

초정압 방전램프(UCD)를 적용한 안전
조명 장치에 관한 연구

An Experimental Study on the a Light Device
which Adopt Safety Ultra Constant Discharge Lamp

정 풍 기* · 김 영 철*

Poong-Gi Jeong* · Young-Chul Kim**

Abstract

This paper describes the development of various lighting equipment adapting Ultra Constant Discharge Lamp that has newly been on commercial supply in the market. Meeting the required conditions of lighting equipment, various types of UCD Lamp equipment with excellent performances could be successfully developed.

In order to provide a guideline for the economical lighting product selection, the analyzed data comparison between Hi-pressure Sodium Lamp which has been the most popular lamp for street lighting and UCD Lamp is provided. The conclusions of the study are made as follows;

- ① The performance measurement result of UCD Lamp shows excellent Luminous Efficacy as 108Lm/W, daylight-like Color Rendering Index as 90Ra, and the best operating temperature range as $-50^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$. Comparing to the Hi-pressure Sodium Lamp, UCD could be evaluated as much superior products.
- ② In an assembled status with the lighting fixture (Type STB형-60W), UCD Lamp was tested OK for one hour duration at the temperature range form -50°C to $+85^{\circ}\text{C}$ and the humidity of 98%. The operation at the extremely low temperature can be an excellent feature to enable the export to the cold temperature regions such as Northern Europe and Russia and the specific applications for defense systems and special industry.
- ③ As UCD Lamp is a genuine Korea made product following Energy-saving and Eco-friendly policy, it should be appreciated as one of the best CO² reduction Green product.

Keywords: UCD (Ultra Constant Discharge Lamp): 초 정압 방전램프, Ballast : 안정기, LED(Light Emitting Diode) : 발광다이오드

* 군산대학교 기계공학과

1. 서 론

1.1 연구 배경

조명장치는 일반적으로 노면, 거리, 공원 등의 옥외에 설치되어 야간 또는 어두운 곳에서 길을 찾거나 보행하는 등의 일상생활에 불편함이 없게 하기 위하여 설치된다.

종래의 방전램프 광원의 경우에도 광도램프로써 구동을 하기 위해서는 고전압이 필요하므로 이를 위해 안정기를 이용하게 되지만 램프와 비교적 먼 위치에 설치 구성되는 관계로 램프효율의 저하와 사용시간에 따라 수명이 짧아질 뿐 아니라, 정비나 점검 시에도 램프와 안정기의 위치가 떨어져 있어 안전성 및 작업성 또한 극히 낮아지는 문제점이 있었다. 그러므로 문제점들을 해결하기 위하여 창안된 것으로, 특히, UCD램프 및 안정기를 구성하되, 한 쌍의 램프에 한 개의 안정기를 설치 구성하여 보다 안전하고 램프 및 안정기의 교체가 간편하며 쉽게 설치하여 적용할 수 있는 UCD램프를 적용한 조명 장치를 제공하는 데 있다. 그리고 하나의 보조홀더에 다수개의 UCD램프가 설치되어 고출력의 밝기 제공이 가능하고, 한 쌍의 UCD램프 중 램프 한 개가 손상되더라도 역 점화 기능을 제공하는 안정기가 다른 하나의 UCD램프를 연속 작동되도록 함으로써 램프교체 주기가 비약적으로 연장된 UCD램프를 적용한 조명 장치를 제공하는 데 있다.

1.2 연구 목적

본 연구는 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위하여 창안된 것으로 다수의 램프에 의한 제논램프를 적용하여 적은 소비전력으로 더 밝은 빛을 방출하도록 구성된 고효율의 UCD램프를 적용한 조명 장치를 제공하고 다른 램프에 비하여 소비전력 및 수명 등 12가지 항목을 비교 분석하고자 하였으며 또한 목적은 광조명장치의 조명으로 낮은 소비전력으로 밝은 빛을 방출하는 UCD램프를 적용하여 사용전력을 절감하면서 선명한 빛을 발산할 수 있도록 하는데 있다. 그리고 종래의 실내 혹은 실외에 설치 구성되는 조명 장치의 경우 광도가 뛰어난 할로겐램프나 수은램프, LED 램프를 주로 광원으로 사용하였으나 이들보다 전력소비가 적고 긴 수명을 갖게 되면서도 뛰어난 광도를 갖는 광원에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 특히, 고 광도 램프의 경우 구동을 하기 위해서는 고전압이 필요하므로 이를 위해 안정기를 이용하게 되며 램프와 안정기의 수명에 한계가 있으므로 관리, 정비에 많은 노력과 비용이 소요되고 있는바, 램프 및 안정기의 교환주기가 길면서도 정비작업이 용이한 조명 장치의 연구개발이 절실할 것으로 생각 되었다.

