

오피스 건물에서 인접건물이 자연채광 성능에 미치는 영향

A Study of the Daylighting Performance in Obstructed Office Building in Urban Area

박웅규* · 기현주** · 정찬울** · 송두삼***†

Park Woong-Kyu*, Ki Hyun-Joo**, Jeong Chan-Woul**, Song Doo-Sam***†

(Submit date : 2014. 9. 17., Judgment date : 2014. 9. 18., Publication decide date : 2014. 10. 22.)

Abstract : The performance of the daylighting in buildings depends on building site and shape. As an energy saving design strategy, daylighting is a key issue in green building design. In this paper, the influence of the adjacent or obstructed building on daylighting performance of the office building in urban area was analyzed. A typical office building about 20 storeys with obstructed buildings has been modeled and simulated using Radiance. The parametric simulations have been performed to analyze the influence of the daylighting performance (illuminance, luminance) of the analyzed office. The results show that the possibility of the glare was decreased when the obstructed building is located in south, also the illuminance level was significantly decreased. When the obstructed building is located in north, the changes of the illuminance level and luminance possibility were somewhat small compared to the unobstructed condition. The daylighting performance of the analyzed building was most affected by the obstructed building in winter season.

Key Words : 자연채광 성능(Daylighting performance), 도심지(Urban area), 오피스건물(Office building), 인접건물(Obstructed building), 라디언스 시뮬레이션(Radiance simulation)

기 호 설 명

1. 서 론

lux : 조도
cd/m² : 휘도

도심지에 위치한 오피스 건물의 경우, 공동주택 단지와 달리 인동간격에 대한 제한을 받

***† 송두삼(교신저자) : 성균관대학교 건축공학과
E-mail : dssong@skku.edu, Tel : 031-290-7551
*박웅규 : 삼성물산 빌딩사업본부
**기현주, 정찬울 : 성균관대학교대학원 글로벌건설 ENG학과

***† Song Doo-sam(corresponding author) : Dept. of Architectural Eng., Sungkyunkwan University.
E-mail : dssong@skku.edu, Tel : 031-290-7551
*Park Woong-kyu : Dept. of Building , Samsung C&T
**Ki Hyun-Joo, Jeong Chan-Woul : Dept. of Global Construction Eng., Graduate School, Sungkyunkwan University.

지 않고, 대지안의 공기 규정¹⁾, 즉 인접대지 경계선에서 띄어야 하는 거리 1m라는 규정에 의거하여 인접 건물과의 간격을 최소 2m를 두고 건설되기도 한다. 결과적으로 도심지에 위치한 오피스 건물은 인접 건물의 영향으로 자연채광이 제대로 이루어지지 않거나 빛 반사에 의해 현휘에 노출되기도 한다. 건물에서 자연채광을 방해하는 요소로 D.H.W Li 등²⁾은 다음과 같이 정의하고 있다.

- 대지 및 향 (Building area and orientation)
- 유리 종류(물성치) (Glass type)
- 창면적비 (Window area, window-to-wall ratio)
- 차양(Shading)
- 외부 차폐물(건물) (External obstruction)

Table 1. Analyzed and obstructed building information for simulation

Analyzed building	Location	Jung-dong, Youngin, Gyeonggi-do (Latitude 37.26°N, Longitude 127.16°E)
	Azimuth	Counterclockwise 9.1°
	Room size	East, West : 12.2m South, North : 8.5m Ceiling height : 2.7m
	Analyzed height	10-storey (about 35m), reference height of the analyzed floor : 1.25m above ground
	Glass transmissivity	63%
Obstructed building	Height	20-storey (about 80m)
	Reflectance	Window frame : 25% Glass : 22% Blind : 63%
	Distance between buildings	20m

특히 외부 차폐물로서 인접 건물은 일사차폐(solar obstruction)와 더불어 빛 반사에 의한 현휘(glare) 유발의 원인이 되기도 한다. 도

