

열 감지기의 응답특성에 관한 시험연구

(Experiment study on the Responsiveness of Spot-Type Heat Detector)

이 복 영 / 전기연구실 선임연구원

— ABSTRACT —

The spot-type heat detector is a main component of the automatic fire alarm system intended to signal when heat energy is produced in protected area.

The most of protected area in our country is installed spot-type heat detector.

On this study, the responsiveness to the change of environmental temp. of spot-type heat detector were obtained and analyzed under specified temp., velocity in accordance with the KOFEIS standard.

The experiment was carried under the condition with the change of environmental temp.

Conclusion of this study is as follows ;

1. It was confirmed that the responsiveness of rate-of-rise heat detector is sensitive to temp. below 10 degrees above zero.

The malfunction appeared at 40 degrees above zero and intended performance is disqualified at 50 degrees above zero

2. The intended performance of fixed-temp. detector which is maintained for the change of environmental temp.

But the responsiveness is confirmed instability for the change of environmental temp.

I. 목적

자동화재탐지설비 중 화재감지 장치로 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 Spot형 열감지기의 주위 온도 변화에 대한 성능유지, 내환경성, 응답특성 변화를 시험을 통한 분석으로 열 감지기의 품질향상, 설치시 기술적 자료 및 비화재보대책에 활용코자 한다.

II. 연구배경

현재 열감지기의 검정기술기준 중 주위 온도시험은 영하 $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ 및 영상 $50\pm 2^{\circ}\text{C}$ (정온식 감지기의 경우는 공칭작동온도 보다 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 낮은 온도 조건)에서 각각 12시간 방치한 후 차동식감지기는 주위 온도시험의 온도조건을 기준으로 계단상승시험을 실시하며, 정온식감지기는 상온, 상승상태로 1시간 이

상 방치한 후 감도시험을 실시하고 있다.

이는 설치시 예상되는 주위 온도변화에 대한 성능 유지를 확인하는 것을 주목적으로 주위 온도변화에 대한 응답특성으로 주위 환경평가와 상관한 적정감지기의 설치, 주위 온도변화에 의한 비화재보 대책 및 열감지기의 적정경보기능의 유지 여부와 시설기준에 필요한 자료를 제공하여 제품 및 자동화재탐지설비의 신뢰성을 제고하는데 있다.

III. 관련 시험 기준

1. 일 본

가. 화재탐지설비의 감지기 및 발신기에 관한 기술상의 규격을 정하는 성령 제19조(1984년 7월 2일, 자치성령 제 18호)

감지기는 다음 각 호에 계기하는 감지기의 구분에 따라 당해 각호에 정하는 범위내 주위 온도에서 기능에 이상이 생기지 않아야 한다.

- 정온식 감지기의 성능을 가진 감지기 : 영하 10도 이상 공칭작용온도 또는 공칭정온점보다 20도 낮은 온도 이하
- 전호에 계기하는 감지기 이외의 감지기 : 영하 10도 이상 영상 50도 이하

나. 화재탐지설비의 감지기 및 발신기 검정세칙 제14조(1985년 10월)

- 주위온도에 12시간 이상 방치한 후 그 상태에서 감도시험을 행한다.

2. 국내

가. 감지기의 검정기술기준(내무부 고시 제1994-52호)

내무부 고시 제1994-52호(1994. 12. 8) 제 11조 주위온도 시험

-감지기의 주위온도시험은 다음 각 호의 1의 규정에 의하여 시험 할 경우 기능에 이상이 생기지 아니하여야 한다.

- (1) 정온식 성능이 있는 감지기는 영하 $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 공칭작용온도 보다 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 낮은 온도까지의 주위온도 시험
- (2) 그 밖의 감지기는 영하 $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 $50\pm 2^{\circ}\text{C}$ 까지의 주위온도 시험

나. 감지기의 검정시험 세칙(내무부 고시 제1994-52호)

4. 주위온도시험(제11조)

-최고온도 및 최저온도 조건에서 각각 12시간 이상 방치한 후 차동식 스포트형 감지기는 해당온도조건에서 계단상승시험을 실시하며, 그 외의 감지기는 제10조의 시험조건에서 1시간 이상 방치한 후 감도시험을 실시한다.