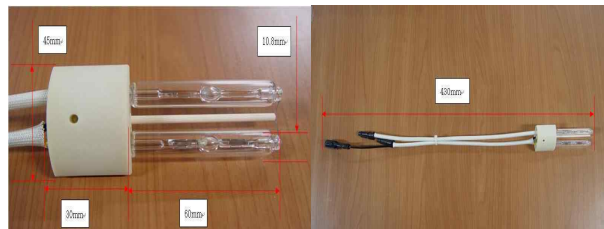
2. 관계 이론

2.1 초정압 방전 램프(UCD)

초정압 방전램프는 가스방전의 원리를 근간으로 하는데, 금속염제와 불활성기체가 채워진 관에 들어있는 두 개의 전극사이에서 등근호 모양의 빛이 만들어진다. 가스 방전관램프 원리는 새로운 것이 아니라, 여러 용도로 지난 70년간 이용되어 온 것이다.

하지만, 시대적인 고효율 정책과 지구환경 온난화 및 기술적 요구조건 때문에 가스 방전기술을 이용하기 위해 램프기술의 발전이 필요했다. 이런 필요성으로 인해, 전극간의 간격을 4.2mm로 만들어 주는 극소 가스 방전기술이 개발되었는데, 이런 새 기술을 마이크로 파워 제논광(MPXL)이라고 정의하고 있다. 이 램프는 할로젠 램프와는 달리 필라멘트가 없는 것이 특징이다. 고압의 전원을 공급해주며, 최적의 작동을 위해서는 빠른 점화장치와 Ballast(안정기)를 필요로 한다. 램프의 종류에 따라, 발광관내의 봉입가스 및 첨가물이 다르지만, 기본 구조는 거의 동일하다.

발광관은 프레임에 의해 외구내부에 견고하게 장착된 구조로 발광관 양단에는 방전이 쉽도록 특별히 고안된 전극이 있으며, 베이스를 통하여 전원이 공급된다.



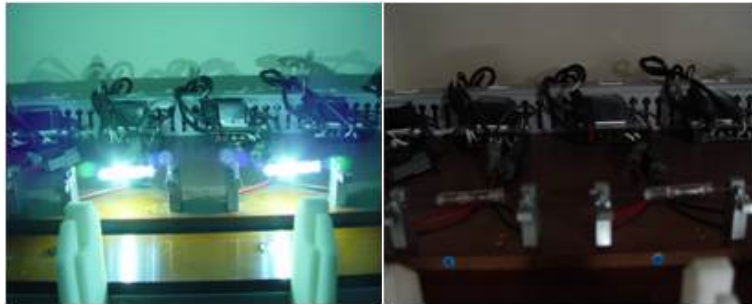
<그림 1> 램프실링시험

2.1.1 UCD램프 제작

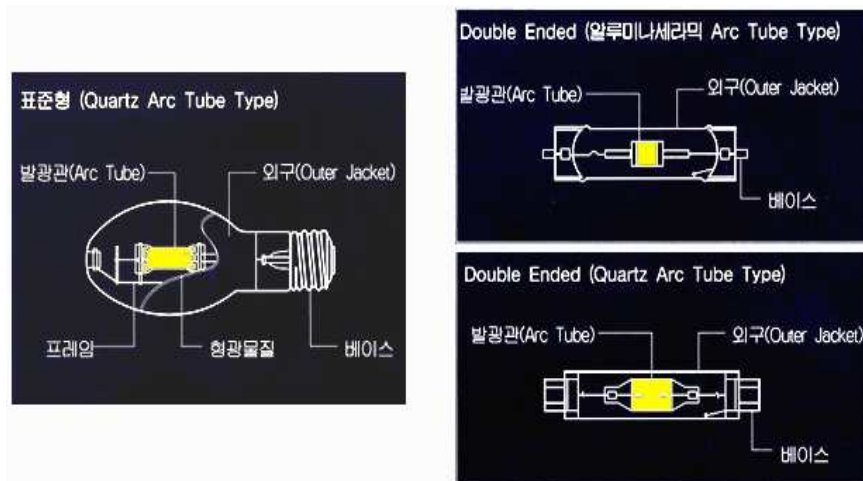
램프의 Shrinkage조건 개선을 통한 램프 수명과 연관성과 램프 상, 하부의 밀봉성능을 개선하여 램프 수명연장 그리고 내부 구조개선을 통한 방열 성능 향상으로 램프의 효율 상승을 꾀하려고 한다.



<그림 2> 실링완료램프



<그림 3> 램프 수명 시험 장치



<그림 4> Arc tube types

2.1.2 램프별 비교

<표 1>은 램프별 비교 분석에 보듯이 UCD 램프가 4가지 램프보다 우수한 것을 알 수 있었다. 소비전력의 경우는 기존 조도를 유지하면서 60~80%이상의 전기료를 및 초기 설치비를 절감할 수 있었고 또한 효율에서도 96.3(lm/w)이고 연색성은 88(Ra)로 자연관에 근접한 높은 연색성을 나타냈으며 중금속 함유여부에서는 0.0054mg으로 친 환경적 제품으로 나타났다. 그리고 사용 가능온도(-50℃~+85℃)는 러시아, 북유럽, 중 동 등 다양한 기후조건에 사용이 가능할 것으로 판단되고 수입의존도도 다른 제품보다 낮은 것으로 판단되며 또한 가격은 LED에 비하여 2배정도 싼 것으로 나타났다.

