

CO₂ 소화설비 구성부품 성능시험보고

(The Report on Test Results of CO₂ Fire Extinguishing System)

김기욱, 이찬주, 안병호 / 소화시험실

- ABSTRACT -

This report is explained about test results of carbon dioxide extinguishing system components and package type system (Kits) for automatic fire extinguishing system.

A carbon dioxide system may be used to protect one or more hazards or groups of hazards by means of directional valves. Package system shall be installed to protect hazards within the limitations.

The testing program was progressed by three items, external appearance test, performance test and Total Flooding Fire Extinguishing System test.

The object of this report is present the problem which apperar from the analysis of test results.

1. 시작하는 말

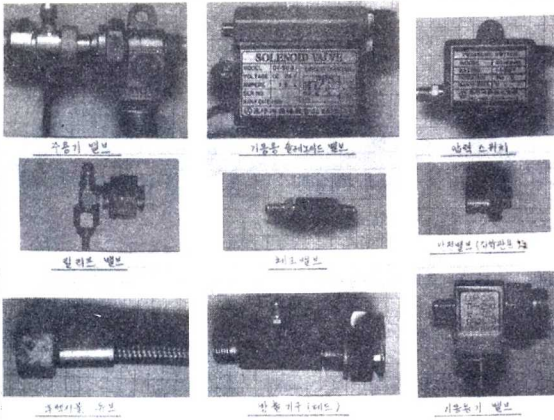
전기실, 통신기기실 및 전산기기실 등의 특수장소에 설치되는 가스계 소화설비 중 소규모의 방호대상물에 설치하는 패키지형 CO₂소화설비 및 전역방출방식용 구성부품에 대하여 관련시험 방법에 따른 기계적 성능시험을 실시하여 설비구성부품에 대한 작동상의 문제점 및 제성능을 분석, 검토하였다.

2. 시험체

국내에서 사용되고 있는 CO₂ 패키지 타입 1조와 CO₂ 소화설비(고정식의 전역방출방식)의 일부부품을

시험체로 선정하여 시험하였다.

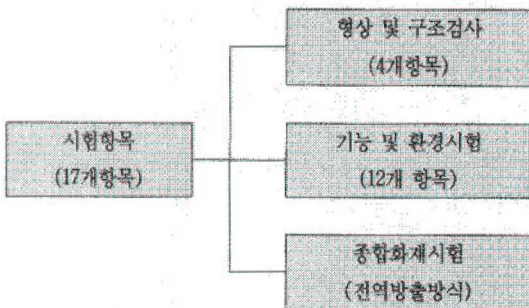
구분	분류 기호	품 명	수량	비 고	
가		CO ₂ 패키지 타입	1조		
나	A	주용기 밸브	1		
	B	기동용 솔레노이드 밸브	1		
	C	압력 스위치	1		
	D	안전 장치	1. 릴리프 밸브	1	기동용기
			2. 체크 밸브	1	PILOT GAS
			3. 안전 밸브	1	집합관
	E	후레스블 튜브	1		
F	방출기구(헤드)	1			
G	기동용기 밸브	1			



