



이제 원형 건축물 시스템의 안전을

# 효율적인 방재시스템 구축을 위한 제언



글 | 이수경

서울산업대학교 안전공학과 교수

## 1. 머리말

대형 지하공간이나 초고층건물의 상층부에 다섯 개 이상의 상영관과 다양한 문화시설이 자리 잡은 복합상영관은 화재발생 빈도가 다른 방호공간에 비하여 낮지만 불특정 다수가 출입하는 장소로, 방재시스템을 완벽하게 구축하지 않을 경우 인명 및 재산피해의 우려가 높은 공간이다. 특히 복합상영관의 건물 내에 화재감지 및 소화시설과 피난 시설 등이 적법하게 설치되어 있더라도 국내법들이 다수인과의 재난대피 부분에는 치밀하지 못하다는 점 등을 고려하면 위 시설들에 대한 국가적인 고려가 필요하지 않을 수 없다.

본 고에서는 복합상영관의 화재 시 피해를 최소화하기 위한 효율적인 방재시스템에 대해서 언급하고자 한다.

## 2. 종합 NET-WORK 시스템

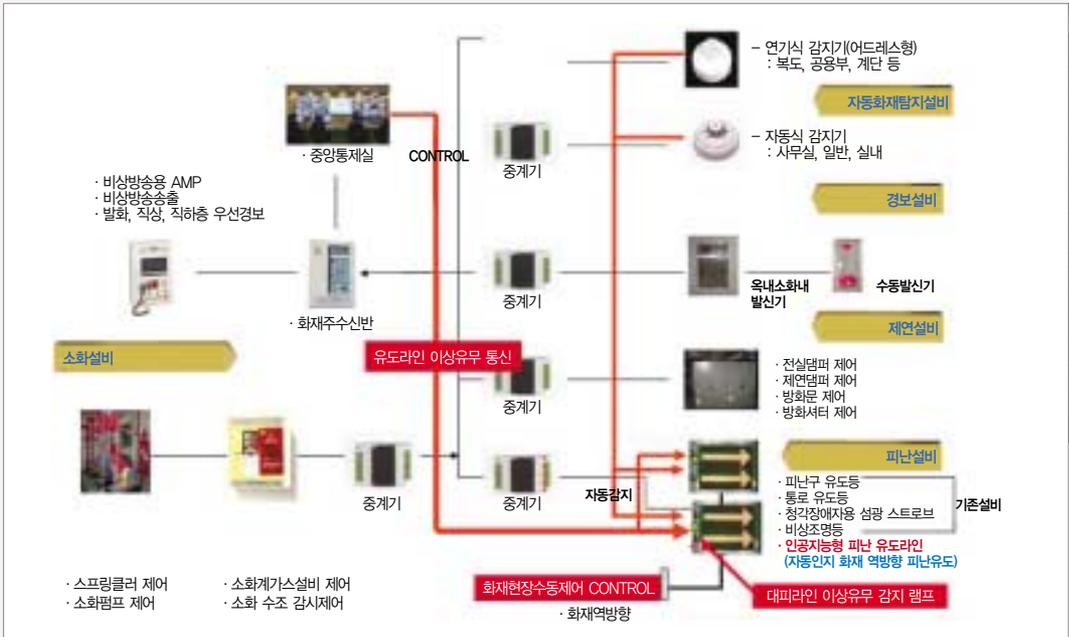
복합상영관과 같은 대형화되고 복잡화된 건물은 넓은 지역의 감시·제어를 위해 여러 대의 수신기를 네트워크링하고, 중앙감시반, 방재센터 등에서 감시·제어할 수 있는 자동화재탐지시스템이 필요하다. 이를 위해서 국내에서 생산되는 종합방재시스템에 대한 특성을 충분히 알고 선정하여야 하며, 자동화재탐지시스템의 경우 전자통신 기술을 응용한 화재의 조기 감지 기능을 가지고 있어야 한다. 시스템은 모듈화되고 Peer to Peer 방식의 분산처리가 가능하도록 설계되어야 하며,

하나의 노드(수신기)가 작동 불능 또는 통신선의 이상으로 네트워크에 이상이 있는 경우 노드가 독립적으로(Stand-Alone) 작동되어야 한다. 또한 최악의 비상사태의 경우에도 자동화재탐지설비는 작동되어야 한다. 따라서 최단시간에 화재발생을 감지하여 정확한 내용을 근무자에게 통보해 주고, 동시에 자동으로 신속한 비상 피난시스템기능과 소화설비의 자동연동/수송제어기능으로 신속하게 피난 및 화재진압이 이루어질 수 있는 복합기능이 종합방재시스템으로 구성·운영되어야 한다.

