

방화제품 경년변화 성능시험연구

박 찬선 / 방재설비부 설비팀장

I. 서론

1. 연구목적

국내에서 생산되고 있는 방화제품 중 일반적으로 널리 사용되고 있는 소화기, 감지기, 스프링클러 헤드에 대한 경년제품의 성능을 검사·분석하여 경년제품의 성능실태를 파악하고, 방화제품의 성능향상 및 유지관리에 필요한 기반기술자료를 도출하는데 그 목적이 있다.

2. 연구배경

방화제품이 방호대상물에 설치된 후 일정기간 경과하게 되면 유지관리 조건에 따라 제 성능이 저하할 우려가 있어 방화제품의 경년에 따른 제 성능의 특성변화를 정량화할 필요가 있다. 미국 NFPA에서는 방화제품의 경년에 따라 유지관리에 필요한 검사 및 성능시험내용 등의 항목을 정하고 있으나, 국내에서는 방화제품의 경년에 따른 유지관리 세부기준이 명문화되어 있지 않아 이에 대한 기준의 정립을 위한 기반기술자료의 도출이 필요한 것으로 나타나고 있다.

3. 연구기간

1987년 6월 ~ 2000년 6월

4. 연구방법

일정기간 경년된 방화제품 중 소화기, 감지기, 스프링클러 헤드를 시험체로 선정·확보하여 관련시험기준에 의거 성능시험을 실시하였으며, 시험결과를 시험항목별, 업종별, 경년별로 분석하여 기술자료로 활용할 수 있도록 하였다.

II. 시험체

1. 시험체 선정

국내에서 생산되어 널리 사용되고 있는 소화기, 감지기, 스프링클러 헤드 중 방호대상물에 일정기간 설치되어 유지관리되어 온 제품(이하「수집시험체」라고 함)을 중심으로 시험체를 선정하였으며, 건물소유주의 협조하에 설비공사 전문업체 등을 통하여 수집하였다. 또한 수집시험체에 대한 신뢰성 검증을 위해 국내에서 생산되는 신제품을 우리 연구원의 일정 장소에 일정 기간 설치한 제품(이하「자체시험체」라고 함)도 시험체로 선정하여 시험을 실시하였다.

가. 수집시험체

국내에서 생산되어 방호대상물에 일정기간 설치된 후 유지관리되어 온 경년제품 중 이력이 확실한 제품을 시험체로 선정하였다.

나. 자체시험체

연구목적으로 우리 연구원에서 자체설치한 시험체로서, 국내에서 생산되어 시중에 유통되고 있는 신제품을 구입하여 우리 연구원의 사무실 및 연구실 등 환경조건이 양호한 장소(이하「연구원 A」라고 함)와 냉 난방이 안되거나 고온다습한 실내조건 등 환경조건이 열악한 장소(이하「연구원 B」라고 함)로 분류하여 일정기간 설치한 제품을 시험체로 선정하였다.

2. 시험체 현황

선정된 시험체 중 소화기는 가압식 ABC 분말소화기 172개, 감지기는 차동식 스포트형감지기 등 587개, 스프링클러 헤드는 퓨지블링크형 482개이며 세부현황은 다음과 같다.

특집(방화제품경년변화)

가. 소화기

(단위: 개)

구분	업종	시험체 수	경년별 시험체 수		
			5년미만	5년이상 10년미만	10년이상
수집시험체	사무실	30	-	18	12
	호텔	39	7	29	3
	공장	63	14	27	22
	소계	132	21	74	37
자체시험체	연구원A	5	-	-	5
	연구원B	35	-	-	35
	소계	40	-	-	40
계		172	21	74	77

나. 감지기

(단위: 개)

구분	업종	시험체 수					경년별 시험체 수		
		차동식	정온식	이온화식	광전식	계	5년미만	5년이상 10년미만	10년이상
수집시험체	사무실	30	27	52	-	109	41	65	3
	호텔	23	44	76	-	143	49	74	20
	공장	135	32	68	20	255	163	62	30
	소계	188	103	196	20	507	253	201	53
자체시험체	연구원	25	25	15	15	80	*80	*80	*80
계		213	128	211	35	587	333	281	133

