

암순응을 고려한 겸용형 비상조명등

(The Combination Style Emergency Lighting Fixture which Considers a Dark Adaptation)

윤철구* · 최홍규 · 이근무 · 김용규 · 김종수 · 장민기 · 황상구

(Cheol-Gu Yoon* · hong-kyoo Choi · guen-moo Lee · Young-Kyu kim · jong-soo Kim · Min-Kee Chang · Sang-Gu Hwang)
(홍익대학교)

요 약

비상등 점등시 수백[lx]에서 1.0[lx]로 순간적으로 조도가 변한다. 급격한 조도변화는 암순응 시간을 증가시키며 대피자의 시력과 장애물 인식능력을 감소시킨다. 대피자는 이런 이유로 불안감과 공포감 느낄 뿐만 아니라 2차 사고로 확대되어 더 심각한 피해를 입을 수 있다. 본 연구에서는 이와 같은 암순응 문제점을 개선하고자 광속비율의 시간차이를 설정하여 조도를 조정하는 겸용형 비상등기구에 관해 연구하였다. 단, 경제성을 고려하여 비상조명등의 수와 축전지 용량을 증가시키지 않는 조건으로 진행하였다.

Abstract

It is sharply decreasing from several hundred[lx] to 1.0[lx] when it turn on the emergency lamps. The sharply decreasing illuminance makes peoples to have dark adaptation for long time. And they were with fear and confused. It also causes secondary accidents by people who take a mistake. This paper studied the combination style emergency lighting fixture to improve a problem of dark adaptations. But it was made an assumption that same conditions of battery capacity and a number of emergency lamps.

1. 서 론

비상조명등이라 함은 “화재 발생등에 의한 정전시 안전하고 원활한 피난활동을 할 수 있도록 거실 및 피난통로 등에 설치하는 조명등으로서 비상전원용 축전지가 내장되어 상용전원이 정전되는 경우에는 비상전원으로 자동 전환되어 점등되는 조명등을 말하며 정상 상태에서는 상용전원에 의하여 점등되는 것을 포함한다.”라고 규정되어 있다.[1] 2003.2.18 대구지하철역사 방화사건(197명 사망, 수백명 부상) 사례에서 보듯이, 수많은 사람이 이용하는 지하철 역사공간과 같이 다중 이용시설에는 불특정 다수인이 출입할 뿐만 아니라 피난경로가 길기 때문에 대피에 필요한 비상조도 및 유지시간을 충분히 확보되는 비상조명 시스템이 채용되어 있다. 재해로 인한 정전시 급격한 시야내 조도변화로 눈의 순응시간(암순응)이 증가되고 이로 인한 시력저하가 따르므로 대피시에 장애물의 인식능력이 낮아져 순간적인 어둠으로 인한 불안감과 공포를 증대 시킬수 있어 2차 재난으로 이어질 수 있다. 특히 고령자의 시인식 기능은 청장년에 비하여 떨어지므로 그 위험을 더욱 증대시킬 수 있다. 이와 같은 목적으로 설치되고 있는 여러가지 비

상조명시스템 중에서 상시, 비상겸용형 형광등 비상조명등에 대하여 대피자의 심리적 안정감과 시인성 향상을 위한 암순응이 고려된 겸용형 형광등 비상조명등에 관해 연구 개발하고자 한다.

2. 본 론

2.1 암순응을 고려한 겸용형 비상조명등

2.1.1 구조

암순응이 고려된 비상조명등은 예비전원(축전지)의 부담을 줄이면서 비상상황발생으로 인한 정전시 비상등이 광속비율을 소방법[2]이 정하는 정상상태의 36[%] 이상으로 동작하는 것이 아니라 초기에는 정상상태의 100[%] 광출력으로 동작하여 일정시간동안 유지하고 그 후 시간대별로 다단으로 광출력이 경감되는 성능을 가지는 것이다. 일반적인 구조는 교류 상용전원에 연결되어 형광램프를 구동시키는 안정기와 교류 상용전원을 직류전원으로 변환하는 정류부, 정류부에 연결되어 직류전원을 저장하는 축전지, 그리고 정전시 축전지 전원

