



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공 학 석 사 학 위 논 문

부산지역의 주요 가로변 광공해
실태조사 연구



2007년 2월

부 경 대 학 교 산 업 대 학 원

건 축 공 학 과

전 민 지

공 학 석 사 학 위 논 문

부산지역의 주요 가로변 광공해
실태조사 연구

지도교수 임 영 빈

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2007년 2월

부 경 대 학 교 산 업 대 학 원

건 축 공 학 과

전 민 지

전민지의 공학석사 학위논문을 인준함

2006년 11월 30일



주 심 공학박사 박 천 석 (인)

위 원 공학박사 이 재 용 (인)

위 원 공학박사 임 영 빈 (인)

목 차

| | |
|------------------------------|----|
| 1. 서론 | 1 |
| 1.1 연구의 배경 및 목적 | 1 |
| 1.2 연구의 범위 및 방법 | 2 |
| 2. 이론적 고찰 | 4 |
| 2.1 광공해(Light Pollution)의 개념 | 4 |
| 2.1.1 천문학적 광공해 | 4 |
| 2.1.2 옥외조명 광공해 | 4 |
| 2.2 광공해를 일으키는 원인 | 5 |
| 2.2.1 산란광 (Sky Glow) | 6 |
| 2.2.2 침입광(Light Trespass) | 7 |
| 2.2.3 현휘현상(Glare) | 8 |
| 2.3 기존의 연구현황 | 9 |
| 2.4 광공해가 미치는 영향 | 12 |
| 2.4.1 경관에 미치는 영향 | 12 |
| 2.4.2 거주자에 미치는 영향 | 12 |
| 2.4.3 보행자에 미치는 영향 | 12 |
| 2.4.4 교통기관에 미치는 영향 | 13 |
| 2.4.5 에너지 소비에 미치는 영향 | 13 |
| 2.5 광공해 사례조사 | 14 |
| 2.5.1 도로의 광공해 | 14 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| 2.5.2 식품매장의 광공해 | 14 |
| 2.5.3 주유소의 광공해 | 15 |
| 2.6 가로조명기구의 설계기준 | 16 |
| 2.6.1 한국 표준협회 조도기준 | 16 |
| 2.6.2 국제 조명위원회(CIE) | 17 |
| 2.6.3. 영국 ILE | 20 |
| 2.6.4 일본환경대책위원회 | 21 |
| 3. 광공해의 해결방안 | 24 |
| 3.1 일반적 조명통제 방법 | 24 |
| 3.2 등기구 설치 형태에 따른 구분 | 26 |
| 3.2.1 건 물 | 26 |
| 3.2.2 도 로 | 27 |
| 3.3 등기구 반사판에 따른 방법 | 28 |
| 3.4 CIE 규정 조명 통제 방법 | 29 |
| 3.5 현황현상에 대한 규정 및 통제 | 32 |
| 4. 광공해 실태조사 | 33 |
| 4.1 조사대상 지역의 개요 | 33 |
| 4.2 측정개요 및 측정기기 | 34 |
| 4.3 현장측정 | 35 |
| 4.3.1 서면 M빌딩 | 35 |
| 4.3.2 남포동 T상점 | 36 |

| | |
|---------------------------|----|
| 4.3.3 부산역 | 37 |
| 4.3.4 남천동 M마트 | 39 |
| 4.3.5 초량동 S1, S2주유소 | 40 |
| 4.3.6 사상 D상점 | 41 |
| 4.4 측정결과 | 43 |
| | |
| 5. 결 론 | 45 |
| | |
| 참고문헌 | 46 |
| | |
| <i>Abstract</i> | 48 |
| | |
| 감사의 글 | 49 |



표 목 차

| | |
|--|----|
| 표 2.1 조도와 적용지역 구분 | 16 |
| 표 2.2 한국산업규격의 보행자에 대한 도로조명의 조도기준 | 16 |
| 표 2.3 한국산업규격 주거지역의 조도기준 | 17 |
| 표 2.4 환경구역의 분류 | 18 |
| 표 2.5 보행자를 위한 보도의 권장조도 (Lx) | 18 |
| 표 2.6 조명기구의 최대 광도값(cd) | 18 |
| 표 2.7 옥외조명 설치 시 광공해의 권장값 | 20 |
| 표 2.8 환경청 광해대책 가이드 라인 | 22 |
| 표 2.9 조명환경의 경계에서 연직면 조도 기준값 | 22 |
| 표 3.1 등기구의 방사형태에 따른 구분 | 25 |
| 표 3.2 등기구 설치형태에 따른 구분(건물) | 26 |
| 표 3.3 등기구의 설치형태에 따른 구분(도로) | 27 |
| 표 3.4 반사판에 따른 구분 | 28 |
| 표 3.5 상향광속율 | 30 |
| 표 3.6 지역 간의 경계 최소거리 | 31 |
| 표 4.1 보행도로의 수평면 조도 측정값(lx) | 35 |
| 표 4.2 보행도로의 수평면조도 측정값(lx) | 37 |
| 표 4.3 보행도로의 수평면조도 측정값(lx) | 38 |
| 표 4.4 보행도로의 수평면조도 측정값(lx) | 40 |
| 표 4.5 보행도로의 수평면조도 측정값(lx) | 41 |
| 표 4.6 보행도로의 수평면조도 측정값(lx) | 42 |
| 표 4.7 측정자료 결과 | 43 |

그림 목 차

| | |
|-----------------------------------|----|
| 그림 1.1 연구의 흐름도 | 3 |
| 그림 2.1 천문학적 광공해 | 4 |
| 그림 2.2 옥외가로조명의 유용한 빛과 광공해 | 5 |
| 그림 2.4 침입광 (Light Trespass) | 7 |
| 그림 2.6 광공해가 미치는 영향 | 13 |
| 그림 2.7 도로의 가로등으로 인한 광공해 발생 | 14 |
| 그림 2.8 식품매장의 광공해 발생 | 15 |
| 그림 2.9 주유소의 광공해 | 15 |
| 그림 2.9 광공해 체크리스트 | 19 |
| 그림 3.1 CIE에서 규정하는 차광각 | 29 |
| 그림 4.1 측정지역 | 33 |
| 그림 4.2 측정기기 | 34 |
| 그림 4.3 측정장소 및 측정지점 | 35 |
| 그림 4.4 측정장소 및 측정지점 | 36 |
| 그림 4.5 측정장소 및 측정지점 | 38 |
| 그림 4.6 측정장소 및 측정지점 | 39 |
| 그림 4.7 측정장소 및 측정지점 | 40 |
| 그림 4.8 측정장소 및 측정지점 | 42 |

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

야간에 대한 인식은 세계화, 정보화, 심야산업의 등장과 라이프 스타일의 변화라는 시대적 흐름으로 새롭게 변화하고 있다. 야간에도 생계 및 직업활동을 하거나 여가 활동을 하는 인구가 늘어감에 따라 도시환경에 있어서 옥외조명의 역할은 점점 더 확대되어가고 있다. 최근 부산에서는 국제문화도시로서의 이미지를 제고하고 부산의 아이덴티티를 강화하기 위하여 야간경관조명 연출을 위한 경관조명대상 발굴 및 사업을 추진하고 있으며, 도시의 매력을 창출하여 도시경쟁력을 증진시키고 야간에 쾌적하고 아름다운 환경을 조성하기 위하여 생활환경 조명의 수준도 향상하고자 노력하고 있을 뿐 아니라 쇼핑센터 등에서는 경관조명을 설치함으로써 랜드마크로서의 지역적 메시지를 전달하는 기능을 갖게 하여, 고객들의 시선을 이끌어 매출을 증대시키고자 하고 있다. 하지만 대형 상업용 건물에는 경관조명을 설치함에 있어 반드시 고려해야 할 광공해에 대해서 아무런 고려없이 조명을 과다하게 설치함으로써 광공해를 발생시키고 있다.

