

최신 조명실무 ②

기술사사무소 고려기술단 대표 김동조
건축전기기술사/전기응용기술사(031-562-4215)

조명설비는 에너지 사용의 약 30%를 차지하는 중요한 전기설비이며 LED, 무전극 램프 등 새로운 광원의 개발과 이를 응용한 기기가 최근 급속하게 팽창하고 있어 이들에 대한 이론적 이해가 절실한 상태이다. 따라서 LED와 무전극 램프에 대한 개괄적 소개와 함께 전자식안정기 선정시 유의사항과 취급 그리고, 방전등의 기초 이론 및 주요 조명용어에 대하여 논하였으며 조명 기술자를 위한 간접조도와 직접조도 계산법과 최신의 조명제어와 건물 자동제어에서 open protocol 을 이용한 LONWORK 시스템에 대하여 외국 서적을 번역한 내용을 소개하였다.



목 차

제1장 방전등의 이론적 배경

제2장 형광램프 점등특성

제3장 전자식안정기 선정과 취급

제4장 조명용어와 조도측정

제5장 최신조명기술

제6장 경관조명

[부록]

1. LONWORKS 대응조명제어 시스템

2. 간접조도와 직접조도 계산

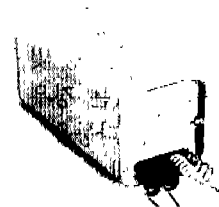
제3장 전자식 안정기 선정과 취급

1. 고휘도용 안정기

방전등은 자체적인 전류를 제한하는 기능이 없다. 따라서 안정기로 전류를 제한하고 램프를 시동하기 위한 필요전압을 증압시켜 램프에 전달하거나 전원측 전압변동에 대하여 광속 발산을 일정하게 유지하도록 하여야 한다. 사용조건에 따라

- 전원의 규격에 따라야 하고 lamp 용량이 작고 사용수량이 적은 경우 경제형 안정기도 무방하다.

- 고역률형 : C,C (choke coil 형)
- 고역률형 : T,C (누설변압기형)
- 정전력형 : R,C (누설변압기형)



[그림7] HID 램프용 안정기



- Lamp 용량이 크고 사용수량이 많을 경우는 고역률형 안정기가 적합하다.

고역률형 안정기는 역률 개선형 콘덴서를 내장하고 있어 저역률형에 비해 고가이기는 하지만 입력전류가 작아서 多 수량의 램프에 전력을 공급할 경우 배선비와 전기요금의 감소로 결국 경제적으로 된다.

$$\text{역률 } p.f = \frac{P_1}{V_1 \times I_1} \times 100\%$$

低역률형의 경우 p,f가 55-65%, 高역률형의 경우는 85-95% 정도이다. 따라서 저역률형 안정기의 입력전류는 고역률형 안정기 전류보다 약 1.5배 증가된다.

- 전원전압의 변동이 비교적 큰 경우나 램프와 안정기간 배선의 전압강하가 클 경우 정전력형 안정기가 적합하며 다등용 안정기 사용도 권장된다. HID 램프는 전압 변동에 의해 광속 변화가 심한데 가령 10%의 전압 변동에 대해 광 출력은 20-25% 정도 변화한다. 그러나 정전력형(정전압)안정기는 10%의 전압 변동에 대하여 광 출력은 약 5% 이내여서 전압이 30% 정도 감소되어도 소등되지 않는다. 따라서 전원전압 변동이 큰 경우, 기존 배선에 추가적으로 증설하는 경우, 용접기나 전동기 부하가 많은 공장에서 일시적인 시동전류에 의한 전압강하에 의해 램프가 소등될 우려가 있는 경우에 정전압형 안정기를 사용하면 안전하다. HID 램프는 재점등시 약 10-15분정도 (KSC7604에서는 10분 이내)소요된다.

※ 파센의 법칙에 의한.

시동전압 $V_s = kpd$

k는 상수, p는 압력 [mmHg], d는 전극간격 [m] 이다.

- 램프 시동전류가 커 배선용량 및 공급용량에 문제가 발생할 우려가 있는 경우 정전력형이나 flickerless 2등용 또는 다등용 안정기를 사용하면 이들은 시동전류가 낮아 과전류에 의한 문제 발생 억제에 효과적으로 대처할 수 있다.

1) 안정기의 효율적 사용법

- 주위온도 40℃ 이하에서 사용.

