

상업용 건물의 자연채광용 반사재료에 대한 광학적 특성에 관한 연구

김 회 서 · 서 정 호*

단국대학교
단국대학교 대학원*

A Study on Characteristics Reflection of Optical Properties for Daylighting Materials in Office Building

Kim, Hway Suh · Seo, Juong Ho*

Dankook University
Graduate School, Dankook University*

요 약

본 연구는 상업용 건물에 사용되는 건축재료로서 시중에 시판되고 주로 사용되고 있는 건축재료의 반사지향특성을 파악하기 위한 일환으로 상호반사계산에 따른 조직적인 수치 계산 데이터를 만들었다. 측정은 반사율을 측정하는 실험장치를 이용해서 편광에 의한 표패반사와 층내반사를 분리함으로써 상업용 건축재료의 반사 지향성에 의한 반사지향특성을 고려한 반사율 데이터를 구하였다. 아울러 이 연구는 측정 뿐만 아니라 조명설계시 자연채광에 대한 기초적인 자료를 만들고자 분석하였다.

ABSTRACT

The purpose of this paper is found consistent mathematical data of Inter—reflection of calculation as a mean to grasp characterises reflex of building materials that primarily uses in Building, and that comes in to the market. The measurement of directional characteristics of non—metallic Building Materails is based on seperation measurement of Boundary Reflected and Layer Reflected component using a Reflectmeter with Polarized. And this study analyzed with not only experiment but simulation to furnish basic data for illumination design to daylighting.

1. 서 론

1.1 연구의 목적

70년대초 에너지 파동은 자연채광 이용에 의한 실내 인공조명용 전력을 절약하고자 하는 차원에서 여러가지 연구가 진행되어 왔다. 그 중 하나가 천공광에 의한 밝기를 晝光率로 표시함으로써 직사광의 변동을 제외한 지금까지의 방법은 자연채광 조명계산을 매우 간략화 시켜왔다고 할 수 있다. 그러나 천공광에 의한 밝기의 정도를 기준으로 실내의 조도 분포를 분석할 경우 창에 따른 실내 자연채광조명의 밝기 정도를 지표로 삼았을 경우에 대해서는 이용 가능성이 있겠으나, 오늘날과 같이 인공조명과 자연채광 조명을 함께 종합적시환경을 시각적인 차원에 기준을 두고 생각한다면 무엇보다도 천공광과 직사광에 대한 실태가 충분히 파악되어야 한다. 따라서 본 연구는 시중에 시판되고 주로 사용되고 있는 건축재료의 반사지향특성을 파악하기 위한 일원으로 상호반사 계산에 따른 조직적인 수치 계산 데이터를 만들고, 반사지향특성을 고려한 반사율 데이터를 구함으로써 조명설계시 자연채광에 대한 기초적인 자료를 삼으려고 하는데 목적이 있다.

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구는 현재 국내에서 널리 시판되고 있으며, 상업용 건물에 다양하게 사용되고 있는 건축재료(바닥재, 벽재, 천정재 등)에 대한 재료 자체의 반사지향 특성을 분석 파악 하고자 하며, 계산 이론과의 비교 검토를 통하여 실내에 있어서 자연채광 조명에 따른 실내 조도 분포의 특성을 간이적으로나마 쉽게 예측할 수 있는 기법을 제시하기 위한 접근 방법으로써, 본 연구의 범위 및 방법은 아래와 같다.

- ① 반사재료의 반사지향특성 파악
- ② 건축재료의 반사지향 실험
(편광 사용에 따른 반사지향 특성 파악 및 반사율 측정)
- ③ 측색색차계에 의한 반사율 측정
- ④ 수치해석에 의한 응용
(직접, 간접 조도비의 계산)

- ④ 간이 계산식 및 건축재료의 반사율 자료 확립

2. 건축재료의 반사지향 특성

조명 설계를 행하는데 있어서 일반적으로 건물 내부의 마감재료의 반사지향 특성을 완전 확산성으로 가정한다. 그러나 마감재료에 따라서는 이와 같은 가정은 꼭 정확하다고는 볼 수 없다.

이 결과 내장재를 완전 확산성이라 가정할 경우, 조명계산에 있어서 계산과정의 복잡성을 감소시켜 주었으며, 근사치까지는 수치계산 결과로 볼 때 대략적이거나 실내에서의 조도분포를 예측하고 분석할 수가 있었다. 그러나 건축재료 소재 자체에 있어서 반사지향특성을 엄밀히 분석해 볼 때 완전 확산성으로 부터는 차이가 있다. 특히 입사각이 클수록 완전 확산성으로 가정 했을때와 차이가 있으며 이와 같은 결과들을 분석해 볼 때 건축재료의 여러가지 반사특성을 명확히 분석하여 이것을 기초로한 실제 조명 설계의 계산에 도움이 될 수 있는 건축재료의 반사지향특성 모델을 구성하는 것이 필요하다고 생각된다.

2.1 반사지향성 특성

반사특성관수 ρ [1/Sr]은 점(또는 미소한 면)에 입사된 입사광(평행광)에 의한 조도와 반사광의 광도와와의 비로서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\rho = \rho(\theta_i, \Phi_i, \theta_o, \Phi_o) = \frac{\rho(\theta_i, \Phi_i; \theta_o, \Phi_o) \cos \theta_o}{E(\theta_i, \Phi_i)} [1/Sr] \dots \dots (1)$$

$$E(\theta_i, \Phi_i) = E_o \cos \theta_i = (L_s \pi / 0.97) \cos \theta_i \dots \dots \dots (2)$$

2.2 편광 사용에 의한 표피반사, 층내반사의 분리

표피반사, 층내반사란 비금속 재료의 표면에 편광을 입사시키면 여기서 생기는 표피반사광은 그대로 편광으로 반사하며 층내 반사광은 편광성이 전혀 나타나지 않는다는 다나카(田

