

Atrium Building의 자연채광특성에 관한 기초적 연구

김 회 서*** 최 인 창* 서 정 호**

*세익설비기술연구소

**단국대 연구조교

***단국대 부교수.공박

A Fundamental Study on the Daylighting Characters of Atrium Building

Kim Hwuy Suh. Choi In Chang. Seo Juong Ho

**Sa-Eek Mechanical Consultant*

***Dan Kook University*

****Dan Kook University*

ABSTRACT

This study is presents model testing to evalute daylighting performance in Atrium Building. There are several methods fof the prediction of Daylighting level in a Atrium Building, But they are not sufficient to estimate intreior daylight level of each different hights onleaner Atrium Building.

In this study provide with making the model to estimate the environmental effect for the daylight on leaner Atrium, measuring the model in 80 variable sky condition, building direction, interior length-width ratio through the variation of floor-high and space ratio.

국문요약

본 연구는 아트륨 빌딩에 대한 자연채광의 영향을 모델에 의해서 실험하였다. 이러한 방법에 의하여 아트륨 빌딩에서의 자연채광의 단계를 예측하는 방법은 여러가지가 있으나, 그러나 지금까지는 선형아트륨 건물에서 실내자연채광의 다양한 영향을 예측하기에는 충분치 못하였다.

본 연구에서는 효율적인 방법의 제시를 위하여 선형아트륨의 자연채광에 대한 환경 평가를 위해 모형을 제작하고, 평가모델에서의 천공상태, 방위, 종횡비, 층의 변화를 주어 전부 80가지의 변화에 대한 모형측정을 하여, 층높이의 변화와 공간비를 사용하여 분석 하였다.

1. 서론

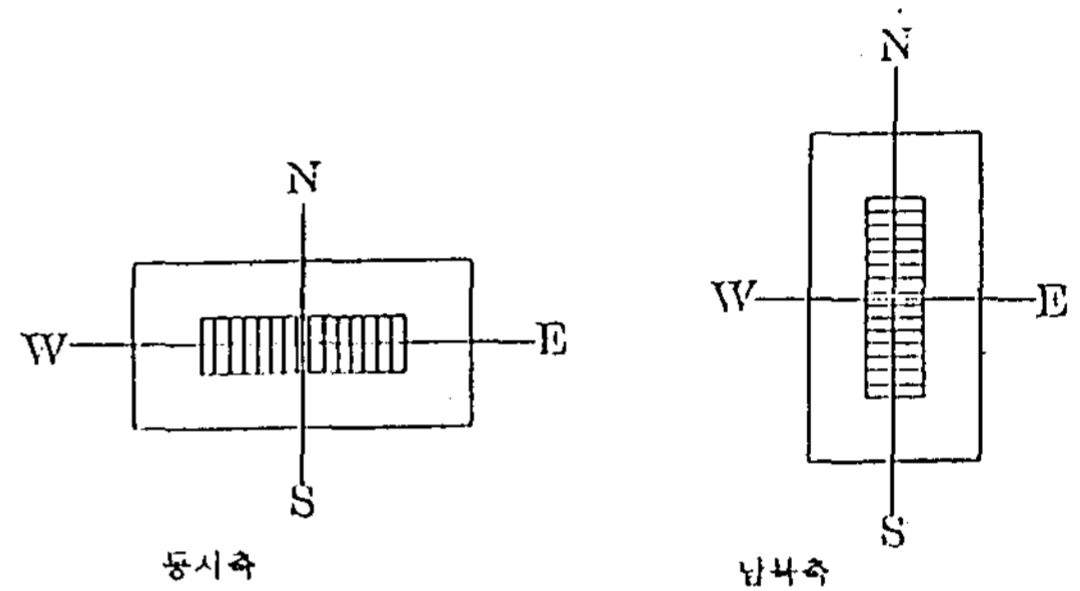
건물내 빛 환경을 쾌적하게 만들기 위하여 자연채광을 주요 광원으로 간주하여 이를 이용한 여러가지의 자연채광 기법을 개발해 왔다. 그중에서 아트리움은 여러 종류의 건축공간에서 빛을 보다 적극적으로 도입할 수 있는 방식이라 할 수 있겠다. 그러나, 국내에서 아트리움의 물리적 특성에 대한 연구는 극히 미비한 단계에 있으며, 이로 인해 국내 설계자가 아트리움계획에 임할 경우, 충분한 자료가 확보되어 있지 않으므로 실제 아트리움 설계에 있어서 건축적인 기능을 보다 더 효율적으로 응용시키지 못하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 현재 사용되고 있는 자연채광 예측 방법으로 모형테스트(Physical Model Measurement)이용에 의한 방법을 통하여, 전천공조도에 대한 아트리움 작업면의 수평면 조도와의 比 照度比(Illuminance Ratio)로서 아트리움 작업면의 조도수준을 나타내었다. 방위축은 아트리움의 장변을 기준으로 동서축과 남북축으로 놓인 아트리움을 대상으로 하였다. 이에 본 연구에서는 아트리움 건물의 자연채광 환경을 연구하는데 기초적 자료를 제시함과 아울러 4면형 아트리움의 설계 초기 단계에서 아트리움 바닥의 작업면 조도분포를 간단히 검토할 수 있게 하려는데 그 목적이 있다.

