

제218호

2012년 6월

위험관리정보



WWW.KFPA.OR.KR

목 차

- 방재정보
 - ✓ 화재감지기술에 대한 고찰 / 1
 - ✓ 피난안내도 화면과 점멸하는 화살표에 의한 피난유도 실험 / 8

- KFPA 화재안전 우수건물 인정제도 / 18

- 신착자료 목록 / 25

- 안내
 - ✓ 판매도서 안내 / 26

화재감지기술에 대한 고찰

대규모 창고의 방호라는 주제에서는 소화설비가 가장 주목받고 있지만, 현대의 창고는 크기와 복잡성이 증가하고 있어 화재감지전략에 대한 필요성이 재조명되고 있다.

By Amanda Kimball

현재의 코드와 기준에서는 대부분의 창고에 자동화재감지 기능을 설치하도록 요구하지 않고 있다. 작년에 발간된 NFPA 보고서인 “창고 화재 Structure Fires in Warehouses”에 따르면, 2005년~2009년 사이에 미국내 창고에서 발생한 화재에서는 22% 정도만이 자동화재감지설비를 설치하고 있었다. 대조적으로, 동 기간의 창고화재에서 자동식 소화설비의 설치율은 36%였다.

2009년과 2010년에 방화연구재단(Fire Protection Research Foundation)은 현대식 창고시설의 화재안전 문제를 논의하는 워크샵을 실시하였다. 이 워크샵에는 창고 종사자, 보험사, 소방엔지니어링 회사, 연구자, 소방시설 제조업체, NFPA 등 코드/기준 개발자들이 참여하였다. 이 워크샵에서는 초기에 화재를 경보하고, 화재위치 식별, 화재규모 모니터링 뿐만 아니라 소방서 출동을 최소화하고 소화용수의 수원을 감소시킬 수 있는 조기즉동형 소화설비에 감지설비를 활용하는 가능성을 모색하였다(2010년 워크샵에서는 고난이 창고 high-challenge warehouse의 소화설비의 미래 전망에 대한 논의가 있었고, 이 내용은 2011년 7/8월호 NFPA저널에 커버스토리로 게재되었다). 이러한 워크샵의 결론 중 하나는 창고에 적합한 화재 감지기술의 사용에 관한 연구나 지침이 매우 부족하다는 것이었다.

이러한 요구를 충족시키기 위해 연구재단은 이 문제에 초점을 맞춘 연구 프로젝트를 시작하였다. 프로젝트의 첫 단계에서는 Hughes Associates에 의해 문헌 검토, 위험성 평가, 그리고 연구계획 수립이 실시되었으며 이 내용은 [nfpa.org / warehouse_detection](http://nfpa.org/warehouse_detection)에 온라인으로 공개되어 있다. 올해에는 이 프로젝트의 두 번째 단계가 수행될 것으로 예상되는데, 여기에는 설계 화재의 특징을 시험하기 위한 실규모 화재시험을 실시하여 다양한 화재감지 기술을 평가하고자 한다.

이러한 기술의 가능성을 탐색하는 것은 현대식 창고 공간이 진화하는 것을 고려할 때 매우 시의적절한 것이다.

“오늘날의 창고는 대형화하고 적재높이가 높아지며 보관물품의 위험성도 다양해지고 있다.” Zurich Services Corporation 리스크 엔지니어링 부서의 현장담당 부서장인 Richard Gallagher씨는 NFPA 저널의 커버스토리에서 이와 같이 설명하였다. “공업단지의 창고시설이 10개 이상의 미식축구 경기장을 합친 면적을 갖는 경우는 이제 흔하며, 그중 다수는 30개 이상의 미식축구 경기장을 합친 정도의 면적을 갖고 있다. 이러한 대형창고는 지붕높이만 30~40피트(9.1~12.1미터)에 달하며 자동식 수납설비가 설치되어 있어 랙 적재높이가 바닥으로부터 100피트(30.5미터) 이상에 달한다. 창고가 경제성과 효율성을 추구하면서 적재높이를 최대화하고 사용되지 않는 바닥공간을 최소화하고자 하여 적재물간 통로공간의 수와 크기가 모두 감소하였다. 게다가 보관물품이 플라스틱과 에어로졸을 포함하면서 일반적인 가연물보다 매우 큰 화재위험을 갖게 되었다.”

