

2002년 서울 상암 월드컵 경기장

설.창.균 <(주)필립스전자 조명사업부/이사>

머 리 말

오늘날의 대형 스포츠 경기장은 극장과 비교해 많은 공통점을 지니고 있다.

경기장 그라운드와 초록색 피치(pitches)는 하나의 조명무대가 되어, 스탠드와 연단은 극장의 일반좌석 및 일등좌석이 되어 관중들로 하여금 매직(magic)쇼를 즐길 수 있게 한다. 극장에서와 같이 조명은 경기장 관객 및 TV 시청자들을 위하여 각종 조명연출을 통한 드라마틱한 느낌을 한껏 고조시켜야 한다. 동시에 눈부심 및 빛의 누수를 최소화 하여 관객 및 경기장에 부담을 주어서는 안되며 또한 경기장 외부로의 빛의 오염을 최소화 시켜야 한다.

Beam Quality 및 Optical Control이라 지칭하는 기술은 기존의 램프 및 광학 시스템으로는 연기가 불가능하다. 이것은 새로운 램프, 새로운 광학 시스템, 새로운 하우징의 상호 접목기술 개발의 산실이라 할 수 있다.

오늘날 최고의 품질을 요하는 스포츠 이벤트의 텔레비전과 필름녹화는 시청자들에게 아주 정확하게 드라마틱한 장면들의 클로즈-업과 슬로우 모션을 포함한다. 한층 개선된 조명 Contrast는 드라마틱한 장면연출은 물론 Visual Noise Ratio를 줄이는데 도

움이 되며, 액센트를 주기 위해서는 고도의 Concentrated Beam이 필요하게 된다. 동시에 불편한 그러나 어쩔 수 없는 눈부심이 관객이나 경기자에 방해를 주지 않도록 하여야 하며, 또한 경기장 주변의 주택이나 교통 등에 방해를 주어서는 안 된다. 따라서 이러한 어려운 문제들을 해결하기 위해 끊임없이 새로운 조명 신기술과 시스템이 개발되고 필요하게 되었다. 하기 조명계획은 2002년 서울 상암 월드컵경기장에 설치되는 경기장 투광조명장치에 관련된 기자재의 설계기술, 설치 및 시운전 그리고 시공관리에 관한 내용으로서 다음과 같다.

1. 기술 시 방

1.1 일반사항

가. 국제 경기 운영을 위한 조명시설을 할 수 있는 조도기준을 갖도록 시설하여야 한다(컬러TV 및 HDTV 방영수준 만족할 것).

나. 정전에 대비한 Emergency Lighting을 설치 즉시 재점등 되도록 하여야 하며 최소한 1000[lx] 이상의 조도를 갖춘 비상 TV 조명을 확보하여야 한다.

다. 설계 디자인에 적합한 조도 및 균일도를 갖도

록 시설한다.

라. 설계 디자인에 따른 조사각도 초점을 맞추어 조도분포에 있어서 국제 경기 운영(FIFA 기준)에 필요한 컬러 TV / HDTV 방영시 최적의 조도(수평면, 수직면)를 갖추어야 한다.

마. 경기 중 정전이 발생할 경우 모든 공공 장소에서 관중의 안전을 보장할만한 정도의 조명을 갖출 수 있고 경기가 계속 될 수 있으며 TV 방영이 중단되지 않도록 비상조명 시설을 하여야 한다.

바. 주 카메라의 포인트설정은 $X=(0)$, $Y=(-70m)$, $Z=(23m)$ 로 구성하여 조명을 계획한다.

1.2 특기사항

가. 조명기구 설치시 전기공사이며 단, 조명기구 취부지지금구 및 조사각도 초점(Aiming)은 투광 조명등 수급자가 조정 설치하여야 한다.

나. 분전반 및 조명제어, 조명기구 배선 케이블 포설은 전기공사에 포함한다.

다. 조명상세 설계 제출시 조명제어에 관한 모든 데이터를 설계도면에 포함시켜 원격 점멸방식으로서 조명기구의 점멸 및 제어에 문제가 없도록 한다. 또한 조명 제어반은 발주자의 승인을 득한 후 제작되어야 한다(조명자동제어 공사에서 제어반시공).

라. 경기장 조명은 3상 4선 380/220[V] 60[Hz] 배전 전압 시스템을 사용한다.

마. 주경기장 Catwalk에 투광조명등 설치시 취부지지 금구는 조명등 수급자가 공급하여 조명기구 조사각도 초점을 맞추어 Aiming작업을 하여야 하며, 조정설치에 관한 모든 시운전 자료는 감독원에게 제출하여야 한다.

바. 투광조명 설치시 전기공사 수급자(배선, 결선)와 조명투광등 수급자(Aiming, 시운전)가 함께 감독원의 입회하에 설치조정 하여야 한다.

사. 경기장 조명 조도계산 데이터를 제출하여 감독원의 승인을 득한 후 제작, 설치, 조정하여야 한다.

아. 상세 설계시 FIFA의 조명기준을 적용하여 품

질과 경제성 측면에서 최상의 설계가 되도록 하여야 한다.

