

병원 피난에 관한 연구 : Part II A Study on Evacuation of Patients in Hospitals : Part II

김응식[†] · 이정수* · 박성민 · 유희권

Eung-Sik Kim[†] · Jeong-Su Lee* · Seong-Min Park · Hee-Kwon You

호서대학교 환경안전공학부 안전공학과, *충남대학교 건축공학과
(2005. 6. 10. 접수/2005. 9. 21. 채택)

요 약

본 논문에서는 병원 피난 시간 평가를 위하여 변수를 확립하고 이를 측정하였으며 얻어진 데이터를 사용하여 종합병원의 병동 별 피난시간을 예측할 수 있는 알고리즘을 개발하였다. 제시된 알고리즘은 다른 병원에도 적용이 용이하게 하였다. 이를 위하여 4개의 종합병원에 협조를 구하여 피난 실험을 함으로써 병원이라는 특수한 환경 하에서 피난에 영향을 미치는 변수를 산정하고 이를 측정하였으며 나아가 전체 피난시간을 평가할 수 있는 알고리즘을 확립하였다.

ABSTRACT

The goal of this study is establishment of egress parameters and algorithm for estimation of total egress time in hospitals. Therefore, egress parameters should be measured and analyzed via the experiment at many hospitals. In this study, 4 general hospitals were experimented and egress parameters were measured, the comparison between experimental results and estimated total egress time were carried out. The algorithm for estimation of total egress time can be applied to other hospitals.

Keywords : Hospital, Egress parameter, Total egress time

1. 서 론

병원 피난 평가를 위하여 필요한 기초 작업으로는 다양한 피난 데이터의 수집 및 변수의 설정 등이 있다. 가장 큰 영향을 미치는 변수의 설정을 통하여 병원 위험성 평가의 일반화된 도식화가 이루어질 수 있다. 이를 위하여서는 여러 병원을 대상으로 피난실험을 수행함으로써 피난 시 영향을 미치는 변수들이 무엇인지, 전체 피난시간에 어떠한 영향을 미치는지 측정, 분석해야 한다. 이에 따라 측정해야 하는 피난 변수는 크게 두 부류로 나뉘게 된다. 첫째는 개인 보행 속도, 문을 통한 유출계수 등 피난자인 환자에 관련된 부분이다. 대부분의 환자들은 일반인들과는 달리 거동이 자유롭지 못하거나, 보조기구를 사용하거나, 보호자의 부축을 통해 이동하기 때문이다. 따라서 환자의 장애 유형별로 이동 속도 및 문 통과 형태 등을 분석하는

과정이 필요하다. 둘째는 건축 구조에 관한 변수로서 입원실의 위치, 복도의 구조, 입원실에서 비상 탈출구까지의 거리, 문 폭, 층 별 비상계단의 수, 위치 등이 이에 해당된다. 본 연구는 장애 유형별 이동 속도 및 피난에 영향을 미치는 근무자의 의식 수준을 “병원 피난에 관한 연구 : Part I”에서 기술하였다. 이후 같은 연장선상에서 4개의 종합병원의 협조를 구하여 피난 실험을 함으로써 병원이라는 특수한 환경 하에서 피난에 영향을 미치는 변수를 산정하고 이를 통해 전체 피난시간을 유추함으로써 타 병원에서도 전체 피난시간도 예측 가능하도록 하였다.

2. 피난시간 평가방법

2.1 전체 피난시간 계산

병원에서 모든 환자들을 대상으로 한 피난 실험은 환자의 안전을 위해서 할 수가 없기 때문에, 거동이 가능한 환자들은 대상으로 피난 실험을 하였으며 실험

[†] E-mail: eskim@office.hoseo.ac.kr

데이터 분석 결과 및 피난시간 계산법에 의해 전체 피난 예상시간에 유추한다. 병원의 구조는 양 측의 탈출구를 가진 'X·T'자형 구조, 'T'자형 구조, '·'자형 구조로 구성되어 있으며 국내의 거의 모든 종합병원의 구조를 포함하고 있다. 본 연구에서 전체 피난시간 예측은 다음과 같이 한다.

2.1.1 전체 인원 입력

전체 인원을 정상 인원과 이동능력이 떨어지는 환자군으로 나뉘되 이동 능력이 떨어지지 않는 환자는 정상인으로 간주한다. 그리고 유출계수의 산정을 위해 전체 인원 중 정상인원 즉 아무런 도움이나 기구 없이 스스로 이동 가능한 인원의 비율을 구한다.

2.1.2 건물 데이터 입력

각 병실 끝에서 병실문까지의 길이, 병실문에서 비상출구까지의 길이 및 각 비상출구의 문 폭을 입력한다.

