



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

공항 외곽 보안시스템의
적정운영을 위한 조명설계

濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

電氣工學 專攻

高 永 一

2010

碩士學位論文

공항 외곽 보안시스템의
적정운영을 위한 조명설계

指導教授 吳 性 寶

濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

高 永 一

2010

공항 외곽 보안시스템의 적정운영을 위한 조명설계

指導教授 吳 性 寶

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2010 年 12 月 日

濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科 電氣工學 專攻

高 永 一

高永一의 工學 碩士學位 論文을 認准함.

2010 年 12 月 日

委員長 李 開 明



委員 左 宗 根



委員 吳 性 寶



목 차

LIST OF FIGURES	ii
LIST OF TABLES	iv
SUMMARY	v
I. 서 론	1
II. 보안시스템 및 조명설비 현황	3
1. 보안시스템 구성	3
2. CCTV 카메라 설비	4
3. 보안등 설비	9
III. 외곽 보안설비의 조명분석	11
1. 광원 및 등기구의 선정	11
2. 조도기준	15
3. Mock-up을 통한 조도분석	17
4. CCTV 화면분석	26
IV. 조명 시뮬레이션	29
1. 조명 모델링	29
2. 조명 시뮬레이션 분석	34
V. 결과 및 고찰	35
VI. 결론	37
참 고 문 헌	38

LIST OF FIGURES

Fig. 1 Configuration of security systems	4
Fig. 2 Type of outdoor cameras	5
Fig. 3 The High Sensitivity of Camera Operation range	7
Fig. 4 The installed CCTV camera	8
Fig. 5 The installed security lights	9
Fig. 6 The CCTV monitor according to counterlight	10
Fig. 7 Type of LED light sources	12
Fig. 8 Type of LED luminaires	12
Fig. 9 The installed security luminaire	17
Fig. 10 The luminaire used by mock-up	18
Fig. 11 The comparison of floodlights	19
Fig. 12 The arrangement of mock-up	21
Fig. 13 The arrangement of security equipment	22
Fig. 14 The measurement area by mock-up	23
Fig. 15 CCTV monitor according to luminaire install	27
Fig. 16 The perspective plan to simulation	29
Fig. 17 Distribution curve of luminous intensity in LED 30W	30
Fig. 18 The simulation results in LED 30W	30
Fig. 19 Distribution curve of luminous intensity in LED 60W	31
Fig. 20 The simulation results in LED 60W	31
Fig. 21 The simulation results in LED 30W and 60W	32

Fig. 22 Distribution curve of luminous intensity in LED 130W 33

Fig. 23 The simulation results in LED 130W 33



LIST OF TABLES

Table 1 Specifications of HITACHI Camera	6
Table 2 The tested data of LED luminaires	13
Table 3 The comparison of light source characteristics	13
Table 4 The assessment of economics	14
Table 5 The assessment of LED luminaires	14
Table 6 Standard illuminance of KS	15
Table 7 The area according to luminaires height	15
Table 8 The comparison of illuminances in LED 30W	20
Table 9 The illuminance analysis by installed method	24
Table 10 The results by mock-up	35
Table 11 The results by simulation	36

Illumination Design for Adaptable Operation of Fence Security System

Young-Il Go

Department of Electrical and Electronic Engineering

Graduate School of Industry

Jeju National University

Supervised by professor Seong-Bo Oh

Summary

Security lighting is installed to enhance the security of people and property. To achieve this objective, it is designed to allow guards to search a large area, either by direct visual surveillance or, indirectly, by closed-circuit television(CCTV) surveillance. The basic principles of security lighting is to provide enough light over the secure area so that anyone moving in or around it can be seen easily. Most CCTV camera manufacturers specify a minimum illuminance needed for their cameras to produce a clear picture. These illuminances are usually given for sodium lamp, and proper illuminance will be required for LED light source. The designer of area lighting should

consider a choice of the number of poles, the number of luminaires attached to each pole, the wattage and type of lamp to be used and the mounting height of the luminaires. This paper describes illuminance analysis for adaptable operation of fence security systems through the actual measurement of illuminance by mock-up, and illuminance design to obtain proper illuminance value to keep brightness able to confirm objects considering characteristics of CCTV monitor by simulation.



I. 서 론

공항 외곽의 울타리와 보안등은 항공기 이착륙을 돕는 항행안전시설 등의 국가 중요시설을 보호하고 외부인의 침입을 감시할 목적으로 설치되었다. 일반적으로 울타리 안쪽은 외곽 경비도로가 설치되어 경비차량의 이동을 돕고 울타리 바깥은 농로 등이 설치되어 있다. 공항의 보안시스템은 대통령훈령 제 28호의 개정('00. 3. 1)으로 공항 방호책임이 시설장 체제로 변경됨에 따라 공항지역에 배치된 전투경찰의 철수계획 일환으로 외곽 울타리지역의 경비체제를 인적경비에서 과학화 경비로 전환하였다. 또한 경비인력의 최소화 방안으로 CCTV(Closed circuit television) 카메라를 설치하여 24시간 외곽 울타리 지역을 상황실에서 모니터로 실시간 감시하고 있다. 이러한 외곽경비과학화시스템용 CCTV카메라의 성능은 기술의 발달로 낮은 조도환경에서도 사물을 칼라로 감지하고 영상추적 감시시스템 등 기능이 향상되고 있다. 이에 반하여 공항 외곽지역에 설치된 보안등 설비는 경비과학화 이전에 설치되어 인적경비의 조도환경을 갖추고 있다. 공항 외곽 울타리 주변에 설치되어 있는 보안등 설비를 살펴보면 등주 하나에 250W 고압나트륨램프를 사용한 투광등 두개를 양방향으로 설치하였고 등주간의 거리는 45~50m이다. 이때 CCTV카메라를 향하는 보안등은 상황실내 감시모니터를 감시하는 감시자에게 역광으로 인한 눈부심을 일으키고 사물인식에 지장을 초래시킨다. 이러한 문제점을 해소하기 위하여 카메라를 향하는 등기구에 반사갓을 부착하여 빛의 확산을 방지하고 등기구 각도를 하향시켰다. 이때 바닥에 집중된 밝은 빛으로 불균일한 조도환경이 조성되고 카메라는 상대적으로 높은 바닥면의 빛으로 역광의 상태는 가중된다. 이와 같은 현상은 인적경비에서 경비과학화시스템으로 개량한 유사지역에도 유사한 상황이 발생되어 에너지 관리측면에서 비효율적이고 보안감시

활동에도 지장을 초래한다[1]. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하고 효율적인 외곽 감시를 수행할 수 있도록 경비과학화시스템에 적합한 등기구 선정과 균일한 조도환경을 조성하고자 하였다. 등기구 선정에 있어 최근 녹색성장정책의 일환으로 많이 사용되고 있는 고효율의 LED 조명을 용량을 달리하여 적용하였다. 외곽 울타리 지역 중 조명설비의 부적절한 적용으로 모니터에 눈부심이 심한 약 208m 울타리 지역을 선정하여 LED 광원의 용량을 변화시키며 등기구의 각도, 등주간의 거리, 등기구의 취부높이를 조정하고 광원의 색깔 변화에 따른 Mock-up(현장 모의실험)으로 감시모니터에 발생하는 눈부심을 해소시키고자 하였다. 또한 Mock-up 조건에 따른 CCTV 화면분석과 조도값을 바탕으로 공항 외곽지역과 유사한 조건으로 조명 모델링하고 30W, 60W, 130W LED 광원을 이용한 시뮬레이션 실시로 공항 외곽 보안시스템의 적정 운영을 위한 조명설계안을 제시하고자 한다[2].

II. 보안시스템 및 조명설비 현황

공항과 같이 국가중요시설의 외곽 울타리 보안등 설비는 경비과학화 이전에 설치된 조명등이 대부분으로 일반적으로 인적경비에 적합하게 투광성이 높고 황백색의 빛을 발하며 효율이 높은 고압나트륨등이 설치되었다. 하지만 인적 경비체제에 맞춘 조명설비는 첨단 영상 카메라와 보안장비를 갖춘 경비과학화시스템에 적정하게 설치되지 못했으며 카메라를 향하는 보안등과 상대적으로 밝은 주변의 다양한 빛으로 인하여 감시모니터를 바라보는 감시자는 사물 식별에 있어 눈의 피로 등 여러 가지 장애요인이 되고 있다. 또한 감시자는 명확한 사물식별을 위하여 카메라의 줌기능을 이용하여 피사체에 초점을 맞추어 사물을 확인하는데 이때 소요되는 시간으로 인하여 감시능률 저하를 초래하고 있다.

