

용도별 맞춤형 스프링클러헤드의 개발을 위한 성능시험방안 연구

곽지현 · 김동준* · 구재현**

방재시험연구원 · (주)파라다이스산업* · 목원대학교**

A study on the test methods of sprinklers for various places

Kwark, Ji-Hyun · Kim, Dong-Jun* · Ku, Jae-Hyun**

FILK · Paradise Industry Co., Ltd.* · Mokwon Univ.**

요 약

일반 건물과 달리 특별한 화재특성을 가지는 단독주택, 주차장, 지하대공간, 다중이용시설 등의 화재 시 유효하게 진압할 수 있는 용도별 맞춤형 스프링클러헤드를 개발하기 위한 성능검증방법을 마련하고자 시험방법 및 성능요건을 연구하였다. 먼저 용도별 장소의 화재특성을 고찰하였으며, 아울러 기존의 관련 국내외 시험기준을 면밀히 분석하여 시험항목 선정 및 적용방법 수립방안을 검토하였다. 시험항목은 환경시험과 기능시험, 화재시험으로 대별할 수 있는데 이 중 용도별 헤드의 성능을 좌우하는 살수분포와 화재시험에 대해 시험방법과 성능요건을 제시하였다.

1. 서 론

현대사회의 도시화, 산업화가 가속화되면서 건물의 용도는 더욱 다양해지게 되었는데 이에 따라 화재특성이나 성상도 복잡해졌으며 화재진압 시 이에 적합한 방수특성을 가지는 소화장치가 필요하게 되었다. 즉 장소별 화재하중에 따라 맞춤형 스프링클러 장치가 필요하며, 이를 고려한 설계인자를 반영하여 적절한 헤드를 개발할 필요성이 증대되었다. 또한 이러한 스프링클러 헤드의 개발은 소화성능을 유효하게 검증할 수 있는 평가기술이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 용도별 설치장소에 적용할 수 있는 스프링클러헤드의 개발을 위한 성능시험방안을 검토해보고자 한다.

2. 용도별 설치장소의 화재 특성 및 스프링클러헤드의 성능요건

본 연구에서 대상으로 한 용도별 맞춤형 스프링클러헤드의 설치장소는 단독주택, 주차장, 지하대공간, 다중이용시설이며 이들 장소의 화재특성 및 이에 따른 스프링클러 설비, 즉 스프링클러헤드의 성능요건을 정리하면 다음과 같다.

2.1 단독주택

화재하중	하
연소특성	대부분 내화구조 아니며 화재시 주로 5~15분에 플래시오버. 연기 다량 발생.
특이사항	수원 및 가압송수장치 구축 어려움
헤드 성능요건	1)조기작동하여 연기확산방지 2)적은 방수량으로 유효하게 화재억제 3)넓은 방수면적으로 수량 최소화 4)벽면까지 방수하여 피난활동 용이하게

2.2 주차장

화재하중	중상
연소특성	차량내부의 대시보드, 오디오, 계기판 등 대부분이 플라스틱가연물, 특히 시트의 열방출을 높으며, 화재성장시 연료탱크 폭발가능성 높아 화재확대 우려됨.
특이사항	주로 건식, 준비작동식 설비 설치됨
헤드 성능요건	1)조기작동하여 화재성장방지 2)고압, 다량의 방수량 요구됨 3)높은 방수밀도로 초기에 화재억제 필요 4)스키핑 현상 발생 금지

2.3 다중이용시설

화재하중	중하
연소특성	인테리어 내부마감재의 화재시 급격한 연소확대 및 유해가스 발생 우려
특이사항	입주한 건물규모에 따라 다름
헤드 성능요건	1)조기반응을 위해 감도 민감 2)방수면적 크게 하여 연소확대방지 및 연기발생 억제(포용확장형) 3)피난가능시간 확대

2.4 지하대공간

화재하중	중상
연소특성	연기배출이 어려워 화염 및 연기확산이 빠름. 불특정다수가 이용하여 피난소요시간이 길어짐.
특이사항	특별한 별도 헤드가 없으며 표준형이 주로 사용
헤드 성능요건	1)연기확산방지 및 시야확보 2)화염전파차단 및 피난경로확보 (K80, 6.1mm/min)

