

이산화탄소 방출사고 대비

CO₂소화설비 점검요령 및 방출시 대처방안

2008. 9.



소방방재청
National Emergency Management Agency
(소방제도과)

- 이산화탄소 방출사고 대비 -

CO₂소화설비 점검요령 및 방출시 대처방안

‘08. 09. 13 논산시 소재 금강대학교 지하 전기실의 변압기 화재로 CO₂소화설비가 작동되어 사상자 2명이 발생함에 따라 점검요령 및 방출시 대처방안에 대한 이해도 제고로 유사사고 미연 방지하고자 함.

1. 이산화탄소 방출 주요 사고사례

가. 금호미술관 방출사고

(1) 개요

2001. 5. 28(월) 17:17 ~ 17:32(15분간) 종로구 사간동 소재 금호미술관에서 비화재보(수동기동장치 조작)에 의한 CO₂ 소화설비의 동작으로 2층 전시실내 CO₂ 가 방출되어 내부에서 관람중이던 어린이·보호자 등이 제때 거실 밖으로 대피하지 못하여 질식한 사고임.

(2) 피해상황

○ 인명피해 : 59명 (어른 27명, 어린이 32명)

- 중상 1명, 경상 54명, 귀가조치 4명

[중상자 女 5세 000 → 놀이기구에서 급히 대피 중 떨어짐]

○ 재산피해 → 부동산 피해 2백만원(유리창 등 파손)

나. 금강대학교 방출사고

(1) 개요

2008. 9. 13(토) 06:34경 논산시 상월면 대명리 금강대학교 지하 전기실의 변압기 화재로 CO₂ 소화설비가 동작되어 금강대학교 직원 2명이 질식한 사고임.

(2) 피해상황

- 인명피해 : 1명 사망, 1명 중태
- 재산피해 : 화재조사 진행 중

다. 기타 오작동으로 인한 가스 약제 방출 사례

- (1) 제3자의 수동조작함 조작
- (2) 점검 시 솔레노이드밸브 분리 및 체결 시 작동
- (3) 보수공사 시 회로 오결선으로 인한 사고
- (4) 제어반에서 조작 미흡으로 인한 방출
- (5) 수동조작함 내 빗물의 침투로 인한 방출
- (6) 솔레노이드밸브 결함으로 인한 방출
- (7) 솔레노이드 밸브 완전 미 복구 시 약간의 충격으로 개방된 사례
- (8) 점검 후 연기감지기의 잔류 스프레이로 인한 동작 방출
- (9) 방역소독 시 감지기의 오동작으로 인한 방출



<가스 저장용기 및 기동용기 방출 사례>

2. CO₂소화설비 개요

가. 이산화탄소소화설비란

이산화탄소소화설비는 질식 및 냉각효과에 의한 소화를 목적으로 이산화탄소를 일정한 고압 용기에 저장해 두었다가 화재 시 수동 또는 자동으로 분사하도록 한 고정식 또는 이동식 소화설비임.