1. 보안시스템의 구성

최첨단의 보안시스템을 구성하기 위하여 감시용 카메라의 기술은 하루가 다르게 발전되면서 인적경비의 일반 기준 조도보다 상대적으로 낮은 조도에서도 고감도의 화상으로 사물을 포착하고 있다. 최근의 CCTV는 DVR을 사용하여 CCTV에 입력되는 비디오의 아날로그 신호를 영상 캡처보드에서 캡처하여 컴퓨터 하드디스크에 고화질의 디지털 신호로 바꾸어 압축, 저장했다가 녹화된 디지털 영상을 사용자가 순간 검색 할 수 있는 녹화 및 검색기능과 여러대의 카메라 영상을 1대의 모니터에서 분할하여 감시할 수 있도록 한 모니터링 기능, 원격지에서도 전화선이나, LAN, 인터넷상에서 녹화검색 및 실시간 화면을 감시할 수 있는 화상전송기능을 수용할 수 있도록 되어있다. Fig. 1과 같이 CCTV시스템의 기본구조는 피사체 및 이것을 촬영하여 전기적 신호로 변환하는 촬영부, 이 전기신호를 원격지에 전송하는 전송부, 전송되어 온 영상신호를

재생 표시하는 수상부로 크게 3가지로 구성되어 있음을 보여준다.

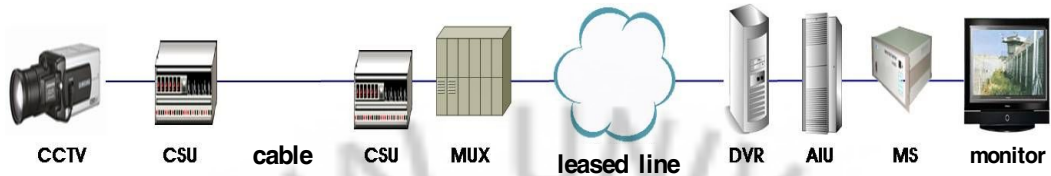


Fig. 1 Configuration of security systems

2. CCTV 카메라 설비

옥외에서 사용되는 카메라중 시중에 유통되고 있는 카메라는 상당히 많은 종류의 카메라가 있다. 여러 종류의 카메라가 유통되고 있는 이유는 CCTV카메라의 적용범위가 그만큼 다양하다는 뜻도 된다. 적용범위에 따라서 카메라 선택을 하여야 된다는 것이다. 카메라 설치장소가 실외인 경우는 방수기능이 필수적이며, 원거리를 감시해야 할 상황인 경우가 많다. 이 경우 흔히 박스형태의 마운트형 카메라 및 줌일체형 카메라등이 쓰이게 된다. 또 칼라 카메라 보다는 흑백카메라가 가격면에서 더 유리하지만, 화질차이가 어느정도 난다고 봐야 한다. Fig. 2와 같은 카메라들을 방수기능이 있는 하우징안에 주로 넣어 사용된다. 옥외에 설치되는 카메라에 하우징을 사용하는 이유는 비바람에도 견뎌야 하고 고온 다습한 기후나 추운 기후에도 카메라가 견뎌야 하기 때문이다[3].



(a) Mounted type (b) All-in-one zoom lens type (c) Zoom & pan-tilt type

Fig. 2 Type of outdoor cameras

(a) 마운트형 카메라 : 가장 일반적으로 사용되며, 실외 및 실내에 어느 공간이나 적용 가능한 편이다. 렌즈 일체형 카메라와는 달리 마운트형 카메라는 현장에 맞는 렌즈를 별도 구매하여야 하며, 방수기능을 갖춘 하우징을 씌워야 한다. 렌즈는 상당히 많은 종류의 렌즈가 시중에 유통되고 있다.

(b) 줌일체형 카메라 : 마운트형 카메라에 줌렌즈가 붙어나오는 형태라고 보면 된다. 마운트카메라가 가지는 기능을 모두 가지면서, zoom in, zoom out 기능을 가진 카메라이다.

(c) 줌·팬틸트 카메라 : 줌일체형 카메라에 팬틸트 드라이버가 부착되어 있으므로, 좌우 상하 회전이 가능하여 보다 넓은 감시범위를 가질 수 있다.

이러한 다양한 카메라는 광이 없으면 촬영할 수 없으며 어느 정도의 광으로 촬영할 수 있는가를 숫자로 나타낸 것을 감도라 하며 수치가 적을수록 감도가 좋다. 감시용에서는 대개 눈으로 구별할 수 있는 IRE(20/30/40)를 기준으로 하여 조도를 측정하고 그에 따른 수치로 표시할 수 있다. 보통 흑백카메라의 경우 0.2Lux 이하, 칼라카메라는 1Lux이하의 제품을 쓰고 있다. 이러한 다양한 카메라는 공항과 같이 넓은 장소에 외곽 감시용으로 설치되어 운영중에

있으며 용도에 따라 다양한 방법으로 효율적 적용되고 있다. 순수감시 기능 이외에 CCTV는 변환기, 근접장치 등의 경고 장치로 광범위하게 사용되며 현장의 특정부분을 자세하게 분석 하고 측정할 수 있는 데이터로 수신신호가 자동으로 변환되는 장치로도 사용된다. 공항에서 사용되는 카메라는 인적경비의 일반 기준조도보다 상대적으로 낮은 조도에서도 고감도의 화상으로 사물을 포착하고 있으며, 경비시스템용 CCTV 카메라의 성능은 Table 1과 같다. 주변 여건에 따라 고감도의 카메라는 칼라로 사물을 감지하는 최소 조도는 x32 F1.4에서 0.006Lux로 적은 조도값을 나타내고 있다[4].

Table 1 Specifications of HITACHI Camera

Spec.	KP-D531
Sensitivity Color Black & White	0.006 Lux (x32 F1.4) 0.0006 Lux (x32 F1.4)
Imaging device	1/2-inch CCD
Sensitivity setting	ON/OFF/AUTO AUTO x2,4,6,8,10,12,16,32 MANUAL Same as above
Power supply	117 VAC±10%, 60Hz 230 VAC±10%, 50Hz

Fig. 3은 공항에 설치되어 있는 고감도의 카메라 HITACHI KP-D531의 기능에 따라 칼라 또는 흑백으로 사물을 감지할 수 있는 최소 조도값을 나타내고 있는데, 일반카메라에 비하여 고감도의 카메라는 0.1Lux이하에서도 기능선택에 따라 사물감지 능력이 뛰어난 것을 나타내고 있다. 이런 변화되는 CCTV 시스템은 현재의 외곽경비 시스템 교체시 다양하게 적용되고 있으며 카메라 비취는 적정조도는 CCTV의 주요기능에 추가적으로 외곽경비의 효율적 운영을 도모하고 있다.

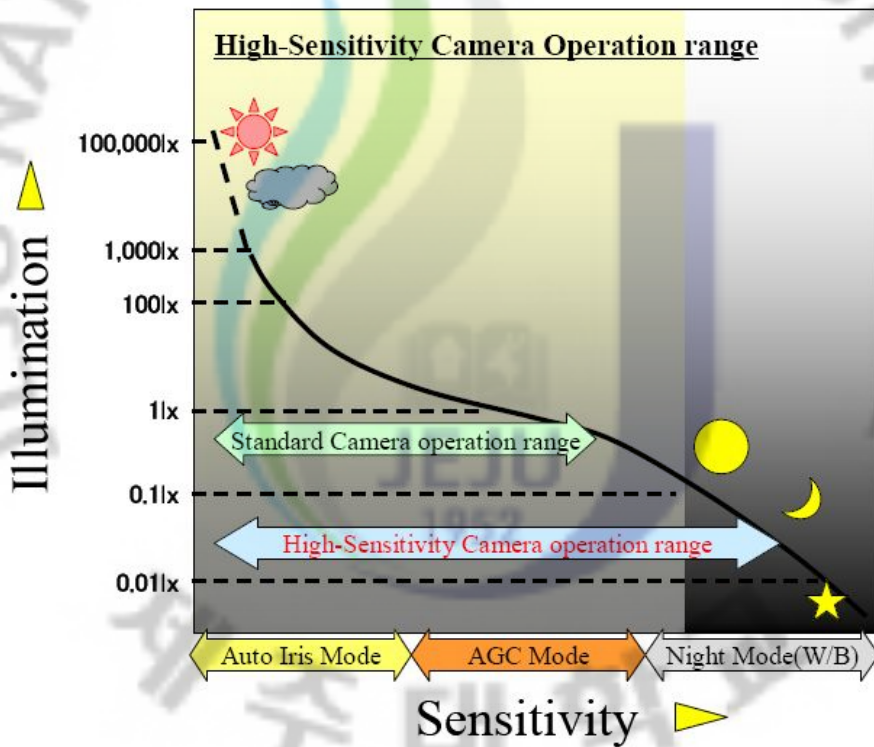


Fig. 3 The High sensitivity of camera operation range

또한 예전의 CCTV는 VCR에 녹화된 기능을 DVR기능으로 바뀐 부분밖에 없었으나 현재의 CCTV 시스템은 카메라, 전송장비, 영상전송장비, CCTV 전용 통신망, 통합관제시스템 구성 등 다양하게 변화되고 있다. Fig. 4는 이러한 기능을 갖춘 CCTV로 공항내 현장설치 사진이다.