이러한 시설에 대한 논의의 대부분이 화재진화 및 공공소방대가 최종 소화작업을 하는 것이 유효한지에 초점을 맞추고 있으나, 고위험 창고시설의 화재감지에 대한 내용도 상당부분 논의되었다.

방법론과 해결과제

전통적으로 창고에 설치된 자동식 스프링클러설비의 주목적은 NFPA13 스프링클러설비설치기준에 강조된 것처럼 화재를 제어하고 화재의 성장을 억제하는 것이다. 그러나 스프링클러가 화재를 완전히 소화시키는 것을 의도하지는 않았고, 최종 소화는 소방관의 몫으로 남겨두었다.

대형공간의 화재를 완전히 소화시킬 수 있는 능력을 가진 소화설비는 존재하지 않지만, 창고의 크기가 점차 커지면서 인명과 재산에 미치는 위험도 증가하므로 이러한 창고를 위한 소화설비를 설계하는 것도 차후 논의해 볼 수 있다.

지금으로서는 창고의 크기 및 보관물품의 다양성 증가로 인해 현재 사용되고 있는 수동식 설비에 의한 소화활동 전략의 효율에 대한 근본적 의문이 제기되고 있다. 또한 소방대로서도 화재의 위치를 파악하고, 스프링클러가 작동하고 있는지, 건물 구조와 보관용 랙의 구조가 양호한지, 화재가 고층 랙처럼 소화수가 도달하기 어려운 부분까지 확산되고 난 뒤 얼마나 시간이 지났는지를 파악하기 어렵게 만드는 조건을 갖추고 있다.

또한 창고규모의 증가로 인해 창고부지의 규모도 증가한다. 이로 인해 대규모 창고들은 토지확보가 용이한 외곽지역에 위치하게 되었다. 그러나 이로 인해 소화용수의 확보가 어려워졌고 소규모 화재에 대응하도록 준비된 지방소방서에서 소화활동을 감당하기 힘들어졌다.

이러한 난점을 교과서적으로 보여주는 사례가 2007년 사우스 캐롤라이나의 Tupperware Brands사의 제조 및 물류센터에서 발생한 적이 있다. 건물은 주법규 및 지방법규의 요건을 모두 충족하였고 NFPA13의 규정에 따르는 스프링클러설비가 설치되어 있었다. 165,000평방피트(15,329평방미터)의 창고에서 화재가 발생하자 경종이 울리고, 스프링클러설비가 작동하였으며 지방의 용소방대가 출동하였다. 그러나 소방관들은 화재지점을 찾는 데 어려움을 겪었고 화재가 고르게 확산되면서 스프링클러설비가 계속 작동하였다. 수 시간 만에 인근 13개 도시의 소방서가 지원 출동을 해야 했다. 이러한 지원에도 불구하고 화염을 잡는 데는 실패하였다. 최초 경종이 울린 후 18시간이 지나자 화염은 그 모습을 드러내었고 이미 수백만 달러 규모의 건물과 재산을 태운 후였다. 이 공장은 결국 완전히 소실되었다.

Tupperware사의 화재 후에 소방관들은 화재위치를 찾을 수 없었던 점에 불만을 표시하였고, 보험사와 기술전문가들은 소방관들이 창고화재에서 화재 위치를 파악할 수 있도록 하는 감지기술의 개선에 대해 논의하기 시작했다.

Tupperware사 창고의 보험사였던 Zurich Services Corp.는 이러한 창고시설의 소방계획을 최대한 최신 기준에 맞게 갱신하라는 요청을 소유주와 소방당국에 요청하였다. Zurich사에서는 화재를 최대한 초기에 감지하는 것이 핵심이며, 이것은 화재의 위치를 3차원 적으로 파악하고 화재의 확산 현황을 인지하는 것이라고 주장하였다. 창고시설의 소방계획은 구체적으로 창고내 보관용 랙 시설의 주소를 반영하고, 자동식 보관수납 시스템(ASRS)이 화재주

변의 물품을 제거하여 화재를 고립시키도록 하는 내용을 포함해야 한다. Zurich사는 또한 화재의 확산 현황을 인지할 수 있도록 센서를 충분히 설치하는 신기술을 모색해야 한다고 촉구하였다.

