

## 다목적 공간의 조명설계

片山就司(松下電工(株) 中央엔지니어링 綜合部 屋內照明 擔當課長)

### 1. 서론

최근에 와서 대형 다목적 홀이 각지에서 건설되어지고 있다. 이러한 시설의 특징은 스포츠 및 전시, 이벤트가 개최될 수 있는 대공간과 목적에 따라 사용을 구별할 수 있도록 고도의 기술설비가 함께 고려되어야 될 것이다.

본문에서는 조명설비에 관하여 설계를 할 경우에 있어 특히 유의할 점에 대하여 기술하고자 한다.

### 2. 다목적 공간의 용도 및 조명설비

돔구장에 대표될 수 있는 대형 다목적 공간에서의 주요 용도를 분류해 본다면

- a) 농구, 배구, 옥내스포츠
- b) 전시회
- c) 콘서트 및 아트렉쇼, 이벤트

등이 있으며 여기서 a)에 있어 야구 및 육상은 일부 옥외스포츠가 포함되어 있다.

조명설비는 각각 이들의 목적에 따라 요건들을 맞춤 필요가 있으나 이들 중 특히 스포츠에 관한 조명 설비는 매우 중요하며 이와함께 조명 설계 역시 이들이 우선이라 말할 수 있다.

전시회 대상 조명은 스포츠를 위한 조명설비로서 만족할 수 있다면 충분히 전시장을 위한 조명 레벨을 맞춤 수 있을 것으로 생각되며, 콘서트

및 아트렉쇼 등의 이벤트 등에 대한 조명의 경우 각종 스포트라이트가 추가로 많이 사용된다. 이러한 스포트라이트는 높은 연석성이 요구되어지기 때문에 일반적으로는 할로겐전구가 사용되는 경우가 많다. 따라서 장시간 사용에는 적합하지 못할 수가 있다. 아울러 전열 및 고도의 제어 기술이 필요하기도 하며 이 때문에 대형 調光장치와의 겸용으로 사용되어져 이벤트 내용에 따라 때로는 프로그램화 되어져야 할 경우도 있다.

이벤트 조명은 통상 일반 조명 설비와는 별도로 설계되어지는 것이 원칙이며 본문에서는 스포츠 경기에 대한 조명을 중점으로 설명하고자 한다.

### 3. 스포츠 경기에 대한 조명

스포츠 경기장은 경기자, 관객 또는 텔레비전을 통하여 스포츠를 시청하는 관객등, 모든 사람에 있어 스포츠 경기가 명료하게 보일 수 있도록 조명을 하는 것이 우선이라 하겠다. 이르기 위해서는 경기장내 적절한 밝기와 색의 대비가 있으며 모든 장소에 충분한 빛을 적절히 배분하여 글레이어가 적절하게 제한되는 것이 필요하다.

#### 3.1 쾌적성

대상을 명료하게 보이도록 하는 것도 중요하지만, 장시간에 걸쳐 이루어지는 스포츠 경기장

에서는 조명에 의한 분위기 창출도 필요하다. 주로 더운 하절기에 행해지는 스포츠의 조명에는 시원한 감을 주는 광원이, 또한 추운 동절기에는 따뜻한 감을 주는 광원이 바람직하다고 되어 있으나, 이것은 옥외의 자연광과의 비교 등으로 인해 심리적인 냉·온감을 느끼는 경우와, 색온도가 쾌적할 때 느끼는 조도 레벨에 영향받는 경우가 있다. 색온도로부터 받은 냉온감은 일반적으로 표 1과 같이 나타낼 수 있다. 또한 광색과 조도레벨과의 관계는 표 2에 표시되어 있다.

표 1. 램프의 색온도에 따른 광색감

색 온 도 (K)	광 색 감
(고)5,300이상	서늘하다
(중)5,300~3,300	어느 쪽도 느끼지 못함
(저)3,000미만	따뜻하다

표 2. 광색과 쾌적한 조도의 관계

조도단계 (lx)	사용하는 램프의 광색감		
	서늘하다	어느 쪽도 느끼지 못함	따뜻하다
2,000이상	쾌적	상당히 쾌적	부자연
2,000~500	자연(自然)	쾌적	상당히쾌적
500이하	부자연	자연	쾌적

운동경기구분	수평면 조도	
	평균치(lx)	균제도(z)
공식경기	1,500~750	0.50이상
일반경기	750~300	
레크레이션	300~150	0.40이상

주) (1) TV촬영을 위한 조도 및 균제도에 대해서는 아래 「TV촬영을 위한 조도기준」을 참조  
(2) 수평면조도의 균제도는 다음과 같다.

