

이용성금속 응용 자동감지형소화기의 소화성능 특성에 관한 연구 Fire Suppression Performance of a New Automatic Fire Extinguisher with Fusible Metal Detectors

박 용 환[†]

Yong-Hwan Park[†]

호서대학교 환경안전공학과 소방학과
(2002. 11. 5. 접수/2003. 2. 24. 채택)

요 약

통상 소형 건물이나 일반주택은 자동화설비 대신 수동식소화기에 의존하고 있어서 사람이 없거나 노약자만 있을 시에는 화재에 매우 취약하다. 이에 대한 대책으로 발생한 화재를 초기에 자동으로 진압할 수 있도록, 자동감지장치가 탑재된 경제성 있는 자동식소화기가 개발되었다. 본 논문에서는 이에 대한 소화특성을 현장 화재시험을 통하여 규명하고 그 실용화 방향을 제시하였다. 실험 결과, 제반성능은 우수하였으나, 열감지부인 이용성금속의 작동시간이 공간크기에 따라 크게 변화하고 5분을 초과하는 경우도 발생하므로, 이를 12 m² 이내의 공간에 대하여 작동시간을 3분 이내로 단축하기 위해서는 용융온도가 더욱 낮은 금속을 사용하고, 설치 위치도 1.5 m 이하보다는 천장부로 하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

ABSTRACT

In general, small buildings and residence housings rely on manual fire extinguishers instead of automatic fire suppression systems, which causes bigger disasters during the absence of human-beings or in the presence of children or the olders. For this reason, simple structured and low-cost automatic fire extinguisher using fusible metal detector was newly developed and patented. In this paper, some field tests were carried out to investigate its fire suppression performance. As a result, reaction time of the detection parts varied from 2 min 19s to 7 min 20s depending upon the room size and installation position. It was suggested that to reduce reaction time within 3 minutes, fusible metals with lower melting point should be adopted and the installation location should be moved to near ceiling instead of below 1.5 m.

Keywords : Automatic fire extinguisher, Fusible metal detectors, Reaction time

1. 서 론

현행 소방법 상에 따르면, 아직도 소형 건물이나 단독주택, 저층 아파트, 재래시장, 집단 상가, 소규모 유흥시설 등에는 여전히 변변한 자동소화설비 하나 없이 수동식 소화기에 의존함으로써 구조적으로 화재에 취약할 수밖에 없다. 이로 인해 야간이나, 외출 중에 화재가 일어났을 경우, 또 맞벌이 부부 및 고령인구 증가에 따라 어린이나 노인들만 집을 지키고 있을 시에는 화재발생으로 인한 인명 및 재산상의 피해 규모는

더욱 커질 수밖에 없다.¹⁾

현재 자동화산소화기구는 고층아파트의 6층 이상인 주방 등 특정 장소에만 설치되고 있으며, 자동식 스프링클러 설비는 설비 규모 상 모든 건물에 확대 적용하기가 거의 불가능하다. 이에 따라 정부에서는 간이 스프링클러 설비 활용 등 대안 마련에 나서고 있으나, 여전히 설치비용 문제로 소규모 유흥다중시설 등 특수 용도에 국한될 전망이다.²⁻⁵⁾

이에 본 연구에서는 가격이 저렴하여 손쉽게 비치할 수 있는 휴대용 수동식 소화기를 사람이 없는 경우에도 동작할 수 있도록 기존의 수동식 소화기에 열감응식 자동 소화기능을 새로이 첨부한 자동식소화기를 개

[†] E-mail: yhpark@office.hoseo.ac.kr

발하였으며, 상용화를 위해 일정 공간 내에서의 화재 시험을 통하여 자동감지부의 감응 특성과 소화약제 방사 후의 화재 소화 특성을 평가하였다.

