

일개 노인요양병원의 피난안전성능 평가에 관한 연구 A Study on the Evaluation of Evacuation Safety Function of an Elderly Care Hospital

김종범* · 김자옥** · 백은선†

Jong-Bum Kim* · Ja-Ok Kim** · Eun-Sun Back†

*(주)유탑엔지니어링 건축사사무소, **조선대학교 일반대학원 간호학과,
동신대학교 일반대학원 소방학과
(2010. 1. 27. 접수/2010. 6. 11. 채택)

요 약

최근 우리나라는 노인요양병원이 꾸준히 증가하고 있으며 화재등과 같은 비상 상황에서 노인의 행동 특성과 신체 상태를 고려한 종합적인 피난계획의 수립이 요구된다. 또한 시설 이용자의 대부분이 중증의 치매 및 뇌졸중을 앓고 있는 환자이기 때문에 자력으로 피난이 곤란하고 환자의 보행상태(침대, 휠체어, 각종 보조기구) 등에 따라 피난시간이 상이하여 이용자 전원을 피난시키는 것이 어렵기 때문이다. 본 논문은 성능위주의 설계 시 참고가 될 자료를 제시하기 위해 의료시설인 노인요양병원을 모델로 여러 수집된 자료들로 Simulex를 이용하여 피난시간을 측정하였다. 이 연구의 과정에서 몇 가지 문제시 되는 사항을 발견할 수 있었다.

ABSTRACT

Recently, Korea is constantly increasing its elderly care hospitals, and requires establishment of general evacuation plan considering old people's behavioral characteristics and physical states in emergency situations such as fire, and etc. In addition, because most of the facility users are patients under serious dementia and stroke, they feel difficulty evacuating by themselves, with differing evacuation time according to each walking status (bed, wheel chair, and various supplementary instruments), which is why it makes it difficult to have them all evacuate. This paper, in order to suggest data reference for designing on the basis of functionality, used various collected data utilizing Simulex to measure evacuation time through the model of elderly care hospital, a medical facility. During the study, several problems were found.

Key words : Simulex, Safety, Evacuation, Elderly, Hospital

1. 서 론

1.1 연구의 배경

현재 각종 재난 및 화재로 인한 건축물의 안전성 확보는 매우 중요한 현안이자 해결 되어야 할 과제로 각종 건축물에서는 성능위주 설계기법이 진행되고 있으며 실제적인 투자와 기술의 적용으로 안전 분야의 중요성이 대두되고 있다.

건축물들은 대형화 · 고층화 · 복잡화 되어가는 추세

에 있으며 그 중에서 노인요양병원의 경우 24시간 사용하는 건축물로서 입원환자, 외래환자, 병원 관계자, 보호자, 방문객 등 특성이 다른 사람이 동시에 단일 건물에 상존한다. 의료소비 욕구가 다변화 되면서 첨단 기술과 다양한 의료설비를 이용한 복잡한 건축물 형태가 나타나고 노인요양환자의 경우 피난능력이 낮아서 화재로부터 안전성확보에 어려움을 지니게 된다.

의료시설로는 종합병원 · 병원 · 치과병원 · 한방병원 · 정신병원 · 요양소 · 전염병원 · 마약진료소 등이 해당되며 신체적 무자유자, 정신적 장애자, 노약자 및 기구의 도움을 받는 환자들이 상존하고 있다.

† E-mail: bes7009@dsu.ac.kr

Table 1. Main Fire Outbreak Status of Medical Facility¹⁾

내 용	김경빈신경과	공주시정신과	군산시소아과	서울보훈병원
발화일시	2000.11.11	2006.10.20	2007.3.8	2009.5.14
구조	-1/5층	-1/4층	5층	-1/7층
발화장소	-1층 휴게실	3층 입원실	4층입원실	7층 노조실
화재 발건자	당직 근무자	의 사	병원 직원	환 자
피해자	사망 8명, 질식 25명	사망 5명	연기질식 18명	환자 80명 대피

실제 의료시설의 주요 화재사례를 열거하면 Table 1과 같다.

의료시설에서 화재의 특징은 다른 화재와 비교할 때 인명피해가 많다는 것이다. 즉 피난계단, 협소한 복도 폭, 복잡한 병원 평면 구성과 환자들의 상태에 따라 피난능력이 다양하여 휠체어, 침대, 보조기구 등의 사용으로 인한 병목현상이 발생할 우려가 높으며 이로 인한 인명피해가 많고 잠재된 위험요소가 많이 상존하고 있기 때문이다. 이처럼 대형 인명피해 위험성을 안고 있는 의료시설 중 노인요양병원을 모델로 하여 피난예측시간을 검토하고 피난안전성을 증대시키는 방안과 효과적인 환자 유형별 이동속도를 연구하여 건축물내 환자의 재배치나 환자별 피난동선을 확보하여 보다 개선된 피난 실현으로 인명피해를 최소화시키는 방안을 마련하고자 한다.

1.2 연구의 목적

현재 우리나라의 노령 인구 증가율은 OECD 국가 중에서도 높으며 이에 따른 의료시설, 실버산업 등도 빠르게 증가하는 추세에 있다. 노인요양병원 재실자는 건강한 성인과 다르게 화재 등의 긴박한 상황에서 피난이 자유롭지 못해서 피해가 커질 수밖에 없다.

본 연구에서는 피난 시뮬레이션을 이용하여 의료시설 중 노인요양병원 화재발생 시 환자와 간병인, 병원 관계자의 이동속도를 감안하여 전체 층에서의 피난할 경우 피난소요시간을 평가하고 피난계단의 피난방향

변경, 경사로 설치, 환자 재배치 등에 따른 피난시간을 평가하여 환자 피난계획에 필요한 기본 지침과 대안점을 제시하며 피난의 안전성을 높이는데 목적이 있다.

1.3 연구의 범위 및 방법

현재 개원중인 노인요양병원을 모델로 실제 재실자의 층별 입원상태를 검토하고 여러 상황을 가정하여 피난시물레이션을 다각적으로 적용하면서 피난시간 단축을 통한 재실자의 안전성 향상대책을 모색하고자 한다.

