

# 보안시스템의 안정적 동작을 위한 조명설계

(Illumination Design for Adaptable Operation of Security System)

고영일\* · 오성보\*\* · 김일환\*\* · 김세호\*\*

(Young-Il Go\* · Seong-Bo Oh\*\* · Eel-Hwan Kim\*\* · Se-Ho Kim\*\*)

\*제주대학교 산업대학원, \*\*제주대학교 전기전자공학부, 전기에너지연구소

## 요 약

공항내 설치된 보안등의 운용실태를 조사하고 인적경비에 맞춘 보안등 설계에서 첨단 CCTV 카메라 및 주변기기를 이용한 과학화된 경비체제에 맞는 안정된 보안등 설계가 요구되어진다. 본 논문에서는 과학화된 보안시스템에 맞는 조명 설계를 위하여 단방향 투사용 LED램프를 이용한 등기구와 2.5m 높이의 폴로 현장에 이동 배치하여 적용하였으며, 기존 시설된 고압나트륨과 시범 설치된 LED 광원의 조도 및 눈부심을 비교하여 최상의 CCTV 감시 화면의 특성과 및 정확한 물체를 식별 할 수 있는 조도를 유지하여 안정된 보안등의 조명설비를 제시하고자 한다.

## 1. 서 론

공항의 보안경비는 CCTV카메라를 설치하여 24시간 외곽울타리지역을 종합상황실에서 모니터로 실시간 감시하고 있다. 또한 과학화 경비시스템용 CCTV카메라의 성능은 주변여건에 따라 조리개의 조절로 0.006lx의 아주 낮은 조도환경에서도 사물을 칼라로 감지하는 영상추적감시시스템의 기능을 보유하고 있다. 하지만 외곽울타리의 보안등 설비는 경비 과학화 이전에 인적경비에 맞게 설치되어 기존의 나트륨램프가 주류를 이루고 있다[1]. 공항의 보안등은 1개의 폴에 고압 나트륨등 250W를 양방으로 빛을 투사하고 있으며 카메라를 향하는 투광등은 상황실 감시모니터에 눈부심을 야기하여 감시자의 사물인식에 지장을 초래하고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 과학화 경비시스템에 적합한 등기구 선정과 적정 조도 분석이 필수적이다. 최근 환경 친화적이고 안정성이 뛰어나며 기존 조명과 비교할 경우 고효율 조명광원으로 LED를 시범 적용하였다. 본 논문은 공항 외곽울타리 지역중 특히 눈부심이 심한 구역 208M를 선정하여 샘플 등기구를 균등한 간격으로 3개월간 시범설치 하여 보안설비에 대한 모의실험을 하였다. 폴의 간격조정 및 등기구 취부방식을 달리하여

눈부심을 최소화시키고, 균등조도를 유지할 수 있도록 Mock-Up을 실시하였다[2].

## 2. CCTV 카메라 보안설비

최근의 CCTV는 DVR을 사용하여 CCTV에 입력되는 비디오의 아날로그 신호를 영상 캡처모드에서 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, 원격지에서 전화선이나, LAN, 인터넷상에서 녹화검색 및 실시간 화면을 감시할 수 있는 화상전송기능을 수용할 수 있도록 되어있다. 그림 1과 같이 공항내 CCTV시스템의 기본구조는 피사체 및 이것을 촬영하여 전기적 신호로 변환하는 촬영부, 이 전기신호를 원격지에 전송하는 전송부, 전송되어 온 영상신호를 재생표시하는 수상부로 크게 3가지로 구성되어 있다. 촬영부에서는 인적경비의 일반 기준조도보다 상대적으로 낮은 조도에서도 고감도의 화상으로 사물을 포착하고 있으며, 표 1의 경비시스템용 CCTV카메라의 성능에서 보면 주변여건에 따라 칼라로 사물을 감지하는 조도는 0.006lx(x32 F1.4)의 적은 조도값을 나타내고 있다[3].

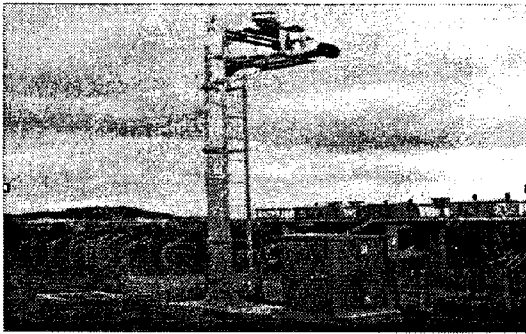


그림 1. CCTV 카메라

표 1. 카메라 규격

규격	모델명 : HITACHT KP-D531
Sensitivity Color Black & White	0.006 lx (x32 F1.4) 0.0006 lx (x32 F1.4)
Imaging device	1/2-inch CCD
Sensitivity setting	ON/OFF/AUTO AUTO x2,4,6,8,10,12,16,32
Power supply	U: 117 VAC±10%, 60Hz U-S1: 230 VAC±10%, 50Hz

