

# 야간조명상태하에 반응시기를 이용한 광원효율 비교

## Evaluating Light Source Efficacy Under Nighttime Lighting Conditions Using Reaction Time

이 규 철\* : 호서대학교 전기공학과  
이 진 우 : 호서대학교 전기공학과  
김 순 가 : 호서대학교 전기공학과

### I. 서 론

전력 소비(P)에 대한 전발산광속(F)의 비율인 전동효율은 광원을 비교하기 위한 기준이다. 그러나 이 전동효율은 모든 광원들이 단지 중심와와 높은빛 레벨 이른바 주간시 상태하에서 생기는 빛에서 그 램프의 유효성을 설명기위하여 사용되고 있다.

눈의 망막에는 광수용기인 추상체와 간상체라는 수용기 세포가 분포한다. 추상체는 주변환경에 대한 대부분의 정보를 담당한다. 특히 낮동안의 시각을 담당하여 세밀한 정보를 제공하기 때문에 고도의 정교함이나 정확성을 요하는 시각의 근원이 되며 색채 지각을 담당하여 다양한 과장을 변별해 낸다. 가장 정교한 시각을 매개하는 망막의 중심지점인 중심와에는 추상체만 존재한다. 간상체는 그리 정교하지 못하고 색채를 담당하지 못하지만 빛에 대해 훨씬 민감하다. 낮은 빛 레벨(야간시

상태)아래 인간 시각시스템의 빛에 대한 감각은 높은 빛 레벨(주간시)아래와는 다르다. 전기 조명은 야간시 상대이하로는 사용되지 않는다. 전형적인 야간조명 수준에서 간상체와 추상체는 함께 활동한다. 소위 이러한 중간빛 레벨(박명시)에서 시각 분광감각이 빛레벨과 더불어 변하기 때문에 전형적인 야간조명 상태에서 시각 반응에 관한 광원의 효율은 정의 되지 않은 채 남아있다. 반응시간은 반응 속도가 많은 실제 작업에 매우 중요하므로 조명 산업계에 상당한 의미를 갖는다

이 논문의 목적은 반응시간을 이용해서 야간 조명상태하에 빛에 대한 인간시각 시스템의 반응에 관한 일반적인 지식을 더함에 있으며, 박명시 상태에 대한 반응시간 측정 기술을 제시하므로써 박명시 광도 측정법의 발전을 꾀하고자 함에 있다.

### II. 본 론

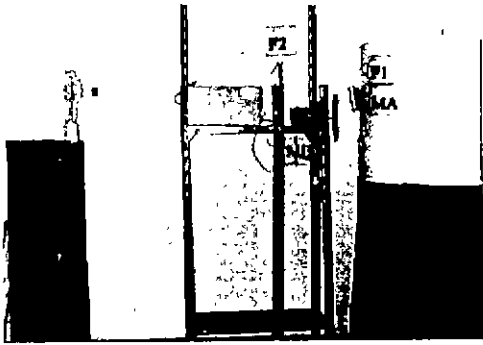


그림1. 실험 장치 측면도

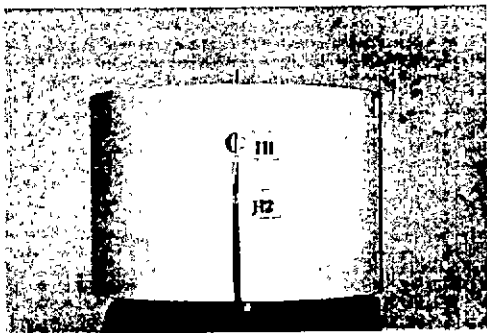


그림2. 반원주 전면부

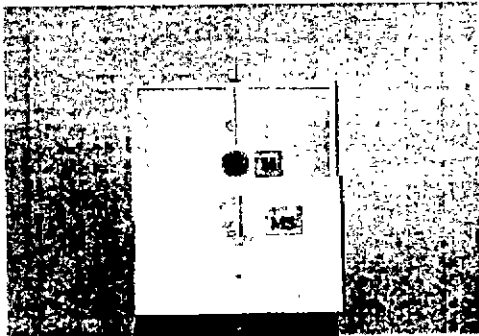


그림3. 반원주 후면부

## 1. 실험장치

실험실 내부는 암실로 만들어서 어떠한 빛이라도 차단이되게 하였다.

