

소형 옥내 운동장의 조명기구 배치방식

(Lightings Arrangement Method of the Small Gymnasiums)

김태훈* · 최홍규**

(Tae-Hoon Kim · Hong-Kyoo Choi)

Abstract

In KSC 3706, the gymnasiums are classified according to their size(small, medium, large) and there are two kinds of illumination arrangement method for them such as Side and Distributed.

The characteristic of the distributed illumination arrangement method is excellent in uniformity and the characteristic of the side illumination arrangement method is excellent in glare. but illuminations were so diverse that features are not always applicable. So in this paper, in this paper, We analyzed characteristic of distributed illumination arrangement method and side illumination arrangement method using nine illumination.

Key Words : Small Gymnasium, Side Arrangement Method, Distributed Arrangement Method

1. 서 론

옥내 운동장의 조명은 KSC 3706(옥내 운동장의 조명기준)을 기준으로 설계되고 조명기구 배치방식에는 분산 배치방식과 사이드 배치방식이 있다.

분산 배치방식의 특징은 '가장 일반적인 배치로 비교

* 주저자 : 홍익대학교 대학원 전기공학과 박사과정
** 교신저자 : 홍익대학교 과학기술대학
전자·전기공학과 교수
* Main author : The doctor's course of department of electrical engineering att hongik university
** Corresponding author : Professor of department of electrical engineering at hongik university
Tel : 044-860-2610, Fax : 044-863-7605
E-mail : crow39@hanmail.net
접수일자 : 2013년 10월 7일
1차심사 : 2013년 10월 23일, 2차심사 : 2013년 12월 10일
심사완료 : 2014년 4월 13일

적 낮은 조도라도 양호한 균일도를 얻기 쉽다.' 라고 되어있고, 사이드 배치방식의 특징은 '경기의 방향이 정해져 있는 경우 눈부심이 적고 관객 방향으로 수직면 조도도 얻기 쉽다.'라고 되어 있다[1]. 그러나 이와 같은 배치방식에 따른 특징이 항상 적용되는 것은 아니다.

따라서 본 논문에서는 KSC 3706을 바탕으로 임의의 소형 옥내 운동장을 설계하고 다양한 광속과 배광곡선을 가지는 램프를 사이드 배치방식과 분산 배치방식을 적용하여 평균조도, 균일도, 평균 GR, 최대 GR을 비교하였다.

2. 옥내 운동장 조명 설계

2.1 조명구역

옥내 운동장은 실제 경기가 진행되는 코트 경계영

역, 코트 경계선과 인접한 영역으로 선수와 관객의 안전을 위한 1차 경기영역, 관중석과 스탠드 등이 있는 2차 경기영역으로 구성된다[2].

KSC 3706에서는 소형 옥내 운동장의 크기를 농구코트 1면 정도의 크기(가로 28m, 세로 15m)로 정의하고 있다.

따라서 그림 1과 같이 농구코트 1면 정도 크기의 코트 경계영역, 1차 경기영역, 2차 경기영역을 고려해 체육관을 설계 하였고 이 중에서 코트 경계영역과 1차 경기영역을 조명구역으로 선정하였다.

조명구역의 바닥, 천장, 벽 반사율은 각각 20%로 선정하였다.

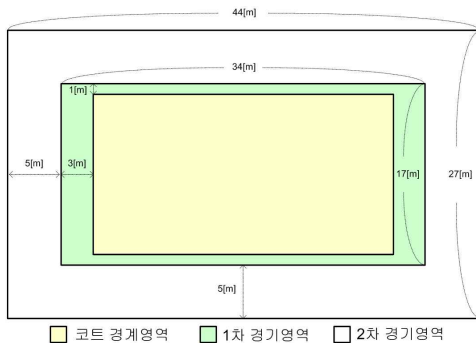
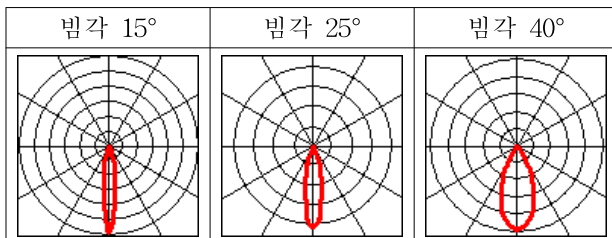


그림 1. 소형 옥내 운동장의 조명구역
Fig. 1. Lighting zone of small gymnasium

2.2 조명기구

조명기구는 발산광속이 10,000lm, 20,000lm, 30,000lm인 메탈할라이트 램프에 각각 빔각이 15°, 25°, 40°인 투광기를 적용하였다. 따라서 본 논문에서 사용한 조명기구는 총 9개이다.

