B-04

지하공간의 공간형태에 따른 비상시 피난유도등의 유도성능 평가에 관한 연구

나욱정, 전규엽, 홍원화
경북대학교 건축공학과

A Study on the evaluation of emergency light according to spatial layout in the underground fire

wook-jung Na , Gyu-Yeob Jeon, Won-Hwa Hong
Department of Architectural Engineering, Kyungpook National University

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

현대도시는 고밀도의 주거공간과 인공적 도시기반시설인 전기, 가스, 백화점, 수도, 통신, 철도 등으로 물질적 풍요를 가져왔다. 그러나 비좁은 국토 안에서 지상개발은 현재 포화상태에 이르고 있으며 대규모화, 심층화, 복합화 됨에 따라 점차 지하공간의 활용에 대한 필요성이 대두되고 있는 실정이다.

지하공간은 지상공간의 연장이라는 개념으로 최적화 환기설비와 자연채광 유도설비, 비상시 효과적으로 대응하기 위한 방재 및 피난시설의 개발을 통해 지하생활공간의 안전을 확보하고 기존 도시공간의 제반 문제점을 극복한 미래지향적인 신공간으로 창출되어야 하지만 국내 지하공간의 화재안전 확보와 대규모 재난사고에 대한 구체적 대안제시는 미흡한 실정이다. 또한 대구지하철 화재 사건 이후 대규모의 지하 운송 공간의 방재, 특히 피난유도등에 대한 관심이 고조되어 가고 있는 실정이지만 국내의 유도등에 관한 규정은 소방 설비에 대한 간략한 규정을 두었을 뿐이다. 따라서 본 연구는 지하공간 화재시 재실자들의 피난을 실험적으로 실시하고 조사·분석을 통해 공간형태에 따른 피난유도등의 유도성능을 평가하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 대규모 복합 지하공간을 선정하여 평상시, 정전시, 가시광선 투과율에 따른 화재상황에 따라 피험자를 대상으로 피난실험을 실시하였다. 즉 지하공간화재시 이용자의 피난시간, 공간형태에 따른 피난 속도 분석을 통해 피난유도등이 피난행동에 영향을 미치는 효과를 분석하였다.

2. 피난유도등의 일반적 사항

피난유도등이라 함은 화재 시 피난을 유도하기 위한 등으로서 정상상태에서는 상용

전원에 따라 켜지고 상용전원이 정전되는 경우에는 비상전원으로 자동전환 되어 켜지는 등이다. 피난구유도등은 피난구 또는 피난경로로 사용되는 출입구를 표시하여 피난을 유도하는 등을 말하며, 통로유도등은 피난통로를 안내하기 위한 유도등으로 복도통로유도등, 거실통로유도등, 계단통로유도등이 있다.

소방대상물의 용도별로 설치하여야 할 유도등 및 유도표지는 표 2에 따라 그에 적응하는 종류의 것으로 설치하여야 한다.

표 2. 장소별 유도등 및 유도표지 종류

설 치 장 소	유도등 및 유도표지의 종류
공연장 · 집회장 · 관람장 · 운동시설	○대형피난구유도등 ○통로유도등 ○객석유도등
위락시설 · 판매시설 및 영업시설 · 관광숙박시설 · 의료시설 · 통신촬영시설 · 전시장 · 지하상가 · 지하철역사	○대형피난유도등 ○통로유도등
일반숙박시설 · 오피스텔 또는 가목 및 나목외의 지하층 · 무창층 및 11층 이상의 부분	○중형피난구유도등 ○통로유도등
근린생활시설 · 노유자시설 · 업무시설 · 종교집회장 · 교육연구시설 · 공장 · 창고시설 · 교정시설 · 기숙사 · 자동차정비공장 · 자동차운전학원 및 정비학원 · 가목 내지 다목외의 다중이용업소	○소형피난유도등 ○통로유도등
그 밖의 것	○피난구유도표지 ○통로유도표지
비고 : 소방서장은 소방대상물의 위치 · 구조 및 설비의 상황을 판단하여 대형피난구유도등을 설치하여야 할 장소에 중형피난구유도등 또는 소형피난구유도등을, 중형피난구유도등을 설치하여야 할 장소에 소형피난구유도등을 설치하게 할 수 있다.	

3. 실험개요 및 방법

본 연구는 2005년 7월 7~8일 양일에 걸쳐 대구에 위치한 B지하공간에서 00:00부터 5:30까지 60명의 피실험자를 동원하여 피난실험을 실시하였다.

