

발 간 등 록 번 호
11-1661000-000072-10

2020년도

국가화재안전기준 해설서 (3권)

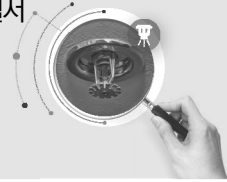
| NFSC 106 |



소방청
National Fire Agency 119

이산화탄소소화설비의
화재안전기준
(NFSC 106)





개 요

이산화탄소소화설비는 물분무등소화설비로 분류되며 특수한 위험이 있는 곳이나 고가의 장치가 있는 장소와 불활성·비전도성 소화약제가 필수적인 장소 또는 다른 소화약제를 사용하기 어려운 장소에 많이 사용되고 있다. 그 구성요소로는 소화약제 저장용기, 소화약제, 화재감지장치, 분사헤드, 기동장치, 음향경보장치, 자동폐쇄장치, 제어반, 비상전원, 선택밸브, 환기설비, 방출표시장치, 방송경보장치 등이 있다.

이 해설서는 이산화탄소소화설비의 설치유지 및 안전관리에 필요한 세부사항에 대하여 해석상 차이점을 줄이고 용이하게 실무에 적용할 수 있도록 세부기술사항을 중심으로 해설서를 준비하였으며, 소방공무원·설계자·시공자 및 감리자 등이 쉽게 실무에 적용할 수 있도록 하였다.

특히 이산화탄소소화설비의 소화원리로부터 그 적용대상까지 각각을 정리하였으며, 그 간 화재안전기준만으로 해석하기 어려운 용어 및 문구를 세부적으로 정의 하였고 개정된 기준에 대한 해설을 담았다.

또한, 관련법규를 정리하여 이 해설서 한권을 가지고 이산화탄소소화설비의 설계·시공 및 감리 업무 등에 이용할 수 있도록 구성하여 이산화탄소소화설비의 안전성 및 신뢰성을 향상시키고자 하는 것이 이 해설서의 목표라고 할 수 있다.

일러두기 : 본 해설서는 실무능력을 배양하기 위한 참고도서이므로 다툼의 기준으로 사용할 수 없음

이산화탄소소화설비의 화재안전기준 (NFSC 106)

소방청고시 제2019-46호(2019. 8. 13.)

제1조(목적) 이 기준은 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 제9조제1항에서 소방청장에게 위임한 사항 중 물분무등소화설비인 이산화탄소 소화설비의 설치유지 및 안전관리에 요구되는 기준을 규정함을 그 목적으로 한다. <개정 2015. 1. 23., 2016. 7. 13., 2017. 7. 26.>

해설

1. 물분무등소화설비

- 가. 소방설비는 소화설비, 경보설비, 피난구조설비, 소화용수설비, 그밖에 소화활동 설비로서 대통령령으로 정한 것을 말하는 것으로서, 소화약제를 사용하여 자동 또는 수동의 방법으로 소방대상물에 설치하여 화재 확산을 막거나 억제시키는 기구 및 설비로서 옥내소화전설비, 옥외소화전설비, 스프링클러소화설비, 물분무등소화설비 등으로 구분된다.
- 나. 물분무등소화설비에는 물분무소화설비, 미분부소화설비, 포소화설비, 이산화탄소소화설비, 할론소화설비, 분말소화설비, 할로겐화합물 및 불활성기체소화설비 등이 있다.

2. 이산화탄소(carbon dioxide)

- 가. 이산화탄소의 일반적인 성질
- 1) 탄소원자 하나에 산소원자 둘이 결합한 화합물이다. 화학식은 CO_2 이며, 고체 상태일 때는 드라이아이스(dry ice)라고 부른다.

- 2) 대기 중에도 존재하며, 화산의 배출 기체에도 포함되어 있다. 유기물의 연소, 생물의 호흡, 미생물의 발효 등으로 만들어진다. 식물은 광합성 과정에서 이산화탄소를 이용하여 탄수화물을 만들고 부산물로 대기 중에 산소를 방출한다.
- 3) 이산화탄소는 온실 효과를 일으키는 온실 기체이기도 하다.

나. 물리적 성질

- 1) 상온에서 무색 기체로 존재한다. 약간 신 맛이 있다. 밀도는 0 °C, 1 atm에서 1.976 g/L이다. 삼중점은 -56.6 °C/5.11 atm으로 상온 상압에서 승화하며, 승화점은 -78.50 °C이다. 임계 온도는 31.0 °C이며, 임계 압력은 72.80 atm이다.
- 2) 에탄올에는 물에 비해서 약 2배 정도로 녹고, 카르복시산 또는 그 무수물에는 물의 약 20배 정도 녹을 수 있다. 에테르, 벤젠과는 잘 섞이지만 그 외의 많은 유기 화합물과는 잘 섞이지 않는다.
- 3) 분자의 형태는 직선형이며, 탄소 원자와 산소 원자 간의 결합 길이는 1.62 Å이다. 고체는 분자성 결정의 형태로 존재한다.

[표 1] 이산화탄소의 물리적 성질

분자식	CO ₂
분자량	44
비점	-78 °C
비중	1.529(공기 기준)
임계온도	31.0 °C
임계압력	72.8 atm
밀도	1.976 kg/m ³
삼중점	-56.6 °C
승화점	-78.5 °C
점도(20 °C)	14.7 μPa · s(14.7×10 ⁻⁶ kg/m · s)
정압비열	0.833 kJ/kg°C
정적비열	0.641 kJ/kg°C
열전도계수	0.015 W/m°C
액체의 표면장력	16.54 μN/m

다. 화학적 성질

- 1) 이산화탄소는 화학적으로 활성이 낮은 기체이다.
- 2) 물에 녹아 약한 산성을 띠는 탄산을 생성한다. 1 atm의 이산화탄소에 수용액이 접해있을 경우의 pH는 3.7이다.
- 3) 고압의 조건에서 포화 수용액을 냉각하면 수화물 $\text{CO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 가 생성된다.
- 4) 고온에서는 가역적으로 일산화탄소와 산소로 분리된다.
- 5) 수소와 가역적으로 반응하여 일산화탄소와 물을 생성한다. 적당한 조건과 촉매를 갖추고 있을 경우 메탄, 포름산, 메탄올을 생성하는 경우도 있다.
- 6) 알칼리 금속이나 알칼리 토금속과 반응하면 환원되어 탄소와 포름산염을 생성할 수 있다. 아연, 철과 같은 다른 금속과도 반응하여 일산화탄소를 생성하는 경우가 많다.
- 7) 황화수소와 함께 가열된 금속관을 통과하면 일산화탄소와 황을 생성한다. 사염화탄소와 함께 통과할 경우 포스겐을 생성한다.
- 8) 많은 금속산화물이나 수산화물과 반응하여 탄산염을 생성한다.

라. 용도

- 1) 고체 이산화탄소인 드라이아이스는 냉각제로 사용된다.
- 2) 이산화탄소는 소화기에 사용된다. 특히 물을 사용하기가 곤란한 전기로 인한 화재를 진압할 때 효과적이다.
- 3) 청량음료의 원료이기도 하다.
- 4) 원유를 채취할 때 채취량을 늘릴 목적으로 초임계상태의 이산화탄소를 사용하기도 한다.
- 5) 다른 화합물 합성의 원료로 사용된다.
- 6) 액체 상태의 이산화탄소는 용매로도 사용된다.

마. 오염 및 독성

- 1) 이산화탄소는 온실기체로 작용하여, 지구복사를 통하여 우주공간으로 나가는 에너지 중 일부를 다시 지구로 되돌린다. 이러한 이산화탄소의 성질은 지구의 에너지 평형을 깨트려서, 지구온난화의 원인으로 작용한다. 이산화탄소는 화석연료와 같은 탄소를 포함한 물질을 완전 연소시킬 경우 생성

되는데, 최근 화석연료의 사용이 크게 늘면서 이산화탄소의 배출량도 증가하여 대기 중의 이산화탄소 농도가 증가하였고 이는 지구온난화를 더욱 심화시키는 요인으로 작용하고 있다.

- 2) 고농도의 이산화탄소는 신체에 치명적일 수 있다. 부피 백분율로 (0.1~1) %의 이산화탄소는 나른함과 두통을 일으킨다. 농도가 (8~10) %일 경우 질식에 의한 사망에까지 이를 수 있다.

[표 2] 이산화탄소의 독성

이산화탄소의 농도(%)	증상발현까지의 폭로시간(분)	인체에 미치는 영향
2 미만		확실한 영향은 인정되지 않음
2~3	5~10	호흡심도의 증가, 호흡수의 증가
3~4	10~30	두통, 메스꺼움(구역), 지각 저하
4~6	5~10	상기 증상, 과호흡에 의한 불쾌감
6~8	10~60	의식수준저하, 그 후 의식상실로 진전
8~10	1~10	
10 이상	수분 이내	의식상실, 그 후 단시간에 생명의 위험이 있음
30	8~12호흡	

- 3) 이산화탄소는 가장 강력한 대뇌 혈관 확장제 중 하나이다. 고농도의 이산화탄소를 흡입했을 때 순환계에 이상을 일으켜 혼수상태 또는 사망에 이르게 할 수 있다. 다량의 이산화탄소에 노출되었을 경우 질식이 일어날 수 있다. 낮은 농도의 이산화탄소는 호흡의 증가와 두통을 일으킬 수 있다. 산소부족으로 인한 숨 가쁨, 정신적 경계심의 감소, 근육 조정의 손상, 판단력 상실, 감각의 무더짐, 정신적 불안정, 피로를 일으킬 수 있다. 질식의 과정으로 구역질, 구토, 피로, 의식 상실 등이 일어날 수 있으며 심할 경우 발작, 혼수상태, 사망에까지 이를 수 있다. 임신부에게서의 산소 부족은 태아 발육에 지장을 줄 수 있다.

3. 이산화탄소 소화설비

가. 이산화탄소 소화설비(carbon dioxide extinguisher)의 개요

- 1) 이산화탄소 소화설비는 화재의 3요소인 가연물, 공기(산소), 점화원 중의 하나인 산소의 공급을 차단함으로써 질식 작용에 의해 화재를 진압하는 소화설비이다. 이는 이산화탄소를 일정한 용기에 담아 저장시켜 놓았다가, 화재시 수동 또는 자동으로 소방대상물에 방사하여 산소의 농도를 저하시켜 연소작용을 정지시키는 소화설비이기도 하다.
- 2) 이산화탄소 소화설비는 적용범위가 넓으며, 방사 후 가연물질에 피해를 주지 않는 설비이기도 하다. 특히, 방사 시 산소의 농도 저하로 소방대상물 내에 사람이 있을 경우에는 질식시킬 우려가 있다.

나. 이산화탄소 소화설비의 소화원리

- 1) 공기의 산소함유량은 21% 이지만 이것이 15% 이하가 되면 가연물은 소화되기 시작한다. 이산화탄소는 불활성가스이고 이것을 공기 중에 30% 혼입하면 산소농도는 15%가 되고 연소물은 질식작용에 따라 소화된다.
- 2) 분사헤드에서 이산화탄소가 방사될 때의 단열팽창에 따라 온도가 저하해서 드라이아이스가 생기고 단열팽창 및 드라이 아이스 승화 시 냉각작용으로 소화를 돕는 효과가 있으며 이는 보조적으로 소화효과를 향상시킨다.

다. 이산화탄소 소화설비의 장·단점

1) 장점

- 가) 방사를 한 후에 소화약제의 잔존물이 없으므로 깨끗하다.
- 나) 전기절연성이 크므로 전기화재에 적응성이 있다.
- 다) 경년 변화가 거의 없기 때문에 소화약제의 수명이 반영구적이고 소화약제의 가격이 저렴하다.
- 라) 냉각소화작용이 크다.
- 마) 한랭지에도 동결 등에 의한 성능의 저하가 없다.
- 바) 방출용 동력원을 필요로 하지 않는다

2) 단점

- 가) 질식의 위험이 있어 사용이 제한된다.
- 나) 고압설비로서 취급하기가 어렵다(용기, 배관, 밸브 등).
- 다) 기화할 때에 온도가 급격히 낮아져 동결의 위험이 있으며, 정밀기기에는 손상을 줄 수 있다.
- 라) 소화약제가 방사될 때에는 소음이 심하다.
- 마) 소화약제가 방사될 때에 안개처럼 시야를 가리게 되어 피난에 어려움이 있다.

3) 주의점

분사헤드에서 이산화탄소가 방사하여 기화하는 경우 주열-통승효과에 따라서 온도가 강하여 드라이아이스를 형성하고, 이 드라이아이스는 -78.5°C 에서 승화하여 이산화탄소가스가 되고 드라이아이스 1g이 200°C 의 가스체로 될 때까지 약 712 J(170 cal)의 열량을 흡수하여 주위 온도가 내려가므로 이때에 동해를 주의하여야 한다.

라. 이산화탄소 소화설비의 오방출을 방지하기 위한 안전대책

- 1) 실제로 화재가 아닌 오방출에 의한 인신사고가 발생할 때마다 그 설비의 규제가 엄격하게 다루어지게 되었고 이산화탄소에 의한 소화는 소위 질식 소화이므로 방출 전에 사람을 대피시킬 필요가 있으며, 음성에 의한 방출 경보장치의 설치 등의 의무가 있다.
- 2) 점검 시에 소화약제의 방출을 차단하는 폐지전, 폐지전의 폐쇄표시 기능 부착의 컨트롤박스, 전기회로의 단락에 의한 오방출 방지 기능부착 제어반과 같은 대책 등이 있다.
- 3) 이산화탄소의 채용 시는 이런 안전대책이 필요하지만 원칙적으로 사람이 없는 장소에만 사용되어야 할 소화약제이다.
- 4) 공기 중에는 산소가 보통 21 % 존재하지만, 이 농도가 15 % 이하가 되면 일반적으로 연소는 계속될 수 없다.

[표 3] 이산화탄소 소화설비의 적용성

방 호 대 상 물		적용여부
건 축 물	통신기기실, 변전설비, 발전설비	○
제 1 류 위험물	알칼리 금속 과산화물	×
	알칼리 금속 과산화물 외의 것	×
제 2 류 위험물	철분, 금속분, 마그네슘	×
	인화성 고체	○
	그 밖의 것	×
제 3 류 위험물	금속성 물품	×
	그 밖의 것	×
제 4 류 위험물	모든 4류 위험물	○
제 5 류 위험물	모든 5류 위험물	×
제 6 류 위험물	모든 6류 위험물	×
특수 가연물	가연성 고체류 또는 합성 수지류	○
	가연성 액체류	○
	그 밖의 것	×
가연성 가스	일산화탄소, 수소, 아세틸렌, 천연가스 등	○

제2조(적용범위) 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」(이하 "영"이라 한다) 별표 5 제1호바목에 따른 이산화탄소소화설비는 이 기준에서 정하는 규정에 따라 설비를 설치하고 유지·관리하여야 한다. <개정 2012. 8. 20., 2013. 9. 3., 2015. 1. 23., 2016. 7. 13.>

해 설

1. 관계법령

가. 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」제9조 (특정소방 대상물에 설치하는 소방시설등의 유지·관리 등) ① 특정소방대상물의 관계인은

대통령령으로 정하는 소방시설을 소방청장이 정하여 고시하는 화재안전기준에 따라 설치 또는 유지·관리하여야 한다. 이 경우 「장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 장애인등이 사용하는 소방시설(경보설비 및 피난구조설비를 말한다)은 대통령령으로 정하는 바에 따라 장애인등에 적합하게 설치 또는 유지·관리하여야 한다. <개정 2018. 3. 27.>

나. 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 [별표 5] 제1호 바목의 물분무등소화설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물(위험물저장 및 처리시설중 가스시설 또는 지하구는 제외한다)은 다음의 어느 하나와 같다.

- 1) 항공기 및 자동차 관련시설 중 항공기 격납고
- 2) 차고, 주차장용 건축물 또는 철골 조립식 주차시설, 이 경우 연면적 800㎡ 이상인 것만 해당한다.
- 3) 건축물 내부에 설치된 차고 또는 주차장으로서 차고 또는 주차장 주차용도로 사용되는 부분의 바닥면적이 200㎡ 이상인 층
- 4) 기계장치에 의한 주차시설을 이용하여 20대 이상의 차량을 주차할 수 있는 것
- 5) 특정소방대상물에 설치된 전기실·발전실·변전실(가연성 절연유를 사용하지 아니하는 변압기·전류차단기 등의 전기기기와 가연성 피복을 사용하지 아니한 전선 및 케이블만을 설치한 전기실·발전실 및 변전실을 제외한다)·축전지실·통신기기실 및 전산실로서 바닥면적이 300제곱미터 이상인 것 (하나의 방화구획내에 둘 이상의 실이 설치되어 있는 경우에는 이를 하나의 실로 보아 바닥면적을 산정한다) 다만 내화구조로 된 공정제어실내에 설치된 주조정실로서 양압시설이 설치되고 전기기기에 220볼트 이하인 저전압이 사용되며 종업원이 24시간 상주하는 것을 제외한다.
- 6) 소화수를 수집·처리하는 설비가 설치되어 있지 아니한 중저준위방사성폐기물의 저장시설. 다만, 이 경우에는 이산화탄소소화설비·할론소화설비 또는 할로겐 화합물 및 불활성기체소화약제소화설비를 설치하여야 한다.
- 7) 지하가 중 예상 교통량, 경사도 등 터널의 특성을 고려하여 행정안전부령으로 정하는 터널. 다만, 이 경우에는 물분무소화설비를 설치하여야 한다.
- 8) 「문화재보호법」 제2조제2항제1호 및 제2호에 따른 지정문화재중 소방청장이 문화재청장과 협의하여 정하는 것

2. 이산화탄소소화설비의 설치

가. 적용대상

- 1) 인화성 액체
- 2) 변압기, 스위치, 회로차단기, 회전기기, 발전기 등의 전기설비
- 3) 일반가연물
- 4) 인화성액체를 사용하는 엔진
- 5) 고체 위험물 등

나. 비적용대상

- 1) 방재실·제어실 등 사람이 상시 근무하는 장소
- 2) 니트로셀룰로오스·셀룰로이드 제품 등 자기연소성 물질을 저장·취급하는 장소
- 3) 나트륨·칼륨·칼슘 등 활성 금속물질을 저장·취급하는 장소
- 4) 전시장 등의 관람을 위하여 다수인이 출입·통제하는 통로 및 전시실 등

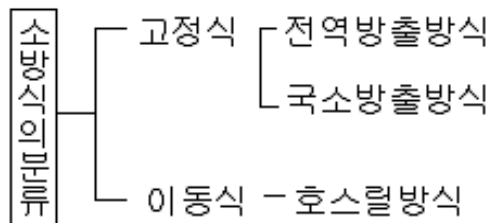
제3조(정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "전역방출방식"이란 고정식 이산화탄소 공급장치에 배관 및 분사헤드를 고정 설치하여 밀폐 방호구역 내에 이산화탄소를 방출하는 설비를 말한다. <개정 2012. 8. 20.>
2. "국소방출방식"이란 고정식 이산화탄소 공급장치에 배관 및 분사헤드를 설치하여 직접 화점에 이산화탄소를 방출하는 설비로 화재발생부분에만 집중적으로 소화약제를 방출하도록 설치하는 방식을 말한다. <개정 2012. 8. 20.>
3. "호스릴방식"이란 분사헤드가 배관에 고정되어 있지 않고 소화약제 저장 용기에 호스를 연결하여 사람이 직접 화점에 소화약제를 방출하는 이동식 소화설비를 말한다. <개정 2012. 8. 20.>

해설

1. 이산화탄소소화설비의 소화방식에 의한 분류

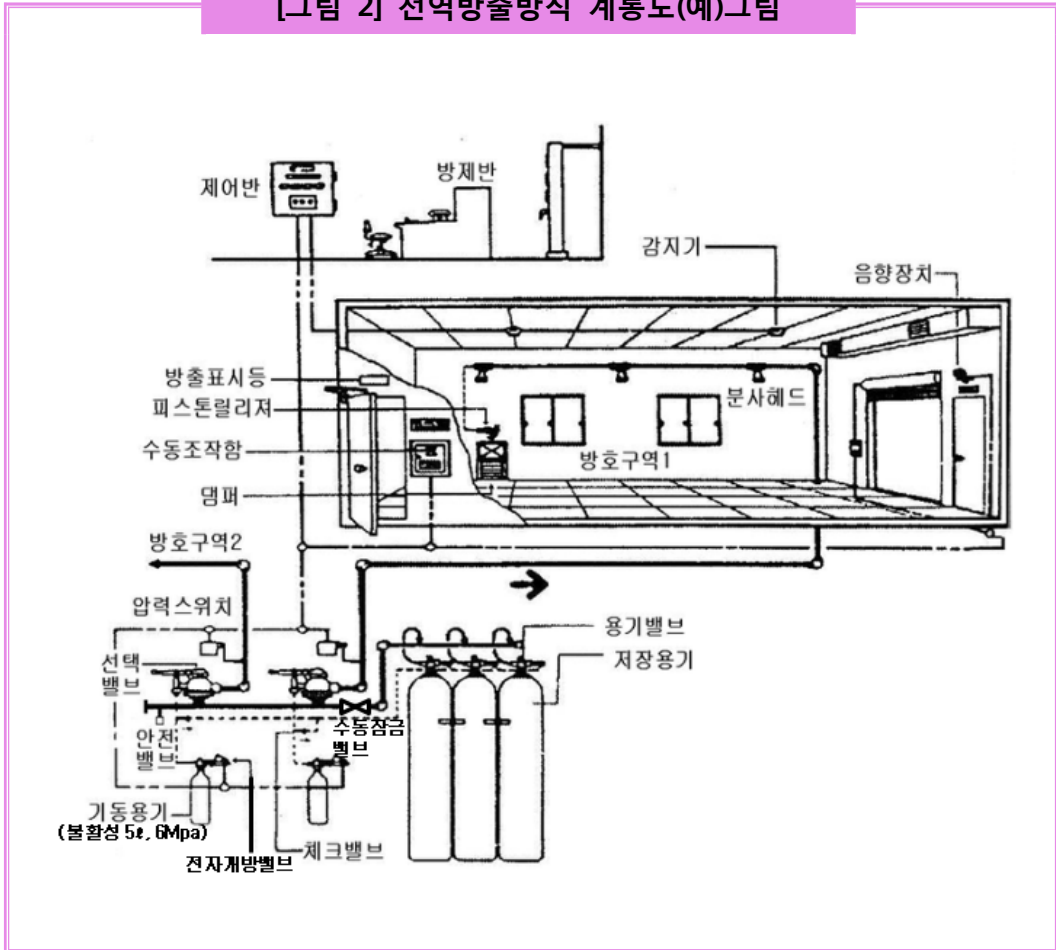
[그림 1] 소화방식에 의한 분류



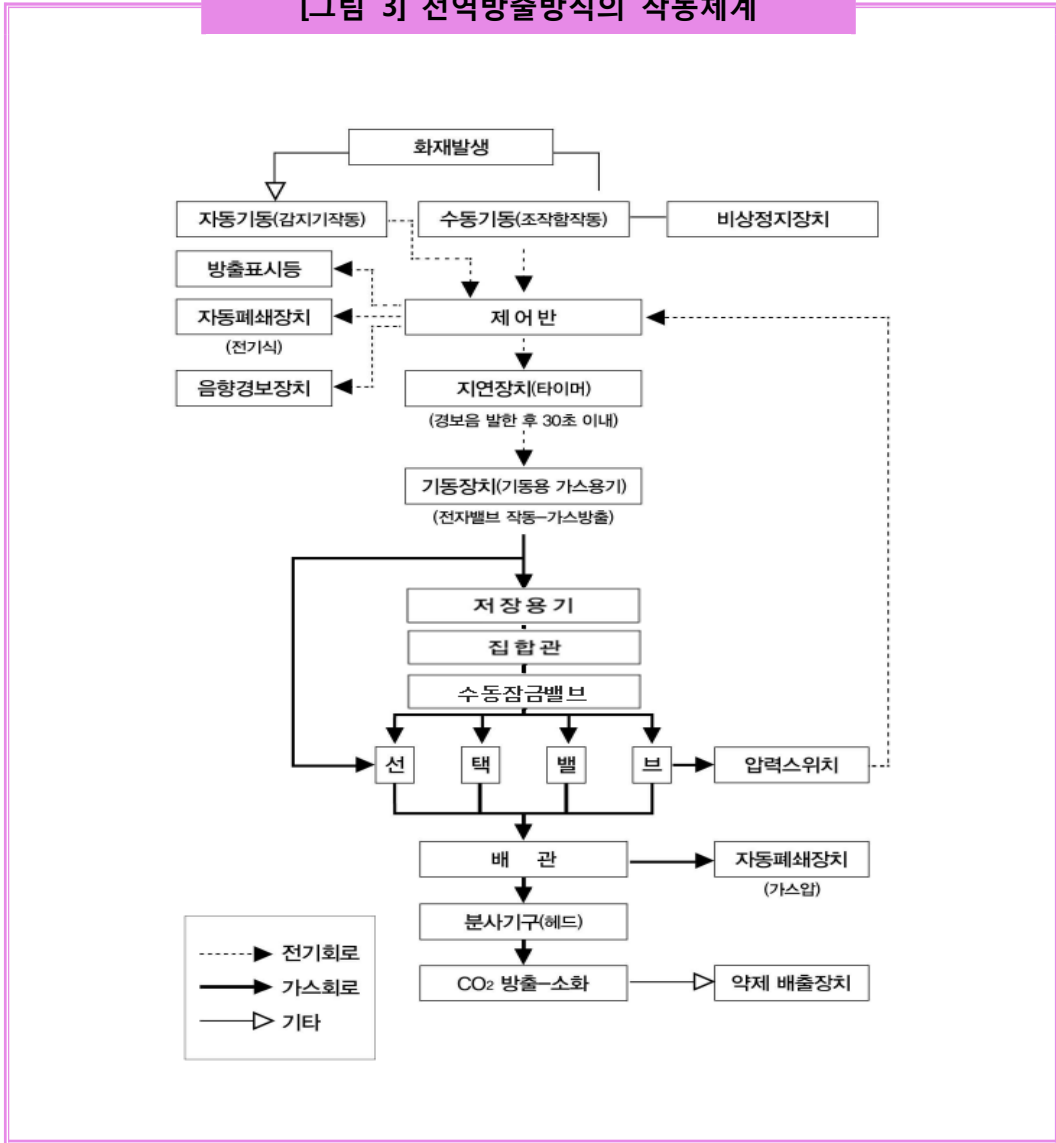
2. 전역방출방식(total flooding system)

- 가. 불연성가스 소화설비 즉, 이산화탄소 소화설비, 할로겐화합물 및 불활성기체 소화설비, 분말소화설비 및 포 소화설비의 방출 방식을 방호 구역으로 설정하여 설비상의 구획 내에서는 설비가 작동되면 당해 구역의 모든 헤드에서 동시에 소화약제가 방출되어 화재를 소화하는 방출방식이다.
- 나. 밀폐된 방호구역 내(실내)에 고정식 소화설비 공급장치에 배관 및 분사헤드를 고정 설치하여 저장된 소화약제를 방호구역 전체를 소화대상으로 하여 소화약제를 방사하는 방식으로서 방호구역 내에 산소농도의 감소 또는 부축매·냉각 등의 소화작용으로 소화하는 방법이다.

[그림 2] 전역방출방식 계통도(예)그림



[그림 3] 전역방출방식의 작동체계



다. 전역방출방식의 설치 장소

- 1) 출입구, 창문 등이 폐쇄되어 있는 장소 또는 개방된 개구부의 면적이 작아서 방호구역 내에 방사된 소화약제가 외부로 누출되는 양이 적은 장소로서 적은 양의 소화약제로도 소화효과를 거둘 수 있는 장소에 전역방출방식을 선택한다.
- 2) 소화약제의 필요량은 국소방출방식보다 단위체적당 소화약제가 적게 든다.

3. 국소방출방식(local application system)

가. 불연성가스 소화설비인 이산화탄소 소화설비, 할로겐화합물 및 불활성기체 소화설비, 분말소화설비 등의 소화약제의 방출방식으로 화재가 발생할 수 있는 부위 즉 연소기 또는 화기 취급 장소 등에 국부적으로 소화약제를 방출시켜서 화재를 소화할 수 있는 방출방식이다.

나. 소방대상물에 설치된 건물의 구조가 벽이 없는 장소, 큰 개구부가 있는 곳 또는 외부에 노출된 소화대상물에 대하여 전역방식으로 소화가 곤란한 경우, 한정된 소방대상물에 대하여 소화약제를 집중적으로 많은 양을 분사하여 소화하는 방식이다.

다. 전역방식으로 설치가 곤란한 장소에 불가피하게 설치하는 방식이며, 대부분의 장소에 설치된 가스계 소화설비는 전역방출방식으로 설치되어 있다.

라. 국소방출방식의 설치 장소

- 1) 소방대상물에 큰 개구부가 있는 장소 또는 외부에 노출된 대상물에 대하여 전역방식으로 소화가 곤란한 장소
- 2) 단위체적·면적당 소화약제가 전역방출방식보다 많이 든다.

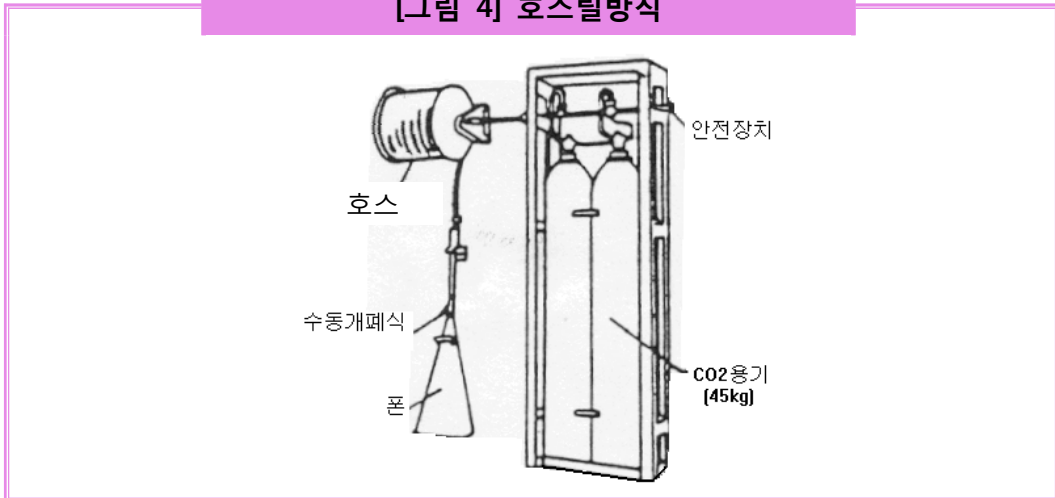
마. 국소방출방식의 적용

- 1) Coating Machine & Dryer
- 2) 집진기 (Dust Collector)
- 3) Frying Machine
- 4) 주방 Hood
- 5) 신문사 유펜기
- 6) 도장탱크
- 7) 페인트 Spray Booth
- 8) 열처리탱크 및 컨베어

4. 호스릴방식(hand hose line system)

- 가. 화재 시에 건물 내에 설치된 소화약제 저장 탱크 및 가압장치로부터 연결된 호스를 이용하여 화재 부위까지 연장한 후 화재 부위에 소화약제를 방사하는 소화설비로 분말, 이산화탄소, 할로겐화합물 및 불활성기체, 포 등의 소화설비에 사용되는 방식이다.
- 나. 호스릴설비는 이동식 설비로서 화재발생 시에 감겨져 있는 호스릴의 호스를 당겨서 사람이 조작하는 간이설비이며, 사용자가 직접 사용하는 이동식 수동 소화설비이다.
- 다. 분사헤드가 배관에 고정되어 있지 않고 저장된 이산화탄소 가스를 호스에 따라서 수동으로 직접 연소부분에 분사하여 소화를 행하는 것으로서 기본적으로는 국소방출방식과 유사하다.

[그림 4] 호스릴방식



라. 호스릴방식을 설치할 수 있는 장소

- 1) 조작하는 자가 화점에 접근하여 소화하여야 하기 때문에 그 설치 장소가 한정되어 있고, 가연성 가스나 미분이 발생하여 화재가 갑자기 확대할 우려가 있는 장소 또는 화재 시 연기가 층만할 우려가 있는 장소에는 설치하지 않는 것이 좋으며, 일반적으로 벽이 개방되어 있는 소규모의 주차장 등의 경우에 사용된다.

- 2) 화재 시 현저하게 연기가 찰 우려가 없는 장소로서 지상 1층 및 피난층에 있는 부분으로서 지상에서 수동 또는 원격 조작에 의하여 개방할 수 있는 개구부의 유효면적의 합계가 바닥면적의 15 % 이상이 되는 부분에 설치한다.
- 3) 전기설비가 설치되어 있는 부분 또는 다량의 화기를 사용하는 부분(당해 설비의 주위 5 m 이내의 부분을 포함한다)의 바닥면적이 당해설비가 설치되어 있는 구획의 바닥면적의 1/5 미만인 되는 부분에 설치한다.

라. 호스릴방식의 설치 기준

- 1) 방호대상물의 각 부분으로부터 하나의 호스 접결구까지의 수평거리가 15 m 이하가 되도록 할 것
- 2) 노즐은 20 °C에서 하나의 노즐마다 1분당 60 kg 이상의 소화약제를 방사할 수 있는 것으로 할 것
- 3) 소화약제 저장용기는 호스릴을 설치하는 장소마다 설치할 것
- 4) 소화약제 저장용기의 개방밸브는 호스의 설치 장소에서 수동으로 개폐할 수 있는 것으로 할 것
- 5) 소화약제 저장용기의 가장 가까운 곳의 보기 쉬운 곳에 표시등을 설치하고 호스릴 이산화탄소·할로겐화합물 및 불활성기체 소화설비가 있다는 뜻을 표시한 표지를 할 것

4. "충전비"란 용기의 용적과 소화약제의 중량과의 비율을 말한다. <개정 2012. 8. 20.>
5. "심부화재"란 목재 또는 섬유류와 같은 고체가연물에서 발생하는 화재 형태로서 가연물 내부에서 연소하는 화재를 말한다.<개정 2012. 8. 20.>
6. "표면화재"란 가연성물질의 표면에서 연소하는 화재를 말한다. <개정 2012. 8. 20.>
7. "교차회로방식"이란 하나의 방호구역내에 2 이상의 화재감지기회로를 설치하고 인접한 2 이상의 화재감지기가 동시에 감지되는 때에는 이산화탄소 소화설비가 작동하여 소화약제가 방출되는 방식을 말한다. <개정 2012. 8. 20.>

해설

1. 소화약제 저장용기의 충전비

가. 충전비 : 저장용기의 내부체적(ℓ) 을 약제 충전무게(kg)로 나눈 값을 말한다.
 예를 들면 일반적으로 국내에서 사용되는 이산화탄소 고압식 저장용기의 내용적은 68 ℓ이고, 45 kg의 소화약제를 충전하는데 이때 충전비는 68 ℓ/45 kg = 1.51이다.

$$C=V/W$$

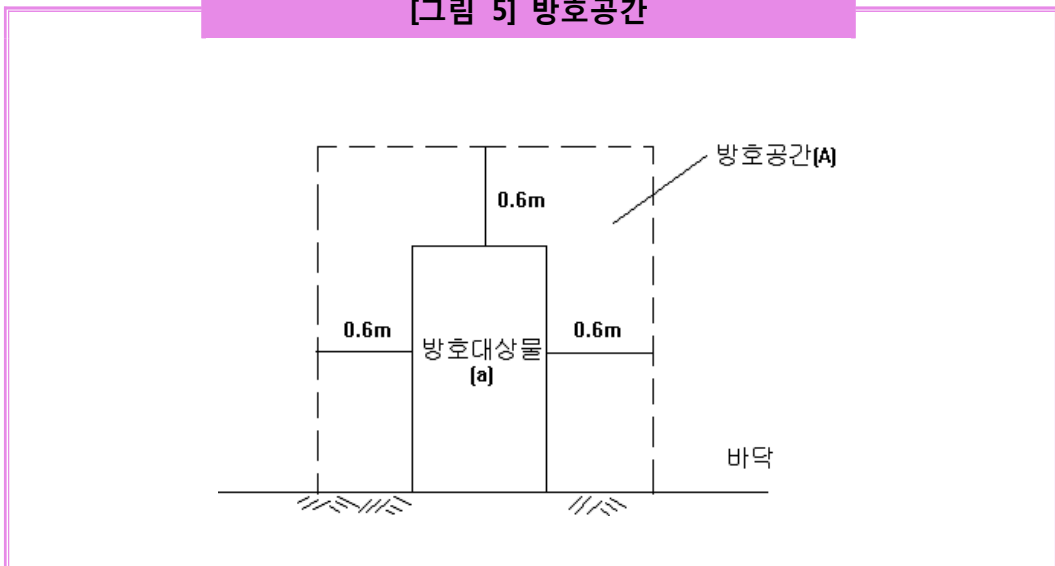
여기서 C : 충전비

V : 소화약제 저장용기의 내용적(ℓ)

W : 소화약제의 중량(kg)

방호공간 : 국소방출방식에 있어서 소방대상물의 각 부분으로부터 0.6 m 의 거리에 따라 둘러싸인 가상의 공간으로 이 공간을 방호하는 것으로 가정하여 국소방출방식 이산화탄소 소화설비의 소화약제량을 정한다.

[그림 5] 방호공간



나. 일본 소방법에서 충전비는 적용하는 용기별 가스충전량의 기준인데 미국 NFPA 12A(Standard on Halon 1301 Fire Extinguishing System)에서는 가스계 소화설비에서는 충전밀도를 용기체적에 대한 가스 충전량으로 정의하며, NFPA 2001(Standard on Clean Agent Fire Extinguishing System)에서 충전밀도를 용기 단위체적당의 약제질량으로 정의하여 사용하고 있다. 우리나라에서는 충전비를 가스계 소화설비의 경우, 용기의 내용적(ℓ)을 소화약제 무게(kg)로 나눈 값으로 정의하고, 할로겐화합물 및 불활성기체소화약제 소화설비에서는 충전밀도를 소화약제 질량(kg)을 용기 내용적(m³)으로 나눈 값으로 정의함으로써 서로 다르게 표기하여 적절치 못한 면도 있지만 NFPA의 원용어의 뜻과 비교해보면 실질적인 의미는 같으나 상호 역수에 해당하고 표현을 달리한 것뿐이다. 따라서 우리나라는 화재안전기준의 경우, CO₂나 할론은 일본 소방법을 준용하고, 할로겐화합물 및 불활성기체소화약제기준은 NFPA를 준용한 결과, 2가지 용어로 표현하고 있다.

다. 충전비의 하한값 미만과 상한값 초과의 2가지 경우로 나누어 발생할 수 있는 문제점은 다음과 같다.

- 1) 충전비의 하한치(CO₂는 1.5) 미만으로 다량 충전하는 경우 : CO₂용기 내의 소화약제는 액화gas와 기체gas의 2개상이 공존하는 상태이고 가스를 과충전할 경우 액화gas의 양이 많아져 기체 상태로 존재하는 안전 공간이 적어지게 되며 이런 상태에서 이 액화gas의 온도가 통상의 온도 이상 상승할 경우 액화gas는 급격한 부피팽창으로 용기를 파열시킬 위험이 있다.
- 2) 충전비의 상한치(CO₂는 1.9)를 초과하여 적게 충전하는 경우 : 용기 내에 충전되는 가스 절대량이 적어지므로 소화약제량이 적정량에 미달되어 소화작업을 효과적으로 수행하지 못할 수 있으며, 더욱이 기온이 떨어질 경우에는 액화gas의 기화가 잘 안되므로 용기 내의 가스압력이 저하되어 소화약제의 방출속도가 느려져 소화가 안 되거나 원활치 못하게 될 수 있다.

2. 심부화재(deep seated fire)

가. 목재 또는 섬유류와 같은 고체 가연물에서 발생하는 화재 형태로서 가연물 내부에서 연소하는 화재를 말한다. 가연물에서 타고 있는 화재형태가 가연물의

- 외부와 가연물의 깊은 곳까지 연소하고 있는 화재 형태로서 고체 가연물의 화재는 대부분 이러한 화재 형태를 하고 있다.
- 나. 공기가 충분하게 공급되지 않는 상태에서 발생한 화재로서 발견이나 소화 활동이 곤란하다.
 - 다. 건축 구조재를 깊이 탄화시키는 소화가 곤란한 화재이다.
 - 라. 이산화탄소는 표면화재에는 우수한 효과를 나타내나 심부화재에 사용하는 경우에는 재발화의 위험성이 있다. 그러므로 심부화재의 경우에는 고농도의 이산화탄소를 방출시켜 소화농도의 분위기를 비교적 장시간 유지시켜 줌으로써 일차적인 소화는 물론 재발화의 가능성도 제거해 줄 필요가 있다.
 - 마. 심부화재는 표면화재와 달리 순조로운 연쇄반응이 아닌 가연물, 열, 공기 등의 요소만 가지고 가연물이 연소하는 것으로서 연소속도가 느리고 불꽃이 없이 연소하며, 가연물과 공기의 중간지대에서 연소가 국부적으로 되는 표면연소의 형태를 보이기 때문에 일명 표면연소 또는 작열연소라고 한다.

[표 4] 심부화재의 특성

구분	심부화재
성 상	① A급 화재를 위주로 하는 훈소 화재 ② 연소의 3요소가 작용하는 glowing mode의 화재 ③ 저에너지 화재
CO ₂ 소화	① 설계농도가 34% 보다 높으며 질식소화 이외에 재발화되지 않도록 장시간 질식상태 유지 필요 ② 방사시간은 7분 이내이며 20분 이상의 농도 유지시간이 필요
소 방 대상물	① 유입기기가 없는 전기실, 통신기기실 ② A급 가연물이 대량으로 있는 장소(예 : 박물관, 도서관, 창고 등) ③ 종이, 목재, 석탄, 섬유류 등의 특수가연물 보관 장소

3. 표면화재(surface fire)

- 가. 가연성 물질의 표면을 태우는 화재이다.
- 나. 산림화재에서 산림의 바닥 부분의 풀이나 지표의 낙엽 등이 타는 화재이다.

- 다. 인화성 또는 가연성 액체나 가스의 표면을 타고 순간적으로 확산하는 분출성 화재이다.
- 라. 표면화재의 연소특성은 가연물 자체로부터 발생된 증기나 가스가 공기 중의 산소와 혼합기체를 형성하여 연소하며, 연소속도가 매우 빠르고 불꽃과 열을 내며 연소하므로 일명 불꽃연소라고 하며 이에 연소 시 가연물, 열, 공기의 순조로운 연쇄반응이 필요하다.

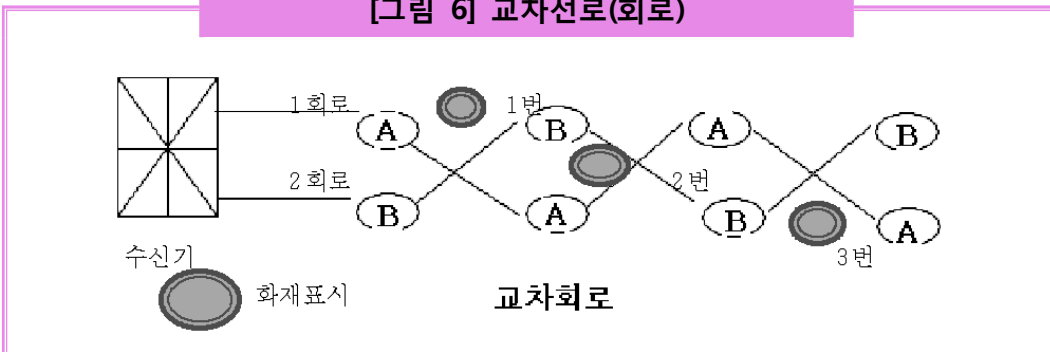
[표 5] 표면화재의 특성

구분	표면화재
성 상	① B, C급 화재를 위주로 하는 불꽃화재 ② 연소의 4요소가 작용하는 flaming mode 화재 ③ 고에너지 화재
CO ₂ 소화	① 최소 설계농도 34%로서 질식소화가 주체인 소화 ② 방사시간은 1분 이내 소화가 원칙
방 호 대상물	① 유입기기가 있는 전기실 ② 보일러실, 발전실, 축전지실, 주차장(차고)등

4. 교차회로방식(cross zoned circuit)

가. 교차회로방식(가위배선방식)으로 하는 이유는 이산화탄소소화설비는 오작동시 재산적 피해 이외의 인명적 피해를 수반할 수 있으므로 확실한 화재에서 정확한 동작을 하도록 자동작동의 신뢰성을 확보하기 위한 것이다.