2.1.3 발광원리

UCD는 초정압 방전램프(Ultra Constant Discharge Lamp)의 약자로서 초정밀 방전 관 램프를 의미하며 방전관 내부에 제논 및 특수 Gas 와 금속화합물을 융합시켜 안정 기에서 발생하는 약 2만 볼트이상의 고전압으로 전자와 금속원자 를 충돌·방전시켜 발

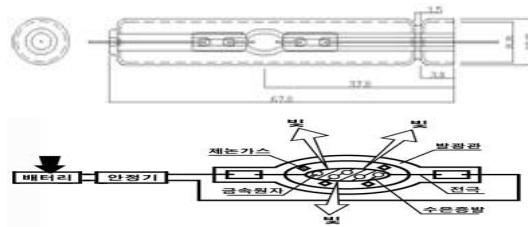
광시키는 시스템 그리고 UCD램프는 발광관내의 금속첨가물, 특수가스의 종류에 따라 다양한 색상 및 고연색성을 연출하기도 하고 세계 유일의 -50℃~85℃ 점등가능제품으로 UV차단 기능을 갖고 있고 기존 램프보다 발광량이 최고 3배 이상이며 50% 이상의 전력절감효과를 갖는 초절전이므로 미래의 에너지절약 측면과 수은함유량이 극히 적은 친환경적인 차세대 램프이다.

<표 1> 램프별 비교 분석표

구분	UCD 램프	저압 나트륨 램프	세라믹메탈 램프 (CDM)	무전극 형광램프	LED 램프	UCD의 주요 장점
소비전력 (W)	60W	91W	91W	70W	70W	기존 조도를 유지하면서 60-80% 이상의 전기료 및 초기 설치비 절감
수명 (Hour)	20,000	12,000	9,000	40,000	40,000	Dual system 적용으로 사용시간 연장에 따른 유지보수비용 절감
효율 (lm/w)	96.3	90	68	70	60	최고의 효율
연색성 (Ra)	88	28이상	65이상	86	-	자연광에 근접한 높은 연색성
중금속 함유여부	친환경적 (0.01mg)	수은(30 mg)	수은(5 mg)	수은(6 mg)	친환경적	환경 친화적 제품
해충 집중도	거의 없음	높음	높음	보통	보통	해충, 분진, 방지를 위한 최적설계
점등 부수장치	안정기 내장형 (전자식)	안정기 외장형 (자기식)	안정기 내장형 (전자식)	안정기 내장형 (전자식)	컨버터 내장형	안정기 수명 : 반영구적(60C)
점등 속도	순간점등	순간점등 불가 10분여 소요	순간점등 불가 10분여 소요	순간점등	순간점등	도로조명, 군사용 조명, 긴급 특수현 장소에 최적
사용 가능온도	-50℃~85℃	-20℃~40℃	-20℃~40℃	-15℃~50℃	-20℃~40℃	건시야, 복유량, 중동 등 다양한 기후조건에 사용가능
수입의존도	낮음	매우 높음	매우 높음	높음	매우 높음	자체 개발 및 국내생산
램프가격	90,000	54,000 (SOX-E)	35,000	280,000	700,000	참조CDM-대안리미팅
안정기가격	90,000	56,000 (교효율AL)	47,000	90,000	90,000	(주)이텍



Casing Dimension 67.0 x 10.8(mm)무게:70g



<그림 5> light emission basics

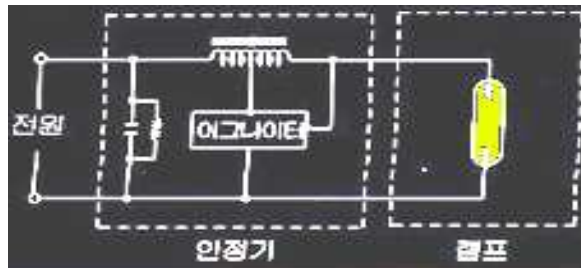
2.1.4 점등방식

초정압 방전램프를 점등하기 위해서는 백열램프와 달리 반드시 안정기가 필요하며, 램프를 시동시키는 방법에는 <그림 6> 와 <그림 7>같이 2가지 방식이 주로 사용된다.



<그림 6> Auxiliary electrode utilization in lighting circuitry

전원이 인가되면, 주 전극과 보조 전극사이에 미약한 방전이 발생하고 방전의 열로 주 전극간의 주 방전으로 발전시켜 램프를 시동시키는 방식으로 주로 수은에 채택된다.



<그림 7> Igniter utilization in lighting circuitry

점등 보조장치(이그나이터)를 사용하여 고전압 펄스를 발생시켜 램프를 점등하는 방식으로, 고압 나트륨 및 메탈 할라이드 램프에 이용된다.