3. 시험기준 및 방법

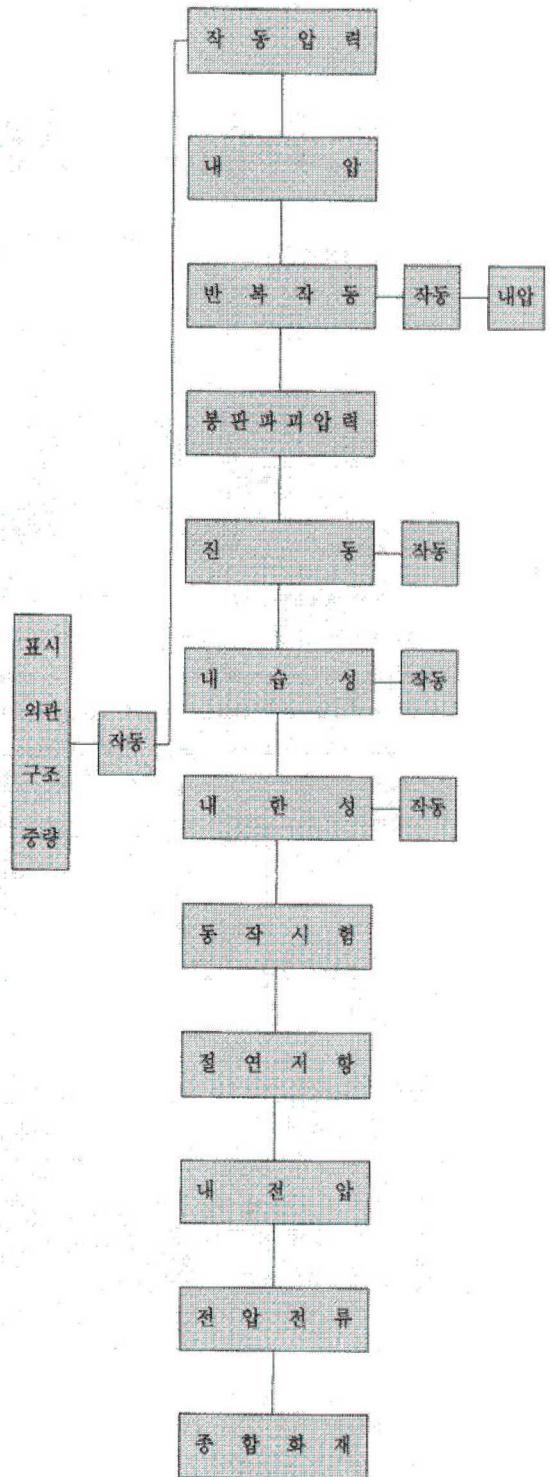
가. 시험기준 및 항목

UL-standard 1058(Halogenated Extinguishing System units) 및 KS B 6214(고압가스 용기용 벨브) 등의 관련시험 내용을 참고로 하여 FILK Standard-가스제 소화설비 인증시험기준(안)에 따른 시험항목을 활용하여 시험을 실시하였으며, 제품종류에 따른 관계도면 검토와 재질분석 등을 제외한 기타 시험항목에 대하여, 시험체의 외형적인 상태를 검사하는 「형상 및 구조검사」와 시험체의 주요성능을 검사하는 「기능 및 환경시험」 및 「종합화재시험」으로 나누어 실시하였다.



나. 시험방법

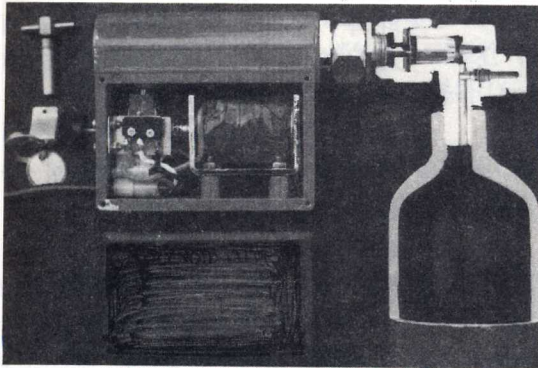
시험항목에 따른 시험체의 수량은 1개씩으로 하였고, 시험절차 등의 결정은 FILK-Standard-가스제



소화설비 인증시험기준(안)의 시험방법을 활용하였으며, 7개의 시험체에 대한 주요시험 내용을 요약하여 보면 다음과 같다.

(1) 형상 및 구조검사

「형상 및 구조검사」는 시험체의 형상 및 구조와 관련된 표시, 외관, 구조 및 중량측정으로 나누어져 있으며, 시험체의 규격에 따른 표시내용 및 상태, 시험체의 조립상태, 외적인손상여부, 육안에 의한 외형적인 상태 및 결합 등 주로 시험체 자체에 대한 외적인 상태를 중심으로 검사한다.



(기동용기 및 슬레노이드 밸브)

(2) 작동시험

시험체를 작동원(정격압력, 정격전압)에 연결하여 작동시험을 5회 실시한다.

시험체는 손상, 기능저하 등이 없어야하며 정상적으로 작동해야 한다.

(가) 주용기 밸브

시험체를 작동원에 연결하여 시험체의 1차측(용기 조립부)에 상용압력(수압 53kgf/cm²)을 가하여 놓고, 작동장치를 자동(가스압) 또는 수동으로 밸브를 작동(불판파괴)시킨다.

