



태양반사광 국내외 실태 및 빛공해 발생가능성 평가

The Sunlight Reflection Lighting Cases and Light Pollution Possibility

정유근*

Chung, Yu-Gun*

* Corresponding author; Dept. of Architecture Engineering, Korea National University of Transportation, South Korea (ygchung@ut.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: In addition to the light pollution of the nighttime, recent reports indicate that light pollution due to reflected sunlight can pose a social problem as well. This study aims to analyze the possibility of light pollution caused by sunlight reflection. **Method:** Domestic disputes involving sunlight reflection and already presented researches were analyzed as well as related cases of sunlight reflection in overseas. Also, the simulations and field tests were conducted to evaluate the possibility of light pollution due to sunlight reflection. **Result:** Results yielded that the reflection distance of sunlight can reach up to 10 times of the height. Also the surface area of the building which can induce glare is estimated to be at least 8.6% up to about 20%. Also, research shows the possibility of light pollution due to sunlight reflection from building utilizing high reflectance facade. However, this study could not explore various other factors that can cause visual discomfort as it only focuses on specific type of building.

KEYWORD

태양반사광, 빛공해, 시뮬레이션
현장측정Sunlight Reflection, Light Pollution
Simulation, Field Test

ACCEPTANCE INFO

Received Dec 20, 2017
Final revision received Jan 29, 2018
Accepted Feb 2, 2018

© 2018 KIEAE Journal

1. 서론

사회문화의 발달과 생활수준의 향상 등으로 쾌적한 빛환경에 대한 사회적 관심이 높아지고 있다. 특히, 환경부에서는 인공조명에서 발생하는 과도한 빛 반사로 인한 국민건강과 환경위해를 방지하고 쾌적한 야간 거주환경을 목적으로 ‘빛공해 방지법’을 제정하는 등 국가적 차원에서 안전하고 쾌적한 생활환경 조성을 위해 노력하고 있다 [1].

최근 야간의 빛환경에 대하여 주간 인접 건축물에 의한 태양반사광에 따른 피해사태가 보도되는 등 사회적 문제로 제기되고 있다. 특히, 인접 건축물에 의한 일조권 피해는 진북방향에 위치한 건축물에 한정되었으나 태양반사광 피해는 피해범위가 넓고 시간에 따라 가변적으로 변동하여 피해여부 판정에 어려움을 겪고 있는 실정이다.

대표적 관련사례로 NHN 분당사옥 빛공해 분쟁사례가 있다 [2]. 벽면 통유리로 시공된 NHN 분당사옥의 신축으로 주변 공동주택 거주자들이 태양반사광 피해를 호소하며 손해배상을 청구한 사건으로 현재 대법원 상고심이 진행되고 있다. 법원판결에서는 1심에서는 정선 및 재산상 손해배상을 선고(2013년)하였으나 항소심에서 태양반사광 유입은 인정하나 이는 단지 불편한 수준으로 손해배상 정도는 아니라 판결(2016년)하여 현재 대법원 심의가 진행 중에 있다.

이처럼 법원의 판결결과가 심의에 따라 다른 이유는 관련연구의 부족으로 태양반사광 피해를 평가할 수 있는 합리적인 평가방법과

기준이 설립되지 못하였기 때문이다. 이에 시간에 따른 태양반사광 반사휘도 및 반사영역 및 관측자 시선에 따른 눈부심 발생가능성 등 다양한 관련 변수를 종합적으로 고려한 통합된 연구가 필요하다.

본 연구는 이를 위한 기초연구의 일환으로 국내 태양반사광 분쟁 사례 및 국내외 연구를 분석하고 선진국을 중심으로 제정되어 있는 태양반사광 관련 규정 등을 분석하고자 한다. 또한 시뮬레이션 및 현장측정을 통해 주간 태양반사광에 따른 빛공해 발생 가능성을 분석하고자 한다. 연구결과는 빛공해 피해여부 평가방법 개발 및 저감 방안 등의 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 국내외 태양반사광 실태

2.1. 국내 태양반사광 분쟁사례

국내 태양반사광 분쟁사례는 최근 발생하고 있으며 현재 1심과 항소심에서 서로 다른 법원판결로 인해 대법원 심의가 진행 중에 있다. 먼저 2004년 서울 봉은사는 인근에 들어선 유리 외벽 빌딩과 1년 가까운 소송 끝에 보상금을 받은 바 있다. 서초동 ‘사랑의 교회’는 교회의 외벽에 시공된 유리로 인한 반사광 피해를 인접한 검찰청에서 건축허가사용승인 감독관청인 서초구청을 대상으로 민원을 제기한 사례이다 [3]. 청구내용은 태양반사광으로 인한 피해보상이 아닌 업무에 지장이 없도록 합리적 조치를 요구하는 청원의 형태로 이루어 졌다(Fig 1).

