

옥내운동장 조명환경 측정 및 분석

(Measurement and Analysis for the Lighting Environment of Indoor Gymnasium)

홍혁표* · 장우진

(Hyeokpyo Hong · Woojin Jang)

(서울산업대학교 전기공학과)

Abstract

본 연구는 A체육대학교 옥내운동장 5곳을 선정하여 현재의 조명환경을 파악하고 수평면 및 수직면 조도를 측정하고 분석하였다. 고천장인 실내테니스장, 배드민턴장, 핸드볼장과 저천장인 유도장과 탁구장을 선정하여 측정한 결과 평균조도는 실내테니스장 483(lx), 배드민턴장 272(lx), 핸드볼장 471(lx), 유도장 284(lx), 탁구장 370(lx)로 기준조도보다 상당히 낮게 측정되었다. 수직면 조도와 균제도도 권장치보다 낮게 나왔으나 연습경기장이므로 수평면조도를 충분히 보완한다면 연습하는 데는 큰 무리가 없을 것으로 보인다.

전반적으로 조명환경이 열악하고 설비가 노후화되어 있으므로 시설보수 시 시뮬레이션을 활용하여 종목별 경기특성에 맞는 환경을 갖추도록 연구검토가 필요할 것으로 판단되었다.

1. 서론

스포츠 조명은 실내외 운동장에서 운동선수나 경기진행자에게 경기진행에 지장이 없고, 관중들에게 경기관람에 불편함이 없도록 경기장의 특성을 잘 파악하여 최대한 효과적인 조명환경이 되어야 한다.

본 연구에서는 경기종목별로 각 분야의 선수들이 주로 이용하는 시설로써 각종 국내외대회에서 좋은 성적을 얻고 최고의 기량을 발휘하기 위해 국제경기과 같은 조건을 갖춰 훈련에 임하여야 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이므로 그에 맞는 조명환경을 갖추기 위하여 조명의 수평면조도, 수직면조도, 균제도 등, 조명환경 현황과 특성을 분석하여 소규모 실내연습경기장의 조명환경을 개선할 수 있는 기초 자료를 제공하고자 한다.

옥내운동장은 한국산업규격 옥내운동장의 조명기준(KS A3706)에서 규정한 일반 옥내경기로서 체조, 신체조, 테니스, 탁구, 배드민턴, 농구, 배구, 핸드볼, 유도, 검도 및 레슬링 경기를 할 수 있는 경기장을 말하지만 A체육대학교에서 종목별 운동경기시설로 고천장으로 되어 있는 테니스장, 배드민턴장, 핸드볼장과 좀더 낮은 천장으로 되어 있는 유도장 탁구장을 중심으로 이번 연구 과제를 수행하기로 하였다. 나머지 학교에서 보유하고 있

는 체조장과 기타 다른 옥내운동장은 차후 여건이 허락된다면 다시 연구과제로 선정하여 검토하도록 하겠다.

2. 경기분류와 경기장 조도

2.1 운동경기의 분류

운동경기는 크게 두 가지로 분류할 수 있는데 공 등 기구가 공중에서 움직이는 공중경기과 운동장의 바닥 면에서 대부분 이루어지는 평면근접경기로 나눌 수 있다.

가. 공중경기(Aerial sports)

배드민턴, 핸드볼, 테니스, 농구, 배구는 공중경기로 분류할 수 있다. 이러한 경기는 선수나 관람객들이 경기 중 상당한 시간동안 천장을 바라보면서 경기가 진행된다. 따라서 이러한 경기를 위한 시설물의 설계 시에는 관찰자의 시야 내에서 광원의 눈부심을 피하도록 조명기구 선정, 휘부하고 광원을 차광시키도록 주의하여야 한다. 특히 이들 경기에서는 조명기구의 빔 각도를 적당히 중첩시켜 공중경기 영역의 전체 높이에 대한 조도차이를 줄일 수 있고, 수직조명을 보장할 수 있도록 설치하여야 한다.

나. 평면근접경기(Ground level sports)

유도, 검도, 레슬링, 스케이팅, 아이스하키, 수영 등과 같이 정해진 일정한 규격 안에서 이루어지며 천장을 올려볼 필요가 없는 경기를 말한다. 이러한 경기에서의 조명은 조명기구의 휘도 문제가 크게 심각하지 않게 되므로 공중경기에 비해 쉽게 계획할 수 있다.

