

## GE Lighting 경기장 조명 사례

1. 창원 자전거 경기장의 조명
2. 미국 메이저리그 경기장의 조명

이 호 원 <(주)GE 삼성조명 PROJCT 팀장>

Ultra Sport™ Floodlight

*"greatest highlight in all of sports!"*



The GE UltraSport™ Floodlight combines state-of-the-art lighting control and ballast technology packages together for the first time in a multi-class sports lighting luminaire. The result is remarkable light output and efficiency with excellent color rendering for players, spectators and television broadcasting.

UltraSport floodlights also offer outstanding beam control, virtually eliminating spill light and spill light pollution. On the other hand, the built-in Ballast and Ballast Control System (BACS) lighting control.

The UltraSport Floodlight system is a complete solution for the installation of fixtures required to provide the same required light output and efficiency as a traditional system, but with a lower maintenance cost, and lower energy consumption. Use the UltraSport Floodlight system to apply your ultra premium lighting to respond to any lighting situation and provide the best light solution.

When you consider all the benefits the UltraSport Floodlight has to offer, you will conclude that the UltraSport Floodlight is the most advanced lighting solution.




### 1. 창원 자전거 경기장

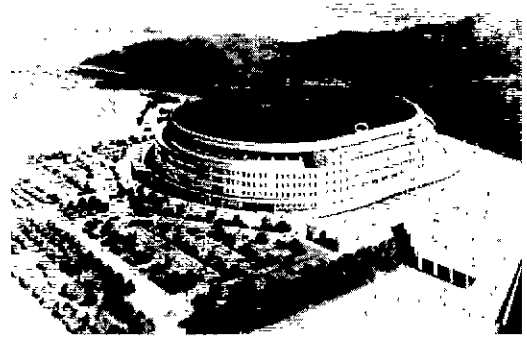


그림 1. 경기장 전경

#### 1. 일반 사항

##### 1) 시설의 개요

명 칭 : 창원자전거경기장

발주처 : 창원시

부지 면적 : 50,500M<sup>2</sup>(15,276평)

사업기간 : 1996.12. - 2000.3.(예정)

설계 : (주)건정종합건축사 사무소

감리 : (주)건정건축사 사무소

(주)한신콘설턴트

(주)한국방재엔지니어링

시공사 : - 토목, 건축, 설비 : 현대 건설(주)  
 (주)동성종합건설  
 (주)대동주택

- 전기 : 대명전력(주)
- 조명 / 제어 : (주)엠알엔지니어링
- 통신 : 대호 통신

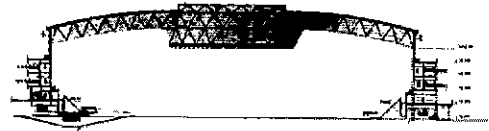


그림 3. 횡단면도

2) 시설 규모

층수 : 지상5층

구조 : 철근 콘크리트 및 입체 트러스

수용인원 : 7,000석(12,000명)

건축면적 : 25,680.21M<sup>2</sup>(7,768.26평)

연면적 : 43,555.61M<sup>2</sup>(13,175.57평)

- 1층 : 18,958.962층 : 6,750.46
- 3층 : 4,699.34
- 4층 : 4,367.96
- 5층 : 1,924.58
- 스탠드 : 4,054.72

PISTA : - 길이 : 333.33M

- 폭 : 9.5M

주요마감 : - 바닥(일반) : 고경질 우레탄 페인트,  
 비닐계 타일

- 바닥(경기장) : PISTA(특수 아스콘)

- 벽 : 수지미장 / 아크릴 페인트

- 천정 : 경량 철골 천정틀 / 석고  
 보드 / 마이톤

- 지붕 : SPACE FRAME / THK75  
 텍크 판넬

- 외장재 : 화강석(혹두기, 물갈기)  
 외장 타일

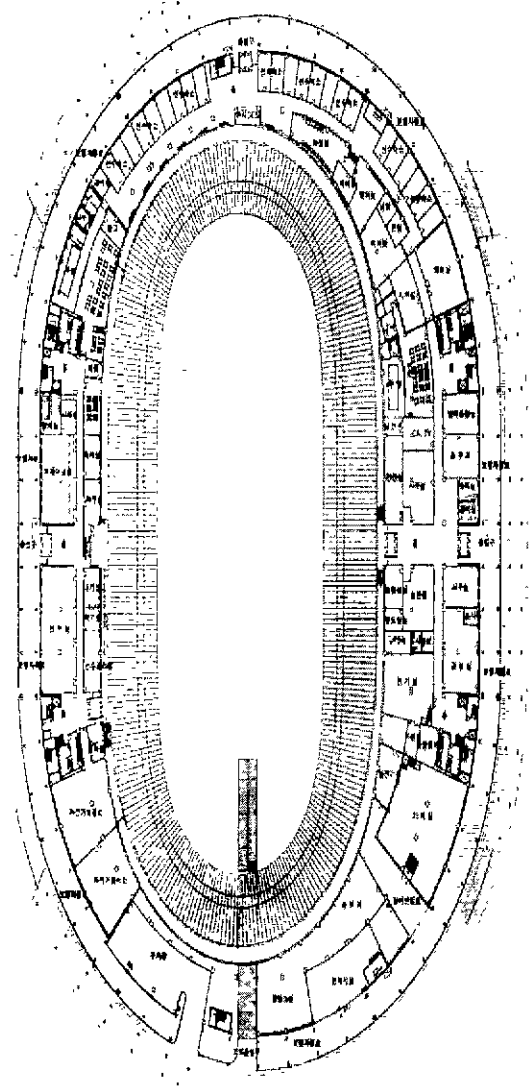


그림 4. 1층 평면도



그림 2. 종단면도



야 한다.

- \* 정전 시를 대비하여 즉시제점등형(Instant Hot Restrike) 등기구를 사용하여 PISTA 지역 400룩스이상, Safety 지역 100룩스 이상 확보하여야 한다.

- 조명기구의 설치위치

- \* 조명등을 설치 할 때에는 선수와 관중 및 주변 통로 통행인 등이 눈부시지 않도록 PISTA를 따라 30M 상단의 Catwalk 지정 장소에 설치해야 한다.
- \* 또한 투광기의 설치위치는 설계도면에 의거, 경기장 위에 향하는 개개의 투광기의 조사 좌표(Aiming Point)와 연관하여 설치하여야 한다.
- \* 여하한 경우에도 경기 그라운드 위로 20M 이상의 높이에 설치하여야 한다.
- \* 인공광원을 제공하는 시설물들은 관중이나 TV 카메라에 시각적인 장애를 일으키지 않는 방법으로 설치되어야 한다.

\* Finish Line Area는 사진판독시스템과 연관되어야 함으로 별도의 특수 조명 장치를 마련하여야 한다.

- \* 조명기구의 조정 및 측정을 위하여 크로스암 공간을 확보(Crossarm Spacing)하여야 한다. 등기구를 캐트워크에 설치시 상호 물리적 방해요인을 제거하기 위해 아래의 공간을 확보한다.