### 3.2 밝기(조도)

일반적으로 인공 조명에서 쓰여지는 조도는 주광에 비해서 상당히 낮은 감이다. 그러나, 보이는 것은 순응휘도, 빛의 방향성, 조도 등에 의해 결정되기 때문에 적절히 설계된 조명 설비가 이루어지면 인공조명에 의해서도 상당히 양호한 환경을 얻는 것이 가능하다.

경기가 TV중계되는 경우는 인간의 눈으로 보는데 필요한 조도보다 높은 조도가 요구된다. 조도에 대해서는 다음의 조도기준(JIS Z9122-1900)을 참조하여 설정한다.

### 3.3 연색성

스포츠에서 색상의 표현은 중요하다. 따라서 연색성이 나쁜 램프를 사용해서 현저한 색상의 차이가 발생되면 위화감을 일으킨다. 어떤 램프도 자연광일 때 물체의 색을 그대로 나타내지 못한다.

따라서, 스포츠 조명에서 요구되는 연색성은, 스포츠의 종류와 경기 레벨에 맞추어 사용되는 램프의 종류를 결정해야만 한다.

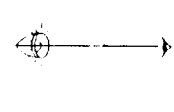
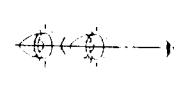
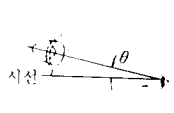
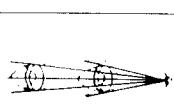
일반적으로는 스포츠에 요구되는 연색성은

레크레이션-Ra 40이상

일반 경기-Ra 50이상

공식 경기-Ra 65이상을 사용한다.

표 3. 글래어의 기본

눈부심을 좌우하는 요소	대 책
 주위가 어둡고, 어둠에 적응된 만큼 눈부시다.	경기면 주위도 적당한 밝기를 유지한다.
 광원의 광도가 높을수록 눈부시다.	기구의 배광을 고려한다. 휘도가 낮은 램프를 사용한다.
 시선에 가까울수록 눈부시다.	기구를 높은 곳에 설치한다. 시선상을 벗어난 위치에 기구를 부착한다.
 외관의 크기가 클수록 눈부시다.	기구가 멀수록 눈부심이 감소한다.

### 3.4 글래어

광원으로부터의 글래어를 완전히 피할 수 없기 때문에, 어느 정도의 불쾌감을 경기자 및 관객에게 주게 된다. 그러나, 글래어는 보는데 있어 과도한 피해가 없는 정도로 제한한다. 글래어는 여러가지 방법으로 예방이 가능하다. 예를들어, 램프를 루버 및 질은 반사경으로 덮으므로 해결하는 방법과, 조명기구를 일반적인 시선으로부터 분리해서 설치하는 방법도 가능하다. 글래어 예

방 수법은 타 소요 조건을 만족시키는 수법과 상반된다. 예를 들어, 정면에 가까운 각도로 입사하는 빛은 경기자와 관객에게 커다란 글레어를 주는 반면, 뒤에서 입사하는 빛은 공중을 날아가는 공 등을 명료하게 보여준다.

글레어 예방과 타 소요조건을 만족시켜 주기 위해서는 적지 않은 타협이 필요하게 된다. 그러나, 일반적으로는 물체의 표현력이 조금 떨어지더라도 글레어를 효과적으로 제한하는 것이 바람직하다.

- 실내운동장의 조명기준 JIS Z9122-1900
- 수평면 조도의 평균치 및 균제도(1)

운동경기구분	수평면 조도	
	평균치(lx)	균제도(z)
공식경기	1,500~750	0.50이상
일반경기	750~300	
레크레이션	300~150	0.40이상

주) (1) TV촬영을 위한 조도 및 균제도에 대해서는 아래 「TV촬영을 위한 조도기준」을 참조  
 (2) 수평면조도의 균제도는 다음과 같다.

$$\text{수평면조도의 균제도} = \frac{\text{수평면조도의최소치}}{\text{수평면조도의평균치}}$$

- TV촬영을 위한 조도기준

(1) 조도

－ TV촬영을 위한 조도의 평균치 및 균제도

조도구분	평균치	균제도
수직면조도	1,000이상	0.33이상(5)
수평면조도	수직면조도의 0.5~2배	0.55이상(6)

주) (3) 바닥면 위 1.5[m]의 위치에 카메라가 있는 쪽의 수직면조도

(4) 바닥면 수평면조도

(5) 수직면 조도의 균제도는 다음과 같다.

$$\text{수직면 조도의 균제도} = \frac{\text{수직면조도의최소치}}{\text{수직면조도의최대치}}$$

(6) 수평면 조도의 균제도는 다음과 같다.

$$\text{수직면 조도의 균제도} = \frac{\text{수평면조도의최소치}}{\text{수평면조도의최대치}}$$

참고) 관객석의 조명은 관객석과 경기면 주변 촬영을 고려하고, 카메라가 있는 쪽의 관객석 수직면조도를 경기면의 0.25배 정도 확보하는 것이 바람직하다.