2.2 운동경기 영역(Playing Area)

모든 경기장은 경기 진행과 안전을 위하여 규정된 경기면적을 가지며 경기선을 중심으로 코트를 구분한다. 이들 경기장은 다음과 같이 크게 3가지 영역으로 나누어지며, 각 영역에 대해 적절한 조명환경이 이루어져야 한다.

가. 코트 경계영역(Court Boundary Area;CBA)

경기진행상 꼭 필요한 규칙에 의해 정의된 영역으로 경계선 안에 있는 지역이다.

나. 1차 경기영역(Primary Playing Area;PPA)

코트 경계선과 접한 영역으로 각 경기별로 최소한의 일정거리를 확보하여 경기를 진행함에 있어 지장이 없고 선수와 관객의 안전을 위해 필요한 영역으로 CBA와 거의 같은 조명 조건이 되어야 한다.

다. 2차 경기영역(Second Playing Area;SPA)

1차 경기영역과 물리적인 장벽 사이에 있는 지역으로 펜스 즉 관중석 스탠드 같은 것들이 있는 지역이다.

표 1. 옥내운동장의 조도 분류와 조도값

운동종목		조도 분류	조도범위
실내 테니스	경기	H	600-1,000-1,500
	레크리에이션	G	300-400-600
배드민턴 (탁구)	공식경기	H	600-1,000-1,500
	일반경기	G	300-400-600
	레크리에이션	F	150-200-300
핸드볼	공식경기	G	300-400-600
	일반경기	F	150-200-300
	레크리에이션	E	60-100-150
유도장	공식경기	H	600-1,000-1,500
	일반경기	G	300-400-600
	연습	F	150-200-300

2.3 경기장 조도(Illumination)

스포츠 시설에서 요구되는 조도는 선수, 관계자 및 관객이 스포츠의 종류에 따라 무엇을 보는 가, 얼마나 멀리서 보느냐에 따라 결정해야 한다. 특히 공중경기의 경우 경기면에 충분한 수평면 조도와 함께 경기면 위 공간의 조도나 수직면 조도의 확보가 중요하다. 경기면의 대부분이 거의 균일한 휘도로 보이는 것이 필요하지만 보통은 조도 균제도를 균일하게 하여 명암의 얼룩짐을 줄이고 경기면상 공간의 조도 균제도도 충분히 이루어져야 한다.

일반적으로 조도가 높을수록 좋은 조명이 되지만 조도가 높게 되면 같은 종류의 광원을 사용하는 경우 경제적인 문제를 고려해야 한다.

3. 조명현황 및 측정결과 분석

3.1 조도 측정 방법

옥내운동장의 수평면 조도의 측정 범위는 경기장 바닥면 전체로 하였으며, 측정범위를 동등한 크기의 면적으로 분할했을 때에 생기는 교점을 측정점으로 하여 그 간격은 3~5 m로 하였고 측정점의 높이는 바닥면 위의 수평면을 측정하였다.

표 2. 수평면조도의 평균값 및 균제도(경기장)

운동경기구분	수평면 조도	
	평균값 [lx]	균제도*
공식경기	1,000 이상	0.50 이상
일반경기	500 이상	
레크리에이션	250 이상	

* 균제도=수평면조도의 최소값/수평면조도의 평균값

표 3. 조도의 평균값 및 균제도(TV 촬영시)

조도의 종류	평균값 [lx]	균제도*
수직면조도	1,000 이상	0.30 이상
수평면조도		0.50 이상

* 수직면조도의 균제도=수직면조도의 최소값/수직면조도의 최대값

* 수평면조도의 균제도=수평면조도의 최소값/수평면조도의 최대값

다만 탁구장의 경우 탁구대의 높이인 76(cm)를 측정하였다.

수직면 조도측정은 높이 1.5(m)를 기준으로 경기장의 모서리부분은 2방향, 측면부분은 3방향, 중앙부분은 4방향(동서남북)을 측정하였다.

조도측정 시간은 주광을 배제하기 위하여 저녁 8:00~ 9:00 사이에 램프 점등 후 20분 이상 대기한 후에 측정하였다.