2.1.3 병실문 통과시간

병실문 통과시간은 화재 인지 후 해당 병실문을 나서는데까지 걸리는 시간으로, 화재 인지 후 행동을 시작하기까지의 반응시간(response time)과 방문까지의 이동 시간을 더한 값이다. 본 실험에서는 전체 35개의 입원실에서 병실문 통과를 측정하여 얻은 전체 결과에서 크기별 75분위수로 하였다(52.25 sec : 평균 38.39 sec). 그 이유는 이 수치에는 피난 실험 중 이동이 불가능한 환자의 데이터는 빠져 있어 좀 더 가혹한 수치를 적용해야 할 것으로 사료되기 때문이다.

$$\text{병실문 통과시간} = \text{반응시간} + \text{방 이동시간}$$

일반적으로 피난시간 평가에 있어서는 인지시간(recognition time), 반응시간(response time), 이동시간(movement time)으로 나뉘어 진다. 병동은 환자를 포함한 다수의 상주인원 및 24시간 상시 근무자가 존재하는 상황에서는 병실별로 인지시간이 크게 차이가 나지 않는 것으로 판단된다. 따라서 경보와 함께 화재를 알리는 근무자의 신호를 기점으로 환자들이 병실에서 완전히 피난하는 시간을 '병실문 통과시간'이라는 새로운 변수로 처리하였다. 여기에는 인지시간, 환자들이 이동을 준비하는 반응시간 그리고 병실문까지의 이동시간이 포함되어 있다.

2.1.4 복도 피난시간 계산

가장 먼 길이를 이동하는 환자가 비상출구에 도달하는 시간을 계산한다. 이때 환자의 이동 속도는 기존 연구의 환자 유형별 이동 속도 실험 결과에서 전체 분포의 1/4 에 해당하는 값인 25분위수로 하였다(0.625 m/sec : 평균 0.833 m/sec). 그 이유는 이동속도가 느린 환자의 피난 여부가 전체 피난에 미치는 영향이 매우

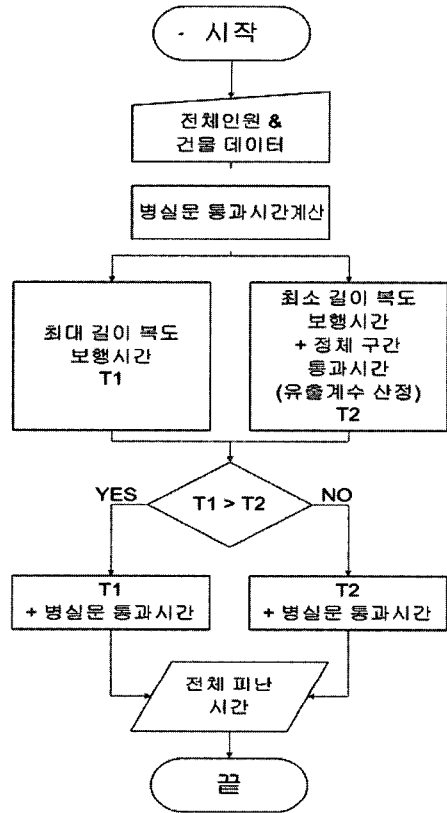


Fig. 1. Diagram of total egress time estimation algorithm.

크기 때문이다.

2.1.5 정체구간 통과시간 계산

유출계수를 산정한 후 이를 사용하여 환자의 정체가 예상되는 곳의 탈출시간과 최소 복도 보행 시간을 더하여 비상출구 통과시간을 구한다.

2.1.6 전체 피난시간 계산

2.1.3과 2.1.4를 비교하여 큰 값에 실험에서 얻어진 평균 병실문 통과시간을 더하여 전체 피난시간을 계산한다.

위의 내용을 바탕으로 본 연구에서 개발한 전체 피난 계산 알고리즘은 Fig. 1과 같다.

2.2 병실문 통과시간

병실문 통과시간은 화재 인지 후 해당 병실문을 나서는데까지 걸리는 시간으로, 화재 인지 후 행동을 시작하기까지의 반응시간(response time)과 방문까지의 이동 시간을 더한 값이다. 본 실험에서는 전체 35개의 입원실에서 병실문 통과를 측정하였다. Table 1은 한 병동에서의 개인별 통과시간의 기록 예이다. 실험에서 얻