※감지기의 검정기술기준 제10조(시험조건) 감지기의 시험은 특별히 규정된 경우를 제외하고는 실온이 5°C 이상 35°C 이하이고, 상대습도가 45% 이상 85% 이하인 상태에서 실시한다.

IV. 시험방법

1. 차동식 SPOT형 감지기

영하 10도에서 영상 50도까지의 온도조건(10도 간격)에서 12시간 이상 시험체를 유지한 후 그 상태의 온도조건을 기준으로 일정한 온도, 수직기류가 형성된 CHAMBER에 시험체를 투입하여 작동시간 측정(계단상승감도시험) 및 일반화재성상 MODELLING에서 화재정도가 보통 이하인 경우의 온도상승율을

15°C/min, 기류형성상태를 자연대류상태로 가정한 시험조건이라 사료되는 CHAMBER에 시험체를 투입하여 작동시간을 측정(직선상승감도시험)한다.

2 정온식 SPOT형 감지기

영하 10도에서 영상 50도까지의 온도조건(10도 간격)에서 12시간 이상 시험체를 유지한 후 그 상태의 온도조건에서 일정한 온도, 수직기류가 형성된 CHAMBER에 투입하여 작동시간을 측정한다.

함에 이용

-온도조절능력 : 3~30°C/min

-측정 및 제어장치

· 온도측정 : 축온저항체

2 시험체

가. 차동식 열 감지기

제조업체	형식	종별	감지방식	수량	비고
A업체	SPOT	2종	DIAPHRAGM	10	
B업체	SPOT	2종	DIAPHRAGM	10	

V. 시험장치 및 시험체

1. 시험장치

가. 항온조

-30~100°C

나. 항온, 항습실

-30~80°C

30~95%RH

나. 정온식 열 감지기

제조업체	형식	종별	감지방식	공칭작동 온도(°C)	비고
A업체	SPOT	2종	BI-METAL	10	10
B업체	SPOT	2종	BI-METAL	10	10

다. 정온식 감지기 감도시험기

1차동식 SPOT형 감지기의 계단상승감도시험 및 정온식 감지기의 감도시험에 이용

-온도조절능력 : 20~150°C

-풍속조절능력 : 0~3m/s

-측정 및 제어장치

· 온도측정 : 축온저항체, K-TYPE 열전대

· 풍속측정장치 : 0~50m/s

라. 직선상승감도 시험기

차동식 STOP형 감지기의 직선상승감도시

VI. 시험결과 및 고찰

1. 차동식 STOP형 감지기

가. 계단상승 감도시험

-영하 10°C에서 영상 50°C까지의 주위온도 변화조건에 대한 응답특성시험 결과, 설치 시 주위환경을 20°C로 가정한 경우의 응답특성과 비교하여

(1) 영하 10°C의 주위온도 상태에서는 아주 예민한 응답특성을 보였으며, 영상 20°C 이하의 낮은 주위 온도상태에서는 예민한 응답특성을 나타내었다.

(2) 영상 30°C 이상의 주위온도 상태에서는 응답특성의 지연현상을 나타내었고, 주위온도 40°C 이상의 주위온도 상태에서 부터 부작동현상을 나타내고 있다. 이러한 현상은 작동에 필요한 ENERGY가 저온에서 보다 고온에서 상대적으로 더 많이 필요함을 나타내는 것으로 작동 MECHANISM에 관계된 수열 CHAMBER, DIAPHRAGM이 저온(-10°C~10°C)과 고온(40°C 이상)에서 점점 형성 MECHANISM을 달리하고 있음을 보여주는 것으로 주위온도가 고온 상태에서는 DIAPHRAGM의 팽창특성 한계를 벗어나 수열 CHAMBER로의 ENERGY는 작동을 일으키는 열원이 되지 못하고 있는 것으로 나타났다.