[그림 6] 교차선로(회로)



나. 교차회로방식(교차배선 또는 가위배선)의 특징은 그림6과 같이 이산화탄소 소화설비 방호구역 내 소화설비의 자동작동을 위한 감지기를 병렬로 설비할 때 설치하는 방법으로 A와 B의 2개 감지기회로를 서로 교차하여 설비하면 어떠한 지점(화재1번, 화재2번, 화재3번)의 화재도 서로 다른 회로(선로)의 감지기 2개 이상이 감지하도록 한 것이다.

다. 교차회로와 수신기의 AND회로 차이점은 교차회로는 그림 6과 같이 선로를 설치할 때 엑스(X)배선으로 설비하여 화재 시 2개의 다른 회로 감지기가 동시에 화재를 감지 할 수 있도록 한 것이며, 수신기의 AND회로는 감지기 선로와 관계없이 2개의 감지기가 함께 작동되면 화재로 인식할 수 있도록 수신기 회로를 논리적으로 설계한 것으로 교차회로와는 아무런 관계가 없다는 것이다.

라. 방호구역 과 경계구역의 차이점과 감지기의 적용

1) 방호구역

가) 면적을 일정 이하로 제한하지만 수동적, 건축적 측면에서 나누는 것이 아니고, 소화설비가 담당할 수 있는 면적 이하로 나누는 것이다. 방화구획과 달리 소화설비가 담당하는 구역만 제한하는 것이지 물리적으로 건물을 막는 것은 아니다.

나) 이산화탄소설비의 방호구역(당해 설비가 담당하는 소방대상물 방호구역 체적 : $45 \text{ m}^3 \sim 1,450 \text{ m}^3$ (예))

2) 경계구역

자동화재 탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준 (NFSC203) 제4조 1항에서 정하는 경계구역(화재신호의 발신과 수신을 유효하게 제어할 수 있는 구역)은 하기와 같다. 다만, 감지기의 형식승인 시 감지거리, 감지면적 등에 대한 성능을 별도로 인정받은 경우에는 그 성능인정범위를 경계구역으로 할 수 있다.

가) 하나의 경계구역이 2개 이상의 건축물에 미치지 아니하도록 할 것

나) 하나의 경계구역이 2개 이상의 층에 미치지 아니하도록 할 것. 다만, 500m^2 이하의 범위안에서는 2개의 층을 하나의 경계구역으로 할 수 있다

- 다) 하나의 경계구역의 면적은 600m² 이하로 하고 한변의 길이는 50m 이하로 할 것. 다만, 해당 특정소방대상물의 주된 출입구에서 그 내부 전체가 보이는 것에 있어서는 한 변의 길이가 50m의 범위 내에서 1,000m² 이하로 할 수 있다.
- 라) 지하구의 경우 하나의 경계구역의 길이는 700m 이하로 할 것
- 3) 방호구역과 경계구역이 다른 경우 감지기의 적용
 자동화재 탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준(NFSC203) 제4조 4항에 의거 스프링클러설비·물분무등소화설비 또는 제연설비의 화재감지장치로서 화재감지기를 설치한 경우의 경계구역은 해당 소화설비의 방사구역 또는 제연구역과 동일하게 설정할 수 있다.
 즉, 자동화재탐지설비의 감지기 경계구역을 방호구역과 동일하게 적용을 시키고, 자동화재탐지설비의 감지기 작동과 연동하여 이산화탄소 소화설비의 자동기동장치를 기동시키도록 구성한다.

8. "방화문"이란 「건축법 시행령」제64조에 따른 갑종방화문 또는 을종방화문으로써 언제나 닫힌 상태를 유지하거나 화재로 인한 연기의 발생 또는 온도의 상승에 따라 자동적으로 닫히는 구조를 말한다. <개정 2012. 8. 20.>

해설

1. 관련 법규

- 가. 「건축법시행령」제64조 : 2013년 3월 23일에 개정된 방화문의 구조를 다룬 조항으로서 방화문은 갑종방화문 및 을종방화문으로 구분하되, 그 기준은 국토교통부령으로 정한다.
- 나. 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」제26조 : 방화문의 구조를 다룬 건축법시행령 제64조의 규정에 의한 갑종방화문 및 을종방화문은 국토교통부장관이 정하여 고시하는 시험기준에 따라 시험한 결과 갑종방화문은 비차열 1시간(영제36조제4항에 따라 아파트 발코니에 설치하는 대피공간의 갑종방화문은 차열 30분이상), 을종방화문은 비차열 30분 이상의 성능이 확보되어야 한다. (개정2015. 4. 6.)

2. 차열, 비차열 방화문

가. 방화문이라 함은 방화구획의 개구부에 설치되어 화재시 화염, 열, 연기 등의 전파방지와 재실자의 피난안전성을 확보해 주는 Passive 시스템으로 방화문은 성능에 따라 차열방화문과 비차열방화문으로 구분되는데 차열방화문은 차열성, 차염성, 차연성을 모두 가지고 있어야하고, 비차열방화문은 차염성, 차연성을 가지고 있는 방화문을 말한다.

즉, 아파트 발코니에 설치하는 대피공간의 갑종방화문에 차열 30분을 적용한 사유는 인명대피의 안전성을 위하여 기준을 강화한 사항이다.

나. 성능기준은 「자동방화셔터 및 방화문의 기준, 국토교통부고시 제 2016-193호, 2016. 4.8. 개정」에서 정하고 있으며, 차열성능은 이면평균상승온도 140도 이내, 이면최고상승온도 180도이내이고, 차염성능은 면패드, 균열게이지, 화염이 측정되며 이면 면패드가 착화되지 않고 문틀사이를 6mm균열게이지 관통후 150mm이동되지 않거나 25mm균열 게이지가 관통되지 않아야 하며 이면에 10초이상 화염이 지속되지 않아야 합니다. 차연성능은 차압 25pa에서 공기 누설량이 분당 제곱미터당 0.9세제곱미터 이하이어야 한다.

3. 방화문의 자동폐쇄

방화문의 화재의 확산을 방지하기 위한 목적으로 평상시 닫힌 상태로 유지되어 방화문의 성능을 충족시켜야 하며, 사용상 불가피한 경우로 평상시 개방사용을 하는 장소에는 화재의 연기 또는 온도를 감지하여 자동으로 닫히는 시스템을 구성하여야 한다. 기존 설치된 방화문 중 퓨즈의 용융을 이용한 방화문 폐쇄방법은 출입구까지의 화재확산 이후에나 가능한 작동방법으로 현재는 사용을 금지하고 있다.

제4조(소화약제의 저장용기 등) ① 이산화탄소 소화약제의 저장용기는 다음 각 호의 기준에 적합한 장소에 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 방호구역외의 장소에 설치할 것. 다만, 방호구역내에 설치할 경우에는 피난 및 조작이 용이하도록 피난구부근에 설치하여야 한다.
2. 온도가 40℃ 이하이고, 온도변화가 적은 곳에 설치할 것
3. 직사광선 및 빗물이 침투할 우려가 없는 곳에 설치할 것
4. 방화문으로 구획된 실에 설치할 것
5. 용기의 설치장소에는 해당 용기가 설치된 곳임을 표시하는 표지를 할 것 <개정 2012. 8. 20.>
6. 용기간의 간격은 점검에 지장이 없도록 3cm 이상의 간격을 유지할 것
7. 저장용기와 집합관을 연결하는 연결배관에는 체크밸브를 설치할 것. 다만, 저장용기가 하나의 방호구역만을 담당하는 경우에는 그러하지 아니하다.

해설

1. 방호구역외의 장소에 설치할 것. 다만, 방호구역 내에 설치할 경우에는 피난 및 조작이 용이하도록 피난구 부근에 설치하여야 한다.

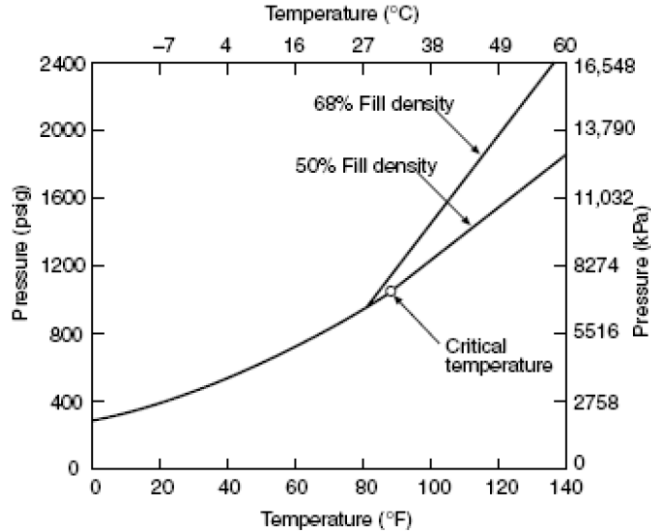
가. 저장용기는 소화설비의 성능을 손상시킬 우려가 있는 화재에 노출되지 않는 환경에 보관하여야 한다. 따라서 기본적으로 저장용기는 방호구역 외의 장소에 별도로 용기 저장실을 설치하여 보관 관리하여야 한다.

나. 저장 용기의 수량이 소량이고 방호구역이 단독일 경우와 같이 특별한 경우 별도의 저장실을 설치하는 것이 현실적으로 불합리한 경우가 발생하므로 이러한 경우 피난 및 조작이 용이하도록 방호구역 출입구 부근에 위치하도록 예외 규정을 두는 것이다.

2. 온도가 40 °C 이하이고, 온도변화가 적은 곳에 설치

이산화탄소는 40℃부터 온도상승에 따라 압력이 급격히 증가하므로 이를 방지하기 위한 것이나 이는 일본기준(일본소방법 시행규칙 제19조 5항 6호 “□”목)을 준용한 결과이며 NFPA는 전역방출방식은 55℃(130°F)이하, 국소방출방식은 50℃(120°F)이하로 규정하고 있다.

[그림 7] 충전율과 온도에 따른 내부압력변화(CO₂)



3. 직사광선 및 빗물이 침투할 우려가 없는 곳에 설치할 것

- 가. 이산화탄소 소화약제의 저장용기에 직사광선에 노출되면 태양의 복사열에 의해 온도가 올라가 압력이 급격하게 상승하여 폭발이나 방출시 과압의 우려가 있으므로 직사광선에 노출될 우려가 없는 곳에 설치하여야 한다.
- 나. 이산화탄소 소화약제의 저장용기에 빗물이 침투하면 용기나 설비부품의 부식에 의해 수명이 단축되고 오작동의 우려가 있으므로 빗물은 물론 다른 물과의 접촉을 차단할 수 있는 곳에 설치하여야 한다.

4. 방화문으로 구획된 실에 설치할 것

- 가. 이산화탄소 소화약제 저장용기는 방화문으로 구획된 별도의 공간에 설치하여 화재로 인한 위해나 오작동이 없도록 설치하여야 한다.
- 나. 저장용기실의 방화문은 제3조 5호에 명기한 건축법시행령 제64조에 따른 갑종 방화문 또는 을종방화문으로써 언제나 닫힌상태를 유지하거나 화재로 인한 연기의 발생 또는 온도의 상승에 따라 자동적으로 닫히는 구조를 말한다.

5. 용기의 설치장소에는 당해 용기가 설치된 곳임을 표시하는 표지를 할 것

출입자가 세심한 주의를 기울일 수 있도록 용기설치장소에 해당 이산화탄소 소화약제의 저장실임을 표시하는 표지판을 설치하여야 한다.

6. 용기간의 간격은 점검에 지장이 없도록 3 cm 이상의 간격을 유지할 것

가. 이산화탄소소화약제 소화설비는 법적인 규정에 따라 정기적으로 점검을 받아야 하므로 용기 사이의 간격은 무게의 측정이나 압력 상태를 측정하는 등의 작업을 용이하게 하기 위한 이동 및 분리가 가능하도록 3 cm 이상의 간격을 두는 것이다.

나. 현장 적용시 저장용기의 노즐보호용 캡이나 간격고정용 부속장치 등을 활용하여 간격을 균일하게 유지한다.

7. 저장용기와 집합관을 연결하는 연결배관에는 체크밸브를 설치할 것. 다만, 저장용기가 하나의 방호구역만을 담당하는 경우에는 그러하지 아니하다.

한 개의 저장용기설비가 여러 개의 방호구역을 담당하는 다중 방호구역 설비의 경우 소화약제가 집합관으로 연결된 다른 방호구역으로 방출 되는 것을 방지하기 위해 체크밸브를 설치한다.

상기의 기준은 하나의 방호구역만을 담당하는 경우 제외기준을 두고 있으나, 저장용기의 누기, 파손 등으로 교체가 필요하여 저장용기를 제거한 경우에 연결배관으로 소화약제의 방출이 가능하므로 하나의 방호구역만을 방호하는 경우도 체크밸브는 필요하다.

[그림 8] 저장용기와 집합관 연결부에 설치된 체크밸브



② 이산화탄소 소화약제의 저장용기는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 저장용기의 충전비는 고압식은 1.5 이상 1.9 이하, 저압식은 1.1 이상 1.4 이하로 할 것 <개정 2012. 8. 20.>
2. 저압식 저장용기에는 내압시험압력의 0.64배부터 0.8배의 압력에서 작동하는 안전밸브와 내압시험압력의 0.8배부터 내압시험압력에서 작동하는 봉판을 설치할 것 <개정 2012. 8. 20.>
3. 저압식 저장용기에는 액면계 및 압력계와 2.3 MPa 이상 1.9 MPa 이하의 압력에서 작동하는 압력경보장치를 설치할 것
4. 저압식 저장용기에는 용기내부의 온도가 섭씨 영하 18°C 이하에서 2.1 MPa의 압력을 유지할 수 있는 자동냉동장치를 설치할 것
5. 저장용기는 고압식은 25 MPa 이상, 저압식은 3.5 MPa 이상의 내압시험압력에 합격한 것으로 할 것

해 설

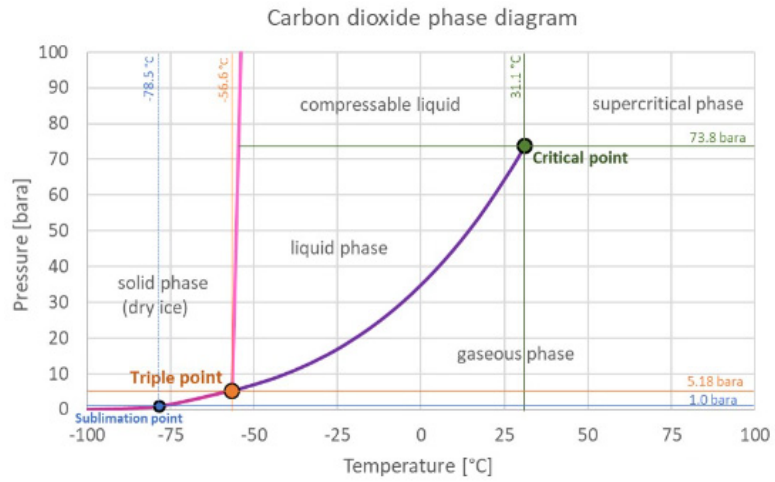
1. 저장압력에 의한 이산화탄소소화설비의 분류

가. 이산화탄소의 상태도에서 살펴보면, 이산화탄소를 21 °C에서 액체상태로 저장하려면 거의 6.0 MPa의 압력으로도 액화시켜서 저장할 수 있다. 고압식은 상온상태에서 저장하는 방식을 말하며 저압식은 냉동기를 이용하여 이산화탄소를 -18 °C/ 2.1 MPa로 저장하여 사용한다.

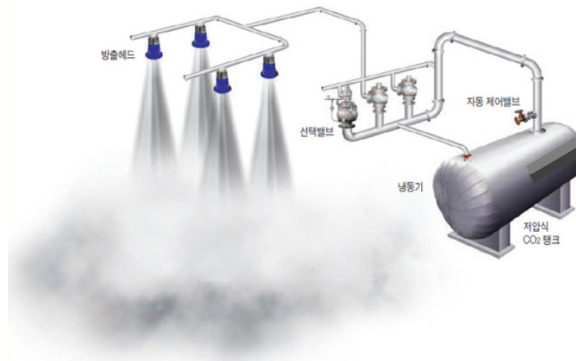
[그림 9] 이산화탄소의 저장압력에 따른 분류 및 상태도

저장압력에 따른분류

- 고압식 (High Pressure System)
- 저압식 (Low Pressure System)



[그림 10] 저압식 이산화탄소 소화설비(예)



2. 저장용기밸브, 안전밸브 및 릴리프밸브

가. 기동용기로부터 압송된 가스압력으로 저장가스를 개방하는 밸브로서 용기 밸브를 개방하는 니들밸브가 부착된다.

[그림 11] 저장용기밸브(좌) 및 니들밸브(우)



- 1) 저장용기 개방장치(니들밸브)는 미작동시 소화에 문제가 발생하므로 정상작동 여부를 반드시 테스트 하여야한다.
- 2) 일반적인 테스트 방법은 기동용 동관을 분리하고 공기압을 인가하여 니들밸브의 파괴침이 작동하는지를 테스트 하며, 최근에는 니들밸브에 별도의 테스트용 봉판을 부착하여 시험할 수 있는 제품을 사용하기도 한다.

나. 안전밸브(safety valve)

- 1) 설정압력 초과 시 개방되어 과압을 배출하고, 설정압력 이하로 내려가면 다시 폐쇄되어 관내 압력을 유지하는 밸브장치
- 2) 소화약제 저장용기와 선택밸브 또는 개폐밸브 사이에 설치하는 안전장치이다.

[그림 12] 안전밸브



3. 내압시험(pressurized test)

용접물체의 기계적 시험의 한 방법으로써 용접 물체에 보통 압력이상의 하중 또는 압력을 가해서 강도와 안전성을 검사하는 방법이다. 시험 누설만을 검사할 때는 사용 시의 압력만으로 한다.

4. 붕판(frangible disc)

과도한 압력이 발생할 경우 파열되도록 설계된 얇은 금속판이며 안전밸브내에 삽입되어 있다.

5. 액면계(liquid level meter or water gauge)

- 가. 물탱크나 보일러 등의 외부에 장치하여 그 속의 수위를 외부에서 볼 수 있도록 한 유리로 만든 관이다.
- 나. 액량계라고도 하며 통 속의 액면 높이를 외부로 나타내는 장치로서 액면이 수면일 때는 수위계라고도 한다.
- 다. 유리관의 상단과 하단을 통의 정상과 밑바닥을 연결하여 액면을 관 내부로 도입시켜 나타내는 유리 외에 액에 부자를 띄우는 방법, 통 밑의 액압을 재는 방법 등이 있다.

6. 압력계(pressure gauge)

- 가. 닫힌 기물 내의 액체 또는 기체의 압력, 또는 중력에 의하여 생기는 압력을 측정하는 계기이다.
- 나. 계측법에 따라 대별하면, 기지의 중량과 균형을 이루게 하는 압력계(액주 압력계·분동식 압력계), 탄성체의 탄성력과 균형을 이루게 하는 탄성 압력계(부르동관 압력계·다이어프램), 압력에 의해 변화하는 물리 현상을 이용하는 압력계(전기 저항 압력계) 등이 있다. 목적에 따라 고압계, 진공계, 기압계, 차압계, 미압계 등으로 부르기도 한다.

7. 압력경보장치

- 가. 저압식 이산화탄소소화설비에 주로 사용하며 정압기의 입·출구압력을 감시하는 장치로 자동냉동장치의 고장으로 저장용기 내부압력이 설정압력(2.3MPa)이상으로 높아지는 경우, 또는 과잉냉동이나 약제부족으로 저장용기 내부압력이 설정압력(1.9MPa)이하로 낮아지는 경우에 안전관리자가 상주하는 곳에 경보음이 나도록 해주는 장치이다.
- 나. 저압경보는 저압 이하의 압력으로 공급될 때 즉 밸브가 완전히 열리지 않았거나, 필터가 청소되지 않아 차압이 많이 발생하여 1차 압력(입구압력)이 떨어진 상태의 경우 등이므로 발생 원인을 확인하여 제거한다.
- 다. 고압경보는 조정기의 일시적 또는 영구적 기능 상실을 의미하므로 일단 예비선(line)으로 교체운전하고 전문회사에 조정기 A/S를 의뢰한다.

8. 피스톤릴리즈

- 가. 방호구역 내 소화약제가 방출될 때에 소화효과를 높이기 위하여 외부로 소화약제가 빠져 나갈 수 있는 개구부(창문, 환기팬, 덕트 등)를 닫는 부품을 말한다.
- 나. 가스압력 개방식의 설비는 화재감지기가 작동을 하여 기동용기의 가스가 방출하면서 피스톤릴리즈에 연결된 동배관을 통하여 기동용기의 가스가 피스톤릴리즈를 작동하여 개구부를 닫게 된다.

- 다. 전기개방식 설비는 화재감지기가 작동을 하면 수신기에서는 개구부에 설치된 전동모터를 자동시켜서 개구부를 닫게 된다.
- 라. 환기팬이나 배출닥터 및 배출기가 설치된 곳에는 화재감지기가 작동을 하면 환기팬이나 배출기 모터를 정지시키며, 환기팬의 댐퍼 및 배출닥트의 댐퍼를 닫게 하여야 한다.

9. 자동폐쇄장치의 설치의무

- 가. 전역방출방식의 장소에 개구부를 닫는 설비이며, 국소방출방식에는 필요가 없는 장치이나 설계농도의 유지 등을 고려할 때 설치를 권장한다.
- 나. 출입문을 개방하여 유지·관리할 경우 자동폐쇄장치는 화재감지기의 작동에 따라 폐쇄되어야 한다.
- 다. 개구부를 닫는 설비를 하지 않는 경우에는 소화약제의 계산에서 개구부의 넓이만큼 소화약제를 추가하여 설계를 하면 된다.

10. 고압저장방식

- 가. 고압저장방식은 일반적으로 가장 많이 설치하는 방식으로서 이 방식은 이산화탄소가 액체상태로 용기에 저장된다.
- 나. 20 °C에서 6.0 MPa의 압력으로 이산화탄소를 저장하는 방식을 말하며, 주위 온도의 변화에 따라 용기 내의 압력도 변하므로 소방법상 용기 설치장소를 40 °C 이하인 장소에 저장하고 온도변화가 작은 곳에 설치토록 하고 있다.

11. 저압저장방식

- 가. 상온에서 저장하는 저압저장방식에 대하여 단열구조 자동 냉동기를 장치한 저압용기를 사용하여 액화탄산가스를 저장하고 사용하는 방식이다.
- 나. 저압저장방식은 소화 시 대량의 이산화탄소가 필요한 곳에 유효하다.

③ 산화탄소 소화약제 저장용기의 개방밸브는 전기식·가스압력식 또는 기계식에 따라 자동으로 개방되고 수동으로도 개방되는 것으로서 안전장치가 부착된 것으로 하여야 한다.

해 설

1. 가스압력식 개방밸브

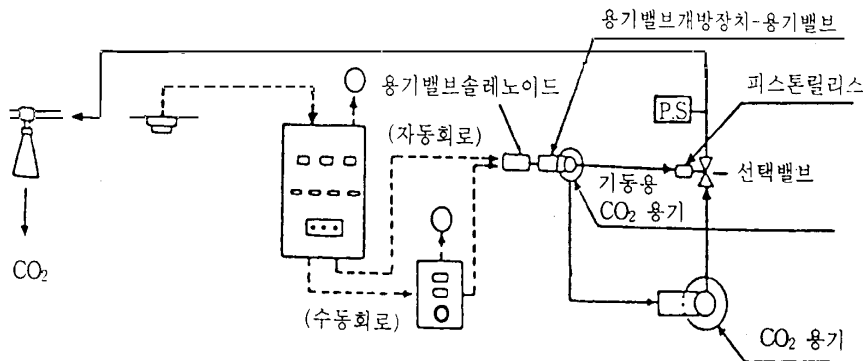
- 가. 화재가 발생했을 경우, 수동으로 설비를 작동시킬 필요가 있을 때에 방호구역 밖에서 화재로부터 안전하게 조작하기 위하여 수동조작함은 방호구역의 출입문 밖에 설치한다.
- 나. 방호구역 내에 소화약제가 방출되고 있다는 표시이며, 방호구역 안에 들어가면 소화약제의 방사로 인하여 위험하다는 경고의 표시기능인 방출표시등은 방호구역의 출입문 마다 문 밖에 설치한다.
- 다. 방호구역 내에 화재가 발생하였다는 경보기능을 하며, 방호구역 내에 있는 사람이 경보를 쉽게 듣고 대피하라는 기능인 경보싸이렌은 방호구역 안에 설치한다.
- 라. 가스압력식 개방밸브의 작동순서
- 1) 이산화탄소의 제어반(수신기)중 2개회로에서 1개회로가 작동하면 오보의 유무 및 소화설비가 작동할 수 있음을 알리는 주의경보를 발한다.
 - 2) 2회로의 화재감지기가 작동하거나, 수동조작함의 수동스위치가 눌러지면 이산화탄소소화설비 제어반(수신기)에 주화재신호가 발생하고 방호구역내의 대피경보와 솔레노이드가 작동한다. (지연시간을 설정한 경우에는 설정된 시간만큼 지연한 다음 솔레노이드를 작동시킨다)
 - 3) 솔레노이드밸브가 작동하여 솔레노이드밸브의 공이에 의해 기동용기의 봉판이 풀리며, 기동용기의 가스가 동관으로 방출된다.
 - 4) 기동용기의 가스가 동관으로 이동하여 해당 방호구역의 선택밸브를 개방시키고 소화약제 저장용기밸브의 니들밸브를 가압하면 니들핀이 저장용기밸브의 봉판을 뚫는다.

- 5) 첫 번째 저장용기의 가스가 집합관으로 방출되며, 열린 선택밸브를 통과하여 헤드로 가스가 방출된다. 선택밸브를 통과하는 저장용기의 가스 중 일부의 가스가 동관으로 이동하며, 기동용 가스의 동관으로 들어온 gas와 저장용기 가스가 동관으로 들어온 gas와 합세하여 나머지 저장용기를 개방한다.
- 6) 저장용기의 가스가 선택밸브를 통과하면서 일부의 가스가 동배관으로 들어와 압력스위치를 작동시켜 방출표시등이 점등되게 한다.
- 7) 분사헤드로 소화가스가 방출된다.

[그림 13] 기동용가스용기



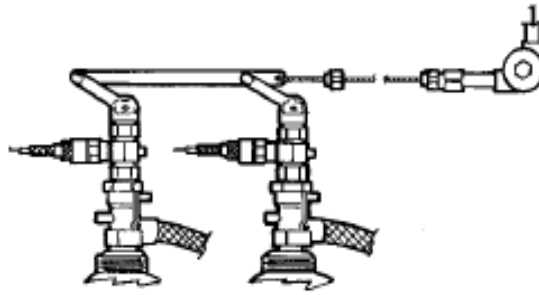
[그림 14] 가스압력식의 회로구성



2. 기계식 개방장치

소화약제 저장용기밸브를 와이어로프 등을 이용하여 개방하는 방식으로 쉽게 조작하여 저장용기를 개방할 수 있는 구조로 되어 있어야 한다. 실제 사용례는 드물다.

[그림 15] 기계식 개방장치(예)



3. 전기식 개방밸브

가. 이산화탄소 저장용기와 선택밸브에 솔레노이드 전자밸브가 부착되어 있어서 수신반에서 자동으로, 또는 수동조작함의 누름 스위치를 누르면 전기적 작동에 의해 저장용기와 선택밸브가 개방되어 이산화탄소를 방출한다. 국내의 경우에는 고정식 설비용으로는 사용이 적으며 캐비닛형자동소화기기(팩키지 타입) 등에서 주로 사용하고 있는 방식이다.

나. 가스압력식과 달리 전기식에서는 기동용 용기가 필요하지 않다.

다. 전기식 개방밸브의 작동순서

- 1) 이산화탄소의 제어반(수신기)중 2개회로에서 1개회로가 작동하면 오보의 유무 및 소화설비가 작동할 수 있음을 알리는 주의경보를 발한다.
- 2) 2회로의 화재감지기가 작동하거나, 수동조작함의 수동스위치가 눌러지면 이산화탄소의 제어반(수신기)에 주화재신호가 발생하고 방호구역내의 대피경보와 솔레노이드가 작동한다.(지연시간을 설정한 경우에는 설정된 시간만큼 지연한 다음 솔레노이드를 작동시킨다)

- 3) 지연시간이 경과한 후에 저장용기의 솔레노이드밸브 작동 및 해당 방호구역 선택밸브의 개방용 솔레노이드밸브가 작동, 개구부는 전동기어 형태의 피스톤릴리즈가 닫는다.
- 4) 첫 번째, 두 번째 용기에 설치된 솔레노이드밸브가 작동하여 저장용기 가스가 방출되며, 첫 번째, 두 번째 저장용기와 나머지의 저장용기 밸브와 연결된 동배관으로 저장용가스가 이동하여 개방되지 않은 저장용기를 개방한다.
- 5) 저장용기의 가스가 선택밸브를 통과하면서 일부의 가스가 동배관으로 이동하여 압력스위치를 작동시켜 방출표시등이 점등되게 한다.
- 6) 분사헤드로 소화가스가 방출된다.

④ 이산화탄소 소화약제 저장용기와 선택밸브 또는 개폐밸브 사이에는 내압 시험압력 0.8배에서 작동하는 안전장치를 설치하여야 한다.<개정 2012. 8. 20.>

해설

1. 선택밸브(directional valve or select valve or divisional valve)

- 가. 선택밸브는 가스계소화설비 및 분말소화설비에서 2개소 이상의 방호구역 또는 소방대상물에 대해 소화약제 저장용기를 공용으로 사용하는 경우에 사용하는 밸브로서 자동 또는 수동개방장치에 의해 개방되는 것을 말한다.
- 나. 선택밸브는 형식승인대상품목으로 제품검사를 받은 합격된 제품을 사용하여야 한다.
- 다. 소방대상물의 방호구역마다 또는 위험물 옥외 탱크 저장소의 포 소화설비 방수 구역마다 주 배관으로부터 분기시켜서 방호 구역을 선택적으로 공급할 수 있는 구역별 선택밸브이다.
- 라. 이산화탄소 소화설비, 할로겐화합물 소화설비 또는 분말 소화설비 등에서 각 방호구역 마다 당해설비의 소화약제를 최종 제어하는 밸브로서 기동용기의

가스 압력에 의한 개방과 기동용 가스 대신 솔레노이드에 의한 개방 두 종류가 있다. 방호구역이 여러 개로 구성될 때 작동된 선택 밸브에 의해서 해당 방호구역에 선택적으로 소화약제의 방출이 이루어지게 된다.

라. 선택밸브의 자동개방은 피스톤릴리스 또는 솔레노이드밸브를 사용한다.

2. 저장용기와 선택밸브 또는 개폐밸브 사이의 내압시험압력 0.8배에서 작동하는 안전장치

가. 저장용기의 안전장치

안전장치는 저장용기의 용기밸브(개방밸브)에 설치하는 것과 저장용기와 선택 밸브 사이에 설치하는 것의 2가지가 있다. 용기밸브에 설치하는 안전장치는 이산화탄소 저장실의 온도가 저장온도 범위를 초과하면 용기의 내압이 급격하게 상승하여 소정의 압력을 초과하게 된다. 이때 가스압력이 안전장치의 작동압력 범위내에 도달하면 봉판이 파괴되어 내압을 자동적으로 방출시켜주어 용기의 파손을 보호하게 된다.

나. 저장용기와 선택밸브 사이의 안전장치

저장용기와 선택밸브 사이에 설치하는 안전장치는 보통 집합관 말단에 설치하며 저장용기로부터 가스누설이 있는 경우 배관내 압력이 상승하게 되어 소정의 압력에 도달하면 안전판이 파괴되어 과압가스가 방출되는 구조로 부착나사 규격은 20A이다. 개폐밸브란 표현은 선택밸브가 1개 있을 경우는 밸브를 선택하는 것이 아니므로 개폐밸브란 표현을 사용한 것이다.

안전장치는 내압시험압력의 0.8배에서 작동하므로 고압식은 $20 \times 0.8 = 20\text{MPa}$, 저압식은 $3.5 \times 0.8 = 2.8\text{MPa}$ 에서 작동하게 된다. 이때 작동압력의 범위에 대한 근거는 NFPA12(2018)4.7.2.3.1에 의하면 고압식은 2,400~3,000psi(약 17~21MPa)에서, 저압식은 450psi(약 3MPa)에서 안전장치가 작동되도록 규정하고 있다.

[그림 16] 안전밸브



다. 안전밸브의 설치위치

일반적으로 저장용기와 선택밸브사이에 설치하는 안전밸브는 대부분 집합관의 말단에 설치를 하고 있으며, 안전밸브 작동시 저장용기실 내부로 이산화탄소가 방출되는 구조로 되어 있다.

이는 저장용기실 내부의 인명피해를 발생시키게 되므로 환기가 잘되고 인명 피해가 발생할 우려가 없는 장소로 배출되도록 설계시 반영되어야 한다.

3. 기동용기 가스배관의 안전장치

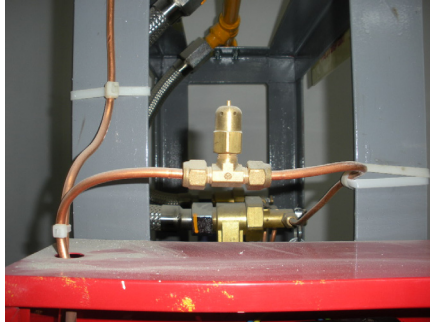
가. 기동용기의 가스가 저장용기밸브와 연결되는 동배관에 안전밸브를 설치한다.

나. 화재안전기준에는 기준이 기술되어 있지 않지만 적당한 장소에 설치를 해야 한다.

다. 기동용기의 가스가 소량으로 누출되어 이 가스가 동배관 내에 축적이 되어 저장용기밸브와 선택밸브를 개방하는 사고에 대비한 안전밸브로서 기동용기함 내에 설치하는 방법과 방호구역의 저장용기 밸브 말단에 설치하는 방법이 있다.

라. 이 밸브는 기동용기의 가스가 소량으로 누출 시에는 밸브가 열려 가스가 외부로 방출되어 동배관 내에 축적이 되지 않도록 하며 기동용기가 작동하여 가스가 방출되는 고압에서는 밸브가 닫히는 구조로 되어 있다.

[그림 17] 기동용기 가스배관의 안전장치



제5조(소화약제) 이산화탄소 소화약제 저장량은 다음 각 호의 기준에 따른 양으로 한다. 이 경우 동일한 특정소방대상물 또는 그 부분에 2 이상의 방호구역이나 방호대상물이 있는 경우에는 각 방호구역 또는 방호대상물에 대하여 다음 각 호의 기준에 따라 산출한 저장량 중 최대의 것으로 할 수 있다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 전역방출방식에 있어서 가연성액체 또는 가연성가스등 표면화재 방호대상물의 경우에는 다음 각 목의 기준에 따른다. <개정 2012. 8. 20.>

해 설

1. 표면화재와 심부화재의 적용

- 가. 변전실의 경우 유입식 변압기, 유입식 차단기류를 사용하는 경우, 발전실, 축전지실, 주차장, 보일러실, 기름 탱크실은 표면화재로 적용한다.
- 나. 변전실의 경우 mold 변압기, ACB, VCB 등의 차단기를 사용하는 경우 통신 기기실, 승강기계실, MDF실, 기계실(보일러실 제외) 등은 심부화재로 적용한다.
- 다. 화재의 성상에서 flaming mode는 연소의 4요소, glowing mode는 연소의 3요소와 관계되며 이것은 한편 화재의 제어 수단이 되기도 한다.

[표 6] 화재의 요소에 따른 표면화재와 심부화재의 적용

구분	산소	가연물	점화 에너지	연쇄 반응	화재의 유형
3요소	○	○	○	×	심부화재, glowing mode
4요소	○	○	○	○	표면화재, flaming mode

가. 방호구역의 체적(불연재료나 내열성의 재료로 밀폐된 구조물이 있는 경우에는 그 체적을 감한 체적) 1m³에 대하여 다음 표에 따른 양. 다만, 다음 표에 따라 산출한 양이 동표에 따른 저장량의 최저한도의 양 미만이 될 경우에는 그 최저한도의 양으로 한다.

방호구역 체적	방호구역의 체적 1m ³ 에 대한 소화약제의 양	소화약제 저장량의 최저한도의 양
45 m ³ 미만	1.00 kg	45 kg
45 m ³ 이상 150 m ³ 미만	0.90 kg	
150 m ³ 이상 1,450 m ³ 미만	0.80 kg	135 kg
1,450 m ³ 이상	0.75 kg	1,125 kg

1. 표면화재 시 방출계수

가. 일반적인 소방대상물을 의미하며 이는 체적별로 방출계수를 정하며 기본 설계농도는 34 %이다.

$$Q = V \cdot K_1(\text{기본량}) + A \cdot K_2(\text{가산량})$$

여기서, Q는 약제량(kg), V는 방호구역의 체적(m³), A는 방호 구역의 개구부 면적(m²), K1, K2는 방출 계수(flooding factor)이다.

나. 기본량(=V·K1)

[표 7] 표면화재의 방출계수

방호 구역 체적(m³)	방출 계수 K1(kg/m³)	최저한도의 양(kg)
45 미만	1.00	45
45 이상 ~ 150 미만	0.90	
150 이상 ~ 1,450 미만	0.80	135
1,450 이상	0.75	1125

1. 불연 재료나 내열성의 재료로 밀폐된 구조물의 경우는 그 체적을 제외한다.
2. 산출한 양이 최저한도의 양 미만일 경우는 최저한도의 양으로 한다.

- 1) 표면화재시 체적에 대한 기본 가스량의 방출 계수(K1)는 위 표의 방출계수 (flooding factor)로 적용한다.
- 2) 위 표의 표면화재의 방출 계수(제5조 1호 가목)는 아래 표 NFPA 12 Table 2-3.3(b) flooding factors를 근거로 하며, 국내 기준은 이를 4단계로 조정하여 제정한 것이다. [출처 : NFPA 12 (2018 edition) Table 5-3.3(b)]

[표 8] NFPA 12 Table 5-3.3(b)

volume of sPace	volume factor	calculated quantity not less than
① up to 3.96 m³	1.15 kg/m³	-
② 3.97 ~ 14.15 m³	1.07 kg/m³	4.5 kg
③ 14.16 ~ 45.28 m³	1.01 kg/m³	15.1 kg
④ 45.29 ~ 127.35 m³	0.90 kg/m³	45.4 kg
⑤ 127.36 ~ 1415.0 m³	0.80 kg/m³	113.5 kg
⑥ over 1415.0 m³	0.77 kg/m³	1135.0 kg

2. 표면화재 시 설계농도

- 가. 우선 CO₂ 표면화재시의 온도는 30 °C(86 °F)를 기준으로 하여 동표를 제정한 것으로 이때의 CO₂ 비체적은 0.56 m³/kg이 된다.
- 나. 0 °C, 1기압에서 CO₂의 비체적은 Avogadro 법칙에 의거 22.4 m³/분자량 이므로 22.4/44=0.509가 된다.
- 다. 이때 0 °C에서 30 °C로 온도 변화가 있으므로 샤를(charles) 법칙에 의거 0 °C 대비 30 °C에서는 비체적 S=0.509+0.509×(30/273)≒0.56 m³/kg이 되며 이는 농도 계산 시 기초가 되는 수치이다.
- 라. 일반 소방대상물의 경우 : 제5조제1호가목의 표를 위 방식을 이용하여 농도를 계산하면 아래와 같다.

표 9 일반 소방대상물의 설계농도

방호구역 체적(m ³)	방출계수 K1(kg/m ³)	최소치(kg)	설계농도
45 미만	1.00	45	43 %
45 이상 ~ 150 미만	0.90		40 %
150 이상 ~ 1,450 미만	0.80	135	36 %
1,450 이상	0.75	1125	34 %

- 마. 따라서 체적별로 약제량을 산정하는 일반 소방대상물의 경우는 방사 시 최소 농도는 34 %가 되며, 체적이 줄어들수록 동일 체적 대비 표면적이 증가하므로 설계 농도는 증가하게 된다.

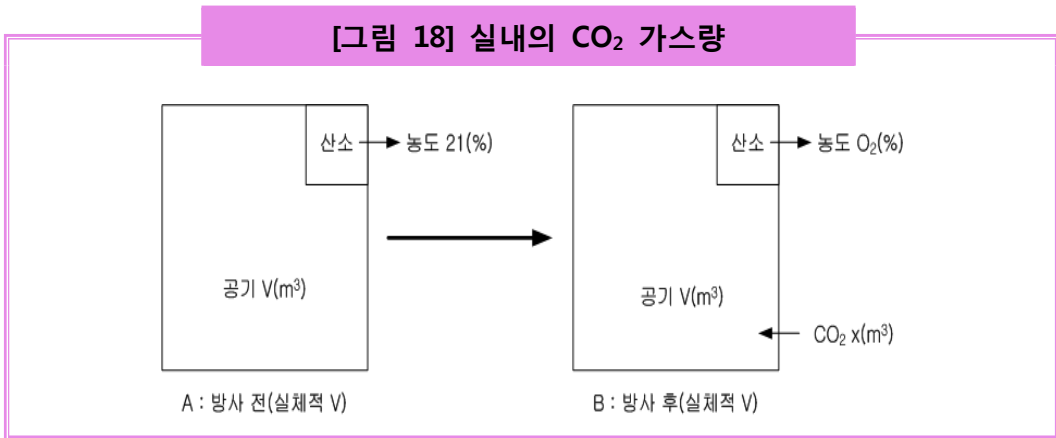
3. 농도의 기본 개념

- 가. 방호구역 내에서 CO₂ 가스가 방출될 경우 다음의 3가지 상황을 상정할 수 있다.
 - 1) CO₂ 가스 방사 시 방사된 CO₂ 가스 부피만큼 실내 공기가 외부로 배출되는 경우로서 이를 완전치환(complete displacement)이라 한다.

- 2) CO₂ 가스 방사 시 방사된 CO₂ 가스의 부피만큼 실내 공기와 CO₂의 혼합 기체가 외부로 배출되는 경우로서 이를 자유유출(free efflux)이라 한다.
- 3) CO₂ 가스 방사 시 완전 밀폐 공간으로 방사된 CO₂ 가스가 방호구역 내에 잔류하는 경우로서 이를 무유출(no efflux)라 한다.

나. 실내의 CO₂ 가스량

- 1) 무유출(no efflux)의 경우를 전제로 하여 계산하면은 이는 요소 CO₂ 가스량의 최소치가 되므로 최소 농도 및 CO₂ 방사량이 된다. 따라서 누설이 없는 완전 밀폐 공간으로 가정하고 CO₂ 가스가 방호구역 내 잔류할 경우 밀폐 공간에서 실부피 V(m³)인 공간에 CO₂ 가스 x(m³)를 방사하고, CO₂를 방사하기 전의 상태를 A, CO₂를 방사한 후의 상태를 B라 하자.



- 2) 방사 전 A의 경우는 실내 산소농도가 21 %이며, 방사 후 B의 경우는 x(m³)의 CO₂를 방사하였으므로 실내 산소 농도가 감소되며 이를 O₂(%)라 하자. 이때 A에서의 산소의 체적=V×21(%), B에서의 산소의 체적=(V+x)×O₂(%)가 된다.
- 3) 외부에서 CO₂의 유입으로 실내 산소농도는 변화하여도 누설이 없는 밀폐 공간이라는 가정 하에서는 실내의 산소 절대량은 변동이 없으므로 방사 전 A와 방사 후 B에 있어서 산소의 질량은 동일하게 된다(ρ =산소의 밀도).

$$\rho(V \times 21\%) = \rho(V+x) \times O_2(\%)$$

$$\therefore x = \frac{V \times 21\%}{O_2(\%)} - V = V \times \frac{21 - O_2}{O_2(\%)}$$

따라서 이때의 CO₂의 양 $x(m^3) = \frac{21 - O_2}{O_2} \times V$

$$Q(m^3) = \frac{21 - O_2}{O_2} \times V$$

여기서, Q는 방호구역 내 방사한 CO₂ 체적(m³), O₂는 CO₂ 방사 후 실내의 산소농도(%), V는 방호구역의 부피(m³)이다.