*는 동일시험체임

다. 스프링클러 헤드

(단위: 개)

구분	업종	시험체 수	경년별 시험체 수		
			5년미만	5년이상 10년미만	10년이상
수집시험체	사무실	107	18	39	50
	호텔	142	22	13	107
	백화점	23	-	23	-
	공장	110	67	30	13
	소계	382	107	105	170
자체시험체	연구원	100	-	50	50
계		482	107	155	220

Ⅲ. 시험기준

1. 관련시험기준

가. 소화기

- (1) 소방용 기계기구의 형식승인 및 검정기술기준
 - 수동식소화기의 형식승인 및 검정기술기준
 - 소화약제의 형식승인 및 검정기술기준
- (2) FILK STANDARD
 - FS 006 이동식 소화기의 시험기준
 - FS 008 소화기용 소화약제의 시험방법

나. 감지기

- (1) 소방용 기계기구의 형식승인 및 검정기술기준
 - 감지기의 형식승인 및 검정기술기준
- (2) FILK STANDARD
 - FS 009 스포트형 열감지기
 - FS 010 스포트형 연기감지기

다. 스프링클러 헤드

- (1) 소방용 기계기구의 형식승인 및 검정기술기준
 - 스프링클러 헤드의 형식승인 및 검정기술기준
- (2) FILK STANDARD
 - FS 011 폐쇄형 스프링클러 헤드

2. 시험항목

본 연구에서는 국내의 관련 시험기준에서 정하는 시험항목 중 경년에 따른 성능변화를 파악할 수 있는 주요 시험항목을 선정하여 시험을 실시하였으며, 스프링클러 헤드의 자체시험체와 감지기는 외관상태가 양호한 제품을 기준으로 시험체를 선정한 관계로 외관검사를 실시하지 않고 주요 성능시험만 실시하였다.

가. 소화기

- 외관검사
- 분말소화약제시험
- 방사성능시험

나. 감지기

- 감도시험
- 절연저항시험
- 비화재보시험
- 절연내력시험

다. 스프링클러 헤드

- 외관검사
- 수격시험
- 후레임변위시험
- 후레임강도시험
- 작동온도시험
- 감도시험
- 정수압력시험
- 방수량시험
- 조립하중시험
- 방사시험
- 작동시험
- 열기류감도시험

Ⅳ. 시험결과 및 분석

1. 소화기

가. 시험항목별

- 시험결과

시험항목	불량률 (%)				계
	수집시험체	자체시험체			
		연구원A	연구원B	소계	
외관검사	67.4	40.0	94.2	87.5	72.1
성능시험	28.0	10.0	41.5	37.5	30.2

- 결과분석

- 외관검사의 경우 불량률이 평균 72.1%로서 전반적으로 높게 나타났으며, 수집시험체보다 자체시험체의 불량률이 높게 나타난 것은 우리 연구원에 설치한 시험체 중 설치장소의 환경조건이 열악한 상태(연구원 B)에 설치한 35개의 시험체 불량률이 높은 관계로 수집시험체보다 불량사항이 많이 발생한 것으로 나타났다.

- 성능시험의 경우 수집시험체와 자체시험체의 불량률은 큰 차이가 없었으며, 수집시험체 및 자체시험체 모두 외관검사가 성능시험보다 불량률이 높은 것으로 나타났다. 이는 용기, 호스 등이 외부환경(대기, 습기, 분진, 부식성가스 등)에 직접 노출되어 부식·노화가 촉진된데 비하여 소화약제, 가압 가스 용기 등은 소화기 용기속에 저장 보관되어 외부환경의 영향을 적게 받은 결과라고 판단된다.