1.3 축구 경기장 조명 계획

가. 경기장 개요

- 1) 구장형태 : 축구전용 경기장
- 2) 관중 수용 능력 : 63,930석 규모
- 3) 국제경기 수준 : 컬러 TV 및 HDTV 방영
- 4) Field Dimension : 110[m] × 70[m]
- 5) 경기종류 : 축구전용
- 6) 특징 있는 외관의 건축물

나. 경기장 조명 개요

축구전용 경기장의 야간 조명설비로서 국제경기 및 문화행사를 효율적으로 운영하여 최대의 효과를 얻을 수 있도록 다음과 같은 중점을 두고 설치 및 조정되어야 한다.

1) 국제경기 운영시 컬러 TV 및 HDTV 중계가 가능한 Lighting 설치

2) 경기종류에 따른 효과적인 조명제어(Switching Step Control) 가능하도록 조명 배열

① 컬러 TV 및 HDTV 중계를 위한 조명

② 일반 시합 경기조명 패턴

③ 비상 TV 조명

3) 조명기구 설치가능한 위치 확보 및 소형,경량의 Lighting System 채택

4) 관중석에는 최소한의 안전조명설치

5) 정전시의 Emergency Lighting 계획

6) 건축물을 돋보이게 할 외부 Deco. Facade

Lighting

다. 경기장 조명계획

1) 공통사항

① 조명시스템은 관중, 선수 및 TV 시청자들에게 쾌적한 조명환경이 되어야 한다.

② 고효율의 조명방사 및 Beam Spread와 Control 특성이 좋아야 한다.

③ 불필요한 상향의 조명방사를 차단하는 장치를 갖추어 조명효율이 높아야 한다.

표 1. 수평면에서의 조도 및 수직면에서의 TV 및 녹화 촬영을 위한 필요 균일도

구 분	수평면		수직면	
	U1*	U2**	U1*	U2**
아미추어 레벨				
- 체력단련 및 축구연습	0.3	0.5		
- 시합경기가 아닌 축구(연습경기)	0.4	0.6		
- 국내시합경기	0.5	0.7		
프로 레벨				
- 체력단련 및 축구연습	0.4	0.6		
- 국내시합경기	0.5	0.7		
- (국내)국내 시합경기/토너먼트: (HD)TV 그리고 녹화시				
· TV : -국내경기	0.5	0.7	0.3	0.5
-국제경기	0.6	0.7	0.4	0.6
· HDTV	0.7	0.8	0.6	0.7
· 비상용 TV	0.5	0.7	0.3	0.5

$$*U1(\text{균일도 1}) = \frac{E_{\min}(\text{최소조도})}{E_{\max}(\text{최대조도})}$$

$$*U2(\text{균일도 2}) = \frac{E_{\min}(\text{최소조도})}{E_{\text{average}}(\text{평균조도})}$$

④ 조명설계의 배경에 적합하도록 4-7 종류의 Optical System을 갖는 조명기구를 선택하여야 한다.

⑤ 옥외시공에 적합하도록 방수, 방진, 부식방지등 내구성이 뛰어난 최소 IP 55(IEC 598 규정에 의거) 이상이어야 한다.

⑥ 컬러 TV / HDTV 방송에 적합한 수직면 조도, 색온도, 연색성을 갖추어야 한다.

2) 조명기구의 설치위치

① 투광등의 설치위치는 스탠드 지붕아래 또는 Catwalk에 터치라인과 평행이 되는 방향으로 무리를 지어 설치 할 수 있으나 선수(특히 골키퍼)에게 눈부심(Glare)을 발생시킬 수 있는 위치는 조명 기구의 설치를 금한다.

② 투광기의 설치위치는 설계도면에 의거, 경기장 위에 향하는 개개의 투광기의 조사좌표(Aiming Point)와 관련하여 설치하여야 한다.

③ 인공광원을 제공하는 시설물들은 관중이나 TV 카메라에 시각적인 장애를 일으키지 않는 방법으로 설치 되어야 한다.

④ 여하한 경우에도 그라운드 20[m]이상의 높이에 설치하고 광축은 65°를 초과되지 않도록 설치한다.

3) 수평면 조도

경기장의 경기 진행과 관중들의 관전에 적합하도록, 또한 관중들의 출입하는데 안전한 조명이 되어야 하고, 정전시 Emergency 조명을 준비한다. 수평면 조도의 측정 기준점은 Ground Level로 한다.

4) 수직면 조도

TV와 Film의 화면의 질은 이 수직면 조도에 의하여 좌우되므로, 이에 적절한 조명을 준비한다. 이 수직면 조도의 측정기준점은 Ground Level에서 1.5M 높이의 목적물 수직면이다.

표 2. 최소 조명기준의 추천 요약

구분	Eh	Ev * 1	Ev * 2	수평면		수직면		글레이 (max)	연색상 (Ra)	색온도 (Tk)
				U1	U2	U1	U2			
아미추어 레벨										
- 체력단련 및 축구연습	50	-	-	0.3	0.5	-	-	50	20	2,000
- 시합경기가 아닌 축구 (연습경기)	100	-	-	0.4	0.6	-	-	50	20 <small>(이도-채광이상누린)</small>	4,000
- 국내시합경기										
프로레벨										
- 체력단련 및 축구 연습	200	-	-	0.5	0.7	-	-	50	65	4,000
- 국내시합경기	100	-	-	0.4	0.6	-	-	50	65	4,000
- (국제)국내시합	500	-	-	0.5	0.7	-	-	50	65	4,000
경기/토너먼트:										
- TV : - 국내	-	1,000	700	0.5	0.7	0.3	0.5	50	65 <small>(이도-채광이상누린)</small>	4,000
- 국제	-	1,400	1,000	0.6	0.7	0.4	0.6	50	65 <small>(이도-채광이상누린)</small>	4,000
- HDTV	-	2,000	1,500	0.7	0.8	0.6	0.7	50	90	5,000
- 비상용 TV	-	800	500	0.5	0.7	0.3	0.5	50	65 <small>(이도-채광이상누린)</small>	4,000