그림 1~ 3은 이 실험을 위한 조망실내 실험기구의 사진이다. 크기는 지름이 75cm, 높이가 50cm인 합판과 내부를 흰

색페인트로 칠한 반원주 2개를 제작했다. 반원주 표면위의 두 구멍(H1,H2)은 광원 S로부터 실내안으로 직선으로 입사하게 광원과 일직선상에 놓았다. H1은 광원 S로부터 입사한 빛에서 실내 벽면 뒷면에 부착되어있는 거울(MS)에 조준되게하여 이 실험을 위한 실내 배경휘도를 만들었다. H2는 조망위치의 타겟휘도를 만들기 위해 회전대에 부착되어있는 거울 M에 완전히 집중되게하여 거울 M에의해 반사된 빛이 대상자 조망지점 반대편에 정면으로 조준되어 원형 모양으로 발광되게 하였다. 실내 배경휘도는 필터 F1을 H1 정면에 놓고 그 크기를 변화해가며 조절하였다. 타겟휘도는 F2를 광원과 H2 사이에 위치하게 하여 조절하였다. 타겟 인지 시간을 측정하기 위하여 60rpm의 DC 모터축에 실험에 쓰이는 각각의 시간대별을 각도로 환산하여 절단한 원형의 합판을 사용하였다. 그리고 모터의 과도기 상태를 고려하여 20초후에 측정하였다. 두 거울 MA와 MB는 H2로 빛을 직선으로 입사시켜서 거울 M에 집중시키기' 위함이었다.

특히 MA는 외부의 어떠한 빛의 간섭도 받지않게 하기위해 H2의 전방 10cm이내에 두었다. 조도계 E는 실내 내부의 조도 측정하기 위하여 설치하였으며 실내조도는 0.03lx를 넘지않게하였다. 대상자들의 조망위치는 실내바닥과 반원통을 측면으로 양분한 13cm지점위에 놓았고 모든 타겟 위치또한 동일한 지점의 조망위치 반대편에 놓이게했다. 실험에서 사용된 타겟은 거울 M에 의해 반사된 원형 모양의 발광지점 중심에 놓았다. 실내 원통 모양의 형태는 고정된 조망위치로부터 변환하는 여러측면 시각각도에 대해 수평적으로 일정한 거리를 주기 위함이었다.

## 2. 광원들과 타겟

사용된 램프들은 현재 야외조명에 사용

되고있는 메탈할라이드램프(250W), 고압 나트륨램프(250W), 고압수은램프(300W)를 사용하였다. 이 실험에서 사용된 타겟의 지름은 조망위치에서 2' 로 이 크기는 중심와에서 형상화시키기에 충분하도록 하기위하여 사용되었다. 타겟의 휘도는 각각의 실험상태에 대해 이것의 주위 배경과 타겟휘도의 비율 0.7로 하였고 이대비는 (타겟휘도-배경휘도)/타겟휘도로서 산출하였으며 이것은 모든 상태하에서 타겟들을 선명하기 위함이다. 모든 반응시간 타겟들은 오른쪽 한눈으로 바라보며 측정하였으며 각각 조명 상태에 대하여 오른쪽 눈의 코 방향으로 15° 의 한쪽으로 측정하였다.

### 3. 대상자

모든 대상자는 이미 실험에 앞서 색맹 테스트를 거친 시각상 아무런 지장이 없는 20대로 구성되었다.

### 4. 진행

5개의 배경휘도(0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1nt), 5개의 타겟휘도(0.033, 0.15, 0.33, 1.5, 3.33nt), 3개의 광원 (메탈할라이드 램프; 고압나트륨 램프, 고압 수은 램프) 그리고 각광원당 2개의 타겟을 사용했다. 준비한 2개의 반원주 실내에 각각 중심시와 주변시를 측정하기위한 타겟을 놓고 측정하였으며 특히 중심시 측정시 대상자의 눈의 움직임을 자유롭게하여 측정하였다. 주변시 측정시 대상자의 용시를 고정시켜 놓고 거울 M을 각 타겟 방향으로 회전하여 측정하였다. 각대상자들은 광원수×타겟휘도×타겟수의 30회의 시험에 응했다. 조명상태의 제시 순서는 각대상마다 무작위로 진행 하였으며 어두운 실험실에 대한 20초간의 적응시간과 조명상태당 5초간의 적응 상태를 주었다.

