

[논문] 한국태양에너지학회 논문집

Journal of the Korean Solar Energy Society

Vol. 26, No. 3, 2006

도서관 열람공간의 방위 및 루버시스템에 따른 주광성능 평가

박주현*, 김강수**

*고려대학교 대학원 건축공학과(jh_park0827@korea.ac.kr),

**고려대학교 건축공학과 교수(kskim@korea.ac.kr)

An Evaluation of Daylight Performance in the Reading Room of a Library according to Different Azimuths and Louver Systems

Park, Joo-Hyun*, Kim, Kang-Soo**

*Dept. of Architectural Engineering, Graduate School, Korea University(jh_park0827@korea.ac.kr),

**Prof., Dept. of Architectural Engineering, Korea University(kskim@korea.ac.kr)

Abstract

Recently, various kinds of daylight system are recognized as an important and useful strategy in energy-efficient building designs. However, a large amount of direct sunlight can make many problems. Therefore, it is necessary to control daylighting through louver systems for high quality visual environment. The purpose of this study is to analyze daylighting performance in the reading room of a library according to different azimuths and louver systems. The results evaluated daylight performance based on the RADIANCE lighting software.

Keywords : 방위(Azimuths), 루버(Louver), 주광성능(Daylight Performance)

1. 서론

건축물에서 자연채광계획은 공간의 질을 향상시키고 외관의 심미성을 증대시킬 뿐만 아니라 인

공조명의 대체에 의한 에너지 절약과 더불어 재실자로 하여금 쾌적성과 개방성을 느끼게 한다. 따라서 적절한 자연광의 이용으로 인하여 양질의 시환경을 확보하기 위해서는 계획 초기 단계에서부터

접수일자:2006년 7월 5일, 심사완료일자:2006년 9월 15일

고려되어야 한다.

특히 자연채광계획의 가장 큰 문제점으로 지적되고 있는 과도한 직사일광의 사입은 냉방부하의 증가와 불쾌현황과 불능현황 등 작업자의 능률을 저하시키는 요인을 제공하기 때문에 도서관이라는 한정된 공간에서는 각별한 주의가 필요하다. 그러므로 자연광의 양과 질을 적절히 조절할 수 있도록 루버와 같은 일사조절장치를 도입함으로써 실내의 시환경을 향상시킬 수 있을 것이다.

일사조절장치로는 수직, 수평, 격자 형태의 루버나 핀 등이 일반적으로 많이 사용되고 있으며 계획자의 의도에 따라 다양한 형태로 나타난다. 하지만 효과적인 차양을 위해서는 건물의 향과 개구부의 형태 등에 따른 영향을 고려하여 적합한 대안이 도출되어야 한다.

본 연구에서는 대상공간에 대하여 전면창에 대한 직사일광의 사입면적비(이하 일사면적비)와 주광률 및 실내의 조도분포를 산출하였으며 그에 따른 대안으로써 일반적으로 사용되고 있는 루버 형태인 수직루버와 수평루버 및 격자루버를 각각 다른 방위로 배치하여 다양한 조건에서의 주광성능을 종합적으로 평가하고자 한다.

2. 사례 대상 공간 및 입력 조건

2.1 사례 대상 공간의 개요

사례 대상 공간은 지하 1층, 지상 2층, 연면적 2600m² 규모의 도서관 건물로서 전면의 창을 통해 과도한 직사일광의 사입이 우려된다. 1층 중

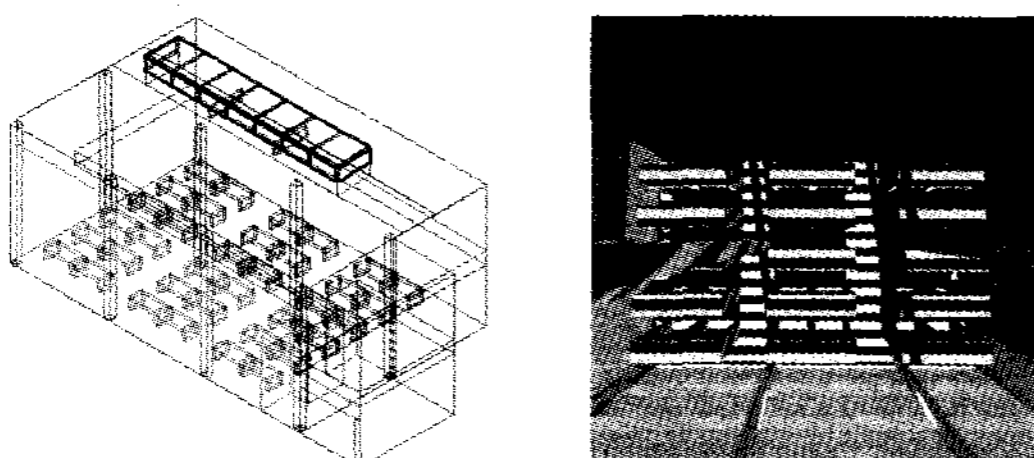


그림 1. 대상공간의 기본 모델 및 시뮬레이션 이미지

합자료실과 2층 멀티미디어실은 오픈 된 공간으로서 전체 형태를 시뮬레이션 하였다.