따라서, 과다하게 설치된 조명에서 발생하는 광공해를 저감할 필요성이 있으며 이에 따라 미국에서는 1992년부터 에리조나, 콜로라도 등의 6개 주와 100개의 도시가 빛공해 방지법과 조명조례를 제정하였으며, 일본도 변화가, 도심주택지 등에 조명환경 권장치를 제정해서 시행하고 있다. 이탈리아는 국가적으로 빛공해 추방운동을 벌이고 매년 10월 4일을 <빛공해 인식의 날>로 정했으며, 칠레와 호주도 국가가 빛공해 방지법을, 체코에서도 야간조명을 제한하는 법률안을 통과시켰다. 그러나 이를 규제하기 위한 국내의 관련 법률 기준뿐 아니라 관련 기초연구도 전무한 실정이다.

이에 본 연구는 광공해가 인간에 미치는 영향과 이에 따른 국내 및 외국 기준에 관한 고찰을 실시한 결과를 토대로 부산지역의 대표적인 상업용 쇼핑센터 건물과 야간활동이 활발히 일어나는 대표적인 지역을 대상으로 보행도로의 수평면

조도를 측정하여 광공해 발생에 따른 실태를 조사하여 향후 광공해 연구에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 부산지역을 대상으로 하여 옥외공간에서 광공해를 일으키는 주된 원인인 가로등이 과도하게 설치된 상업용 쇼핑센터 건물과 야간활동이 활발히 일어나는 지역에서 가로등으로 인한 광공해 발생실태를 조사하였다.

광공해 발생 실태조사를 위하여 부산지역의 가로변에 관한 예비조사를 실시하여 광공해 발생이 예상되는 6개 지점을 선정하였다. 선정된 지점은 상업용 쇼핑센터와 공공시설 및 주유소로서 옥외조명인 가로등이 과도하게 설치되어 있는 지역이다.

선정된 지점에서 가로등에 의한 보도바닥의 수평면 조도는 도로면과 보도면의 경계선에서 측정하였으며, 측정지점은 가로등과 가로등의 사이, 가로등아래에서 3회 실시한 평균값을 사용하여 결과분석을 하였다. 측정과 동시에 선정 지점의 주변환경에 대한 각종 자료의 수집을 위한 현장 조사를 실시하였다.

광공해와 관련한 연구의 기초자료를 확보하기 위한 실태를 조사하기 위한 본 연구의 흐름은 그림 1.1과 같다.



그림 1.1 연구의 흐름도

2. 이론적 고찰

2.1 광공해(Light Pollution)의 개념

2.1.1 천문학적 광공해

광공해(Light pollution)라는 용어는 천문학에서 가장 먼저 사용되었다. 즉 광공해란 먼지를 비롯한 대기오염물질이 하늘을 뒤덮고, 자정이 지나도 꺼지 줄 모르는 인공 불빛(조명)이 먼지 층에 반사되어 별이 우리 시야에서 사라지는 현상을 가리키는 것으로, 밤하늘의 오염도를 측정하는 바로미터이다. 다시 말하면, 천체를 관측하는데 조명 때문에 많은 장애를 받게 되면서 광공해라는 말이 쓰여진 것이다. 아래 그림 2.1은 천문학적 광공해¹⁾를 나타낸다.

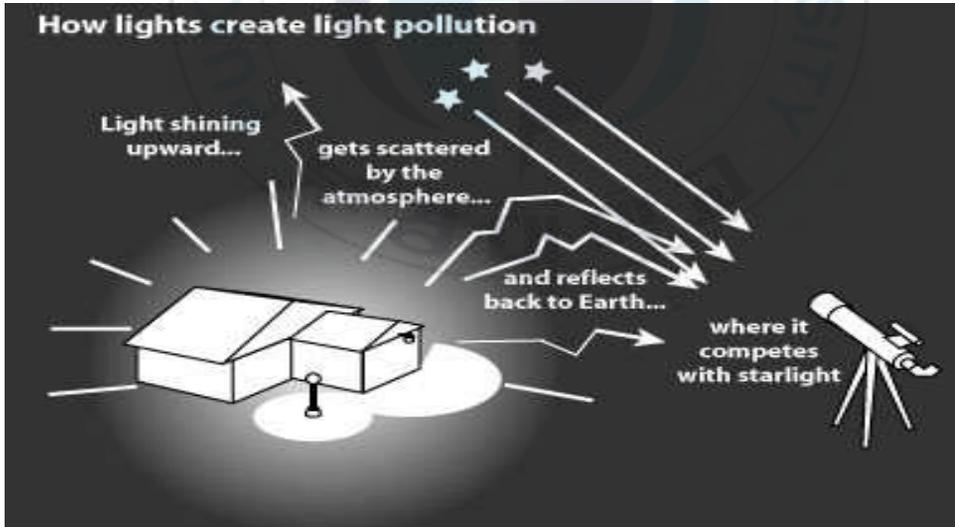


그림 2.1 천문학적 광공해

1) International Dark-Sky Association (IDA), <http://www.darksky.org/> 2005.8

2.1.2 옥외조명 광공해

옥외조명에서의 광공해란, 양호한 조명환경이 조명대상범위 밖으로 새어나오는 빛(Spill light)에 의해 장애를 받고 있는 상황, 또는 이에 따른 악영향을 의미한다. 또한 좁은 의미로는 장해광(Light trespass)에 의한 악영향을 광공해라고 한다.

양호한 조명환경이란 주위의 상황(사회적 상황 및 자연환경)에 적합하면서, 조명의 사회적 목적에 알맞도록 조명의 안전성 및 효율성이 확보되고, 쾌적한 경관 및 주변환경에 공해가 없도록 충분히 배려되어 있는 조명상황을 말한다. 새는 빛이란 조명기구로부터 나오는 빛이 조명을 목적으로 하는 조명영역 밖으로 비치는 빛을 말하며, 장해광이란 ‘새는 빛’ 중에서 ‘빛의 양이나 ’빛의 방향‘ 또는 이 두가지에 의해 천문학, 인간의 활동 및 생물 등에 악영향을 미치는 빛을 말한다.

그림 2.2 는 옥외가로조명의 유용한 빛과 광공해²⁾에 관한 그림이다.

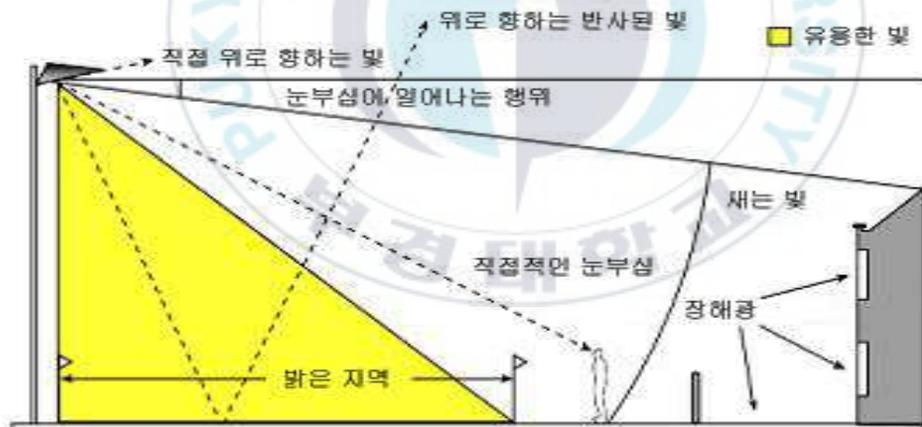


그림 2.2 옥외가로조명의 유용한 빛과 광공해

2) Adapted from Institution of Lighting Engineers, <http://www.lrc.rpi.edu>, 2006.5

2.2 광공해를 일으키는 원인

광공해를 일으키는 주원인은 간섭광이다. 간섭광(Obtrusive Light)이란 통제불능인 광선속으로서 불편감을 주고 시인지 장애를 일으키는 빛들을 말한다. 이는 광공해를 일으키는 원인이 된다.

간섭광은 크게 3가지로 나눌 수 있다.

2.2.1 산란광 (Sky Glow)

Sky Glow는 일종의 산란광 효과로서 지면의 인공조명에서 공중으로 새어나오는 빛이 산란을 일으켜 나오는 효과이다. 야간에 하늘이 어두워 보이질 않고 부분적으로 환해보이는 현상이기도 하다. 이러한 산란광 효과는 조명기구로부터 새어나온 빛이 대기 중의 분자나 미립자에 의하여 광선이 흩어지는 현상으로 조명기구의 차광효과가 미흡한 점이 주요 원인이 된다.