2.1.5 Mercury 주입량

자동차용 방전램프에서 메탈 할라이드의 성분 및 조성비가 동일하다고 할 때 아크 튜브의 양단 사이에 걸리는 전압에 가장 큰 영향을 주는 요인이 수은 주입량이다. 수은 주입량의 설정에 있어서 아크 튜브 내에 봉입되는 수은의 량은 다음 식에 따른다.

$$Ve = l \cdot \frac{m^a}{d^b} + Vc$$

Ve : 관전 압 Vc : 음극강하,
 m : 수은 량 l : 전극간 거리,
 d : 관 내경 a : 0.7 b : 1.3

2.1.6 핵심 기술 원리

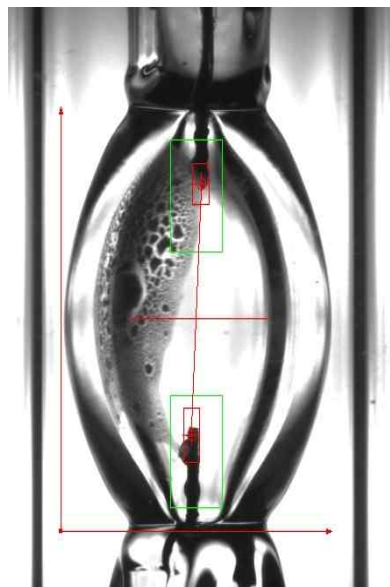
- 기본원리는 일정 체적의 발광관에 충전된 제논 및 특수Gas와 금속화합물을 융합시켜 Ballast(안정기)에서 발생하는 약2만 볼트이상 의 고전압으로 발광관 내부의 전자와 금속원자를 충돌·방전시켜 발광시키는 시스템임.
- Arc-tube 유리관을 일정한 두께로 제조하여 원형의 Arc-tube 내부에서 점등 시 발생하는 빛을 원형의 램프가 균일하게 방출되게 설계 함.
- Arc-tube내 전극을 일정한 간격 과 최적의 얼라이먼트 상태로 설계.
- Sealing 작업 시 외부공기와 차단된 상태에 서의 Sealing기술.
- Arc-tube 와 out jacket사이를 진공상태로 Sealing시키는 기술.
- Arc-tube 안의 특수Gas가 Leak되지 않게 양 끝단의 밀봉기술.

3. 실험 장치 및 실험 방법

3.1 실험 장치

3.1.1 UCD램프 AC 안정기 성능검사

<그림 8>은 AC 안정기의 성능검사를 하기위하여 UCD램프(60W)를 1시간 점등 후 Aging 실시 그리고 Aging 시간을 1시간 후 각 샘플의 입력, 출력을 측정해서 각 샘플의 입력, 출력 측정치를 비교 분석하였다. 측정실의 온도는 16℃로 측정하였고 측정기는 Digital power meter. [YOKOGAWA WT210]를 사용하였다.



<그림 8> UCD 램프 전극 검사화면

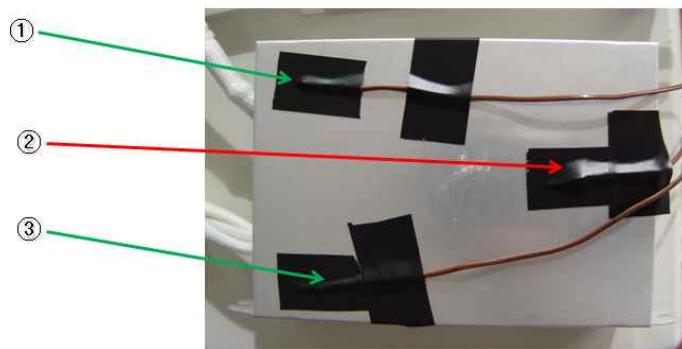
<표 2> 안정기 효율 분석표

샘플구분	내 용			
UCD안정기	I-1	222vx315m A=68.0w	70.3vx849m A=59.2w	87.05%
	I-2	222vx318m A=68.5w	70.1vx861m A=59.8w	87.29%
	I-3	222vx313m A=68.1w	70.3vx853m A=59.4w	87.22%
	I-4	222vx315m A=67.8w	69.9vx851m A=58.9w	86.87%
측정계측기	1.Digital Power Meter.(YOKOGAWA WT210)			
	2. UCD LAMP 60W			

<표 2>는 안정기 시험에서 효율 분석표에서 안정기는 입력, 출력이 일정하고 출력 전력도 60W 근접함을 알 수 있었으며 그리고 측정 효율 평균치는 87.10%를 나타낸 것을 확인 했다. 그리고 현재는 UCD램프 가 LED 램프보다 수명이 짧다는 데이터만 가지고 믿고 있지만 사실상 정확한 실험을 통하여 추후에 연구할 생각을 가지고 있다.

3.1.2 UCD 제논램프 AC 안정기 발열온도 측정

<그림 9>는 AC 안정기 발열온도를 측정하기 위하여 UCD LAMP 60W사용하였고 계측기는 온도 측정기를 사용하였다.