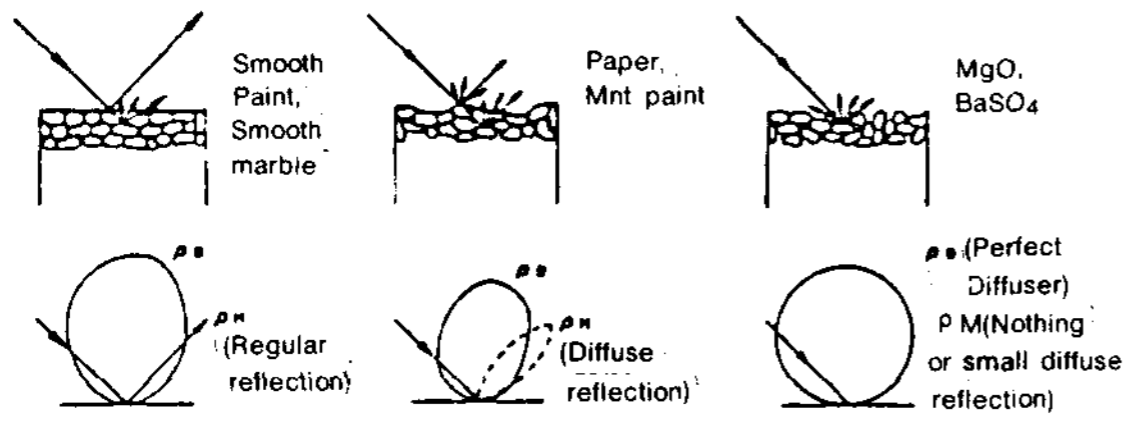


그림1 (a) 비금속 재료 : 표피반사성분 ρ_M 과 총내반사성분 ρ_M

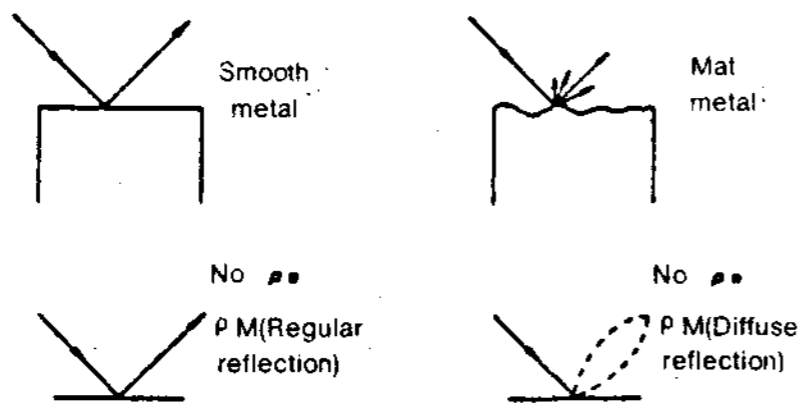


그림1 (b) 금속 재료 : 표피반사성분 ρ_M

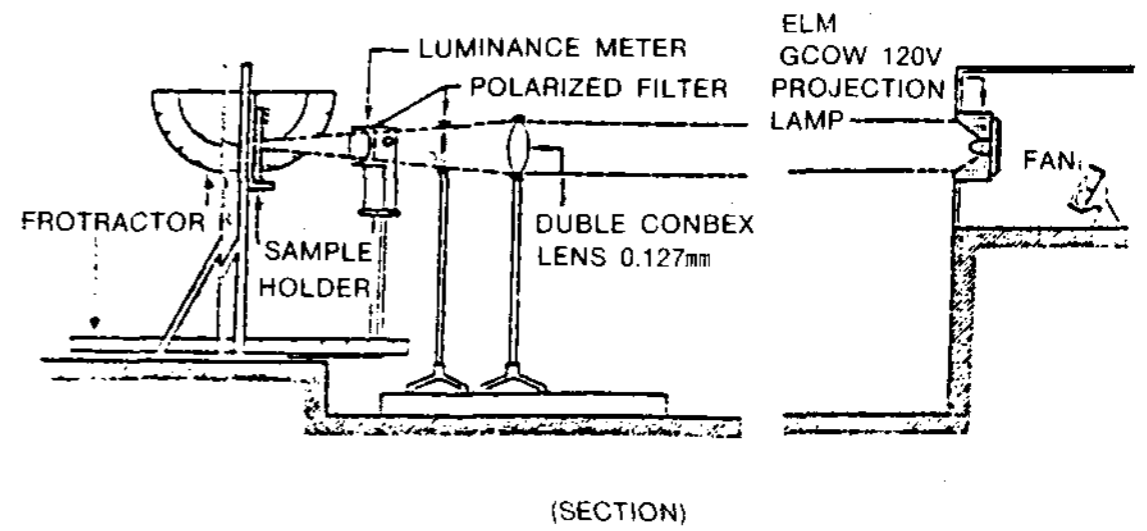
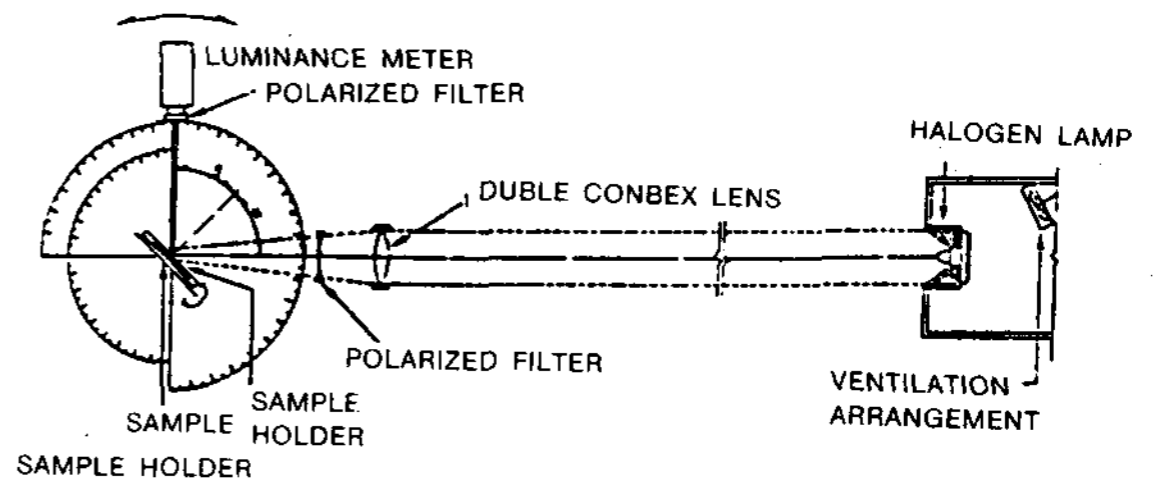


그림2 Construction and layout of the flectometer

中)의 실험적 이론에 기초를 두고 있다. (그림 1(a), 그림1(b) 참조)¹⁾

$$I_{pp} = M_p + D_p/2 \dots\dots\dots (3)$$

$$I_{ps} = D_p/2 \dots\dots\dots (4)$$

$$I_{ss} = M_s + D_s/2 \dots\dots\dots (5)$$

$$I_{sp} = D_s/2 \dots\dots\dots (6)$$

$$D = D_p + D_s = 2I_{ps} + 2I_{sp} \dots\dots\dots (7)$$

$$M = M_p + M_s = I_{pp} - I_{ps} + I_{ss} - I_{sp} \dots\dots\dots (8)$$

자연광에 대한 반사특성관수 ρ 를 D : M의 비로 분할하면, 반사특성관수의 표피성분 ρ_M , 총내반사성분 ρ_D 를 얻을 수 있다.²⁾

$$\rho_M = \rho \cdot M / (M + D) \dots\dots\dots (9)$$

$$\rho_D = \rho \cdot D / (M + D) \dots\dots\dots (10)$$

2.3 측정 장치

측정장치는 광원과 변각 측정장치를 고정시

켜 사용한다. (그림 2참조) 광원은 D65 표준광원 (JIS Z 8720)에 해당되는 ELH 300W 120V Projection Lamp를 사용하며, 램프에서 일정한 빛을 두께 24mm, 폭 127mm 양면 볼록렌즈에 의해 빛을 모으고 이 빛이 진행하는 중간에 편광 필터 (PL. MC-PL. CIRCULARPL. 46.0mm ϕ , 55.0mm ϕ) 두개의 편광필터를 교대로 설치하고 필터에 빛을 통과시켜 시료면에 비추어 실험한다.³⁾

2.4 측정재료의 종류

표준 백색판(표준 반사면)을 제작하기 위한 방법으로 마그네슘을 사용해서 산소가 충분히 공급되는 실, 즉 외부에 노출되어 있어 외기가 충분히 들일 수 있는 공간에서 마그네슘봉을 연소시켜서 이때 발생하는 산화 마그네슘을 본 실험의 기준 시료로 사용하였다. 본 연구에서

1) 蓮沼 : 光澤, コロナ. (1960.9) p. 54

2) 松浦邦男 : 建築照明, 共立出版, p. 113, (1971)

3) 金會瑞, 徐廷昊 : 建築材料의 反射特性을 고려한 自然採光 設計技法에 關한 研究, 大韓建築學會 春季學術發表大會論文集, pp. 267-272, (1991)

사용되는 반사재료는 일반적으로 국내에서 구입이 용이하고, 주거용 건축이나 상업용 건축 실내부 마감재료, 혹은 외장재료 또는 건물의 이미지 강조를 위해 주로 사용되어지는 재료들을 아래 [표1] 과 같이 목록을 작성하여 실험에 사용하였다.

