

[논문] 한국태양에너지학회 논문집

Journal of the Korean Solar Energy Society

Vol. 26, No. 3, 2006

초고층 주상복합 아파트의 실내 주광성능 평가에 관한 연구

김경아*, 김창성**, 김강수***

*고려대학교 대학원 건축학과(alleraser@korea.ac.kr), **고려대학교 대학원 건축학과 (cskim@korea.ac.kr)

***고려대학교 건축학과 교수(kskim@korea.ac.kr)

A Study on the Evaluation of Daylight Performance in High-Rise Residential Complex

Kim, Kyung-Ah*, Kim, Chang-Sung**, Kim, Kang-Soo***

*Dept. of Architecture, Graduate School, Korea University(alleraser@korea.ac.kr),

**Dept. of Architecture, Graduate School, Korea University(cskim@korea.ac.kr),

***Professor, Dept. of Architecture, Korea University(kskim@korea.ac.kr)

Abstract

Recently, various building types such as Center-Core shape and Y-shape were studied as the demand for high-rise residential complex increased. However, Center-Core type can make many problems because the house unit can face to the north or west. Therefore, this study evaluated daylight conditions for four plan types in high-rise residential complex.

Keywords : 주광성능(Daylight Performance), 초고층 주상복합(Hight-Rise Residential Complex)

기 호 설 명

DF : 주광률(Daylight Factor: $\frac{E_i}{E_o} \times 100$ [%])

E_i : 실내 작업면 조도

E_o : 천천공 조도

Lx : 조도 (E)의 단위

1. 서 론

근래에 초고층 아파트가 증가함에 따라 센타코아형, Y자형 등 여러 가지 주동형식이 연구되고 있다. 최근 많이 건설되고 있는 주상복합 아파트의 경우에서 구조 안정적인 측면과 더불어 용적을 높이기 위하여 박스형의 센타코아 형식이 주로 사용되어, 이 경우 북·동·서 주호의 발생 및

실의 깊이가 깊어질 수 있어 내측 실들의 채광 열악 공간이 발생할 수 있다. 즉, 주호의 한 면이 중심 코어 공간 부근에 배치되어 자연채광이 미흡한 공간이 발생한다. 또한, 이때의 창은 전창으로 계획되어져 거실의 경우 창 측의 개구부로 인하여 과도한 일사가 사입되기도 한다. 따라서 초고층 주상복합 건물의 주동형식, 평면형태, 개구부 계획시 실내 적정조도 및 시환경의 확보를 위한 빛 환경의 검토는 필요하다.

본 연구에서는 초고층 주상복합 아파트의 평면 형태와 개구부 계획에 따른 각각의 실들에서 담천공시의 주광성능을 평가하였으며, 또한 1개 타입에서는 직사일광 조건에서 주동의 방위를 동, 서, 남, 북으로 달리하여 향에 따른 실내주광성능을 평가하였다.

2. 모델 주호의 구성 조건

본 연구에서는 실내 주광성능 평가를 위하여 RADIANCE 프로그램을 이용하였다. 그림 1은 RADIANCE 프로그램을 통한 시뮬레이션 이미지이다.

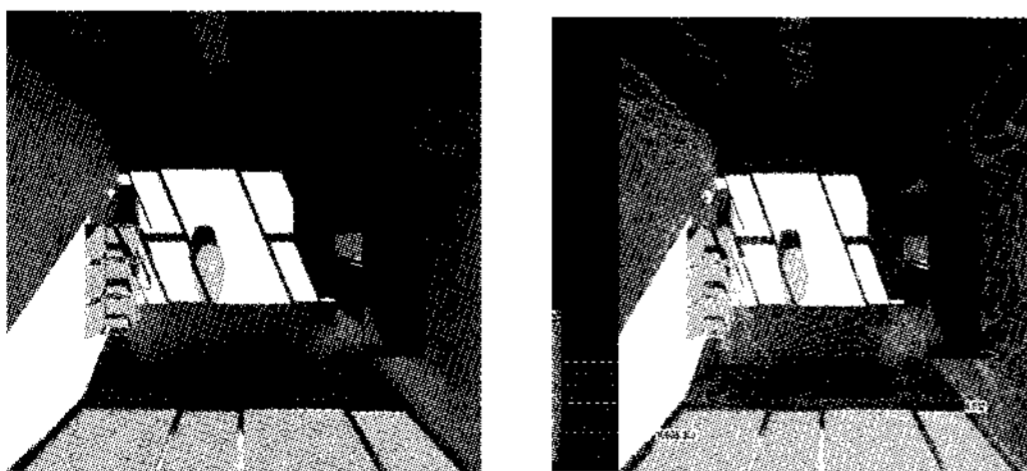


그림 1. RADIANCE 프로그램을 통한 시뮬레이션 이미지

2.1 주광성능 평가를 위한 모델주호의 개요

본 연구에서는 최근에 건설되고 있거나 건설예정인 탑상형 아파트의 최근 민영사례와 대한주택공사에서 공급한 아파트 사례(2000-2002)를 분석한 결과를 바탕으로 모델 주호 타입들을 A, B, C, D의 네 가지 타입으로 설정하였다. 또한 각각

의 모델의 창은 분석된 바와 같이 전창으로 하였으며, 컴퓨터 시뮬레이션의 기본 조건들은 표 1에 기술되어 있다. 표 1에 나타난 요소들의 조건은 IES Lighting handbook(1987)을 참고하여 설정하였다.