시뮬레이션 기본 모델을 그림 1과 같이 열람공간만으로 단순화 하였으며 실내 주광성능 평가를 위하여 Radiance 프로그램을 이용하였다.

2.2 입력조건

본 연구에서는 천공조건을 담천공 및 직사일광이 포함된 청천공으로 한정하였으며 시뮬레이션 입력 조건은 표 1과 같다. 천청공시의 평가 시간은 춘분(3월 21일), 하지(6월 21일), 추분(9월 21일), 동지(12월 21일)를 기준으로 10시, 12시, 14시, 16시의 결과 값을 이용하였다. 변수로써 방위를 남향, 서향, 동향으로 분류하고 각 방위에 따라 수평루버, 수직루버, 그리고 수평·수직이 조합된 격자루버로 구분하였다.

또한 수직루버와 수평루버의 경우 차양 돌출 길이를 50cm, 100cm, 150cm로 설정하였으며 돌출길이 만큼 간격을 띄워 설치하였다. 격자루버는 수직과 수평의 돌출길이 및 설치 간격을 50cm로 하였다. 조도 측정은 그림 2와 같이 대상 공간을 100cm 간격으로 나누고 작업면 높이는 80cm를 기준으로 하였다.

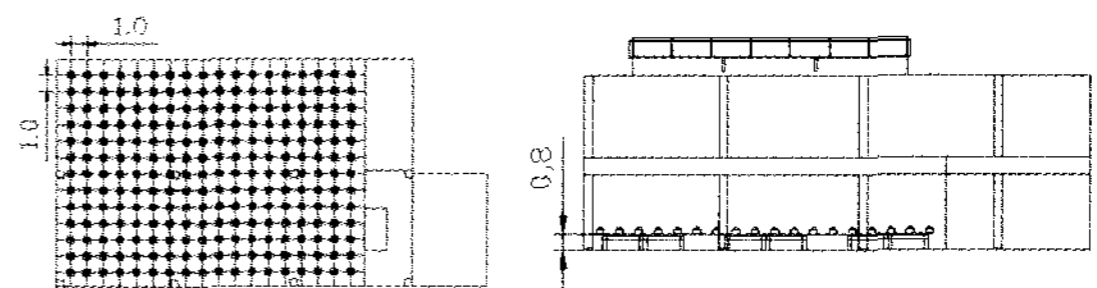


그림 2. 조도 센서 위치

표 1. 대상공간의 시뮬레이션 입력 조건

구분	조건
규모	21.6m×13.8m×9m
창면적	20.7m×7.9m
창투과율	50%
반사율	천장 70%, 벽 50%, 바닥 30%, 책상 35%, 루버 15%
측정점	간격: 100cm, 높이: 80cm
천공조건	담천공, 청천공(Clear sky +Sun)
평가시간	10시, 12시, 14시, 16시

3. 루버시스템에 따른 직사일광 제어 평가

실내로 사입되는 직사일광에 의한 주광성능을 평가하기 위하여 전면창의 면적에 대한 일사면적 비율을 산출하여 각 루버 설치에 따른 직사일광 제어 효과를 평가하였다. 본 도서관 사례에서는 열람 공간이므로 3~9월까지의 직사일광의 적극적인 차폐가 바람직하다.

3.1 남향의 루버시스템별 직사일광 제어 평가

그림 3은 루버시스템별 춘·추분, 하지, 동지시의 전면창에 대한 일사면적비를 그래프로 나타내었으며 본문에서는 루버길이 50, 100, 150cm의 평균값을 기술하였다.

전면창이 남향을 향하고 있기 때문에 루버가 설치되어 있지 않은 경우에는 일사면적비가 77.5(하지)~98.8%(동지)의 분포를 나타내고 있으며 연평균 92.6%를 나타내었다. 따라서 차양 시스템이 없는 경우에는 실내로의 과도한 직사일광의 사입이 우려된다.

