

터널등(저압나트륨등, 고압나트륨등, 형광등)의 수명

이진우 <호서대 제1공학부 교수>

1. 광속저하율에 따른 램프수명 규정

1) 저압 나트륨등

저압나트륨램프의 광속 유지 곡선은 그림 1에 보이는 바와 같다. 일반적인 평균수명은 고압 나트륨램프와 고압 수은램프가 12,000[시간], 메탈 할라이드램프가 9,000[시간], 형광램프가 10,000[시간]인데 비하여 저압 나트륨램프는 9,000[시간]으로 수명이 긴 것은 아니다.

저압 나트륨램프의 광출력의 점차적인 강하는 다른 전기 광원에서도 발생하는 여러 가지 에이징 과정의 결과이다. 가장 중요한 이유는 램프 동작 중 관 유리의 투과율이 감소하는 것이다. 이러한 현상의 이유 중 하나는 나트륨 흡수에 의한 유리의 변색이다. 다른 것으로는 흑화가 있으며, 이것은 방전관 내벽에 증발한 전극물질들이 축적되는 것으로 또한 관벽을 투과하는 빛의 투과를 방해한다. 다행히 이러한 흑화는 저압 나트륨램프에서는 전극의 가까운 부근으로 한정되며, 이것은 모든 방전램프에서와 유사하다.

저압 나트륨램프는 전극이 예열되지 않는 냉시동을 한다. 이것은 전극이 시동시마다 전자방출물질을 잃게 된다. 물론 이러한 현상은 전극 설계시에 고려하나, 결국에는 전자방출물질은 모두 없어진다. 전자방출물질의 부족에 의한 시동전압은 시동 가능한 전

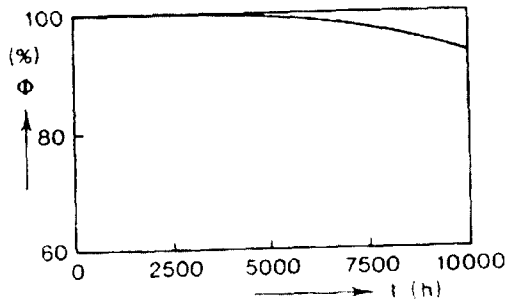


그림 1. 저압 나트륨램프의 광속 유지 곡선

압이 더 이상 충분하지 않을 때까지 증가한다. 램프는 시동이 되지 않을 것이다. 이때 수명의 종말에 도달한 것이다. 동일한 현상은 보조가스의 조성이 아르곤의 손실에 의하여 변경되는 경우에도 발생한다. 또한 이러한 현상은 시동전압을 증가시킨다.

램프 수명 중 전자방출물질의 증발은 두 전극의 특성을 변경시킨다. 이것은 장기간 후에 정류효과에 이르게 하는데, 이는 상당한 직류 전류를 흐르게 하는 결과를 낳을 수 있다. 이러한 원인에 의하여 안정기가 과열되는 것을 방지하기 위하여 캡에 모델 휴즈 와이어를 장착한다. 과전류는 이 와이어를 녹이고 램프는 동작할 수 없게 된다.

많은 램프 전류는 전극 물질의 빠른 산란의 원인이 된다. 전류가 많이 흐를수록 하전입자의 전극에

대한 충격은 더욱 강하여지며, 이것이 전극 물질을 산란시킨다.

많은 램프 전류는 부적절하게 조절되었거나 연결된 안정기가 원인이 될 수 있으며, 또한 과도한 전압 전압이 원인이 되기도 한다. 과도한 램프 전류의 결과는 램프 수명을 단축시킬 뿐 아니라 커다란 광속 감퇴의 원인이 된다.