표 1. 모델 주호 타입들의 기본 구성 조건

요 소		조 건
방 위 천공조건 창투과율	거 실	서울소재 (N 37.6°, E 127.5) 담천공 및 청천공
	방 1	75%
	방 2	75%
	방 3	75%
	주 방	75%
실내반사율	천 장	60%
	내 벽	40%
	바 닥	30%
지면반사율		20%

3. 담천공시 주광 성능 평가

본 연구에서는 모델 주호 타입들에 대하여 주호의 방향을 남향으로 고정하여 최저 설계조건인 담천공시의 실내 주광성능 평가를 수행하였다. 담천공시의 외부조도는 18000 lx로 설정하였다.

3.1 모델 A의 주광성능 평가

컴퓨터 시뮬레이션을 위하여 도면을 간략화한 모델 A의 평면도와 조도계의 위치를 그림 2에 나타내었다. 모델 A는 거실, 주방과 방1, 방2, 방2-1이 개구부에 접해있는 형태로 주호의 2개의 면이 개구부로 계획되어졌다. 담천공시의 모델 A의 주광성능 평가에 있어 평가 지점은 그림 2와 같이 각 실의 중앙에서 개구부로부터 1m 간격으로 하여 평가하였다.

표 2에서 담천공시(외부조도 18000 lx) 조도계의 위치에 따른 각 실별 실내조도와 주광률을 나타내었으며 그림 3은 주광률을 그래프로 나타낸 것이다.

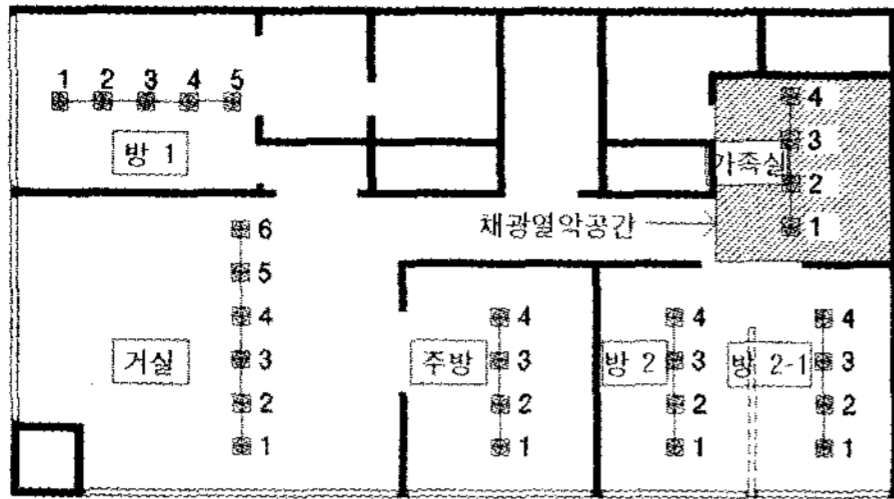


그림 2. 모델 A의 평면도 및 센서설치 위치

표 2. 조도계 위치에 따른 실내조도 및 주광률 (외부조도 18000 lx)

실구분	평가구분	조도계의 위치						평균
		1	2	3	4	5	6	
거실	실내조도	2345.6	1064.8	630.3	478.8	403.4	357.6	880.1
	주광률	13.0	5.9	3.5	2.7	2.2	2.0	4.9
방 1	실내조도	2211.4	992.4	533.2	327.8	226.6		520.0
	주광률	12.3	5.5	3.0	1.8	1.3		2.9
방 2	실내조도	2092.6	809.3	361.4	185.9			862.3
	주광률	11.6	4.5	2.0	1.0			4.8
방 2-1	실내조도	2036.5	790.2	325.7	172.1			831.1
	주광률	11.3	4.4	1.8	1.0			4.6
주방	실내조도	2147.6	893.8	426.4	261.2			932.3
	주광률	11.9	5.0	2.4	1.5			5.2
가족실	실내조도	34.5	21.3	15.2	21.2			23.0
	주광률	0.2	0.1	0.1	0.1			0.1

모델 A의 경우 가족실을 제외한 주거공간의 주요한 실들이 개구부와 면하고 있어 자연채광 조건은 양호하지만 거실, 방 1, 방 2, 방 2-1, 주방의 경우 권장 주광률 1 DF에 비해 평균 3~5배 높은 주광률로 평가되어 과도한 일사가 사입되는 것으로 평가되었다.