연구방법으로는 피난시물레이션 프로그램인 Simulex를 사용하여 환자, 병원관계자의 동시 피난 시 귀소본능, 피난로 분산, 내부계단 일부 통제, 환자 재배치, 경사로 반영 상황 등을 감안한 피난시간을 예측하였다. 또한, 노인요양병원의 특성을 고려하여 재실 노인환자, 간병인, 병원관계자 등 재실인원의 최대치를 기준으로 측정하였다. 현재 환자배치 상태의 피난과 함께 환자의 보행속도를 감안한 층별 배치, 경사로 설치 등 건축물구조의 변경과 피난방향의 변경에 의한 피난시간 개선효과에 대해서도 검토하여 가장 효과적인 방법을 제시하고자 한다.

2. 화재 피난시 고려할 사항

2.1 피난의 속도

2.1.1 보행속도

위험을 피하는데 있어서 피난이 수행하는 역할은 크

Table 2. Classification of Behavioral Ability (Speed) for Evacuation

종 류	예 시	군집 행동 능력			
		평균보행속도(m/s)		유출계수(인/m.s)	
		수평	계단	수평	계단
자력만으로 행동하기 힘든 사람	중병인, 노약자, 유아, 정박아, 신체장애자 등	0.8	0.4	1.3	1.1
건물내부의 위치, 경로 등에 익숙하지 않은 일반사람	여관등의 숙박객, 상점, 사무실 등의 내방객, 통행인 등	1.0	0.5	1.5	1.3
심신이 건강하며, 경로 등에 익숙한 사람	건물내 근무자, 종업원, 경비원 등	1.2	0.6	1.6	1.4

다. 그 경우 피난시간을 규정하는 피난 속도가 문제가 된다. 인간의 피난 속도는 보행자의 행동능력, 피난자의 밀도, 보행경로의 인지정도, 심리적 영향에 의하여 좌우된다. 통상 피난자의 보행속도는 일본의 자료를 보면 Table 2과 같으며 이것을 피난계산에 사용할 수 있지만 현실적으로 언급한 여러 조건에 따라 실제의 보행속도와 다를 수가 있다.

2.1.2 노약자의 피난 속도

화재 시에는 일반인의 수평보행속도 뿐만 아니라 피난에 장애를 받는 노약자들의 피난에 대한 고려도 있어

야 한다. 우리나라의 연구 자료를 살펴보면 Table 3와 같다.

다음으로 일본의 병원과 요양시설 등에서 장애인이나 입원환자 등의 보행속도와 점유면적을 실측한 자료는 Table 4와 같다.

우리나라의 경우는 정상이동 시의 보행속도가 평균 0.7m/sec 정도이고, 휠체어를 뒤에서 밀어서 이동하는 경우 보행속도가 평균 0.95m/sec 정도로 가장 빠르다는 것이 확인되었다(여자 1명의 보행속도 0.17m/sec 제외). 이 보행속도는 일반인의 정상보행속도와 비슷하게 나타나는데, 일본의 연구결과를 확인하면, 자력피난이 가능한 경우는 보행속도가 느린 반면에, 보조기구 착

Table 3. Average Moving Speed for Each Disability³⁾

성별	장애상태	실험참가인원(명)	평균보행속도(m/sec)	표준 편차
남자	정상 이동	200	0.67	0.25
	허리 굽혀 이동	5	0.48	0.30
	지팡이로 이동	31	0.19	0.22
	지팡이 + 벽쪽 손잡이	3	0.18	0.30
	휠체어를 뒤에서 밀어이동	3	0.95	0.21
	부축하여 이동	6	0.67	0.07
	벽을 짚고 이동	1	0.07	
여자	정상이동	165	0.71	0.33
	허리 굽혀 이동	10	0.25	0.42
	뒷짐 지고 이동	6	0.34	0.05
	지팡이로 이동	26	0.29	0.22
	지팡이 + 벽쪽 손잡이	4	0.24	0.14
	보조기구 사용	13	0.34	0.12
	휠체어로 이동	9	0.11	0.20
	휠체어를 뒤에서 밀어이동	1	0.17	
	벽을 짚고 이동	18	0.40	0.26
	벽을 짚고 빠른 걸음이동	4	0.59	0.04
	다리절음 이동	2	0.28	0.06
	벽쪽 손잡이를 잡고이동	2	0.63	0.32

Table 4. Behavioral Evacuation Ability of Physically Disabled⁴⁾

피난자 유형	수평보행 속도 (m/sec)	보조기구착용에 필요한 시간	개구부 통과에 필요한 시간	피난행동시 점유면적 (원의직경)
자력피난이 가능한 사람	0.5	-	-	0.5m
휠체어로 피난이 가능한 사람	[1.5]	[15sec]	[9sec]	0.5m[0.7m]
들것에 실려 피난하는 사람	[1.5]	[25sec]	[9sec]	0.5m[1.0m]
직원(정상인)	2.0	-	-	0.5m

*[] 안은 직원 등의 도움을 받는 상황에서의 값을 나타냄.

용 또는 개구부 통과시 지체시간이 짧게 되며, 기계 또는 인력의 도움을 받는 경우는 이동에 소요되는 시간은 짧는데 비하여 보조기구 착용시간 및 개구부 통과시간에서 지체시간이 필요함을 알 수 있다. 현실적으로 피난수단이나 방법에 따라 그 속도에서 크게 차이가 난다. 즉 동일한 노인요양병원 시설이라도 유도체제가 확립되어 있는 장소가 확립되지 않은 장소보다 피난시간을 단축할 수 있다.

피난의 경우에는 안전한 쪽을 선택해 걸음이 느린 사람의 보행속도 1.0[m/sec]를 이용해 계획을 세우도록 되어 있다. 하지만 연기속이나 정전 중 또는 인파속, 고령자 등의 경우는 1.0[m/sec]로 피난할 수 없는 경우가 많아진다. 경우에 따라서 느린 값으로 생각할 필요가 있다.

