경우 액체의 밀도값과 액비중의 값은 같게 된다.

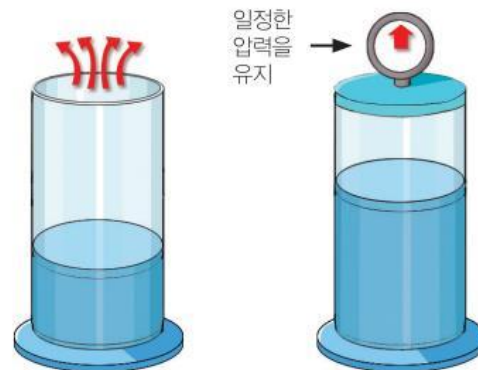
▶ 증기압

투명한 용기에 액상의 가스(예,LPG)를 넣어 일정온도에서 밀폐시키면 액체의 일부는 기화되고, 용기 내의 압력이 상승한다. 어느 정도의 압력에 이르면 더 이상 기화가 일어나지 않게 된다. 이때 더 이상의 기화가 일어나지않는 압력 즉 액체가 기체로 되는 양과 기체가 액체로 되는 양이 같게 되어 액화와 기체가 평형을 이루었을 때의 기체(증기)가 나타내는 압력을 증기압이라고 한다.

증기압은 액체의 종류와 온도에 따라 다르며 같은 가스일 경우 온도가 일정하면 용기에 들어있는 가스의 양에관계없이 압력은 일정하다.

※ 액체와 기체가 공존하는 액화가스가 증기압을 넘지 못하는 이유?

- 증기압보다 압력이 낮아지면 액체가 증발하여 압력 상승
- 증기압보다 압력이 높아지면 압력이 증기압까지 내려가도록 기체 일부 액화



(a)뚜껑이 없는 용기

(b)뚜껑이 있는 용기

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 연소범위

가연성 가스는 산소와 같은 조연성 가스가 있어야 연소나 폭발로 이어진다. 순수한 LPG나, 천연가스는 점화원이 있어도 연소나, 폭발이 일어나지 않는다. 즉 가연성가스는 공기등과 적당히 혼합되어야만 연소나, 폭발이 일어날 수 있는데 이 범위를 연소 범위, 폭발 범위(이하, 연소범위)라고 한다. 이 범위(한계)는 공기와 가연성가스의 혼합물중 가연성가스의 부피(용량) %로 표시되며, 연소할 수 있는 가장 높은 농도를 연소범위의 상한이라고 하고, 연소할 수 있는 가장 낮은 농도를 연소범위의 하한이라 한다.

이들 가스의 연소범위에서 하한이 낮을수록 위험하다고 할 수 있다. 이는 가스가 조금만 누출하여도 연소나 폭발이 일어날 수 있다는 의미이며, 하한이 높은가스는 보다 많은 량의 가스가 누설되어야 연소나 폭발이 일어날 수 있다. 또한 연소범위가 넓을수록 연소·폭발이 일어날 확률이 높으므로 위험하다고 할 수 있다.

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 용어의 정의

1) 액화석유가스

프로판이나 부탄을 주성분으로 한 가스를 액화(液化)한 것[기화(氣化)된 것을 포함한다]을 말한다.

2) 도시가스

천연가스(액화한 것을 포함한다.), 배관(配管)을 통하여 공급되는 석유가스, 나프타부생(副生)가스, 바이오가스 또는 합성천연가스로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.

3) 용기

고압가스를 충전하기 위한 것으로서 이동 가능한 것을 말한다.

4) 저장탱크

고압가스를 저장하기 위한 것으로서 일정한 위치에 고정(固定) 설치된 것을 말한다.

5) 압축가스

일정한 압력으로 압축된 가스를 말한다.

6) 액화가스

가압·냉각 등의 방법에 따라 액체 상태로 된 것으로서 대기압에서의 비점이 섭씨 40도 이하 또는 상용의 온도 이하인 것을 말한다.