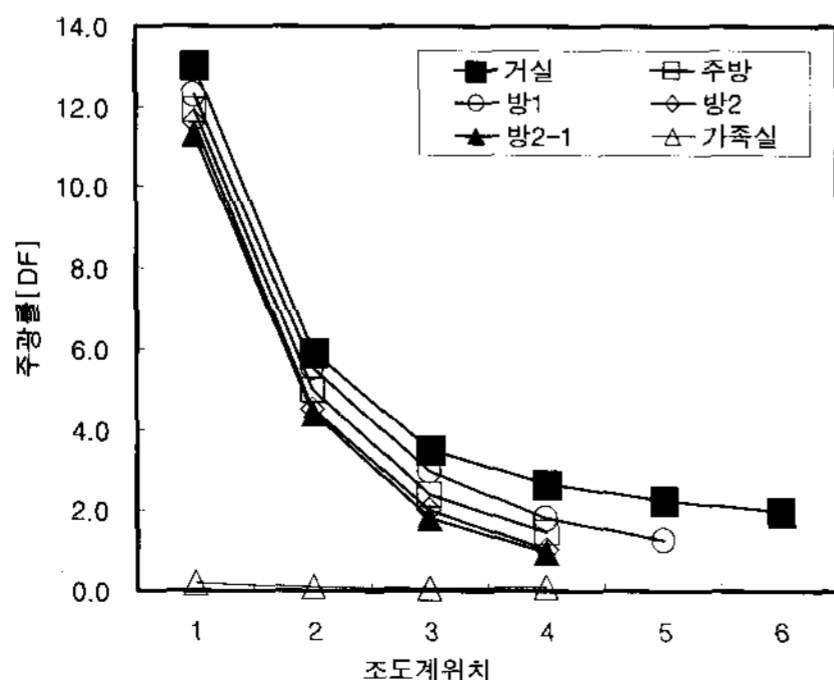


그림 3. 모델 A의 실내 주광률 분포

반면, 가족실은 채광이 매우 열악한 공간으로 주광률이 0.1 DF로 권장 주광률에 1/10의 주광률로 평가되었다. 이는 거실과 비교하여 97%가 감소된 것으로 평가되었다.

3.2 모델 B의 주광성능 평가

모델 B의 경우도 모델 A와 마찬가지로 주호의 2면이 개구부로 계획되어진 형태이다. 그림 4에 모델 B의 평면도와 조도계의 위치를 나타내었다.

실내조도는 창으로부터 1m 간격으로 측정하였으며 표 3, 그림 5에 초고층 주거건물 주호의 거실, 침실 및 부엌 등의 조도 및 주광률을 나타내었다.

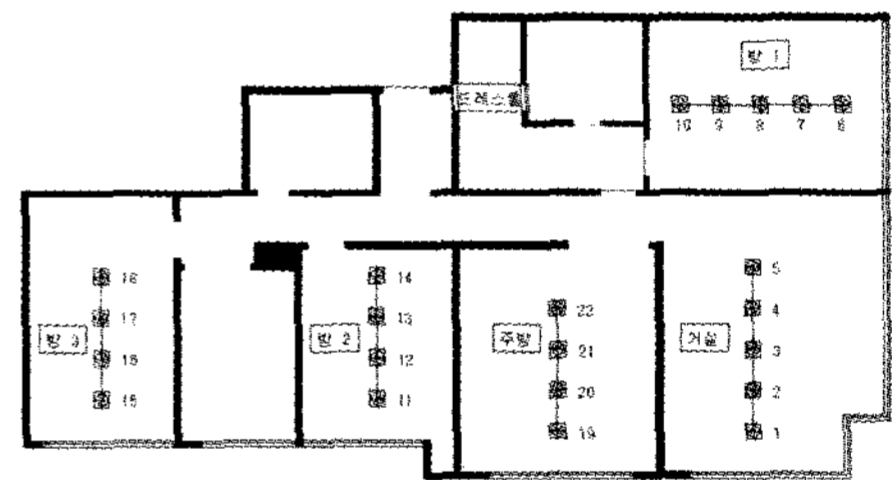


그림 4. 모델 B의 평면도 및 센서설치 위치

평가 결과, 개구부와 접한 거실, 방 1, 방 2, 방 3, 주방의 경우 권장 주광률에 비해 평균 4~8배 높은 주광률로 평가되어 과도한 일사 사입으로 냉방 에너지의 손실이 클 것으로 판단되었다.

표 3. 조도계 위치에 따른 실내조도 및 주광률 (외부조도 18000 lx)

실구분	평가구분	조도계의 위치					평균
		1	2	3	4	5	
거실	실내조도	2703.0	1573.6	1164.1	971.2	822.0	1446.8
	주광률	15.0	8.7	6.5	5.4	4.6	8.0
방 1	실내조도	2211.3	1041.3	633.4	393.5	333.3	922.6
	주광률	12.3	5.8	3.5	2.2	1.9	5.1
방 2	실내조도	1745.4	622.4	293.5	175.9		709.3
	주광률	9.7	3.5	1.6	1.0		3.9
방 3	실내조도	1991.9	739.3	331.8	172.0		808.8
	주광률	11.1	4.1	1.8	1.0		4.5
주방	실내조도	1975.7	805.0	350.2	191.1		830.5
	주광률	11.0	4.5	1.9	1.1		4.6