표 1. 배광곡선
Table 1. light distribution curve



2.3 조명기구 설치높이 및 각도

KSC 3706(옥내 운동장의 조명기준)에서는 분산 배치방식을 적용할 경우 조명기구 설치높이에 대한 기준이 없으나 사이드 배치방식을 적용할 경우 그림 2와 같이 경기장 끝의 바닥면에서 올려본 각도가 30° 이상에 위치하도록 되어 있다.

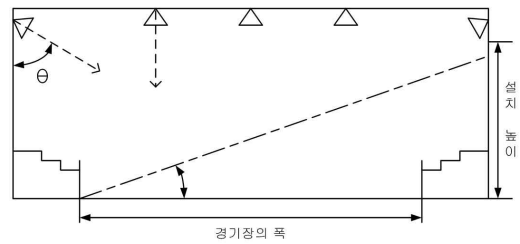


그림 2. 조명기구의 설치 높이 및 각도[1]
Fig. 2. Installation height and angle of lighting[1]

그러므로 사이드 배치방식 적용시 경기장의 폭과 2차 경기영역을 고려한 조명기구의 최소높이는 12.7m이다. 따라서 본 논문에서는 조명기구의 설치높이를 13m로 선정하였고 분산배치방식도 동일한 조건에서 비교하기 위해 조명기구의 설치 높이를 13m로 선정하였다.

분산배치방식의 경우 조명기구의 설치각도는 0°로 바닥면을 향하게 설치하였고 사이드 배치방식의 경우 조명기구의 설치각도에 따라 평균조도, 균제도, GR이 변화하므로 평균조도가 최대가 되는 각도로 설계하고 평균조도가 동일할 경우 균제도가 우수한 각도를 선정하여 표 2와 같이 적용하였다.

표 2. 사이드배치방식의 조명기구 설치각도
Table 2. Illuminations installation angle of side distribution arrangement

빔각 \ 광속	15°	25°	40°
10,000lm	39°	39°	40°
20,000lm	39°	39°	40°
30,000lm	39°	39°	40°

2.4 GR(Glare Rating)

본 논문에서는 옥외조명 및 스포츠조명의 글레어 평가에 주로 사용되는 GR을 적용하였다.

GR이란 불쾌글레어 평가지수로 1983년의 CIE 암스테르담 대회에서 ‘Van Bommel’이 발표한 논문에 의한 불쾌글레어 평가‘GF’를 CIE에서는 ‘GR’로 바꾸어 나타내고 있다.

GR을 산출하기 위해 시뮬레이션에 적용한 조건은 표 3과 같고 관찰자의 위치는 그림 3과 같다.

표 3. GR 산출을 위한 조건
Table 3. Specification for GR computation.

반사율(ρ)	20%	
관찰자 시선의 높이	1.5m	
관찰자의 주시 방향	East, South	
관찰자의 시야	160°	
관찰자 시선의 경사	0°(정면)	
관찰자의 간격	가로 방향	6.8m
	세로 방향	3.4m
관찰자의 수	36명	

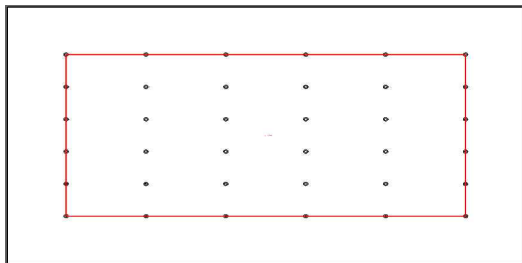
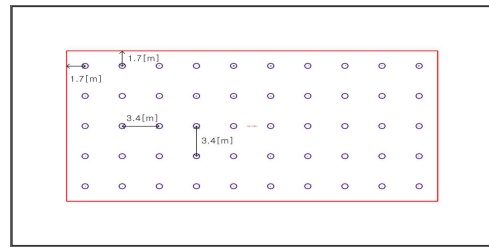


그림 3. 관찰자의 위치
Fig. 3. Position of observers

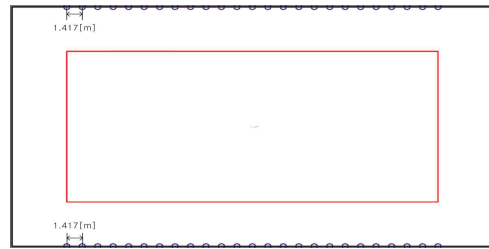
2.5 조명기구 배치방식

조명기구는 조명기구의 광속과 배치방식에 따라 아래와 같이 6가지 방식으로 배치하였다.

그림 4는 광속이 10,000lm인 조명기구의 배치도 이다. 분산배치방식은 5행 10열로 50개의 조명기구를 적용하였고 사이드 배치방식은 50개의 조명기구를 2차 경기영역에 두줄로 배치하였다.