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 용어의 정의

7) 가연성가스

아크릴로니트릴 · 아크릴알데히드 · 아세트알데히드 · 아세틸렌 · 암모니아 · 수소 · 황화수소 · 시안화수소 · 일산화탄소 · 이황화탄소 · 메탄 · 염화메탄 · 브롬화메탄 · 에탄 · 염화에탄 · 염화비닐 · 에틸렌 · 산화에틸렌 · 프로판 · 시클로프로판 · 프로필렌 · 산화프로필렌 · 부탄 · 부타디엔 · 부틸렌 · 메틸에테르 · 모노메틸아민 · 디메틸아민 · 트리메틸아민 · 에틸아민 · 벤젠 · 에틸벤젠 및 그 밖에 공기 중에서 연소하는 가스로서 폭발한계(공기와 혼합된 경우 연소를 일으킬 수 있는 공기 중의 가스 농도의 한계를 말한다.)의 하한이 10퍼센트 이하인 것과 폭발한계의 상한과 하한의 차이가 20퍼센트 이상인 것을 말한다.

8) 독성가스

아크릴로니트릴 · 아크릴알데히드 · 아황산가스 · 암모니아 · 일산화탄소 · 이황화탄소 · 불소 · 염소 · 브롬화메탄 · 염화메탄 · 염화프렌 · 산화에틸렌 · 시안화수소 · 황화수소 · 모노메틸아민 · 디메틸아민 · 트리메틸아민 · 벤젠 · 포스겐 · 요오드화수소 · 브롬화수소 · 염화수소 · 불화수소 · 겨자가스 · 알진 · 모노실란 · 디실란 · 디보레인 · 세렌화수소 · 포스핀 · 모노게르만 및 그 밖에 공기 중에 일정량 이상 존재하는 경우 인체에 유해한 독성을 가진 가스로서 허용농도(해당 가스를 성숙한 흰쥐 집단에서 대기 중에서 1시간 동안 계속하여 노출시킨 경우 14일 이내에 그 흰쥐의 2분의 1 이상이 죽게 되는 가스의 농도를 말한다.)가 100만분의 5000이하인 것을 말한다.

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 용어의 정의

9) 초저온용기

섭씨 영하 50도 이하의 액화가스를 충전하기 위한 용기로서 단열재를 씌우거나 냉동설비로 냉각시키는 등의 방법으로 용기내의 가스온도가 상용 온도를 초과하지 아니하도록 한 것을 말한다.

10) 고압가스설비

가스설비 중 고압가스가 통하는 부분을 말한다.

11) 특정고압가스

고압가스 안전관리법 및 시행령에 규정된 것으로서 다음의 가스를 말한다. 수소 · 산소 · 액화암모니아 · 아세틸렌 · 액화염소 · 천연가스 · 압축모노실란 · 압축디보레인 · 액화알진 · 포스핀셀렌화수소 · 게르만 · 디실란 · 오불화비소 · 오불화인 · 삼불화인 · 삼불화질소 · 삼불화붕소 · 사불화유황 · 사불화규소

12) 특수고압가스

압축모노실란 · 압축디보레인 · 액화알진 · 포스핀 · 셀렌화수소 · 게르만 · 디실란 · 오불화비소 · 오불화인 · 삼불화인 · 삼불화질소 · 삼불화붕소 · 사불화유황 · 사불화규소 및 그 밖에 반도체의 세정 등 산업통상자원부장관이 인정하는 특수한 용도에 사용되는 고압가스를 말한다.

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 고압가스

고법에서 말하는 고압가스는 어떤 특정 물질을 지칭하는 것이 아니라, 특정 상태에 있는 가스를 말한다. 예를 들어 산소를 사용하는 시설에서 고압가스의 여부는 그 산소의 상태(기상, 액상)와 압력의 정도(게이지 압력 기준)에 따라 고압가스로 판별된다. 기체 상태의 가스가 압축된 상태인 경우 상용의 온도 또는 35°C에서 압력이 1.0MPa 이상이면 고압가스이며, 가스가 액화된 경우 상용의 온도 또는 35°C에서 포화증기압력이 0.2MPa 이상이면 고압가스이다.