Eh : 경기장에 대한 평균유지의 최소 수평면 조도(그라운드 레벨임)

Ev : 이동용 카메라포지션 또는 카메라 포지션 방향안의 오른쪽 각도에서의 고정용 카메라 포지션의 경우에서 Playing Area의 4사이드라인들에 평행인 Playing Area의 15M 높이에서의 평균유지의 수직면 조도

$$U1 \text{ 균일도} = \frac{E_{min}(\text{최소조도})}{E_{max}(\text{최대조도})}$$

Ra : 연색성 지수

$$U2 \text{ 균일도} = \frac{E_{min}(\text{최소조도})}{E_{average}(\text{평균조도})}$$

Tk : 색온도(Kelvin Degree)

* 1 : For main camera (s) : 주카메라(들)

* 2 : For main camera (s) : 보조카메라(들)

GR : 눈부심 지수

5) 균일도

균일도는 경기자와 관중의 시각에도 중요하지만, 카메라일 경우는 더욱 중요하다. 각 경기 종목 및 조도 Level에 따라 점등할 때 추천 균일도를 유지할 수 있도록 적절한 수량의 조명기구를 사용한다.

균일도의 측정은 최저 조도 / 최대조도 = (U1) 및 최저 조도 / 평균 조도 = (U2)에 기준으로 하고 최대 조명과 최소 조명은 2.5 이하가 되도록 한다.

6) 눈부심

눈부심(Glare) 비율은 CIE 규정 83항에 의거 최대 50을 초과 하여서는 아니 된다. 또한 눈부심을 최소화 할 수 있도록 기구의 위치, 각도조정 그리고 시야의 주방향에 영향을 주는 투광기구의 선정에 세심한 배려를 갖고 설계한다

7) 색온도

경기조명용 광원의 색온도는 주간경기에서 야간경

기로 이어질 경우 Color-Balance 문제 때문에 광원의 색온도는 5000K 이상이어야 한다. 높은 색온도의 광원일수록 보다 선명한 시야 및 TV 중계 화면을 얻을 수 있으므로 메탈할라이드등으로서 5600K의 완벽한 백색광원을 사용하도록 한다. 더 높은 색온도는 청색이 강해지므로 배제한다.

8) 연색성

연색성은 자연색을 표현하는 지수로서 높을수록 색상의 구분 등 선명한 시야 및 HDTV 중계 화면을 볼 수 있으므로 최소한 90 이상이어야 한다. 따라서 메탈할라이드 램프로서 HDTV(고화질TV)방영조건을 만족하는 연색성 90 이상의 광원을 선택하도록 한다(국제경기기의 컬러TV기준인 DINIA 표준을 만족하도록 한다).

9) 램프 수명

유지 보수편을 고려하여 램프 수명은 길수록 좋으며, 최소한 3000시간 이상인 램프를 사용한다.

10) 조명제어

경기장 조명은 다음과 같은 패턴으로 구성 점등하도록 하며 일시에 모든 조명을 점등 되도록 하지 않고, 설계도서에 따른 경기내용에 따라 25%, 50%, 70%, 10%등과 같이 단계별 점등 되도록 구성한다.

- ① 훈련·연습경기
- ② 일반시합 경기 점등
- ③ 컬러TV/HDTV 비상 방송 중계 점등
(긴급 재점등 등기구 시스템 적용)
- ④ 컬러TV 방송 중계시(국제 경기규모) 점등
- ⑤ HDTV 방송 중계시(국제 경기규모) 점등
- ⑥ 메탈할라이드 램프는 방전등으로서 소등 후 재점등시 수분이 걸리는 관계로 순간 정전시 재점등을 위한 램프로서 즉시 재점등 될 수 있는 조명을 전체 조명의 약 50% 내외로 설치한다.
- ⑦ 관중석과 비상안전조명은 비상조명등으로서 메탈할라이드 램프 또는 텅스텐 할로젠 램프로서 즉시 재점등형 조명등을 설치하도록 한다.

11) 조명기구

조명기구는 알루미늄으로 다이캐스팅하여 견고하

고 경량의 몸체를 가지고 IEC598에 의거 최소한 IP 55 이상의 방수,방진과 내구성이 뛰어난 것을 선택한다. 건축물의 외관에 어울리는 미려하고 컴팩트 한 것을 사용 한다.

12) 전용전압

220[V]와 380[V]중 선택이 가능한 시스템을 사용 하되 본 경기장의 주 투광등기구 예서는 380[V]전압 을 선택하도록 한다.

13) 안정기

2000[W] 양극형 메탈할라이드 램프(380[V] 60[Hz])에서 최적의 작동이 가능한 구조이어야 하며 국제 품질규격 인증자재를 사용토록하고 안정기 박스는 알루미늄 재질로 IP55이상의 방수, 방진을 충족하고 90% 이상의 효율을 유지하는 것 이어야 한다.

1.4 경기장 건축물 조명

건축물의 특징을 살리고 잘 부각 시킬 수 있는 외관조명을 계획하며 경기장의 이미지를 제고하고 지역적 상징물로 돋보이게 한다.

