

소방용 합성수지 배관재 CPVC

전 성 혁

한국케미칼주식회사 품질보증부장

1. 서 론

선진국에서는 수십 년 전부터 건축수명보다 길고 반영구적인 배관소재인 CPVC를 소방용 배관소재로 사용하고 있는데 우리나라에서는 소방용 배관자재를 주 성분 Fe(철)인 탄소강관을 사용토록 하고 있는데 탄소강관의 단점은 물속 또는 대기중의 산소와 결합하면 산화철(Fe₂O₃)이 발생하여 그 녹이 배관의 내부구경을 좁게하고 또 지하에 매설하면 도체성 문제로 전위부식 등이 유발하여 배관시설한지 몇 년도 되지 않아 누수가 발생하는 단점으로 인해 대부분의 건축에 설치된 소방용 배관에 습식이 아니고 건식으로 사용하기 때문에 화재가 발생하였을 경우 물이 즉시 통수되지 않아 초기에 진압이 불가능하여 대형화재사고로 연결되는 경우가 허다합니다.

따라서 국내에서 심각하게 대두되고 있는 기존 소방 배관들의 문제점인 녹물발생, 부식 및 스케일 발생등을 유일하게 해결할 수 있으며, 시공방법의 간편화로 높은 경제성을 유지하며, 설치 후 반영구적으로 사용할 수 있는 새로운 소방용 배관재인 신소재 CPVC에 대하여 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 CPVC의 구조

- 1) 화학명 : Chlorinated Poly vinyl Chloride
- 2) 분자식 : -(CHCl-CHCl)-n
- 3) 백색분말, 난연성, 내약품성, 전기절연성이 양호하다.
- 4) PVC에 비하여 연화점이 30~50°C 높기 때문에 열적 특성이 우수하다.
- 5) PVC에 비하여 내후성, 내식성, 내약품성 등이 우수하다.

2.2 CPVC의 개요

- 1) 내고온, 내고압성이 우수하며, 열보존력 및 방음 효과가 뛰어남.
- 2) 우수한 내연성을 가진다.
- 3) 본드접착식으로 간편한 시공으로 높은 경제성 유지
- 4) 타 금속배관에 비해 중량이 가볍다.
- 5) 반영구적인 수명으로 건축물 수명보다 길다.

2.3 CPVC의 특성

1) 자기소화성

CPVC가 연소하려면 현재 지구상에 함유된 공기중의 산소량보다 훨씬 많은 양의 산소가 필요하므로 자체적으로 절대 타지 않고 화염범위가 좁으며 또 불꽃이 적게 퍼져 연기가 적게 발생한다.

재 료	L.O.I
CPVC	60
면	16-17
PE	17
PP	18
PS	18
PB	18
자작나무	20

한계산소율(L.O.I) (산소함유량: 지구대기중의 21%)

2) 뛰어난 열보존력

열전도율이 낮아 열손실량이 감소하고, 일정한 공정 온도를 유지하며 응축을 방지하여 벽구조물의 손상을 방지한다.

품종별 열전도성 비교표

재료별	열전도성(Btu/h/SF°F/in)
CPVC	1.0
동 관	2,616.0

† E-mail: korchem@korchem.co.kr

품종별 열전도성 비교표(계속)

재료별	열전도성(Btu/h/SF°F/in)
주철관	360.0
강 관	312.0
콘크리트	6.5
벽 돌	4.8
PVC	1.3

3) 월등한 유체흐름

유체가 배관을 통해 흐를 때 흐름속도 및 배관의 상태, 파이프의 크기 및 파이프 내부의 표면상태등에 따라 유체의 압력이 떨어진다.

하지만 CPVC는 내식성 및 내마모성이 우수하여 내부에 스케일(scale)이나 부식이 형성되지 않아 수십년 이상 사용해도 타배관재보다 유속의 변화가 거의 없다.

