

# 조명의 현재와 미래

(The present and future of lighting)

송영진\*, 문형장\*\*

(Yeong jin Song, Hyeong Jang Moon)

\* 쓰리칼라 대표, erosong@chollian.net

\*\* 쓰리칼라 개발실, johanny1@daum.net

## Abstract

에디슨이 백열전구를 발명하면서 본격적인 조명의 발전이 이루어졌다. 현재까지 조명등의 주류로서 백열전구와 형광등이 자리 잡고 있으며, 고압 방전등의 개발과 더불어 옥외조명에서도 급속히 발전하고 있다. 특히 방전등과 같은 안정기가 필요한 조명등의 경우 전력전자용 반도체 소자와 마이크로프로세서의 획기적 발전 속도에 맞추어 고효율, 고전력화로 접목되고 있다. 다른 전력전자 응용 분야에 비해서 조명에 적용되는 것은 미미한 실정이지만 한편으로는 향후 많은 조명제어 부분에 기술적용이 가능하다. 본 논문에서는 일반적인 조명등과 안정기, 조명제어 기술 동향을 조사하여 향후 조명등과 조명기술의 발전에 도움이 되고자 한다.

## 1. 서론

인간이 불을 사용함과 동시에 조명의 역사가 시작되었다고 볼 수 있지만 현대 조명 시스템까지의 발전은 불과 지난 1세기 동안 이루어 졌다고 해도 과언이 아니다. 1879년 백열전구 생산의 공업화에 성공함으로써 밝음의 세계는 도약적인 진보를 하게 되었다. 1938년에 개발된 형광램프는 점등장치를 필요로 하지만 빛의 질이 높고 고효율로 경제성도 좋으며 취급이 쉬워 현재 광원의 주류를 이루고 있다. 형광램프는 개발된 지 반세기가 지나서야 상품 수명은 성숙기에 도달하였고 현재 여러 가지 형태가 다양하게 실용화되고 있다.

형광램프와 시장 규모 면에서 뺄 수 없는 것이 안정기 산업이다. 따라서 형광등 안정기를 중심으로 안정기 산업에 대해 살펴보면 지금 까지도 이용되고 있는 점등관이 부착된 자기식 안정기는 기존의 T10에서 주로 사용이 되고 T8에도 사용되고 있다. T8 형광등으로 바뀌면서 전자식 안정기가 많이 보급되기 시작하였고, 현재 T5 램프가 많이 보급되므로 인하여 전자식 안정기만을 고려하고 있다.

전자식 안정기의 경우 대부분 회로 구조는 정류

회로와 역률보상회로 그리고 인버터 회로로 구성된 구조를 가지고 있고, 중요한 점은 전력변환 효율이 높을 것과, 형광램프를 예열해서 시동하는 것, 램프 수명 말기까지 점등을 유지 하는 것이다. 인버터 기술의 응용은 1970년대 후반부터이고, 기존의 안정기에 비해 전력절감, 소형화, 경량화, 고기능화에 괄목할 만한 효과를 보이며 많이 보급되고 있다.

조명환경의 중요성을 인식한 에너지 절감의 요구에 따라 조명제어 시스템의 중요성이 최근에 부상하고 있다. 특히 전력용 반도체 소자와 마이크로프로세서의 급속한 발전에 따라 수요자의 요구에 부응하는 다양한 기능의 조명제어 시스템들이 곧 출시될 것으로 예상된다.

본 논문의 구성은 조명의 역사를 시작으로 램프의 기술동향, 조명제어 기술의 동향과 전망, 기존 기술의 문제점을 기술하고 끝으로 조명의 미래와 대응으로 맺는다.