또한 조명기구로부터 나오는 빛이 지상의 시설물에 반사 산란되어 대기 중에 유포되는 광선이나 건축물 및 시설물의 외관을 위해서 비추는 조명이 원인이 되기도 한다. Sky Glow를 효과적으로 예방하기 위해서 CIE에서 권고하는 차광각을 가지는 조명기구를 설치하고 지상의 건물이나 시설물에 대한 조명시설에 있어서도 차광효과를 고려하여 설계 하여야 한다.

그림 2.3는 국내외 자료 조사를 통한 산란광³⁾에 관한 그림이다.

3) Campaigning to Protect Rural England <http://www.cpre.org.uk>, 2006.5



그림 2.3 산란광 (Sky Glow)

2.2.2 침입광(*Light Trespass*)

침입광은 조명 영역을 벗어나 조사되는 광선속을 말한다. 다시 말해, 조명이 필요한 영역을 위해서 설치된 조명기구로부터 새어 나오는 빛이 조명이 필요한 영역을 벗어나 조명으로부터 보호되어야 할 영역을 침범하는 것이다. 이는 등기구의 차광 기능의 결여로 비 조사지역으로 방출되는 광선속들이 원인이 된다. 침입광은 빛으로부터 보호되어야 할 영역을 조사하므로 문제를 야기 시키고 분쟁의 소지를 제공한다.

최근에 광공해로 발생하는 민원의 대부분은 침입광으로 인한 문제가 많은 부분을 차지한다. 주택가 인근에 설치된 가로등으로 인해 야간에 숙면을 방해 받는다거나 주변 건물의 경관 조명으로 인해 사생활을 침해 받는 사례가 늘어가고 있다. 이렇듯 침입광은 우리 생활에 가장 밀접한 문제를 야기 시키며 우선적으로 해결되어야 할 문제이기도 하다.

그림 2.4는 국내외 자료 조사를 통한 침입광⁴⁾에 관한 그림이다.

4) Sarnia Centre, <http://www.sarnia.com/groups/astro/>, 2006.9



그림 2.4 침입광 (Light Trespass)

2.2.3 현휘현상(Glare)

현휘현상은 시야 내에 너무 높은 휘도나 너무 큰 휘도대비가 주어진 경우에 일어나는 시각적 장애 현상으로 사물의 시각적 인지 능력의 저하뿐만 아니라 시각적 쾌적함의 저하를 가져온다.

현휘현상을 일으키는 원인은 산란광과 마찬가지로 등기구의 차광기능 결여로 생긴다. 등기구의 차광기능의 결여로 새어 나오는 빛이 공중으로 산란하면 산란광 현상을 유발하고 지상으로 산란할 경우 사람의 시각을 자극하여 현휘현상을 유발한다.

현휘현상을 완전히 제거할 수는 없으나 사람의 행동이나 시각에 장애를 일으키지 않을 정도로 줄일 수는 있다. 설치될 등기구의 선정에 앞서 차광각과 방사각도를 고려해서 선정하고 조명기구 설치 방법에 있어서도 충분한 고려를 한다면 현휘현상에 대한 문제를 사전에 방지 할 수 있다.

그림 2.5는 국내외 자료 조사를 통한 현휘현상⁵⁾에 관한 그림이다.

5) Campaign for Dark Skies, <http://www.dark-skies.freemove.co.uk/index.htm>, 2006.8



그림 2.5 현휘현상 (Glare)

2.3 기존의 연구현황

국내의 경관조명은 아직 도입단계에 있으며, 아직 광공해에 관한 인식과 선행연구의 부족으로 조명디자인 단계에서 이를 고려하지 않고 설계를 하고 있다. 따라서 광공해에 대한 심리량 평가와 더불어 학술적인 연구가 필요하며, 국내 실정에 적합한 기준이 마련되어야 한다.

국내에는 아직 광공해에 관한 인식부족과 광공해에 관한 정의만 내려져 있어 광공해에 관한 연구가 부족한 실정이다.

이소미의 ‘가로조명의 광공해에 관한 연구’⁶⁾에서는 야간활동이 적은 주거지역의 가로조명과 야간활동이 활발하게 일어나는 동대문 상업지구의 가로조명의 수평조도를 조명기구 형태별 분류에 따라, 지상 0m에서 가로등 아래, 가로등과 가로등 사이, 보행등 아래, 보행등과 보행등 사이, 보행등과 가로등 사이를 3회 측정하여 그 평균값을 사용하였다. 이를 기초로 하여 우리나라의 옥외 가로조명의 광공해 실태를 조사하여 방지대책을 세우고, 광공해 연구의 기초자료를 제시하였다.

주거지역의 조명은 거주자나 보행자에게 안전과 보안의 목표로 설계되어야하므로, 조명환경의 특징에 따라 cut-off된 조명기구의 형태와 적절한 조도, 창호로 침입하는 빛이나 보행자에게 불쾌감을 줄이는 차폐된 디자인으로 설치되어야 하고,

6) 이소미, 가로조명의 광공해에 관한 연구, 한국생태환경 건축학회 학술발표대회 논문집, 통권 6호, 2004.5

상업지역은 부분적으로 cut-off 조명기구를 사용한 곳도 있지만 non-cutoff 조명기구를 설치하여 천공부분에 광공해를 유발시키는 보행등도 있었다. 이처럼 아직 우리나라의 옥외조명은 초기 단계와 광공해에 대한 인식의 부족으로 조명디자인 단계에서 마땅한 기준 없이 설계되고 있다. 따라서 광공해에 대한 연구뿐만 아니라 국내 설정에 맞는 적합한 옥외 조명의 기준이 마련되어야 한다.

정인영의 ‘복합빌딩의 옥외조명으로 인한 광공해발생 실태조사’⁷⁾에서는 광공해가 건축에 미치는 영향과 외국의 기준에 대해 고찰하였다. 그리고 우리나라의 대표적인 상업용 쇼핑센터 건물을 대상으로 보행도로의 수평면 조도는 지상 0m에서 가로등 아래, 가로등과 가로등 사이, 보행등 아래, 보행등과 보행등 사이, 보행등과 가로등사이를 3회 측정하여 평균값을 사용하였다. 광공해의 방지를 위해 조직된 IDA에서는 대상건물이 시각적으로 인지되는 범위 내에서 보행자에게 시각적 불편감을 주는 블록의 경계지점에서 건물외관의 표면 휘도를 측정하였고, 광공해의 양을 측정하기 위해 사이트를 향하여 대지경계면에서 연직면 조도를 측정한 후 (IESNA, 1999)⁸⁾ 측정위치의 사이트로부터 180° 회전하여 연직면 조도비를 측정하여 광공해 발생의 실태를 조사하였다.

야간의 쇼핑활동이 활발히 일어나는 동대문 상업지역의 건물을 대상으로 옥외조명의 광공해 실태를 조사한 결과 대상건물 앞에 전반확산형기구를 설치하여 보행자에게 시각적 불편감을 줄 수 있으며 조명에너지의 양을 증가시켜 빛의 양을 소비할 수 있다. 또한 옥외조명의 경우 광고효과만을 고려하여 과도한 조명을 사용하고 있기 때문에 적절한 규제가 필요하다.

프랑스의 야간경관조명 발달과정을 살펴보면, 프랑스는 우리보다 앞서 야간경관에 대한 관심을 보이기 시작했지만, 다른 선진국들과 마찬가지로 이 분야에서의 연구를 통한 반성과 모색은 비교적 짧은 역사를 가지고 있다.

야간경관에서 핵심적인 것은 조명의 문제다. 프랑스에서도 조명은 오로지 자동차의 원활한 유통과 보행자를 위한 가시성의 확보라는 실용적인 용도로만 사용되

7) 정인영, 복합빌딩의 옥외조명으로 인한 광공해발생 실태조사, 한국생태환경 건축학회 학술발표대회 논문집 : 통권 4호(2003-05)

8) Illuminating Engineering Society of North America (북미 조명학회)

었다. 하지만 1980년대에 들어서서 정보주도의 대규모 개발사업과 더불어 프랑스에 경관조명이 설치되기 시작했다. 리용시가 그 선구가 되는데 1989년에 ‘조명계획’을 수립하고 그에 따라서 도시 전체의 야간경관을 총괄하도록 하였다. 리용시에서의 성과는 곧바로 강, 낭트, 아미앵, 캥브레, 비시, 루드 등 프랑스의 수많은 도시들에 적용되기 시작했으며 새로운 개발문화로 자리 잡기에 이르렀다.