### 3. 보안등 설치현황

일반적으로 공항과 같이 국가중요시설의 외곽울타리의 보안등 설비는 경비과학화 이전에 설치되면서 투광성이 높고 황백색의 빛을 발하며 효율이 높은 고압나트륨램프 250W로 구성되었다. 하지만 그림 2와 같이 인적 경비체제에 맞추어 조명설계가 이루어져 카메라를 향하는 투광등의 밝은 빛 때문에 실제 CCTV 모니터에서는 눈부심으로 인해 사물식별이 어렵다. 이를 감시하는 감시자는 카메라의 거리조절을 통하여 사물을 확인하는데, 이때 소요되는 시간은 보안에 지장을 미치며 감시능력을 저하를 초래하고 있다.



그림 2 기존 보안등에 의한 CCTV 감시화면

빛의 확산 및 눈부심을 방지하기 위한 등기구

모델은 그림 3과 같고, 반사갓을 이용하지만 강풍에 취약하고 유지관리 보수율도 증가시킬 수 있다. 또한 빛의 확산은 울타리 주변 농작물에도 피해를 주기 때문에 다수의 민원을 야기시킨다.

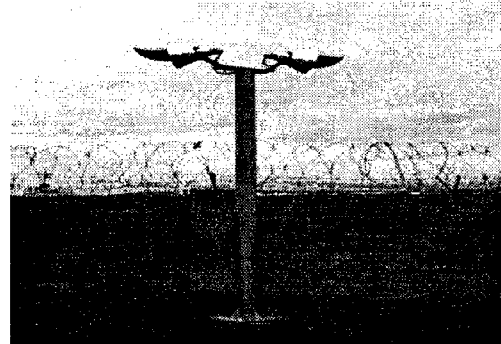


그림 3 투광등 폴 (나트륨등 250W)

### 4. 보안설비의 합리적 조도개선

보안설비의 합리적인 조도개선을 위하여 카메라의 필요 적정조도와 주변여건에 따른 눈부심을 적은 조명설계가 이루어져야 한다

#### 4.1 광원의 선정

CCTV용 카메라에 적합한 광원선정을 위하여 그림 4에 예시된 LED 및 메탈할라이드램프, 무전극등을 선정하는데 고려하였고, 표 2와 같이 기존 나트륨램프와 LED조명의 경제성 평가 등으로 LED조명을 최종 선정하여 30W에서 130W까지 규격 및 등주간격을 조정하면서 CCTV 모니터에 표출되는 화면을 관찰하였다[4].

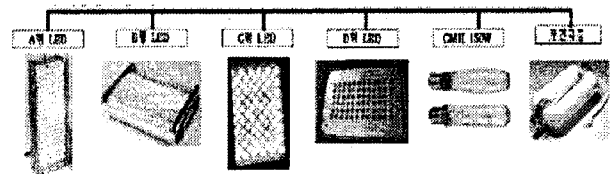


그림 4. 시범적용 램프

표 2. 기존 광원과 LED의 비교

구분	나트륨램프	LED조명
수명	12,000hr	50,000hr
소비전력	250W	30~130W
환경문제	수은함유 (약 6 mg)	친환경제품
색온도 (연색성)	2000~3000K (29Ra)	6000K (90Ra)

## 4.2 조도변화에 따른 감시화면

CCTV용 카메라의 적정조도를 얻기 위하여 그림 5에서와 같이 208m의 외곽울타리 구간에 조도 측정 지점을 정하여 수직면 조도를 측정하였으며 각 지점에서 조도 값은 표 3과 같다.