2.1.3 피난자의 밀도

피난자의 밀도와 속도와의 관계에 대해서는 많은 관계식을 적용시켜 정립하고 있으나, 여기서 주의해야 할 사항은 밀도와 유출량 또는 통행량(인/ms)과의 관계이다. 다수가 피난하는 경우에는 병목부분의 통과시간이 전체피난시간을 크게 좌우하기 때문이다.

유출계수는 정상인의 경우 1.3~1.6명/(m*sec)의 값을 갖고 실험을 통하여 구할 경우 식(1)을 이용한다.

$$\text{유출계수} = \text{피난인원}/(\text{문폭} \times \text{피난시간}) \text{명}/(\text{m} \times \text{sec}) \quad (1)$$

3. 노인요양병원의 피난모델링

3.1 소방시설물의 개요

피난성능검토에 사용할 대상물인 노인요양병원의 용도는 건축물 종류로 의료시설이고 소방법령에서 규정된 특수 장소 중 의료시설에 해당한다. 대상물의 위치는 광주광역시 북구 H 노인요양병원이며 건축물의 개략적 내용은 Table 5와 같다.

3.2 소방시설 설치현황 및 평면도

소방시설 설치현황은 Table 6과 같다.

Table 6. Installation Status of fire Fighting Facility

소방시설	내 용
소화설비	소화기구, 옥내소화전설비
경보설비	자동화재 탐지설비, 시각경보기, 비상방송설비, 가스누설경보설비
피난설비	유도등, 피난기구, 인명구조기구, 비상조명 등
소화활동설비	연결살수설비
소화용수설비	해 당 없 음

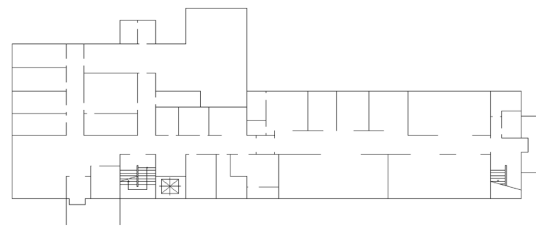


Figure 1. Floor plan of the 1st floor.

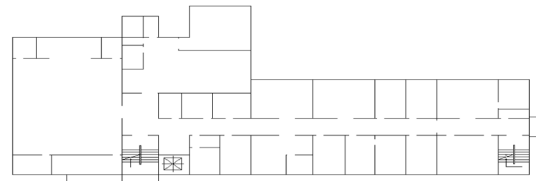


Figure 2. Floor plan of the 2nd floor.

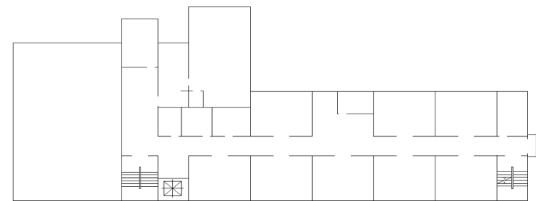


Figure 3. Floor plan of the 3rd floor.

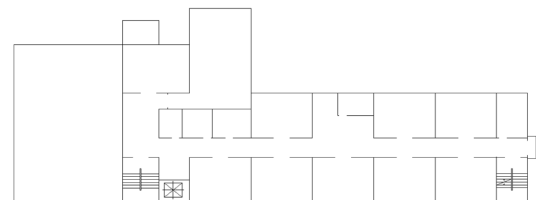


Figure 4. Floor plan of the 4th floor.

Table 5. Summary of the Building

구 분	건 물 개 요
대상건물	노인요양병원
건물규모	지하1-지상 5층
병 상 수	270병상
피난계단	좌측계단: 폭2.0m, 우측계단: 폭 1.7m
연 면 적	4,820.04

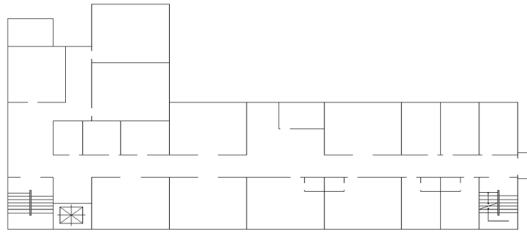


Figure 5. Floor plan of the 5th floor.

Table 7. Status of Monthly Hospitalization of Old People

월별	1	2	3	4	5	6	7	8	9
환자수	207	203	212	208	206	218	210	221	226

3.3 재실인원의 현황

재실인원은 2009년 1월부터 9월 입원환자를 대상으로 작성하였고 그 내용은 Table 7과 같다.

위의 자료를 검토하면 월별로 입원환자의 수가 다르고 9월달이 재실인원이 가장 많음을 알 수가 있으며, 노인환자의 남녀 비율은 여자가 남자보다 평균 수명연령이 높아 남자 23%, 여자 77%로 여자가 3배 정도 많은 것으로 조사되었다.

3.4 재실자의 피난특성

노인입원 환자의 층별 보행상태와 환자 수는 9월을 기준으로 작성하고 의사, 간호사 등이 포함되었으며 그 내용은 Table 8과 같다.

재실자의 연령대는 60대 초반~80대 중반이 대부분이었으며, 재실자의 대부분은 노약자 및 치매환자 상태이므로 피난활동은 전적으로 간호사, 요양보호사에 의존되는 경향이 있다. 그리고, 노인요양병원의 용도는 의료시설로 특성상 24시간 이용자가 항상 고정적으로 있고 야간에는 피난에 어려운 조건이 되며 간병인의 도움 없이는 계단으로 피난이 현저히 어렵다. 간호사와 요양보호사는 근무 여건상 3교대로 이루어지고 병

Table 8. Status of Occupants and Old Patients' Walking State in September

보행상태	층수					합계
	1	2	3	4	5	
정상 이동		11	3	12	13	39
허리 굽혀 이동	1	12	2	6	23	44
지팡이로 이동		18	11	12		41
휠체어로 이동	1	5	33	26	17	82
와상 (침대)	20					20
의사, 간호사등	20	5	5	5	5	40
소 계	42	51	54	61	58	266

원관계자는 2교대로 운영된다. 환자의 배치상태는 성별 구별이 없고 침대이동 환자는 주로 피난층에 배치되며 나머지 환자는 진료과명으로 전체 층에 고르게 분포되어 있다. 소방대상물의 피난동선은 주로 엘리베이터와 계단으로 이루어지나 엘리베이터는 화재, 정전시 운행 정지되므로 사용 금지된다.