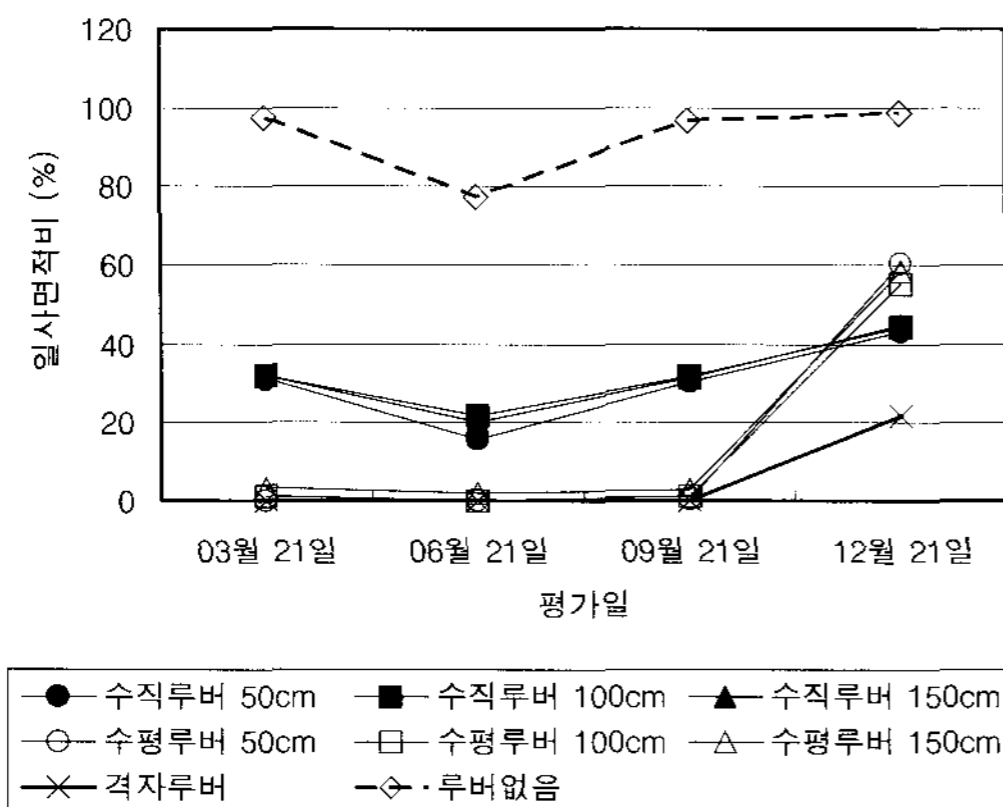


그림 3. 남향의 루버시스템에 따른 일사면적비

그에 따른 대안으로서 수직루버를 설치하였을 경우 일사면적비가 19.3(하지)~44%(동지)의 분포를 나타내고 있으며 연평균 31.5%를 나타내었다. 따라서 수직루버는 루버가 설치되지 않은 경

우보다 61.1%의 일사면적비가 감소되는 것으로 평가되었다.

수평루버의 경우 직사일광의 사입 면적이 0.7(하지)~58%(동지)의 분포를 나타내어 연평균 15.4%로 일사면적비가 상당히 감소함을 알 수 있다. 따라서 루버가 설치되지 않은 경우보다 77.2%의 일사면적비 저감 효과가 있다.

수평루버와 수직루버의 연간 일사면적비는 50, 100, 150cm 모두 평균하였을 경우 수평루버(15.4%)가 수직루버(31.5%)를 설치하였을 때 보다 차폐효과가 16.1% 더 우수한 것으로 평가되었다.

격자루버의 경우에는 춘·추분과 하지의 일사면적비가 0을 나타내고 동지시에는 21.9%로 연평균 5.5%으로 평가되어 직사일광의 사입을 최대한 억제함을 알 수 있다.

루버의 돌출길이의 변화에 따른 영향은 매우 적은 것으로 판단된다.

3.2 서향의 루버시스템별 직사일광 제어 평가

그림 4는 절기별 루버시스템에 따른 일사면적비를 그래프로 나타낸 것이며 본문에서는 루버길이 50, 100, 150cm의 평균값을 평가하여 기술하였다.

