

다중이용시설의 피난방화문에 관한 연구

차종호^{1*}

¹호원대학교 소방행정학과

Study of evacuation fire doors in multiple facilities

Jong-Ho Cha^{1*}

¹Division of Fire Service Administration Howon University

요 약 피난방화문이란 기존에 성능을 인정받은 방화문의 전면에 축광도료를 바르고 손잡이 부근에는 시온도료를 발라 제작한 방화문으로 기존에 방화설비로만 사용되었던 방화문에 피난 및 안전 기능을 추가, 방화문 자체가 피난설비로서의 기능을 겸용하는 설비이다. 피난안전방화문의 휘도는 기존의 유도표지 휘도(60분후 7mcd)이상의 성능으로 한국소방산업기술원의 휘도시험을 통과한 설비로, 화재 시 가시성의 면적이 피난구유도등에 비해 크며 연기의 하강에도 방화문 아랫부분의 방광상태가 관찰되어 피난자들의 피난유효 시간을 연장시켜 줄 것으로 사료된다. 손잡이 부근에 발라져 있는 시온도료는 일정온도에 도달하면(70℃) 색상이 변화 위험경고가 방화문 바탕에 나타나게 되어 화재 시 피난자들이 방화문 손잡이에 입을 수 있는 1차 재해를 예방할 수 있으며, 화재공간에 진입을 하여야 하는 소방관들에게는 역화 가능성을 사전에 인지 안전 사고를 예방하는데 도움을 줄 것으로 판단된다.

Abstract Evacuation fire doors were manufactured by applying phosphorescent paint to the whole fire door whose performance was already recognized, and applying heat sensitive paint around the grip. The facility was improved by the evacuation and safety functions on the fire door, which has been used as only a fire facility, and the fire door is also used as an evacuation facility. The brilliance of the evacuation safety fire door manufactured in this study passed the brilliance test of Korea Fire Institute with a performance more than the brilliance (7mcd after 60 minutes) of the existing inducement sign. During a fire, the visible area is larger than the evacuation door inducement, etc. and light preventive status in the lower part of the fire door was observed during the descent of smoke. Therefore, it is considered to extend the evacuation effective time of evacuator. In heat sensitive paint applied around the grip, a color change is observed on the fire door when approaching a certain temperature (70℃). Therefore, the first disaster that evacuator can encounter on the grip of a fire door during a fire can be prevented and should be helpful in recognizing the backfiring possibility and preventing safety accidents for firefighters who must enter a fire space.

Key Words : Evacuation Fire Door, Heat Sensitive Paint, Phosphorescent Paint

1. 서론

다수가 이용, 화재 시 피난출구를 찾지 못하여 대형 인명 피해가 발생할 잠재적 위험성이 상존하고 있다.

1.1 연구의 배경 및 목적

다중이용시설의 경우 단일건물에 여러 용도의 시설들이 집중되어 있으며 건물구조에 익숙하지 않는 불특정

현재 다중이용시설의 피난구에 부착되어 있는 피난구 유도등의 경우 축광유도체와는 달리 관계인들의 부실관리로 인하여 화재 시 램프가 점등되지 못하는 경우가 발

본 논문은 호원대학교 연구과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Jongl-Ho Cha(Howon Univ.)

Tel: +82-63-450-7283 email: cha8682@howon.ac.kr

Received August 19, 2014

Revised September 23, 2014

Accepted December 11, 2014

생활 수 있으며, 천장면을 기준으로 부착 높이가 정해져 있지 않아 일정정도 화재가 진행되고 연기가 쌓이게 되면 광원이 보이지 않아 탈출자들이 비상구를 찾지 못해 인명피해가 발생 할 가능성이 존재한다.

그리하여 기존의 피난구유도등이 가지고 있는 문제점을 보완 화재 시 재실자들의 피난을 신속하고 안전하게 유도할 수 있는 피난구유도설비에 대하여 논의하게 되었고 그 결과 축광도료와 시온도료를 활용한 피난안전방화문에 대하여 연구 · 개발하게 되었다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 다중이용시설의 건물구조에 익숙하지 않은 피난자의 대피유도를 위한 피난안전방화문의 현장 적용에 관한 이론적 고찰 및 시뮬레이션 실험을 실시하였으며, 본 연구의 진행과정은 다음과 같다.