으로 형광램프를 구동시키는 직류안정기로 구성되는 것은 통상 사용되는 것과 동일하나 정전시 축전지 전원을 공급받아 각각으로 초기 제정된 소정시간 간격의 제어신호를 출력하는 마이컴과 이 마이컴의 복수 출력단에서 발생하는 제어신호로 동작되는 다수의 릴레이가 구비되고 릴레이가 동작될 때 단단으로 램프의 광출력을 경감시키는 조도 설정부를 포함하여 구성된다.(그림1 참조) 조도 설정부는 광출력을 단계별로 경감시키도록 직류안정기의 출력단과 램프 사이에 콘덴서 (C3,C4,C5)가 병렬로 연결되어 3개의 릴레이가 지정된 시간으로 여자되면 각각의 콘덴서의 정전용량이 증가하면서 단단으로 광출력을 경감시키도록 그림 2.와같이 구성된 것이다.

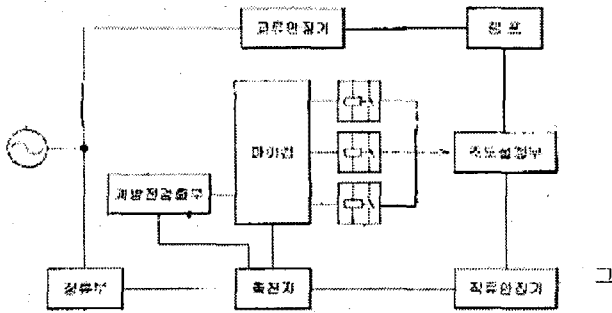


그림 1. 암순응을 고려한 비상 조명등 개념도
Fig. 1. Concept map of emergency lamp considered a dark adaption

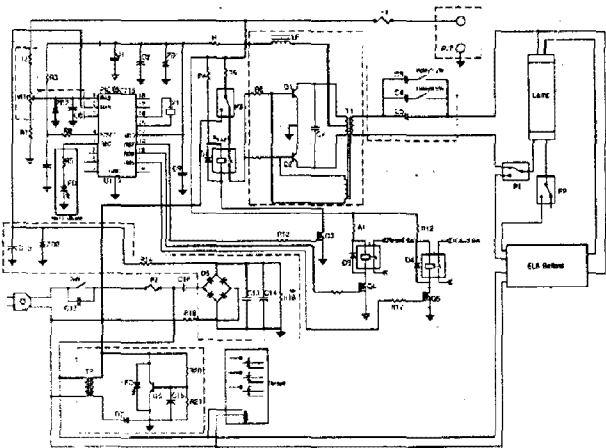


그림 2. 암순응을 고려한 비상 조명등 회로도
Fig. 2. Circuit of emergency lamp considered a dark adaption

2.1.2 비상시 광 출력 설계

비상시 상시 광속값의 36[%]이상(일반적으로 50[%] 이상으로 설계)을 최대 60[분] 동안 설정된 값으로 유지하는 지속적 광속 감소 방식이 기존의 비상조명등 광출력 설계 방식이다. 암순응이 고려된 비상조명등은 2스텝으로 단계별 광속감소 제어방식으로 비상시에 1단계로 20[분] 동안 정상광속의 100[%] 유지 후 2단계로 40[분]동안 정상광속의 50[%] 이상으로 비상시 축전지에 의한 광출력을 단계적으로 유지하여 비상발생초기에 비

상등 설치장소의 밝기를 높여줘서 급격한 시야내의 조도감소로 인한 공포감 해소 및 암순응 시간을 단축하여 장애물의 인식을 도와 대피의 효율성을 높일 수 있도록 고안된 것이다. 그림3.은 기존의 제어방식과 2스텝 제어방식의 차이를 보여준다.