1.5 경기장 조명설계 디자인(예)

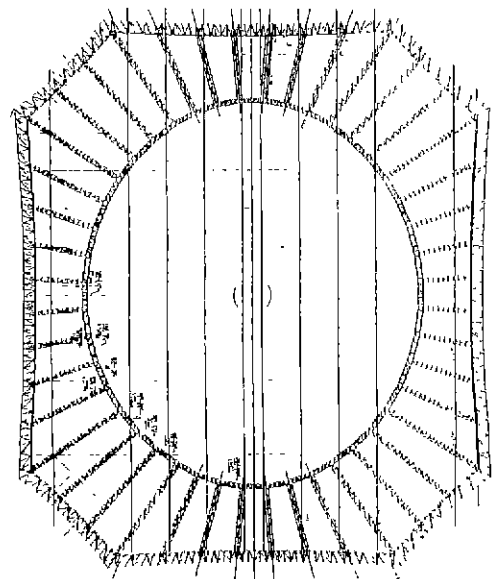


그림 1. 경기장 조명기구 배치도면

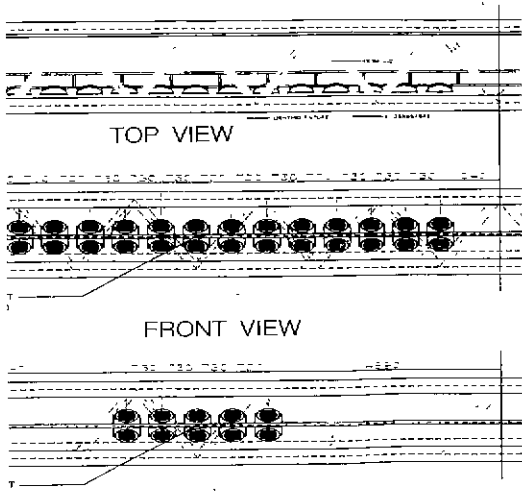


그림 2. 조명기구 설치 상세

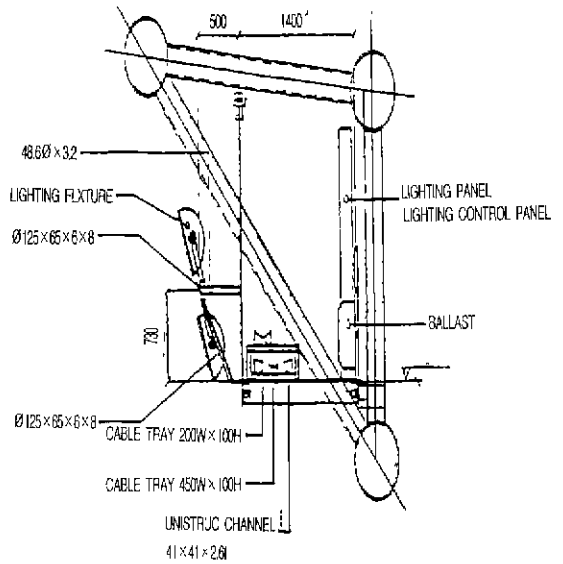


그림 4. 조명기구 설치상세 및 Catwalk

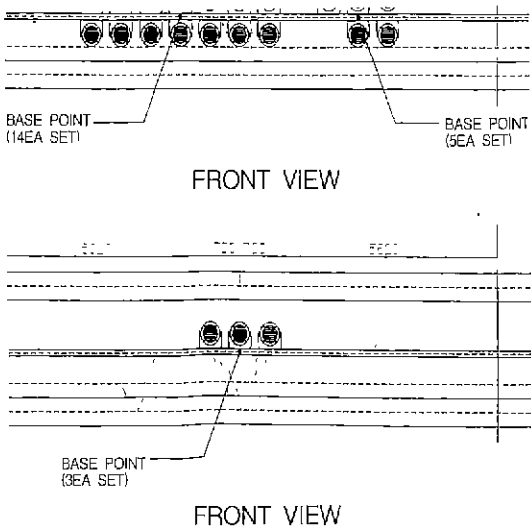


그림 3. 조명기구 설치 상세

1.6 경기장 조명설비 규격제한

가. 일반사항

1) 국제경기(월드컵) 운영이 가능하고 컬러TV 및 HDTV 방영이 가능한 2000[lx] 이상의 조도확보

2) 경기 중 순간정전 및 전력공급중단(정전, 전력 사고)을 대비하여 관중의 안전을 보장할 정도의 관중 및 비상조명을 지원하고 경기가 계속 진행토록 비상 조명시설을 확보

3) 정전 및 순간정전에 대비한 Emergency Lighting을 설치 즉시 재점등할 수 있는 Hot - Restrike 시설을 등기구 총량의 50% 이내에 설치(약 1000[lx] 정도 확보)

4) 주 카메라 위치설정 좌표는 X=(0), Y=(-70[m]), Z=(23[m]) 구성

5) 전원은 3ø4[W] 380/220[V] 60[Hz] 배전전압으로 주 투광등 시스템에 대하여 380[V] 전압을 설정

6) 조명설치 위치는 지붕 Catwalk에 설치하고 그라운드 레벨에서 20m이상 설치하고 광축 65° 을 초과할 수 없다.

7) 관중이나 TV 카메라 선수(특히 골키퍼)에 심각한 장애가 없도록 조명설정 한다.