표 1 측정에 사용된 건축재료

구분	내용	측정 재료	구분	내용	측정 재료			
바닥재료석재	바닥재료석재	1. 화강석(황동석) 「버너구이」 「물갈기」	바닥재료비닐	바닥재료비닐	1. 렉스트롱(71024), (63904) (73312), (78771), (79811),			
		2. 대리석(익산석) 「물갈기」			2. 무석면타일(NGB-225) 무석면타일(NGB-255) 무석면타일(NGX-181)			
		3. 인조석 물갈기						
		4. 루비석						
천정재료	천정재료	1. 단열 불연 석면 「MS-1412」 「MT=140」 「MT=310」	블라인더	블라인더	1. GS-1 2. GS-2 3. GS-3 4. GS-7			
		타일재료			타일재료	타일재료	타일재료	1. 고발포벽지(5007-3) 2. 중발포벽지(5105B) 3. 일반발포벽지(784) 4. 일반발포벽지(746)

2.5 반사특성관수로 부터 반사율을 구하는법

입사각 θ_i 의 반사율을 $R(\theta)$, 그 중에서 표피반사성분을 $R_M(\theta_i)$, 층내 반성성분을 $R_D(\theta_i)$ 로 하면, (그림 3)에서와 같은식이 성립되며,

$$R(\theta_i) = R_M(\theta_i) + R_D(\theta_i) \dots \dots \dots (11)$$

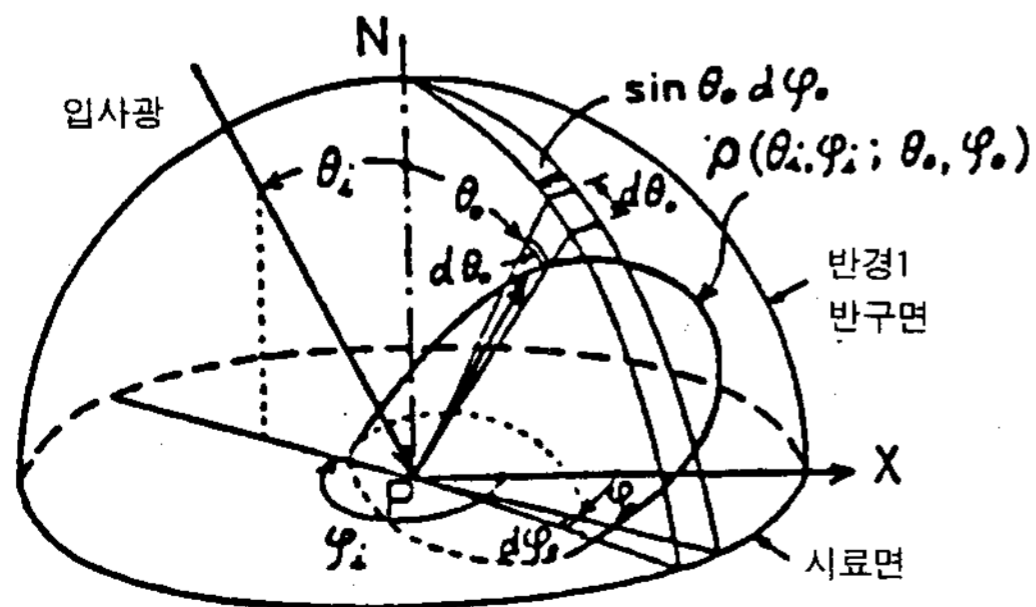


그림3 표피반사와 층내반사의 응용

위 식을 입사각의 반사특성관수에 있어서 표피반사를 $\rho_M(\theta_i; \theta_o, \phi_o)$, 층내반사를 $\rho_D(\theta_i; \theta_o, \phi_o)$ 로 한다면,

$$R_M(\theta_i) = \int_{w=2\pi} \rho_M(\theta_i; \theta_o, \phi_o) dw = \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta_o=0}^{\pi/2} (\theta_i, \theta_o, \phi_o) \sin \theta_o d \theta_o d \phi_o \dots \dots (12)$$

$$R_D(\theta_i) = \int_{w=2\pi} \rho_D(\theta_i; \theta_o, \phi_o) dW = \int_{\theta=0}^{\pi/2} \rho_D(\theta_i; \theta_o, \phi_o) \sin \theta_o d \theta_o d \phi_o \dots \dots (13)$$

$$R_M(\theta_i) = 2\pi \int_0^{\pi/2} \rho_M(\theta_i, \theta_o) \sin \theta_o d \theta_o \dots (14)$$

$$R_D(\theta_i) = 2\pi \int_0^{\pi/2} \rho_D(\theta_i, \theta_o) \sin \theta_o d \theta_o \dots (15)$$

2.5.1 반사율 측정결과

표 2 입사면의 45° 입사표피반사율과 층내반사율

사료명	입사전반사율	입사표피반사율	층내반사율	
렉스트롱 (71024)	0.276	0.201	0.075	
	(73311)	0.497	0.398	0.099
	(79811)	0.625	0.502	0.123
	(63904)	0.288	0.188	0.100
	(78771)	0.558	0.425	0.133
무석면타일	(75512)	0.503	0.455	0.048
	(76251)	0.241	0.160	0.081
	(NGB-255)	0.270	0.180	0.090
	(NGB-255)	0.182	0.102	0.080
인조석물갈기	(NGX-181)	0.423	0.360	0.063
		0.400	0.365	0.035
타일 (AT-24217)	0.913	0.832	0.081	
	(MT-24409)	0.624	0.580	0.046
	(SP-24009)	0.610	0.556	0.054
고발포벽지(5007-3)	0.519	0.482	0.037	
	중발포벽지(5105B)	0.559	0.474	0.085
	일반발포벽지 (784)	0.621	0.578	0.043
	(746)	0.459	0.390	0.069
천정판 (MT-310)	0.807	0.736	0.071	
	(MT-140)	0.684	0.668	0.016
	(MS-1412)	0.674	0.639	0.035
화강암 (버너구이)	0.388	0.370	0.018	
	(물갈기)	0.389	0.353	0.036
대리석 (물갈기)	0.768	0.597	0.171	
	루비석	0.204	0.163	0.041
블라인더 (GS-1)	0.565	0.423	0.142	
	(GS-2)	0.571	0.528	0.043
	(GS-3)	0.624	0.497	0.127
	(GS-7)	0.473	0.409	0.064

2.6 측색색차계에 의한 반사율 측정

실험재료는 동일재료 일지라도 각각의 색깔을 갖고 건축물에서 반사에 영향을 주므로 이러한 측색 색차를 얻기 위해 반사특성 관수에 대한 측정을 병용해야 하며 그러기 위해 측색 색차계에 의한 반사율을 유도하는데는 각 건축재료(석재, 유리, 천장마감재, 유리블럭, 벽지 등)에 대하여 측색색차계(NIPPON DENSHO-KU CP6R-1001DP)를 사용하여 확산입사반사율(Y) 및 색도 x, y를 측정한다. 측색색차계는 직경 20mm Φ 의 측정면을 갖고 있으며, 특히 건축재료 표면에 있어 측면면적 부분을 평균한 확산조명에 따라 각도 0°에서 얻어지는 반사율과 색도를 D65 표준광원에 가까운 광원에 의해서 측정하게 된다.

2.6.1 측정결과

표3 건축재료의 색차에 의한 반사율 측정 결과치

	재료명 및 특성	Y(x)	x	y
1	인조석 물갈기	22.3	0.483	0.479
2	무석면타일(초록)	33.2	0.468	0.446
3	무석면타일(회색)	42.9	0.395	0.402
4	럭스트롱(71024)	26.5	0.485	0.475
5	럭스트롱(73321)	47.0	0.398	0.382
6	럭스트롱(79812)	53.8	0.433	0.437
7	고발포벽지(5007-3)	54.4	0.312	0.317
8	일반발포벽지(784)	61.6	0.339	0.346
9	화강석(물갈기)	35.2	0.320	0.330
10	화강석(버너구이)	36.3	0.323	0.330

2.7 이론적 해석

1) 입사광선을 약 10%~12% 정도를 총내반사로 흡수하는 건축재료에서는 흰색계열로 나타났다.