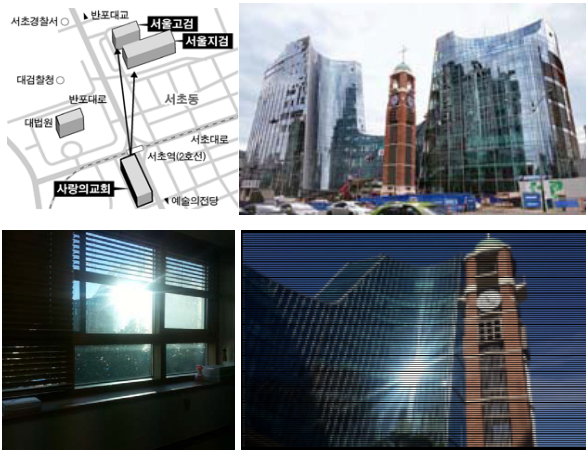


Figure 1. A Case of Sarang Church

태양반사광 피해는 유리로 마감된 외벽의 오목거울 부분에서 주로 발생하며 강한 반사광이 교회 맞은편 서울고검 및 중앙지검 청사를 정면으로 비추어 눈부심이 발생하는 것으로 보고되고 있다. 이에 대한 조치로 교회는 외부에 의뢰한 연구용역 결과에 따라 직사일광이 유입되는 유리면에 태양반사광 반사저감 필름을 시공하였다.

2010년 준공된 NHN 분당사옥은 통유리 외관으로 시공된 지역의 랜드마크 건축물로 평가되었으나 2011년부터 눈부심 등 태양반사광에 따른 소송이 주변 주민들로부터 제기되었다. 2013년 수원지법은 직사일광으로 인한 NHN 건축물 외벽의 표면휘도가 눈부심이 발생할 휘도 기준치(25,000cd/m²)을 440~20,000배 이상 높아 빛공해 발생을 인정하였고 반사광 차단시설 설치에 대하여 정신 및 재산상 손해배상을 선고하였다 [2].

그러나 2016년 항소심에서 서울고법은 아파트에 반사광 유입은 인정되나 단지 생활하기 불편한 수준으로 손해배상 정도는 아니라고 판결하였다. 현재 관련사례는 대법원에서 상고심이 진행되는 등 과도한 사회분쟁을 초래하고 있다(Fig 2).

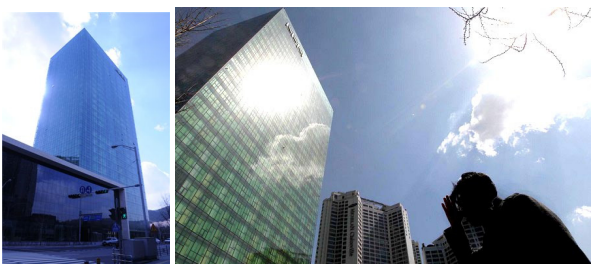


Figure 2. A Case of NHN Building

아파트 주민사이의 최초 빛 반사 피해소송 사례인 해운대 아이파크 아파트(최고 72층)는 2009년부터 소송이 진행되었다 [4]. 1심은 원고 패소 하였으나 2013년 부산고법은 인근 아파트 주민에게 위자료를 지급하도록 원고 일부 승소를 판결하였다. 이는 눈부심의 지속시간이 크다는 감정에 근거하나 일반상업지역으로 건축당시 일조시간 규제가 없고 빛 반사 침해는 일조권 침해와 달리 경미하다는 이유로 손해범위를 80%로 제한하였다. 현재 대법원에서 항소심이 진행 중에 있다(Fig 3).



Figure 3. A Case of Marin City in Haeundae

2.2. 국내 관련연구

국내 관련연구로 김강수와 3인(1996)은 현휘지수(DGI)의 개념을 활용하여 주거공간의 불쾌현휘 평가를 실시하였다 [5]. 이종영 외2인(2008)은 건물의 형태 및 방위에 따른 태양광 반사영역을 분석하여 계절에 따라 반사광 영향을 최적화하기 위한 건물형태를 제안하고 있다 [6]. 또한 차년도에 이종영 외3인(2009)은 주변 운전자에 대한 태양반사광 영향을 분석하였다 [7]. 연구결과 고반사율 외 부마감에 따른 눈부심의 발생 가능성은 있으나 주로 운전자의 시야 중심부가 아닌 주변시야 범위에서 나타나 불능현휘가 발생할 가능성이 낮아 도로주행에 심각한 영향을 미치지 않는 것으로 분석하였다.