다. 소화약제 방사 후 실내의 CO₂ 가스량

- 1) 이번에는 소화약제 방사 후 실내의 CO₂의 농도를 구하면 다음과 같다. 실내 체적만큼의 공기에 추가로 CO₂ 가스가 주입되는 경우이므로

$$\text{CO}_2 \text{의 농도}(\%) = \frac{\text{방사된 CO}_2 \text{가스량}}{\text{실부피 공기량} + \text{방사된 CO}_2 \text{가스량}} \times 100$$

이 된다.

- 2) 방사된 CO₂의 양은 $Q(m^3) = \frac{21 - O_2}{O_2} \times V$ 이므로

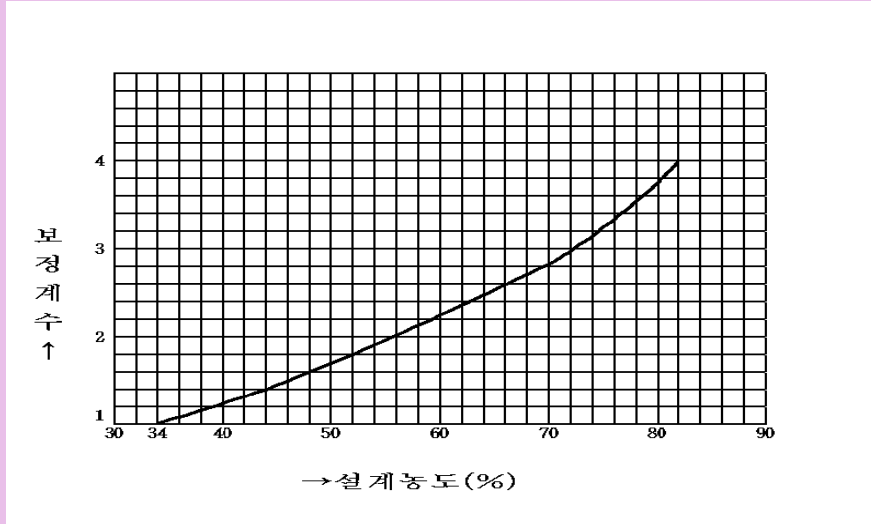
$$\therefore \text{CO}_2 \text{의 농도}(\%) = \frac{\frac{21 - O_2}{O_2} \times V}{V + \frac{21 - O_2}{O_2} \times V} \times 100 = \frac{21 - O_2}{21} \times 100$$

$$C(\%) = \frac{21 - O_2}{21} \times 100$$

여기서, C는 CO₂ 방사 후 CO₂ 실내의 농도(%), O₂는 방사 후 실내의 산소농도(%)이다.

- 3) 최소 농도를 구하려면 무유출로 적용하여야 하므로 이 경우 CO₂의 농도(%) = $\frac{\text{CO}_2 \text{체적}}{\text{방호구역의 체적}} \times 100$ 으로 적용하는 경우가 있으나 이는 잘못된 것이라고 할 수 있다.

나. 별표1에 따른 설계농도가 34 % 이상인 방호대상물의 소화약제량은 가목의 기준에 따라 산출한 기본소화약제량에 다음 표에 따른 보정계수를 곱하여 산출한다.



해설

1. 농도의 실제 적용

가. 전역방출방식의 CO₂ 농도

- 1) 이산화탄소 소화설비에는 가스가 방사될 경우 가스는 분사헤드 방사압이 매우 높은 관계로 개구부나 누설 틈새를 통하여 방호구역으로부터 공기와 함께 자유로이 유출되어 소실하게 된다.
- 2) 이러한 소실은 CO₂와 같이 설계 농도가 높은 설비의 경우 더욱 가속화되며 이러한 상태의 유출을 자유 유출(free efflux)이라 한다.
- 3) 따라서 일반적으로 전역방출 방식에서 실제 설계 시 방사된 방호구역 내의 CO₂ 농도를 계산할 경우는 자유 유출상태로 적용하는 것이 원칙이며, 이때의 방호구역 체적당 방사된 CO₂ 체적을 $x(m^3/m^3)$ 라 하면 NFPA 12 : 2005 D.1 에서는 실험식으로 다음과 같은 식을 제시하고

$$e^x = \frac{100}{100 - \%CO_2} \quad (e: \text{자연대수}, \%CO_2 : CO_2 \text{ 농도})$$

위의 식을 대수(logarithm)로 변환하면 $\log_e \left(\frac{100}{100 - \%CO_2} \right) = x$ 이고, 이를 상용대수로 변환하면 $x = 2.303 \log \left(\frac{100}{100 - \%CO_2} \right)$ 이 된다.

- 4) CO₂의 비체적 S의 단위는 m³/kg이므로 밀도는 1/S(kg/m³)가 된다. 이때 방호구역 1m³당 CO₂ 체적이 x(m³/m³)이므로 여기에 밀도를 곱하면 방호구역 1m³당 방사량(kg/m³)이 되며, 즉 이는 방호구역 체적당 소화약제량(flooding factor)(이하 "f·f"이라 한다). 따라서 CO₂ 방사 후 실내 농도는 아래의 식을 기본식으로 하여 계산하게 된다.

$$2.303 \times \log \frac{100}{100 - \%CO_2} \times \frac{1}{S} = f \cdot f$$

여기서, %CO₂는 방사 후 CO₂ 농도(%), S는 비체적(m³/kg), f·f는 방호구역 1 m³당 CO₂ 소화약제량(kg/m³)이다.

나. 가연성 액체 및 기체의 경우

- 1) 이 경우는 제5조제1호가목의 CO₂ 농도 해설에 제시한 설계농도를 그대로 적용하는 것이 아니라 제5조제1호나목에서 제시한 그래프를 이용하여 보정계수(conversion factor)를 구한 후 방호구역 내의 설계 농도를 계산하여야 한다. 즉, 설계농도가 34 %를 초과할 경우는 해당 설계농도에 대한 소화약제량을 그대로 방사하는 것이 아니라, NFSC 106 제5조제1호나목의 그래프를 이용하여 보정계수를 먼저 구한 후 보정된 소화약제량을 구하여 농도 계산을 하여야 한다.

2) 설계농도 34 % 이상 소방대상물의 소화약제량

- 가) 이 경우는 소방대상물에서 가연성 가스 및 액체를 저장·취급하는 경우에 해당되며 해당 물질별로 방출 계수를 정하고 설계 농도는 34 %를 초과한다.

- 나) 가연성 액체 및 가스의 개별적인 설계 농도는 NFSC 106의 별표 1을 참조하여 적용하여야 하며 별표 1은 NFPA 12 : 2005 Table 5.3.2.2를 준용한 것이다.

$$Q = (V \cdot K_1) \times C_f + (A \cdot K_2)$$

여기서, Q는 소화약제량(kg), V는 방호구역의 체적(m³), A는 방호구역의 개구부 면적(m²), K1, K2는 방출 계수(flooding factor), C_f는 보정계수이다.

다) 기본량(=V·K1×보정계수)

체적에 대한 기본 가스량 적용은 일반 소방대상물의 식과 동일하나 다만, 아래 표에서 제시한 설계농도에 대해 보정계수 그래프를 이용하여 보정계수 N(conversion factor)을 구한 후 기본량에 이를 곱하여 산출한다. 과거 아래표의 경우에는 NFPA 12 : 2005 (Table 5.3.2.2)를 준용하여 26개 종목의 위험물에 대한 최소 설계농도를 제시하여 사용하였다.

2. 이론농도와 설계농도

가. 일반적으로 공기 중에는 산소가 21 % 정도 함유되어 있으며, 나머지는 거의 모두 질소로 형성되어 있다. 이 산소 농도가 15 % 이하가 되면 연소를 유지할 수 없게 되고 질식소화가 된다. 물론 이 상황에서는 사람도 생존할 수가 없다. 따라서 소화약제 방출 시에는 소화하고자 하는 소방대상물의 개구부를 폐쇄(자동폐쇄)하고 난 후에 방사하게 되는데 구획 내에 사람이 있을 때에는 위험하기 때문에 미리 경보음을 발하거나 음성 방송을 한 다음 일정 시간 (20초 이상) 내에는 방사가 개시되지 않도록 하는 지연장치가 내장되어 있다.

나. 소화 시 이산화탄소의 농도는 34 % 이상으로 설계하게 되는데 이때 산소농도는 21 %×(1-0.34)≒14 % 정도가 된다. 이 설비는 소화 약제 방출 후 약 1시간 이상은 개구부를 폐쇄하여 밀폐 상태로 두는 것이 이상적이다.

다. 이론농도

1) 밀폐공간에 CO₂가 방사되면 실내 산소의 질량은 변함이 없다. CO₂ 방사 전후의 압력이 일정, 즉 체적은 변하지만 압력이 변하지 않는다고 가정하면, 밀도도 일정하므로

$$m_{O_2} = \rho \frac{21}{100} \times V = \rho \times \frac{x_{O_2}}{100} \times (V + V_{CO_2})$$

가 된다. 여기서, m_{O_2} 는 공간 내 산소의 질량, ρ 는 산소의 밀도, V 는 공간의 체적, V_{CO_2} 는 방사된 CO_2 체적, x_{O_2} 는 방사 후 산소의 체적농도, 21은 방사 전 공기 중의 산소농도(vol%)이다.

2) 위의 식을 정리하면

$$V_{CO_2} = \left(\frac{21}{x_{O_2}} - 1 \right) V = \frac{21 - x_{O_2}}{x_{O_2}} V$$

가 된다. 방사 후 산소의 농도 x_{O_2} 를 알면 방사된 CO_2 의 체적을 계산할 수 있다. 한편, 방사 후 CO_2 농도 (x_{CO_2})는

$$x_{CO_2} = \left(\frac{V_{CO_2}}{V + V_{CO_2}} \right) \times 100(\%)$$

이므로

$$x_{CO_2} = \left(\frac{1}{\frac{V}{V_{CO_2}} + 1} \right) \times 100(\%)$$

이 된다.

3) 식 $x_{CO_2} = \left(\frac{V_{CO_2}}{V + V_{CO_2}} \right) \times 100(\%)$ 에서 $\frac{V}{V_{CO_2}} = \frac{x_{CO_2}}{21 - x_{CO_2}}$ 이므로 이것을 대입하면

$x_{CO_2} = \left(\frac{21 - x_{CO_2}}{21} \right) \times 100(\text{Vol}\%)$ 이다. 여기서 산소의 연소한계농도인 15 Vol%를 대입하면

$$x_{CO_2} = \left(\frac{21 - 15}{21} \right) \times 100 = 28.6 \text{ Vol}\%$$

이고, 이 값이 CO_2 의 최소이론농도이다.

4) 안전계수 1.2를 고려하여 곱하면

$$x_{CO_2} = 34 \text{ Vol}\%$$

가 되며 이를 표면화재를 소화하는데 필요한 CO_2 의 최소설계농도(minimum design concentration)라 한다. 따라서 어떠한 경우도 설계농도가 34 % 미만인 되어서는 아니 된다.

- 5) 안전율 20 %의 근거는 NFPA 12 : 2018, 5.3.2 flammable materials에 의한 것으로 국내 소방법령상 CO₂의 소화약제량은 이론 농도×1.2배를 한 수치이다.

라. 설계농도

- 1) 이론농도는 질식소화 하는데 필요한 최소의 농도이므로 누설손실 등을 고려하여 안전율을 곱하여 계산한 것을 설계농도라 한다. 보통은 안전율로 20 % 이상을 고려하여 설계농도로 34 % 이상을 사용하고 있다.

$$\text{설계농도} = \text{이론농도} \times 1.2 = 28.57 \% \times 1.2 = 34.284 \%$$

따라서 일반적으로 설계 시 34 % 이상을 사용하고 있다.

- 2) 전기실은 방호구역의 체적 1 m³에 대한 소화약제의 양은 1.3 kg이고 이때의 설계농도는 50 %를 고려한 것으로 되어 있다.
- 3) 가연성 액체 및 가스의 개별적인 설계 농도는 NFSC 106 별표 1을 참조하여 적용하여야 하며 별표 1은 NFPA 12 : 2005 Table 5.3.2.2 를 준용한 것이다.

$$Q = (V \cdot K_1) \times C_f + (A \cdot K_2)$$

여기서, Q는 약제량(kg), V는 방호구역의 체적(m³), A는 방호구역의 개구부 면적(m²), K₁, K₂는 방출계수(flooding factor), C_f는 보정계수이다.

마. 보정계수

- 1) 체적에 대한 기본 가스량(=V·K₁×C_f) 적용은 일반 소방물 대상 방법과 동일하다. 다만, 가연성 액체 또는 가스의 설계농도(화재안전기준 별표 1)에서 제시한 설계농도에 대해 보정계수 그래프를 이용하여 보정계수 N(Conversion factor)을 구한 후 기본량에 이를 곱하여 산출한다.

[표 10] 화재안전기준

[별표1] 가연성액체 또는 가연성가스의 소화에 필요한 설계농도

방호대상물	설계농도(%)
수소(Hydrogen)	75
아세틸렌(Acetylene)	66
일산화탄소(Carbon Monoxide)	64
산화에틸렌(Ethylene Oxide)	53
에틸렌(Ethylene)	49
에탄(Ethane)	40
석탄가스, 천연가스(Coal, Natural gas)	37
사이크로 프로판(Cyclo Propane)	37
이소부탄(Iso Butane)	36
프로판(Propane)	36
부탄(Butane)	34
메탄(Methane)	34

- 2) 위험물안전관리법의 경우는 위험물안전관리에 관한 세부기준 별표2의 소화 억제계수(N, 53개항목)을 적용하여 억제량을 보정(할증)하며, NFSC와 달리 기본량과 억제량을 합한양을 할증적용한다. 또한 체적에 따른 방사량도 NFSC(4단계)와 달리 6단계로 구분되어 있으므로 법적용에 따라 억제량의 계산을 달리하여야 한다.

[표 11] 위험물의 종류에 대한 가스계 및 분말 소화약제의 계수

소화약제의 증별 위험물의 종류	소화약제의 증별				할로겐화물							분말			
	CO ₂	IG-100	IG-55	IG-541	하론 1301	하론 1211	HFC -23	HFC -125	HFC -227ea	FK-5-1 -12	제1종	제2종	제3종	제4종	
아크릴로 니트릴	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	
아세트알데히드	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	
아세트니트릴	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
아세톤	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
아닐린	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
이소옥탄	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
이소프렌	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	
이소프로필아민	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
이소프로필에테르	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
이소hex산	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
이소헵탄	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
이소펜탄	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
에탄올	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	
에틸아민	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
염화비닐	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	-	-	1.0	-	
옥탄	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
취발유	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
포름산(개미산)에틸	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
포름산(개미산)프로필	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
포름산(개미산)메틸	1.0	1.0	1.0	1.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.1	1.1	1.1	1.1	
경유	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
원유	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
초산(아세트산)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
초산에틸	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
초산메틸	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
산화프로필렌	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	-	-	-	-	
사이클로hex산	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
디에틸아민	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
디에틸에테르	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	-	-	-	-	
디옥산	1.6	1.6	1.6	1.6	1.8	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	
중유(重油)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
윤활유	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
테트라하이드로퓨란	1.0	1.0	1.0	1.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	
등유	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
트리에틸아민	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
톨루엔	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
나프타	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
채종유	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
이황화탄소	3.0	3.0	3.0	3.0	4.2	1.0	4.2	4.2	4.2	4.2	-	-	-	-	
비닐에틸에테르	1.2	1.2	1.2	1.2	1.6	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.1	1.1	1.1	1.1	
피리딘	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
부타놀	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
프로판올	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
2-프로판올	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
프로필아민	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	
hex산	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	
헵탄	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
벤젠	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	
펜탄	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.4	1.4	1.4	1.4	
메타놀	1.6	1.6	1.6	1.6	2.2	2.4	2.2	2.2	2.2	2.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
메틸에틸케톤	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	
모노클로로벤젠	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	-	-	1.0	-	
그밖의 것	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	

다. 방호구역의 개구부에 자동폐쇄장치를 설치하지 아니한 경우에는 가목 및 나목의 기준에 따라 산출한 양에 개구부면적 1 m²당 5 kg을 가산하여야 한다. 이 경우 개구부의 면적은 방호구역 전체 표면적의 3 % 이하로 하여야 한다.

해설

1. 개구부에 자동폐쇄장치를 설치하지 아니한 경우 소화약제량 산정 (전역방출방식 표면화재)

가. 가산량(A·K₂)은 개구부에 자동폐쇄장치가 없는 경우에 누설되는 양을 보충하는 가스량으로 방출 계수(K₂)는 개구부 면적(m²)당 5kg으로 적용한다.

$$Q = V \cdot K_1 (\text{기본량}) + A \cdot K_2 (\text{가산량})$$

여기서, Q는 약제량(kg), V는 방호구역의 체적(m³), A는 방호구역의 개구부 면적(m²), K₁, K₂는 방출 계수(flooding factor)이다.

나. 자동폐쇄장치

- 1) 전역방출 방식의 이산화탄소 소화설비를 설치한 소방대상물 또는 그 부분에 대하여 자동폐쇄장치를 설치해야 한다.
- 2) 자동폐쇄장치는 방화문, 창문, 환기구 등 개구부나 환기구에 상시폐쇄형 도어클로저, 감지기 연동식 도어릴리즈, 감지기 연동식 모터 댐퍼, 피스톤 릴리즈(piston releaser) 댐퍼 등을 설치한다.
피스톤릴리즈(piston releaser) 댐퍼는 화재발생 후 이산화탄소가 방출되면 피스톤릴리즈로 폐쇄함으로써 이산화탄소가 방호구역 밖으로 유출되는 것을 방지하기 위한 장치이다.
- 3) 개구부가 있거나 천장으로부터 1m 이상의 아래부분 또는 바닥면으로부터의 높이가 층 높이의 2/3 이하에 있는 개구부에 대해서 의무화하고 있으며 개구부가 자동으로 폐쇄가 되지 않으면 소화효율은 감소되기 때문이다.

- 4) 통신 기기실 또는 특수 가연물을 저장, 취급하는 특정소방대상물에 자동 폐쇄장치가 없는 개구부는 위벽 면적(방호구역의 벽, 바닥, 천장, 지붕) 합계의 1 % 이하로 하여야 한다.
- 5) 그 밖의 소방 대상물
방호구역 체적의 수치 또는 위벽 면적 중 어느 쪽이든 적은 쪽 수치의 10 % 이하로 한다.
- 6) 자동으로 폐쇄되지 않은 개구부
자동적으로 폐쇄되지 않는 개구부가 있는 경우에는 개구부의 크기에 따라 소화약제의 양을 할증하게 된다.
- 7) 자동폐쇄장치의 설치기준 : 하기의 기준에 따라 설치기준이 규정되어져 있으나, 하강모드의 설계방식을 기준으로 적용된 기준이며, 믹싱모드 등의 타설계 방식을 적용시에는 도어팬테스트 등을 통하여 설계농도 유지시간을 검증하여야 한다.
 - 가) 환기 장치를 설치할 것에 있어서는 이산화탄소가 방사되지 전에 당해 환기 장치가 정지할 수 있도록 할 것
 - 나) 개구부가 있거나 천장으로부터 1 m 이상의 아랫부분 또는 바닥으로부터 당해 층의 높이의 2/3 이내의 부분에 통기구가 있어 이산화탄소의 유출에 의하여 소화 효과를 감소시킬 우려가 있는 것에 있어서는 이산화탄소가 방사되기 전에 당해 개구부 및 통기구를 폐쇄할 수 있도록 할 것
 - 다) 자동폐쇄장치는 방호구역 또는 방호대상물이 있는 구획의 밖에서 복구할 수 있는 구조로 하고, 그 위치를 표시하는 표지를 할 것
 - 라) 전역방출방식의 방호구역에 설치하는 개구부에는 원칙적으로 자동 폐쇄식 방화문 등을 설치한다. 층 높이의 2/3 이하에 있는 개구부(보안상 위험이 있는 곳, 소화 약제가 유출되어 소화효과를 감소시킬 염려가 있는 곳)는 반드시 자동폐쇄로 한다.
- 8) 자동폐쇄장치의 분류
 - 가) 도어 클로저(door closer)
감지기와 연동해서 작동하는 암식의 폐쇄 기구로 수동 폐쇄도 가능하다.

- 나) 도어 스토퍼(door stopper)
도어의 테두리에 붙여 도어를 열어 둔 상태로 두고 연동되어 작동되면 스토퍼가 퍼져서 닫힌다.
- 다) 도어 이젝터(door ejecter)
플러그식과 마그네식이 있다. 플러그 또는 마그네틱으로 도어를 잡아 두고 있다가 이것이 개방되면 도어는 스프링의 힘으로 닫힌다.

2. 개구부

가. 개구부 면적

- 1) 개구부 면적은 방호구역 전체 표면적의 3 % 이하로 한다.
- 2) 개구부에 대한 가산량이 방호구역 체적에 대한 기본 가스량보다 많을 경우는 원칙적으로 전역방출방식을 적용하지 않아야 하며 개구부 면적은 가스 방사 시 농도 및 잔류 시간에 큰 영향을 주게 되므로 개구부의 최대치를 규제한 것이다.

가) 이의 근거는 ISO 6183 CO₂ Extinguishing systems for use on premises-design and installation(1990 1st edition) 15.5에서 규정하고 있다.

나) 방호구역의 전표면적이란 방호구역 벽면 4면과 천장 및 바닥부분을 포함한 6면 부분을 말한다.

3) 개구부의 폐쇄

- 가) 방호구역의 개구부는 소화약제 방출 전에 자동적으로 폐쇄시켜야 한다.
- 나) 일반적인 방법으로는 문은 자폐식(door closer를 설치), 덕트 등은 댐퍼를 설치해서 폐쇄한다.
- 다) 댐퍼에는 전기식의 모터 댐퍼(moter damper)와 가스압 댐퍼가 있지만 모터 댐퍼는 비상전원이 필요하므로 일반적으로 가스압 댐퍼가 많이 설치된다.
- 라) 가스압 댐퍼는 방출되는 소화 약제의 압력을 동관에 의해 댐퍼부까지 도입, 피스톤 릴리즈에 의해 폐쇄되는 것으로 원격 복구형과 수동 복구형이 있다.

마) 원격 복구형은 소화 가스의 압력을 체크 밸브에 의하거나 동관 및 피스톤 릴리즈 내에 유지하거나 폐쇄 상태를 유지하고 소화 후는 가스 압력을 복구 밸브에서 배출하여 스프링의 힘으로 댐퍼를 복구시키는 기구이다.

나. 개구부 또는 통기구가 있을 경우

- 1) 개구부가 있거나 천장으로부터 1 m 이상의 아래 부분 또는 바닥으로부터 당해 층의 높이의 2/3 이내의 부분에 통기구가 있어 CO₂의 유출에 의하여 소화효과를 감소시킬 우려가 있는 경우, CO₂가 방사되기 전에 당해 개구부 및 통기구를 폐쇄할 수 있도록 하여야 한다.
- 2) CO₂ 유출에 의해 소화효과를 감소시킬 우려가 있다는 전제가 성립되어야 개구부 등을 폐쇄하는 것으로, 이때 개구부는 위치에 관계없이 폐쇄를 하나 통기구는 CO₂의 비중이 1.53이므로 하부의 경우에 한하여 폐쇄하도록 조치한 것이다.
- 3) 또한 이 경우 환기장치는 폐쇄가 아니라 환기장치를 정지하도록 하고 가산량을 보충하는 것으로 따라서 무조건 방호구역 내의 개구부 등을 폐쇄하도록 하는 것은 입법 취지에 맞지 아니하다.
- 4) 국내기준의 경우
 - 가) 제5조의 소화약제량 산정 시 개구부에 자동폐쇄장치가 없을 경우에는 가산량을 추가하도록 규정되어 있으며 이는 개구부를 인정한 것으로 제14조는 무조건 폐쇄를 강제하는 것이 아니라 CO₂ 유출에 의해 소화효과를 감소시킬 우려가 있는 경우로 한정하고 있다.
 - 나) 개구부의 경우 폐쇄를 원칙으로 하되 폐쇄하기가 곤란한 개구부(예 : 공조용 diffuser, cable tray, 벽체의 환기용 그릴, 유리창 등)에는 소화효과가 감소되므로 가산량으로 보충하라는 의미이다. 또한 통기구의 경우는 CO₂의 비중이 1.53인 관계로 아래쪽의 통기구는 폐쇄를 원칙으로 하되 위쪽의 통기구는 가산량으로 적용할 수 있다.
 - 다) 개구부나 통기구일지라도 환기장치의 경우(예 : 공조설비, 환기용 fan의 개구부 등)에는 제14조 1호에 의거 환기장치를 정지하는 것으로(물론 소화약제량은 추가하여야 함) 족하다.

- 라) 설계 시에는 덕트의 자동폐쇄를 위하여 CO₂ 가스의 방사압을 이용하여 동작되는 PRD(piston release damper)를 주로 사용하고 있으며, 이는 화재시 사용이 가능하도록 평상시 작동테스트 및 유지관리가 중요하다.
- 마) 유리창의 경우는 약제 방사 시 방사압력에 의해 유리창이 파손될 우려가 있으므로 설치를 지양하며, 점검창 등의 이유로 설치가 불가피한 경우는 개구부로 반영하거나, 과압배출구 계산에 적용되는 구조물의 강도 이상이어야 한다.

5) NFPA의 경우

가) 출입문 및 창의 경우

- (1) 출입문이나 창문 등의 개구부는 약제 방사 전 또는 방사 시 자동 폐쇄되어야 한다. (NFPA 12(2018) 5.5.2.1).
- (2) 만일 자동폐쇄가 불가능한 경우는 1분 동안 설계 농도에서 예상되는 손실과 같은 양의 가스를 가산량 (NFPA 12(2018) 5.3.5.1).
- (3) 만일 환기설비를 정지시킬 수 없는 경우에는 CO₂를 방사하는 동안에 해당하는 양을 가산량으로 추가하여야 하며 설계농도가 34 %를 초과하는 경우는 보정계수를 곱하여 계산하여야 한다 (NFPA 12(2018) 5.3.5.2).

나) NFPA 12의 경우 가산량 적용

- (1) NFPA 12의 경우 가산량 적용은 국내와 같이 개구부 면적에 따라 일률적으로 적용하지 않는다.
- (2) 이는 약제 방사 시 누설되는 양은 방호구역의 온도, 개구부의 위치 및 크기, 방호구역의 농도 및 체적에 따라 달리 적용되기 때문이다.

6) 일본 소방법시행규칙의 경우

일본의 경우 CO₂ 방호구역의 개구부 조건에 대해 별도로 규정하고 있으며 관련 기준은 다음과 같다.

가) 방호구역 조건

불연 재료로 된 벽·기둥·바닥 또는 천장(천장이 없는 경우에는 반자)으로 구획할 것

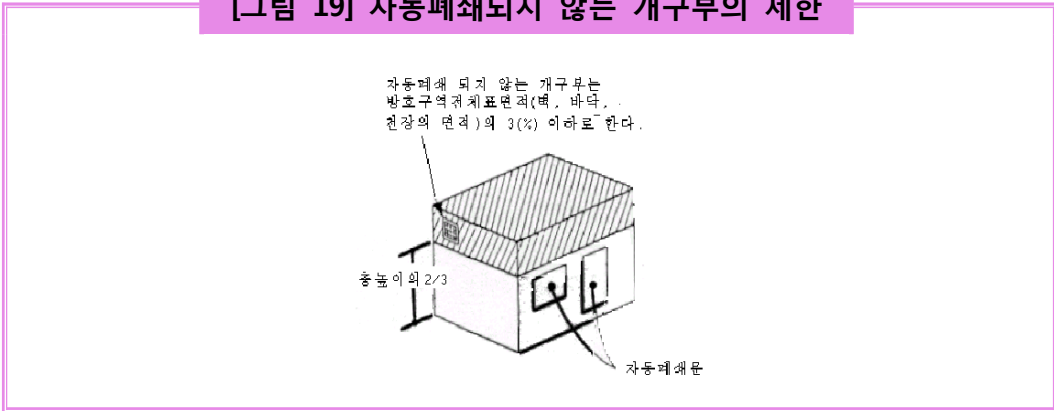
나) 개구부 조건

- (1) 계단실, 비상용 승강기의 승강 로비, 기타 이와 유사한 장소에 면하여 설치하지 아니할 것
- (2) 환기장치는 소화약제 방사 전에 정지되는 구조일 것
- (3) 자동폐쇄장치를 설치할 개구부 조건은 바닥으로부터 높이가 당해 층의 2/3 이하의 위치에 있거나, 방사된 소화약제의 유출에 의해 소화효과를 감소시키거나 보안상의 위험이 있는 개구부는 소화약제 방사 전에 자동 폐쇄할 것
- (4) 자동폐쇄장치가 필요 없는 개구부의 조건
 - (가) 통신기기실 또는 지정 가연물을 저장·취급하는 소방대상물은 위벽 면적의 1 % 이하일 것
 - (나) 위벽 면적은 일본 소방법상 용어로 방호구역 내의 벽, 바닥, 천장 면적의 합계를 말한다.
 - (다) 기타 용도의 소방대상물 : 위벽 면적이나 방호구역 체적중 작은 수치에 해당하는 값의 10 % 이하일 것
 - (라) 자동폐쇄장치가 없는 개구부 면적에 대해서는 소화약제를 가산한다.

다. 개구부 또는 통기구 적용 기준

- 1) 가스계 소화설비가 설치된 방호구역의 경우 개구부 및 통기구에 대하여 원칙적으로 폐쇄하여야 한다.
- 2) 개구부가 위쪽에 있을 때 폐쇄할 수 없는 경우는 약제량을 가산한다.
- 3) 개구부가 아래쪽에 있을 경우는 폐쇄를 원칙으로 한다.
- 4) 환기장치가 있는 개구부는 환기장치를 정지시키도록 하고 소화약제량을 가산한다. (예 : 변전실에 공조용 급기 덕트가 있을 경우, 급기구의 위치가 천장면이므로 화재시 급기 팬(fan)을 정지하도록 하며, 덕트 개구부만큼 가산량을 추가한다.)
- 5) 창문 등의 경우는 가스 방사압력에 의해 파손될 우려가 있는 경우는 소화약제량을 가산하여야 한다.

[그림 19] 자동폐쇄되지 않는 개구부의 제한



2. 전역방출방식에 있어서 종이·목재·석탄·섬유류·합성수지류 등 심부화재 보호 대상물의 경우에는 다음 각 목의 기준에 따른다. <개정 2012. 8. 20.>

가. 방호구역의 체적(불연재료나 내열성의 재료로 밀폐된 구조물이 있는 경우에는 그 체적을 감한 체적) 1 m³에 대하여 다음 표에 따른 양 이상으로 하여야 한다.

방 호 대 상 물	방호구역의 체적 1m³에 대한 소화약제의 양	설계농도 (%)
유압기기를 제외한 전기설비, 케이블실	1.3 kg	50
체적 55m³ 미만의 전기설비	1.6 kg	50
서고, 전자제품창고, 목재가공품창고, 박물관	2.0 kg	65
고무류, 면화류창고, 모피창고, 석탄창고, 집진설비	2.7 kg	75

나. 방호구역의 개구부에 자동폐쇄장치를 설치하지 아니한 경우에는 가목의 기준에 따라 산출한 양에 개구부 면적 1 m²당 10 kg을 가산하여야 한다. 이 경우 개구부의 면적은 방호구역 전체 표면적의 3 % 이하로 하여야 한다.

해설

1. 방호구역내 개구부 등 누설부위에 의한 소화약제 누출 및 보상

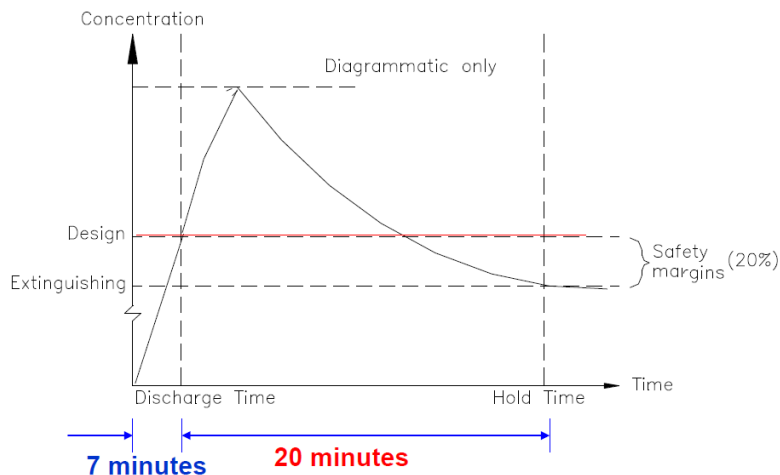
가. 설계농도 유지시간(Soaking Time/Hold Time/Retention Time)

전역방출방식의 가스계 소화약제가 방호구역 내에 방사되어 설계농도에 도달한 후에 완전히 소화되어 재발화되지 않도록 하려면 설계농도가 일정시간 유지되는 것이 필요한데 이 시간을 설계농도 유지시간이라 한다. 또한 방호구역의 밀폐도가 가스계소화설비의 설계농도 유지시간을 유지할 수 없으면 원하는 소화효과도 기대할 수 없다. 따라서 방호구역내의 개구부의 면적을 3% 이하로 제한하고 있다.

※ 설계농도유지시간은 그림 20에서 보는것과 같이 설계농도에 도달한 시점부터 소화농도까지 내려오는 시간을 말한다.

NFPA에서는 최종시점을 설계농도의 85%를 유지하는 시점으로 정의하고 있으며, 이 농도는 소화농도에 해당된다.

[그림 20] CO₂ Soaking Time(Holding time)과 소화약제량(농도)



나. 설계농도 유지시간(Soaking Time/Holding Time/Retention Time)에 관하여 국내 소방관련법령에는 규정이 없고, IRI(Industrial Risk Insures)에서는 가스계 소화약제에 대한 Soaking Time을 다음과 같이 규정하고 있다.

1) 이산화탄소소화약제

- 표면화재인 경우 : 3분
- 심부화재인 경우 : 20분(레코드 창고의 경우 30분)

2) 할론소화약제

- 표면화재인 경우 : 10분
- 심부화재인 경우 : 30분

3) 할로겐화합물 및 불활성기체소화약제

- 표면화재인 경우 : 10분

다. 이산화탄소 등 가스소화약제 누설량 결정인자

- 개구부 크기, 위치, 설계농도, Soaking Time

2. 종이·목재·석탄·섬유류·합성수지류 등과 같은 A급의 심부화재일 경우 해당하며 해당 물질별로 방출 계수를 적용한다.

가. 심부화재 방출계수

$$Q = V \cdot K_1 (\text{기본량}) + A \cdot K_2 (\text{가산량})$$

여기서, Q는 약제량(kg), V는 방호구역의 체적(m³), A는 방호구역의 개구부 면적(m²), K1, K2는 방출계수(flooding factor)이다.

- 1) 기본량(= $V \cdot K_1$)은 방호구역 체적에 따른 기본 가스량이다.
- 2) 체적에 대한 기본 가스량은 제5조제2호가목의 표 방호구역의 체적 1 m³에 대한 소화약제의 양을 적용하여야 하며 아래 제시한 표 12는 NFPA 12: 2005의 Table 5.4.2.1이며 이를 근거로 국내 기준을 제정한 것이다.

[표 12] Flooding factors for specific hazards (NFPA2001(2018)표 5.4.2.1)

specific hazard	volume factors	design concentration
Dry electrical hazards in feneral [SPaces 0-2000 sq ft(56.6 m³)]	1.60 kg/m³	50 %
Dry electrical hazards in feneral [SPaces greater than 2000 sq ft(56.6 m³)]	1.33 kg/m³ (minimum 91kg)	50 %
Record(bulk Paper)storage, ducts, covered trenches	2.00 kg/m³	65 %
Fur storage vaults, dust collectors	2.66 kg/m³	75 %

나. 심부화재 시 설계농도

- 1) NFPA에서 CO₂의 비체적 기준온도는 30 °C와 10 °C의 2가지를 제시하고 있으며(NFPA 12 : 2005, D.1) 10 °C의 경우는 30 °C보다 비체적이 작아서 동일 농도에서 소화약제량이 더 증가되므로 심부 화재의 경우는 이 값을 사용하는 것을 원칙으로 한다.
- 2) 따라서 10 °C의 경우는 비체적 $S=0.509+0.509 \times 10/273 \approx 0.52 \text{ m}^3/\text{kg}$ 이 된다. CO₂ 심부화재 시의 온도는 10 °C(86 °F)를 기준으로 하고 이때의 CO₂ 비체적은 0.52 m³/kg을 적용한다.
- 3) 식 $2.303 \times \log \frac{100}{100-c} \times \frac{1}{0.52} = f \cdot f$ 가 되므로 제5조제2호를 아래 방법에 따라 설계농도를 계산한 결과는 표의 설계농도와 같다.
- 4) 유압기를 제외한 전기설비, 케이블실은 반드시 체적 55 m³이상의 경우에만 적용하여야 하며, NFPA 12 Table 5-4.2.1에 따르면 2000 ft³(56.6 m³) 이상으로 규정하고 있다.

가) 유압기를 제외한 전기설비, 케이블실 설계농도 50 % :

50 % 농도시 $\frac{1}{0.52} \times 2.303 \log \frac{100}{100-50} = 1.33 \text{ kg}/\text{m}^3$ 이 된다. 소방법

에서 방사량을 1.3 kg/m³로 하고 있으나, NFPA 12(table-5.4.2.1)에서는 위 계산과 같이 1.33 kg/m³으로 하고 있으므로 1.4 kg/m³ 정도로 관련 기준의 개정이 필요하다.

나) 체적 55 m³ 미만의 전기설비 50 % 농도

방호구역 체적이 작을수록 표면적이 비례적으로 크기 때문에 체적 55 m³ 미만의 전기설비에 대해서는 20 % 할증하여 1.33×1.2=1.6kg/m³ 으로 한 것으로 실제 방사 시 농도를 계산하면 50 %가 아니라 57 %이다.

다) 서고, 전자제품 창고, 목재가공 창고, 박물관 65% 농도

$$\frac{1}{0.52} \times 2.303 \log \frac{100}{100 - 65} = 2.0 \text{ kg/m}^3 \text{ 이 된다.}$$

라) 고무류, 면화류 창고, 모피 창고, 석탄창고, 집진설비 75 % 농도

$$\frac{1}{0.52} \times 2.303 \log \frac{100}{100 - 75} = 2.7 \text{ kg/m}^3 \text{ 이 된다.}$$

3. 개구부에 자동폐쇄장치를 아나한 소화약제량 산정(전역방출방식 심부화재)

가. 가산량

가산량(= $A \cdot K_2$)은 개구부에 자동폐쇄장치가 없는 경우 누설되는 양을 가산하는 가스량으로 방출 계수(K_2)는 개구부 면적(m²)당 10 kg으로 적용한다.

$$Q = V \cdot K_1 (\text{기본량}) + A \cdot K_2 (\text{가산량})$$

여기서 Q는 소화약제량(kg), V는 방호구역의 체적(m³), A는 방호구역의 개구부 면적(m²), K1, K2는 방출계수(flooding factor)이다.

나. 개구부

1) 개구부 면적

가) 개구부 면적은 방호구역 전체 표면적의 3 % 이하일 할 것

나) 개구부에 대한 가산량이 방호구역 체적에 대한 기본 가스량보다 많을 경우는 원칙적으로 전역방출 방식을 적용하지 않아야 하며(NFPA 12 (table-5.2.1.1)(개구부 면적은 가스 방사 시 농도 및 잔류 시간에 큰 영향을 주게 되므로 개구부의 최대치를 규제한 것이다. 이의 근거는 ISO 6183 CO₂ Extinguishing systems for use on premises-design and installation (1990 1st edition) 15.5에서 규정하고 있다.

다) 방호구역의 전표면적이란 방호구역 벽면 4면과 천장 및 바닥부분을 포함한 6면 부분을 말한다.

2) 개구부의 폐쇄

가) 방호구역의 개구부는 소화 약제 방출 전에 자동적으로 폐쇄시켜야 한다.

나) 일반적으로 덕트 등은 댐퍼를 설치해서 폐쇄한다.

다) 댐퍼에는 전기식의 모터 댐퍼(motor damper)와 가스압 댐퍼가 있지만 모터 댐퍼는 비상전원이 필요하므로 일반적으로 가스압 댐퍼가 많이 설치된다.

라) 가스압 댐퍼는 방출되는 소화약제의 압력을 동관에 의해 댐퍼부까지 도입, 피스톤 릴리즈에 의해 폐쇄되는 것으로 원격 복구형과 수동 복구형이 있다.

마) 원격 복구형은 소화 가스의 압력을 체크밸브에 의해 동관 및 피스톤 릴리즈 내에 유지하거나 폐쇄 상태를 유지하고 소화 후는 가스 압력을 복구 밸브에서 배출하여 스프링의 힘으로 댐퍼를 복구시키는 기구이다.

다. 방호구역의 전체 표면적

방호구역의 전체 표면적이란 방호구역 벽면 4면과 천장 및 바닥부분을 포함한 6면 부분을 말한다.

3. 국소방출방식은 다음 각 목의 기준에 따라 산출한 양에 고압식은 1.4, 저압식은 1.1을 각각 곱하여 얻은 양 이상으로 할 것 <개정 2012. 8. 20.>
- 가. 윗면이 개방된 용기에 저장하는 경우와 화재시 연소면이 한정되고 가연물이 비산할 우려가 없는 경우에는 방호대상물의 표면적 1 m²에 대하여 13 kg
- 나. 가목외의 경우에는 방호공간(방호대상물의 각부분으로부터 0.6 m의 거리에 따라 둘러싸인 공간을 말한다. 이하 같다)의 체적 1 m³에 대하여 다음의 식에 따라 산출한 양

$$Q = 8 - 6 \frac{a}{A}$$

Q : 방호공간 1 m³에 대한 이산화탄소 소화약제의 양(kg/m³)

a : 방호 대상물 주위에 설치된 벽의 면적의 합계(m²)

A : 방호공간의 벽면적(벽이 없는 경우에는 벽이 있는 것으로 가정한 당해 부분의 면적)의 합계(m²)

해설

1. 국소방출방식(Local application system)

- 가. 방호대상물을 일정한 공간으로 구획할 수 없는 경우 해당 부분에 한하여 CO₂를 방사하는 방식을 말한다.
- 나. 화재위험성 물질이 밀폐되어있지 않거나 해당방호구역이 전역방출방식의 요건에 맞지 않는 경우, 인화성 액체, 가스 또는 얇은 고체(shallow solid)의 표면화재용에 대하여 적용하며(NFPA 12 : 5-1.2) 방사시간을 전역방출방식과 같이 표면화재 및 심부화재로 구분하지 않는 이유는 원칙적으로 국소방출방식의 경우는 화재에 국한하여 적용하여야 하기 때문이다.

[표 13] 방사시간 및 분사헤드 방사압

방사시간	분사헤드 방사압	
	고압식	저압식
30초	2.1 MPa	1.05 MPa

2. 국소방출방식 적용

가. 전역방출방식의 요구 사항에 부합되지 않는 경우나, 인화성 액체, 가스, 얇은 고체(shallow solid)의 표면화재용에 한하여 적용한다. NFPA 12에서는 국소 방출 방식의 예로 침지탱크(dip tank), 도장부스(spray booth), 유입변압기, 증기배기관(vapor vent), 압연기, 인쇄기 등을 제시하고 있다 (NFPA 12: 2018, A.6.1.2).

나. 특수가연물

특수가연물은 제1종 가연물 또는 제2종 가연물에 한하며 윗면이 개방된 용기에 저장하는 경우와 화재 시 연소면이 한정되고 가연물이 비산할 우려가 없는 경우에는 방호대상물의 표면적 1 m²에 대하여 13 kg이다.

다. 소화약제량 계산

1) 평면화재

윗면이 개방된 용기에 저장하거나 화재 시 연소면이 한정되고 가연물이 비산할 우려가 없는 경우의 기본식은 아래와 같다(특수 가연물 1종 및 2종 가연물에 한함)의 경우 : 제5조 3호 가목).

$$Q = S \cdot K(\text{기본량}) \times h(\text{할증계수})$$

여기서, Q 는 소화약제량(kg), S 는 방호대상물의 표면적(m²), K 는 방출계수 (=13)(kg/m²), h 는 고압식(=1.4), 저압식(=1.1)(할증계수)이다.