1) 압축가스

수소, 질소, 메탄 등과 같이 비등점이 극히 낮아 용이하게 액화시킬 수 없는 가스로서 용기 내에 가스상태로 충전되어 취급되는 가스(최고 150kg/cm²로 압축)로 상용의 온도에서 압력(게이지압력)이 1 MPa 이상이 되는 압축가스로서 실제로 그 압력이 1 MPa 이상이 되는 것 또는 섭씨 35도 온도에서 압력이 1 MPa 이상이 되는 압축가스를 말한다.

2) 액화가스

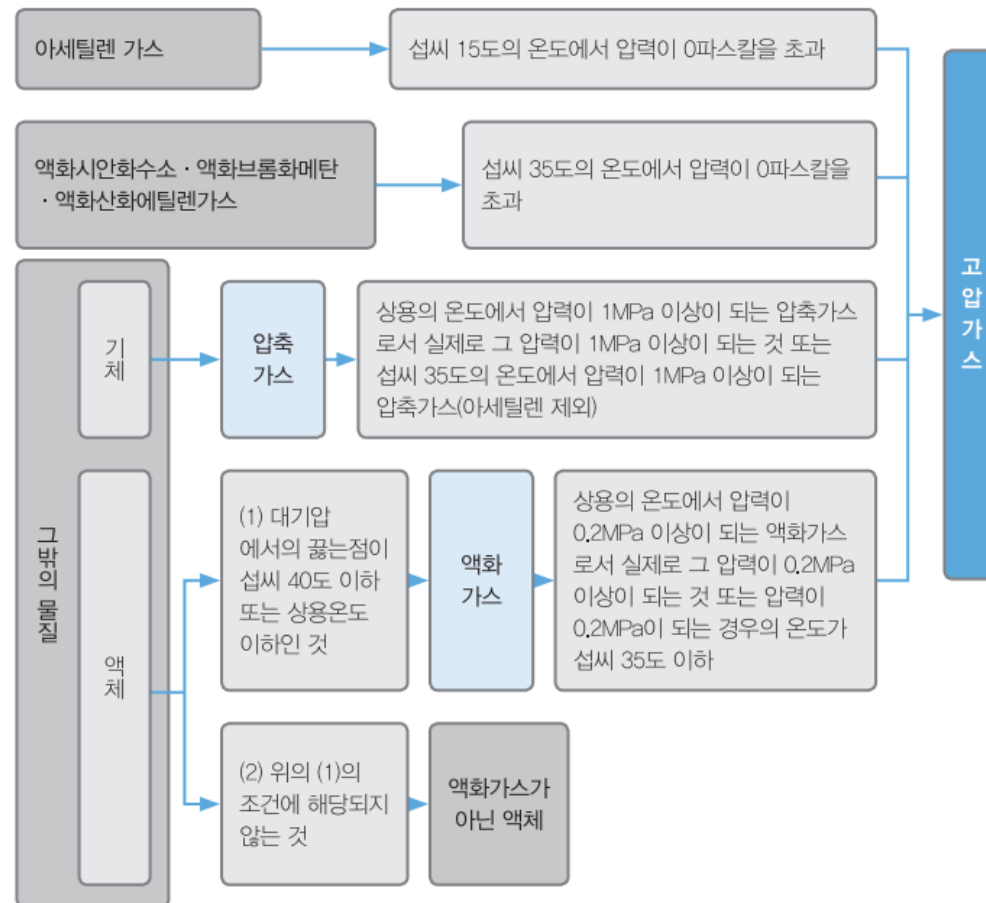
프로판, 부탄가스 등과 같이 비교적 쉽게 액화되는 가스로서 용기 내부에 액체상태로 충전되어 취급되는 가스(프로판의 경우 약 7~8 kg/cm²)이다. 상용의 온도에서 압력이 0.2 Mpa 이상이 되는 액화가스로서 실제로 그 압력이 0.2MPa 이상이 되는 것 또는, 압력이 0.2 MPa이 되는 경우의 온도가 섭씨 35도 이하인 액화가스와 35°C의 온도에서 압력이 0 Pa을 초과하는액화시안화수소, 액화브롬화메탄, 액화산화에틸렌가스가 액화가스로 취급된다.