윤태욱 외 1인(2015)은 유리 외장재 건축물을 대상으로 태양광 반사현휘 발생 및 차양지수의 개념을 활용하여 외부 차양의 현휘저감 효과를 분석하였다 [8]. 또한, 윤은정(2016)은 경면반사에 의한 현휘를 저감하는 데 가장 중요한 요소는 관측자의 시야와 위치로 분석하고 효과적인 건축물 입면의 기울기 계획으로 눈부심 발생을 예방할 수 있다고 분석하였다 [9].

분석용 시뮬레이션의 유효성을 검증한 연구로 김민성 외 2인(2004)과 김지현 외 3인(2013)은 RADIANCE 프로그램의 시뮬레이션 결과와 현장측정 결과를 비교하여 프로그램의 유효성을 검증하였다 [10][11]. 또한 시뮬레이션을 이용하여 태양반사광 반사현휘의 저감방안에 대해 제안하고 있다.

2.3. 국외 태양반사광 관련 규정

국외 태양반사광과 관련된 규정은 싱가포르 건물제어법(Building Control Act, 2003), 뉴질랜드 퀸스타운 레이크시의 눈부심 및 태양반사광 억제 가이드(A Guide to reducing glare and reflection in Queenstown Lake District) 그리고 호주 버셀튼(City of Busselton)시에서 제정된 반사 건축자재 정책(Reflective Building Materials, 2010)이 있다 [12][13][14].

싱가포르 건물제어법의 29장은 건물 외장재 설치 및 관리의 일부로 태양반사광으로부터 주변 건물 거주자의 쾌적성을 보호하기 위해 고반사율의 외장재 사용을 억제하고 있다. 관련규제로 건물의 창, 문 벽 또는 지붕의 외장재로 태양광 반사율 20%를 초과하는 재료사용을 억제하고 있다.

호주 버셀튼시 조례로 제정된 고반사 외장재 건축자재 규정은 경면반사 눈부심 억제 및 도시경관과 거주환경 개선을 위해 외장재를 규제하고 있다. 사용이 제한된 외장재로 진칼룸(Zin-calume) 강판,

스테인리스 스틸, 쿠퍼(Copper), 고풍택 테라코타 타일(Glazed Terra Cotta Tile) 그리고 반사율 50% 이상 마감재료 등을 제한하고 있다.

뉴질랜드의 퀸스타운 레이크시는 자연환경이 뛰어난 교외지역으로 과도한 반사 외장재의 사용에 따른 눈부심 발생을 억제하기 위해 건물외장 색상, 반사율 그리고 재료를 규정하고 있다. 외장 재료로 반사율 35% 이상 외장재 사용을 지양하며 경면반사 보다는 빛을 산란 반사시키는 재질 및 마감을 권장하고 있다. 선진국을 중심으로 주로 제정되어 있는 국외 태양반사광 억제 관련 규정들은 고반사율 외장재의 종류 및 반사율을 정의하고 각각의 지역조건에 따라 반사 외장재 사용을 제한하고 있다.

2.4. 국외 관련연구

대표적 국외 연구는 주로 눈부심 발생여부 평가관련, 평가방법 그리고 평가사례 관련연구 등을 분석하였다. 눈부심 발생여부 관련 연구로 Marc Schiler 등(2006)은 미국 Walt Disney Concert Hall의 반사광 영향을 평가하기 위하여 절대글레어(absolute glare, 12,000 cd/m² 이상)의 개념을 제시하고 있다 [15]. 이는 태양과 같이 너무 밝아 주변의 밝기에 상관없이 불쾌글레어(discomfort glare)를 발생할 수 있는 표면휘도로 정의하며 특히, 표면휘도 15,000cd/m² 이상에서 불능글레어(disability glare)가 발생할 수 있다고 정의하고 있다.

Jae Yong Suk 등(2017)은 주간에 외부조건에서 절대적으로 눈부심이 유발될 수 있는 건물 외피의 표면휘도 연구를 통하여 imperceptible glare(18,500~22,600cd/m²), perceptible glare(22,100~25,800 cd/m²), 그리고 disturbing glare(22,500~28,300cd/m²)의 개념을 정의하고 있다.[16] 또한, 건물 외피의 밝기 22,500 cd/m²를 불쾌글레어 발생할 수 있는 표면휘도로 제안하였다.

태양반사광 연구는 주로 광선추적법(ray tracing) 기법을 활용한 시뮬레이션, 반사영역 및 외장 표면휘도 측정 그리고 설문조사 등을 통한 평가 등으로 구성되어 있다. Xiaoming Yang 등 (2013)은 RADIANCE 프로그램을 활용하여 주요 태양광 반사영역 내 건축물의 표면휘도를 평가하였고 Ryan Danks 등(2016)은 ECLIPSE 프로그램 시뮬레이션 결과와 현장측정결과를 비교하여 유효성을 평가하고 있다 [17][18].