(EX. 표준백색판, 텍스(MT-310, MT-140, MS-1412), 타일(AT-24217)).

2) 거의 모든 입사광선을 흡수하는 건축재료 표면은 검정색으로 나타났다.

3) 입사광선의 약 50%를 총내반사로 흡수하고 나머지를 표피반사로 나타나는 건축재료들은 회색계열을 보임을 알 수 있었다.(EX. 화강암(버너구이 및 물갈기) 등

3. 수치계산에 의한 모형실험

본 연구에서 측정된 각각의 건축재료들의 반사율을 기초로하여 컴퓨터 시뮬레이션을 하였다. 완전확산성이면서도 휘도가 일정하고 균등한 면광원으로부터 직접조도에 대한 계산의 수치해법으로 입체각투사율 공식을 계산에 우선으로하고, 작업면 절단공식에 의해 직접조도를 구하는 수치해석프로그램이다. 이 프로그램은 수치해석법을 Matrix하여 실내조도 분포를 예측하는 컴퓨터 시뮬레이션으로 본 연구에서는 재료의 반사율을 실내설계에 도입했을 때 나타나는 직접조도비와 간접조도비를 예측하는 실험이다.

3.1 수치해석에 의한 모형의 응용

수치해석에 사용된 프로그램 모형은 (그림 4) 실물의 1/10의 축소 크기로 실험 모형을 프로그램 모델화하여 컴퓨터 Simulation에 도입시켰다. 아울러 [표 4]와 같이 연구에서 측정된 각각의 건축재료들의 반사율을 기초로하여 컴퓨터분석을 실행하였다.

실험치의 비교분석 그래프의 Z축은 Measure point로서 측정점을 나타내었으며, 0, 5, 10-25는 25지점의 측정지점을 표시한 것이다. 또한 X축은 프로그램에 주어진 천공상태로부터의 직접조도와 간접조도를 표시한 것이다.

3.2 수치계산에 따른 실내조도분포의 예측

실내의 각면을 미소면적으로 분할하여 실의 표면을 E_i , 직접조도를 E_{d_i} , 반사율을 ρ_j , 면

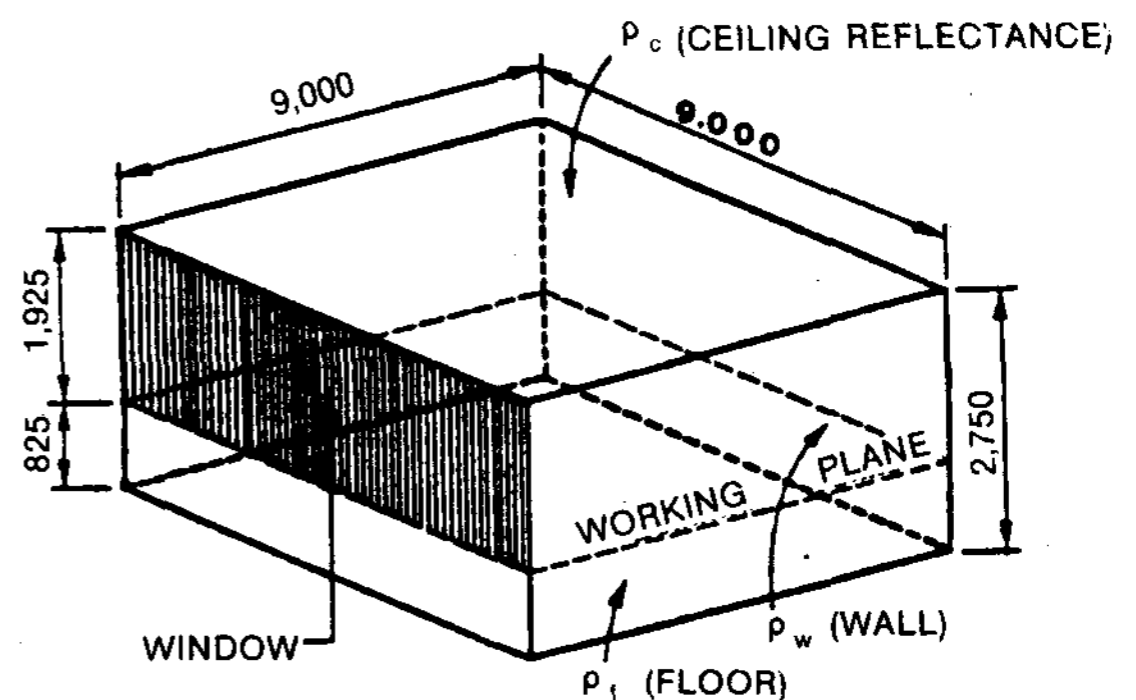


그림4 측창만을 설치한 채광실

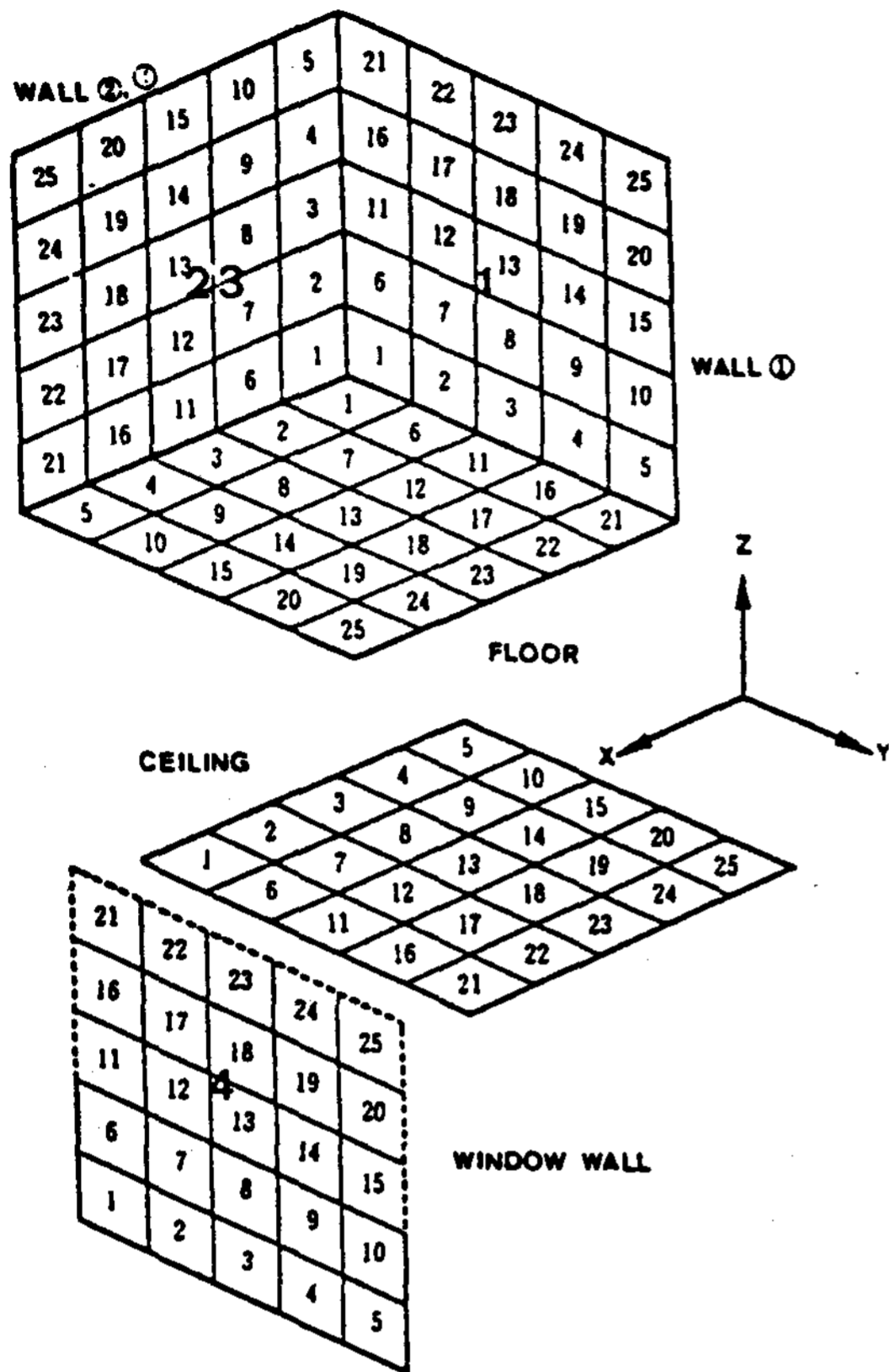


그림5 계산모델 전개도

i-j사이라 한다면,

$$E_i = E_{d_i} + \sum_{j=1}^N E_j \rho_j \cdot e_o(j, i) S_j \dots\dots\dots(16)$$