초기 불량(즉 램프가 정격수명보다 훨씬 일찍 고장나는 현상)이 저압 나트륨 램프 중에서 발생한다. 예를 들면 용접 결함이 있는데 이는 회로의 차단을 초래하며, 특히 봉인 납 부근의 유리 피로는 핀치 크랙(pinch cracks)을 발생시킨다. 이러한 초기 불량은 매우 심각할 수도 있으며, 특히 도로 조명에서 더욱 그러하다. 다행히, 초기 상태에서의 램프 불량 비율은 매우 낮다. 공장에서의 수명 시험의 결과는 많아야 수 퍼센트 정도임을 보여준다. 고장의 더 큰 부분은 동작 후 초기 2,000[시간] 내에서 발견된다. 실험결과 고장률은 실제 동작 조건 즉, 교통, 기후, 바람 등 각종 조건하에서 높게 나타날 수 있다. 교통사고와 공공시설의 파괴 등에 의한 고장은 여기에서는 고려하지 않은 것이다.

그림 2에 저압 나트륨램프의 대표적인 잔존곡선을 나타낸다.

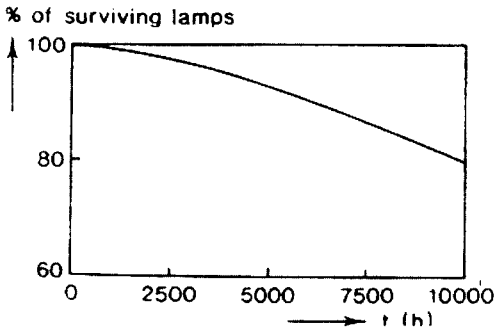


그림 2. 저압 나트륨램프의 잔존 곡선

2) 고압 나트륨등

모든 램프의 평균 광속은 초기 출력의 약 91[%]에

서 발생하며 정격 수명(24,000[시간])의 끝에서 초기 출력의 약 67[%]에서 끝나게 된다.

고압 나트륨램프는 수은램프에서 사용하고 있는 것과 아주 유사한 전극을 채용하고 있다. 이러한 사실은 비슷한 관경의 발광관에 고압 나트륨램프에 탁월한 광속 유지 특성을 갖도록 한다. 초기 정격은 동작 후 100[시간]에서 적용한다.

고압 나트륨램프의 수명은 동작 전압의 완만한 상승에 의하여 제한되며, 이는 램프의 수명 중에 걸쳐 발생한다. 이러한 전압 상승이 전극 비산으로부터 발광관 끝부분의 흑화의 주된 원인이 된다. 흑화는 방사를 흡수하여 발광관의 끝부분을 가열하고 더 많은 나트륨 아말감을 증발시킨다. 이러한 현상은 발광관의 압력을 증가시키고 결과적으로 아크 전압을 상승시킨다. 발광관 전압 상승의 다른 이유는 발광관 끝부분 봉착부를 통과하는 나트륨의 확산과 발광관 내의 불순물과의 결합에 의한 아크 흐름으로부터 나트륨이 이탈하는데 있다. 안정기가 전기적으로 매 반주기마다 아크를 재점화시키기에 충분한 전압을 더 이상 공급하지 못할 때, 램프는 꺼지게 된다. 램프가 냉각되면 램프는 다시 시동이 될 것이며 아크 전압이 상승하여 안정기가 아크를 유지하지 못하게 될 때까지 온도가 상승한다. 이러한 순환과정은 램프를 제거할 때까지 계속될 것이다. 고압 나트륨램프의 수명 정격은 램프 디자인에 따라 다르지만 24,000[시간]까지 이른다.

고압 나트륨램프의 수명의 확실한 예측은 할 수 없으며, 이것은 모든 방전램프의 경우에도 해당된다. 중요한 이유는 램프 수명이 너무나 많은 인자에 의하여 영향을 받기 때문이며, 이러한 인자는 램프 제조자에 의하여 모두 제어될 수가 없다. 예를 들면 다음과 같다:

- 안정기 디자인과 시동 장치
- 조명기구의 디자인
- 주위 온도
- 공급 전압의 레벨과 안정도

○ 점멸 빈도

○ 기계적 부하(진동)

제조사들의 수명 시험은 일반적으로 사용되는 것과는 다른 어떠한 특별한 조건 하에서 수행된다. 더 실제적인 접근은 램프가 유효 수명의 말기에 도달할 때 알 수 있다.

