B-07

고휘도 축광식 유도표지의 성능기준과 설치기준에 관한 연구

허만성 †

우송공업대학 소방안전관리과 †

A Study on the performance and installation guide of high-luminance photoluminescent signage

Man-Sung Hur †

Dept. of Fire Safety Engineering, Woosong Technical College †

1. 서 론

소방대상물의 고층화, 심층화, 복잡화 및 방화, 테러, 지진, 화재 등의 대규모 재해에서 고귀한 인명을 지키기 위해 최근 기술 개발되고 있는 고휘도 축광식 유도표지가 피난상 안전 확보에 활용되는 것이 요구된다. 외국의 경우 축광물질로 만들어진 축광유도표지는 시설물 내에서 피난을 돕는데 유용하고 경제적인 것으로 받아들여지고 있다.[1,2] 따라서 최근에는 소방대상물에 설치하는 유도표지에 축광기능이 장잔광이며 고휘도를 얻을 수 있는 축광재를 이용한 유도표지가 개발되고 있다.[3]

그러나 성능기준과 설치기준이 명확하게 규정되어 있지 않은 관계로 설치 환경 및 설치 장소에 따라 색상, 줄무늬, 기호를 여러 가지로 다르게 할 수 있고, 설치위치에 따라 다른 결과를 낳을 수 있다.[4,5] 따라서 2004년 미국 뉴욕의 경우에는 축광유도표지 및 축광위치표지의 설치기준이 표준화되었다.[6] 일본의 경우는 동경지하철에 축광유도표지가 설치되어 있으며 총무성 산하 소방청에서 축광식 유도표지 및 고휘도 축광식 유도표지 사용 의무화와 관련하여 법령이 제정되어 2006년 4월 3일 공포되었다.[7]

국내에서도 법적인 의무사항은 아니나 대구지하철 화재사고를 계기로 효율적인 승객 대피를 위하여 대구지하철, 서울지하철, 대전지하철 등에 일부 시범 설치되고, 지하도 상가로는 종각, 명동, 남대문, 충무도 지하도 상가 등에 설치되어 있으나 설치기준이 없는 관계로 설치위치와 장소 등에 있어서 서로 상이한 점이 있다.[8,9]

따라서 지하철이나 지하상가의 정전시 피난의 안전성을 확보하기 위해서는 축광성을 가진 재료로 만들어진 유도등 및 유도표지에 대해서는 어두운 곳에 있어서 시인성의 확보에 유효하기 때문에 일정한 규정을 상회하는 축광기능을 가진 유도표지에 요구되는 기능 및 평가방법과 병행하여 고휘도 축광식 유도표지의 성능과 설치기준에 대한 종합적인 대책이 요구된다.[10,11,12]

본 연구는 지하철이나 지하상가의 피난을 돕는 고휘도 축광식 유도표지에 대한 조사 및 분석을 통하여 성능기준, 설치기준 구축방안에 대하여 기술하고자 한다.

2. 고휘도 축광식 유도표지의 개요

축광식 유도표지란 화재발생시 피난방향을 안내하기 위하여 사용되는 표지로서 외부의 전원을 공급받지 아니한 상태에서 축광(전등, 태양빛 등을 흡수하여 이를 축적시킨 상태에서 일정시간 동안 발광이 계속되는 것을 말한다.)에 의하여 어두운 곳에서도 도안·문자 등이 쉽게 식별될 수 있도록 된 것을 말하며, 피난구 축광유도표지, 통로축광유도표지, 보조축광유도표지로 구분할 수 있다.

축광식 유도표지는 상용 광원 형광램프에 따라, 조도 200Lx의 외광을 20분간 조사하여, 그 후에 20분 경과한 후의 표시면이 24mcd/m^2 이상 100mcd/m^2 미만의 평균 휘도를 갖는 유도표지를 축광유도표지라 한다. 조사후 표시면이 100mcd/m^2 이상의 평균 휘도를 갖는 유도표지를 고휘도 축광식 유도표지라 한다. 복도 또는 통로 등에 설치하는 고휘도 축광식 유도표지중 높은 축광성능을 가지고 있는 표지에 대해서는 그 표지면을 작게 할 수 있다.