## 2. 조명의 역사

조명은 인간의 생활과 밀접한 관계를 가지고 발전해 왔으며 현대에는 조명이 없는 생활은 상상도 하지 못할 정도로 인간의 생활에 직접적인 영

향을 주고 있다. 현대 조명의 역사라고 생각할 수 있는 것은 1870년대 미국의 에디슨에 의해 발명된 백열전구가 시초라 할 수 있다. 현재의 조명에서는 사용 빈도가 점점 낮아지는 추세이지만 최초로 전기를 사용한 조명이라는 점에서 조명의 세대를 구분지을 때 기준이 될 수 있다. 다음으로 주목할만한 발명은 1900년대 미국의 쿠퍼등에 의해 개발된 수은등이 될 수 있다. 이 또한 현재에는 사용빈도가 점점 줄어들고 있는 추세이나 방전 램프의 모태가 된 발명이므로 하나의 혁신적인 발명으로 생각할 수 있다. 수은등의 작용에 근거해 발전된 형태들이 나트륨램프, 메탈 할라이드 램프가 있다. 또한 백열전구에 모태를 두고 방전 램프의 특성을 가미한 형광등과 할로겐램프도 발명되었다. 기술의 특성에 의해 세대를 분류하면 백열전구를 1세대로 둘 수 있고 방전램프를 2세대로 둘 수 있다. 나머지의 발명들은 아류의 개선된 발명으로 볼 수 있으므로 2.5세대 정도로 생각할 수 있다. 조명의 세대를 분류하는 방법은 여러 가지가 있지만 여기서는 주목할만한 변화만을 기준으로 한 것이다. 여기서 알 수 있는 것은 초기 에디슨의 발명으로부터 혁신적인 변화는 한번 뿐이었다는 것이며 이는 현재의 조명이 발전할 여지가 충분히 있음을 반증하는 것이라 할 수 있다. 조명의 발전과 더불어 발전한 분야는 조명 기구 부분이다. 대표적인 조명 기구는 일반적으로 안정기라 알려진 조명 조절기가 있다. 안정기의 역할은 전구의 파괴를 방지하는 목적으로 사용되다가 점점 기능을 첨가하여 현재에 이르러서는 전혀 다른 방향의 접근도 모색되고 있다. 초기의 안정기는 현재까지도 사용되는 형태로 코일을 사용해 전류를 제한해주는 역할을 했다. 근래에 방전등에서 고속으로 양단 전압을 변화시키면 조명의 밝기가 개선된다는 것이 밝혀져 전자식 안정기가 등장했으며 가변성에 근거하여 전자식안정기의 많은 기능들이 추가 되고 있는 실정이다. 이런 기능들 중에 대표적인 것은 조명의 밝기를 변화시킬 수 있는 디밍 기능이다. 이것은 수요자의 요구에 부응하여 개발되어 첨가된 기능으로 현대사회의 다양한 요구에 조명이 어떻게 대응할 수 있는지를 잘 보여준 경우라 할 수 있다. 표1은 주요램프 발명을 년대 순으로 보여준다.

표1. 주요램프 발명 역사

년 대	발명자	내 용
1870년대	에디슨(미)	백열전구를 실용화
1900년대	휴이트(미)	수은등 발명
1930년대	필립스사(네)	저압 나트륨등 개발
	GE사(미)	형광램프 발명
1950년대	GE사(미)	할로겐전구 발명
1960년대	레이링(미)	메탈 할라이드 램프 발명

### 3. 일반 조명용 램프

일반적으로 잘 알려진 조명 램프의 특성 및 용도는 표2에서 보여준다.

### 4. 램프의 개발 현황

램프의 발전은 조명 기술의 발전을 이끌어 왔으며 이런 경향은 당분간 계속될 전망이다. 최근 산업계에 사용되던 기술이 조명기술로 다시 변환되어 적용되는 경우가 많아지고 있으며 이러한 조명 기술의 발전에 적합한 램프 개발이 선진국을 중심으로 시도되고 있다. 이러한 시도가 성공할 경우 조명 기술이 램프의 개발을 선도하는 경우도 발생할 것이다. 이러한 경우로 현재 국내에도 소개되어 발전하고 있는 램프로 2000년대 OSRAM Sylvania(미국)에서 개발된 무 전극 램프가 있다. 이 기술은 산업계에서 사용되던 고주파 자기유도 기술이 조명등으로 옮겨온 경우로 인버터에 의해 램프 외부에 장착된 코일에 자장을 발생시키고 발생된 자장을 이용하여 램프 내부의 전자를 유도하여 형광물질에 충돌시켜 빛을 발생시키는 원리를 사용하고 있다. 램프의 전극이 없으므로 인하여 장시간의 수명을 가질 수 있고 적절한 자기 유도에 의해 효율도 높아질 가능성을 가지고 있어 국내에서도 적극적으로 제1기의 개발을 하고 있는 실정이다. 차세대 램프로 가장 주목을 받고 있으며 추후 램프시장의 주류로 자리 잡을 가능성이 가장 높다고 평가되고 있다. 하지만 이 램프의 경우 2차 유도에 의해 빛이 발생하므로 상대적으로 효율이 좋지 못하다는 평가도 함께 받고 있으며 의학계에서 제기되고 있