3.2 실내테니스장

3.2.1 조명환경 현황

아래 그림 1은 실내테니스장의 조명설비 평면도를 나타낸 것이다. 실내테니스장의 크기는 33.3(m) x 39(m)이며 10.97(m) x 23.77(m)의 코트가 2면으로 되어 있다. 천장은 철재 빔을 사용하여 반원형태의 지붕으로 시설되어 있으며 높이는 벽쪽은 7(m)이고 중앙쪽은 11(m)이며 벽의 상부는 남쪽과 북쪽은 창문이며 하부와 나머지 벽은 암록색의 목모판으로 빛을 반사하지 않고 거의 흡수하는 재질이어서 어두운 느낌을 준다.

조명기구는 메탈헬라이드 램프 1 000(W)가 설치되었고, 조명기구는 다이아몬드형 투광등기구를 사용하였다.

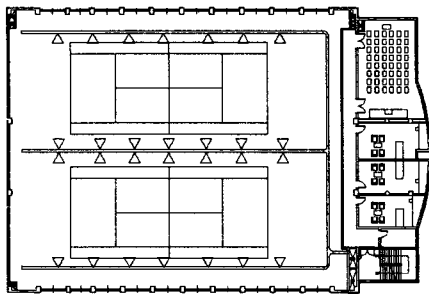


그림 1. 실내테니스장의 조명기구 평면도

3.2.2 조도 측정 및 결과 분석

실내테니스장 조도의 측정범위는 경기장 바닥면 전체로 하였으며, 측정위치는 2면의 코트를 면과 면 사이를 기준으로 가로 세로 4(m)로 분할하여 생기는 교점을 측정점으로 하고 측정점의 높이는 바닥면상의 수평면을 측정하였다.

수평면 조도는 최소 115(lx), 최대 1 181(lx), 평균 480(lx)로 레크리에이션에는 적합하나 선수들이 경기하기에는 조도가 낮은 편이다. 균제도도 0.24로 기준에는 미치지 못하고 있음을 알 수 있

다.

그러나 코트경계영역을 코트별로 분석한 결과 A코트 734(lx), B코트 824(lx), 균제도는 각각 0.71, 0.63의 양호한 결과를 나타내고 있어 경기를 진행하기에는 부족함이 없는 조도값을 보이고 있다.

수직면 조도는 최소 35(lx), 최대 540(lx)이고 균제도는 0.17로 수평면 조도에 비하여 많이 떨어지고 있다. 코트경계영역에서도 A코트는 최소 137(lx), 최대 540(lx), 균제도 0.25이며, B코트는 최소 127(lx), 최대 445(lx), 균제도 0.28로 기준에 많이 부족함을 알 수 있다.

따라서 선수들이 연습에 지장이 없는 조건을 만들어주기 위해서는 조명설비의 개선이 필요하다. 현재 벽면은 목모판의 암록색으로 반사율이 낮으므로 반사율이 좋은 밝은 색의 녹색이나 백색의 페인트로 마감하는 방법을 검토해 보는 것이 타당하다.

조명설비도 배광이나 연색성을 충분히 검토하여 좋은 조명환경이 되도록 시설하여야 한다. 표 4는 실내테니스장의 조도측정 분석결과를 나타낸 것이다.

표 4. 실내테니스장 조도측정 분석결과

구분		최소 조도	평균 조도	최대 조도	균제도
수평면 조도	1차경기영역	115	483	1181	0.24
	A코트경계영역	521	734	1101	0.71
	B코트경계영역	520	824	1181	0.63
수직면 조도	1차경기영역	35	143	540	0.17
	A코트경계영역	137	318	540	0.25
	B코트경계영역	127	290	445	0.28

3.3 배드민턴장

3.3.1 조명환경 현황

배드민턴장의 크기는 28(m) x 36(m)로서 6.1(m) x 13.4(m) 코트가 6면이 설치되어 있으며 코트의 간격은 연습경기장이므로 다소 좁은 2(m)로 되어 있다. 천장은 높이가 11(m)로 철골구조로 되어 있고 벽은 남쪽 방향은 창문으로, 나머지 3면은 백색 페인트 마감으로 되어 있다. 창문에는 짙은 녹색 코팅을 하였으나 주간에는 눈부심이 심하고 창측과 내측의 조도 차이가 심하여 선수들이 연습하는 데 많은 불편을 겪고 있다.

