

족구장 조명설비에 대한 해석 및 모델링

(Lighting Analysis and Modeling on Jokcu Court)

김덕구*, 오성보**

*한국폴리텍 I 대학 제주캠퍼스,

**제주대학교 전기전자공학부, 첨단기술연구소

(Deog-Goo Kim* , Seong-Bo Oh**)

* Korea Polytechnic I Colleges Jeju Campus.,

** Faculty of Electrical & Electronic Eng., Res. Insti. Adv. Tech., Cheju Nat'l Univ.

ABSTRACT

This paper describes the simulations on the actual measurement analysis and lighting design for recreational sports facility. Based on illumination requirements, sports may be divided into multidirectional sports and unidirectional sports. Typical multidirectional aerial sports include Jokcu. These sports require well distributed horizontal illumination and uniformity according to aiming. Therefore, this paper estimates horizontal illuminance and uniformity ratio by actual measurement of sports lighting at recreational Jokcu court in Cheju National University and evaluation of sports lighting conditions for optimal design by computer simulation.

1. 서론

대학의 스포츠 시설에는 지역사회에 기여할 수 있는 공식적 대회를 치를 수 있음은 물론 레크리에이션용 스포츠설비를 다양하고 안전하게 활용할 수 있어야 하고 야간에도 학과 또는 동아리 단위의 스포츠 활동을 원활하게 진행할 수 있는 적절한 조명 설비를 갖추어 안락하고 안전한 경기가 되도록 하여야 한다.

이 연구에서는 제주대학교 학생화관 앞 한라터 레크리에이션 스포츠 설비인 야외 족구장의 수평면평균조도 및 균제도를 실측 평가하여 야간의 야외 레크리에이션용 스포츠설비를 다양하고 안전하게 활용할 수 있도록 조명 설계를 통하여 광원의 선정, 등기구의 배치와 조사(aiming) 등을 고려한 대학 스포츠 시설의 레크리에이션 경기용 족구장 조명설비에 대한 해석 및 모델링을 제시하고자 한다[1].

2. 족구장 등기구 현황 분석

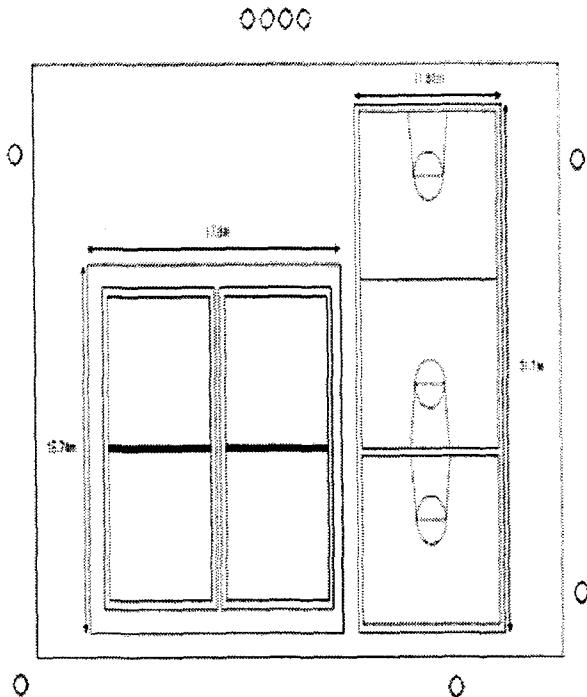
족구장 현장 측정 및 해석에 관련된 KS A3011의 조도 기준에 따른 족구장의 수평면조도와 균 제도에 대하여 제시하였으며 족구장의 넓이를 실측하고 등기구 설치 현황을 파악 하였다.

