

# 공간의 특성을 고려한 조도 측정방법에 관한 연구

(The Measurement Method of the Illuminance Considering Space Characteristics)

주근탁\* · 최안섭\*\*

(\*세종대학교 건축공학과 석사과정 · \*\*세종대학교 건축공학과 교수)

(Keun-Tak Joo · An-Seop Choi)

## Abstract

A lighting method of our country is ordinary center concentration form. Therefore, it is usually used the Five Point Method, Multiplicity Method of KS, and Four Point Method of IES to measure a space illuminance. We can use the Five Point Method of KS when we measure a uniformity ratio or activities that happen in space is more sensitive than whole illumination. In addition, we can use the Multiplicity Method of KS and Four Point Method of IES when we measure whole illuminance like mean illuminance. Such method of measurements should be used exactly according to the kinds of space and activities.

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경

경제성장과 더불어 우리사회는 이전과 다르게 다양하고 차별적인 생활양식으로 변화하고 있다. 이와 함께 우리가 많은 시간을 보내고 있는 주거공간의 경우에도 보다 다양한 생활양식과 삶의 질적 향상을 추구하는 경향으로 변화하고 있는 추세이다. 이는 주거공간의 안락함이나 편안함, 쾌적함 등의 삶의 질적 향상을 추구하고 가족 구성원간의 단란한 가족문화를 지향하는 이른바 ‘웰빙(Well-Being)’을 실현하는 다양한 개념의 주택 문화들이 등장하고 있다.

이와 같이 우리가 많은 시간을 보내고 있는 주거공간의 환경적 측면인 공기나 열 또는 음적인 부분의 개선 뿐만 아니라 우리의 눈으로 직접 보고 느낄 수 있는 시 환경에 관련된 빛 환경에 대해서도 세밀한 검토가 이루어져야 한다. 일반적으로 주거공간에서 빛은 가족 구성원들이 활동을 하는데 있어서 없어서는 안 될 중요한 환경요소이다. 특히 어둠을 밝히는 일차원적인 목적으로 빛을 이용한 과거에 비해 현대에는 시각적인 정보 전달의 매개체와 건축공간의 미적요소로서 빛을 사용하고 있다. 이는 사물을 인지할 뿐만 아니라 심리적, 생리적 변화를 주는 시각적 요소 이상의 역할을 한다. 그러나 현대 주택에서의 빛 환경은 기본적인 공간의 명시성 위주의 행위에 맞춰 계획되어 있어 조명환경에 대한 가족 구성원의 심리적, 생리적인 욕구를 전적으로 반영하지 못하고 있는 실정이다 이는 조명환경 평가에 있어 활동성, 안정감, 고급감 등을 고려한 작업행위, 휴식행위, 오

락행위에 대한 적극적인 계획이 어렵다[1]. 이와 같이 주택의 빛 환경에 있어서 다양한 생활행위를 할 수 있도록 적절한 기준조도 설정이 필요하며, 이러한 기준조도에 맞게 조명환경이 구획되고 있는지에 대한 근거로서 조도 측정이 필요하다. 이 때 주거공간에 보다 적합한 측정방법으로 각 공간의 특성에 맞게 정확한 조도를 측정해야 한다[2].

대부분의 공동주택은 1실당 1개의 조명기구를 중심으로 대칭적으로 구획되어 있기 때문에 보통 평균조도 측정 방법으로 KS 조도 측정방법(KS C7612)에 따른 5점법과 다수 단위 구역이 연속할 때 평균조도의 산출법, IES 조도 측정방법에 따른 4점법으로 측정할 수 있다[3][4]. 그러나 각 측정방법이 공간의 조도분포 평균값을 산출한다는 개념에서는 유사하지만 각각 다른 포인트의 측정과 평균 산출식에 의해 그 결과가 차이가 있다. 이는 주거공간의 조명환경을 계획하거나 기존의 환경을 개선할 때 공간의 특성에 맞게 적절한 기준조도를 설정했음에도 불구하고 측정치의 차이에 의해 정확한 조명환경구획이 어렵게 된다. 즉, 주거공간의 적절한 조명환경을 구획하기 위해서 공간의 다양한 특성과 작업 활동을 고려하여 도출된 조도설정을 정확하게 구현할 수 있는 조도 측정방법이 선별되어야 한다. 본 연구에서는 우리나라의 대표적인 공동주택의 조명방식을 정리하고 그에 적합한 조도 측정방법을 실제 측정값을 토대로 분석하였다.