표2. 조명 램프의 특성 비교

종류	용량 (W)	효율 (lm/W)	수명 (h)	광질 및 특색	용도
백열전구	2-1000	7-22	1000-1500	고휘도, 많은 열방사, 적색광, 고순용성, 배광제어	협소조명, 액센트조명, 높은 천정, 투광조명
할로겐램프	500-1500	20-22	2000-3000	고휘도, 적색광, 배광제어, 흑화가 적음	높은 천정, 경기장, 광장, 투광조명, 영사기용
형광램프	6-110	48-81	7500-12000	저휘도, 광색조절 용이, 점등시간이 필요	육내외, 전반조명, 국부조명, 무드조명
수은램프	40-1000	30-57	10000-12000	고휘도, 청백색광, 점등까지 많은 시간소요	높은 조광, 투광조명, 도로조명
나트륨램프	20-400	80-150	6000-12000	등황색 및 황백색광, 수평점등, 연색성 불량	도로조명, 터널조명
메탈할라이드 램프	250-1000	75-110	6000-9000	고휘도, 자연색광, 고연색성, 수평점등	연색성 고려한 높은 천정, 옥외조명

는 자기 유도에 의해 발생하는 자파 성분이 인체에 해롭다는 문제에 대한 명확한 대응이 있어야 할 것으로 판단된다.

무 전극 램프와 경쟁할 만한 램프로는 판전극형 형광등을 들 수 있다. 이 형광등은 모토롤라의 조명 사업부에서 개발된 안정기를 근거로 개발이 되고 있는 형광등이다. 기존의 형광등에서 전자의 방출을 쉽게 하기 위하여 사용하고 있는 필라멘트가 형광등의 수명에 가장 큰 영향을 주는 것에 착안하여 개발된 제품으로 필라멘트를 예열할 필요 없이 전류 방전이 가능하게끔 설계되어 형광등의 수명이 오래가도록 만든 것이 특징이다. 여기서 사용된 안정기의 경우 기존의 형광등에도 사용이 가능하여 호환성에서 많은 점수를 받고 있다.

다른 형태의 램프로는 판형의 형광등이 있는데 발광 원리는 기존 형광등과 거의 같은 방법으로 방전가스에 의해 발생된 자외선이 형광 물질을 통해 가시광선으로 전환되는 원리를 이용하고 있고 수은대신 비활성 가스를 사용하는 특징이 있다. 직관형이나 환형 형광등의 경우와는 다르게 여러 접의 전극에 의해 전자의 흐름이 방해받는 어려움이 있어 개발에 지장을 받고 있다. 이 문제를 해결하게 되면 효율을 높일 수 있는 것은 물론 램프의 수명을 획기적으로 연장할 수 있고 수은에 의한 환경오염 방지에 혁신적인 도움을 줄 수 있다. 또한 이 램프의 경우 상용화되어 시판될 경우 주거형태에도 많은 변화를 줄 것으로 예상되어 차세대 조명의 또 다른 발전 방향으로

기대 되고 있다.

## 5. 조명제어 기술

조명기술은 크게 설비에 대한 기술과 조명 제어에 대한 기술로 나눌 수 있다. 지금까지의 조명기술은 주로 설비에 대한 기술 중심으로 발전해 왔으며 이는 사회적인 환경에 적합한 기술 발전 방향이었다. 하지만 근래에 들어 사회적 환경이 급변하고 있어 조명 기술의 발전 방향이 수정되어야 한다는 인식이 확산되고 있다. 1997년 체결된 교토 의정서가 대표적인 경우로 에너지 절감이 단순히 선택사항이 아닌 필수사항으로 바뀌고 있고 국내의 경우에도 에너지 관련 규제 사항이 늘어나고 있으며 또한 점점 강제성을 띠고 있다. 그리고 국가가 관리하던 에너지 사업(한전)이 민영화 추진되고 있다. 한전이 민영화될 경우 민간에서 부담해야 하는 에너지 비용은 증가하는 것이 불가피하다고 예상되고 있고 소비자들은 적극적으로 에너지 절감을 모색하게 될 것이다. 또한 조명에 대한 소비자들의 욕구는 점점 더 다양해지고 있으며 이러한 욕구는 조명기술의 변화를 강제하고 있다.

