

화재시 대피를 위한 레이저 유도장치에 관한 연구

김형권, 이상문, 사공성호, 임태근*

한국소방검정공사, *(주)티에스티

A Study on the laser inducing equipment for taking shelter in the fire

Hyeong-Gweon Kim, Sang-Moon Lee, Seong-Ho Sagong, Tae-Gun Lim*

*Korea Fire Equipment Inspection Corporation, *TST Co., Ltd.*

1. 서론

화재의 발생을 억제하기 위하여 불의 사용을 최적화하고 화재가 발생할 수 있는 가능성을 최소화하고자 하는 노력은 계속되고 있다. 그러나 현대 사회는 인구의 증대와 도시화로 인해 건물이 대형화할 뿐만 아니라 심층화, 복잡화되면서 다양한 설비를 갖추고 있다. 그로 인하여 화재가 발생하면 그 피해는 경우에 따라서 현대문명을 누리는 대가로 감수할 수 없을 정도로 크게 된다.

화재시의 인명피해 사례를 살펴보면 연기 등으로 인하여 피난탈출구를 찾지 못하여 신속한 대피가 이루어지지 못하여 화재 시 발생하는 유해가스 등에 의해 질식사하는 것이 대부분으로 나타나고 있는 실정이다.

그래서 건축물의 대부분에는 출입구나 복도에는 화재 및 정전 등 비상시를 대비하여 피난을 용이하게 하여 인명을 보호하고자 비상구의 위치나 피난방향을 알려주기 위한 유도등, 유도표지 및 비상조명등을 설치하고 있다. 그러나 피난구유도등은 평상시 비상구의 위치나 피난방향에 대한 교육효과 및 정전 시 등을 대비하고 있어, 화재 발생으로 연기가 상부로부터 차 내려오면 대부분 형광램프가 내장되어 있는 유도등은 정전 시에는 불빛을 볼 수 있으나 막상 화재가 발생하여 다량의 연기가 발생하게 되면 유도등이 잘 보이지 않게 되는 경우가 있다. 또한 피난구유도등은 상부 벽면에 설치되어 있는데 실제 화재시 대피하는 사람은 연기를 피해 바닥에 엎드려 이동하게 되므로 상부를 쳐다보기 어려워 유도의 기능이 상실될 수도 있다. 따라서 연기 속에서도 뛰어나 신속한 대피를 유도하고, 피난통로를 쉽게 확인할 수 있는 장치가 필요하다.

영국의 연구기관인 BRE에서는 표시를 형광등 광원으로 사용한 경우와 LED광원 및 여러 가지 광원을 비교하여 LED 광원을 사용한 것이 시인성이 더 높다는 결과 발표가 있었으나 정상조건의 암흑상태에서 시험한 것으로 화재가 진전되어 연기가 가득한 곳에서는 정상적으로 쳐다볼 수 없는 상태가 되므로 이 발표의 실효성에 대해서 여러 가지 의문을 갖게 된다.

따라서 본 연구에서는 레이저의 빔을 이용하여 바닥에 피난유도표시를 할 수 있는 장치를 개발하고자 연기의 투과성과 직진성이 뛰어난 레이저 다이오드 (LD : Laser Diode)의 특성을 이용하여 연기 속에서도 피난통로를 쉽게 확인 할 수 있는 레이저유도장치에 대하여 연구 개발하였다.

2. 개발 내용

화재 시 대피를 위한 레이저 유도장치는 상시 교류전원으로 내장된 축전지를 충전할 수 있도록 구성하고 화재수신기로부터 화재신호가 접수되면 레이저 다이오드가 빛을 발하여 피난로의 방향을 표시할 수 있도록 하였다.

또한 정전이 되어 교류전원이 차단되어도 내장된 축전지에 의하여 레이저 다이오드가 빛을 발하여 피난로의 방향을 바닥에 표시하도록 구성하였다.

개발품은 다음과 같이 크게 세 부분으로 구성되어있다.