나. 업종별

- 시험결과

특집(방화제품경년변화)

시험 항목	불 량 률 (%)						
	수집시험체				자체시험체		
	사무실	호텔	공장	소계	연구원A	연구원B	소계
외관 검사	60.0	56.4	74.2	67.4	40.0	94.2	87.5
성능 시험	18.4	25.7	34.0	28.0	10.0	41.5	37.5

○ 결과분석

- 업종별 모두 전반적으로 불량률이 높게 나타나고 있으며, 설치환경이 열악한 공장, 연구원 B 시험체의 불량률이 설치환경이 좋은 사무실 및 호텔 연구원A 보다 높게 나타나고 있어 방호대상물의 업종에 따른 용도보다 설치장소의 실제 환경조건이 소화기의 외관 및 성능에 크게 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

다. 경년 별

○ 시험결과

시험 항목	불 량 률 (%)							
	수집시험체				자체시험체			
	5년 미만	5년이상 10년미만	10년 이상	소계	5년 미만	10년 미만	10년 이상	계
외관 검사	40.5	100	100	67.4	-	-	87.5	87.5
성능 시험	16.8	42.8	50.0	28.0	-	-	37.5	37.5

○ 결과분석

- 경년에 따른 외관 및 성능변화 특성을 검사한 결과 전반적으로 불량률이 높은것으로 나타났으며, 특히 경년 5년 이상이 되면 불량률이 급격히 상승한 후 완만히 증가하는 추세를 보여 제 성능이 현저히 저하 되는 것으로 나타나 경년이 5년 이상이 되는 경우에는 보다 철저한 유지관리가 필요하다고 판단된다.

- 수집시험체가 자체시험체보다 비교적 양호한 것으로 나타났는데 이는 수집시험체의 경년이 5년 미만, 5년이상 10년미만 및 10년이상으로 다양한데 비하여 자체시험체는 경년 10년이상된 제품으로서 상대적으로 불량 시험체가 많았고, 또한 시험체 설

치장소가 다량의 분진, 부식성 가스의 발생과 다량의 물을 사용하는 장소 및 냉 난방, 온·습도 조절이 안되는 장소 등 상대적으로 설치환경이 열악한 장소가 많았기 때문이라고 판단된다.

2. 감 지 기

가. 시험항목별

○ 시험결과

시 험 항 목	불 량 률 (%)		
	수집시험체	자체시험체	계
감 도 시 험	56.6	47.1	53.5
비화재보시험	6.9	0	4.9
절연저항시험	2.6	0	1.7
절연내력시험	2.4	0	1.6

○ 결과분석

- 감도시험의 경우 수집시험체와 자체시험체 모두 불량률이 대체적으로 높게 나타나고 있어 설치장소의 환경조건 및 경년 등에 따라 그 특성이 크게 영향을 받는 것으로 나타났다.

- 또한 비화재보시험, 절연저항시험, 절연내력시험은 불량률이 낮게 나타났으나, 유지관리 및 환경조건이 양호한 상태로 유지되는 경우에는 자체시험체와 같이 불량률을 낮출 수 있으므로 설치장소의 실제 환경조건에 따른 철저한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

나. 업 종 별

○ 시험결과

시험 항목	불 량 률 (%)				
	수 집 시 험 체				자체시험체
	사무실	호텔	공 장	소 계	연구 원
감도 시험	74.3	59.4	47.5	56.6	47.1
비화재보 시험	15.4	1.3	6.8	6.9	0
절연 저항 시험	0	0.7	4.7	2.6	0
절연 내력 시험	0	1.4	3.9	2.4	0

○ 결과분석

- 감도시험의 경우 업종에 관계없이 전반적으로 불량률이 높게 나타났으며, 사무실과 호텔의 불량률이 높게 나타난 것은 먼지 및 습도 등에 의한 이온화식 감지기가 상대적으로 많았기 때문이라고 판단된다.