Coil의 절연은 A종으로서 허용온도 105℃ 이고 구리선의 허용 온도 상승은 60℃ (KSC 8104)가 적용됨.

- 규정에 의한 접지 시공. 2차 무부하 전압이 300V를 초과하거나 램프전류가 1[A]가 넘는 경우 특별 제 3종접지로 시공.

- 전원 공급은 rating voltage 6% 범위 내에서 사용토록 함.

- 주위 온도가 높거나 장시간 가동이 예상되는 경우 온도fuse나 차단기 또는 방염형 안정기, 고온형(H종)를 사용하도록 한다.

- 주위온도가 낮은(-10℃ 이하) 경우는 寒冷地 전용 안정기 사용이 권장됨.

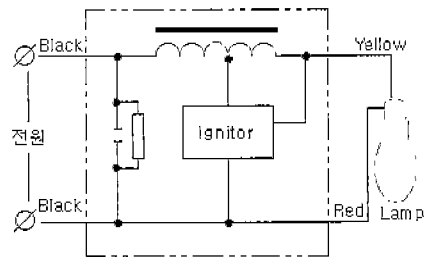
- 照光형 안정기 사용 시 정격 광 출력 후 조광할 것.

- 폭발성 위험 장소에서의 안정기는 램프와 함께 내압 방폭형 안정기를, 고습 지역에서는 방습형 안정기를 필히 사용할 것.

- 정격 주파수로 가동되지 않는 경우 램프 수명이 짧아지고 안정기 소손의 위험이 있음.

- 안정기에서 램프까지의 전압강하는 6% 이내로 함이 적정하다. 그 이상이 될 경우 램프 소등의 우려가 있다. 가급적 IV는 15M 이내, RCT 등은 10M이내를 원칙으로 한다.

- 램프용량에 적합한 안정기를 사용할 것. 안정기 impedance가 크면 램프 통과전류는 적어져 방전이 안되고 impedance가 작으면 과전류에 의해 램프수명을 단축시키는 요인이 된다.



[그림8] HID 안정기의 회로도

- 안정기 절연 측정 시 전원 및 부하 분리 후 측정함.

2) 안정기 check point

[표2] 안정기의 대표적 고장 요인

| 구분 | 상태 및 원인 | 방법 | 비고 |
|------------|---|------------------|-------------------|
| 절연측정 | 미점등, 점등 후 소등 | 절연저항계 사용 | 안정기 단독 측정 |
| 내부 단선 | 원인 안정기 2차 출력력 "0" | Tester 사용 | |
| | 램프 축 배선 단락 또는 입력전압이 높은 경우 (10% 이상), 주위온도가 높은 경우 | | |
| 콘덴서 소손 | 원인 누액 | 교체 | |
| | 주위온도 또는 입력전압이 높다. | | |
| 미 점등 | 안정기 2차 무부하 전압 측정 | 명판치의 범위 밖이면 교체 | |
| 순간 점등 후 소등 | 권선단락 | 드롱시험, 콘덴서의 이상유무 | 안정기, 램프 동시 교체(권장) |
| 안정기 과열 | 입력 over voltage, 인출선 오접속, 절연불량 | 표면온도 측정 | 온도상승 = 축온 - 주위온도 |
| 색 변형 | 비규격의 안정기 사용, 전압강하, 오접속, 램프 불량 | 정격 안정기 사용, 램프 교체 | 전압측정 (1,2차) |
| Flicker | 방전등의 성질임 | 삼상배선이 나 백열구 병용 | |

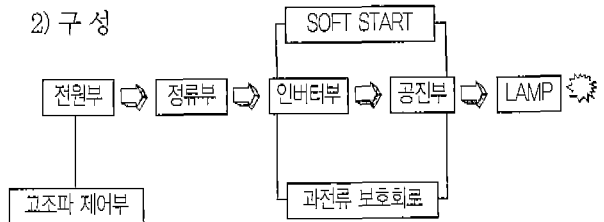
세로는 대부분 전자식 안정기를 선호하고 있는 것이 현실이다.