나. 적용 및 비적용 대상

(1) 적용대상

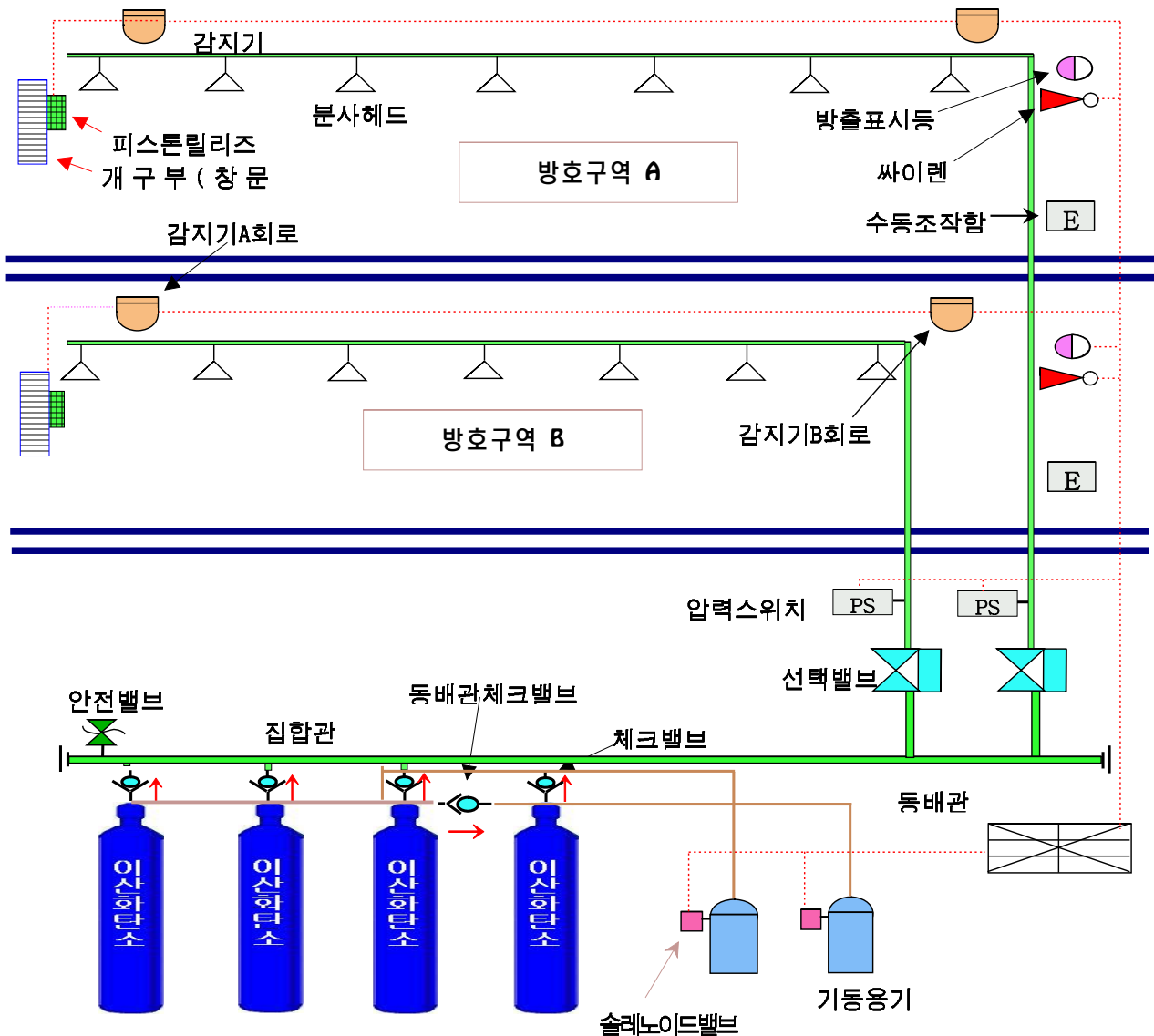
- ① 인화성액체
- ② 변압기 · 스위치 · 회로차단기 · 발전기 등의 전기설비
- ③ 고체위험물
- ④ 일반가연물

(2) 비적용대상(방출헤드 설치제외대상, NFSC106 제11조)

- ① 방재실 · 제어실 등 사람이 상시 근무하는 장소

- ② 니트로셀룰로오스, 셀룰로이드 제품 등 자기연소성 물질을 저장·취급하는 장소
- ③ 나트륨 및 칼륨 등 활성 금속 물질을 저장·취급하는 장소
- ④ 전시장 등의 관람을 위하여 다수인이 출입·통행하는 통로 및 전시실 등

다. 계통도[전역방출방식(가스압력개방식)]



3. CO₂의 성상 및 인체위험성

가. CO₂의 성상

- ① 무색, 무취, 무독성 가스
- ② 비중은 1.529, 밀도는 1.976g/ℓ, 승화점은 -78.5℃
- ③ 20℃에서 50기압으로 압축하면 무색의 액체가 된다(임계점 31.35℃)

④ 질식 및 냉각소화효과

- 표준설계농도 : 34%(산소농도를 21%→15%로 낮춤)
- 액체탄산방출온도 : -83℃

⑤ 기체팽창률(액체에서 기화 시 체적비는 539배) 및 기화잠열이 크다

⑥ 자체증기압이 높다(증기압 60kg/cm² at 20℃)