고휘도 축광식 유도표지는 설치환경에 따라 옥내용과 옥외용으로 나누고, 설치 장소에 따라 바닥용과 벽용(바닥면에서 1m 미만·이상)으로 나눈다. 활용장소로는 유도등의 설치 등이 곤란한 특수한 장소로 (1) 특수한 입지조건으로 전원확보가 곤란하고, 유도등의 설치 등이 곤란한 장소, (2) 유도등 내부에 물이 침입할 우려가 있고, 방수 구조의 유도등의 설치 등이 곤란한 장소, (3) 가연성 증기의 발생 등으로 방폭 구조의 유도등의 설치 등이 곤란한 장소, (4) 극히 낮은 온도 환경에 유지하는 것이 요구되고, 유도등의 설치 등이 곤란한 장소, (5) 특수한 환경 조건에 설치하기 위해, 유도등의 설치 등이 곤란하다고 인정되는 경우에는 피난 안전성을 확보하기 위해 유도등을 대신해 고휘도 축광식 유도표지를 설치하는 것을 생각 할 수 있다. 또한 유도표지의 설치 의무가 있는 장소로 다수의 사람들이 출입하며, 화재 위험성이 높은 등의 이유로 화재시에 보다 적극적인 피난 유도가 요구되는 장소인 학교, 도서관, 공장, 창고 등에도 활용된다. 유도등을 보완하고, 피난상의 안전성을 높이는 것이 요구되는 장소로 (1) 건물에 안내자가 없는 곳이 많고, 피난 곤란성이 높은 등의 이유로 피난상의 안전성을 한 층 높일 필요가 있는 장소인 극장, 음식점, 백화점, 여관, 병원, 복지시설, 지하상가 등, (2) 피난에 장시간을 요구할 가능성이 있기 때문에 피난상의 안전성을 한 층 높이는 것이 좋은 장소인 고층빌딩, 지하역사 등에 활용될 수 있다.

따라서 국내에서는 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 및 소방용 기계 기구의 형식승인등에 관한 규칙, 축광유도표지 및 축광위치표지의 성능시험 기술기준에서 시험 기준만을 제시하고 있으므로 고층빌딩, 지하철과 지하상가 등에서 화재시 탈출 및 인명피해를 최소화할 수 있는 피난대피시설인 고휘도 축광식 유도표지의 성능기준과 설치기준 마련이 필요하다.

3. 고휘도 축광식 유도표지의 성능 및 설치기준

3.1 성능기준

3.1.1 내마모성

(1) 성능

내마모성 시험을 했을 때 표시면의 심벌, 문자를 판별할 수 있고, 동시에 이 시험 후에 휘도의 성능을 만족해야 한다.

(2) 시험

바닥용의 시험은 건축 재료 및 건축 구성 부분의 마모시험방법의 규정에 의한다. 1m

미만의 벽용의 시험은 안전 표지판의 규정에 의한다.

3.1.2 내수성

(1) 성능

내수성 시험을 했을 때 표시면의 심벌, 문자를 판별할 수 있고, 동시에 이 시험 후에 휘도의 성능을 만족해야 한다.

(2) 시험

시험체를 20±5℃의 수중에 24시간 담근 후 꺼내서 실내에 1시간 방치한다.

3.1.3 내후성

(1) 성능

내후성 시험을 했을 때 표시면의 심벌, 문자를 판별할 수 있고, 동시에 이 시험 후에 휘도의 성능을 만족해야 한다.

(2) 시험

시험은 안전 표지판의 선 샤인 카본식 촉진 내후성 시험의 규정에 의한다.

3.1.4 내연성

(1) 성능

내연성은 합성 수지제의 시트 또는 판에 대해 적용하고 내연성 시험에 의해 산소 지수 26이상이어야 한다.

(2) 시험

시험은 플라스틱 산소지수에 의해 연소성의 시험방법에 의해 시험하고 산소지수를 구한다.

3.1.5 내약품성

(1) 성능

내약품성 시험을 했을 때 표시면의 심벌, 문자를 판별할 수 있고, 동시에 이 시험 후에 휘도의 성능을 만족해야 한다.