2-1. 교류입력

가. 전원입력

입력단자에 교류 220 V가 인가되면 트랜스포머의 2차측에 전압이 유도되고 이 전원을 다이오드로 정류하여 직류전원을 만들며, 동시에 축전지를 충전 한다. 또한 레이저 다이오드는 화재신호와 연동되어 점등하도록 하였다.

나. 레이저의 점등

릴레이에 의해 교류표시용 LED가 점등하여 교류전원이 인가되고 있음을 표시하며, 이 때 점점 스위치를 누르거나 정전이 되면 릴레이의 동작이 정지되어 유도표시 레이저 다이오드가 점등되도록 하였다.

2-2. 축전지 감시회로

가. 축전지에 이상이 발생하였을 때

내장된 축전지가 충전되어 있다가, DC 휴즈가 단선되거나, 축전지 코드가 분리되었거나, 축전지의 충전이 불량일 때, 축전지 감시 트랜지스터에 의해 축전지 감시 LED가 점등되어 축전지의 이상을 표시한다.

나. 만 충전시

축전지가 만 충전되면 트랜지스터의 전류변화에 의해 축전지 감시 LED가 소등되어 축전지에 이상이 없음을 표시한다.

2-3. 화재신호에 의한 레이저 다이오드 점등

수신기가 화재신호를 감지기로부터 접수하면 내장된 유도등 연동 계전기를 동작시켜 선

로를 연결한다. 또한 포토 커플러에 의해 유도표시 레이저 다이오드를 연속으로 동작시켜 주고, 나머지 하나의 유도표시 레이저 다이오드는 타이머 IC의 구동으로 점멸하게 하였다.

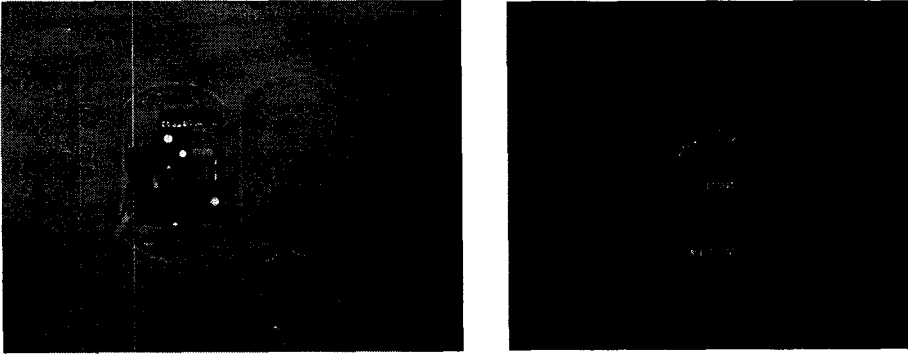


그림 1. 레이저유도장치의 내부 및 외관

3. 실험방법

유도등의 경우는 바닥에서 2 m높이에 설치된 것으로 하고 사람의 키는 1.7 m 이며, 비상문과의 거리가 1 m인 곳에 사람이 있는 경우를 가정하여 측정하였다.

연기 때문에 앉았을 경우에 피난구유도등은 시야로부터 약 1.8 m정도 떨어져 있게 설치될 것으로 가정하였으며, 레이저의 경우는 사람이 앉았을 경우 시야로부터 약 1 m정도의 거리의 바닥 면에 유도표시가 나타난다고 가정하여 측정하였다. 연기농도의 측정과 휘도의 측정은 다음과 같이 실시하였다.

3-1. 연기농도측정

연기가 없을 경우 $220 \mu\text{A} \pm 10\%$ (온도 $25 \pm 5^\circ\text{C}$, 상대습도 $45 \pm 5\%$, 기압 $760 \pm 10 \text{ mmHg}$)의 전류 (I_0)가 흐르는 평행판 전극을 표준으로 하는 이온농도계를 사용하여 연기가 들어간 경우의 전류 ($I_0 - \Delta I$)로 하여 농도 (전류변화율)를 다음의 식에 의해 결정하였다.

$$\text{농도} = \frac{\Delta I}{I_0}$$

여기서 ΔI 는 연기에 의해 감소된 전류

3-2. 휘도의 측정

휘도의 측정은 광전자 증배관을 이용한 색도 휘도 측정기인 일본 TOPCON사의 색채휘도계 BM-5를 사용하여 측정하였다. 사용한 휘도계는 $0.001 \sim 1,200,000 \text{ cd/m}^2$ 의 측정범위를 갖고, 측정각은 0.20 로 하였다.