2) 입면화재

화재의 연소면이 입면일 경우는 입면 화재로 적용한다.

가) 특수가연물

특수가연물(제1종 및 2종 가연물에 한함) 기본식은 아래와 같다.

$$Q = V \cdot K(\text{기본량}) \times h(\text{할증계수})$$

여기서, Q 는 소화약제량(kg), V 는 방호공간의 체적(m³), K 는 방출계수 (kg/m³), h 는 고압식(=1.4), 저압식(=1.1)(할증계수)이다.

나) 방호공간

방호공간이란 방호 대상물의 각 부분으로부터 0.6 m의 거리에 의하여 둘러싸인 공간을 말한다.

다) 평면화재 시 단위는 $K=(\text{kg}/\text{m}^2)$ 이고, 입체단위는 $K=(\text{kg}/\text{m}^3)$ 이며, 방호공간에서 벽이 없는 경우에는 벽이 있는 것으로 가정하고 벽면적을 구하여 다음과 같이 방출계수를 구한다.

$$K=8-6\frac{a}{A}$$

여기서, K는 방호공간 체적당 소화약제량(kg/m^3), a는 소방대상물 주위에 설치된 벽면의 합계(m^2), A는 방호공간의 면적(m^2)이다.

다. 특수가연물(제1종 가연물 또는 2종 가연물)외의 경우

특수가연물 제1종 가연물 또는 제2종 가연물 외의 경우에는 방호공간(방호대상물의 각 부분으로부터 0.6 m의 거리에 따라 둘러싸인 공간을 말한다.)의 체적 1 m^3 에 대하여 다음의 식에 따라 산출한 양 제1종 가연물 또는 제2종 가연물의 경우

$$Q=8-6\frac{a}{A}$$

여기서, Q는 방호공간 1 m^3 한 이산화탄소 소화약제의 양(kg/m^3), a는 방호대상물 주위에 설치된 벽의 면적의 합계(m^2), A는 방호공간의 벽면적(벽이 없는 경우에는 벽이 있는 것으로 가정한 당해 부분의 면적)의 합계(m^2)이다.

3. 국소방출 방식의 적용 시 유의점

가. 방호대상물의 표면적(S)

CO_2 를 실제로 방사할 소방대상물 윗면이 개방된 유류탱크와 같은 평면 화재에서, 윗면의 표면적을 의미하며 이는 소방대상물로 소화약제가 방사되는 실제 유효 표면적을 의미한다.

나. 방호공간 체적(V)

입면화재에서 방호대상물의 각 변에서 0.6 m를 연장하여 둘러싸인 부분의 공간을 말한다. 따라서 국소방출방식에서 입면화재의 경우는 소화약제를 방사하는 체적이 방호대상물의 체적이 아니라 방호공간의 체적(V)으로 적용하는 것이다. 이때 0.6 m는 실제로 연장할 수 있는 공간이 확보되는 경우에만 적용하는 것으로 예를 들면 바닥의 경우는 연장할 수 없으므로 적용하지 않는다.

다. 방호대상물 주위에 설치된 벽면의 합계(a)

방호대상물 주위에 실제로 벽이 설치되어 있는 경우(이는 고정상태를 말한다.)에 이를 적용하는 것이며 벽이 없는 경우에는 0이 된다.

라. 방호공간의 벽면적(A)

벽이 없는 경우에도 0.6 m 연장된 공간의 벽을 가상하여 벽면을 구하는 것이다. 아울러 a (방호대상물에 설치된 벽면적) 및 A (방호공간 벽면적)를 구할 경우 벽의 면적(4면)만 계산하는 것이며 상부(윗부분)의 면적은 계산하는 것이 아니다.

마. $K=8-6\frac{a}{A}$ 의 의미

flooding factor, K 는 최대 8 kg/m^3 로서, 방호대상물 주위에 실제로 벽이 있는 경우는 소화약제가 옆으로 비산되는 것을 방지하게 되므로 최대 8 kg/m^3 에서 그만큼 감면하겠다는 것으로 $a=0$ 인 경우는 $K=8 \text{ kg/m}^3$ $a=A$ 인 경우는 최소 2 kg/m^3 가 된다.

4. 저장방식에 따른 분류

가. 고압용기저장방식(high pressure storage container type)

- 1) 고압용기에 액체 상태로 저장하는 방식으로 CO_2 는 20°C 에서 5.3 MPa의 압력(계기압력)에서 액화되며 액체 상태로 보통 내용적 68 l의 용기에 45kg(충전비 1.5 l/kg)이 들어 있다.
- 2) 고압용기저장방식에는 냉동장치가 필요하지 않지만, 압력이 고압이므로 고압력에 견딜 수 있는 배관 재료를 사용해야 한다.

나. 저압용기저장방식(low pressure storage container type)

- 1) CO_2 가스는 -15°C 에서 2.1 MPa의 압력에 액화되므로 이 온도와 압력에서 저장하는 방식이다. 따라서 고압용기저장방식에 비해 훨씬 더 낮은 압력으로 저장할 수 있으나, 자동냉동장치가 필요하므로 주로 대용량에 사용하고, 일반적으로는 고압용기저장방식을 많이 사용한다.
- 2) 저압용기저장방식의 충전비는 1.1 l/kg 이상, 1.4 l/kg이하이다. 저압식은 언제나 -15°C 를 유지하여야 하므로 단열조치와 함께 냉동기가 필요하며 약제용기는 대형 저장탱크 1개를 사용한다.

다. 고압식과 저압식 용어 구분

이산화탄소 소화설비에서 고압식, 저압식의 용어는 NFPA 12: 2005(3.3.8 definition)에서 정의한 것으로 이는 국내의 고압가스안전관리법에서 규정한 고압가스의 압력 기준과는 무관하며, 상대적으로 압력이 높은 것은 고압식, 압력이 낮은 것은 저압식이라고 명명한 소방 용어상의 표현일 뿐이다.

[표 14] 고압식과 저압식의 항목별 대비

항목	고압식	저압식
저장압력	상온(20°C)에서 5.3 MPa	-15 °C에서 2.1 MPa
저장용기	45 kg/68 ℓ 용기를 표준으로 설치	대형 저장탱크 1대를 설치
충전비	1.5 ~ 1.9	1.1 ~ 1.4
배관	압력배관용 탄소강관 Sch 80	압력 배관용 탄소강관 Sch 40
방사압	분사헤드 기준 21 kg/m ³	분사헤드 기준 10.5 kg/m ³
용기실	저압식에 비해 일정한 용기실 면적을 확보	고압식에 비해 용기실 면적의 축소가 가능
약제량 검측	현장측정(액화 가스레벨미터 또는 저울 이용)	원격 감시(CO ₂ Level Monition 장치 이용)
충전	불편(재충전시는 용기별로 해체 및 재부착)	편리(설비 분리없이 현장 충전 가능)
안전장치	안전밸브	액면계, 압력계, 압력경보장치, 안전밸브, 파괴봉판 등(제4조 2항)
적용	소용량의 방호 구역	대용량의 방호 구역

다. 할증계수

할증계수 h 는 소화약제 비산으로 인한 여유율을 감안한 수치이다.

라. 방호대상물의 표면적(S)

CO₂를 실제로 방사할 대상물이 윗면이 개방된 유류탱크와 같은 평면화재에서, 유면의 표면적을 의미하며 이는 방호대상물로 소화약제가 방사되는 실제 유효 표면적을 의미한다.

4. 호스릴이산화탄소소화설비는 하나의 노즐에 대하여 90kg 이상으로 할 것
<개정 2012. 8. 20.>

해설

1. 호스릴설비

- 가. 화재 시 호스를 이용하여 사람이 조작하는 간이설비로서 사용자가 화재 시 직접 사용하는 수동식 설비이다.
- 나. 이 경우는 방호대상물의 국부적인 화재에 대해 수동식으로 대처하는 것으로 조작 후 사용자가 대피할 수 있어야 하므로 현저하게 연기가 체류할 우려가 없는 장소로서 다음의 경우에 한하여 적용할 수 있다.
- 다. 또한 사람이 직접 조작하는 설비이므로 사용 후 연기가 체류하지 않는 장소로 국한하고 연기 발생 시 피난이 용이하고 대상물이 소규모인 것에 한정하여 적용하도록 설치 장소를 제한한 것이다.
- 1) 1층(또는 피난 층)으로서 지상에서 개방(수동 또는 원격 조작)할 수 있는 개구부의 유효면적의 합계가 바닥 면적 15 % 이상이 되는 부분
 - 2) 전기설비가 설치되어 있는 부분 또는 다량의 화기를 사용하는 부분(당해 설비의 주위 5 m 이내 부분을 포함)의 바닥 면적이 당해 설비가 설치된 구획의 바닥 면적 1/5 미만인 되는 부분

2. 호스릴설비의 성능 기준

호스릴설비의 성능 기준은 다음과 같고 방사량이 60 kg/min이며, 소화약제량이 90 kg이므로 결국 방사 시간은 1분 30초가 된다. NFPA의 경우는 최소 1분 이상으로 규정하고 있다.(NFPA 12: 2018 : 7.4.1.2)

[표 15] 고압식과 저압식의 항목별 대비

수평거리	노즐 방사량	약제량(노즐당)	밸브 개방
15 m	60 kg/min	90 kg	수동 개폐

- 가. 1층(또는 피난층)으로서 지상에서 개방(수동 또는 원격 조작)할 수 있는 개구부의 유효면적의 합계가 바닥 면적의 15 % 이상이 되는 부분
- 나. 전기설비가 설치되어 있는 부분 또는 다량의 화기를 사용하는 부분(당해 설비의 주위 5 m 이내 부분을 포함)의 바닥 면적이 당해 설비가 설치된 구획의 바닥 면적 1/5 미만인 부분
- 다. 일반적으로 호스릴설비의 설치시 시중제품이 65ℓ, 45kg의 용기로 구성되어있어, 하기의 그림과 같이 2병이 연결된 이산화탄소 호스릴의 설비가 설치된다.

[그림 21] 호스릴이산화탄소 소화설비



제6조(기동장치) ① 이산화탄소소화설비의 수동식 기동장치는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. 이 경우 수동식 기동장치의 부근에는 소화약제의 방출을 지연시킬 수 있는 비상스위치(자동복귀형 스위치로서 수동식 기동장치의 타이머를 순간정지시키는 기능의 스위치를 말한다)를 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 전역방출방식은 방호구역마다, 국소방출방식은 방호대상물마다 설치할 것 <개정 2012. 8. 20.>
2. 해당방호구역의 출입구부분 등 조작을 하는 자가 쉽게 피난할 수 있는 장소에 설치할 것 <개정 2012. 8. 20.>
3. 기동장치의 조작부는 바닥으로부터 높이 0.8m 이상 1.5m 이하의 위치에 설치하고, 보호판 등에 따른 보호장치를 설치할 것
4. 기동장치에는 그 가까운 곳의 보기쉬운 곳에 "이산화탄소소화설비 기동장치"라고 표시한 표지를 할 것
5. 전기를 사용하는 기동장치에는 전원표시등을 설치할 것
6. 기동장치의 방출용 스위치는 음향경보장치와 연동하여 조작될 수 있는 것으로 할 것

해 설

1. 수동식 기동장치

가. 화재 시 기동장치의 문을 열면 주의경보가 자동적으로 작동한다. 이 경보는 수동식기동스위치를 누르기전의 주의경보로 수동식스위치를 누르기전의 예비경보로 사용한다.

나. 조작함 내의 기동 단추를 누른다. 기동 스위치를 ON으로 하는 것도 있다. 이때 경보는 대피경보로 재래식은 단지 벨이나 사이렌이 울릴 뿐이어서 그것만으로는 무슨 일인지 알 수가 없기 때문에 최근에는 전역 방출 방식에는 음성에 의한 경보장치를 하는 경우가 많다. 먼저 사이렌 소리를 계속해서 2회 정도 울린 다음에 "화재발생! 이산화탄소를 방출하겠으니 실내에서 대피해 주십시오. 질식의 위험이 있으니 빨리 대피해 주십시오"와 같이 알린다. 보통

사람이 없는 소방대상물 또는 국소방출방식의 경우는 벨이나 사이렌도 무방하도록 되어 있다. 이때 대피는 기동회로에 내장된 지연시간에 방호구역의 사람들이 대피하여야 하며, 만일 지연시간내에 대피 못한 사람이 발견된 경우에는 비상스위치(자동복귀형 스위치로서 수동식 기동장치의 타이머를 순간 정지시키는 기능의 스위치를 말한다)를 눌러 모두 방호구역내에서 대피시켜야 한다.

- 다. 기동단추를 누르면 전기 회로에 의하여 기동용 가스 용기가 개방된다. 이것은 전기에 의하여 기동용기의 밸브를 작동시키게 된다.
- 라. 기동용가스용기의 용적은 5 L 이상으로 하고, 해당 용기에 저장하는 질소 등의 비활성기체는 6.0 MPa 이상(21 °C 기준)의 압력으로 충전 충전되어 있다.
- 마. 기동이 되면 다음으로 자동셔터의 폐쇄, 급배기 팬의 정지 그리고 방호대상물이 보일러의 경우는 보일러의 급유 정지 등의 조치가 취해진다.
- 바. 이산화탄소의 방사는 안전을 위해서 방호구역내 사람들이 대피할 수 있도록 방호구역내 가장 먼 장소에서 안전하게 대피할 수 있는충분한 지연시간을 설정해 놓아야 한다. 이것은 타이머의 조작에 의한 것으로 필요에 따라 이 지연시간을 더 길게 할 수도 있다.
- 사. 기동용 가스가 방출되면 그 압력으로 선택밸브(2 이상의 방화구역이 있을 경우)가 개방되는 동시에 소화용 가스용기의 밸브가 일제히 작동하게 된다.
- 아. 방출된 가스가 방출되면 그 압력으로 선택밸브(2 이상의 방화 구역이 있을 경우)가 개방되는 동시에, 해당 방호구역으로 설계된 양의 소화용 가스용기 밸브가 일제히 작동하게 된다.
- 자. 가스 방출의 압력을 이용하여 압력 스위치를 작동시켜 방출표시등을 점등케 하고, 방호구역의 개구부에 피스톤 릴리즈(가스압력식)가 설치된 경우 이를 작동시켜 댐퍼를 폐쇄시킨다.
- 차. 기동스위치가 이미 작동한 후 지연시간 중에 방출을 중지시키고자 할 경우에는 긴급 정지 스위치를 누르면 중지할 수 있다. 긴급 정지 스위치는 기동 스위치 가까이에 설치하여야 있다. 종류에 따라서는 기동스위치를 OFF로 하는 것도 있다.

[그림 22] 수동식기동장치



2. 비상스위치

수동식 기동장치 부근에는 소화약제 방출전 미처대피하지 못한 인원등의 안전을 확보하기 위하여 방출을 지연시킬 수 있는 자동 복귀형 비상스위치를 설치하여야 한다.

3. 기동스위치

가스계소화설비를 작동시키기 위하여 수동으로 전기적 기동신호를 소화설비 제어반 (복합식 수신기 등)으로 발신하기 위한 스위치를 말한다.

기동스위치의 성능은 한국소방산업기술원의 '가스계소화설비용 수동식 기동장치의 KFI인정기준 (KFIS017)'에 따른다.

[그림 23] 기동스위치



4. 방출지연스위치(Abort switch) 또는 비상 스위치

기동스위치의 작동에 의한 소화설비 제어장치의 지연타이머가 작동되고 있을 때 타이머의 작동을 정지시키기 위한 신호를 발신하는 스위치를 말한다.

화재 또는 기동스위치에 의해 소화가스가 방출되기전 일시정지시키는 기능으로 비화재보에 의한 작동 및 미처 대피하지 못한 내부인원의 피난안전시간을 확보하기 위한 스위치를 말한다. 국내의 경우 이를 의무화하고 있으나 NFPA의 경우는 거주 가능 위험지역에서 시간지연규정으로 인하여 부적절한 인명위험이나, 장치의 주요 부분에 손상을 초래할 수 있는 경우, 시간지연장치를 배제할 수 있도록 되어 있다. (NFPA 12: 2018, 4.5.6.1.3).

NFPA12(2018, A.4.5.6.1.3)에서 말하는 거주가능 위험지역이란 연소가스터빈 및 엔진실험실을 예로들고 있으며, 이러한 장치 내 화재는 빠르게 확산되는 경향이 있고, 소화약제의 지연이 심각한 장치의 파괴나 인명 손상으로 이어질수 있는 일반 비거주공간으로 분류한다. 또한, 이러한 공간에서 예비방출경보장치 및 시간지연장치 없이 사람이 거주할 경우, 이산화탄소의 방출을 방지하기위하여 설비를 차단해야 한다고 명시하고 있다.

[그림 24] 방출지연스위치



5. 보호장치

기동스위치의 장난 등에 의한 의도되지 않은 작동을 방지하기 위하여 설치하는 것으로 기동스위치의 작동을 위하여 손으로 여닫는 구조의 것과 아크릴판 등으로 작동스위치를 보호하는 구조의 보호장치가 쓰인다.

2001년에는 서울OO미술관의 이산화탄소소화설비가 장난에 의한 기동스위치 작동으로 이산화탄소소화설비가 방출되는 사고가 발생되어 1명의 어린이가 목숨을 잃는 등의 인명피해가 있었다.

[그림 25] 여닫는 구조의 보호장치



6. 공기호흡기

이산화탄소 소화설비가 작동하기 전·후에는 경보장치가 작동하여야 한다. 작동전은 대피신호로서 작동 후에는 작동방호구역내 이산화탄소가 작동했음을 알려 이산화탄소의 잔류가 있음을 알려 사람의 접근을 막아야 하며, 이산화탄소소화설비 주위에 공기호흡기를 두어 가스를 마신 사람에게 사용토록 하거나, 방출된 지역을 들어갈 때 사용 하도록 하여 이산화탄소가스의 위험으로부터 보호를 받도록 하여야 한다.

② 이산화탄소소화설비의 자동식 기동장치는 자동화재탐지설비의 감지기의 작동과 연동하는 것으로서 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 자동식 기동장치에는 수동으로도 기동할 수 있는 구조로 할 것
2. 전기식 기동장치로서 7병 이상의 저장용기를 동시에 개방하는 설비는 2병 이상의 저장용기에 전자 개방밸브를 부착할 것 <개정 2012. 8. 20.>
3. 가스압력식 기동장치는 다음 각 목의 기준에 따를 것 <개정 2012. 8. 20.>
 - 가. 기동용가스용기 및 해당 용기에 사용하는 밸브는 25 MPa 이상의 압력에 견딜 수 있는 것으로 할 것 <개정 2012. 8. 20.>
 - 나. 기동용가스용기에는 내압시험압력의 0.8배부터 내압시험압력 이하에서 작동하는 안전장치를 설치할 것 <개정 2012. 8. 20.>
 - 다. 기동용가스용기의 용적은 5 L 이상으로 하고, 해당 용기에 저장하는 질소 등의 비활성기체는 6.0 MPa 이상(21 °C 기준)의 압력으로 충전 할 것 <개정 2012. 8. 20., 2015. 1. 23.>
 - 라. 기동용가스용기에는 충전여부를 확인할 수 있는 압력계이지를 설치할 것 <신설 2015. 1. 23.>
4. 기계식 기동장치는 저장용기를 쉽게 개방할 수 있는 구조로 할 것 <개정 2012. 8. 20.>

해설

1. 자동식 기동장치

- 가. 자동화재 탐지설비의 감지기의 작동과 연계해서 기동시키는 것이기는 하나 위험이 수반되기 때문에 상시 사람이 있지 않은 소방 대상물 또는 기타 수동식으로 하는 것이 부적당한 장소 이외에는 원칙적으로 설치하지 아니한다.
- 나. 자동식의 것을 필요에 따라 수동으로 조작할 수 있도록 자동·수동 교체장치를 설치하도록 하고 있다.
- 다. 취급 방법은 그 가까이에 표시되어 있지만 문제는 그 교체 장치에 의하여 자동·수동의 구별을 할 수가 없게 되면 곤란하기 때문에 반드시 열쇠를 사용해서 교체를 하여야 한다.

2. 기동방식에 따른 기동장치 분류

가. 자동식

- 1) 전기식·가스압식·기계식 등에 의해 화재 시 용기밸브를 자동으로 개방시켜 주는 방식이다.
- 2) CO₂ 억제용기 상부에는 용기밸브가 부착되어 있으며 용기밸브가 개방되는 방법에 따라 전기식·가스압식·기계식으로 구분한다.
- 3) 자동화재 탐지설비와 연동하며 화재감지기로 화재를 감지하여 음향경보와 함께 자동으로 CO₂를 방출하는 설비이며, 무인 변전실과 같이 가스방출에 따른 인명손실의 위험이 없는 장소에 설치한다.

나. 수동식

화재감지기가 화재를 감지하면 방사구역 내에 사람이 있는 지 확인한 후 누름단추를 누름으로써 기동용 가스를 방출하여 선택밸브, CO₂ 저장용기의 용기밸브를 개방하여 CO₂를 방출한다.²

다. 자동-수동 겸용식

근무자가 없는 야간이나 휴일에는 자동으로, 평상시 근무자가 있는 경우에는 수동으로 전환하는 방식으로 가장 많이 사용된다.

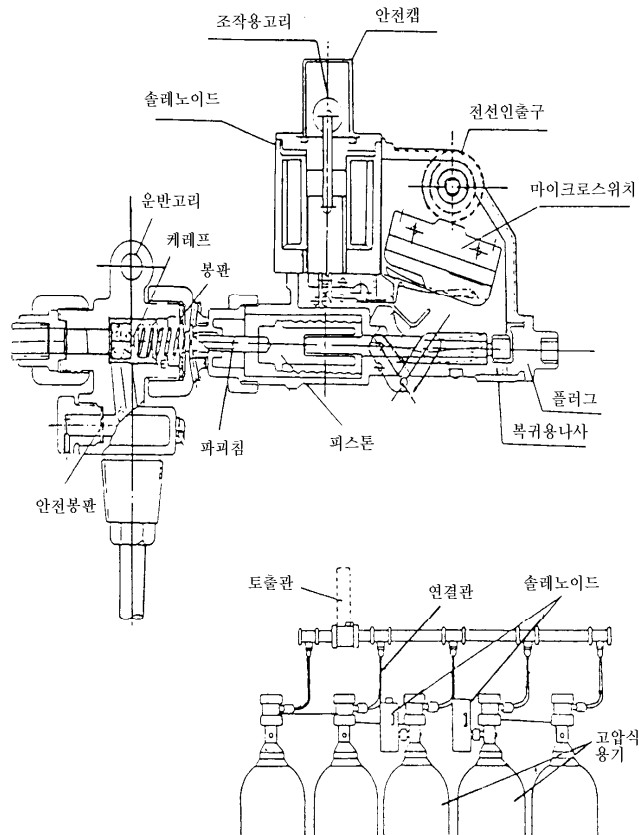
3. 원격조작방식에 따른 분류

가. 전기식

- 1) 패키지 타입에서 사용하는 기동방식으로, 용기밸브에 니들밸브를 부착하는 대신 솔레노이드밸브를 용기밸브에 직접 부착하여 감지기 동작신호에 의해 수신기의 기동출력이 솔레노이드에 전달되어 솔레노이드의 파괴침(cutter pin)이 용기밸브의 봉판을 파괴하면 용기 밖으로 가스가 개방되어 방출하게 된다.
- 2) 전기식의 경우 각 용기별로 솔레노이드를 부착할 필요는 없으며 제 6조제2항 제2호에서 “7병 이상의 저장용기를 동시에 개방하는 경우 전자개방밸브를 2병 이상의 저장용기에 부착할 것”의 의미는 2병을 master cylinder로 사용하고 나머지 용기는 방출된 가스를 이용하는 slave cylinder로 사용하여도(즉, 다른 용기는 니들밸브 부착) 무방하다는 의미이다.

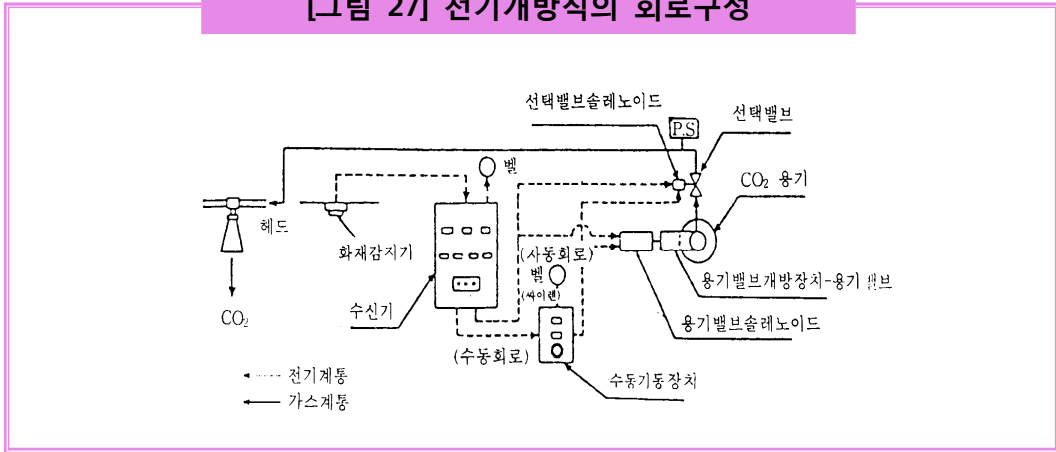
- 3) CO₂ 저장용기와 선택밸브에 전자밸브(solenoid)가 부착되어 있어서 수신반에서 자동으로, 또는 수동조작함의 누름 스위치를 누르면 전기에 의해 선택밸브가 개방되어 CO₂ 가스를 방출한다. 가스압력식과 달리 전기식에서는 기동용 CO₂ 가스가 필요하지 않다.

[그림 26] 전기개방식 용기밸브의 구조도



전기개방식의 고압용기 정열

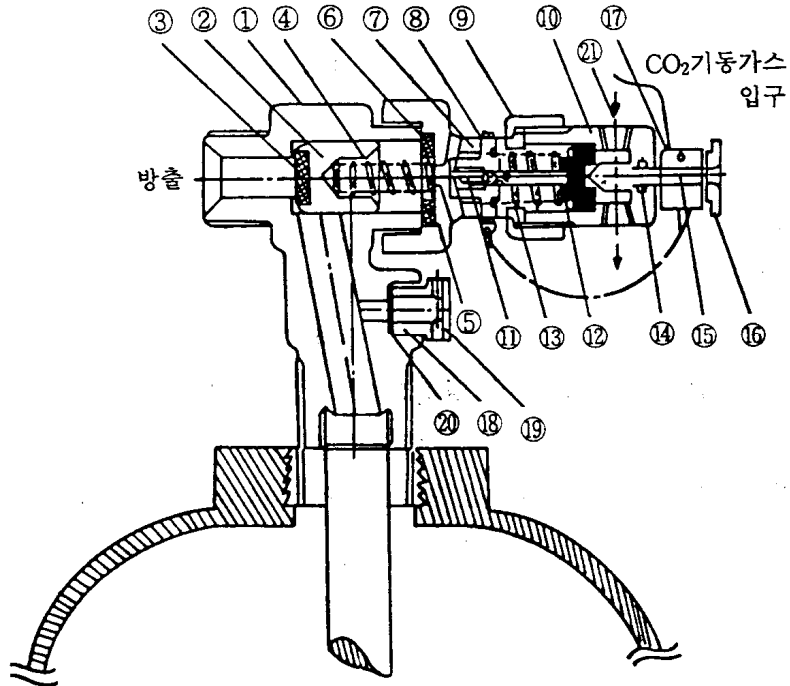
[그림 27] 전기개방식의 회로구성



나. 가스압력식

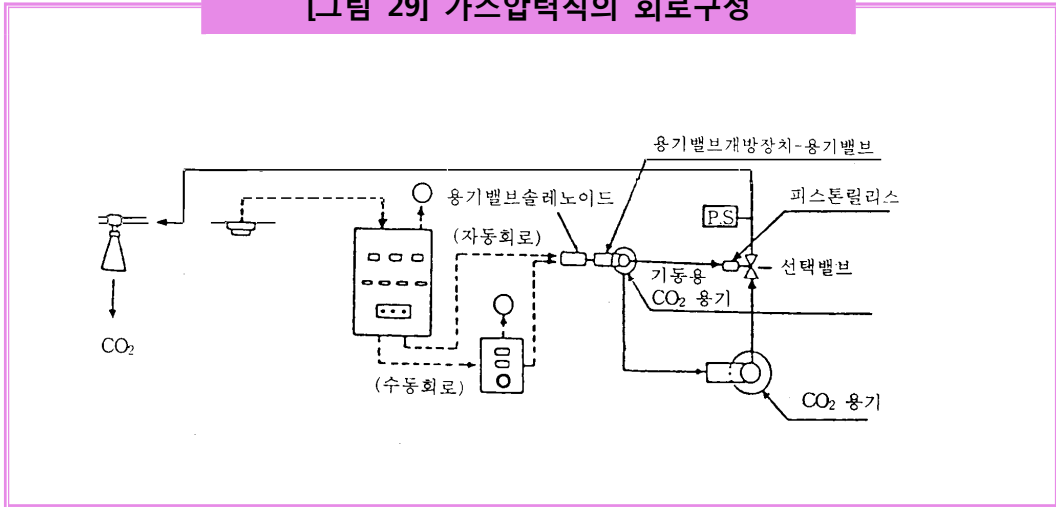
- 1) CO₂ 시스템에서 사용하는 가장 일반적인 기동 방식으로, 감지기 동작신호에 따라 솔레노이드밸브의 파괴침이 작동하면 소형의 기동용기(actuating cylinder, 5ℓ 이상) 내에 있는 기동용 가스가 동관을 통하여 방출된다. 이때 방출된 가스압에 의해 용기밸브에 부착된 니들밸브의 needle pin이 용기 안으로 움직여 저장용기의 봉판을 파괴하면 용기 밖으로 가스가 개방되어 방출하게 된다.
- 2) 각 방호구역의 출입구 부근에 소형의 기동용(질소등 비활성가스)용기를 설치하고, 수신반에서 자동으로 또는 수동조작함의 누름스위치를 눌러 기동용 용기의 전자밸브를 열면 기동용 가스가 용기밸브를 개방하게 하는 방식이다.
- 3) 수동조작함의 문을 열면 대피경보가 울리고 방호구역 내 사람의 대피상황을 확인한 다음, 누름 스위치를 누르면 필요에 따라 셔터를 폐쇄, 환기팬을 정지, 기계·기구의 정지 등이 자동으로 이루어지고, 기동용기의 전자밸브가 작동하면 기동용 가스가 방출된다.
- 4) 기동용 가스의 압력으로 선택밸브의 피스톤 릴리즈와 소화용 CO₂ 저장용기 밸브가 개방되어 CO₂가 방출된다.
- 5) 소화용 CO₂ 가스의 압력으로 개구부 폐쇄 댐퍼가 폐쇄되고 압력스위치가 작동하여 가스방출경보가 울린다.

[그림 28] 가스압력식(차압식) 용기밸브의 구조도



- | | | |
|----------|---------|---------|
| ① 밸브본체 | ② 케레프본체 | ③ 케레프시트 |
| ④ 스프링 | ⑤ 봉판 | ⑥ 패킹 |
| ⑦ 봉판누름너트 | ⑧ 쇼윈도 | ⑨ 대너트 |
| ⑩ 실린더 | ⑪ 커터 | ⑫ 피스톤 |
| ⑬ 스프링 | ⑭ O링 | ⑮ 스펀들 |
| ⑯ 누름단추 | ⑰ 안전클립 | ⑱ 안전너트 |
| ⑲ 가스배출구 | ⑳ 안전패킹 | |

[그림 29] 가스압력식의 회로구성



다. 기계식

국내에는 설치 사례가 없는 특수한 구조의 경우로 뉴매틱(pneumatic)감지기 및 뉴매틱 튜브를 이용하는 것으로, 열에 의해 감지기의 공기가 팽창하면 튜브를 통해 미소한 팽창 압력이 전달되어 용기밸브에 부착된 pneumatic control head의 기계적 동작에 따라 용기밸브가 개방되는 방식이다.

③ 이산화탄소소화설비가 설치된 부분의 출입구 등의 보기 쉬운 곳에 소화 약제의 방사를 표시하는 표시등을 설치하여야 한다.

해설

1. 방출표시등

방호구역의 출입구 마다 설치하는데 출입구 바깥쪽 상단에 설치하여 가스 방출시 점등(CO₂ 방출중" 이라는 문자로 표기됨)되어 옥내로 사람이 입실하는 것을 막아 주는 역할을 한다. 이는 출입구 상단 외에 수동조작함과 제어반 등에도 점등되어 가스가 방출중임을 표시한다.

[그림 30] 방출표시등(예)



제7조(제어반 등) 이산화탄소소화설비의 제어반 및 화재표시반은 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. 다만, 자동화재탐지설비의 수신기의 제어반이 화재표시반의 기능을 가지고 있는 것은 화재표시반을 설치하지 아니할 수 있다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 제어반은 수동기동장치 또는 감지기에서의 신호를 수신하여 음향경보장치의 작동, 소화약제의 방출 또는 지연 기타의 제어기능을 가진 것으로 하고, 제어반에는 전원표시등을 설치할 것

해 설

1. 자동화재탐지설비의 구성요소

- 가. 자동화재탐지설비의 구성방법은 소방대상물의 용도나 규모에 따라 여러 가지 방법으로 구성될 수 있으나 보통의 규모에서 현재 가장 많이 쓰고 있는 방법으로서 다음의 몇 가지로 구분된다.
- 나. 건축물 내 화재에 의하여 발생한 열, 연기 또는 화염을 초기 단계에서 자동으로 감지하는 감지기, 화재발생 신호를 수동으로 발신하는 발신기, 감지기 또는 발신기 작동에 의한 신호를 받아 수신기에 발신하는 중계기, 화재발생 장소를 표시하거나 필요한 신호를 제어해주는 수신기, 화재발생을 벨 또는 사이렌으로 울리는 음향장치, 발신기의 위치를 표시하는 표시등 및 배선, 전원 등으로 구성되어 있다.

- 1) 감지기 : 화재로 인하여 발생하는 열이나 연기 또는 화염(불꽃, 빛)등 화재로 인하여 발생하는 화재내용을 감지하여 자동적으로 화재신호를 수신기 등에 발신하는 역할을 한다.
- 2) 발신기 : 화재를 발견한 사람이 수동으로 스위치를 눌러 화재신호를 발신하고 경종을 울리게 된다.
- 3) 중계기 : R형 수신기 시스템에서 감지기나 발신기 등의 작동에 의하여 발생한 신호를 받아 수신기에 이들 신호를 중계하거나 또는 각각의 감지기나 발신기의 신호를 회선마다 고유의 신호로 변환시켜 수신기에 발신하는 역할과 또한 수신기의 신호를 받아 각종 시설을 작동시키는 수신기 신호의 중계를 한다.
- 4) 수신기 : 감지기나 발신기로부터 보내는 신호를 직접 수신(P형)하거나 이들 신호를 중계기를 통하여 수신(R형)하여 화재의 발생을 당해 소방대상물의 관계자에게 통보하여 주거나 또는 통보하는 동시에 자동소화설비 등에 제어신호를 송출하는 역할을 한다.
- 5) 경종 : 수신기의 제어신호를 받아 화재의 발생을 음향으로 경보하여 주는 역할을 한다.
- 6) 표시등 : 발신기의 위치를 표시해 주는 역할을 하는 적색등이다.

2. 자동화재탐지설비의 수신기

- 가. 다음의 기준에 의하여 P형 또는 P형복합식급, R형복합식 또는 이와 동등 이상의 성능을 가진 것이어야 한다.
- 나. 이 경우 당해 소방대상물에 가스누설탐지설비가 설치되었을 때에는 GP형 또는 GR형의 수신기로 겸용하거나 가스누설탐지설비 수신부를 별도로 설치하여야 한다.
- 1) 4층 이상 소방대상물에 있어서는 P형 1급 수신기 또는 R형 수신기를 설치할 것
 - 2) 소방대상물로서 연면적 (각 층의 바닥면적의 합계-옥상도 포함) 350m²를 초과하는 것에 있어서는 P형 1급 수신기, R형 수신기 또는 회전수가 2 이상인 P형 2급 수신기를 설치할 것

3. 수신기

가. 수신기의 종류

수신기는 P형 수신기(1급, 2급), R형 수신기, M형 수신기, GR형 수신기, P형 복합형 수신기, R형 복합형 수신기, GP형 복합형수신기, 간이형 수신기로 구분된다.

나. 국내소방법상 기준

- 1) P(Proprietary)형 : 가장 기본이 되는 형태의 수신기로서 신호 전달은 각 경계구역별로 개별 신호선에 의한 공통 신호 방식이다.(Star Bus 방식)
- 2) R(Record)형 : 전압 강하 및 간선수의 증가에 따른 문제점으로 인하여 대규모 단지 및 고층 빌딩의 경우에 적용하며 신호 전달은 다중 통신선에 의한 고유 신호 방식이다.(일반 공용 Bus 방식 또는 Ring Bus(loop Bus 방식)
- 3) M(MuniciPal)형 : 국내에는 없으나 일본, 미국 등에 설치되어 있는 공공용 수신기로서 도로에 설치된 발신기(M형)를 이용하여 소방서에 설치된 수신기에 화재 발생을 통보하는 화재속보설비를 겸한 것으로 신호 전달은 개별 신호선에 의한 방식이다. (초기 수신기 형태로 현재는 거의 사용하지 않음)
- 4) M형은 현재는 일본의 경우도 전화 보급으로 구 시가지에 한하여 설치되어 있으며 철거하고 있는 추세이다.

[표 16] 수신기의 종류별 특징

수신기	신호전달방식	신호의 종류	수신 소요 시간	비고
P	개별신호방식	전 회로 공통신호	5초	축적형은 60초 이내
R	다중통신방식	회선별 고유신호	5초	
M	개별신호방식	발신기별 고유신호	20초	-

다. NFPA 기준

NFPA 72(2019,3.3.111) Fire alarm system에서는 자동화재탐지설비의 구분을 국내와 같이 수신기로 구분하지 않고 신호의 감시 방식·통보 및 관리 방식에 따라 아래와 같이 구분하며 Fire Protection Handbook(9th edition 2003)의 Section 9 Chapter 1(Fire alarm systems)에서 이를 상세히 해설하고 있다.

- 1) House Hold Fire Warning System(주거용 화재경보설비) : 거주자에게 화재 발생을 알려 피난하도록 하기 위해 경보신호를 주택 내에 올려주는 장치로서 세대 내 주거시설에 원칙적으로 연기 감지기를 설치하며 이는 인명안전 및 피난이 주목적이다.
- 2) Protected Premises Fire Alarm System(구내 화재경보설비)
 - 가) Local Fire Alarm System(지역 경보설비) : 건물 내 근무자를 위한 구내 경보설비로서 감시인이 상주할 의무는 없으며 소방관서에서는 자동으로 화재를 통보하는 시설은 설치하지 않는다.
 - 나) 따라서 건물 화재 시에는 관계자 또는 인근의 거주자가 전화 등을 이용하여 별도 신고를 하여야 한다. 국내 소방법상 P형 설비와 유사하다. 방호 대상물 내 재실자의 피난을 위한 경보로 사용하는 것이 주목적이다.
- 3) Off-Premises Fire Alarm System(구외 화재경보설비)
 - 가) Remote Supervising Station Fire Alarm System(원격 감시실 화재경보설비) : 다수의 방호 대상물의 경보설비를 별도의 원격 감시실에서 통신 선로를 이용하여 수신 및 감시하며 자동으로 통보하는 방식이다. Central Station Fire Alarm System과 차이점은 경보설비의 유지 관리 책임을 원격 감시실에서 부담하지 않고 단순히 원격 감시 및 통보(소방관서 및 관계인) 업무만 수행한다.
 - 나) Central Station Fire Alarm System(중앙 감시실 화재경보설비) : 인접 대지의 서로 다른 방호대상물의 경보설비를 별도의 중앙 감시실에 연결하고 각 소방대상물을 전문업체(UL이나 FMRC에 등록된)가 공동으로 24시간 상주하여 감시하며 소방관서에 화재경보를 통보하는 방식이다.

- 다) Proprietary Supervising Station Fire Alarm System(사설 화재경보설비) : 동일한 개인 소유의 여러 방호 대상물을 통합하여 감시 운용하는 경보 설비로서 24시간 상주 인원이 감시를 하며 접수된 경보는 담당자가 소방관서로 신고한다.(국내의 속보설비가 있는 방재센터와 유사하다.
- 라) Public Fire Alarm Reporting System(공공 화재경보설비) = Communication center에 거리 구역의 화재신호를 전송하기 위해 사용하는 수신장치, 접속 회로, 경보 입력장치로 구성된 설비로서 Type A와 Type B가 있다.
- 마) Municipal Fire Alarm System(공공 화재경보설비) = 시의 경보시스템 : Public Fire service communication center(예: 소방서)에 접속 통보 시 이를 건물 외부의 화재신호를 전송하기 위해 사용하는 수신장치, 접속회로, 경보입력장치로 구성된 설비.
- 바) Auxiliary Fire Alarm System(보조 경보설비) : 구내 방호대상물의 화재 경보를 자동이나 수동으로 시의 경보시스템을 이용하여 Public Fire service communication center에 통보하는 설비로서 Municipal Fire Alarm System과 연결하여야만 사용할 수 있다.
- (1) 종류에는 Local energy type와 Shunt auxiliary type이 있다.
 - (2) 방호대상물의 소유자는 보조경보설비의 운영, 정비, 시험에 책임지며 시 및 소방서는 이와 연결된 통신 및 수신설비에 책임을 진다.
- 사) Combination System(복합식 설비) : 화재 용도가 아닌 시스템(예:보안관련, CCTV, 배경음악, 빌딩자동화설비, 무선호출설비 등)이 설비의 일부분으로 구성되어 있는 자동 화재경보설비이다.

라. 구조 및 기능

“P형 수신기”라 함은 감지기 또는 발신기(M형 발신기를 제외한다)로부터 발하여 지는 신호를 직접 공통신호로써 수신하여 화재의 발생을 당해 소방 대상물의 관계자에게 경보하여 주는 것을 말한다.

1) P형 1급 수신기의 기능장치

- 가) 화재표시 작동 및 시험장치와 경계구역(지구)표시등

- 나) 접속되는 회선수가 1인 것을 제외하고 감지기 등을 통하여 종단저항기로 가는 외부배선의 도통상태(회로가 단선하지 않고 저항을 가지는 상태)를 알 수 있는 장치
 - 다) 주 전원이 정지한 경우에는 자동적으로 예비전원으로 전환되고, 주 전원이 정상상태로 복귀한 경우에는 자동적으로 예비전원으로부터 주 전원으로 전환(절환) 장치
 - 라) 예비전원의 양부(좋음과 나쁨)를 시험하는 장치
 - 마) 발신기 등과 연락을 할 수 있는 전화연락장치
- 2) P형 2급 수신기의 기능장치
- 가) 화재표시 작동 시험장치
 - 나) 주 전원이 정지한 경우에는 자동적으로 예비전원(상용전원 고장 등으로 잠시의 기능을 유지하기 위한 전원)으로 전환하고 주 전원이 복귀한 경우에는 자동적으로 예비전원으로부터 주 전원으로 전환(절환)되는 장치가 있어야 한다.
 - 다) 예비전원의 양부를 시험하는 장치
 - (1) 접속되는 회선수는 5회선 이하이어야 한다.
 - (2) P형 2급 1회선용 수신기에 있어서는 예비전원이 필요치 않고 연면적 350 m² 이하의 소방대상물에 설치할 수 있다.

[표 17] P형 1급·2급 수신기 비교

구분 \ 종류	P형 1급 수신기	P형 2급 수신기
수신기 접속회로수	회로제한 없음	5회선 이하
수신기 신호전송방식	1 : 1 점점방식	1 : 1 점점방식
화재표시등	설치 필요	설치 필요
발신기 표시	있 음	있 음
전화설치	있 음	없 음

3) R형 수신기

감지기 또는 발신기에서 발하는 신호를 반드시 중계기를 통해 각 회선마다 고유의 신호를 수신하는 방식의 R형 수신기의 기능 장치는 다음 각 호에 적합하여야 한다.