(2) 시험

시험은 도자기질 타일의 내약품성 시험의 규정에 의한다.

3.1.6 휨강도

(1) 성능

휨강도 시험을 했을 때 폭 1cm 당 휨 파괴 강도가 120N/cm 이상이어야 한다.

(2) 시험

시험은 도자기질 타일의 휨 시험의 규정에 의한다.

3.1.7 미끄럼 저항

(1) 성능

미끄럼 저항성 시험은 청소하고, 건조한 상태, 시험용 분체 및 시험용 입자에서 규정하는 시험용 분체를 $10g/m^2$의 비율로 산포한 상태, 수돗물과 시험용 분체 및 시험용 입자에서 규정하는 시험용 분체를 혼합한 것을 $400g/m^2$ 의 비율로 산포한 상태, 식용유를 $40g/m^2$ 의 비율로 산포한 상태의 시험을 행해 얻어진 수치를 표시한다.

(2) 시험

시험은 고분자계 부착형 바닥재 시험방법의 미끄럼성 시험의 규정에 의한다.

3.1.8 내동결 융해성

(1) 성능

내동결 융해성 시험을 했을 때 표시면의 심벌, 문자를 판별할 수 있고, 동시에 이 시험 후에 휘도의 성능을 만족해야 한다.

(2) 시험

시험은 요업계 사이딩인 내동결 융해성 시험의 규정에 의한다.

3.1.9 휘도

(1) 성능

유도표지의 표시면 휘도는 아래의 표1,2,3에 적합하여야 한다.

표1. 유도표지의 구분과 여기조도 200Lx 일 때의 표시면의 평균 휘도

여기광원		20분 조사 종료 20분후	20분 조사 종료 60분후
여기조도		200Lx	200Lx
구분	S급	250mcd/m^2	75mcd/m^2
	A급	200mcd/m^2	60mcd/m^2
	B급	150mcd/m^2	45mcd/m^2
	C급	100mcd/m^2	30mcd/m^2

표2. 유도표지의 구분과 여기조도 100Lx 일 때의 표시면의 평균 휘도

여기광원		20분 조사 종료 20분후	20분 조사 종료 60분후
여기조도		100Lx	100Lx
구분	S급	200mcd/m^2	60mcd/m^2
	A급	150mcd/m^2	45mcd/m^2
	B급	100mcd/m^2	30mcd/m^2
	C급	-	-

표3. 유도표지의 구분과 여기조도 50Lx 일 때의 표시면의 평균 휘도

여기광원		20분 조사 종료 20분후	20분 조사 종료 60분후
여기조도		50Lx	50Lx
구분	S급	128mcd/m^2	38mcd/m^2
	A급	100mcd/m^2	30mcd/m^2
	B급	-	-
	C급	-	-

(2) 시험

시험체를 시험장소의 표준 상태에서 규정하는 온도 20±2℃. 상대습도 65±2%인 조건하에 24시간 방치한 후, 시험장소의 표준상태에서 규정하는 온도 23±2℃, 상태습도 50±15%의 어두운 곳에 3시간 이상 외광을 차단한 상태로 보관한다. 그 후, 상용 광원 형광램프로 200Lx, 100Lx 또는 50Lx의 조도에서 20분간 조사해 조사를 마치고나서 20분 후 및 60분 후의 휘도를 측정한다.

3.1.10 발광색

(1) 성능

유도표지의 표시면 축광부의 발광색은 발광스펙트럼의 피크 파장이 507nm~555nm의 범위여야 한다.

(2) 시험

시험은 시험체를 시험 장소의 표준상태에 규정하는 온도 20±2℃. 상대습도 65±5%의 조건 하에 24시간 방치한 후, 형광 광도 분석 방법에서 규정하는 분광 형광 광도계를 이용해 여기광 365nm에서 형광스펙트럼을 측정한다. 얻어진 스펙트럼에서 피크 파장(nm)을 구한다.

3.2 설치기준

3.2.1 유도표지의 기준

(1) 피난구 또는 계단에 설치하는 것을 제외하고, 각 층마다 그 복도 및 통로의 각 부

분에서 하나의 유도표지까지의 보행거리가 7.5m 이하인 개소 및 모퉁이에 설치할 것.