Table 1. Measurement of room evacuation time in a ward

A병원 45병동 병실 별 병실문 통과시간 측정 결과표							
병실1		병실2		병실3		병실4	
환자유형	문통과시간 (sec)	환자유형	문통과시간 (sec)	환자유형	문통과시간 (sec)	환자유형	문통과시간 (sec)
링거(도움1)	14	직접거동	31	직접보행	31	휠체어(도움1)	12
직접보행	16	직접거동	34	부축(도움1)	36	직접	58
보호자	20	보호자	54	직접보행	39	링거(도움1)	63
링거	35	링거	63	링거	45		
병실5		병실6		병실7		병실8	
환자유형	문통과시간 (sec)	환자유형	문통과시간 (sec)	환자유형	문통과시간 (sec)	환자유형	문통과시간 (sec)
직접거동	22	링거	19	직접거동	20	보호자	14
다리환자스스로	24	링거	22	링거	33	보호자	14
직접거동	25	직접거동	32	직접거동	35	보호자	18
링거(도움1)	39	직접거동	36	링거(도움1)	78		
직접보행	42						
보호자	49						

어진 병실문 통과시간은 평균 38.39 sec로 싸이렌이나 육성에 의한 화재 인지 후 입원실 문까지의 이동 시간이다. 표에서 알 수 있듯이 이 시간의 최대, 최소값은 각각 78 sec 및 14 sec로 큰 차이가 남을 알 수 있다. 이에 본 연구에서는 75분위수인 52.25 sec를 대푯값으로 하였다.

2.3 유출계수

유출계수란 문폭이 결정되어 있을 때 단위 시간 당 이 문을 통과할 수 있는 인원수를 예측하는데 쓰이는 계수로서 피난시간 평가를 위해서는 매우 유용한 변수이다. 일반인의 경우와는 달리 환자들의 경우는 Fig. 2에서와 같이 서로 다른 이동속도와 면적을 갖고 있기 때문에 병원에서의 유출계수를 구하기 위해서 병원 측과 환자의 협조를 얻어 실험을 실시하였다. 이를 위하여 4개 병원의 6개 비상 탈출구에서 환자들의 정체 상황을 만든 후 피난을 실시하였고 정상인과 환자의 구성 비율을 변수로 하여 유출계수를 도출해 낼 수 있었다. Fig. 3은 실험 사진으로 병원별로 실험이 가능한 환자를 비상구 앞쪽에 모두 위치시킨 후 이들이 비상구를 통과하는 시간을 측정하였다.

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

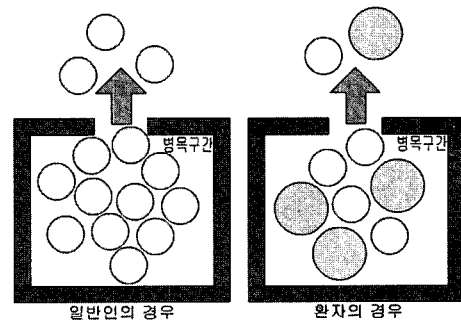


Fig. 2. Outflow figures of general people and patients.



Fig. 3. Outflow coefficient measurement experiment.

을 이용한다.

$$\text{유출계수} = \text{피난 인원} / (\text{문폭} * \text{피난시간}) \text{명} / (\text{m} * \text{sec}) \quad (1)$$

Table 2. Measurement of outflow coefficient at 6 ward

	45병동-A	45병동-B	51병동-A	51병동-B	81병동-좌	81병동-우
유출계수	0.68	0.55	0.23	0.24	0.6	0.53
시간	28	32	25	56	46	38
문폭	1.2	1.2	1.2	1.2	0.9	0.9
인원	23	21	7	16	25	18
정상인 구성 비율	0.65	0.71	0.14	0.38	0.60	0.67

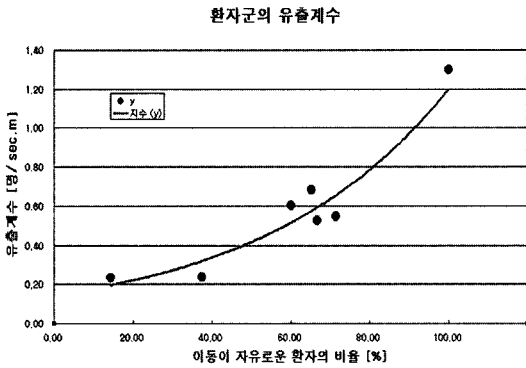


Fig. 4. The graph of outflow coefficient.

예를 들어 유출계수를 1.5명/(m*sec)로 가정하면 정상인 90명이 1m 문폭의 정제구간을 통과하는데 걸리는 시간은 60 sec로 계산된다.

본 실험에서는 6개의 비상탈출구에서 Table 2와 같은 측정 결과를 얻을 수 있었으며 이를 이용하여 식 (2)와 같은 유출계수 산정식을 도출해 냈다. Fig. 4는 이의 그래프이다.

$$y = 0.145 \exp^{0.0211x} \quad (2)$$

식 (2)를 사용하여 총 피난 인원 중 스스로 이동이 가능한 정상인의 구성 비율에 따라 유출계수를 구할 수 있다. 따라서 병동 내에 스스로 이동이 가능한 정상인의 구성 비율을 알 수 있으면 바로 적용이 가능하다.