재질별 유체흐름계수

재 질	C Factor(유체흐름계수)
CPVC	150
동관, 주철관, 강관(New)	130~140
목 재	120
석 조	120
유리질	110
주철관(4~12년)	120
벽 돌	100
주철관(13~20년)	100

재질별 Head Loss

배관길이: 30.5M, I.D: 1 inch

재질	유량(Q)				
	3.785	18.925	37.85	75.7	189.25
CPVC	0.10	1.94	6.99	25.24	137.74
강관, 주철관, 동관(New)	0.13	2.52	9.11	32.90	179.54
강 관(old)	0.14	2.71	9.80	35.38	193.07
주철관(4~12년)	0.15	2.93	10.57	38.16	208.23
아연도강관(New)	0.17	3.44	12.42	44.83	244.64
주철관(13~20년)	0.21	4.10	14.81	53.48	291.86

상기와 같이 CPVC는 타배관재에 비해 C Factor계수가 높아 물의 흐름이 원활하고, 특히 설치이후의 계수변화가 없으며, steel재질의 경우 시간이 경과하면 부식등의 원인으로 계수가 감소하므로 배관교체공사를

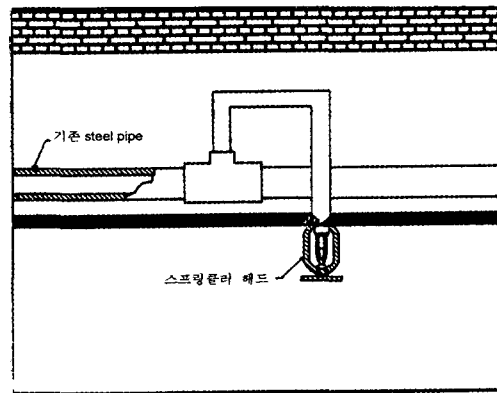
해야하는 등 비경제적이다.

4) 간편한 시공 및 높은 경제성

CPVC는 본드결합방식이므로 좁은 공간에서도 쉽게 배관 할 수 있으며 또 금속제품과는 달리 전혀 부식이나 스케일이 발생하지 않아 설치 후 유지보수 비용이 불필요하며, 또 녹물이 발생되지 않으므로 스프링클러 헤드 구멍을 막지 않아 반영구적으로 사용 가능한 배관재이다.

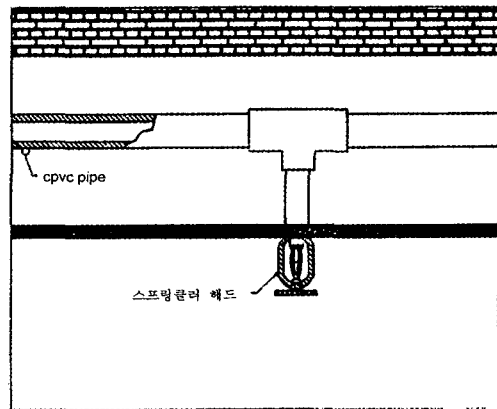
i) 소방용 스프링클러 배관방법

기존 steel관



녹물의 침전으로 스프링클러 헤드가 막힘에 따라 배관을 loop형으로 설치하여야 하는 비경제적인 배관방법이며, 주기적으로 잦은 청소 및 건물수명이 다 할 때 까지 여러번의 교체로 비용이 증가한다.

CPVC PIPE



부식 및 스케일이 발생하지 않으므로 간편한 시공과 자재비 절감으로 높은 경제성을 유지하고, 반영구적인 수명을 가진다.

ii) CPVC PIPE와 강관비교

구분		CPVC PIPE	강관
항목	성분	Chlorinated Poly vinyl Chloride	Fe가 주성분
내구성	부식	없음	탄소강관 : 2.26 mg/cm ² 아연백관 : 1.99 mg/cm ² (25°C에서 7일 측정)
	녹	없음	파이프 내외면 및 용접부위에서 발생
	스케일	없음	발생(물속 또는 대기중의 산소와 결합하여 산화철(Fe ₂ O ₃)이 발생하여 그 녹이 배관의 내부구경을 좁게함)
	수명	건축물 수명보다 길다	부식속도가 빨라 타배관에 비해 수명이 짧음
용접부위상태	본드접착식이므로 용접부위의 파괴 또는 변질이 없음	용접시 조직의 파괴 및 변질이 심함	
시공성	간편한 본드접착식이므로 시공이 용이하고 숙련공 불필요함	용접 또는 나사이음을 하기 때문에 숙련공을 필요로 하고 정밀성이 요구됨	
작업시간 및 공구	작업시간이 짧고 공구가 불필요함	작업시간이 길고 산소용접기, 밴딩기, 절단기등의 공구가 필요함	
특기사항	상기 기존제품에 대한 부식속도는 부산일보 심층취재에서 발췌(96. 10. 30)		