2. 조도비 예측을 위한 실험

2.1 모형 실험 개요

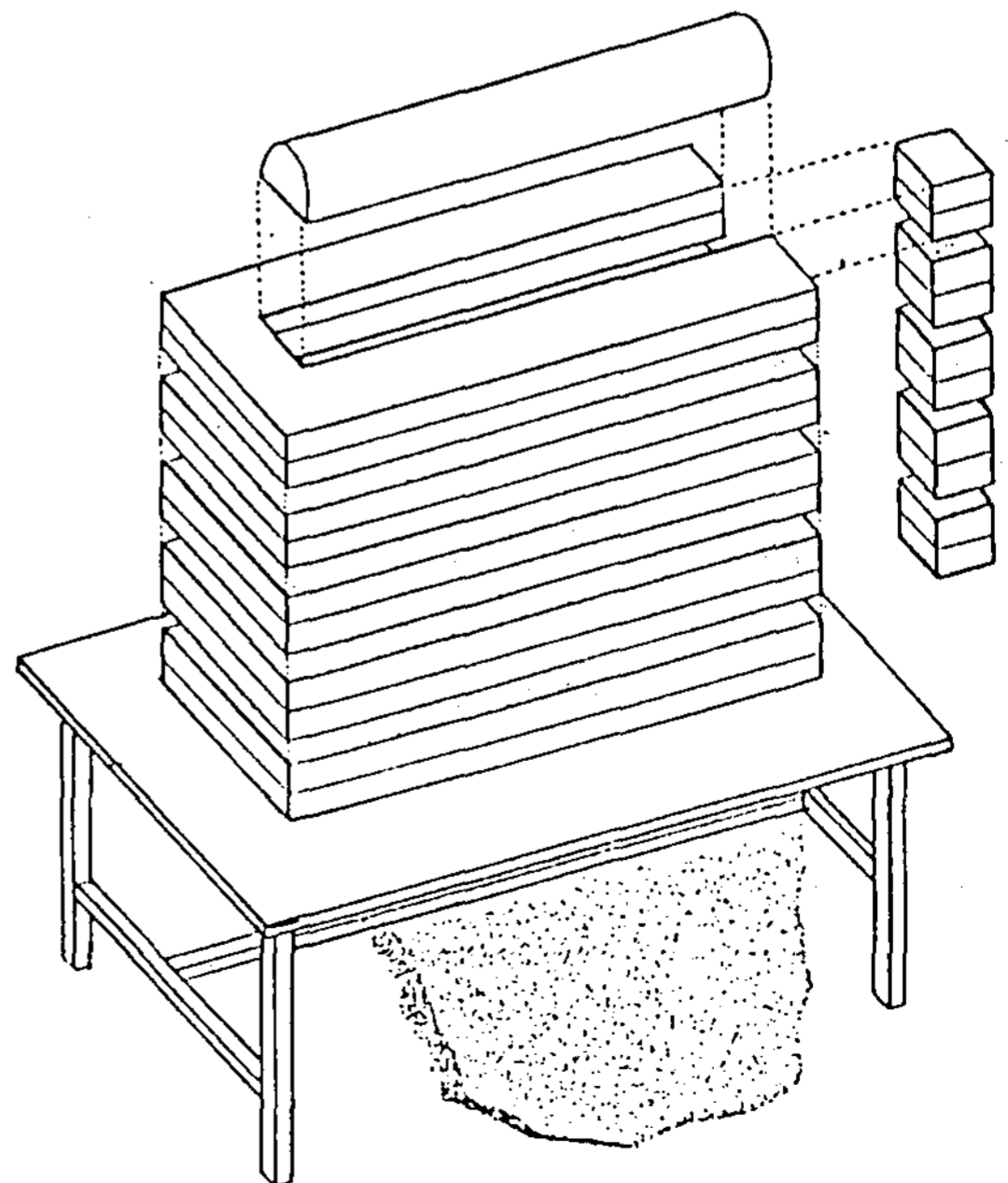
본 연구에서는 아트리움의 여러형태 중 끝이 막힌 선형 아트리움을 선택하고 모형은 1/60축적(측정점 분할을 일정하게 하기 위함)으로 실험하였다. 천창으로 모형을 제작하였다. 4면형 아트리움을 선택한 동기로서는 Richard Saxon의 분류에 의한 6가지 아트리움 형태중 4면형 아트리움이 일반적으로 쓰이기 쉽고, 아직 국내에서는 연구 되어진 바 없는 체육관등의 막 구조에서

자연채광의 영향에 대한 기초적 자료로서 활용될 가치가 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 외부 전천공 조도가 일정하게 계속해서 이어지는 청천공(Clear sKy)과 담천공(Overcast SKy)의 2가지 천공 상태를 선정하여 모형실험을 하였다. 방위축은 아트리움모형의 축을 오전에는 동서축으로 오후에는 남북축으로 각각 모형을 설치하여 실험하였다. (그림 1)



(그림 1). 아트리움 모형의 축

아트리움의 천창은, 1차 측정시에는 투과율 80~90%인 두께 3mm의 투명평판유리를 사용하고, 2차 측정시도 1차와 반원형 투명 아크릴을 사용하였다. 아트리움 내부의 창은 확산광에 대한



(그림 2). 모델 형태도

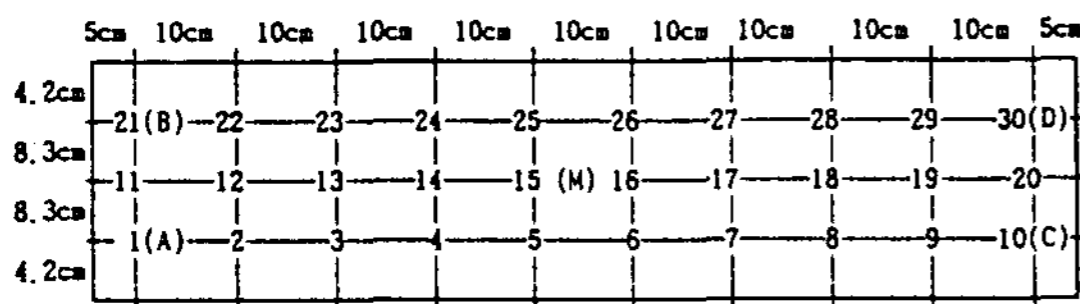
반사율 80%인 투명아크릴로 제작하고 벽은 반사율 45%인 몰탈의 색깔과 비슷한 무광택 회색 벽지를 사용하였다. 1개층에 대한 아크릴 면적은 60%이고, 회색벽지의 면적은 40%로 하였다. 바닥은 측정방법의 문제로 인해 무광택 검은 천으로 제작되어 실내 바닥반사가 없다고 가정하여 측정하였다.

모형 측정시 아트리움내부 작업면 조도의 분포 상태를 파악하기 위해 주어진 변수는 다음 <표 1>과 같다.

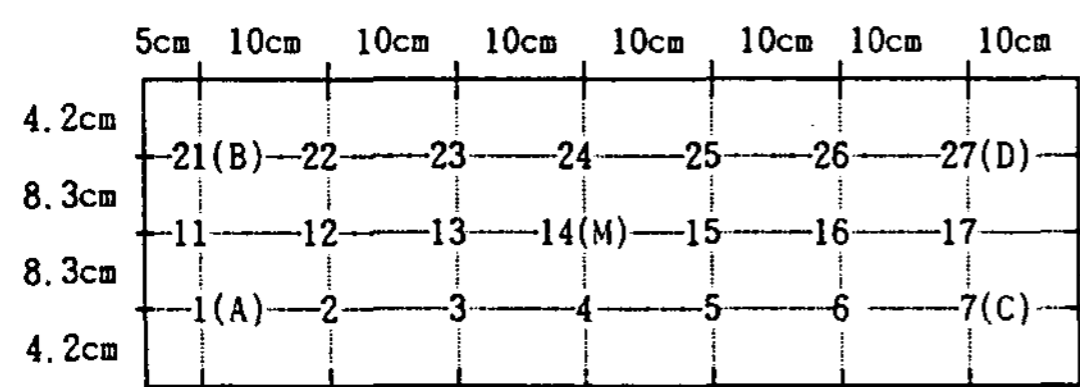
<표 1>. 모형측정시의 조건

구분	변수의 종류			
천공조건	청천공, 담천공			
방위측	동서측, 남북측 (태양고도: $30^{\circ} \pm 1^{\circ}$)			
층 높이	2층	11.4cm	4층	22.8cm
	6층	34.2cm	8층	45.6cm
	10층	57.0cm		
종횡비	폭	25.0cm		
	길이	1:1(25.0cm), 1:2(50.0cm)		
		1:3(75.0cm), 1:4(100.0cm)		
반사율	벽(평균 66%), 바닥(0%), 천정(평균 10%)			
종횡비별	1:1(6점), 1:2(15점),			
측정점 수	1:1(21점), 1:4(30점)			