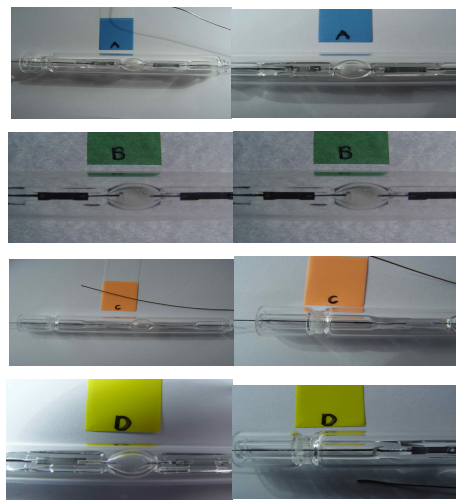
<그림 9> Ballast Sample UCD

측정방법은 알루미늄 케이스 외부에 온도 센서를 부착하여 발열온도 측정하고 케이스 외부의 동일지점 3곳을 3회 측정하였고 또한 초기 점등 시 부터 2시간동안 온도 측정을 실시한 것으로 <표 3>은 온도 측정 분석표 값을 나타낸 평균값이고 또한 상부-③이 가장 높은 값을 나타냈다.

<표 3> 온도 측정 분석표

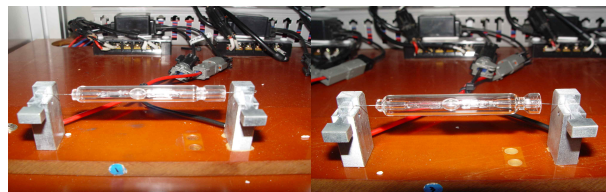
샘플	내 용		
	상부-①	상부-②	상부-③
UCD	47.9℃	48.4℃	49.3℃
측정계측기	온도측정기(YOKOGAWA)		
	UCD LAMP 60W		

3.1.3 UCD Lamp의 밀봉성능을 증기압 시험과 점등시험



<그림 10> 증기압 시험 후 UCD LAMP

UCD 램프의 시험을 하기위하여 조건을 주어서 밀봉성능을 테스트하였고< 그림 10 > 은 Lamp를 증기압 시험기에 121℃, 2기압, 습도100%의 조건에서 168hr's 증기압 시험 후 점등 확인하여 점등시험기에서 점등의 유무를 확인하여야 한다. <그림 11>은 측정하기위한 시료가 UCD LAMP(60W) 2개 그리고 안정기를 사용하고 2개의 증기압 시험 후 시편으로 점등시험을 하였다. 또한 시험 장비는 증기 압시험기(신뢰성실험기)와 점등 시험기를 사용하였다.



<그림 11> 증기압 시험 후 점등시험

UCD Lamp의 밀봉성능 평가를 위해 증기압 시험 후 수분침투 여부를 확인 결과 수분침투 현상이 발생하지 않아 밀봉성능은 100%로 판단되었고 또한 증기압 시험 후 점등 이상 유무 확인 시료가 이상 없이 점등됨을 알 수 있었다. 최종 시험결과는 UCD Lamp의 밀봉성능 평가를 위한 증기압 시험 후 점등시험 Lamp의 밀봉성능은 완전함을 알 수 있다.

3.2 실험 방법

본 연구에서는 광도 측정에서 발생하는 온도와 밝기에 대해서 Sample UCD 60W와 시중에 나와 있는 일반 램프를 비교 평가하기 위해서 야간에 측정하였다. 비교 제품의 광도 측정을 위한 조건은 <표 4>와 같다.

<표 4> Conditions of the experiment

	UCD 60W	저압나트륨램프 91W	Notes
Test voltage	13.5V		Tested 5 times each at night and day
Lamp voltage	85±10V		
Lamp wattage	35±3W		
Luminous temperature	inside of lamp		
Luminous illumination measurement distance	3m		

3.2.1 측정 장비

밝기 측정은 광도 측정기를 사용했고 온도는 디지털 온도계를 사용하였으며 측정기의 상세 사양은 <표 5>와 같다.

<표 5> Measurement instrument classification

No	atheroma	content
1	display	3-3/4 digit LCD with bar graph indication
2	measuring Range	40, 400, 4000, 40000, 400000 Lux
3	Over range Display	High test digit of (1) is displayed
4	Resolution	0.01 Lux
5	Accuracy	±3% rdg ± 5 dgt
6	CIE Photopic f'1	≤6%
7	Operating	±0.1%/°C



(a) Photometer



(b) Temperature

<그림 13> Photometer and temperature measurement instrument

3.3 UCD STB형 60W 등기구 극한 실험 방법

본 연구에서는 등기구 STB형 60W 극한 및 습도실험으로 고압 방전 램프 중에서 상용화되고 있는 지를 확인하여 향상된 제품개발목적으로 <그림 14>는 -50℃ 극한실험과 80℃ 습도 98% 실험하기 위해 Sample 를 제작하여 비교 실험을 한 결과 UCD 램프가 일반램프보다도 효율 면에서 96.3 lm/w 으로 가장 우수한 결과를 나타냈으며 또한 극한실험과 습도 98%의 실험에서도 가장 낮은 온도에서 견딜 수 있어서 러시아, 북유럽, 중동 등 다양한 기후조건에 사용이 가능할 것으로 실험에서 알 수 있었다.



<그림 14> 극한실험과 습도실험

3.4 램프별 비교 분석치

<표 6>은 UCD램프 포함 6개의 램프를 12개 항목을 비교 분석한 값으로서 모든 항목에서는 UCD램프가 가장 우수하게 나타났지만 한 항목 수명에서는 LED 램프가 UCD 램프보다 2배가량 오래 지속되는 것으로 분석되었다. 이 부분은 향후 연구 과제로 추진해 볼 만한 것으로 생각된다.