4. 피난모델의 검토 및 분석

4.1 실제 재실인원의 피난시간 예측

4.1.1 시나리오 입력 조건

(1) 설정인원: 앞에 제시한 환자 입원수와 병원근무자를 기준으로 총 266명을 재실자로 하였다.

재실자 수: 266명, 남자 노인: 51명(약 19%), 여자 노인: 175명(약 66%), 의사, 간호사, 요양보호사, 병원관계자: 40명(약 15%)

(2) 배치인원: 1층 42명, 2층 51명, 3층 54명, 4층 61명, 5층 58명이 Table 8과 같이 배치되었다.

(3) 보행속도: 노인환자의 보행속도는 Table 2, Table 3을 참조하여 보행상태별로 남자, 여자노인속도를 합한 후 1/2 나눈 평균으로 각각 산정하고 계단의 보행속도는 평지의 1/2로 설정하였다. 그리고 의사, 간호사,

Table 9. Walking Speed of Actual Occupants

구 분	평 지	평지의 속도 편차	계단 보행속도	비고
정상이동	0.7m/sec	± 0.1m/sec	0.3m/sec	
허리굽혀 이동	0.4m/sec	± 0.1m/sec	0.2m/sec	
지팡이로이동	0.25m/sec	± 0.1m/sec	0.13m/sec	
휠체어, 와상 이동	0.5m/sec	± 0.1m/sec	0.05m/sec	
휠체어이동	0.5m/sec	± 0.1m/sec	0.3m/sec	경사로
의사, 간호사등	1.2m/sec	± 0.2m/sec	0.6m/sec	

요양보호사 등의 보행속도는 정상인과 비슷하게 설정하였고 그 내용은 Table 9와 같다.

(4) 화재발생 층: 자동화재탐지설비의 화재안전기준에 의하면 5층 이상으로서 연면적이 3,000을 초과하는 경우 직상발화 방식으로 경보가 발생하여 층별 피난이 이루어지지만 노인요양병원은 노인환자의 피난인지 및 대피능력이 떨어지므로 인명피해 감소를 위해 전 층 발화하는 것으로 설정함.

(5) 평가: 총 피난시간 성능기준은 20분으로 산정하였고 화재안전기준에 의거 옥내소화전 설비와 유도등

의 비상전원이 20분임을 감안함.

4.2 피난모델 결과 분석 및 시뮬레이션(30초)

5차례의 실험 자료를 정리하면 Table 10과 같다.

위의 내용을 살펴보면 우리가 일상적으로 행동하는 양식인 귀소본능으로 최종 피난 소요시간이 20분을 초과하여 화재 또는 위험시의 피난에 있어서는 얼마나 불리하게 작용되는지를 알 수 있다. 상기와 같이 자료 결과에 따르면 피난에 있어서 귀소본능 적용 시 1명이 20분 내에 피난을 완료하지 못함을 알 수 있다. 이 피난프로그램 입

Table 10. Comparative Table of Evacuation Time

구분	1 차	2 차	3 차	4 차	5 차	
조건	귀소본능 적용	피난로 분산 (3~5층 휠체어 좌측계단이용), 내부계단 일부 통제	환자재배치 (보행속도 빠른환자-상층, 느린환자-하부)	피난로 분산, 경사로 반영 (휠체어 이동 이용)	피난로 분산, 경사로 반영, 환자 재배치	
총 재실 인원 266명	좌측계단: 114명, 우측계단: 152명	좌측계단: 169명, 우측계단: 97명	좌측계단: 107명, 우측계단: 159명	좌측계단: 88명, 우측계단: 97명, 경사로: 81명	좌측계단: 73명, 우측계단: 112명, 경사로: 81명	
재실 자수	1분	231명	231명	230명	229명	234명
	2분	205명	207명	215명	199명	214명
	3분	190명	190명	197명	189명	180명
	4분	171명	176명	177명	170명	143명
	5분	148명	151명	166명	127명	108명
	6분	138명	145명	129명	112명	80명
	7분	123명	132명	106명	84명	52명
	8분	112명	124명	72명	70명	26명
	9분	85명	110명	50명	52명	12명
	10분	67명	98명	43명	34명	2명
	11분	47명	80명	30명	14명	0명
	12분	29명	61명	24명	8명	0명
	13분	20명	49명	15명	2명	0명
	14분	10명	35명	7명	2명	0명
	15분	5명	19명	1명	2명	0명
	16분	4명	10명	0명	2명	0명
17분	2명	3명	0명	2명	0명	
18분	1명	2명	0명	1명	0명	
19분	1명	1명	0명	1명	0명	
20분	1명	0명	0명	1명	0명	
23분	1명	0명	0명	0명	0명	
26분	0명	0명	0명	0명	0명	
최종피난 소요시간	25분 23초	19분 13초	15분 52초	22분 8초	10분 7초	

력 값 설정 시 반응시간을 1초로 하여 반응의 지체시간을 거의 반영하지 않았고, 20분이라는 피난시간은 실제화재 시 보다 많은 피난시간이라는 점을 감안한다면 피난의 실패로 인한 인명피해는 더욱 커질 것이라고 생각한다. 위의 표에 의한 내용을 상세히 정리하면 다음과 같다.