Fig. 4 The installed CCTV camera

3. 보안등 설비

조명은 장소 및 활동유형에 따라 조도기준이 설정되므로 적정조도에 의한 작업 능률의 극대화, 에너지 관리의 효율화를 이룰수 있고, 그 외에도 조도 및 그 분포, 눈부심, 그림자, 광색 등을 고려하여 조명설비의 설계는 이루어져야 한다. 공항내 외곽 울타리의 보안등 설비는 대체로 Fig. 5과 같이 인적경비체계에 맞추어 설치되면서 투광성 높고 황백색의 빛을 발하며 효율이 높은 250W 고압나트륨램프의 광원이 일반적으로 사용되었다. 이러한 보안등 설비의 문제점은 빛의 확산으로 인한 울타리 주변 농작물의 성장에 피해를 주고 외부에 노출된 반사갓은 강풍에 취약하여 조명보수율도 증가된다.



Fig. 5 The installed security lights

또한 기존의 인적 경비체제에 맞춘 조명설계는 경비과학화시스템의 CCTV를 고려하지 않은 설비로 구성되어 경비요원의 현장 감시에는 적합할 수 있으나 일부 지역은 카메라를 향하는 강한 역광과 불균일한 수평면조도 때문에 Fig. 6과 같이 CCTV 모니터에서는 눈부심으로 인한 사물식별이 어려워 공항 보안시스템의 적정운영에 있어 문제점으로 적절한 대책이 요구된다.



Fig. 6 The CCTV monitor according to counterlight

Ⅲ. 보안설비의 조명분석

보안설비의 합리적인 조도개선을 위하여 카메라에 필요한 적정조도 분석 및 Mock-up을 통한 감시자에게 눈부심이 적고 피로도가 적은 향상된 조명설계가 필요하다. 이를 위하여 신기술의 고효율 광원에 의한 조명과 CCTV 카메라에 비치는 역광현상이나 감시 모니터에서 눈부심 없이 사물을 인지할 수 있도록 균일한 조도분포로 조명설계가 이루어져야 한다.[5]

1. 광원 및 등기구의 선정

등기구는 광원으로부터 나오는 빛을 제어하여 효과적인 배광, 램프의 휘도, 눈부심의 감소, 램프의 보호, 광원에 전기를 공급하는 역할, 장식 등의 목적으로 조명에 도움을 주게 된다. 등기구는 광학적 기능이 충분하고 조립, 설치, 운반, 청소, 전구의 교환이 쉬워야 하며, 옥외에 사용되는 등기구는 밀폐형으로 온도 상승으로 인한 전구의 수명단축이 없어야 한다. 옥외 보안용 등기구는 배광 분포 효율이 높고 방수능력이 뛰어나며 내구성이 우수한 투광기를 선정함이 바람직하다. 또한 보안등은 사물의 쉽게 구분하기 위하여 연색성이 좋아야 하며, 경제성을 고려해 볼 때 유지관리 측면에서 수명이 길어야 하는 특성을 가지고 있어야 한다. 경제성 및 안정성, 내구성 등이 검토되어야 할 부분이다. 이러한 점을 고려해 볼 때 CCTV용 카메라에 적합한 광원으로 Fig. 7에 예시된 신기술의 고효율의 광원이며, 다양한 배광과 조명대상에 따른 효과를 창출할 수 있는 LED를 선정하여 보안등에 시험 적용 하는 것이 바람직하다.

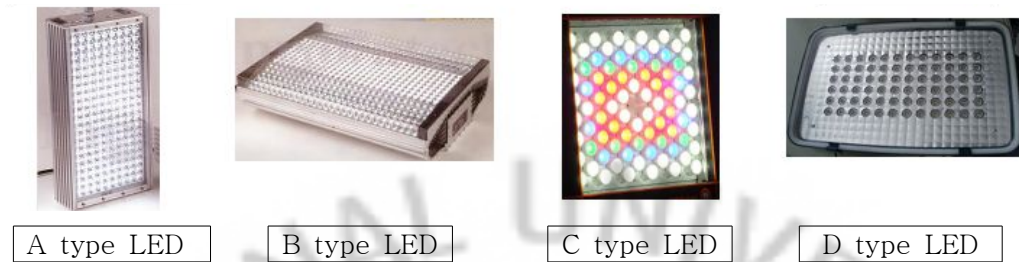


Fig. 7 Type of LED light sources

Fig. 7에서 LED 보안등 기구의 몇 가지 특징은 다음과 같다. A형은 LED마다 적용되는 반사판 모듈을 이용하고 단가가 대체로 저렴하지만 제어 가능한 LED 방사각은 제한된다. B형은 A형에서 방사각을 보완한 등기구이고, C형과 D형은 기존 기구 안에 LED를 평면으로 배열하고 배광 제어, 방열를 고려하지 않은 단가를 저렴하게 제작한 등기구이다. 본 논문에서 공항내 보안등에 적용할 등기구는 옥외에서 사용할 수 있도록 방수능력과 내구성을 고려하여 A형의 투광등기구를 활용한 LED를 선정하였다. Fig. 8은 본 논문에서 적용한 LED 등기구 형태이며, Table 2는 제작사의 등기구 조사량을 시험한 자료이다.



Fig. 8 Type of LED luminaires

Table 2 The tested data of LED luminaires

Height [m]	Angle	Brightness [cd]	Hypotenuse [m]	Hypotenuse area [m ²]	COS Angle	Bottom length [m]	Intensity of illumination [Lux]
1	0	1481	1.00	1.00	1.00	0.00	1480.98
2	5	1497	2.01	4.03	1.00	0.17	370.10
3	10	1394	3.05	9.28	0.98	0.53	147.90
4	15	1256	4.14	17.15	0.97	1.07	70.76
5	20	1141	5.32	28.31	0.94	1.82	37.88
6	25	1051	6.62	43.83	0.91	2.80	21.73
7	30	928	8.08	65.33	0.87	4.04	12.30
8	35	777	9.77	95.38	0.82	5.60	6.67
9	40	612	11.75	138.03	0.77	7.55	3.40
10	45	407	14.14	200.00	0.71	10.00	1.44
11	50	176	17.11	292.85	0.64	13.11	0.39
12	55	41	20.92	437.70	0.57	17.14	0.05
13	60	33	26.00	676.00	0.50	22.52	0.02
Average illuminance							165.66

Table 3은 등기구 및 광원의 선정에 있어 등기구의 배열이나 폴의 제작비용, 선로 간격에 따라 다소 차이가 있을 수 있지만 기존 250W 고압나트륨등과 30W LED광원의 특성을 비교해 보았다.

Table 3 The comparison of light source characteristics

Division	Sodium lamp	LED lamp	Effectiveness	Note
Life	12,000hr	100,000hr	Decrease of replacement cycle	
Power Consumption	250W	30W	92% energy saving	
Maintenance	1-3 year cycle	8-10 year cycle	Cost-reducing	
Environmental problem	Problem of pollution	Eco-friendly products	Environmental pollution	Mercury contain (6mg)
Color temperature	2000~3000K (29Ra)	6000K (90Ra)	Improve intensity of illumination	

Table 4는 제주공항에 설치되어 있는 250W 나트륨램프 보안등을 511개를 30W LED로 대체하였을 때 전력소비량 및 절감효과를 비교한 표이며, Table 5는 초기설치비, 전력요금, 연간보수비를 비교한 자료이다.