수평간 등기구 : 30inch(763mm)

수직간 등기구 : 36inch(914mm)

- 경기장 조도

경기장의 경기 진행과 관중들의 관전에 적합하도록, 또한 관중들의 출입하는데 안전한 조명이 되어야 하고, 정전시 EMERGENCY조명을 준비한다.

수평면/수직면 조도의 측정기준점은 그라운드로부터 1M 지상으로 한다.

- 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 최저조도/최대조도 = (U1) 및 최저조도 / 평균조도= (U2)에 기준한다.

- 색온도(Color Temperature)

경기조명용 광원의 색온도는 주간경기에서 야간경기로 이어질 경우 COLOR-BALANCE 문제 때문에 광원의 색온도는 4000K 근방이 가장 이상적이다.

- 연색성(Color Rendering)

연색성은 자연색을 표현하는 지수으로써 높을수록 색상의 구분 등 선명한 TV 중계 화면을 볼 수 있으며 60Ra이상의 광원의 사용을 권장한다.

- 램프 수명 유지 보수면을 고려하여 램프 수명은 길수록 좋으며, 최소한 평균 정격 수명 3,000시간인 램프의 사용을 권장한다.

### 3. GE 조명 설계 시방

#### 1) 기본 조명 설계(Basic concept)

창원 자전거경기장은 기본적으로 비상 조명을 위하여 즉시 재 점등형(Instant Hot-Restrike) Ultra Sport 2[kW] 20개의 등기구와 일반형 Ultra Sport 2[kW] 20개 및 Powr Spot 1[Kw] 등기구 160개를 사용 구성하였으며, 본 스포츠 등기구는 Color Tv 증계 가능한 Fifa 축구 경기, 올림픽 게임, 프로 선수권 시합 등 각종 중요한 대형 행사에 가장 최적의 연출이 되도록 제작 설계되어진 시스템이다.

Ge의 스포츠 조명 전용 Powr Spot System은 사용자의 가장 경제적인 효율을 위하여 광원 1000[W] Metal Halide Lamp의 110,000Lumens 풍부한 광량과 Ge만의 특허 기술인 Alglas 코팅 기술과 첨단 여과장치인 광학 필터링시스템으로 제작되어진 특수구조이다.

또한 방송용 기준인 +65Ra 연색성과 4000K의 색 온도를 만족한다.

2) 경기장 조명 계획

- 관중 수용 능력 : 14,000석 이상
- 프로 경기 수준 : COLOR TV
- 경기 종류 : 자전거 경주
- 전용 전압 : 단상 220V 60Hz
- 사용 등기구 모델 및 수량

Ultra Sport 2[kW] Floodlighting /  
Hot Restrike Type - 20개  
Ultra Sport 2[kW] Floodlighting /  
Standard Type - 20개  
Powr Spot 1[kW] Floodlighting /  
BO(협각) - 90개

Powr Spot 1[kW] Floodlighting /  
DO(중각) - 70개

- GE Total Lighting Control : 4 Levels
- 연습 / 비상 수준(Training & Emergency)
- 일반 경기 수준(Competition)
- 프로 경기 수준(Professional)
- 국제 경기 수준(International)

3) 경기장 조도 계산서 (Lighting Simulation)

A. 조명 패턴

- 기본 레벨 (3 Different Switching Modes) : 국제연맹 권장 기준의 향후 실제 조명 운영 방안으로 등기구 설치 및 조정의 기본 모드이다.

B. 레벨별 조명계획(표 1 참조)

표 1. 레벨별 조명 계획

Level	Mode / Area	기구 수량 Qty/[kW]	평균 조도 [lx]	균일도M [Min/Avg]	균일도 [Min/Max]
1	연습/비상 시험 / Pista / Safety Zone	20/2[kW]	428 115	0.884	0.759
2	일반 경기 수준 / Pista / Safety	40/2[kW] 8/1[kW]	909 229	0.876	0.726
3	프로 경기 수준 / Pista Hor. / Pista Ver. / Safety / 관중석	40/2[kW] 102/1[kW]	1,698 771 500 536	0.901 0.428	0.751 0.224
4	국제 경기 수준 / Pista Hor. / Pista Ver. / Safety / 관중석	40/2[kW] 160/1[kW]	2,084 934 767 616	0.880 0.444	0.725 0.267

\* Main Camera Position : 0, -50, 20@AFG 1M

\*\*\* Area별 조도 Simulation on International level  
 - AutoCad14 Lighting Drawing -