[표3] 자기식과 전자식 안정기의 대표적인 장, 단점

[전자식 기준]

| 구분 | 장점 | 단점 |
|--------|------------------|----------------------------|
| 에너지 소비 | 자체 소비전력 작음. | |
| 냉방비 | 저발열 인한 냉방 부하 감소 | |
| | 소음 감소 | 초기 설치비 증대 |
| 기타 | 플리커 제거 | 고조파, EMI, RFI에 의한 간섭 발생 우려 |
| | 정전압에 의한 램프 수명 연장 | 수명이 짧아 유지보수 비용 증가 |

2) 구성



[그림9] 전자식 안정기의 구성도

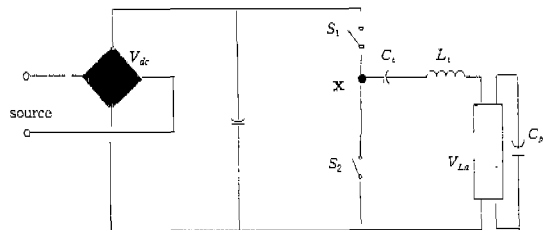
그림과 같이 전원부에 고조파 발생을 제거하기 위하여 filter를 내장하여야 하는데 특히 비선형(非線型) 부하인 전자식 안정기는 삼상4선식에서 단상으로 배열하기 때문에 중성선에는 $I_{b1} + I_{b2} + I_{b3}$ 의 합성 고조파 전류가 유입되므로 (위상이 동상이기 때문임) filter는 필히 설치하여야 한다. 또한 램프 수명을 연장하기 위하여 soft start 회로와 램프 수명이 말기인 경우 과다한 전류가 요구되므로 수명말기 보호회로(과전류 보호회로)도 필요하다.

2. 형광등용 안정기

1) 개요

형광램프는 저압 수은증기에 의한 방전현상을 이용한 방전등이다. 형광등이 방전하기 위해서는 전자의 발생원이 필요하며 이때의 발생원이 안정기이다. 일반적으로 안정기는 방전에 필요한 고압을 발생시키며 점등 후 증가된 전류를 제한하는데 이는 형광램프의 부저항 특성 때문이다. 자기식 안정기는 50-60Hz로 동작하기 때문에 램프 효율이 수십KHz로 구동하는 전자식에 비해 낮다. 안정기는 크게 철심에 코일을 감은 형태의 磁氣式 안정기와 반도체와 thyristor를 이용한 전자식 안정기로 구분된다. 상호간 장단점이 있으나 최근의 설치 추

3) 동작원리



[그림10] 전자식안정기의 개략도



사이리스터인 S₁과 S₂를 교대로 on/off ⇨ X점
에서 구형파 발생 ⇨ C_v, L_v, C_p에 의한 직렬공
진 회로에 의해 높은 공진전압 발생 ⇨ C_p는 초
기에 필라멘트 예열 기능 ⇨ 램프 방전

점등된 램프는 공진상수 $K = \frac{L_1}{2\pi\sqrt{L_v C_v}}$ 에 의해
일정 전류를 공급하게 된다.
(V_{La}는 램프 동작 전압이다.)

4) 전자식 안정기 선정 시 유용한 factor

▶ 효율

안정기 효율 = $\frac{\text{안정기계수}}{\text{입력소비전력}} \times (\text{출력/입력의 개념})$

이것은 안정기 계수가 85% 인 경우 40w X 2등용
의 안정기가 72W를 발생시킨다면 안정기 효율은
85/72 = 1.18이 된다.

한전의 (고)마크는 1.09 이상을 요구하며 에너지관
리공단의 에너지 소비효율 등급표시제도에서는
1-5등급으로 표시함.

[32W의 경우]

| 등급 | 규격 | 등급 | 규격 | 등급 | 규격 |
|----|-------------|----|-------------|----|--------|
| 1 | 1.18 이상 | 3 | 1.00~1.09미만 | 5 | 0.97미만 |
| 2 | 1.09~1.18미만 | 4 | 0.97~1.09미만 | | |

자기식 안정기의 효율은 형광램프의 효율과 안
정기 손실에 의해 결정된다. CORE에서의 자기적
손실과 COIL에서의 주열 발생에 의한 전력손실
에 의해 실제적 capacity에 미달되는 경우도 있
다.(maker에 따라 다르겠지만) 따라서 전자식 안
정기가 자기식에 비해 효율이 앞선다.

