

디지털 기술 활용 초고층 및 지하연계 복합건축물 피난안전 개선방안 연구

A Study on improvement of evacuation safety in high-rise and underground complex buildings using digital technologies

서정완¹ · 김동오² · 이태규^{3*}

Seo, Jeong-Wan¹ · Kim, Dong-Oh² · Lee, Taegy^{3*}

Abstract : As buildings become taller and more complex, the number of high-rise and underground complex buildings is increasing, but risks are also increasing due to the limitations of existing evacuation safety methods. Through this study, we will analyze the fire and evacuation characteristics of high-rise and underground complex buildings, identify problems with the current evacuation safety method, and seek ways to improve them using digital technologies

키워드 : 초고층 건축물, 지하연계 복합건축물, 디지털 피난안전 시스템, 인공지능

Keywords : high-rise building, underground complex, digital evacuation safety system, artificial intelligence

1. 서론

건축물의 고층화, 복잡화 추세에 따라 재난 위험성도 함께 증가하고 있다. 초고층 및 지하연계 복합건축물은 화재사고 특성과 피난 안전 특성이 일반 건축물과 상이한데 일반 건축물과 유사한 피난안전 체계를 갖추고 있어 재난 발생 시 대형 인명피해가 우려된다. 본 연구에서는 초고층 및 지하연계 복합건축물의 화재사고 특성과 현행 피난안전 체계의 한계를 분석한 후 디지털 기술을 활용한 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 초고층 및 지하연계 복합건축물 피난안전 현황

초고층 건축물의 경우 화재 발생 시 연돌효과(Chimney Effect)로 엘리베이터, 계단과 같은 수직공간을 통해 화재가 급속도로 확산된다. 이에 반해 국내 소방 사다리차 및 살수차의 최대 작업 높이는 52미터로 200미터 이상의 초고층 건축물의 소화활동에 상당한 어려움이 있다.

지하연계 복합건축물의 경우 화재와 연기가 지하구조를 통해 인근 건물로 확산이 용이한 수평적 구조로 되어 있다. 지하통로와 계단, 에스컬레이터 등으로 지하공간이 서로 복잡하게 연결되어 있어 대피경로 또한 복잡하여 패닉상태의 대피자가 대피동선에 혼란을 겪을 수 있다. 이런 상태에서 방화구획으로 인해 특정 대피동선이 차단되면 혼란은 가중된다.

피난안전은 유도등, 경보방송, 피난안전구역, 안전관리조직 등을 통해 이루어지고 있는데 현재의 체계로는 이런 상황에 맞게 재실자를 안전하게 대피시키기에 역부족이다.

유도등은 안전한지 위험한지 구분하지 않은 채 고정된 대피방향을 안내하여 대피자가 유도등 안내방향으로 대피하다 더 큰 위험에 처할 수 있다. 경보방송은 모든 대피자에게 동일한 메시지를 전달하여 대피자는 각자의 위치에서 어떻게 대응해야할지 알기 어렵다. 피난안전구역은 기준이 1인당 0.28㎡이상의 공간을 확보하도록 되어있어 과밀화 가능성이 높고, 타 피난안전구역의 정보도 알 수 없어 공간을 비효율적으로 활용할 수 있다. 안전관리조직은 소수의 인력으로 대규모 공간을 운영하여 화재발생 신고 접수 후 현장 도착까지 장시간이 소요되고, 전체 공간의 대피자를 안내하는 것이 불가능하다.

대피자가 스스로 대응하더라도 안전히 충분히 확보되지 않은 상황에서는 오히려 위험해질 수 있다. 수원 화서 아파트 화재사고('23.3.6)의 경우 1층에서 화재가 발생했는데 집안에 머무른 타층 주민은 안전했지만 계단으로 대피한 10층 주민은 사망하였다. 자신이 대피해도 되는 안전한 상황인지 파악하지 못한 상태에서 무턱대고 대피에 나선 것이 원인이었다.