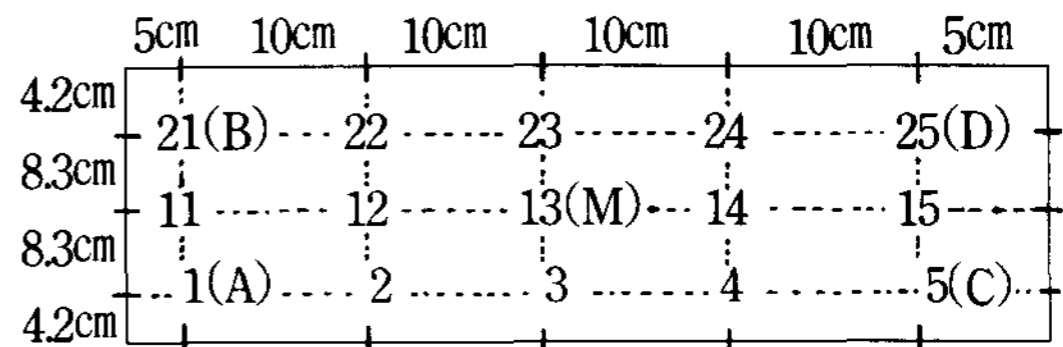
(그림 3)~(그림 6)은 모형실험에 필요한 아트리움 작업면만의 평면으로서 아트리움에 접한 실은 제외시킨 것이다. M, A, B, C, D점은 아트리움 작업면의 중앙점과 네 모퉁이점으로 분석시에 해당 아트리움 작업면의 대표적인 값으로 사용하였다.



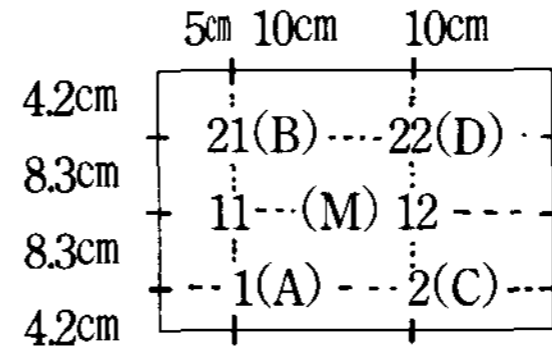
(그림 3). 종횡비 1:4의 측정점



(그림 4). 종횡비 1:3의 측정점



(그림 5). 종횡비 1:2의 측정점



(그림 6). 종횡비 1:1의 측정점

외부 천천공 조도의 내외부 각각 2대씩 Minolta T-1조도계(측정범위: 0.01~99,900 Lux)를 사용하였다. 장애물이 없는 옥상에서 측정하였으며 아트리움 모형 내부는 각 측정점에서 측정한 시각과 동일한 시각에 측정하였다. 아트리움내부 작업면 조도의 측정에 있어서는 각각의 4각 블록의 모서리에 조도계의 감광부를 위치시켰으며 해당 위치가 측정점이 되도록 하였다. 측정점의 높이는 바닥위 75cm높이가 되도록 하고 각각 약 5가지로서 하였으며 하나의 종횡비에 대해 5가지의 층수변환을 갖도록 하였다.

2.2 모형 1차 측정

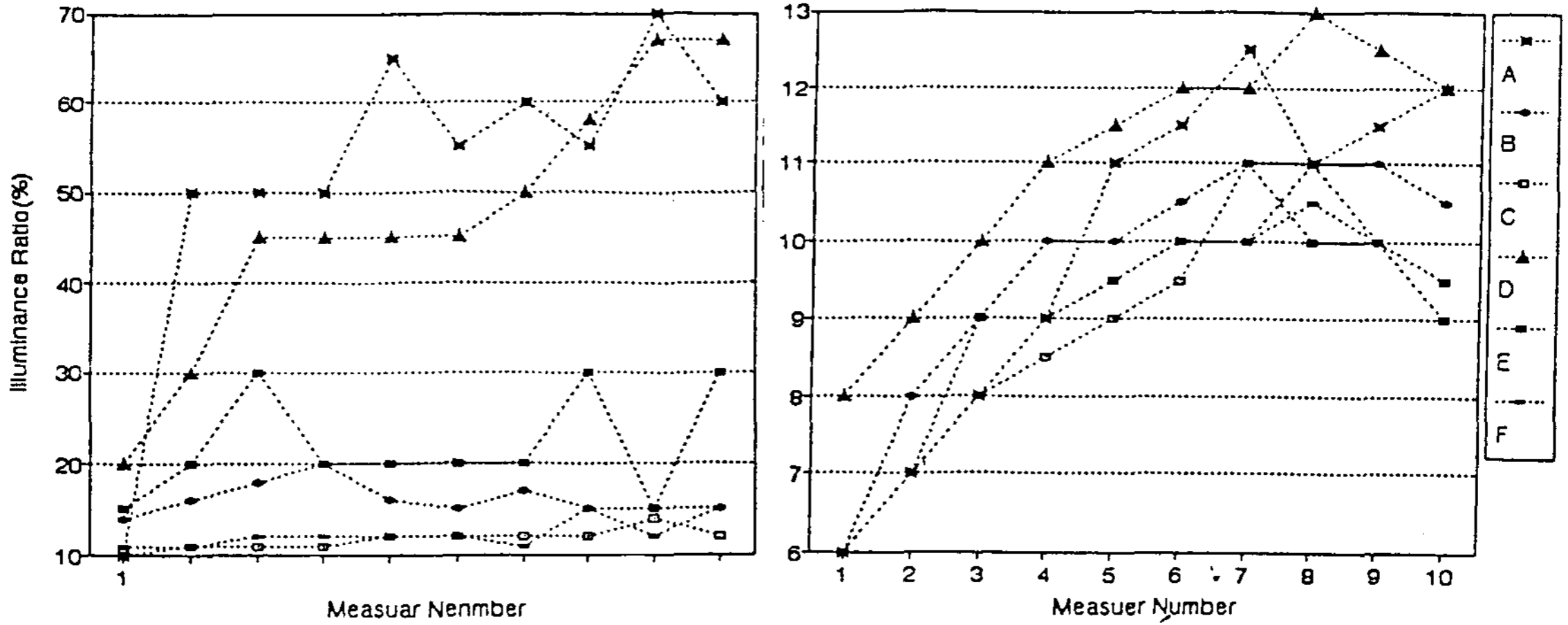
모형 실험결과치의 신뢰성을 검증하기 위하여 1차로 종횡비 1:4인 아트리움 모형의 천창을 두께 3mm의 평면유리로 덮어서 청천공과 담천공 상태하에 따라 각각 동서측과 남북측으로 모형을 설치하여서 측정하였다.