- 가) 화재표시작동시험(작동스위치를 누르면 순차적으로 전회로 작동시킬 수 있고 일부 지역은 지역을 선택 별도로 시험 할 수 있음)장치
- 나) 종단 저항기에 연결되는 외부배선의 단선 및 수신기에서부터 각 중계기까지의 단락(도선으로 접속시키는 것-합선)을 검출하는 장치
- 다) 주전원이 정지한 경우에는 자동적으로 예비전원으로 전환하고, 주전원이 정상 상태로 복귀한 경우에는 자동적으로 예비전원으로부터 주전원으로 전환(절환)되는 장치를 가져야 한다.
- 라) 예비전원의 양부를 시험하는 장치
- 마) 경계구역 및 작동감지기 등을 자동적으로 용이하게 판별할 수 있는 기록장치, 지구 등 또는 적당한 표시장치

바) 특징

(1) 장점

- (가) 선로의 수가 적어 경제적이다
- (나) 선로의 길이를 길게 할 수 있다.
- (다) 증설 또는 이설이 비교적 쉽다.
- (라) 화재발생 지구를 선명하게 숫자로 표시할 수 있다.
- (마) 신호의 전달이 확실하다.

(2) 단점

- (가) 구조원리가 복잡하다.
- (나) 수리·보수가 쉽지 않다
- (다) 제품이 고가이다.

4) GP형 수신기 및 GR형 수신기

- 가) GP형 수신기는 P형 수신기의 기능과 가스누설경보기의 수신부 기능을 겸한 것이다.

- 나) GR형 수신기는 R형 수신기의 기능과 가스누설경보기의 수신부 기능을 겸한 것이다.
 - 다) P형 복합식 수신기는 P형 수신기에 자동소화설비의 제어기능을 겸한 것이다.
 - 라) R형 복합식 수신기는 R형 수신기에 자동소화설비의 제어기능을 겸한 것이다.
 - 마) GP형 복합식 수신기는 P형 복합식 수신기와 가스누설경보설비기능을 겸한 것이다.
 - 바) GR형 복합식 수신기는 R형 복합식 수신기와 가스누설경보설비기능을 겸한 것이다.
- 5) M형 수신기
- M형 발신기의 고유의 신호를 수신하여 화재발생을 소방서에 통보하는 설비로서 M형 수신기의 기능 장치는 다음의 각호에 적합하여야 한다.
- 가) 화재표시 작동 시험장치
 - 나) 각 발신기까지의 외부배선의 회로저항 및 절연저항(절연된 두 물체간의 저항절연물질에 전압을 가했을 때 표면과 내부에 작은 누설 전류가 흐른다. 이때 전압과 전류의 비를 말함)이 가능한 장치
 - 다) 주 전원이 정지한 경우에는 자동적으로 예비전원으로 전환되고 주 전원이 복구한 경우에는 자동적으로 예비전원으로부터 주 전원으로 전환되는 장치를 가져야 한다.
 - 라) 태엽을 사용하는 것은 태엽이 풀리기 전에 경보를 발할 수 있어야 한다.
 - 마) 주 전원의 전압강하 또는 외부배선의 단선 및 지락이 발생하는 경우 자동적으로 고장신호 및 표시등으로 지시되는 고장신호 표시장치가 있어야 한다.
 - 바) 예비전원의 양부시험장치

4. 수신기의 시험방법

가. 작동기능 점검(예비전원, 비상전원, 내장형)

- 1) 전환(절환)장치 : 상용전원에서 예비전원으로, 예비전원에서 상용전원에서의 자동절환 여부

- 2) 결선접속 : 단선, 단자의 풀림, 탈락, 손상 등의 유무
- 3) 스위치류 : 단자의 풀림 및 개폐기능의 정상 여부
- 4) 퓨즈류 : 적정의 종류 및 용량의 사용유무 및 감시등 점등유무 확인
- 5) 계전기 : 기능의 정상여부 확인
- 6) 경계구역표시장치 : 작동시험 시 지구등 유무확인
- 7) 통화장치 : 수신기 상호간 또는 발신기 등과의 통화가 명료하게 이루어지는가의 여부
- 8) 화재표시 : 화재표시 시험을 하였을 때 정상적인 화재표시 여부
- 9) 회로도통 : 회로도통시험을 하였을 때 시험용 계기의 지시 또는 확인 등의 점검에 의한 도통 여부
- 10) 예비품 등 : 퓨즈 등의 예비품 및 회로도 등의 비치 여부

2. 화재표시반은 제어반에서의 신호를 수신하여 작동하는 기능을 가진 것으로 하되, 다음 각 목의 기준에 따라 설치할 것<개정 2012. 8. 20.>
- 가. 각 방호구역마다 음향경보장치의 조작 및 감지기의 작동을 명시하는 표시등과 이와 연동하여 작동하는 벨·부자 등의 경보기를 설치할 것. 이 경우 음향경보장치의 조작 및 감지기의 작동을 명시하는 표시등을 겸용할 수 있다.
 - 나. 수동식 기동장치는 그 방출용스위치의 작동을 명시하는 표시등을 설치할 것 <개정 2012. 8. 20.>
 - 다. 소화약제의 방출을 명시하는 표시등을 설치할 것
 - 라. 자동식 기동장치는 자동·수동의 절환을 명시하는 표시등을 설치할 것 <개정 2012. 8. 20.>

해설

1. 화재표시반의 종류

가. 화재표시반은 전용의 것 또는 자동화재 탐지설비의 수신기의 제어반이 화재 표시반의 기능을 가지고 있는 것 중 하나를 사용할 수 있다. 이 두 가지를 일컬어 '표시반등'으로 정의한다.

나. 제어반

제어반은 수동기동장치 또는 감지기에서의 신호를 수신하여 사람의 피난을 위해 음향경보장치를 작동시키고, 소화약제의 방출 또는 지연 기타의 제어 기능을 가져야 하며, 제어반에는 작동여부를 확인할 수 있도록 전원표시등을 설치한다.

다. 화재표시반

- 1) 화재표시반은 각 방호구역마다 음향경보장치의 조작 및 감지기의 작동을 명시하는 표시등 및 이와 연동하여 작동하는 벨.부자 등의 경보기를 동시에 설치한다. 이 경우 음향경보장치의 조작 및 감지기의 작동을 명시하는 표시등을 겸용할 수 있다.
- 2) 수동식 기동장치에 있어서는 그 방출용스위치의 작동여부를 나타내는 표시등을 설치한다.
- 3) 소화약제의 방출이 되고 있는지의 여부를 명시하는 표시등을 설치한다.
- 4) 자동식 기동장치에 있어서는 현재의 작동방식을 확인할 수 있도록 자동·수동의 전환을 명시하는 표시등을 설치한다.
- 5) 제어반 및 화재표시반은 화재에 따른 손상이나 영향, 진동 및 충격에 따른 영향 및 물과의 접촉 등에 의한 부식이나 손상의 우려가 없고 점검에 편리한 장소에 설치한다.
- 6) 제어반 및 화재표시반에는 고장시 쉽게 수리가 가능하도록 당해 회로도 및 취급설명서를 비치한다.

3. 제어반 및 화재표시반의 설치장소는 화재에 따른 영향, 진동 및 충격에 따른 영향 및 부식의 우려가 없고 점검에 편리한 장소에 설치할 것
4. 제어반 및 화재표시반에는 해당 회로도 및 취급설명서를 비치할 것 <개정 2012. 8. 20.>

해설

1. 화재에 따른 영향이 없는 장소

가. 화재에 따른 영향의 우려가 없는 장소라 함은 화재시 연소 확대의 우려가 없는 장소로 반드시 방화구획을 의미하는 것은 아니나 방화구획이 된 장소인 경우 방화상 유효한 곳에 해당된다.

2. 진동 및 충격에 따른 영향이 없는 장소

소화시설의 내진설계기준 제18조(제어반)에서는 가스계 및 분말소화설비에 대해서 다음과 같이 규정하고 있다.

가. 이산화탄소 소화설비, 할로겐화합물 소화설비, 할로겐화합물 및 불활성기체 소화약제 소화설비 및 분말소화설비의 저장용기는 지진하중에 의해 전도가 발생하지 않도록 하여야 한다.

나. 이산화탄소 소화설비, 할로겐화합물 소화설비, 할로겐화합물 및 불활성기체 소화약제 소화설비 및 분말소화설비의 제어반은 제14조의 기준에 따라 설치하여야 한다.

1) 소방시설의 내진설계기준 제 14조 제어반

- 벽면에 설치하는 경우 직경 8 mm 이상의 고정용 볼트를 4개 이상 고정하여야 한다.
- 바닥에 설치하는 경우 지진하중에 의해 전도가 발생하지 않도록 설치하여야 한다.
- 수계소화설비에 사용되는 수신기 및 중계기는 지진발생 시 전도되지 않도록 설치하여야 한다.

다. 이산화탄소·할로겐화합물·할로겐화합물 및 불활성기체소화약제 소화설비 및 분말소화설비의 기동장치 및 비상전원은 지진으로 인한 오동작이 없도록 설치하여야 한다.

3. 부식의 우려가 없는 장소

가. 부식의 정의

- 1) 부식이란 어떤 금속이 주위환경과 반응하여 화합물로 변화(산화반응)되면서 금속자체가 소모되어 가는 현상
- 2) 부식은 부식환경에 따라 습식(wet corrosion)과 건식(dry corrosion)으로 나뉘지며 다시 전면부식과 국부부식으로 분류된다
- 3) 전면부식은 그 부식속도로부터 수명예측이 가능하고 부식에 관한 지식이 있다면 대책은 비교적 용이하다. 반면, 국부부식은 예측이 어렵기 때문에 문제가 되고 있다.

나. 부식의 원인은 내적원인과 외적요인으로 분류된다.

1) 내적원인

- 열처리 영향 : 잔류응력을 제거하여 안정시켜 내식성을 향상시킨다
- 가공의 영향 : 냉간가공은 금속의 결정구조를 변형시킨다.
- 금속의 조직영향 : 금속을 형성하는 결정상태면에 따라 다르다.

2) 외적요인

- 용존산소에 의한 부식 : 물속에 함유된 산소가 분리되어 부식
- 용해 성분 영향 : 가수분해하여 산성에 되는 염기류에 의하여 부식
- 유속의 영향 : 유속이 빠른(1.5m/s이상) 경우
- 온도의 영향 : 약 80°C까지는 부식의 속도가 증가
- pH의 영향 : pH4이하에서는 피막이 용해되어 부식

다. 부식의 방지대책

- 1) 배관재의 선정 : 내구성, 내식성, 내열성의 자재를 선정하고 가급적 동일계의 배관재를 선정한다.
- 2) 유속의 제어 : 1.5m/s이하로 제어

- 3) 라이닝재의 사용 : 열팽창에 의한 재료의 박리에 주의하고 방식금속으로 라이닝을 하거나, 부식에 강한 유기질 코팅을 한다.
- 라. 부식환경 제거 : 제습, pH조정, 용존산소를 제거한다.
- 마. 부식억제제 사용 : 규산, 인산계 방식제 이용
- 바. 구조상 적절한 설계 : 이중금속의 조합회피, 불필요한 틈새 및 표면의 요철을 피하고 응력이 일어날 수 있는 구조를 피한다.
- 사. 전기방식법 : 희생양극법, 외부전원법, 배류법 등

제8조(배관 등) ① 이산화탄소소화설비의 배관은 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 배관은 전용으로 할 것
2. 강관을 사용하는 경우의 배관은 압력배관용탄소강관(KS D 3562)중 스케줄 80(저압식은 스케줄 40) 이상의 것 또는 이와 동등 이상의 강도를 가진 것으로 아연도금 등으로 방식처리된 것을 사용할 것. 다만, 배관의 호칭구경이 20mm 이하인 경우에는 스케줄 40 이상인 것을 사용할 수 있다. <개정 2012. 8. 20.>
3. 동관을 사용하는 경우의 배관은 이음이 없는 동 및 동합금관(KS D 5301)으로서 고압식은 16.5 MPa 이상, 저압식은 3.75 MPa 이상의 압력에 견딜 수 있는 것을 사용할 것
4. 고압식의 경우 개폐밸브 또는 선택밸브의 2차측 배관부속은 호칭압력 2.0 MPa이상의 것을 사용하여야 하며, 1차측 배관부속은 호칭압력 4.0 MPa 이상의 것을 사용하여야 하고, 저압식의 경우에는 2.0 MPa의 압력에 견딜 수 있는 배관부속을 사용할 것

해설

1. 배관 재질

가. 강관의 경우

- 1) 강관의 경우 : 압력배관용 탄소강관(KS D 3562)으로 Sch 80 이상(저압은 Sch 40) 또는 동등 이상의 강도를 가진 것으로 아연도금 등으로 방식 처리된 것을 사용할 것(단, 20 mm 이하는 Sch 40 이상으로 사용할 수 있다.)
- 2) 과거 "이음이 없는 관(Seamless pipe)"을 사용하도록 규정하였으나 2002. 4. 12. 개정 시 이를 삭제하였다. 이는 NFPA Code에서는 가스계 설비에서 반드시 Seamless 배관만을 사용하는 것이 아니라 다음 사항을 고려하여 일반 압력 배관도 사용이 가능하기 때문이다.
- 3) 배관내부의 최대 예상압력(Maximum pressure expected within the pipe)
- 4) 배관의 구조재료, 재료의 장력강도, 재료의 항복강도, 재료의 온도한계(Material of the material, & temperature limitations of the material)
- 5) 이음 방법(Joining method) : 예) 나사 이음, 용접 이음, groove 이음 등
- 6) 배관 제조 방법(Pipe construction method) : 예) seamless, ERW 등
- 7) 배관 직경(Pipe diameter)
- 8) 배관 두께(Wall thickness of the pipe)

나. NFPA 12: 2018, 4.7.1.2.1(Distribution system)에서는 CO₂ 설비에 사용하는 배관으로 ASTM A 53의 이음이 없는 배관(Seamless pipe)이나 "ERW 배관으로 ASTM A 53 Grade A 또는 Grade B"로 규정하고 있으며(규정 출처 : Black or galvanized steel pipe shall be either ASTM A 53 seamless or electric welded, Grade A or B ; or ASTM A 106, Grade A, B or C) 25 mm(1 in)~100 mm(4 in)까지는 최소 Sch 80으로 요구하고 있다.

다. ERW 배관이란 Electrical resistance welding pipe(전기저항 용접 강관)의 약자로 배관의 접합을 전기저항을 이용하여 접합한 것으로 강관은 일반적으로 ERW Pipe이다.

라. ASTM : American Society for Testing & Materials(미국 재료시험학회)로서 모든 공업 재료에 관한 용어, 제품 및 시험 방법을 규정한 약 11,000 종의 규격으로, 미국뿐만 아니라 세계 각국에서 널리 이용되고 있다.

- 1) 국내 압력배관의 경우 KS D 3562 SPPS 250은 ASTM A 53의 Grade A와 동등하며, ASTM A 53의 Grade B와 동등하다. 따라서 Seamless 배관이 아닐지라도 국내 압력배관으로 Sch 80을 사용할 경우는 NFPA 기준으로도 적정하다고 판단하여 이를 삭제한 것이다.
- 2) SPPS 250 Sch 80의 수압 시험 압력은 1.20 MPa, Sch 40은 6 MPa이 된다.

마. 동관의 경우

이음이 없는 관으로 동 및 동 합금관(KS D 5301)으로 고압식은 내압 16.5 MPa 이상, 저압식은 내압 3.75 MPa 이상일 것

2. 배관 재질 선정 시 고려할 사항

가. 온도

- 1) 압력배관용 탄소강관(KS D 3562)은 350°C 미만의 온도에 사용한다.
- 2) 스테인레스 강관은 탄소강관보다 내열성이 우수하여 고온에서도 사용한다.

나. 압력

압력배관용 탄소강관(KS D 3562)은 호칭압력이 1 MPa 이상에 사용하며 Sch NO가 클수록 두께가 두꺼운 것으로 높은 압력에 사용할 수 있다.

다. 화학적 물리적 성질

유체의 화학 성분에 따라 배관의 부식이 발생할 수 있으므로 유체의 화학적 성분에 따라 내식성이 큰 재료를 선정하거나 내부를 Lining하는 방법 등을 선택한다.

라. 외부 환경

배관의 외부 환경이 매설인지, 습한 곳인지, 또는 수중배관(해수 포함)인지에 따라 부식저항이 큰 재질을 선정하거나 방식처리를 한다.

3. 배관 설치 시 주의사항

- 가. 보통의 배관용 강관을 사용해서는 안 된다
- 나. 고압배관이고, 또한 압력이 충격적으로 작용하는 배관이므로 반드시 용접 유자격자에 의한 플랜트 용접을 실시하여야 한다.
- 다. 고압설비용 파이프 및 부속은 최소파괴압력이 35 MPa, 저압설비용의 파이프 및 부속은 최소파괴 압력이 12.5 MPa 이상의 것이어야 한다.
- 라. 탄산가스가 배출된 뒤에 배관 내에는 수분이 남게 되므로 이것이 배수될 수 있도록 설치되어야 하며 설치작업 시에도 배관 안에 수분이 남지 않도록 세심히 주의하여야 한다.
- 마. 탄산가스 방출시 그 압력에 의한 반동이 극심하므로 배관의 지지물은 강한 진동에 이겨낼 수 있는 것이어야 한다.

4. 배관의 종류

가. 소화배관에 주로 사용되는 배관은 사용약제, 사용 장소에 따라 다르게 되나, 일반적으로 탄소강관, 동 및 동합금관, 스테인레스 강관, 합성수지배관, 덕타 일주철관 등이 주로 사용되고 있다.

1) 수계 소화배관(옥내소화전의 화재안전기준(NFSC102) 제6조 배관)

가) 사용압력 1.2Mpa미만

- 배관용 탄소강관(KS D 3507)
- 이음매 없는 구리 및 구리합금관(KS D 5301). 다만, 습식의 배관에 한한다.
- 배관용 스테인리스강관(KS D 3576) 또는 일반배관용 스테인리스강관(KS D 3595)
- 덕타일 주철관(KS D 4311)
- 소방용합성수지배관(단, 지하매설, 다른부분과 내화구조로된 덕트 또는 피트내부에 설치, 천장과반자를 불연또는 준불연재료로 설치하고 그 내부에 수식배관을 설치하는 경우에 한한다.)

나) 사용압력 1.2Mpa이상

- 압력배관용탄소강관(KS D 3562)
- 배관용 아크용접 탄소강강관(KS D 3583)

2) 가스계 소화배관

가) 압력배관용 탄소강관(KS D 3562) 중 Sch 80(저압식은 40)이상의 것 또는 이와 동등 이상의 강도를 가진 것으로 아연도금 등으로 방식처리된 것을 사용(다만, 배관의 호칭구경이 20mm 이하인 경우에는 스케줄 40 이상인 것)

나) 동관을 사용하는 경우의 배관은 이음이 없는 동 및 동합금관(KS D 5301)으로서 고압식은 16.5 MPa 이상, 저압식은 3.75 MPa 이상의 압력에 견딜 수 있는 것

나. 분기배관을 사용할 경우 「분기배관의 성능시험기술기준」에 따라 견품시험에서 승인을 받고 제품시험에 합격한 제품을 사용하여야 한다.

다. 배관지지장치를 사용할 경우 「배관지지장치의 인정기준」에 따라 인정시험을 받고 제품검사에 합격한 제품을 사용하여야 한다.

라. 배관이음쇠를 사용할 경우 「소화설비 배관이음쇠의 인정기준」에 따라 인정 시험을 받고 제품검사에 합격한 제품을 사용하여야 한다.

5. 압력배관용 탄소 강관(KS D 3562, SPPS)

가. 압력 배관용 탄소강관은 온도 350 °C 이하, 압력 1 MPa 이상, 10 MPa까지 작용하는 보일러 증기관, 유압관, 수압관 등에 사용된다.

나. 배관은 이음매 없는 배관과 전기 저항용접으로 제조한 ERW관이 있으며, 배관의 바깥지름은 배관용 탄소강관의 바깥지름과 같으나 배관의 호칭은 호칭 지름으로 나타내며 두께는 스케줄 번호(Schedule Number)로 나타낸다.

다. 호칭지름은 6~650A까지 25종이 있으며 스케줄 번호에는 Sch 10, 20, 30, 40, 60, 80 등이 있는데 이 번호가 커질수록 관의 두께가 두꺼워진다.

라. 스케줄 번호는 다음 식으로 구한다.

$$\text{스케줄 번호(SCH NO)} = 10 \times \frac{P}{S} \text{ (무차원)}$$

단, P : 사용압력(kg/cm²), S : 허용응력(kg/mm²)

$$t = \left(\frac{\text{관의 살두께(mm)}}{175\rho_w} \right) + 2.54$$

여기서 t : 배관의 살두께(mm), ρ_w : 허용인장응력(kg/mm²),

P : 사용압력(kg/cm²), D : 관의 외경(mm)

이 스케줄 번호는 서구 산업사회에서 관용적으로 사용해 온 것으로서, 두께와 관경에 따라 사용압력이 얼마든지 달라질 수 있으므로 스케줄 번호가 사용압력과 허용응력의 비율이라는 것은 실용상 의미가 없다. 다만 같은 관경에서 스케줄번호가 커지면 관이 두꺼워지고, 그에 따라 내경은 작아지므로 사용압력은 급격히 늘어난다.

마. 압력배관용 탄소강관의 화학성분과 인장 시험(KS D 3562)

[표 18] 압력배관용 탄소강관의 화학성분과 인장시험(KS D 3562)

종류의 기호	화학성분(%)					강도시험	
	C	Si	Mn	P	S	인장강도 (N/mm ²)	항복점 (N/mm ²)
SPPS 250	0.30이하	0.35이하	0.30~1.00	0.040이하	0.040이하	410이상	250이상

바. 배관의 호칭방법은 호칭지름 및 호칭두께(스케줄 번호)에 따른다. 다만, 호칭지름은 A(밀리단위) 및 B(인치단위)의 어느 것을 사용하며, A에 따를 경우에는 A, B에 따를 경우에는 B의 부호를 각각의 숫자의 뒤에 붙여서 구분한다.

사. 무게의 수치는 1 cm³의 강을 7.85 g으로 하여 다음 식에 따라 계산하고, KS A 0021(수치의 맺음법)에 따라 유효숫자 3째 자리에서 끝맺음 한다.

$$W=0.02466t(D-t)$$

여기서 W : 배관의 무게(kg/m), t : 배관의 두께(mm), D : 배관의 바깥지름(mm)이다.

1) 과거 “이음이 없는 관(Seamless pipe)”을 사용하도록 규정하였으나 2002. 4. 12. 개정시 이를 삭제하였다. 이는 NFPA Code에서는 가스계 설비에서 반드시 Seamless 배관만을 사용하는 것이 아니라 다음 사항을 고려하여 일반 압력배관도 사용이 가능하기 때문이다.

가) 배관 내부의 최대 예상 압력(Maximum pressure expected within the pipe)

- 나) 배관의 구조재료, 재료의 장력강도, 재료의 항복강도, 재료의 온도한계
(Material of construction of the pipe, tensile strength of the material, yield strength of the material, & temperature limitations of the material)
- 다) 이음방법(Joining method) : 예) 나사 이음, 용접 이음, groove 이음 등
- 라) 배관 제조 방법(Pipe construction method) : 예) seamless, ERW 등
- 마) 배관 직경 (Pipe diameter)
- 바) 배관 두께 (Wall thickness of the pipe)
- 2) NFPA 12 : 2018, 4.7.1.2.1(Distribution systems)에서는 CO₂설비에 사용하는 배관으로 ASTM A 53의 이음이 없는 배관(Seamless pipe)이나 "ERW 배관으로 ASTM A 53 Grade A 또는 Grade B"로 규정하고 있으며(Black or grvanized steel pipe shall be either ASTM A 53 seamless or electric welded, Grade A or B ; or ASTM A 106, Grade A, B or C) 25 mm(1 in) ~ 100 mm(4 in)까지는 최소 Sch 80으로 요구하고 있다. ERW 배관이란 Electrical resistance welding pipe(전기저항 용접 강관)의 약자로 배관의 접합을 전기저항을 이용하여 접합한 것으로 강관은 일반적으로 ERW Pipe이다.
- 3) 국내 압력배관의 경우 KS D 3562 SPPS 42는 ASTM A 53의 Grade B와 동등하다. 따라서 Seamless 배관이 아닐지라도 국내 압력배관으로 Sch 80을 사용할 경우는 NFPA 기준으로도 적정하다고 판단하여 이를 삭제한 것이다.
- 4) SPPS 380과 420은 화학적 성분과 기계적 강도에 따라 구분되며 Sch 80의 수압 시험 압력은 12 MPa, Sch 40은 6.0 MPa이 된다.
- 아. 강관을 사용하는 경우의 배관은 압력배관용 탄소강관(KS D 3562)중 스케줄 80(저압식에 있어서는 스케줄 40) 이상의 것 또는 이와 동등 이상의 강도를 가진 것으로 아연도금 등으로 방식처리된 것을 사용할 것. 다만, 배관의 호칭 구경이 20 mm 이하인 경우에는 스케줄 40 이상인 것을 사용할 수 있다.
- 자. 아래 표는 압력배관용 탄소강관의 치수, 무게(KS D 3562)를 나타내었으며 굵은선 내의 치수는 자주 사용되는 품목을 표시한다.

[표 19] 압력배관용 탄소강관의 치수, 무게(KS D 3562)

호칭 지름		바깥 지름 mm	호칭두께												
A	B		스케줄 10		스케줄 20		스케줄 30		스케줄 40		스케줄 60		스케줄 80		
		두께 mm	무게 kg/m	두께 mm	무게 kg/m	두께 mm	무게 kg/m	두께 mm	무게 kg/m	두께 mm	무게 kg/m	두께 mm	무게 kg/m	두께 mm	무게 kg/m
6	1/8	10.5	-	-	-	-	-	-	-	1.7	0.369	2.2	0.450	2.4	0.479
8	1/4	13.8	-	-	-	-	-	-	-	2.2	0.629	2.4	0.675	3.0	0.799
10	3/8	17.3	-	-	-	-	-	-	-	2.3	0.851	2.8	1.00	3.2	1.11
15	1/2	21.7	-	-	-	-	-	-	-	2.8	1.31	3.2	1.46	3.7	1.11
20	3/4	27.2	-	-	-	-	-	-	-	2.9	1.74	3.2	1.46	3.7	1.64
25	1	34.0	-	-	-	-	-	-	-	3.4	2.57	3.9	2.89	4.5	3.27
32	1 1/4	42.7	-	-	-	-	-	-	-	3.6	3.47	4.5	4.24	4.9	4.57
40	1 1/2	48.6	-	-	-	-	-	-	-	3.7	4.10	4.5	4.89	5.1	5.47
50	2	60.5	-	-	3.2	4.52	-	-	-	3.9	5.44	4.9	6.72	5.5	7.46
65	2 1/2	76.3	-	-	4.5	7.97	-	-	-	5.2	9.12	6.0	10.4	7.0	12.0
80	3	89.1	-	-	4.5	9.39	-	-	-	5.5	11.3	6.6	13.4	7.6	15.3
90	3 1/2	101.6	-	-	4.5	10.8	-	-	-	5.7	13.5	7.0	16.3	8.1	18.7
100	4	114.3	-	-	4.9	13.2	-	-	-	6.0	16.0	7.1	18.8	8.6	22.4
125	5	139.8	-	-	5.1	16.9	-	-	-	6.6	21.7	8.1	26.3	9.5	30.5
150	6	165.2	-	-	5.5	21.7	-	-	-	7.1	27.7	9.3	35.8	11.0	41.8
200	8	216.3	-	-	6.4	33.1	7.0	36.1	8.2	42.1	10.3	52.3	12.7	63.8	
250	10	267.4	-	-	6.4	41.2	7.8	49.9	9.3	59.2	12.7	79.8	15.1	93.9	
300	12	318.5	-	-	6.4	49.3	8.4	64.2	10.3	78.3	14.3	107	17.4	129	
350	14	355.6	6.4	55.1	7.9	67.7	9.5	81.1	11.1	94.3	15.1	127	19.0	158	
400	16	406.4	6.4	63.1	7.9	77.6	9.5	93.0	12.7	123	16.7	160	21.4	203	
450	18	457.2	6.4	71.1	7.9	87.5	11.1	122	14.3	156	19.0	205	23.8	254	
500	20	508.0	6.4	79.2	9.5	117	12.7	155	15.1	184	20.6	248	26.2	311	
550	22	558.8	6.4	87.2	9.5	129	12.7	171	15.9	213	-	-	-	-	
600	24	609.6	6.4	95.2	9.5	141	14.3	228	-	-	-	-	-	-	
650	26	660.4	7.9	103	12.7	203	-	-	-	-	-	-	-	-	

차. 주요 규격 비교

[표 20] 주요규격비교

제품명	주요 규격			주요 용도
	ASTM	KS	JIS	
배관용 탄소 강관 Carbon Steel Pipes for Ordinary Piping	(A 120) 규격삭제되었음	D 3507 (SPP)	G 3452 (SGP)	사용압력이 낮은 물, 증기, 가스, 공기 등의 배관에 사용
압력배관용 탄소강관 Carbon Steel Pipes for Pressure Service	A 53 A 135 A 523	D 3562 (SPSS)	G 3454 (STPG)	350°C 이하에서 사용되는 압력배관용 강관
고압배관용 탄소강관 Carbon Steel Pipes for High Pressure Service	A 155 A 524 A 381 A 672	D 3564 (SPPH)	G 3455 (STS)	350°C 이하에서 사용하는 고압 배관용 강관
고온배관용 탄소강관 Carbon Steel Pipes for High Temperature Service	A 106 A 672	D 3570 (SPHT)	G 3456 (STPT)	주로 350°C 이하에서 사용
저온배관용 강관 Steel Pipes for Low Temperature Service	A 333 A 671	D 3570 (SPHT)	G 3460 (STPL)	빙점이하의 저온에서 사용
배관용 합금강 강관 Alloy Steel Pipe	A 335 A 409 A 405	D 3573 (SPa)	G 3458 (STPa)	주로 고온에서 사용
배관용 스테인레스 강관 Stainless Steel Pipes	A 312 A 651 A 376	D 3576 (STS)	G 3459 (SUS-TP)	내식성, 내열성이 우수한 고온/고압 배관용 강관

6. 동 및 동합금관

가. 특성

- 1) 동은 전기 및 열의 전도율이 좋고 내식성이 뛰어나며 전성·연성이 풍부하여 가공도 용이하며 판, 봉, 관 등으로 제조되어 전기재료, 열교환기, 급수관 등에 널리 사용되고 있다.
- 2) 순도가 높은 동은 지나치게 연하여 기계적 성질이 강하지 못하므로 경질 또는 반경질로 가공 경과시켜 사용한다. 동관에는 이음매 없는 인성(Tough Pitch)동관, 무산소동관, 인탈산동관이 있다. 동에 아연, 주석, 규소, 니켈 등의 원소를 첨가하여 기계적 성질을 개량시켜 내열성, 내식성을 증가시킨 황동, 청동, 니켈 동합금 등의 동합금관이 있다.

3) 동 및 동합금관의 특성은 다음과 같은 특징이 있다.

- 가) 담수에 내식성은 크나 연수에는 부식된다.
- 나) 경수에는 아연화동, 탄산칼슘의 보호피막이 생성되므로 동 of 용해가 방지된다.
- 다) 상온 공기 속에서는 변하지 않으나 탄산가스를 포함한 공기 중에는 푸른 녹이 생긴다.
- 라) 아세톤, 에테르, 프레온가스, 휘발유 등 유기약품에는 침식되지 않는다.
- 마) 가성소다, 가성칼리 등 알칼리성에 내식성이 강하다.
- 바) 암모니아수, 습한 암모니아가스, 초산, 진한 황산에는 심하게 침식된다.

나. 종류

1) 이음매 없는 동관

이음매 없는 동관은 전기 및 열전도율이 좋고 내식성이 우수하며 열교환기 용관, 급수관, 압력계관, 급유관, 그리고 제당공장이나 화학공장의 배관에 사용된다.

2) 인탈산동관

비교적 산소 함유량이 많은 전기동을 인(P)으로 탈산하여 산소량을 줄인 다음 냉간인발법에 의하여 이음매 없이 제조한 관으로 전기냉장고, 급수관, 송유관, 온수관 등에 사용된다.

3) 동합금관

동합금관에는 이음매 없는 황동관, 단동관, 규소청동관, 니켈-동합금관 등이 있는데 이들은 가열기, 증류기, 냉각기 등의 열교환기용 관에 사용된다.

[표 21] 동합금관의 종류 및 용도

규격 명칭	KS 규격	기호	적요
이음매 없는 황동관	D 5510	BsST	압광성, 굴곡성, 성형, 가공성, 도금성이 좋고 강도가 크므로 열교환기, 위생관, 기타 기기부품에 사용되고 난간봉 등의 구조 재료로 사용된다.
이음매 없는 단동관	D 5525	RBsP	굴곡성, 드로잉성 및 내식성이 좋으며 표면색과 광택이 아름다우므로 급배수관, 이음쇠 등에 쓰인다.
이음매 없는 재지 롤황동관	D 5527	BsPp	표면이 평활하고 굽힘이 없는 것을 제지용 롤로 쓴다.
이음매 없는 복수기용 황동관	D 5537	BsPF	내식성이 좋으며, 내해수성(특히 2, 3, 4종)이 좋아서 복수기, 급수 가열기, 증류기, 유냉각기 등의 열교환기에 쓴다.
이음매 없는 규소 황동관	D 5538	SiBP	강도가 높고 내식성이 좋아 화학공업용 등에 사용한다.
이음매 없는 니켈 동합금관	D 5539	NCuP	내식성이 특히 내산성이 좋으며 강도가 높고 고온에 적합하여 급수 가열기.화학공업용 등에 사용한다.

다. 동관의 규격(KS D 5301)

- 1) KS D 5301은 ASTM B88, JIS H 3300 규격과 동일하다.
- 2) 외경의 산출 공식 : 외경 = 호칭경(인치)+1/8(인치)
예) 20A의 외경 $3/4 \times 25.4 + 1/8 \times 25.4 + 22.22$ mm

7. 덕타일주철관(KS D 4311)

가. 특성

- 1) 철과 탄소의 합금계에서 탄소량이 2% 이하인 것을 강이라 하고, 2% 이상인 것을 주철이라 한다. 주철의 주요 성분은 탄소, 규소, 망가니즈, 인, 황으로 되어 있고, 이들 성분의 함량과 용해조건, 냉각속도에 따라 주조 조직이 변화하게 된다. 주철의 종류에는 회주철과 덕타일주철이 있다. 회주철은 ferrite나 pearlite 또는 이들이 혼재한 기지에 흑연이 편상으로 정출해 있는 상태로서 파면이 회색을 띤다.

2) 덕타일 주철에는 마그네슘 또는 칼슘 등의 흑연구상화 원소가 미량 함유되어 있다. 구상흑연주철은 용융상태의 주철에 특수 원소를 첨가하여 흑연이 구상으로 정출되게 된 것으로 높은 강도와 높은 전연성을 가지므로 덕타일 주철이라고도 한다. 이러한 덕타일 주철관은 연성과 강도가 높으므로 수도용 송배수관으로 가장 많이 사용되고, 하수도 분야에서는 압송관, 슬러지관, 산기관 등에 이용되고 있다.

8. 개폐밸브 및 부속류

가. 고압식의 경우

- 1) 개폐밸브 또는 선택밸브의 1차 측 배관 부속 : 4.0 MPa 이상의 압력에 견딜 것
- 2) 개폐밸브 또는 선택밸브의 2차 측 배관 부속 : 2.0 MPa 이상의 압력에 견딜 것

나. 저압식의 경우

배관 부속은 2.0 MPa 이상의 압력에 견딜 것

다. 압력배관용 탄소강관

아래 표 KS D 3562 배관편 참조

[표 22] 압력배관용 탄소강관의 호칭별 외경, 두께 및 내압

호칭 mm	외경 mm	스케줄 40		스케줄 60		스케줄 80	
		두께	내압	두께	내압	두께	내압
10	17.3	2.3	1.0 MPa 이상	2.8	2.0 MPa 이상	3.2	3.0 MPa 이상
15	21.7	2.8		3.2		3.7	
20	27.2	2.9		3.4		3.9	
25	34.0	3.4		3.9		4.5	
32	42.7	3.6		4.5		4.9	
40	48.6	3.7		4.5		5.1	
50	60.5	3.9		4.9		5.5	
65	76.3	5.2		6.0		7.5	
80	89.1	5.5		6.6		7.6	
90	101.6	5.7		7.0		8.1	
100	114.3	6.0		7.1		8.6	
125	139.8	6.6		8.1		9.5	
150	165.2	7.1		9.3		11.0	

- ② 배관의 구경은 이산화탄소의 소요량이 다음 각 호의 기준에 따른 시간 내에 방사될 수 있는 것으로 하여야 한다.<개정 2012. 8. 20.>
1. 전역방출방식에 있어서 가연성액체 또는 가연성가스등 표면화재 방호대상물의 경우에는 1분
 2. 전역방출방식에 있어서 종이, 목재, 석탄, 섬유류, 합성수지류등 심부화재 방호대상물의 경우에는 7분. 이 경우 설계농도가 2분 이내에 30 %에 도달 하여야 한다.
 3. 국소방출방식의 경우에는 30초

해 설

1. 배관 구경

가. 소요 소화약제량이 다음의 기준에 의한 시간 내에 방사될 수 있는 크기 이상일 것

[표 23] 전역방출방식 및 국소방출방식의 방사시간

구분	전역방출방식		국소방출방식
	표면화재	심부화재	
방사시간	1분	7분	30초

나. 방사시간은 소방법 기준에 불구하고 전역방출 방식은 해당시간 내, 국소방출 방식은 해당시간 이상의 개념이다.

2. 배관구경 산정 기준

가. CO₂ 소요량이 다음의 시간이내에 방사될 수 있을 것

[표 24] CO₂ 소요량

소방대상물 또는 구분		방사시간	비고
전역 방출 방식	가연성액체 또는 가연성가스 등 표면화재	1분	
	종이, 목재, 석탄, 섬유류, 합성수 지류 등 심부화재	7분	설계농도가 2분 이내 30 % 도달
국소방출 방식		30초	

- 1) NFPA 12(CO₂ 소화설비)에서는 관내의 유량, 관경, 관의 길이, 압력의 관계를 다음식에 의해 CO₂ 공급장치로부터 방출노즐까지의 배관에 대해 소요 CO₂ 량을 공급하는데 적절한 관경을 결정하게 된다.

$$Q^2 = \frac{10^{-5} \times 0.8725 D^{5.25} Y}{L + 0.04319 D^{0.25} Z} \quad \text{또는,} \quad Q^2 = \frac{1.52 D^{5.24} Y}{L + 0.77 D^{1.25} Z}$$

단, 배관의 내경단위는 cm, 기타는 위 식 단위와 같다.

여기서, Q : 유량[kg/min], D : 관의 내경[cm], L : 배관의 길이[m], Y, Z : 저장압력과 배관압력에 관계되는 계수로서 아래 식 참조

$$Y : - \int_{p_1}^p \rho dp, \quad Z : - \int_{p_1}^p \frac{d\rho}{\rho} = \ln \frac{\rho_1}{\rho}$$

여기서, p₁ : 저장압력 [kPa] 절대압력, p : 배관말단의 압력 [kPa], ρ₁ : 압력 p₁에서의 밀도 [kg/m³], ρ : 압력 p에서의 밀도 [kg/m³], ln : 자연대수

- 2) CO₂가 기액 혼합상태로 배관내 흐르는 경우

배관의 각 분기점의 종단 압력으로부터 방출노즐의 분구압력이 구해지므로 각 분구압력에 대한 방출량 선도 즉 배관의 압력손실을 사용하면 방출해야 할 CO₂ 량에 적당한 분구면적이 결정된다.

3) 고압식에서의 Y와 Z의 값

[표 25] 고압식에서의 Y와 Z의 값

압력[kg/cm ²]	Y	1.52Y	Z	0.77Z
52	570	870	0.03	0.02
50	2,060	3,130	0.13	0.10
48	3,380	5,140	0.22	0.17
46	4,650	7,070	0.32	0.25
44	5,740	8,720	0.41	0.32
42	6,800	10,340	0.51	0.39
40	7,750	11,780	0.60	0.46
38	8,570	13,030	0.70	0.54
36	9,320	14,170	0.80	0.62
34	10,000	15,200	0.91	0.70
32	10,630	16,160	1.01	0.78
30	11,220	17,050	1.13	0.87
28	11,750	17,860	1.25	0.96
26	12,200	18,540	1.38	1.06
24	12,580	19,120	1.53	1.18
22	12,900	19,610	1.71	1.32
20	13,200	20,060	1.90	1.46
18	13,410	20,380	2.11	1.62
16	13,570	20,630	2.33	1.79
15	13,630	20,730	2.45	1.88

4) 배관호칭에 대한 D1.25 및 D2의 값

[표 26] 배관호칭에 대한 D1.25 및 D2의 값

호칭 mm	스케줄 40			스케줄 60			스케줄 80		
	내경D (cm)	D1.25 (cm1.25)	D2 (cm ²)	내경D (cm)	D1.25 (cm1.25)	D2 (cm ²)	내경D (cm)	D1.25 (cm1.25)	D2 (cm ²)
15	1.61	1.81	2.59	1.53	1.70	2.34	1.43	1.56	2.05
20	2.14	2.59	4.58	2.04	2.44	4.16	1.94	2.29	3.76
25	2.72	3.49	7.40	2.62	3.33	6.86	2.50	3.14	6.25
32	3.55	4.87	12.60	3.37	4.57	11.36	3.29	4.43	10.82
40	4.12	5.87	16.97	3.96	5.59	15.68	3.84	5.38	14.75
50	5.27	7.99	27.77	5.07	7.61	25.70	4.95	7.38	24.50
65	6.59	10.56	42.42	6.43	10.24	41.34	6.23	9.84	38.81
80	7.81	13.06	61.00	7.59	12.60	57.61	7.39	12.18	54.61
90	9.02	15.63	81.36	8.76	15.07	76.74	8.54	14.60	72.93
100	10.23	18.30	104.65	10.01	17.80	100.20	9.71	17.14	94.28
125	12.66	23.88	160.28	12.36	23.17	152.77	12.08	22.52	145.93
150	15.10	29.77	228.01	14.66	28.68	214.92	14.32	27.85	205.06

③ 소화약제의 저장용기와 선택밸브 사이의 집합배관에는 수동잠금밸브를 설치하되 선택밸브 직전에 설치할 것. 다만, 선택밸브가 없는 설비의 경우에는 저장용기실 내에 설치하되 조작 및 점검이 쉬운 위치에 설치하여야 한다.
<신설 2015. 1. 23.>

해설

1. 수동잠금밸브(Lockout)의 NFPA 비교

- 가. NFPA12 (2018, 3.3.4)에서는 노즐과 공급장치 사이의 방출배관에 있는 수동식 밸브로서 방호구역으로 이산화탄소가 흐르는 것을 방지하기 위하여 폐쇄상태로 잠글 수 있는 밸브를 말한다.
- 나. 국내기준의 수동잠금밸브는 집합배관과 선택밸브 사이에 설치하는 것으로 저장용기실 내에 설치하는 것으로 되어 있다.
국내에서는 대부분의 수동잠금밸브의 설치위치를 저장용기에서 집합관으로 이어지는 부위에 1개소 설치하는 방식으로 시공하고 있다.
- 다. 즉, NFPA에서는 다중방호의 형태가 아닌 단독방호의 개념으로 방호구역에서 쉽게 접근이 가능한 인근, 헤드이전의 배관에 밸브를 설치하는 방법이고, 국내는 다중방호의 개념으로 방호구역 인근이 아닌 용기저장실에 수동잠금밸브를 설치한다.

2. 수동잠금 위치선정시 고려사항

- 가. 국내 기준은 선택밸브 직전에 설치하라고 되어있으나, 수량 및 성능에 대한 기준이 정해져 있지 않아 1개의 잠금밸브로 모든 구역을 차단시키는 형태로 구성을 하고 있다.
- 나. 개보수 작업등으로 잠금밸브 폐쇄시 불필요한 타 방호구역까지 차단되어 화재대응이 지연될 수 있으므로 유지관리등의 사항을 고려하여 방호구역별 잠금밸브의 설치를 고려하여야 한다.