첫째, 최근 발생한 다중이용시설 화재 중 피난구를 찾지 못해 인명피해가 발생한 사례를 찾아 그 원인 및 문제점을 분석하였다.

둘째, 피난안전방화문의 피난구유도체로서의 휘도성능을 알아보기 위하여 화재안전기준에(NFSC) 명시되어 있는 유도표지 성능기준에 준하여 한국소방산업기술원(KFI)에 휘도측정 테스트를 의뢰 실시하였다.

셋째, 피난안전방화문과 피난구유도등의 연기방생에 따른 피난구유도체로서의 기능 유지시간을 비교하기 위하여 구획실 화재를 발생시키고 시간경과에 따른 피난구유도체로서의 기능 유지시간을 측정하였다.

넷째, 피난안전방화문의 현장적용 시 실제성능을 평가해 보기 위하여 피실험자를 대상으로 장변의 길이가 긴 60m 복도에서 시간경과에 따른 피난안전방화문의 유효가시거리를 측정하였고, 안전상태인 60m 복도에서 피난안전방화문 설치 유 · 무에 따른 피난시간을 측정하였으며 마지막으로 30m 복도에서 연기를 발생시킨 후 시간경과에 따른 피난안전방화문과 피난구유도등의 피난구 비교 · 선택 실험을 실시하였다.

다섯째, 기준온도(70℃) 도달 시 색상의 변화로 경고문자를 나타내는 시온도료의 실제 색상변화 유 · 무에 대하여 실험 화재 시 일어날 수 있는 피난자들의 화상예방과 소방관들이 화재공간 진입 시 입을 수 있는 역화예방의 기능에 대하여 실험하였다.

2. 다중이용시설의 화재 원인분석

2.1 다중이용업소별 화재현황

[Table 1] In 2012 facilities nationwide multi-use fire status

division	fire (case)	Human casualties (People)			Property damage (1000won)	
		sum	Death	Injury		
Total sum	689	85	11	74	3,822,093	
multiple facilities	sum	514	70	11	59	3,270,187
	General Restaurants	123	7	2	5	1,111,016
	Rest Restaurant	17	1	0	1	66,308
	Parlor	50	2	0	2	348,760
	Nightlife Parlor	76	45	9	36	624,706
	Video listening room	0	0	0	0	0
	Game room	17	0	0	0	28,727
	Song driving range	112	3	0	3	535,014
	Other	119	12	0	12	555,656
New business owners	sum	175	15	0	15	551,906
	Sauna	74	3	0	3	372,750
	Postpartum care centers	1	0	0	0	154
	Gosiwon	52	9	0	9	61,058
	Hyugetel	4	2	0	2	32,411
	PC	42	1	0	1	55,235
	Video chat room	1	0	0	0	385
	Kolratek	1	0	0	0	29,913

Table 1에서보면 2012년 발생한 다중이용업소 화재현황에서 689건의 화재 발생에 사망11명, 부상 74명의 인명피해가 발생한 것으로 나타나, 다중이용업소의 인명피해(2010년: 33명, 2011년: 45명)는 꾸준히 증가하고 있는 추세를 보이고 있다.

2.2 다중이용시설의 피난환경 특성

다중이용시설의 피난환경의 특성은 단일건물 내 집중화 및 대규모화로 인한 피해요인이 증가하고 있으며 건물구조에 익숙하지 않은 불특정다수인이 출입하는 곳으로 비상구 및 피난통로 관리미흡으로 인한 위험성과 많은 다중이용시설이 지하공간이어서 위험도가 증가하는 특성이 있다.

3. 피난안전방화문 적용에 관한 실험

3.1 피난안전방화문 휘도 성능실험

3.1.1 시험 개요

시험일시 : 2013년 4월 18일(목요일) 13:00~14:00
 시험장소 : 경기도 용인시 기흥구 지곡동 한국소방산
 업기술원
 시험목적 : 피난안전방화문의 휘도를 『축광표지의
 성능인증 및 제품검사의 기술기준』의
 성능기준에 적합한 지 시험하여 피난유
 도설비로서 밝기성능을 갖추었는지 알아
 보는데 목적이 있다.