나. 소화약제로서 CO₂ 특성

(1) 질식소화가 주체이며, 줄뜸순효과에 의한 냉각효과가 부수적인 소화효과임

(2) 장 · 단점

장점	단점
① 약제 잔존물이 없음 ② 방사 체적이 큰 관계로 기화잠열로 냉각작용이 큼 ③ 전기에 대해 비전도성으로 C급 화재에 매우 효과적 ④ 공기보다 비중(1.53)이 크며 가스상태로 심부까지 침투가 용이 ⑤ 약제 수명이 반영구적이며 가격이 저렴	① 질식의 위험이 있어 용도에 따라 사용 제한 ② 시스템에 사용하는 배관, 밸브 등이 고압설비 ③ 기화 시 온도가 급랭하여 동결의 위험이 있는 관계로 정밀기기에 손상우려 ④ 방사 시 소음이 매우 심하며 드라이아이스 생성으로 시야 장애 ⑤ 대표적인 온실가스로서 GWP(지구온난화 지수)가 제일 높은 물질임

다. 인체에 대한 CO₂ 위험성

(1) 방사후의 산소농도가 14~16%로 저하되면서 질식의 위험과 이산화탄소 농도가 증가함에 따라 아래와 같은 생리적 위험성이 있다.

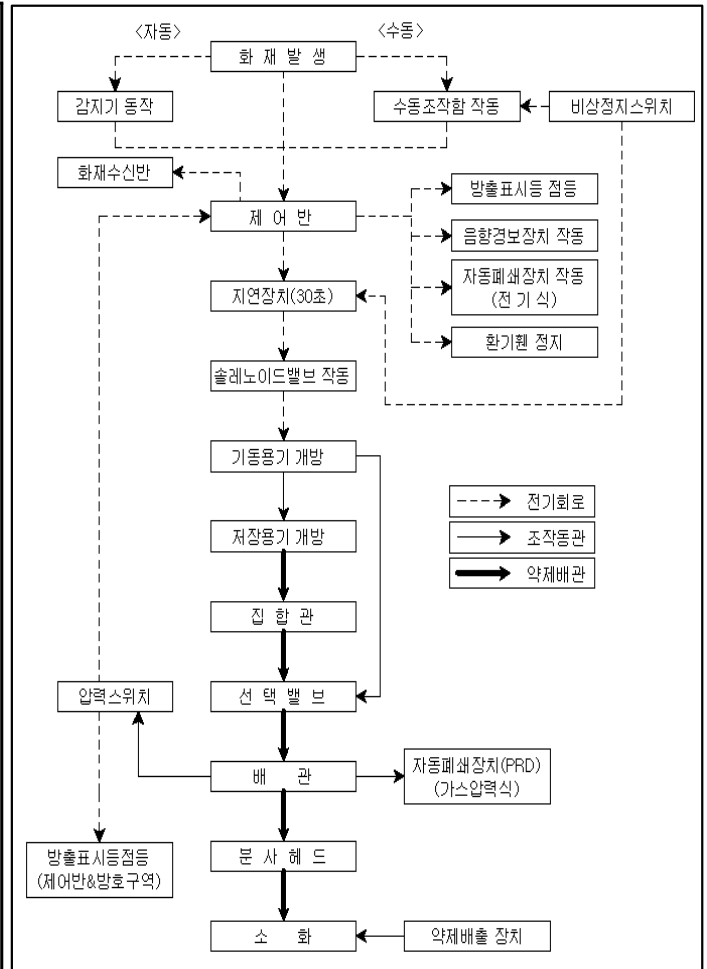
공기중의 CO ₂ 농도	인체에 미치는 영향
2 %	불쾌감이 있다
4 %	눈의 자극, 두통, 귀울림, 현기증, 혈압상승
8 %	호흡 곤란
9 %	구토, 감정 둔화
10 %	시력장애, 1분 이내 의식상실, 장기간 노출시 사망
20 %	중추신경 마비, 단시간 내 사망

<이산화탄소 농도와 생리적 반응>

(2) 액화탄산가스가 기화하면서 -83℃까지 하강하면서 동상의 위험이 있다.