2.1 조도기준

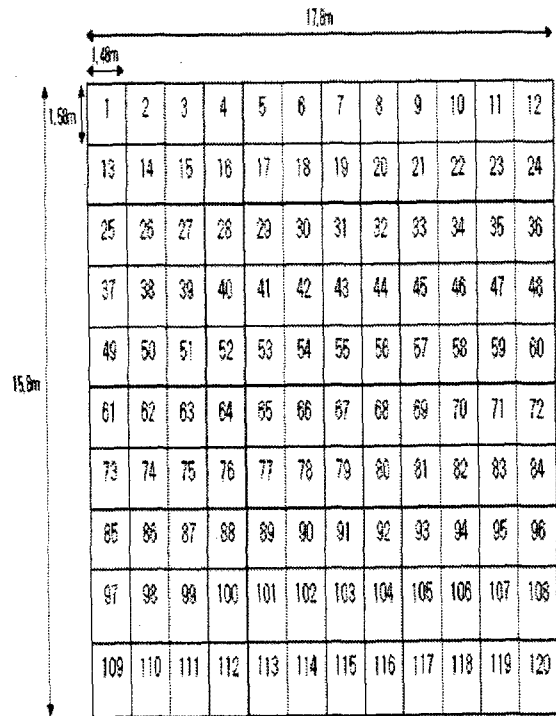
조도기준이 경기 종류와 장소에 따라 KS A3011에 추천되고 있다. 레크리에이션용 족구장에 대한 조도기준은 테니스장으로 동일하게 적용하여 수평면평균조도는 250[lx]이상이고 균 제도는 0.5 이상으로 정하고 있다[2].

2.2 등기구 배치 현황

레크리에이션용 족구장은 2개의 코트로 설치되어 있으며 가로 17.8[m] 와 세로15.8[m]의 규격을 갖추고 있다. 경기장 주위에는 등기구 폴(pole) 높이가 4[m]인 고압나트륨등 150[W] 5개가 조명에 이용되고 있고 Fig. 1에 경기장 배치와 규격 그리고 등기구가 배치된 위치를 나타내고 있다. 그리고 야간 경기를 위한 조명 등 설치현황은 Table 1과 같이 학생회관 벽면에 메탈 헬라이드 등 1[kW] 1개와 고압 수은등 250[W] 3개의 투광기가 설치되어 있다.



[그림 1] 스포츠시설의 등 기구 배치
Fig. 1 Luminaire arrangement of sports facility



[그림 2] 족구장의 그리드 수치
Fig. 2 The number of grid at Jokcu court

[표 1] 광원 명세서
Table 1 Lighting specification

Place	Light source
Wall of Cheju National University Student Hall	1000[W] metal halide lamp, 1ea. 250[W] mercury lamp, 3ea.
Surrounding of playing area	150[W] sodium lamp, 5ea.

2.3 족구장의 조도측정 및 계산

단위구역의 평균조도를 구하는 데는 여러 가지 방법이 있으나 레크리에이션 경기장 전체를 한 단위구역으로 보고 직사각형의 그리드로 구분한 후 조도 측정하여 평균조도 산출법을 사용하여 계산하였다. 조도 실태 조사를 위한 측정에서 족구장의 면적이 17.8×15.8[m] 이므로 가로 1.48[m] 12등분, 세로 1.58[m] 10등분 하고 직사각형의 길이와 폭에 따른 점의 다수로 선정되어야 하고 그리드의 형태는 각각 대략 정방형이라야 더욱 적절하다. 조도 측정은 Fig. 2와 같이 120그리드로 구분한 후에 조도측정을 시행하였다.

족구장의 120개 그리드로 구획한 각 점에서 실측한 수평면 조도값을 Fig. 3에 나타내고 있으며 이때의 최대조도값은 26.1[lx]이고 최소조도값은 4.0[lx]로 측정되었다.

따라서 이 두 코트의 최대조도값과 최소조도값이 현격한 차이가 있음을 보여 주고 있으며, 조도분포가 불규칙하고 경기장 내외가 전반적으로 조도기준에 미달되어 조명실태가 열악함을 알 수 있었다.