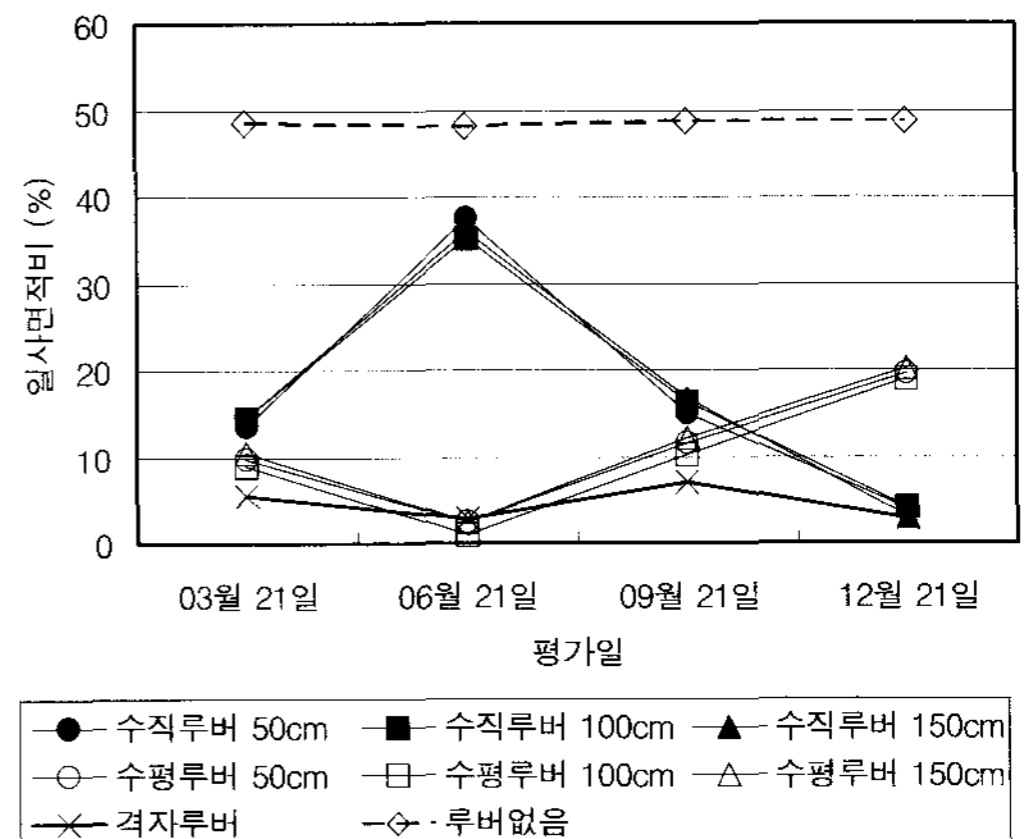


그림 4. 서향의 루버시스템에 따른 일사면적비

그림 4에서 루버가 설치되어 있지 않은 경우에는 일사면적비가 48.3(하지)~48.9%(동지)로 연평균 48.6%를 나타내어 남향에 비해 직사일광의 영향이 적은 것을 알 수 있다.

수직루버를 설치하였을 경우 일사면적비가 3.7(동지)~36.2%(하지)의 분포를 나타내고 있으며 연평균 17.5%를 나타내었다. 따라서 수직루버는 루버가 설치되지 않은 경우보다 31.1%의 일사면적비가 감소되는 것으로 평가되었다.

수평루버의 경우 1.9(하지)~19.6%(동지)의 일사면적비를 나타내고 있으며 연평균 10.7%의 직사일광이 사입되는 것을 알 수 있다. 따라서 수평루버는 루버가 설치되지 않은 경우보다 37.9%의 일사면적비 저감 효과가 있다.

수평루버와 수직루버의 연간 일사면적비는 50, 100, 150cm 모두 평균하였을 경우 수평루버(10.7%)가 수직루버(17.5%)를 설치하였을 때보다 차폐효과가 다소 우수(6.8%)한 것으로 평가되었다.

격자루버의 경우에는 춘·추분에는 6.3%, 하지와 동지에는 각각 2.8%를 나타냄으로서 가장 성능이 우수하며 상당량의 일사가 차단되는 것을 알 수 있다.(평균 4.1%)

춘·추분시 루버가 설치되지 않을 때와 비교하여 50~150cm의 수직루버와 수평루버를 설치하였을 경우 평균 일사면적비는 각각 33.5%와 38.1%가 감소하여 큰 차이를 보이지 않으나 하지시에는 수평루버의 평균 일사면적비가 1.9%를 나타내어 루버가 없는 경우보다 46.4%의 일사를 차단함으로써 차폐효과가 큰 것으로 평가된다.

그러나 동지에는 낮은 고도로 인하여 일사면적비가 19.6%를 나타냄으로서 하지에 비해 차폐효과가 미약함을 알 수 있다. 이 경우에도 루버의 돌출길이의 변화에 따른 영향은 매우 적은 것으로 판단된다.

3.3 동향의 루버시스템별 직사일광 제어 평가

그림 5는 절기별 전면창에 대한 일사면적비를 그래프로 나타내었다.