심지 오피스 건물의 자연채광에 대한 인접 건물의 영향을 분석한 연구로 Isaac Guedi Capeluto는 이스라엘 도심지에 위치한 오피스 건물에서 8층 규모의 인접 건물이 각각 16m, 24m로 이격되어 둘러싸여 있는 경우의 자연채광 성능을 Radiance 시뮬레이션 툴을 사용하여 분석하였다.³⁾ 자연채광 성능은 CIBSE(Chartered Institution of Building Services Engineers)에서 제시한 ‘Average Daylight Factor(DFAve)’의 개념을 적용하여 분석하였다.⁴⁾

D.H.W Li 등은 홍콩에 위치한 40층 규모의 오피스 건물에 대해 북측에 40층 규모, 동측에 30층 규모, 남측에 20층 규모, 서측에 10층 규모의 건물이 위치하였다고 가정하여 Energyplus를 이용하여 인접 건물이 대상건물의 냉방에너지, 조명에너지 소비에 미치는 영향을 분석하였다.⁵⁾

한편 국내에서는 최근 공동주택 건물에 인접한 오피스 건물에서의 빛 반사로 인한 공동주택 세대의 피해사례들이 사회적으로 문제가 되고 있으며, 빛 공해 문제가 야간 인공조명에 의한 것뿐만 아니라 주간 빛 반사 문제에 대해서도 반드시 고려되어야 함을 시사하고 있다.

본 논문에서는 도심지 오피스 건물의 빛 환경에 대해 인접 건물이 미치는 영향을 각 계절(봄, 여름, 가을, 겨울), 각 시간대별(오전 8시-오후 6시)로 태양의 입사각, 방위각을 고려한 시뮬레이션 기법을 통해 분석하였다.

빛 환경에 대한 분석은 인접 건물이 대상건물에 대한 자연채광을 차폐하는 특성, 그리고 빛 반사에 의한 휘도 특성을 분석하였다.

2. 시뮬레이션 분석의 개요

자연채광 성능 및 휘도 특성에 대한 분석을 위한 시뮬레이션 툴은 Radiance⁶⁾를 사용하였다. Radiance시뮬레이션은 Lawrence Berkeley

National Laboratory의 조명연구팀이 개발한 것으로 조도/휘도를 계산할 수 있는 시뮬레이션 프로그램이다. Radiance 시뮬레이션 툴의 타당성 검증은 박용규 등⁷⁾의 연구에서 확인하였다.

본 연구에서는 도심지에 위치한 20층(80m) 규모의 오피스 건물을 대상으로 검토를 실시하였으며 남측과 북측에 20m 도로를 두고 같은 규모의 건물이 위치하고 있다고 가정하였다.

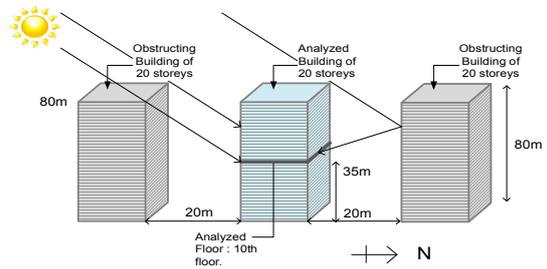
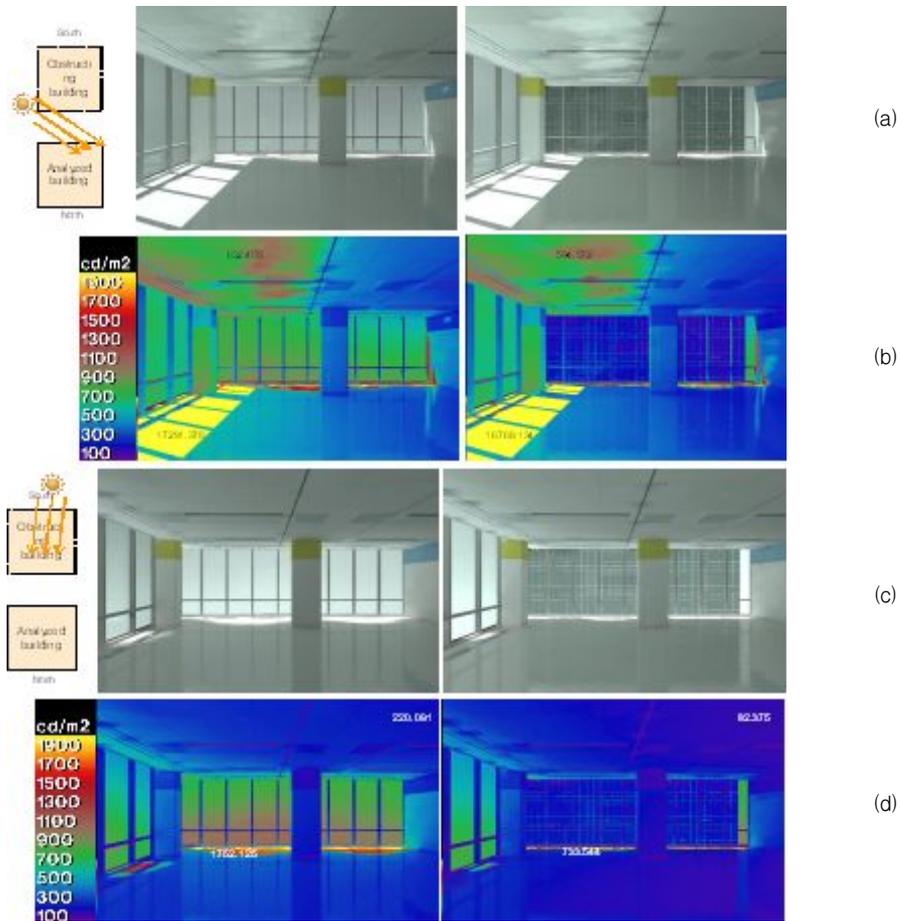