### 1.2 연구의 목적

본 연구는 주거공간의 적절한 기준조도 설정에 따라

정확한 조명환경을 조성할 수 있도록 조도값을 검토하는데 있어 KS 평균조도 산출법에 의한 5점법과 다수 단위 구역이 연속할 때 평균조도 산출법, IES 평균조도 산출법에 의한 4점법 중 어떠한 방법이 공간의 특성에 적합한지 고찰하고자 한다. 이는 기준조도에 따라 조명환경을 구획하고 어느 정도의 조도 수치를 갖는지 검토해 보는 과정에서 측정값이 초기 계획한 조도값을 얼마나 정확히 측정하는 지에 대한 타당성을 보여준다. 본 연구는 측정된 조도값을 상용화 되고 있는 조명 시뮬레이션 프로그램의 계산값과 비교분석함으로써 공간에 적합한 측정방법을 검토하고 이를 통해 우리나라 주거 조명환경에 적합한 조도 측정방법에 대한 근거자료를 제시하고자 한다.

## 2. 연구방법 및 절차

적절한 조도기준을 평가하기 위해서는 정확한 조도 측정법을 통한 분석이 이루어져야 한다. 또한 각각의 측정방법에 따라 측정된 결과값들이 어느정도 정확한 값인지에 대한 타당성을 입증하기 위해서는 조명시뮬레이션이나 기타 계산법을 이용하여 그 오차를 비교분석함으로써 알 수 있다. 이 때 공간의 특성에 따른 조도를 정확히 측정하기 위해서는 조명기구의 개수나 배열 등과 같은 다양한 공간의 특성들을 고려하여 적절한 조도 측정방법으로 측정해야 한다.

국내 공동주택의 조명방식에 대해 적절한 조도 측정방법을 분석하기 위해서 먼저 유명 브랜드 위주의 아파트를 조명기구 중심으로 분류하였고, 측정공간으로는 현재 조명계획이 되어 있는 분양 이전의 공동주택 및 주택 전시관을 선정하였다. 측정은 32평, 60평의 두 평형별로 KS 5점법 및 단위 구역이 연속할 때 평균조도 산출법(이하 다점법으로 표기), IES 4점법으로 각각 측정하였다. 이렇게 측정된 조도값에 대해서 같은 조건하에 상용화된 조명시뮬레이션(Lumen micro 7.1) 계산값과의 오차를 비교 분석함으로써 일정한 조명방식 하에 적절한 조도 측정방법을 도출하였다. 측정은 모두 일몰 후에 진행하였고, 조도계는 M사 T-10을 사용하였다. 그 외 분광측색계를 사용하여 공간의 각 반사율을 측정하였다.

### 2.1 KS 평균 조도 산출법-5점법(KS C 7612)

조도 측정은 공간의 조도가 정해진 규격이나 기준 또는 설계조건에 적합한가에 대한 기초 데이터를 얻기 위해 필요하다. 또한 조도의 경시변화를 구하여 조명의 보수, 개선에 필요한 데이터를 얻거나 각 시설에 있어

서의 조도를 비교하기 위해서 필요하다.

KS 조도의 측정기준은 주로 시(視)작업면에 대하여 수평면 조도를 나타내지만 작업내용에 따라 수직면 또는 경사면의 조도를 표시하는 것도 있다. 측정면의 높이에 대해서는 특별한 지정이 없는 경우에 바닥면 위 80±5cm를, 거실과 같이 앉아서 작업을 하는 경우에 바닥 위 40±5cm를, 복도나 옥외인 경우인 경우는 바닥 위 15cm 이하로 한다. 본 연구에서는 그림 1과 같이 실의 네모서리에서 벽으로부터 50cm 떨어진 지점의 4점과 실의 중앙 1점을 포함하여 총 5점의 위치에서 바닥 위 45cm지점에서 측정하였다. 그림 1은 5점법에 의한 조도 측정의 위치를 나타내며 수식 (1)은 5점법에 의한 평균 조도를 산출하는 식이다[3].