표 3.1. Calculux 조명디자인 Summary

General Information

The overall maintenance factor used for this project is 0.80.

Observer Information

Code	Observer	Position		
		X (m)	Y (m)	Z (m)
Aa	Main Camera	0.00	70.00	23.00
Bb	Keeper	50.00	0.00	1.50

Project Luminaires

Code	Qty	Luminaire Type	Lamp Type	Power (W)	Flux (lm)
A	8	MVF 406/1.8KW CAT 1	1 * MHD 2000/380	2080.0	1 * 180000
B	92	MVF 406/1.8KW CAT A2	1 * MHD 2000/380	2080.0	1 * 180000
C	44	MVF 406/1.8KW CAT A3	1 * MHD 2000/380	2080.0	1 * 180000
D	84	MVF 406/1.8KW CAT A4	1 * MHD 2000/380	2080.0	1 * 180000
E	36	MVF 406/1.8KW CAT A5	1 * MHD 2000/380	2080.0	1 * 180000
I	36	MVF 024/2KW W	1 * MHN-TD 2KW	2040.0	1 * 220000
J	18	QVF 417/1.5KW W	1 * T3 P L 1.5KW	1500.0	1 * 36300

The total installed power: 649.56 (kWatt)

Number of Luminaires Per Switching Mode:

Switching Mode	Luminaire Code						
	A	B	C	D	E	I	J
Soccer Training	0	20	8	16	8	36	18
Soccer Competition	4	40	16	36	8	36	18
Soccer CTV	8	80	28	60	28	36	18
Soccer HDTV	8	92	44	84	36	36	18
Spectator	8	92	44	84	36	36	18
Emergency	0	0	4	4	0	16	8
Hot-Restrike	4	52	20	40	24	36	18

Switching Mode	Power (kWatt)
Soccer Training	208.60
Soccer Competition	316.76
Soccer CTV	524.76
Soccer HDTV	649.56
Spectator	649.56
Emergency	61.28
Hot-Restrike	391.64

Number of Luminaires Per Arrangement:

Arrangement	Luminaire Code						
	A	B	C	D	E	I	J
13.5,58	0	0	0	4	36	0	0
2,58	0	0	40	40	0	0	0
22,58	0	0	0	40	0	0	0
32,58	4	36	4	0	0	0	0
37,58	0	20	0	0	0	0	0
42,58	4	36	0	0	0	0	0
Emergency Polar	0	0	0	0	0	0	18

표 3.2. Calculux 조명디자인 Summary

Arrangement	Luminaire Code						
	A	B	C	D	E	I	J
Polar	0	0	0	0	0	36	0

Arrangement	Power (kWatt)
13.5,58	83.20
2,58	166.40
22,58	83.20
32,58	91.52
37,58	41.60
42,58	83.20
Emergency Polar	27.00
Polar	73.44

Calculation Results

Switching Modes:

Code	Switching Mode
1	Soccer Training
2	Soccer Competition
3	Soccer CTV
4	Soccer HDTV
5	Spectator
6	Emergency
7	Hot-Restrike

(I) Illuminance Calculations:

Calculation	Switching Mode	Type	Unit	Ave	Min	Max	Min/Ave	Min/Max
Soccer Training	1	Surface Illuminance	lux	458	364	652	0.79	0.56
Competition	2	Surface Illuminance	lux	848	731	1025	0.86	0.71
Soccer CTV	3	Surface Illuminance	lux	1643	1294	1840	0.79	0.70
Soccer CTV Camera	3	Illuminance -> Aa	lux	1545	1215	1872	0.79	0.65
Soccer HDTV	4	Surface Illuminance	lux	2169	1889	2377	0.87	0.79
Soccer HDTV Camera	4	Illuminance -> Aa	lux	2042	1661	2386	0.81	0.70
Spectator	5	Surface Illuminance	lux	794	70	1634	0.09	0.04
Emergency Soccer	6	Surface Illuminance	lux	75.3	34.4	195.5	0.46	0.18
Emergency Spectator	6	Surface Illuminance	lux	96.2	26.5	325.2	0.28	0.08
Emerg. Soccer CTV	7	Surface Illuminance	lux	1136	894	1329	0.79	0.67
Emerg. Soccer CTV Camera	7	Illuminance -> Aa	lux	1041	810	1196	0.78	0.68