### 5. 결과

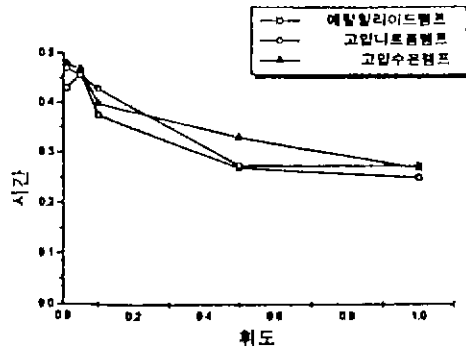


그림 4. 중심시에서 각 대상자들의 타겟인지 반응

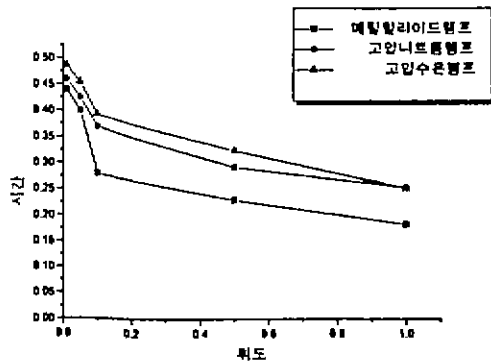


그림 5. 주변시에서 각 대상자들의 타겟인지 반응

그림 4와 5는 0.025sec로 구분하여 측정된 자료들을 평균하여 나타낸 각 대상자의 중심시와 주변시에서의 타겟인지 반응에 관한 그래프이다.

### III. 결론

이 논문은 아직 정의 되지않은 박명시 상태하의 실용적인 광도 측정법 시스템이다. 야간시간 적용에 대해서 제조업에의해 제시된 램프 효율은 인간 시각 시스템에 관한 부분 부분에 관하여 용의 주도하게 설명되지 않았다. 그림 4와 5에서 볼 수

있듯이 메탈할라이드 램프가 주변시에서 그리고 중심시에서 고압나트륨등과 고압수은등에 비해서 보다 더 효율적임을 알 수 있다. 일반적으로 알려진 고압수은등은 효율이 좋지않은 것으로 알려져있으나 야간 조명 상태하에서 고압아트륨과 거의 대등한 효율을 나타내고 있는것 또한 주목할만하다. 더욱이 전형적인 도로조명 0.1nt에서 주변시 시각이 고압나트륨등보다 상당히 더 효과적인 것을 보여주고 있다. 아직까지 고압나트륨등 광속평가가 메탈할라이드 램프보다 20%정도 더높게 인식되어있다. 야간시간 적용에 대한 현재 램프 설명서는 램프의 광속평가에 크게 의존하고있다. 이 논문에서는 전형적인 야간조명 레벨에서 메탈할라이드 램프가 고압나트륨 램프보다 더 효과적임을 보여주었다. 앞서서 제시한 중간시 상태에서 인간 시각시스템과 광원과의 상관관계를 알아보기위한 방법론은 야간시간에 사용되는 그 어떤 광원에 대해서도 적용될수 있을 것이다. 앞으로 야간조명에 사용되어지는 여러 광원들을 가지고 그리고 다양한 대상자들을 대상으로 실험을 진행하려한다.

## 참고문헌

- [1] Y. He, M. Rea, Bierman, and J. Buiiough "Evaluating Light Source Efficacy Under Mesopic Conditions Using Reaction Times THE IESNAL ANNUAL CONFERENCE", 1996
- [2] 박은주 "색채 조형의 기초", 미진사, 1989
- [3] Neil R. Carlson "생리심리학의 기초", Allyn and Bacon, 1996
- [4] 일본사단법인 '알기쉬운 조명론', 1959
- [5] William Charles Libby "색채와 구성적 감각", 1981
- [6] Bedford. R. E and Wyszecki, G. W "Luminosity functions for various field sizes and levels of retinal illuminance, 1958
- [7] 芦澤 昌子, 池田 光男 "色の 目立ちの レベルによる 變化", 昭62年、 10
- [8] 芦澤 昌子, 池田 光男 "色の 目立ちの レベルによる 變化-實驗式の 導出", 昭63 年、 2