

고령자 복지주택의 화재안전 개선에 관한 연구 A Study on Fire Safety Improvements in Elderly Public Housing

○민 중 휘* 박 소 연* 강 유 민* 전 규 엽**
Mim, Jung-Hwi Park, So-Yeon Kang, Yu-Min Jeon, Gyuyeob

Abstract

This study quantitatively evaluates fire response strategies for elderly public housing using simulation-based validation. The target building was selected from existing elderly public housings based on the size of 5 floors or more and 100 households. Various fire and evacuation scenarios were simulated to assess performance. The ramp showed comparable results to conventional methods, while vertical evacuation devices improved speed and reduced congestion. Smoke control blinds benefited adjacent units but were unfavorable in the fire-originating unit. Kitchen layout changes had minimal impact on fire spread or evacuation, though evacuation route safety improved.

키워드 : 고령자, 복지주택, 화재안전, 피난

Keywords : Elderly, Public Housing, Fire Safety, Evacuation

1. 서론

2024년 1월 12일, 65세 이상 인구 비율이 20%에 도달하며 한국은 UN 기준에 따라 초고령사회에 진입하였다(행정안전부, 2024). 정부에서는 「고령자 주거복지 기본계획」과 「주거복지 로드맵 2.0」을 통해 고령자 복지주택 사업을 확대하고 있다. 고령자 복지주택은 증가하는 반면, 전통적 요양시설은 축소되고 있으며, 이에 따라 시설 수용 인원은 감소하고 자립 가구는 증가하는 추세이다(Figure 1).



Figure 1. Trends in the elderly population and number of nursing facilities(출처:[4])

* 제주대학교 건축학부 학사과정

** 제주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering,
Jeju National University, hi.gyuyeob@jejunu.ac.kr)

이 논문은 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. RS-2023-00245621)

고령자 복지주택의 주요 입주 대상은 무주택 상태의 거동이 불편한 노인, 기초생활 수급자, 차상위 계층 등으로, 재난 시 취약하다. 그럼에도 최근 5년간(2024년 9월 기준) 공공임대 고령자 복지주택 14건 중 8건이 10층 이상 고층 건물이었다. 이러한 구조는 거동이 불편한 입주자의 자력 피난 가능성을 낮출 수 있다. 고령자 복지주택은 건축법상 ‘스스로 신속한 피난이 어려운 사람’을 수용하는 노유자시설로 분류되며, 「소방시설 설치·유지 및 안전관리법」과 「화재안전기준(NFSC)」에 따라 일반 주택보다 강화된 소방설비 기준이 적용된다. 그러나 이러한 기준이 화재 상황에서 고령자 복지주택에 거주하는 고령자의 안전한 피난을 위해 적절한지에 대한 충분한 검토와 필요한 경우 개선되어야 한다. 보건복지부·한국보건사회연구원(2020)에 따르면, 전체 고령자 중 약 26.9%가 계단·경사로 이용이 어려움이 있으며, 이는 공동주택에 거주하는 고령자 상당수가 피난 경로에서 계단이 물리적으로 제약 요소가 될 수 있음을 의미한다.

본 연구는 고령자 복지주택에서 고령자의 거동 불편특성을 고려한 화재 및 피난 안전 확보를 위한 대응 수단을 시뮬레이션을 통해 정량적으로 분석하고자 하였다. 자력 피난을 전제로 고령자 복지주택의 피난 가능성을 분석하고, 고령자의 피난 약자로서의 신체적 특성을 반영한 고령자 복지주택의 화재 안전 기준 개선방안과 주거 환경 조성을 위한 객관적 데이터를 제시하고자 하였다.

2. 연구 대상 및 방법

2.1 연구 대상

고령자 복지주택의 화재안전 및 피난 개선방안 도출을 위해, 분석 대상은 전라남도 소재 A 고령자 복지주택으로 하였다. 대상 선정 기준은 건물 층수 5층 이상으로, 이는 「건축법」에서 일반적으로 아파트로 분류하는 기준을 적용한 것이다. 세대 규모는 2020년 이후 공급된 고령자 영구임대주택(출처: LH 청약플러스) 자료를 바탕으로 선정하였다. 동일한 건물 유형을 제외한 11개 단지의 세대 수를 조사한 결과, 평균은 약 105.5세대로 나타났으며, 이를 근거로 본 연구에서는 100세대 규모를 기준으로 설정하였다. 또한 최근 5년간(2024년 9월 기준) 공공임대 고령자 복지주택 모집 공고 14건 중 8건이 10층 이상 건물로 확인되었다. 이러한 현황과 선정 기준을 종합하여, 본 연구의 분석 대상은 5층 이상 · 100세대 규모로 확정하였다.