램프 전압의 상승은 고압 나트륨램프의 수명에 영향을 미칠 수 있는 요인 중의 하나이다. 램프 전압은 동작 중에 계속 상승한다. 예를 들면 100시간의 150%에서 램프는 소등될 것이며, 램프는 수명의 끝에 도달한다.

램프 전압의 상승은 나트륨 손실에 의하거나 또는 냉점의 온도상승에 의한 방전관 안에 증기압의 상승 때문이다. 이 마지막 상승은 많은 원인이 있다.

램프 전압 상승을 감소시키기 위해 램프특성을 측정하고 있다. 하나의 가능성은 방전관 내부벽의 흑화를 감소시키는 것이다. 램프의 시동시 전극과 이미터 재료의 증발과 스퍼터링을 통한 높은 램프전류가 흑화의 주요 원인이다. 증발과 스퍼터링 모두는 시동가스인 크세논의 압력을 증가시켜 감소할 수 있으며, 그것은 또한 2차효과를 가진다. 이것은 AC 공급에서 역으로 흐른 후 재점호 전압을 감소시킨다. 그렇게 해서 램프는 보다 더 작동기간이 길어진 후에 끊어질 것이다.

우리는 또한 나트륨의 손실을 방지하여 전압상승이 느리게 내려가도록 할 수 있으며 이것은 램프전압 상승에 기여하는 요인의 하나이다.

광속의 유지는 램프의 유효수명에 대한 또 다른 하나의 결정적인 요소이다. 조명 설비가 더 이상 충분한 조도로 공급되지 않을 때 광속 출력이 감소한다. 고압 나트륨램프에서 광속 출력의 감소는 대부분의 원인이 방전관과 외부 밸브의 투과율의 감소에 있다. 감소되어진 투과율에 의한 램프 수명의 초기에서 출력 감소는 램프 전압 상승에 따른 램프 전력의 상승에 의해서 부분적으로 보상되어질 수 있다. 그밖에 공급되어진 에너지는 보다 효과적으로 사용되어

지지 않는다. 크세논 압력을 올려서 광속을 보다 양호하게 유지시킬 수 있다.

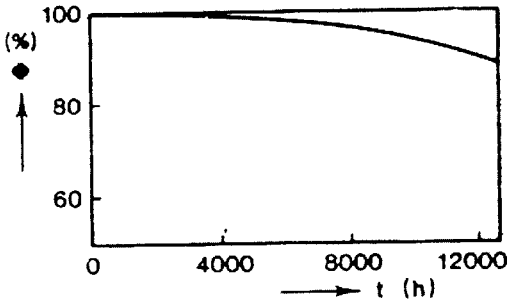


그림 3. 고압 나트륨램프의 광속 유지 곡선

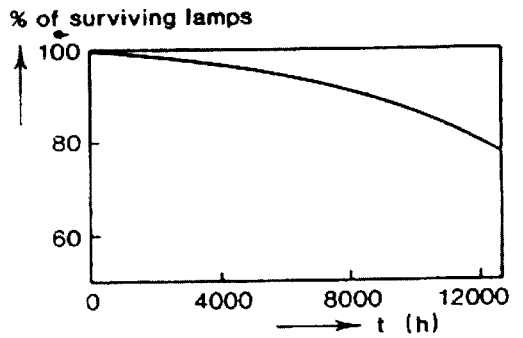


그림 4. 고압 나트륨램프의 생존률 곡선의 예

동작조건은 램프 특성과 램프수명에 중요한 영향을 미친다는 것을 추측할 수 있다. 램프전압의 상승은 외부로부터의 가열, 예를 들면 반사면과 같이 램프내에서 온도를 굉장히 많이 상승시키는 경우에 발생한다. 대단히 큰 램프전류도 다음 두 가지 이유로써 온도상승을 초래한다 : 램프가 보다 많은 전력을 소비하고 전극에서 보다 큰 부하가 흑화를 가중시킨다. 빈번한 시동은 전압의 상승을 보다 빠르게 하는 원인이 되므로 램프 수명에 영향을 미칠 것이다. 이러한 현상은 완전 점등 전 상태에서의 보다 높은 전류와 낮은 증기압에서 동작하는 것이 원인이다.