<표 6> 램프별 비교 분석치

적용	램프	안정기	효율 (lm/W)	광량대비 실제수명 (UCD기준)	연색성	수명 (시간)	사용 온도	점등 속도	원산지	환경	실내 (소형)	실외 (대형)
할로겐		불필요	20	3 Set 1,950W	100	1,000	-50~ 95 ℃	즉시	수입 중국	2011년 생산중단	적합 (저효율)	부적합
형광등			37	10 Set 400W	82	3,000	-20~ 50 ℃	즉시	국산 수입	중금속함유 2013년 생산중단	적합	부적합
메탈등			68	1 Set 250W	65	8,000	-20~ 50 ℃	5~10 분	국산 수입	중금속 (수은30mg)	부적합	적합 (저효율)
코스모 폴리스			110	1 Set 250W	65	8,000	-20~ 50 ℃	5~10 분	수입	중금속 (수은15mg)	부적합	적합
무전극 형광등			70	2 Set 300W	86	40,000	-20~ 50 ℃	즉시	국산 수입	중금속 (수은6mg)	적합	부적합
LED			60	2 Set 260W	-	40,000	-20~ 40 ℃	즉시	수입	친환경	최적합	부적합
UCD			99.7	1 Set 120W	90	10,000	-50~ 85 ℃	즉시	국산	친환경 (0.0054mg) 무수은램프	최적합	최적합

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 나트륨 램프 및 LED 램프 가로등과 UCD 60W 비교

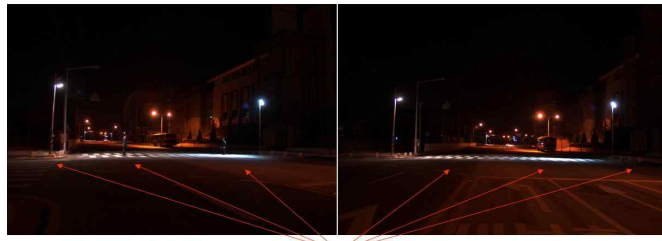
본 실험에서 사용한 Sample 발광 조도는 나트륨 250W와 UCD 60W를 비교한 것으로 이 값은 한국전기전자시험연구원에 의뢰하여 나온 값으로서 신용도는 100%임을 확인할 수 있다. <그림 15>은 변경 전 나트륨 250W짜리 24개의 가로등과 함께 인도용 150W 14개를 설치한 전주 추천대교를 촬영한 것이고 또한 옆 그림의 경우는 변경 후 UCD 120W의 사진으로서, 가로등과 인도용을 겸용 설치 후 촬영한 사진이다. 여기서 보듯이 <그림 22>의 경우는 나트륨 250W x 24=6,000W 및 인도용 150W x 14x2=4,200W포함해서 총 10,200W의 전력이 소비되는 것을 알 수 있는 반면에 UCD 120W의 경우는 120W x 24 = 2,880W이므로 가로등만 확인하여도 약52%의 전력을 줄일 수 있는 것을 알 수 있다. 또한 인도용까지 포함 한다면 총 72%의 전력을 절감할 수 있다.



<그림 15> 나트륨 250W 대비 UCD120W 설치사진 (설치 전 시뮬레이션 전주시 추천대교)

4.2 UCD 램프 가로등과 LED 램프 비교

<그림 16>의 경우 실험에서 사용한 Sample은 UCD 60W와 LED 132W를 비교한 것으로서 LED의 경우는 효율60lm/W가 나오는데 비해 UCD의 경우는 99.7lm/W이므로 LED의 경우 2/3정도의 효율이 미치지 못하고 있고 또한 연색성의 경우는 LED는 수치가 나오지 않는 대신 UCD는 90Ra로서 가장 자연광에 근접하는 것을 알 수 있고 또한 UCD의 경우 친환경(0.0054mg)적인 무수은 램프이다. 그리고 LED의 경우 점등 가능한 온도는 -20℃~40℃인 반면에 UCD는 -60℃~85℃인 것을 볼 때 러시아나 북유럽 및 무더운 중동지방에서도 대체 활용이 높다는 것을 알 수 있다. 또한 LED는 원천특허 및 수입제품인 반면 UCD의 경우 순수 우리나라 자체적으로 연구 개발된 국제 특허제품으로 현재 전 세계적으로 수출을 하고 있다. 2011년부터는 상당한 외화를 벌어들일 수 있을 것으로 판단된다.



<그림 16> UCD 60 W와 LED 132W 설치 실물 사진

4.3 UCD와 각 램프의 소비전력 대비

효율비교

<표 7> 각 램프 소비전력 효율 비교



<표 7> 에서 보듯이 9가지 램프에 대하여 효율과 소비전력을 확인한 결과 효율과 전력소비에 상당한 차이가 나는 것을 확인할 수가 있었다. UCD램프의 경우는 효율이 99lm을 나타내고 있는 반면 그 다음으로 효율이 좋은 고압 나트륨 램프도 90lm를 나타내고 있지만 긴 수명과 절전 그리고 시인성이 뛰어난 UCD 램프가 8가지 램프 중에서도 효율과 전력소비에서도 가장 높은 고효율을 자랑하고 또한 전력소비는 다른 8가지 램프보다 2배 이상의 전력을 감소시킬 수 있으므로 우리나라 및 전 세계의 전력소모를 줄일 수 있는 계기가 될 것으로 판단된다.