Table 4 The assessment of economics

Division	NH 250W	LED 30W	Saving Effect
Amount [ea]	511	511	-
Using time [hrs]	10	10	-
Initial cost [million won]	113	209	96
Annual electric consumption [MWh]	466	37	428
Annual power rates [million won]	42	3	39
Annual maintenance cost [million won]	10	8	2

Table 5 The assessment of LED luminaires

Division	NH 250W	LED 30W	Difference (million won)
Initial cost	113.17	209.71	96.54
Annual electric consumption	41.97	3.36	△38.61
Annual maintenance cost	10.68	8.07	△2.61

2. 조도기준

공항내 적용되는 조명기구의 조도기준은 일반 상가의 밀집 지역, 공원 산책로와 같은 보행자의 소통이 빈번한 곳과 다르게 조도기준은 적용되어야 할 것이다. Table 6의 KS C7658에서는 보행자에 대한 조도 기준을 제시하고 있으며, Table 7에 LED 보안등 기구의 설치 높이에 따른 적용면적을 제시하고 있다.[7]

Table 6 Standard illuminance of KS

Volume of traffic	Area	Average Illuminance [Lux]
Road where there is much traffic	Residence zone	5
	Commercial zone	20
Road where there is little traffic	Residence zone	3
	Commercial zone	10

Table 7 The area according to luminaires height

Install height [m]	Width[m]×Length[m]
4	8×4
5	12×6
6	16×8

본 연구에 고려된 조도기준은 외곽 경비도로 및 농로와 같은 울타리 주변 지역과 경비과학화시스템이 적용된 울타리에 적용한 것이다. 제시된 조도 기준에서 공항의 울타리 내부의 도로는 경비차량의 통행과 긴급상황 발생시 이

용되는 외곽 경비도로이며, 울타리 외부의 도로는 일반적으로 농로 등이 설치되어 보행자와 교통량이 아주 적은 곳에 속한다. 그리고 울타리 외곽의 농로와 내부의 경비도로는 폭이 4m이내인 점을 고려해 볼 때 보행자에 대한 조도 기준은 야간 교통량이 적은 도로의 주택지역에 준한 평면 조도로 3Lux에 기준을 두고, LED 보안등기구 설치 높이는 울타리 주변의 농로 및 외곽 경비도로의 폭이 4m이내인 도로임을 가만할 때 4m 이내로 기준을 두었다. 이러한 기준을 바탕으로 Mock-up을 실시하고 조도와 등주의 높이 변화에 따른 CCTV화면분석 상태를 살펴보면서 최상의 조건을 적용해야 될 것이다.

3. Mock Up을 통한 조도분석

기존의 보안등은 경비보안시스템의 CCTV 모니터를 감시하는 감시자에게 눈부심을 최소화하기 위하여 Fig. 9과 같이 고압나트륨램프 250W로 양방향에 등기구를 설치하여 사용하고 있다. 그중 카메라를 마주보는 한쪽은 후드를 부착하여 아래 방향으로 에이밍(Aiming)을 주어 투광 각도를 제한하였다. 에이밍을 준 등기구의 조사면은 상대적으로 조도가 높아 불균일한 조도환경을 만들게 되고 반사되는 불빛으로 인하여 CCTV모니터의 상태는 감시자에게 오히려 눈부심을 가중시키고 있음이 확인되었다. 그리고 다른 한쪽의 등기구도 부적절한 투사각과 빛의 확산으로 울타리 외곽에 있는 농작물에 피해를 주고 울타리의 철구조물에 반사되는 밝은 빛으로 인하여 CCTV모니터에 눈부심을 발생시켰다.



Fig. 9 The installed security luminaire

이러한 문제점을 해결하고 CCTV 모니터의 눈부심을 보완하기 위하여 백색 LED 등기구를 단방향으로 Fig. 10과 같이 취부하였다.



Fig. 10 The luminaire used by mock-up

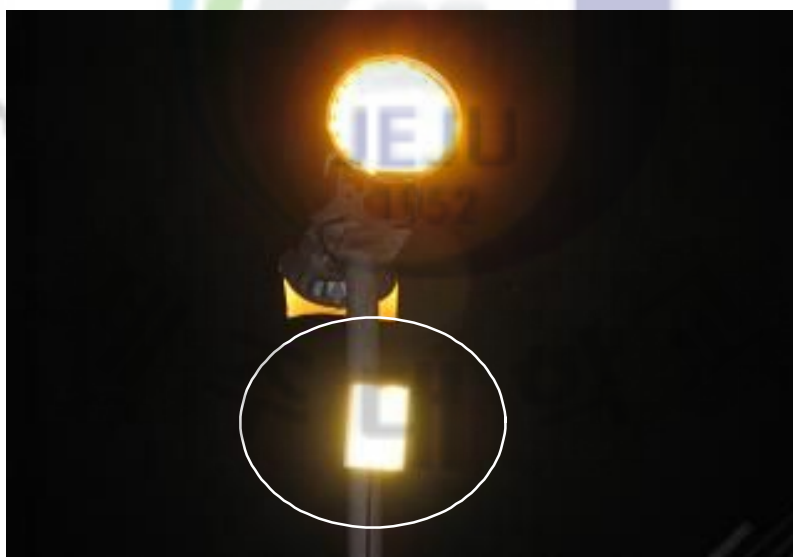
공항내 보안등은 야간 외곽도로에 이동하는 차량의 안전과 보행자의 안전 유지에도 큰 역할을 수행한다. 어둠 속에서 보안등은 보안에 문제가 발생시 해당 장소까지 이동하는 운전자에게 심리적 안정감을 제공하고 동시에 운전자의 시선을 유도하는 기능 등을 가져야 한다. 따라서 불빛에 의한 눈부심이나 도금된 철구조물 등에 반사되는 빛이 적정해야 하고 감시업무에 지장을 초래해서는 안된다. 또한 적정 휘도로 외곽 울타리 주변의 사물을 쉽게 인지 할 수 있어야 한다. 황색빛을 투광하는 기존의 나트륨램프는 다른 광원에 비하여 시각에 대한 심리적 눈부심이 상대적으로 적다. 하지만 백색광 LED는 정면에서 바라보는 보행자에게 눈부심을 유발시킨다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 LED모듈에 황색빛의 LED로 교체하고 기존의 광원과 비교하였다.

Fig. 11의 (a)는 백색광의 LED를 사용하여 기존의 나트륨램프의 불빛에 비하

여 전면에서 바라보았을 때 눈부심을 발생시키지만 Fig. 11의 (b)는 황색광의 LED로 기존의 램프와 유사한 빛을 색을 나타내고 있고 눈부심이 적었다.



(a) White light LED



(b) Yellow light LED

Fig. 11 The comparison of floodlights

Table 8은 30W의 황색 LED와 백색 LED의 투광빛에 따른 조도를 비교한 것이다. 실험결과 LED 30W 등기구의 평균조도를 7.64Lux이고, 백색 LED 30W 등기구는 8.95Lux로 황색 LED의 평균 조도값은 1Lux정도 적었다. 하지만, 이동하는 차량의 운전자나 보행자에게 눈부심이 줄여주는 효과가 있어 황색 LED를 현장에 적용하였다.

Table 8 The comparison of illuminances in LED 30W

Division			Distance (m)						
			1	5	10	15	20	25	
Normal	Left	Top	Yellow	15.2	44	12.2	6.1	4	2.7
			White	20	59.5	11.2	8.3	4.4	2.4
		Bottom	Yellow	6.2	35	13.3	6	4	2.9
			White	7.5	41.9	15.9	7.6	4.6	6.2
	Right	Top	Yellow	1.7	1.3	0.9	2.1	2.1	3
			White	2.5	1.8	1.6	1.7	2.1	2.8
		Bottom	Yellow	2.7	1.5	0.9	2.2	2.5	3.5
			White	2	1.5	1	0.9	1.9	1.5
Plane	Top	Yellow	30	22	3.8	1.2	1	0.7	
		White	26	30.5	4.1	0.8	0.5	0.5	
	Bottom	Yellow	14.7	20	2.8	1	1	0.7	
		White	16.8	25.1	4.3	1.6	0.9	0.4	
Average illuminance	7.64 Lux	Yellow	11.8	20.6	5.7	3.1	2.4	2.3	
	8.95 Lux	White	12.5	26.7	6.4	3.5	2.4	2.3	

보안등기구의 설치 높이를 정하기 위하여 LED 보안등기구 설치 높이에 따른 적용면적(KS C7658)을 기준에 맞추어 외곽 울타리 내부에 있는 경비도로 폭이 4m 이내임을 가만할 때 Fig. 12와 같이 기존에 설치된 3.5~4.5m의 보안등 등주의 취부높이를 4m 이내로 조정하고 등주간의 거리를 45~50m에서 20~25m로 조정하기 위하여 2.5m의 등주를 제작하여 추가로 설치 하였다. CCTV 카메라를 향하는 기존의 250W 나트륨 등기구는 제거하고 등기구를 단방향으로 설치하였다. 이때 CCTV 카메라에 역광을 발생하지 않도록 적절한 에이밍을 적용하고 CCTV 감시모니터 화면분석 및 조도분석을 위하여 30W, 60W, 130W LED 등기구를 용량별로 취부할 수 있도록 받침대를 설치하였다.