액화가스는 일반적인 상태(대기압, 상온)에서 기체 상태인 가스를 인위적으로 가압 또는 냉각을 통해 액화된 상태로 있는 가스를 말한다. 또한 액화가스 압력은 포화증기압을 기준으로 온도에 따른 압력을 말하며, 이는 가스의 고유 물성치이다.

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 고압가스



▲ 고압가스 해당여부 판단절차

특별안전보건교육

1 가스 안전 개요

▶ 액화석유가스 및 도시가스

액화석유가스

- 무색 · 무취이다.
- 기화 및 액화가 쉽다.
- 공기보다 무겁고 물보다 가볍다.
- 액화하면 부피가 작아진다.
- 연소 시 다량의 공기가 필요하다.
- 발열량 청정성이 우수하다.

도시가스

- 비점은 약 -162°C 이며, 비점 이하의 저온에서는 초저온용기에 저장하여 사용한다.
- 무색의 투명한 액체이며, 기화한 가스는 무색 · 무취이다.
- 상온에서 가스비중은 약 0.55 정도이다.

특별안전보건교육

2 취급가스의 상태 및 성질

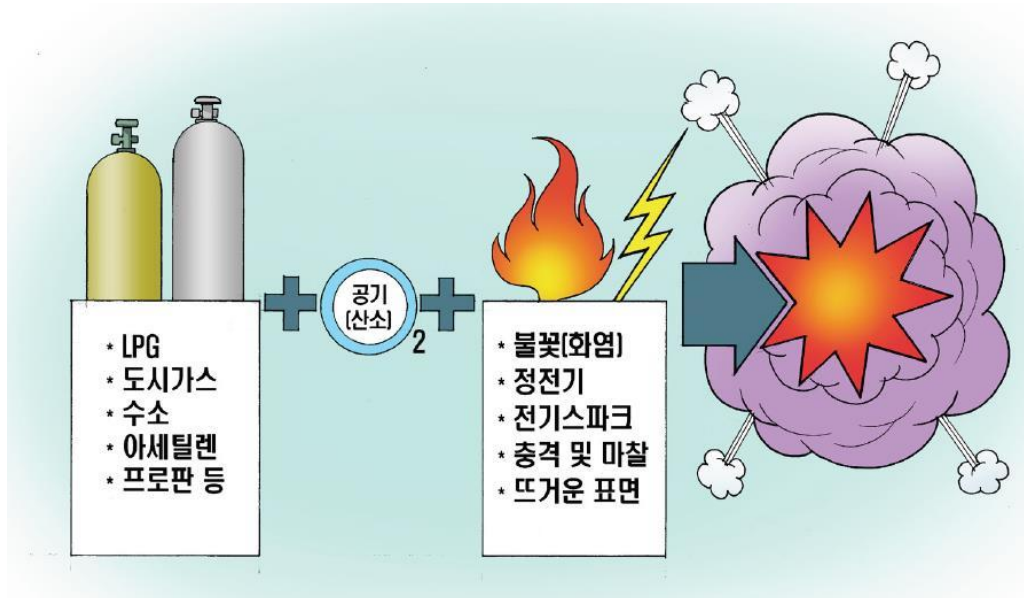
▶ 인화성가스란?

폭발한계농도의 하한(폭발하한)이 13퍼센트 이하 또는 상하한의차(폭발상한-폭발하한)가 12퍼센트 이상인 것으로 1기압 20°C에서 가스상태인 물질

수소, 아세틸렌, 에틸렌, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄, 도시가스(NG), LPG, 암모니아 등

※ 폭발하한(LEL : Lower Explosive Limit) : 폭발이 일어날 수 있는 인화성가스, 인화성액체증기 또는 분진과 공기의 최소농도

※ 폭발상한(UEL : Upper Explosive Limit) : 폭발이 일어날 수 있는 인화성가스, 인화성액체증기 또는 분진과 공기의 최대농도



2 취급가스의 상태 및 성질

▶ 인화성가스란?