이처럼 프랑스에서 야간경관조명은 첫째, 각 도시의 정체성과 지역성을 야간의 이미지를 통해서 표현하는 것을 중시한다. 둘째, 도시 내부의 각 구역의 특성을 살려서 야간 경관을 계획한다. 셋째, 한국에서는 주로 야간경관의 문제가 문화재나 대형공공건물, 교량 등의 장식적인 조명의 문제로만 한정되는 경향이 있는데, 프랑스에서도 기념비적인 건축물, 교량, 건물, 공원 등의 장식적 조명을 중시하지만 여기에 한정하지 않고 차도와 인도의 가로등과 같은 기능적인 조명의 기능적 효과뿐만 아니라 상징적, 정감적, 장식적인 효과를 활용한다. 이를 위해서 도시 수준에서의 체계적인 조명개발계획과 프로그램을 세워서 집행하는 경향을 보인다. 넷째, 야간경관을 위한 조명계획의 문제는 또한 주간경관의 문제이기도 한다. 조명기구와 조명지지대 등은 낮의 세계에도 속해 있으며, 따라서 기타의 환경설치물과의 조화의 문제가 발생한다. 그리하여 프랑스에서 조명개발계획은 새로운 조명방식의 개발뿐만 아니라, 조명과 관련된 환경설치물의 디자인 개발을 포함하는 경우가 많다.

2.4 광공해가 미치는 영향

일반적으로 광공해가 건축에 미치는 영향⁹⁾은 아래와 같다.

2.4.1 경관에 미치는 영향

부적절한 야간조명(예를 들어 적합하지 않은 네온사인이나 라이트 업 등)은 도시의 경관을 많이 해친다.

2.4.2 거주자에 미치는 영향

도로나 가로에 설치된 옥외 조명광이 주거 내에 강하게 비치면 거주자의 안면, 프라이버시 등에 악영향을 미칠 위험이 있다. 국제조명위원회(CIE)에 있어서는 거실 창면에 옥외조명으로 인한 조도에 상한을 규정하고 있다. 이에 대한 대책으로서는 조명기구의 설치위치를 재검토 하는 것과 조명기구에 차광판이나 루버를 설치하여 배광제어를 하는 것 등이 있다.

2.4.3 보행자에 미치는 영향

가로등의 선정과 설치가 적합하지 않을 경우에는 필요한 조도가 얻어지지 못할 뿐만 아니라 보행자에게 불쾌한 눈부심을 느끼게 할 가능성이 있다. 또한, 방법상의 안전성에 피해를 입힐 가능성이 있다. 이 때문에 주변환경을 고려한 적절한 조명기구를 설치해야 한다.

9) 정인영·안현태·김정태, 복합빌딩의 옥외조명으로 인한 광공해 발생 실태조사, 한국생태환경건축학회 춘계학술발표대회, 2003.

2.4.4 교통기관에 미치는 영향

도로주변시설의 조명이 자동차의 운전자에게 영향을 미쳐, 교통안전에 지장을 발생시킬 가능성이 있다.

2.4.5 에너지 소비에 미치는 영향

야간의 대도시에는 불빛이 넘칠 경우 이로 인해 조명 에너지의 양은 증가하며, 빛의 전부가 유용하게 쓰이지는 못하게 된다.

다음의 그림 2.6은 광공해가 미치는 영향을 나타낸다.

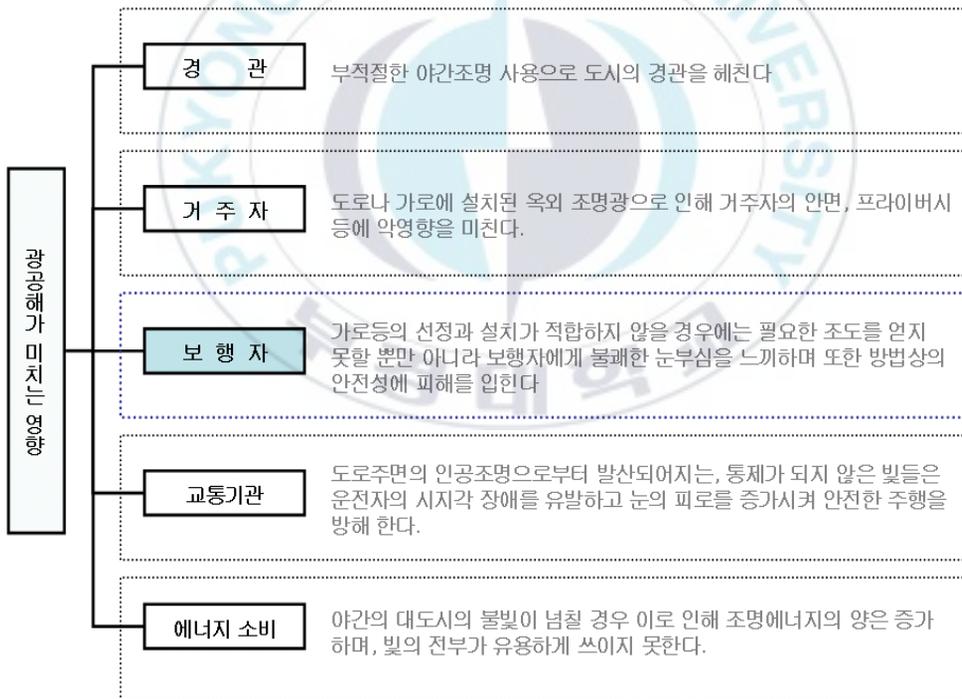


그림 2.6 광공해가 미치는 영향

2.5 광공해 사례조사

2.5.1 도로의 광공해

위의 그림 2.7은 도로의 가로등으로 인한 광공해 발생¹⁰⁾을 나타내며, 그림에서 보듯이 조명기구의 빛으로 인하여 매우 심한 글레어가 발생되고 있다. 도로에서의 이러한 광공해는 운전자의 시야를 자극하여 차의 속도를 떨어뜨릴 뿐만 아니라 사고의 위험도 매우 높다.



그림 2.7 도로의 가로등으로 인한 광공해 발생

2.5.2 식품매장의 광공해

그림 2.8은 인스턴트 식품매장의 모습으로 조명기구에 갓을 씌우지 않았기에 빛이 360° 모든 방향으로 확산되고 있는 조명의 모습이다. 이와 같은 조명상황에서는 상점을 이용하는 사람들에게 불쾌감을 주게 되어, 사람들의 왕래가 많은 매장의 특성상 적절한 개선이 필요하다.

10) YTN TV, '도심 빛공해 심하다' 2003.6.9



그림 2.8 식품매장의 광공해 발생

2.5.3 주유소의 광공해

그림 2.9은 주유소의 모습으로 캐노피 아래의 밝은 조명은 글레어를 유발하고 있다. 이렇게 밝은 빛에 시각이 순응하게 되면 그 밖에 다른 것들은 매우 어둡게 보이게 된다. 이런 반응은 매우 위험한 것으로 주유소를 빠져나가면 다른 차들의 불빛이 시야에서 사라져 버릴 수 있다



그림 2.9 주유소의 광공해

2.6 가로조명기구의 설계기준

2.6.1 한국 표준협회 조도기준

현재 국내에서 도시의 조명계획을 할 경우 조도계획을 통해 용도 혹은 지구별에 알맞은 요구조건을 만족시켜야 한다. 이와 같은 조도기준을 만족하기 위해 고려되어지는 인자들은 표2.1, 표2.2, 표2.3(한국 표준협회 조도기준)¹¹⁾ 서 확인할 수 있듯이 토지이용도, 보행자의 통행량, 주변상황의 평균조도¹²⁾등이 모두 고려되어 설계해야 한다.