3.1 실험 대상지 개요

본 실험의 대상지인 B지하공간은 대구시의 가장 중심에 위치하고 있으며 대구시 지하공간 중 유동인구가 가장 많고 대단위의 지하상가와 연계된 대규모 복합지하공간이다. 또한 최근 개통된 지하철의 환승역으로써 지하공간의 이용빈도가 더욱 확대되고 있다. 실험 대상지인 B지하공간은 그림1과 같이 지하4층은 2호선승강장, 3층 대합실, 2층 지하상가, 1층은 주차장으로 구성되어 있다.

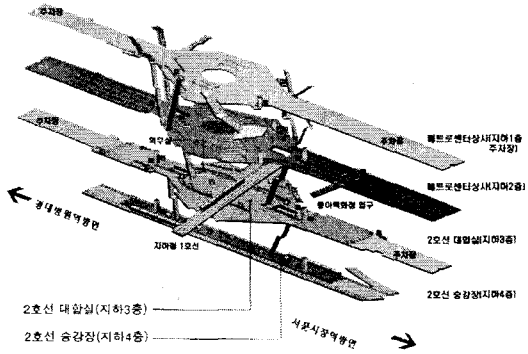


그림 1 B지하공간 구성도

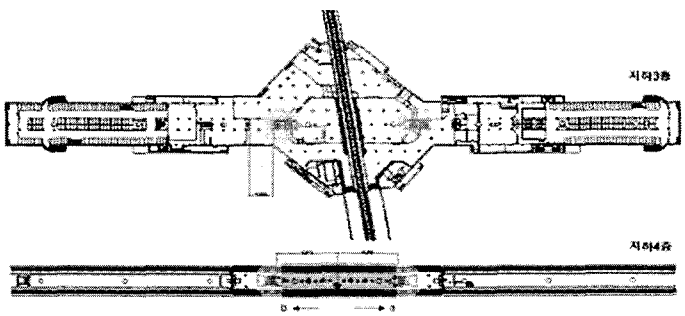
3.2 실험 방법 및 조건

본 연구의 실험은 지하공간 이용자가 지하 승강장에서 지상까지의 피난 실험으로써 실내조명, 시야장애정도에 따라 4가지의 실험제어를 통해 평상시, 정전시, 가시광선 투과율에 따른 시야장애의 정도에 따라 화재 상황을 연출하여 모의피난을 실시하였다. 시야장애정도는 2단계로 구분하여 Level 1의 경우 27%의 가시광선 투과율, Level 2의 경우 16%의 가시광선 투과율을 가진 반투명 안대를 피험자에게 씌운 상태로 설정하였다. 실험은 60명을 2그룹으로 나누어 진행하였으며 그룹의 연령분포는 20대 미만 10명, 20~40대 10명, 50대 이상 10명으로 총 30명으로 구성하였다. 각 상황별 실험조건은 표3과 같다.

표 3. 실험별 조건

	일반조명	유도등	시야장애	비고
평상시	ON	ON	×	
정전시	OFF	ON	×	
화재상황 I	OFF	ON	가시광선 투과율 : 27%	
화재상황 II	OFF	ON	가시광선 투과율 : 16%	

또한 지하공간의 공간형태에 따라 계단부, 직선부, 오픈공간의 3개 구간으로 나누어 구간별 피난시간과 속도를 측정하였다.(그림2)



	A	계단	계단부(수직선부)
	B	승강장	직선부
	C	오픈공간	개찰구포함

그림 2. 반월당역의 공간형태별 위치

4. 공간형태에 따른 유도성능 평가

지하공간의 공간형태에 따라 계단부에서는 평상시와 정전시는 1.5m/s와 1.4m/s의 비슷한 피난 속도를 보였으나 화재상황Ⅰ에서는 평상시에 비해 약 59%, 화재상항Ⅱ에서 약 61% 피난속도가 감소하였다. 직선부의 경우 평상시와 정전시는 4.6m/s로 나타났으며 평상시와 비교하여 화재상황Ⅰ에서는 약 73%, 화재상황Ⅱ에서는 약 82%의 피난속도 감소를 보였다. 평상시 주위공간의 시야확보가 용이하고 이동이 자유로운 오픈공간에서 6.2m/s로 가장 빠른 속도로 피난하는 것을 알 수 있으나 평상시에 비하여 정전시 약 54%로 화재상황Ⅰ에서는 93%, 화재상황Ⅱ에서는 약 96%로 화재시 피난속도가 큰 폭으로 감소됨을 알 수 있었다.