(나) 안전장치

① 릴리프 밸브

시험체를 작동시험장치에 연결하여 한쪽을 폐쇄하고 압력(공기압, 수압)을 서서히 가하여 시험체가 정상적으로 작동하였을때의 작동상태를 시험한다.

② 체크 밸브

시험체를 작동시험장치에 체크방향으로 연결하여 압력(공기압, 수압)을 서서히 가하여 시험체가 작동하였을때의 작동상태와 시험체를 체크 반대방향으로 설치하여 놓고 작동시켰을때의 작동상태를 시험한다.

(3) 작동압력시험

시험체를 시험장치에 연결한 후 분당 0.5kgf/cm²이하의 압력상승률로 압력상승시 및 감압시 작동압력을 측정한다.

시험체는 정격 또는 지시된 압력의 +5% 이내에서 작동되어야 한다.

(가) 주용기 밸브

시험체를 시험장치에 연결하여 1차측에 상용압력(수압 53kgf/cm²)을 가하여 놓고, 작동장치에 압력(공기압)을 가하여 밸브가 작동하는 압력을 측정한다.

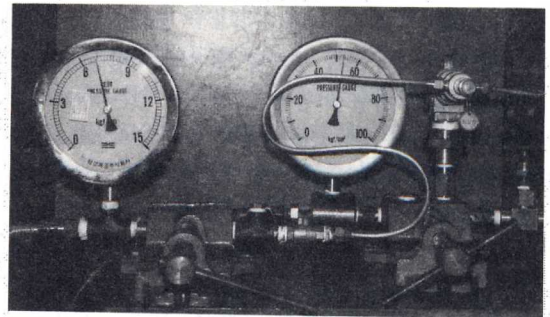
(나) 안전장치

① 릴리프 밸브

시험체를 작동시험장치에 연결하여 한쪽을 폐쇄하고 압력(공기압)을 서서히 가하여 시험체가 작동(배출구의 막힘상태)하였을때의 압력을 측정한다.

② 체크밸브

시험체를 작동시험장치에 체크방향(정상상태)으로 연결하여 압력(공기압, 수압)을 서서히 가하여 시험체가 작동하였을때의 작동압력을 측정한다.



(주용기 밸브)

(4) 내압시험

시험체를 내압시험장치에 설치한 후 분당 20kg/cm² 이하의 비율로 작동 압력의 4배의 정수압력(또는 시험압력)을 가하여 1분동안 유지한다.

단, 릴리프 밸브(Relief Valve=안전장치)에 의해 보호되지 않은 설비에서는 21°C에서 최대작동압력의 8배까지 가한다.

시험체는 균열, 탈락 및 눈에 보이는 누수, 국부적으로 뚜렷한 부풀어오름 등의 기타 이상이 없어야 하며, (영구변형, 파손) 1분간 경과된 후 압력이 1kgf/cm² 이상 저하되지 않아야 한다.

(가) 주유키밸브

밸브본체(밸브본체의 안전장치 및 파괴되는 파괴판 등을 포함)에는 밸브, 안전봉판 등을 부착한 후 개구부를 밀폐시키는 너트 등을 이용하여 밀폐된 상태로 물을 채우고 공기의 잔유가 없는 상태에서 내압시험압력수치(250kgf/cm², KS B 6262 탄산가스소화기 밸브몸통)로 수압력을 서서히 가한 후 가압원을 제거하고(밸브차단)1분간 유지한다.

(나) 압력스위치

시험체를 내압시험 장치에 설치한 후 물을 채우고 공기의 잔유가 없는 상태에서 내압시험 압력수치 - 고압식 가스계소화설비의 방출헤드의 방사압력 14kgf/cm²를 적용함 - 로 수압력을 서서히 가한 후 가압원을 제거하고 1분간 유지한다.

(다) 안전장치(3종)

안전장치의 개구부를 폐쇄한 후 내압시험장치에 설치하여 물을 채우고 공기의 잔유가 없는 상태에서 내압시험 압력수치 - 고압식 가스계소화 설비의 상용압인 53kgf/cm² - 로 수압력을 서서히 가한 후 가압원을 제거하고 1분간 유지한다.