만약 이것의 실효값에 관한 파형의 최대 값, 즉 파고율이 높으면, 높은 최대 전류값이 생기고, 이것은 램프 수명에 해가된다. 게다가 적용된 램프 전압

은 빠르게 상승하며 램프 수명을 빠르게 단축시킬 위험이 있다.

마지막으로, 충격과 진동과 같은 기계적 영향도 램프 수명에 악영향을 미칠 것이다.

3) 형광등

램프 기술에 있어서 '램프 수명'의 개념은 혼동되는 몇몇 개념이 대두되고 있으며, 제품의 수명이 사용자의 관점에서 본다면 가장 중요한 사항임에도 불구하고 개념적으로 분명하게 정리하기가 어렵다.

형광램프에 대한 국제적으로 받아들여진 정의가 IEC Publication 81(1987)에 다음과 같이 주어져 있다: 램프의 수명은 램프가 끊어지거나 명세서에 규정된 다른 수명 성과의 기준으로 동작할 때까지의 시간이다. 이 간행물은 또한 다음과 같이 '정격수명은 제조자가 공표한 수명이다'라고 하고 있다. 이것으로부터 형광램프의 수명은 다양한 기준으로 결정될 수 있다는 것이 분명하여 진다.

최소 광속 유지에 관한 규정은 개개 램프의 데이터를 예로 들면 다음과 같다: 2,000[시간]에서 초기(100[시간]) 광속값의 85%(혹은 80%, 혹은 75%) 혹은: 수명의 70%에서 초기 광속값의 70%. 일반적으로, 이러한 계수들은 실제 경우에 대단히 유효하다. 문제를 더욱 복잡하게 하는 것은, '평균 수명', '기술 수명'과 '경제 수명'의 개념이 함께 사용되고 있는 것이다. 소비자들은 '보장 수명'에 관심을 보이는데, 이것은 상업적면을 포함하고 있다. 때때로 제조자에 의하여 발표되는 고장 곡선은 IEC publ. 81(1987)에 따른 램프 수명 시험에 기초한 것이며 1회 스위칭 조작은 매번 3[시간]씩 동작시킨 것이다. 매 24[시간]마다 스위칭 조작을 하는 경우에는 모든 다른 변수가 동일한 조건이라면 스위치 시동 회로에서는 램프 수명이 30%에서 50%까지 길어지게 될 수 있으며, 매 시간마다 스위치 조작을 하는 경우는 30%에서 50%까지 수명이 단축될 수 있다. 에너지가 매우 비싸므로 약 20분-에너지 원가에 따라 달라짐- 정도의 쉬는 시간동안에는 스위치를 끄는 것이 좋을 것이다.

형광램프의 시동시 요구조건은 전극의 온도가 800[°C]부근이 되는 것이다. 예열이 나쁜 경우와 전극이 이정도 온도에 도달하지 않은 경우에는, 램프가 시동은 될 수 있으나 이 경우를 '냉시동(cold starting)'이라고 말한다. 냉시동은 분명히 전극에 치명적인 손상을 입혀 결국 램프 수명을 감소시킨다. 만약 모든 시동이 냉시동인 경우에는 램프 수명은 약 1/3로 떨어질 것이다. 이것이 램프가 예열 시설을 갖고 있지 않은 경우 비교적 짧은 수명을 갖게 되는 이유이다. 제조자들은 그들 자신의 수명 시험에 근거하여 실제로 사용되는 동안과 유사한 조건하에서 램프 수명이 어떻게 될 것인가를 예상할 수 있다. 그러나 램프 수명에 영향을 주는 모든 범위는 수명 시험에 포함시킬 수 없다. 진동, 설비 보조물의 질과 기구 구조 등은 그것들 중 몇몇에 지나지 않는다.