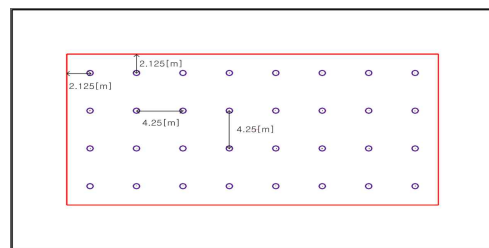
(a) 분산 배치방식



(b) 사이드 배치방식

그림 4. 10,000lm 조명기구 배치도
Fig. 4. 10,000lm illuminations arrangement

그림 5는 광속이 20,000lm인 조명기구의 배치도 이다. 분산배치방식은 4행 8열로 32개의 조명기구를 적용하였고 사이드 배치방식은 32개의 조명기구를 2차 경기영역에 두줄로 배치하였다.



(a) 분산 배치방식



(b) 사이드 배치방식

그림 5. 20,000lm 조명기구 배치도
Fig. 5. 20,000lm illuminations arrangement

그림 6은 광속이 30,000lm인 조명기구의 배치도 이다. 분산배치방식은 3행 6열로 18개의 조명기구를 적용하였고 사이드 배치방식은 18개의 조명기구를 2차 경기영역에 두줄로 배치하였다.

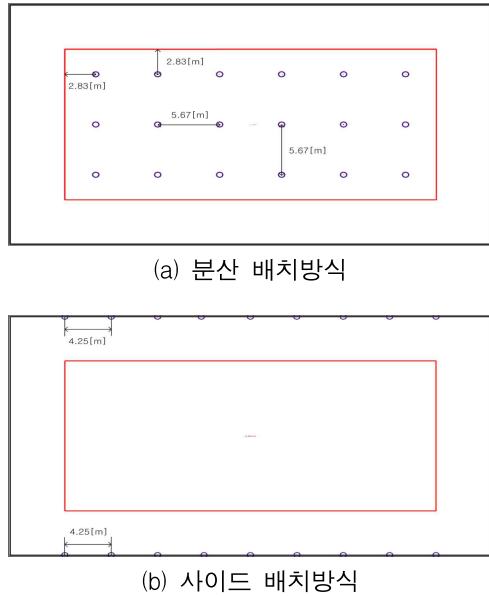


그림 6. 30,000lm 조명기구 배치도
Fig. 6. 30,000lm illuminations arrangement

3. 시뮬레이션 결과

3.1 평균조도

표 4. 평균 조도
Table 4. average illuminance [lx]

광속	배치방식	빔각		
		15°	25°	40°
10,000lm	분산배치	278	229	75.8
	사이드배치	268	220	64.4
20,000lm	분산배치	360	296	97.7
	사이드배치	339	278	81.5
30,000lm	분산배치	311	256	83.4
	사이드배치	277	227	67

표 4는 분산배치방식과 사이드배치방식의 평균조도를 비교한 결과이다. 광속과 빔각이 변화해도 분산배치방식의 평균조도가 사이드배치방식에 비해 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 그림 X와 같이 조명기구부터 조명구역까지의 거리가 분산배치방식이 짧기 때문에 나타난 결과라고 볼 수 있다.

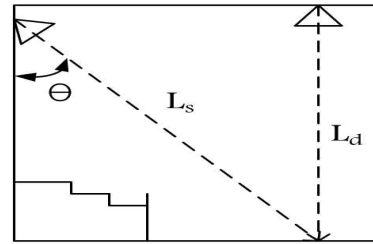


그림 7. 조명기구부터 조명구역까지의 거리
Fig. 7. Distance from illumination to lighting zone

3.2 균제도

표 5는 분산배치방식과 사이드배치방식의 균제도를 비교한 결과이다. 그 결과 빔각이 15°와 25°일 때는 분산배치방식의 균제도가 우수하게 나타났으나 빔각이 40°일 때는 사이드배치방식의 균제도가 우수하게 나타났다.

그러므로 균제도는 조명기구의 빔각에 큰 영향을 받으며 빔각이 커질수록 사이드 배치방식이 유리하고 빔각이 작아질수록 분산 배치방식이 유리함을 알 수 있다.

표 5. 균제도
Table 5. Uniformity

광속	배치방식	빔각		
		15°	25°	40°
10,000lm	분산배치	0.68	0.6	0.53
	사이드배치	0.5	0.55	0.67
20,000lm	분산배치	0.66	0.61	0.53
	사이드배치	0.52	0.58	0.7
30,000lm	분산배치	0.6	0.6	0.53
	사이드배치	0.57	0.63	0.75

3.3 평균 GR

표 6과 표 7은 분산배치방식과 사이드배치방식의 평균 GR을 비교한 결과이다. 광속과 빔각이 변화해도 분산배치방식의 평균 GR이 사이드배치방식에 비해 낮게 나타나 눈부심이 적은 것으로 나타났다.