(2) Flicker의 감소

방전등을 사용하는 경우에는 TV의 화면상 나타나는 깜박거림을 감소시키기 위해 삼상전원에 접촉하는 등의 대책을 강구한다.

(3) 광원색과 연색성

사용하는 광원의 광원색 및 연색성은 아래의 값으로 한다. 단, 2종류 이상의 광원을 혼용해서 이 값들을 만족시켜도 좋다.

－ 광원색과 연색성

광원색	색온도 3,000~6,000[K] 범위
연색성	평균 연색평가수 55이상

(a) 스포츠 조명시설에서 경기자와 관객은 시선을 모든 방향으로 움직이기 때문에 광원을 직접 볼 때에 보는데에 영향을 주는 글레어를 완전히 방지하는 것은 상당히 곤란하다. 따라서 경기자와 관객의 「통상의 시선방향」에 대한 불쾌글레어로 조명평가를 할 필요가 있다.

(b) 불쾌글레어는 광원을 직시하지 않는 경우에도, 시설에 따라서는 「시각장애」를 느끼는 경우가 있다. 이 「시각장애」의 정도가 심하면 볼려는 대상물이 잘 보이지 않는다. 그것은 정량적 표현방법으로 다음식에 의해 불쾌글레어의 정도를 평가한다.

$$GR = 27 + 24 \lg(\text{Leg}(I) / \text{Leg}(S)^{0.9}) \dots\dots\dots(1)$$

Leg(I) : 투광기에 의한 등가 광막휘도[cd/m<sup>2</sup>]

Leg(S) : 투광기를 제거한 시야에 의한 등가 광막휘도[cd/m<sup>2</sup>]

단, GR는 글레어 콘트롤 마크로 불리어지며, GR값의 평가는 다음과 같다.

90 : 인내하기 어려움

70 : 방해가 됨

50 : 허용가능한계

30 : 별로 신경 안쓰임

10 : 신경 안 쓰임

글레어를 허용한계 이하로 억제하기 위해서는 각 관측자, 관측방향에 있어서 GR을 50이하로 하지 않으면 안된다.

3.5 스트로보스코픽현상

방전등을 교류점등한 경우, 램프로부터 나오는 빛은 깜박거림을 일으킨다. 이것 때문에 공의 스피드가 바뀐 경기를 할 경우에는 스트로보스코픽이 문제가 되는 경우가 있는데 광원의 선정에 주의 기울일 필요가 있다. 스트로보스코픽의 정도를 표현하는 방법으로 Flicker Index가 있는데,

이 수치의 대소에 따라, 각 광원의 아른거림의 정도를 판단하고, 목적에 맞는 광원의 선정에 참고한다. 다음에 광원별로 Flicker Index 값을 표시한다.

표 4. 광원별 Flicker Index 값

배선방식	광원	Flicker Index
단상	수은등	0.24
	메탈할라이드등	0.11~0.16
	고압나트륨등	0.19
	고연색성 나트륨등	0.25
	고연색형 메탈할라이드등	0.18
	형광등	0.07
삼상	수은등	0.02이하
	메탈할라이드등	"
	고압나트륨등	"
	고연색형 나트륨등	"
	고연색형 메탈할라이드등	"

일반적으로, 테니스, 야구, 배구 등의 경기에는 램프의 Flicker Index가 0.1이하가 되면 스트로보스코픽은 문제가 되지 않는다.

단상배선의 경우는 멀티할로겐등 또는 형광등을 사용하면 Flicker의 영향은 없다고 할 수 있다.

수은등, 멀티할로겐 등을 사용할 때 특히 Flicker를 감소시킬 필요가 있는 경우는 삼상배선으로 3등의 램프를 각상으로 점등하고, 각 램프의 빛이 중복되어 합쳐지도록(최저 2대) 조명기구를 배치하면 스트로보스코픽은 개선된다.