<표 2>. 1차측정과 컴퓨터 시뮬레이션시의 변수

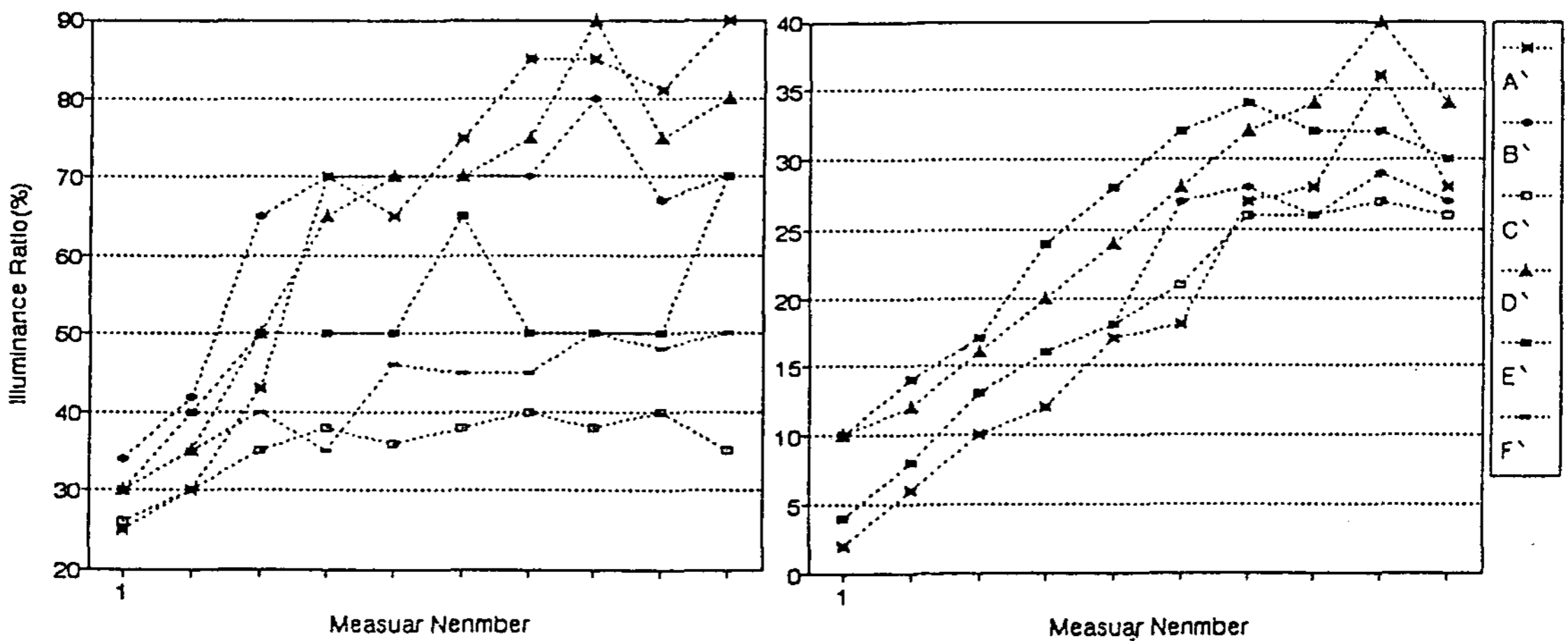
종횡비	천공 상태	방위측	층의 구분
1:4	청천공	동서측	2층, 4층, 6층, 8층, 10층
	담천공	남북측	

● 모형측정과 시뮬레이션 결과치와의 비교 분석

종횡비 1:4일 경우의 층별 조도비분포에 대해 모형측정치와 컴퓨터 시뮬레이션 결과치를



주. 실험치(A, B, C)와 시뮬레이션(D, E, F)구분 그래프.
(그림 7). 2층, 3층의 청천공(동서측)에서의 비교



주. 실험치(A', B', C')와 시뮬레이션(D', E', F')구분 그래프.
(그림 8). 2층, 3층의 청천공(남북측)에서의 비교

비교해본 결과 조도비의 분포가 거의 유사하게 나온다는 것을 알 수 있다. 담천공일때에는 모형실험치와 컴퓨터 시뮬레이션치 모두 방위측과 무관하게 모든측정점에서 거의 같은 값으로 나타났기 때문에 담천공은 방위측을 구별하지 않고 하나의 그래프로 나타내었다.

레이션 결과치와 비교하여 본결과 청천공과 담천공일때의 조도비 분포가 거의 유사하게 나왔다. 모형실험의 2차측정시에는 설정되어진 모든 변수들에 대하여 실험이 진행되었으며, 2차측정의 결과치로 4면형아트리움의 각 변수별 조도비 분포를 분석하였다.

2.3. 모형실험의 2차 측정

● 측정결과 및 분석

모형실험의 1차측정치를 Superlite 1.0의 시물

각 측정점중 M점, A점, C점, D점을 선택하여

그 층 바닥면 조도비의 대표적인 값으로 취하여 나타내 보았을때 담천공 상태에서 아트리움 바닥면 M점에서의 조도비는 모서리 부분의 조도비에 비해 2층과 4층에서 약 20%, 6층은 약 10%, 8층은 약 5%, 10층은 약 3% 정도 높게 나타났다. 청천공 상태에서도 직사일광을 받는 부분을 제외하고는 담천공의 상태와 같이 중앙점이 모서리의 4점보다 높게 나타났다. 동서측의 경우 직사일광을 받은 2층의 C점과 벽면 재반사의 영향을 받은 종횡비 1:1과 1:2의 A점의 조도비가 각각 약 75%-90%와 약 53%-62%로 비교적 높게 나타났다.