3. 실험 방법

3.1 실험 대상 선정 및 방법

피난에 관한 실험을 수행하기 위하여 대전 시내 2군데 병원, 충남권 1군데, 경기권 1군데의 총 4군데 종합병원의 협조를 구하였으며 앞으로 이들 병원을 A병원, B병원, C병원, D병원이라고 부르기로 한다. 이들 병원에서 협조가 가능한 병동을 선택하여 계단실이 있는 안전 구획 안으로 피난하는 층별 피난 실험을 실시

한다. 실험 시 고정용 감시 카메라 및 캠코더를 이용하여 각 개인의 동선별 이동속도, 입원실 탈출시간, 비상구 탈출시간 및 최종 탈출구에서의 유출계수를 각각 측정하였으며 실험 시작 시부터 모든 환자가 최종 탈출구를 탈출하는 총 피난시간을 측정한다.

3.2 병동별 사례 연구

3.2.1 A병원

45병동(이비인후과, 안과, 피부과, 성형외과, 비뇨기과, 구강외과, 입원실이 위치하고 있으며 비교적 경환자로 구성되어 있다.) 및 51병동(정형외과)에서 피난 실험이 진행되었다. Fig. 5는 45병동과 51병동의 구조도이다. 보는바와 같이 양 끝의 1.2 m 폭의 비상계단으로 통하는 출구가 각 병동 별 2개를 갖고 있으며 이곳을 최종 탈출의 판정 기준점으로 삼았다. 이 개념은 총 피난을 전체 피난으로 간주하는 것이며 비상계단에 들어선 환자는 피난에 성공했다고 간주한다.

45병동의 경우 ①,②,③,④ 입원실과 ⑤,⑥,⑦,⑧ 입원실은 다른 출구로 피난하며 화재가 났다는 신호는 2~3명의 간호사가 큰소리로 외치거나 사이렌을 울리며 각 병실마다 피난 시작을 알려준다. 이후, 환자들은 자기의 하던 일을 멈추고 피난을 시작한다. 피난과정을 분석을 위해서 피난을 두 개의 부분으로 나누어 측정한다

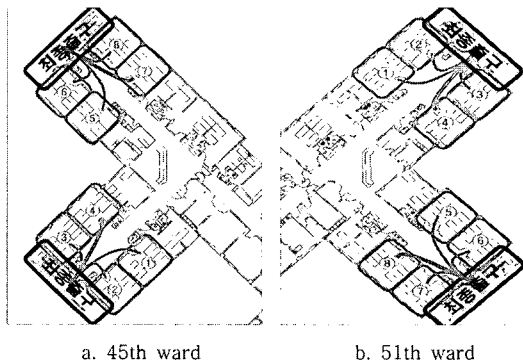


Fig. 5. The ground plan of A hospital.

다. 첫 부분은 방 탈출 시간으로 화재 소식을 접하고 반응을 시작한 후 입원실을 빠져나오는데 까지 시간이다. 이 방 탈출 시간에는 우리가 피난 분석 시 사용하는 반응 시간(response time)과 방 이동시간이 포함되어 있다. 다음 부분은 방 탈출 후 비상계단으로 통하는 출구까지의 이동시간을 측정한다. 51병동도 같은 수순으로 실험하였다. 총 참여인원은 각 병동별로 32명이었다.

(1) 45병동

45병동의 ①,②,③,④ 입원실 최종 출구인 45-A 출구로 피난한 피험자의 총 수는 17명이며, 각 피난자들의 피난 패턴을 분석한 결과 방 평균 방 탈출 시간은 30.71 sec이며 환자를 동반하지 않은 일반인 4명의 평균 이동속도는 1.13 m/sec로 가장 빨랐으며 링거를 꼈은 채로 이동하는 환자의 평균 이동속도는 0.81 m/sec로 가장 느렸다. Table 3은 유출계수를 산정 후 정체구간의 유무에 따라 피난시간을 계산한 결과이다.

Table 3의 계산에 따라서 전체 피난 예상시간은 66.66 sec이다. 정체가 있는 경우와 정체가 없는 경우의 계산 값이 거의 차이가 없는 것으로 보아 아주 경미한 정체가 있을 것으로 예상할 수 있다.