조명기구는 초기 신설될 당시에는 메탈헬라이드

드 램프 250(W)가 4조씩 총 144조가 천장에 분산형으로 시설되어 있었으나 현재는 노후되고 배드민턴 운동특성상 시선이 천장을 향하는 경우가 많아 조명기구의 눈부심으로 인하여 사용하지 않고 있으며 2003년에 그림 2와 같이 양쪽 벽면 및 중앙에 2열로 메탈할라이드 램프 1 000(W) 24조를 설치하여 현재에 이르고 있다.

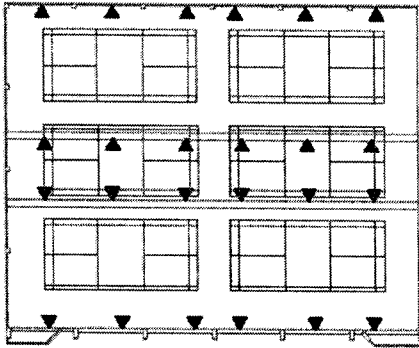


그림 2. 배드민턴장 조명기구 평면도

3.3.2 조도 측정 및 결과 분석

배드민턴장의 수평면 조도의 측정 범위는 경기장 바닥면 전체로 하였으며, 그 간격은 6면의 코트를 면과 면 사이를 기준으로 가로 세로 3(m)로 분할하였고 측정점의 높이는 바닥면상의 수평면 130개소를 측정하였다.

수평면 조도의 측정은 1차 경기영역에서 평균 조도가 272(lx)로 조도수준이 상당히 낮게 측정되었다. 균제도는 0.35로 약간 부족하다. 코트경계영역에서는 평균조도가 316(lx)로 1차 경기영역과 큰 차이가 나지 않고 있다, 전반적으로 선수들이 연습하기에는 평균조도가 너무 낮다.

표 5. 배드민턴장 조도측정 분석결과

구분		최소 조도	평균 조도	최대 조도	균제도
수평면 조도	1차경기영역	95	272	433	0.35
	C코트경계영역	182	288	371	0.63
	E코트경계영역	258	364	406	0.71
수직면 조도	1차경기영역	58	143	330	0.17
	A코트경계영역	85	159	250	0.34

수직면 조도의 측정은 각 지점에서 중앙부분은 4방향, 사이드 부분은 3방향, 코너부분은 2방향으로 1.5(m)의 높이로 측정하였다.

측정결과 최소 58(lx), 최대 330(lx), 균제도 0.17로 수직면 조도 역시 기준조도를 충족시키지

에는 부족하다. 표 5에 배드민턴장의 조도측정 분석결과 일부를 나타내었다.

3.4 핸드볼장

3.4.1 조명환경 현황

핸드볼장의 실내면적은 35(m) x 48(m)로서 경기장 규격인 20(m) x 40(m) 1면이 시설되어 있다. 천장은 높이가 11(m)로 철골빔 구조이며 벽면의 남북방향은 창문으로, 나머지는 창문이 없는 백색 페인트 벽면으로 되어 있다.

조명기구는 메탈 할라이드 램프 175(W) 4조가 1셋트로 총 61조 244개의 램프가 원통형 등기구로 분산 설치되어 있다. 1988년 올림픽을 준비하기 위하여 시설된 설비로 안정기 및 램프만 교체되어 사용되고 있다. 등기구의 반사율 및 램프의 광속이 낮아 선수들이 운동하는 데 불편함을 느끼고 있다. 아래 그림 3은 핸드볼장의 조명기구 평면도를 표기하였다.

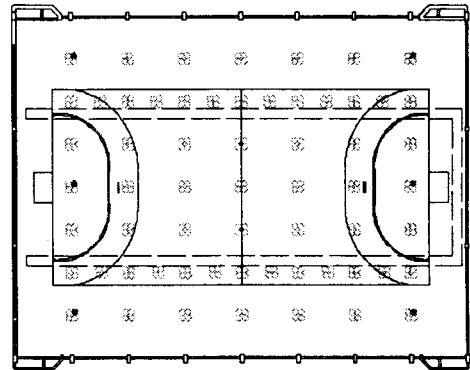


그림 3. 핸드볼장 조명기구 평면도

3.4.2 조도 측정 및 결과 분석

핸드볼장의 수평면 조도측정은 경기장 바닥 전체를 가로 세로 5(m)를 분할하여 70점을 측정하였다. 최대 조도는 886(lx), 평균조도 471(lx), 최소조도는 132(lx)로 조도편차가 심하고 균제도도 0.28로써 기준에는 미치지 못하고 있다.