4.2.1 노인요양 입원환자의 일반상태에서 피난행동 적용시(1차)

인간심리인 귀소본능을 적용하며 현재 모든 층의 재실자가 1층으로 피난할 경우 주 출입구와 보조 출입구로 분산되어 피난하는 것으로 하였다.

Table 10의 내용처럼 20분 내에 피난을 완료하지 못한 사람의 수가 1명으로 나타낸다. 이러한 인간의 심리적 경향을 완화시키고, 원활한 피난을 위해서는 평상시 병원관계자 또는 요양 보호사 등 내부사정을 잘 아는 사람들의 교육과 훈련을 반복 실시하여 재실자들을 통제할 수 있는 능력을 배양함으로써 위험발생시 재실자의 안전한 피난을 향상시켜야 할 것이다.

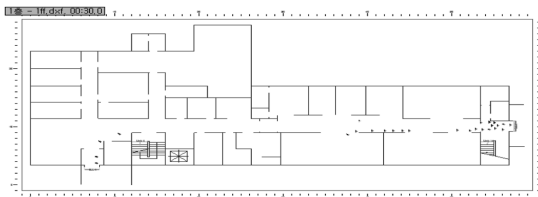


Figure 6. Evacuation status of the 1st floor after 30 seconds.

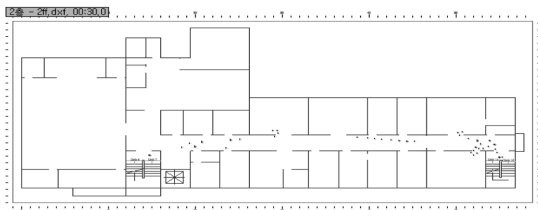


Figure 7. Evacuation status of the 2nd floor after 30 seconds.

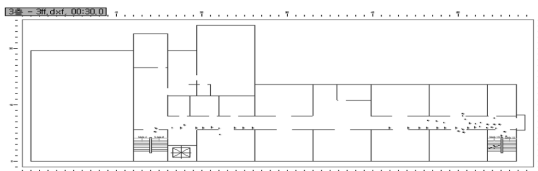


Figure 8. Evacuation status of the 3rd floor after 30 seconds.

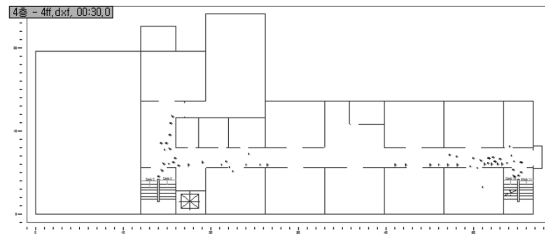


Figure 9. Evacuation status of the 4th floor after 30 seconds.



Figure 10. Evacuation status of the 5th floor after 30 seconds.

4.2.2 재실자 통제(우측계단 폭 협소로 병목 및 정체 현상 고려한 피난인원의 분산-2차)

보조출입구에 병목현상이 발생하므로 병원관계자의 화재시 피난대피 교육실시를 가정하여 3~5층의 다수 입원중인 휠체어 입원환자의 피난방향을 우측계단 폭(1.7M)보다 넓은 좌측계단(폭 2.0M)으로만 할 경우로 실험을 실시하였다.

즉, 귀소본능과 일상동선 지향성을 완화시키고 병원관계자의 교육에 의한 통제를 가상하여 피난을 설계하였다. 이때, 우측과 좌측계단의 피난로 폭이 다르기 때문에 피난로 폭이 넓은 좌측(폭 2.0m) 계단을 사용하여 피난하는 인원을 64%, 피난로 폭이 좁은 우측(폭 1.7m) 계단을 사용하는 피난인원을 36%로 분산하였다. 이로 인한 총 피난시간은 19분 13초로 본능에 의한 피난보다 무려 6분 10초의 피난시간 단축효과가 있었으며, 20분 내에 전원피난이 가능하여 피난안전성능이 높아졌음을 알 수 있다. 그러나 화재의 인지시간 및 재실자들의 반응지체시간을 고려할 때 피난시간을 더욱 단축시킬 수 있는 방법이 필요할 것이다.

4.2.3 노인요양 입원환자의 재배치(피난시간을 고려한 피난인원의 분산-3차)

피난 속도가 빠른 노인요양 환자 중 보행속도가 빠른 정상이동 환자를 상부 층에 배치하고 보행속도가 느린

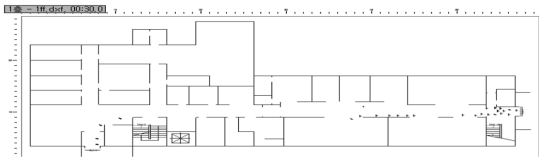


Figure 11. Evacuation status of the 1st floor after 30 seconds.

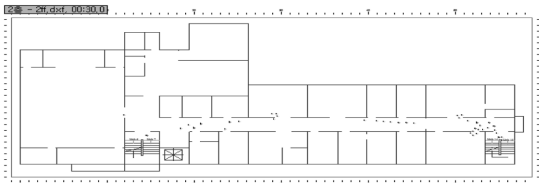


Figure 12. Evacuation status of the 2nd floor after 30 seconds.

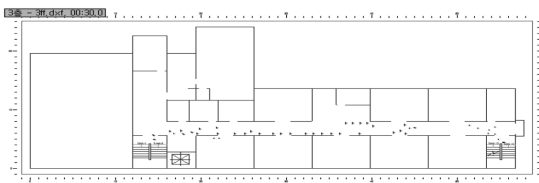


Figure 13. Evacuation status of the 3rd floor after 30 seconds.

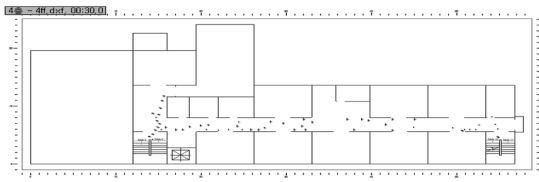


Figure 14. Evacuation status of the 4th floor after 30 seconds.