Fig. 1 External obstruction arrangement for simulation (e.g., South : 20-storey building, North : 20-storey building)



(a) Radiance image for daylighting, left : w.o. obstructed building, right : w. south (summer 10 AM)
 (b) Interior luminance distribution, left : w.o. obstructed building, right : w. south (summer 10 AM)
 (c) Radiance image for daylighting, left : w.o. obstructed building, right : w. south (summer 1 PM)
 (d) Interior luminance distribution, left : w.o. obstructed building, right : w. south (summer 1 PM)

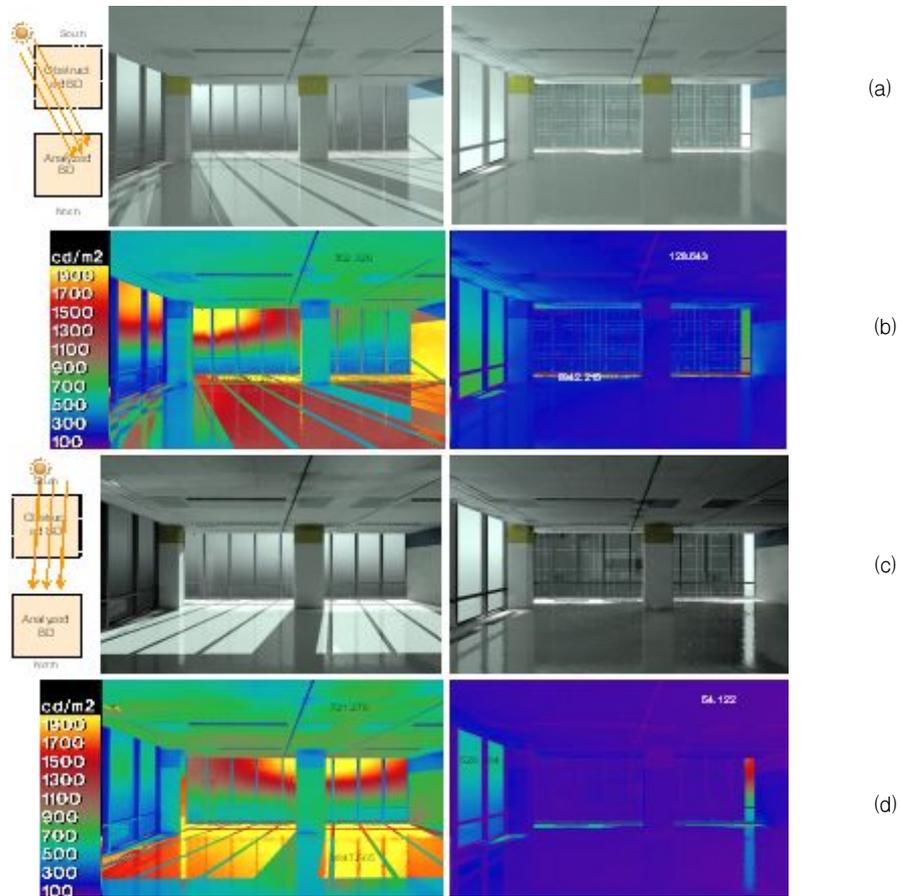
Fig. 2 Interior luminance distribution (w. south - summer)