동서측의 모형이 전체 종횡비에 걸쳐서 2층 바닥까지 직사일광의 영향을 받는데 비해 남북측의 경우에 2층은 물론 종횡비 1:3이상에서 4층 바닥까지 조도비가 약 70%이상으로 나온 것으로 볼때 남북측의 모형이 동서측의 모형보다는 직사일광의 영향을 더 넓고 더 깊게 받는 것으로 나타났다. 종횡비의 변화에 의한 M, A, B, C, D점의 변화는 청천공상태일때 남북측 아트리움 작업면 중 D점 전체와 C점의 2·4·6층, M점의 2층, 동서측 아트리움 작업면중 2층의 A점을 제외하고는 종횡비의 영향에 관계없이 비교적 비슷한 조도수준을 나타내고 있다.

1). 층높이의 변화에 의한 분석

측정결과에 의해 층별로 4가지 종횡비의 평균을 산출한 다음 층 높이의 변화에 따라 조도비의 차이 정도를 나타내었다. M점의 경우 2층에서 4층으로 층높이가 증가하였을 때의 청천공, 남북측일때가 28.6포인트의 감소로 비교적 큰 차를 나타내고, 동서측일때는 7.1포인트가 감소되었다. 4층에서 6층, 6층에서 8층, 8층에서 10층으로 층높이가 증가할 때에는 담천공, 천공일때의 동서측·청천공일때의 남북측의 순으로 낙폭이 작아진다. 이러한 현상은 직사일광을 받는 부분을 제외한 다른 측정점(A, B, C, D점)에서도 동일하게 나타나고 있다.

2). 최고조도비와 최소조도비의 차에 의한 분석

층높이와 종횡비의 변화에 의한 바닥면의 조도분포를 알아보기 위하여, 종횡비별 아트리움 바닥면의 전체 측정점중 최고조도비의 값에서 최소 조도비의 값을 뺀 차를 종횡비와 층별의 관계로 나타냈다.

청천공·동서측의 경우 4가지 종횡비에 있어서 2층 조도비의 최고·최소조도비의 차가 약 70% 이상으로 나온것을 제외하고 나머지 변수에 있어서 최고 최소조도비의 차가 최고 약14%이하로 나타났다. 4층이상에서는 4가지 종횡비 모두에서 상당히 양호한 조도분포가 형성된다는 것을 알 수 있다.

청천공·남북측의 경우는 종횡비1:3이상의 4층바닥까지 직사일광이 닿는 부분이 더 넓고 더 깊으므로 해서 최고 조도비와 최소조도비의 차가 크게 벌어지는 층이 많은 것으로 나타났다. 청천공·남북측의 경우 종횡비 1:1에서는 2층이상, 1:2와 1:3의 6층이상, 1:4에서는 8층이상 바닥면 조도비의 최고·최소조도비의 차가 최고 19.3%이하로 나타났으며, 종횡비 1:3에서는 2층까지, 1:3과 1:4에서는 4층까지의 작업면의 작업면이 직사일광의 영향을 받아서 약 70%이상의 차이를 보이고 있다.

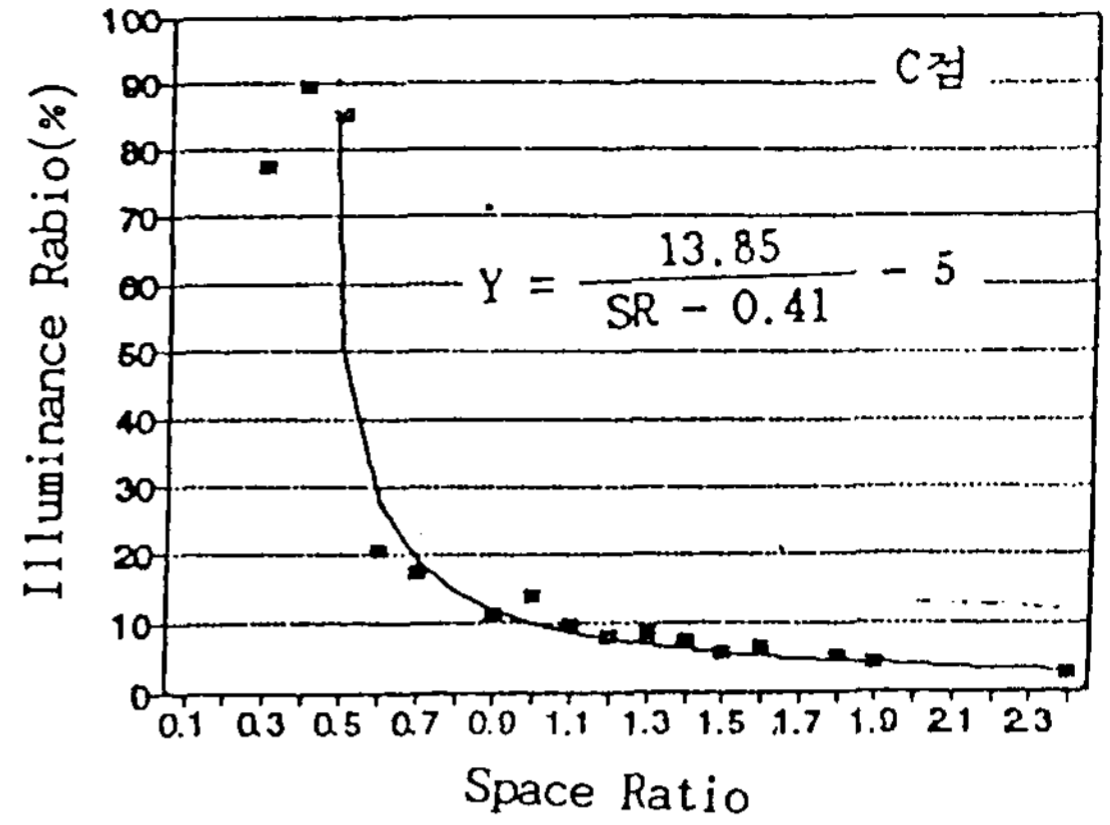
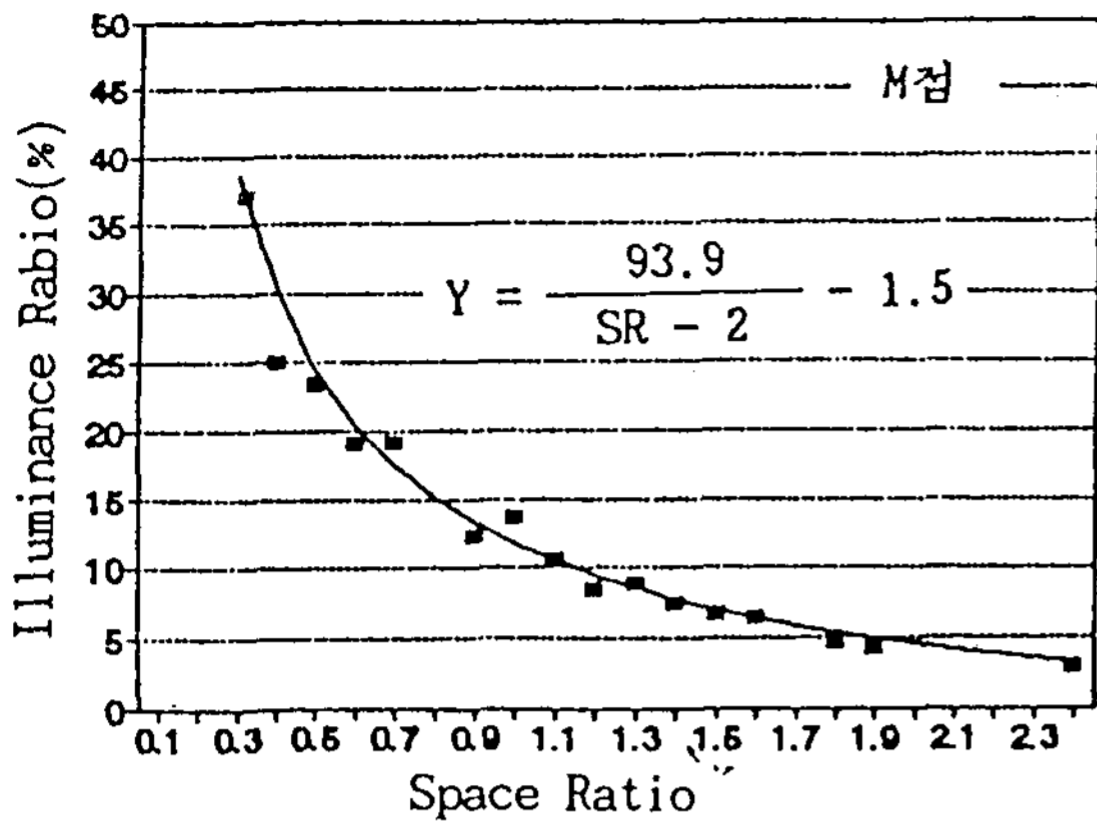
3). 공간비(Space Ratio)를 이용한 분석