물질명	Cas. No	주요 용도	유해위험성				
			인화성	고압가스	발암성	산화성	자극성/특정독성
수소	1333-74-0	암모니아, 염산, 메탄올 합성 원료, 수소첨가제					
아세틸렌	74-86-2	용접·절단용 가스 합성섬유 및 고무 원료					
에틸렌	74-85-1	석유화학제품 원료					
메탄	74-82-8	메탄올 원료, 천연가스 주성분					
에탄	74-84-0	염소화 유도체, 냉동제					
프로판	74-98-6	LPG 성분, 냉매					
부탄	106-97-8	냉동제, 첨가제, LPG 성분					
천연가스	8006-14-2	연료					
LPG	68476-85-7	가정용 연료, 용접					

특별안전보건교육

2 취급가스의 상태 및 성질

▶ 수소가스란?

- 수소가스는 철강, 석유화학, 반도체 등 여러 산업분야에서 널리 쓰이는 가스이다.
- 최근에는 수소가스를 연료로 사용하는 자동차가 개발단계에 있으므로 향후에는 일상생활에서도 쉽게 접할 수 있을 것이다
- 수소가스는 점화원(불꽃, 스파크등)에 접촉할 경우 가스자체가 불이붙거나 폭발할수있는 가연성가스이다. 인화성이 높으며 화재나 폭발을 일으킬 수 있는 폭발하한값(LEL)은 4%이고 폭발상한값(UEL)은 75%이다.
- 수소가스는 공기보다 아주 가벼워 누설되면 상부로 쉽게 흩어진다.



특별안전보건교육

2 취급가스의 상태 및 성질

▶ 수소가스의 성질

- 원자량: 1.008
- 분자량: 2.016
- 밀도: 0.09 kg/m^3
- 비점: -252.8°C
- 융점: -259.1°C
- 임계온도: -239.9°C
- 임계압력: 12.8 atm
- 폭발범위: 4.0~75.0%
- 폭굉범위: 18.3~59.0(공기중) 15.0~90.8(산소중)
- 자연발화온도: 530°C (공기중) 430°C (산소중)

▶ 수소가스의 폭발성 및 인화성

- 수소는 공기중에서 연소할 때 연한 청색을 나타내며 그 불꽃은 거의 보이지 않는다.
- 대기압 하에서 공기와 혼합되거나 산소와 혼합된 경우의 점화온도는 대략 560°C 전후이다.
- 폭발범위(공기중)는 대기압 하에서 4~75 Vol%, 산소 중에서 4~94%이다.
- 수소와 산소가 부피비 2:1로 혼합된 기체를 폭발기(Detonation)라하고 산소와 수소의 혼합비가 폭발기에 가까울수록 격렬한 반응을 한다.
- 수소의 최저발화에너지는 매우 작아 미세한 정전기 스파이크로도 폭발의 발화원이 될 수 있으며, 수소가스가 고속으로 용기에서 분출하면 마찰 등의 원인으로 발화하는 경우도 있다.

특별안전보건교육

2 취급가스의 상태 및 성질

▶ 수소가스 취급주의 사항

- 폭발범위는 4~75%로 수소는 아세틸렌 다음으로 폭발범위가 넓어 대단히 위험하다.
- 가스밀도가 작고 가벼워 확산속도가 빠르고 연소할 때의 전파속도가 빠르기 때문에 가스누출과 화기에는 특히 주의를 요한다.
- 산소와의 혼합물을 '폭명기'라고 부르며 점화하면 심한 폭발을 일으키고 백금, 석면, 파라듐분말 등과 접촉시키면 발화할 수가 있다.
- 염소가스를 혼합하면 연소폭명기라 부르는 혼합가스를 생성하여 점화 뿐만 아니라 직사광선에 의해 폭발하여 염화수소가 된다.
- 급격히 가스가 분출하면 마찰 또는 정전기로써 발화할 수 있다.
- 취급장소에는 화기엄금 표지를 붙이고 통풍이 잘되는 곳에 둔다.
- 수소 자체는 무취이지만 수소를 좁은 장소에서 사용할 때에는 공기 중의 산소농도를 저하시켜 산소 결핍을 일으킨다.
- 할로겐원소(F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2)와 격렬히 반응하여 폭발반응이 일어난다.