3.1.2 시험결과 및 분석

피난안전방화문의 휘도 성능시험결과 「축광표지의
 성능인증 및 제품검사의 기술기준」에 따른 각 시간별
 시험기준인 5분(100mcd/m²이상), 20분(24mcd/m²이상),
 60분(7mcd/m²이상), 대비 5분(391mcd/m²이상), 10분
 (226mcd/m²이상), 20분(122mcd/m²이상), 60분(42mcd/m²
 이상)으로 축광표지의 휘도성능 기준값 이상으로 측정되
 어 한국소방기술원의 성능시험에 합격하였고 피난유도
 설비로서의 밝기성능을 충족하는 것으로 조사되었다.

3.2 연기발생 시 피난안전방화문과 피난구유 도등 피난유도성능 비교

3.2.1 시험 개요

다중이용업소 실 평균치와 근접한 6.5m*3.8m*2.5m
 크기의 창고에서 다중이용업소 구획실 화재상황을 가정
 하고 경유를 연소시켜 연기가 실 내부에 찻을 때, 피난안
 전방화문과 피난구유도등의 피난유도체로서의 기능을
 비교 · 평가한다.

3.2.2 시험결과 및 분석

연소시작 3분경과 후 천장으로부터 쌓여 하강한 연기
 로 인해 피난구유도등의 빛이 연기를 투과하지 못해 밝
 기가 크게 감소한데 반하여 피난안전방화문의 경우 넓은
 발광면적으로 인하여 피난구로서의 기능을 유지하였다.
 연소시작 5분경과 후 피난구유도등의 광원이 연기에
 가려져 기능을 상실한 반면 피난안전방화문의 경우 연기
 발생 5~7분까지도 문의 아랫부분이 발광하는 것이 관찰
 되어 피난유도체로서의 기능을 유지하는 것이 관찰되었다.
 위 시험결과 구획실 화재발생 시 피난안전방화문의
 피난유도체로서의 기능은 화재강도 및 상황에 따라 그
 차이는 있겠으나 피난구유도등에 비하여 2~4분 정도 길

게 피난유도체로서의 기능을 유지하는 것으로 측정되어
 화재 시 피난자들의 피난에 도움이 될리라 사료된다.

3.3 온도변화에 따른 시온도료, 색상변화 실험

3.3.1 실험 개요

피난안전방화문의 손잡이 부근에 시온도료를 칠하고
 설정온도 70℃에 다다르면 시온도료의 색상이 변화하
 는지에 대하여 관찰한다.

3.3.2 실험결과 및 분석

시온도료의 반대면에서 주어진 열기가 전달되어 온도
 가 상승 설정온도인 70℃가 되었을 때 경고문자인 'HOT'
 의 색상이 녹색에서 반투명으로 변하여 위험경고를 나타
 는는 것을 확인 할 수 있었다. 색상의 변화로 방화문의
 표면온도와 피난구 반대편의 위험한 상황을 경고하여 피
 난자 및 내부 진입하는 소방관들의 화상 또는 백드래프
 트에 의한 피해를 줄이는데 큰 효용성이 있을거라 사료
 되어진다.

3.4 피난안전방화문 현장적용 모의실험

3.4.1 실험 개요

피난안전방화문을 축광표지의 휘도시험 성능기준에
 따라 조사시킨 후 장변의 길이가 긴 60m의 복도에서 암
 전상태로 피실험자들에게 5분, 10분, 40분,60분경과 후 거
 리에 따른 가시성을 육안으로 평가 정전이나 화재 시 피
 난동선이 길고 복잡한 건물에서도 피난유도체로서의 역
 할을 할 수 있는지 대하여 실험해 본다.

3.4.2 실험결과 및 분석

피난안전방화문의 시간경과에 따른 가시성은 60분경
 과 후에도 별다른 기능상의 차이가 나타나지 않았다. 피
 난구유도등의 정전 시 비상전원의 유효작동시간이 20분
 (일부 특정소방대상물 60분) 이상인 점과 비교하여 피난
 안전방화문의 가시성은 정전이나 화재 시 피난동선이 길
 고 복잡한 다중이용시설이나 피난에 오랜 시간이 소요되
 는 건축물에도 피난유도체로서의 기능을 할 것으로 판단
 된다.

3.5 피난안전방화문 설치 유·무에 따른 피난 시간 측정

3.5.1 실험 개요

피난안전방화문을 측광표지의 휘도시험 성능기준에 따라 조사시킨 후 장비의 길이가진 60m의 복도에서 압전 상태로 피실험자들에게 10분, 30분, 60분경과 후 피난안전방화문이 설치되어 있는 피난구 쪽으로 피난하도록 설정 화재 시 정전에 따른 어둠속에서의 피난시간을 피난안전방화문의 설치 유무에 따라 정전 시 피난안전방화문의 피난유도체로서의 역할을 실험하였다.