제9조(선택밸브) 하나의 특정소방대상물 또는 그 부분에 2 이상의 방호구역 또는 방호대상물이 있어 이산화탄소 저장용기를 공용하는 경우에는 다음 각 호의 기준에 따라 선택밸브를 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 방호구역 또는 방호대상물마다 설치할 것
2. 각 선택밸브에는 그 담당방호구역 또는 방호대상물을 표시할 것

해설

1. 선택밸브

- 가. 다중 방호구역 설비의 경우 최대 크기의 방호구역에서 필요한 소화약제의 양만큼만 저장하여 각각의 방호구역의 경우 필요한 소화약제 만큼의 저장용기를 공유하게 되는데 이 때 각 방호구역 마다 설치되는 개폐밸브를 말한다. 선택밸브는 일종의 전기식 개폐밸브로 감지 설비 및 자동제어반과 연결되어 해당 방호구역의 선택밸브가 자동으로 작동하게 된다.
- 나. 선택밸브는 여러 개의 방호구역대상이 있는 가스소화설비에 설치되며, 화재가 발생한 방호구역의 선택밸브를 개방하여, 필요한 소화약제량을 공급할 목적으로 사용된다.
- 다. 선택밸브에는 담당하는 방호구역의 표지를 부착하여야 하며, 소화약제 공급라인을 반드시 현장 확인하여야 한다. 명칭상으로 방호구역 구분이 어려운 경우에는 도면 등에 방호구역을 표시하여 부착하는 방법을 적용하며, 이러한 방법은 긴급히 수동개방이 필요한 경우 방호구역을 신속히 찾는데 용이하다.

2. 선택밸브의 종류

- 가. 하나의 방호구역마다 설치되어 당해 구역 가스 송출 관로로만 가스를 보내주는 역할을 하는 것으로서 선택밸브가 개방되지 않으면 당해 방호구역에서 절대로 가스가 방출될 수가 없다. 선택밸브는 가스압력에 의한 개방방식과 전기식 개방의 두 가지가 있다.

나. 작동원리

보통 때는 누름 레버가 핸들을 누르고 있기 때문에 가스 출구가 막혀 있지만 기동용 가스를 불어넣게 되면 피스톤 릴리저가 작동하여 핸들을 밀어 올려 레버를 풀어 주기 때문에 실린더 내의 밸브가 위로 밀려 개방하게 된다.

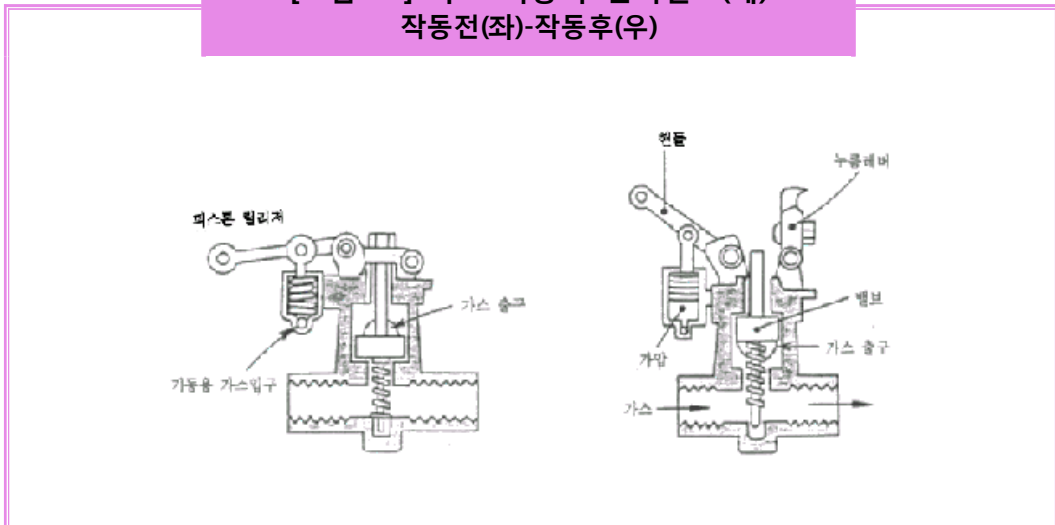
1) 가스압력 개방식(피스톤릴리스 방식)

소화약제 저장용기 밸브를 개방하는 별도의 기동용기 가스통을 설치하여 기동용기의 가스 힘에 의하여 소화약제 저장용기 밸브가 개방되는 형식으로서 국내의 설비는 대부분 이러한 형식으로 설치되어 있다.

2) 전기 개방식(솔레노이드 방식)

소화약제 저장용기 밸브를 개방하기 위하여 저장용기 밸브에 솔레노이드밸브(전자밸브)를 설치하여 이 솔레노이드밸브의 작동으로 커터핀(공이)이 저장용기 봉판을 뚫어 저장용기밸브가 개방되는 형식이며, 국내에서는 캐비닛형자동 소화기기(팩키지설비)에 사용되고 있으며, 외국사의 설비에 가끔 이러한 형식의 설비가 있다.

[그림 31] 가스 기동식 선택밸브(예)
작동전(좌)-작동후(우)



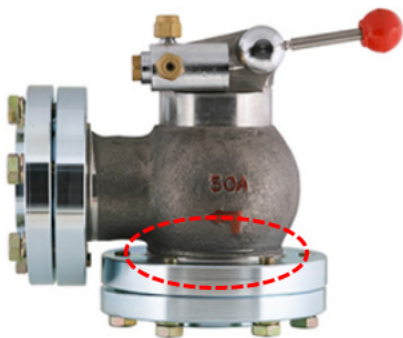
3. 선택밸브의 표시

- 가. 2이상의 방호구역 또는 방호대상물을 방호하는 경우, 선택밸브 마다 담당구역을 명판에 표기하여 설비의 작동을 쉽게 확인하고, 자동으로 미작동시는 수동 개방의 선택을 용이하게 하기위함이다.
- 나. 명칭만으로 방호구역의 구분이 어려운 경우는 도면 등에 표기하여 같이 부착하면 시설운영에 용이하다.

4. 선택밸브 선택시 고려사항

- 가. 선택밸브와 배관의 연결은 주로 플렌지를 사용하여 연결하고 있으며, 일부제품은 선택밸브에 연결하는 플렌지를 나사이음으로 하고 있다.
- 나. 나사이음 방식은 체결상태에 따라 결합력에 차이가 생길 수 있으므로 정확한 확인이 필요하다.
- 다. 특히, 일부 제품은 선택밸브와 플랜지의 재질이 다른 경우도 있으며, 이는 CO₂ 방출시 온도저하에 따른 열팽창율의 차이로 체결부가 분리되는 문제가 발생할 수 있으므로 제품선택시 이상유무를 확인하여야 한다.

[그림 32] 선택밸브(예)
나사이음방식(좌)-용접방식(우)



나사이음방식



용접방식

제10조(분사헤드) ① 전역방출방식의 이산화탄소소화설비의 분사헤드는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.<개정 2012. 8. 20.>

1. 방사된 소화약제가 방호구역의 전역에 균일하게 신속히 확산할 수 있도록 할 것
2. 분사헤드의 방사압력이 2.1MPa(저압식은 1.05MPa) 이상의 것으로 할 것 <개정 2012. 8. 20.>
3. 특정소방대상물 또는 그 부분에 설치된 이산화탄소소화설비의 소화약제의 저장량은 제8조제2항제1호 및 제2호의 기준에서 정한 시간 이내에 방사할 수 있는 것으로 할 것 <개정 2008. 12. 15., 2012. 8. 20.>

해설

1. 분사헤드 설치

- 가. 스프링클러헤드의 경우는 마찰 손실을 최소화하기 위하여 토너먼트 방식을 금하고 있으나 가스계 소화설비의 경우에는 마찰 손실보다는 모든 분사헤드에서 균일하게 소화약제가 방사되어 실 전체에 고르게 가스가 확산되어 조기에 소화하기 위해 토너먼트 방식으로 분사헤드를 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- 나. 그러나 설계시 실의 구조가 다양하여 완벽한 토너먼트 구성이 불가능한 경우가 많으므로 일부 구간에 대하여는 별도의 배관분기로 설계반영하고 설계프로그램을 통하여 검증하여야 한다.

2. 전역 방출방식의 분사헤드 방사시간 및 방사압

- 가. 분사헤드는 방사된 소화약제가 방호 구역의 전체에 균일하게 신속히 확산되는 위치에 설치하고 방사 시간 및 방사압은 다음과 같다.

[표 27] 전역방출방식의 방사시간과 방사압 관계

방사 시간		방사압	
표면 화재	심부 화재	고압식	저압식
1분	7분	2.1 MPa	1.05 MPa

- 1) 전역방출방식에 있어서 가연성액체 또는 가연성가스 등 표면화재 방호대상물의 경우에는 1분
- 2) 전역방출방식에 있어서 종이, 목재, 석탄, 섬유류, 합성수지류 등 심부화재, 방호대상물의 경우에는 7분, 이 경우 설계농도가 2분 이내에 30 %에 도달하여야 한다.
- 3) 국소방출방식의 경우에는 30초

나. 전역방출방식

- 1) 고정식 소화가스 공급 장치에 배관 및 분사헤드를 고정 설치하여 밀폐된 방호구역 내에 소화가스를 방출하는 설비를 말한다. 방호구역 전체에 분사헤드를 균등히 설치하여 소화약제를 방화구역 전체에 방출하여 소화하는 방식으로서, 화재발생을 할 수 있는 부분에만 소화약제를 방출하지 않고 방호구역 전체에 방출하는 방식이다.
- 2) 이러한 방식을 채택하기 위해서는 벽이 있으며 출입구나 창문 등이 어느 정도 닫을 수 있는 구조로서 소화약제가 외부로 많은 양이 누출이 되지 않는 구조이어야 한다.

② 국소방출방식의 이산화탄소소화설비의 분사헤드는 다음 각호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

1. 소화약제의 방사에 따라 가연물이 비산하지 아니하는 장소에 설치할 것
2. 이산화탄소 소화약제의 저장량은 30초 이내에 방사할 수 있는 것으로 할 것
3. 성능 및 방사압력이 제1항제1호 및 제2호의 기준에 적합한 것으로 할 것

해설

1. 국소방출방식의 방사시간 및 방사압

가. 분사헤드 방사압력

- 1) 분사헤드 방사 압력의 근거는 NFPA 기준으로서 NFPA 12: 2018 Table 4.7.5.3.1에서 상온에서 고압식은 300 psi→2.1 MPa, 저압식은 NFPA 12: 2018 Table 4.7.5.2.1에서 150 psi→1.05 MPa로 규정하고 있다.

- 2) 이에 비해 일본의 경우는(일본 시행규칙 제19호제2항제2호) 고압식은 1.4 MPa, 저압식은 0.9 MPa로 적용하고 있다.

나. 국소방출방식

- 1) 소방 대상물의 형상, 구조, 성질, 수량 또는 취급 방법에 따라 소방 대상물에 이산화탄소 소화약제를 직접 방사해서 유효하게 소화하는 데 필요한 개수를 적절한 위치에 배치하는 것이 원칙이다.
- 2) 소방 대상물의 모든 표면이 여러 분사 헤드 중 어느 것이든 간에 유효 사정 범위 내에 들어올 수 있는 곳에 설치하여야 한다.
- 3) 분사헤드는 소화약제의 방사에 의하여 가연물이 비산되지 않는 위치에 설치하고 방사시간 및 방사압은 다음과 같다.

[표 28] 국소방출방식의 방사시간과 방사압력

방사 시간	분사헤드 방사압력	
	30초	고압식 2.1 MPa

2. 국소방출의 방사시간 고려사항

- 가. 국내의 이산화탄소 소화약제의 저장량 기준은 30초 이내에 방사할 수 있는 것으로 할 것으로 되어있으나, NFPA의 기준과는 해석의 차이가 있어 약제량 산정시 검토가 필요한 사항이다.
- 나. NFPA12 (2018, 6.3.3.1)에서는 국소방출방식의 소화약제량을 최소유효방출시간을 30초로 정하고 있어, 약제의 저장량을 30초이상 방출이 가능한 양을 보관하여야 하며, NFPA12 (2018, 6.3.3.2)에서는 조건에 따라 최소방출시간을 늘리도록 기술하고 있다.
- 다. 일례로 NFPA12 (2018, 6.3.3.5)에서 파라핀왁스 및 식용유와 같이 자연발화점이 끓는점보다 낮은 가연물이 있을 경우는 가연물의 냉각시켜 재발화를 막을 수 있도록 최소약제방출시간(NFPA12 (2018, 6.3.3.5.1)을 3분으로 하고 있으며, (NFPA12 (2018, A.6.3.3.5.1)에서는 대용량장치인 경우에는 방출시간을 더 늘리도록 기술하고 있다.

③ 화재 시 현저하게 연기가 찰 우려가 없는 장소로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 장소(차고 또는 주차의 용도로 사용되는 부분 제외)에는 호스릴 이산화탄소소화설비를 설치할 수 있다. <개정 2012. 8. 20., 2019. 8. 13.>

1. 지상 1층 및 피난층에 있는 부분으로서 지상에서 수동 또는 원격조작에 따라 개방할 수 있는 개구부의 유효면적의 합계가 바닥면적의 15% 이상이 되는 부분
2. 전기설비가 설치되어 있는 부분 또는 다량의 화기를 사용하는 부분(해당 설비의 주위 5m 이내의 부분을 포함한다)의 바닥면적이 해당 설비가 설치되어 있는 구획의 바닥면적의 5분의 1 미만인 되는 부분 <개정 2012. 8. 20.>

④ 호스릴이산화탄소소화설비는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 방호대상물의 각 부분으로부터 하나의 호스접결구까지의 수평거리가 15 m 이하가 되도록 할 것
2. 노즐은 20 °C에서 하나의 노즐마다 60 kg/min 이상의 소화약제를 방사할 수 있는 것으로 할 것
3. 소화약제 저장용기는 호스릴을 설치하는 장소마다 설치할 것
4. 소화약제 저장용기의 개방밸브는 호스의 설치장소에서 수동으로 개폐할 수 있는 것으로 할 것
5. 소화약제 저장용기의 가장 가까운 곳의 보기 쉬운곳에 표시등을 설치하고, 호스릴이산화탄소소화설비가 있다는 뜻을 표시한 표지를 할 것

해 설

1. 호스릴이산화탄소 소화설비의 설치기준

- 가. 사람이 직접 조작하는 설비이므로 사용 후 연기가 체류하지 않는 장소로 국한하고 연기 발생시 피난이 용이하고 소방대상물이 소규모인 것에 한정하여 적용하도록 설치 장소를 제한한 것임
- 나. 저장용기는 고압식은 25 MPa 이상, 저압식은 3.5 MPa 이상의 내압시험압력에 합격한 것으로 호스릴을 설치하는 장소마다 설치한다.

2. 성능기준

가. 성능기준은 아래 표와 같이 방사량이 60 kg/min이며, 약제량이 90 kg이므로 결국 방사시간은 1분 30초가 된다. NFPA의 경우는 최소 1분 이상으로 규정하고 있다.(NFPA 12 : 7.4.1.2)

[표 29] 호스릴이산화탄소소화설비의 성능기준

수평거리	노즐 방사량	약제량(노즐당)	밸브개방
15 m	60 kg/min	90 kg	수동 개폐

나. 1층(또는 피난층)으로서 지상에서 개방(수동 또는 원격 조작)할 수 있는 개구부의 유효면적의 합계가 바닥 면적의 15% 이상이 되는 부분

다. 전기설비가 설치되어 있는 부분 또는 다량의 화기를 사용하는 부분(당해 설비의 주위 5 m 이내 부분을 포함)의 바닥 면적이 당해 설비가 설치된 구획의 바닥 면적 1/5 미만인 되는 부분

3. 호스릴 이산화탄소 소화설비의 설치제외 반영(2019.8.13.)

가. 2019.8.13.개정된 사항으로 차고 또는 주차의 용도로 사용되는 부분은 호스릴 이산화탄소 소화설비의 설치적용을 제외시켰다.

나. 현대의 자동차는 연비효율등 실효성 증대를 위한 경량화의 추진으로 과거에 비하여 가연성 자재의 사용량이 많고 이는 화재하중이 늘었을뿐만 아니라, 방화구획의 완화, 발열량발연량등을 증가로 화재확산의 위험이 증가되는 원인이 되었다. 이에 호스릴이산화탄소소화설비의 수동식 대응으로는 소화활동이 어려워 적용대상에서 제외되었다.

⑤ 이산화탄소소화설비의 분사헤드의 오리피스구경 등은 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 분사헤드에는 부식방지조치를 하여야 하며 오리피스의 크기, 제조일자, 제조업체가 표시 되도록 할 것
2. 분사헤드의 갯수는 방호구역에 방사시간이 충족되도록 설치할 것
3. 분사헤드의 방출율 및 방출압력은 제조업체에서 정한 값으로 할 것
4. 분사헤드의 오리피스의 면적은 분사헤드가 연결되는 배관구경면적의 70%를 초과하지 아니할 것

해설

1. 오리피스 구경 및 방출율

가. 현재 국내의 분사헤드에 관한 별도의 세부 기준은 없으며, 계산 시에는 분사헤드별 오리피스 구경을 정확히 계산할 수 없는 관계로 도면에 이를 표시하지 않고 있으나 프로그램 설계 시에는 정확한 오리피스 구경이 산정되므로 분사헤드별 방사 압력, 방사량, 분구 면적을 제시할 수 있다.

나. 일본의 경우는 "이산화탄소소화설비 등의 분사헤드 기준(1995. 6. 6 소방청고시 제7호)"을 고시하여 오리피스 Code 번호에 대한 등가 분구 면적을 제정하고 있다.

2. 압력 손실 및 분구 면적 계산

가. 가스계 설비 설계에서 가장 중요한 것은 배관의 손실과 분사헤드의 분구 면적이다. 배관 설계를 하는 경우에는 결정된 분사헤드의 위치와 각 헤드 설계상의 방사량을 조건으로 하여 가스량이 적정하게 방사하도록 관내 마찰 손실을 고려하여야 하며 가스계 설비는 다음과 같은 특징이 있다.

- 1) 배관의 마찰손실은 관에서 기체와 액체가 혼합된 상태(즉 2상 유체)이므로 수계설비에서의 유체의 배관 마찰 손실과는 그 특성이 다르다.
- 2) 각 분사헤드에서의 같은 양의 소화약제량이 균등하게 방사되기 위해서는 각 분사헤드의 마찰손실이 동일하게 되어야 한다.

- 3) 용기 내의 압력은 온도에 따라 변화하며, 저장 압력과 배관 내 마찰손실 압력에 따라 방사량이 결정된다.
 - 4) 용기 내부에서 배관으로 액상의 소화약제가 흐르게 되므로 마찰손실로 인하여 압력이 떨어지며 이로 인하여 CO₂는 비등하여 체적이 증가하게 된다.
- 나. 위와 같은 복잡한 현상을 이론적으로 규명하는 것은 대단히 난해한 문제이며 실제의 설계에 있어서 이와 같은 조건을 고려하여 computer program에 의하여야 하나, 간략하게 수 계산으로 압력 손실 및 분구 면적 계산을 설명하면 다음과 같다.
- 1) 설계 유량을 계산한다. : 구간별로 설계 유량을 계산한다.
 - 2) 등가 길이를 계산한다. : 구간별로 등가 길이를 표를 이용하여 계산한다.
 - 3) 비관장 및 비유량을 계산한다. : 비관장과 비유량을 표를 이용하여 구한다.
 - 4) 말단 압력을 계산한다. : 3)에 의거 산출된 비관장, 비유량으로부터 그래프를 이용하여 배관의 말단 압력을 구한다.
 - 5) 낙차를 보정한다. : 헤드와 용기와의 낙차가 클 경우는 낙차 보정을 하여야 하나 적을 경우는 무시한다.
 - 6) 손실압력을 산정한다. : 2)~5)의 값을 이용하여 집합관부터 말단까지의 손실 압력을 구한다.
 - 7) 헤드 분구 면적을 산정한다. : 헤드의 방출율 및 분구면적을 구한다.
- 다. 일본의 경우는 분구 면적에 대하여 "이산화탄소, 할론, 분말 헤드의 분사 헤드에 대한 기준"으로 분사헤드에 관한 고시(소방청 고시 제7호 : 1995. 6. 6)가 있으며 동 고시 별표에는 Orifice Code 번호에 따른 등가 분구 면적을 제시하고 있으며, 동 기준에 의하면 Code 번호 #4(0.5 mm)에서 #64(1257 mm)까지 69가지로 헤드를 분류하고 있다.
- 라. 이에 반해 NFPA 12: 2018(Table A.4.7.4.3 Equivalent orifice size)에서는 오리피스 분구 면적에 대해 아래 표를 표준으로 제시하고 있으며 동표는 Orifice 직경에 대한 Orifice 분구 면적별 Code 번호가 직경이 0.8 mm 증가할 때마다 번호를 1단계씩 증가시키고 있다.

[표 30] 오리피스 코드번호별 구경 및 면적
(NFPA12 ; 2018, Table A.4.7.4.4.3)

오리피스코드번호	오리피스구경(mm)	오리피스면적(mm ²)
1	0.79	0.49
1.5	1.19	1.11
2	1.59	1.98
2.5	1.98	3.09
3	2.38	4.45
3.5	2.78	6.06
4	3.18	7.94
4.5	3.57	10.00
5	3.97	12.39
5.5	4.37	14.97
6	4.76	17.81
6.5	5.16	20.90
7	5.56	24.26
7.5	5.95	27.81
8	6.35	31.68
8.5	6.75	35.74
9	7.14	40.06
9.5	7.54	44.65
10	7.94	49.48
11	8.73	59.87
12	9.53	71.29
13	10.32	83.61
14	11.11	96.97
15	11.91	111.29
16	12.70	126.71
18	14.29	160.32
20	15.88	197.94
22	17.46	239.48
24	19.05	285.03
32	25.40	506.45
48	38.40	1138.71
64	50.80	2025.80

[표 31] 이산화탄소 방출압력과 방출율
(NFPA12 ; 2018, Table 4.7.5.3.1)

오리피스 압력(kPa)	방출율(kg/min/mm ²)
5171	3.258
4999	2.706
4826	2.403
4654	2.174
4481	1.995
4309	1.840
4137	1.706
3964	1.590
3792	1.488
3620	1.397
3447	1.309
3275	1.224
3103	1.140
2930	1.063
2758	0.985
2586	0.908
2413	0.830
2241	0.760
2068	0.690

제11조(분사헤드 설치제외) 이산화탄소소화설비의 분사헤드는 다음 각 호의 장소에 설치하여서는 아니 된다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 방재실·제어실등 사람이 상시 근무하는 장소
2. 니트로셀룰로스·셀룰로이드제품 등 자기연소성물질을 저장·취급하는 장소
3. 나트륨·칼륨·칼슘 등 활성금속물질을 저장·취급하는 장소
4. 전시장 등의 관람을 위하여 다수인이 출입·통행하는 통로 및 전시실 등

해설

1. 분사헤드 설치제외의 이유

- 가. 방재실·제어실 등, 다수인 출입·통행하는 통로 및 전시실 등은 이산화탄소(CO₂) 소화약제 방사시 거주자 및 이용자의 질식 및 동해피해가 우려되기 때문이며,
- 나. 니트로셀룰로스·셀룰로이드 제품 등은 물질 내에 산소(O₂)를 포함하고 있어 자체적으로 함유하고 있는 산소(O₂)를 이용하여 연소가 가능하므로 질식효과로써 소화가 가능한 이산화탄소(CO₂) 소화약제의 의미가 없다.
- 다. 나트륨, 칼륨, 칼슘 등 활성 금속물질은 그 반응성이 워낙 커서 이산화탄소(CO₂)약제에 의한 소화가 효과를 거두기 어렵기 때문이다.

2. 방재실·제어실 등 사람이 상시 근무하는 장소

- 가. 국내에서 제정한 기준으로 동 장소는 화재 시에도 최후까지 소방대가 잔류해야 되는 장소인 관계로 CO₂ 적용을 제외한 것이다.
- 나. CO₂ 자체는 무독성이지만, 공기 중 낮은 농도에서도 독성이 있으며 농도가 높으면 질식사 우려 되어 분사헤드설치를 제한한다.

1) 방재실

감지상태, 경보발신상태 및 제어설비의 상태가 표시되는 장소 이며 수동으로 설비를 제어할 수 있는 유인 또는 무인 시설이 위치한 곳이다.

2) 제어실

실험실 및 소방차의 작동과 성능을 제어, 계측, 기록 또는 관찰하기 위한 계장설비와 장치가 설비되어 있는 방이다.

[표 32] CO₂의 독성

공기 중 농도(vol%)	증 상
2	불쾌감
3	호흡수 증가, 호흡이 깊어짐
4	눈·목의 점막자극, 두통, 귀울림, 어지러움, 혈압상승
8	호흡곤란
9	구토, 실신
10	시력장애, 몸이 떨리며 1분 이내 의식상실, 방치하면 사망
20	중추신경 마비, 사망

2. 니트로셀룰로스·셀룰로이드제품 등 자기연소성 물질을 저장·취급하는 장소

가. 자기연소성물질은 5류 위험물로서 화재 시 가열에 의해 산소를 방출하므로 질식소화의 경우 적응성이 낮다.

1) 자기연소성물질

- 가) 폭발·가열·분해의 위험성이 있으며, 물질 자체에 다량의 산소를 함유하고 있는 고체 또는 액체
- 나) 소방법상 자기연소성 물질(자기반응성 물질)에는 유기과산화물류, 질산에스테르류, 셀룰로이드류, 니트로화합물류, 니트로소화합물류, 아조화합물류, 디아조화합물류, 히드라진 및 그 유도체류가 있다.

3. 나트륨·칼륨·칼슘 등 활성금속물질을 저장·취급하는 장소

가. NFPA 484(Combustible Metals, Metal Powders, & Metal Dusts)에 의하면 활성 금속의 경우는 가스 방사 시 폭발반응이 가능하므로 적용할 수 없다.

1) 활성 금속

- 가) 고온에서 산소, 수소, 질소에 대하여 강력한 친화성을 나타내는 금속이다.
 나) 강력한 환원성을 지닌 금속. 티타늄, 지르코늄, 바나듐, 탄탈, 몰리브덴, 텅스텐, 우라늄, 레듐 등의 금속이 이에 속한다.

2) 나트륨(Sodium)

가) 물성

[표 33] 나트륨의 물성

항목	물성값
화학식	Na
분자량	22.9898 g/mol
녹는점	97.72 °C
끓는점	883 °C
비중	0.971

- 나) 나트륨은 리튬(Li), 칼륨(K), 루비듐(Rb), 세슘(Cs) 및 프란슘(Fr)과 함께 주기율표 1족에 속하는 알칼리 금속으로 전기가 잘 통하며, 무른 편이어서 칼로 쉽게 자를 수 있다.
 다) 나트륨은 산소나 물과의 반응성이 크기 때문에 보관할 때에는 공기나 물과의 접촉을 피하도록 석유나 벤젠 등에 넣는다.

3) 칼륨(Potassium)

가) 물성

[표 34] 칼륨의 물성

항목	물성값
화학식	K
분자량	39.0983 g/mol
녹는점	63.83 °C
끓는점	759 °C
비중	0.86

- 나) 주기율표 1쪽에 속하는 알칼리 금속원소로, 원소기호는 K이고 생물체 내에서 이온으로 존재하는데, 생물의 물질대사에 반드시 필요한 무기물질이다.
- 다) 은백색의 알칼리 금속원소로서 공기 중에서 급격히 산화한다.
- 라) 물에 대해 특히 반응성이 커서, 상온에서 물과 격렬하게 반응하여 수소를 발생한다.

4) 칼슘(Calcium)

가) 물성

[표 35] 칼슘의 물성

항목	물성값
화학식	Ca
분자량	40.078 g/mol
녹는점	842 °C
끓는점	1484 °C
비중	1.55

- 나) 주기율표 2쪽에 속하는 알칼리토금속 원소인데, 반응성이 커 자연계에 순수하게 존재하지 않고 탄산염 등의 화합물로 분포한다. 특히, 인체에는 필수적인 무기염류로 인산과 결합하여 뼈나 이에 함유되어 있고 각종 생리작용에 참여한다.
- 다) 반응성이 크기 때문에 자연계에 순수하게 존재하지는 않는다.

4. 전시장 등의 관람을 위하여 다수인이 출입·통행하는 통로 및 전시실 등

- 가. 이산화탄소 자체는 유독성 가스가 아니지만 산소가 결핍된 공기를 만들기 때문에 관람자의 질식사가 우려가 되며 이산화탄소 허용 농도는 5,000 ppm (0.5 %) 으로 되어 있다.
- 나. 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」별표 1의 특정소방 대상물에서 전시장이란 박물관, 미술관, 과학관, 기념관, 산업전시장, 박람회장, 기타 이와 유사한 것을 말한다.

제12조(자동식 기동장치의 화재감지기) 이산화탄소소화설비의 자동식 기동장치는 다음 각 호의 기준에 따른 화재감지기를 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 각 방호구역내의 화재감지기의 감지에 따라 작동되도록 할 것
2. 화재감지기의 회로는 교차회로방식으로 설치할 것. 다만, 화재감지기를 「자동화재탐지설비의 화재안전기준(NFSC 203)」제7조제1항 단서의 각 호의 감지기로 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다. <개정 2012. 8. 20.>
3. 교차회로내의 각 화재감지기회로별로 설치된 화재감지기 1개가 담당하는 바닥면적은 「자동화재탐지설비의 화재안전기준(NFSC 203)」제7조제3항제5호·제8호부터 제10호까지의 규정에 따른 바닥면적으로 할 것 <개정 2012. 8. 20.>

해 설

1. 교차회로방식

- 가. 하나의 방호구역 내에 2 이상의 화재감지기회로를 설치하고 인접한 2 이상의 화재감지기가 모두 감지되는 때에는 소화설비가 작동하여 소화약제가 방출되는 방식이다.
- 나. 교차회로 방식으로 감지기를 설치하는 이유(목적)는 화재발생이 아님에도 감지기 1회로의 오작동으로 소방시설이 작동되는 사고에 대비하여 설비의 작동에 대한 신뢰성을 보완하는 방식이다.
- 다. 교차회로라는 명칭을 붙인 것은 감지기를 2회로 이상의 설치를 교차방식으로 배치하여 설치한다는 의미에서 붙여진 용어이며 X선(엑스배선 또는 가위배선) 방식이라고도 한다.

2. 교차회로를 하지 않는 감지기(NFSC 203 제7조1항 단서의 감지기)

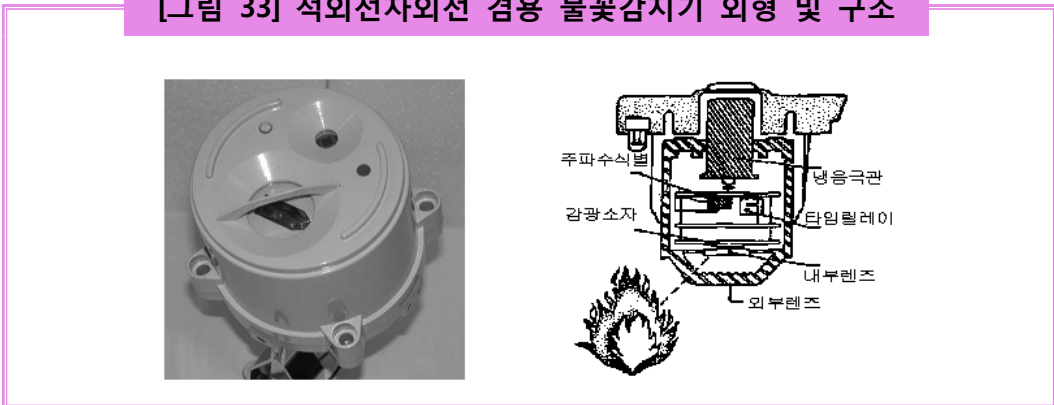
가. 불꽃감지기

- 1) 불꽃(적외선 및 자외선을 포함한다.)에서 방사되는 불꽃의 변화가 일정량 이상이 되었을 때 화재신호를 발신하는 것으로서 자외선식, 적외선식, 자외선·적외선겸용, 복합형으로 구분된다.

2) 불꽃감지기는 다음의 기준에 따라 설치한다.

- 가) 공칭감시거리 및 공칭시야각은 형식승인 내용에 따른다.
- 나) 감지기는 공칭감시거리와 공칭시야각을 기준으로 감시구역이 모두 포용될 수 있도록 설치한다.
- 다) 감지기는 화재감지를 유효하게 감지할 수 있는 모서리 또는 벽 등에 설치한다.
- 라) 감지기를 천장에 설치하는 경우에는 바닥을 향하여 설치한다.
- 마) 수분이 많이 발생할 우려가 있는 장소에는 방수형으로 설치한다.
- 바) 그 밖의 설치기준은 형식승인 내용에 따르며 형식승인 사항이 아닌 것은 제조사의 시방에 따라 설치한다.

[그림 33] 적외선자외선 겸용 불꽃감지기 외형 및 구조



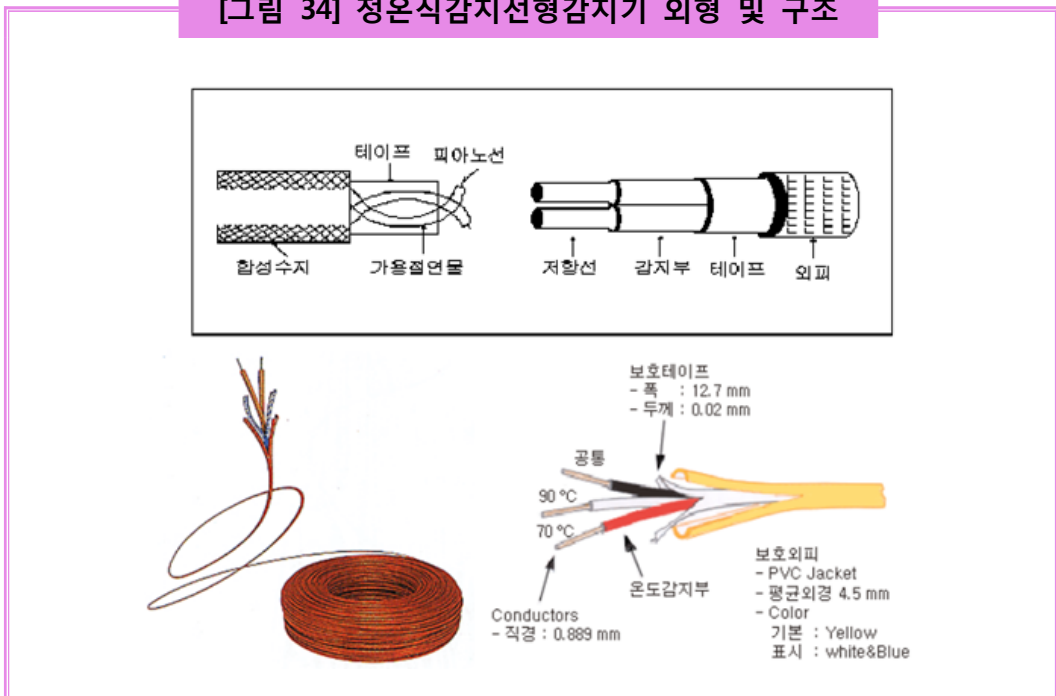
사) 불꽃감지기가 가장 성능을 발휘할 수 있는 장소는 외부의 빛이 들어오는 밀폐된 장소로 만약 창이 설치된 장소에 설치한 경우 일출 및 일몰 때 태양빛에 의하여 오동작 가능성이 있다.

나. 정온식감지선형감지기

- 1) 국소의 주위온도가 일정한 온도 이상이 되는 경우에 작동하는 것으로서 외관이 전선으로 되어 있는 것과 광케이블을 이용한 광센서 방식을 말한다.
- 2) 정온식감지선형감지기는 다음의 기준에 따라 설치한다.

- 가) 보조선이나 고정금구를 사용하여 감지선이 늘어지지 않도록 설치한다.
- 나) 단자부와 마감 고정금구와의 설치간격은 10 cm 이내로 설치한다.
- 다) 감지선형 감지기의 굴곡반경은 5 cm 이상으로 한다.
- 라) 감지기와 감지구역의 각 부분과의 수평거리가 내화구조의 경우 1종 4.5 m 이하, 2종 3 m 이하로 한다.
- 마) 케이블트레이에 감지기를 설치하는 경우에는 케이블트레이 받침대에 마감금구를 사용한다.
- 바) 지하구나 창고의 천장 등에 지지물이 적당하지 않는 장소에서는 보조선을 설치하고 그 보조선에 설치한다.
- 사) 분전반 내부에 설치하는 경우 접착제를 이용하여 돌기를 바닥에 고정시키고 그 곳에 감지기를 설치한다.
- 아) 그 밖의 설치기준은 형식승인 내용에 따르며 형식승인 사항이 아닌 것은 제조사의 시방에 따라 설치한다.

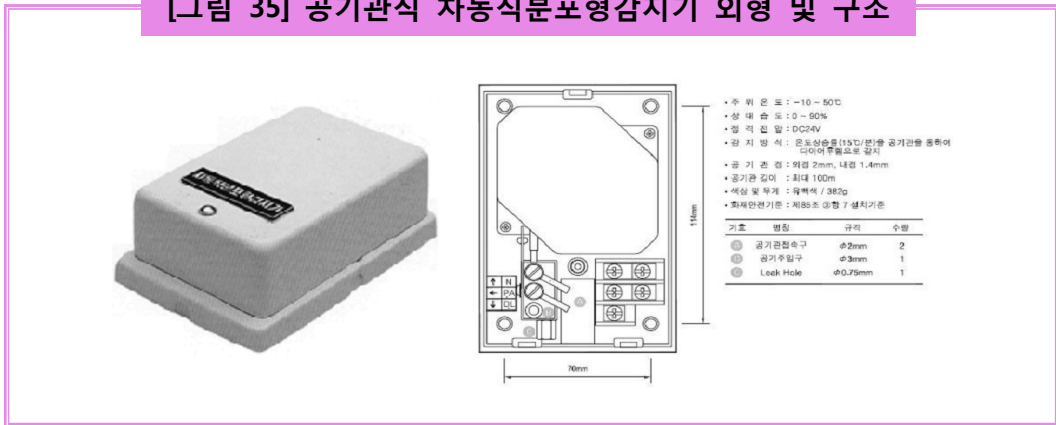
[그림 34] 정온식감지선형감지기 외형 및 구조



다. 분포형감지기

- 1) 분포형 감지기는 차동식 분포형이 있다.
- 2) 차동식 분포형에는 공기관식, 열전대식, 열반도체식이 있다.

[그림 35] 공기관식 차동식분포형감지기 외형 및 구조



라. 복합형감지기

두 가지 성능의 감지기능이 함께 작동될 때 화재신호를 발신하거나 또는 두개의 화재신호를 각각 발신하는 것을 말한다.

마. 광전식분리형 감지기

- 1) 송광부와 수광부로 구성되어있으며 송광부에서 수광부로 빛을 보내어 광축을 형성하며 그 광축상에 연기가 유입되면 수광량의 감소가 전기적인 변화를 일으켜 신호증폭회로 및 Switching회로에 의해 화재발생 신호를 발생시킨다.
- 2) 광전식분리형감지기는 다음의 기준에 따라 설치한다.
 - 가) 감지기의 수광면은 햇빛을 직접 받지 않도록 설치한다.
 - 나) 광축(송광면과 수광면의 중심을 연결한 선)은 나란한 벽으로부터 0.6 m 이상 이격하여 설치한다.
 - 다) 감지기의 송광부와 수광부는 설치된 뒷벽으로부터 1 m이내 위치에 설치한다.

- 라) 광축의 높이는 천장 등(천장의 실내에 면한 부분 또는 상층의 바닥하부면을 말한다) 높이의 90 %이상 이어야 한다.
- 마) 감지기의 광축의 길이는 공칭감시거리 범위이내 이어야 한다.
- 바) 그 밖의 설치기준은 형식승인 내용에 따르며 형식승인 사항이 아닌 것은 제조사의 시방에 따라 설치한다.

[그림 36] 광전식분리형감지기의 외형 및 구조



바. 아날로그방식의 감지기

- 1) 감지대상의 연속적인 변화량을 감지 센서가 데이터화하여 수신기로 전송하며 입력된 감지대상의 정도에 따라 사용자가 설정한 동작을 하도록 만들어진 감지기로 주위의 온도 또는 연기량의 변화에 따라 각각 다른 전류치 또는 전압치 등의 출력을 발하는 감지기다.

- 2) 아날로그식 감지기는 환경변화에 따라 감지기의 감지 정도를 변화시켜 최적의 조기화재감지시스템을 유지할 수 있는 장점이 있으며 감지기 작동 시 감지기의 설치위치를 송신할 수 있는 통신기능을 부가시킨 장치에 의해 수신기로 작동된 감지기를 알리기 위해서 일반적으로 고유번호(주소: address)를 부여하는 회로를 내장하여 전송하는 기능을 가질 수 있다.

사. 다신호방식의 감지기

1개의 감지기내에 서로 다른 종별 또는 감도 등의 기능을 갖춘 것으로서 일정 기간 간격을 두고 각각 다른 2개 이상의 화재신호를 발하는 감지기를 말한다.

아. 축적방식의 감지기

- 1) 축적방식의 감지기란 연기감지기로서 일정농도 이상의 연기가 일정시간 (공칭축적시간) 연속하는 것을 전기적으로 검출하므로 작동하는 감지기(다만, 단순히 작동시간만을 지연시키는 것은 제외한다)를 말한다.
- 2) 이 감지기는 오작동이 일어날 가능성이 적은 신뢰성이 높은 감지기이긴 하지만 오히려 교차회로의 작동으로 소화설비의 작동이 늦어질 수 있기 때문이다.
- 3) 화재성장속도가 빠른 유류 및 화학물질이 많은 곳에 축적형감지기를 설치할 경우 고려해야 할 부분이 많다. 긴 축적시간이 감지기의 소손으로 이어질 수 있기 때문이다.

3. 자동식 기동장치

가. 자동식 기동장치는 자동화재탐지설비의 감지기와 작동과 연동해서 기동시키는 것이기는 하나, 위험이 수반되기 때문에 상시 사람이 있지 않은 소방 대상물 또는 기타 수동식으로 하는 것이 부적당한 장소 이외에는 원칙적으로 설치하지 아니한다.

나. 자동식의 것을 필요에 따라 수동으로 조작할 수 있도록 자동수동 전환 장치를 설치하도록 하고 있다.

다. 취급 방법은 그 가까이에 표시되어 있지만 문제는 그 전환 장치에 의하여 자동수동의 구별을 할 수가 없게 되면 곤란하기 때문에 반드시 열쇠를 사용해서 교체를 하여야 한다.

4. 자동화재탐지설비의 화재안전기준(NFSC 203)

가. 제7조제1항 : 자동화재탐지설비의 감지기는 부착높이에 따라 다음 표에 따른 감지기를 설치하여야 한다.

[표 36] 부착높이별 감지기의 종류

부착높이	감지기의 종류
4m 미만	차동식(스포츠형, 분포형) 보상식 스포트형 정온식(스포츠형, 감지선형) 이온화식 또는 광전식(스포츠형, 분리형, 공기흡입형) 열복합형 연기복합형 열연기복합형 불꽃감지기
4 m 이상 8 m 미만	차동식(스포츠형, 분포형) 보상식 스포트형 정온식(스포츠형, 감지선형) 특종 또는 1종 이온화식 1종 또는 2종 광전식(스포츠형, 분리형, 공기흡입형) 1종 또는 2종 열복합형 연기복합형 열연기복합형 불꽃감지기
8 m 이상 15 m 미만	차동식 분포형 이온화식 1종 또는 2종 광전식(스포츠형, 분리형, 공기흡입형) 1종 또는 2종 연기복합형 불꽃 감지기
15 m 이상 20 m 미만	이온화식 1종 광전식(스포츠형, 분리형, 공기흡입형) 1종 연기복합형 불꽃감지기
20 m 이상	불꽃감지기 광전식(분리형, 공기흡입형) 중 아나로그방식

(비고)

- 1) 감지기별 부착높이 등에 대하여 별도로 형식승인 받은 경우에는 그 성능 인정 범위 내에서 사용할 수 있다.
- 2) 부착높이 20 m 이상에 설치되는 광전식중 아나로그방식의 감지기는 공칭 감지 농도 하한 값이 감광율 5 %/m 미만인 것으로 한다.