Table. 2 Simulation cases

Case	Date	w/w.o. adjacent BDs	Sky cond.	Analysis time (interval)
A-1	Spring/ Autumn equinox	None	Clear	AM08:00 PM 18:00
A-2		South		
A-3		North		
B-1	Summer solstice	None		
B-2		South		
B-3		North		
C-1	Winter solstice	None		
C-2		South		
C-3		North		

인접 건물의 위치를 남측, 북측에 둔 이유는 인접 건물에 의한 일사차폐와 일사반사 효과를 검토하기 위해서이다. 분석대상 건물 및 인접건물에 관련한 정보는 Fig. 1, Table 1과 같다.

분석케이스는 Table 2와 같이, 춘분, 추분, 하지, 동짓날에 대해 아침 8시부터 오후 6시까지 태양의 움직임을 고려하였고, 분석 대상건물의 대상층(10층)에 대한 인접건물에 의한



(a) Radiance image for daylighting, left : w.o. obstructed building, right : w. south (winter 10 AM)
 (b) Interior luminance distribution, left : w.o. obstructed building, right : w. south (winter 10 AM)
 (c) Radiance image for daylighting, left : w.o. obstructed building, right : w. south (winter 1 PM)
 (d) Interior luminance distribution, left : w.o. obstructed building, right : w. south (winter 1 PM)

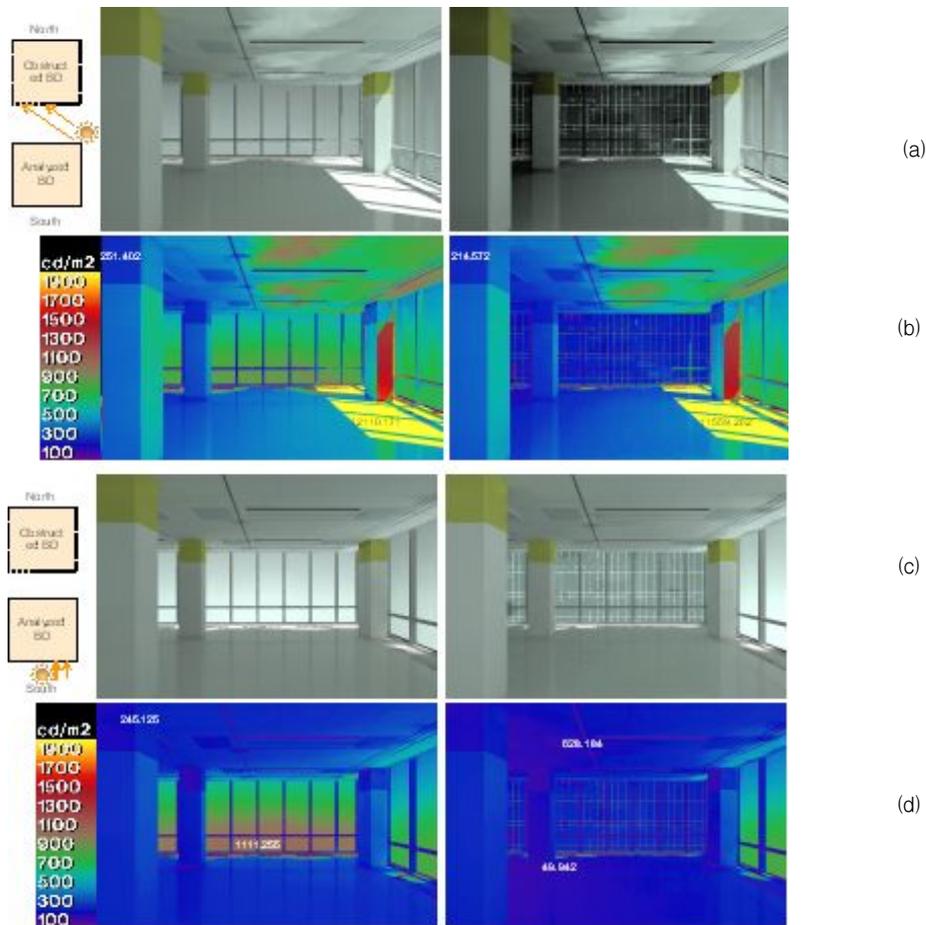
Fig. 3 Interior luminance distribution (w. south - winter)