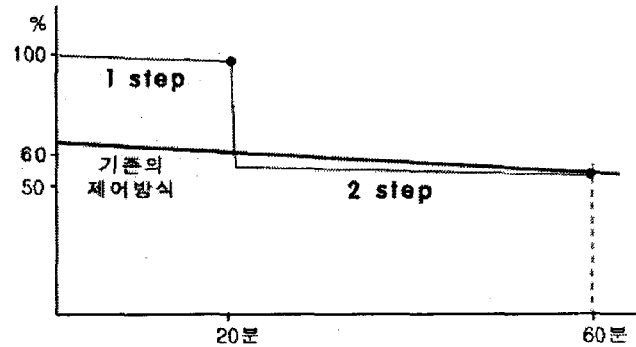


그림 3. 기존 제어방식과 2 Step 제어방식의 광출력 비교 그래프
Fig. 3. A graph of comparison 1 step with 2 step controller

2.1.3 예비전원(축전지) 설계

겸용형 형광비상조명등에 채용되는 예비전원(축전지)으로는 일반적으로 니켈·카드늄 전지나 리튬이온 전지를 사용한다. 이는 여러가지 이유가 있을 수 있으나 소형이면서 효율이 높은것이 그 이유일 것이다. 그중에서도 니켈·카드늄 전지가 가장 많이 사용된다. 이는 리튬이온 전지는 소형이면서 높은 출력은 내고 있으나 핸드폰등에 사용되어 폭발하는 경우가 발생되어 안전상의 이유로 적용하지 못하기 때문으로 보인다. 비상등이 예비전원(축전지)으로 동작될시 직류전원을 고주파로 스위칭시키는 직류안정기에 의해 램프를 점등시키는데 이 때 직류안정기의 전력소모량이 많아 램프를 장시간 점등시키기 위해서는 큰 용량의 축전지가 필요하다. 비상등내에 예비전원(축전지)을 설치할 수 있는 공간이 한정되므로 축전지 용량을 무한정 늘리는 데에는 한계가 있고 용량증가에 따른 경제적인 측면도 무시할 수 없다. 가장 이상적인 예비전원의 설계는 표 1.과같이 여유율이 가장높고 제 성능을 만족하면서 구입의 편리성, 경제성, 보편성에서 우수한 1800[mA] 1.2[V] 셀을 적용한다.

표 1. 배터리 용량별 성능표
Table 1. Performance of batteries

배터리 용량	셀	정격 전압	요구 전력	요구전류	여유전류	여유율
2000[mA]	12[셀]	14.4[V]	20.7[W]	20.7+ 14.4 =1,438[mA]	2000-1438 =562[mA]	39.1[%]
1800[mA]	12[셀]	14.4[V]	20.7[W]	20.7+ 14.4 =1,438[mA]	1800-1438 =362[mA]	25.2[%]
1800[mA]	14[셀]	16.8[V]	20.7[W]	20.7+ 16.8 =1,232[mA]	1800-1232 =568[mA]	46.1[%]

요구전력[W]=램프전력[W]×조도[%]+DC안정기손실[W]

$$=32[W] \times 60[\%] + 1.5[W] = 20.7 [W] \quad (1)$$

2.2 비상조명 설치시 조도분석

비상시 조도분석은 지하철도 승강장 조명을 적용하였다. 현장조건은 길이 125[m], 폭 2.4[m], 높이 3[m]의 승강장에 FL 32[W] 2등용 형광등 매입등 63[세트]와 압순응이 고려된 점용형 비상조명등을 7[세트] 포함한 총 70[세트]를 설치하였다. 비상시 비상조명등 7[세트]가 FL 32[W] *1 등만 예비전원(축전지)에 의해 동작하도록 하는 조건으로 비상시 조도를 시뮬레이션 하였다.

2.2.1 적용등기구

적용등기구는 아래 그림과 같이 슬림매입개방형(비상등)으로 하였다.