〈표 1〉 주위온도 20°C의 평균작동시간에 대한 응답특성 변화도(%)

주위온도 제조업체	-10 °C	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C
A업체	-92	-69	-35	0	-25	35	-
B업체	-94	-86	-50	0	64	-	-

2 직선상승 감도시험

- 영하 20°C의 주위온도에서 20°C까지는 직선적인 온도상승에서 기능을 유지하고 있는 것으로 나타났으나, 30°C 이상의 주위온도에서부터 기능상실 현상이 나타나 50°C의 주위온도에서는 대부분 기능을 상실하는 것으로 나타났다.
- 주위온도 20°C에서 응답특성과 주위온도 변화에 따른 응답특성 변화는 영하의 온도대에서는 응답특성의 변화도는 10% 대의 안정적인 특성 및 조기응답특성을 나타냈으나, 30°C 이상의 주위온도변화에 대해서는 응답특성의 지

연현상이 나타났고, 50°C의 주위온도변화에 대한 응답 특성은 본래 기능을 상실하는 것으로 나타났다.

-50°C의 주위온도변화에 대하여 온도상승율이 15°C/min인 경우, DIAPHRAM의 열팽창계수와 온도상승조건은 작동 MECHANISM을 형성할 수 없어 온도상승에 따른 ENERGY는 작동원이 되지 못하고 있는 것으로 나타났다.

〈표 2〉 주위온도 20°C의 평균작동시간에 대한 응답특성 변화도(%)

주위온도 제조업체	-10 °C	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C
A업체	12	-1	16	0	16	39	62
B업체	-53	-41	-26	0	45	54	-

3. 정온식 STOP형 감지기

- 영하 10°C에서 50°C까지의 주위온도변화에 대한 응답특성은 시험기준에서 정한 작동한계시간 이내에 작동하였다.
- 주위온도변화에 대한 응답특성은 20°C의 응답특성을 기준으로 공칭작동 온도가 70°C인 A업체의 시험체는 영하의 주위온도에서는 응답특성이 빠르게 나타났고 10°C의 주위온도변화에 대한 응답특성은 4%의 지연현상을 보였다.

주위온도가 30°C 이상의 경우, 응답특성은 반비례관계를 나타내었다.

이러한 응답특성은 주위온도로부터 공칭작동온도에 이르는 열전도 현상이 저온에서 보다 고온에서 빨라짐을 의미하는 것으로서 주위온도와 공칭작동온도와의 온도차에 의한 응답특성은 온도차가 적을수록 즉, 고온에서 조기 응답특성을 나타냈다.

최대작동한계시간을 기준으로 작동시간 변화도를 분석하면, 주위온도변화가 -10~0°C

인 경우, 예민한 응답특성을 나타냈으며, 주위 온도가 높을수록 응답특성이 늦어지는 것으로 나타났다.

특히, 영하의 주위온도에서는 열전도 현상이 영상의 주위온도에 비해 현저하게 달라지는 것은 금속팽창이 영상의 온도시와는 다른 특성을 갖고 있음을 나타냈다.

-공칭작동 온도가 75°C인 B업체의 시험체는 10°C 이하의 주위온도에서는 응답특성이 안정적인 지연특성을 가진 것으로 나타났고, 30°C 이상의 주위온도에 대해서는 반비례적인 응답 특성을 나타냈다.

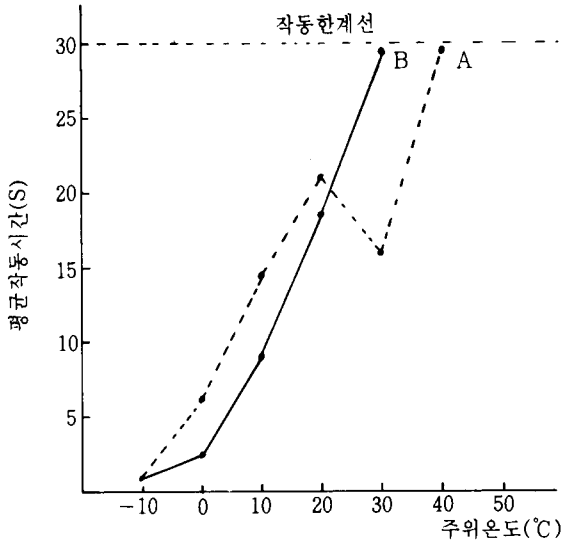
이러한 응답특성은 주위온도로부터 공칭작동온도에 이르는 열전도현상이 저온에서 보다 고온에서 빨라짐을 의미하는 것으로 나타났다.