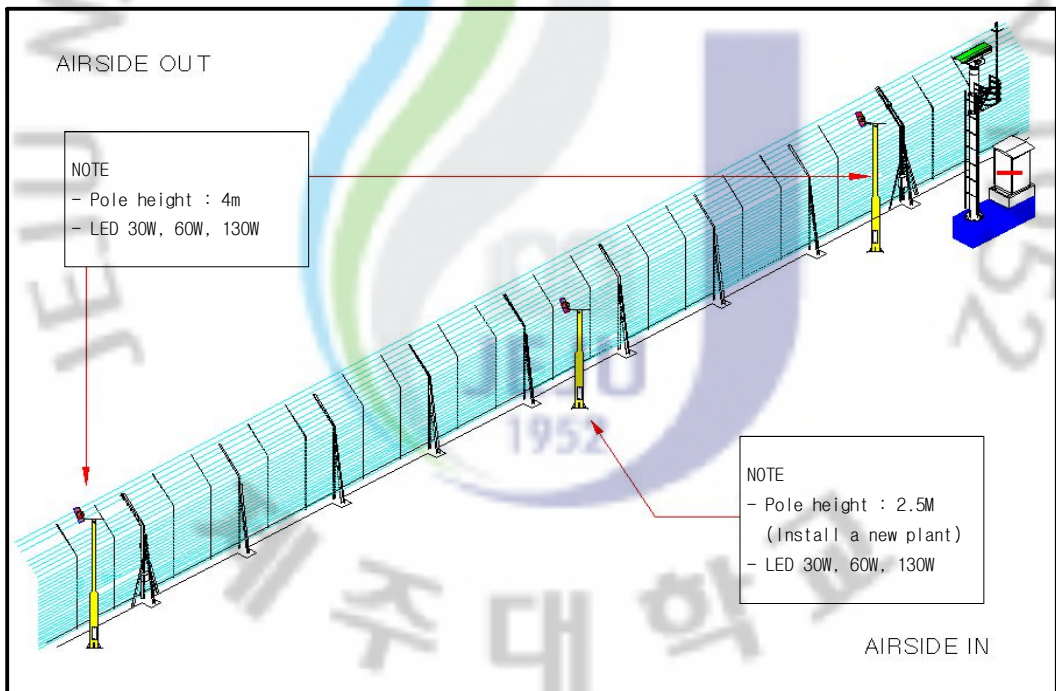


Fig. 12 The arrangement of mock-up

Fig. 13은 Mock-up 배치도에 맞게 실제로 CCTV 카메라와 LED 보안등을 설치한 사진이다.



Fig. 13 The arrangement of security equipment

Mock-up에 따른 CCTV용 카메라의 적정조도를 얻기 위하여 야간감시 활동에 있어 기존 조명설비의 부적절한 적용으로 감시모니터에 눈부심이 심한 약 208m의 외곽 울타리 구간에서 눈부심을 해소할 수 있는 수평면조도 값을 얻기 위하여 조도측정 지점을 지정하였다. Fig. 14는 Mock-up에 따른 CCTV용 카메라의 적정조도를 얻기 위하여 설정한 조도 측정지역을 나타내고 있다.

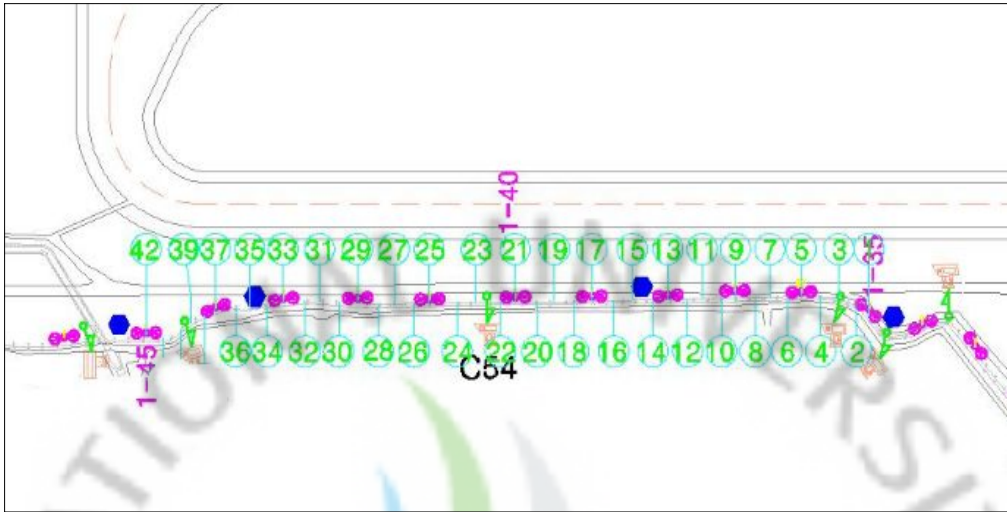


Fig. 14 The measurement area by mock-up

조도측정 지역에서 C54는 카메라의 위치를 나타내고 ①번부터 ④2는 1-35에서 1-45의 보안등의 조도측정 위치를 나타낸다. 조도측정 지점에서의 야간 CCTV감시 화면상태 분석을 위하여 C54는 CCTV카메라의 위치를 나타내며 1-35에서 1-45는 기존의 보안등 위치를 나타내고 있다. Table 9는 기존의 나트륨 250W와 LED 30W, 60W, 130W를 선정하여 등기구의 높이, 등주간 거리를 달리하며 수평면조도를 측정한 자료이다.

Table 9 The illuminance analysis by installed method

Standard	NH250W	LED130W	LED60W	LED60W	LED 30/60W	LED30W
Direction	Bidirectional light	Unidirectional light				
Pole distance	45m			25m		
Light height	3.5m			2.5m		
Point	Horizontal illuminance [Lux]					
21	30.0	15	8.5	7.5	6.5	5.5
22	1	0.9	0.6	0.7	0.6	0.6
23	0.5	0.4	0.6	0.6	0.5	0.4
24	5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.2
25	100	41	20	4.5	3.1	2.1
26	2	0.6	0.5	0.5	0.4	0.2
27	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	0.2
28	0.5	0.4	0.2	0.4	0.2	0.2
29	150	70	30	32	25	20
30	0.9	0.8	0.6	0.4	0.2	0.2
31	0.5	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4
32	3.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2
33	90	48	0.9	0.9	0.4	0.4
34	1	0.7	0.4	0.8	0.2	0.2
35	1.5	2.2	1.9	1.2	1.2	0.8
36	17	15	11	15	15.8	6.5
Average illuminance	25.2	12.3	4.8	4.1	3.5	2.4

기존의 250W 고압나트륨등을 양방향으로 3.5m의 위치에 설치하여 등주간의 간격을 45m의 조건으로 측정한 수평면 평균조도는 25.2Lux의 값을 나타내었다. CCTV카메라를 향하는 등기구를 제거하고 130W LED 등기구를 단방향으로 3.5m의 위치에 설치한 등기구의 수평면 평균조도는 12.3Lux로 감소하였으며, 60W LED 등기구를 단방향으로 3.5m의 위치에 설치한 등기구의 수평면 평균조도는 4.8Lux의 값을 나타내었다. 이제 등기구의 취부높이를 3.5m에서 2.5m로 낮추고 등주간의 간격을 45m에서 25m로 조정하여 60W LED 등기구를 단방향으로 설치한 조건의 평균조도는 4.1Lux이고 30W와 60W LED 등기구를 혼용하여 단방향으로 설치한 조건의 평균조도는 3.5Lux를 나타내었다. LED 30W를 단방향으로 설치하고 등주간 거리를 25m로 유지하여 주었을 때 2.4Lux의 값을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 이 값은 Table 6의 보행자에 대한 조도 기준(KS C7658)에서 야간 교통량이 적은 도로를 기준으로 볼 때 평균 노면 조도 3Lux보다 조금 낮은 조도 값을 나타내고 있음을 확인 할 수 있었다.

4. CCTV 화면분석

Table 9에서 기존의 나트륨 250W와 LED 30W, 60W, 130W를 선정하여 등기구의 높이, 등주간 거리를 달리하며 실제로 CCTV 감시모니터에 표출되는 화면을 분석해 보았다. 등기구의 용량변경 및 취부방식에 따른 화면상태는 Fig. 15와 같다. 화면 (a)는 기존의 250W 고압나트륨등을 양방향으로 3.5m의 위치에 설치하여 등주간의 간격을 45m의 조건으로 측정된 CCTV모니터 화면 상태이다. 화면 (b)는 CCTV카메라를 향하는 등기구를 제거하고 130W LED 등기구를 단방향으로 3.5m의 위치에 설치한 등기구의 CCTV모니터 화면상태로 화면 (a)와 눈부심에 있어 차이를 느낄 수 없다. 화면 (c)는 60W LED 등기구를 단방향으로 3.5m의 위치에 설치한 등기구의 CCTV모니터 화면상태를 나타내고 있다. 이제 등기구의 취부높이를 3.5m에서 2.5m로 낮추고 등주간의 간격을 45m에서 25m로 조정하여 60W LED 등기구를 단방향으로 설치한 조건의 CCTV모니터 화면상태 화면 (d)와 같고 30W와 60W LED 등기구를 혼용하여 단방향으로 설치한 조건의 CCTV모니터 화면상태는 화면 (e)와 같다. 마지막으로 LED 30W를 단방향으로 설치하고 등주간 거리를 25m로 유지하여 주었을 때 CCTV모니터 화면상태는 화면 (f)와 같이 눈부심 없이 빛이 균일한 조도 환경을 나타내고 있음을 알 수 있으며 사물식별 정도가 양호하다.