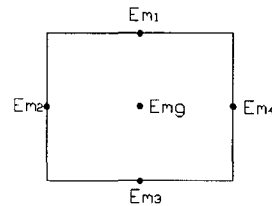


그림 1. KS 5점법에 의한 조도 측정위치  
Fig. 1. Location of illuminance measurement by Five Point Method of KS

$$E = \frac{1}{6} (\sum E_{mi} + 2E_{mg}) \quad (1)$$

### 2.2 KS 평균 조도 산출법-다점법

그림 2는 KS 5점법과 아울러 단위 구역이 다수 연속할 때 평균 조도를 산출하는 방법이다. 이는 조명기구의 위치가 공간의 중앙에 위치하지 않을 때 일정한 간격의 포인트들의 산술적인 평균값으로 평균조도를 산출한다. 그림 2는 다점법에 의한 조도 측정의 위치를 나타내며 수식 (2)는 다점법에 의한 평균조도를 산출하는 식이다[3].

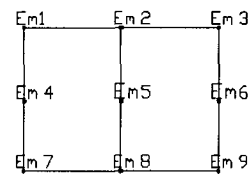


그림 2. KS 다점법에 의한 조도 측정위치  
Fig. 2. Location of illuminance measurement by Multiplicity Method of KS

$$E = \frac{1}{i} \sum E_{mi} \quad (2)$$

### 2.3 IES평균 조도 산출법-4점법

그림 3은 북미조명공학회인 IES에서 제시된 측정방법으로 조명기구를 중심으로 4구역의 중심점인 P1, P2, P3, P4의 조도를 측정하고, 수식 (3)과 같이 총 4값의 평균인 E가 평균조도로 산출된다. 그림 3은 IES의 4점법에 의한 조도 측정의 위치를 나타내고 수식 (3)은 평균조도를 산출하는 식이다[4].

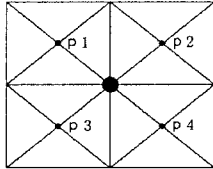


그림 3. IES의 4점법에 의한 조도 측정위치  
Fig. 3. Location of illuminance measurement by Four Point Method of IES

$$E = \frac{(P1 + P2 + P3 + P4)}{4} \quad (3)$$

### 3. 공동주택의 조명방식 및 측정 분석

#### 3.1 공동주택의 조명방식 분석

공동주택은 보통 가족단위행위 등의 다목적 활동이 이루어지는 거실 및 주방, 프라이버시가 중요하게 요구되는 침실, 기타 서비스 공간으로 분류할 수 있다. 거실은

주거공간에서 가족을 표현하는 대표적인 공간이며 여러 활동이 이루어질 수 있는 다목적 공간이다[5]. 그러나 측정 대상으로 선정한 S주택전시관과 방배 S아파트 뿐만 아니라 표 1에서 보는 유명 브랜드의 아파트들의 거실은 보통 중앙에 집중적으로 위치한 조명과 보조적인 국부조명이 일반적이었다[6]. 중앙에 위치한 조명기구는 다른 공간에 비해 넓은 거실을 균일하게 밝혀주지 못하기 때문에 균제도가 떨어져 공간 내에 급격한 조도차이를 형성한다. 또한 설정된 기준조도와 부합하는지 알기 위해 평균조도를 측정할 때 이 배치의 조명기구 직하부와 모서리부의 조도차이가 커서 정확한 값을 산출하는데 고려되어야 할 중요한 요인이 된다.

침실은 프라이버시 보장이 강하게 요구되는 사적인 공간으로 휴식과 안정, 스트레스를 해소를 위한 안락한 공간이어야 한다. 거실과 비슷하게 침실 역시 측정 대상지와 유명 브랜드 아파트에서 중앙 집중식 조명기구 배치로 인하여 균제도가 떨어지며 이 또한 정확한 조도 및 데이터 산출시 중요하게 고려되어야 한다. 그림 4는 측정 대상지인 일원 S주택전시관(좌)과 방배 S아파트(우)의 조명방식을 나타내며, 표 1은 국내 유명 브랜드 아파트의 조명방식을 나타낸다.