표 2.1 조도와 적용지역 구분

| 조도 (lx) | 지역구분 |
|----------|----------------|
| 30 ~ 100 | 상업지역 및 진입로 부분 |
| 10 ~ 30 | 주 도로 |
| 3 ~ 10 | 주거지역 진입로 및 보행로 |

표 2.2 한국산업규격의 보행자에 대한 도로조명의 조도기준

| 야간보행자 교통량 | 지 역 | 조 도 | |
|------------|------|-------|-------|
| | | 수평면조도 | 수직면조도 |
| 교통량이 많은 도로 | 주택지역 | 5 | 1 |
| | 상업지역 | 20 | 4 |
| 교통량이 적은 도로 | 주택지역 | 3 | 0.5 |
| | 상업지역 | 10 | 2 |

11) 한국표준협회 <http://www.ksa.or.kr>, 2005.5

12) 오은숙 외, '공간구조와 보행량을 고려한 도시조명 계획 방법론에 관한 연구', 대한건축학회 논문집 계획계, 19권 10호, 2003.10

표 2.3 한국산업규격 주거지역의 조도기준

| | |
|---|---------------------------------------|
| 보행자가 노면에 장애물(돌, 구멍 등)을 인식할 수 있는 조도(보행도로) | 수평면조도 3lx이상 |
| 사람이 근접해 올 때 그 사람의 모습(태도, 인상 등)을 확인, 대응할 수 있는 거리에서 인식할 수 있는 조도(보행도로) | 4m거리에서 거리의 1.5m 높이 연직면이 81lx이상의 조도 확보 |
| 어두운 분위기 중의 시식별 작업장(방법) | 최저 3lx ~ 최고 6lx |
| 어두운 분위기의 이용이 빈번하지 않은 장소(통로) | 최저 6lx ~ 최고 15lx |

2.6.2 국제 조명위원회(CIE)

국제조명위원회(CIE : Commission Internationale de l'Éclairage)¹³⁾에서는 광공해의 기준을 위하여 표 2.4와 같이 광공해 측면에서 지역의 밝기에 따라 환경구역을 E1, E2, E3, E4의 4지역 분류 하였으며 표면 유형에 따라 각 지역의 최대표면휘도를 건물 표면의 경우 5~24cd/m², 광고물 표면의 경우 50~1,000cd/m²로 제시하고 있다. 또한 보행자를 위한 보도에 야간사용의 많고 적음에 따라 표 2.5와 같이 주위의 밝기를 밝음, 중간, 어두움의 3가지로 분류하여 수평면조도와 연직면조도의 권장값을 제시하고 있다. 표 2.6은 조명기구의 광도(I)에 대한 최대값 광도값(cd)을 제시하고 있다.

13) 국제조명위원회(CIE), <http://www.cie.co.at/cie/>

표 2.4 환경구역의 분류

| 지역 | 환경지역의 밝기 | 적용 |
|----|---------------|---------------|
| E1 | 어두운 경관의 지역 | 국립공원 등 |
| E2 | 낮은 휘도 분포지역 | 도시권외 와 전원주택지역 |
| E3 | 중간정도의 휘도분포 지역 | 도시 주거 지역 |
| E4 | 높은 휘도분포지역 | 야간 활동이 활발한 지역 |

표 2.5 보행자를 위한 보도의 권장조도 (Lx)

| 장소의 분류 | | 권장조도(Lx) | |
|---------|--------|----------|--------|
| 사용상황 | 주위의 밝기 | 수평면 조도 | 연직면 조도 |
| 야간사용 많음 | 밝 다 | 20 | 4 |
| | 중간정도 | 15 | 3 |
| | 어둡 다 | 10 | 2 |
| 야간사용 보통 | 밝 다 | 10 | 2 |
| | 중간정도 | 7.5 | 1.5 |
| | 어둡 다 | 5 | 1 |
| 야간사용 적음 | 밝 다 | 7.5 | 1.5 |
| | 중간정도 | 5 | 1 |
| | 어둡 다 | - | - |

표 2.6 조명기구의 최대 광도값(cd)

| 광 학 적 요 소 | 적 용 조 건 | 환 경 구 역 | | | |
|------------------|------------|---------|------|-------|-------|
| | | E1 | E2 | E3 | E4 |
| 조명기구의 광 도 (I) | 소등 전 | 2500 | 7500 | 10000 | 25000 |
| | 소등 후 | 0 | 500 | 1000 | 2500 |

조명설계시 경관조명의 영향으로 인한 광공해의 잠재성을 평가하기 위하여 다음과 같은 체크리스트¹⁴⁾를 제공하고 있다.

14) 김정태, 빛공해의 원인과 대책, 대한설비공학회, 설비저널 제 33권 제 11호, 2004.11

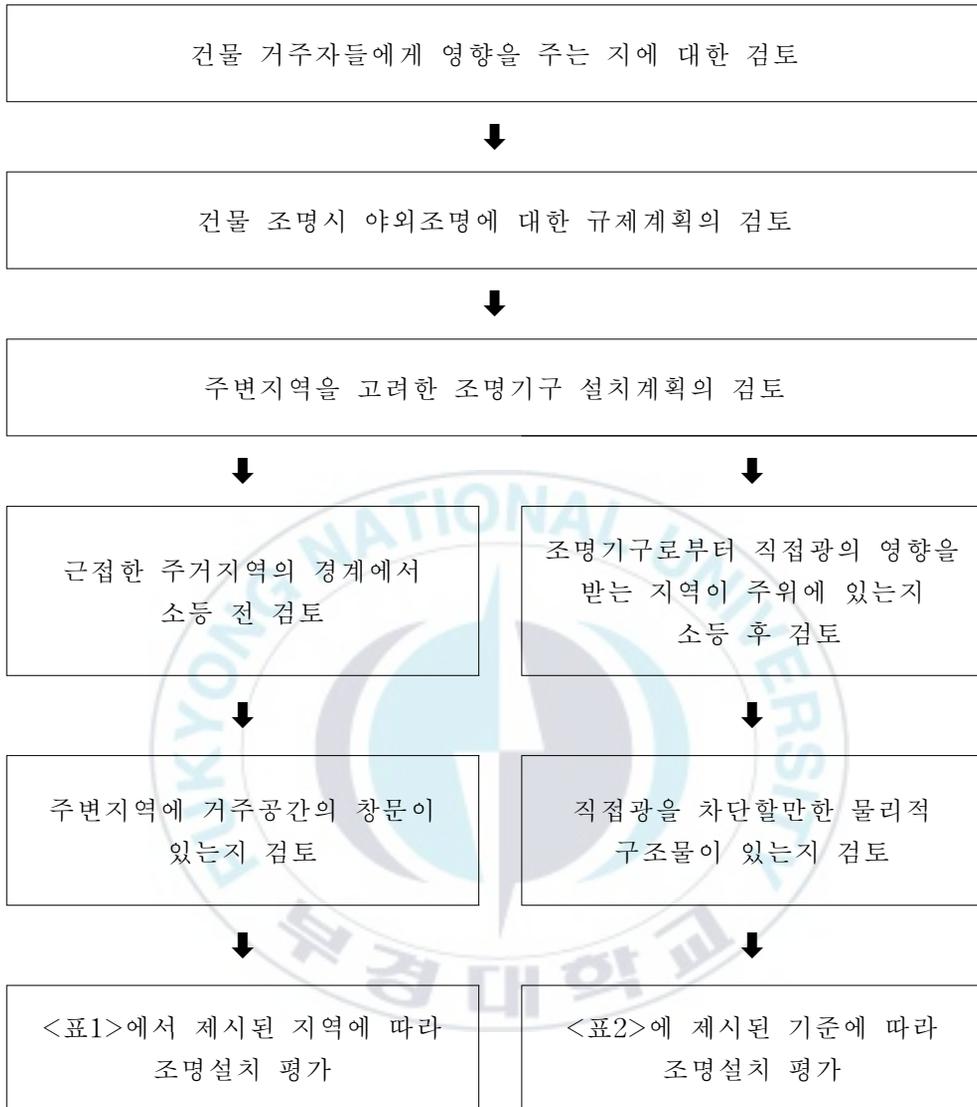


그림 2.9 광공해 체크리스트

2.6.3. 영국 ILE

영국의 ILE(The Institution Of Lighting Engineers)¹⁵⁾에서는 광공해의 감소를 위한 환경지역을 나누고 권장치를 정하였으며, 다음과 같은 옥외조명가이드라인¹⁶⁾을 권장하여 디자인하고 설치하기 전에 적용하도록 하고 있다.