특별안전보건교육

3 가스 저장설비 및 안전취급방법

▶ 인화성가스 누출 시 잠재위험

- 기체 상태이기 때문에 인화점이 대부분 영하이고 점화원만 있으면 폭발한다.
- 고압가스의 경우 누출 정전기로도 점화될 수 있다.(수소, 아세틸렌 등) 점화되면 이미 누출된 가스가 한꺼번에 폭발할 수 있다.
- 옥외 누출 시 공기 비중에 따라 누출물이 상부로 확산되어 소멸될 수도 있고 지면을 따라 낮은 곳으로 체류하다 점화원에 의해 점화될 수 있다.
- 실내 누출 시 점화되면 강력한 폭발을 수반한다.
- 독성도 포함된 인화성가스의 누출 시 독성으로 인한 중독도 발생할 수 있다.
- 가스용기가 가열 시 폭발할 수 있고, 일시에 큰 화염이 발생한다.
- 파열된 용기는 빠르게 상당한 거리까지 날아갈 수 있다.

특별안전보건교육

3 가스 저장설비 및 안전취급방법

▶ 인화성가스 취급 작업 시 안전수칙

- 인화성가스 취급지역은 열적, 기계적 점화원 제거
 - 인화성가스 취급지역은 폭발위험지역으로 지정하고, 전기설비는 취급물질 및 위험지역에 적합한 방폭형을 사용
 - 인화성가스 이송 배관은 접지 실시
 - 실린더나 튜브 트레일러 사용시 안전수칙 준수
-
- √ 인화성가스 공급 실린더는 옥외의 별도장소에 저장
 - √ 인화성가스가 누출될 경우 가스공급이 자동 중단되도록 인터록 구성
 - √ 듀얼타입(A/B)으로 공급될 경우 상호 역류되지 않도록 체크밸브 설치 및 마감밸브 사용
 - √ 실린더 교체시 방폭형 공구 사용
 - √ 모든 연결구는 지정된 힘으로 체결되도록 토크렌치 사용
 - √ 각종 밸브, 퍼지배관과 물질배관은 상호구분이 쉽도록 표시
 - √ 세부적인 용기교체절차를 마련하고 절차에 따라 교체작업 실시
 - √ 가스감지기 및 자동소화설비 설치

특별안전보건교육

3 가스 저장설비 및 안전취급방법

▶ 인화성가스 취급 작업 시 안전수칙

- 만일의 화기작업은 작업허가에 따라 위험을 완전히 제거한 후 실시
- 폭발 또는 화재 등의 예방을 위한 환기 실시
- 인화성가스 취급 장소에서 화기 등의 사용 금지

√ 폭발이나 화재가 발생할 우려가 있는 장소 또는 그 주변에는 용접이나 화기작업 금지



[인화성가스 취급지역]



[폭발·화재 발생 우려 장소 화기작업 금지]

특별안전보건교육

3 가스 저장설비 및 안전취급방법

▶ 인화성가스 누출 시 대응수칙

- 공정을 안전하게 중단하고, 누출 차단 후 환기 실시
- 누출을 차단할 수 없거나, 누출물의 점화위험이 있으면 즉각 대피
- 누출가스에 이미 불이 붙은 경우 소화가 불가능하므로, 주위설비 냉각에 주력
- 최대한 먼 거리에서 주수하거나 무인 방사포를 사용
- 누출지점의 냉각으로 결빙위험이 있으므로 누출설비의 밸브, 안전장치에는 주수하지 않음
- 안전밸브에서 큰 소리가 나거나 탱크외부가 변색되면 BLEVE 폭발위험이 있으므로 즉시 철수
- 탱크, 실린더가 화재에 휩싸이면 절대 접근금지 조치