21.1	23	26.1	24.5	25.7	23.7	24	16	21.3	23.9	23.7	21.1
18	19	22.6	19.4	20.4	20.2	20.5	16.7	24.4	25.9	22.3	17.8
17.3	16.6	19.6	16.3	15.8	19.2	17.5	17.3	23	22.4	17.2	16
13.5	13.5	16.1	15.5	15.3	15.1	16.0	18.6	21.5	19.4	15.6	14.4
12.1	13.3	13	14.1	12.5	13	12.7	14.6	17.6	14.9	13.6	13
11.8	12.4	12.3	13.5	10.4	10.7	11.7	13.4	15.1	9.4	10.6	9.9
10.2	11.5	11.4	11.6	10.1	8.8	9.5	9.7	11.7	10.8	10	9.5
4.0	10.2	9.4	10.3	8.5	8.4	8.9	8.2	9.8	10.2	9.3	8.7
7.9	9.3	7.3	8.7	7.8	7.5	7.8	8.4	8.5	9.2	8.3	7.9
7.4	8.2	6.3	7.7	6.7	6.7	7.6	7.9	7.9	8.7	7.0	6.7

[그림 3] 족구장의 수평면조도값
Fig. 3 The measurement of illuminance alue at jokcu court

수평면 평균조도 및 균 제도를 구한결과 평균조도는 13.8[lx]이고 균제도는 0.24로 KS조도 기준치에 현격한 차이가 있으므로 개선이 요구되어지고 있다.

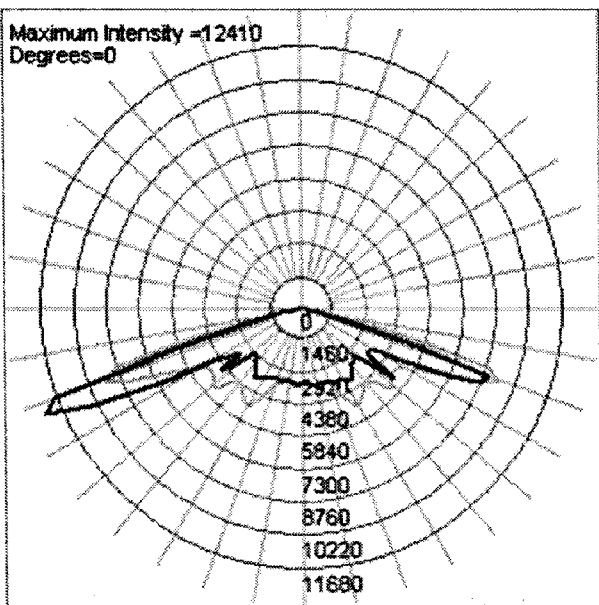
3. 등기구 모델 설계

레크리에이션 족구장에서 사용하는 적절한 광원 및 조명기구를 선정하였으며, 조도기준을 확보하기 위해 필요한 등 기구 설비를 배치하여 에이밍에 따른 시물레이션을 실시하였다.