## 3. 소화 시스템

화재 발생 시 초기 소화가 중요한 것은 누구나 아는 사실이다. 하지만 복합상영관과 같이 바닥 재료 및 의자, 내장재료 등이 높은 발열량을 가지고 있고, 층고 또한 높은 경우에는 초기 소화가 힘든 경우가 많다. 초기소화를 위해서 적절한 장소에 소화기, 옥내소화전, 스프링클러를 설치하고 특히 스프링클러는 초기 화재 진압에 유용하므로 복합상영관의 특성에 알맞은 설비로 설치하여야 할 것이다. 다음은 스프링클러의 초기진압에 관련된 내용으로, 열감도, 소요살수밀도(RDD), 실제침투밀도(ADD) 등 세 가지 요소에 의해 결정된다.

이중 실제침투밀도(ADD)가 화재 시 중요한데 복합상영관 같이 연소속도가 빠르고 층고가 높은 경우에는 화재 시 소화수의 충분한 침투가 용이하지 못하고 높은 발열량을 가지고 있어 화재 시 강한 상승 기류를 만들어 불타는 곳에 도달하기도 전에 물방울을 증발시켜 방수량을 감소시키기도 한다. 그리고 강력한 불기둥은 먼 곳에 위치해 있는 스프링클러헤드를 작동시켜 화재에 인접해 있는 스프링클러헤드의 방수량이 감소되어, 다수의 스프링클러헤드가 작동해도 초기소화에 실패하는 사례를 낳기도 한다. 이러한 문제점을 해결하기



〈그림 1〉 중화방재설비 네트워크

위해서는 소요살수밀도(RDD)와 실제침투밀도(ADD)의 관계를 고려하여 화재 초기 시 속도형 스프링클러를 이용해 신속한 진화는 물론 주변지역을 미리 적셔 화재의 확산도 막아야 한다. 또한 라이드롭(Large drop) 스프링클러헤드를 사용하여 헤드에서 방출되는 물방울의 크기를 크게 함으로써 화재 지역에 충분한 소화수가 공급되도록 해야 한다. 마지막으로 반응시간과 열감도를 적절하게 조절하여 화재 지역과 먼 곳에 헤드가 미리 터져 방수량을 감소시키지 않게 하여야 할 것이다.

#### 4. 피난 시스템

복합상영관의 경우 빛의 차단과 좁고 복잡한 통로 등으로 인해 피난자들이 어둠과 연기로 인한 가시성 저하, 불에 대한 공포로 판단력을 상실하게 된다. 실제로 대구지하철 화재사고 당시 피난자들의 설문조사에 따르면 화재 발생시 시야장애가 가장 큰 어려움이었으며, 이동시 피난에 지장을 주

는 장애물에 의한 불편함이 장애 요인으로 조사되었다. 또한 시야장애에 따른 심리적 불안감도 장애요소가 되었으며, 비상등과 광고판의 불빛이 뒤섞여 탈출에 혼란을 주었다. 이에 피난자의 피난을 유도할 수 있는 종합적인 시스템이 필요한 것으로 간주된다.

#### 가. 적절한 피난·방재 계획 설계

화재 공간에서 신속하게 혼란 없이 대피할 수 있도록 하면서 화재 공간 이외의 공간의 인명 안전을 도모하도록 피난로를 설정하는 것이 건축방재 계획에서 중요하다. 피난계획은 피난 인원, 피난능력 등 피난자의 특성에 따라 건물구조에 적합한 피난로 계획이 이루어진 후 피난동선에 적절한 비상 유도설비를 통해 피난시간을 단축시키고, 계단이나 비상구를 알기 쉬운 위치에 균등하게 배치하여야 하며 피난을 위한 피난자의 행동특성을 파악하고 피난 설계를 해야 한다. 하지만 인구밀집도가

높은 복합상영관의 경우에 인간의 피난 행동을 예측하기가 어렵기 때문에 피난 안전성을 확인하기 위해서는 피난시물레이션을 통해 건물의 피난·방화설비의 적정성을 평가하여 최적의 피난 계획을 수립할 수 있다. 복합상영관의 피난 시물레이션의 수행 세부목표는 다음과 같다.