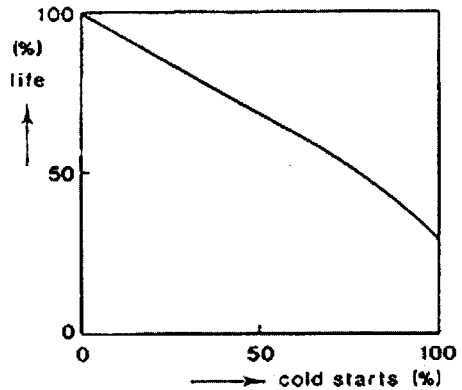


그림 5. 냉시동의 횟수에 따른 형광램프의 수명

경제적인 면은 다른 경우와 상당히 다를 수 있다. 현재 상황에서는 에너지와 노동 비용이 매우 중요하다. 경제적인 면은 다음과 같다:

- 램프 가격
- 에너지 비용
- 설비 비용
- 관리 비용
- 교체 비용
- 입수 가능성 등등

조명 설비에 있어서 다양한 비용 요소 사이의 관계는 매우 복잡하나, 거의 모든 조명 설비에 있어서는 전기 에너지가 가장 중요한 비용 요소이다. 이것이 의미하는 것은 많은 조명 시설들이 더욱 효율적인 조명 기구를 사용하여 비용과 에너지를 개선하는 것이 가능하다는 것이다. 에너지를 효율적으로 사용하는 조명을 얻기 위한 기본 원칙 중 하나는 적합한 가장 효율이 우수한 광원을 사용하는 것이다. 시설된 전기 부하의 단위 전력당 최대 광출력을 제공하는 것 뿐 아니라 시설의 다른 요구 사항들도 조화되는 특성을 갖는 램프 유형을 사용하는 것이 좋다. 그러나 램프는 수명 기간 중에 광효율이 감소한다. 사용하는 동안 부실한 관리와 먼지와 오물의 퇴적은 또한 유효 광출력을 감소시키며, 비용을 증가시키는 효과를 나타낸다. 조명 설비의 요구사항을 고려하여 램프 유형의 적합성을 결정하기 위한 기준은 다음 사항을 포함하여야 한다:

- 연색성
- 색 출현(colour appearance)
- (광출력의) 유효 정격
- 물리적 크기
- 동작 특성

다른 원칙은 램프 광출력을 효율적으로 사용하는 것이다. 가장 효율적인 광원이라도 회로효율이 낮고 기구에서 에너지를 낭비하면 유용하지 않다. 한쪽에서의 에너지 절약과 다른 면에서의 수명 중 광출력 감소의 영향을 제어하는 것의 조합이 주어진 설비에서의 경제적 효율을 결정한다.

잔존률표(mortality chart)는 램프의 집단 교환 절차를 결정하는데 언제나 참고가 되어야 한다. 경제적인 집단교체를 위한 추천 주기는 정격수명의 약 60~70[%]정도이다. 다른 형식의 램프처럼, 형광램프도 시간이 경과할수록 광출력이 감소한다. 램프를 오래 사용하면 보통 조건에서 관의 길이방향 전체에 걸쳐 일반적인 흑화가 발생하며, 이는 수은 줄무늬 때문이다. 흑화는 관의 끝에서 전극에서 방출되는 물

질에 의하여 시작되며, 램프 수명의 끝이 다가왔다는 것을 나타낸다. 모든 방전램프는 처음 100[시간] 점등 이후의 정격임을 주의하여야 하며, 램프는 종종 점등 초기에 다소 불안정하므로 초기 예비점등(burning in) 주기인 에이징 기간이 필요하다. 집단교환에 있어서 정격수명의 60~70[%]의 추천 주기는 빛의 최소 비용, 광출력의 고려, 램프 잔존률, 에너지와 램프와 교체 인건비 등을 고려한 것이다.