▶ 안정기 계수

국제적으로 통용되고 있는 안정기 계수(ballast
factor)는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{안정기 계수} = \frac{\text{안정기출력조도}}{\text{KS규격기준안정기출력조도}} \times 100\%$$

(높을수록 좋다. 적어도 85% 이상)

▶ 보호회로

- SOFT START 회로 : LAMP 수명연장
- 고조파 보상회로(THD 저감) : LINE 전류의 찌그러짐 보상
- 램프수명 말기 보호회로 : 오결선 및 램프 수명 말기시 안정기 보호
- 고조파 제어회로 : EMI 발생 억제
- 입력 SURGE 돌입전류 보호회로 : 낙뢰, 순시전압상승, SPIKE 등의 서지로부터 안정기를 보호한다. 특히 아크 용접기나, SPOT기, 전동기를 다량 사용하는 장소에서는 특히 유의할 것.

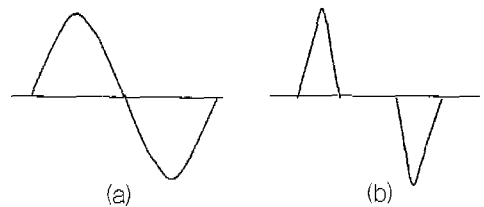
▶ 고조파 함유율

[THD : Total Harmonic Distortion]

$$\text{왜형율} = \frac{\text{전고조파의실효값}}{\text{기본파의실효값}} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 \dots}}{I_1}$$

3상4선식 배선시스템에서 제3고조파가 위상전류의 33.1%를 초과한다면 중성선은 상전류의 합이 되므로 위상전류 100%를 운반하게 되어 과열 발생의 원인이 되며 특히 병원이나 지하철 등 고조파에 의해 중요한 시설물이 장애를 받을 우려가 있는 장소에서는 이를 엄격히 규제하여야 한다.

권장 : 10% 이하 일 것 / 일반용은 15% 이하가 적합
한국전력의 ESB에서는 고압계통 5%이하, 특고계통 3%이하로 규정하고 있음.



[그림11] 정현파(a) 파형과 고조파가 포함된 파형(b)

KS 규격 : 저고조파 함유형 : 20% 이하/ 고고조파 함유형

고조파 함유의 문제점

- 실효전류값의 증대로 전력용콘덴서의 과열, 소손, 중성선의 과열요인
- 고조파 전류에 의한 진동토크로 유도전동기의

진동 및 이음변형 발생

- 상용주파수의 파형변형에 의한 각종 제어기기나 제어회로의 오동작과 불안정 상태 발생

▶ SOFT START 회로란

형광등의 점등방식은 램프 양단에 높은 전압을 인가하여 수은증기를 이온화시켜 방전하게 하는 방식이다. 이는 점등 시 충격전류에 의해 램프의 흑화가 조기에 발생할 수 있게 하며 램프 수명을 단축시키는 요인이 된다. 따라서 SOFT START 회로는 서서히 점등되게 하여 램프의 수명을 연장시키는 역할을 하게 된다.

▶ 전자파 장애

전자식 안정기는 고주파에서 작동되므로 HUM(잡음 단자전압/전도noise)과 방사noise가 전원측으로 역 전달되며 전파잡음(EMI : 잡음전계강도)과 같은 전자파 장애는 공간으로 전파되어 외부로 방사된다. 이에 따라 반도체를 사용하는 전자기기가 오동작 하거나 간섭을 일으켜 치명적 결함을 초래하기도 한다.

"미국 FCC 기준 B class 권장"

[표2] KS 규격(잡음단자전압의 한계값)

| 주파수 범위(MHz) | 평균값(dBμV) | 비고 |
|-------------|-----------|----|
| 0.5~5 | 46 | |
| 5~30 | 50 | |

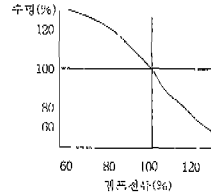
여기서 평균값은 Emission level이다.

▶ 파고율(crest factor)

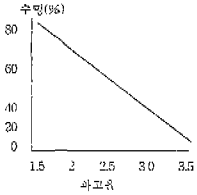
안정기의 출력전류 즉 램프에 공급되는 전류의 실효값에 대한 peak치의 비이다.

즉 제조업자가 램프의 수명을 측정하기 위한 표준이다. 파고율이 높은 안정기는 램프의 음극을 부식시켜 수명을 단축시키는 원인이 된다.