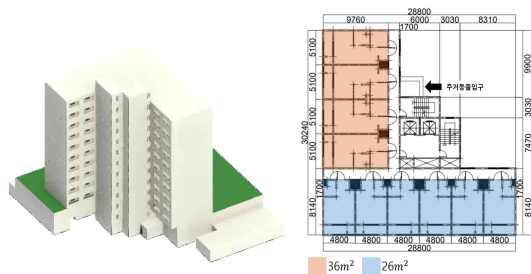


Figure 2. Aerial view and floor plan of public housing for the elderly

2.2 연구 방법

본 연구는 고령자 복지주택의 피난 안전성을 검토하기 위해 화재 시뮬레이션(PyroSim)과 피난 시뮬레이션(Pathfinder)을 활용한 시나리오 기반 분석을 수행하였다. Pathfinder는 보행 속도, 반응 시간, 경사로 및 승강식 피난기 등 피난 경로 조건을 반영해 대피 과정을 3차원으로 재현하며, PyroSim은 FDS(Fire Dynamics Simulator)를 기반으로 화재 확산과 연기 이동을 물리적으로 모델링하는 프로그램이다. 시뮬레이션을 통한 분석 과정은 다음과 같다. 첫째, 자력 피난이 가능한 보조 수단으로서 경사로와 승강식 피난기의 효과를 비교하고, 둘째, 제연 블라인드 설치 여부에 따른 화재 세대와 인접 세대의 안전 확보 시간을 분석하며, 셋째, 피난 경로가 화재 위험 구역을 통과하지 않도록 위험 위치를 변경하는 방안을 비교 분석하였다. 각 시나리오는 조건별로 비교 · 분석되었으며, 모든 결과는 수치 기반으로 성능 차이를 도출하여 타당성을 분석하였다. 아래 Table1,2는 시뮬레이션 수행에 관한 주요 조건이다.

Table 1. Pyrosim simulation setting(출처:[7],[8])

발화 위치	발화원 종류	최대 열방출률량	Fire Vent	종료 시간
주방	식용유	1456kW	0.2×0.2m ²	360s
거실	전기매트	7060kW	0.9×1.8m ²	

Table 2. Pathfinder simulation setting(출처:[9],[10],[11])

재실자	구분	보행속도	어깨사이길이
140명	고령자(125명)	0.7m/s	37.9cm
	보조기구(7명)	0.4m/s	55cm
	휠체어(8명)	0.5m/s	52cm

3. 결론

고령자 복지주택의 피난 안전성을 검토하기 위해 화재 및 피난 시뮬레이션을 활용한 정량 분석을 수행하였다. 주방을 실내측으로 이동한 시나리오에서 피난 한계 시간의 변화는 기존 대비 약 16.7초 증가하였고, 피난 경로 상의 위험도를 낮추는 효과는 있는 것으로 나타났다. 기존 배치에서는 주방 화재 시 출입구 인근이 즉시 연기와 열에 의해 차단되어 주요 탈출 경로가 봉쇄되었으나, 주방을 실내측으로 배치한 경우 이러한 초기 차단이 발생하지 않았다. 거동이 불편한 고령자의 피난 성공률은 기존 피난 계단 이용 시 94.3%였으나, 승강식 피난기를 도입할 경우 평균 이동 속도가 0.37 m/s로 약 68% 증가하고, 혼잡도는 33.53%로 약 52% 감소했으며, 총 소요 시간은 739초로 약 17% 단축되었다. 승강식 피난기 시나리오에서는 휠체어 사용자를 포함한 모든 재실자가 탈출에 성공한 반면, 기존 계단에서는 일부 재실자가 피난에 실패하였다. 이는 승강식 피난기가 고령자 및 거동약자의 피난 효율을 크게 향상시킬 수 있음을 보여준다. 제연 블라인드 설치 시, 인접 세대는 360초 동안 일산화탄소 농도가 인명 안전 기준(예: 1,200 ppm)을 초과하지 않아 충분한 시간 여유를 확보하였다. 반면, 화재 세대는 78초 만에 해당 기준을 초과하여 초기 대응 시간이 극히 제한되었다. 인접 세대에는 긍정적인 효과가 있었지만, 화재 세대 내부에는 불리하게 작용하는 상반된 결과가 나타났다.

참고문헌

1. 행정안전부. (2024). 2024년 주민등록 인구통계.
2. 국토교통부. (2020). 주거복지 로드맵 2.0.
3. 국토교통부. (2024). 고령자 주거복지 기본계획.
4. 보건복지부. (2024). 노인복지시설현황.
5. 보건복지부 · 한국보건사회연구원. (2020). 노인실태조사.
6. LH 청약플러스. (2024). 고령자 영구임대주택 공급현황.
7. 양소연, 문민호, 원정훈. (2022). 소규모 주거 공간 실물 화재실험을 통한 적재 가연물의 연소특성 분석. 한국안전학회지.
8. Hamins, A., Kim, S. C., & Madrzykowski, D. (2018). Characterization of stovetop cooking oil fires. Journal of Fire Sciences. Retrieved from .
9. 김종범. (2010). 노인요양병원의 피난안전성능 평가에 관한 연구. 석사학위논문. 동신대학교 대학원.
10. 보건복지부. (2023). 노인실태조사.
11. 국가기술표준원. (2015). 한국인 인체치수조사.