3.1 등기구 특성

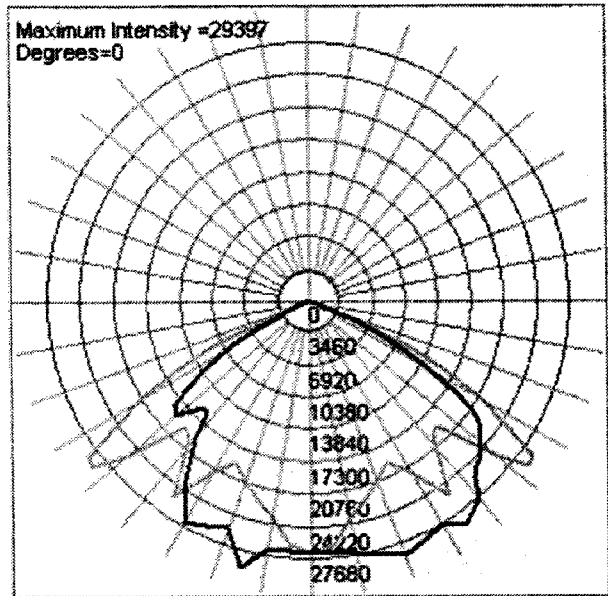
빛을 받은 표면으로부터 등기구 까지의 거리가 증가할수록 동일한 경기장 표면을 비추기 위해 빔의 퍼짐각이 감소되어야만 한다. 그리하여 시물레이션에 사용한 조명기구는 경기장 주변에는 400[W]와 1[kW] 메탈헬라이드 2등 병용한 컷오프(cutoff)형을 설치하고, 학생회관 벽면 조명등은 조명거리가 길어 배광곡선이 한쪽으로 좁게 한 투광기를 사용하는 것으로 1[kW]와 1.5[kW]의 협각형형을 선정하였다. Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6,은 각각 400[W], 1[kW] 1.5[kW]의 배광곡선과 광원의 특성을 나타내고 있다.

Test: 1193051801
 Manufacturer: LITHONIA ARCHITECTURAL OUTDOOR
 TYPE 5, SHORT, CUTOFF
 Luminaire catalog: KSF2 400M R55
 Lamp: 400WATT METAL HALIDE (E2-28 ENVELOPE)
 Lamp catalog: MH400U/ED28



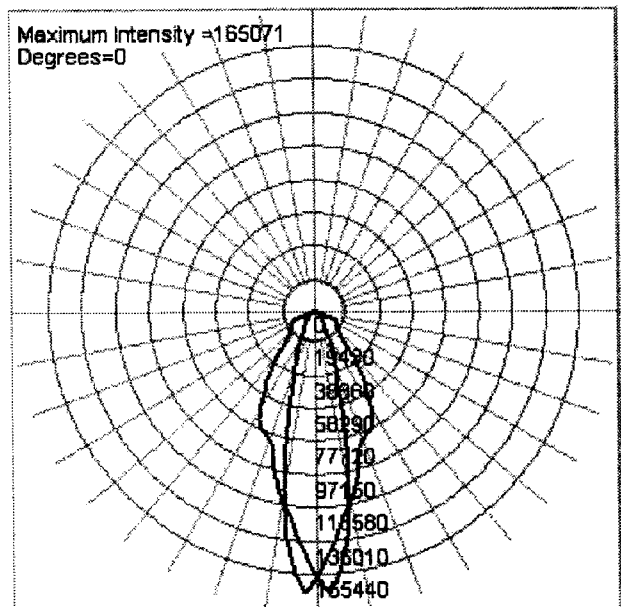
[그림 4] 배광곡선 (400W)
 Fig. 4 Distribution curve of luminous intensity (400W)

Test: 1193022601
 Manufacturer: LITHONIA ARCHITECTURAL OUTDOOR
 TYPE 5, SHORT, CUTOFF
 Luminaire catalog: KSF3 1000M R55
 Lamp: 1000WATT METAL HALIDE - BT-37 ENVELOPE
 Lamp catalog: M1000U/BT-37



[그림 5] 배광곡선 (1kW)
 Fig. 5 Distribution curve of luminous intensity (1kW)

Test: 98120902
 Manufacturer: LITHONIA LIGHTING
 SPORTSLIGHTER W/DIFFUSE REFLECTOR, FLUX MANAGER, CLEAR GLASS
 Luminaire catalog: TSP 1500M GP24WFX
 Lamp: ONE 1500WATT CLEAR BT-56 METAL HALIDE, HORIZONTAL POS.
 Lamp catalog: M1500/BU-HDR