본 연구에서는 아트리움의 층높이와 종횡비의 관계로서 표현되는 공간비(Space Ratio)를 이용하여 측정 데이터를 종합분석하였다. (식 1)

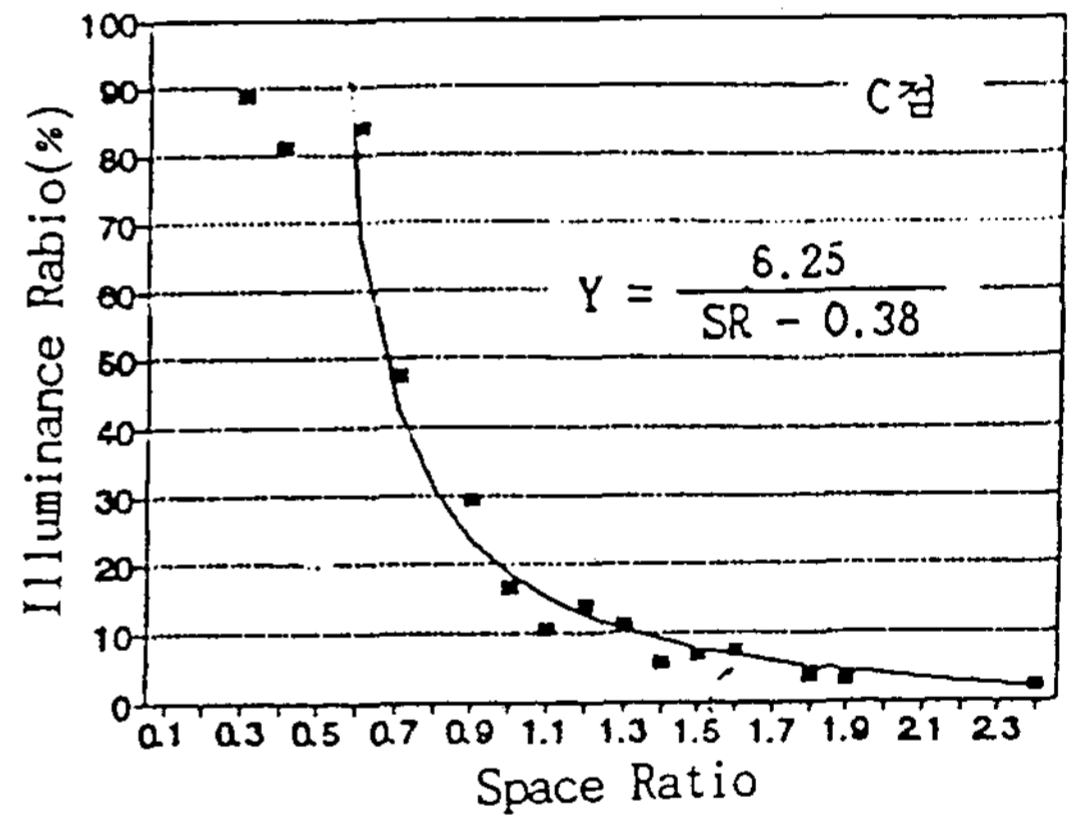
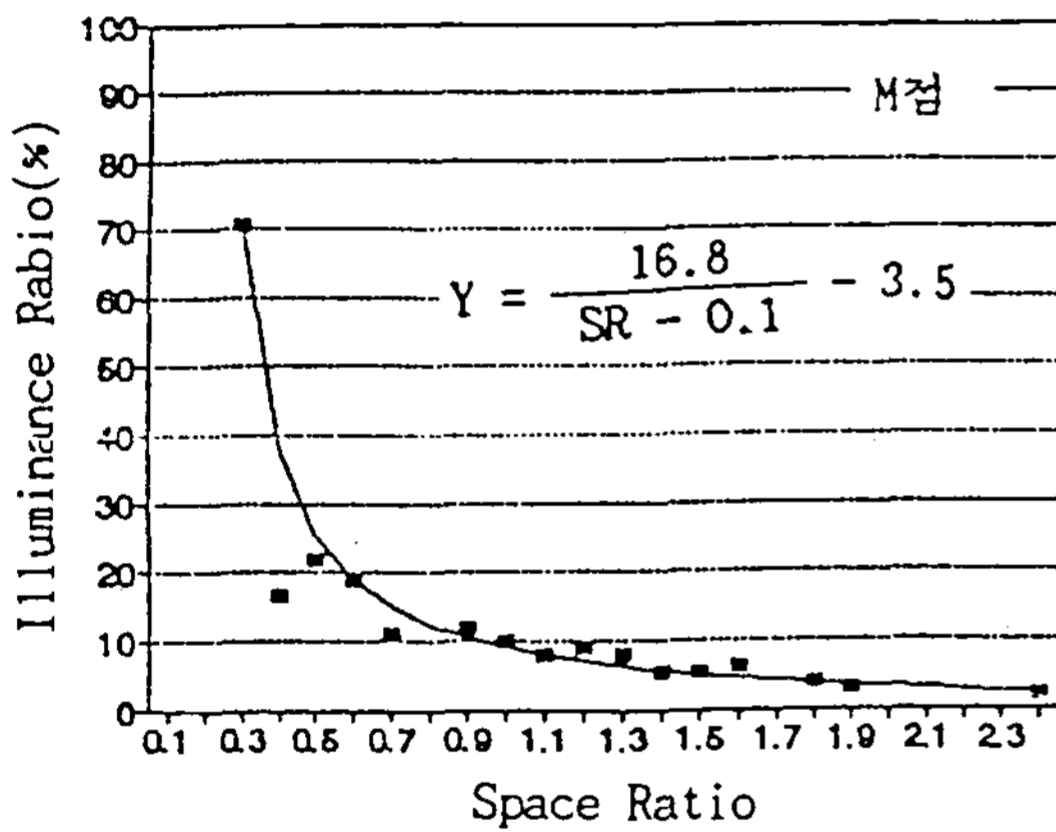
$$SR = 0.526 \times Z \times \frac{X+Y}{X+Y} \dots\dots\dots(1)$$