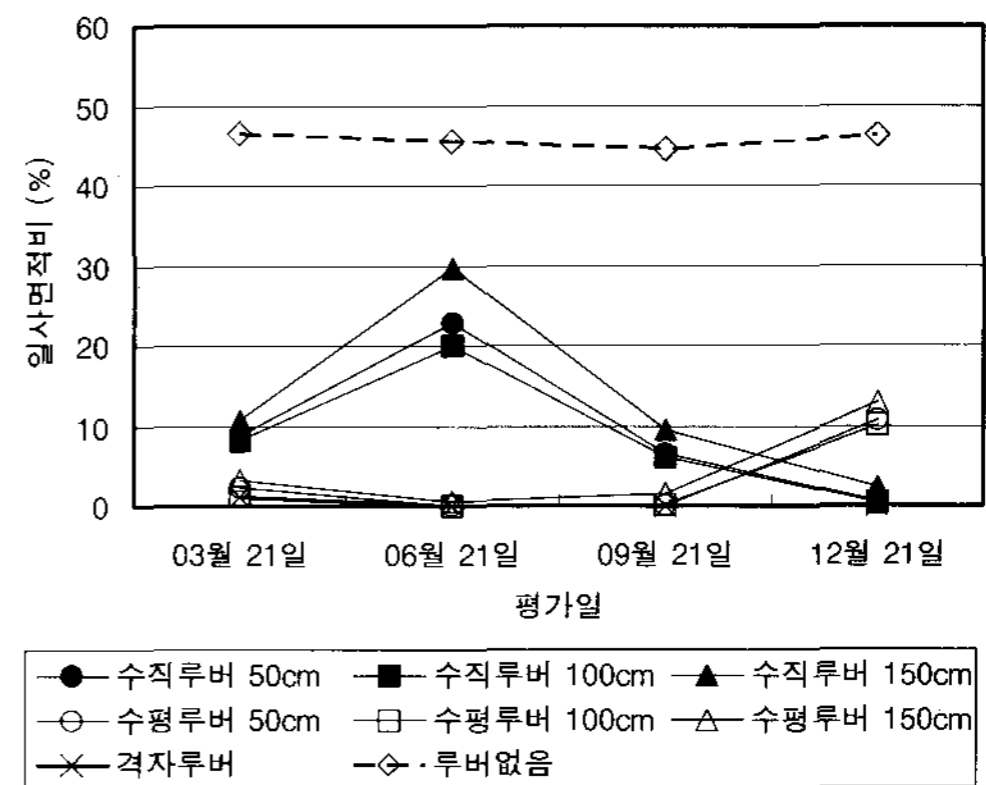


그림 5. 동향의 루버시스템에 따른 일사면적비

루버가 설치되어 있지 않은 경우에는 일사면적비가 45.6(하지)~46.1%(동지)의 분포를 나타내고 있으며 연평균 45.7%를 나타내었다.

수직루버를 설치하였을 경우 일사면적비가 1(동지)~24.2%(하지)의 분포를 나타내고 있으며 연평균 10.4%를 나타내었다. 따라서 수직루버는 루버가 설치되지 않은 경우보다 35.3%의 일사면적비가 감소되는 것으로 평가되었다.

수평루버의 경우 직사일광의 사입면적이 0.1(하지)~11.2%(동지)의 분포를 나타내고 있으며 연평균 3.6%로 일사면적비가 상당히 감소함을 알 수 있다. 따라서 수평루버는 루버가 설치되지 않은 경우보다 42.1%의 일사면적비 저감 효과가 있다.

수평루버와 수직루버의 연간 일사면적비는 50, 100, 150cm 모두 평균하였을 경우 수평루버(3.6%)가 수직루버(10.4%)를 설치하였을 때보다 차폐효과가 다소 우수한 것으로 평가되었다.

격자루버의 경우에는 하지와 동지의 일사면적비가 0을 나타내고 춘·추분시에는 0.6%로 거의 전량의 직사일광을 차단 할 수 있었다.

하지시에는 수평루버의 경우 평균 일사면적비가 0.1%로 루버가 없는 경우보다 대부분의 일사를 차단함으로써 효과적인 차양 역할을 하는 것으로 평가된다.

그러나 동지시에는 낮은 고도로 인하여 일사면적비가 11.2%를 나타냄으로서 수직루버(0.1%)가 더 효율적으로 제어하고 있음을 알 수 있다.

4. 루버시스템에 따른 실내 주광률 평가

본 연구에서는 담천공사의 루버시스템에 따른 실내 주광성능을 평가하였다.

표 2. 루버시스템에 따른 조도값 및 주광률(담천공)

구분		루버 없음	수직 루버	수평 루버	격자 루버
춘·추분 (3월21일·9월21일)	외부조도(lx)	12429	12429	12429	12429
	실내조도(lx)	671.7	371.2	253.3	147.3
	주광률(%)	5.4	3.0	2.0	1.2
하지 (6월21일)	외부조도(lx)	15938	15938	15938	15938
	실내조도(lx)	861.7	476	324.4	189
	주광률(%)	5.4	3.0	2.0	1.2
동지 (12월21일)	외부조도(lx)	6918	6918	6918	6918
	실내조도(lx)	374	206.7	140.8	81.7
	주광률(%)	5.4	3.0	2.0	1.2
연평균 주광률(%)		5.4	3.0	2.0	1.2