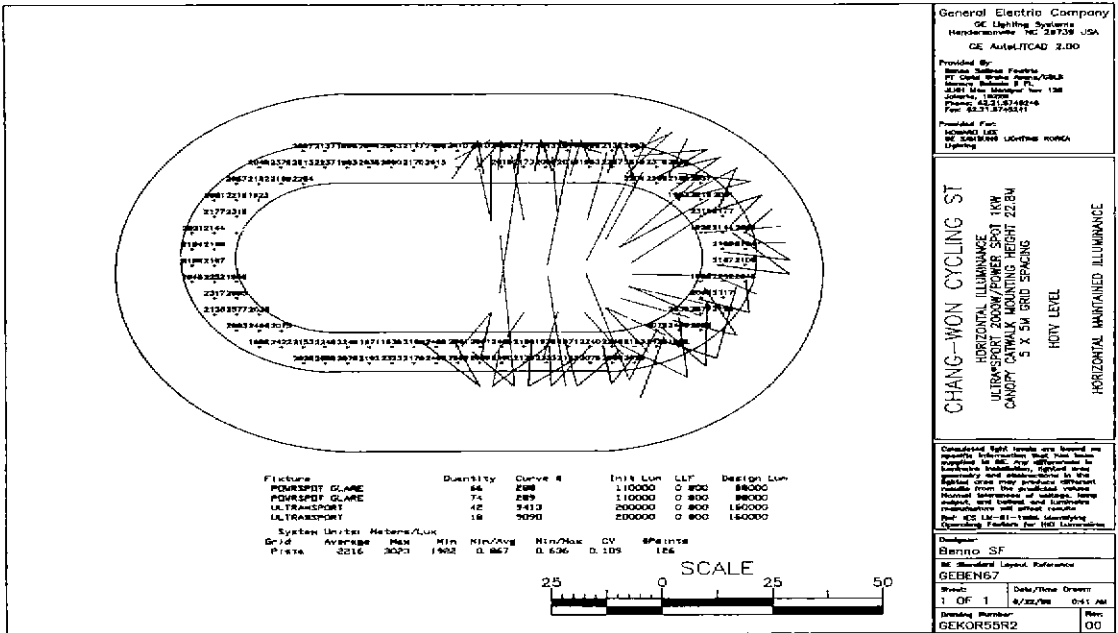


그림 6. 피스타지역 국제경기 수평조도

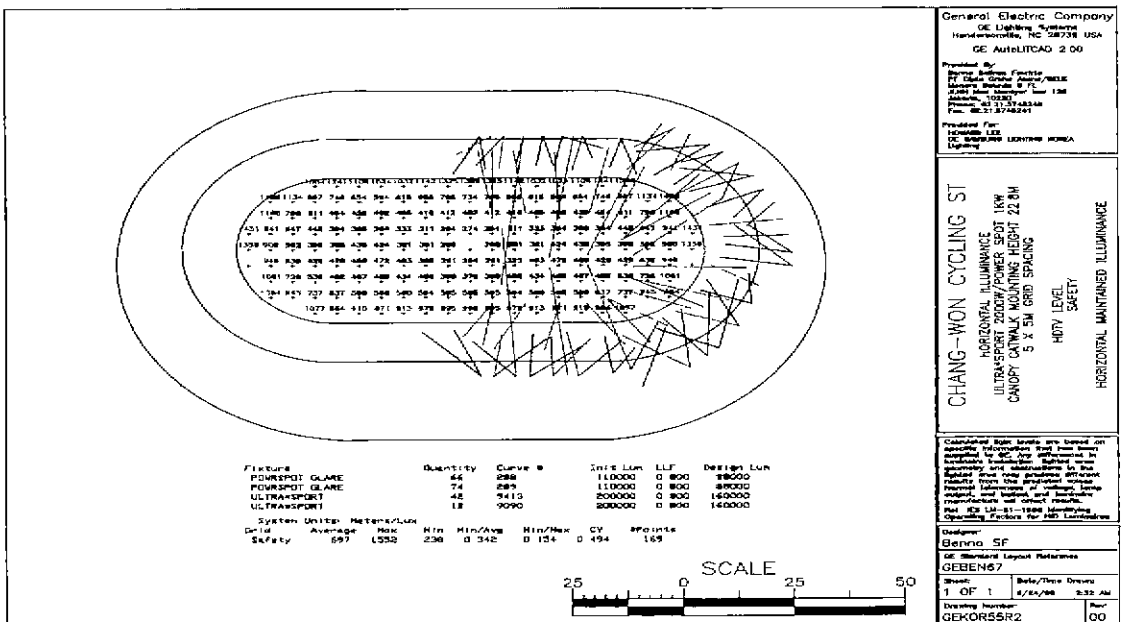


그림 7. 안전지역 국제경기 수평조도

- Europic Reference Simulation on International game level

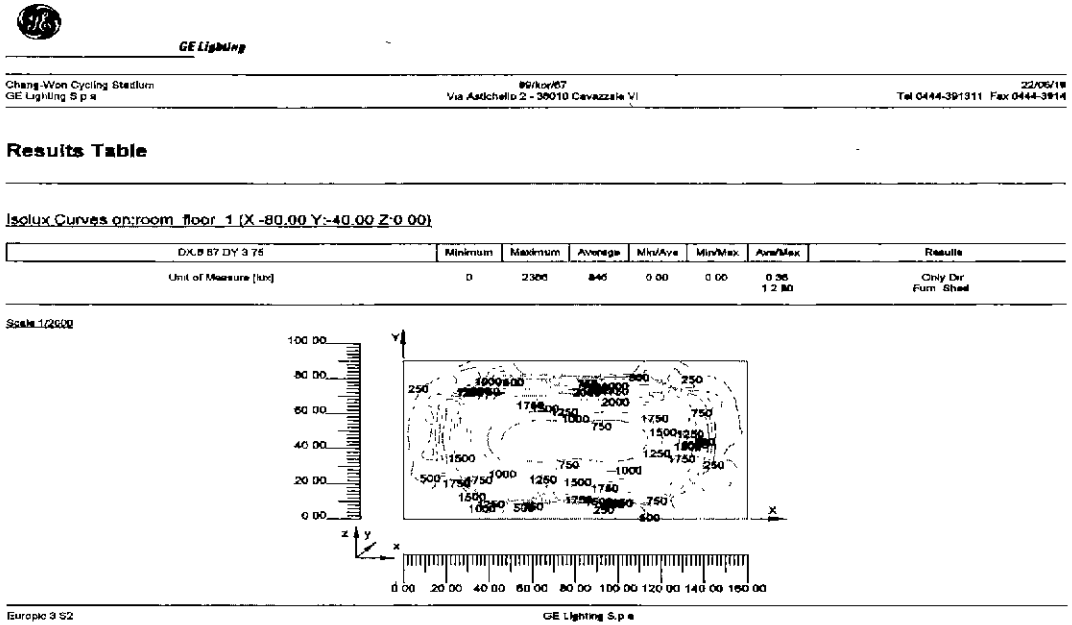


그림 8. 조도그래프 Isovalue

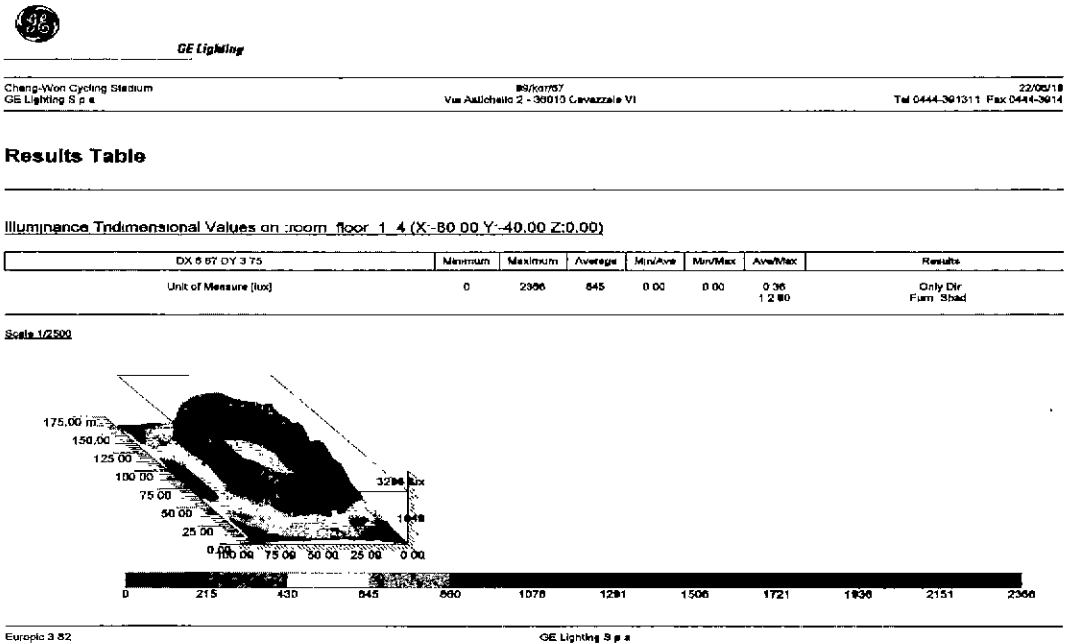


그림 9. 조도균제도 3D Simulation



GE Lighting

Chang-Won Cycling Stadium  
GE Lighting S.p.a

89606/07  
Via Aaticello 2 - 36010 Cavazzale VI

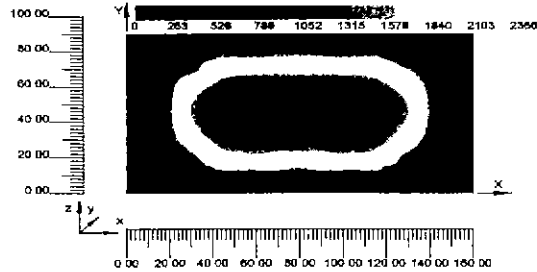
22/06/18  
Tel 0444-361311 Fax 0444-3614