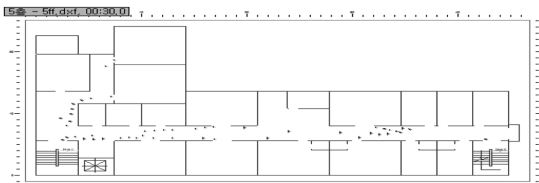


Figure 15. Evacuation status of the 5th floor after 30 seconds.

Table 11. Status of Occupants and Walking State According to Relocation of Patients

보행상태	층수					합계
	1	2	3	4	5	
정상 이동					39	39
허리 굽혀			30	14		44
지팡이로 이동	20	21				41
휠체어로 이동, 외상	21	30	40	11		102
의사, 간호사 등	20	5	5	5	5	40
소 계	61	56	75	30	44	266

지팡이, 휠체어 환자 등을 하층부에 배치하되 전 층에 노인요양 환자를 재배치하여 피난시간 단축효과를 꾀하고자 Table 11과 같이 가정하여 3차 실험을 실시하였다.

즉, 피난인원의 분산으로 피난성능이 개선되었으나, 피난출구의 피난 완료시간의 차가 커서 이를 개선하기 위한 방법으로 노인요양 입원환자의 상태에 따라 보행속도가 빠른 정상이동 환자는 상부 층에 보행속도가 느린 지팡이 이동, 휠체어 및 허리 굽혀 이동 환자를 하부 층으로 재배치하여 피난인원을 분산하였다. 이에 따라, 좌측 계단에 40%, 우측계단에 60%를 피난인원으로 하여 프로그램을 실행하였으며, 이로 인한 피난시간의 개선효과는 3분 21초가 단축되어 총 피난시간은 15분 52초로 피난안전성이 상당히 개선되었음을 확

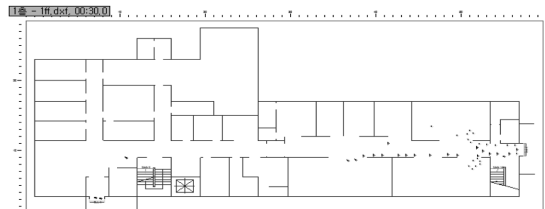


Figure 16. Evacuation status of the 1st floor after 30 seconds.

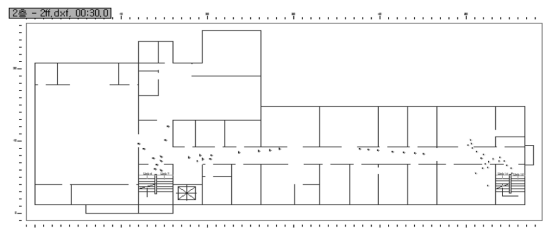


Figure 17. Evacuation status of the 2nd floor after 30 seconds.

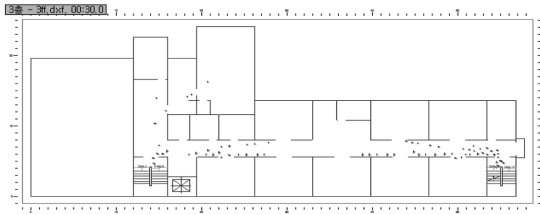


Figure 18. Evacuation status of the 3rd floor after 30 seconds.

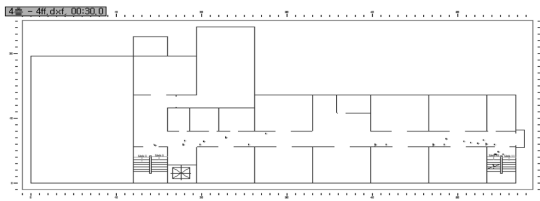


Figure 19. Evacuation status of the 4th floor after 30 seconds.

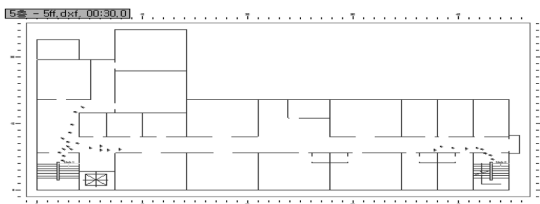


Figure 20. Evacuation status of the 5th floor after 30 seconds.

인할 수 있다. 또한, 휠체어 이동 환자는 내부계단으로 인한 피난이 현실적으로 어려움이 있으므로 추가로 건축물 내부 구조변경에 의한 개선효과를 확인하여 효과적인 개선방법을 찾는 것이 중요하다.

4.2.4 노인요양 입원환자의 일반상태에서 경사로 반영(휠체어 이동-경사로 이용-4차)

4차는 재실자 입력조건에 휠체어 환자가 내부계단을 통한 피난이 현실적으로 곤란하므로 경사로를 통한 피난 시간이 어느 정도인가를 확인하는 실험을 하였다. 먼저, 실내의 환자배치는 1차 실험의 현재 입원상태의 노인요양 환자를 토대로 하였으며 건축부분 일부를 수정하였다.

3차 피난조건이 1, 2차에 비해 피난시간이 많이 개선되었으나, 휠체어 이동 환자의 내부계단을 통한 실질적인 피난이 어려워 건축부분에서 경사로(폭: 1.4m, 길이 27m)를 반영하고 전 층 휠체어로 이동하는 환자

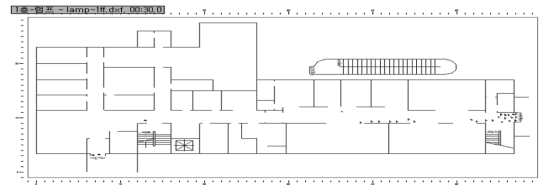


Figure 21. Evacuation status of the 1st floor after 30 seconds.

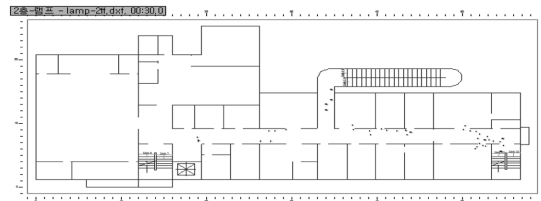


Figure 22. Evacuation status of the 2nd floor after 30 seconds.