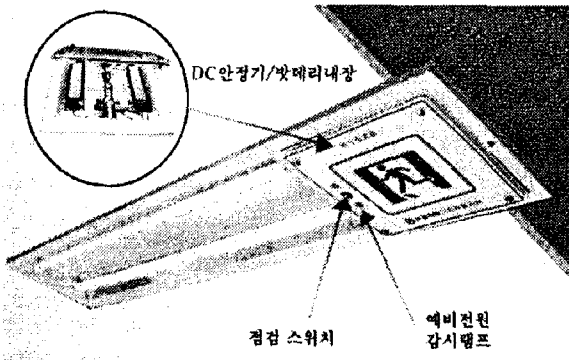


그림 4. 슬림 매입 개방형 비상 등기구
Fig. 4. Slim recessed emergency lamps



그림 5. 실제 적용사례
Fig. 5. An case of installation

2.2.2 시뮬레이션 공통적용 조건

표 2. 시뮬레이션 공통조건

Table 2. Common Condition for Simulations

Room length	125.00[m]
Room width	2.40[m]
Room height	3.00[m]
Height of working plane	0.00[m]
Maintenance factor	0.70
r(ceiling)	70[%]
r(wall)	30[%]
r(work)	10[%]
Flux correction fact	1.00
Conversion factor	1.00
r(wall west)	30[%]
r(wall north)	30[%]
r(wall east)	30[%]
r(wall south)	30[%]

2.2.3 상용전원에 의한 조도 시뮬레이션

평상시(FL 32[W]*2) 총 70[세트]를 적용하여 상용전원에 의한 조도 시뮬레이션을 실시하였다.

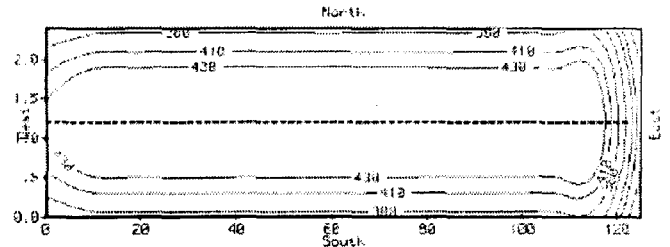


그림 6. 조도 분포도
Fig. 6. Illuminance distribution

표 3. 시뮬레이션 결과

Table 3. Results by simulation

Mean illuminance.....Em	422[lx]
Minium illuminance.....Emin	280[lx]
Maxium illuminance.....Emax	454[lx]
Uniformity u1.....Emax/Em	1:1.5 (0.66)
Uniformity u2.....Emax/Emax	1:1.6 (0.62)
Total lamp flux	392000[lm]
Total lamp flux fer area unit	1307[lm/m ²]
Utilance	46[%]
Total electrical power	4480[W]
Total electrical power per unit	16.9[W/m ²]

2.2.4 초기상태 비상전원 동작시 조도 시뮬레이션 (100[%])

비상시(FL 32[W]*1) - 7[세트], 초기상태 100[%]인 상태에서 시뮬레이션을 실시하였다.

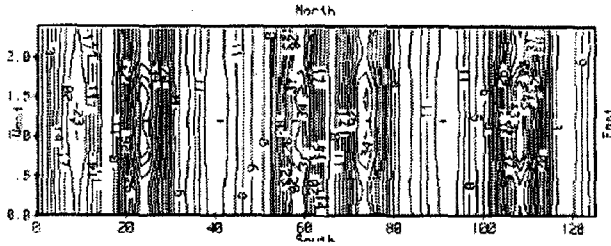


그림 6. 조도 분포도
Fig. 6. Illuminance distribution

표 4.
Table 4.

Mean illuminance.....Em	15[lx]
Minium illuminance.....Emin	6[lx]
Maxium illuminance.....Emax	50[lx]
Uniformity u1.....Emax/Em	1:2.7 (0.37)
Uniformity u2.....Emax/Emax	1:8.6 (0.12)
Total lamp flux	196000[lm]
Total lamp flux fer area unit	65[lm/m ²]
Utilance	34[%]
Total electrical power	224[W]
Total electrical power per unit	0.7[W/m ²]

2.2.5 정전 60(분) 경과 후 비상전원 동작시 조도 시물레이션 (50(%) 이상)

비상시(FL 32[W]*1) - 7[세트]로 정전 60[분] 경과 후 60[%]인 상태에서 시물레이션을 실시하였다.

