

건물화재의 정전시 축광유도표지가 피난에 미치는 영향 The Effect of Photoluminescent Exit Signs in Evacuation in the Event of Failure of the Power from the Building Fire

허만성[†]

Man-Sung Hur[†]

우송공업대학 소방안전관리과 교수
(2005. 10. 27. 접수/2005. 12. 15. 채택)

요약

본 연구는 건물화재의 정전시 완전 암흑상태에서 축광유도표지가 피난에 미치는 영향을 측정하기 위하여 조사하였다. 실험조사는 대구 Fire EXPO '05에 실험 장치를 전시하여 엑스포 관람자 520명을 대상으로 2005년 5월 26일부터 29일까지 실시되었다. 실험 조사결과 안전 암흑상태일 때 피난자세는 남자의 경우 70%, 여자는 72%가 벽을 더듬으며 피난한 반면에 축광유도표지가 설치된 경우에는 남자의 경우 88%, 여자의 경우 83%가 선채로 피난을 한 것으로 나타났다. 나이별, 신장별, 시력별로 53초에서 64초까지 피난시간이 단축된 것으로 나타났다. 공공건물의 바닥에 축광유도표지를 설치하면 화재시 정전이 되더라도 평소와 다름없이 피난을 할 수 있는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

This study is intended to examine the effect of photoluminescent exit signs in the event of failure of both the power to the lighting and illuminated exit sign. To achieve the purpose, the test house was exhibited in Fire EXPO '05. 520 visitors were examined from May 26-29, 2005. The results of this study are as follows; The evacuation from buildings in dark conditions showed that 70% of men and 72% of women were crawled along the wall. Meanwhile, 88% of men and 83% of women were evacuated with ordinary walking in photoluminescent exit signs. The egress time was shortened from 53 seconds to 64 seconds in accordance with age, height and visual power. The photoluminescent exit signs located on public buildings floors will aid in evacuation from buildings in the event of failure of the power to the lightings and illuminated exit signs.

Keywords : Building fire, Photoluminescent exit signs, Egress stature, Egress time

1. 서론

축광유도표지는 태양광과 형광등의 빛 에너지를 축적해 두었다가 어두운 곳에서 인광하는 광기능성 재료인 무기 축광안료를 이용하고 있다. 축광유도표지는 인광휘도가 높고, 잔광성이 길기 때문에 건물화재의 정전시 피난유도에 적당한 재료이다.

국내에서는 대구지하철 화재사고를 교훈삼아 화재시 정전이 될 경우 어둠 속에서 1시간 정도 빛을 낼 수 있는 축광피난유도시스템이 제안되었으나¹⁾, 설치해야 하는 규정이 없는 관계로 일부의 지하철역에만 설

치되어 있는 실정이다

일본에서는 지하철역사에 대한 소방용 설비와 방화관리 체제가 강화되었고²⁾, 축광안료나 축광유도표지에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다³⁻⁶⁾.

그러나 국내에서는 건축물 내에서 축광유도표지가 설치된 경우와 그렇지 않은 경우에 대한 실험 조사에 관한 연구는 없었다.

따라서 본 연구는 건축물 내에 축광유도표지가 설치되었을 경우 설치되지 않은 경우보다 화재의 정전시 남녀별, 나이별, 신장별, 시력별 피난자세와 피난소요시간에 어떤 영향을 미치는지를 실험 조사하였다.

[†] E-mail: mshur@wst.ac.kr

2. 실험장치 및 개요

지하철 승강장, 지하통로, 계단, 건축물내부 등에서 정전이 되거나 화재 발생시 연기가 차는 경우 바닥에 설치된 축광유도표지가 있을 경우 피난자세와 피난시간에 미치는 영향을 실험하기 위하여 Fig. 1과 같이 설계도면을 작성하여 실험 장치를 Fig. 2와 같이 제작하여 대구 Fire EXPO '05 전시장에 설치하여 전시장을 찾은 관람자중 관심은 갖는 남자 400명, 여자 120명을 대상으로 5월 26일에서 29일까지 실험 및 조사를 실시하였다. 이 실험장치는 안전암흑상태의 체험과 축광유도표지가 있을 때의 피난실험 결과를 토대로 피난자의 피난자세와 피난시간을 남겨 각각 조사하여 피난에 어떤 영향을 미치는지를 비교검토 하였다.