KS 규격 : 1.85 이하



[그림12] 수명-램프전류 특성곡선



[그림13] 수명-파고율 특성곡선

▶ 역률(Power Factor)

입력전압과 입력전류의 위상차이며 피상전력에 대한 유효전력의 비이다.

$$P.F = \frac{[W]}{[VA]} \times 100\%$$

역률과 고조파는 반비례하므로 역률이 낮은 안정기는 고조파를 다량 포함하고 있다는 의미이므로 95% 이하인 경우는 고조파에 대한 문제 야기가 될 수 있다.

KS 규격 : 90% 이상

▶ 과전압 보호

정격 입력전압보다 큰 전압이 인가된 경우 안정기를 보호하기 위한 차단회로가 필요. KS 규격은 없으며 "고"마크 규격에서는 정격전압의 2배에 대하여 보호.

FUSE를 내장하여 회로 보호 기능이 있을 것.

▶ 안정기 충전

조명기구 특성상 천장면에 부착되어 고온 또는 다습 환경에 노출되어 있다. 따라서 난연성의 절연체로 부품 및 PCB를 보호하여야 한다. 또한 CASE도 steel이나 AL 재질을 사용한 제품이 화재 및 수명 연장에 유리하다.

[표3] 안정기의 중요 항목 대비표

| 구분 | KS 규격 | | 철도청 규격 | 지하철 규격 |
|--------|--------------|--------------|----------|----------|
| | 전자식 | 자기식 | | |
| 전력전류 | 표시값의 90~110% | 표시값의 90~110% | 98%이내 | 98%이내 |
| 역률 | 90%이상 | 90%이상 | - | 95%이상 |
| 잡음전계강도 | 30~49.5dB | - | 30dB이하 | 30dB이하 |
| THD | 30%이하 | - | 20%이하 | 20%이하 |
| 비교효율 | - | - | 1.09이상 | 1.09이상 |
| 표면온도 | 100°C 이하 | 135°C | 100°C | 70°C |
| 점등방식 | S.S | 반도체 SPART | S.S | S.S |
| 파고율 | 1.85이하 | 1.70이하 | - | 1.70이하 |
| 주파수 | 20-50KHz | 20-50KHz | 20-50KHz | 20-50KHz |



제4장 조명용어와 조도 측정

1) 중요 조명 용어

[가시광선]

인간이 시각적으로 느끼는 파장의 범위 약380-760nm. 파장의 크기에 따라 장파장에서는 적색, 단파장에서는 청색으로 보이게 된다.

[명도 明度] Luminosity value

색감에 있어 밝고 어두움의 느낌을 갖는 것을 의미함.

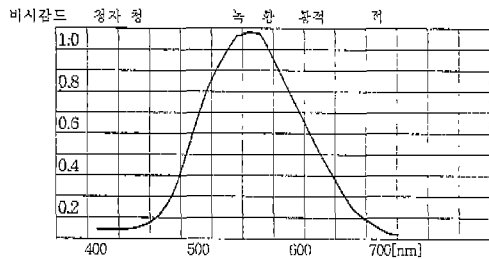
[채도 彩度] Chroma

동일 계열의 색이라도 선명하거나 흐리거나 하는 채색의 정도.

[비시감도 比視感度]

인간의 눈에 가장 적응이 잘 된 555nm의 파장을 기준으로 하여 다른 파장에서의 밝기에 대한 느낌과의 척도.

- ▶ 적외선(IR) : 760 nm를 넘는 파장대는 적외선 계열이며 빛의 감각을 일으키지는 않으나 熱的 작용이나 모세관을 확장 시키는 기능을 가지고 있다.
- ▶ 자외선(UV) : 380nm 보다 짧은 파장대로 광합성 반응과 함께 살균 기능을 가지고 있다.



[그림14] 비시감도 곡선

[색온도 Color temperature]

흑체라고 하는 이상적인 방사체를 표준으로 하

여 흑체를 가열하여 光을 방사할 때, 그 때의 흑체 온도를 말하며 [K]로 나타낸다. 조도가 높고 색온도가 높으면 쾌적한 느낌을 받지만 조도가 낮고 색온도가 높으면 차가운 느낌이 들며 조도가 높고 색온도가 낮으면 더운 느낌과 지루한 분위기를 만든다.