Table 3. Estimation of whole egress time at 45th-A ward A hospital

A병원 45-A병동 전체 피난 예상 시간		
정체가 있는 경우	유출계수(인/m · sec)	0.64
	최소복도보행거리(m)	5.10
	복도피난시간(sec)	38.39
	전체피난예상시간(sec)	66.66
정체가 없는 경우	최대복도보행거리(m)	9.00
	복도피난시간(sec)	10.98
	전체피난예상시간(sec)	66.54

Table 4. Estimation of whole egress time at 45th-B ward A hospital

A병원 45-B병동 전체 피난 예상 시간		
정체가 있는 경우	유출계수(인/m · sec)	0.45
	최소복도보행거리(m)	5.10
	복도피난시간(sec)	34.22
	전체피난예상시간(sec)	72.61
정체가 없는 경우	최대복도보행거리(m)	9.00
	복도피난시간(sec)	10.98
	전체피난예상시간(sec)	66.54

⑤,⑥,⑦,⑧ 입원실의 최종 출구인 45-B 출구로 피난한 피험자의 총 수는 15명이며, 각 피난자들의 피난 패턴을 분석한 결과 방 평균 방 탈출 시간은 36.73 sec이며 링거를 꼈은 채로 혼자 이동하는 환자의 평균 이동속도는 0.69 m/sec로 가장 빠르는데 비하여 부축을 받으며 이동하는 환자의 이동속도는 0.46 m/sec로 가장 느렸다. Table 4는 유출계수를 산정 후 정체구간의 유무에 따라 피난시간을 계산한 결과이다.

Table 4의 계산에 따라서 전체 피난 시 정체가 있을 것으로 판단되며 전체 피난 예상시간은 72.61 sec이다.

(2) 51병동

51병동의 ①,②,③,④ 입원실 최종 출구인 51-A 출구로 피난한 피험자의 총 수는 14명이며, 각 피난자들의 피난 패턴을 분석한 결과 평균 방 탈출 시간은 56.93 sec이며 휠체어로 이동하는 환자의 평균 이동속도는 0.79 m/sec로 가장 빠르는데 비하여 침대로 이동하는 환자의 이동속도는 0.21 m/sec로 가장 느렸다. Table 5는 유출계수를 산정 후 정체구간의 유무에 따라 피난시간을 계산한 결과이다.

Table 5의 계산에 따라서 전체 피난 시 정체가 있을 것으로 판단되며 전체 피난 예상시간은 84.28 sec이다.

⑤,⑥,⑦,⑧ 입원실의 최종 출구인 51-B 출구로 피난한 피험자의 총 수는 18명이며, 각 피난자들의 피난 패턴을 분석한 결과 방 평균 방 탈출 시간은 23.72 sec이며 직접 거동하여 이동하는 환자의 평균 이동속도는 0.77 m/sec로 가장 빠르는데 비하여 목발을 이용하여 이동하는 환자의 이동속도는 0.26 m/sec로 가장 느렸다. Table 6은 유출계수를 산정 후 정체구간의 유무에 따라 피난시간을 계산한 결과이다.

Table 6의 계산에 따라서 전체 피난 시 정체가 있을 것으로 판단되며 전체 피난 예상시간은 73.22 sec이다.

Table 5. Estimation of whole egress time at 51th-A ward A hospital

A병원 51-A병동 전체 피난 예상 시간		
정체가 있는 경우	유출계수(인/m · sec)	0.28
	최소복도보행거리(m)	5.60
	복도피난시간(sec)	45.89
	전체피난예상시간(sec)	84.28
정체가 없는 경우	최대복도보행거리(m)	9.00
	복도피난시간(sec)	10.98
	전체피난예상시간(sec)	66.54

Table 6. Estimation of whole egress time at 51th-B ward A hospital

A병원 51-B병동 전체 피난 예상 시간		
정체가 있는 경우	유출계수(인/m · sec)	0.45
	최소복도보행거리(m)	5.60
	복도피난시간(sec)	34.83
	전체피난예상시간(sec)	73.22
정체가 없는 경우	최대복도보행거리(m)	9.00
	복도피난시간(sec)	10.98
	전체피난예상시간(sec)	66.54

Table 7. Estimation of whole egress time at 43th ward B hospital

B병원 43병동 전체 피난시간예상		
정체가 있는 경우	유출계수(인/m · sec)	0.36
	최소복도보행거리(m)	2.28
	복도피난시간(sec)	35.38
	전체피난예상시간(sec)	73.77
정체가 없는 경우	최대복도보행거리(m)	28.08
	복도피난시간(sec)	34.24
	전체피난예상시간(sec)	96.82

3.2.2 B병원

지상 4층에 내과 구강외과로 구성된 43병동에서 피난 실험을 실시하였다. Fig. 6은 43병동의 평면 구조도이다. 보는바와 같이 ‘T’자 형의 2개의 긴 복도로 되어있으며 1.8 m 폭의 비상계단으로 통하는 출구가 한 쪽 복도 끝에 있으며 이를 최종 탈출의 판정기준으로 삼았다. 양쪽 복도의 병실에서 피난하는 환자들 모두 본 출구에 들어섰을 경우 피난에 성공했다고 간주한다.