Fig. 2의 실험장치 외형 패널은 내식, 내구성이 뛰어난 용융아연도금 칼라강판에 내부충진재인 Polyisocyanurate foam(PIR)을 단열소재로 한 우레탄 패널을 사용하였고, PIR폼은 내화성능이 우수하며 열로 인한 수축팽창 등 변화가 거의 없고 자기접착력을 지니고 있고 단열효과가 매우 우수하며 경질 Closed 구조로 형성되어 있어 물이나 습기에 대한 저항력이 우수하도록 시공하였다. 또한 고강도의 내구성, 세척만으로

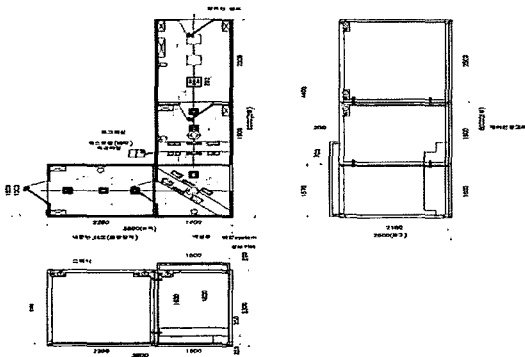


Fig. 1. Design of the experimental apparatus.

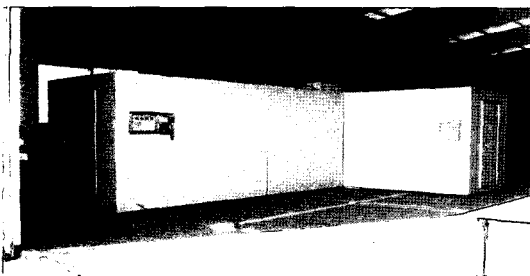


Fig. 2. Experimental apparatus.

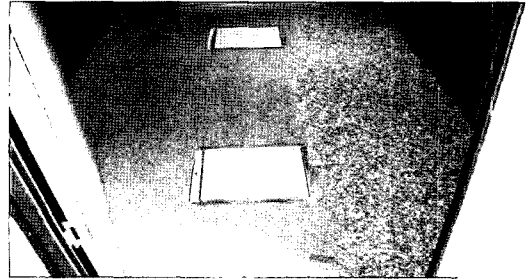


Fig. 3. Photoluminescent exit sign on the inlet floor in experimental apparatus.

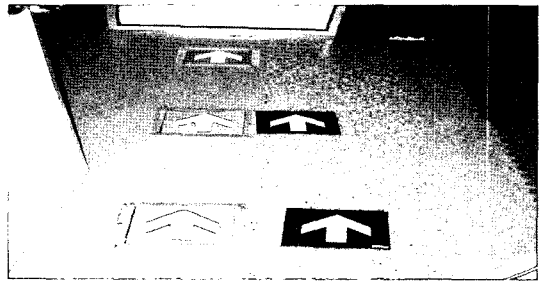


Fig. 4. Photoluminescent exit sign on the outlet floor in experimental apparatus.



Fig. 5. Photoluminescent exit sign on the upstairs in experimental apparatus.

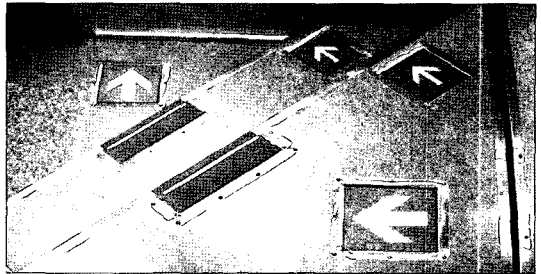


Fig. 6. Photoluminescent exit sign on the downstairs in experimental apparatus.

청결을 유지할 수 있어 위생적인 환경, 뛰어난 흡음, 방음, 방습효과가 있는 구조이며 구조물 본체의 기초 바닥 위쪽은 브래킷, 보강 앵글 등으로 2층 구조로 용접 시공하고 18t 합판으로 시공하였다. 구조물 본체와 축판의 이음새 부분은 실리콘으로 미려하게 마감하여 물 또는 이물질의 침투를 방지하도록 시공 제작하였다.