(라) 후레스블 튜브

시험체의 개구부를 폐쇄한 후 내압시험장치에 설치하여 물을 채우고 공기의 잔유가 없는 상태에서 내압시험 압력수치 - 표시압력 수치인 95kgf/cm² - 로 수압력을 서서히 가한 후 가압원을 제거하고 1분간 유지한다.

(5) 반복작동시험

시험체를 반복시험장치에 설치하여 작동 및 복구

를 분당 10회 이하의 비율로 600회 실시한다. 이후 작동 및 내압시험을 실시한다. 시험체는 시험시 시험체의 손상, 기능저하등 기타 이상이 없어야 하며, 작동 및 내압시험의 성능에 적합하여야 한다.

(가) 주유키 밸브

시험체의 1차측(주유키와 연결된 곳)을 폐쇄하고 기동장치 연결부를 개방한 후 시험체의 2차측(가스가 방출되는 곳)에 작동압력을 가할 수 있는 장치를 반복시험장치에 설치하여 압력(공기, 질소)원으로 밸브의 완전개폐를 600회 실시한다.

(나) 기동용 솔레노이드 밸브

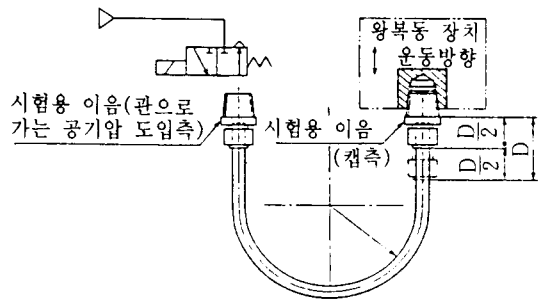
- ① 시험체를 반복시험장치에 설치하여 밸브의 복구 및 작동 - 정격사용전압 전류를 가함 - 을 분당 10회 이하의 비율로 600회 반복작동시험을 실시한다.
- ② 솔레노이드 밸브 카타핀의 성능(강도시험)을 확인하기 위하여 봉판파괴의 반복 작동시험을 50회 실시한다.

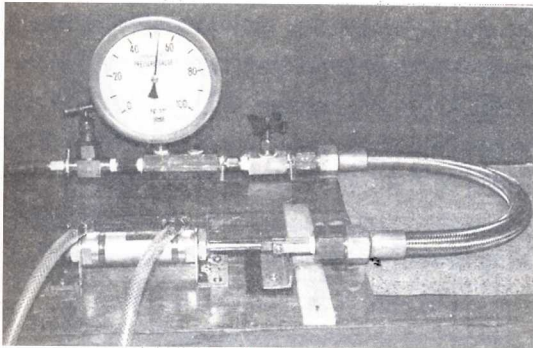
(다) 후레스블 튜브

시험체를 반복시험장치에 설치하고, 튜브의 내경에 따른 반경으로 (표 1-1) 굽힌 상태로하여 상용압력(53kgf/cm²)을 가하고, 시험체의 한쪽을 고정시키고, 튜브지름과 동일한 길이로 움직일 수 있도록 설치한 후 분당 10회 이하의 비율로 시험체를 20,000회 반복 작동시험을 실시한 후 내압시험을 실시한다.

표 1-1 튜브의 내경에 따른 반경(R)

튜브의 내경지름(φ)		반 경(R)	
inch	mm	inch	mm
3/8	9.5	5	127
1/2	12.7	6	152
3/4	19.1	8	203
1	25.4	10	254





〈후렉시블 튜브〉

(6) 봉판파괴시험(봉판식 안전장치의 작동시험)

시험체를 내압시험장치에 설치한 후 분당 20kgf/cm²의 압력상승율로 파괴압력의 85%에서 30초간 유지후 분당 7kgf/cm²이하의 압력상승률로 봉판(Disc)이 파괴될때까지 압력을 가한다.

- ① 안전장치에 물을 가득 채우고, 온도 60°C ± 5°C의 수조에 5분간 담근 상태에서 시험을 실시한다.
- ② 가압펌프로 적선적으로 가압하여 안전장치 봉판파괴 압력을 측정한다.
- ③ 시험압력의 평균 가압속도는 7kgf/cm²/sec 이하로 한다.