여기서 j는 실내 각 분할된 미소면(본 계산에서는 분할수를 5×5×6면하였음). 또는 그 중심을 나타내며 S_j는 분할 미소면적_j의 면적 e_o(j, i)는 j점에서 i점 쪽에 대한 고유조도계수이다.⁴⁾

본 연구에서는 이를 수치적분에 의한 실내조도계산 결과로서 수평 천공조도를 1로, 수평 직사일광조도를 0으로 하였을 경우와 수평 천공조도를 0으로, 수평 직사일광조도를 1로 한 조건에 따른 실내각면에 대한 조도비(직접조도비와 간접조도비)를 표시한 것이다.

3.3 실험결과와 비교분석

표4. 측정의 예

		바닥면	벽면1	벽면2	벽면3	벽면4	천정
1	재료명	인조석 (물갈기)	중발포벽지(5105B)			맑은유리 3mm	불연석면 (MT-310)
	반사율	0.4	0.56	0.56	0.56	0.1	0.8
2	재료명	화강석 (버너구이)	고발포벽지 (5007-3)			맑은유리 3mm	석고보드
	반사율	0.39	0.52	0.52	0.52	0.1	0.3
3	재료명	럭스트롱 (63904)	일반발포벽지(784)			맑은유리 3mm	일반 발포벽지
	반사율	0.3	0.62	0.62	0.62	0.1	0.46
4	재료명	타일 (MT-24409)	일반발포벽지(784)			맑은유리 3mm	일반 발포벽지 (746)
	반사율	0.62	0.62	0.62	0.62	0.1	0.46

3.4 실험의 비교분석

본 연구에서는 실험의 이해와 정확한 비교분석을 표현하기 위하여 위의 [표 4]의 측정예에 따라 1) 직접조도비를 비교분석하고 2) 간접조도비를 비교 분석하여 아래와 같이 (그림 6(a)~그림 6(h))으로 나타내었다.

그래프의 Z축은 Measure point로서 측정점을 나타내었으며, 0, 5, 10-25는 25지점의 측정지점을 표시한 것이다. 또한 X축은 직접, 간접조도를 알기위해 측정면을 나타낸 것이고, Y축은 프로그램에 주어진 천공상태로 부터의 직접조도와 간접조도를 표시한 것이다.

수치해석에 의한 실험의 결과를 비교 분석하여 검토해 보면 실의 우각부에서 조도분포는 창에 면하고 있는 우각부와 대칭인 지점의 우각부와와의 간접 조도비와 직접 조도비가 실험 1, 실험 2, 실험 3, 실험 4에서 동일하게 나타났다. 그러나 각면의 정중앙부에서는 직접 조

4) 松浦邦男, 金會瑞: 直射日光を受けるベネチアンブラインドによる室内直接照度に與える羽根板正反射成分の影響, 日本建築學會計劃系論文報告集, [計劃系], 1984. 10