분산배치방식의 경우 13m의 높이에 설치함으로써 정면을 바라보고 있는 사람의 눈에 눈부심을 유발하지 않았다. 그러나 사이드 배치방식의 경우 13m의 높이에 설치되어 있더라도 광원의 방향이 일정한 각도를 형성하고 있어 눈부심을 유발하는 것으로 볼 수 있다.

표 6. 평균 GR(동쪽)
Table 6. Average GR(East)

광속	배치방식		빔각		
	분산배치	사이드배치	15°	25°	40°
10,000lm	분산배치		0	0	0.256
	사이드배치		23.694	23.667	26.2
20,000lm	분산배치		0	0	0.583
	사이드배치		24.206	24.144	26.55
30,000lm	분산배치		0	0	0.944
	사이드배치		24.406	24.319	26.553

표 7. 평균 GR(남쪽)
Table 7. Average GR(South)

광속	배치방식		빔각		
	분산배치	사이드배치	15°	25°	40°
10,000lm	분산배치		0	0	0.217
	사이드배치		19.992	20.361	22.633
20,000lm	분산배치		0	0	0.528
	사이드배치		20.306	20.689	23.194
30,000lm	분산배치		0	0	1.067
	사이드배치		20.436	20.772	22.725

3.4 최대 GR

표 8과 표 9는 분산배치방식과 사이드배치방식의 최대 GR을 비교한 결과이다. 광속과 빔각이 변화해도

분산배치방식의 최대 GR이 사이드배치방식에 비해 낮게 나타나 눈부심이 적은 것으로 나타났다.

표 8. 최대 GR(동쪽)
Table 8. Max GR(East)

광속	배치방식		빔각		
	분산배치	사이드배치	15°	25°	40°
10,000lm	분산배치		0	0	1.7
	사이드배치		30.7	30.6	29.4
20,000lm	분산배치		0	0	3.2
	사이드배치		30.8	30.7	29.5
30,000lm	분산배치		0	0	3.1
	사이드배치		30.5	30.3	29

표 9. 최대 GR(남쪽)
Table 9. Max GR(South)

광속	배치방식		빔각		
	분산배치	사이드배치	15°	25°	40°
10,000lm	분산배치		0	0	1.7
	사이드배치		31.1	31	29.7
20,000lm	분산배치		0	0	3.2
	사이드배치		31.2	31.1	29.8
30,000lm	분산배치		0	0	3.1
	사이드배치		31	30.7	29.4

4. 결론

본 논문에서는 소형 옥내 운동장의 조명기구 배치방식에 따른 평균조도, 균일도, 평균 GR, 최대 GR을 비교하였다.

평균조도는 광속과 빔각이 변화한 경우에도 분산배치방식이 사이드배치방식에 비해 높게 나타났다.

균일도는 빔각이 15°와 25°일 때 분산배치방식이 높게 나타났고, 빔각이 40°일 때 사이드 배치방식이 높게 나타났다. 따라서 빔각이 작을수록 분산배치방식이 유리하고 빔각이 커질수록 사이드 배치방식이 유리하다고 판단된다.

평균 GR 및 최대 GR은 분산배치방식이 사이드 배치방식에 비해 낮았다. 따라서 소형 옥내 체육관에는

광속과 빔각의 변화해도 분산배치방식을 적용하는 것이 경기자의 눈부심을 줄일 수 있다.

종합적으로 보면 4가지 비교 항목 중에서 3가지 항목에서 우수한 결과를 나타낸 분산 배치방식이 소형 옥내 운동장의 조명 배치방식으로 적합한 것으로 볼 수 있다. 이는 KSC 3706에서 소형 및 중형 옥내 운동장의 조명배치 방식으로 분산 배치방식을 권장하고 있는 것과 같은 결과이다. 그러나 KSC 3706에서 분산 배치방식을 권장하고 있는 이유인 균일도 측면에서는 조명기구의 특성에 따라 사이드 배치방식이 더 우수하게 나타나는 경우도 있었다.

향후 연구에서는 본 논문에서 사용한 여러 조건들을 변화시켜 결과를 비교·분석할 필요가 있다.

본 연구는 2013학년도 홍익대학교 교내 연구비로 수행되었음.

References

- [1] HyeokPyo Hong, A study on improvement for electrical facilities in education institution, Seoul national university of science & technology graduate school of industry, 2007.
- [2] Korean agency for technology and standards, KS C 3706, Lighting for sports halls, 1999.
- [3] KyeHsool Cho, JunSeok Yang, Beom Gwan Seo, Lighting handbook, Sung an dang. pp. 544, 2008.

◇ 저자소개 ◇



김태훈(金泰勳)

1983년 7월 27일생. 2010년 홍익대학교 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정.



최홍규(崔洪圭)

1950년 1월 7일생. 현재 홍익대학교 과학기술대학 전자·전기공학과 교수.