43병동의 한쪽 복도에 있는 ①,②,③,④,⑤ 입원실과 다른 한쪽 복도에 있는 ⑥,⑦ 입원실은 같은 출구로 피난한다. 43병동의 최종 출구로 피난한 피험자의 총 수는 21명이며, 각 피난자들의 피난 패턴을 분석한 결과 방 평균 방 탈출 시간은 30.14 sec이며 휠체어를 타고 이동하는 환자의 평균 이동속도는 0.84 m/sec로 가장 빠른데 비하여 링거를 꽂은 채로 이동하는 환자의 평

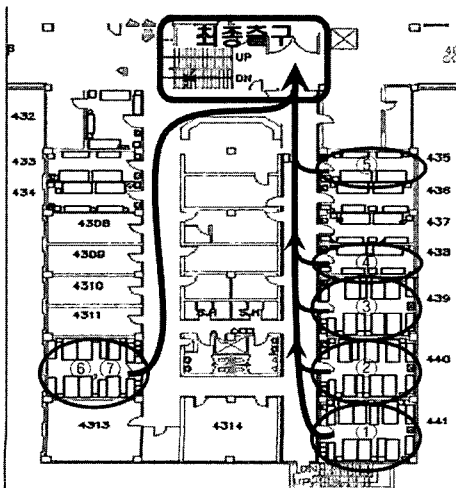


Fig. 6. The ground plan of B Hospital.

균 이동속도는 0.681 m/sec로 가장 느렸다. Table 7은 유출계수를 산정 후 정체구간의 유무에 따라 피난시간을 계산한 결과이다.

Table 7의 계산에 따라서 전체 피난 시 정체가 없을 것으로 판단되며 전체 피난 예상시간은 96.82 sec이다.

3.2.3 C병원

지상 8층에 소화기 내과로 구성된 81병동에서 피난 실험을 실시하였다. Fig. 7은 81병동의 평면 구조도이다. 보는바와 같이 ‘-’자 형의 2개의 긴 복도로 되어있으며 복도의 한 쪽 끝에(그림의 왼쪽) 1.14 m 폭의 출구가 있고 다른 한쪽에(오른쪽) 1.04 m 폭의 비상계단으로 통하는 출구가 있으며 이를 최종 탈출의 판정기준으로 삼았다. 양쪽 복도의 병실에서 피난하는 환자들 모두 본 출구에 들어섰을 경우 피난에 성공했다고 간주한다.

81병동의 한쪽 복도에(그림의 아래쪽) 있는 ①,②,③ 입원실과 다른 한쪽 복도에(위쪽) 있는 ④,⑤,⑥,⑦,⑧,⑨ 입원실은 위 그림의 왼쪽 끝에 있는 출구로 피난하고 ④, ⑤ 입원실과 ⑩,⑪ 입원실은 위 그림의 오른쪽 끝에 있는 출구로 피난하며 총 참여인원은 환자 및 보호자 34 명이다. Fig. 8은 C병원의 피난 실험 모습이다.

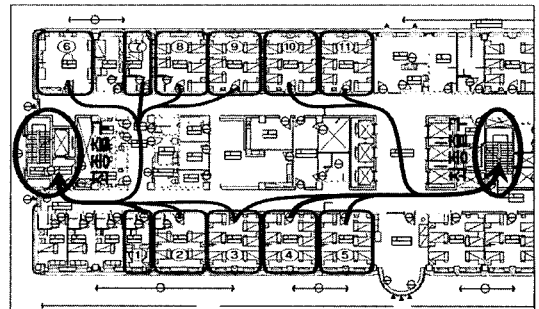


Fig. 7. The ground plan of C hospital.

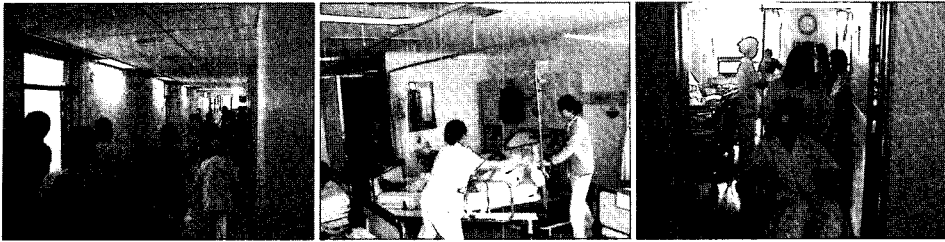


Fig. 8. Evacuation experiment in C hospital.

81병동의 ①,②,③,⑥,⑦,⑧,⑨ 입원실 최종 출구인 왼쪽 출구로 피난한 피험자의 총 수는 19명이며, 방 평균 방 탈출 시간은 35.68 sec이며 휠체어를 타고 이동하는 환자들의 평균 이동속도는 1.64 m/sec로 가장 빠르는데 비하여 링거를 꼴은 채로 이동하는 환자의 평균 이동속도는 1.36 m/sec 가장 느렸다. Table 8은 유출계수를 산정 후 정체가 구간의 유무에 따라 피난시간을 계산한 결과이다.