(2) 다수의 눈에 띄기 쉽고 동시에 채광이 식별상 충분한 개소에 설치할 것.

(3) 유도표지의 주위에는 유도표지와 헷갈리거나 또는 유도표지를 가리는 광고물, 게시물 등을 설치하지 않을 것.

(4) 유도표지의 재료는 견고하고 내구성이 있는 것일 것.

(5) 유도표지의 표시면은 심벌, 문자 및 색체는 다음에 의할 것.

① 피난구에 설치하는 유도표지는 녹색의 바탕에 피난구임을 표시하는 심벌, 제2, 제3의 문자 또는 피난의 방향을 나타내는 화살표로 할 것.

② 복도 또는 통로에 설치하는 유도표지에 있어서 흰색의 바탕에 피난의 방향을 나타내는 심벌과 제2 또는 제3의 문자를 표시할 수 있다.

(6) 표시면의 형상은 정사각형 또는 세로변이 짧은 직사각형일 것.

(7) 표시면의 크기는 정사각형의 경우 한쪽 변의 길이가 12cm 이상이고, 직사각형의 경우에는 짧은 변의 길이가 10cm 이상이며, 동시에 면적이 300cm^2 이상으로 할 것.

3.2.2 설치 및 유지방법

(1) 설치방법

① 고휘도 축광식 유도표지는 자연광 또는 인공조명을 받아서 여기하고 조명 등이 없어진 암흑 중에서 발광해서 그 기능을 발휘하게 되고, 여기에 필요한 환경조건인 설치장소의 조도에 의존한다.

② 유도표지의 크기와 표시면의 휘도 : 축광식 유도표지의 이점은 어두운 곳에서의 시인성 확보에 유효한 물건이므로 밝은 곳에서의 유도표지의 시인성과 유사한 것이 요구된다. 고휘도 축광식 유도표지의 시인 실험에 의하면 7.5m의 위치에서 유도표지를 거의 확인할 수 있는 화살표의 크기는 55mm, 휘도는 100mcd/m^2 이상이다. 그러나 유도표지에는 일상시의 학습효과에도 기대를 걸고, 시인할 수 있으니까 작아도 상관없다는 것은 아니라는 것을 고려하면, 통로 유도표지의 크기는 고휘도 축광식 유도표지의 경우 85×255mm(화살표의 크기 55mm(또는 53mm)가 최저의 크기라고 할 수 있다. 고휘도 축광식 유도표지의 시인실험 결과에서 얻어진 크기는 100×300mm 의 유도표지가 밝은 곳에서 시인할 수 있는 거리에 대응하는 어두운 곳에서의 유도표지 표시면의 휘도는 100mcd/m^2 이상이다. 고휘도 축광식 유도표지의 크기 및 표시면 휘도의 관계는 표 4와 같다.

표 4. 유도표지의 크기와 표시면 휘도

종류	시인거리	유도표지의 크기	표시면 휘도
통로 유도표지	7.5m 이상	85×255mm 이상	150mcd/m^2 이상
		100×300mm 이상	100mcd/m^2 이상
	10.0m 이상	120×360mm 이상	200mcd/m^2 이상
피난구 유도표지	7.5m 이상	120×120mm 이상	250mcd/m^2 이상
		210×210mm 이상	150mcd/m^2 이상
	10.0m 이상	210×210mm 이상	250mcd/m^2 이상

③ 유도표지의 선정순서 : 첫째, 용도·장소별에 따른 설치환경 조도를 측정한다. 둘째, 설치할 유도표지의 크기와 구분을 정한다.

(2) 유지관리방법

① 설치신고 : 유도표지의 설치 시에 제출하는 시험결과 보고서의 표시면 란에는 설치 환경별 유도표지의 구분 또는 상용 광원 형광램프에서 200Lx, 100Lx 또는 50Lx의 조도에서 20분간 조사해 조사를 멈춘 20분 후의 휘도를 기입한다. 또한, 비고란에는 고휘도 축광식 유도표지를 설치하는 환경조도의 설계치 또는 실측치를 기재하는 것이 좋다.