### Results Table

Illuminance Spot Diagram on room floor\_1\_2 (X:-80.00 Y:-40.00 Z:0.00)

DX 6.67 DY 3.76	Minimum	Maximum	Average	Min/Ave	Min/Max	Ave/Max	Results
Unit of Measure [lux]	0	2390	845	0.00	0.00	0.36 1.2.80	Only Dir Furn, Blvd

Scale 1/2500



Europe 3.82

GE Lighting S.p.a

그림 10. 조도 균일도 Simulation

### 4. 조명기구 주요 시방

#### DIMENSIONS

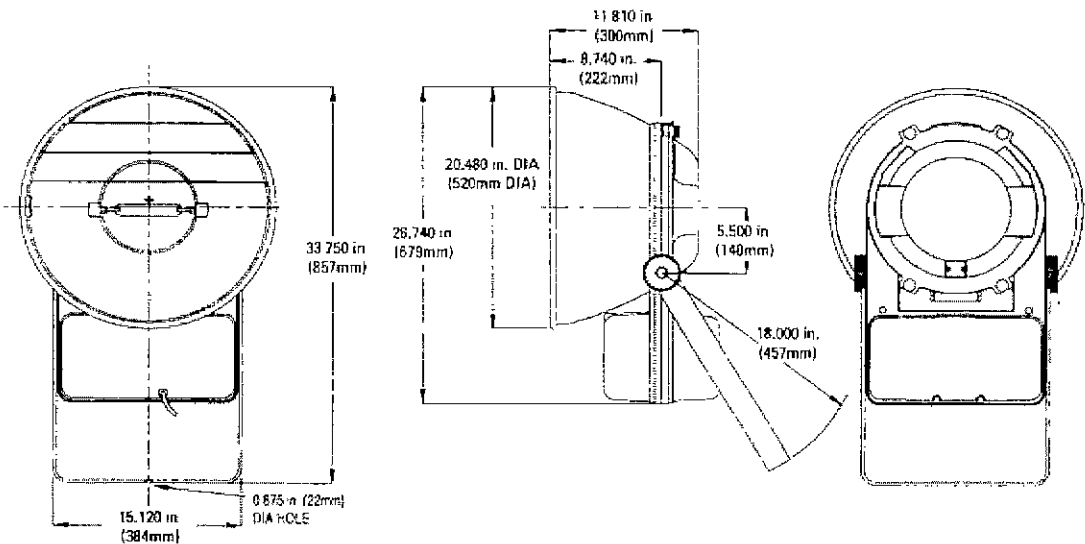


그림 11. 경기장 투광용 및 즉시재점등형 조명등 (Ultra ☆ Sport™ · 울트라 스포츠)



1) 몸체(Housing)

A. 몸체 : 주 몸체는 부식 방지 및 무게를 최소화하기 위하여 고압으로 주조된 알루미늄 다이캐스트(Die-cast) 구조로 제작되어야 한다. Mounting은 부식방지를 특수도장(Apoxy painting)된 스틸로 제작되며, 조사각을 알수 있는 각도 조정 기능이 부착되어 있어야 한다.

B. 베이스 · 램프 장착시 자동적으로 초점이 맞추어 질수 있도록 구성되어야 한다.

C. 반사경 : 원활한 각도 조정 및 유지 보수를 위하여 2개의 분리된 반사경 구조로 구성되는 구조이어야 하며, 재질은 주반사경/후위 반사경은 반사율 95% 이상의 고효율 압축 성형 유리, 보조 반사경/전면 반사경은 고효율 알루미늄 과 GE 만의 특허를 가지고 있는 Alglas 코팅 기술로 제작되어야 한다.

D. 광학필터 : GE가 자랑하는 광학 필터링 시스템은 완전히 밀폐되어 있는 시스템에서 램프의 수명과 반사경의 효율에 지대한 영향을 주며, 장기 사용 및 내·외부의 흙·메기시 습도 조절과 화학 물질, 미세한 먼지 등의 물질 까지도 걸러 낼 수 있는 첨단 여과 장치인 Hydro ★ Gard 광학 필터를 통해 공기가 여과 흡·메기 된다. 이는 램프 및 등기구의

장기간 최적의 사용 조건을 제공한다.

E. 전면유리 : 충격과 열에 아주 강한 3.2mm두께의 안전 유리(Safty tempered glass lens)로 제작되어야 하며, 보다 완벽한 안전 장치를 위하여 전면 유리 파손시 순간전력차단기능을 갖추어야한다. 본 Ultra☆Spot는 “유리 파손시 순간 전력 차단 회로” 기능을 채택하고 있는 유일의 스포츠용 조명 시스템으로 본 기구 내부회로는 “유리 파손시 순간 전력 차단 회로”의 작동을 위하여 항상 전면 렌즈의 상태를 감지하도록 구성된 특징을 가지고 있다.

GE가 생산 공급하는 모든 Ultra☆Sport Flood-lighting System은 본 “유리 파손시 순간 전력 차단 회로”를 기본 사양으로 적용하고 있다.

F. 유지 보수 : 램프 교환 및 유지 보수시 등기구의 고정된 상태에서 이미 초점이 조정된 것을 어떠한 재 조정 없이 교환 및 점검이 이루어지도록 뒷부분만을 교체할 수 있는 구조를 갖추어야 한다.

G. 광학적인 효율(Photometric Performance)

\* Ultra☆Sport는 스포츠 조명에 적합한 양극형 메탈 램프와 고효율 반사경을 적절히 사용하여 최상의 빛 효과를 통해 폭 넓은 빛을 분배해 주고 높은 캔들파워를 만들 수 있는 구조로 구성되어있다.