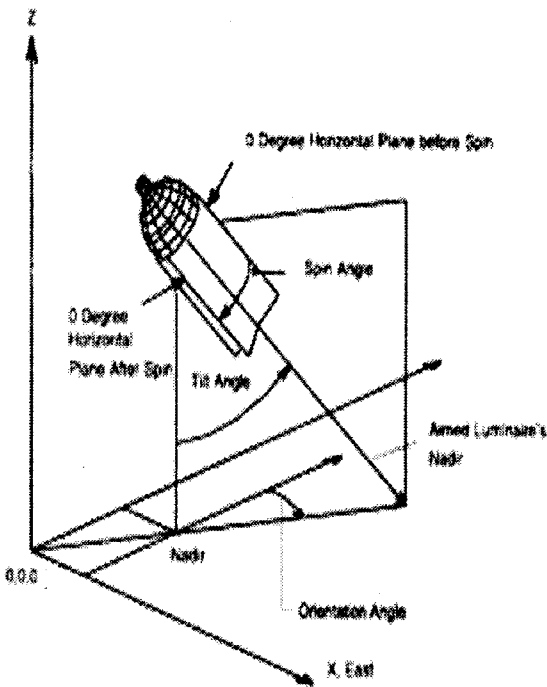
[그림 6] 배광곡선(1.5kw)
 Fig. 6 Distribution curve of luminous intensity (1.5kW)

3.2 등기구 에이밍

등기구 에이밍 조절을 하기 위한 각도에는 방위각 (orientation angle) 스펜각(spin angle)과 경사각도(tilt angle)가 있고 Fig. 7에 나타내고 있으며 경사각도는 등기구가 향하는 최하점에서 올려서 조사되는 각도를 정의한다.

양의 경사각도는 북쪽 방향으로 향하게 등기구를 조사하는 것이고 음의 경사각도는 남쪽 방향으로 향하게 등기구를 조사할 때를 의미한다[3].

이 연구에서는 양의 경사각도를 적용하여 에이밍시 경사각도 10°, 15°, 20°의 조사 방향을 고려하여 시뮬레이션을 실시하였다.



(그림 7) 등 기구 에이밍 각도
Fig. 7 Luminaire aiming angles

4. 조명 설계 모델링

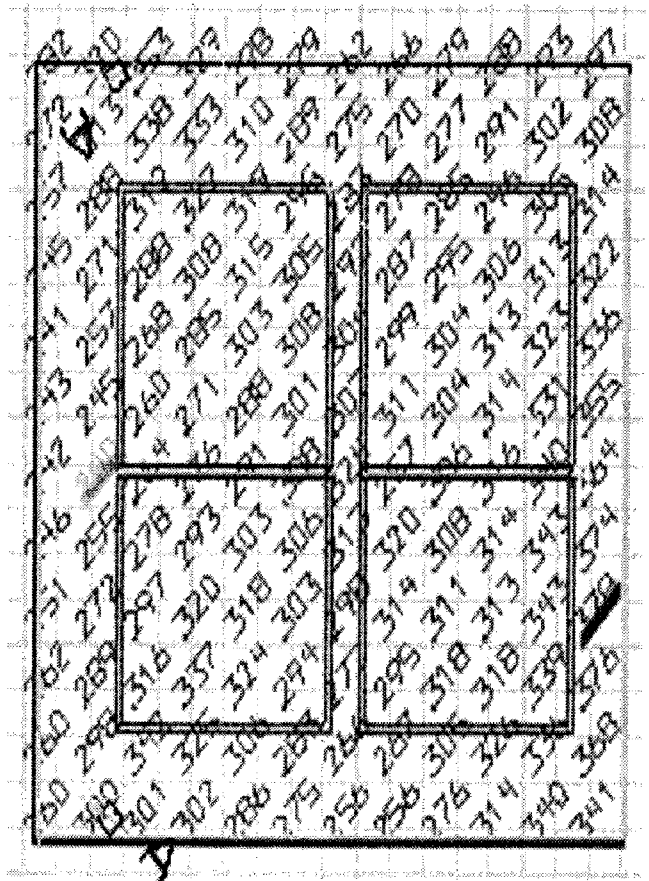
족구장의 설계모델을 제시하기 위하여 시뮬레이션은 Lighting Technologies Inc.의 Lumen Designer를 이용하였다.