코트경계영역내의 조도는 평균 606(lx)로써 공식경기의 기준에 적합한 것으로 나타나고 있으나 텔레비전 중계를 위한 조도는 1 000(lx) 이상의 조도를 요구하고 있다. 균제도 또한 0.56으로 기준에 적당한 값을 나타나고 있다.

수직면 조도는 각 지점에서 1.5(m)의 높이로 중앙부분은 4방향, 사이드 부분은 3방향, 코너부

분은 2방향으로 측정하였다.

측정결과 1차 경기영역에서 평균조도 114(lx), 균제도 0.26, 코트경계영역에서는 평균 318(lx), 균제도는 0.25를 보이고 있다.

특히 그림 3에서 보듯이 골대 직상부이나 골대 후면에 조명설비가 설치되지 않아 중앙에 비하여 골대부근이 조도가 낮아 선수들이 슛동작시 조도차를 심하게 느끼고 있었다. 아래 표 6은 핸드볼장의 조도측정 분석결과를 보여주고 있다.

표 6. 핸드볼장 조도측정 분석결과

구분	최소 조도	평균 조도	최대 조도	균제도	
수평면 조도	1차경기영역	132	471	886	0.28
	코트경계영역	337	606	886	0.56
수직면 조도	1차경기영역	55	114	211	0.26
	코트경계영역	135	318	540	0.25

3.5 유도장

3.5.1 조명환경 현황

유도장의 실내면적은 28(m) x 24(m)로 경기장은 9(m) x 9(m) 크기의 2면이 설치되어 있다. 천장은 높이가 4.7(m)이며 뽕칠페인트로 되어있고, 벽의 북서쪽은 창문으로 나머지는 백색 수성페인트로 마감되었고, 바닥은 초록색의 스펀지형 매트가 설치되어 있다.

등기구의 높이는 4.1(m)이며 조명기구는 형광등 32W/2등용 64조 컴팩트형 형광등 20(W) 56조가 격등형태로 펜던트형 등기구가 설치되어 있다.

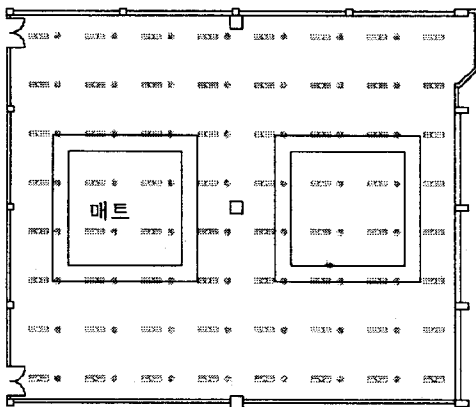


그림 4. 유도장 조명기구 평면도

3.5.2 조도 측정 및 결과 분석

유도장은 매트 위에서 시합을 하는 경기로서 1차 경기영역의 수평면 조도를 측정한 결과 평균조도가 284(lx)이며, 균제도는 0.68이다. 수평면 조도는 일반경기 400(lx), 공식경기 1 000(lx) 이상이 되어야 하지만 현재 조도가 너무 낮은 상태이며 균제도는 양호하다. 수직면 조도는 평면근접 경기이므로 고려하지 않았다.

표 7. 유도장 조도측정 분석결과

구분	최소조도	평균조도	최대조도	균제도
수평면조도	194	284	319	0.68

3.6 탁구장

3.6.1 조명환경 현황

탁구장의 실내면적은 28(m) x 21(m)로 탁구대 (1.52(m) x 2.74(m)) 10대가 설치되어 있으며, 천장은 등기구의 높이가 4(m) 이상이면 경기하는 데 지장이 없다. 천장은 4.7(m)이며 뽕칠페인트로 되어있고 벽의 동북쪽은 창문으로 다른 벽은 백색수성페인트로 마감되어 있고, 바닥은 후로링으로 설치되었다. 등기구의 높이는 4.1(m)이며 조명기구는 형광등 32W/2등용 84조, 컴팩트형 형광등 20(W) 77조가 격등형태로 펜던트형 등기구가 설치되어 있다.