표 2. 조명기구 배광특성 및 빛의 각도

종 류	배 광 특 성	빛 각 도
S01	Stadium Oval without Internal Glare System - 초협각	NEMA 4X2 (61x21)
S02	Stadium Oval with Internal Glare System - 내부 빛 조절 가능 초협각	NEMA 4X2 (65x22)
M01	Medium Oval without Internal Glare System - 중각	NEMA 4X2 (64x24)
M02	Medium Oval with Internal Glare System - 내부 빛 조절 가능 중각	NEMA 4X2 (70x24)
W01	Wide Oval without Internal Glare System - 광각	NEMA 5X3 (81x38)
W02	Wide Oval with Internal Glare System - 내부 빛 조절 가능 광각	NEMA 5X3 (81x37)
WW01	Extra wide oval without Internal Glare System - 초광각	NEMA 5X4 (73x53)
WW02	Extra wide oval with Internal Glare System - 내부 빛 조절 가능 초광각	NEMA 5X4 (74x54)

\* 빛 눈부심/피침 방지 기능: 외부 반사판,투버등 추가 구조 비용이 필요 없이 등 기구 내부 구조만으로 빛의 눈부심 방지 및 빛의 투광분포를 조절하여 요구되지 않는 방향으로의 빛의 누출을 조절할 수 있는 구조이다.

\* 광학분포(Photometric Choices) : 주반사판과 보조반사판의 적절한 조화 와 변화 및 양극형 메탈 램프의 응용으로 스포츠 조명이 요구하는 빛의 다양하고 적절한 분포구조를 가지어 그라운드 빛의 균일성을 만족한다.

H 구조적 기능(Structure Data)

- \* 국제 품질 규격 인증 : UL1572
- \* 방수,방진 구조 : IP 55
- \* Dimension : 넓이 × 높이 × 깊이

## 2) 광원(Lamps)

384[mm] × 679[mm] × 300[mm]

\* 무게(Weight) : Hot Restrike형 15[kg]/34[kg]  
(안정기 포함)

### 3) 안정기(Ballast)

- A. 구조 : 2000[W] 양극형 메탈 할라이드 램프 - 단상 220[V]60[Hz]에서 최적 작동 에 적합한 구조
- B. 형태 : 등기구 부착형(Integral Gear)
- C. 재질 : 국제 품질 규격 인증 자재 사용
- D. 안정기 Box : 알루미늄 재질로 IP55의 방수,방진 형태
- E. 역률 : 90+
- F. 순간재점등방식 : 가능

표 3. 광원특성

Lamp Data	Super Metal Halide 2000 Watt Double-Ended
GE Lamp Code	MQI/2000/T9/40
Osram Sylvania	M2000T9/DE
ANSI 규격 번호	U134
구조	양극형 메탈 램프
점등 방향	수평 방향 ±4°
MOL	254mm
LCL	127mm
Arc Length	108mm
Base	세라믹 #10 베이스
Lamp Volt	250 10 Volts
Lamp Current	85 Amps
Ignitor Pulse(Peak)	4000 - 5000 Volts
Minimum Pulse Required	4000 Volts
Initial Lumens	200,000
Lumens at 100 Hours	100%
Lumens at 40% Rated Life	85%
Average Rated Life	3000 Hours
Color Temperature	4000Kelvin / 5,800Kelvin
CRI	RA = 65+ / 90+
Hot Restart Capability	Yes
Lamp Seal Temperature	450o 이하
Bulb Wall Temperature	950o 이하

DIMENSIONS

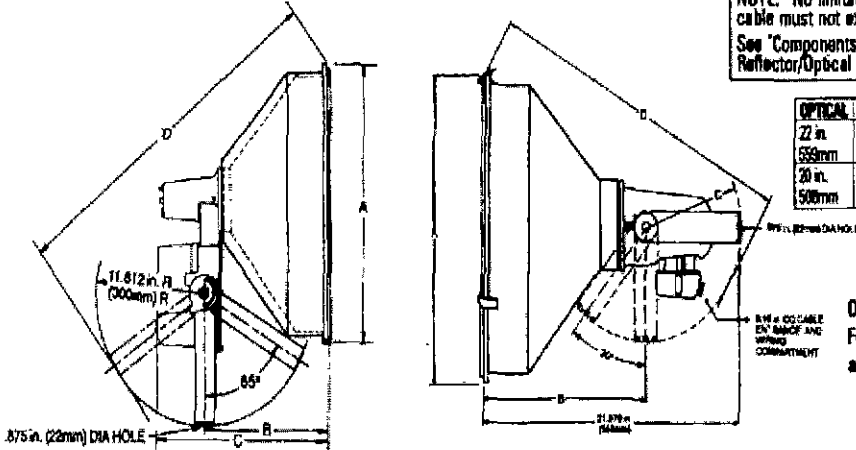
SOLID LINE - HEAVY DUTY OPTICAL  
 DOTTED LINE - GENERAL PURPOSE OPTICAL

Optical	A DIA	B	C	D
22-in.	23.000	12.438	12.875	34.312
559mm	584	316	454	872
20-in.	20.700	12.575	18.000	31.312
508mm	526	319	457	795

OPTICAL/LAMP HOLDER SELECTION TABLE

Wattage	Light Source	Ordering Number	Maximum Separation, Optical and Ballast
400	HPS	PSFC400	10 ft (3 M)
750	HPS	PSFC750	10 ft (3 M)
400	Metal Halide	PSFC40M	NOTE*
1000/1500/1650	Metal Halide	PSFC90M	NOTE*

NOTE: \*No limitation except voltage drop in the cable must not exceed five volts.  
 See "Components By Example" on page 117 for Reflector/Optical Ordering Logic.



OPTICAL	A DIA	B	C	RADIUS	D DIA
22 in.	23.000 in.	13.000 in.	9.000 in.	28.500 in.	
559mm	584mm	330mm	229mm	673mm	
20 in.	21.000 in.	13.000 in.	9.000 in.	28.000 in.	
508mm	533mm	330mm	229mm	660mm	

OPTICAL/LAMP HOLDER  
 For remote ballast applications

그림 12. 경기장 투광기 조명등 (POWRSPOT 20 IN VISOR : 파워 스포트)

1) 몸체(Housing)

A. 몸체 : 주 몸체는 부식 방지 및 무게를 최소화 하기 위하여 고압으로 주조된 알루미늄 다이캐스트 (Die-cast) 구조로 제작되어야 한다. Mounting은 부식방지용 특수도장(Apoxy painting)된 스틸로 제작되며, 조사각을 알수 있는 각도 조정 가능자가 부착 되어 있어야 한다.

B. 빛 조절 기능 : 플레이어와 관중들이 눈부심을 느끼지 않도록 내부 눈부심 방지장치 및 외부 빛 조절 기능이 있어야 한다.

C. 베이스 : 일반형 Mogul 베이스로 램프 장착 시 자동적으로 초점이 맞춰 질 수 있도록 구성되어야 한다.

D. 반사경 : 밀폐된 구조로 최적의 효율을 위하여 반사경은ALGLAS 코팅 기술로 제작되어야 한다.

E. 전면유리 : 충격과 열에 강한 강화 유리 (Tempered glass lens)로 제작되어야 한다.

F. 유지 보수 : 램프 교환 및 유지 보수 시 등기구의 고정된 상태에서 이미 초점이 조정된 것을 어떠한 재 조정 없이 교환 및 점검이 이루어지도록 위치를 고정시킬 수 있는 구조를 갖추어야 한다.

G. 광학적인 효율(Photometric Performance)

\* 빛 눈부심/피점 방지 기능: 외부 반사판이 있어 원하지 않는 방향으로의 빛의 불필요한 방향으로의 빛의 누출을 조절할 수 있는 구조이다.