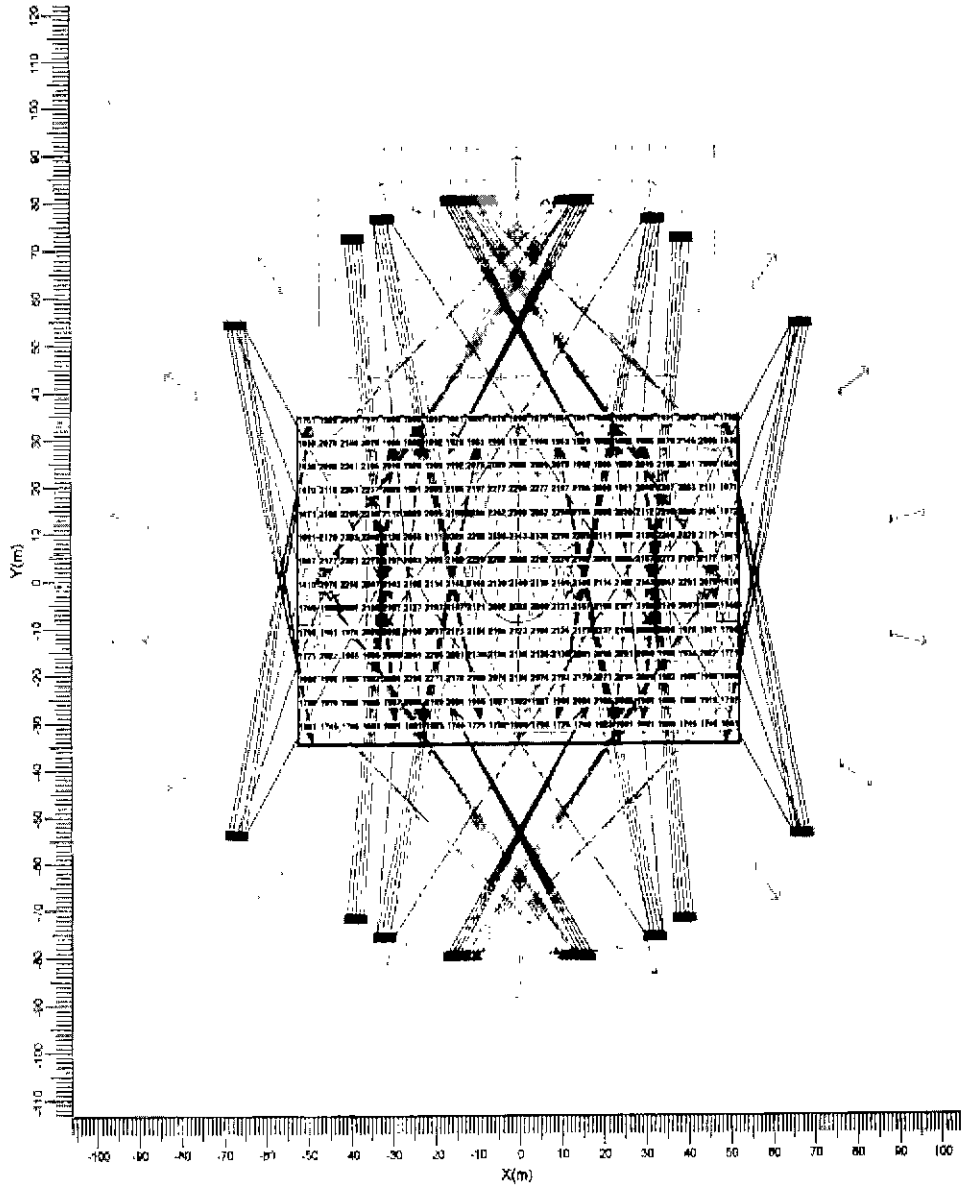
Glare Rating Calculations:

Calculation	Switching Mode	Observer	Reference Grid	Reflectance	GR-Max
Glare	1	Bb	Football	0.25	39.1

표 3.3. Calculux 조명디자인에서 HDTV 조명수준

Soccer HDTV Camera: Graphical Table Soccer HDTV

Grid : Football at Z = 0.00 m
 Calculation : Illuminance towards Main Camera (lux)
 Height above grid : 1.50 m



Maximum of 6 luminaire types exceeded - discarding legend.

Average	Minimum	Maximum	Min/Ave	Min/Max	Maintenance factors	Scale
2042	1661	2386	0.81	0.70	See summary	1:1250

8) 조도 측정기준점은 그라운드 레벨에서 1.5[M] 높이 수직면이며 Cie 규정 67항에 의거 Playing Area 상에서 7×11칸의 총 77Grid의 측정포인트를 적용한다.

9) 균일도 범위는 최대조명과 최소 조명치를 2.5 이하가 되도록 한다.

나. 등기구(Lighting Fixture)

- 1) 등기구재질 : 고강도 고압 알루미늄 다이캐스팅
- 2) 풍압면적 : 0.20 [sg.m]이하(지붕구조하중 고려)
- 3) 투광기 형태 : 원형 또는 타원형구조
- 4) 방수/방진성 : IP55이상(IEC 598규정)
- 5) 전면유리 파손시 낙하방지 장치 : Wire Mesh 설치 또는 낙하방지 특수 소재사용

6) 빔각도 보유(Optic Control) : 4~7개 종류이상 확보

7) 안정장치 구비 : 전면유리파손 또는 등기구 개폐시 전원자동차단 회로구비

8) 조정자 구비(Aiming 기능) : 구비

9) 눈부심 조정기능 : 내부나 외부에 구비

10) 램프 교체방식 : 후면 개폐구조방식 적용 (Back Open Type)

11) 전면유리재질 : 1.6[mm]이상의 특수화확 처리된 고강도 유리

12) 반사경 구조 : 단일구조 또는 이중구조 (Double)

13) 반사경 재질 : 고효율 압축성 유리 또는 고효율 알루미늄과 특수코팅으로 구성

14) 등기구 무게(등기구+램프) : 표준형은 15[kg]이하, 순간제점등형은 20[kg]이하

15) 등기구 보수유지비율(Maintenance factor) : 0.8

다. 램프(LAMP)

- 1) 램프용량 : 2,000[W]
- 2) 램프전압 : 205[V](380[V]에서)
- 3) 램프수명 및 보증기간 : 3,000시간 이상을 만족하고 2년간
- 4) 램프색온도[°K] : 5,000°K~5,800°K(HDTV

방영기준으로)