여기서, X = 아트리움의 폭
 Y = 아트리움의 길이
 Z = 아트리움의 높이

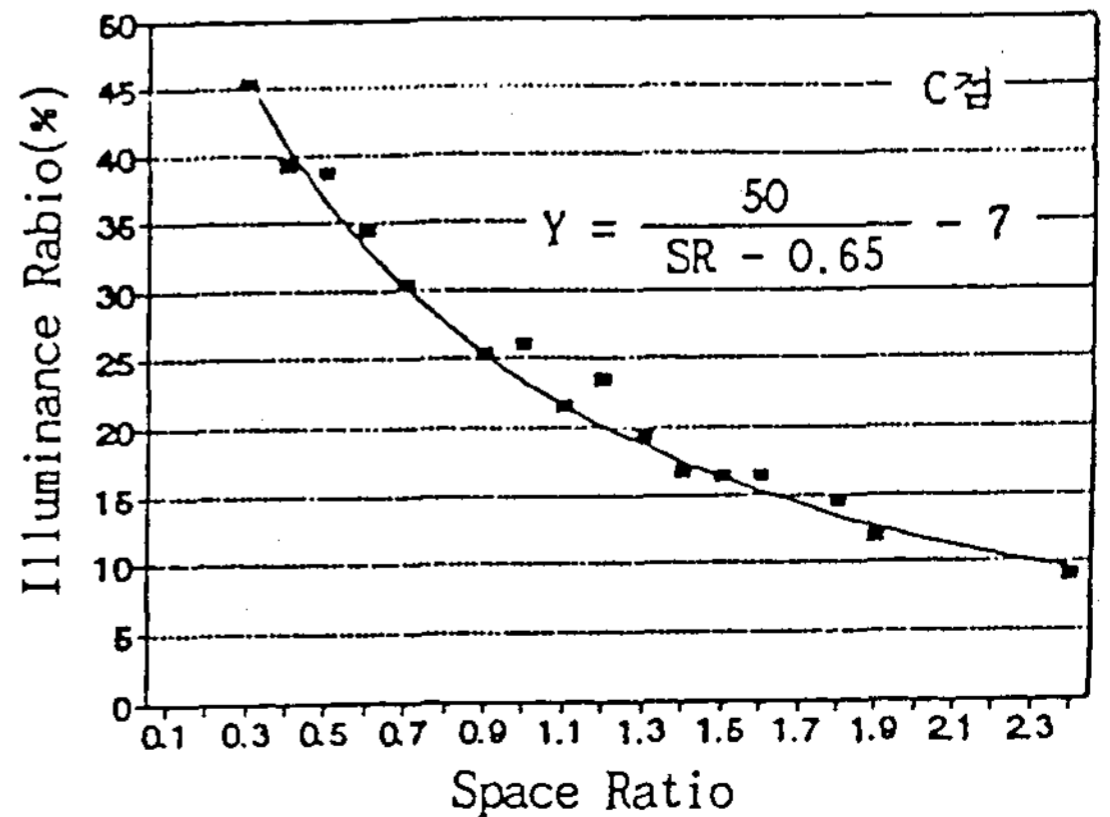
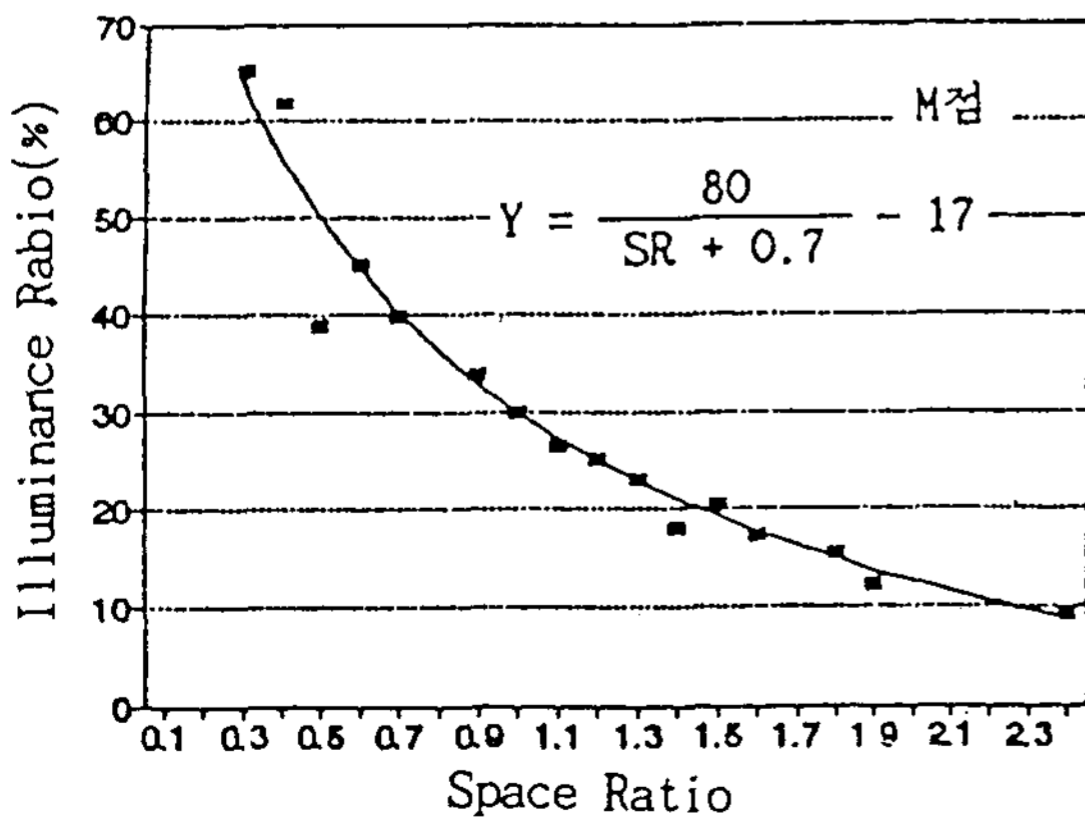
담천공상태에서 아트리움 바닥의 작업면 조도비분포가 공간비 0.3(종횡비 1:4, 2층)의 M