* 비등 액체 팽창 증기 폭발(BLEVE, Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) : 인화성 액체 또는 액화가스 저장탱크 주변에서 화재가 발생할 경우 탱크 내부의 기상부가 국부적으로 가열되면 그 부분의 강도가 약해져 탱크 내부의 액화된 가스 또는 인화성 액체가 급격히 외부로 유출되어 팽창이 이루어지며, 화구(Fire ball)을 형성하여 폭발하는 형태

특별안전보건교육

3 가스 저장설비 및 안전취급방법

▶ 누출사고 피해 최소화 방안

설비적 대책

- 인화성가스를 사용·취급하는 장소는 다른 작업장소와 방화구획 조치
- 배관시스템은 누출 가능성을 최소화하기 위하여 가능하면 용접에 의한 연결방법을 사용
- 배관시스템에는 보수 및 사고에 대비한 긴급히 차단할 수 있는 차단밸브 설치
- 차단밸브는 사고시 자동 또는 안전하게 원격으로 조작할 수 있도록 설치

관리적 대책

- 저장·취급하는 인화성가스에 대한 특별 안전보건교육 등 실시

저장·취급하는 인화성 물질의 종류, 특성 및 위험성, 안전한 취급방법 및 설비 운전에 필요한 절차, 사고 사례 등

- 인화성가스 취급공정에서 사고발생시 피해를 최소화하기 위해 다음 사항을 포함한 비상조치절차를 작성하고 정기적으로 훈련 실시

화재 전파방법(경보 등), 비상연락망 구성 및 연락방법, 화재 진화 및 누출확산 방지, 설비의 비상정지절차, 근로자의 안전한 대피방법



특별안전보건교육

3 가스 저장설비 및 안전취급방법

▶ 가스사고 예방대책

안전점검

√ 누설점검

배관 및 호스의 표면에 흠이 있거나, 낡은 부분, 중간밸브 및 연결부위 등에는 주기적으로 가스누설검지기나 비눗물 등을 사용하여 누설상태를 점검

√ 사용시설 점검

- ① 용기저장소 설치(옥외)상태
- ② 충전용기와 화기와의 안전거리(우회거리: 8m이상) 유지여부
- ③ 용기저장소와 바닥 배수시설 및 통풍상태
- ④ 용기의 전도·전락 방지상태
- ⑤ 배관의 은폐여부
- ⑥ 배관 이격거리: 전기계량기 및 개폐기(60cm이상), 굴뚝, 전기점멸기 및 접속기(30cm이상), 전선(15cm이상)
- ⑦ 호스길이는 3m 이내로 하며, "T"형 연결금지

√ 용기의 점검

- ① 외관 부식, 균열여부
- ② 도색 및 표지상태
- ③ 용기의 캡이나 프로텍터의 부착여부
- ④ 밸브작동상태 및 압력게이지 상태

특별안전보건교육

3 가스 저장설비 및 안전취급방법

▶ 가스사고 예방대책

가스누설경보기 및 차단장치의 설치

가스를 고정적으로 사용하는 장소와 가스를(용기포함) 지정하는 장소에는 가스누설경보기 및 자동차단장치를 설치한다.

- ① 가스를 소량 임의로 누출시켜 작동여부를 확인
- ② 공기보다 무거운 가스: 버너의 중심부에서 수평거리 4m이내, 바닥에서 30cm이내 경보기 설치
- ③ 공기보다 가벼운 가스: 버너의 중심부에서 수평거리 8m이내, 천장에서 30cm이내 경보기 설치
- ④ 경보기 설치 금지 장소
 - 환기구 등 공기의 출입구 부근 및 연소기의 폐가스가 접촉 가능지역
 - 습윤지역 및 연소기와 검지부 사이에 가스의 흐름을 차단하는 장애물이 있는 장소
- ⑤ 가스누설 자동차단장치는 가스누설 검지후 60초이내 자동차단 성능을 유지하여야 한다.
- ⑥ 차단부는 주배관에 설치한다.