2. 자동감지형 소화기

2.1 국내의 현황

일반주택이나 소형 사무실에 대한 자동감지형 소화설비에 대해서는 일찍이 외국에서도 그 필요성을 공감하고 있었으나, 기존의 자동감지형 소화설비인 스프링클러설비가 유일한 대안이었으므로 설비가격과 공간 문제로 인해 확대 보급에 큰 애로가 되어 왔다.

일본에서는 1988년 동경의 특별양로원 화재로 17명의 노인이 사망한 것을 계기로, 일반주택이나 소형건물의 스프링클러 등 자동소화설비 설치 논의가 계속되어 왔으며, 현재 후생성에서는 벽면 설치 타입으로 시공이 간단한 자동감지소화기를 노인이나 장애자를 위한 일상생활용구 급부사업 대상으로 지정하여 국가에서 적극 지원하고 있다.^{3,4)} 미국, 영국 등도 주거용 주택에도 자동스프링클러 설비를 설치하도록 권장하여 왔으나, 최근에는 다양한 자동감지형 소화기의 출현으로 이러한 수요가 대체되고 있는 실정이다.^{6,13)}

국내에서는 1999년 씨랜드 어린이 참사사건과 2002년 군산 유흥가 화재를 비롯하여 많은 건수의 화재에서 적절한 소방시설의 부재로 말미암아 대형 인명사고를 경험한 예가 있으며, 이 외에도 알려지지 않은 작은 화재사고는 수없이 많다. 이에 따라 국가에서는 2002년 1월 관계법령 개정에 의해 간이스프링클러 설치를 추진하고 있으나, 아직 법으로는 손이 미치지 못하는 많은 건축물과 시설물들이 있어 초기화재 진압 실패로 인한 대형사고의 위험은 상존하고 있다고 본다.

2.2 개발된 자동감지형 소화기

본 연구에 사용된 시험 소화기는 국내에서 최초로 개발된 자동감지형 소화기로 국외에서 시판되고 있는 자동감지소화기와는 그 구조 및 작동원리에서 근본적인 차이가 있다. 따라서 현재 국내 특허 등록이 되어 있으며, 해외 특허도 추진 중에 있다. 본 소화기는 기존의 수동식 소화기에 자동감지 작동장치를 부착하여 화재발생 시 자동으로 열을 감지하여 소화약제를 방사할 수 있도록 고안된 것으로, 필요에 따라서는 별도의 조작 없이 레버를 눌러 사용하는 기존의 수동소화기처럼 사용도 가능하다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 시험 소화기의 용기는 기존의 수동식 소화기 용기를 사용하였으며, 용기 이외

의 부분은 별도로 제작된 자동감지장치와 노즐, 손잡이를 사용하고 있다. 사용 소화약제, 용량 및 가압방식은 각각 ABC 소화약제 3.3 kg 용량의 축압식이며, 축압력은 약 9.8 kg/cm²로 하였다. 기존의 소화기와 가장 큰 차이점 가운데 하나인 노즐은 자동분사에 대비하여 원활한 방사가 이루어질 수 있도록 호스 부분을 없애고 노즐이 직접 본체에 부착되도록 설계하였다.

본 소화기의 자동감지부는 작동원리가 단순하면서도 동작이 확실한 기계적 메커니즘으로 되어 있는데, 소화기 용기 토출구를 금속마개로 막은 다음 저 용점 금속으로 접합한 상태에서 화재 발생 열에 의해 저 용점 금속이 먼저 용융되거나 접합강도가 떨어지면 스프링 압력에 의해 통겨져 나오면서 용기 내부의 소화약제가 노즐을 통하여 방사되도록 고안되어 있다. 저 용점 금속의 용융온도는 시험용으로 약 75°C 되는 것을 선정하였다. Fig. 2는 열에 의해 감지부가 작동하였을 때의

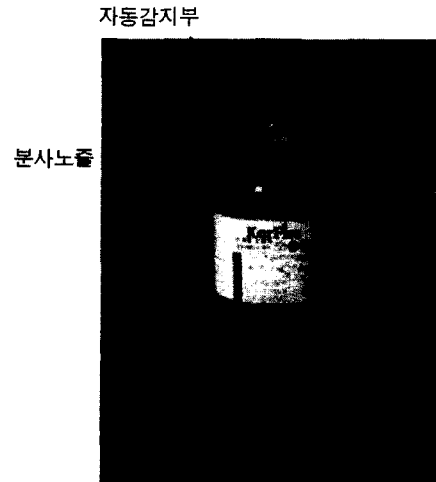


Fig. 1. 개발된 자동감지형 소화기.