Marcin Brzezicki(2012)는 다양한 입면형태에 따른 반사영역을 분석하였고 특히 다양한 곡률을 지닌 오목형 입면에서 반사광의 영향을 분석하고 있다 [19]. Naai Jung 등(2001)은 인접 건물 거주민 및 보행자에 대한 설문조사를 통하여 타이베이 고층건물의 반사광으로 인한 피해여부를 평가하였다 [20]. 연구는 거주기간이 길고, 더운 계절에 낮은 태양고도에서 피해가 증가하는 것으로 분석하였다. 또한 건물 높이에 따른 반사광 피해범위를 제안하고 있다.

3. 태양반사광 빛공해 가능성 평가

3.1. 평가대상의 선정

태양반사광에 따른 빛공해 발생가능성을 평가하기 위하여 최근 반사광 문제가 대두되고 있는 서울 및 수도권 지역 11개 신축 건축

물을 답사하였고 관련 자료의 수집이 상대적으로 용이한 경기도 S 건축물을 연구대상으로 선정하였다. 선정된 건축물은 지상 21층(최고 높이 89m)의 철근콘크리트의 커튼월 구조로 칼라복층유리와 알루미늄 판넬 외장재를 사용하고 있다(Fig 4). 건물은 4차선 전면도로에 접하며 주변에 업무시설 및 주거용 공동주택이 인접하여 배치되어 있다.



Figure 4. S Building View Surroundings

3.2. 시뮬레이션 평가

대상 건축물의 시뮬레이션 평가는 ECOTECH 프로그램을 활용하여 건축물 남측 정면부의 태양광 반사거리를 분석하였다. 시뮬레이션은 계절별 분석을 위해 춘추분, 하지 및 동지 일출에서 일몰사이를 30분 간격으로 실시하였고 최대 반사거리 및 향을 평가하였다. 대상건물의 모델링 및 외장재의 물성치는 (Fig 5)과 (Table 1)과 같다.

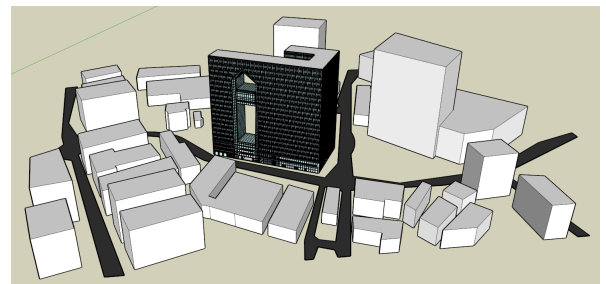


Figure 5. Modeling

Table 1. Exterior Material Properties

	color complex glass	aluminium panel
Transmittance(%)	50	-
Reflectance (%)	10	83
Thickness (mm)	22	3
Color	blue	silver

시뮬레이션 분석결과 태양고도와 태양광 반사영역은 반비례하고 있다. 즉, 동지의 반사영역이 가장 넓고 반사거리 또한 최대 800m에 이르러 건물 높이의 약 10배 떨어진 인접 건축물에서도 반사광 피해가 발생할 수도 있는 것으로 분석되었다(Table 2). 계절에 따른 건물 정면 태양광 반사는 춘추분에서 일출부터 일몰까지 모든 시간대에 발생하고 있다. 반사거리는 66~640m이며 평균 214m로 분석되었

다. 반사거리 100m 미만인 시간대는 오전 11시와 오후 2시 사이이며 최대 반사거리는 일몰시에 발생하고 있다.

하지에는 8시 30분부터 15시 30분 사이에서 태양반사광이 발생하며 최대 반사거리는 159m 그리고 정오의 최소 반사거리는 22m로 평균 63m의 반사거리를 보이는 것으로 분석되었다. 또한, 대부분의 반사거리가 100m 이하로 태양반사광에 의한 피해는 한정적일 것으로 분석되었다. 태양고도가 낮은 동지에는 7시 30분부터 15시 30분 사이에서 건물 정면부에 따른 태양반사광이 발생하며 반사거리는 157m에서 803m에 이르는 것으로 분석되었다. 즉, 모든 경우에서 태양반사광 반사거리가 100m를 초과하여 피해가 클 수 있을 것으로 분석된다.