다만, 안전장치 작동압력의 하한치가 50 kgf/cm² 미만의 것이 있을때는 평균 가압속도를 3kgf/cm²/sec 이하로 한다.

시험체는 이산화탄소 소화설비의 저압식 저장용기 이외의 용기 등에 설치하는 안전장치는 하한 180kgf/cm², 상한 250kgf/cm²의 범위내에서 작동되어야 한다.

배관에 설치하는 안전장치는 고압식의 것은 170~200kgf/cm² 범위내에서 작동되어야 한다.

(7) 진동시험

시험체를 진동시험장치에 설치하여 전진폭 2.0mm, 진동수 10~60Hz의 정현파형 진동을 5시간 가한다. 이후 작동시험을 실시한다.

시험체는 진동시험 후 나사부의 헐거움, 이탈 등의 이상이 없어야 하고 작동시험의 성능에 적합해야 한다.

(8) 내습성 시험

시험체를 주위온도 40 ± 2°C, 상대습도 90~95%의 환경에서 48시간 유지후 상온에서 1~2시간 방치한다.

- 이후 동작시험, 절연저항, 내전압시험을 한다.
- 가. 동작시험 성능에 적합해야 한다.
 - 나. 절연저항이 5MΩ 이상이어야 한다.
 - 다. 내전압시험 성능에 적합해야 한다.

(9) 내한성 시험(저온시험)

시험체를 -25 ± 3°C의 항온조에 72시간 유지하고 상온상태에서 1~2시간 방치한 후 작동시험, 절연저항, 내전압시험을 한다.

최소저상온도에서 권장 최대급힘각으로 24Hr 유지한 후 내압시험을 실시한다.(Flexible Tube)

- 가. 동작시험 성능에 적합해야 한다.
- 나. 절연저항이 5MΩ 이상이어야 한다.
- 다. 내전압시험 성능에 적합해야 한다.
- 라. 손상, 균열이 없어야 하고 내압시험 성능에 적합해야 한다.(Flexible Tube)

(10) 동작시험

시험체 정격전압의 85~110%의 범위에서 임의의 6POINT의 전압을 가하여 작동시험을 실시한다.

시험체는 정격전압의 85~110% 사이에서 정상작동 하여야 한다. (표시된 작동압력의 ±5%이내에서 정상작동 해야한다.)

(11) 절연저항 시험

KSC 1301(발전기식 절연저항계), 1302(전기식 절연저항계)에서 정한 500V DC 절연저항계로 다음부분의 절연저항을 측정한다.

- 가. 절연된 단자사이
- 나. 절연된 단자와 금속제 외함사이
- 다. 코일과 비충전 금속부사이

기동용 솔레노이드는 절연저항이 20MΩ 이상이어야 하며, 압력스위치는 절연저항이 5MΩ 이상이어야 한다.

(12) 내전압시험(절연내력)

(가) 압력스위치

시험체의 다음부분에 시험전압을 1분간 가한다.

- ① 절연된 단자사이
- ② 절연된 단자와 금속제 외함사이
- ③ 사용정격전압이 가변인 경우 그중 높은 사용정격전압을 시험 전압 기준으로 한다.

구 분	시 험 전 압 (V)	비 고
사용정격전압 50V이하	500+사용정격전압×2	AC60Hz
사용정격전압 50V초과	1000+사용정격전압×2	AC60Hz

시험체의 누설전류는 2mA이하 이어야하며 절연과 피현상이 없어야 한다.

(나) 기동용 솔레노이드

시험체의 코일과 비충전 금속부 사이에 시험전압을 1분간 가한다.

시험체는 절연과피현상이 없어야 한다.

정 격 전 압	시 험 전 압
30V 이하	500V
30V초과 60V이하	1000V
60V초과 300V이하	1500V

(13) 전압전류 시험

(가) 소비전력 시험

솔레노이드 코일에 정격전압을 가했을때 여자전류, 코일저항을 측정하여 소비전력을 측정한다.

※ 소비전력=정격전압×여자전류, (정격전압)²/코일저항

측정치는 사양서 값을 초과해서는 안된다.