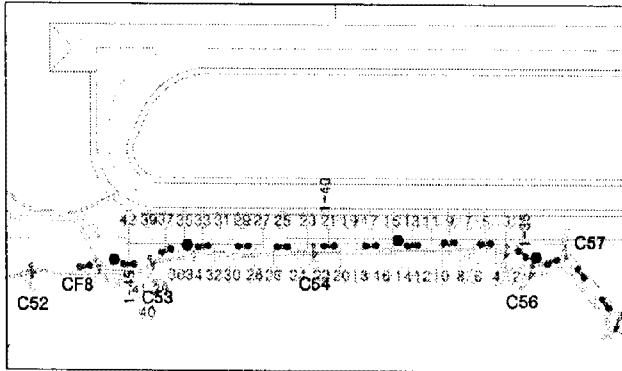


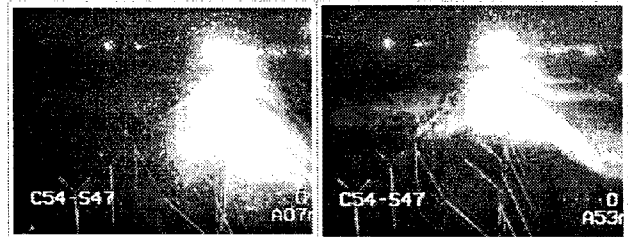
그림 5 시범설치 구역내 조도측정

표 3. 기존 광원과 LED의 비교

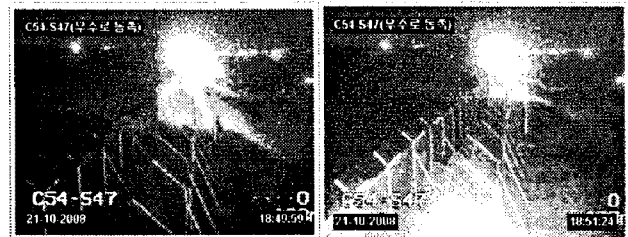
측정점	수직면 조도 [lx]					
	①	②	③	④	⑤	⑥
22번	30.0	27.9	9.0	9.5	9.2	6.5
23번	11.0	9.2	13.0	3.2	13.5	5.5
24번	5	3.4	3.6	3.8	3.5	2.1
26번	40	25.4	14.0	13.0	12.5	8.5
28번	5	3.9	2.8	7.0	5.5	6.2
29번	9	2.3	3.2	3.1	3.0	3.0
30번	55	38.7	22.0	20.1	18.2	12.0
31번	11	8.8	6.4	6.2	5.1	3.7
32번	4	3.4	12.0	7.5	7.5	5.5
33번	13	2.1	4.2	3.1	2.8	2.4
34번	27	23.3	17.0	16.2	10.0	4.7
36번	1.7	2.3	6.9	6.5	5.1	3.8
평균조도	15.8	12.6	9.5	8.3	8.0	5.3

또한 등기구의 방향, 램프규격, 등주의 간격 및 높이를 변화시키며 종합상황실내 모니터의 상태변화를 관찰한 결과 그림 6과 같다. 조도측정 및 CCTV 모니터에 표출되는 화면을 분석한 결과 CCTV를 이용한 보안시스템에서는 높은 조도값보다 균등한 조도분포 환경을 제공해 주는 것이 유리하다. 기존 등주에 한방향으로 설치한 130W인 경우는 균등조도를 이루지 못하여 구간별 눈부심이 현저하고, 반면에 기존 등주간에 2.5m 등주를 추가하고 한방향으로 LED 30W를 설치한 경우는 빛이 균일하여 안정적인 화면을 표출하고 있음을 보여준다. 그림 6의 화면상황⑥과 같이 기존 나트륨 250W보다 낮은 LED 30W의 램프가 표 3의

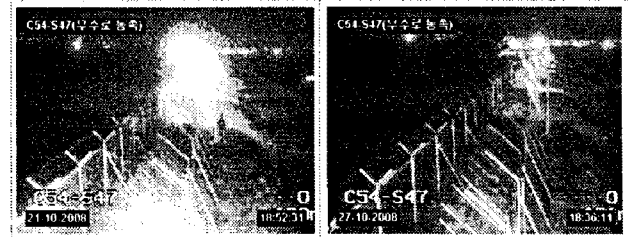
⑥에서와 같이 5.3lx의 조도 값에서 적정 높이의 등주 및 등주간격을 유지하면 효율적이고 안정된 보안시스템을 구축할 수 있었다.



구 분	① 양방향 설치	구 분	② 단방향 설치
규 격	NA 250W	규 격	LED 130W
등주간격	45m	등주간격	45m
등주높이	3.5m	등주높이	3.5m



구 분	③ 단방향 설치	구 분	④ 단방향 설치
규 격	LED 60W	규 격	LED 60W
등주간격	45m	등주간격	25m
등주높이	3.5m	등주높이	2.5m



구 분	⑤ 단방향 설치	구 분	⑥ 단방향 설치
규 격	LED 60W	규 격	LED 30W
등주간격	25m	등주간격	25m
등주높이	2.5m / 3.5m	등주높이	2.5m

그림 6. 조도변화에 따른 화면인식 상태

## 4.3 광원의 눈부심

공항내 보안등의 또 다른 역할로 야간 외곽도로에 이동하는 차량의 안전과 보행자의 치안 유지에도 큰 역할을 하고 있다. 어둠 속에서 보안등은 보안에 문제가 발생시 해당장소까지 이동하는 운전자에게 심리적 안정감을 제공하고 동시에 운전자의 시선을 유도하는 기능 등을 가져야 한다. 따라서 불빛에 의한 눈부심이나 아연 도금된 철구조물 등에 반사되는 빛이 적정해야 하고 감시업무에 지장을 초래해서는 안된다. 또한 적정 휘도로 외곽 울타리 주변의 사물을 쉽게 인지 할 수 있어야 한다[5]. 그림 7은 공항내 설치되어 있는 보안등 형

태를 나타내고 있으며, 황색빛의 투광하는 기존의 나트륨램프는 다른 광원에 비하여 시각에 대한 심리적 눈부심이 상대적으로 작다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 LED 모듈에 황색빛의 투광막을 도포하고 LED의 투사 각도를 적절히 조정함이 필요하다.