다만, 지하층·무창층 등으로 환기가 잘되지 아니하거나 실내면적이 40 m² 미만인 장소, 감지기의 부착면과 실내바닥과의 거리가 2.3 m 이하인 곳으로서 일시적으로 발생한 열·연기 또는 먼지 등으로 인하여 화재신호를 발신할 우려가 있는 장소(제5조제2항 본문의 규정에 따른 수신기를 설치한 장소를 제외한다)에는 다음 각 호에서 정한 감지기중 적응성 있는 감지기를 설치하여야 한다.

- 1) 불꽃감지기
- 2) 정온식감지선형감지기
- 3) 분포형감지기
- 4) 복합형감지기
- 5) 광전식분리형감지기
- 6) 아날로그방식의 감지기
- 7) 다신호방식의 감지기
- 8) 축적방식의 감지기

나. 바닥면적이 협소하거나 천장높이가 낮은 지역에 있어서는 일시적인 환경변화에도 화재감지기가 민감하게 반응할 수 있으므로 비화재보 발생의 우려가 높아진다. 따라서 이와 같은 지역에는 비화재보의 발생률이 낮은 특수한 감지기를 설치하여 신뢰성 있는 화재정보를 수신할 수 있도록 하고 있다.

다. 8가지의 감지기는 신뢰성이 높아 오작동의 우려가 있는 장소에는 적응성 있는 감지기로 사용할 수 있도록 한 것이다.

라. 제7조제3항 : 감지기는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. 다만, 교차회로방식에 사용되는 감지기, 급속한 연소확대가 우려되는 장소에 사용되는 감지기 및 축적기능이 있는 수신기에 연결하여 사용하는 감지기는 축적기능이 없는 것으로 설치하여야 한다.

마. 제7조제3항제5호 : 차동식스포츠형·보상식스포츠형 및 정온식스포츠형 감지기는 그 부착 높이 및 소방대상물에 따라 다음 표에 따른 바닥면적마다 1개 이상을 설치할 것

[표 37] 감지기의 부착높이 및 소방대상물별 설치바닥면적(단위: m²)

부착높이 및 소방대상물의 구분		감 지 기 의 종 류						
		차동식 스포츠형		보상식 스포츠형		정 온 식 스포츠형		
		1종	2종	1종	2종	특종	1종	2종
4 m 미만	주요구조부를 내화구조로 한 특정소방대상물 또는 그 부분	90	70	90	70	70	60	20
	기타 구조의 소방대상물 또는 그 부분	50	40	50	40	40	30	15
4 m 이상 8 m 미만	주요구조부를 내화구조로 한 특정소방대상물 또는 그 부분	45	35	45	35	35	30	
	기타 구조의 소방대상물 또는 그 부분	30	25	30	25	25	15	

라. 제7조제3항제8호 : 열전대식 차동식분포형 감지기는 다음의 기준에 따른 것

- 1) 열전대부는 감지구역의 바닥면적 18 m²(주요구조부가 내화구조로 된 소방 대상물에 있어서는 22 m²)마다 1개 이상으로 할 것. 다만, 바닥면적이 72 m²(주요구조부가 내화구조로 된 소방대상물에 있어서는 88m²) 이하인 소방 대상물에 있어서는 4개 이상으로 하여야 한다.
- 2) 하나의 검출부에 접속하는 열전대부는 20개 이하로 할 것. 다만, 각각의 열전대부에 대한 작동여부를 검출부에서 표시할 수 있는 것(주소형)은 형식 승인 받은 성능인정범위내의 수량으로 설치할 수 있다.
- 3) 열전대식 감지기를 설치하는 경우에는 열전대부의 극성을 확인하여 극성이 바뀌지 않도록 직렬로 접속하여야 하며 천장 등에 부착하는 경우에는 열전 대로부터 5 cm 이내에 지지금구를 부착하고 35 cm이내마다 지지금구를 설치한다.

마. 제7조제3항제10호 : 연기감지기는 다음의 기준에 따라 설치할 것

- 1) 감지기의 부착높이에 따라 다음 표에 따른 바닥면적마다 1개 이상으로 할 것

[표 38] 감지기의 부착높이별 설치바닥면적

(단위 : m²)

부 착 높 이	감지기의 종류	
	1종 및 2종	3종
4m 미만	150	50
4m 이상 20m 미만	75	

- 2) 감지기는 복도 및 통로에 있어서는 보행거리 30 m(3종에 있어서는 20 m)마다, 계단 및 경사로에 있어서는 수직거리 15 m(3종에 있어서는 10 m)마다 1개 이상으로 할 것
- 3) 천장 또는 반자가 낮은 실내 또는 좁은 실내에 있어서는 출입구의 가까운 부분에 설치할 것
- 4) 천장 또는 반자부근에 배기구가 있는 경우에는 그 부근에 설치할 것
- 5) 감지기는 벽 또는 보로부터 0.6 m 이상 떨어진 곳에 설치할 것
- 6) 원래 연기감지기는 벽 또는 보로부터 0.6 m이격하여 설치하여야 하나, 폭이 1.2 m 미만의 좁은 복도의 경우, 복도의 폭 중심 천장면에 설치한다.
- 7) 계단의 연기감지기는 정상부에 연기가 모이므로 꼭대기 부분을 시작점으로 하여 아래로 수직거리 15 m마다 1개씩 설치한다. 현행 기준은 지하 2층인 경우 지하층과 지하층 경계구역을 구분하고 있으므로 감지기 설치 간격과 회로구분은 혼동하지 않고 설치되어야 한다.
- 8) 경계구역이 작은 경우에는 화재 시에 발생하는 연소생성물이 출입구 쪽으로 이동할 것을 고려하여 화재감지기를 출입구 근처에 설치하는 것이 좋다.
- 9) 급기구는 화재로 인한 열, 연기 등이 감지기로 유입되는 것을 방해하지만 배기구는 이와 반대로 주변의 공기를 흡입하게 되므로 배기구 근처에 감지기를 설치하면 실내의 발생된 연소생성물을 감지하기가 용이하다.
- 10) 벽면 또는 보에 너무 근접하여 화재감지기를 설치한 경우에는 열 또는 연기가 상승하면서 상부모서리 부위에 감지할 수 없는 부분이 발생한다.

제13조(음향경보장치) ① 이산화탄소소화설비의 음향경보장치는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 수동식 기동장치를 설치한 것은 그 기동장치의 조작과정에서, 자동식 기동장치를 설치한 것은 화재감지기와 연동하여 자동으로 경보를 발하는 것으로 할 것 <개정 2012. 8. 20.>

해 설

1. 가스계소화설비의 음향경보장치

이산화탄소소화설비의 음향경보장치는 화재시 방호구역 내에서 작업 중인 인원에게 이산화탄소 소화약제 방출전에 방사구역 밖으로 대피를 촉구할 목적으로 설치하는 것으로 대단히 중요한 설비이다. 만약 경보가 발하지 않는 상태에서 이산화탄소가 방출되거나, 경보와 동시에 이산화탄소가 방출되게 되면 질식에 의한 인명피해가 발생하는 만큼 소화약제 방사전에 유효하게 경보를 발할 수 있도록 하여야 한다.

가. 수동식 기동장치

화재감지기가 화재를 감지하면 방사구역 내에 있는 사람이 있는지 확인한 후 누름단추를 누름으로써 기동용 가스를 방출하여 선택밸브, CO₂ 저장용기의 용기의 용기밸브를 개방하여 CO₂를 방출한다.

나. 자동식 기동장치

- 1) 전기식·가스압식·기계식 등에 의해 화재 시 용기밸브를 자동으로 개방시켜 주는 방식이다.
- 2) CO₂ 소화약제용기 상부에는 용기밸브가 부착되어 있으며 화재감지기의 동작에 따라 용기밸브가 개방되는 방법에 따라 전기식·가스압식·기계식으로 구분한다.
- 3) 자동화재탐지설비와 연동하며 화재감지기로 화재를 감지하여 음향경보를 자동으로 CO₂를 방출하는 설비이며, 무인 변전실과 같이 가스방출에 따른 인명손실의 위험이 없는 장소에 설치한다.

2. 음향경보장치의 자동경보

수동식(누름단추)기동장치를 조작하는 과정, 즉, 기동장치의 안전장치를 해제 하거나 수동스위치를 누르는 과정에서 방호구역 또는 방호대상물의 구획안에 있는자에게 유효하게 경보를 발하여야 하고 자동식 기동장치를 설치한 것에 있어서는 화재감지기(교차회로) 구성시 1회로 이상의 화재감지시에도 자동으로 경보를 발해야 한다.

2. 소화약제의 방사개시 후 1분 이상 경보를 계속할 수 있는 것으로 할 것

해설

1. 소화약제의 방사개시 후 1분 이상 경보를 계속할 수 있는 것

- 가. 감지기 작동 (A, B 감지기의 교차회로 구성) 또는 수동기동장치에 의해 화재 신호가 수신기에 통보되면 경보장치가 작동되며 화재지구표시등이 점등된다.
- 나. 이때 타이머에 의해 설정된 일정 시간이 경과하면 기동 용기의 솔레노이드 밸브 동작에 따라 기동용 CO₂가스가 방출되어 사람이 대피할 수 있는 최소한의 시간을 확보한다.
- 다. 방사이후 1분이상의 경보지속은 방호구역 내부인원의 피난시간동안의 경보 지속을 위할뿐 아니라 외부인원의 방사구역내 출입을 막는 효과도 있다.

3. 방호구역 또는 방호대상물이 있는 구획안에 있는 자에게 유효하게 경보할 수 있는 것으로 할 것

해 설

1. 방호구역

- 가. 감시장치, 소화설비 등으로 감시되거나, 소화범위에 포함된 영역이다.
- 나. 면적을 일정이하로 제한하지만 수동적, 건축적 측면에서 나누는 것이 아니고 소화설비가 담당할 수 있는 면적 이하로 나누는 것이다.
- 다. 방화구획과 달리 소화설비가 담당하는 구역만 제한하는 것이고 물리적으로 건물을 막는 것은 아니다.

2. 방호구역 또는 방호대상물이 있는 구획 안에 있는 자에게 유효하게 경보할 수 있는 것

유효하게 경보를 발하여 한다는 것은 2항의 규정과 같이 수평거리 25m 이하로 음향경보장치를 설치하되 소음, 구획등으로 경보의 전파가 원활하지 않는 곳은 추가설치를 하여야 한다.

② 방송에 따른 경보장치를 설치할 경우에는 다음 각 호의 기준에 따라야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 증폭기 재생장치는 화재시 연소의 우려가 없고, 유지관리가 쉬운 장소에 설치할 것
2. 방호구역 또는 방호대상물이 있는 구획의 각 부분으로부터 하나의 확성기까지의 수평거리는 25 m 이하가 되도록 할 것
3. 제어반의 복구스위치를 조작하여도 경보를 계속 발할 수 있는 것으로 할 것

해 설

1. 증폭기 재생장치는 화재시 연소의 우려가 없고, 유지관리가 쉬운 장소에 설치

- 가. 증폭기는 전류 전압의 진폭을 늘려 감도를 좋게 하고 미약한 음성전류를 커다란 음성전류로 변화시켜 소리를 크게 하는 장치이다.
- 나. 일반적으로 화재시 연소의 우려가 없고, 유지관리가 쉬운 장소로 감시제어반에 같이 설치하거나 별도의 방송실을 구성하여 설치한다.

2. 확성기의 설치

방호대상물 내의 인원에게 유효하게 경보를 발하기 위하여 수평거리 25m이하로 음향경보장치를 설치하되 구획, 소음등으로 경보의 전파가 원활하지 않는 곳은 추가설치를 하여야 한다.

3. 경보의 복구

- 가. 제어반에서의 회로를 복구하더라도 방호구역내의 인원에게는 이산화탄소 소화약제 방출의 상황을 인지할 수 있도록 지속해서 경보가 발할 수 있는 구조로 구성해야 한다.

제14조(자동폐쇄장치) 전역방출방식의 이산화탄소소화설비를 설치한 특정소방 대상물 또는 그 부분에 대하여는 다음 각 호의 기준에 따라 자동폐쇄장치를 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 환기장치를 설치한 것은 이산화탄소가 방사되기 전에 해당 환기장치가 정지할 수 있도록 할 것<개정 2012. 8. 20.>
2. 개구부가 있거나 천장으로부터 1m 이상의 아래부분 또는 바닥으로부터 해당층의 높이의 3분의 2 이내의 부분에 통기구가 있어 이산화탄소의 유출에 따라 소화효과를 감소시킬 우려가 있는 것은 이산화탄소가 방사되기 전에 해당 개구부 및 통기구를 폐쇄할 수 있도록 할 것 <개정 2012. 8. 20.>
3. 자동폐쇄장치는 방호구역 또는 방호대상물이 있는 구획의 밖에서 복구할 수 있는 구조로 하고, 그 위치를 표시하는 표지를 할 것

해설

1. 자동폐쇄장치

가. 전역 방출방식의 가스계 소화설비를 설치한 장소의 개구부는 자동폐쇄장치를 설치하도록 규정을 하고 있으나, 국소방출방식은 벽이 없거나 개구부가 큰 장소에 설치하는 방식이므로 개구부의 자동폐쇄장치에 대하여는 관련이 없다.

나. 전역방출방식의 이산화탄소 소화설비를 설치한 소방대상물 또는 그 부분에 대하여 자동폐쇄장치를 설치해야 한다. 자동폐쇄장치는 그림과 같이 방화문, 창문, 환기구 등 개구부나 환기구에 피스톤 릴리저(piston releaser)를 설치하여 화재발생 후 이산화탄소가 흘러 피스톤 릴리저로 폐쇄함으로써 이산화탄소가 밖으로 유출되는 것을 방지하기 위한 장치이며 감지기 연동의 모터구동 댐퍼를 사용할 수도 있다.

다. 가스계소화설비의 개구부의 자동폐쇄장치

1) 가스계 소화설비가 정상적으로 작동되어도 급배기 닥트나 창문, 환기팬 등의 개구부나 통기구를 통해 소화약제가 누출되면 정해진 시간 내에 화재를 소화할 수 없게 되므로 이를 방지하기 위해 소화약제가 방출되기전 환기장치를 정지하고 개구부를 폐쇄해야한다.

2) 이를 위한 기구로서는 피스톤릴리저 방식이 주로 사용되는데 피스톤릴리저는 가스압력에 의하여 작동되는 것으로 당해 방호구역의 기동용기나 주 배관에서 가스압력을 선택밸브 2차측 배관에서 동관을 분리시켜 선택밸브를 통과한 가스의 압력이 그대로 동관을 따라 피스톤릴리저를 작동시켜 개구부를 차단시킨다.

3) 피스톤릴리저가 작동된 후 복구는 댐퍼 수동 복구함을 조작함으로 이루어지며, 댐퍼 수동 복구함을 열고 함내의 밸브를 개방하거나 조작버튼을 눌러 배관내의 압력을 완전히 배출시키고 폐쇄된 댐퍼나 자동개폐문을 개방한다.

4) 자동폐쇄장치의 시험

가) 전기로 작동하는 것(서터, motor damper 등)

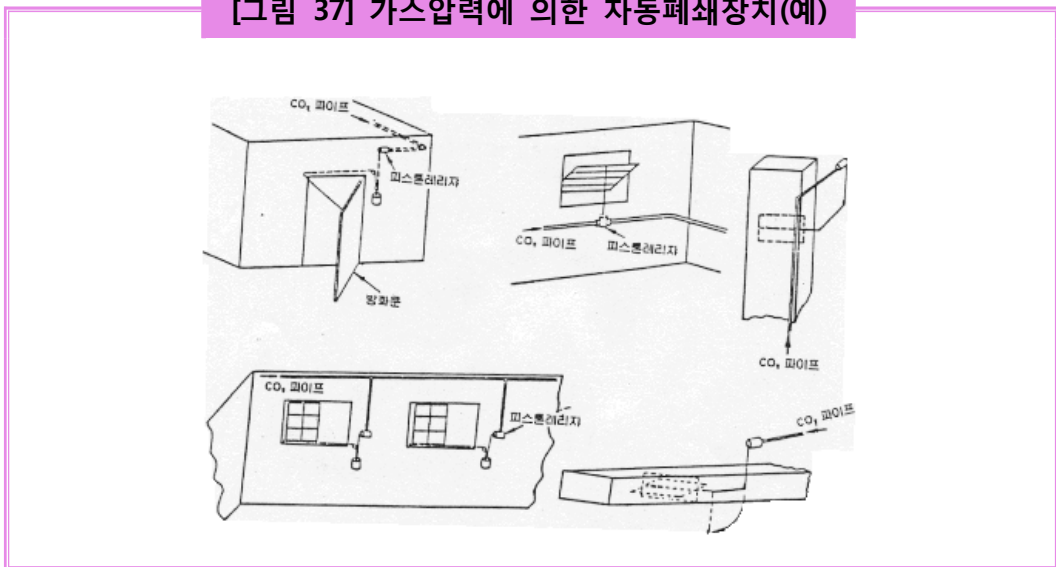
(1) 수동식기동장치를 조작하여 모든 자동폐쇄장치의 작동이 확실하게 이루어지고 지연장치의 작동시한 범위 내에서 폐쇄상태로 되는지를 확인한다.

- (2) 출입구에 설치되어 있는 셔터외 별도의 대피용 출입구가 없는 구조물에 있어서는 방출용 누름버튼 조작 후 20초 이상 경과하여 설계 설정치 범위 내에서 폐쇄 완료하는 지연장치 등이 설치되어 있고, 셔터 폐쇄 완료 후에 소화약제가 방출되는 구조인지를 확인한다.

나) 가스압으로 작동하는 것(damper 등)

- (1) 시험용 가스를 사용하여 자동폐쇄장치의 폐쇄상태에 이상이 없는지 확인한다.
- (2) 조작관, 자동폐쇄장치 등에서의 가스누설 유무를 확인하고 자동폐쇄장치의 복귀가 가압했던 압력을 빼는 것에 의해 자동적으로 이루어지는 것은 그 복귀 상태에 이상이 없는지 확인한다.

[그림 37] 가스압력에 의한 자동폐쇄장치(예)



2. 전역방출방식의 이산화탄소소화설비

- 가. 방출되어 적절한 농도로 위험이 있는 폐쇄공간이나 구내로 이산화탄소를 공급하도록 설치되어 있는 설비이다.
- 나. 밀폐 또는 이와 유사한 상태로 될 수 있는 구역 전체에 CO2를 방출하여 소화하는 방식이다.

- 다. 변전실, 주차장 등에서 예상되는 유류화재와 같은 급속하게 표면으로 확대하는 표면화재, 또는 냉장고, 대형 창고 등에서 발생하는 포장재료, 종이류 등의 화재와 같이 심부화재에 따라 이 설비의 이산화탄소의 양과 방출시간이 달라진다.
- 라. 이 설비의 기동방식은 자동화재탐지설비의 감지기와 연동하여 자동으로 가스를 방출시키는 자동식과 자동화재탐지설비의 감지기와 연동하지 않는 수동식이 있다.

3. 환기장치

- 가. 통풍기·통기구멍 등의 총칭이다. 사람의 호흡 등에 따라 불결해진 공기를 배출하고, 신선한 공기를 끌어들이는다.
- 나. 환기장치를 설치한 것에 있어서는 CO₂가 방사되기 전에 당해 환기장치가 정지할 수 있도록 해야 한다.
- 다. 개구부나 통기구를 통해 소화약제가 누출되면 정해진 시간 내에 화재를 소화할 수 없게 되므로 이를 방지하기 위해 소화약제가 방출되기 전 환기장치를 정지하고 개구부를 폐쇄해야한다.
- 1) 개구부는 채광, 환기, 통풍, 출입을 위하여 벽을 치지 않은 창이나 문을 통틀어 이르는 말이다.
 - 2) 통기구는 공기가 드나들 수 있게 만든 곳이다.
- 라. 개구부가 있거나 천장으로부터 1 m 이상의 아래부분 또는 바닥으로부터 당해층의 높이의 3분의 2 이내의 부분에 통기구가 있어 이산화탄소의 유출에 따라 소화효과를 감소시킬 우려가 있는 것에 있어서는 이산화탄소가 방사되기 전에 당해 개구부 및 통기구를 폐쇄할 수 있도록 할 것
- 1) NFPA의 경우
 - 가) 출입문 및 창의 경우 : 출입문이나 창문 등의 개구부는 약제 방사 전 또는 방사 시 자동 폐쇄되어야 한다.(NFPA 12 : 2018, 5.2.2.1). 만일 자동폐쇄가 불가능한 경우는 1분 동안 설계농도에서 예상되는 손실과 같은 양의 가스를 가산량으로(NFPA 12: 2018, 5.3.5.1) 추가하여야 한다.

- 나) 환기설비(기계식)가 설치된 경우는 약제 방사 전 또는 방사 시 자동폐쇄가 되거나 환기 장치를 정지하거나 또는 가산량을 추가하도록 한다. (NFPA 12: 2018, 5.3.5.2). 만일 환기설비를 정지시킬 수 없는 경우에는 CO₂를 방사하는 동안에 해당하는 양을 가산량으로 추가하여야 하며 설계 농도가 34 %를 초과할 경우는 Conversion factor를 곱하여 계산 하여야 한다. (NFPA 12: 2018, 5.3.4)
- 2) 전역방출 방식의 방호 구역에 설치하는 개구부에는 원칙적으로 자동 폐쇄식 방화문 등을 설치한다. 층 높이의 2/3 이하에 있는 개구부(보안상 위험이 있는 곳, 소화 약제가 유출되어 소화 효과를 감소시킬 염려가 있는 곳)는 반드시 자동 폐쇄로 한다.
- 3) CO₂ 유출에 의해 소화효과를 감소시킬 우려가 있다는 전제가 성립되어야 개구부 등을 폐쇄하는 것으로, 이때 개구부는 위치에 관계없이 폐쇄를 하나 통기구는 CO₂의 비중이 1.53이므로 하부의 경우에 한하여 폐쇄하도록 조치한 것이다. 또한 이 경우 환기장치는 폐쇄가 아니라 환기장치를 정지하도록 하고 가산량을 보충하는 것으로 따라서 무조건 방호 구역 내의 개구부 등을 폐쇄하도록 하는 것은 입법 취지가 아니다.
- 4) 개구부의 높이에 따른 폐쇄조치는 소화대상물의 높이 및 소화가스 설계방법 (하강모드, 믹싱모드)에 따라 약제의 보충 및 폐쇄여부를 결정하여야 한다.

마. 급, 배기 팬(Fan) 모터정지

CO₂ 방출을 행함에 있어서 당해 방호구역에 환기장치가 있는 경우 당연히 팬모터의 정지를 행한 후 가스 방출을 하게 되는데 일반적으로 환기장치의 제어반에 접속한 조작반의 계전기의 개폐에 따라 팬모터를 정지한다.

바. 문 또는 셔터 폐쇄

문 또는 셔터가 전동의 경우에는 제어반 또는 셔터의 스위치와 조작반의 계전기를 접속하여 폐쇄를 한다.

제15조(비상전원) 이산화탄소소화설비(호스릴이산화탄소소화설비를 제외한다)의 비상전원은 자가발전설비, 축전지설비(제어반에 내장하는 경우를 포함한다) 또는 전기저장장치(외부 전기에너지를 저장해 두었다가 필요한 때 전기를 공급하는 장치)로서 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. 다만, 2 이상의 변전소(「전기사업법」제67조에 따른 변전소를 말한다. 이하 같다)에서 전력을 동시에 공급받을 수 있거나 하나의 변전소로부터 전력의 공급이 중단되는 때에는 자동으로 다른 변전소로부터 전력을 공급받을 수 있도록 상용전원을 설치한 경우에는 비상전원을 설치하지 아니할 수 있다. <개정 2012. 8. 20., 2016. 7. 13.>

1. 점검에 편리하고 화재 및 침수등의 재해로 인한 피해를 받을 우려가 없는 곳에 설치할 것
2. 이산화탄소소화설비를 유효하게 20분 이상 작동할 수 있어야 할 것
3. 상용전원으로부터 전력의 공급이 중단된 때에는 자동으로 비상전원으로부터 전력을 공급받을 수 있도록 할 것
4. 비상전원의 설치장소는 다른 장소와 방화구획 할 것. 이 경우 그 장소에는 비상전원의 공급에 필요한 기구나 설비외의 것(열병합발전설비에 필요한 기구나 설비는 제외한다)을 두어서는 아니된다.
5. 비상전원을 실내에 설치하는 때에는 그 실내에 비상조명등을 설치할 것

해 설

1. 비상전원

- 가. 비상전원의 최소한 기능으로 유지하기 어려운 상황이라든지 상용전원의 정전 등 예비전원보다는 그때 상황의 최소한의 시간이 더 요구될 때의 개념이다.
- 나. 소방용 설비는 그 목적에 따라 유사시에 대비해서 언제나 확실하게 작동 하도록 항상 대기하고 있지 않으면 안 된다. 또한 소방용 설비의 대부분은 전기를 이용하고 있으므로 정전 대책은 물론이고 화재의 열에 대한 대비도 중요하다. 따라서 소방법에서는 특정 소방용 설비에 비상전원의 내용을 다루고 있다.

다. 비상전원 설치 기준

- 1) 비상전원은 소방용 설비의 일부이므로 소방용 설비가 의무 설치가 아닌 경우에는 반드시 필요한 것은 아니다. 또한, 소방용 설비의 종류, 방화대상물의 용도·규모에 따라서는 비상전원의 종류가 한정되어 있다.
- 2) 비상전원이 필요한 소방설비와 비상전원의 종류, 그 사용시간을 정리하면 다음과 같다.

[표 39] 비상전원이 필요한 소방설비와 비상전원의 종류, 그 사용시간

소방시설	비상전원 설치 대상	설치방법			비 고
		자	축,저	비	
옥내소화전설비	· 7층 이상으로서 2,000㎡ 이상 · 지층면적 3,000㎡ 이상	○	○	○	설비용량 : 20분 이상
스프링클러 설비, 미분부소화설비	· 차고, 주차장 1,000㎡ 미만 시 · 위 외의 모든 설비	○ ○	○ ○	○ ×	비상전원수전설비: 고시
간이스프링클러	· 모든 설비(단,전원이필요한 경우)	○	○	○	
ESFR스프링클러	· 모든 설비	○	○	×	
물분무설비	· 모든 설비	○	○	×	
포소화설비	· 폼헤드 또는 고정포방출설비가 설치된 바닥면적 합계가 1,000㎡ 미만 시 · 호스릴포 또는 포소화전만을 설치한 차고, 주차장 · 위 외의 모든 설비	○	○	○	비상전원수전설비: 고시
		○	○	×	
CO ₂ , 분말, 할론 설비	· 모든 설비(호스릴설비 제외)	○	○	×	호스릴설비: 비상전원 해당없음
옥외소화전설비					비상전원 해당 없음
자동화재탐지설비	· 모든 설비	×	○	×	설비용량 감시상태 60분 지속 후 10분 이상 경보
비상방송설비 비상경보설비	· 모든 설비	×	○	×	상동
유도등	· 모든 설비	×	○	×	
비상조명등	· 모든 설비	○	○	×	예비전원을 내장할 경우 제외
제연설비	· 모든 설비	○	○	×	
연결송수관설비	· 가압송수장치 설치 시	○	○		
비상콘센트설비	· 7층 이상으로서 2,000㎡ 이상 · 지층면적 3,000㎡ 이상	○	×	○	비상전원수저설비: 고시
무선통신보조설비	· 증폭기에 비상전원 부착	○	○	○	설비용량 : 30분 이상

· 자 : 자가발전설비, 축 : 축전지 설비, 저 : 전기저장장치, 비 : 비상전원수전설비
· ○ : 선택가능, × : 선택할 수 없음

라. 비상전원 분류

1) 축전지 설비

전기에너지를 화학적 에너지로 축적시켜 두고 필요시 화학적 에너지를 다시 전기에너지로 바꾸어 쓰는 설비로서 구성은 축전지, 충전장치, 보안장치, 제어장치, 역변환장치로 구별된다.

가) 전지의 종류

화학변화에 의해서 생기는 에너지, 열, 빛 등의 물리적인 에너지를 전기 에너지로 변환하는 장치를 전지라고 한다.

- (1) 1차전지(Dry Battery) : 한번 방전하면 재차 사용할 수 없는 전지로 건전지가 대표적이다.
- (2) 2차전지(Recharge Battery) : 방전방향과 반대 방향으로 충전하여 재사용할 수 있는 전지로 연축전지, 알칼리 축전지가 있다.

나) 축전지설비는 엄밀한 의미에서 비상전원이라기 보다는 엔진구동 소화 펌프용 기동 및 제어용이기 때문에 화재 시 손상될 수 있는 상용전원을 대신하는 비상전원의 의미와는 다소 상이한 점이 있다.

[표 40] 연축전지와 알칼리축전지의 특성

구 분	연축전지	알칼리축전지
기전력	2.05 ~ 2.08 V	1.32 V
공칭전압	2.0 V	1.2 V
전기적 강도	20시간 방전율	1시간 방전율
기계적 강도	약하다	강하다
충전시간	길다	짧다
온도특성	뒤떨어진다	우수하다
수명	2 ~ 3년	3 ~ 4년
가격	싸다	비싸다
특 징	완전방시 복구불능	메모리효과로 완전방전을 하여야 함

다) 축전지 설비의 보유거리

[표 41] 축전지설비의 보유거리

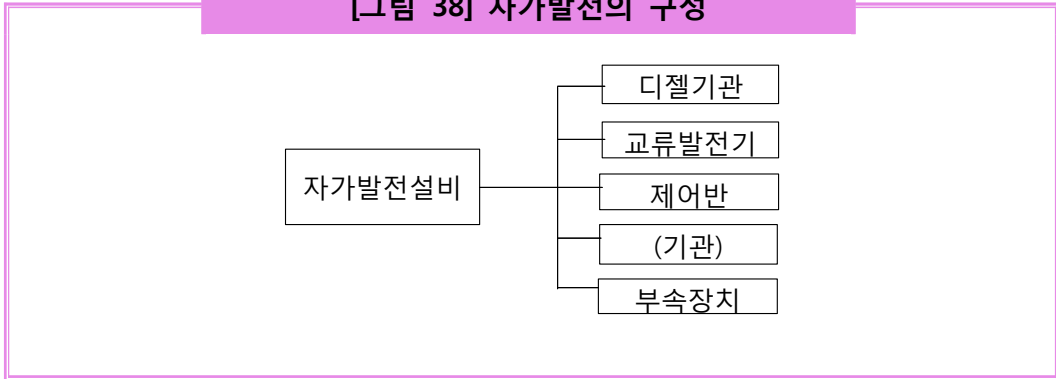
보유거리를 확보해야 하는 부분		보유거리			
충전장치	조작을 하는 면	1.0 m 이상			
	점검을 하는 면	0.6 m 이상			
	환기구가 있는 면	0.2 m 이상			
축전지	점검을 하는 면	0.6 m 이상			
	열(列)의 상호간	0.6 m 이상(기대 등에 설치하는 경우로, 축전지 상단의 높이가 바닥면에서 1.6m를 넘는 것은 1.0m 이상)			
	기타의 면	0.1 m 이상 단, 전조 상호간은 제외			
큐비클식의 주위	조작을 하는 면	옥내에 설치하는 경우	옥외 또는 옥상에 설치하는 경우	1.0 m 이상	
	점검을 하는 면			0.6 m 이상	
	환기구가 있는 면			0.2 m 이상	
큐비클식과 그 외의 변전설비, 발전 설비 및 축전지 설비간		1.0m 이상			

1.0m 이상. 단, 인접한 건축물 또는 공장물 부분을 불연재료로 만들고, 당해 건축물 개구부에 방화문 기타 방화 설비를 설치한 경우에는 옥내에 설치하는 경우의 보유거리에 줄할 수 있다.

2) 자가발전설비

가) 개인이 소규모의 발전시설을 가지고 전기를 생산하는 것으로써 자가발전 설비의 원동기로는 주로 내연기관(디젤기관, 가솔린기관)을 사용하고 있다.

[그림 38] 자가발전의 구성



나) 자가발전의 용량산정

발전기의 용량을 산정할 때는 부하의 종류, 부하의 용량을 보고 산정한다.

(1) 전부하 정상운전시의 소요입력에 의한 용량

$$\text{발전기용량[kVA]} = \text{부하의 총정격입력[kW]} \times \text{수용률}$$

(2) 기동용량이 큰 부하인 경우

$$P_n > \left(\frac{1}{e} - 1\right) X_L P \text{ [kVA]}$$

여기서, P_n 은 발전기 정격출력[kVA], e 는 허용전압강하, X_L 은 과도 리액턴스(0.1 ~ 0.35(불분명한 경우 0.2~0.25 적용)), P 는 기동용량 [kVA] ($P = 3 \times \text{정격전압} \times \text{기동전류}$)이다.

다) 발전기용 차단기의 용량

$$P_s = \frac{1.25 P_n}{X_L} \text{ [kVA]} = \frac{\text{발전기 용량}}{\text{리액턴스}} \times 1.25 \text{ [kVA]}$$

여기서, P_s 는 발전기 용량[kVA], X_L 은 과도 리액턴스(0.1 ~ 0.35(불분명한 경우 0.2~0.25 적용))이다.

라) 자가발전설비의 보유거리

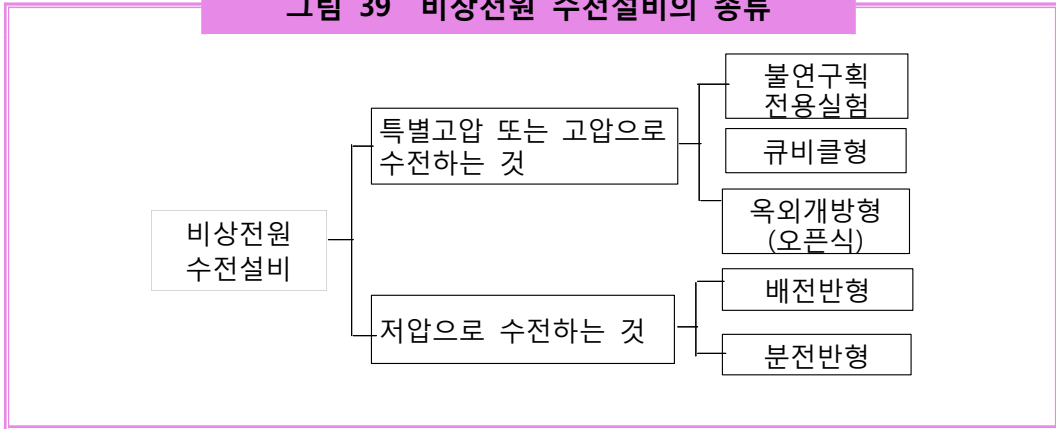
[표 42] 자가발전설비의 보유거리

보유거리를 확보해야 하는 부분		보유거리			
발전기 및 원동기 본체	상호간	1.0 m 이상			
	주위	0.6 m 이상			
조작반	조작을 하는 면	1.0 m 이상 단, 조작을 하는 면이 상호 면하는 부분은 1.2 m 이상			
	점검을 하는 면	0.6 m 이상 단 점검에 지장이 없는 부분은 해당되지 않는다.			
	환기구가 있는 면	0.2 m 이상			
연료탱크와 원동기 간(연료 탑재형 및 큐비클식은 제외)	연료, 윤활유, 냉각수 등을 예열하는 방식의 원동기	2.0 m 이상 단, 불연 재료로 효과적으로 차폐한 경우에는 0.6m 이상			
	기타	0.6 m 이상			
큐비클식의 주위	조작을 하는 면	옥내에 설치하는 경우	1.0 m 이상	옥외 또는 옥상에 설치하는 경우	1.0m 이상. 단, 인접한 건축물 또는 공작물 부분을 불연재료로 만들고, 당해 건축물 개구부에 방화문 기타 방화 설비를 설치한 경우에는 옥내에 설치하는 경우의 보유거리에 준할 수 있다.
	점검을 하는 면		0.6 m 이상		
	환기구가 있는 면		0.2 m 이상		
큐비클식과 그 외의 변전 설비, 발전 설비 및 축전지 설비간		1.0 m 이상			

3) 비상전원 수전설비

가) 비상전원 수전설비는 해당설비전용의 변압기에 따라 수전하거나 또는 수전설비의 주변압기의 2차 측에서 직접 전용의 개폐기에 의해 수전하는 설비로 되어 있다.

그림 39 비상전원 수전설비의 종류



- 나) 2 이상의 변전소에서 상용의 전력을 동시에 공급 받을 수 있는 경우에 사용한다.
- 다) 하나의 변전소로부터의 전력 공급이 중단되면 자동으로 다른 변전소의 전력이 공급되는 경우 사용한다.
- 라) 비상전원 수전설비의 보유거리

표 43 비상전원 수전설비의 보유거리

보유거리를 확보해야 하는 부분		보유 거 리			
배전반 및 분전반	조작을 하는 면	1.0 m 이상 단, 조작을 하는 면이 상호 면하는 부분은 1.2 m 이상			
	점검을 하는 면	0.6 m 이상 단, 점검에 지장이 없는 부분은 해당되지 않는다.			
	환기구가 있는 면	0.2 m 이상			
변압기 및 콘덴서	점검을 하는 면	0.6 m 이상 단, 점검을 하는 면이 상호 면하는 경우에는 1.0 m 이상			
	기타의 면	0.1m 이상			
큐비클식의 주위	조작을 하는 면	옥내에 설치하는 경우	1.0 m 이상	옥외 또는 옥상에 설치하는 경우	1.0 m 이상. 단, 인접한 건축물 또는 공작물 부분을 불연재료로 만들고, 당해 건축물 개구부에 방화문 기타 방화설비를 설치한 경우에는 옥내에 설치하는 경우의 보유거리를 준할 수 있다.
	점검을 하는 면		0.6 m 이상		
	환기구가 있는 면		0.2 m 이상		
큐비클식과 그 외의 변전 설비, 발전 설비 및 축전지 설비간		1.0 m 이상			

4) 전기저장장치

가) 전기저장장치(ESS: Energy Storage System)란, 일명 에너지 저장 장치로서 생산된 전기에너지를 저장하고 있다가 필요시 이를 사용하는 것으로 화재 안전기준에서는 외부 전기에너지를 저장해 두었다가 필요할때 전기를 공급하는 장치로 정의하고 있다. ESS는 전기계통에서 안정적인 계통운영과 전력품질의 향상에 도움을 주고 있으며, 최근에는 환경문제로 인한 신재생 에너지의 확대와 지역별 전력수급 편차로 인하여 필요성이 점차 증대하고 있는 실정이다.

발전소를 건설하여 발전수요를 증가시키는 것은 투자와 많은 시간이 소요되지만 ESS의 경우 설치 및 운영이 1~2년 정도이므로 기존 발전 설비에 비해 급변하는 전력산업 환경변화에 대응할 수 있는 대안으로 평가받고 있다. 국내의 경우는 화재안전기준을 개정하여 2017. 7. 13.부터 ESS자체를 비상전원으로 적용하고 있다. ESS는 전기를 저장하는 경우에는 부하로 동작하며 전기를 공급하는 경우에는 전원으로 동작한다.

나) 전기저장장치는 소화, 경보, 피난구조, 소화활동서비등 모든 소방시설에 비상전원으로 적용이 가능하다.

전기저장장치는 기계식 저장장치, 전기화학식 저장장치, 화학에너지 저장장치, 전기식 저장장치, 열식 저장장치 등으로 구분할 수 있으며 이중 비상전원 용도로 실제 적용이 가능한 것은 전기화학식이나 화학에너지를 이용하여 전기를 저장하는 전지류이다. 일본의 경우는 2006년 3월에 비상전원 기준을 개정하여 ESS중 화학에너지 저장장치의 일종인 연료 전지설비에 대해서만 이를 비상전원으로 적용하고 있다.

2. 비상조명등

가. 비상조명등이라 함은 화재발생등에 의한 정전시 안전하고 원활한 피난활동을 할 수 있도록 거실 및 피난통로 등에 설치하는 조명등을 말한다.(예비전원용 축전기가 내장되어 상용전원이 정전된 경우에는 예비전원으로 자동전환 되어 점등되는 조명등을 말하며 정상상태에서는 상용전원에 의하여 점등되는 것을 포함한다.)

나. 비상조명등의 종류

비상용 조명등에는 다음의 종류가 있다.

- 1) 전용형은 상용 광원과 비상용 광원이 각각 별도로 내장되어 있거나 또는 비상시에 점등하는 비상용 광원만 내장되어 있는 비상조명등을 말한다.
- 2) 겸용형은 광원이 상용 광원과 비상용 광원으로 가지고 있어서 사용전원으로 점등과 비상조명을 두 개를 사용할 수 있는 비상조명등을 말한다.
- 3) 적응장소에 따라 방폭형과 방수형이 있고, 사용전구수에 따라 단구형과 쌍구형으로 나뉜다. 그리고 방폭형은 폭발성 가스가 용기 내부에서 폭발 하였을 때 용기가 그 압력에 견딜 수 있도록 만든 구조를 말하며, 방수형은 물 등에 견딜 수 있도록 만든 구조를 말한다.

다. 비상조명등의 설치기준

비상조명등의 설치기준은 다음과 같다.

- 1) 특정소방대상물의 각 거실과 그로부터 지상에 이르는 복도, 계단 및 그 밖의 통로에 설치하여야 한다.
- 2) 조도는 비상조명이 설치된 장소의 각 부분의 바닥에서 1 lx 이상이 되어야 한다.
- 3) 예비전원을 내장하는 비상조명등에는 평상시 점등여부를 확인할 수 있는 점검 스위치를 설치하고 당해 조명등을 유효하게 작동시킬 수 있는 용량의 축전지와 예비충전장치를 내장하여야 한다.
- 4) 예비전원을 내장하지 아니하는 비상조명등의 비상전원은 자가발전설비, 축전지설비 또는 전기저장장치(외부 전기에너지를 저장해 두었다가 필요한 때 전기를 공급하는 장치)를 다음 각 목의 기준에 따라 설치하여야 한다. <개정 2016. 7. 13.>
 - 가) 점검에 편리하고 화재 및 침수 등의 재해로 인한 피해를 받을 우려가 없는 곳에 설치할 것
 - 나) 상용전원으로부터 전력의 공급이 중단된 때에는 자동으로 비상전원으로부터 전력을 공급받을 수 있도록 할 것

- 다) 비상전원의 설치장소는 다른 장소와 방화구획 할 것. 이 경우 그 장소에는 비상전원의 공급에 필요한 기구나 설비외의 것(열병합발전설비에 필요한 기구나 설비는 제외한다)을 두어서는 아니 된다.
- 라) 비상전원을 실내에 설치하는 때에는 그 실내에 비상조명등을 설치할 것
- 5) 비상전원을 실내에 설치하는 때에는 그 실내에 비상조명등을 설치하여야 한다.
- 6) 다음 특정소방대상물의 경우에는 그 부분에서 피난층에 이르는 부분의 비상조명등을 60분 이상 유효하게 작동시킬 수 있는 용량으로 하여야 한다.
 - 가) 지하층을 제외한 층수가 11층 이상의 층
 - 나) 지하층 또는 무창층으로서 용도가 도매시장·소매시장·여객자동차터미널·지하역사 또는 지하상가

3. 호스릴이산화탄소 소화설비

- 가. 분사헤드가 배관에 고정되어 있지 않고 저장된 규정량의 이산화탄소 소화약제를 호스를 통해서 수동으로 직접 연소부분에 분사하여 소화를 행하는 이동식설비로 호스릴에 방출호스를 감고 말단에 대형 노즐이 부착되어 있으며 화재시 밸브를 열고 방출호스를 연장하여 저장된 소화약제를 방출시켜 소화하는 방법이다.
- 나. 이 방식은 조작자가 화점에 접근하여 소화해야 하기 때문에 그 설치장소가 한정되어 있고 가연성가스나 미분이 있어 화재가 갑자기 확대할 우려가 있는 장소나 보통 개방되어 있는 소규모 주차장 등 현저하게 연기가 찰 우려가 없는 장소에 적용할 수 있다.

4. 점검에 편리하고 화재 및 침수 등의 재해로 인한 피해를 받을 우려가 없는 곳에 설치할 것

- 가. 점검에 편리한 장소
 - 점검자가 특별한 도구를 이용하여야만 출입할 수 있는 경우를 제외하며, 또한 장치 주변에 점검을 위한 충분한 공간이 확보된 경우를 말한다.
- 나. 화재로 인한 피해를 받을 우려가 없는 곳
 - 당해 실에서의 화재가 다른 실로 확대되거나 다른 실의 화재가 당해 실로 확대되기 어려운 장소를 의미한다.