여기서 CCTV 모니터에 표출되는 화면을 관찰한 결과 감시하는 경비시스템에서는 불균일한 조도보다 균일한 조도분포 환경을 형성해 주는 것이 유리하다는 점을 인지할 수 있다.



(a) Bidirectional NH 250W



(b) Unidirectional LED 130W



(c) Unidirectional LED 60W



(d) Unidirectional LED 60W



(e) Unidirectional LED 30/60W



(f) Unidirectional LED 30W

Fig. 15 CCTV monitor according to luminaire install

Mock-up을 통하여 등기구의 방향, 램프용량, 등주의 간격 및 높이를 변화시키며 종합상황실내 모니터의 상태변화를 관찰한 결과 CCTV 모니터에 표출되는 화면은 높은 조도값 보다 균일한 조도분포 환경을 제공해 주는 것이 유리함을 알 수 있었다. 기존 등주에 등주간격의 변화없이 한방향으로 설치한 LED 130W인 경우는 12.3Lux 높은 평균 조도값을 나타내고 있지만 균일조도 환경을 이루지 못하여 구간별 눈부심이 현저한 반면에 등주간에 2.5m의 등주 추가하고 한방향으로 LED 30W를 설치한 경우는 2.4Lux의 다소 낮은 평균조도값을 갖지만 균일한 조도환경을 구성하여 안정적인 화면을 표출하고 있음을 보여준다. 기존 나트륨 250W보다 낮은 LED 30W의 램프를 적정 높이의 등주 및 등주간 간격을 유지하면 보다 효율적이고 안정된 보안시스템을 구축할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 Mock-up에 대한 조도실측과 CCTV화면 분석 결과를 활용하여 적절한 조명설계를 위한 시뮬레이션이 요구 되었다.

IV. 조명 시뮬레이션

Mock-up에 대한 조도실측과 CCTV화면 분석 결과를 활용하여 적정한 조명 설계를 위한 시뮬레이션이 실시하고자 한다. 조명 모델링을 위해 Autodesk Inc.의 Lightscape를 이용하여 공항 외곽 울타리지역을 모델로 하였다. 주변이 지형상 평탄한 울타리 주변에 보안등으로 LED 30W, 60W, 130W의 용량별로 등주간 거리조정과 등기구 취부높이를 달리하며 조명 시뮬레이션을 시행한 결과이다.

1. 조명 모델링

조명 시뮬레이션을 위하여 Fig. 16와 같이 2.5m의 등주 3개를 실제 울타리 주변의 환경과 유사한 조건에 25m 간격으로 등기구를 배치하고 3D MAX를 이용하여 모델링한 것이다.

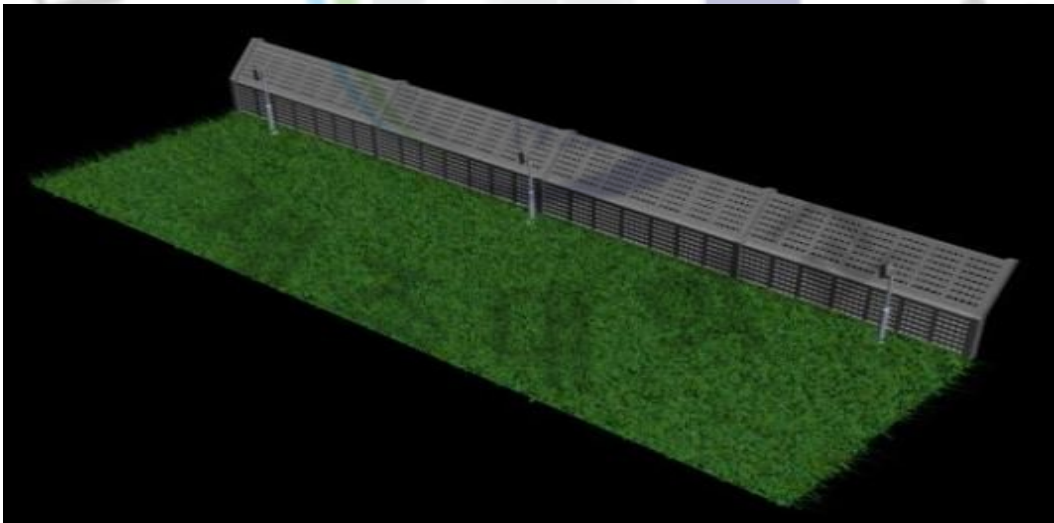


Fig. 16 The perspective plan to simulation

1-1. LED 30W 시뮬레이션

단방향으로 LED 30W을 이용한 Mock-up에서 사용한 LED 30W의 배광곡선은 Fig. 17과 같이 협각 형태의 등기구를 나타내고 있으며, Fig. 18의 시뮬레이션 결과 평균조도는 2.9Lux이다.

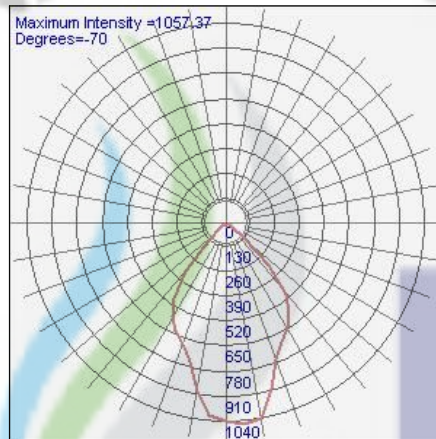


Fig. 17 Distribution curve of luminous intensity in LED 30W

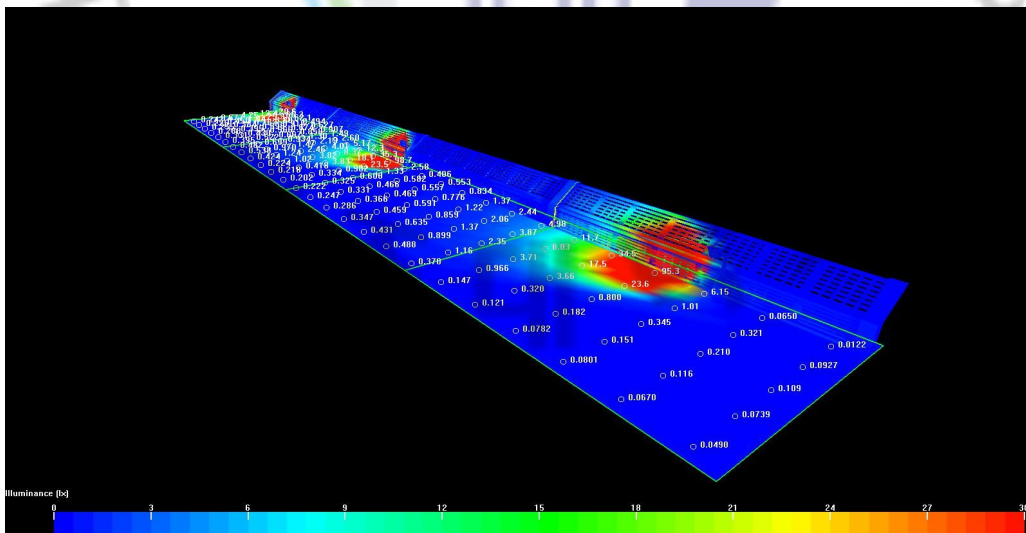


Fig. 18 The simulation results in LED 30W

1-2. LED 60W 시뮬레이션

단방향으로 LED 60W을 이용한 Mock-up에서 사용한 LED 60W의 배광곡선은 Fig. 19과 같이 중각 형태의 등기구를 나타내고 있으며, Fig. 20의 시뮬레이션 결과 평균조도는 12.5Lux이다.