4. 이산화탄소 소화설비 작동순서

1. 화재 발생
2. 감지기 1개(1회로)가 작동 : 사이렌 작동
3. 감지기가 2개회로(교차회로) 감지, 수동 조작함 조작스위치 또는 제어반 수동 작동
4. 제어반에서 화재표시등, 지구표시등이 점등 및 대피 피난방송
5. 제어반 지연타이머 작동
6. 지연시간 이후 솔레노이드밸브 작동
7. 기동용기 가스 방출
8. 기동용기의 가스가 동관으로 이동하여
 - 해당 방호구역의 선택밸브 개방
 - 저장용기밸브 개방
 - 피스톤릴리즈 작동
9. 압력스위치 작동 및 방출표시등 점등
10. 헤드로 소화가스 방출



<작동 다이어그램>

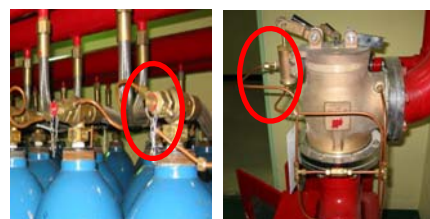
5. 이산화탄소소화설비 점검 · 유지관리 방법

가. 점검 전 안전조치 사항

- (1) 제어반의 솔레노이드밸브 연동정지
- (2) 저장용기, 선택밸브에 연결된 조작동관 분리
- (3) 솔레노이드밸브에 안전핀 체결 후 분리, 안전핀 제거 후 작동가능상태로 전환



솔레노이드밸브 연동장치



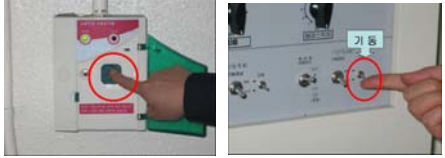
조작동관 분리



안전핀 체결 후 분리

나. 점검방법(가스압력개방식의 경우)

1) 기동용기의 솔레노이드밸브 작동시험

○ 기동용기와 솔레노이드밸브 분리	 <기동용기와 솔레노이드밸브 분리 모습>
○ 작동시험 실시 (1) 수동조작함의 기동스위치 작동 (2) 감지기 교차회로(2개회로 이상) 작동 (3) 제어반에서 솔레노이드밸브 기동스위치 작동 (4) 제어반에서 감지기 교차회로 동작	 <수동조작에 의한 작동시험 모습>
○ 작동상태 확인 (1) 화재경보(사이렌)가 나오는지 확인한다. (2) 해당 방호구역의 기동용기 솔레노이드밸브가 작동하여 공기가 튀어 나오는지 확인 (3) 제어반에서 화재표시등, 지구표시등이 점등 여부 확인	 <솔레노이드밸브 작동 모습>

2) 방출표시등 점등시험

(1) 압력스위치의 점검핀을 뽑아 올림 (2) 해당 방호구역의 출입구 문 밖에 설치된 방출표시등, 수동조작함의 방출표시등, 수신반의 방출표시창 점등여부 확인 (3) 압력스위치의 점검핀을 눌러 원상태로 복구	 <방출표시등 작동 및 복구 모습>
--	---

다. 복구방법

(1) 제어반 복구스위치 복구 및 연동스위치 정지 (2) 기동용기의 솔레노이드밸브 공기를 눌러서 원래의 상태로 복구 (3) 솔레노이드밸브를 기동용기 장착 (4) 안전핀 분리 (5) 조작동관 재결합	 <솔레노이드밸브 복구 모습>
---	--

6. 이산화탄소 방출 시 대처방안

가. 감지기 등 설비작동 후 소화약제 방출 전

- (1) 방호구역 외 안전한곳으로 대피
- (2) 관계인을 포함하여 방호구역 내 출입 금지
- (3) 방호구역 내 재실자가 있는 경우 비상정지스위치(일명 'abort S/W') 작동

나. 소화약제 방출 후

- (1) 배출설비(배기팬) 작동 및 안전한 장소에 약제 방출

지하층, 무창층 및 밀폐된 거실 등에 이산화탄소소화설비를 설치한 경우에는 소화약제의농도를 희석시키기 위한 배출설비를 갖추어야 함.
(이산화탄소소화설비 화재안전기준 제16조)

- (2) 일정량 이상 배기 후 출입구 개방
- (3) 이산화탄소 농도측정 후 방호구역 내 진입
- (4) 기동용 및 저장용 가스용기 교환
- (5) 선택밸브 및 제어반 등 작동설비 복구