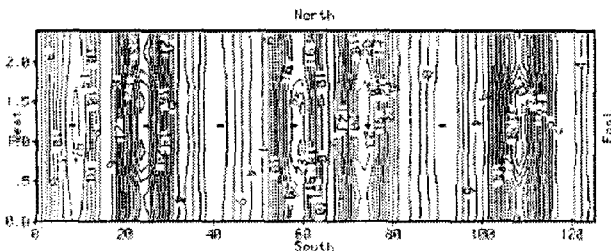


그림 7. 조도 분포도
Fig. 7. Illuminance distribution

표 5. 시물레이션 결과
Table 5. Results by simulation

Mean illuminance.....Em	11[lx]
Minium illuminance.....Emin	4[lx]
Maxium illuminance.....Emax	36[lx]
Uniformity u1.....Emax/Em	1:2.7 (0.37)
Uniformity u2.....Emax/Emax	1:8.6 (0.12)
Total lamp flux	196000[lm]
Total lamp flux fer area unit	65[lm/m ²]
Utilance	24[%]
Total electrical power	224[W]
Total electrical power per unit	0.7[W/m ²]

3. 결론

재난시 피난경로의 조명은 사람이 피난행동을 취할 경우를 대비하여 심리, 생리적인 면을 만족하는 질 높은 조명이 필요하다. 비상상태로 인한 정전 발생시 급격한 조도감소로 인한 심리적 공포와 장애물을 식별하기 위한 시각 순응 시간등을 고려하면 평상시 상용조명과 비상조명과의 밝기(조도) 차이를 줄이는 것이 좋다.

일반적으로 건축물의 실내에서 비상시 최저조도가 상용조명의 평균조도의 1/100 이상(최저 1[lx]이상)되는 것이 필요하다.[3] 조도시물레이션 결과를 분석해 보면 통상 상용전원의 조명하에 실내 평균조도가 422[lx]이고, 암순응이 고려된 점용형 비상조명등으로 절체된 비상조명의 발생초기에는 실내면의 평균조도는 15[lx], 최저조도는 6[lx]이다. 이는 규정해 놓은 비상시 최저조도가 상용조명의 평균조도의 1/100 ($422 \times 1/100 = 4.22[lx]$)을 초과하고 평균 15[lx] 이상의 밝기를 유지하므로 기준조건을 만족하는 비상조명이라고 할 수 있다. 또한 비상등 점등 후 60[분]경과된 광출력은 상용전원 광출력의 50[%] 이상을 발생하여 일반기본비상등조명조건에는 충족하였다. 그러나 조도시물레이션의 결과는 평균조도 11[lx], 최저조도 4[lx]로 위의 조건을 만족하지 못하였다. 이를 보완하기 위해서 비상조명등 수량을 증가하거나 축전지 용량을 키우는 방법을 취해야 한다. 이와 같이 수많은 사람이 이용하는 지하철 역사공간등, 다중이용시설의 화재발생등에 의한 정전시에 안전하고 원활한 피난행동을 할 수 있도록 설치하는 비상조명등은 비상발생 초기에 대피에 필요한 비상조도를 일정시간동안 충분히 확보하여 재해시 대피자의 심리적 안정감과 시인성 향상으로 대피효율을 극대화시킬 수 있어야 한다. 암순응이 고려된 점용형 형광등 비상조명등은 예비전원(축전지)으로 동작시 정해진 시간동안 비상시 피난유도의 효율을 높일 수 있게 동일 용량의 축전지설비로 광출력을 단계별로 경감시켜 동작하므로 비상조명시스템으로 적용시 최적의 설비로 운용될 것이다.

참 고 문 헌

- (1) 비상조명등의 형식승인 및 검정기술기준(KOFES 0405)제2 조 1항)
- (2) 비상조명등의 형식승인 및 검정기술기준(KOFES 0405)
- (3) 조명전문강좌 텍스트 p1-4 ~ 1-7, 12-1 ~ 12-8 : (사) 일본
- (4) JOURNAL OF THE ILLUMINATING ENGINEERING INSTITUTE OF JAPAN VOL.90 NO.4 2006 p 203 ~ 207: 특집 Future of Disaster Prevention and Emergency Lighting조명학회