### 3.6 광원의 선정

스포츠 조명의 광원으로는 다음을 고려하여 결정해야 한다.

- 1) 효율(ℓ m/w)
- 2) 수명(시간)
- 3) 눈으로 보았을 때의 연색효과 및 칼라TV 촬영의 연색효과
- 4) 초기 설비비와 유지비
- 5) 크기 및 형태

이 사항들에 따라, 각 경기별 적절한 광원은 다음과 같다.

- 체육관(실내 운동장)

공식경기	메탈할라이드등(M) 단독 또는 혼합광으로	
	메탈할라이드등(M) + 고압나트륨등(N)	M : N = 8 : 2
일반경기	메탈할라이드등(M) 단독 또는 혼합광으로	
	메탈할라이드등(M) + 고압나트륨등(N)	M : N = 6 : 4
레크리에이션	메탈할라이드등(M) 단독 또는 혼합광으로	
	메탈할라이드등(M) + 고압나트륨등(N)	M : N = 5 : 5

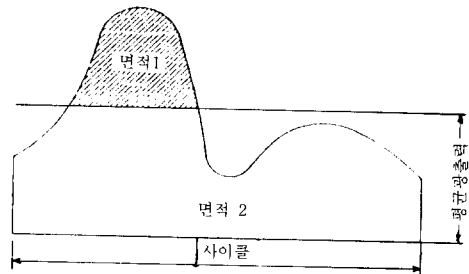


그림 1. Flicker Index 결정방법

$$\text{Flicker Index} = \frac{\text{면적 1}}{\text{면적 1} + \text{면적 2}}$$

Flicker Index 값이 클수록 스트로보스코픽도 커진다.

### 3.7 조명기구의 선정

일반적으로 다음 조명기구를 사용한다.

운동경기 구분	반사각의 배광		
	협각형	중각형	광각형
공식경기	○	◎	◎
일반경기	○	◎	◎
레크리에이션	○	○	◎

비고) ◎은 주로 사용하는 것. ○은 필요에 따라 사용하는 것.

운동경기 구분	투광기의 배광		
	협각배광	중각배광	광각배광
공식경기	○	◎	◎
일반경기	○	○	◎
레크리에이션	○	○	◎

비고) ◎은 주로 사용하는 것. ○은 필요에 따라 사용하는 것.

### 3.8 조명기구의 배치와 부착높이

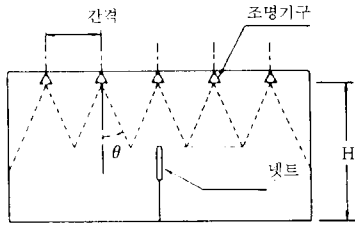


그림 2. 분산배치에 있어서 조명기구의 부착간격

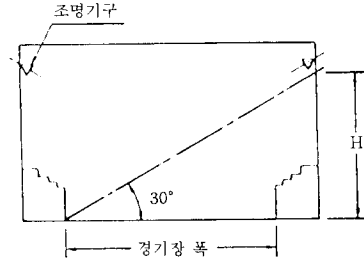


그림 3. 사이드 배치에 있어서 투광기 부착높이

H=조명기구이 부착 높이

$\theta$ 는 1/2조도각으로, 상단의 높이로 1/2조도각을 만족하도록 한다.

H=조명기구이 부착 높이

경기장 끝 마루면에서 30°이상으로 설치한다.

- 조명기구의 배치

표 5. 조명기구의 배치예

조명기구의 배치		조명기구의 배치예		중소형 실내 운동장	대형 실내 운동장	TV촬영을 진제로한 실내운동장
		단 면 도	평 면 도			
분 산 배 치	반사갓 또는 투광기를 1대씩 천정 전체에 분산배치한다.			◎	○	○
	반사갓 또는 투광기를 복수로 묶어 대형장치로 해서 천정 전체에 분산배치한다.			◎	◎	○
사 이 드 배 치	경기장의 양사이드에 투광기를 일렬 배치한다.			○	○	◎
분 산 사 이 드 배 치 병 용	분산배치와 어긋나게 사이드 배치를 조합한다.			○	◎	◎

비고) ◎는 적당하다. ○는 사용해도 좋다.

### ◇ 著 者 紹 介 ◇



片山 就司

1958年 4月生. 1981年 京都大學 工學部 建築學科 卒業. 1983年 同大學院 修士課程 卒業. 1983年 4月 松下電工株式會社 入社, 照明事業部에서 照明設計. 現在 中央엔지니어링 綜合部 屋內照明 擔當課長. 日本照明學會, 日本建築學會 會員.