일사차폐, 즉 자연채광성능에의 영향, 그리고 일사반사에 의한 과도한 조도 또는 휘도를 분석하였다. 분석은 대상건물 주변에 인접건물이 없는 경우, 남측에 위치한 경우, 북측에 위치한 경우에 대해 분석하였다. 본 논문에서는 지면관계상 특정 시간대의 결과를 가지고 분석을 실시하였다.

3. 인접건물이 실내 빛 환경에 미치는 영향

3.1 인접건물이 남측에 위치할 경우

하지 10시 (Fig 2-a, b)에는 태양이 동측에 위치하고 비교적 고도가 높아서 인접건물 유무가 대상건물 분석 층의 일조환경에 미치는 영향은 적었다. 그러나 남측 창면 휘도는 인접건물이 없는 경우는 약 600cd/m^2 정도였으며 인



(a) Radiance image for daylighting, left : w.o. obstructed building, right : w. north (summer 10 AM)
 (b) Interior luminance distribution, left : w.o. obstructed building, right : w. north (summer 10 AM)
 (c) Radiance image for daylighting, left : w.o. obstructed building, right : w. north (summer 1 PM)
 (d) Interior luminance distribution, left : w.o. obstructed building, right : w. north (summer 1 PM)

Fig. 4 Interior luminance distribution (w. north - summer)

접건물이 있는 경우는 매우 낮은 값(약 100cd/m^2)을 보였다.

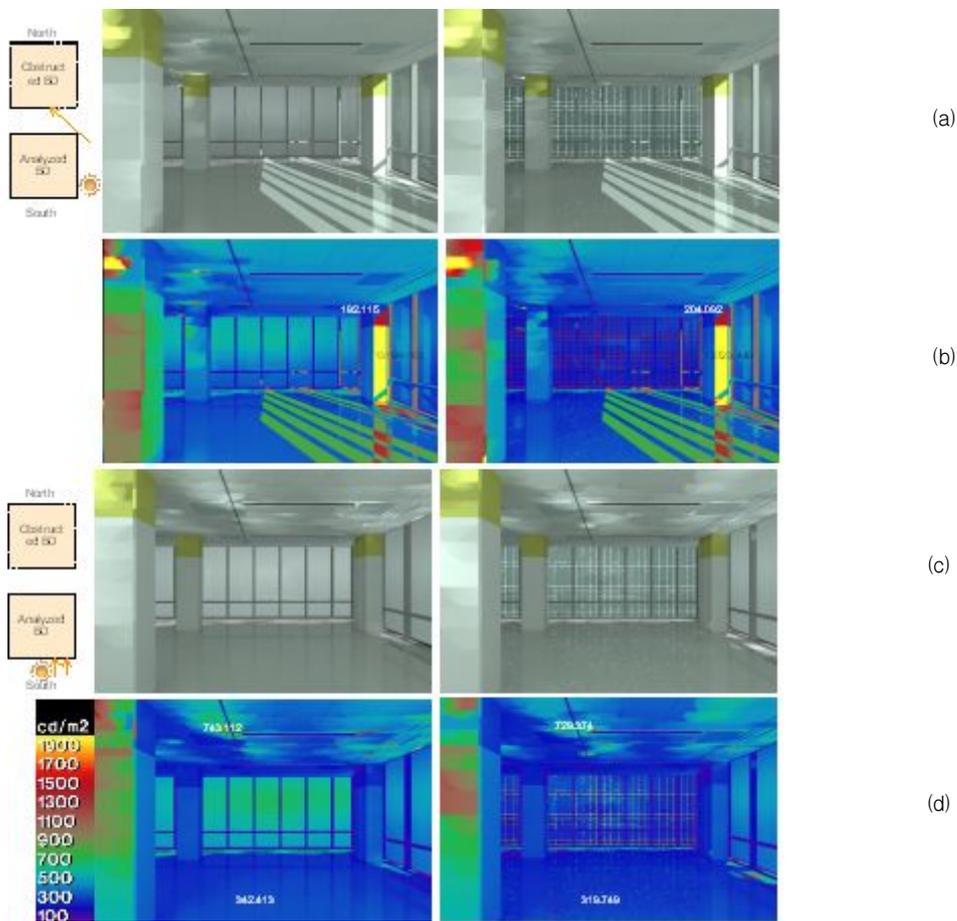
하지 오후 1시(Fig 2-c, d)가 되면서 태양이 남측에 위치하나 태양고도가 높아서 실내로 유입되는 일사는 매우 적은 편이다. 그러나 인접건물이 없는 경우는 남측 창면에서 휘도가 1700cd/m^2 를 상회하여 눈부심 현상이 우려되었다.