시뮬레이션 결과 Table 2에서와 같이 1[kW] 3등 설치 시 에이밍 20°인 경우가 수평면 평균조도 300[lx], 균계도 0.80으로 기준치에 만족한 것으로 사료 되었고 시뮬레이션에 따른 조도분포도 및 계산은 Fig. 8에 나타내었다.

(표 2) 시뮬레이션 결과

Table 2 The simulation results

Jokcu court		Luminaire (1ea.)		Luminaire (2ea.)	
		1000[W] *3	1500[W] *3	400[W] *3	1000[W] *3
Aiming (tilt angle; 10°)	Illuminance [lx]	282	268	114	549
	Uniformity	0.57	0.1	0.72	0.61
Aiming (tilt angle; 15°)	Illuminance [lx]	299	318	113	555
	Uniformity	0.79	0.16	0.72	0.60
Aiming (tilt angle; 20°)	Illuminance [lx]	300	364	112	555
	Uniformity	0.80	0.21	0.72	0.62



Average: 300 lux		Min / Avg: 0.80			
Maximum: 378 lux		Min / Max: 0.64			
Minimum: 240 lux					
	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5
18	282	320	353	329	298
17	272	313	338	333	310
15	257	298	312	327	319
14	245	271	288	308	315
12	241	257	268	295	303
11	243	245	260	271	288
9.0	242	240	264	275	291
7.5	246	255	278	293	303
6.0	251	272	297	320	318
4.5	252	289	316	337	324
3.0	250	298	342	325	306
1.5	250	300	301	302	286

(b) Aiming (tilt angle 20°)

(그림 8) 수평조도의 분포와 시물레이션의 균일도

Fig. 8 Distribution of horizontal illuminance and uniformity by simulation

5. 결과 및 고찰

제주대학교 학생회관 앞 한라터 레크리에이션 족구장은 현장실측을 통하여 평균조도 13.8[lx], 균제도 0.24로 KS A3011에서 제시된 기준조도에 현저히 미달되어 최적 조명 설계가 요구되어 지고 있음을 알 수 있었다.

또한 시물레이션을 통하여 얻은 결과 등기구 높이 8[m] 폴에 1[kW] 1등용 등기구 3개를 설치하고 에이밍 20°일 경우가 기준치로 충족하는 모델로 제시할 수 있었다.

시물레이션 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 학생회관 벽면에 기 설치되어있는 투광기를 활용하여 메탈 헬라이드등 1[kW] 1등용 3개를 설치하고 에이밍 15°일 때 수평면 평균조도는 299[lx], 균제도 0.79이고 에이밍 20°일 경우는 수평면 평균조도 300[lx], 균제도 0.80으로 2개 모델 모두가 기준치를 만족하나 평균조도와 균제도가 양호한 에이밍 20°를 선택하였다.

6. 결론

시물레이션을 통하여 얻은 결과 제주대학교 학생회관 벽면에 메탈헬라이드 등 1.5[kW] 3개를 설치하고 에이밍 30°로 고정시킨 조건에서 족구장에는 등기구 높이 8[m] 폴에 1[kW] 1등용 등기구 3개를 설치하고

에이밍 20°일 경우가 기준치를 충족하는 모델로 도출되었다.

이 최적설계를 바탕으로 주변자연환경에 잘 부합되는 조명계획이 요망되며, 이를 토대로 다른 스포츠 조명 설계에 적용될 것으로 생각된다.

참고 문헌

- [1] 권순구·오성보, 스포츠설비의 조명 모델링, 대한전기학회·한국통신학회 제주지부 2006 합동학술 발표회, pp. 50-53, 2006.
- [2] 한국산업규격 (KS A3011), 조도기준, 한국표준협회, pp. 2-4, 1998.
- [3] Lighting Technologies INC, Lumen Designer Manual, pp. 141-142, 2004.