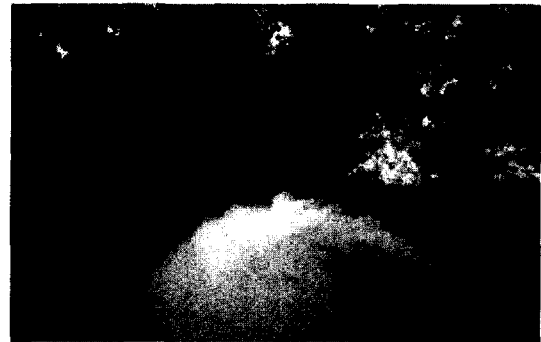


Fig. 2. 자동감지소화기의 방사 사진.

방사 모습을 나타내는 사진이다.

3. 성능시험

현재 국내 소방법에 의해 수동식 소화기와 자동확산 소화기는 해당 기술기준에 의해 그 성능을 평가받도록 되어 있으며, 본 용도와 같은 자동감지소화기(또는 수동 겸용 자동소화기)에 대한 별도의 기술기준은 없는 실정이다.^{14,15)}

이에 따라 본 연구에서는 본 개발품에 대해 기존의 수동식 소화기 기술기준 시험항목에 대한 평가는 물론, 자동소화기로서 필요하다고 판단되는 시험항목을 자동식소화기 기술기준에 의거 추가로 평가토록 하였다. 본 논문에서는 이중 용기 기밀시험, 감지부 감도시험, 소화약제 방사성능시험, 용기 충격강도시험, 그리고 현장시험에 의한 소화성능시험 결과를 다루었다.

3.1 시험방법

3.1.1 용기 기밀시험

자동감지소화기의 충압압력에 대한 누설여부를 가리기 위하여 소화기에 대한 기밀시험을 실시하였다. 시험방법은

가. 상온에서 공기나 N₂ 가스를 이용하여 소화기에 적정 압력으로 가압한다. 20±2°C에서 24시간 보존 후 지시압력계의 지침 위치를 표시한다(지시압력계가 없는 것은 중량을 표시한다).

나. 사용상한온도로 24시간 보존하고 다시 사용하한 온도로 24시간 보존하는 것을 1 사이클로 하여 3 사이클 반복하고, 20±2°C에서 24시간 방치 후 지시압력계의 지침 위치 또는 중량의 변화가 없어야 한다.

다. 자동소화기의 충압부를 사용상한온도의 운수 중에 2시간 동안 담구어 기포 발생 여부를 검사한다.

3.1.2 감지부 감도시험

감지부가 대기 중의 온도에 적절히 반응하는지를 알아보기 위한 시험으로 감지부를 가열 시험로에 넣은 후, Table 1의 공칭작동온도 구분에 따라 해당 작동시간 내에 작동하여야 한다. 이때 가열로는 Fig. 3에 표시하는 시간온도곡선에 따라 가열되어야 하며, 가열로 내의 온도가 50°C에 도달하였을 때 감지부를 1 kg/cm²의 압력을 가한 상태에서 가열로 내에 투입하고 투입 후 작동 시까지의 시간을 측정한다.