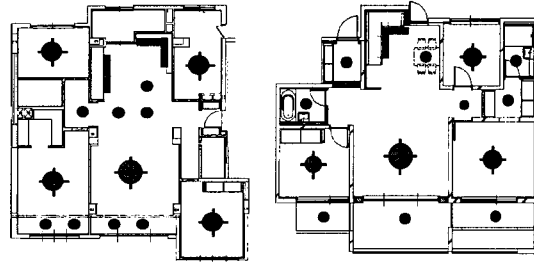


그림 4. 측정 대상지의 조명평면  
Fig. 4. A lighting layout of measurement object

표 1. 국내 유명 브랜드 아파트의 조명방식  
Table 1. A lighting method of famous brand apartments within the country

구분	방배 R아파트	여의도 X아파트	도곡 H아파트	방배 D아파트	역삼 W아파트
이미지 (거실/침실)					
천장 조명평면	-거실: 중앙직접 -침실: 중앙집중	-거실: 중앙직접+벽면 간접 -침실: 중앙집중	-거실: 중앙직접+벽면 간접 -침실: 중앙집중	-거실: 중앙직접+간접 -침실: 중앙직접	-거실: 중앙직접 -침실: 중앙직접

주방은 작업의 형태가 뚜렷하여 중앙위주의 조명계획보다 작업대나 식탁 등과 같은 곳에 조명기구를 설치하여 전반조도의 필요조도를 충족시켜주고 있었다. 이는 필요조도 뿐만 아니라 균질한 빛을 공급할 수 있어 공간 시환경의 질을 높여주는 역할을 한다.

결론적으로 우리나라 공동주택의 조명방식은 보통 거실과 침실이 중앙 집중식 조명기구 형태로 실내의 전반조도를 확보하고 있으며 이는 협소한 공간에 적용하기에는 적합하지만 거실이나 침실과 같이 넓은 공간에 적용하기에 균제도의 문제나 조도 측정시 평균조도의 산출에 있어 직하부의 조도값을 어느 정도 고려해야 할지에 대한 기준설정이 필요하며 이에 따라 측정방법이 달라져야 한다.

### 3.2 공동주택의 조도 측정 분석

공동주택의 조명방식이 보통 중앙 집중식임을 분석한 후 측정 대상지인 일원 S주택 전시관(32평)과 방배 S아파트(60평)를 대상으로 거실, 침실(안방, 작은 방)의 평균조도를 KS 5점법과 다점법, IES 4점법으로 측정하였다. 또한 측정된 조도값들과 평균조도의 타당성을 비교할 수 있는 조명 시뮬레이션 값과의 차이를 분석함으로써 중앙 집중식의 조명방식에서 더욱 정확한 조도 측정법을 산출하였다. 조명 시뮬레이션 프로그램으로는 Lumen-Micro 7.1이 사용되었고 시뮬레이션 포인트로는 X축, Y축 각각 20개로 설정하였다. 표 2는 각 공간에 사용된 조명기구에 관한 자료로써 두 측정 대상지에 동일하게 적용되었으며, 실제 배광 데이터와 측정을 통해 조명기구 효율을 산정하였다. 표 3과 4는 각 측정 대상지에 대한 조도 측정값과 조명 시뮬레이션 값을 분석한 것으로 측정위치는 바닥 위 45cm를 기준으로 한다.