개발한 화재시 대피를 위한 레이저 유도장치의 성능특성과 광과 연기 농도에 따른 가

시도의 변화 및 광원의 휘도변화에 대하여 조사하였다.

4. 결과 및 고찰

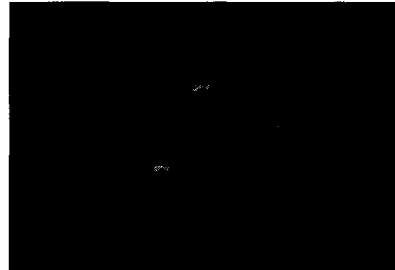
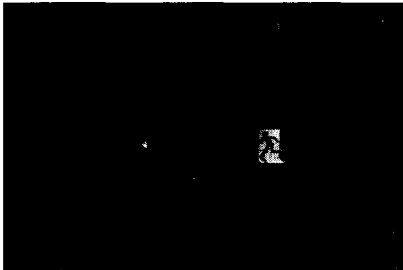
4-1. 식별도 시험

식별도 시험은 유도등의 형식승인 및 검정기술기준 (KOFEIS 0401)에서 정하는 평가기준이 있지만 개발품과 유도등은 그 표시방법과 설치위치가 달라 기준을 적용하기 어려워 피난구유도등의 표시와 레이저유도장치에 의한 바닥면의 화살표에 대해 각각의 표시를 확인하였다.

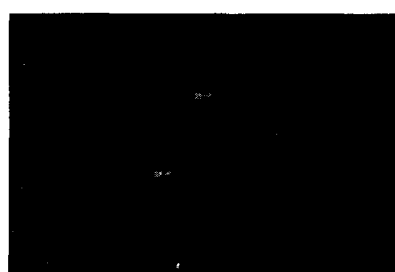
그림 2에 실험결과를 사진으로 나타낸다. 그림 2(a)는 초기 연기를 발생시키지 않은 상태를 나타낸 것으로 좌측에는 레이저 장치의 빔과 유도등의 우측에는 레이저 비추어진 바닥면의 화살표를 나타내었다.

그림 2(b)와 (c)에서 연기농도가 각각 0.25, 0.45로 변화한 것을 나타내며, 이 정도의 연기농도에서는 화재시 대피자는 몸을 숙이고 피난하게 되고 희미해진 유도등은 더욱 안보이게 될 것이다. 그러나 레이저의 빔과 바닥에 표시되는 화살표는 잘 보지만 유도등은 보기 어려워진다.

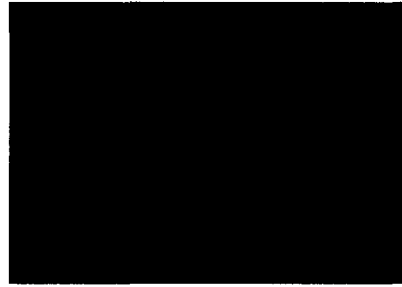
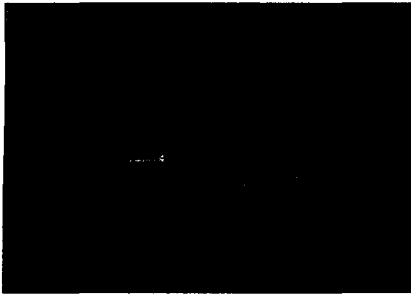
그림 2(d)에서 보면 유도등은 거의 안보이지만 화살표는 아직 잘 보임을 알 수 있다. 레이저유도장치의 유효성을 잘 볼 수 있는 그림이다.