- 비화재보시험의 경우 사무실의 불량률이 설치 환경이 비슷한 연구원에 비해 높은것은 사무실의 시험체 중에는 환경변화에 보다 예민한 이온화식 감지기가 상대적으로 많이 포함되었으며 또한 연구원의 유지관리상태가 양호했기 때문이라고 생각된다.

- 절연저항시험 및 절연내력시험의 경우 업종별로 큰 차이 없이 불량률은 낮았으며, 공장의 불량률이 사무실, 호텔, 연구원에 비해 약간 높은 것은 설치환경이 상대적으로 열악했기 때문이라고 판단된다.

시험 항목	불량률 (%)									
	수집시험체					자체시험체				
	차동식	정온식	이온화식	광전식	소계	차동식	정온식	이온화식	광전식	소계
감도시험	39.3	63.1	69.9	55.0	56.6	16.0	69.3	66.7	22.2	47.1
비화재보시험	-	-	6.1	15.0	6.9	-	-	0	0	0
절연저항시험	1.0	0	5.6	0	2.6	0	0	0	0	0
절연내력시험	1.0	0	6.1	0	2.4	0	0	0	0	0

○ 결과분석

- 감도시험의 경우 차동식 및 광전식 보다 이온화식과 정온식감지기의 불량률이 높게 나타나고 있으며, 이는 감지기의 감지소자가 설치장소의 환경조건에 적응하지 못하여 발생하는 문제점이라고 판단된다.

- 특히 수집시험체 및 자체시험체 모두 이온화식과 정온식감지기의 감도특성에 대한 불량률이 높게 나타나고 있어 감지소자의 내구성 향상을 위한 기술개발이 필요한 것으로 판단된다.

다. 경년별

○ 시험결과

시험 항목	불량률 (%)							
	수집시험체				자체시험체			
	5년 미만	5년이상 10년미만	10년 이상	소계	5년 미만	5년이상 10년미만	10년 이상	계
감도시험	49.8	69.2	41.5	56.6	12.5	61.3	67.5	47.1
비화재보시험	4.1	11.7	5.9	6.9	0	0	0	0
절연저항시험	3.4	0.5	4.8	2.6	0	0	0	0
절연내력시험	3.9	0	1.9	2.4	0	0	0	0

○ 결과분석

- 수집시험체는 경년에 관계없이 각 시험항목에서 불량률이 발생하였으며, 특히 감도시험에서 전반적으로 불량률이 높게 발생하여 설치장소의 환경조건에 영향을 받는것으로 나타났다. 자체시험체의 경우에는 5년이상의 시험체에서 감도시험의 불량률이 크게 증가하는 특성을 보여 감지기의 내구성 향상을 위한 품질개선 및 경년제품의 유지관리에 대한 기술정립이 필요한 것으로 나타나고 있다.

라. 감지기 종류별

3. 스프링클러 헤드

가. 시험항목별

○ 시험결과

시험항목	불량률 (%)		
	수집시험체	자체시험체	계
외관검사	69.6	-	69.6
성능시험	13.5	6.6	11.8

○ 결과분석

- 수집시험체의 외관검사에서 69.6%의 높은 불량률이 나타나고 있으며, 노즐내의 이물질 축적, 디프랙타의 변형 등 스프링클러 헤드의 성능에 영향을 미칠 수 있는 요인이 발생하였다.

- 성능시험의 경우에는 불량률이 11.8%로 비교적 낮게 나타났으나, 방호대상물에 설치되었던 수집시험체의 불량률이 연구원에 설치되었던 자체시험체보다 약 2배 높게 발생하여 스프링클러 헤드의 제

성능 유지관리에 관한 기술정립이 필요한 것으로 나타났다.