Table 2. Seasonal Sunlight Reflection Lighting Distance

Time	vernal equinox		summer solstice		winter solstice	
	m	direction	m	direction	m	direction
6:30	609	+89	-	-	-	-
7:00	407	+84	-	-	-	-
7:30	303	+79	-	-	803	+61
8:00	256	+74	-	-	505	+55
8:30	236	+6	169	+87	379	+51
9:00	206	+61	141	+80	310	+44
9:30	176	+54	50	+83	206	+36
10:00	163	+46	43	+71	188	+31
10:30	146	+34	35	+64	167	+23
11:00	73	+22	30	+44	161	+14
11:30	70	+12	28	+71	157	+7
12:00	66	-1	22	-13	160	-1
12:30	71	-11	29	-33	174	-8
13:00	77	-24	35	-46	179	-16
13:30	79	-34	46	-59	211	-22
14:00	98	-41	60	-70	236	-28
14:30	110	-49	70	-76	308	-35
15:00	152	-57	79	-81	432	-40
15:30	177	-61	101	-85	708	-45
16:00	224	-66	-	-	-	-
16:30	360	-67	-	-	-	-
17:00	643	-76	-	-	-	-
max.	643	-76	169	+87	803	+61
min.	66	-1	22	-13	157	+7
ave.	214	-	63	-	311	-

south-west +, South-east -

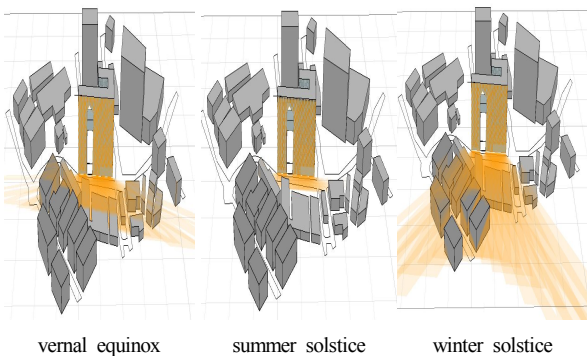


Figure 6. Seasonal Sunlight Reflection Lighting Zone

3.3. 현장측정 평가

선정된 S 건축물의 태양반사광에 따른 건물 외피의 표면휘도 측정을 위하여 대면 휘도계(Qbism HEXA 70)와 분광복사휘도계(SpecterScan PR 670) 그리고 전천공 휘도계(HD 2101)를 사용하였다. 측정은 4회의 예비측정 후 청천공 아래에서 2017년 9월 22과 29일에 10시 30분부터 15시 30분까지 30분 간격으로 남측 정면을 대상으로 실시하였다(Fig 7).

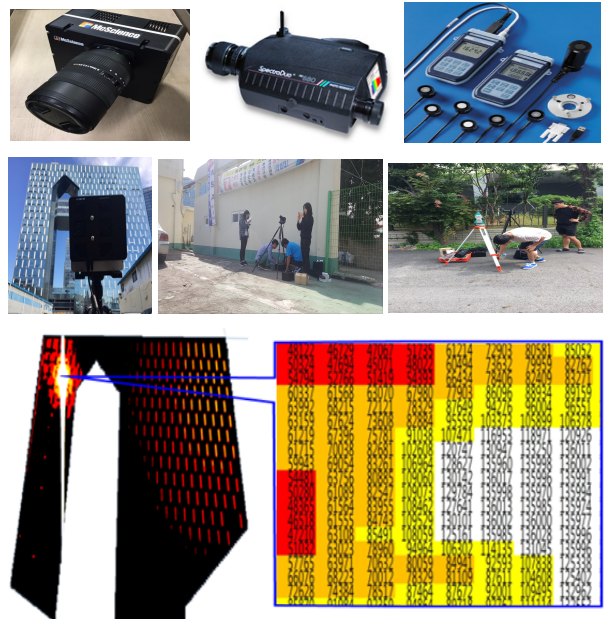


Figure 7. Measuring Equipment and Field Test Sample

이 때 건축물 외피의 과도한 표면휘도로 인해 대면 휘도계의 측정 휘도 범위를 보호필터를 장착하여 140,000cd/m²로 확장하였고 이를 위해 중성농도 필터(ND16 필름)를 사용하였다. 이때 중성농도 필터 사용에 따른 확장된 대면 휘도계 측정결과와 유효성을 검증하기 위하여 특정 지점에 대한 분광 및 대면 휘도계 계측결과를 비교분석하였다. 분석결과 두 측정기구 사이의 오차는 약 11%이하인 것으로 분석되었다(Table 3).