3. 성능시험항목 선정 및 시험기준 수립방안

3.1 용도별 스프링클러헤드의 시험항목 선정

앞 장에서 용도별 스프링클러헤드에 대한 성능요구사항과 국내 검정기술기준 및 해외 우수한 시험기준에서 규정하고 있는 시험항목들을 비교분석한 결과(본 내용에는 신지 못했 지만)를 바탕으로 각 용도별 헤드의 성능평가를 위해 필요한 시험항목은 세 가지 분야별로 다음과 같이 선정하고자 한다.

1) 환경시험분야

스프링클러헤드의 물리적인 기본성능요건을 확인하기 위한 시험분야로 헤드가 가지는 기본 특성들을 평가하는 시험이다. 시험항목은 누설저항 및 정수압시험, 장기누설시험, 강도 시험, 열노출시험, 내열시험, 열충격시험, 부식시험, 진공시험, 충격시험, 수격시험, 진동시험, 막다루기시험 등이다.

2) 기능시험 분야

화재발생 시 스프링클러헤드가 적절히 동작하여 설계용도에 맞는 제기능을 발휘할 수 있는지를 평가하기 위한 시험항목들로 방수량시험, 액적크기측정(참고사항), 작동온도시험, 작동시험, 열기류감도시험, 살수분포시험, 측면방출시험 등이다.

3) 화재시험 분야

화재발생 시 스프링클러헤드의 궁극적인 목표달성(화재제어 또는 화재진압)이 가능한지 여부를 평가하기 위한 시험항목이다.

3.2 시험기준 수립방안

본 연구에서 용도별 설치장소에 적합한 스프링클러헤드의 성능평가를 위해 필요한 시험 기준을 수립하는데 있어 다음과 같은 개념과 방안을 적용하고자 한다.

우선 환경시험분야 및 살수분포를 제외한 기능시험 분야는 헤드의 종류에 관계없이 공통적으로 요구되는 시험항목 이므로 표준형헤드에 대한 시험방법을 적용하되 각 설치장소의 특성을 감안하여 필요한 성능요구사항을 최대한 반영하도록 한다. 이 때 국내 검정기술기준을 참고로 여기서 정하는 요건을 크게 벗어나지 않는 범위 내에서 ISO기준 및 UL 기준 등에도 적합하도록 시험기준을 추가 적용하여 제품의 성능을 향상시킬 수 있도록 한다. 만약 같은 시험항목에 대해 국내외 기준이 서로 같거나 유사하면 국내기준이나 ISO기준 중에 유리한 쪽을 선택하고, 서로 다른 경우 ISO기준을 적용하되 다른 기준의 합리적 요건들을 효과적으로 반영하도록 한다.

또한 ISO기준에는 규정되어 있지 않으나 UL, FM 등의 우수한 시험기준에 규정되어 있는 시험항목, 특히 스프링클러헤드의 소화성능을 좌우하는 살수분포시험 및 화재시험 등은 앞에서 살펴본 각 용도별 스프링클러헤드의 성능요건을 감안하여 합리적으로 준용해 기준에 반영하도록 한다.

4. 주요시험항목의 시험방법 및 성능요건 방안

4.1 실수분포시험

구 분	시험방법	성능요건
단독주택	채수통 : 300×300 채수통면적 : 방호길이1/2×방호폭1/2 헤드위치: 맨 구석 채수통 상단 헤드수량 : 1개 방수압 : 제조자사양 시험시간 : 1분 기타: 헤드 90° 돌려 2차 시험	4개통 이하의 최소평균 방수밀도 0.6 mm/min 그 외 0.8 mm/min
주차장 지하대공간	채수통 : 500×500 채수통배열 : 10×10 헤드배열 : 2×2(4개) 헤드간격 : 3.5m 방수량 : 80 l/min 시험시간 : 3분	평균방수밀도 6.1(중급) mm/min 이상 50% 미만 용기수 각각 5 이하
다중이용시설	채수통 : 500×500 채수통배열 : 10×10 헤드배열 : 2×2(4개) 헤드간격 : 4.5m 방수량 : 80 l/min 시험시간 : 3분	평균방수밀도 4.1 mm/min 이상 50% 미만 용기수 5개 이하

4.2. 화재시험

각 용도별 헤드의 화재시험방법 및 성능요건은 각 설치장소의 특성을 고려하여 다음 표와 같이 적용한다.