- 5) 램프 연색성(Ra) : 90이상(HDTV 방영기준)
- 6) 램프 형태(Lamp Type) : 양극형(Double Ended)
- 7) 램프 색상 : 천연백색(Natural White)
- 8) 눈부심(GR) : 50이하
- 9) 램프전류 : 11.3[A] 이하
- 10) 램프효율 : 90 Lumen/Watt
- 11) 램프 점등위치(Lamp Burning Position) : 수

평점등 +/- 15도

리. 안정기

- 1) 안정기 박스 재료 : 알루미늄 다이캐스팅
- 2) 역율 : 90%이상
- 3) 전압 : 380[V]/60[Hz]
- 4) 절연계급(Insulation class : class H급 이상 Tw =155° 이상)

5) 램프와 안정기간 설치가능거리(이그나이터 점등방식) : 최소 60[m]~최대 95[m]

6) 방수/방진성 : IP55이상

7) 안정기 동작허용 온도범위(Permissible Ignitor Temp) : -20[°C]~+80[°C]

8) 안정기용량 : 2[kw] 380[V] 60[Hz]

9) 안정기구성 : 안정기, 콘덴서 일체식 조립 완제품

10) 절선방법 : Screw Terminal Block 방식

11) 고압 탭부분 절연 : 난연성 재료의 스크리브 절연

12) Hot-Restrike 가능여부 : 가능

13) 안정기 무게(Box 포함) : 표준형 : 20[kg]이하, 순간제점형 : 25[kg]이하

2. 조명시공관리 시방

2.1 조명시공관리

가. 목적

본 관리시방은 서울삼암월드컵경기장에 설치되는 경기장 조명시설에 관련된 기자재 상세설계, 제작납품, 설치, 시운전, FIFA 검정에 관한 시공상 지켜야

할 기술적 지침을 규정함을 목적으로 한다.

나. 시공목표

주경기장의 야간조명설비는 선수의 경기와 관중의 관람환경을 동시에 쾌적하게 하고 컬러TV/HDTV 방송중계를 위한 FIFA의 조명조건에 부합되고 관중 및 선수들의 안전조명을 충분히 고려하여 성공적인 월드컵 유치 및 향후 경기장 조명 지원에 최상의 신뢰성을 구축하여야 한다.

다. 시공시 중점고려사항

1) 조명시설에 관련된 기자재는 조도레벨(수평면, 수직면) 균일도, 클레어, 연색성, 색온도, IP지수, 설치위치 및 높이등을 FIFA 요구조건을 충족토록 구성

2) 조명의 유형, 소요전력, 수명, 초기비용, 유지비용, 설치수량, 형태, 고정높이, 위치설정, 향후 유지관리와 용이성 등을 최대한 고려하여 상세설계 후 시공착수

3) 다목적 사용용도(경기, 집회, 이벤트행사) 에 따라 점등이 가능토록 단계별 점등 계획 및 원격제어에 대한 다각적 검토 후 최상의 조명배치 계획 후 시공착수

4) 지붕구조 및 재료를 건축와 조명계획과 연관하여 조명효과 및 경제성을 향상시킬 수 있는 재료를 검토하고 코너 마스터나 지붕 유도면을 따라 연속된 측면조명 시스템을 기본 계획부터 반영시공

5) 관중용 비상조명은 정전 후 즉시 점등하고 안전한 장소로 이동, 대피가 가능토록 독립된 회로망을 구성 시공

6) 정전시 TV 방송용 조명에 대한 비상전원 및 무정전 전원 확보구성

7) 조명기기 설치 후 유지보수 계획을 위한 관련 데이터 제출

라. 시공완성도 검증

1) 국제규모경기장(올림픽, 월드컵) 조명관련 데이터 적용 검증

2) 조명시스템의 신제품 및 신기술에 대한 적용

3) FIFA의 조명시설 기준에 의거하여 조명시스템

인증 및 승인획득

2.2 조명시스템 설치 및 시운전 관리지침

가. 업무진행절차

나. 세부추진사항

1) 조명 납품업체는 조명제어 및 배관, 간선 전기 시공업체와 사전 협의하여 관련 정보를 제공하고 설치상태 전반에 대해 설계내용에 준하여 설치되었는지 검토 시행

2) 조명기구 납품업체는 별첨 측정방법에 따라 등기구 시험 및 조정(Aiming, Testing, Commissioning)을 완료하여 감독관에게 데이터를 제출하여 승인을 획득한 후 일정기간 시운전으로 조명시스템 운영 및 확인.

3) 조명기구 납품업체는 상기 사항을 완료 승인 후에 최종 준공도면, 사용설명서, 유지보수관리 지침서를 제출.