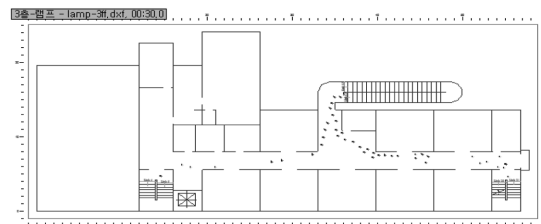


Figure 23. Evacuation status of the 3rd floor after 30 seconds.

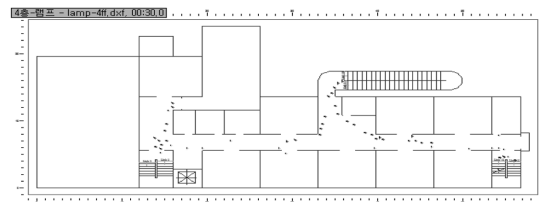


Figure 24. Evacuation status of the 4th floor after 30 seconds.

만 경사로를 이용하는 조건을 부여하여 효과적인 피난 동선을 확보하고자 하였다.

즉, 피난시간을 고려한 노인요양 입원환자의 재배치로 인한 피난인원 분산의 피난효과가 효과적임을 확인하였으나, 휠체어 이동환자의 피난동선 확보를 위해 1층에서 5층까지 건물 중앙부에 경사로 반영하여 좌측, 우측계단 및 경사로에 피난인원이 분산하였다. 이에 따

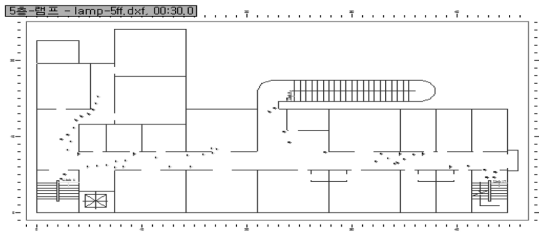


Figure 25. Evacuation status of the 5th floor after 30 seconds.

라 좌측계단에 33%, 우측계단에 36%, 경사로(폭 1.4m)에 31%를 피난인원으로 프로그램을 실행하였으며, 이로 인한 피난시간의 개선효과는 1차 실험보다 3분 15초 개선효과를 나타냈으며, 총 피난시간은 22분 8초로서 20분내 피난을 완료하지 못한 환자의 수가 1명으로 나타났다. 즉, 좌측계단과 경사로 보다는 폭이 좁고 병목현상이 많이 발생하는 우측 계단에서 총 피난시간이 20분이 초과되는 결과로 이에 대한 보다 효과적인 대안을 모색하기 위해 노인요양 입원 환자의 피난상태에 따라 재배치를 검토해 보는 것이 중요하다고 사료된다.

4.2.5 경사로 반영된 상태에서 노인요양 입원환자의 재배치(피난인원의 분산-5차)

먼저, 실내 재실자 배치 현황은 3차 실험과 같이 재배치하고 경사로는 휠체어 이동 노인요양 환자만 이용하도록 조건을 부여하며 입력조건은 다음과 같다. 또한, 피난속도가 빠른 노인요양 환자 중 보행속도가 빠른 정상이동 환자를 상부 층에 배치하고 보행속도가 느린 지팡이, 휠체어 환자 등을 하층부에 배치하고 경사로는 휠체어 이동환자만 이용하며 전 층에 노인요양 환자 재배치를 가정하여 피난시간 단축효과를 높이고자 5차 실험을 실시하였다.

즉, 경사로는 반영된 상태에서 피난 출구별로 피난 완료시간의 차가 커져 이를 개선하기 위한 방법으로 노인요양 입원환자의 상태에 따라 보행속도가 빠른 정상이동 환자는 상부 층에 보행속도가 느린 지팡이 이동, 휠체어 및 허리 굽혀 이동 환자를 하부 층으로 재배치하고 경사로는 병원관계자의 화재발생 대비한 교육 실시로 휠체어 이동 환자만 사용하도록 하여 피난인원을 분산하였다. 이에 따라, 좌측 계단 27%, 우측 계단 42%, 경사로 31%를 피난인원으로 하여 프로그램을 실행하였으며, 이로 인한 피난시간의 개선효과가 무려 12분 1초가 단축되어 총 피난시간은 10분 7초로 피난안전성이 상당히 개선되었음을 확인할 수 있다. 경

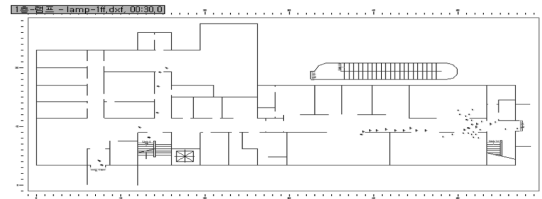


Figure 26. Evacuation status of the 1st floor after 30 seconds.

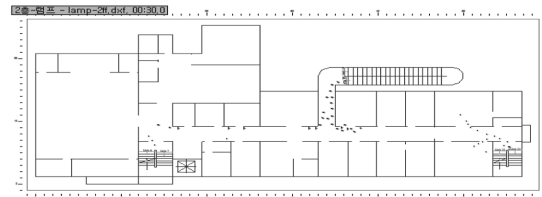


Figure 27. Evacuation status of the 2nd floor after 30 seconds.

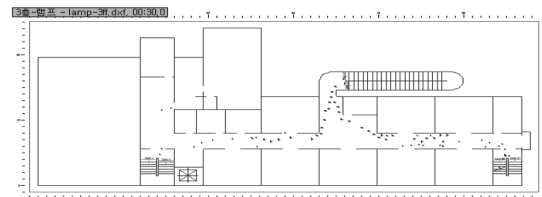


Figure 28. Evacuation status of the 3rd floor after 30 seconds.