(나) 시동전류시험

가동철심을 정격행정의 위치로 유지하고 정격전압을 가했을때의 여자전류를 측정한다.

측정치는 정해진 값을 초과해서는 안된다.

(14) 종합화재시험

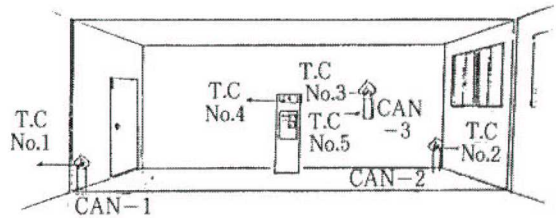
시험체에 대해 (제조사사양) 산정된 최대방호 체적내에 제시된 방법으로 설비를 설치(노즐, 노즐위치, 횡팅수, 배관경, 배관길이, 노즐 설계압력 등)한

후 실의 4구석에서 5cm 떨어지고 바닥에서 30cm 높이에 직경 7.5cm, 높이 10cm인 연료캔을 설치한다.

캔(CAN)은 N-Heptane 또는 N-Heptane과 물을 채우며 최소 2inch 깊이의 N-헵탄을 채우고 점화후 30초간 자연연소한 후 설비를 작동시킨다.

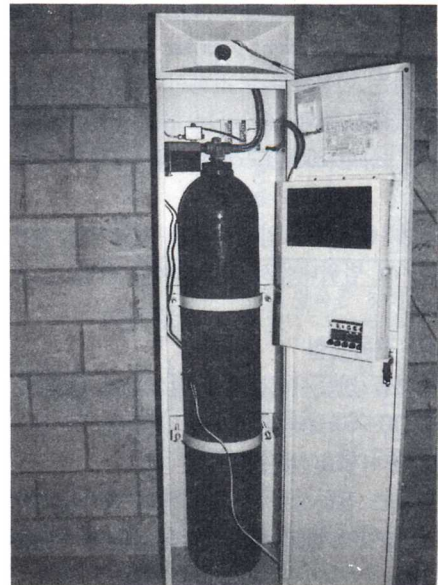
시험체는 소화물이 전구역에 골고루 분산되어야 하며, 설비의 방사후 1분이내에 소화를 해야한다.

(가) 시험실 및 T.C/CAN 배치도

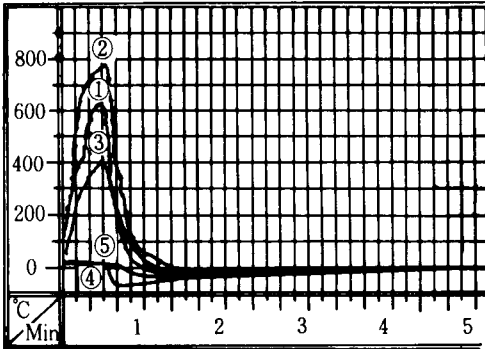


<시험실 및 T.C/CAN 배치도>

- (1) 시험체 : CO₂ Package Type 1조(1명 : 46kgf)
 - (2) 시험실 체적 : 44.37(m³)
 - (3) 시험연료 : N-Heptan
 - (4) 온도센서 : K-type. 5개(번호참조)
- (나) 시험용 CO₂ Package 설비 설치상태



(다) 시험결과 곡선



- ① Can Left(NO.1)
- ② Can Right(NO.2)
- ③ Can Center(NO.3)
- ④ Gas Temp.(NO.4)
- ⑤ Room Temp.(NO.5)

험 및 봉판파괴시험의 경우에는 모든 시험체가 시험 기준에 적합한 것으로 나타나 부품의 작동에 따른 강도분야에서의 결함은 없는 것으로 나타났다.

다만, 진동시험에서 기동용 슬레노이드 밸브의 수동 작동용 노브가 시험중에 이탈되어 수동작동에 따른 오동작의 우려가 있으므로 수동작동용 노브의 구조에 따른 문제점을 보완할 필요가 있는 것으로 나타난다.