3.5.2 실험분석 및 결과

실험결과 장변60m의 거리를 피난하는데 소요되는 시간은 평상 시 보행속도로 47.32초가 소요되었고 피난안전방화문 설치 시 10분경과 후 53.1초, 30분경과 후 53.45초, 60분경과 후 54.9초로 약 5~6초간의 피난시간 차가 발생한 것으로 측정되었다. 평상시 보행속도를 빛이 있는 공간에서 측정하였고 나머지 실험조건은 빛이 없는 상태에서 진행된 실험임을 고려하면 5~6초간의 피난시간 차는 피실험자들이 피난안전방화문을 보고 피난하는데 있어 시야장애를 크게 받지 않았음을 보여준다. 마지막으로 피난안전방화문을 가리고 측정한 실험에서는 38초 이상의 피난시간 차가 발생, 피실험자들이 피난하는데 있어 시야장애가 있었음이 측정되었다.

[Table 2] The average evacuation time

Conditions	Usual	10min	30min	60min	blackout
The average escape time (see)	47.32	53.1	53.45	54.9	85.8

위 실험은 피난안전방화문의 넓은 발광면적을 정전시 피난현장에 적용한 실험으로 피난안전방화문의 피난유도체로서의 기능은 60분경과 후에도 피실험자들이 육안으로 잘 관찰되어 피난구로서의 신속한 피난유도를 하는 것으로 분석되었다.

3.6 연기발생시 피난안전방화문과 피난유도등의 피난구 선택실험

3.6.1 실험 개요

피난유효시간이라 예상되는 10분간 연기를 발생시켜 실물화재상황을 연출하고 피실험자들에게 피난을 용이하게 할 수 있으리라 예상되는 방향에 스티커를 붙이게 하여 피난안전방화문이 연기에 의한 시야장애 시에도 피난유도체로서의 역할을 할 수 있는지에 대하여 실험해

본다.

3.6.2 실험분석 및 결과

3분경과 후 전창에 머물던 연기가 본격적으로 하강 피난구유도등이 부착되어 있는 부근에 연기가 체류하게 되고 피난구유도등의 광원이 연기에 의하여 가려지기 시작하자 피실험자들의 피난안전방화문○의 피난구로서의 선택이 피난구유도등에 비하여 32%로 증가했다.

5분경과 후 복도전면에 연기가 가득차게 되고 시야장애가 심해지면서 피난구유도등은 거의 보이지 않게 되었으며 피난안전방화문의 경우 아랫부분만이 육안으로 확인되었고 이때의 피난안전방화문의 피난구로서의 선택률은 76%로 나타났다.

10분경과 후 피난안전방화문의 아랫부분도 거의 보이지 않게 되었으며 소량의 빛만이 육안으로 확인되는 되는 것으로 조사되었고 선택률은 14%로 나타났다.

[Table 2] Select the direction the smoke test

Measurement time	Choose evacuation door guide light	Choose evacuation safety doors	Both look Not Choose
1min	26 (52%)	24 (48%)	-
3min	17 (34%)	33 (66%)	-
5min	10 (20%)	38 (76%)	2(4%)
10min	5 (10%)	7 (14%)	38(76%)

위 실험결과 피난안전방화문의 연기발생에 따른 피난유도체로서의 기능은 초기 화재시에는 피난유도등과 별반 차이가 나타나지 않았으나 연기가 하강하기 시작하여 실 전면에 두텁게 쌓이기 전인 5분경과를 전후하여 우수하게 나타나는 것으로 측정되었고 10분 경과 후에는 피난유도체로서의 기능을 대부분 상실하는 것으로 측정되었다.

4. 요약 및 결론

다중이용시설 점검 결과 대표적인 피난설비인 피난구유도등의 불량률을 다수 목격하게 되었고 단순히 시설에 대한 보완만이 아닌 근본적인 해결책에 대한 연구의 필요성을 절감하게 되었다. 이에 피난구유도등의 단점을 보완하며 상시적으로 피난유도체로서의 기능을 할 수 있

는 설비에 대하여 논의하게 되었고 그 결과 피난안전방화문에 대하여 연구하게 되었다. 연구·개발한 피난안전방화문의 피난유도체로서의 기능은 아래와 같다.