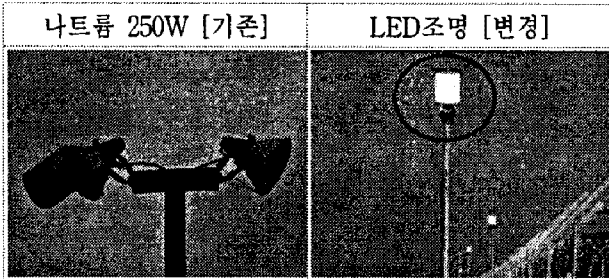


그림 7. 보안등 설치 개선 전·후 사진

표 4은 LED 30W의 투광빛에 따른 조도차이를 나타내고 있으며, 백색에 비하여 황색빛 LED의 평균 조도값은 11x정도 줄어들지만 이동하는 차량이나 사람에게 눈부심이 줄여주는 효과가 있어서 황색광 LED 램프를 현장에 적용하였다.

표 4. LED 30W 투광빛에 따른 조도비교

구 분			거 리 (m)						
			1	5	10	15	20	25	
법 선	좌 방 향	상	황색광	15.2	44	12.2	6.1	4	2.7
		백색광	20	59.5	11.2	8.3	4.4	2.4	
	하	황색광	6.2	35	13.3	6	4	2.9	
		백색광	7.5	41.9	15.9	7.6	4.6	6.2	
	우 방 향	상	황색광	1.7	1.3	0.9	2.1	2.1	3
			백색광	2.5	1.8	1.6	1.7	2.1	2.8
하		황색광	2.7	1.5	0.9	2.2	2.5	3.5	
		백색광	2	1.5	1	0.9	1.9	1.5	
평 면	상	황색광	30	22	3.8	1.2	1	0.7	
		백색광	26	30.5	4.1	0.8	0.5	0.5	
	하	황색광	14.7	20	2.8	1	1	0.7	
		백색광	16.8	25.1	4.3	1.6	0.9	0.4	
평 균	7.64 lx	황색	11.8	20.6	5.7	3.1	2.4	2.3	
	8.95 lx	백색	12.5	26.7	6.4	3.5	2.4	2.3	

## 5. 결 론

공항 울타리 지역의 보안설비를 인적경비에서 CCTV를 통한 경비과학화시스템으로 발전하면서 기존의 보안등 설비도 함께 개선되어야 하고, 이에 따른 조명개선이 요구된다. 보안설비 CCTV 카메라는 0.006lx의 낮은 조도에서도 사물을 칼라로 인식할 만큼의 기능이 향상된 반면에 기존의 등기구

및 등주간 배열은 불균등한 조도분포로 감시모니터에 눈부심을 발생시키고 보안시스템의 감시활동에 지장을 초래한다. 친환경의 조명기구인 LED를 규격별로 선정하여 등주간의 거리를 조정하면서 CCTV 모니터에 표출되는 화면을 관찰한 결과 불균등 조도환경에서의 130W인 경우는 눈부심이 현저하여 감시모니터의 기능이 저하되었고, 균등한 30W인 경우는 안정적으로 화면 인식을 할 수 있었다. LED 30W를 단방향으로 풀간 간격을 조정하면서 CCTV의 양호한 상태의 평균조도는 5.3lx 정도였고, 균등한 조도분포 환경 제공은 보안시스템의 감시효과를 향상시켰다. 본 논문에서는 Mock-Up을 통한 모의실험 결과를 활용하여 국가 중요시설 등의 보안시스템의 보안등에 적용한다면 감시활동을 안정적으로 수행하는데 기여하리라 사료된다.

본 과제(결과물)는 지식경제부의 지원으로 수행한 에너지 자원인력양성사업의 연구결과임.  
과제번호 : 2006-P-PI-IM-E-01-0000

## 참 고 문 헌

- [1] 한국조명·전기설비학회 2009 춘계학술대회 논문집 p179 2009. 5
- [2] 학술발표회논문집 제24집 p163. 2009. 8
- [3] HITACHI KP-D531 Specifications, 2007
- [4] 한국광기술원 LED Lamp (IE-030) Test Result, 2009
- [5] 강신호외 LED 휘도의 디지털 제어 방식에 관한 연구 한국조명·전기설비학회 논문집 p3, 2009