주위온도와 공칭작동온도와의 온도차에 의한 응답특성은 온도차가 적을수록 즉, 고온에서 조기응답특성을 나타냈다.

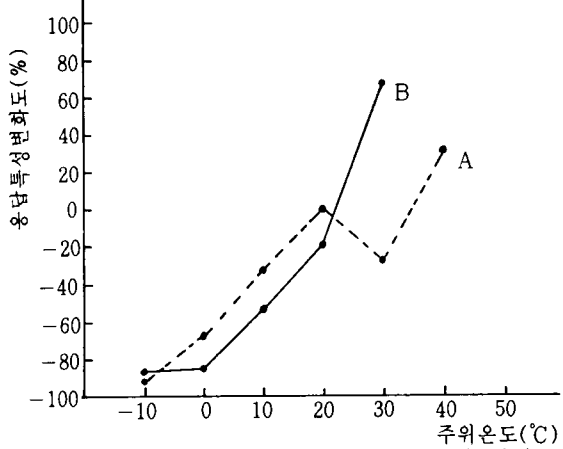
최대작동한계 시간을 기준으로 작동시간 변화도를 분석하면, 주위온도변화에 대해 거의 안정적인 특성을 나타냈으나 저온상태보다 30°C 이상의 고온에서 조기응답특성을 나타냈다.

〈표 3〉 기준작동시간의 최대한계시간에 대한 평균작동시간

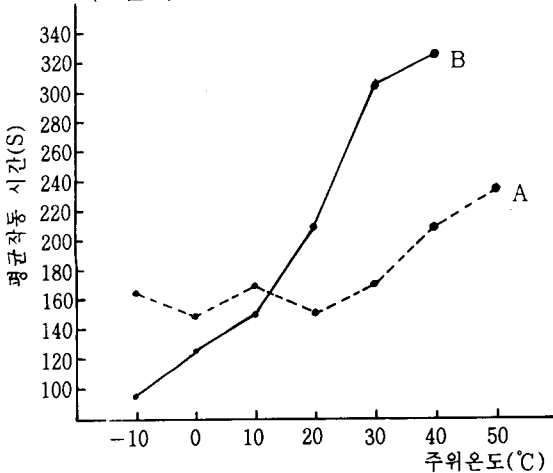
구 분 주위온도 (°C)	공칭 작동온도 : 70°C(A업체)			공칭 작동온도 : 75°C(B업체)		
	최대작동 한계시간(s)	실제작동 시간과의 편차(s)	최대작동한계 시간에 대한 작동시간율(%)	최대작동 한계시간(s)	실제작동 시간과의 편차(%)	최대작동한계 시간에 대한 작동시간율(%)
-10	128	-42	67	128	-45	65
0	130	-25	79	120	-33	73
10	111	4	104	112	-25	77
20	101	-2	98	102	-28	73
30	89	-15	84	91	-35	61
40	75	-14	82	79	-34	57
50	57	-7	88	63	-26	58