Table 8의 계산에 따라서 전체 피난 시 정체가 없을 것으로 판단되며 전체 피난 예상시간은 111.06 sec이다.

81병동의 ④,⑤,⑩,⑪ 입원실 최종 출구인 오른쪽 출

구로 피난한 피험자의 총 수는 19명이며, 방 평균 방 탈출 시간은 60.93 sec이며 직접 거동한 환자 4명의 평균 이동속도는 1.07 m/sec로 가장 빠르는데 비하여 지팡이를 짚고 이동하는 환자의 이동속도는 0.44 m/sec로 가장 느렸다. Table 9는 유출계수를 산정 후 정체가 구간의 유무에 따라 피난시간을 계산한 결과이다.

Table 9의 계산에 따라서 전체 피난 시 정체가 없을 것으로 판단되며 전체 피난 예상시간은 111.77 sec이다.

3.2.4 D병원

지상 11층의 서 병동에서 피난을 실시하였다. Fig. 9는 서 병동의 평면 구조도이다. 보는바와 같이 ‘-’자형의 2개의 긴 복도로 되어있으며 복도의 한 쪽 중간에 끝에 1.65 m 폭의 비상계단으로 통하는 출구가 있으며 이를 최종 탈출의 판정기준으로 삼았다. 양쪽 복도의 병실에서 피난하는 환자들 모두 본 출구에 들어섰을 경우 피난에 성공했다고 간주한다.

11층 서 병동의 한쪽 복도에 있는(그림의 아래쪽) ①, ② 입원실은 반대편 복도에 있는 출구로 피난한다. 11층 서 병동의 최종 출구로 피난한 피험자의 총 수는 15명이며, 각 피난자들의 피난 패턴을 분석한 결과 방 평균 방 탈출 시간은 57.07 sec이며 보호자 휠체어를 타고 이동하는 환자의 평균 이동속도는 1.61 m/sec로 가장 빠르는데 비하여 침대를 타고 이동하는 환

Table 8. Estimation of whole egress time at a left stair 81th ward C hospital

C병원 81병동 왼쪽계단 전체 피난시간예상		
정체가 있는 경우	유출계수(인/m · sec)	0.39
	최소복도보행거리(m)	18.55
	복도피난시간(sec)	64.96
	전체피난예상시간(sec)	103.35
정체가 없는 경우	최대복도보행거리(m)	37.05
	복도피난시간(sec)	45.18
	전체피난예상시간(sec)	111.06

Table 9. Estimation of whole egress time at a right stair 81th ward C hospital

C병원 81병동 오른쪽계단 전체 피난시간예상		
정체가 있는 경우	유출계수(인/m · sec)	0.34
	최소복도보행거리(m)	17.50
	복도피난시간(sec)	48.32
	전체피난예상시간(sec)	86.71
정체가 없는 경우	최대복도보행거리(m)	37.50
	복도피난시간(sec)	45.73
	전체피난예상시간(sec)	111.77

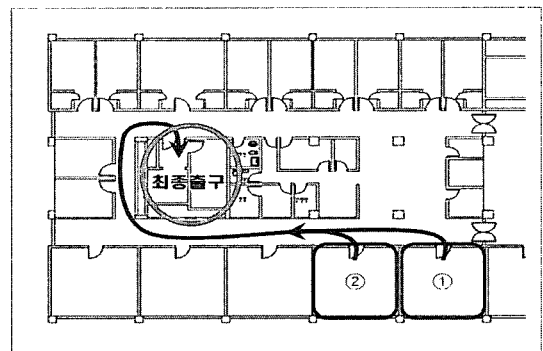


Fig. 9. The ground plan of D hospital.

Table 10. Estimation of whole egress time at a west ward D hospital

D병원 11층 서 병동 전체 피난시간예상		
정체가 있는 경우	유출계수(인/m · sec)	0.25
	최소복도보행거리(m)	39.58
	복도피난시간(sec)	84.01
	전체피난예상시간(sec)	122.40
정체가 없는 경우	최대복도보행거리(m)	46.18
	복도피난시간(sec)	56.32
	전체피난예상시간(sec)	125.55

자의 평균 이동속도는 0.38 m/sec로 가장 느렸다. Table 10은 유출계수를 산정 후 정체가구의 유무에 따라 피난시간을 계산한 결과이다.

Table 10의 계산에 따라서 전체 피난 시 정체가 없거나 아주 조금 있을 것으로 판단되며 전체 피난 예상 시간은 125.55 sec이다.