- 복합상영관 관람객의 일시대피에 따른 혼잡도 예상
- 복합상영관에서 출구로의 피난 시 이용율이 높은 출구 확인
- 복합상영관 내 수평피난시간의 계산(일시 대피시간 계산)
- 수직계단을 통하여 외부로 대피하는 전체 피난시간의 계산(탈출 피난시간 계산)

또한 피난시물레이션이 수행되어지기 위해서는 우선 건물의 특성과 화재상황을 미리 예측하고 분석하여 화재 확산 및 연기의 유동성 등 화재위험성 평가를 하여야 한다. <표 1>은 화재위험성을 평가하기 위한 화재시물레이션과 피난시물레이션의 특징과 현재 사용되어지는 모델에 대해 간략하게 제시한 것이다.

이러한 화재위험성 및 피난의 적정성을 평가한 후 방재계획의 타당성을 분석하여 건물의 합리적인 방재대책을 제시하는 방재계획서를 작성할 수 있다.

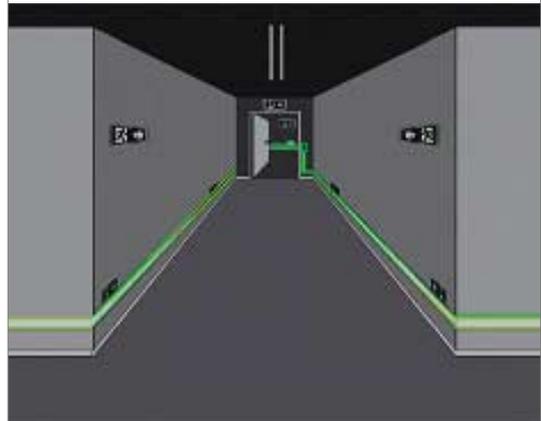
<표 1> 화재·피난시물레이션의 분류와 특징

| 구분    | 특징  | 모델  |
|-------|---|---|
| 존 모델  | 2개층 구성, 단순한 가정, 난류해석의 한계, 1-D 가정, P.C. 사용, 시간절약 | ASET, BRI, CFAST, FPETOOL, FASTLite, HAZARD I |
| 필드 모델 | 수 많은 셀간의 질량, 모멘텀, 에너지 이동, 대용량 컴퓨터 사용            | FLOW3D, JASMINE, SMARTFIRE, FDS, PHOENICS     |
| 피난 모델 | 최단 피난시간 예측, 정성적 요소의 적용 한계                       | EVACNET, HAZARD I, SIMULEX, EXDOUS            |

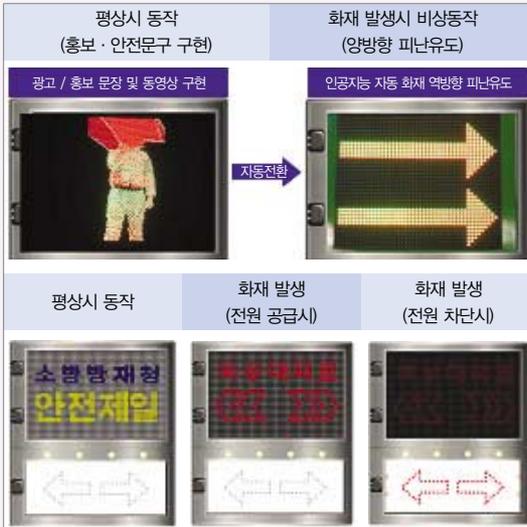
**나. 피난유도라인 시스템**

현재 피난유도시스템은 지정된 비상구 통로 방향의 단일 방향으로 표시되어진 간접 문자 구현 방식으로, 일정 간격(10~20m) 설치되어 평상시 동작과 비상시 동작의 구분이 없이 동일 조도로 지속 발광하고 있다. 특히 화재 위치와 관계없이 단일 방향으로 비상 탈출 방향을 표시하고 있다. 이러한 시스템은 화재 발생 시 화재 방향으로 피난을 유도하여 대형 참사를 유발시킬 우려가 있으며, 평상시와 동일조도로 발광하므로 위험 상황에서 안일하게 대처할 우려가 있다. 또한 유독가스 발생 시 원거리 이용객들의 인지도가 떨어져 위치확인이 곤란한 취약점을 가지고 있다고 할 수 있다.