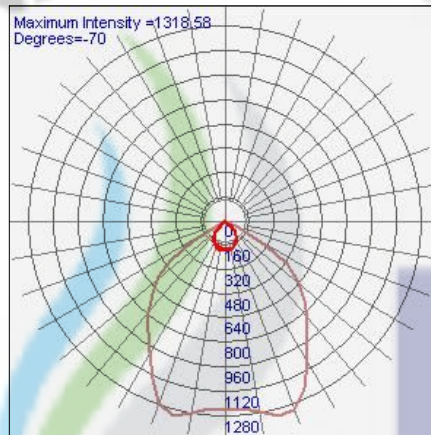


Fig. 19 Distribution curve of luminous intensity in 60W

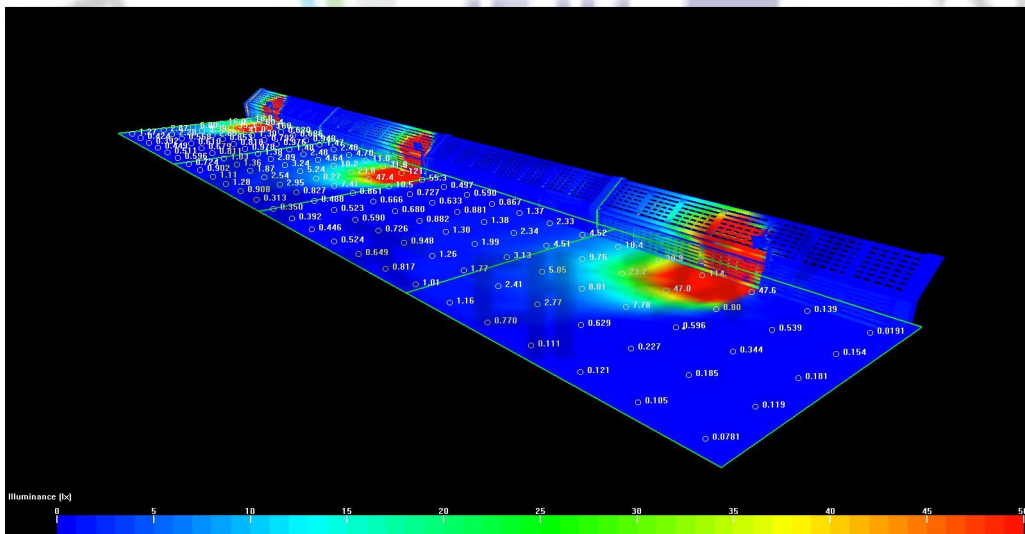


Fig. 20 The simulation results in LED 60W

1-3. LED 30W, 60W 시뮬레이션

단방향으로 LED 30W, 60W을 이용한 Mock-up에서 Fig. 21과 같이 시뮬레이션 결과 평균조도는 8.1Lux이며 협각의 배광곡선을 LED 30W와 중각의 LED 60W를 혼용된 결과이다.

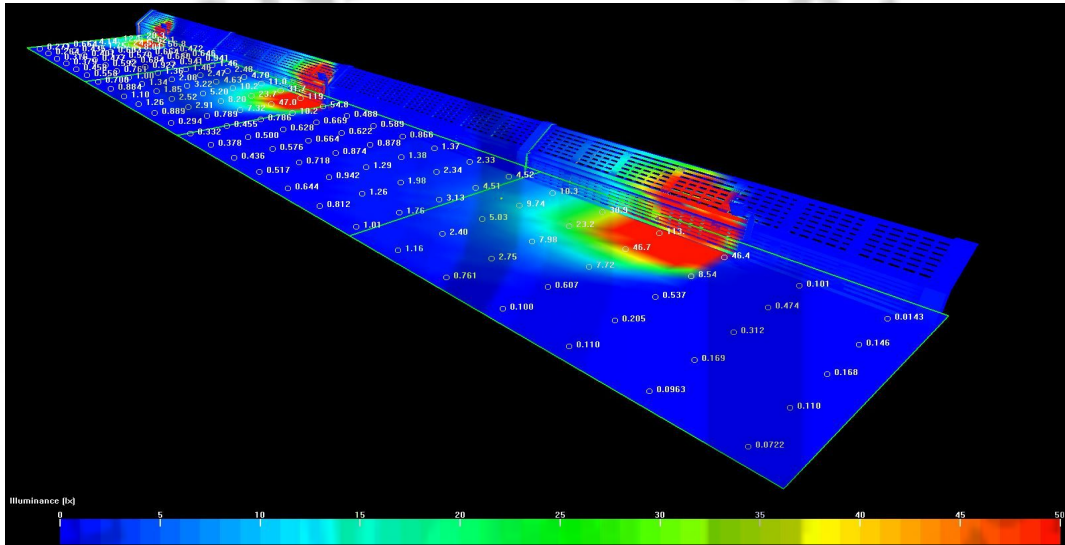


Fig. 21 The simulation results in LED 30W and 60W

1-4. LED 130W 시뮬레이션

단방향으로 LED 130W을 이용한 Mock-up에서 사용한 LED 130W의 배광 곡선은 Fig. 22과 같이 광각 형태의 등기구를 나타내고 있으며, Fig. 23의 시뮬레이션 결과 평균조도는 34.5Lux이다.

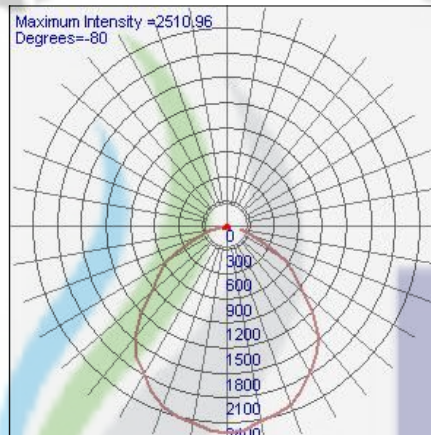


Fig. 22 Distribution curve of luminous intensity in LED 130W

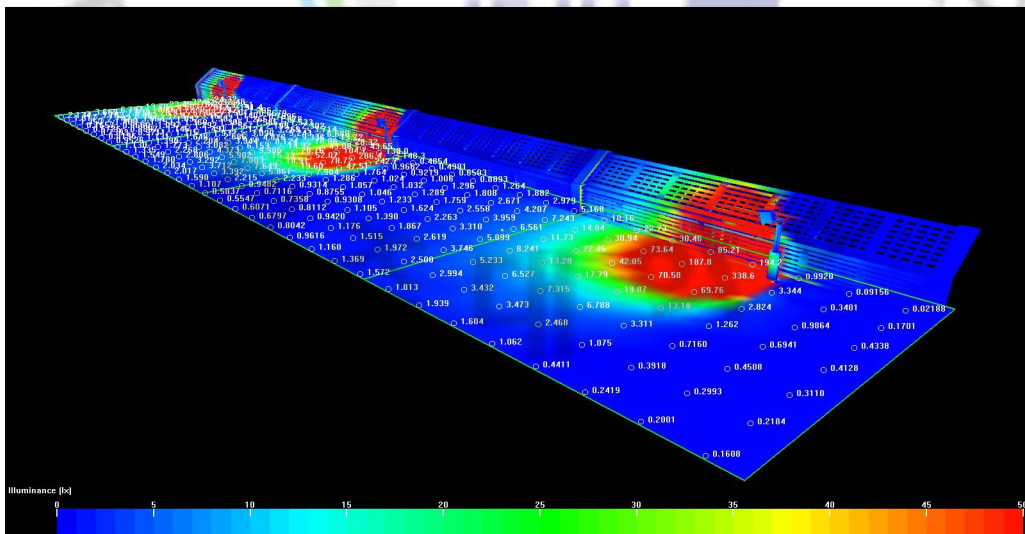


Fig. 23 The simulation results in LED 130W

2. 조명 시뮬레이션 분석

Mock-up에 대한 조도실측과 CCTV화면 분석 결과를 활용하여 적정한 조명설계를 위한 시뮬레이션은 등주간 거리를 25m로 이격거리를 두고 등기구의 높이를 2.5m로 고정하여 4m이내의 외곽 경비도로의 바닥면에 비치는 조도값을 분석한 자료이다. 등기구는 Mock-up에서 사용한 협각, 중각, 광각의 배광곡선을 나타내는 LED 30W, 60W, 130W의 LED를 사용하였다. 30W LED의 수평면 평균조도는 2.9Lux이고 최소조도는 0.15Lux로 균제도는 0.05로 나타났다. 60W LED의 수평면 평균조도는 12.5Lux이고 최소조도는 0.48Lux로 균제도는 0.04로 나타났다. 30W, 60W LED의 동시에 사용한 수평면 평균조도는 8.1Lux이고 최소조도는 0.32Lux로 균제도는 0.04로 나타났다. 130W LED의 수평면 평균조도는 34.5Lux이고 최소조도는 0.78Lux로 균제도는 0.02로 상대적으로 낮은 값을 나타냈다. 시뮬레이션을 통하여 협각의 30W LED는 60W, 130W LED보다 조도값은 낮으나 균제도는 상위한 값을 나타내어 CCTV 모니터 화면에 눈부심이 줄어들 수 요인이 되었음을 알 수 있었다.

V. 결과 및 고찰

공항 울타리 지역과 같이 인적경비의 보안체계는 CCTV를 통한 경비과학화 시스템으로 발전되었다. 하지만 기존의 보안등 설비는 인적경비의 설비로 구성되어 있어 CCTV 카메라를 향하는 등기구로 인한 눈부심으로 인하여 감시 활동에 지장을 초래한다. 이에 따른 조명개선을 위하여 경비과학화시스템에 사용되는 고감도 CCTV 카메라 성능에서 0.006Lux의 낮은 조도에서도 사물을 칼라로 인식할 만큼의 기능이 향상된 점을 활용하고 기존 조명환경을 CCTV에 의한 감시체계에 맞추어야 한다. Mock-up으로 친환경의 조명기구인 LED를 30W, 60W, 130W의 용량별로 취부방향, 등주간격, 광원높이를 변화시키며 수평면 평균조도를 분석한 값은 Table 10과 같다.