동지(Fig. 3)가 되면 태양고도가 낮아져 인접건물이 없는 경우, 태양광이 실내 전체에 깊

숙이 입사되어 창측 및 실내 바닥면 깊숙이 불균형한 휘도분포($500\sim 10000\text{cd/m}^2$)가 발생하고 있다. 특히 오후 1시에는 인접건물이 없는 경우 남측창으로 유입된 직달일사가 실내 바닥면 깊숙이 입사되어 바닥면에 높은 휘도분포(1900cd/m^2)가 발생하였다.

3.2 인접건물이 북측에 위치할 경우

Fig. 4~5와 같이 북측에 인접건물이 위치



(a) Radiance image for daylighting, left : w.o. obstructed building, right : w. north (winter 10 AM)
 (b) Interior luminance distribution, left : w.o. obstructed building, right : w. north (winter 10 AM)
 (c) Radiance image for daylighting, left : w.o. obstructed building, right : w. north (winter 1 PM)
 (d) Interior luminance distribution, left : w.o. obstructed building, right : w. north (winter 1 PM)

Fig. 5 Interior luminance distribution (w. north - winter)

하는 경우, 남측에 인접건물이 있는 경우보다 대상건물의 빛 환경에 대한 영향은 적었다.

하지 오전 10시경에는 대상건물의 북동측면에 직달일사가 입사되어 바닥면에 다소 높은 휘도분포를 나타내었다. 아울러 창면과 북동측 천정면에도 빛의 반사가 발생하였다. 이곳에서는 북측창면을 제외하고는 인접건물의 유무에 따른 휘도분포의 차이는 크지 않았다.

하지 오후 1시가 되면 대상건물의 북측에서는 직달일사의 유입이 없이 창면을 통해 낮은 휘도의 확산광이 유입되었다.

동지 오전 10시경에는 동측면 직달일사 유입으로 바닥면에서 높은 휘도분포를 보였다. 그러나 오후 1시가 되면 북측창면에 인접건물이 없는 경우는 약 700cd/m²의 휘도분포가 있는 반면 인접건물이 있는 경우는 약 300cd/m²의 분포를 보였다.

3.3 창면 휘도, 실내 조도분포 (Table 3)

Table 3에 오전 10시에 대한 각 계절별, 인접건물 유무/위치별, 창면 휘도분포, 실내 조도분포를 보이고 있다.

춘분, 추분의 경우는 인접건물의 유무에 따

른 창면 휘도분포, 실내 조도 분포 값에 큰 차이는 발생하지 않음을 알 수 있다.

하지에는 남측에 인접하여 건물이 있을 경우, 없을 경우에 대비하여 남측면 창의 휘도는 평균 약 42% 정도 감소하였다. 북측에 인접건물이 있는 경우에는 약 24% 정도 감소하였다. 실내 조도분포는 평균값으로 남측에 인접건물이 있는 경우, 없는 경우 대비 약 17%의 조도레벨이 감소하였으며, 북측에 인접건물이 있는 경우는 약 12%의 실내 조도레벨이 감소하였다.