첫째, 화재 시 정전 등으로 인한 암흑상태에서 채실자들은 본능적으로 밝은 쪽을 향하여 피난을 하게 된다. 피난안전방화문은 넓은 면적이 발광을 하게 되어 긴 복도나 넓은 개방공간에서도 가시성이 뛰어난 피난자들이 피난 시 본능인 향광성을 이용 패닉없이 안전지대로의 탈출을 용이하게 할 수 있을 것으로 판단된다.

둘째, 화재 시 연기의 유동특성 상 천장에서부터 쌓이게 되고 아래로 하강하게 된다. 현재 비상구에 부착되어 있는 피난구유도등의 경우 천장면을 기준으로 부착 높이가 정해져 있지 않아 일정정도 화재가 진행되고 연기가 쌓이게 되면 광원이 보이지 않게 되는 단점이 있다. 그러나 피난안전방화문을 방화문 전체가 발광하는 구조로 되어 있어 일정정도 공간에 연기가 쌓여도 아랫부분의 가시성이 유지 되어 피난유도체로서의 기능을 좀 더 오래 유지할 것으로 판단된다.

셋째, 화재 시 비상구로의 조속한 피난은 인명피해를 줄이는데 있어 가장 효과적인 방법이다. 현재 비상구에 부착되어 있는 피난구유도등의 경우 노후, 관리부실, 장애물 적치, 제품불량 등으로 인하여 화재 시 피난유도체의 기능을 하게 되며, 고장 없이 반영구적으로 사용이 가능하여 상시 우수한 피난유도체로서의 기능을 하며 되며, 고장없이 반영구적으로 사용이 가능하여 상시 우수한 피난유도체로서의 기능을 할 것으로 판단된다.

넷째, 화재 시 피난의 목적은 안전한 방향으로 탈출을 도모하는데 있을 것이다. 현재 다중이용시설에 설치되어 있는 방화문의 경우 차열 성능이 없어 화재가 발생하고 일정정도 시간이 흐르면 방화문의 표면온도가 높게 상승할 가능성이 존재한다. 피난자들의 경우 안전지대로의 신속한 탈출을 위해 안전을 무시하는 채 행동하는 경우가 있어 방화문 손잡이에 1차 재해를 입을 가능성이 있다. 피난안전방화문의 손잡이 부근에 칠한 시온도료는 이러한 1차 재해를 예방할 수 있으며, 화재공간에 진입을 하여야 하는 소방관들에게는 역화 가능성을 사전에 파악 안전사고를 예방하는데 도움을 줄 것으로 판단된다.

References

- [1] Eun-Sun Baek, Geon-Jong Baek, Hoon Shin, Min-Jeong Song, Chan Kook, Sun-Woo Kim, "A study on the awareness of fire safety and evacuation guide system" Journal of korean institute of fir science & engineering., Vol. 24, No. 6, pp45-53, 2010.
- [2] Myoung-Sin Ahn, "A study of the improvement methodology of the performance and the maintenance efficiency of the management of exit light" P.87, University of Seoul, 2008.
- [3] Jae-Cheol Lee, "Analysis of the cause of fire and fire safety service for Multiple complex", P.75, Kyungli University, 2010.
- [4] Man-Sung Hur, Akihiro Fujita, Bitosho, "A Study about the Evacuation Guidance that Used Phosphorescent Material for Stairs" Journal of korean institute of fir science & engineering., Vol. 22, No. 1, pp29-36, 2008.
- [5] Wook-Jung Na, Gyu-Yeob Jeon, Won-Hwa Hong, "A study on Comparison with Evacuation Performance according to the type of Egress Induction Equipment" Fall Conference of the KIAEBS., P.249-252, 2007.
- [6] Jeong-Soo Lee, Heung-Soon Kwon, "Evacuation Behaviors under the Corridor and Stair Width Variations in Evacuation Experiments" Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society Vol. 13, No. 5 pp. 2374-2381, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.5.2374>
- [7] National Emergency Management Agency, "Status of fire statistics" 2012.

차 종 호(Jong-Ho Cha)

[정회원]



- 2008년 2월 : 서울시립대 도시과학 대학원 방재공학과 (방재공학 석사)
- 2012년 8월 : 서울시립대 대학원 재난공학과 (재난공학박사 수료)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 호원대학교 소방행정과 교수

<관심분야>

건축, 소방, 안전