따라서 식별이 뛰어나고 설치와 유지보수가 용이함은 물론 종합방재실에서 ON-LINE 제어가 가능한 인공지능형 피난 유도라인 시스템의 개발이 필요하다. 인공지능형 피난 유도라인 시스템의 경우 화재 탐지기와 연동하여 화재 위치를 자동 인지하여 LED를 양방향으로 자동 점멸하는 비상유도 시스템이다. 이는 화재 발생 시 방향 표시를 피난자가 피난해야 할 방향으로 자동 점멸하는 인공지능 피난유도시스템이라고 할 수 있다.



<그림 2> 피난유도라인



〈그림 3〉 인공지능형 비상유도라인의 두 가지 예

**다. 음성 피난유도 지시**

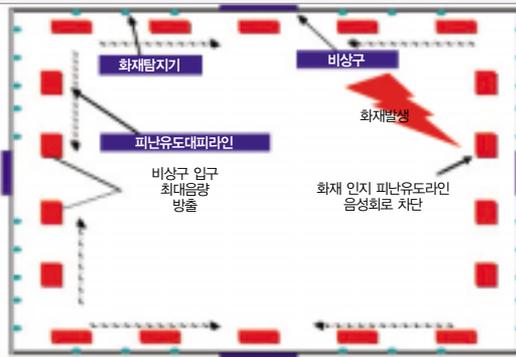
화재 시 유독가스로 인해 시야확보가 어렵고 판단력이 떨어지게 된다. 그래서 시각적인 효과와 더불어 피난 방향으로 음성을 인식하게 하여 피난을 도울 수 있도록 하는 것이 필요하다. 음성 피난 유도 시스템 내장으로 화재 감지 시 피난유도 표시와 동시에 음성으로 피난을 유도함으로써 피난 효과를 증가시킬 수 있다.

**라. 피난 관련 홍보**

복합상영관의 경우 넓은 공간과 많은 통로가 있어 건축물마다 피난자가 피난로를 사전에 인지하기 힘들다. 그래서 영화상영 전에 피난로에 대한 홍보를 하였으나 요즘에는 이러한 홍보조차 하지 않는 경우도 많다. 그래서 피난에 대한 홍보를의 무화하는 등 피난자에게 피난경로 및 안전의식을 제고하여야 한다.