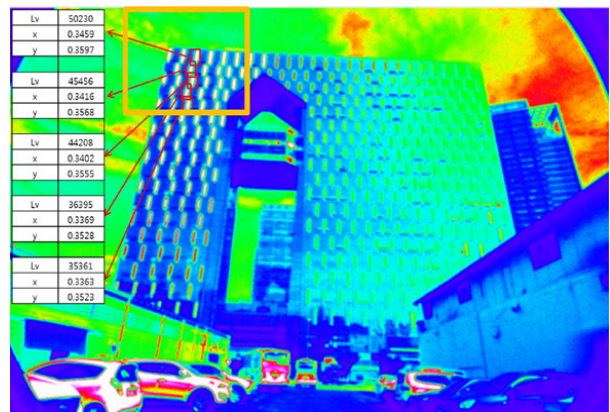


Figure 8. Comparison Results between PR670 and HEXA 70

Table 3. Comparison between PR670 and HEXA 70 Results

	AM 11:00			PM 14:30		
	PR670 (cd/m ²)	HEXA70 (cd/m ²)	ratio (%)	PR670 (cd/m ²)	HEXA70 (cd/m ²)	ratio (%)
1	50,230	56,289	10.8	166,300	135,980	22.3
2	45,450	50,600	10.2	10,230	12,240	16.4
3	44,208	46,790	5.5	13,184	15,666	15.8
4	36,395	44,010	17.3	10,706	10,571	1.27
5	35,360	40,348	12.3	9,073	10,873	11.0
6	42,330	47,607	11.2	41,901	37,067	11.4

측정일의 기상변화를 분석하기 위해 현장측정과 동일한 조건으로 30분 간격으로 실시한 천공휘도는 9월 22일에 3,680~13,145 cd/m²로 평균 8,801cd/m²로 분석되었다. 9월 29일의 천공휘도는 1,934~11,239cd/m²으로 평균 6,205cd/m²로 분석되었다. 측정일의 천공휘도는 (Fig 9)와 같다.

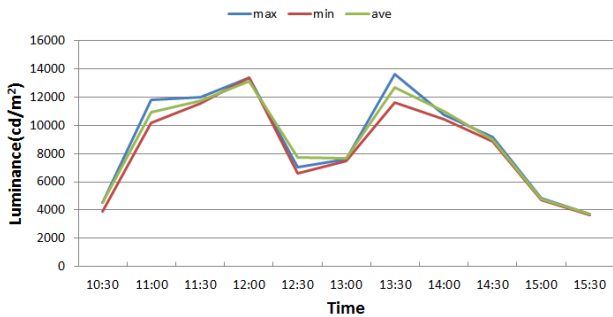


Figure 9. Sky Luminance(09.22)

S 건축물 남측면을 대상으로 실시한 시간에 따른 표면휘도의 평균은 6,325~12,654cd/m²로 일일 평균 9,335cd/m²로 분석되었다. 오전보다 오후의 표면휘도가 증가하며 평균 표면휘도가 11,000 cd/m²를 초과하는 시간은 14:30과 15:00에 나타나는 것으로 분석되었다(Table 4). 또한 건물 외벽의 지점별 표면휘도는 최소 509cd/m²에서 최대 136,076cd/m²로 260배 이상의 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이는 태양이 반사되는 직사일광 유입부의 영향으로 눈부심이 예측되고 있다. 시간별 표면휘도 차이가 가장 큰 시간은 14:00인 것으로 분석되었다

Table 4. South Facade Luminance

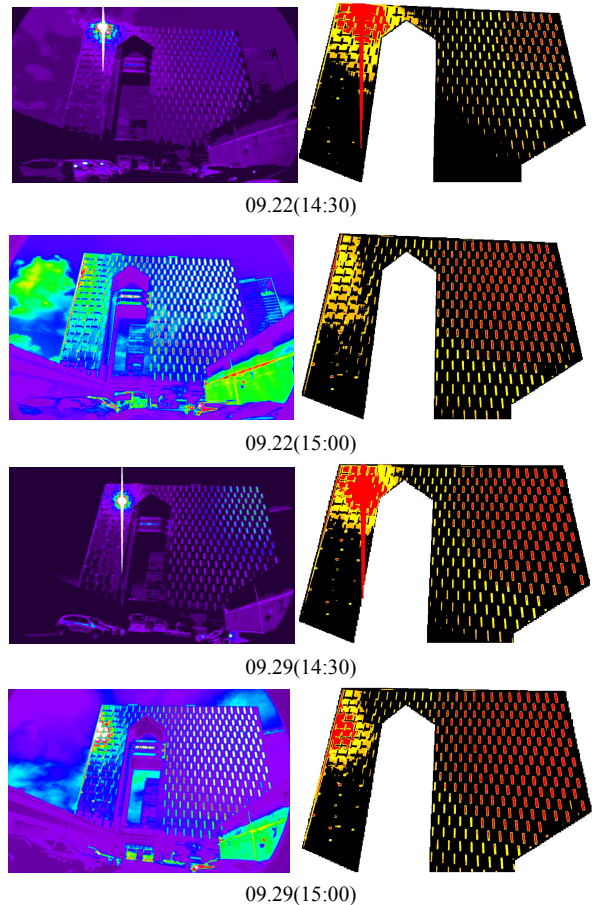
	max. (cd/m ²)		min. (cd/m ²)		ave. (cd/m ²)	
	09.22	09.29	09.22	09.29	09.22	09.29
10:30	26,490	85,831	697	942	3,716	6,325
11:00	57,004	73,080	723	852	4,984	6,374
11:30	58,711	53,990	1,121	799	6,938	8,294
12:00	16,154	119,988	703	674	4,462	7,349
12:30	23,966	90,335	509	1,140	3,129	10,990
13:00	28,527	47,250	1,093	982	8,352	9,030
13:30	31,307	136,066	1,223	1,014	8,403	10,945
14:00	136,055	136,070	1,055	976	8,017	9,065
14:30	136,066	136,076	1,161	1,195	11,547	12,654
15:00	75,514	136,053	976	735	10,463	11,157
15:30	65,004	104,386	771	678	8,697	10,511
max.	136,066	136,076	1,223	1,195	11,547	12,654
min.	16,154	47,250	509	678	3,129	6,325
ave.	59,527	101,739	912	908	7,155	9,335