Fig. 3과 Fig. 4는 실험장치 내부 바닥에 설치되어 있는 축광유도표지의 타입을 나타내고 Fig. 5와 Fig. 6은 계단 부분에 설치된 축광유도표지의 타입을 보여준다.

3. 실험 결과

완전 암흑과 축광유도표지의 체험에 대한 피난자의 설문조사 내용은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. A questionnaire on the dark condition and photoluminescent exit signs

완전 암흑 체험	
1. 귀하는 완전암흑 상태의 피난을 과거에 경험해 보신 적이 있습니까?	
있다 ()	없다 ()
2. 귀하는 완전암흑 상태의 피난시에 공포감을 느꼈습니까?	
느꼈다 ()	안 느꼈다.()
3. 귀하는 완전암흑 상태의 피난시에 어떤 피난자세이었습니다?	
기어갔다. ()	약간 구부렸다. ()
선채로 이동했다. ()	벽을 더듬으며 이동했다.()
축광유도표지 체험	
1. 체험장 바닥에 축광유도표지 설치시 귀하의 피난 자세는?	
기어갔다. ()	약간 구부렸다. ()
선채로 이동했다. ()	벽을 더듬으며 이동했다.()
2. 본 체험장 바닥에 설치돼 있는 축광유도표지를 본적이 있습니까?	
있다 ()	없다 ()
3. 귀하가 본 체험장에서 외부로 피난 탈출 시에 바닥에 있는 축광유도표지의 불빛이 피난에 도움이 되었습니까?	
되었다. ()	안되었다. ()
약간 되었다. ()	별 도움이 되지 않았다. ()
4. 바닥에 있는 축광유도표지가 공공건물의 지하(지하철, 백화점, 병원, 대형건물, 극장)에 설치되어 있다면 화재시 피난에 도움이 되었습니까?	
된다. ()	안된다. ()
잘 모르겠다. ()	별 도움이 되지 않는다.()

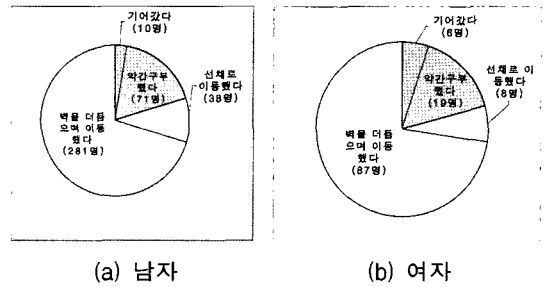


Fig. 7. Egress posture in the dark conditions.

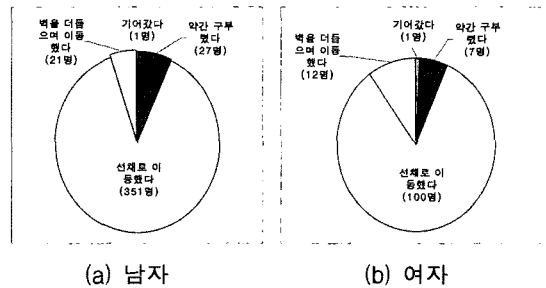


Fig. 8. Egress posture in the photoluminescent exit signs.

Fig. 7은 완전암흑 상태에서 피난자세에 대한 결과로 남자 응답자 400명중에서 70%에 해당되는 281명이 벽을 더듬으며 이동을 했고, 71명(18%)은 약간 구부렸으며, 38명(9.5%)은 선채로 이동했고 나머지 10명(2.5%)은 기어간 것으로 나타났다. 여자의 경우도 120명 중에서 72%에 해당되는 87명이 벽을 더듬으며 이동했고, 19명(16%)은 약간 구부렸으며, 8명(7%)은 선채로 이동했고, 나머지 6명(5%)은 기어간 것으로 나타났다.