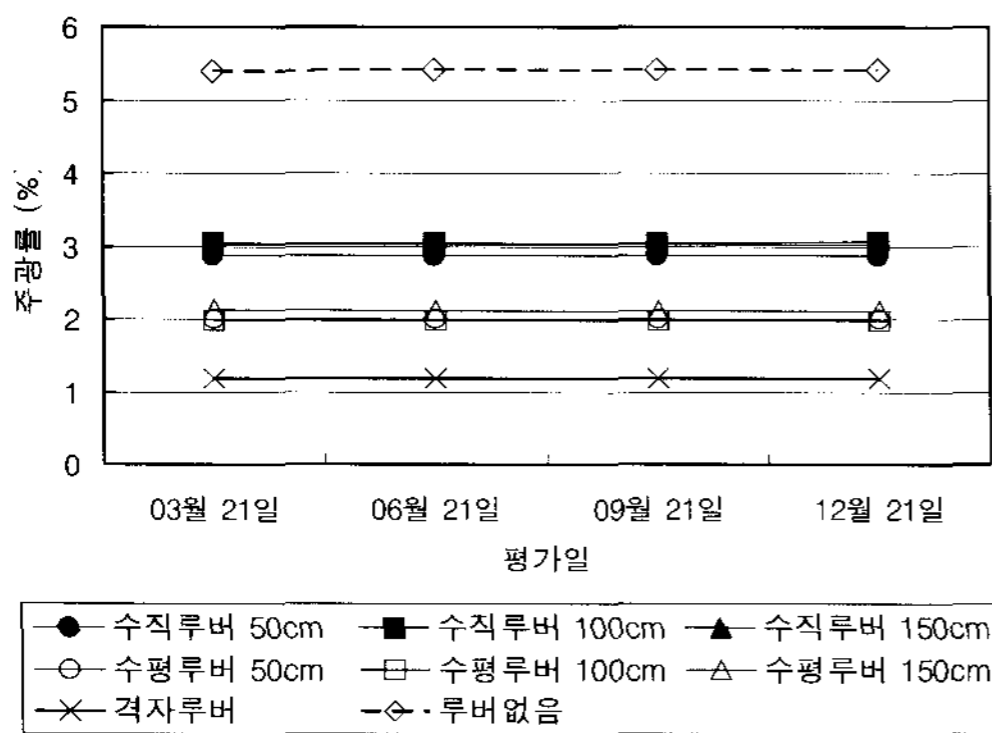


그림 6. 루버시스템에 따른 실내 주광률

표 2에서 담천공사의 외부조도와 실내조도 및 주광률을 나타내었으며 그림 6은 주광률을 그래

프로 나타낸 것이다. 표 2의 평가에서는 루버길이 50, 100, 150cm의 평균값을 기술하였다.

루버가 설치되어 있지 않은 경우에는 연평균 주광률이 5.4%로 도서관 열람실의 권장 주광률 2%¹⁾에 비해 약 2.7배 높은 것으로 평가되어 과도한 일사가 사입되는 것으로 판단된다.

수직루버를 설치하였을 경우 연평균 주광률은 3%를 나타내어 권장 주광률에 비해 다소 높은 것을 알 수 있다. 수평루버의 경우에는 연평균 2%의 주광률을 보이고 있어 권장 주광률을 만족하는 것으로 평가된다. 격자루버를 설치하였을 경우 연평균 주광률은 1.2%를 나타냄으로써 상당량의 일사는 차단되는 것을 알 수 있으나 권장 주광률에 비해 다소 낮은 것으로 평가된다.

5. 루버시스템에 따른 실내 주광성능 평가

도서관 열람공간의 경우 최저 300 lx에서 최고 600 lx로 평균 400 lx의 권장조도기준을 만족하여야 한다.¹⁾

5.1 남향의 루버시스템별 실내 주광성능 평가

그림 7은 절기별 루버시스템에 따른 실내 조도분포를 그래프로 나타낸 것이다.

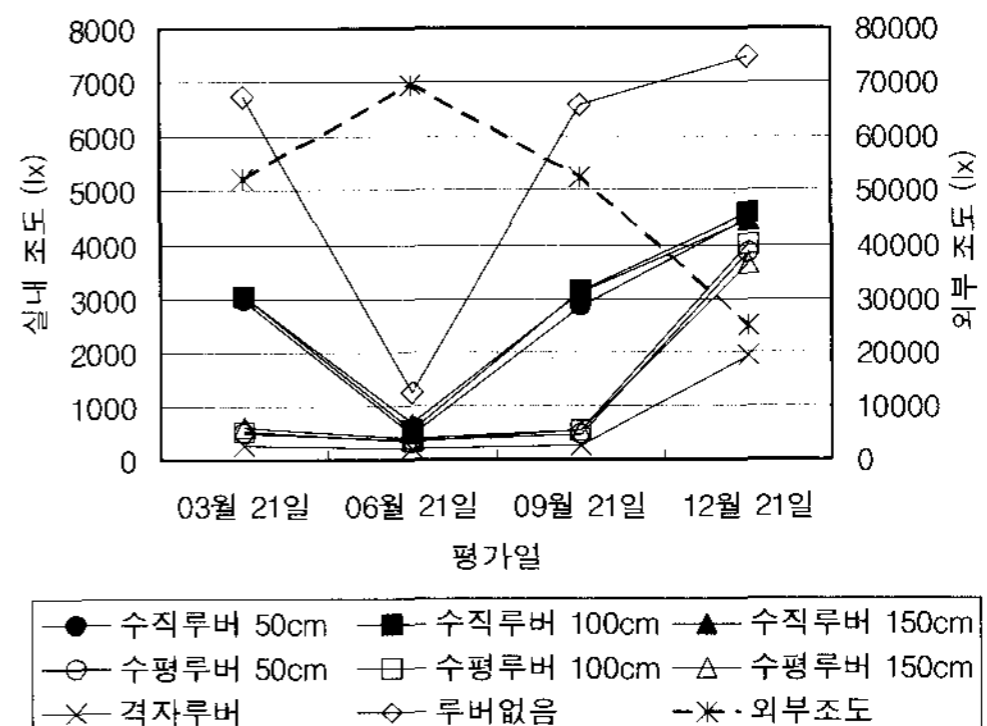


그림 7. 남향의 루버시스템에 따른 조도분석

루버가 설치되지 않은 경우 실내 연평균 조도

는 5511 lx를 나타내어 실내의 주광성능이 열악한 것으로 판단된다. 그에 따른 대안으로서 수직루버를 설치하였을 경우 연평균 2789 lx의 실내 조도를 나타내어 약 49%가 감소하였으며 수평루버의 경우 연평균 1317 lx로 약 76%가 감소하였다. 격자루버를 설치하였을 경우 연평균 669 lx를 나타내어 최대 권장조도기준 보다 다소 높게 평가되었다.