[표4] 대표적인 색온도

| 광원 | 색온도[K] | 광원 | 색온도[K] |
|----------|--------|-------------|--------|
| 태양 | 5,450 | 형광등(주광색) | 6,500 |
| 구름 낀 하늘 | 7,000 | 할로겐 등(500W) | 3,060 |
| 백열구(60W) | 2,830 | 고압수은등(400W) | |
| 형광등(백색) | 4,500 | 촛불 | 1,930 |

[연색성 演色性]

연색성은 무체의 색이 최종적으로 인간의 눈에 어떻게 보이느냐를 결정짓는 중요한 성질로서 광원 선정에 있어서 매우 중요하다. 연색평가지수(Ra)로 표현하며 8종류의 시험색을 기준광원으로 비추었을 때와 시험광원으로 비추었을 경우 CIE(국제조명위원회) 표준 색도좌표와 비교하여 수치를 결정하게 된다. 연색평가지수 100이라 함은 시험광원의 연색성이 기준광원과 동일함을 의미한다. 보임에 있어 연색평가지수가 높을수록 자연광과 근접하게 된다. 개개의 시험색을 평가로 하는 특수연색평가지수(R₀₋₁₅)도 있다. 주택, 직물공장, 도장공장, 병원, 레스토랑 등에서는 "Ra ≥ 85"가 좋고, 사무실, 백화점(의류점 제외)등 색의 질감을 중요시 하지 않는 곳에서는 "70 ≤ Ra ≤ 85"가 추천된다.

[순응 Adaptation]

밝은 곳에서 어두운 곳으로 갑자기 이동하거나 그 반대 상황이 되었을 때 인간의 눈에 적응되는 정도를 나타낸다. 전자를 암순응이라 하고 30분 정도의 적응 시간이 필요하게 되며 터널조명 설계시 반영되어야 할 사항이고 후자는 명순응이라 하여 적응시간이 1-2분 정도 소요된다.

[광속 Luminous Flux]

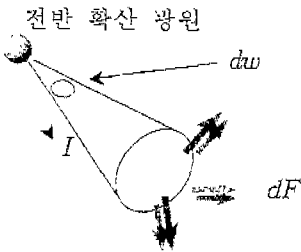
가시범위의 방사속(단위시간에 어떤 면을 통과

하는 방사에너지의 양)을 눈의 감도를 기준으로 하여 측정한 것. [단위 : lm]

광량 : 광속의 시간적 적분으로 박물관 등에서 전 제품이 조명에 의한 수명 계산 시 적용

[광도 Luminous Intensity]

모든 방향으로 광속이 발산되고 있는 점광원에서 어떤 방향의 광도라 함은 그 방향의 단위 입체각내에 포함되는 광속 수 즉, 발산광원의 입체각 밀도를 말한다.



[그림15] 광도의 입체각 표현

$I = \frac{dF}{dw}$ 균등 광원이면 $I = \frac{F}{4\pi}$ 가 된다.[단위 : cd]

[조도 Illumination]

광원에 의해 비추어 지는 면의 밝음의 정도를 뜻하며 면적 A m²에 균등하게 F lm의 광속이 투사될 때 그 면의 평균조도 E는 다음과 같다.

$E = \frac{F}{A} [lx]$ 이며 이것은 1m²의 면적에 1 lm의 광속이 비추어지고 있을 때를 의미한다.

▶ 역자승의 법칙 Inverse square law

점광원에서 어느 방향의 광도가 I cd 일 때 광원에서 r [m] 떨어진 거리에 있는 빛의 방향에 수직인 면 위의 조도는 球內에 균등 광원을 반지름 r [m]의 구 중심에 넣은 것으로 치환하면 다음과 같다.

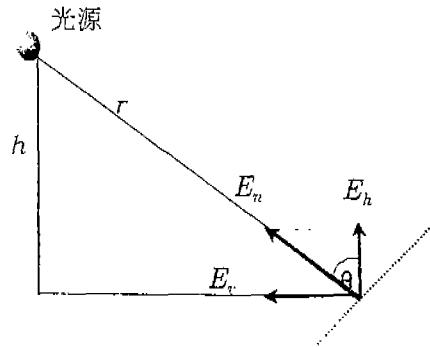
$E = \frac{F}{A} = \frac{4\pi I}{4\pi r^2} = \frac{I}{r^2} lx$ 가 된다. 이것을 거리 역자승의 법칙이라고 한다. 광원이 점광원이 아니고

r 이 작으면 이 법칙은 적용되지 않는다.