\* 광학분포(Photometric Choices) : 메탈 램프의 응용으로 스포츠 조명이 요구하는 빛의 다양하고 적절한 분포구조를 가지어 그라운드 빛의 균일성을 만족 한다.

표 3. 조명기구 배광특성 및 빛의 각도

종 류	배 광 특 성	빛 각 도
286	Stadium Oval with Internal Glare Reduction & External Visor - 초협각	NEMA 2X2 (25x25)
287	Stadium Oval with Internal Glare Reduction & External Visor - 협각	NEMA 3X3 (45x41)
288	Stadium Oval with Internal Glare Reduction & External Visor - 중각	NEMA 4X4 (64x59)
289	Stadium Oval with Internal Glare Reduction & External Visor - 광각	NEMA 5X5 (104x89)

H 구조적 기능(Structure Data)

- \* 국제 품질 규격 인증 : UL1572
- \* 방수,방진 구조 : IP 55
- \* Dimensions : 높이 × 깊이/526[mm] × 457[mm]
- \* 무게(Weight) : 표준형 25[kg](안정기 포함)

2) 광원(Lamps)

표 4. 광원특성

Lamp Data	Super Metal Halide 1000 Watt Single-Ended
GE Lamp Code	MVR1000/VBD
구 조	메탈 램프
점등 방향	Base down
MOL	391mm
LCL	241mm
Base	E40 Mogul
Initial Lumens	110,000
Lumens at 100 Hours	100%
Lumens at 40% Rated Life	85%
Average Rated Life	12000 Hours
Color Temperature	3800oKelvin
CRI	RA=65+

3) 안정기(Ballast)

- A. 구조 : 1000[W] 일반형 메탈할라이드 램프-단상 220[V]60[Hz]에서 최적 작동에 적합한 구조
- B. 형태 : 등기구 부착형(Integral Gear)
- C. 재질 : 국제 품질 규격 인증 자재 사용

- D. 안정기 Box : 알루미늄 재질로 IP55의 방수, 방진 형태
- E. 역률 : 90+
- F. 순간재점등방식 : 가능

## 2. 메이저리그 야구경기장 조명 사례 / 인천문학야구장

### 1. GE is.... Sports Lighting.....

1924년 처음으로 GE의 조명 기술로 미국 콜리블랜드의 Jacobs Baseball Stadium에 스포츠 조명을 시공한 이래로, 현재 가장 선도적이고 많이 사용되어진 GE의 조명 공학 설계와 스포츠 조명 전용 투광기인 Ultra☆Sport 2[kW]와 Powr Spot 1[kW] System.

스포츠용 등기구는 HD TV 중계 가능한 메이저 리그 경기장, 슈퍼 보울, FIFA 축구 경기, 올림픽 게임, 프로 선수권 시합 등 각종 중요한 대형 행사에 가장 최적의 연출이 되도록 제작 설계되어진 시스템이다.

GE의 스포츠 조명 전용 Ultra☆Sport System은 사용자의 가장 경제적인 효율을 위하여 광원 최대인 2000[W] Metal Halide Lamp의 200,000 Lumens 풍부한 광량과 GE만의 특허 기술인,

- Broken Glass Shutdown Circuit Safety System 채택

- 첨단 여과 장치인 Hydro★Gard 광학 필터링 시스템 및

- 95% 이상 반사율의 광학 밀러 / ALGLAS 코팅 기술로 제작되어진 첨단 구조의 이중 반사경구조이다.

또한, 급변하는 방송 중계 기술을 위한 +65Ra - +93Ra 연색성과 4000K - 5800K 색온도를 모두 만족하며, 향후의 시스템 UPGRADE 및 조명 설계시에도 완벽한 호환을 보장한다.

- IESNA Class III로서 풍부한 빛이 요구되는 대형 경기장
- 국제 경기 및 칼라 중계 방송에 적합한 최적의 구조
- FIFA 기준의 월드컵 축구 경기장용 조명
- 메이저리그 야구 경기장 및 슈퍼 보울(미식 축

구) 경기장용 조명

- 기타 국제 경기 수준의 실내 경기장 조명용
- 각종 대형 이벤트 행사 연출 및 TV중계 조명

최근 시공한 주요 메이저리그 야구장 조명 시공 사례는 우리에게도 낯익은

Coors Field Stadium / Denver, CO

Seattle Mariners Stadium / Seattle, WA

Kaffman Stadium / Kansas city, KA

Anahiam Stadium / Anahiem, CA

Baltimore Stadium / Baltimore WI

Bowie Field Stadium / Bowie, MD 등이 있다.

### 2. GE Lighting Simulation - 설계 기준

야구경기장 조명을 설계하고자 하면 일반 조명 보다 더 많은 부분을 고려하여야 한다. 특히 중요한 것은 플레이어와 관중 모두 쾌적한 조명 연출이 되어야 한다는 것이며, 최근에 와서는 방송 중계 기법의 발전으로 일반TV 및 케이블중계와 이의 시청자가 더 중요한 요소로 작용되고 있다 따라서, 최근의 모든 스포츠 조명 설계는 선수와 관중만이 아닌 전문 중계 장비와의 호환 또한 매우 중요하다. 따라서, GE의 전문 설계 요원들은 수시로 전문 중계 요원(ESPN, NBC, ABC etc.) 및 전문 방송 장비 생산업체들과도 꾸준한 업무협조를 진행하고 있다.

스포츠 종목은 대단히 다양하여 그 해당 종목에 맞게 조명 설계를 하는 것 또한 매우 어려운 작업이다. 그 조명 기법에 관해서도 광원의 선택, 조도치의 설정, 사용 목적을 선정하고 현장의 조명 설치 조건과 전력 상황등도 함께 고려되어야 만 향후 추가적인 비용의 낭비를 막을 수 있다.

야구장 조명 고려시 가장 기술적으로 중요한 요소로는 투광기 빔 각도의 선정(Beam spread selection) 및 투광기의 분사 각도 조정(Floodlight aiming) 그리고, 설치 위치이다. 이는 경기장 기본 조도 구성 및

플레이어의 시야 확보, 높은 Fly Ball의 시계 확보등 중요한 Factor로서 최소 35M 이상의 조명탑 혹은 케트워크 설치를 권장한다.

경기의 가이드라인에 의한 경기장 조명을 선정하려면 아래와 같은 기본적인 정보와 요소를 필요로 한다.