Fig. 8은 바닥에 축광유도표지가 설치되었을 경우 남자들의 피난자세는 기어갔다 1명(1%), 벽을 더듬으며 이동했다 21명(5%), 약간 구부렸다 27명(6%), 선채로 이동했다 351명(88%)으로 나타났다. 따라서 축광유도표지가 없는 경우 70%가 벽을 더듬으며 이동했으나 축광유도표지가 있는 경우는 반대로 5%만이 벽을 더듬었고 대부분인 88%가 선채로 이동한 것으로 나타났다. 여자의 경우는 기어갔다 1명(1%), 약간 구부렸다 7명(6%), 벽을 더듬으며 이동했다 12명(10%), 선채로 이동했다 100명(83%)으로 나타났다. 여자도 축광유도표지가 없는 경우는 87%가 벽을 더듬으며 이동했으나 축광유도표지가 있는 경우는 10%만이 벽을 더듬어 이동했고 대부분인 83%가 선채로 이동한 것으로 나타났다.

Table 2는 Fig. 7, 8의 결과를 비교하여 나타낸 것으로 암흑상태에서 남자 38명(9.5%), 여자 8명(6.7%)이

Table 2. Comparison of the egress status between men and women

피난자세	암흑상태		축광유도표지	
	남자	여자	남자	여자
벽을 더듬으며 이동했다	281명	87명	21명	12명
기어갔다	10명	6명	1명	1명
약간 구부렸다	71명	19명	27명	7명
선채로 이동했다	38명	8명	351명	100명
합 계	400명	120명	400명	120명

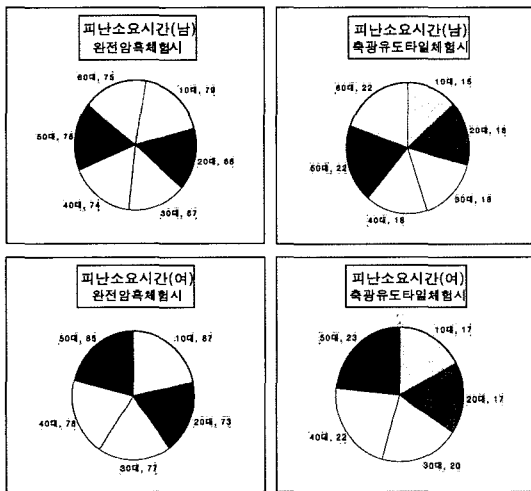


Fig. 9. The egress time by age between men and women.

Table 3. Comparison of the egress time by age between men and women

나이별	암흑상태 피난시간		축광유도표지 피난시간		피난시간차이	
	남	여	남	여	남	여
10대	79초	87초	15초	17초	64초	70초
20대	68초	73초	18초	17초	50초	56초
30대	67초	77초	18초	20초	49초	57초
40대	74초	78초	18초	22초	56초	56초
50대	75초	85초	22초	23초	53초	62초
60대	75초	-	22초	-	53초	-
평균	73초	80초	18.8초	19.8초	54.2초	60.2초

선채로 이동하였으나 축광유도표지가 있는 경우는 남자 351명(88%), 여자 100명(83%)이 선채로 이동할 수 있었던 것으로 나타났다.

Fig. 9는 건물 내에서 완전암흑 상태와 축광유도표

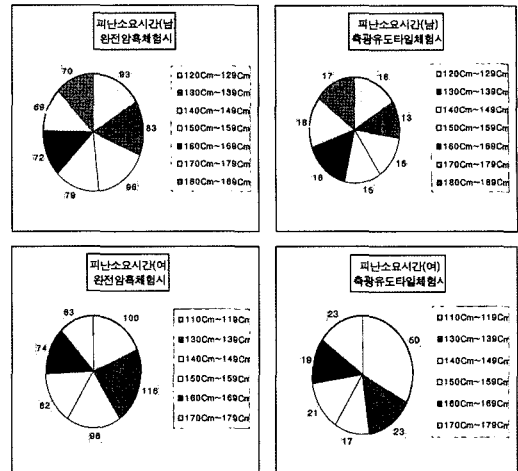


Fig. 10. The egress time by height between men and women.