방화연구재단의 현재 연구 또한 동일한 주제를 다루고 있다. 1단계 보고서에서는 자동화재탐지설비가 기존의 자동식 스프링클러설비보다 빠르게 화재 상황을 확인하고 소방서에 통보하여 출동시간을 단축시키는 것이 가능할 수도 있다는 것을 발견하였다. 또 다른 장점은 위치감지설비는 대규모 창고시설에서 작동된 감지기의 세부적 위치와 작동순서 등을 파악함으로써 화재위치를 정확하게 알려줄 수 있다는 점이다. 이러한 고급 탐지설비는 화재의 온도를 지속적으로 모니터링하여 소방관에게 알려줌으로써 소화활동을 도와줄 수 있다. 이러한 장점으로 인해 소화활동의 효율성이 높아지면 소방관의 위험은 감소한다.

창고에는 다양한 감지설비가 설치될 수 있지만, 2009년 NFPA의 창고화재(냉동냉장창고 제외) 보고서에 따르면, 대부분의 창고에 설치된 감지설비는 연기감지기였다. 전통적으로 연기감지기는 천장 또는 벽의 특정 지점에 스포트형으로 설치되고 있다. 연기는 화재 초기부터 발생하므로 연기감지를 통해 화재를 초기에 감지할 수 있는 것이다. 그러나 천장이 높은 초대형 시설에서는 작은 화재에서 발생한 연기는 천장에 도달하지 못할 수도 있다.

스포츠형 감지기는 화재위치 정보를 제공할 수 있지만 비화재보를 방지하기 위해 주기적으로 청소해야 하므로 유지보수의 문제가 있다. NFPA72 화재경보 및 신호 코드에서는 이러한 감지기를 매년 시험하도록 규정하고 있다.

광전식 분리형 연기감지기는 소수의 감지기로도 대규모 공간을 포용할 수 있으므로 자주 사용된다. 이러한 감지기들은 광선 빔을 발신부와 수신부 사이에 발사한다. 광선 빔이 흐려지거나 차단되면 감지기가 작동한다. 연기가 천장까지 도달하지 못하는 문제점을 해결하기 위해 감지기는 중간높이에도 설치될 수 있지만 광선의 동선을 보정하기 위한 설계가 필요하다.

광전식 분리형 연기감지기와 마찬가지로 공기흡입형 연기감지기는 넓은 지역을 포용할 수 있다. 이러한 감지기는 지속적으로 튜브 또는 파이프의 샘플링 포트를 통해 공기를 흡입하여 방호 공간의 공기를 테스트한다. 흡입된

공기는 연기가 포함됐는지를 분석하기 위해 중앙 감지기로 보내진다. 이러한 시스템은 광범위한 감도를 설정할 수 있으며 스포트형 감지기보다 더 민감하게 설정할 수 있다. 또한 공기중에 미립자가 많이 존재하는 “더러운” 장소에서도 필터의 설정값을 보정하여 사용이 가능하다. 그러나 샘플링 포트에 연기가 도달하기까지 부력이 필요하므로 여전히 높은 위치에 연기가 도달하지 못할 수 있다는 문제가 존재한다. 이러한 문제점은 랙 중간에 감지부를 설치하여 부분적으로 해결한다.

비디오 이미지 검출(VID) 시스템은 연기와 화염을 감지하기 위해 카메라를 사용한다. 비디오 이미지는 영상 처리되어 연기나 불길이 존재하는지를 확인한다. 이 장치는 보안의 목적으로도 영상을 활용할 수 있으므로 두 가지 역할을 한다. VID 시스템은 광전식 분리형 연기감지기보다 더 큰 면적과 공간을 포용할 수 있지만 창고의 랙 구조 및 기타 구조물로 인해 포용에 장애물이 생길 수 있다. 또한, VID 시스템은 연기를 감지하기 위해 빛을 필요로 하므로 조명이 없는 무인 설비에서는 문제가 될 수 있다. 또한 움직이는 물체, 조명의 변화, 열원의 사용 등으로 오작동을 일으킬 가능성도 있다.

열감지기도 창고에서 사용될 수 있지만 열감지기는 고온에 도달해야 작동하므로 연기감지기처럼 조기에 감지할 수는 없다. 열감지기는 온도 또는 온도상승률을 측정하여 설정된 임계값을 넘는 경우 작동한다. 연기감지기와 마찬가지로 열감지기도 스포트형으로 천장과 랙에 동시에 설치될 수 있다. 유수검지장치와 함께 설치된 자동식 스프링클러설비의 스프링클러헤드도 스포트형 열감지기로 간주할 수 있다.