이렇듯 대피자들은 화재상황도 정확하게 인지하기 어렵고 적절한 대응방안도 파악하지 못하여 혼란스러운 상태에서 대피를 하다

1) ㈜코너스, DX사업본부장

2) ㈜코너스, 대표이사

3) 세명대학교, 소방방재학과, 교수, 교신저자(ltg777@semyung.ac.kr)

시행착오로 결국 골든타임을 놓일 우려가 매우 높다. 특히 재난약자의 경우 대부분의 건축물에 이들을 위한 피난시설이 부족하여 위험성은 더욱 높다. 또한 특정 탈출구로 집중될 경우 압사사고와 같은 2차 사고의 위험도 도사리고 있다.

3. 디지털 기술 활용 피난안전 개선방안

외부 지원 없이 대피자 스스로 대응해야하는 현실적 제약사항을 고려하여 디지털 기술을 활용하여 대피자에게 화재상황을 정확히 전달하고, 해당 위치에서의 적절한 대응방안을 알려줄 수 있는 자동화 시스템이 대안이 될 수 있다. 최근 AI, IoT를 비롯한 디지털 기술의 발달로 피난안전 체계를 디지털화하는 것이 가능해졌다.



그림 1. 디지털 피난안전 시스템 개념도

화재감지기 또는 IoT 센서를 이용하여 화재발생 위치를 파악하고 AI 영상분석 기술을 활용하여 대피경로상에 적재물이 있는지, 방화구획이 안전한지, 각 위치별 재실자수 등을 파악하여 서버로 전송한다.

서버는 AI를 활용하여 화재상황과 피난상황을 종합하여 각 위치별 최적의 대응방안(머무르는 게 나을지, 대피하는 것이 나을지)을 도출한다. 대피가 필요할 경우 AI는 화재 위치를 회피하고 적재물과 방화구획의 상태를 고려한 안전한 탈출구로 대피할 수 있는 최적의 대피경로를 산출한다. 이 과정에서 각 위치별 재실자 정보로 혼잡도를 산출하여 대피과정의 2차 사고를 방지할 수 있는 분산대피경로를 산출한다. 이렇게 산출된 최적 대응방안 및 대피방향 정보는 현장의 각 대피안내 장치에 즉시 전송된다.

현장 대피안내 장치는 자신의 위치에서의 최적 대응방안 및 대피방향을 해당위치의 대피자들에게 정확히 전달한다. 이때 가변식 방향표시기(조명)와 스피커(음성)로 안내하여 일반인은 물론 재난약자도 쉽게 인지할 수 있도록 한다.

이 시스템을 소방서와 연계하게 되면 소방서는 건축물내의 화재상황과 피난상황을 정확하게 파악할 수 있어서 효과적으로 대응할 수 있고, 시스템에서 제공하는 최적 구조경로 정보를 활용하면 구조활동도 효율적으로 수행할 수 있다.

4. 결론

본 연구를 통해 초고층 및 지하연계 복합건축물의 화재 및 피난 특성과 현행 피난안전 체계의 한계를 분석하여 현실적인 개선방안으로 디지털 피난안전 시스템의 가능성을 확인하였다. 빠른 화재확산 속도 대비 외부지원을 받기에는 어려운 위험도가 높은 환경에서 디지털 피난안전 시스템을 통해 재난약자를 포함한 대피자 스스로가 골든타임내에 안전하게 대피할 수 있도록 한다는 것이 가장 큰 효과일 것이다. 날로 발전하는 디지털 기술을 활용하면 피난안전 체계를 더욱 개선할 수 있을 것으로 전망된다.

참고문헌

1. 김동오. 인공지능을 활용한 피난유도시스템 디지털 전환. 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집. 2023. 제23권 1호. p. 403-404.
2. 최민지. 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리 개선 방안. 서울기술연구원. 2023.
3. 건축물의 피난·방화구조 등의 기준. 국토교통부령 제1247호. 2023.8.31.
4. 연기가 계단 타고 올라갔다... 아파트 1층 불, 대피하던 10층 주민 15층서 숨져. 조선일보. 2023.3.7.