태양반사광에 의한 빗공해 가능성 평가를 위해 건물 외벽의 평균 표면휘도가 높은 14:30과 15:00의 휘도분포를 분석하였다. 분석은 앞에서 제시된 절대글레어의 개념을 활용하여 불래글레어(12,000 cd/m² 이상) 및 불능글레어(15,000cd//m² 이상) 발생휘도 및 국내 N사옥 ‘빛 반사사건판결’에서 제시된 건물 표면휘도기준 25,000 cd/m²를 사용하였다(Table 5) [2].

Table 4. South Facade Luminance Occurrence Rate

luminance (cd/m ²)	occurrence rate (%)						
	14:30			15:00			total ave.
	9.22	9.29	ave.	9.22	9.29	ave.	
under 12,000	81.7	77.0	79.3	78.8	78.1	78.4	78.8
over 12,000	18.3	23.0	20.6	21.2	21.9	21.5	21.2
over 15,000	7.5	19.0	13.2	14.4	17.4	15.9	14.5
over 25,000	5.8	11.2	8.50	7.10	10.4	8.75	8.62

S 건물의 남측 정면에서 불래글레어를 발생시킬 수 있는 표면휘도 범위는 약 21.2%이며 불능글레어를 유발할 수 있는 표면적은 약 14.5%인 것으로 분석되었다. 또한 국내 법원이 태양광반사 피해 판정기준으로 사용한 25,000cd/m²를 초과하는 표면적은 약 8.6%로 제시된 측정조건에서 태양반사광에 의한 빗공해 발생이 우려되는 것으로 분석되었다(Fig 10).



In the figure, under 12,000 cd/m² is black color, over 12,000 cd/m² is orange color, over 15,000 cd/m² is yellow color and over 25,000 cd/m² is red color.

Figure 10. South Facade Luminance Distribution Examples

4. 결론

연구는 최근 사회문제로 대두되고 있는 태양반사광에 의한 빗공해 발생가능성을 시각적 측면에서 시뮬레이션과 현장측정을 통하여 분석하였다. 문헌분석 결과 시각적으로 눈부심을 유발할 수 있는 건물 외피의 밝기는 태양반사 거리 및 각도 등 다양한 변수에 더하여 절대글레어의 개념으로 평가할 수 있는 것으로 분석되었다.

신축된 S 건축물을 대상으로 눈부심 발생가능성을 평가한 결과 태양반사광 반사거리는 높이의 최대 10배까지 이를 수 있으며 반사거리가 100m를 초과하는 시간도 동지는 모든 시간에 그리고 춘추분에 약 70%에 이르는 것으로 분석되었다. 이때 절대글레어의 개념에 따라 눈부심을 유발할 수 있는 건물 남측의 외피면적은 최소 8.6%에서 최대 약 20%에 이를 수 있는 것으로 분석되었다.

연구결과 고반사를 외장재를 사용한 건축물에서 주간에 태양반사광에 의한 피해가 발생할 가능성이 높은 것으로 사료된다. 그러나 연구결과는 특정 건축물에 한정되어 시각적 불쾌감을 유발할 수 있는 다양한 변수를 고려하지 못하였고 반사거리 및 각도 등의 변화에 따른 영향을 반영하지 못하는 등 연구결과의 일반화에 한계를 지니고 있다. 그러므로 연구목적으로 제시된 태양반사광 빗공해 평가방법 개발 및 저감방안 등의 개발을 위해서 보다 다양한 사례분석 및 변수에 따른 영향평가가 요구되며 인접 건물에 거주하는 주민들의 실제적 피해사례 분석 등 지속적인 연구가 필요하다고 사료된다.