- ① 전반 확산된 조명이나 상향조명보다 하향조명을 사용하여야 한다.
 - ② 투광조명과 같이 건물의 표면을 조명하고자 할 경우에는 지나친 업라이트를 피하고 보행자의 시야에 자극을 주지 않도록 설계하여야 한다.
 - ③ 글레어를 줄이기 위해서는 투사 각도가 매우 중요한데, 70도 이하가 되어야 최소화 할 수 있다.
 - ④ 대칭보다 비대칭의 외장을 사용하여야 한다.
- 표 2.7은 옥외조명 설치 시 광공해의 권장값을 나타낸 것이다.

표 2.7 옥외조명 설치 시 광공해의 권장값

| 지역 | 창안으로 들어오는 조도(lux) | | 소등전 건물의 휘도(cd/m ²) | |
|----|-------------------|------|--------------------------------|-----|
| | 소등 전 | 소등 후 | 평균 | 최대 |
| E1 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| E2 | 5 | 1 | 5 | 10 |
| E3 | 10 | 2 | 10 | 60 |
| E4 | 25 | 5 | 25 | 150 |

15) 영국조명기술자기관 <http://www.ile.org.uk/> 2006.3

16) ILE, Guidance Notes for the Reduction of Light Pollution, 2000

2.6.4 일본환경대책위원회

일본환경청은 1998년 4월에 광해대책지침을 책정하고, 국제조명위원회와 동일하게 4개의 유형으로 지역을 분류하였으며, 각 지역에 대하여 다음과 같이 목표를 정하여 조명설계를 권장하고 있다.

(1) 조명환경 : [안전]의 조명환경

옥외조명 및 옥외 광고물의 설치 밀도가 상대적으로 낮은 지역 또는 부적합한 조명설치가 자연환경에 영향을 미칠 우려가 있는 전원지역에 적용되는 환경이다. 이런 지역에 조명설치 시 자연환경에 대한 고려가 우선된다.

(2) 조명환경 : [안심]의 조명환경

옥외조명으로 도로, 가로등이 주로 배치된 교외의 주택지에 적용되는 조명환경을 말한다. 조명계획 시 기존 조명시스템의 평가가 요구되며, 옥외광고물 설치 시 세심한 관리가 필요하다.

(3) 조명 환경 : [평안]의 조명환경

옥외조명이 많고, 옥외광고물이 어느 정도 설치되어 있는 도시의 주거지역에 적용되는 조명환경이다. 조명설비를 갱신할 경우 적극적인 보수가 필요한 지역이며, 조명기기 설치 시 광공해 발생이 적은 조명기기의 선정이 요구된다.

(4) 조명 환경 : [즐거움]의 조명환경

옥외조명 및 광고물의 설치 밀도가 높은 대도시 중심부, 변화가 등에 적용되는 조명환경이다. 광공해 발생이 적은 조명기기를 설치할 뿐만 아니라 적극적인 조명기구 의 개보수 및 유지관리가 필요한 환경이다.

또한 분류지역에 따라 표 2.9와 같이 가로조명에 대한 상향광속비와 조명율에 대한 광해 대책가이드 라인을 권장하여 양호한 조명환경의 구축을 목표로 조명설계를 진행하고 있으며, 표 2.10은 조명환경의 경계에서 연직면 조도에 대한 기준값¹⁷⁾을 표 2.9에서 제시하고 있다.

표 2.8 환경청 광해대책 가이드 라인

| 조명 환경 | 가로조명기구 | | 가로조명기구에 관한 상향광속비 | |
|--------|----------------------|-------|------------------|--------------|
| | 조명율 | 상향광속비 | 단기적 목표에서 권장하는 지침 | 행정에서의 정비권장지침 |
| 환경 I | 조명율이 높아지도록 기구를 설치한다. | 0% | 0~15% | 0~15% |
| 환경 II | | 0~5% | | |
| 환경 III | | | 0~20% | |
| 환경 IV | | | | |

표 2.9 조명환경의 경계에서 연직면 조도 기준값

| | 조명환경 I | 조명환경 II | 조명환경 III | 조명환경 IV |
|--------|--------|---------|----------|---------|
| 연직면 조도 | 2 | 5 | 10 | 25 |

또한, 시, 읍, 촌 수준의 자치단체에서는 지역에 양호한 조명환경을 실현하기 위해서 지역조명계획을 책정하고, 옥외 조명등과 광고물의 가이드를 만들어 광공해에 대해 고려해야 할 사항을 나타내고 있다. 일본의 경우 환경 친화적인 옥외조명의 조명설계를 위하여 광공해를 감소시키는 것을 목적으로 가로등이 개발되는 등 많은 노력을 하고 있다. 그리고 새로운 시스템에 따라 에너지 절약, 광공해 저감

17) 日本 環境廳, 光害對策 가이드ウイン, 1998

이 가능해지는 옥외조명도 실용화되고 있다. 태양전지와 저와트의 냉음극램프, 축 전지를 조합한 가로등은 태양에너지를 사용하여 야간에 최소한의 필요한 조도를 확보한다. 또한, 광섬유나 광튜브를 사용하여 조명하는 범위를 제어함으로써 빛의 번짐을 저감하는 조명시스템 등 환경이나 에너지절약을 배려한 새로운 옥외조명 시스템이 구축되고 있다.

그림 2.9는 광공해를 저감시키는 조명갓과 매입정도¹⁸⁾를 나타낸 그림이다.

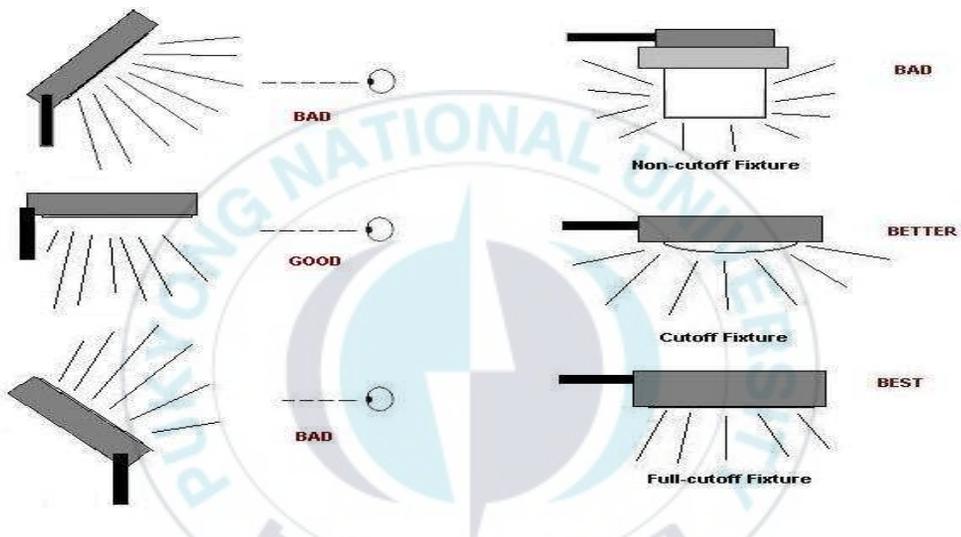


그림 2.9 광공해를 저감시키는 조명갓과 매입정도

18) What is Light Pollution, <http://www.northgeorgiaskies.org/whatis.html>. 2006.7

3. 광공해의 해결방안

조명통제의 일반적인 방법은 등기구의 방사형태, 설치방법, 반사판 설계, 램프교체 등을 통해서 빛을 통제하는 것이다.

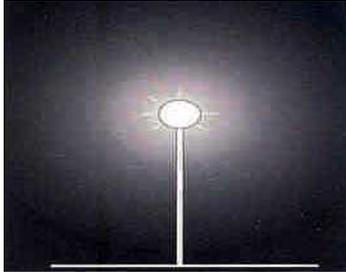
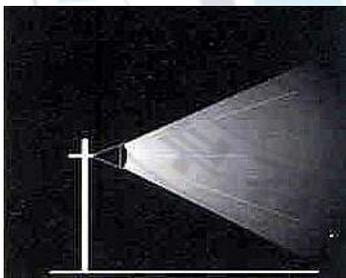
3.1 일반적 조명통제 방법

등기구 설치시 전방향방사형 기구를 사용할 경우 360°로 방사되어 빛의 낭비가 심하며, 광공해를 일으키는 원인이 된다. 이를 직하향 방사형으로 교체한다면 조명이 필요한 영역만 비출 수 있기 때문에 에너지 낭비와 광공해를 줄일 수 있게 된다.