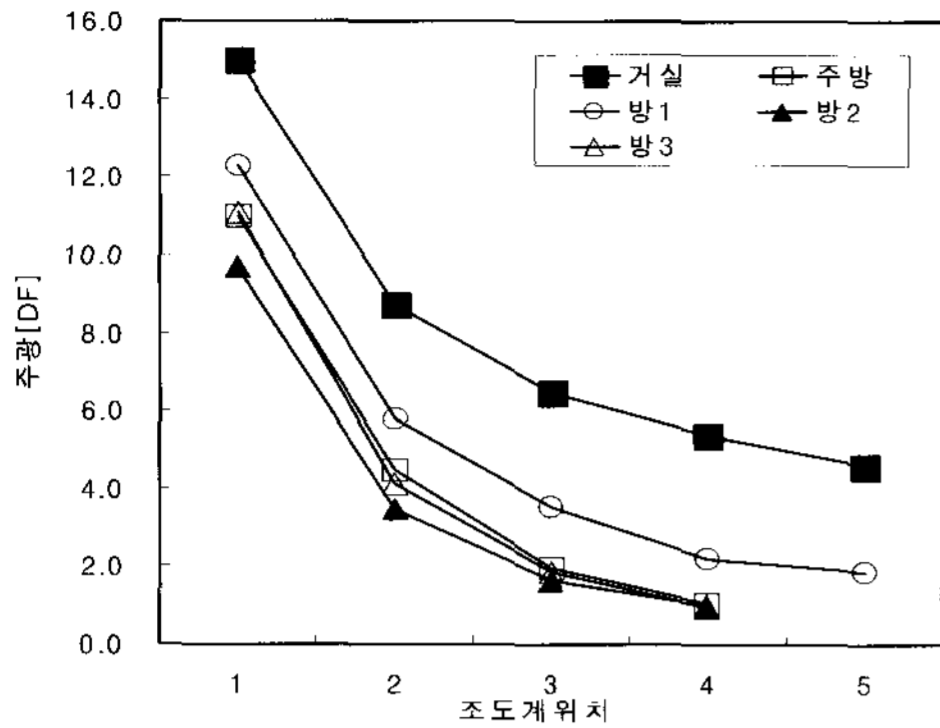


그림 5. 모델 B의 실내 주광률 분포

특히, 거실의 경우, 다른 실과 달리 2면이 접해있어 주광률이 최대 15 DF에서 최저 4.6 DF로 평균 8.0 DF로 평가되었다.

3.3 모델 C의 주광성능 평가

그림 6은 모델 C의 평면도 및 조도계의 위치를 나타낸 것이다. 그림과 같이 모델 C는 이전의 A와 B의 모델과 달리 개구부가 거실, 방 1, 방 2의 1면에 계획되어진 형태이다. 평가 결과는 표 4와 그림 7에 나타나 있다. 모델 C의 거실의 경우 최대 11.4 DF의 주광률과 평균 3.9 DF로 권장 주광률의 약 4배 증가한 것으로 평가되었다.

방 1과 방 2는 각각 4.1, 4.9 DF로 권장 주광률의 약 4~5배 높은 주광률을 보이고 있다.

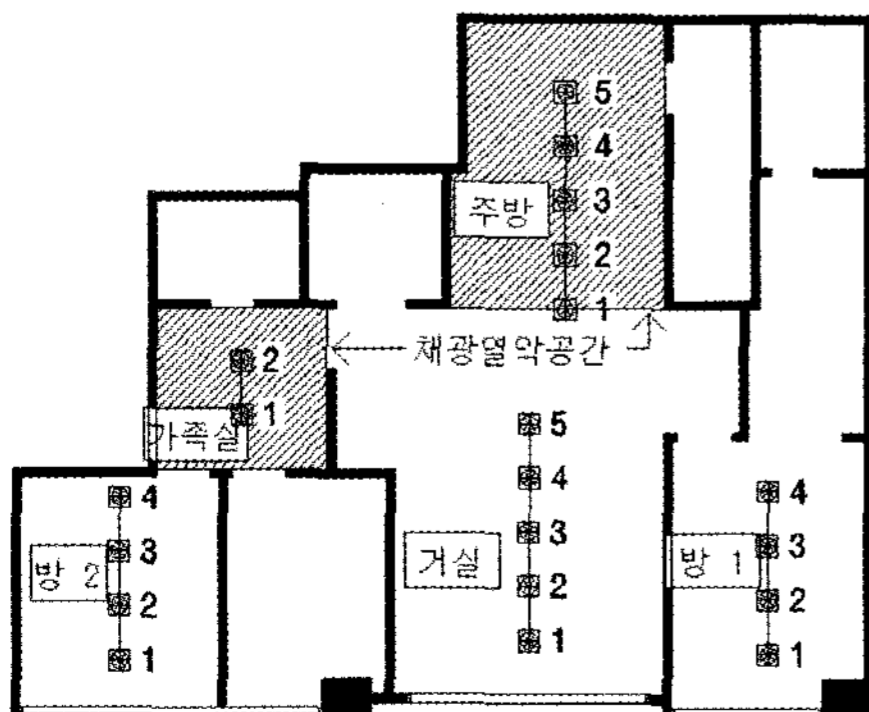


그림 6. 모델 C의 평면도 및 센서설치 위치

표 4. 조도계 위치에 따른 실내조도 및 주광률 (외부조도 18000 lx)

실구분	평가구분	조도계의 위치					평균
		1	2	3	4	5	
거실	실내조도	2052.4	819.1	365.6	187.2	117.7	708.4
	주광률	11.4	4.6	2.0	1.0	0.7	3.9
방 1	실내조도	1875.7	689.1	275.4	135.9		744.0
	주광률	10.4	3.8	1.5	0.8		4.1
방 2	실내조도	2045.1	796.4	374.3	285.4		875.3
	주광률	11.4	4.4	2.1	1.6		4.9
주방	실내조도	40.1	25.8	12.4	9.7	7.4	19.1
	주광률	0.2	0.1	0.1	0.1	0.04	0.1
가족실	실내조도	45.5	27.5				36.5
	주광률	0.3	0.2				0.2