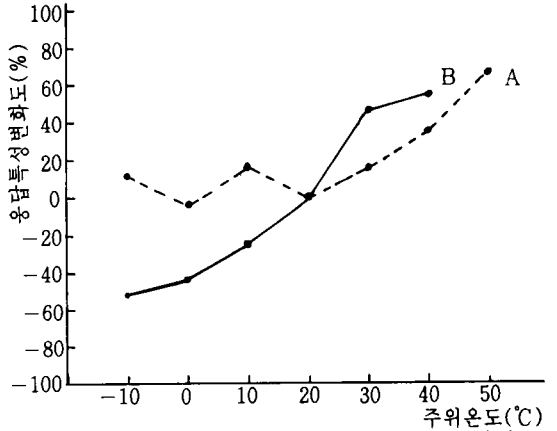
〈그림 1〉 차동식 계단상승감도시험



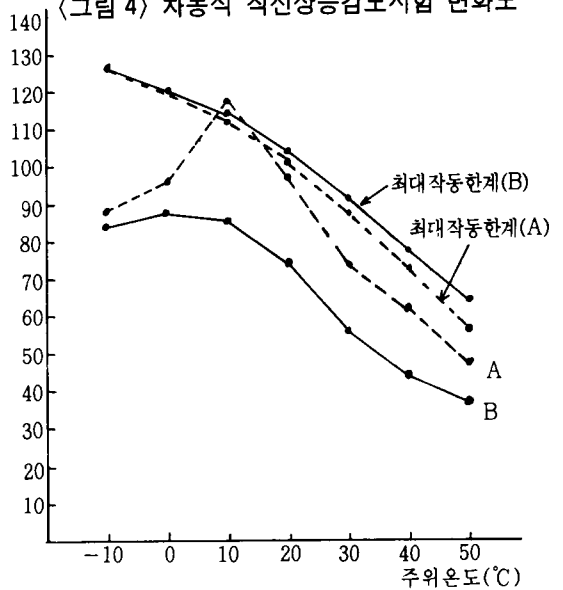
〈그림 2〉 차동식 계단상승감도시험 변화도



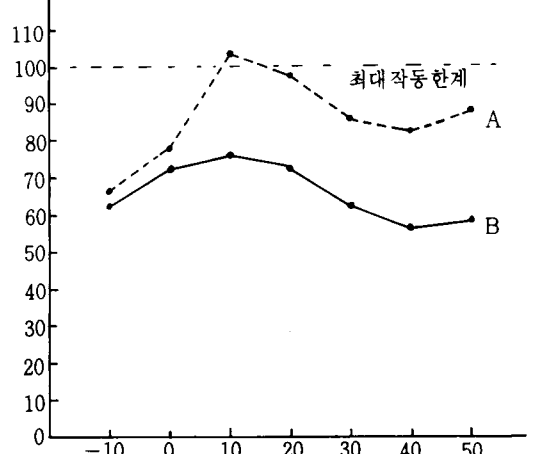
〈그림 3〉 차동식 직선상승감도시험



〈그림 4〉 차동식 직선상승감도시험 변화도



〈그림 5〉 정온식 감지기 작동시험



〈그림 6〉 최대작동 한계에 대한 정온식 주위온도(°C) 감지기 작동시험 변화도

4. 시험결과

(2) 직선상승감도시험

가. 차동식 SPOT형 열 감지기

-제조업체 : A

-종 별 : 2종

(1) 계단상승감도시험

-제조업체 : A

-종 별 : 2종

시험체 No.	주위온도변화에 대한 작동시간 : (s)						
	-10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃	50℃
1	2	6	13	22	18	22	23
2	2	7	13	19	17	25	23
3	2	7	14	20	15	24	24
4	1	6	14	17	21	34	24
5	1	6	15	23	20	36	32
6	1	5	15	22	21	37	26
7	4	10	17	30	20	30	26
8	2	6	15	25	18	27	28
9	1	8	14	24	20	37	31
10	1	7	11	16	14	23	32
MEAN	1.7	6.8	14.1	21.8	16.4	29.5	27.9

※주위온도 50℃에서는 감도분류상 3종 시험조건(ΔT : 45℃, 풍속 105cm/s)으로 시험한 결과임.

-제조업체 : B

-종 별 : 2종

시험체 No.	주위온도변화에 대한 작동시간 : (s)						
	-10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃	50℃
1	1	1	9	18	27	23	부작동
2	1	2	10	19	28	22	부작동
3	1	2	7	18	33	35	부작동
4	1	4	10	19	부작동	32	부작동
5	1	2	8	16	28	38	부작동
6	1	2	8	23	23	21	33
7	1	3	10	18	39	24	부작동
8	1	2	7	13	26	20	부작동
9	1	3	10	16	31	21	부작동
10	1	3	10	17	27	18	27
MEAN	1	2.4	8.9	17.7	29.1	25.4	30

※40℃, 50℃의 주위온도에서는 3종 시험기준(ΔT : 45℃, 풍속 105cm/s)으로 시험한 결과임.