램프가 점등 중에는, 적은 양의 전자방출물질이 지속적으로 음극으로부터 소모되며, 램프가 시동할 때는, 특히 스위치 시동 회로에서는 상대적으로 많은 양의 전자방출물질이 음극에서 발산되며 이것이 램프 수명을 단축시킨다. 현재 실제로는 램프 수명이 길기 때문에, 램프는 광출력이 경제성이 다한 점까지 감소할 때, 대개 조명 설계 광속의 약 90[%]에서, 유용한 수명을 갖는다고 생각할 수 있다.

형광램프의 수명은 3시간 점등 후 30분 소등하는 사이클을 반복하는 경우, 램프가 점등되지 않거나 광속이 초광속의 70[%](고연색형은 60[%])로 떨어지는 누계 점등시간 중 짧은 시간으로 정의한다. 물론 점등 사이클이 달라지면 수명도 달라진다.

형광램프의 광속은 일반적으로 사용 후 100[시간]까지 급격히 떨어지지만 그 이후는 느슨하게 감소된다. 보통 100[시간] 후의 광속을 100[%]라 할 때, 광속유지율은 75~85[%]로 저하한다. 그리고 형광램프의 수명에 미치는 요인으로는 열음극의 소모와 형광체의 변질이 있다.

열음극의 소모 메카니즘은 방전 중에 양이온이 높은 에너지로 음극면에 충돌하므로, 음극에 칠한 전자방출물질인 Ba, Ca 등의 산화물이 점차로 튀어나가서 음극이 붕괴된다. 튀어나간 산화물은 관단부에 부착하여 흑화된다. 그리고 오랜 시간 점등하면 음극물질은 많이 소모되므로 전자방출능력을 잃고 점등불능으로 된다. 또한 방전전류가 정격값보다 1[%] 증가하면 음극물질의 증발로 수명은 2[%] 감소된다.

형광체의 변질에 의하여 형광램프의 광속은 점등

시간에 따라 점차로 감소되며 최초의 100[시간]은 광속이 급속히 감소하여 약 5~10[%] 어두워지고, 그 후는 안정되어 서서히 어두워진다. 이와 같이 광속이 감소되는 것은 파장 253.7[nm]의 방사는 수명 중에 감소하지 않고 주로 수은 화합물의 얇은 층이 형광 물질에 부착하여, 이 층이 수은과 형광체로부터 방사를 흡수하기 때문이다.

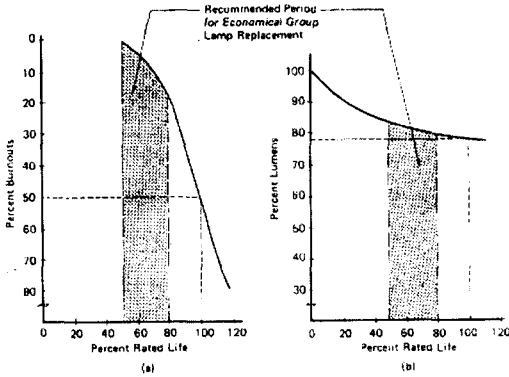


그림 6. 형광램프의 잔존률 및 광속유지율에 의한 수명

2. 전압변동과 램프수명과 관계

1) 저압 나트륨 램프

SOX 형식의 램프에서는 전류가 증가함에 따라 전력이 천천히 증가한다. 결과적으로 광효율(luminous efficacy)의 최고치는 램프가 최대 광출력에 도달하기 전에 도달한다. 이것으로부터 램프는 초기에 최대 광효율과 최대 출력 사이의 점에서 동작하도록 설계되어 있다는 것과 전압전압의 약간의 증가는 광출력을 증가시키나 광효율은 감소시킴을 알 수 있다.

저압나트륨램프의 전압전압에 의한 여러 특성의 변화는 전압전압이 변동하여도 램프전력이나 광속변화는 적으며 항상 안정된 특성을 가지고 있다. 이것은 무부하시에 2차 전압파형을 피크파형으로 하여 커패시터를 램프와 직렬로 접속한 피크 진상형 안정기를 채용하고 있기 때문이다.