이러한 사회적 환경의 변화에 대해 조명의 기술을 대입해 보면 설비 중심의 조명 기술은 조금은 수동적인 면이 있고 변화에 적극적으로 대응할 방법도 많지 않은 것이 사실이다. 이에 조명에 관계되는 기업과 기술자들은 좀더 적극적인 방법을 모색하고 있는데 대안으로 생각되는 것이 조명제

어 설비 기술이다. 현재에 나타나고 있는 조명 제어 기술은 주광제어, 적정조도 유지 제어, 타임 스케줄 제어, 인체 감지 센서 제어, 타 설비와의 연동 제어 등이 있다. 이 중에서 가장 적극적인 조명 제어 방법은 적정조도 유지제어라 할 수 있고 현존하는 가장 앞선 기술이므로 이를 중심으로 살펴본다.

## 6. 조명제어기술의 개발 동향

변화된 사회 환경에서의 조명 제어는 단순히 에너지를 절약하는 것만이 아니라 조명의 질을 떨어뜨리지 않고 쾌적한 환경을 만들거나 효과적으로 조명 설비를 관리 운용해 나가는 것을 목적으로 해야 한다. 특히 조명설비에서 에너지 절약과 관련하여 새로운 법령이 개정되고 강화되어 나갈 것이 자명한 일이고, 이를 위해서는 기존의 점, 소등 제어로부터 조광제어를 채택한 시스템 구축이 반드시 필요해 진다. 표3은 사무실에서 조명제어에 의해 에너지 절약 효과가 얻어지는 절약효과를 개략적으로 나타낸다.

표3. 조명제어의 에너지 절약 효과

제 어 내 용		에너지 절약률
주광 이용에 의한 창측 조명제어	ON/OFF 제어의 경우	5~10%
	연속 조광제어의 경우	10~15%
적정조도 유지제어		10%
타임 스케줄제어		10~15%

세부적인 기술내용은 많은 설명이 필요하고 또한 일반적으로 알려진 내용이므로 생략하기로 하고 기술의 전체적인 부분을 살펴본다. 평균적인 조명제어 시스템의 도입 효과는 에너지 절약측면에서 약 10퍼센트의 효과를 볼 수 있다. 또한 위에서 언급된 조명 제어기술들이 복합적으로 사용될 수도 있어서 좀더 많은 에너지를 절약하는 것도 가능하다.

적정조도 유지 제어 기술의 경우 조명의 소등 없이 10퍼센트 정도의 효과를 볼 수 있어 상당히 뛰어난 방법이라 할 수 있다. 이것을 가능하게 하

는 핵심 기술은 조명의 밝기를 연속적으로 조절할 수 있는 시스템이다. 또한 이 시스템의 경우 조명의 밝기 조절이 가능하므로 다양한 연출이 가능하여 소비자의 다양한 욕구에 대한 대응이 가능하다는 장점도 가지고 있다.

## 7. 연속 조도 조절 기술

조명의 밝기를 연속적으로 제어할 수 있는 기술들은 선진국을 중심으로 나타나고 있으며 국내의 경우에도 기술개발이 활발히 진행되고 있다. 현재 나타나고 있는 기술 동향은 크게 두 방향으로 나눌 수 있다. 안정기 자체에 내장시키는 방법과 외부의 전력 공급라인에 첨가하는 방법이 그것이다. 먼저 안정기 자체에 내장시키는 방법은 인버터를 채용한 전자식 안정기에 사용될 수 있는 방법으로 램프에 흐르는 전류량을 직접적으로 제어하는 방법으로 조명의 밝기를 연속적으로 제어할 수 있다. 이 방법의 경우 안정적인 조명의 밝기를 획득할 수 있고 조도를 변화 시킬 때 램프수명에도 큰 영향을 주지 않아 세계적으로 많이 사용이 되고 있다. 이 기술의 단점은 비용 부담이 많다는 것이며 심한 경우 일반적인 안정기에 비해서 수십 배의 생산비용이 든다.