- 기본적인 경기장 규격(Basic field dimensions)
- 조명탑(Pole or Catwalk) 위치, 규격 및 경기장과 연관성(Pole location and dimensions in relationship to the field)
- 조명탑의 수량과 높이등(Number of poles and their height)
- 투광등 각각의 빔 패턴과 조명탑당 수량(Floodlight beam types and number per pole)
- 최적의 경기장 조명 패턴(Excepted light levels)
- 카메라의 설치 위치(Camera position)
- 시스템의 사용 전력 관계(Kilowatts used by the proposed system)
- 즉시 재 점등 등기구 사용 여부(Hot Restrike systems)
- 관중석 비상 전원 고려(Anti-panic lighting for spectator)

GE의 컴퓨터 전문 조명 설계 요원과 조명 시뮬레이션 툴(Aladan)은 플레이어, 관중 및 시청자 모두에게 최고의 효율과 균제도를 갖춘 쾌적한 고급 스포츠 조명을 설계 및 공급한다. 또한, 이 조명은 스포츠 조명 특성 상 경기중인 불이 가장 높이 올라가는

지점에서부터 플레이하는 경기장 표면까지 고려한 특수 조명 설계이다.

### 3. 조명 시공 사례 분석

※ 인천 문학 야구장 - 메이저리그 경기장 수준 조명 설계 사례

#### 1) 시설의 개요

명 칭 : 인천문학야구장  
 발주처 : 인천광역시 종합건설본부  
 건축연면적 : 37,524M<sup>2</sup>  
 사업기간 : 1994.7. - 2001.9.(예정)  
 설계 : (주)아도무 종합건축사사무소  
 감리 : 극동엔지니어링  
 시설 규모 층수 : B2 / 4F  
 구조 : 철근 콘크리트  
 수용인원 : 30130석

#### 2) 기본 조명 설계(Basic concept)

문학야구장은 기본적으로 내야돔 케트워크(37M)와 외야 45M Pole 2지점에 ULTRA SPORT 2[kW] 투광기 588개를 사용, 내야 평균 4,000룩스(수평)이상/외야 평균 3,000룩스(수평)이상이 되도록 구성하였다.

본 스포츠 등기구는 모든 TV 중계 가능한 올림픽 게임, 프로 선수권 시합 등 각종 중요한 대형 행사에



그림 13. 메이저리그 야구경기장 전경

가장 최적의 연출이 되도록 제작 설계되어진 시스템이다.

GE의 스포츠 조명 전용 Ultra Sport System은 사용자의 가장 경제적인 효율을 위하여 광원 최대인 2000[W] Metal Halide Lamp의 200,000Lumens 풍부한 광량과 GE만의 특허 기술인 Alglas 코팅 기술과 첨단 여과 장치인 광학 필터링 시스템으로 제작되어진 특수구조이다. 또한 국제 방송 기준인 +65Ra 연색성과 4000K의 색온도를 만족하며, HDTV 중계 가능한 +90Ra / 5800K Up-grade도 가능하다.

3) 경기장 조명 계획

- 관중 수용 능력 : 30,000석 이상
- 프로 경기 수준 : COLOR TV
- 경기 종류 : 프로 야구 경기
- 사용 등기구 모델 및 수량  
Ultra Sport 2[kW] Floodlighting / NEMA  
4×2 - 588개

4) 경기장 조도 계산서 (Lighting Simulation)

- 설치 위치 : 37M Canopy Mounting  
46M Mounting height Poles
- 측정 위치 : Measuring grade : Lux@ AFG 1M

표 5. 경기장 조도 계획

Level	Mode / Area	평균 조도 (Lux)	균일도 Min/Avg	균일도 Min/Max
1	Infield Horizontal	4,380	0.947	0.907
2	Outfield Horizontal	3,170	0.900	0.775
3	Foul Horizontal	3,600	0.835	0.757
4	Low Home Camera	2,500	0.285	0.174
5	Hi Home Camera	2,490	0.620	0.337
6	Low 1 <sup>st</sup> Base Camera	2,280	0.501	0.290
7	High 1 <sup>st</sup> Base Camera	2,520	0.520	0.310
8	Center Field Camera	631	0.781	0.547

\*\*\* Lighting Simulation  
- AutoCad14 Lighting Drawing -

표 6. Fixture Summary Table

6/12/98		GE AUTOLITCAD Ver 2.00				2:01 PM	
GE LIGHTING SYSTEMS - Hendersonville, NC 28739 USA							
MAJOR LEAGUE BASEBALL FIELD ULTRA*SPORT WITH INTERNAL LOUVERS 2000 WATT METAL HALIDE 120' CANOPY MOUNTING 150' MOUNTING HEIGHT POLES * CENTER FIELD CAMERA * MAINTAINED VERTICAL FC'S @ 3' AFG							
Provided By: Application Engineering GE Lighting Systems 3010 Spartanburg Hwy P.O. Box 4506 Hendersonville, NC 28739 USA Phone: (704) 693-2173 Fax: (704) 693-2103				Provided For: GE LIGHTING KOREA Designed By: Michael Owens			
O R D E R I N G I N F O R M A T I O N							
#	Qty	Curve	Fixture Description	Dist.	Catalog Number		
A	16	9086	ULTRA*SPORT	4X2 (S02)	ULTS02M__AS02__		
B	404	9086	ULTRA*SPORT	4X2 (S02)	ULTS02M__AS02__		
C	168	9086	ULTRA*SPORT	4X2 (S02)	ULTS02M__AS02__		
588 ***** TOTAL FIXTURE QUANTITY							
Calculated light levels are based on specific information that has been supplied to GE. Any differences in luminaire installation, lighted area geometry and obstructions in the lighted space may produce results that are different from predicted values. Normal tolerances of voltage, lamp output, and ballast and luminaire manufacture will also affect results. Ref: IES LM-61-198 - Identifying operating factors for HID luminaires							
Page 1		GE Std Ref: INT-9804		Rev 00		Drawing No: INT804	