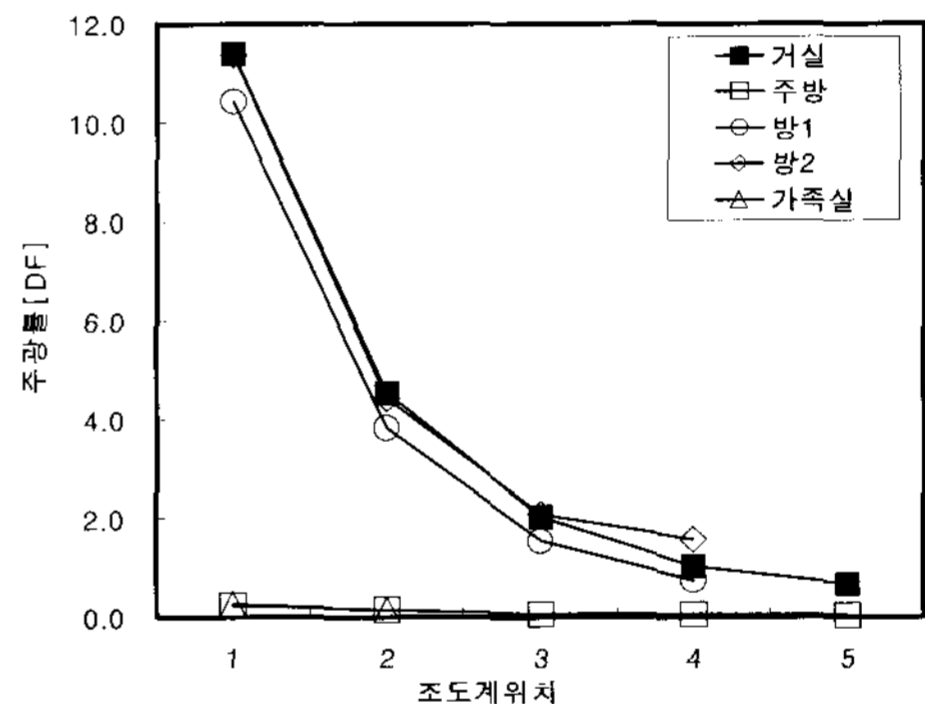


그림 7. 모델 C의 실내 주광률 분포

이와는 반대로 주방과 가족실의 경우는 최대 0.2~0.3 DF의 주광률을 나타냈으며 평균 0.1~0.2 DF로 평가되었다. 이는 부엌의 권장 주광률 기준 1 DF의 1/10 수준으로 일조환경이 매우 열악한 것으로 평가되었다.

3.4 모델 D의 주광성능 평가

담천공시의 모델 D에 대한 주광성능 평가를 실시하였다. 그림 8은 모델 D의 평면도와 그에 따른 조도계의 위치를 나타낸 것이다. 개구부의 위치는 모델 C와 같이 1면에만 계획되어진 형태이다. 이에 따른 실내 조도 및 주광률은 표 5와 그림 9에 나타나 있다.

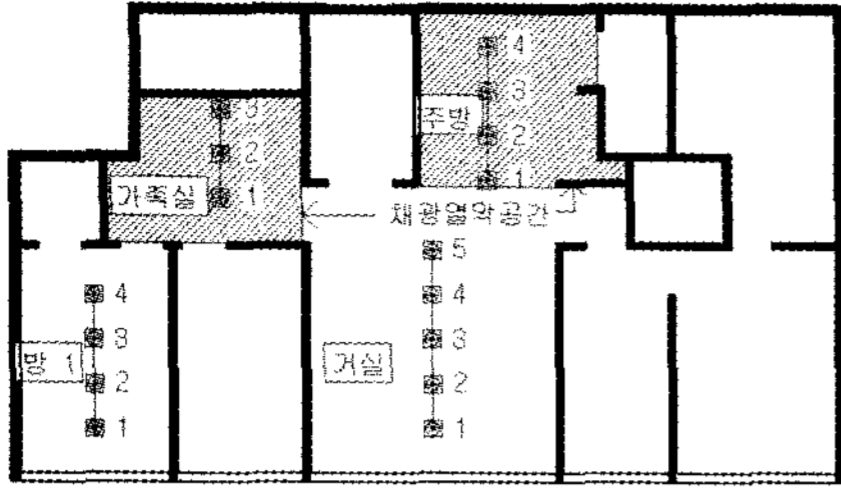


그림 8. 모델 D의 평면도 및 센서설치 위치

표 5. 조도계 위치에 따른 실내조도 및 주광률 (외부조도 18000 lx)

실구분	평가구분	조도계위치					평균
		1	2	3	4	5	
거실	실내조도	3092.8	1392.0	735.3	431.9	281.7	1186.7
	주광률	17.2	7.7	4.1	2.4	1.6	6.6
방 1	실내조도	2910.5	1183.6	608.03	367.6		1267.5
	주광률	16.2	6.6	3.4	2.0		7.0
가족실	실내조도	55.0	53.7	39.8			49.5
	주광률	0.3	0.3	0.2			0.3
주방	실내조도	121.6	82.4	53.6	41.0		74.7
	주광률	0.7	0.5	0.3	0.2		0.4