3.3 실제 피난시간 및 전체 피난 예상 시간의 비교
 각 병원의 출구 별 실제 측정된 피난시간 및 본 논

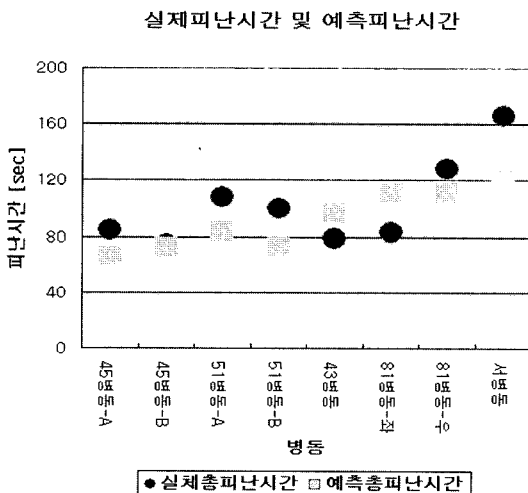


Fig. 10. Comparison between practical egress time and estimated egress time.

Table 11. Practical egress time and estimated egress time

	A병원 45-A	A병원 45-B	A병원 51-A	A병원 51-B	B병원 43	C병원 좌	C병원 우	D병원 서
실제피난시간(sec)	85	75	108	100	79	83	128	165.67
예측피난시간(sec)	66.66	72.6	84.28	73.22	96.82	111.06	111.77	125.55

문에서 개발한 알고리즘을 적용한 예측 피난시간에 관한 비교가 Table 11과 Fig. 10에 나타났다. 아래와 같이 두 결과가 비슷한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 따라서 다른 종합병원의 피난 평가에도 적용 가능하리라 사료된다.

4. 결 론

(1) 4개 병원의 35개 병실을 대상으로 입원실 문 통과시간을 측정된 결과 평균 38.39 sec, 최대값 209 sec, 최소값 2 sec, 표준편차 30.33 sec로 나타났다. 이 수치는 반응시간이 포함되어있는 값으로 큰 편차와 최대값을 갖고 있어 위급 상황 시 피난 자체가 불가능해 질 수도 있음을 보여주고 있다. 따라서 병원의 경우 초기 진화가 매우 강조되어야 한다고 사료된다.

(2) 전체 피난시간에 있어서는 환자의 구성 비율이 피난에 큰 변수로 작용하게 된다. 따라서 환자의 구성 비율을 변수로 하여 유출계수 산정식을 구하였다. 병목현상이 없을 경우 장애 유형별 환자 개인의 이동 속도가 전체 피난 시간을 결정하게 된다.

(3) 실험을 통해 구해진 유출계수와 방 탈출시간을 이용하여 평가한 피난시간과 실제 병원별 피난시간을 비교하여 누구나 쉽게 사용할 수 있는 피난시간 평가 알고리즘을 개발하였다. 이 알고리즘은 다른 종합병원의 피난시간 평가에도 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

(4) 가장 일반적인 ‘-’ 자형 복도의 구조를 갖는 C, D병원의 경우 각각 이동거리, 37.5 m, 46 m로 피난로를 설정하여 대피실험을 하였다. 전체 피난시간 유추 시 병목현상은 기대되지 않았지만 두 병원 모두 100초 이상의 피난시간이 소요된다(C병원: 111.77 sec, D병원: 125.55sec) 따라서 ‘-’자형 복도의 병원에서는 피난계획 수립시 짧은 피난로의 선택이 필수적이다.

감사의 글

이 논문은 2004년도 호서대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. 長田泰公, 건축환경 심리, 도서출판 국제, p.154(1992).
2. "SFPE Handbook of Fire Protection Engineering", 3rd Edition Chap. 3-12.
3. 윤승진, "재실자의 피난형태 모델링에 관한 연구", 호서대학교 산업안전공학과 석사논문(1999. 2).
4. Bryan, J. L., "Human Behavior in Fire the Development and maturity of a Scholarly Study Area", 「Human Behavior in Fire」(1998).
5. 이수경, 정용기, 고한목, "최신 건축방화", p200, 도서출판 義穉(1998).
6. Council on Tall Buildings and Urban Habitat Committee 8A, "Fire Safety in Tall Building", McGraw-Hill Inc.(1992).
7. "Simulex User Manual", p. 39, Intergrated Environmental Solutions Ltd.(2001).
8. 김응식, 백상현, "대피시뮬레이션 프로그램에 대한 고찰", pp. 33-38, 99 한국산업안전학회 춘계학술 논문 발표회 논문집(1999. 6).
9. Peter Thompson, "Modelling Evacuation in Multi-story Buildings with Simulex", Fire Engineering Journal(1996. 11).
10. 호서대학교·보건복지부, 대피 시뮬레이션 시스템 개발을 위한 조사연구, -유치원 및 어린이집을 대상으로-, (2001).