iii) CPVC PIPE와 PVC PIPE의 물성비교표

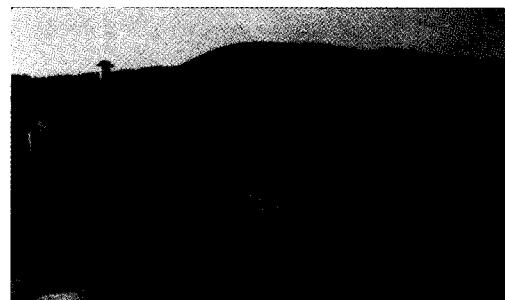
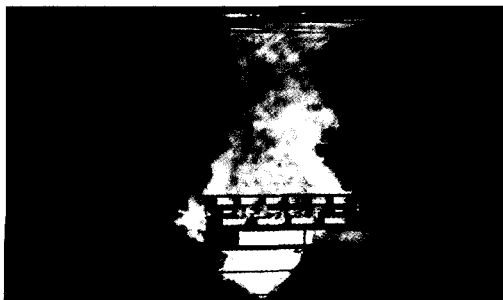
구분	CPVC PIPE	PVC PIPE	시험방법
항목	Chlorinated Poly vinyl Chloride	Poly Vinyl Chloride	
인장강도(kg/cm ²)	600	500	ASTM D-638
압축강도(kg/cm ²)	770	670	D-695
굴곡강도(kg/cm ²)	1060	890	D-790
비카트연화온도(°C)	117	80	D-1525
선 팽창계수(cm/cm/°C)	5.8×10 ⁻⁵	4.25×10 ⁻⁵	D-696
열변형 온도(18.6 kg/cm ²)	103	72	D-648
열전도성(kcal/h.m°C)	0.095	0.13	-
비열(cal/g/°C)	0.2-0.3	0.2-0.28	-
한계 산소율(L.O.I)	60	40	-

5) 안전성

CPVC는 스프링클러 및 옥내외소화전 설비를 위해 온도 및 압력순환시험, 또 고압에서 스프링클러 작동시험

i) 화재시험장면

(화염온도(890°C)에서 12분동안 압력 7~12 kg/cm² 유지) 등 기타 철저한 실험과 테스트에 의해 만들어졌으며, 이미 미국등 선진국에서는 국가규격화하여 소방설비에 유용하게 사용하고 있다.



ii) CPVC PIPE 압력기준(UL1821기준)

규격(inch)	외경(mm)	최소두께(mm)	상용압력(23°C)	파괴압력(23°C)	사용압력(23°C)
			Pressure Required for Test	Minimum Burst for Test	
3/4	26.67	1.98	47 kg/cm ²	70 kg/cm ²	23 kg/cm ²
1	33.40	2.46			
1-1/4	42.16	3.12			
1-1/2	48.26	3.58			
2	60.33	4.47			
비고	*) PIPE규격 : ASTM F 442 (SDR 13.5)				

iii) CPVC관련 국내의 국가규격 현황

구분	관련규격	제목
국내	Fi 인증규격(행정자치부고시)	소방용합성수지배관의 성능시험기술기준(한국소방검정공사)
국외 (미국)	UL 1821	Thermoplastic Sprinkler Pipe and Fittings Fire Protection Service
	FM 1635 (Factory Mutual Research)	Plastic Pipe and Fittings for Automatic Sprinkler System
	ASTM F 439	Socket-Type Chlorinated Poly Vinyl Chloride (CPVC) Plastic Pipe Fittings Schedules 80
	ASTM F 441	Chlorinated Poly Vinyl Chloride (CPVC) Plastic Pipe Schedules 40 and 80
	ASTM F 442	Chlorinated Poly Vinyl Chloride (CPVC) Plastic Pipe (SDR - PR)

iv) Fi 성능인정 시험기준(한국소방검정공사)