▶ 입사각 여현의 법칙 (cosine law of incident angle)

투사되는 면의 위치에 따라 수평면조도(Eh)와 수직면조도(Ev), 법선조도(En)로 구분된다.

$E_n = \frac{I}{r^2}$ Eh = En cosθ Ev = En sinθ가 된다.



[그림16] 수평면, 수직면(연직), 법선면 조도의 벡터도

[균계도]

작업면에서 광원에 의한 밝기의 정도 분포가 어느 정도인가를 판단하고 열룩집이 있는 곳을 개선하기 위한 factor로 사용된다. 일반적으로 어두움과 밝음의 비는 3:1 정도가 추천되며 전사품 조명의 경우 입체감 연출을 위하여는 오히려 명암의 차이가 많도록 설계 되어져야 한다.

- ▶ 최소조도/평균조도 ≥ 0.3
- 최소조도/최대조도 ≥ 0.15

[광속발산도 Luminous emittance]=조도 반사율

물체가 보이는 것은 그 물체로부터 방사되는 광속이 눈에 입사하는 것이다. 즉 물체에서 눈으로 향하는 단위면적당의 광속을 광속발산도라 하며 rlx의 단위를 사용한다. rlx=lm/m² 이다. 완전확산면(어느 방향에서 보아도 휘도가 동일한 면)에서의 휘도가 B cd/m²인 경우 광속발산도 R은 R=π

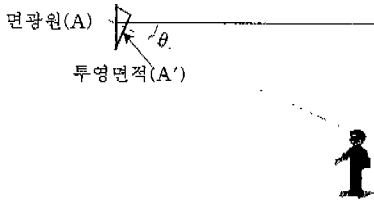


B[rlx] 이다.

[휘도 Luminance]

광원을 보면 그 면이 빛나 보이는데 이와 같은 밝기를 휘도라고 한다.

θ 방향에서의 휘도 $L_\theta = \frac{dI_\theta}{dA \cos\theta}$ [cd/m²] 이다.



[그림17] 휘도의 개념도

투영면적 $A' = A \cos\theta$ 따라서 θ 방향에서의 휘도는 위와 같다.

즉 광원에서의 휘도란 $L_\theta = \frac{I_\theta}{A}$ 이다.

여기서 A는 광원의 겉보기 면적이다. 따라서 휘도는 눈으로부터 광원까지의 거리에 무관함을 알 수 있다.

[효율]

▶ 전등효율 : 광원의 단위 소비전력 당 전 발산광속의 비이다.

$$\eta = \frac{F}{P} \text{ [lm/W]}$$

▶ 발광효율(Luminous efficiency) : 광원에서 방사되는 전 방사속중 눈에 보이는 가시광선(광속)의 비이다.

$$\theta = \frac{F}{\phi} \text{ [lm/W]}$$

2) 조명측정

(1) 목적

- 각종 규정과의 적합여부를 비교 판정하여 불합리적인 부분을 개선하고 조명설계와 시공과의 일치성에 대한 평가와 판정.

KSA3011, KSA3701(도로), KSA3703(터널)

- 광원의 수명예측, 주변 마감재의 변색으로 인

한 반사율 저하에 의한 조도 감소를 보완하고 장기적으로 유지보수의 계획에 대한 자료로 사용.

(2) 맥베드 조도계 또는 광전지형 디지털 조도계

(3) 측정 위치

측정방법은 KSC 7612(조도 측정 방법 참조)

- Indoor

작업면 기준(일반적으로 80-85cm)

방(좌식) : 40cm

- Outdoor

도로 : 노면 15cm 이하

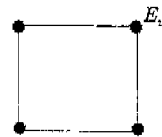
경기장 : 지면 또는 지면 위 15cm 이하(수평면 조도)로 하고 수직면 조도는 지표면상 1.5 m로 한다. 이는 경기자의 얼굴 위치를 고려한 것이다.

(4) 측정 구획

측정점은 그 수가 적을수록 작업량은 적어지나 측정오차가 크므로 측정오차와 측정 작업량에서 적절한 수를 설정할 필요가 있다. 이것에 대해 KSC7612의 해설을 참조할 필요가 있으며 이것에 의해 측정간격을 조명기구 부착 높이의 0.3-0.7 배를 취하고 측정점을 30-50점으로 한다.