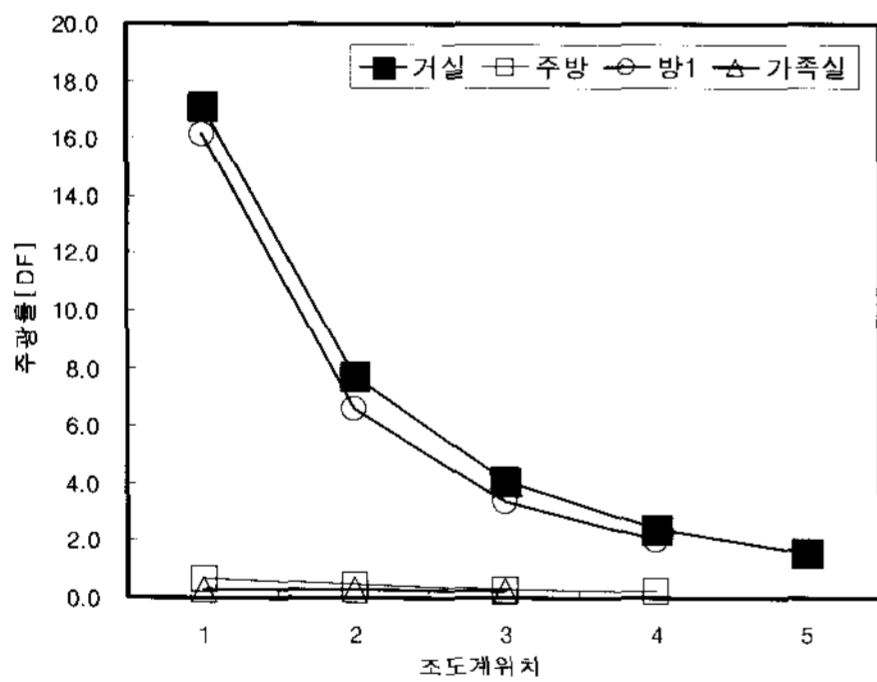


그림 9. 모델 D의 실내 주광률 분포

평가 결과, 거실의 경우 최대 17.2 DF의 주광률이 평가되었으며, 평균 6.6 DF로 권장 주광률 1 DF에 비해 6배 높은 것으로 평가되었다.

방 1의 경우도 최대 16.2 DF, 평균 7.0 DF로 권장주광률에 7배 높은 수준으로 평가되었다. 반면, 가족실과 주방의 경우 각각 0.3 DF, 0.4 DF로 열악한 주광조건으로 이는 거실에 비해 각각 약 95%, 94%가 감소한 것으로 평가되었다.

3.4 소결

평가 결과, 담천공시의 주광레벨은 전체 모델에서 거실창 부근에서 11.4~17.1 DF들을 나타냈으며 거실 창호로부터 5m~6m 부근에서 0.7~4.6 DF를 기록하였다. 상기의 조도수준들의 평균은 현재의 주광기준(거실: 1 DF(Daylight Factor:외부조도에 대한 내부조도의 권장비율(%))과 비교하여 볼 때 최저 요구 수준에 3.9~8.0배 이상 높은 값들이다. 초고층 주거건물 주호에서 실내측 공간의 채광성능 부족을 보완하기 위해 건물의 향과는 상관없는 창면적비의 최대 증가는 냉·난방부하의 증가 또한 일으키고 있다 또한, 창 측의 과도한 채광으로 인한 과도한 일사사입에도 불구하고 주호 내측에 면한 실에서는 주광률이 0.1~0.4 DF의 분포를 이루어 채광성능이 열악한 것으로 평가되었다.

4. 청천공(Clear Sky+Sun)시 모델 D의 항별 주광성능 평가

초고층 주상복합 아파트의 경우 주동형식이 박스형의 타워형태로 계획됨에 따라서 북, 서 주호의 발생으로 주거 공간의 채광 및 일조의 문제점이 발생한다. 즉, 주호의 향에 따라서 자연채광이 미비한 주호 공간이 발생하게 된다. 따라서 본 장에서는 향에 따른 주호의 채광 및 일조를 평가하기 위하여 모델 D의 항별 주광성능을 평가하였다. 평가할 방향은 동, 서, 남, 북향이며 춘분(3월21일), 하지(6월21일), 동지(12월21일)시에 2시간 간격으로 10~16시 동안을 평가하였으며 천공조건은 직사일광이 포함된 청천공으로 시행하였다.

4.1 춘분의 항별 주광성능 평가

평가 대상은 그림 8에 나타난 모델 D로 외부 조도에 따른 방향별 거실의 실내평균조도를 그림 10에 나타내었다.

춘분의 평가 결과, 남향의 경우 평균 11,213 lx로 평가되었다. 서향의 경우 평균 4,677 lx로 남향에 비해 약 58%가 감소하는 반면, 16시의 경우 15,751 lx로 과도한 일사가 사입되는 것으로 평가되었다.