3.1.3 방사율시험

개발된 소화기의 방사성능을 시험하는 것으로 방사량을 측정하여 평가하는 것으로, 충전된 소화약제의 용

Table 1. 공칭작동온도에 따른 작동시간

공칭작동온도의 구분	작동 시간
75°C 미만	1분 0초 이내
75°C~121°C	1분 45초 이내
121°C~162°C	3분 0초 이내
162°C~204°C	5분 0초 이내
204°C 이상	10분 0초 이내

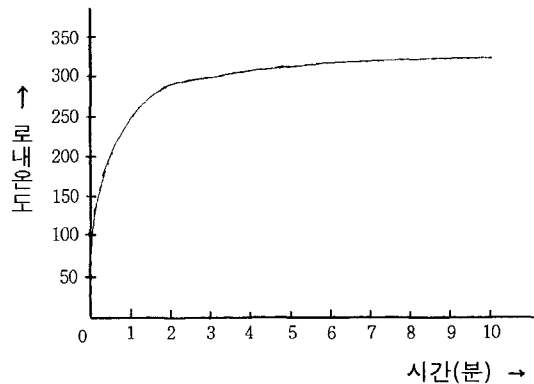


Fig. 3. 가열시간-온도곡선.

량 또는 중량의 90% 이상의 양이 방사되어야 한다.

가. 빈 소화기의 중량을 측정한다.(A)

나. 약제를 넣은 후 소화기의 중량을 측정한다.(B)

다. 수동으로 방사를 실시하고 완전방사 후 소화기의 중량을 측정한다.(C) 방사를 계산식 $B - C / B - A \times 100 = 90\%$ 이상이어야 한다

3.1.4 충격강도시험

소화기의 운반이나 작동조작 시의 낙하, 충격으로부터 용기의 안전성과 부품의 내구성을 평가하는 것으로, 1.5m의 높이에서 떨어뜨렸을 때 이에 충분히 견디는 것이어야 한다.

3.1.5 소화성능시험

소화기를 실제 공간에 배치하였을 때 발생화재에 대하여 신속하게 작동하고, 그리고 효율적으로 초기소화를 수행하는지의 여부를 평가하는 것이다. 이를 위하여 출입문과 상부의 유리창문이 모두 닫혀 있는 공칭 방호면적 12 m²(R1)와 4 m²(R2)의 2가지 폐쇄형 실내 공간에 소화기를 배치하고, 소화모형과 연소대를 이용한 여러 가지 화재시험을 수행하였다. 수동식소화기의 경우 설치 높이를 1.5m 이하로 제한하고 있지만, 자동감지소화기의 경우 소화기 설치 높이에 따른 소화효과를 살펴보기 위해, R1 공간에 대한 제 1 소화시험에서는 소화기 높이 1.5m와 2.6m의 2가지에 대한 화재

시험을 실시하여 그 특성을 비교하였다.

각 화재시험에 있어서 화재시 공간내의 온도분포와 소화기 감지부의 작동온도를 알기 위하여 3~6개의 열전대(K-type)를 설치하고, 그 온도 변화를 데이터 기록장치를 통하여 컴퓨터에 저장하였다. 그리고 연소 및 소화상태를 관찰하기 위하여 CCD 카메라를 공간내에 설치하고 컴퓨터 화면을 통하여 관찰하였다.

가. 제 1 소화시험

A급 일반화재에 대한 것으로 두께 4mm의 합판과 규정 각목을 사용하여 T자 벽체 모형을 구성하고, 2개의 규정 연소대를 제작, 벽체로부터 각각 50mm 떨어져 배치한다. 소화기의 위치는 연소대로부터 가장 먼 대각선 방향으로 L/2 이상 떨어진 일정 높이에 설치하고 방사 노즐의 각도를 변화시켜가며 시험하였다. 설치준비가 끝나면 소화모형에 에탄올 100l를 뿌린 후 점화하고, 자동감지장치의 작동시간과 소화기의 소화성능을 관찰하였다. 점화 후 6분 이내에 소화약제가 방사되고, 방사 종료 후 1분 이내에 잔염이 확인되지 않고 또한 방사 종료 후 2분 이내에 재발화되지 않는 경우 완전소화로 보았다.