Table 4. Comparison of the egress time by height between men and women

신장 (cm)	암흑상태 피난시간		축광유도표지 피난시간		피난시간차이	
	남	여	남	여	남	여
120~129	93초	100초	18초	50초	75초	50초
130~139	83초	116초	13초	23초	70초	93초
140~149	96초	96초	15초	17초	81초	79초
150~159	79초	82초	15초	21초	64초	61초
160~169	72초	74초	18초	19초	54초	55초
170~179	69초	63초	18초	23초	51초	40초
180~189	70초	-	17초	-	53초	-
평균	80.3초	88.5초	16.3초	25.5초	64초	63초

지가 설치된 경우의 나이별 피난소요시간에 대한 비교분석 결과를 나타내고, Table 3은 나이별 평균 피난소요시간을 나타내는 것으로 완전암흑상태보다 축광유도표지의 설치 경우가 남자는 54.2초, 여자는 60.2초 피난시간이 단축되었다.

Fig. 10과 Table 4는 신장별 평균 피난소요시간을 나타내는 것으로 완전암흑상태보다 축광유도표지의 설치 경우가 남자는 64초, 여자는 63초 피난소요시간이 단축되었다.

Fig. 11과 Table 5는 시력별 평균 피난소요시간을 나타내는 것으로 완전암흑상태보다 축광유도표지의 설치 경우가 남자는 53.4초, 여자는 56.4초 피난소요시간이 단축되었다.

Fig. 12와 Table 6은 외부로 피난 탈출시 바닥에 있

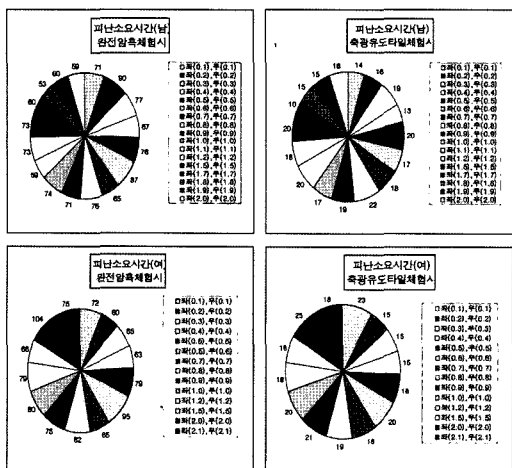


Fig. 11. The egress time by visual power between men and women.

Table 5. Comparison of the egress time by visual power between men and women

시력 (좌, 우)	암축상태 피난시간		축광유도표지 피난시간		피난시간차이	
	남	여	남	여	남	여
0.1~0.3	80초	65초	17초	18초	63초	47초
0.4~0.6	75초	79초	18초	18초	57초	61초
0.7~0.9	71초	77초	20초	19초	51초	58초
1.0~1.5	70초	78초	18초	19초	52초	59초
1.7~2.1	59초	75초	15초	18초	44초	57초
평균	71초	74.8초	17.6초	18.4초	53.4초	56.4초

는 축광유도표지가 피난에 도움을 주었는지 여부에 대한 질문으로 남자의 경우 응답자 400명 중 396명(99%)이 도움이 되었던 것으로 나타난 반면에 약간 되었다 3명, 도움이 안 되었다 1명, 별 도움이 되지 않았다는 전혀 없었다. 여자의 경우도 응답자 120명 중 98%에 해당되는 118명이 도움이 되었다고 하였고, 약간 되었다 1명, 도움이 안 되었다 1명, 별 도움이 되지 않았다는 전혀 없었다.

Fig. 13은 바닥에 설치되어 있는 축광유도표지가 공공건물의 지하, 즉 지하철, 백화점, 병원, 대형건물, 극장 등에 설치되어 있다면 화재시 피난에 도움이 되겠습니까? 라는 질문에는 남자의 경우 응답자의 99%인 397명이 도움이 된다고 대답하였고, 도움이 안 된다 2명, 잘 모르겠다 1명, 별 도움이 되질 않는다는 전혀 없었던 것으로 나타났다. 여자의 경우도 응답자 중

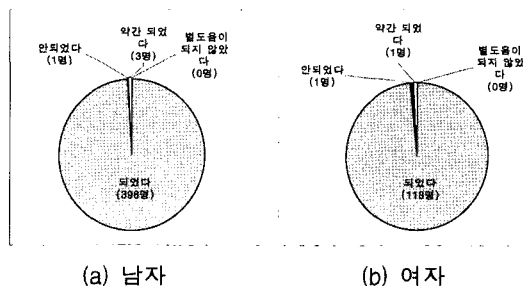


Fig. 12. The helpfulness on the photoluminescent exit signs.