또한 전방상향 방사형 기구는 필요한 영역보다 더 넓은 곳을 비추게 되어 현휘 현상과 침입광이 많이 발생하게 되어 광공해를 일으킨다. 이를 전방하향방사형 기구로 바꾼다면 적절한 차광각을 가질 뿐만 아니라 광공해 해소에 많은 도움이 된다.

그림 3.1은 등기구의 방사형태에 따른 구분을 나타내었다.

표 3.1 등기구의 방사형태에 따른 구분

| 구분 | 그림 | 내용 |
|----------|---|--|
| 전반향 방사형 |  | <p>등기구의 효율이 떨어지고 등기구로부터 전방향으로 방사되어 눈부심이 심하다. Sky glow, light trespass, 현휘현상 모두 원인이 되는 등기구이다. 특별한 조명효과와의 연출이 아니라며 바람직하지 않은 등기구이다.</p> |
| 직하향 방사형 |  | <p>등기구가 차광각(Cut-off angle)을 가지며 조명이 필요한 영역만 조사할 수 있도록 반사판을 가지고 있다. 기능적이고 효율적인 반사판의 설계로 광공해의 원인을 줄일 수 있다.</p> |
| 전방상향 방사형 |  | <p>건물의 외곽이나 시설물의 경관 조명으로 쓰이는 형태. 조사되는 영역보다 방사각이 큰 등기구를 사용하게 되면 현휘현상과 light trespass가 심하게 발생한다.</p> |
| 전방하향 방사형 |  | <p>적절한 차광각을 가지며 조사되는 영역에 맞게 조절 가능하다. 일반적으로 가장 많이 사용되는 등기구 형태로 빛공해 해소에 도움이 되는 등기구이다.</p> |

3.2 등기구 설치 형태에 따른 구분

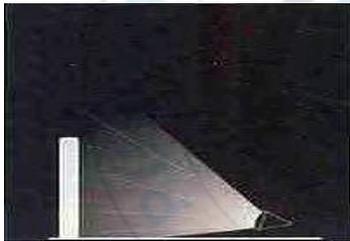
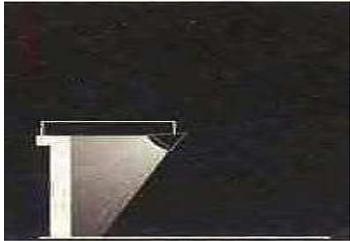
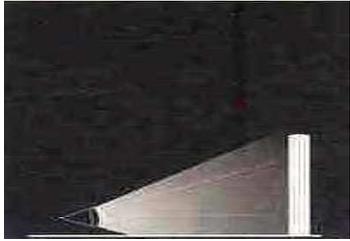
3.2.1 건 물

건물에 방사각이 큰 등기구 설치시 상향으로 세어나오는 빛의 양이 많아 광공해를 유발하고, 주위 환경에 큰 피해를 줄 수 있다.

하지만 건물 외벽에 등기구 설치시 등기구의 각도를 45° 이하로 하면 광공해를 줄일 수 있으며 건물의 랜드마크 기능까지 갖추게 된다.

표 3.3은 등기구 설치형태에 따른 구분(건물)을 나타내었다.

표 3.2 등기구 설치형태에 따른 구분(건물)

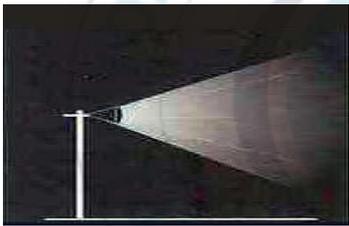
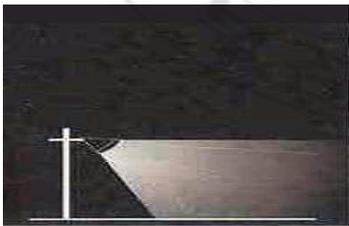
| 그 림 | 내 용 |
|---|---|
|  | <p>조사되어야 할 영역보다 등기구의 방사각이 큰 경우 빛공해를 유발하고 주위 환경에 피해를 줄 수 있다.</p> |
|  | <p>등기구를 상단에 설치하여 지면으로 빛을 향하게 하여 누설되는 빛을 최소화 하였다.</p> |
|  | <p>지면에 등기구를 설치할 경우에는 조사 되어야 할 영역에 맞춰 방사각을 조절해야 한다.</p> |

3.2.2 도 로

도로의 가로등 설치 시 가장 중요한 것은 가로등이 각도이다. 가로등의 설치각도가 70° 이상이면 방사각이 커져 운전자와 보행자의 시야를 방해하고 광공해 발생이 높다. 또 등기구의 설치 높이를 낮게 할 경우 조사영역을 확보하려다 보니 차광각이 커지게 되어 상향으로 누설되는 빛이 많이 발생하여 광공해를 유발한다. 이를 해결하기 위해서는 등기구를 하향 설치하고 차광각을 70° 이하로 하면 조사영역 확보가 용이하고 누설되는 빛을 최소화 할 수 있다.

표 3.2는 등기구의 설치형태에 따른 구분(도로)을 나타내었다.

표 3.3 등기구의 설치형태에 따른 구분(도로)

| 그림 | 내용 |
|---|--|
|  | <p>운전자와 보행자 시야를 방해하고 빛공해 유발이 심하다.</p> |
|  | <p>등기구 설치 높이가 낮아 조사영역을 확보하려다보니 차광각이 커지고 상향으로 누설되는 빛이 생긴다.</p> |
|  | <p>등기구 설치 높이가 높아 조사영역 확보가 용이하고 등기구를 하향 설 치하여 차광각과 누설되는 빛을 최 소화하였다.</p> |

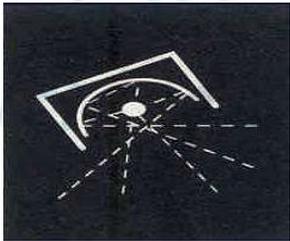
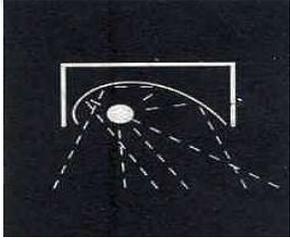
3.3 등기구 반사판에 따른 방법

반사판의 설계에 따라 등기구의 차광각이 달라진다.

반사판의 반사율도 중요하지만 무엇보다 중요한 것이 기능적 반사판 설계이다. 반사판 설계시 대칭보다는 비대칭을 사용하여 설계하면 등기구로부터 나오는 빛의 통제가 용이하며, 차광각과 반사율을 높일 수 있다.

표 3.4는 반사판에 따른 구분을 나타내었다.

표 3.4 반사판에 따른 구분

| 구분 | 그림 | 내용 |
|------------|---|--|
| 일반적 반사판 설계 |  | 등기구의 차광각은 전혀 고려하지 않고 등기구에 맞게 반사판을 설계하면 등기구로부터 나오는 빛을 통제할 수가 없다. |
| 기능적 반사판 설계 |  | 조사되어야 할 영역을 고려하고 등기구의 차광각 확보를 위해서 기능성 반사판을 설계한다. 구조는 일반 반사판에 비해 복잡하지만 기능성면에서 탁월한 효과를 보이고 광공해 해소에 도움이 된다. |

다양한 램프가 개발되면서 무조건 밝은 램프만을 설치하려는 경향이 있다. 조명 영역에서 필요로 하는 광량에 맞는 적절한 램프를 목적과 기능에 맞게 선택하며, 과도한 조명설비를 줄이고 전기 에너지도 절약하면 광공해를 줄일 수 있다.

3.4 CIE 규정 조명 통제 방법

CIE에서는 등기구의 차광각에 대한 규정¹⁹⁾을 제정하고 조명영역에 따른 기준안을 마련하였다. 앞서 말한 차광각이란, 등기구로부터 방사되는 빛의 각도를 나타낸 것이며, 등기구가 효율적인 차광각을 가지기 위해서는 반사판의 설계와 글로브의 설계가 중요하다.