2.3 조명시설 세부 측정방법 및 요소

가. 측정기준

1) 수평면조도 : CTV : 1,500[lx] 이상, HDTV 기준 2,000[lx] 이상(조명폐턴에 따라 부분별 측정)

2) 수직면 조도

① 주카메라(CTV : 1,500[lx] 이상, HDTV : 2,000[lx] 이상, 비상TV : 1,000[lx] 이상)

② 보조카메라(CTV : 1,000[lx] 이상, HDTV : 1,500[lx] 이상, 비상TV : 500[lx] 이상)

3) 균제도

① 수평면(U2 = 최소조도/평균조도)

CTV>0.7, HDTV>0.8, 비상TV>0.7

② 수직면조도(U2 = 최소조도/평균조도)

CTV>0.6, HDTV>0.7, 비상TV>0.5

4) 클레어 : ≤50

5) 연색성 : HDTV≥90

6) 색온도 : HDTV≥5,000K ~5,800K

7) 등기구 IP 지수 : ≥55

8) 등기구 설치높이 : >20M

9) 등기구 설치광축 : <65°

10) 그라운드 5M 간격의 2지점에서의 조도 레벨차 : ≤20%

11) 스위칭스텝 : >4

12) 관중석 조명, 비상안전조명 확인

13) 보수유지측면 : Catwalk설치

* 상기 측정범위는 Cie 규정 제67항에 의거 Playing Area상에서 7×11칸의 총 77Grid의 측정 포인트를 적용함

나. 측정장비

1) 각도 조정측정기(Simple and Precision Aiming Device)

2) 조도계(Lux Meter)

3) 전압, 전류, 저항측정용 테스타(Multi Tester)

4) 절연측정 테스타(Megger Tester)

5) 기타 필요장비 및 자재

디. 측정인력

1) 국제규모경기장(월드컵, 올림픽) 조명측정 참여 실적이 있는 조명전문가 1인 이상

2) 보조엔지니어 1인 이상

3) 전기기술자(전기분야 산업기사 이상)

라. 측정기간

조명기구 설치완료 후 감독관 및 발주처와 협의 후 결정

미. 측정확인 및 검증

1) 발주처의 감독관 입회 확인후 자료제출 승인 (보고서 제출)

2) FIFA 실사에 대한 최종승인(보고서 제출) : 준공까지 FIFA 실사가 어려울 경우 추후 실사 및 최종 승인에 대한 이행 협약.

맺 음 말

경기장 조명에서 등기구 설치의 최종 수량을 결정하고 영향을 미치는 주요 Key factor들이 있는데, 대체로 계산그릿규격(Calculation grid size), 등기구 설치 위치(Luminaire positioning), 주 카메라 위치

(Main camera positioning), 대칭 디자인(Symmetrical design), 균일도(Uniformity), 유지보수율(Maintenance factor), 조도레벨(Illuminance lux level)등이다. 이와 관련하여, 축구경기장 조명설계에서 고려되어지는 주요 Key 포인트들을 제시하면

첫째, 투광등의 설치위치를 위한 배열은 FIFA 기준에 의거 절대 Free Space(+/- 15도)이내에 있어서는 안된다. 왜냐하면, 이는 골키퍼에게 심한 눈부심을 야기시키기 때문이며 FIFA는 등기구 설치배열이 이런 각도하에 있을경우 그들의 실사과정에서 결코 허락치 않는다.

둘째, 등기구의 선택시 상대적으로 높은 Peak 휘도를 갖고있는 제품을 선정시는, 이는 선수들이 공중볼을 다룰때 훨씬 더 눈부심을 갖게 된다. 또한 이점은 특별히 Free Space(+/- 15도) Zone에서 영향을 주게 된다.

셋째, 많은 숫자의 초협각범 등기구의 채용은 TV 중계동안 나쁜 균일도를 초래한다.

넷째, 낮은 설치위치의 유지보수통로(Catwalk) 설치위치가 높아지게 되면 낮은 조도레벨을 초래할 것이다. 이는 등기구의 설치높이가 건축구조와 연관하여 정확하게 시행되어져야 함을 말한다.

다섯째, 조명설계시 주 카메라를 포함한 다수의 카메라들이 포진됨을 고려하여 등기구 시스템 매치는 비대칭형이 아닌 대칭형이어야 한다.

여섯째, 만약 투광등 위치들이 거의 골문 뒤쪽에 직접적으로 자라잡게 설계되는 경우엔, 골문쪽으로 향하는 선수들에게 심한 눈부심과 정신혼란을 야기시킨다.

일곱번째, 조명계산 그릿이 FIFA 기준요구에 맞지 않게 훨씬 적은 60 × 100[m]로 하였을 경우(기준 Breadth 60 to 75[m] × Length 105 to 110[m])를 가정했을때, 이렇게 적은 그릿은 FIFA기준과 관련하여 계산결과에서 부정확한 조도레벨과 균일도 값을 초래한다. 만약 적은 그릿 계산은 조명설계 계산에서 반영되지 않은 60 × 100[m] 바깥쪽의 가장자리 지역들

은 실제로 낮은 수평면 조도를 초래하여, 이것은 계산값에서 아주 부정확한 균일도 값을 나타내게 된다.

상기 유의하여야 할 고려사항에서 몇 가지 언급된 사실들은 경기의 질과 선수들에게 아주 중요한 영향을 미치는 것들이기 때문에 필립스는 경기장 조명 설계시 이런 점들을 아주 중요하게 고려하고 있는 것이다. 끝으로, 월드컵 축구경기장과 같이 Top High end Quality 스포츠 라이팅 프로젝트에서는 첨단 스포츠 전용 등기구의 채택과 납품설치실적, 명성 등을 감안하여 이미 FIFA의 검증과 국제적인 공인 으로 최고의 품질과 신뢰성이 기 입증된 조명 시스템의 채택을 적극 권장한다.

◇ 著 者 紹 介 ◇



설 창 균 (薛昌均)

1955년 2월 22일생. 1978년 연세대학교 전기공학과 졸업(학사). (주)금강, 금강종합건설(주) 근무. 현재 (주)필립스전자 조명사업부 프로젝트 팀장 /영업이사.