동지의 경우, 남측에 인접건물이 위치하는 경우, 남측창면의 휘도는 인접건물이 없는 경우 대비, 평균 92% 정도의 휘도 감소를 보였다. 그러나 북측에 인접 건물이 있는 경우는 휘도감소는 없었다. 한편 실내 조도레벨도 남측에 인접건물이 있는 경우는 없는 경우 대비 약 74%의 조도레벨 감소를 보였다. 그러나 북측은 인접건물이 있는 경우에도 조도레벨의 감소는 없었다. 오히려 약간 상승하는 결과를 보였다.

4. 결 론

인접건물이 남측에 위치하는 경우, 대상 건

Table. 3 Simulation results for luminance and illuminance level with and without obstructed building (AM 10:00)

Case	Date	w/w.o. adjacent BDs	Sky cond.	Luminance level of the window [cd/m ²]			Illuminance intensity [lux]		
				Location	Center	Avg.	Max.	Min.	Avg.
A-1	Spring/ Autumn equinox	None	Clear	South	8444.7	7692.5	14255.9	1223.4	4142.2
North				1176.4	1115.9				
A-2				South	7746.0	6909.6	14173.8	1110.6	3826.2
A-3	North	1073.3		1016.1	14344.0	1104.6	4126.9		
B-1	Summer solstice	None		South	12004.6	11670.5	18074.6	1618.5	4377.1
North				2670.5	1670.5				
B-2				South	9284.6	6308.4	17550.4	1028.4	3638.1
B-3	North	2237.3		1275.2	17605.5	1061.7	3832.3		
C-1	Winter solstice	None		South	5627.4	5563.0	9442.0	1007.6	3739.7
North			792.8	1056.2					
C-2			South	433.1	430.6	6738.8	391.9	987.1	
C-3	North	794.2	1050.8	9397.0	1034.8	3744.9			

물에 직달일사 및 현휘 현상의 차단과 같은 재실자의 시 쾌적에 긍정적인 효과를 주고 있으나 주광조도는 크게 감소하는 결과를 나타냈다. 인접건물이 북측의 위치하는 경우는 창면회도의 변화나 실내 조도레벨의 변화는 거의 없었다.

아울러 실내 빛 환경에 대한 인접건물의 영향이 가장 크게 나타난 계절은 겨울(동지)이었고, 여름(하지)은 그 다음으로 영향을 보였다. 그러나 봄(춘분), 가을(추분)에는 인접건물의 영향은 겨울, 여름보다 상대적으로 적었다.

본 연구의 결과는 인접 건물이 대상건물의 실내로 입사하는 자연채광에 미치는 영향을 분석할 목적으로 진행하여, 실제 거주 공간에 설치되는 차양, 가구 등에 대한 부가적인 영향을 고려하지 않았다. 또한 천공의 상태 역시 청천공 상태에 국한하여 진행된 결과이다. 추후에는 이를 반영하여 분석을 진행하고자 한다.

Reference

1. BUILDING ACT-Article 58 (Vacant Lot within Building Site), Korea Ministry of Government Legislation, 2013
2. Li D. H. W., Wong S. L., Tsang C. L., Gary H. W. Cheung, A study of the daylighting performance and energy use in heavily obstructed residential buildings via computer simulation techniques, *Energy and Buildings* 38, pp. 1343~1348, 2006
3. Issac Guedi Capeluto, The influence of the urban environment on the availability of daylighting in office buildings in Israel, *Building and Environment* 38(5), pp. 745~752, 2013
4. CIBSE, Chartered institution of building services engineers, applications manual: window design. London: CIBSE, 1987
3. Li D. H. W., Wong S. L., Daylighting and energy implications due to shading effects from

- nearby buildings, *Applied Energy* 84, pp. 1199~1209, 2007
6. <http://radsite.lbl.gov/radiance/framed.html>
7. Park W. K., Park T. J., Kang G. M., Lee S. Y., Song D. S., Validation of the prediction equation for interior daylight illuminance using radiance simulation, *SAREK*, pp. 694~698, 2013
8. Masanori Shukuya, *Environmental Architecture in light and heat by numerical study*, Maruzen Co. Ltd., pp. 17~84, 1993
9. Mark S. Rea, *LIGHTING HANDBOOK*, IESNA, pp. 8~12, 2000