② 보수·점검 : 고휘도 축광식 유도표지의 성능평가기준에서는 휘도 및 발광색을 필수성능으로 하고 내마모성, 내수성 등의 시간경과에 의한 노화에 동반하는 성능은 점검으로 보완할 수 있는 성능으로써 권장성능으로 하고, 기능을 유지하기 위해 보수·점검이 요구된다. 표시면의 휘도 측정방법은 측정장소의 통상 조명을 20분 이상 점등한 후 소등하고, 소등 20분 후에 유도표지의 표시면 휘도를 측정한다.

4. 결 론

본 연구는 고휘도축광식 유도표지에 대한 조사 및 분석을 통하여 성능기준, 설치기준에 대하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 성능기준으로는 내마모성, 내수성, 내후성, 내연성, 내약품성, 휨강도, 미끄럼저항, 내동결 융해성, 휘도, 발광색에 대한 성능과 시험에 대한 기준이 마련되어야 한다.
2) 설치방법에서 고휘도 축광식 유도표지는 환경조건인 설치장소의 조도에 따라 그 기능이 다르므로 유도표지의 크기와 표시면의 휘도에 대한 기준이 마련되어야 한다.
3) 유지방법으로 설치신고 및 보수 점검에서 필수성능인 휘도 및 발광색과 내마모성, 내수성 등의 시간 경과에 의한 노화에 동반하는 성능은 보수 점검이 요구된다.

5. 참고문헌

1. Japanese Industrial Standard-Safety Sign Boards, JIS Z 9107, (1998)
2. PSPA, "Standard 002 Emergency Way-finding guidance Systems, Part 1." (1997).
3. 高輝度蓄光式避難誘導標式等研究協議會, "高輝度蓄光式誘導標に關する研究", (平成17年).
4. Guylène Proulx, "Effectiveness of a photoluminescent wayguidance system", (2000)
5. Guylène Proulx, "Assessment of photoluminescent material during office occupant evacuation", (1999)
6. New York City Building Code, "Reference Standard RS 6-1 and RS 6-1A in relation to Photoluminescent Exit Path Markings", (2005).
7. 消防廳告示 第5号, "「誘導燈及び誘導標式の基準の一部を改正する件」等の施行について", (平成18年).
8. (주)오빌테크, "지하공간 피난유도시설의 유도성능평가에 대한 연구보고서", (2005)
9. (주)오빌테크, "화재로 인한 연기발생 상황에서 축광피난유도시스템 제안", 대구 Fire EXPO '05 기술세미나, pp.5-20(2005).
10. 허만성, "피난을 돕는 축광표지의 설치기준 구축", 한국화재소방학회 추계학술대회, pp.52-57(2006).
11. 허만성, 藤田晃弘, 鏡味伸也, Mark I Jones, "축광세라믹스를 이용한 피난유도표지의 시인성에 관한 연구", 한국화재소방학회 춘계학술대회,

pp.134-138(2006).
12. 허만성, "건물화재의 정전시 축광유도표지가 피난에 미치는 영향", 한국화재소방학회논문지, Vol. 19. No. 4, pp.69-74(2005).
13. 藤田晃弘, 허만성, "축광세라믹스의 광학적 특성에 관한 연구", 한국화재소방학회논문지, Vol. 19. No. 4, pp.42-46(2005).
14. 소방방제청 고시 제 2005-32호, "축광유도표지 및 축광위치표지의 성능시험 기술기준"(2005)
15. 色彩學の基礎, 文化書房博文社, 山中俊夫(2004)
16. 東京消防廳, "東京消防廳における地下驛舍 に對する安全對策の推進", 豫防時報221, pp.47-48(2005).
17 .東京消防廳, "地下驛舍における避難口 明示物及び避難方向明示物の基準の 方檢討委員會 報告書", pp.9-12(平成17年).
18. 木全正憲, 中村健一, 藤田晃弘, "發光避難 誘導標式に關する 基礎的硏究", 土木學會中部 支部, pp401-402(2004).
19. 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硏究", 土木學會中部支部, pp403-404(2004).
20. 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硏究", 日本建築學會講演會硏究發表(2004).