주). Y 는 조도비, SR은 공간비
(그림 9). 청천공(동서측)에서의 조도비의 분석



주). Y 는 조도비, SR은 공간비
(그림 10). 청천공(남북측)에서의 조도비의 분석



주). Y 는 조도비, SR은 공간비
(그림 11). 담천공에서의 공간비에 의한 조도비의 분석

점에서 약 65%의 조도비를 나타내고 공간비의 값이 커질수록 조도비가 일정 비율로 낮아진다는 것을 알 수 있다. A, B, C, D점의 조도수준은 거의 유사한데 공간비 0.3에서 조도비가 약 45%로 나타났다. 공간비 값이 커질수록 일정 비율로 조도비가 감소하면서 공간비 2.4에서 약 9%의 조도비를 나타내고 있다. 청천공·동서축의 경우 A점과 C점의 공간비는 0.5이하로 나타났다. 청천공·남북축의 경우 M점의 공간비는 0.3이하이고 C점의 공간비는 0.6이하에서 직사일광의 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.

3. 결 론

본 연구는 4면형 아트리움을 선택하여 자연채광의 천공상태에 대한 영향과 방위축에 의한 영향, 아트리움 종횡비의 변화에 의한 영향, 층높이의 변화에 의한 영향을 시뮬레이션에 의해 모형 측정치를 비교 검토하였다. 2차실험에서 모두 80가지의 유형에 대한 모형실험을 하여 각 변수별로 조도비의 분포상태를 분석하고, 아트리움의 조도비분포를 공간비(Space ratio)를 써서 분석하므로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 4면형 아트리움의 종횡비가 감소할수록, 층높이가 증가할수록 아트리움 바닥면의 조도비는 낮아지며, 종횡비가 증가하고 층수가 낮아질수록 최고 조도비와 최소조도비의 격차가 커진다.

(2) 종횡비 1:1에서 2층을 계획할 경우는 남북축이 동서축에 비해 조도분포상 유리하며, 종횡비 1:2이상에서 4층~6층 사이의 아트리움을 계획할시에는 아트리움 장변의 축이 남북방향인 것 보다는 동서방향의 아트리움이 조도분포상 유리하다.

(3) 청천공·동서축형태에서 A점과 C점은 공간비 0.5이하, 청천공·남북축형태에서 M점은 공간비 0.3이하, C점은 공간비 0.6이하의 아트리움 작업면이 직사일광의 영향을 받는다.

(4) 청천공시 일반적으로 B점의 조도가 상대적으로 낮게 나타나므로 이 부분에 빛이 유입되도록 빛 조절장치를 하거나 인공조명으로 보충하는 것이 유리하다.

(5) 2층 아트리움을 계획할 경우 남북축의 종횡비 1:1을 제외하고는 전 종횡비에 걸쳐서 최고조도비와 최소 조도비의 차가 70%이상이 되므로 인해 극심한 눈부심이 일어날 수 있으므로 글레어 방치를 위한 차폐장치가 필요하다.

참고문헌

1. 김희서 : 『ル-バ-型 日射遮蔽装置の採光特性に関する研究』, 京都大學校 大學院 博士學位論文, (1986)
2. 김희서, 서정호 : 『상업용건물의 자연채광용 반사재료에 대한 광학적 특성에 관한 연구』, 韓國太陽에너지學會, VOL, 11, NO. 2, (1991)
3. 김광우 : 『컴퓨터를 이용한 자연채광 분석에 관한 연구』, 과학재단, (1986)
4. Richard Saxon : Atrium Building, Development And Design, (1986)
5. J. J. Kim, K. Papamichael, S. selkowitz, M. Spitzglas, and M. Modest : Determining Daylight Illuminance in Rooms Having Complex Fenestration, November, (1986)
6. 仲允人 : 『書光光源の標準化に関する研究』, 京都大學校 大學院, 博士學位論文, (1983)
7. 松浦邦男 : 建築照明, 共立出版社, (1971)

0.06 vol. % under this experimental conditions.

(4) The effect of oxygen on the conversion of TCE also was studied by controlling the head space in photoreactor. Results indicated that sufficient amount of oxygen should be supplied to accomplish the highest conversion rate of TCE in water phase.

A Fundamental Study on the Daylighting Characters of Atrium Building -

Kim Hwuy Suh. Choi In Chang. Seo Juong Ho

**Sa-Eek Mechanical Consultant*

***Dan Kook University*

****Dan Kook University*

This study is presents model testing to evaluate daylighting performance in Atrium Building. There are several methods for the prediction of Daylighting level in a Atrium Building. But they are not sufficient to estimate interior daylight level of each different heights on leaner Atrium Building.

In this study provide with making the model to estimate the environmental effect for the daylight on leaner Atrium, measuring the model in 80 variable sky condition, building direction, interior length-width ratio through the variation of floor-height and space ratio.

Performance of a Latent Heat Storage System Using Two-Phase Closed Thermosyphon(I) —the Case of Constant Heat Input—

Tae-II Kim* · Ki-Hyun Kim**

**Graduate School, Ajou Univ.(Currently Korea Power Engineering Co.)*

***Dept. of Mechanical Engineering, Ajou Univ.*

The performance of a latent heat storage system using a thermosyphon as the heat transfer device between the heat source and the phase change material was investigated experimentally. In order to increase the effective conductivity of the phase change material, layers of copper wire mesh were immersed in the paraffin wax(Sunoco P-116) in such a way that they also may be considered as fins of the thermosyphon.

The important results are as follows : (1) The void space of the wire mesh allowed the convection to occur, thus enhanced the performance of the system : (2) The increase of the number of layer of wire mesh increased the conduction heat transfer. However, it also had adverse effect of subduing convective motion of liquid wax : and (3) Overall heat transfer coefficient and thermosyphon conductance increased with the increase of the number of layer of wire mesh, whereas the heat transfer coefficient between the thermosyphon and the wax decreased.