5. 맺음말

이 연구에서 용도별 설치장소에 적합한 스프링클러헤드 개발의 일환으로 각 헤드의 성능을 평가할 수 있는 시험방안을 고찰하였다. 수립한 시험기준(안)의 적합성평가 및 보완은 개발된 시제품의 성능시험 과정에서 시험결과 피드백을 통해 가능할 것으로 사료된다. 이를 통해 용도별 화재특성을 고려한 맞춤형 헤드의 개발도 가속화될 수 있을 것이다.

구 분	시험방법	성능요건
단독주택	<p>가연물 : 목재크립(305×305×152), 모형가구(810×760×305(2개)) 헤드배열 : 2×1(2개) + 출입구(1개) 헤드간격 : 최대방호길이 온도계측 : 열전대 4개 (천장계측, 천장아래 76mm, 높이 1.6m) 총방수량 : 제조사사양 시험시간 : 30분 또는 10분후 모형가구 소화시 종료 시험회수 : 2회(2차는 헤드 90° 회전) 시험실크기 : 최대방호폭×(최대방호길이×2) 천장높이 : 2.4m</p>	<p>1)출입구쪽 헤드 동작금지 2)천장 76mm 아래 2지점 모두 최고온도 315℃ 이하 3)바닥에서 1.6m 높이 최고온도 93℃ 이하이고, 연속 2분이상 54℃ 초과금지 4)천장계측 온도 260℃이하</p>
주차장 지하 대공간	<p>가연물 : 목재크립(2400×1200×750) 평균함수율 : 6~14% 연료분사 : n헵탄 3.8 l/min, 분무각 75°, 중공형 헤드배열 : 2×2(4개) 헤드간격 : 3m 온도계측 : 열전대 2개(천장중심 아래 75mm) 총방수량 : 320 l/min 시험시간 : 30분 시험회수 : 1회 시험실크기 : 12m×12m 이상</p>	<p>1)방수후 5분 이내에 (주위온도+275)℃ 이하로 떨어질 것 2)납은시간동안 각 열전대는 연속 3분이상 (주위온도+275)℃를 초과하지 말 것 3)납은시간동안 온도곡선의 면적이 (주위온도+275)℃ 직선면적보다 작을 것 4)목재크립의 질량손실율이 20% 이하</p>
다중이용 시설	<p>가연물 : 목재크립(2400×1200×750) 평균함수율 : 6~14% 연료분사 : n헵탄 3.8 l/min, 분무각 75°, 중공형 헤드배열 : 2×2(4개) 헤드간격 : 3.7m 온도계측 : 열전대 2개(천장중심 아래 75mm) 총방수량 : 333 l/min 시험시간 : 30분 시험회수 : 1회 시험실크기 : 12m×12m 이상</p>	<p>1)방수후 5분 이내에 (주위온도+275)℃ 이하로 떨어질 것 2)납은시간동안 각 열전대는 연속 3분이상 (주위온도+275)℃를 초과하지 말 것 3)납은시간동안 온도곡선의 면적이 (주위온도+275)℃ 직선면적보다 작을 것 4)목재크립의 질량손실율이 20% 이하</p>

감사의 글

본 연구는 소방방재청의 차세대핵심소방안전기술개발사업의 일환으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 스프링클러헤드의 형식승인 및 검정기술기준, 한국소방산업기술원(2010)
2. UL 199 Automatic Sprinklers for Fire-Protection Service, UL(2005)
3. FM 2000 Approval Standard for Automatic Control Mode Sprinklers for Fire Protection, FM Approvals(2006)
4. NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems, NFPA(2002)
5. 여용주, 수계소화설비공학(스프링클러설비편), 한국화재연구소(2006)
6. 소화용 스프링클러의 신기술 및 적용, 방재시험연구원(1996)