다른 유형의 열감지기인 감지선형 열감지기는 케이블 또는 튜브 형태의 감지기로 온도를 측정한다. 감지선형 열감지기는 랙의 각 단에 설치되어 일반적으로 유지 보수가 많이 필요 없고 불리한 환경 조건에 견딜 수 있다.

마지막으로, 불꽃 감지기술은 광학 감지기를 사용하여 화염에서 발산되는 복사열의 파장을 측정하여 화재를 감지한다. 이 장치는 특정한 유형의 파장을 감지할 수 있도록 설정되어 오보를 감소시킨다. 이러한 형태의 감지기술은 넓은 공간을 포용할 수 있지만, 화염을 직접 포착해야만 감지할 수 있으므로 랙 구조에 의한 시야의 사각이 문제가 된다.

향후 발전방향

이 주제에 대한 재단의 연구 프로젝트의 첫 단계는 화재로 인한 창고의 재산 피해를 줄이기 위해 탐지기술의 잠재적 영향을 평가하였다. 두 번째 단계는 창고화재 감지기능의 이점을 계량화하기 위한 실제규모의 화재시험을 포함한다. Hughes Associates에 의해 설정된 2단계 목표는 두 가지이다 : 설계화재를 정립하기 위해 창고화재의 전형적인 초기 성장단계의 특성을 파악하는 것과, 전형적인 창고조건에서의 설계화재에 대한 감지시스템의 성능을 평가하는 것이다.

현재는 설계화재의 초기단계를 정량화할 수 있는 데이터가 부족하기 때문에 이에 관한 데이터를 수집하는 것이 실제 규모 화재시험의 첫 번째 목표이다. 초기단계 화재에는 물품 포장재 및 기타 물품을 사용하여 랙 보관물품 외의 장소에서 화재가 시작되는 것을 재현하고자 한다. 화염의 성장이 가속화되기 전 초기단계 화재의 성장에 관한 시험이므로 초점은 최초에 불이 붙는 물질이다. 초기단계가 10분 이상 지속되는 화재 시나리오(지역소방서 출동기준)와 초기단계가 3분 이상 지속되는 화재 시나리오(자체소방대 출동기준)이면 감지시스템의 효율성을 평가하기 위한 대표적인 화재 시나리오라고 할 수 있다.

2단계 작업에서 탐구해볼만한 목표에는 다양한 감지기가 설계화재에 동시에 노출된 경우의 차이점을 평가하는 것이 있다. 이러한 작업은 3단계로 수행할 수 있다. 먼저 화재에 직접 맞닿은 상태에서의 감지성능 평가를 하고, 랙에서 떨어진 곳에서 발생한 화재라면 일반적으로 존재하는 수준의 장애물을 설치한 후의 감지성능 평가를 실시한 후, 랙 직근에서 다수의 장애물이 존재하는 환경을 조성한 후 감지성능 평가를 하는 것이다. 화재감지 시스템의 반응 능력은 설계화재를 감지해내는 능력과 화재를 사람이 발견하는 것에 비해 상대적으로 걸리는 시간으로 평가한다. 감지시험의 결과는 창고화재 감지 평가기준의 개발을 돕고 창고용으로 새로 개발되는 감지기술의 효율성을 평가하는 데 사용될 것이다.



2003년 미국 에너지 정보부에서 수집한 자료에 따르면 미국 내 창고의 15%가 25,000평방피트(2,320평방미터)보다 큰 것으로 나타났다. 그러나 2011년에 발간된 NFPA의 창고화재 보고서에서는 창고화재의 26%가 20,000평방피트(1,860평방미터) 이상의 창고에서 발생하였다고 기록되어 있다. 즉, 대형 창고의 화재위험이 더 높다는 것이다.

창고 크기의 증가는 부분적으로는 자동식 수납보관 시스템의 사용으로 인한 것이다. 이러한 창고에는 모터로 구동되며 컴퓨터로 제어되는 장비가 사람이 하는 것보다 더 높고 깊숙이 물품을 보관할 수 있다. 이러한 유형의 창고는 높이가 100피트(30.5미터)를 넘기도 한다.

창고 방호에 대한 자세한 정보 및 통계 내용은 2011년 NFPA 보고서인 “미국내 스프링클러설비 사례”를 참조하라.

(nfpa.org/OSDSfireprotectionsystems)

* Amanda Kimball은 방화연구재단의 연구 프로젝트 매니저이다.

출처 : NFPA Journal. March/April 2012

번역 : 조사연구팀 안승일 대리