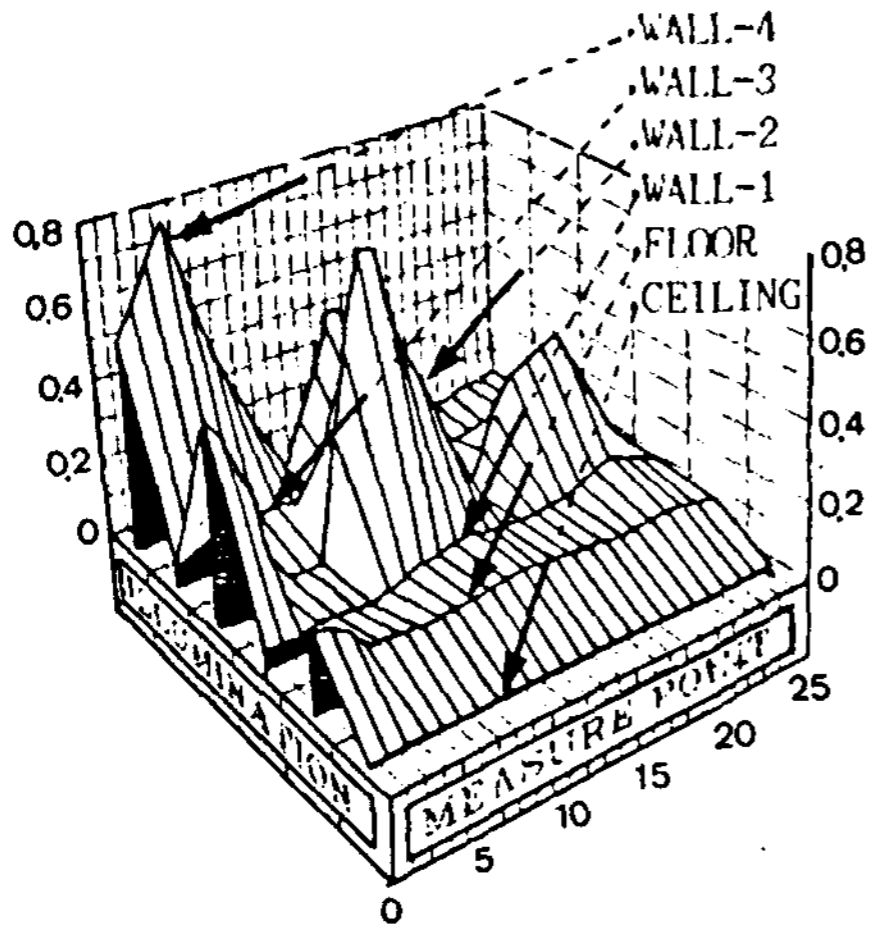


그림6 (a)실험1 간접 조도

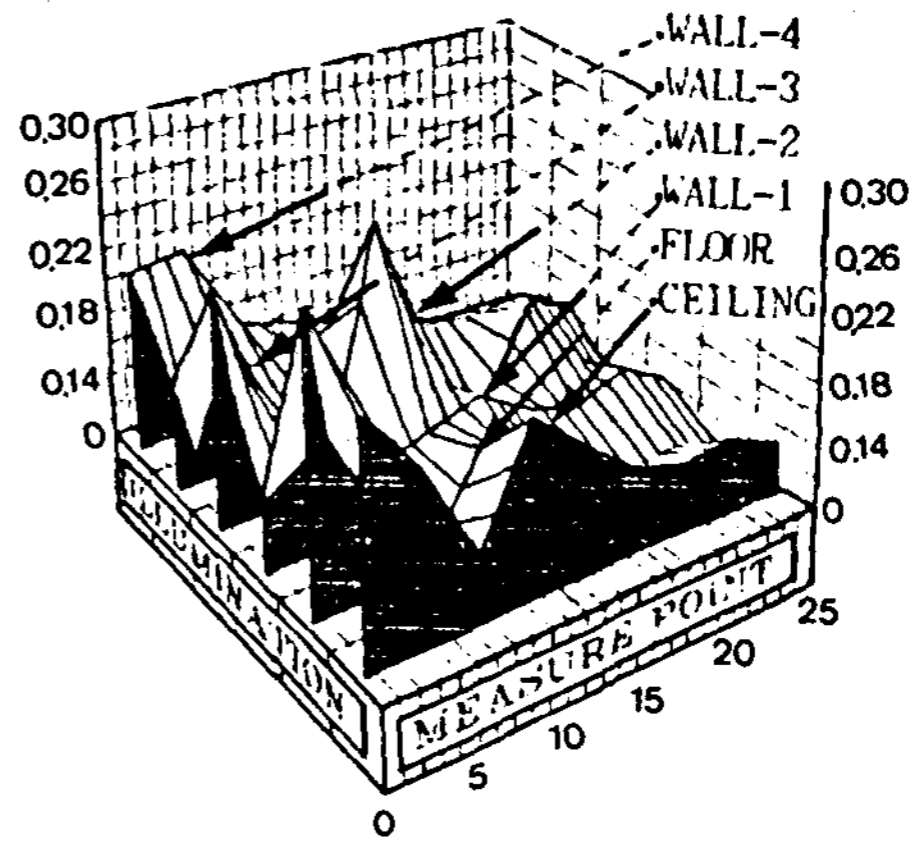


그림6 (b)실험1 직접 조도

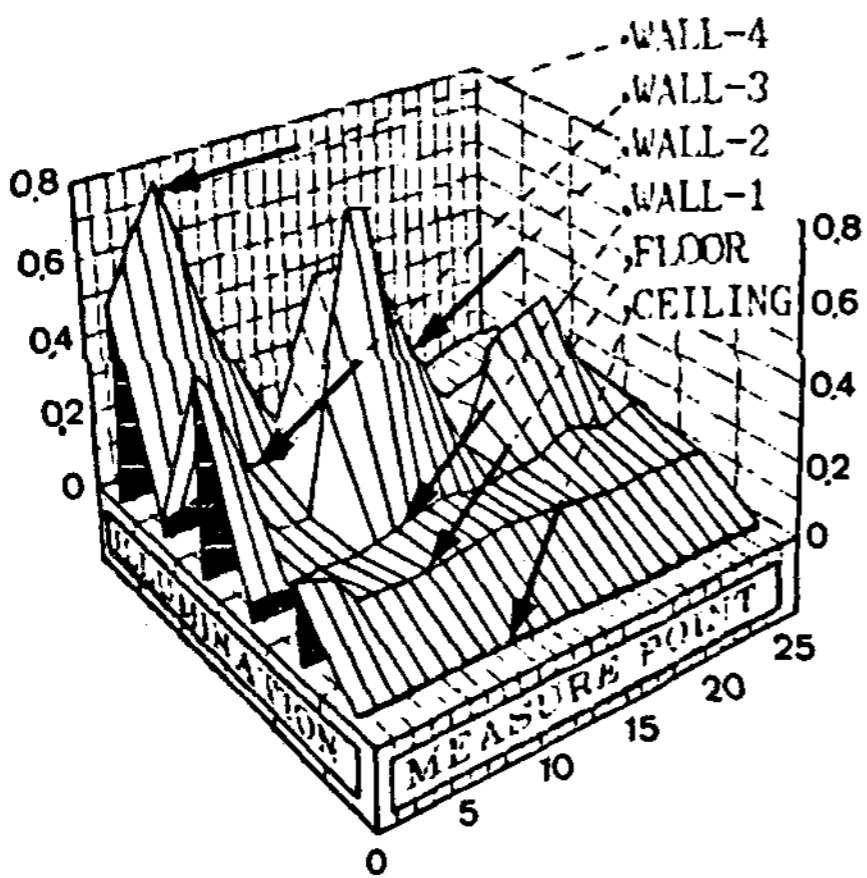


그림6 (c)실험2 간접 조도

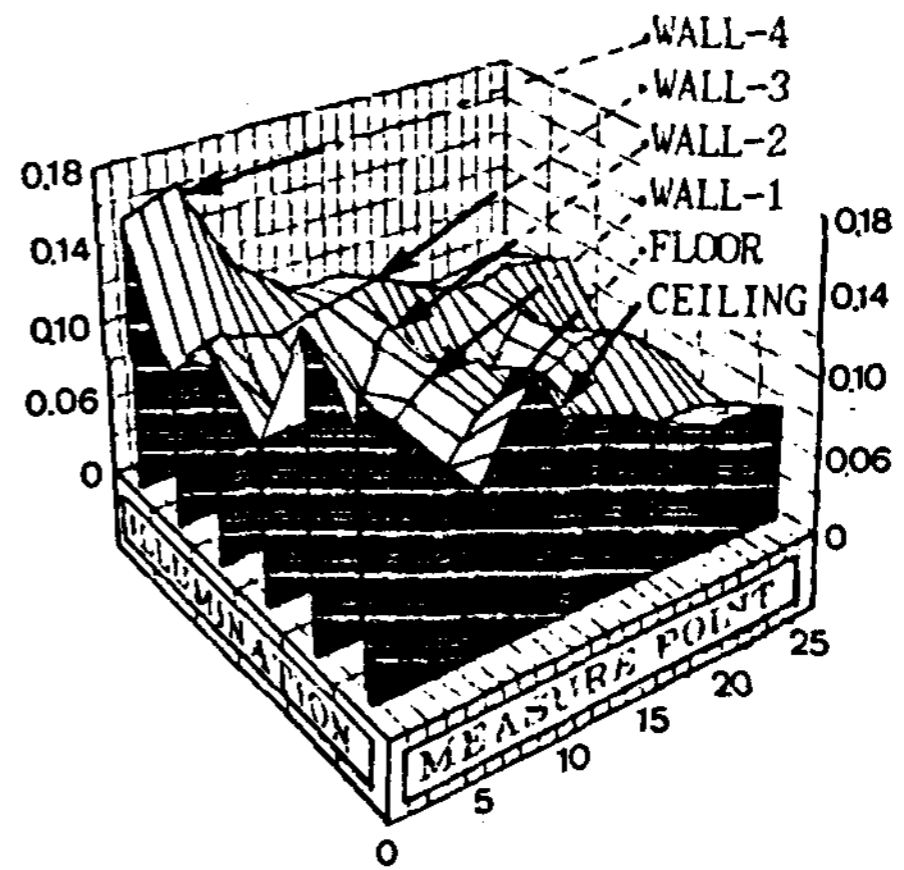


그림6 (d)실험2 직접 조도

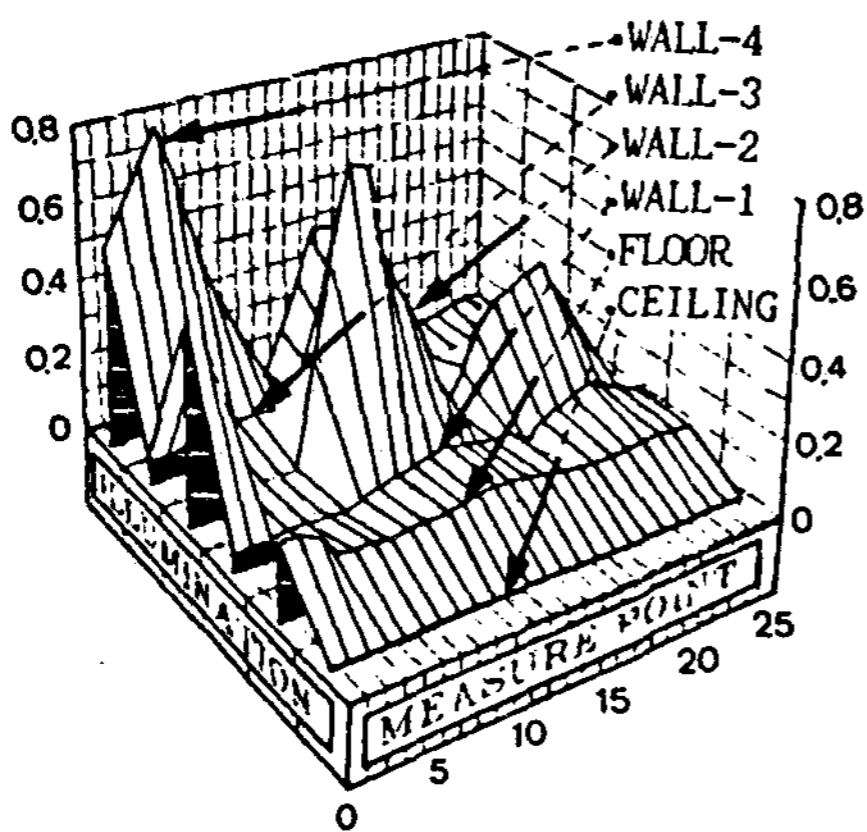


그림6 (e)실험3 간접 조도

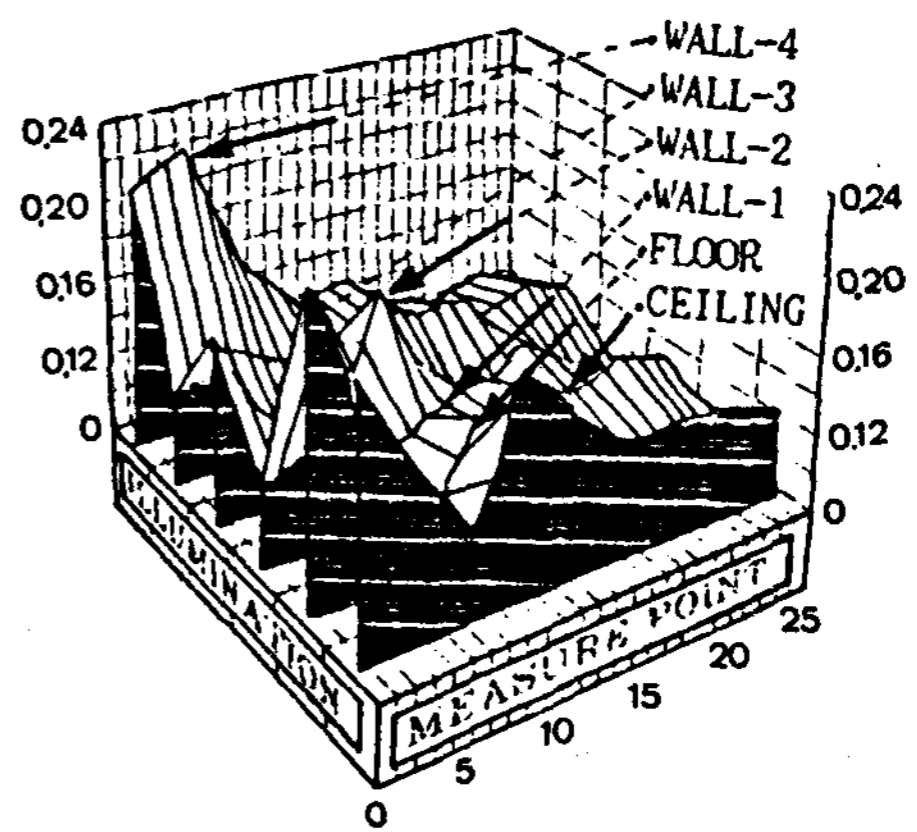