Table 6. Comparison of the helpfulness on the photoluminescent exit signs in public buildings

피난자세	피난도움여부		공공건물 설치시 도움여부	
	남자	여자	남자	여자
도움이 되었다.	396명	118명	397명	119명
도움이 약간 되었다.	3명	1명	1명	1명
별도움이 되지 않았다.	0명	0명	0명	0명
도움이 안 되었다.	1명	1명	2명	0명
합계	400명	120명	400명	120명

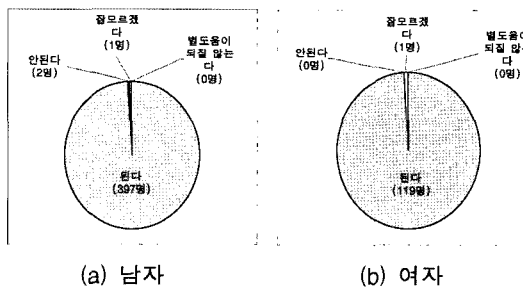


Fig. 13. The helpfulness on the photoluminescent exit signs in public buildings.

99%인 119명이 도움이 된다고 대답하였고, 잘 모르겠다 1명으로 나타났다.

4. 결 론

설계 제작된 실험 장치를 대구 Fire EXPO에 전시하여 엑스포관람자를 대상으로 완전암축상태 및 축광유도표지 설치시 피난자세와 피난소요시간에 대하여 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 암축상태시 피난자세는 공포감에 남자의 경우 70%, 여자의 경우 72%가 벽을 더듬으며 피난하였으

나 바닥에 축광유도표지가 설치된 경우에는 남자의 경우 400명 중 21명(5%)만이 벽을 더듬으며 피난하였고 대부분 사람들인 351명(88%)은 선채로 피난을 하였으며, 여자의 경우도 10%만이 벽을 더듬으며 이동을 하였고, 대부분 사람들인 83%는 선채로 피난을 한 것으로 나타났다.

둘째, 나이별 평균 피난소요시간은 완전암흑상태보다 축광유도표지가 설치된 경우가 남자는 54.2초, 여자는 60.2초 단축되었다.

셋째, 신장별 평균 피난소요시간은 완전암흑상태보다 축광유도표지가 설치된 경우가 남자는 64초, 여자는 63초 단축되었다.

넷째, 시력별 평균 피난소요시간은 완전암흑상태보다 축광유도표지가 설치된 경우가 남자는 53.4초, 여자는 56.4초 단축되었다.

다섯째, 지하철, 백화점, 병원, 대형건물, 극장 등의 공공건물 바닥에 축광유도표지를 설치한다면 응답자 중 99%에 해당하는 사람들이 피난에 도움이 되는 것으로 나타나 공공건물의 바닥에 축광유도표지를 설치하면 화재시 정전이 되더라도 평소와 다름없이 피난

을 할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. (주)오빌테크, “화재로 인한 연기발생 상황에서 축광 피난유도시스템 제안”, 대구 Fire EXPO '05 기술세미나, pp.5-20(2005).
2. 東京消防廳, “東京消防廳における地下驛舎に對する安全對策の推進”, 豫防時報221, pp.47-48(2005).
3. 東京消防廳, “地下驛舎における避難口 明示物及び避難方向明示物の基準の方検討委員會 報告書”, pp.9-12 (平成17年).
4. 木全正憲, 中村健一, 藤田晃弘, “發光避難誘導標式に關する 基礎的研究”, 土木學會中部支部, pp401-402(2004).
5. 上嶋一生, 早川誘亮, 藤田晃弘, 金坂香里, “蓄光避難誘導標式の視認性に關する研究”, 土木學會中部支部, pp403-404(2004).
6. 上嶋一生, 藤田晃弘, 村山秀彦, 金坂香里, “蓄光避難誘導標式の視認性に關する研究”, 日本建築學會講演會研究發表(2004).