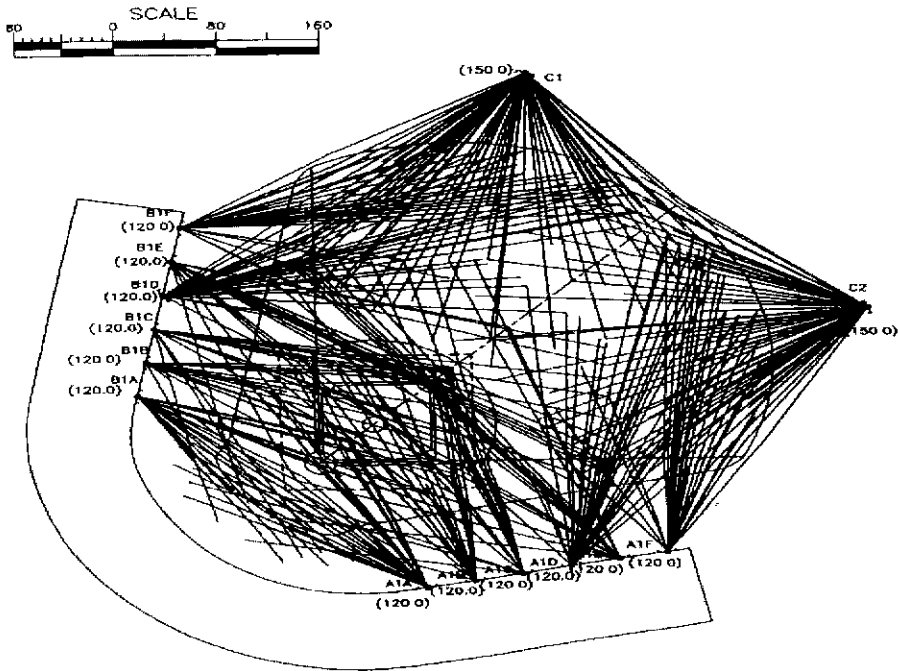


그림 16. Fixture aiming preview

GE 주요 메이저리그 경기장 시공 사례

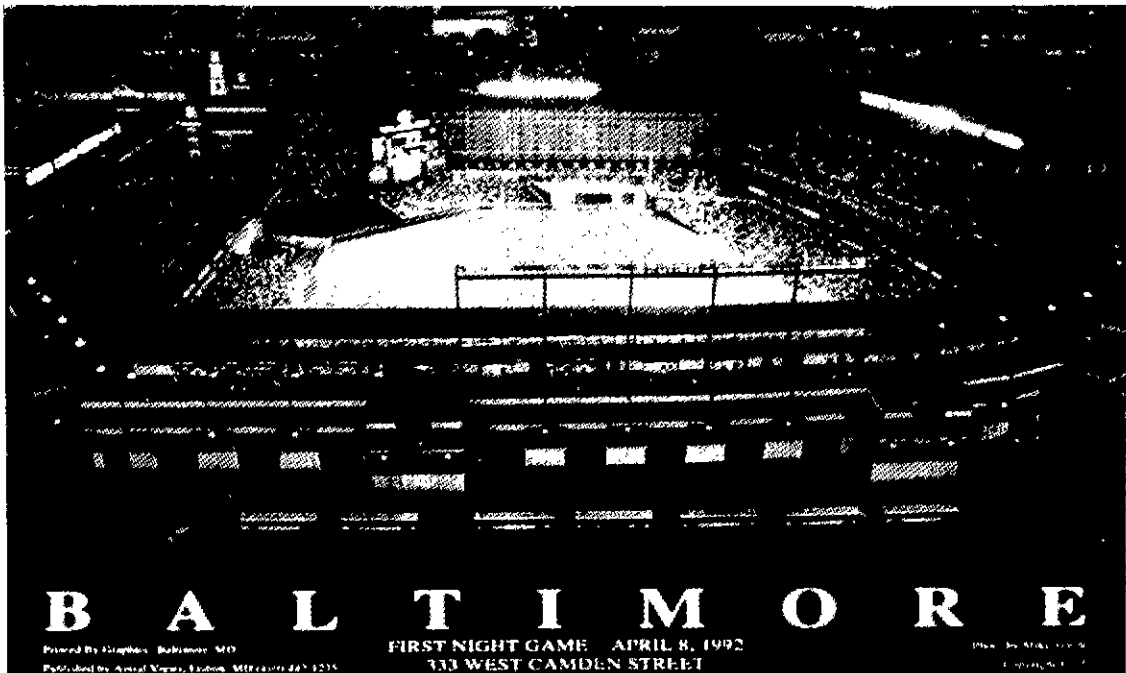


그림 17. Baltimore Baseball Stadium



그림 18. Coors field / Corlorado Rockies Home Stadium / View on Low Home Camera Position



그림 19. Coors field / Corlorado Rockies Home Stadium / View on Low 1<sup>st</sup> Base Camera Position

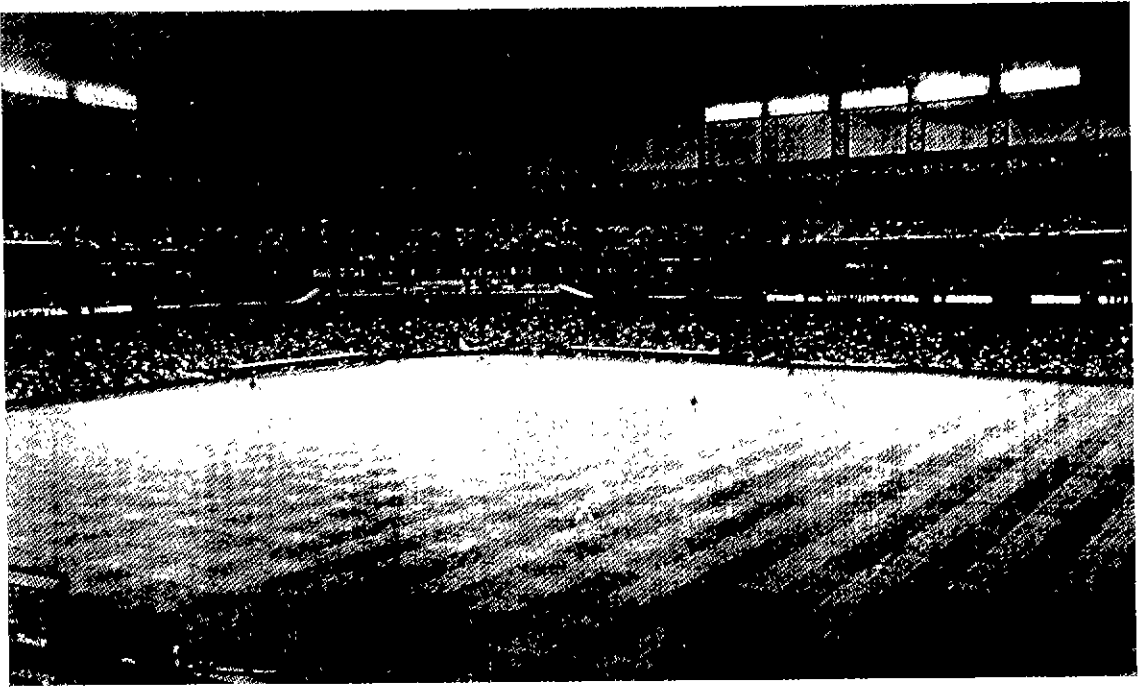


그림 20. Coors field / Corlorado Rockies Home Stadium / View on Center Field Camera Position

◇ 著 者 紹 介 ◇



이 호 원 (李虎遠)

1962년3월26일생 1988년 광운대학  
교 졸업. (주)원익 조명사업부 근무.

Venture Lighting Korea 해외영업부  
근무. 현재 (주)GE삼성조명 Project팀

장 1990년 USHIO(Japan) Advanced Halogen Lamps  
Course Training 1994년 VLI(USA) HID Lamp  
Training. 1998년 GE Lighting(Hendersonville, USA)  
Sport Lighting Skill Training.

Tel.02-569-4181