다. 침수 등의 재해로 인한 피해를 받을 우려가 없는 곳

만약 건물의 최하층에 비상전원설비를 설치하는 경우에는 그 실의 바닥면보다 낮은 위치에 SUMP PIT 등을 설치하는 등의 조치를 취하는 것을 의미하는 것이지 비상전원의 설치장소를 지하층에는 안 되고 반드시 지상층에 설치하여야 한다는 것은 아니다.

5. 이산화탄소설비를 유효하게 20분 이상 작동할 수 있어야 할 것

비상전원의 용량을 규정하는 것으로 전부하로 운전하는 경우에 20분 이상 작동할 수 있도록 정격출력 및 연료량을 확보하라는 의미이다.

6. 상용전원으로부터 전력의 공급이 중단된 때에는 자동으로 비상전원으로부터 전력을 공급받을 수 있도록 할 것

자동으로 비상전원으로 전환 하는 데에는 자동전환 스위치(Automatic Transfer Switch)가 주로 사용된다.

7. 비상전원의 설치장소는 다른 장소와 방화구획 할 것. 이 경우 그 장소에는 비상전원의 공급에 필요한 기구나 설비외의 것(열병합발전설비에 필요한 기구나 설비는 제외한다)을 두어서는 아니 된다.

가. 발전기실(이산화탄소용 비상전원설비 설치장소)의 방화구획은 건축법상의 기준이 아니라 이 기준에 근거하는 것이다.

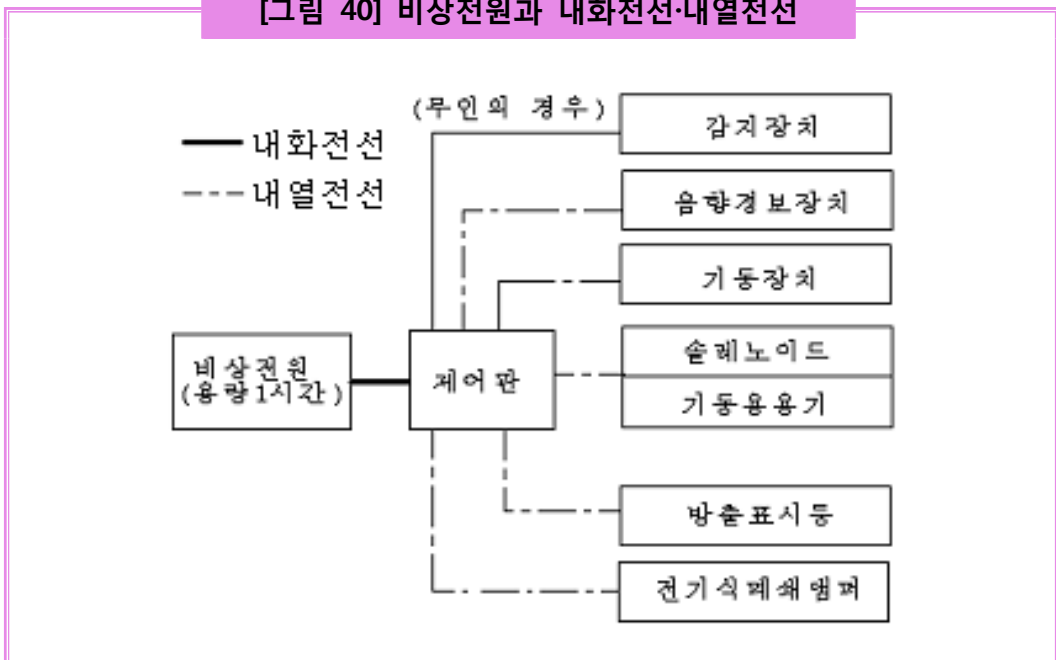
나. 괄호안의 단서조항은 비상전원으로서 열병합발전설비를 허용한다는 것을 의미한다.

다. 열병합발전설비는 소규모인 경우 가스엔진, 가솔린엔진 또는 디젤엔진을 이용하며, 대규모인 경우 증기터빈을 이용하는 등 다양하다. 이러한 열병합 발전을 위하여 필요한 기구나 설비는 발전설비실에 둘 수 있도록 완화하고 있는 규정이다.

8. 비상전원을 실내에 설치하는 때에는 그 실내에 비상조명등을 설치할 것

비상전원이 설치된 실내에는 축전지가 내장된 비상조명등을 설치하라는 것이다. 왜냐하면 상용전원이 정전되어 발전기를 기동시켜야 하는데 만약 발전기에 문제가 있는 경우에 이를 해결하기 위해서는 조명시설이 필요하기 때문이다.

[그림 40] 비상전원과 내화전선·내열전선



제16조(배출설비) 지하층, 무창층 및 밀폐된 거실 등에 이산화탄소소화설비를 설치한 경우에는 소화약제의 농도를 희석시키기 위한 배출설비를 갖추어야 한다.

해설

1. 배출설비의 설치 배경

가. 이산화탄소소화설비를 설치한 장소에는 소화약제가 방출되었을 때 안전한 장소로 배출되기에 적당한 위치에 있는가를 확인해야한다.

- 나. 이산화탄소는 공기보다 무거워 유동성이 낮고 바닥에 가라앉기 때문에 출입문의 개방만으로 배출이 어렵고 이산화탄소소화설비는 전기설비가 있는 밀폐된 거실 또는 지하실에 설치되므로 이산화탄소를 배출 할 수 있도록 배출설비를 설치하고 있다.
- 다. 이산화탄소가스가 방출된 방호구역 내에 미처 대피하지 못한 사람이 이산화탄소 가스에 질식사하는 사고에 대비하여 소화가스를 외부로 배출하려는 것이다.
- 라. 이 경우 소화가 확실히 이루어진 여부를 확인하여 재점화가 일어나지 않도록 주의하여야 한다.

제17조(과압배출구) 이산화탄소소화설비의 방호구역에 소화약제가 방출시 과압으로 인하여 구조물 등에 손상이 생길 우려가 있는 장소에는 과압배출구를 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

1. 과압배출구의 설치배경

- 가. 방호구역에 소화약제가 과압으로 방출되어 구조물 등에 손상이 생길 경우에는 소화가 불가능하게 되고 2차 피해가 우려되므로 이러한 우려가 예상되는 장소에는 과압배출구를 설치하여야 한다.
- 나. 대부분의 가스계 소화설비는 방호구역내로 약제가 방출될 때 방호구역내의 압력을 상승시킨다. 따라서 소화약제와 방호구역의 조건에 따라 차이는 있으나 과압에 대한 압력 배출구가 필요하다.
- 다. 밀폐된 공간내에 이산화탄소의 방출로 발생된 인화성 증기와 압력의 배출을 고려해야 하며 (NFPA 12: 2018, 5.6.1), 완전 밀폐된(Very tight enclosure) 방호구역의 경우 과압 배출에 필요한 개구부를 하기의 식으로 계산할 수 있다. (NFPA 12: 2018, 5.6.2)
 - 1) 그 동안 국내 소방법에서는 압력 배출의 기준이 없었으나, NFPA 12 : 2005 (5.6.1 pressure relief venting)에서는 창이나 문, damper 등의 누설 틈새를 포함하여 과압 배출구를 설치하도록 하고 있다. 이 경우 배출구의 위치는 CO₂의 비중이 공기보다 무거우므로 바닥에서 높은 곳에 설치하여 약제 방사 시 실내 농도가 저하되지 않도록 한다.

2) 과압배출구의 크기는 NFPA 12 : 5.6.2.2에 의하면 다음과 같다.

$$X = \frac{239Q}{\sqrt{P}}$$

여기서, X는 과압 배출구 면적(mm²), Q는 계산된 CO₂ 흐름율(kg/min), P는 방호 구역 허용 강도(kPa)이다. 이때 허용강도 P는 아래와 같이 적용하며 정상 건물의 경우 2.4 kPa로 한다.

[표 44] Strength & allowable pressure for average enclosures (NFPA 12 : A5.6.2)

Type Construction	Light building	Normal building	Vault building
Allowable strength(kPa)	1.2	2.4	4.8

과압 배출구에 관한 면적의 식을 Fire Protection Handbook(19th edition) 11-74쪽에서는 $X(\text{mm}^2) = \frac{23.9Q(\text{kg}/\text{min})}{\sqrt{P(\text{kg}/\text{m}^2)}}$ 로 적용하고 있으나 이 경우는 방호 구역의 허용 강도 P의 단위가 kPa이 아니라 kg/m²인 것으로 결국은 위와 같은 식이 된다.

2. 과압배출장치(Pressure Relief Venting)

가. 과압출장치의 개요 : 이산화탄소 소화설비에 있어 밀폐된 방호구역에서는 방출된 약제의 가스체적이 방호체적에 추가됨으로 인해 방호구역내의 압력이 순간 상승하게 되는 데, 이때의 과도한 압력을 배출시키는 장치를 말한다.

나. 이산화탄소설비의 압력배출구의 크기(NFPA 12)

$$X = \frac{239Q}{\sqrt{P}}$$

여기서 X : 압력배출구면적(mm²)

Q : 이산화탄소의 유량(kg/min)

P : 방호구역의 허용압력(kPa)

[표 45] 평균적 방호구역의 허용압력(P)

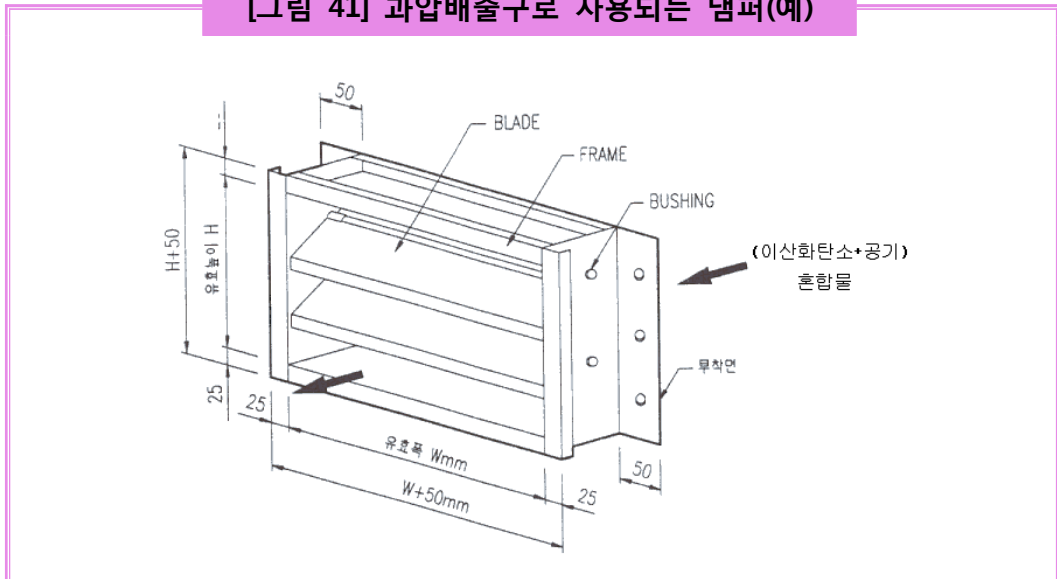
구조유형	허용압력(kPa-gauge)
경량 건축물	1.2
보통 건축물	2.4
강한 건축물	4.8

다. 압력배출의 크기는 시간당 방사되는 소화약제의 체적 유량이 클수록 크게 필요하며 방호구역의 구조물 등의 강도에 따라서 설계되어야 한다.

라. 과압배출구 설계시 고려사항

- 1) 과압발생시 신속히 개방될 것
- 2) 소화약제 대신에 공기가 배출되도록 가능한 높은 곳에 설치할 것
- 3) 방호구역의 허용압력보다 낮은 압력에서 개방될 것
- 4) 소화약제의 방사노즐에서 가능한 먼 곳에 설치할 것
- 5) CO₂ 및 할론소화약제는 소화약제 방출시 부압(음압)이 발생하므로 과압 배출구의 개방방향을 양방향으로 설치 고려하여야 한다.

[그림 41] 과압배출구로 사용되는 댐퍼(예)



제18조(설계프로그램) 이산화탄소소화설비를 컴퓨터프로그램을 이용하여 설계할 경우에는 「가스계소화설비의 설계프로그램 성능인증 및 제품검사의 기술기준」에 적합한 설계프로그램을 사용하여야 한다.<개정 2012. 8. 20., 2013. 9. 3.>

해 설

1. 「가스계소화설비의 설계프로그램 성능인증 및 제품검사의 기술기준」

가. (제3조)설계메뉴얼 작성시 설계가이드라인 외에 포함되어야 할 사항(원본과 한글본 작성)

- 1) 유량계산에 사용하는 기본적 원리
- 2) 배관비에 대한 제한사항
- 3) 각 배관규격별 최소 및 최대 유량
- 4) 티(Tee)분기 시 유량분기의 한계를 포함한 티분기 방법 및 티부속의 설치 시 전·후 이격거리등에 대한 정보
- 5) 각 분사헤드별 억제 도달시간의 편차 및 각 분사헤드별 억제방출 종료시간에 대한 편차 제한시간
- 6) 분사헤드 최소설계압력
- 7) 최소 및 최대분사헤드 오리피스 크기제한과 분사헤드 오리피스 크기의 결정 방법 및 분사헤드의 선정기준
- 8) 분사헤드 방호면적 및 설치높이(최소, 최대)에 대한 제한사항과 방호구역내 분사헤드위치에 대한 정보
- 9) 저장용기 최소 및 최대충전밀도
- 10) 최소 및 최대설계방출시간
- 11) 설비 작동온도범위에 대한 제한사항
- 12) 설계절차와 유량계산에 컴퓨터를 이용하는 경우 설계프로그램 입력 절차 및 출력자료에 대한 설명

- 13) 유체흐름에 영향을 주는 모든 부속품에 대한 등가길이
- 14) 설비의 시공 및 작동 그리고 유지관리에 대한 지침
 - 가) 주의 및 경고표지
 - 나) 설비를 구성하는 모든 부품에 대한 도면 및 기술사양
- 15) 다음의 주요부품에 대하여는 신청업체의 상호명 및 제품모델번호 등을 표시할 것
 - 가) 저장용기, 밸브
 - 나) 분사헤드
 - 다) 플렉시블호스
 - 라) 선택밸브
 - 마) 저장용기 작동장치(니들밸브 등)
 - 바) 기동용기함 등
- 나. (제4조) 가스계소화설비 설계시 설계프로그램에 표시되고 계산되어야 하는 사항
 - 1) 최대배관비
 - 2) 소화약제 저장용기로부터 첫번째 티분기 지점까지의 최소거리
 - 3) 최소 및 최대방출시간
 - 4) 소화약제 저장용기의 최대 및 최소충전밀도
 - 5) 배관내 최소 및 최대유량
 - 6) 각 분사헤드에 대한 연결 배관의 체적
 - 7) 분사헤드의 최대압력편차
 - 8) 연결 배관 단면적에 대한 분사헤드 오리피스와 감압오리피스 단면적의 최대값 및 최소값
 - 9) 분사헤드까지 약제도달시간에 대한 헤드별 최대편차, 분사헤드에서 약제방출 종료시간에 대한 헤드별 최대편차(단, 불활성 가스의 경우에는 약제방출 종료시간은 제외한다.)
 - 10) 티분기 방식과 분기전·후 배관길이에 대한 제한

- 11) 티분기에 의한 최소 및 최대약제분기량
- 12) 배관 및 관부속 종류
- 13) 배관 수직 높이변화에 따른 제한사항
- 14) 분사헤드 최소설계압력
- 15) 설비의 작동온도(소화약제 저장용기의 저장온도)

다. 하기의 항목에 적합하게 설계하여 신청자가 제시하는 50개모델은 설계메뉴얼과 설계프로그램에 일치하여야 한다

- 1) 제출하는 50개 모델에 대해서는 제3조 각호 및 제4조제1항 각호에서 규정하고 있는 제한사항들을 모두 포함하여 설계할 것
- 2) 제출된 설계모델은 분사헤드의 개수를 3이상 100이하의 범위 내에서 고루 분배하여 설계할 것
- 3) 50개의 설계모델 중 20개 이상은 비균등배관방식이 포함되도록 설계할 것 (비균등배관설계가 허용되는 것에 한함)
- 4) 설계모델별 도서에는 방호구역명세, 소화약제량, 유량계산결과, 배관도면, 설계분석사항(설계불능 시 그 제한사유) 등이 포함되도록 설계할 것

라. (제5조)설계프로그램의 유효성을 확인 하기위해서 신청자가 제시하는 20개 이상의 시험모델(분사헤드를 3개 이상 설치하여 설계한 모델) 중에서 임의로 선정한 5개 이상의 시험모델을 실제 설치하여 시험한다

- 1) 소화약제 : 소화약제는 "소화약제의 형식승인 및 검정기술기준"에 적합하여야 한다.
- 2) 기밀시험 : 소화약제 저장용기이후부터 분사헤드 이전까지의 설비부품 및 배관등은 양 끝단을 밀폐시킨 후 98 kPa 압력공기 등으로 5분간 가압하는 때에 누설되지 아니하여야 한다.
- 3) 방출시험 : 별표 2에서 정하는 바에 따라 방출시험을 하는 경우, 다음 각목의 기준에 적합하여야 한다.

가) 방출시간 : 방출시간의 산정은 방출시 측정된 시간에 따른 방출헤드의 압력변화곡선에 의해 산출하며 산출된 방출시간은 다음 표의 기준에

적합할 것. 단, 이산화탄소 소화설비의 심부화재의 경우 420초 이내에 방출하여야 하며, 2분 이내에 설계농도 30 %에 도달하는 조건을 만족할 것.

구 분	방출시간 허용한계
10초 방출방식의 설비	설계값 \pm 1초
60초 방출방식의 설비	설계값 \pm 10초
기타의 설비	설계값 \pm 10%

압력곡선으로 방출시간을 산정할 수 없는 경우에는 공인된 다른 시험방법 (온도·농도곡선 등)이나 기술적으로 충분히 과학적인 것으로 인정되는 시험방법을 적용하여 시험할 수 있다.

- 나) 방출압력 : 소화약제 방출시 각 분사헤드마다 측정된 방출압력은 설계값의 \pm 10 % 이내 일 것. 이 경우 방출압력은 평균방출압력을 말하며, 방출압력이 평균방출압력으로 산정되지 아니하는 경우 공인된 다른 시험방법이나 기술적으로 충분히 과학적인 것으로 인정되는 시험방법을 적용하여 시험할 수 있다.
- 다) 방출량 : 각 분사헤드의 방출량은 설계값의 \pm 10 % 이내이어야 하며 각 분사헤드별 설계값과 측정값의 차이의 백분율(Percentage differences)에 대한 표준편차가 5 이내일 것. 이 경우 소화약제의 방출량은 질량 또는 농도 등을 측정하여 산출한다.
- 라) 소화약제 도달 및 방출종료시간 : 소화약제 방출시 각각의 분사헤드에 소화약제가 도달되는 시간의 최대편차는 1초 이내이어야 하며, 소화약제의 방출이 종료되는 시간의 최대편차는 2초 이내(이산화탄소 및 불활성가스는 제외한다)이어야 한다.
- 4) 분사헤드 방출면적시험 : 「가스계소화설비 설계프로그램의 성능인증 및 제품 검사의 기술기준」별표 1 및 별표 3에서 정하는 바에 따라분사헤드 방출면적 시험을 실시하며, 모든 소화시험모형은 소화약제의 방출이 종료된 후 30초 이내에 소화되어야 한다. 이 경우 소화약제 방출에 따른 시험실의 과압 또는 부압은 설계값(신청자가 제시한압력값)을 초과하지 아니하여야 한다. <개정 2015. 4. 21.>

- 5) 소화시험 : 「가스계소화설비 설계프로그램의 성능인증 및 제품검사의 기술 기준」별표 4에서 정하는 바에 따라 소화시험을 하는 경우, 다음 각 목의 규정에 적합하여야 한다.
- 가) A급 소화시험 : 목재 및 중합재료에 대한 소화시험 결과가 다음에 적합할 것
- 목재 소화시험은 소화약제 방출종료시간으로부터 600초 이내에 소화되고 잔염이 없어야 하며, 재연소(Reignition)되지 아니할 것
 - 중합재료 소화시험은 소화약제 방출종료시간으로부터 60초 이내에 소화되고 잔염이 없어야 하며(단, 내부 2개의 중합재료상단의 불꽃은 180초 이내에 소화되어야한다.), 방출종료시간으로부터 600초 이내에 재 연소되지 아니할 것
- 나) B급 소화시험 : 소화약제 방출종료시간으로부터 30초 이내에 소화되고 재 연소(잔염을 포함한다)되지 아니할 것

제19조(안전시설 등) 이산화탄소소화설비가 설치된 장소에는 다음 각 호의 기준에 따른 안전시설을 설치하여야 한다.

1. 소화약제 방출시 방호구역 내와 부근에 가스방출시 영향을 미칠 수 있는 장소에 시각경보장치를 설치하여 소화약제가 방출되었음을 알도록 할 것.
2. 방호구역의 출입구 부근 잘 보이는 장소에 약제방출에 따른 위험경고표지를 부착할 것. [본조신설 2015. 1. 23.]

해 설

1. 시각경보장치의 설치기준

- 가. 자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준(NFSC 203) 제8조 2항에 의거 다음에 적합하도록 설치한다.
- 1) 설치높이는 바닥으로부터 2m 이상 2.5m 이하의 장소에 설치할 것 다만, 천장의 높이가 2 m 이하인 경우에는 천장으로부터 0.15 m 이내의 장소에 설치하여야 한다.

- 2) 시각경보장치의 광원은 전용의 축전지설비 또는 전기저장장치(외부 전기 에너지를 저장해 두었다가 필요한 때 전기를 공급하는 장치)에 의하여 점등 되도록 할 것. 다만, 시각경보기에 작동전원을 공급할 수 있도록 형식승인을 얻은 수신기를 설치 한 경우에는 그러하지 아니하다.
- 3) 하나의 특정소방대상물에 2 이상의 수신기가 설치된 경우 어느 수신기에서도 지구음향장치 및 시각경보장치를 작동할 수 있도록 할 것

2. 약제방출에 따른 위험경고표지

방호구역의 출입구, 내부뿐만 아니라 외부에도 누출로 인한 피해가 예상되는 장소에는 눈에 잘보이는 장소에 위험경고표지를 부착한다.

- 방호공간 입구
- 방호공간 내부
- CO₂ 축적가능 인근지역
- CO₂ 저장실 외부
- CO₂ 설비 조작장소 등

[그림 42] 위험경고표지 (예)



제20조(설치·유지기준의 특례) 소방본부장 또는 소방서장은 기존건축물이 증축·개축·대수선되거나 용도변경 되는 경우에 있어서 이 기준이 정하는 기준에 따라 해당 건축물에 설치하여야 할 이산화탄소소화설비의 배관·배선 등의 공사가 현저하게 곤란하다고 인정되는 경우에는 해당 설비의 기능 및 사용에 지장이 없는 범위안에서 이산화탄소소화설비의 설치·유지기준의 일부를 적용하지 아니할 수 있다. <개정 2012. 8. 20.>

[종전의 제19조에서 이동, 2015. 1. 23.]

해설

1. 설치·유지기준의 특례

가. 기존건축물이 증축·개축·대수선되거나 용도변경되는 경우에 있어서 이 기준이 정하는 기준에 따라 당해 건축물에 설치하여야 할 이산화탄소 소화설비의 배관·배선 등의 공사가 현저하게 곤란하다고 인정되는 경우에는 당해 설비의 기능 및 사용에 지장이 없는 범위안에서 이산화탄소 소화설비의 설치·유지기준의 일부를 적용하지 아니할 수 있다. 그러나 당해설비의 작동이 지장이 없는지의 여부는 전문가의 자문을 받는 것이 확실하다.

제21조(재검토 기한) 소방청장은「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시에 대하여 2016년 1월 1일을 기준으로 매3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다. <전문개정 2015. 10. 28., 2017. 7. 26.>

해설

1. 정기적 규정검토

가. 매 3년마다 정기적으로 법규정의 타당성 검토를 실시하는 항목이 추가됨

부 칙 <2004. 6. 4.>

제1조(시행일) 이 기준은 고시한 날부터 시행한다.

제2조(경과조치) 이 고시 시행당시 종전의 소방기술기준에관한규칙에 적합하게 설치되어 있거나 건축허가등의 동의 또는 소방시설 시공신고가 완료된 소방 대상물에 대하여는 종전의 기준에 따른다.

제3조(다른 법령과의 관계) 이 고시 시행 당시 다른 법령에서 종전의 소방기술 기준에관한규칙을 인용한 경우에 이 고시 가운데 그에 해당하는 규정이 있는 경우에는 종전의 규정에 갈음하여 이 고시의 해당 규정을 인용한 것으로 본다.

제4조(다른 고시의 폐지) 이 고시 시행과 동시에 “소방시설용특수감지기에관한 기준”[행정자치부고시 제2002-8호(2002.3.18.)]을 폐지한다.

부 칙 <2019. 8. 13.>

이 고시는 발령한 날부터 시행한다.

[별표 1]

가연성 액체 또는 가연성 가스의 소화에 필요한 설계농도
(제5조제1호 나목관련)

방호대상물	설계농도 (%)
수소(Hydrogen)	75
아세틸렌(Acetylene)	66
일산화탄소(Carbon Monoxide)	64
산화에틸렌(Ethylene Oxide)	53
에틸렌(Ethylene)	49
에탄(Ethane)	40
석탄가스, 천연가스(Coal, Natural gas)	37
사이크로 프로판(Cyclo ProPane)	37
이소부탄(Iso Butane)	36
프로판(ProPane)	36
부탄(Butane)	34
메탄(Methane)	34

해 설

1. 가연성 액체(combustible liquid or flammable liquid)

가. 가연성 액체는 일반적으로 불에 의하여 연소하는 액체의 위험물을 말하며, NFPA에서는 인화점 38 °C(증기압 275 kPa 이하)를 기준으로 6종류로 구분한다.

- 1) IA급 : 인화점 23 °C 미만, 비점 38 °C 미만의 가연성 액체
- 2) IB급 : 인화점 23 °C 미만, 비점 38 °C 이상인 가연성 액체
- 3) IC급 : 인화점 23 °C 이상, 38 °C 미만의 가연성 액체
- 4) II급 : 인화점 38 °C 이상, 60 °C 미만의 가연성 액체
- 5) IIIA급 : 인화점 60 °C 이상, 93 °C 미만의 가연성 액체
- 6) IIIB급 : 인화점 93 °C 이상의 가연성 액체

나. 가연성 액체의 위험성

- 1) 액체가 공기에 노출되거나 가열상태일 때 액체 자체의 연소보다는 가연성 액체의 증발로 발생한 증기가 연소한다.

액체가 인화하는 것은 그 표면부근에 가연성 액체로부터 발생한 증기와 공기가 혼합되어 가연성 혼합기체를 형성하고 이것이 연소범위내에 있다는 뜻이다. 따라서 가연성 액체가 존재한다거나 가연성 증기가 있다고 하여 무조건 인화되는 것이 아니라 공기 등의 지연성가스가 존재하고 연소범위가 형성 되어야 한다.

증기 혼합이 너무 희박하여 연소나 폭발을 하지 않는 하한농도와 증기 혼합이 풍부하여 연소나 폭발이 일어날 수 있는 상한농도가 존재하며 그 값을 연소 범위라 한다. 예를 들어 가솔린의 연소범위는 공기 체적으로 1.4 ~ 7.6 %이다.

- 2) 이 증기-공기 혼합물이 연소하한값 또는 연소상한값 중 어느 하나에 가까이 있는 경우에는 중간 범위에 있을 때보다 폭발이 약하다. 폭발의 세기는 증기-공기 혼합물의 양과 증기의 농도 및 저장 용기의 형태에 따라 다르다. 따라서 밀폐된 적정 용기 안에 가연성 액체를 저장하는 것과 공기 중의 노출을 최소한으로 하는 것이 저장 및 사용 중 화재 위험 제어에 기본적으로 중요한 사항이다.
- 3) 하지만 화재로부터 가열된 탱크 및 기타 용기는 적절한 배기 장치를 하지 않거나 노출된 탱크나 용기를 물 등으로 냉각시키지 않으면 위험한 폭발을 수반할 수 있다.

다. 가연성 액체 관련 소화

가능한 한 연료공급을 차단하고 그 지역에서 공기를 차단, 액체의 냉각 또는 이들 방법을 혼합할 필요가 있다. 이러한 조건에서 기본 화재 및 폭발예방 원칙은 다음과 같다.

- 1) 발화원의 배제
- 2) 공기의 배제
- 3) 밀폐용기 속에 액체의 보관
- 4) 증기가 체류하지 않는 환기조치
- 5) 공기 이외의 불활성 기체의 환경 조성

라. 가연성 액체의 저장 및 취급

- 1) 가연성 액체의 적절한 저장과 취급의 기본원칙은 화재와 폭발의 가능성을 감소시키기 위한 조치를 하는 것이다. 가연성 증기의 체류를 막기 위한 환기는 기본적으로 중요한 조치이다. 일반적으로 액체는 어느 순간 공기에 노출되며 항상 밀폐용기와 취급설비가 새거나 파손될 우려가 있다. 가연성 액체를 저장, 취급, 사용하는 장소에는 점화원을 가능한 한 제거하는 것이 중요하다.
- 2) 가연성 액체를 제조나 사용하는 장소의 환기는 자연이나 강제 수단으로 할 수 있다. 컴프레서(compressor), 증류기 펌프 등의 장비는 항상 개방된 장소로 충분한 공간을 두어야 한다. 대부분의 가연성 액체는 공기보다 무거운 증기를 발생하여 지면, 바닥으로 흘러 낮은 곳에 고인다. 이러한 증기는 지면부분에서 제거하지 않으면 먼 곳까지 가며 증기가 발생한 곳으로부터 먼 곳에서 인화하여 불꽃이 역류한다. NFPA 30, 인화성 및 가연성 액체 기준은 이러한 액체들의 안전저장, 취급과 사용에 대한 공식 기준이다.
- 3) 건물 안에서 용기의 저장은 물론 지하 저장탱크, 지상 탱크의 방유제, 구조, 시공, 설치간격, 환기 등에 주의하여야 한다. NFPA 30은 액체의 안전공급과 안전운반, 로딩, 언로딩에 대한 사항도 정한다.

2. 가연성 가스(combustible gas or flammable gas)

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

나. 화학적 성질

1) 가연성 기체

가) 공기 중에 산소와 일반적 농도에서 연소하는 기체이다. 가연성 액체의 증기와 같이 이 기체의 공기 중 연소속도는 기체-공기 혼합물의 연소범위 안에서 이루어진다.

나) 인화점은 가연성 액체와 관련된 정보로 가연성 기체와는 실제로 관계가 없다. 가연성 액체의 인화점은 항상 일반 비등점 이하이다. 그것이 기체 상태이고 액체 상태일망정 가연성 기체는 일반적으로 그 비등점을 초과하므로 이미 인화점이 초과된 상태이다. 기체의 점화온도는 연소가 시작 되는데 필요한 온도이다.

2) 불연성 기체

가) 불연성 기체는 공기 중에서 연소나 산소와 혼합 상태에서 연소하지 않는다. 그러나 여러 불연성 기체는 연소를 조장하는데 이들 기체를 산화제 또는 산화성 기체라고 한다.

나) 일반적으로 연소하지 않는 불연성 기체는 불활성 기체라고 한다. 가장 일반적인 불활성 기체로는 질소, 아르곤, 헬륨 등이 있다.

3. 수소(Hydrogen)

가. 물성

[표 46] 수소의 물성

항목	물성값
화학식	H ₂
분자량	2.01588 g/mol
녹는점	-259.14 °C
끓는점	-252.9 °C
비중	0.0898

- 나. 일반적인 수소는 양성자 하나와 전자 하나로 이루어져 있어 질량수는 1이다. 중성자가 한 개 포함되어있는 중수소, 그리고 중성자가 두 개 포함되어 있는 삼중수소와 동위원소의 관계에 있다. 지구상에 존재하는 수소는 대부분 질량수가 1인 경수소지만 질량수가 2인 중수소와 질량수가 3인 삼중수소가 미량 존재한다. 경수소는 프로튬(protium), 중수소는 듀테륨(deuterium), 삼중수소는 트리튬(tritium)이라 한다. 다른 원소의 경우와는 달리 수소원자는 질량수가 1이기 때문에 질량수가 1만큼만 늘어나도 원래 질량수의 2배, 3배가 되는 것이다. 그래서 동위원소 간의 성질 차이가 크다.
- 다. 수소기체는 연소 후 물이 생성될 뿐 오염물질이 만들어지지 않아 무공해 연료로 각광을 받고 있다. 또 연소열도 커 효율적인 장점이 있다. 그러나 저장과 운반이 매우 어렵고 폭발의 위험이 있어 이를 해결하기 위한 연구가 활발히 진행 중이다.

4. 아세틸렌(Acetylene)

가. 물성

[표 47] 아세틸렌의 물성

항목	물성값
화학식	C_2H_2
분자량	26.04 g/mol
녹는점	-81.5 °C
끓는점	-84 °C
비중	0.9057

- 나. 아세틸렌계 탄화수소의 가장 간단한 것으로 에틴이라고도 한다. 천연으로는 존재하지 않으며, 1836년 H.데이비가 발견하고, 1892년 프랑스의 무아상이 공업화에 성공하였다. 탄소의 삼중결합을 가지므로, 이중결합을 가진 에틸렌보다 불포화도가 크다.

다. 아세틸렌은 가연성이 매우 크기 때문에 취급에 주의를 가해야 한다. 아세틸렌과 공기 또는 산소와의 혼합 가스는 넓은 폭발 한계를 가지고 있다. 공기 중에 (2.5~81) % 포함되어 있으면 폭발할 수 있다.

5. 일산화탄소(Carbon Monoxide)

가. 물성

[표 48] 일산화탄소의 물성

항목	물성값
화학식	CO
분자량	28.01 g/mol
녹는점	-205.0 °C
끓는점	-191.5 °C
비중	1.25

나. 산화탄소라고도 한다. 연소 시 산소가 부족하거나 연소온도가 낮으면 완전연소가 일어나지 못하여 불완전 연소생성물인 일산화탄소가 생성된다. 일산화탄소는 연탄의 연소 가스나 자동차의 배기가스 중에 많이 포함되어 있으며 큰 산불이 일어날 때도 주위에 산소가 부족하여 많은 양의 일산화탄소가 발생되기도 하고 담배를 피울 때 담배연기 속에 함유되어 배출되기도 한다.

다. 석탄·석유 등을 대량으로 소비하는 공장지대에서는 상당한 양(5 ppm 정도)에 달하는 수도 있다. 냄새가 없고 눈에 보이지 않는 독성이 있는 가스로 일산화탄소 중독으로 사망에 이를 수도 있다.

6. 산화에틸렌(Ethylene Oxide)

가. 물성

[표 49] 산화에틸렌의 물성

항목	물성값
화학식	C_2H_4O
분자량	44.05 g/mol
녹는점	-111.3 °C
끓는점	13.5 °C
비중	1.49

나. 고리모양 에테르의 하나로 상온에서 상쾌한 냄새가 나는 무색의 기체로 에틸렌옥사이드라고도 한다. 가연성이며 알코올·에테르·물 등에 잘 녹는다. 에틸렌클로로히드린과 알칼리와의 반응에 의하여 조제할 수 있는데 공업적으로도 합성가능하다.

다. 생화학적으로 반응성이 매우 높다. 산화에틸렌은 발암물질로 작용하는 것으로 알려져 있고, 돌연변이원으로도 작용할 수 있다. 또한 신경계에 손상을 입힐 수 있고, 수중 생명체에 해를 끼칠 수 있다. 가연성과 폭발성도 높기 때문에 취급에 주의를 요한다.

7. 에틸렌(Ethylene)

가. 물성

[표 50] 에틸렌의 물성

항목	물성값
화학식	C_2H_4
분자량	28.03g/mol
녹는점	-169.15°C
끓는점	-103.71°C
비중	0.6246

나. 에텐이라고도 한다. 합성 유기화학공업의 원료로서 가장 중요한 것 중 하나이다. 석탄가스에 (4~5) % 함유되어 있으며, 미국에는 20 %나 함유된 천연가스의 산지가 수개 있다.

다. 불이 매우 붙기 쉽고 기화되기 쉬우므로 취급에 주의하여야 한다.

8. 에탄(Ethane)

가. 물성

[표 51] 에탄의 물성

항목	물성값
화학식	C ₂ H ₆
분자량	30.07 g/mol
녹는점	- 182 °C
끓는점	- 88.5 °C
비중	0.694

나. 800 °C 부근의 열분해에서는 에틸렌과 수소, 1,200 °C 부근에서는 아세틸렌과 수소가 되므로 에틸렌으로서 석유화학 제품의 제조에 사용된다. 또, 다른 탄화수소와의 혼합물 그대로 연료가스로서 사용된다. 순수한 에탄의 용도가 적어 공업적으로는 생산되지 않는다.

다. 인화하기 쉽고, 폭발 위험도 있으나 화학적 활성은 적다.

9. 석탄가스, 천연가스(Coal, Natural gas)

가. 석탄가스(coal gas)는 석탄을 고온건류 했을 때 얻어지는 가스를 말한다. 현재 이 건류는 대부분이 코크스로를 사용하여 실시되므로, 코크스로 가스라고도 한다. 보통 수소 50, 메탄 30, 일산화탄소 8, 중탄화수소 4, 질소 4, 이산화탄소 3, 산소 1로 되어 있고, 발열량은 1 m³당 (4,000~5,000) kcal 정도이다. 도시가스·공업용 연료·합성가스용 원료로 사용되나, 근래 이러한 용도는 석유계 연료로 대체되어 가고 있다.

- 나. 천연가스(natural gas)는 유전, 탄광 지역의 땅에서 분출되는 자연성 가스, 곧 메탄, 에탄 등을 말한다. 천연가스라고도 한다. 현재 우리나라의 경우 대도시의 도시가스 및 버스의 연료로 주로 사용되고 있으며, 울산광역시 앞바다에서 천연가스를 생산하고 있다. 넓게 보면, 온천가스와 화산가스, 그리고 늪가스도 여기에 속한다.
- 다. 액화천연가스(LNG, liquefied natural gas)는 메탄의 부피 백분율이 약 90 % 이상이기 때문에 LNG와 LMG(liquefied methane gas)는 호칭상 혼용되고 있다. 액화천연가스는 액화과정 전에 탈황·탈습되기 때문에 그 성질이 천연가스보다 뛰어나고 더욱이 청결하며 황분이 없고 해가 없으며 고칼로리라는 점 등 장점이 많다. 천연가스의 주성분인 메탄은 1 atm 하에서 $-161.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이하로 온도를 내리면 액체가 되는데, 액화된 메탄의 부피는 표준상태인 기체상태의 메탄 부피의 1/600 정도이고 비중은 0.42로 원유비중의 약 1/2이 된다. 이 때문에 천연가스를 액화함으로써 수송·저장이 수월해지는 이점이 있다.

10. 사이클로 프로판(Cyclo Propane)

가. 물성

[표 52] 사이클로 프로판의 물성

항목	물성값
화학식	C_3H_6
분자량	42.08 g/mol
녹는점	$-126.6\text{ }^{\circ}\text{C}$
끓는점	$-34\text{ }^{\circ}\text{C}$
비중	0.689

- 나. 고리의 변형이 크기 때문에 고리가 열리기 쉬우며, 니켈촉매를 써서 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 에서 수소를 반응시키면 프로판을 생성하고, 또 진한 황산에 흡수시킨 다음 물로 묽게 하면 이소프로필알코올을 생성한다. 인화·폭발을 유발하기 쉬운 결점이 있다. 산소를 (85 ~ 60) % 가해서 흡수마취제로 사용한다.

11. 이소부탄(Iso Butane)

가. 물성

[표 53] 이소부탄의 물성

항목	물성값
화학식	$\text{CH}(\text{CH}_3)_3$
분자량	58.12 g/mol
녹는점	-159.6 °C
끓는점	-11.7 °C
비중	0.551

나. 이소부탄은 노르말 부탄과 함께 LPG 제품의 하나인 부탄을 구성하고 있는 주성분이며, 노르말부탄과는 다른 화학적, 물리적 특성으로 여러 분야에서 사용되고 있는 탄화수소계 화학제품의 일종이다.

12. 프로판(ProPane)

가. 물성

[표 54] 프로판의 물성

항목	물성값
화학식	C_3H_8
분자량	44.10 g/mol
녹는점	-187.7 °C
끓는점	-42.1 °C
비중	0.5005

나. 프로판가스로서 가정용 연료로 사용되는 것은 프로판을 주성분으로 하고, 이 밖에 프로필렌·부탄·부틸렌 등으로 이루어지는 혼합물이며, 액화석유가스 또는 LPG 라고 한다. 이 밖에 여러 물질의 합성원료, 윤활유 정제의 용제·냉매 등으로도 사용된다.

다. 인화성이 매우 강하기 때문에 취급에 주의해야 한다. 프로페인은 공기보다 무거워 누출될 경우 바닥에 쌓이는데, 이 경우 폭발 한계를 쉽게 넘을 수 있기 때문에 주의해야 한다.

13. 부탄(Butane)

가. 물성

[표 55] 부탄의 물성

항목	물성값
화학식	C ₄ H ₁₀
분자량	58.12 g/mol
녹는점	-138.4 °C
끓는점	-0.5 °C
비중	0.5788

나. 4개의 탄소원자가 연속하여 사슬모양으로 결합하고 있는 n-부탄과, 1개의 탄소원자에 다른 3개의 탄소원자가 결합한 이소부탄의 두 이성질체가 있다. n-부탄(노르말부탄)이라고도 하며, 또 단지 부탄이라고 할 때는 이것을 가리킬 때가 많다. 천연가스나 석유분해가스에 함유되어 있다. 상온·상압 하에서는 무색의 기체로, 공기 또는 산소가 존재하면 잘 타며, 발열량은 2만 7,600 kcal/m³로 크다.

다. 부탄의 흡입은 졸림, 질식, 부정맥 또는 동상의 원인이 될 수 있으며 빠른 시간 이내에 사망으로 이어지기도 한다. 사람의 목에 부탄을 직접적으로 뿌릴 경우에는 부탄 액체의 부피가 증가하여 성문경련을 일으키기도 한다.

14. 메탄(Methane)

가. 물성

[표 56] 메탄의 물성

항목	물성값
화학식	CH ₄
분자량	16.04 g/mol
녹는점	-182.7 °C
끓는점	-161.5 °C
비중	0.4241

나. 예전부터 소기나 천연가스의 주성분으로 알려져 있는데, 소기는 늪 바닥의 이토 속에서 죽은 식물 등 유기물이 발효하여 발생하고, 천연가스는 유전이나 탄전 등에서 발생하는 일이 많다. 메탄은 연료로 사용되는데, 발열량은 8,107 kcal/m³로 매우 높고, 공기 중에 15~50용량이 함유되면 폭발한다. 이 밖에 산화에 의해서 포름알데히드나 메틸알코올로 변화되고, 염소와 대응시켜 염화메틸렌·클로로포름·사염화탄소를 얻는 반응 등이 공업적으로 이용된다.

다. 가연성 가스로서 증발 연소를 야기할 수도 있으며, 물질의 흐름 또는 혼합에 의하여 정전기가 발생할 수도 있다.

참고 문헌

1. 이산화탄소소화설비의 화재안전기준(NFSC106)해설, 소방방재청, 2011.
2. NFPA 12 Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems, 2018
3. 남상욱, <소방시설의 설계 및 시공>, 성안당, 2019
4. 강경원, 송기철, 백승주 <소방기술사 특론>, 동화기술, 2017
5. 그림 및 사진 일부 인터넷 참조

2020년도 국가화재안전기준 해설서
이산화탄소소화설비의 화재안전기준(NFSC 106)

< 2020년 위원 >

□ 집필위원

- 황환성(주)이레소방엔지니어링

□ 감수단체

- (사)한국소방기술사회

□ 기획위원

소방청 소방정책국

- 소방정책국장 최병일
- 소방분석제도과장 배덕곤
- 안전기준계장 정홍영
- 소방시설민원센터 문찬호, 도진선, 안성수, 이진기
 안진, 권태규, 여광동, 차선영