특별안전보건교육

3 가스 저장설비 및 안전취급방법

▶ 관련 법규 및 안전보건기준

산업안전보건기준에 관한 규칙

- 제231조(인화성 액체 등을 수시로 취급하는 장소) 인화성 가스 등을 수시로 취급하는 장소에서는 환기가 충분하지 않은 상태에서 전기기계·기구를 작동시켜서는 아니 됨
- 제232조(폭발 또는 화재 등의 예방)
 1. 인화성 액체의 증기, 인화성 가스 또는 인화성 고체가 존재하여 폭발이나 화재가 발생할 우려가 있는 장소에서 통풍·환기 및 분진제거 등의 조치 실시
 2. 증기나 가스에 의한 폭발이나 화재를 미리 감지하기 위하여 가스 검지 및 경보 성능을 갖춘 가스 검지 및 경보장치를 설치
- 제325조(정전기로 인한 화재·폭발 등 방지) 정전기 화재, 폭발 등의 위험이 발생한 우려가 있는 경우 해당 설비를 확실한 방법으로 접지, 도전성 재료를 사용 가습 및 점화원의 우려가 없는 제전장치를 사용하는 등 필요한 조치 실시

특별안전보건교육

4 사고사례

▶ 고압가스 누출사고

사고 개요

- 사고 유형: 가스누출사고
- 사고 일시: 00년 5월 24일
- 사고 장소: 인천 소재 A대학 신소재공학과 연구실
- 피해현황: 없음

사고 발생과정

사고 발생원인

- 연구실에서 혼합가스 사용 중 가스 누출
- 사고장소에서 학생 3명이 5월 14일 구매한 혼합가스(H₂S 10%+Ar 90% 밸런스)로 실험 중 가스냄새와 함께 가스새는 소리가 나는 것을 확인하고 대피함(용기 바닥면 30cm 부근이 찢어짐)

사고 예방을 위한 주의사항

- 충전가스 종류 변경시 용기 재검사 실시여부 확인
- 용기에 각인된 충전가스 명과 충전가스의 일치여부 확인



〈사고현장 사진(연구실)〉



〈가스누출 지점 확인〉

특별안전보건교육

4 사고사례

▶ 고압가스 누출사고 사고 개요

- 사고 유형: 가스화재사고
- 사고 일시: 00년 7월 17일
- 사고 장소: 천안 소재 A대학 신소재학관 연구실
- 피해현황: 부상 1명
- 박막코팅 연구를 진행하기 위해 재료 열처리 실험로에 아르곤과 수소를 주입하다 발생
- 수소용기에 압력조정기를 설치하지 않고 유량계와 고무호스를 직접 연결하여 재료 열처리로에 가스를 공급함
- 공급압력을 이기지 못하고 호스가 이탈하여 가스 누출로 화재발생
- 압력조정기를 사용하여 저압으로 사용
- 고압의 가스가 흐르는 설비에는 고압설비(고압배관 및 고압호스 등) 사용

사고 발생과정

사고 발생원인

사고 예방을 위한 주의사항



〈열처리로 및 그 주변〉



〈압력조정기가 설치되어 있지 않음〉

특별안전보건교육

4 사고사례

▶ 고압가스 누출사고

사고 개요

- 사고 유형: 가스화재사고
- 사고 일시: 00년 12월 21일
- 사고 장소: 충남 소재 C 대학
- 피해현황: 사망 1명, 부상 2명, 재산피해 약 600만원

사고 발생과정

- 자체 연구과제로 용기의 폭발압력을 흡수할 수 있는 폭발흡수장치 개발하기 위한 시험도중 용접 제작한 원통형 폭발조가 폭발한 사고임

사고 발생원인

- 내압폭발조 내에 LPG를 넣은 후 연소폭발범위를 맞추기 위해 산소를 주입하는 과정에서 원인 모를 점화원에 의한 가스폭발 발생

사고 예방을 위한 주의사항

- 연구실에서 혼합가스를 가압 시 방호물 설치 등 안전조치 철저
- 연구실에 대한 가스안전 계도 강화



〈파괴된 폭발조, 폭발압력 흡수장치〉



〈LPG용기〉

감사합니다.



충북대학교 산학협력단