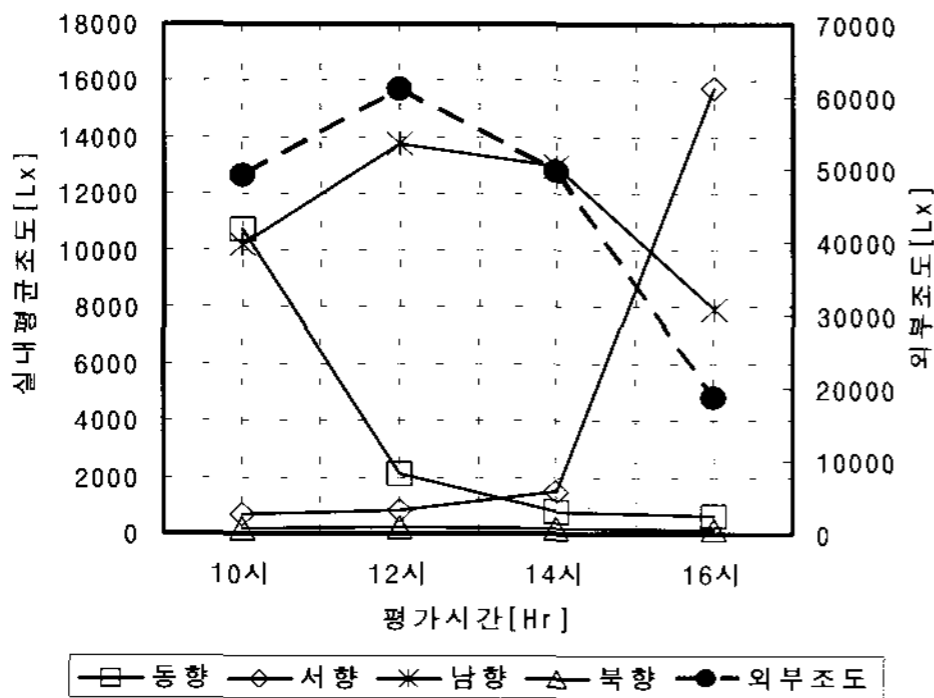


그림 10. 춘분(3월21일) 향별 조도분석

동향의 경우 평균 3,568 lx로 남향에 비해 약 68%가 감소하였으며 북향의 경우 평균 713 lx로 남향에 비해 약 94%가 감소하여 북향의 경우 실내 일조환경 및 채광성능이 매우 미흡한 것으로 평가되었다.

4.2 하지의 향별 주광성능 평가

모델 D의 하지의 방위에 따른 주광성능을 평가하였다.

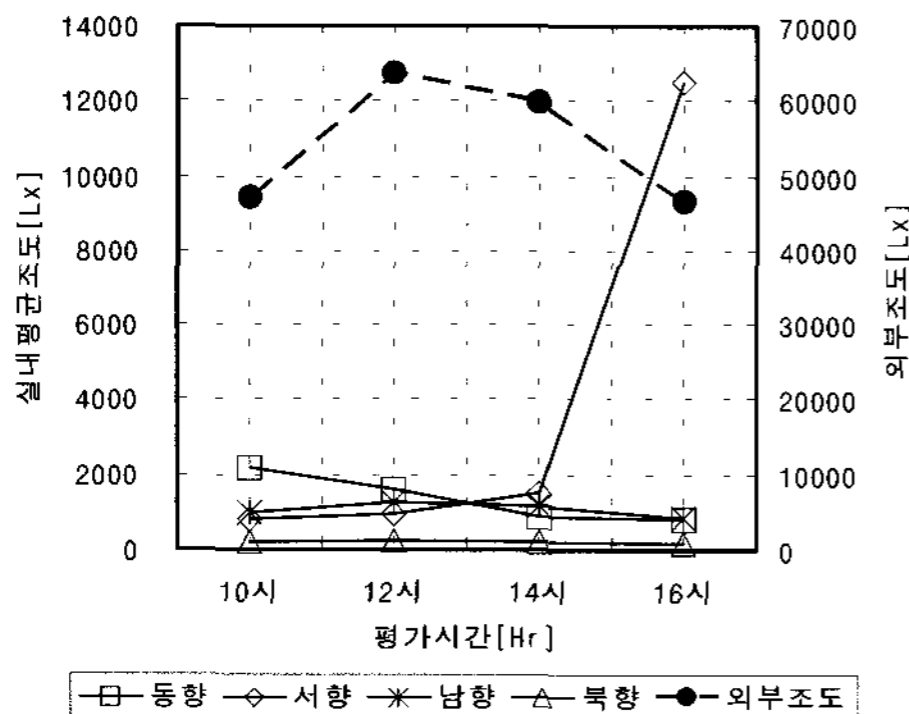


그림 11. 하지(6월21) 향별 조도분석

하지의 주호의 방향별 평가 결과를 그림 11에 나타내었다. 하지의 경우 태양의 고도가 높아 다른 절기에 비해 낮은 조도 분포를 보이고 있다. 그 중 남향의 경우 실내 평균 조도는 1,058 lx로 평가되는 반면 서향의 평균 3,940 lx로 남향보다 약 4배 높아 평가 방위중 가장 높은 것으로 평가되어 하지사 냉방 에너지의 손실이 우려된다.

특히, 16시에 실내 평균조도가 12,510 lx로 서향에서 과도한 일사가 사입되는 것으로 평가되었다. 동향의 경우 평균 1,357 lx, 북향의 경우 평균 1,041 lx로 평가되었다.