(4) 환경시험 분야

가스계 소화설비가 설치되는 장소의 주위여건에 따라 변하는 환경시험을 위한 내습성시험 내한성시험에서 시험체 모두가 시험기준에 적합하여 제품의 사용에 따른 환경시험분야의 결함은 없는 것으로 나타났다으나 지속적인 환경시험을 통하여 각종 환경여건 변화에 적합할 수 있도록 하여야 하겠음.

(5) 종합화재시험 분야

시험용 CO₂용기내의 CO₂량을 측정하여 가솔린화재(가상화재)발생에 따른 방호대상물의 공간을 설정한 후 상기 각항의 시험을 실시한 패키지형 CO₂소화설비의 구성부품을 방호대상물에 설치하여 종합화재시험을 실시한 결과 각 구성부품이 제성능을 다하여 정상작동 하였으며, CO₂ 가스 방출 후 10초이내에 가솔린화재(가상화재)가 완전히 진압되어 각 구성부품의 제성능에는 이상이 없는 것으로 나타났다.

그러나 방출기구(헤드)직근의 온도는 -75℃, 시험실 내부의 온도는 -32℃까지 내려가는 것으로 나타났다. 이에 따라 방호구역내의 CO₂방사로 인한 급격한 온도 변화등에 따른 철저한 대비와 주변기기에 대한 충분한 고려가 있어야 할 것으로 나타났다.

4. 결과 및 분석

(1) 형상 및 구조검사

표시, 외관, 구조 및 중량 등 제품의 외형적인 상태를 검사하는 형상 및 구조검사에 있어서 대부분의 시험체가 기준에 적합한 것으로 나타났으나 구조 및 표시검사서 일부 부적합한 시험체가 있었으며, 특히 릴리프밸브 및 후레스블 튜브, 방출기구에는 제품 사양에 대한 아무런 표시가 되어 있지 않았고 역지밸브 및 봉판식 안전장치에는 작동압력이 명시되어 있지 않아 설계 및 설치, 유지관리에 문제점이 발생할 우려가 있는 것으로 나타났다.

(2) 작동시험 분야

설비부품의 실제작동상태를 검사하는 작동 및 작동압력 시험에서는 각시험체의 작동상태가 양호한 것으로 나타났으나, 역지밸브의 경우에는 작동에 필요한 정격 작동압력이 높은 것으로 나타나 과도한 압력손실에 의하여 기동용가스가 제성능을 다하지 못할 우려가 있음.

(3) 강도시험 분야

제품의 내적강도를 측정하는 내압시험 반복작동시

5. 끝맺는 말

특수장소에 설치하는 이산화탄소 소화설비의 패키지형 1조와 전역방출방식용 구성부품 일부를 시험체로 선정하여 관련시험기준에 의거 제성능을 시험한 결과 시험체의 대부분이 시험기준에 적합한 것으로 나타났으나, 일부 시험체가 형상 및 구조검사, 작동시험, 강도시험 및 전기적 특성시험에서 문제점이 도

출되어 제품의 부분적인 보완이 요구되고 있는 것으로 나타남.

특히, 금번 가스계소화설비에 대한 성능시험연구의 경우에는 시험체의 수량이 절대적으로 부족하여 27개의 시험항목중 17개의 시험항목만을 선정하여 실시한 관계로 가스계 소화설비 전반에 걸친 구성부품

의 문제점은 도출할 수 없었으나 본 시험연구를 통하여 나타난 일부 문제점이 보완될 수 있도록 하여야 하겠으며, 가스계소화설비의 정상적인 작동을 위하여 제조업체와의 지속적인 협의 시험연구 및 기술 검토를 아끼지 말아야 하겠다.

언제 방화제품의 성능 시험이 필요한가?

기술 개발	신제품, 재료에 대한 품질과 성능을 시험·평가하고자 할 때.
해외 수출	해외규격 및 발주기관 기준의 적합 여부를 판정하고자 할 때.
설비 보수	설치된 제품의 법령적합 여부 또는 성능유지 상태를 시험하고자 할 때.
물품 검수	KS등 국내·외 관련기준의 적합 여부 등을 판단하고자 할 때.
보험요율 적용	화재위험도 판정 등으로 보험요율을 유리하게 적용하고자 할 때.
기 타	기타 방화제품 등에 대한 성능시험이 필요할 때.