표 2. 측정공간의 조명기구 사양  
Table 2. Luminaires of measurement space




구분	거실	침실1	침실2-4
이미지			
광원	FPL55Wx5	FPL36Wx3	FPL55Wx2
광속	22750lm	5031lm	3244lm
효율	55%	57%	55%

표 3. 조도 측정값과 시뮬레이션의 비교 분석 1  
Table 3. 1st of comparison a measurement with simulation

구분	측정법	측정 평균조도(lx)	시뮬레이션 평균조도(lx)	오차율 (%)
거실	5점법	866	671	129
	다점법	565		84
	4점법	511		76
침실1	5점법	500	309	161
	4점법	344		111
침실2	5점법	447	379	122
	다점법	366		96
	4점법	349		92

표 4. 조도 측정값과 시뮬레이션의 비교 분석 2  
Table 4. 2nd of comparison a measurement with simulation

구분	측정법	측정 평균조도(lx)	시뮬레이션 평균조도(lx)	오차율 (%)
거실	5점법	735	467	157
	다점법	552		118
	4점법	454		97
침실1	5점법	537	305	153
	다점법	315		90
침실2	4점법	280	250	80
	5점법	343		137
	다점법	278		99
침실3	4점법	182	173	72
	5점법	312		180
	다점법	212		122
침실4	4점법	150	287	87
	5점법	352		122
	다점법	329		114
	4점법	284		98

중앙 집중형 조명배치를 갖는 공간의 조도 측정은 조명기구 직하부 조도를 어떻게 다루느냐에 따라 결과가 달라진다. KS 5점법은 그 산출법(수식 1)에서 보듯이 기구 직하부의 조도를 직접적으로 반영하여 다른 측정법들과 달리 높은 조도수치를 나타내었다. 이것은 조명 시뮬레이션이 측정면에 대해 여러 개의 포인트를 측정하여 공간 전체의 평균적인 조도를 산출하는 것과는 다른 의미를 가진다. 그림 5는 각 조도 측정방법에 따라 측정된 결과값들과 조명 시뮬레이션 값의 오차를 나타내며, 다점법이 5점법이나 4점법에 비해 평균조도의 개념에 더욱 접근한 방법임을 알 수 있다.

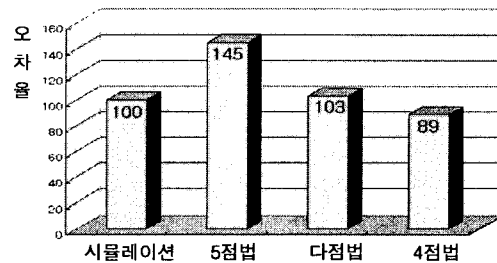


그림 5. 조도 측정방법과 시뮬레이션의 오차율비교  
Fig. 5. Comparison a measurement with simulation

## 4. 공간의 특성을 고려한 조도 측정방법

### 4.1 조도 측정방법의 특성 분석

우리나라 공동주택의 조명방식은 보통 중앙 집중형 배치를 취하고 있으며 좁은 공간에서는 하나의 조명기구로 전반조도의 필요량을 충족하고 있다. 이는 조명 설계 및 시공에 있어 간편하다는 장점이 있는 반면 균제도가 떨어져 가족 구성원들의 시환경에 제약을 주며

나 적정 필요조도를 충족하기 위해 광속이 높은 광원을 사용함으로 눈부심을 유발할 수도 있다. 이러한 조명 평면을 조도기준에 맞춰 계획할 때 무엇보다 필요조도가 얼마만큼 충족되는지 검토하는 것이 중요하다. 이때 앞에서 언급한 KS 5점법과 다점법, IES 4점법 등으로 평균조도를 측정할 수 있으며, 각 측정값들이 측정 방법에 따라 다소 차이가 있으므로 측정법의 특성 및 공간에서 발생하는 작업의 종류와 설계의 주안점을 고려하여 측정방법을 결정해야 한다. 표 5는 각 측정법의 특징을 나타낸다.

표 5. 각 평균조도 측정방법의 특징  
Table 5. Characteristics of each measurements

구분	특징
5점법	<ul style="list-style-type: none"> <li>공간과 조명기구의 특성을 고려</li> <li>최대 및 최소조도를 측정함으로 균제도 측정이 용이</li> <li>균일하게 분산된 조명기구 배치의 평균조도 측정이 용이</li> </ul>
다점법	<ul style="list-style-type: none"> <li>모든 포인트를 측정하여 세밀한 조도분석이 가능</li> <li>시뮬레이션 프로그램의 평균조도 결과값에 가장 근접</li> <li>작업시간과 작업량이 증가</li> </ul>
4점법	<ul style="list-style-type: none"> <li>공간의 최대 및 최소 조도값을 절충</li> <li>다점법의 약산으로 간단하게 평균조도를 측정</li> <li>세대내 조명기구 중앙배치의 평균조도 측정이 용이</li> </ul>