또한 시야장애 정도에 따라서 평상시는 오픈공간이 6.2m/s 속도로 계단부, 직선부에 비해 빠른 피난속도를 보였으나 정전시, 화재상황Ⅰ, 화재상황Ⅱ에서는 직선부가 각각 4.6m/s, 1.2m/s, 0.8m/s의 속도로 오픈공간, 계단부에 비해 빠른 피난속도를 보였다.(표 4,그림3)

표 4. 반월당역의 공간형태별 피난속도

구간	평상시	정전시	화재상황Ⅰ	화재상황Ⅱ
A(계단부)	1.5	1.4	0.6	0.6
B(직선부)	4.6	4.6	1.2	0.8
C(오픈공간)	6.2	3.3	0.4	0.2

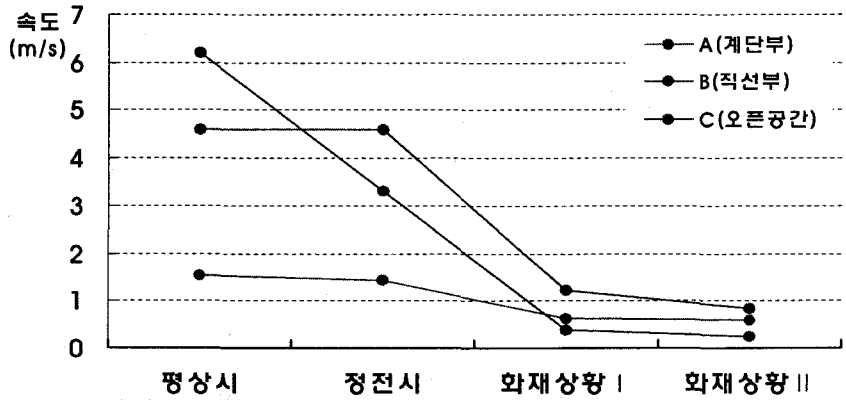


그림 3. 반월당역의 공간형태별 피난속도

5. 결 론

이상과 같이 본 연구에서는 다수의 인원을 수용하는 지하공간에서의 화재시 피난에 소요되는 피난속도를 시야장애의 정도를 달리 함으로써 실제 실험을 통하여 분석하여 보았다. 본 실험을 통해 화재시 지하공간의 공간형태에 따라 피난의 속도가 달라지는 것을 볼 수 있었으며 이를 통해 비상시 피난에 가장 중요한 요소인 비상유도등의 효율적 성능평가가 이루어 질 수 있다. 또한 다양한 돌발적인 변수에 대한 피난계획을 미리 세움으로써 피해를 줄일 수 있으며, 피난에 소요되는 시간을 단축시킬 수 있는 방법에

대해서도 어느 정도의 기준을 제시함으로써 과학적인 피난계획을 수립하는데 대한 기초를 마련할 수 있다.

본 실험의 결과 지하공간의 큰 부분을 차지하는 오픈공간의 경우 계단부나 직선부에 비해 화재시 약 93%이상 피난속도가 감소되는 것을 알 수 있으며, 이는 는 비상시 오픈공간에 대한 효율적인 피난유도등의 설치가 중요하다고 할 수 있다. 또한 비상시 직선부공간이 계단부나 오픈공간보다 피난속도가 빠르게 나타났다. 계단부의 경우 평상시와 화재시 피난속도의 차이가 0.9m/s로 피난속도의 감소폭이 가장 적은 것으로 나타났다.

본 연구에서는 화재시 복합적인 양상으로 화재가 진행됨에도 불구하고 시야장애에 대한 요소만을 국한하여 실험을 진행하였고 피난유도등의 성능 조건에 대한 요소들을 충분히 고려하지 못하였다. 향후 이러한 점을 보완하여 추가적인 연구를 진행 할 것이다.

감사의 글

"본 연구는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 2003년도 건설핵심기술연구개발산업인「지하공간 환경개선 및 방재기술 연구산업」(03산학연C03-01)에 의한 것임"

참고문헌

1. 홍원화, 전규엽, 대구지하철 화재시 피난자 행동유형 분석을 통한 지하공간 안전피난 대책에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 2005.1, 제2권 1호
2. 권선욱, 연령별 피난시간에 따른 피난계획에 대한 연구, 소방간부학교 2001.2.
3. 윤승진, 재실사의 피난형태 모델링에 관한 연구, 호서대 석사, 1999
4. 나욱정, 전규엽, 홍원화, 지하공간 화재시 비상 유도등 성능평가를 통한 피난유도 효율 향상에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 2005.1, 제25권 1호
5. JOHN. J .FRUIN, PEDESTRIAN PLANNING AND DESIGN, 1991, p39-85
6. S. GWYNNE, E.R. GALEA, J. PARKE AND J. HICKSON , THE COLLECTION OF PRE-EVACUATION TIMES FROM EVACUATION TRIALS INVOLVING A HOSPITAL OUTPATIENT AREA AND UNIVERSITY LIBRARY FACILITY, FIRE SAFETY, 1998