5.2 서향의 루버시스템별 실내 주광성능 평가

그림 8은 절기별 루버시스템에 따른 실내 조도 분포를 그래프로 나타낸 것이다.

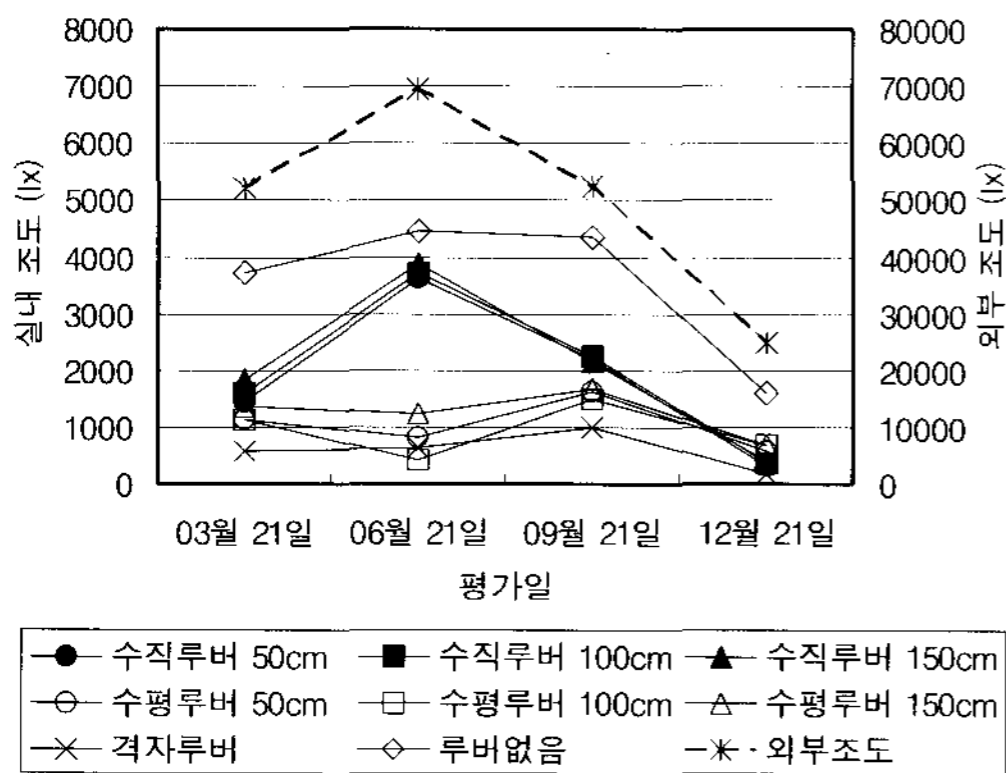


그림 8. 서향의 루버시스템에 따른 조도분석

루버가 설치되지 않은 경우 실내 연평균 조도는 3538 lx를 나타내어 실내의 주광성능이 열악한 것으로 판단된다. 그에 따른 대안으로서 수직루버를 설치하였을 경우 실내조도가 연평균 1983 lx를 나타내어 약 44%가 감소하였으며 수평루버의 경우 연평균 1067 lx로 약 70%가 감소하였다. 격자루버를 설치하였을 경우 실내조도는 연평균 595 lx를 나타냄으로써 권장조도기준을 대부분 만족하는 것으로 평가된다.

5.3 동향의 루버시스템별 실내 주광성능 평가

그림 9는 절기별 루버시스템에 따른 실내 조도

분포를 그래프로 나타낸 것이다.

루버가 설치되지 않은 경우 실내 연평균 조도는 2213 lx를 나타내어 실내의 주광성능이 열악한 것으로 판단된다. 그에 따른 대안으로서 수직루버를 설치하였을 경우 연평균 968 lx의 실내 조도를 나타내어 약 56%가 감소하였으며 수평루버의 경우 연평균 447 lx로 약 80%가 감소하였다. 격자루버를 설치하였을 경우 연평균 205 lx를 나타내어 최소 권장조도기준 보다 다소 적게 평가되었다.