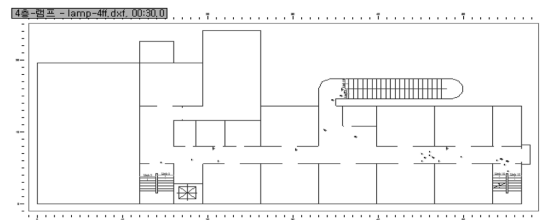


Figure 29. Evacuation status of the 4th floor after 30 seconds.

사로는 반영된 건축구조에서 노인요양 병원환자의 재배치만 적용하더라도 피난시간이 상당히 단축되어 효과적임을 판단할 수 있다. 그러나, 건축구조 등의 변경 측면보다는 병원관계자들의 피난훈련이나 교육에 의한 통제나 노인요양 입원환자 재배치가 피난시간 개선에 보다 효과적임을 알 수 있었다. 화재발생 시 병원관계

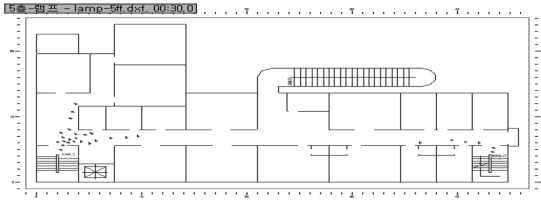


Figure 30. Evacuation status of the 5th floor after 30 seconds.

자의 피난교육과 환자별 보행속도를 염두에 둔 환자 재배치는 앞으로도 많은 검토가 요구될 것이다.

5. 결 론

본 연구는 노인요양병원의 피난안전 성능평가를 위해 피난시물레이션을 활용하였다. 일반인에 비해 노인요양 병원 환자들은 피난인지와 피난능력이 매우 열악한 실정이다.

먼저 노인요양 병원의 특성을 파악하여 여러 문제점 도출과 함께 실제 노인요양병원을 대상으로 피난시물레이션을 적용하여 피난시간을 산출하였으며, 피난시간 단축을 위해 피난인원 통제, 노인요양 입원환자의 피난상태에 따른 층별 재배치, 경사로 추가 등 여러 가지 조건 등을 적용하여 대책방향을 모색하였다.

연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 노인요양 입원환자의 일반상태에서 피난행동 (1차)적용시에는 20분 내에 피난을 완료하지 못한 사람의 수가 1명으로 나타났다.

둘째, 재실자 통제(우측계단 폭 협소로 병목 및 정체 현상 고려한 피난인원의 분산 -2차)적용 시에는 총 피난시간은 19분 13초로 본능에 의한 피난보다 무려 6분 10초의 피난시간 단축효과가 있었으며, 20분 내에 전원 피난이 가능하여 피난안전성능이 높아졌음을 알 수 있다.

셋째, 노인요양 입원환자의 재배치(피난시간을 고려한 피난인원의 분산 -3차)적용시에는 3분 21초가 단축되어 총 피난시간은 15분 52초로 피난안전성이 상당히 개선되었음을 확인할 수 있다.

넷째, 노인요양 입원환자의 일반상태에서 경사로 반영(휠체어 이동-경사로 이용 -4차)적용시에는 1차 실험보다 3분 15초 개선효과를 나타냈으며, 총 피난시간은 22분 8초로서 20분내 피난을 완료하지 못한 환자의 수가 1명으로 나타났다.

다섯째, 경사로 반영된 상태에서 노인요양 입원환자

의 재배치(피난인원의 분산-5차)적용시에는 12분 1초가 단축되어 총 피난시간은 10분 7초로 피난안전성이 상당히 개선되었음을 확인할 수 있다.

이에 개선대책을 열거하면 다음과 같이 서술된다.

첫째, 노인요양병원은 노인복지법 시행규칙 별표4 노인의료복지시설의 시설기준 및 직원배치기준에 의거 침실이 2층 이상인 경우 경사로를 설치하여야 한다는 규정이 있으나, 승강기법에 의해 엘리베이터를 설치하는 경우에는 제외조항이 있다는 점이다. 그러나, 화재가 발생할 경우에는 승강기 사용이 정지되거나 갇히는 경우가 발생한다. 그러므로, 휠체어, 침대 등 수직 보행이동이 어려운 노인요양 환자의 현실적인 피난 동선 확보를 위한 경사로 반영이 요구된다.

둘째, 노인요양병원에서는 환자의 입원상태에 따른 배치 매뉴얼을 수립하고 24시간 이용하는 노인 환자에 대한 주간 및 야간보호에 따른 별도의 화재안전 기준 마련이 필요하다.

셋째, 노인요양병원 관계인과 환자간의 서로 긴밀한 협조체계 구축으로 규칙적이고 반복적인 피난시나리오 교육을 통하여 피난 시 환자의 대피, 피난인원 분산 및 신속한 피난활동을 도모해야 한다.

넷째, 입원하는 노인의 장애유형에 따라 환자별 피난형태와 피난 능력 등을 감안하여 병실을 배정하고 보행속도가 빠른 입원환자는 상부 층으로 느린 환자는 하부 층으로 재배치하여 피난시간을 단축한다.

후 기

이 논문은 2010년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임(지역거점연구단 육성사업/바이오하우징 연구사업단).

참고문헌

1. <http://www.kfpa.or.kr>(한국화재보험협회)/화재사례집.
2. 堀内三郎, “建築防火論”, 朝倉書店, p.157(1979).
3. 유희권, 김웅식, 이정수, 김수영, 이필호, “한국 노인의 보행속도 연구”, 한국화재소방학회 추계학술논문 발표회, p.411(2003).
4. 東京消防廳 火災豫防審議會, “高齢者施設を中心とした災害弱者施設の豫防安全対策に係る調査報告書”, 東京消防廳, p.49(1993).
5. 김웅식, 이정수, 박성민, 유희권, “병원 피난에 관한 연구: Part II”, 한국화재소방학회 논문지, Vol.19, No.3, p.30(2005).