나. 제 2 소화시험

제 2 소화시험은 벽체 모형 없이 규정 연소대로부터 최대로 떨어진 상태에서 직접 방사되었을 때 완전소화여부를 평가하는 것으로, 목재로 된 소화모형의 하부 연소대에 1.5l의 n-헥탄을 넣고 점화시킨 후 자동감지소화기의 소화성능을 관찰한다. 자동감지장치는 점화 후 3분 이내에 작동하여 소화약제를 방사하여야 하며, 방사 종료 후 1분 이내에 잔염이 확인되지 않고 또한 방사 종료 후 2분 이내에 재발화되지 않는 경우 완전소화로 보았다.

다. 제 4 소화시험

제 4 소화시험은 B급 유류화재에 대비한 것으로, 벽체 모형 없이 1m 이상 떨어진 2개의 규정 연소대의 상부 중앙에 소화기를 2.5m 이상 떨어져 설치하고 화재시 연소대에 직접 방사되었을 때 완전소화여부를 평가하는 것으로, 500×500mm 소화모형의 깊이 200mm 철제 연소대에 n-헥탄을 깊이 30mm 이상 넣고 점화시킨 후 자동감지소화기의 소화성능을 관찰한다. 자동감지장치는 점화 후 3분 이내에 작동하여 소화약제를 방사하여야 하며, 방사 종료 후 2분 이내에 재연되지 않는 경우 완전소화로 본다.

4. 결과 및 분석

실내에서 소화기에 질소가스를 약 9.8kg/cm²로 충

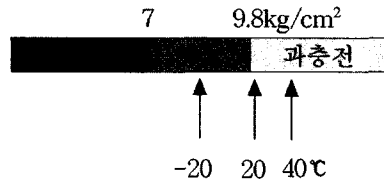


Fig. 4. 기밀시험 결과.

전한 후의 기밀시험에서는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 상온 20°C 24시간 경과 후의 초기 압력이 적정압력인 9.8kg/cm²을 약간 상회하는 것으로 지시되었으나, 온도 40°C에서 24시간 경과 후의 압력지시계는 이보다 훨씬 더 큰 과충전 영역의 중간을 지시하는 것으로 나타났다으며, 영하 20°C에서 24시간 경과 후의 압력계 지침은 9.8kg/cm²보다 훨씬 낮은 것으로 나타나 온도 변화에 따라 민감하게 변화하는 것으로 나타났다. 다시 온도를 상온 20°C로 한 결과 초기압력 값으로 되돌아가 충전가스의 누설은 없는 것으로 나타났다.

감도시험에서는 로 온도 106°C에서 감지부가 작동하는 것으로 나타났으며, 50°C에서 로 내로 투입한 후 작동까지의 시간은 약 1분 12초가 소요되는 것으로 나타났다. 이는 공칭작동온도 범위 75°C~121°C에 대한 작동시간 1분 45초 이내이어서 기준에 부합하는 것으로 나타났다. 작동시간은 접합 금속의 용융온도와 열전달 속도, 접합부의 두께 및 깊이 등에 의해 조절될 수 있다고 본다.

방사량 측정시험에서는 초기 본체 중량이 1.77kg, 약 3kg의 약제를 충전한 후의 중량은 4.70kg, 완전방사 후의 중량은 1.98kg으로 측정되었으며, 이에 따라 계산된 방사율은 92.83%로 기준치 90%를 초과하는 것으로 나타났다.

3m 높이에서 5회 낙하충격시험을 실시한 결과, 용기 외관에 약간의 찌그러짐이 발생하기는 하였으나,

Table 2. 현장 화재시험 결과

화재시험 종류	공간 종류	소화기 위치	작동 시간	작동시 감지부 주변온도
제 1 소화시험	R1	1.5 m	7분 20초	141°C
	R2	1.5 m	5분 59초	123°C
	R2	2.6 m	3분 40초	139°C
제 2 소화시험	R1	2.6 m	2분 40초	235°C
제 4 소화시험	R	12.6 m	2분 19초	230°C

감지부 이탈이나 충전압력의 변화는 전혀 발생하지 않았다.