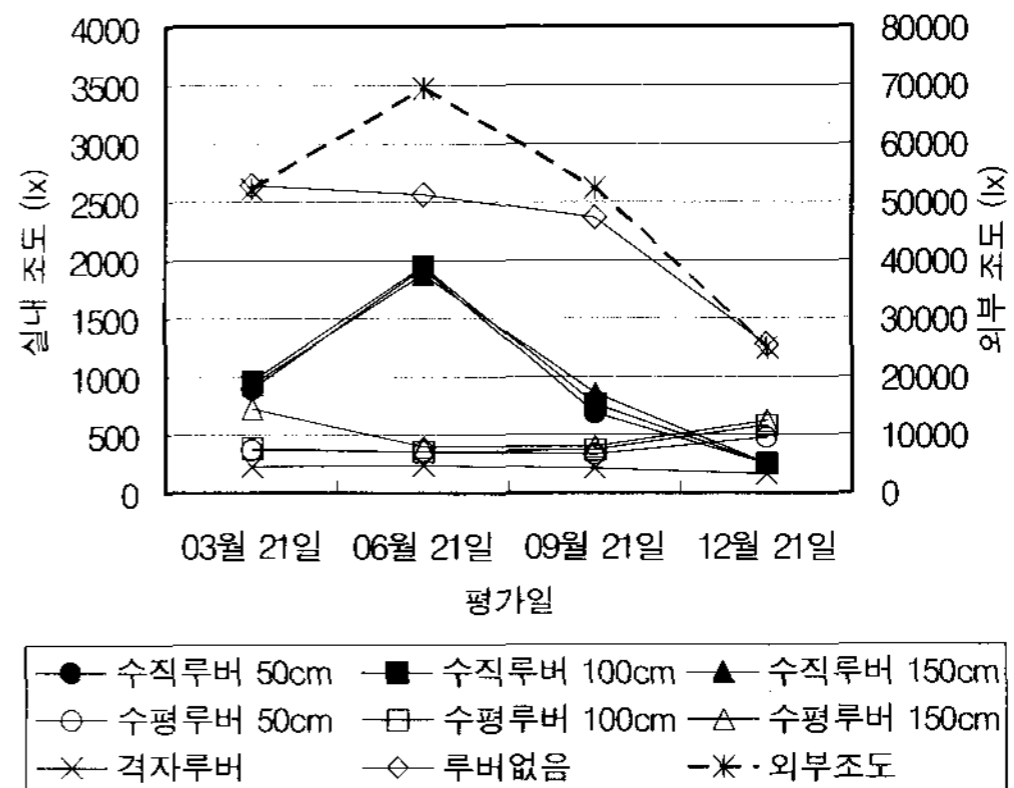


그림 9. 동향의 루버시스템에 따른 조도분석

6. 결 론

본 연구에서는 사례 대상공간을 남, 서, 동향으로 배치할 경우에 여러 형태의 루버시스템을 적용하여 직사일광의 사입면적비와 실내 주광률 및 조도성능을 평가하였다.

남향의 경우 연평균 일사면적비는 루버가 설치되지 않은 경우와 비교하여 수직루버 61.1%, 수평루버 77.2%, 격자루버 87.1%의 절감효과가 있다. 서향의 경우 연평균 일사면적비는 루버가 설치되지 않은 경우와 비교하여 수직루버 31.1%, 수평루버 37.9%, 격자루버 44%가 감소함을 알 수 있었다. 동향의 경우에는 루버를 설치하지 않은 경우에 대하여 연평균으로 수직루버 35.3%,

수평루버 42.1%, 격자루버 45.4%의 일사면적비 저감효과가 있다.

담천공시의 실내 주광률 평가에서는 루버가 설치되지 않은 경우 열람실의 권장주광률(2%)보다 2.7배 높아 과도한 일사가 우려된다. 수직루버 설치시에는 다소 높게 평가되었고 수평루버의 경우 주광률이 2%로 기준을 대부분 만족하였다. 격자루버의 경우 주광률이 다소 낮은 것으로 평가되었다.

다음으로 직사일광이 포함된 청천공시 실내 평균 조도를 분석한 결과, 남향일 경우 수직루버와 수평루버, 격자루버의 연평균 실내조도는 각각 2789, 1317, 669 lx를 나타내었으며 서향의 경우 수직루버가 1983 lx, 수평루버가 1067 lx, 격자루버가 595 lx로 평가되었다. 동향에서는 수직루버와 수평루버, 격자루버가 각각 968, 447, 205 lx의 연평균 조도값을 나타내었다.

남향과 동향에서는 동지를 제외한 춘·추분과 하지에는 수평루버가 권장조도기준(300-400-600 lx)을 만족하고 격자루버는 기준보다 다소 적은 값을 나타냈으며 수직루버는 기준보다 높게 평가되었다. 반면 서향에서는 모든 루버가 기준보다 높게 평가되었다.

종합적으로 평가하여 모든 향에 대하여 격자루버, 수평루버, 수직루버 순으로 주광성능에 대한 효과가 우수한 것으로 판단되며, 태양의 고도가 높은 하지에는 수평루버의 차폐효과가 크고, 낮은 고도의 동지에는 수직루버의 차폐효과가 다소 우수한 것으로 평가되었다. 또한 루버 돌출길이에 따른 영향은 돌출길이 만큼의 간격으로 설치하였을 경우에 그 영향은 미약한 것으로 판단된다.

따라서 건물의 방위에 따라 일사조절과 더불어 적정조도 수준을 만족하는 범위 내에서 루버시스템의 형태와 크기 및 간격의 조절이 필요하며 설계계획 초기 단계에서부터 실용화되기 위해 보다 많은 노력이 필요하다고 본다.

참 고 문 헌

1. 김강수외, 건축환경학, 문운당, 2003
2. 김영섭외, 사무소건물의 투과체 및 차양계획을 위한 주광 및 열성능 평가, 대한건축학회 논문집, 2000. 12
3. 김상식외, 담천공 및 직사일광 조건에서 천창 루버 시스템의 실내 주광 성능 평가 연구, 대한건축학회 논문집, 2001. 3