그림6 (f)실험3 직접 조도

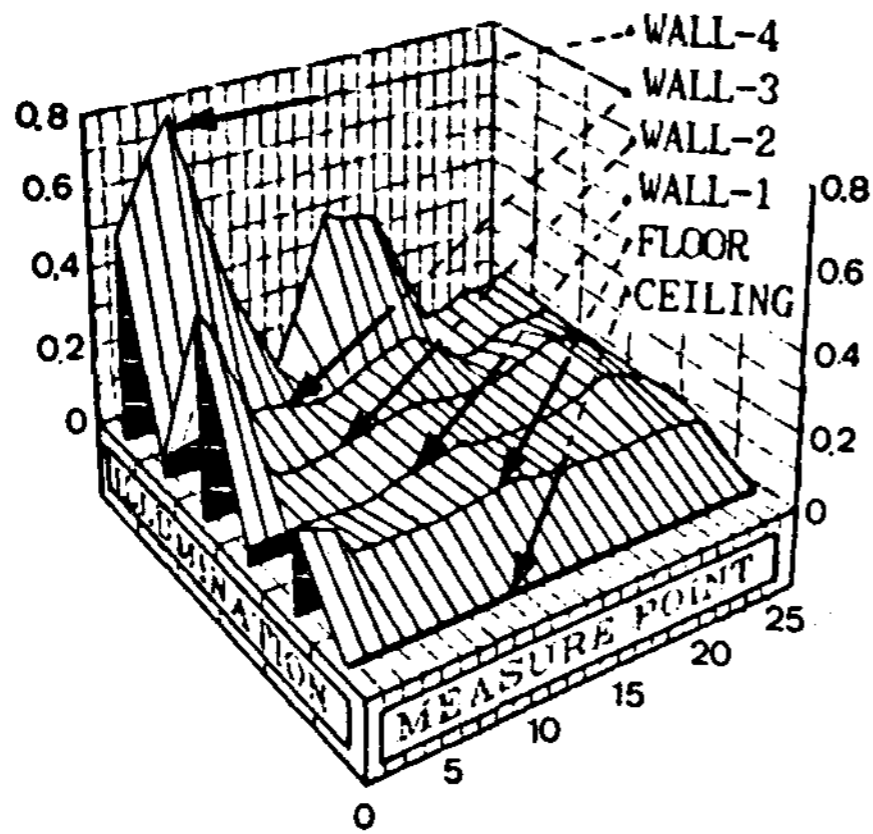


그림6 (g)실험4 간접 조도

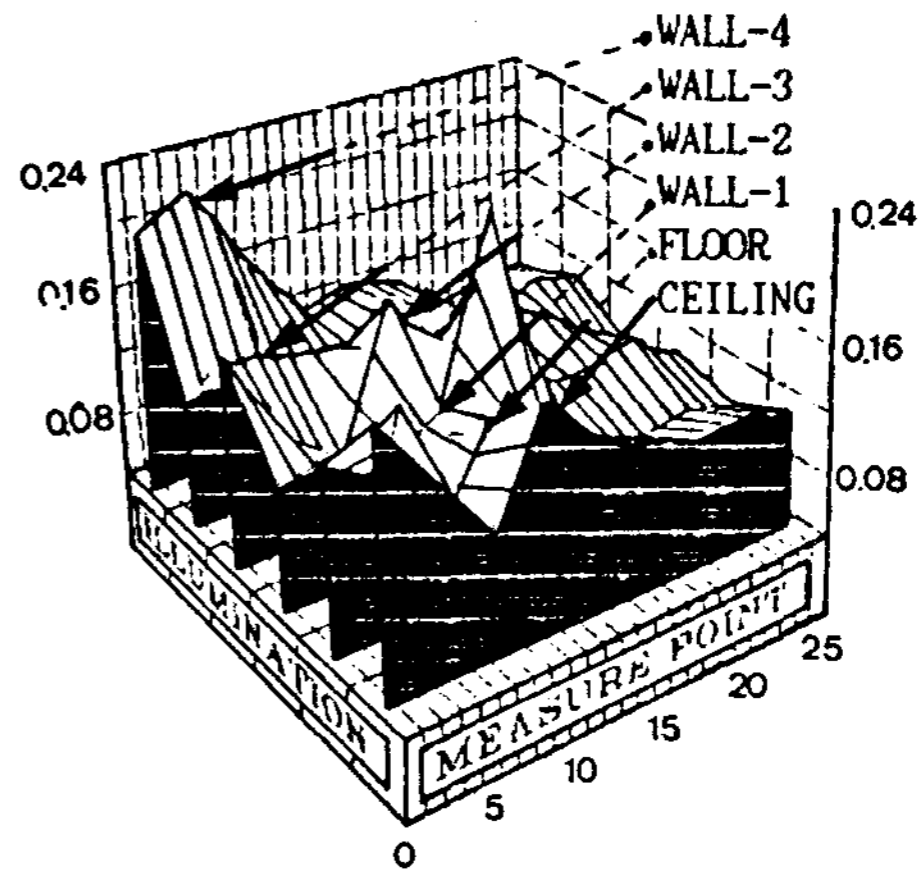


그림6 (h)실험4 직접 조도

도비가 급격히 증가함을 보이며 간접 조도비는 조도비의 차가 적게 나타남을 보였다. 이는 전 조도비에서 우각부의 조도비는 평균 조도비가 낮게 나타나지만 각면의 중앙과 우각부와는 상대적으로 전조도비와 직접·간접조도비가 큰 것을 나뉠 것이다. 끝으로 각면에 사용된 재료의 반사율에 따라 실내면의 조도분포가 변화함을 나타낸 것이다.