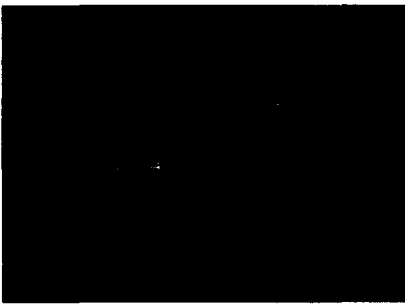
(a) 연기농도 0



(b) 연기농도 0.25



(c) 연기농도 0.45



(d) 연기농도 0.5이상

그림 2. 연기농도별 레이저 유도장치의 식별 사진

4.2. 연기농도에 따른 휘도의 변화율

그림 3에 피난구유도등 표시면의 연기농도의 증가에 따른 휘도의 변화율과 레이저 유도장치의 휘도의 변화율을 나타내었다.

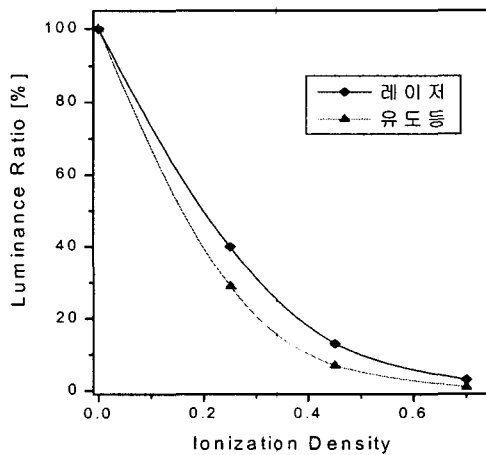


그림 3. 이온화연기농도에 따른 휘도의 변화율

여기서 휘도 변화율 [%] (Luminance ratio : ΔB)은 연기가 없는 상태의 초기 휘도 (B_0)와 연기에 따라 변화하는 휘도 (B)의 비를 나타낸다.

$$\Delta B [\%] = \frac{B}{B_0} \times 100$$

그림 3에서 보면 화재경보가 울리는 범위인 연기농도 0.26 ~ 0.38부근에서 유도등의 휘도변화율은 레이저의 표시면에서의 휘도 변화율보다 크며, 이것은 농도의 변화에 따라 레이저 유도장치의 표시면이 더 잘 보인다는 것을 의미한다.

5. 결론

연기속에서도 피난로를 쉽게 확인할 수 있는 레이저유도장치를 개발하여 피난구유도등의 표시와 레이저유도장치에 의한 바닥면의 화살표에 대해 각각의 표시 식별시험과 연기농도의 증가에 따른 피난구유도등 표시면 휘도, 레이저 유도장치에 의한 바닥면 표시의 휘도 변화율 비교 시험하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 화재 시 연기에 의해 대피자는 몸을 숙이고 피난하게 되고 희미해진 유도등은 더욱 보기가 어려워지게 되지만 레이저 유도장치는 레이저의 빔으로 바닥에 화살표시가 되므로 더욱 잘 보인다는 것을 알 수 있다.
- (2) 비상전원의 내장으로 화재 시는 물론 정전 시에도 위험 속에서 안전하게 대피할 수 있도록 설계되어 안전성을 극대화할 수 있으며, 제품의 적은 소비전력으로 장시간의 점등시간 절감의 회로구성으로 에너지 절감효과와 유지, 보수에 용이함을 추구한 제품의 디자인 설계로 관리의 편리성과 비용절감 효과 기대할 수 있다.
- (3) 법적근거에 의해 유도등을 설치하지 않아도 되는 곳에 설치하여 화재 시는 물론 정전 시에도 위험 속에서 안전하게 대피할 수 있도록 설계되어 안전성 극대화를 추구하여 화재 발생 시 피난을 위한 유도장치로서 피난통로 및 피난탈출구의 확인이 용이하도록 하여 인명피해의 최소화에 기여할 것으로 생각한다.

6. 감사의 글

본 연구는 중소기업청의 “산·학·연 공동기술개발 전국전소사업”의 지원으로 수행되었으며 관계기관에 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

1. KOFEIS 0401, “유도등의 형식승인 및 검정기술기준”
2. FIS 003, “시각경보기의 인정기준”
3. KS C 6702, “레이저 제품의 방사안전기준”