Table 2는 현장 화재시험 결과를 시험종류별로 요약하여 나타낸 것이다.

현장 화재시험의 결과 R1 공간에 대한 제 1 소화시험에서는 Fig. 5에서 보는 바와 같이 점화 후 약 7분 20초 후에 감지부가 작동하여 기준시간 6분을 초과하였다. 이때 연소대 상단 2.8m 높이 천장의 온도는 약 210°C, 소화기 위치 상단 천장의 온도는 약 163°C, 1.5m 높이에 있는 소화기 감지부의 온도는 약 141°C인 것으로 나타났다.

본 화재시험에서 작동시간이 초과한 이유는 R1 공간의 방호면적이 비교적 커서 연소대로부터 소화기까지의 거리가 상당히 멀고, 대류에 의한 감지부의 온도 상승이 더디기 때문으로 분석되었다. 따라서 기준시간 이내에 작동하기 위해서는 감지부 접합금속의 용융온도를 더 낮출 필요가 있다고 본다.

R2 공간에 대한 제 1 소화시험에서는 Fig. 6에서 보

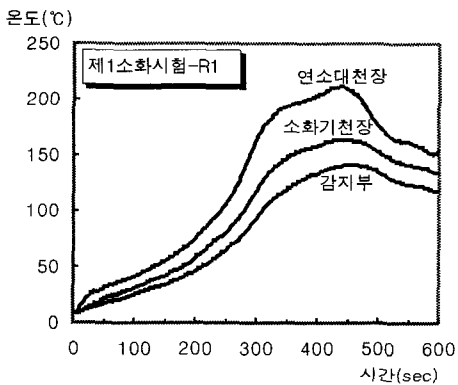


Fig. 5. 제 1 소화시험-R1(소화기 높이 1.5 m).

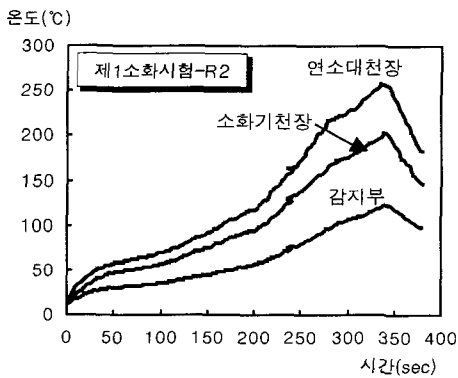


Fig. 6. 제 1 소화시험-R2(소화기 높이 1.5 m).

는 바와 같이 소화기 높이 1.5m 지점의 경우 점화 후 약 5분 39초 후 감지부가 작동하였고, 이때 감지부 주변의 온도는 약 123°C, 연소대 상단 천장(2.8m 높이)의 온도는 256°C, 소화기 상단 천장의 온도는 약 201°C인 것으로 나타났다. 소화기 높이 2.6m 지점의 경우 점화 후 약 3분 40초 후에 감지부가 작동하였다. 이때 감지부(2.6m 지점) 주변의 온도는 약 139°C로 보다 높게 나타났고, 연소대 상단 천장(2.8m 높이)의 온도는 162°C, 소화기 하단 1.5m 높이의 온도는 불과 106°C인 것으로 나타났다.

두 경우 모두 규정시간 이내에 작동하였으며, 그 중 소화기 높이 2.6m의 경우가 소화기 높이 1.5m의 경우에 비해 작동시간이 약 2분 정도 빨라지는 효과가 일어나 초기소화를 위해서는 소화기의 위치를 공간 상단 천장 가까이에 위치하는 것이 훨씬 효과적임을 보여준다.