4.4 UCD 램프 60W와 나트륨램프 250W의 밝기 조도측정



<그림 17> 밝기 측정

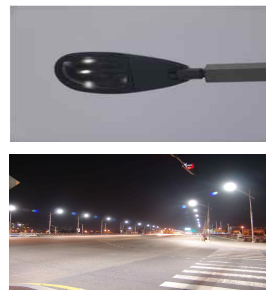
<그림 17>은 UCD 램프 120W와 기존에 설치되어 있는 나트륨 램프 250W를 공장 건물 높이 9m에 설치하여 놓고 측정기로 측정을 3회 실시하였다. 그 결과 UCD 램프 120W는 81Lux가 측정되었고 또한 나트륨램프 250W는 69Lux를 나타내었다. 각각의 램프성능의 비교분석으로 밝기 및 시인성과 소비전력의 차이를 확인할 수 있다.

4.5 UCD 램프 60W와 LED 램프 216W의 밝기 광도 측정

<그림 18>과 <그림 19>는 2009년 9월에 전남 여수 항만청 앞에 설치된 LED 램프와 UCD 램프 밝기를 촬영한 사진으로 밝기 광도가 눈으로 확연히 나타날 정도로 많은 차이가 나타나는 것을 알 수 있었다. 현재 우리나라는 LED의 열풍 속에 상당히 각광을 받고 있지만 실지로는 외국의 수입부품에 의존하기 때문에 외화 낭비뿐만 아니고 전력소모가 많은 것을 감안한다면 UCD 램프로 설치 전환 시 외화절감 및 전력감소로 연간 LED 수입료와 816억을 절감할 수 있으리라 판단된다.



<그림 18>LED 램프와 밝기



<그림 19> UCD 램프와 밝기

4.6 우리나라 가로등과 보안등 분포현황과 연간 전력절감 현황

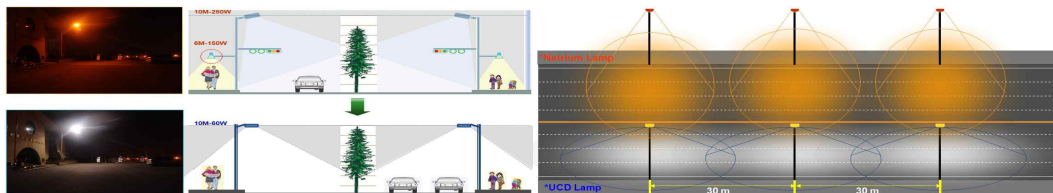
Table 8의 경우는 2008년 10월6일 국회 국정감사 제출(홍장표 국회의원)자료로서 가로등과 보안등의 우리나라의 도시별 수량으로서 총 2,432,558개로서 나트륨램프 250W와 UCD 램프120W로 교환 기준으로 1일 10시간 365일(1년간)가동한 것으로서 우리나라가 UCD램프로 가로등과 보안등이 교환한다면 연간 816억 정도를 절감할 수 있는 획기적인 초절전 고효율 램프가 개발된 것이라고 생각할 수 있다. 단지 LED 램프에 비하여 수명이 약1/2정도 밖에 안 된다는 단점을 가진 것 외에는 다른 램프보다 매우 우수하며 또한 시인성이 뛰어난 자연광으로서 혁신적인 지구온난화 및 저탄소 녹색성장 에 기여 할 수 있을 것으로 예상된다.

<표 8> 가로등과 보안등 수량 및 년 간 전력절감



4.7 UCD램프와 나트륨램프의 비교제안(1)

<그림 20>은 편도 2차선에 가로등을 설치하여 실험한 것으로 나트륨램프 높이 10m에 250W를 설치하여 광도를 측정한 것으로 자연광 및 시인성 부족과 등기구 조사 각사이에 다크 존이 발생되어 밝기의 연속성이 결여된 어두운 느낌이 드는 것을 볼 수 있다. 그런가하면 UCD램프는 동일조건에서 60W램프를 사용하여 타원형의 조사각도를 활용하여 어두운 부분을 개선하여 적절한 밝기와 연속성을 활용하여 시야도 넓게 비추는 것을 알 수 있었다. 이것을 볼 때 설치하기 전 나트륨램프의 경우는 250W +150W=400W 소비된 반면 설치 후 UCD램프는 60W의 소비전력으로 약 85% 절감할 수 있는 획기적인 제안이다.