창문은 외부 빛을 차단하기 위해 검은 장막으로 시설되어 있어 빠르고 작은 공을 다루는데 장애가 없도록 시설되어 있다.

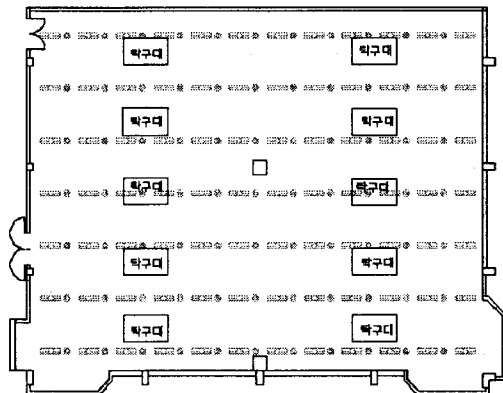


그림 5. 탁구장 조명기구 평면도

3.6.2 조도 측정 및 결과 분석

탁구장은 수평면 조도의 측정높이를 탁구대 높이인 76(cm)를 기준으로 가로 세로 4(m) 간격으로 35점을 측정하였다. 370(lx)의 평균조도는 낮지만 균제도는 0.79로서 천장이 낮고 등기구가 골고루 분산 배치되어 상당히 양호한 편이다.

수직면 조도는 각 지점에서 1.5(m)의 높이로 중앙부분은 4방향, 사이드 부분은 3방향, 코너부분은 2방향으로 측정하였다.

측정결과 1차 경기영역에서 평균조도 212(lx), 균제도 0.53을 보이고 있다.

빠르고 작은 공을 다루는 경기장이므로 빛의 반사를 줄이고 조도를 상향시켜서 눈의 피로를 줄이는 방안을 모색해 보아야 한다.

표 8. 탁구장 조도측정 분석결과

구분	최소조도	평균조도	최대조도	균제도
수평면조도	292	370	440	0.79
수직면조도	145	212	276	0.53

4. 결론

본 연구에서 A체육대학교의 옥내운동장 5곳을 연구대상으로 선정하여 수평면조도와 수직면조도를 측정하여 평균조도 및 균제도를 산출하고, 조명환경 현황을 조사, 분석하였다.

전체적으로 시설의 노후화로 인하여 개수가 필요한 상황이고, 한국산업규격에서 정한 기준조도에 상당히 부족하다는 것을 알 수 있었다. 특히

경기장의 중앙부분은 측면에 비하여 조도가 상당히 높게 나오고 있다. 이는 조명기구를 균등 배치하여 미관상 조화를 맞추기 위한 방편으로 생각되어지나, 경기장의 평균 조도와 조도 균제도를 높이기 위해서는 중앙부분에는 기구수를 줄이고 측면이나 벽면을 보강하는 조명 방식을 모색하여야 할 것이다. 수평면 조도와 수직면 조도 둘 다 향상시키고 균제도를 균일하게 하기 위해서는 천장의 분산배치와 측면배치를 적절히 조합하여 조명기구를 설치하는 것이 조명환경을 개선하는 데 적합하다는 것을 측정결과를 분석한 결과에서 알 수 있었다. 또한 건축 인테리어부문에서도 반사율 및 색상을 고려한 마감재를 조명 전문가와 상의하여 시설하는 것이 조명환경 개선에 많은 효과가 있을 것이다.

선수들이 국내외경기에서 좋은 성적을 얻기 위해서는 조명환경을 좀더 면밀히 검토하여 설계단계에서부터 시뮬레이션을 활용하여 경기종목별 특성에 맞는 조명환경을 조성하기 위한 연구검토가 필요하다.

참고문헌

1. 지철근. “경기장조명의 소요조건” 한국조명. 전기설비학회지 제14권 2호
2. 이진우. “종목별 경기장 조명설계시 유의사항” 한국조명.전기설비학회지 제14권 2호
3. 박기덕. “테니스장의 조명환경 측정 및 개선방안에 관한 연구” 강원대학교
4. 한국산업규격 조도 기준(KSA3011), 옥내 운동장의 조명 기준(KSA3706)