시험항목		부대설명
1	겉모양 및 형상	내·외면이 매끈하고 해로운 흠, 갈라짐, 비틀림등이 없을 것
2	인장강도시험(N/mm ²)	16 N/mm ² 이상
3	내압시험	60 kg/cm ² 하에서 1분동안 파손, 누수 현상이 없을 것
4	압력손실시험	160 이하
5	파괴시험	890(N)에서 5분간 견뎌후 60 kg/cm ² 하에서 파손, 누수현상이 없을 것
6	비틀림시험	-18°C 21°C 49°C 시험온도에서 24시간 방치후 배관의 최소구부림 반경의 75% 초과 하지 않을 것
7	수격시험	분당 10회의 비율로 0~최고사용압력(12 kg/cm ²)까지의 압력변동을 3000회 가하여 균열, 누수등이 생기지 아니하여야 하며 시험후 내압시험에서 균열, 누수등이 생기지 아니할 것
8	온도반복시험	3.5 kg/cm ² 의 수압력을 가한 상태에서 0~최고사용온도(49°C)까지 1.7°C씩 증감시켜 각 온도별로 24시간 시험후 내압시험(60 kg/cm ²)에서 균열, 누수등이 생기지 아니할 것
9	진동시험	1 kg/cm ² 의 수압시험을 가한 상태로 진폭 0.5 mm, 진동수 25±5/sec회로 5시간을 진동시킨후 내압시험(60 kg/cm ²)에서 균열, 누수등이 생기지 아니할 것
10	충격시험	-18°C 0°C 20°C 시험온도에서 24시간 방치후 0.6 M 높이에서(추무게: 0.9 kg) 자유낙하시켜 균열, 파손이 없어야 하고, 시험후 내압시험(60 kg/cm ²)에서 균열, 누수등이 생기지 아니할 것
11	내후성시험	표면이 분말로 되는 현상, 부풀음, 벗겨짐등이 생기지 아니하여야 함
12	내연성시험	HB급으로 분류되어야 한다
13	화재시험	파열, 불리 또는 물이 새지 않을 것

- 6) 적용대상
- i) 배관을 지하에 매설하는 경우
 - ii) 다른 부분과 내화구조로 구획된 닥트 또는 피트의 내부에 설치하는 경우
 - iii) 공동주택, 기숙사, 교육연구시설, 교정시설, 종교시설, 업무시설, 의료시설 또는 동식물관련시설 등의 천정(상층이 있는 경우에는 상층바닥의 하단을 포함한다. 이하 같다)과 반자를 불연재료로 설치하고 그 내부에 습식으로 배관을 설치하는 경우

- 열변형온도(100°C이상)가 일반 PVC 파이프보다 월등히 높아 높은 온도에서 사용할수 있는 내열, 내압성 배관이며,
- 한계산소율(L.O.I)이 높아 890°C의 온도에도 잘 타지 않으며 또한 연소시에는 불꽃이 적게 퍼지고 연기발생이 적으며, 2차 연소가 발생하지 않는 이상적인 소방용배관으로 안전성 및 경제성이 높다고 볼 수 있다.

3. 결 론

현재 국내에서 사용하고 있는 기존배관들은 용접 또는 나사식 이음으로 연결하여 용접부위의 손상이나 연결부위의 부식으로 인해 녹, 스케일이 발생하여 그 녹이 배관의 내부구경을 좁게 하고 또 지하에 매설하면 도체성 문제로 전위부식 등이 유발하여 배관시설한지 몇 년도 되지않아 누수가 발생하는 단점이 있지만 CPVC를 이용한 소방배관은

- 내식성 및 내마모성이 우수하여 각종 산, 염기성 오폐수등에 전혀 영향을 받지 않아 스케일이나 부식이 형성되지 않으며,
- 본드접착식으로 간편한 시공 및 높은 경제성을 유지하고 또한 금속배관에 비해 중량이 가벼우며,

결론적으로 반영구적인 수명과 건물의 하중경량화, 또 화재발생시 초기에 진압할 수 있는 소방용배관재인 CPVC는 이미 미국 등 선진국에서는 유용하게 사용하고 있으나 국내에서는 아직 초기도입단계로 CPVC에 대한 인식부족과 배관시스템에 대한 경험부족으로 현장적용에 애로사항이 있으며 또한 국내소방법이 외국에 비해 사용용도 및 적용대상에 있어 비교적 제한적인 관계로 상기의 장점에도 불구하고 전면적인 보급에는 어려움이 따르고 있다.

따라서 국내소방업계는 물론이고 국가적인 차원에서 외국의 적용사례검토 및 동시스템에 대한 연구등을 통하여 보다 효율적이고 안전한 소방배관재 보급확대에 노력하여 국내소방산업에 새로운 전기를 마련할 수 있도록 하여야 하겠다.