#### 4.2 공간 및 활동에 따른 조도 측정법 제안

우리나라 공동주택의 공간들은 보통 명시성 위주의 중앙 집중식 조명방식으로 계획되어 진다. 그래서 균일하게 분산된 조명방식에 비해 조도 측정방법의 선정에 있어서 공간 및 활동종류를 고려해야 한다. 이는 적정 조도기준 설정에 따른 조명방식 설계의 검토시 정확한 조도 측정방법의 제시안으로 활용할 수 있다. 표 6은 공간 및 활동종류에 따른 조도 측정법 제안을 나타낸다.

표 6. 공간 및 활동종류에 따른 조도 측정법 제안  
Table 6. A suggestion of illuminance measurement method of considering spaces and activities

구분	조도기준 (KS 또는 IES)		측정 방법	설명
거실	전반	150-200-300	다점법	단란행위가 발생하는 곳이므로 균제도 확보가 중요
	작업	200-300-500		
안방	전반	60-100-150	다점법	공간의 활동보다 평균의 개념이 중요
	작업	200-300-500		
침실	전반	60-100-150	다점법	공간의 활동보다 평균의 개념이 중요
	작업	500-750-1000		
주방	전반	60-100-150	5점법	활동에 필요한 균제도가 중요
	작업	300-400-600		
욕실	전반	60-100-150	5점법	활동에 필요한 균제도가 중요
	작업	150-200-300		
현관	전반	60-100-150	4점법	좁은 장소로 평균의 개념이 중요
	작업	200-300-500		
드레스실	전반	60-100-150	4점법	좁은 장소로 평균의 개념이 중요
파우더실	전반	60-100-150	5점법	활동에 필요한 균제도가 중요
	작업	300-400-600		

## 5. 결론

지금까지 공동주택의 조명방식 배치에 적합한 조도 측정방법을 제시하고자 주택 전시관과 아파트의 빛환경을 점검·분석하였다. 사례분석 결과 현재까지는 공간의 특성과 용도에 맞는 조명방식보다 중앙 집중배치의 일괄적인 형태를 취하고 있었다. 또한 KS 5점법과 다점법, IES 4점법의 조도 측정방법을 통하여 공동주택의 대표적인 공간을 측정하고 그 결과를 시뮬레이션과 비교함으로써 각 측정법의 특성과 적용방안에 대해 공간 및 활동종류별로 분류하여 제시하였다.

KS 5점법과 같은 경우 중앙 직하부 조도를 고려하여 균제도를 평가하기에 좋은 방법이며, 발생하는 활동에 민감하게 반응한다는 특징이 있다. KS 다점법은 평균의 의미에 가장 부합하는 방법으로 세밀한 조도 분석시 유리하다는 특징이 있다. IES 4점법은 공간의 4지점을 측정함으로 간단히 공간전체의 평균값을 나타내기에 편리하다는 특징이 있다. 이와 같이 공간 및 활동종류에 따른 조도 측정법은 공동주택의 조명방식을 계획하고 계획대비 평균조도를 점검할 때 정확한 근거자료로 활용될 수 있다.

#### 참고 문헌

- [1] 이선영, 주거·사무공간의 조명환경 평가구조에 관한 연구, 한국조명·전기설비학회논문지 제 17권 제 2호, 2003. 3
- [2] 이정은 외 1명, 공동주택의 실내공간별 빛환경 측정 및 조명평면 분석, 한국조명·전기설비논문지, 2004. 5
- [3] 한국공업표준협회, 한국공업규격집 KS A3011, KS 조도기준, 1991
- [4] IES Lighting Handbook, Ninth Edition, Illuminating Engineering Society of North America, 1987
- [5] 안옥희, 거실조명환경에 대한 시계열적 분석, 한국조명·전기설비학회 논문집, 1995
- [6] A&C 산업도서출판공사, INTERIOR ARCHITECTURE II APARTMENT, 2002. 9