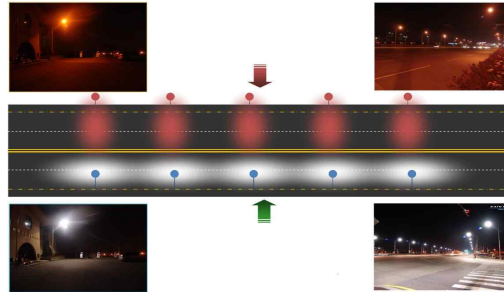


<그림 20>나트륨램프와 UCD램프의 조사각도 개선

4.8 UCD램프와 나트륨램프의 비교 제안(2)

<그림 21>는 현 가로등과 개선 가로등을 기준으로 나타낸 것이며 현 가로등은 10M-400W(편도 5 차선)과 10M-250W(편도 2차선) 그리고 8M-150W의 설치사례와 개선 가로등 10M-120W(편도 5차선)과 10M-60W(편도2차선) 그리고 8M-60W 으로 변경 개선된 가로등 설치제안이다.

현 가로등과 개선 가로등의 경우 적은 전력으로 자연광에 가깝고 훨씬 광도가 좋기 때문에 기존의 가로등을 개선된 UCD 가로등으로 전환 시 엄청난 전력을 감소할 수 있고 또한 맑은 시인 성과 조명예술의 도시로 탈바꿈 할 수 있는 전환점의 계기가 될 것이다.



<그림 21> 기존 가로등과 개선 가로등 측정

5. 결 론

본 연구에서는 상용화 되고 있는 가로등에 대한 초 정압 방전램프(Ultra Constant Discharge Lamp)에 사용되는 UCD 램프를 실험 재료로, 부품에 요구되는 조건을 만족시키면서 램프의 구조 변경을 이용한 UCD 램프와 나트륨램프를 비교 분석한 것으로 보다 합리적으로 경제적인 제품 선정과 기술향상에 따른 기준을 제시하고 자, Sample 제작과 데이터를 분석한 결과 다음 과 같은 결론을 얻었다.

- ① 기존 나트륨램프와 개발 된 UCD램프는 발광조도 및 발광온도 측정결과에서 UCD 램프는 높은 연색성 90(Ra)이상 그리고 세계 유일의 $-60^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ 점등 제품이고 또한 가장 시인성이 우수한 자연광으로 넓은 가시성(UV차단)가지고 있는 매우 우수한 제품이다.
- ② 80°C , 습도 98%하에서 동작유무 및 누수 여부 확인(약 1시간 정도) 그리고 -60°C 등기구(STB형-60W) 혹독한 극한실험에서도 최고의 효율과 성능을 가진 제품으로 북유럽이나 러시아에서도 상당히 우수한 평가를 받고 있음.
- ③ 이 UCD램프는 순수 한국제품으로서 저탄소 녹색성장과 초절전친환경(초극소량의 수은함유)제품으로 현재 우리나라에서 강조하는 녹색성장 제품으로 유일한 것이라고 판단된다.

6. 참고 문헌

- [1] Rajaraman, Kapil, Kushner, Mark J, "A Monte Carlo simulation of radiation trapping in electrodeless gas discharge lamps", Journal of physics D, applied physics, Vol.37, No.13, pp.1780~1791, 2004.
- [2] Jan van Dijk, Bart Hartgers, Jeroen Jonkers and Joost van der Mullen, "A collisional radiative model for mercury in high-current discharges", Journal of physics D, applied physics, Vol.33 No.21, pp.2798~2806, 2000.
- [3] Oleg Popov and Jakob Maya, "Characteristics of electrodeless ferrite free fluorescent lamp operated at frequencies of 1-15 MHz", Plasma sources science & technology, Vol.9 No.2, pp.227~237, 2000.
- [4] J Jonkers, M Bakker and J A M van der Mullen "Absorption measurements on a low pressure, inductively coupled, argon mercury discharge for lighting purposes:1. The gas temperature and argon metastable states density", Journal of physics D, applied physics, Vol.30 No.13, pp.1928~1933, 1997.
- [5] S Kitsinelis, R Devonshire, M Jinno, K H Loo, D A Stone and R C Tozer, "Relative enhancement of near-UV emission from a pulsed low-pressure mercury discharge lamp, using a rare gas mixture", Journal of physics D, applied physics, Vol.37 No.12, pp.1630~1638, 2004.
- [6] Depond, J.M., "High voltage, mercury-free fluorescent lamps with cold cathodes: state of art and future developments", Industry Applications Conference, 2000. Conference Record of the 2000 IEEE, Vol.5, pp.3322~3325, 2000.
- [7] M Born, "Physics of mercury free high pressure discharge lamps", Plasma sources science & technology, Vol.11 No.3, pp.A55~A63, 2002.
- [8] David W. Oxtoby, Wade A. Freeman, Toby F. Block, "Science of change", pp.611~614, 2001.

저 자 소 개

정 풍 기



현(주)카이젠 대표이사로 재직 중이며 군장대학교 조선해양과 겸임교수. 공학석사, 박사수료. 주요관심분야는 광분석 및 광소재개발, 복합 재료 분야 등이다.

김 영 철



현 군산대학교 기계공학부 부교수로 재직 중이며 공학석사, 공학박사. 주요관심분야는 메카트로닉스, 재활보조공학, 조선해양공학, 광소재 개발 분야 등이다.