2) 고압 나트륨 램프

고압 나트륨램프는 전압전압의 변동에 따라 제특성이 변화한다. 전압전압이 정격이 아닌 경우 수명에 나쁜 영향을 미치므로 사용하는 안정기의 정격전압의 적절한 범위 내에서 사용하는 것이 바람직하다.

고압 나트륨등의 이그나이터는 대부분 정격전압에서 최고의 기능을 발휘할 수 있도록 설계되어 있으므로 전압전압이 높거나 낮으면 시동시 문제가 발생하여 수명에 악영향을 준다.

3) 형광램프

형광램프는 전압전압의 변동에 따라 각 특성이 변화한다. 전압이 높은 경우나 혹은 낮은 경우에 수명에 악영향을 미치므로, 사용하는 안정기의 정격전압의 $\pm 6\%$ 이내에서 사용하는 것이 바람직하다.

형광램프의 코일 필라멘트는 정격전압에서 최고의 기능을 발휘할 수 있도록 설계되어 있으므로 전압전압이 높아지면 램프전류가 증대하여 수명에 나쁜 영향을 준다. 또한 이와는 반대로 전압전압이 낮아지면 시동이 어려워져서 전극에 부담이 커지기 때문에 수명이 단축된다. 따라서 전압전압의 정격의 $\pm 6\%$ 범위 내에서 사용하는 것이 가장 바람직하다. 또한 전압전압의 허용 변동범위도 $\pm 4\%$ 이다.

형광램프의 광속, 전류, 전력 등은 거의 전압전압에 비례하여 변화한다. 전압전압이 너무 높으면 전극의 과열로 판단후화가 촉진되고, 너무 낮으면 기동이 불확실하게 되거나 전극물질의 스퍼터링 등으로 수명이 짧아진다. 따라서 램프는 정격전압의 $\pm 6\%$ 범위 내에서 상용하는 것이 바람직하다.

3. 점멸횟수와 램프수명과 관계

1) 저압 나트륨등

흑화 원인의 하나는 반복적인 램프 시동이다. 이러한 광속의 감소는 어떤 회로에서는 램프전압을 올려 어느 정도 보상을 하고 있으며, 이것은 소비전력을 높여서 더 많은 광속을 얻는 것이다. 저압 나트륨

램프의 광속 감소는 이러한 영향 덕분에 비교적 적고 다른 방전램프 형식의 경우보다 유효 수명의 결정에 훨씬 적은 영향을 미친다.

그러나 스위칭 빈도는 저압 나트륨 램프의 수명에 영향을 준다. 램프 내의 나트륨 증기압은 시동시에는 낮고 아주 천천히 보통 동작 레벨까지 증가한다. 이러한 안정 과정은 전극에 나쁜 영향을 준다. 도로 조명의 스위칭 빈도가 어떤 변화 범위 내에 들지 않으면, 스위칭 빈도는 램프 수명을 제한하는데 영향을 미친다.

2) 고압 나트륨등

빈번한 시동은 전압의 상승을 보다 빠르게 하는 원인이 되고 따라서 램프 수명에 영향을 미친다. 준비기간 상태에서의 보다 높은 전류와 낮은 증기압은 이것에 대한 원인이 된다.

3) 형광등

형광램프의 수명은 시동시마다 점등하는 시간에 크게 영향을 받는다. 램프가 시동될 때마다 전극 위에서의 전자방출물질이 비산되고 램프수명이 단축된다. 예열 형광램프의 전극은 점등 주기보다는 시동주기 중에 더욱 심한 충격을 받는다. 따라서 소등하지 않는 램프의 점등 시간이 길수록 램프의 수명은 연장된다. 여러 제조회사들에 의하여 표로 주어지는 평균 정격 램프수명은 1회 시동마다 3시간의 주기로 동작시킨 것에 기초한 것이다. 1.2[m] 레퍼드 스타트와 같이 가장 널리 사용되는 램프는 1회 시동마다 3시간 동작을 시키는 경우에 기초하여 20,000[시간]의 정격이 된다. 다른 동작시간의 경우 곱하는 값은 다음과 같다.