4. 본 연구의 기대효과

자연채광용 반사재료의 광학적 특성에 따른 조명설계를 행하는데 있어서, 조명기구나 자연채광에 의한 의존도는 매우 크다고 본다. 아울러 실내조명 설계에 있어서, 실내 마감 재료에 따른 반사지향 특성을 실험적으로 파악하여 공간의 지향성 휘도분포를 상세히 예측하고자 하였다.

특히, 조명설계의 기본 계획인 인간에게 미치는 심리적인 영향과 공간에 미치는 물리적인 영향을 고려한다면 휘도를 기준으로 하는 평가방법이 고려되어야 될 것이다. 본 연구에서 특히 기대되어지는 것은 우선 국내 건축재료의 광학적 특성을 정립하여 수식모델에 삽입할 수 있는 반사지향특성을 유도하여 충분히 제시할 수 있으리라 생각된다. 아울러 건축재료반사데이터를 적절히 활용한다면 작업공간에서 작업성능에도 만족할만한 결과를 얻을 수 있을 것이며 에너지 절약을 위한 자연채광 설계에 관한 기초적인 지침을 마련하게 될 것이다.

참고 문헌

1. 松浦邦男, 金會瑞: 블라인드羽根板材料의 편광을 이용한反射指向特性의測定, 日本建築學會 大會學術講演梗概集, pp.497-498, (1985)
2. 松浦邦男, 金會瑞, 田中久富: 베네치안 블라인드による室內照度計算法(そさ1. 擴散光を受ける場合), 日本建築學會計劃系論文報告集, 第359號, 1986.1, pp.10-16
3. 松浦邦男, 金會瑞, 田中久富: 베네치안 블라인드による室內照度計算法(そさ2. 直射日光を受ける場合), 日本建築學會計劃系論文報告集, 第362號, 1986.4, pp.19-25
4. 松浦邦男, 金會瑞: 直射日光を受ける베네치안 블라인드による室內直接照度に與える羽根板正反射成分の影響, 日本建築學會計劃系論文報告集, [計劃系], 1984.10, pp.333-334
5. 松浦邦男: 建築照明, 共立出版, p.113, (1971)
6. 松浦邦男, 木内隆子: 木質材料의 편광을 이용한反射指向性의測定, 日本建築學會近畿支部研究報告集, No.25 [計劃係], 1985.5, pp.141-144
7. 蓮沼: 光澤, コロナ.(1960.9) p.54

8. 前田敏男：發散光の強さ，入射光の強さ，反射特性關數の定義とその應用，日本建築學會講演論文集，pp. 29-32, (1965)
9. P.F.O'Brien Effective Reflectance of Room Cavities with Specular and Diffuse Surfaces, Illuminating Engineering, Vol.61, pp.189-195,(1966)
10. 金會瑞, 徐廷昊：建築材料의 反射特性을 고려한 自然採光 設計技法에 關한 研究,

大韓建築學會 春季學術發表大會論文集, pp. 267-272, (1991)

후기

이 연구는 1989-1990년도 동력자원부에서 시행한 대체에너지 개발사업의 연구에 의해 수행된 과제임을 밝히며 관계 제위에게 감사의 뜻을 전한다.

ABSTRACTS

SOLAR ENERGY VOL. 11, NO. 2, 1991

Application of the PSTAR Method to a Thermally Massive Passive Solar House**Hong Seok Jeon · Wongee Chun**

Korea Institute of Energy & Resources

ABSTRACT

This paper reports the application of the PSTAR(Primary and Secondary Terms Analysis and Renormalization) method to a thermally massive passive solar house located in Daejeon, Korea. The house has approximately 156m² of living area with 3 bedrooms and a living room, which embodies many passive solar features for energy conservation. The primary concern of this work was to properly evaluate the thermal behavior of a thermally massive building structure using the PSTAR method. Results show close agreements between the measured and renormalized values in most cases in which the simulation results from the audit description of the house deviate somewhat considerably.

A Study on Lighting Energy Prediction by Using Daylight during Daytime**Chung, Yu Gun · Kim, Jeong Tai**

Dept. of Architectural Engineering, Kyung Hee Univ.

ABSTRACT

Lighting is one of the largest energy consumption in commercial building. For saving such lighting energy, integrated lighting system with daylight and artificial lighting has been suggested. In such system, perimeter zone can be illuminated by daylighting and the deep area of room by artificial lighting.

So, the study aimed to develop lighting energy prediction nomograph by turning-off depth and lighting control systems during daytime. For the purpose, energy nomograph has been developed to apply to side-lit office building and the use and limitation of the nomograph has been discussed.

A Study on Characteristics Reflection of Optical Properties for Daylighting Materials in Office Building**Kim, Hway Suh · Seo, Juong Ho***

Dankook University

Graduate School, Dankook University*

ABSTRACT

The purpose of this paper is found consistent mathematical data of Inter-reflection of calculation as a mean to grasp characterises reflex of building materials that primarily uses in Building, and that comes in to the market. The measurement of directional characteristics of non-metallic Building Materials is based on separation measurement of Boundary Reflected and Layer Reflected component using a Reflectmeter with Polarized. And this study analyzed with not only experiment but simulation to furnish basic data for illumination design to daylighting.

A Thermal Performance Analysis on the Operation Modes of Radiant Floor Heating System Using SERI-RES

Wongee Chun · Myung-Seok Jeon · P.Chungmoo Auh

Korea Institute of Energy & Resources

ABSTRACT

The present paper deals with two types of heating methods widely used for the Radiant Floor heating systems in Korea. Of these, one method circulates hot water according to the predefined schedule ("intermittent heating") while the other runs the system with the aid of thermostats ("continuous heating"). The standard version of SERI-RES has been modified for the numerical simulation of the problem. Preliminary results show relatively large temperature swings in the case of intermittent heating with solar availability. On the other hand, the case of continuous heating would avoid such undesirable temperature fluctuations. These results are also verified by experimental evaluations.

Thermally Stratified Hot Water Extraction

Ee Tong Pak · Un Chul Jeong* · Sang Woo Sung*

Sung Kyun Kwan University

Graduate School, Sung Kyun Kwan University*

ABSTRACT

Thermal stratification enhancement for the higher extraction efficiency of hot water storage tank was experimentally studied with transparent fiber glass cylindrical tank(350 ℓ, D=516mm, H=1680mm). Height to diameter ratio(H/D=1,2,3), flow rate(Q=8,10,12LPM), inlet-outlet temperature differences($\Delta T=20,25,30^{\circ}\text{C}$), and geometry of inlet-outlet port were the parameters. In particular, three kind of distributors were used for geometry of inlet-outlet port. As a result, it was possible to get extraction efficiency of 95% by using the distributor having variable diameter but keeping a constant diameter of perforation. So it is recommendable to design the distributor so that the main pipe decrease in diameter toward the dead end.