Table 10 The results by mock-up

Standard	NH250W	LED130W	LED60W	LED60W	LED 30/60W	LED30W
Direction	Bidirectional light	Unidirectional light				
Pole distance		45m			25m	
Light height		3.5m			2.5m	
Average illuminance [Lux]	25.2	12.3	4.8	4.1	3.5	2.4

Mock-up에서 LED 30W를 균일한 조도환경을 얻기 위하여 등주간의 거리를 45m에서 25m로 좁히고 광원높이를 3.5m에서 2.5m로 조정하였을 때 수평면 평균조도는 2.4Lux로 CCTV 감시반의 화면상태도 양호한 상태를 나타내었다. 2.4Lux의 조도값은 공항 울타리 주변의 경비도로와 농로 등 야간 교통량이 적은 주택지역에 준한 평균노면조도인 3Lux 기준조도(KS C7658)보다 약

0.6Lux 낮은 조도이지만 CCTV 화면분석 결과는 LED 60W, 130W의 높은 용량보다 감시활동에 적합한 조명환경을 제공되었다. 이를 통하여 CCTV카메라로 감시활동을 수행하는 시스템에서는 균일한 조도환경을 유지시켜 주는 것이 무엇보다 중요함을 인지할 수 있었다. 이러한 Mock-up에 대한 조도실측과 CCTV화면 분석 결과를 활용하여 적정한 조명설계를 위한 시뮬레이션의 결과는 Table 11과 같다.

Table 11 The results by simulation

Model type	Horizontal average illuminance [Lux]	Horizontal minimum illuminance [Lux]	Uniformity [$\frac{\text{min.}}{\text{avg.}}$]
LED 30W	2.9	0.15	0.05
LED 30, 60W	8.1	0.32	0.04
LED 60W	12.5	0.48	0.04
LED 130W	34.5	0.78	0.02

LED 30W의 수평면 평균 조도값은 2.9Lux이고 균제도는 0.05로 상대적으로 높은 규격의 60W, 130W LED보다 조도값은 낮으나 균제도는 상위한 값을 나타내어 CCTV 모니터 화면에 눈부심이 줄어들 수 있는 조명환경을 제시함을 알 수 있었다. LED 30W는 2.9Lux의 수평면 평균조도로 공항 울타리 주변과 같이 야간 교통량이 적은 주택지역에 준한 평균노면조도인 3Lux로 기준조도에 부합하고 균일한 조도분포 환경 제공으로 CCTV 보안시스템의 감시효과를 향상시키며, 전기사용량 및 유지보수 측면에서도 협각의 고효율 LED 등기구를 적용한 적정 조명설계를 통하여 감시활동을 안정적으로 수행하는데 도움이 됨을 알 수 있었다.

VI. 결 론

보안설비는 인적경비에서 CCTV를 통한 경비과학화시스템으로 발전하면서 기존의 보안등 설비도 함께 개선되어야 하지만 기존의 등기구 및 등주의 배열로 조도분포가 균일하지 못하고 CCTV 화면에 비치는 상태는 역광에 따른 눈부심이 심하여 보안감시에 지장을 초래하고 하고 있다. 본 논문에서는 기존에 설치된 외곽 울타리의 열악한 조명환경을 개선하기 위하여 야간 교통량이 적은 주거지역에 제시된 KS조도 기준치인 3Lux와 도로의 폭과 길이를 고려한 등주의 높이를 4m 이내로 제한하여 Mock-up을 실시하였다. Mock-up를 통하여 등주간의 거리를 25m로 광원의 높이를 2.5m로 조정 한 후 현장 조도측정치는 2.4Lux로 실측되었으며 이때 CCTV카메라의 영상은 아주 양호함을 알 수 있었다. Mock-up에 의한 조도실측과 CCTV화면 분석결과를 활용하여 LED광원의 용량이 다른 여러 가지 모델을 이용한 시뮬레이션을 실시한 결과 30W인 경우의 수평면평균조도가 2.9Lux, 균제도가 0.05로 제일 양호하여 공항 울타리 보안시스템의 적정운영을 위한 조명설계안으로 제시하고자 한다. 이러한 결과를 토대로 국내 공항이나 국가중요시설에 대한 경비과학화시스템을 도입하여 감시활동을 수행하는 장소에 제안된 조명설계 모델안을 적용함으로써 녹색산업 등의 정부 에너지관리 정책에도 호응하면서 경제적인 절감효과에도 기여할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 고영일, 오성보, 김일환, 김세호, 고봉운, 보안시스템의 적정운동을 위한 합리적 조도개선, 한국조명·전기설비학회 2009. 춘계학술 논문집, pp.179-181, 2009.
- [2] 고영일, 오성보, 김일환, 김세호, 보안시스템의 안정적 동작을 위한 조명설계, 한국조명·전기설비학회 2009. 추계학술 논문집, pp.129-132, 2009.
- [3] 박동화외, 조명설비 설계와 시공 가이드북, pp.87-89, 2004.
- [4] HITACHI KP-D531 Specifications, 2007.
- [5] 고영일, 오성보, 모의실험을 통한 보안시스템의 조도개선, 학술발표회 논문집 제24집, p.163, 2009.
- [6] 한국광기술원, LED. Lamp (IE-030) Test Result, 2009.
- [7] 석대일외, 반사판을 이용한 LED 보안등기구의 배광제어, 한국조명·전기설비학회 논문집, p.138, 2009.
- [8] 지창환외, CCTV 활용 마스터, 시큐리티 마스터 북 시리즈[영상감시], pp.154-161, 2008.

感謝의 글

참으로 부족한 저에게 따뜻한 배려와 끊임없는 지도로 이끌어 주신 오성보 지도교수님의 은혜에 고개 숙여 깊은 감사를 드립니다.

연구와 강의 등으로 바쁘신 가운데도 논문심사를 흔쾌히 맡아서 열과 성의로 심사해 주신 좌종근 교수님, 이개명 교수님께 감사드립니다. 그리고 학업기간 많은 격려와 용기를 북돋아 주신 김일환 교수님, 김세호 교수님, 김호찬 교수님의 은혜에 감사드립니다.

학회논문발표에 많은 도움과 조언을 하여주신 산업정보대 고봉운 교수님께 감사드립니다.

대학원 생활에 많은 도움과 길을 열어주신 조명연구실 선배님 장영후 기술사님, 김동현 부장님, 현동주 사장님, 그리고 논문이 완성되어 가는 과정에서 격려를 아끼지 않으신 천우전기 이기봉사장님 감사합니다.

12기 대학원 과정을 동문수학한 고영수 사장님, 석사학위 취득을 같이 하게 된 이동훈 차장님에게 진심으로 축하와 감사를 드리며 앞날에 무궁한 영광이 깃들기를 기원 합니다.

본 논문의 현장실측과 시뮬레이션에 많은 도움을 준 조명연구실의 임정구, 변준영, 황경환, 황혜덕, 안상현, 김영찬, 송기석, 이재봉 학생에게도 감사의 뜻을 전하며 함께한 추억과 고마움은 마음속 깊이 간직하고 살아가겠습니다.

아울러 제주대학교 산업대학원 석사과정을 무사히 마칠 수 있도록 지금까지 도와주셨던 여러 교수님, 선. 후배님들에게 다시 한 번 머리숙여 감사와 경의를 표합니다.

학업에 동기를 부여 해준 한국공항공사 권순구 지사장님, 늘 따뜻한 배려로 대학원 생활을 무사히 마칠 수 있도록 해준 전용호 팀장님, 오윤부 차장님, 조종수 과장님, 그리고 바쁜 업무시간에도 도움을 준 윤용호님과 짧은 기간이었

지만 옆에서 도움 주었던 송행철님께도 진심으로 감사를 드립니다.

맞벌이를 하면서도 항상 곁에서 대학원 생활을 잘할 수 있도록 적극적으로 후원해준 사랑하는 내 인생의 반려자 백현주에게 미안함과 고마움을 전하며 이 작은 기쁨을 함께 합니다. 그리고 사랑스런 내 인생의 보배 은별이와 은혜에게 항상 아버지라는 이름으로 믿음과 소망이 되었으면 합니다.

장인어른과 장모님께 감사한 마음을 전합니다. 일찍 저세상으로 가신 부모님을 대신하여 든든한 인생의 등불이 되어 주시고, 사랑으로 아이들을 돌보아 주셔서 아이들이 밝게 자라게 해 주신 은혜에 깊은 감사드립니다.

이외에 언급하지 못한 고마운 분들이 너무도 많습니다. 그분들의 이름 하나하나를 되새기지 못하여 죄송스럽게 생각하고 저를 지켜봐 주시는 모든 분들의 기대에 어긋나지 않도록 최선을 다해 노력하겠습니다. 감사합니다.