Acknowledgements

이 논문은 2017년도 한국연구재단 연구비 지원에 따른 결과의 일부임. (과제번호 NRF-2017R1D1A1A02018495)

이 논문은 2017년도 한국교통대학교 교내학술연구지의 지원을 받아 수행된 연구임.

Reference

- [1] 환경부, 인공조명에 의한 빗공해 방지법, 2013.2.1.
- [2] ① 한국경제 부동산 정보, 네이버 사옥 통유리건물 빛반사사건 판결, 2013.6.13.
② 조선비즈, 태평양 ‘네이버 사옥 눈부심 소송’ 구원 성공-해마루 역전패, 2013.06.13.
- [3] 중앙일보, 서초동 사랑의 교회 유리벽 짓자 검찰청 ‘눈부셔 일 못하겠다!’, 2011.10.7
- [4] 부산-연합뉴스, 해운대 마린시티 초고층건물 ‘빛반사 소송’, 2012.06.07.
- [5] 김강수 외3인, 태양 반사광에 의한 주거공간의 불쾌 현위 평가에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 1996.12 // Kim, Kang-Soo, Jeong, Jae-Weon, Knag, Byung-Ho, Lee, Ji-Hoon, A Study on Estimation of Discomfort Glare caused by Reflected Sunlight in a Living Space Vol.12 (12), 1996
- [6] 이종영 외2인, 고반사 커튼월 건물의 직사일광 반사영역 선정, 한국친환경설비학회 춘계학술발표대회논문집, 2008.10 // Lee Jong-Young, Kim Ji-Hyun, Song Kyoo-Dong, Estimating Direct Sunlight Reflection Area of High-reflectance Curtain Wall Buildings, 2008
- [7] 이종영 외3인, 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 건물 외장재의 태양광 반사에 의한 눈부심 영향 평가, 한국친환경설비학회지, 3호, 2009 // (Lee Jong-Young, Lee Ju-Yoon, Kim Ji-Hyun, Song Kyoo-Dong, Evaluating Glare in due to Solar Specular Reflection from a High-rise Building Skin Vol.3 (1), 2009
- [8] 윤태욱, 송규동, 외부 차양을 이용한 커튼월 건물의 태양광 반사현위 저감 방안, 한국건축친환경설비학회 논문집, 9호, 2015. 02 // Yun, Tae-Wook,

- Song, Kyoo-Dong, Reducing Sunlight Reflection Glare from Glass Curtain Wall Buildings by External Shades Vol.9 (1), 2015
- [9] 윤은정, 커튼월 입면 기술기에 따른 경면반사 현위 저감에 관한 연구, 경희대학교 석사학위논문, 2016. 02 // Yun, Eun -Jeong, Reducing Specular Reflection Glare According to the Slope of the Curtain Wall Facade, 2016
- [10] 김민성 외2인, 도심지 고층건물 외피의 태양광 경면반사로 인한 눈부심 평가, 한국생활환경학회지, 2004.6 // (Kim, Min-Sung, Lee, Ju-Yoon, Song Kyoo-Dong, Evaluating Glare due to Solar Specular Reflection from a High-rise Building Skin in Urban Area Vol.11 (2), 2004
- [11] 김지현 외3인, RADIANCE 프로그램을 이용한 태양광 경면반사에 의한 눈부심 영향 분석방안 연구, 한국생활환경학회지, 2013.2 // (Kim, Ji-Hyun, Kim, In-Tae, Song Kyoo-Dong, Choi, An-Seop, Evaluating Glare due to Solar Specular Reflection from a High-rise Building Skin in Urban Area Vol.20 (1), 2013
- [12] City of Singapore, Building Control Act-Chapter 29, 2003
- [13] Queenstown Lakes District Council in New Zealand, A Guide to Reducing Glare and Reflection, 2005
- [14] City of Busselton in Australia, Local Planning Policy- Special Character Areas and Visual Management Policy, 2010
- [15] Marc Schiler etc., Urban Environmental Glare, PLEA2001, 2006
- [16] Jae Yong Suk etc, Reflectivity and Specularity of Building Envelopes, Architectural Science Review, Vol.60 (4), 2017
- [17] Xiaoming Yang etc., Simulation of Reflected Daylight from Building Envelopes, BS2013, 2013
- [18] Ryan Danks etc., Assessing Reflected Sunlight from Building Facades : A Literature Review and Proposed Criteria, Building and Environment 103, 2016
- [19] Marcin Brezicki, The Influence of Reflected Solar Glare Caused by the Glass Cladding, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 2012
- [20] Naai-Jung Shih etc., A Study of Reflection Glare in Taipei, Building Research and Information, 2001