두 번째의 기술 방향은 전력 공급라인에 첨가하는 방법인데 안정기에 직접 적용하는 방법에 비해 비용이 적게 들고 기존의 안정기를 교체할 필요가 없어 시공이 간단하고 통합제어에 적합하다는 등의 여러 가지 장점이 있어 새롭게 각광받고 있는 기술이다. 여기서도 세부적으로 기술이 나뉘고 있다. 가장 먼저 사용된 기술은 위상제어에 의해 안정기에 공급되는 전력을 제어하는 방법이다. 위상제어에 의한 방법은 구성이 간단하고 생산비용이 적게 들어 산업계 전반에서 사용되던 전력 제어기술을 조명에 적용한 것으로 이 기술을 먼저 상용화 하여 적용시킨 곳은 일본과 미국이며 국내의 경우에도 다양한 시도가 이루어지고 있다. 위상제어를 응용한 기술의 장점은 앞서 언급한 것과 같이 저렴한 비용으로 생산이 가능하다는 것과 기술이 간단하므로 적용이 쉽다는 장점이 있다. 이 기술의 단점은 위상제어 기술의 단점과 같은 것으로 조명에서 적용되었을 경우 나

타나는 문제점을 서술하면 다음과 같다.

- . 하측과 제어에서 전압 충격에 의한 안정기의 파괴 - 등기구의 수명을 단축시킴
- . 형광등을 하측과 제어로 제어할 경우 저 조도에서 램프의 흑화 현상 - 램프의 수명이 단축됨
- . 강제적인 전류제어의 불가능으로 인한 조도의 흔들림 현상 - 부하의 특성에 따른 제어 범위의 변화가 필요함
- . 형광등을 상측과 제어로 제어할 경우 저 조도에서 전류공급 불충분으로 인한 조도의 흔들림 현상 - 50 % 이하의 조도에서 사용이 어려움

국내 기업들의 경우 상기의 단점으로 인하여 제품을 상용화하는데 어려움을 겪고 있으며 이를 극복할 경우 상당히 매력적인 방법이 될 수 있을 것이다.

다음으로 나타나고 있는 기술은 공급 전력의 주파수를 변화하여 안정기에 공급되는 전력을 제어하는 방법인데 연속적인 밝기의 변화가 가능하고 안정기에 충격을 주지 않으며 램프의 수명에도 영향을 주지 않아 주목을 받고 있다. 이 기술의 단점은 위상제어 방법과 비교할 때 구성비용이 상대적으로 상승한다는 단점이 있다.

## 8. 결론

위에서 살펴 본바와 같이 조명에서의 기술은 현재 많은 변화를 겪고 있다. 전 세계적으로 너무나도 많은 시도가 이루어지고 있어 조명의 발전 방향을 확정적으로 이야기 할 수는 없지만 경향은 명확히 알 수 있다. 여러 가지의 다른 방향도 있겠지만 램프의 경우 효율이 높으면서도 수명을 길게 하는 방향으로 그리고 조명 제어기의 경우 수요자 층의 다양한 요구에 부합하는 복합화와 다기능으로 그리고 전 세계적인 요구에 의해 에너지 절약을 절약하는 방향으로 가고 있다. 국내 기업들과 기술자들도 이런 조류를 따라 다양한 형태의 제품들을 개발하고 있으며 외국의 기술과 대비해서 우위에 서는 혁신적인 제품도 발표하고 있다. 이런 현상은 고무적인 것으로 기술 개발 환경이 좋아진 것의 반증이기도 하다. 하지만 아직

도 램프에서는 외국에서 개발되는 제품을 사용할 수밖에 없으며 선도적인 입장에 서지는 못하고 있다. 이는 조명의 기초가 되는 램프를 외국 기업에 의존하므로 인하여 선도적인 입장에서 기술 개발이 어렵도록 만드는 요인이기도 하다. 램프의 중요성을 인식한 전문기업들에 의해 램프 개발이 시도되고 있기는 하지만 아직은 미미한 실정이며 광범위한 투자는 되지 않고 있다. 국내 조명 기술의 발전은 램프의 개발이 기초가 되어야 더욱더 발전할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] Muhammad H. Rashid, "Power Electronics circuits, devices, and applications", Prentice Hall, Inc.(2nd E), 1994
- [2] 가토 요시토, "조명기구와 인버터 기술", 월간 전기 기술, pp. 145-148, 2000.7
- [3] Abraham I. Pressman, "Switching Power Supply Design", McGraw-Hill, 1991
- [4] 山岸 義武, "조명제어 시스템", 월간 전기 기술, pp. 72-79, 2000.4
- [5] Pritchard D. C., "Lighting", Longman scientific & technical, pp.173-174, 1995
- [6] Coaton J. R. and A.M. Marsden, "Lamps and Lighting", Arnold, pp. 377-378, 1997