R1, R2 공간에 대한 제 1 소화시험에서는 두 경우 모두 소화약제 방사와 함께 화염은 진화되었으며 방사 종료 후 계속 밀폐된 상태에서는 2분 후에도 재발화가 관찰되지 않았으나, 방사 종료 후 2분이 경과한 후에도 라도 문을 열어 산소가 공급되면 목재의 잔열에 의해 다시 재발화가 일어나는 것으로 관찰되었다. 이는 소화기 작동시간이 늦어 목재 가연물의 연소가 상당히 많이 진행되었기 때문이거나 노즐에서의 소화약제 방사가 거리와 각도 때문에 모두 연소대로 직접 향하지 못하였기 때문으로 분석되었다. Fig. 7은 제 1 소화시험에서 화재발생 후 연소대가 자동소화된 모습을 나타내는 사진이다.

R1 공간에 대한 제 2 소화시험에서는 소화기 높이 2.6m의 경우 점화 후 작동 시간이 약 2분 40초인 것으로 나타났으며, 이 때 Fig. 8에서 보는 바와 같이 연소대 상단 천장의 온도는 336°C, 소화기 감지부 온도

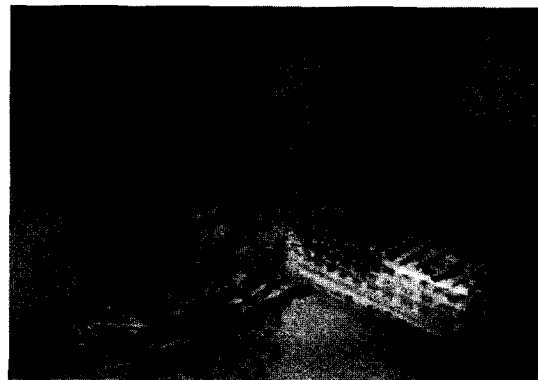


Fig. 7. 제 1 소화시험 후 연소대 모습.

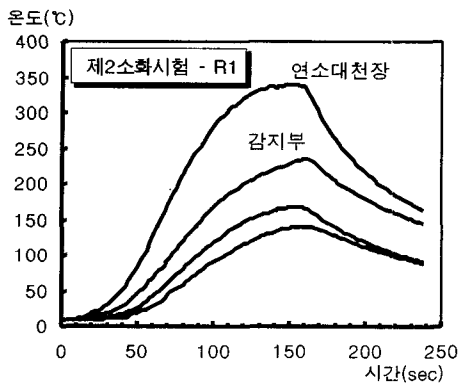


Fig. 8. 제 2 소화시험(소화기 높이 2.6 m).

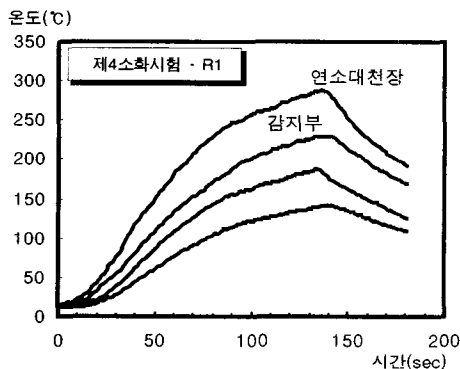


Fig. 9. 제 4 소화시험(소화기 높이 2.6 m).

가 약 235°C, 소화기 하단 2m 높이 온도는 약 166°C, 소화기 하단 1.5m 높이 온도는 약 141°C인 것으로 나타났다.

같은 공간, 같은 높이의 제 1 소화시험에 비해 작동 시간이 짧게 나타난 것은 점화원이 유류이어서 화재 확산이 빨라서 실내 온도가 급상승하였고 이에 따라 자동감지부의 작동도 빨랐기 때문으로 분석되었다.