나. 업종별

○ 시험결과

시험항목	불 량 률 (%)					
	수 집 시 험 체					자 체 시 험 체
	사무실	호텔	백화점	공장	소개	연구원
외관검사	62.6	78.2	87.0	61.8	69.6	-
성능시험	15.9	20.9	22.5	2.8	13.5	6.6

○ 결과분석

- 외관검사의 경우 수집시험체는 업종에 관계없이 전반적으로 불량률이 높게 나타났으며, 성능시험의 경우에는 경년 5년미만의 시험체가 상대적으로 많은 공장업종의 불량률이 비교적 낮게 나타났으나, 수집시험체의 업종에 따른 불량률이 자체시험체보다 높게 나타나 방호대상물의 환경조건에 따른 철저한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

다. 경년별

○ 시험결과

시험 항목	불 량 률 (%)							
	수집시험체				자체시험체			
	5년 미만	5년이상 10년미만	10년 이상	소개	5년 미만	5년이상 10년미만	10년 이상	계
외관 검사	67.3	55.9	79.4	69.6	-	-	-	-
성능 시험	2.2	8.9	24.9	13.5	-	8.8	4.2	6.6

○ 결과분석

- 수집시험체에 대한 외관상태를 검사한결과 경년에 따른 불량률은 큰 차이없이 전반적으로 높게 나타났다. 특히 성능시험의 경우 수집시험체는 경년증가에 따라 불량률이 급격히 증가하였으며, 10년이상된 시험체의 경우 자체시험체 불량률보다 수집시험체 불량률이 약 6배 높게 나타나고 있어 경년에 따른 유지관리기법의 정립이 필요한 것으로 판단된다.

V. 결 론

국내에서 생산되어 판매되고 있는 주요 방화제품 중 일반적으로 널리 사용되고 있는 소화기, 감지기, 스프링클러 헤드에 대하여 경년변화에 따른 제품의 성능을 조사하기 위해 관련시험기준에 의거 성능시험을 실시하였으며, 시험결과와 분석을 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 성능에 영향을 미칠 수 있는 주요 성능시험에서 소화기 30.2%, 감지기 53.5%, 스프링클러 헤드 11.8%의 불량률이 발생하였으며, 소화기 및 스프링클러 헤드의 외관검사에서도 불량률이 매우 높게 나타나 방화제품에 대한 철저한 유지관리가 필요한 것으로 나타났다.

2. 시험체의 경년변화에 따른 성능을 검사한 결과 제품의 종류에 따라 일부 차이가 있었으나 대부분 경년이 증가할수록 성능이 저하되는 것으로 나타났으며, 특히 10년 이상된 수집시험체의 경우에 소화기 50.0%, 감지기 41.5%, 스프링클러 헤드 24.9%의 높은 불량률을 나타내어 경년에 따른 방화제품의 내구성 향상을 위한 기술개발 및 유지관리를 위한 기반기술정립이 필요한 것으로 나타났다.

3. 방화제품의 설치장소에 따른 업종별 성능특성변화를 파악하기 위하여 사무실, 호텔, 공장 등에 설치된 경년시험체의 성능을 검사한 결과 시험체의 종류에 따라 일부 불량률이 높게 나타난 것도 있었으나 대부분 업종특성에 따른 불량률은 큰 차이가 없는 것으로 나타났고, 일부 방화제품에서는 설치장소의 환경조건에 적응하지 못하는 문제점이 발생하고 있으므로 방화제품이 제성능을 다하기 위해서는 방호대상물의 실제 환경조건에 맞는 최적의 방화제품 선정도 필요한 것으로 나타났다.

본 연구는 제한된 기간 및 수량, 제한된 설치조건하에서 수행한 것으로서 방화 제품의 성능을 종합적으로 판단하기 위해서는 향후 광범위한 업종, 장소 등에서 보다 많은 량의 시험체를 수거하여 장기간에 걸친 지속적인 연구가 진행되어야 하겠으며, 방화제품의 경년증가에 따른 제 성능의 확보를 위해서는 NFPA의 소방설비 유지관리 기준 등과 같은 세부유지관리기준을 우리 실정에 맞게 정립하여 주기적이고 체계적인 유지관리가 이루어지도록 하여야 할 것으로 판단된다. 끝.