4.3 동지시의 향별 주광성능 평가

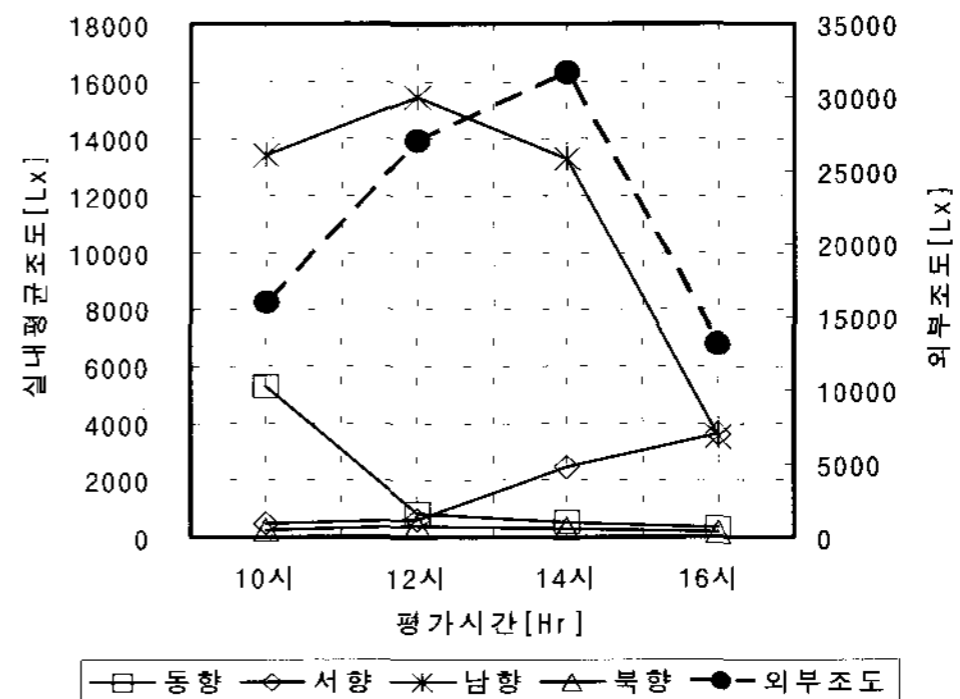


그림 12. 동지(12월21일) 향별 조도분석

남향의 경우 대부분의 방위와 달리 평균 1,1419 lx로 평가되어 동지의 난방 에너지에 효과적일 것으로 판단된다. 동향과 서향의 경우 각각 평균 1,760 lx, 1,800 lx로 평가 되어 남향에 비해 약 84% 감소한 것으로 나타났다. 특히, 북향의 경우 평균 578 lx로 남향에 비해 약 95% 감소하여 어둡고, 동지사 난방 에너지의 손실이 매우 클 것으로 평가되었다.

5. 결론

본 연구에서는 초고층 주상복합 아파트의 네

가지의 평면 형태를 모델 타입으로 선정하여 실내 주광 성능을 평가하였다. 각각의 모델에 대하여 담천공시의 주광률을 평가한 결과 주광레벨은 전체 모델에서 현재의 주광기준(거실기준 : 1 ;DF)과 비교하여 볼 때 최저 요구 수준에 3.9~8.0배 이상 높은 주광률로 평가되었다. 반면 주호 내측에 면한 실에서는 주광률이 0.1~0.4 DF의 분포를 보이고 있어 채광성능이 열악한 것으로 평가되었다. 특히, 모델 C와 D의 경우, 모델 A와 B와는 달리 개구부가 주호의 1면에만 계획되어 있어 주방의 주광률이 각각 0.1 DF, 0.4 DF로 권장 주광률(1 DF)에 1/10, 1/4 배 수준으로 평가되었다. 다음으로 직사일광이 포함된 청천공시 모델 D의 방위별 실내평균 조도를 분석한 결과, 춘분과 동지시 북향의 경우 남향의 실내평균조도보다 94~95% 낮게 나타나 어둡고, 조명 및 난방에너지의 손실이 큰 것으로 평가되었다. 또한, 하지시에는 서향의 실내 평균조도가 3,940 lx로 평가되어 남향의 1,058 lx보다 약 4배 높게 평가되어 서향의 주호에서 과도한 주광 및 일사가 사입되는 것으로 평가되었다. 즉, 실내 거실의 기준조도를 200 lx로 설정하였을 경우 약 20배의 일사가 사입되었다.

이와 같은 결과로 볼 때 동, 서, 남, 북측 주호

의 창호 설계시 채광을 위한 적정조도 수준을 만족하는 범위 내에서 열적성능의 열악 방지를 위하여 창호면적, 투과율, 차폐장치 등을 조절할 필요가 있다. 특히, 주상복합 아파트의 서측 및 북측 주호의 경우 일사 및 채광적인 측면에서 취약한 것으로 평가되어 초고층 아파트의 설계시 채광 및 일사 성능의 최적화를 위한 외피성능의 향상이 이루어져야 한다.

후 기

이 연구는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 2003년도 건설 핵심 기술 연구 개발 사업(C103A10 40001-03A0204-00310)에 의하여 수행되었음

참 고 문 헌

1. 김강수외, 건축환경학, 문운당
2. 정창용외, 세계 주요도시의 초고층 주거건축 건설동향 및 특성비교, 대한건축학회논문집계획, 2005. 12
3. Jone E. Kaufman, IES lighting handbook, Reference Volume, IESNA, 1984, S-1, 2