1회 시동시 6시간 점등	1.25
1회 시동시 12시간 점등	1.60
연속 점등	2.50 혹은 이상

형광램프의 수명은 정상적으로는 한 쪽 혹은 양쪽 음극 위의 방사 물질이 소진될 때 끝나게 된다.

4. 경제적 측면의 램프 수명

조명 설비의 전체적인 운용 비용이 램프의 유용한 사용 수명을 결정한다.

운용 비용과 유용한 램프 수명의 관계를 판단하려면, 우선 조명 설비에 포함되는 비용에 대한 전반적인 지식을 갖고 있어야 한다.

조명 설비의 비용은 초기 비용과 경상비로 나눌 수 있다.

초기 비용은 다음으로 구성된다:

- 램프와 안정기 등, 조명기구, 기둥 과 전선에 필요한 자본

- 시설비 (인건비와 재료비)

경상비는 다음으로 구성된다:

- 감가상각비

- 에너지 비용

- 램프 교체 비용

- 램프 교체, 기구의 청소와 유지관리를 위한 인건비

시설에 대한 초기 투자와 그 이후 광속의 감퇴에 대한 주기적 기록 이외에 반복되는 에너지 청구금액과 주기적인 램프 교체 비용(재료와 인건비)이 가장 중요한 부분이 된다.

램프의 경제적 혹은 실질 수명(useful life)을 결정하는 데는 두 가지 방법이 있다.

1. 램프가 완전히 끊어진 후에만 교체를 하는 경우는 그 시점에서의 조명기구의 광속은 광속 감퇴에 의하여 대단히 낮게 될 것이다. 이러한 경우 어느 정도의 조도 레벨을 유지하려면, 시설된 전체 등기구 비용은 비교적 고가가 될 것이다. 이것은 많은 투자와 감가상각 비용, 높은 에너지 비용과 비교적 낮은 교체 비용을 의미하게 되며, 조건부이기는 하나 분산된 소수의 램프를 교체하는 비용이 적은 것은 아니다. 이러한 시설의 조명 공학적인 측면은 램프가 일시적으로 빛을 전혀 내지 않는 것이며, 이것은 도로 조명에서는 바람직하지 않고, 오래 사용된 램프와 새

터널등(저압나트륨등, 고압나트륨등, 형광등)의 수명

램프 사이의 광출력의 비교적 커다란 차이가 있게 된다. 불규칙한 램프 교체는 교통에 방해가 된다.

2. 반면에 설비가 규칙적으로 유지 보수되고 램프가 규칙적인 간격으로 대량으로 교체가 되면 조도 레벨은 좁은 한계 내에서 유지될 수 있다. 어떤 조도 레벨을 보장하기 위하여 필요한 등기구의 개수도 비교적 적어지거나 혹은 램프를 낮은 전력으로 교체하는 것도 가능하게 될 수 있다. 이러한 방법은 낮은 투자비와 감가상각비, 높은 유지 보수비용과 높은 교체비용을 수반한다. 장점은 이러한 환경 하에서 시설물의 질적으로 양호한 조명을 얻을 수 있는 것이다. 더욱이 램프 교체는 고정된 일정을 따라야 하고 교

통을 방해하지 않도록 일정을 정하여야 한다. 이것은 낮은 에너지 비용을 분명히 의미하는 것은 아니지만, 전체적인 비용을 비교하여보면 양호하게 유지 보수된 시설물이 더욱 바람직하다는 것은 분명하다.

◇著 者 紹 介◇



이진우(李鎭雨)

1961년 2월 4일생. 서울대 공대 전기공학과 졸. 1986년 서울대 대학원 전기공학과 졸(석사). 1990년 서울대 대학원 전기공학과 졸(박사). 세명백트론(주)연구실장. 현재 호서대 제1공학부 조교수. 당학회 편수이사.