**마. 비상조명 시스템**

복합상영관의 특성상 어둡고 좁은 통로로의 피



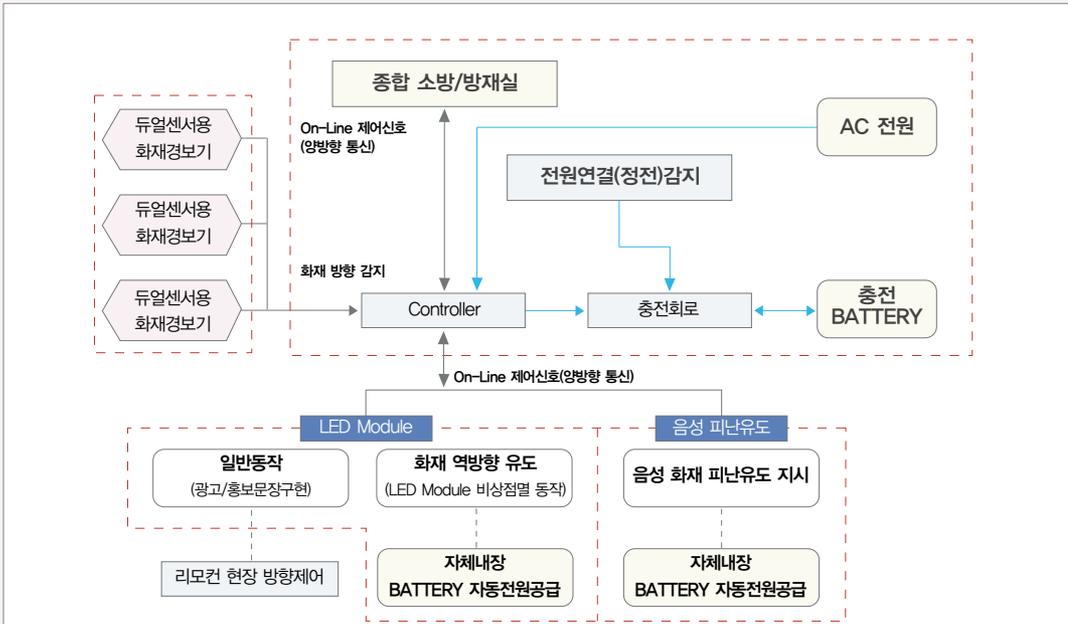
〈그림 4〉 음성 피난유도시스템 예상도

난을 위해서 피난자의 피난을 도울 수 있는 비상조명등의 설치 및 휴대용 비상조명등의 배치를 적절히 하여야 한다. 비상조명등의 경우 예비전원을 내장하거나 그러지 않을 경우에는 화재안전기준에 적합한 비상전원을 설치하여 화재시 전원이 차단되어 정전이 되더라도 원활한 피난활동을 할 수 있도록 피난로에 적절한 비상조명등을 설치해야 한다. 또한 재실자가 평소에도 관심을 가질 수 있고 피난 시에도 쉽게 사용할 수 있는 장소에 휴대용 비상조명등을 비치하여야 할 것이다.

**5. 연소확대 방지 및 제연설비**

복합상영관은 철저한 방화구획과 적합한 배연설비를 통해 연소확대를 방지하여야 한다. 특히 상영관의 경우 영사실과 복도의 층고가 다르고 출입문이 복잡하게 엉켜있어 면적별 구획과 함께 용도별 실별 방화구획을 하여야 한다. 출입구의 경우 화재 확산 및 연기전파를 막기 위해 상당기간의 내화성능이 있는 구조로 자동폐쇄장치가 설치된 갑종방화문을 설치하여야 한다. 그리고 층간 화재전파의 우려가 있는 에스컬레이터 주변이나 개방된 넓은 공간은 방화셔터를 설치하고 셔터의 상부에는 측벽형 헤드를 설치하여 셔터를 보호해 주어야 한다.

제연시스템의 경우 연기를 배출하기 위하여 범



〈그림 5〉 피난유도 시스템 동작 블록도

적시적인 배연창시설뿐만 아니라 비상시 환기설비를 제연설비로 전환하여 연기를 제어하여야 한다. 하지만 제연설비는 연기를 외부로 배출하여 재실자를 안전한 장소로 대피시켜야 하므로 그 신뢰도가 아주 중요하다고 할 수 있다.

덕트를 통하여 신선한 공기 유입과 동시에 연기를 외부로 배출할 때, 공조기를 이용한 급·배기 겸용설비 또는 배기 팬만을 별도로 설치하는 일반적인 방법과 공조기를 이용한 급기와 별도의 배연덕트 및 팬을 설치하는 방법이 있다. 복합상영관의 경우 보다 신뢰성을 갖는 후자를 선택하여, 급기와 배기를 완전히 별도로 설치하여야 한다.

## 6. 맺음말

복합상영관은 화재 발생 시 다수의 인명피해로 대형 참사가 일어날 확률이 높다. 이러한 화재위험성이 높은 건축물의 성공적인 종합방재시스템의 구성을 위해서는 우선 시설물에 적합한 설계,

시공 및 효율적인 시스템의 선정과 지속적인 유지 관리가 되어야 가능하다.

우선 발화를 방지하는 것이 최우선이겠지만, 만약 화재가 발생하더라도 초기소화를 할 수 있는 소화설비, 피난자의 안전한 피난, 다량의 인명피해를 가져오는 연기를 위한 제연 등의 적절한 방재시스템으로 초기소화와 안전한 피난을 할 수 있는 시스템을 구축하여야 할 것이다. 아울러, 대형사고가 일어날 가능성이 높은 복합상영관의 방재시스템을 최적화하여 무고한 인명피해가 일어나지 않도록 해야 할 것이다. (㉞)

### [참고문헌]

1. NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems
2. NFPA 91 Standard for Exhaust Systems for Air Conveying of Vapors, Gases, Mists, and Noncombustible Particulate Solids
3. NFPA 101 Life Safety Code