(5) 측정방법

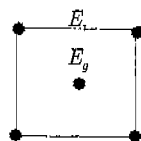
- 4점법



$$\text{평균조도 } E_0 = \frac{1}{4} \sum E_i$$

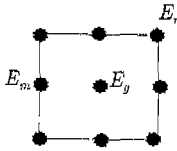
- 5점법

평균조도



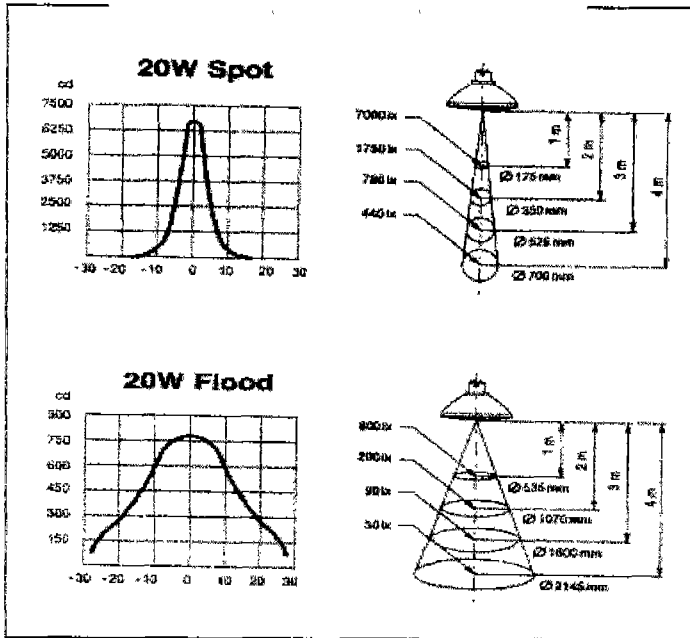
- 9점법

$$\text{평균조도 } E_0 = \frac{1}{36} (\Sigma E_i + 16E_g + 4E_m)$$



- 배광곡선

Professional Metal Reflecto



[그림18] 할로겐램프의 reflector에 따른 배광곡선

제5장 최신 조명기술

1. 무전극 램프

1) 개요

고효율 무전극 형광등의 개발은 필립스의 QL 램프 55W(1992'), GE의 Genura 램프 23W(1993'), 같은 해 오스람의 Endura 램프 65W 가 개발 되어서 점차 150W, 165W로 대출력화 하고 있다. 고효율과 장수명의 장점을 이용한 무 전극 램프의 활용이 증가하고 있는 실정이다. 무 전극 램프가 60,000시간 이상의 수명을 보증 하기 위해서는 고장수명시험을 포함한 신뢰성 평가가 요구된다.

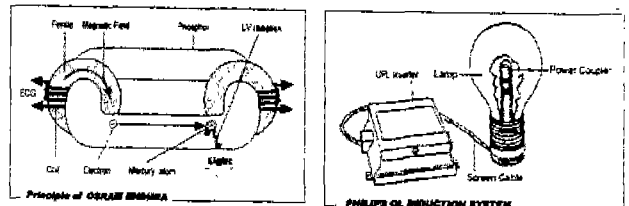
2) 구성

유도결합방전등 시스템과 용량결합 시스템 으로 구분된다. 무전극 램프는 램프 내부의 전 극이나 필라멘트를 제거해 전극의 노화에 의 한 램프의 성능저하를 근본적으로 차단함으로 서 램프의 수명을 극대화 시키고 높은 발광효 율을 장점으로 한 차세대 램프이다. 이것은 가 스가 봉입된 벌브 외부에 ferrite core가 장치 된 램프로서 이 core에 고주파 switching (259KHz~2.65MHz)이 가능한 인버터(안정 기)에 의해 램프에 자장이 형성되고 이에 따라 봉입가스를 勵起시켜 발광이 되는 원리이다. 따라서 고조도 조명이 필요하거나 유지보수가 어려운 장소에 사용하기가 적합하다.

- 20W flood type

$$800 \text{ lx} = \frac{800 \text{ cd}}{1^2}, \quad 200 \text{ lx} = \frac{800 \text{ cd}}{2^2}$$

$$90 \text{ lx} = \frac{800 \text{ cd}}{3^2}$$



[그림19]무전극램프의 구조

다음호에 계속됩니다