시험체 No.	주위온도변화에 대한 작동시간 : (s)						
	-10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃	50℃
1	125	122	149	124	149	170	176
2	169	155	181	166	202	173	부작동
3	189	155	171	135	161	173	288
4	149	147	173	139	209	275	부작동
5	156	141	165	148	179	216	부작동
6	147	140	157	148	163	206	287
7	201	140	221	191	188	214	부작동
8	190	167	168	150	163	200	부작동
9	194	178	180	154	163	225	부작동
10	135	125	149	125	142	142	205
MEAN	165.5	147.0	171.4	148.0	171.9	206.4	239

-제조업체 : B

-종 별 : 2종

시험체 No.	주위온도변화에 대한 작동시간 : (s)						
	-10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃	50℃
1	108	125	152	202	282	334	부작동
2	126	147	172	262	부작동	부작동	부작동
3	90	117	150	197	315	부작동	부작동
4	118	134	164	262	360	부작동	부작동
5	94	120	154	214	315	부작동	부작동
6	85	106	143	142	228	311	부작동
7	95	124	164	243	부작동	부작동	부작동
8	76	118	149	156	312	부작동	부작동
9	98	122	154	209	302	부작동	부작동
10	103	124	155	208	313	부작동	부작동
MEAN	99.3	123.7	155.7	209.5	303.3	322.5	

가. 정온식 SPOT형 열 감지기

- 제조업체 : A
- 종 별 : 1종
- 공칭작동온도 : 70°C

시험체 No.	주위온도변화에 대한 작동시간 : (s)						
	-10°C	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C
1	72	79	107	132	105	69	44
2	77	82	93	93	72	51	33
3	63	86	97	89	63	67	35
4	87	101	116	106	63	56	57
5	86	87	133	106	90	78	57
6	81	94	125	96	98	68	56
7	89	87	120	85	64	59	59
8	77	100	109	89	54	56	40
9	77	106	120	93	67	53	51
10	77	125	132	101	65	50	65
MEAN	86.3	94.7	115.2	99.0	74.1	60.7	49.7

- 제조업체 : B
- 종 별 : 1종
- 공칭작동온도 : 75°C

시험체 No.	주위온도변화에 대한 작동시간 : (s)						
	-10°C	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C
1	78	87	89	78	52	38	36
2	86	85	91	81	52	47	37
3	68	98	91	73	62	47	39
4	94	89	80	75	54	39	36
5	99	98	88	77	64	46	39
6	87	99	86	79	59	49	38
7	92	72	77	69	54	38	37
8	84	85	91	76	59	50	35
9	69	78	71	68	50	44	33
10	73	81	98	69	52	47	38
MEAN	83.0	87.2	86.2	74.5	55.8	44.5	36.8

Ⅶ. 결 론

본 시험연구는 열 감지기의 주위온도 변화에 대한 응답특성 정도를 분석하여 열 감지기의 신뢰성 향상, 열 감지기의 개발에 필요한 자료 및 주위환경 평가와 상관한 응답특성 추이를 파악하기 위한 시험연구로서

본 시험연구의 결론은 다음과 같다.

1. 차동식 SPOT형 열 감지기의 주위온도에 대한 응답특성은 10°C 이하의 주위온도에 대해서는 예민한 응답특성을 나타냈으며, 40°C의 주위온도에서부터 기능상실 현상이 나타나 50°C의 주위온도에서는 본래 기능을 상실하는 것으로 나타났다.
2. 정온식 SPOT형 열 감지기의 응답특성은 주위온도 변화에 대한 본래 기능을 유지하는 것으로 나타났으나, 영하대에서 감지기로의 열전달 및 금속의 팽창계수가 영상대와는 다른 특성을 보여 주위온도 변화에 대한 응답특성이 안정적이지 못한 것으로 나타났다. (FAIL)