제 2 소화시험에서도 소화약제 방사와 함께 화염은 진화되었지만 방사 종료 후 계속 밀폐된 상태에서는 2분 후에도 재발화가 관찰되지 않았으나, 방사 종료 후 2분이 경과한 후에도 문을 열어 산소가 공급되면 목재의 잔염에 의해 다시 약한 재발화가 일어나는 것으로 관찰되었다.

R1 공간에 대한 제 4 소화시험(B급)에서는 Fig. 9에서 보는 바와 같이 소화기 높이 2.6m의 경우 점화 후 작동 시간이 약 2분 19초, 연소대 상단 천장의 온도는 286°C, 소화기 감지부 온도가 약 230°C, 소화기 하단

2m 높이 온도는 약 179°C, 소화기 하단 1.5m 높이 온도는 약 142°C인 것으로 나타났다.

이 시험결과는 작동시간이 가장 짧게 나타났으며, 이는 소화기의 위치가 연소대 바로 상단에 위치하여서 화재 확산 및 열전달에 따른 온도 상승이 가장 가파르게 일어났기 때문으로 분석된다.

5. 결 론

본 연구 결과를 요약하면

1. 본 자동감지형 소화기의 경우 소화기 제반 성능 기준을 모두 만족하였으며, 감도특성의 경우 성능보호 면적 12m² 이내의 창문이 닫힌 폐쇄성 공간에서 사람이 없는 상태에서 A급 또는 B급 화재가 발생하더라도 일정시간 이내에 자동으로 소화약제를 방사하여 효과적으로 화재를 초기 진화 또는 억제할 수 있음을 증명하였다.

2. 소화기를 자동식으로 사용하고자 할 경우, 수동식과는 달리 설치 높이를 천장 가까이 높은 곳에 설치하는 것이 훨씬 효과적이며, 또한 방호면적이 비교적 큰 공간에서의 작동시간을 줄이기 위해서는 접합금속의 용융온도를 더욱 낮추거나 보다 조기감지형 감지기의 사용 필요성이 제기되었다.

3. 본 자동감지형 소화기의 개발은 화재발생 시 자동소화설비의 미비로 초기진화가 되지 않아 대형인명 사고로 이어지는 것을 획기적으로 예방할 수 있다고 본다.

참고문헌

1. 행정자치부, "화재방호정책자료집", pp.25-28(2000. 2).
2. 소방검정공사, "주거용 스프링클러 설비도입에 대하여", 소방검정, Vol. 11, No. 2, pp.22-34(1992. 10).
3. 일본화재학회, "주거용 스프링클러 설비", 일본화재학회지, Vol. 42, pp.39(1992).
4. 진중신, "주택에서의 스프링클러설비의 경제성에 대한 연구(III)", 소방2000년, No. 9, pp.90-97(1990. 8).
5. 이춘하 외, "주거용 스프링클러 설비의 도입에 관한 연구", 한국화재소방학회 추계학술대회 논문집, pp.252-258(2001).
6. NASA, "Selective Automatic Fire Extinguisher for Computers", NASA Report(1990).
7. Wilson, C.W., T.M. Trujillo, and Zallen, D., "Selective Automatic Fire Extinguisher for Class A with Notification", NASA Report(1983).
8. Safety Inventions, "Manual and Automatic Fire Extinguishing Systems", US Patent 6131667

- (2000).
9. Afaefire사(영), 수-자동식 소화기 카탈로그.
 10. Aotoquench사(영), AQ900 소화기 카탈로그.
 11. Metalcraft사(미), FE SA5 소화기 카탈로그.
 12. XINTEX사(미), Fireboy 소화기 카탈로그.
 13. 키친에스피오사(일), 자동식 소화기 카탈로그.
 14. KOFEIS, “수동식 소화기의 형식승인 및 검정기술기준 · 시험세칙”, 한국소방검정공사(1999).
 15. KOFEIS, “자동식 소화기의 형식승인 및 검정기술기준 · 시험세칙”, 한국소방검정공사(1999).