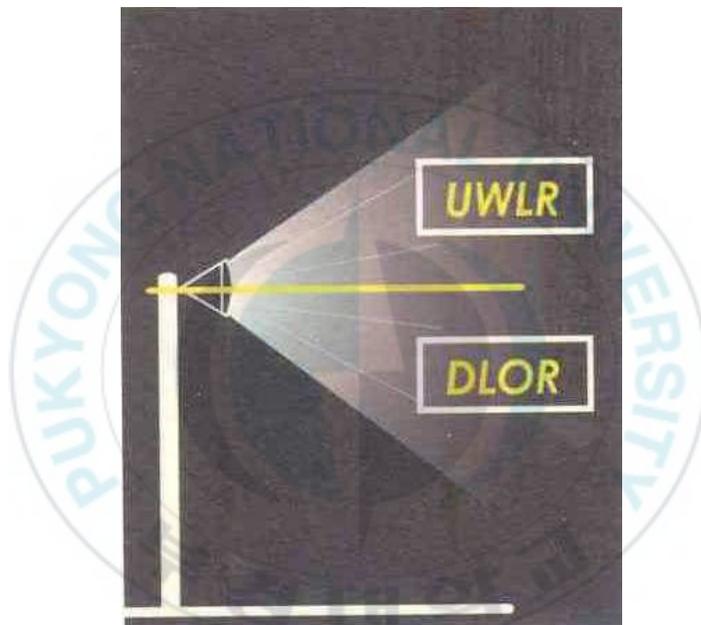


그림 3.1 CIE에서 규정하는 차광각

19) CIE TC 5, Guide on the Limitation of the Effects of Obstrusive Light from Outdoor Lighting Installations, 2005

CIE에서 규정하는 차광각은 다음의 식과 같다.

$$UWLR(\%) = \frac{ULOR}{ULOR + DLOR_{inst}}$$

여기서, UWLR(Upward waste light ratio) : 등기구 설치위치에서 수평
상향광선속량 비율 %

ULOR(Upward light output ratio) : 램프에서 나오는 광선속 중
서 수평상향의 광선속량 비율 %

DLOR_{inst} (Downward light output ratio) : 등기구 설치위치에서
수평하향의 광선속량 비율 (%)

ULOR은 램프에서 나오는 총 광선속량 중에서 수평상향 방향으로 조사되는 광
선속량의 비율이다. DLOR_{inst} 은 등기구 설치한 후에 등기구로부터 수평하향 방
향으로 나오는 광선속량의 비율이다. 이 두 광선속량의 비율을 더해서 ULOR값을
나누면 등기구 설치 후에 수평상향 방향으로 새어나가는 빛의 비율을 구할 수 있
다. 위 절차로 구해진 UWLR이 등기구의 차광성능을 나타내는 상향광속율이 된
다.

CIE에서는 영역에 따른 허용 상향광속율²⁰⁾에 대해서 규정하고 있으며, 표 3.5와
같다.

20) CIE TC 5, Guidelines for Minimizing Sky Glow, 2005

표 3.5 상향광속률

| 지역 구분 | 상향광속률 | 해 당 지 역 |
|-------|--------|--------------------|
| E1 | 0 % | 어두움이 필요한 영역(천체관측소) |
| E2 | 0~5 % | 도심 외 주거지역 |
| E3 | 0~15 % | 도심 내 주거지역 |
| E4 | 0~25 % | 고휘도 유지 도심지역 |

천문대 주변같이 조명통제가 이뤄져야 하는 곳은 E1지역으로 규정하고 상향광속률 0 %를 유지해야 한다. 다시 말해 E1지역에 설치하는 등기구들은 차광각을 각별히 준수하여야 하며 설치 후에 등기구로부터 새어나오는 빛이 없어야 한다.

E1 지역보단 조금 완화된 지역을 E2 지역으로 규정하고 E2 지역에는 도심 외 각의 주거지역등이 해당된다. 이 지역은 상업지역을 포함하지 않는 순수한 주거지역으로 주택내 거주자의 휴식과 숙면에 방해가 되지 않도록 조명통제가 이뤄져야 한다. 그 밖에 E3, E4 지역은 상업지역을 포함하고 있으므로 상향광속률의 제한을 완화하여 적용한다.

표 3.6은 지역 간의 경계 최소거리에 대한 규정²¹⁾이다.

21) CIE TC 5, Guide on the Limitation of the Effects of Obstrusive Light from Outdoor Lighting Installations, 2003

표 3.6 지역 간의 경계 최소거리

| 지역 구분 | 지역과 지역 간의 경계선 최소 거리(km) | | |
|-------|-------------------------|---------|---------|
| | E1 - E2 | E2 - E3 | E3 - E4 |
| E1 | 1 | 10 | 100 |
| E2 | - | 1 | 10 |
| E3 | - | - | 1 |
| E4 | 무 제한 | | |

E1 지역과 E1 - E2 지역의 경계선과의 최소거리는 1km를 유지하여야 하고 E2 - E3 지역에서의 경계선과의 최소거리는 10km를 유지하여야 한다.

조명을 통제하고자 하는 지역에서는 그 지역의 보호차원에서 등기구의 상향광속을 제한 규정이 높은 지역으로부터 침범하는 빛을 차단할 필요가 있다.

3.5 현휘현상에 대한 규정 및 통제

현휘현상이란 높은 휘도의 광원이나 물체에 반사된 빛이 시신경을 자극하여 시력의 감퇴나 시지각의 방해로 초래하는 현상이다. 현휘현상에는 불쾌현휘와 불능현휘로 나눌 수 있다. 불쾌현휘(Discomfort Glare)는 대상물체와 주위배경 사이의 과도한 휘도대비로 인해 느끼는 시각적 불쾌감을 주는 현상이다.

불능현휘(Disability Glare)는 불쾌 현휘와 유사하게 대상물체와 주위배경 사이의 과도한 휘도대비로 일어나는 현상이지만 불쾌현휘는 기분상 느끼는 현상이고 불능현휘는 실제로 기능을 상실케 하는 현상이다.

CIE에서는 불능현휘를 통제 대상으로 규정하고 불능현휘를 줄이는 방안을 제시하고 있다. 불능현휘를 통제하기 위해선 우선적으로 현휘현상에 대한 기술적 접근

이 필요하다. 사람이 느끼는 기분이나 감정에 따르지 않고 현휘현상에 대한 기준과 수학적 수치를 산출하여 현휘현상의 문제에 대한 방안을 마련해야 한다.

불능현휘를 통제하기 위해서는 T.I(Threshold increment)값을 알아야 한다.²²⁾

T.I 수치는 대상의 휘도와 배경의 휘도가 이루는 휘도 대비치로 T.I 수치에 따라 불능현휘의 강도를 판단할 수 있다. T.I 수치를 구하기 전에 우선적으로 등기구가 설치되어 있는 도로를 주행중인 운전자가 느끼는 광막휘도(Veiling Iuminance)를 알아야 한다.

$$T.I(\%) = K \cdot \frac{L_{vt}}{U_{av}^{0.8}}$$

여기서, L_{vt} : 광막휘도 cd/m^2 $L_{vt} = L_{v1} + L_{v2} + L_{v3} \dots$

U_{av} : 노면의 평균휘도 cd/m^2

K : 상수, 관측자의 나이에 의해 결정된다.

4. 광공해 실태조사

4.1 조사대상 지역의 개요

사례조사의 대상지역은 상가가 밀집되어 있고 사람들이 많이 붐비는 지역이다. 이곳은 국제조명위원회(CIE)에서 지정한 조명환경 분류에 의해 구분하자면, E4에 해당하는 야간활동이 많은 상업지역으로 높은 휘도 분포지역이다. 이곳은 상인과 관광객의 방문이 빈번한 곳이다. 특히 이 지역에 위치한 건물들은 오전부터 자정

22) 이명기, 서울의 밤 재탄생 -조명, 통제 효율적 관리 연구, 2005.9.30

까지 영업 하므로 옥외조명이 건물의 인지도와 랜드마크 역할에 매우 중요한 요소가 되고 있다.

본 연구에서는 야간에 주로 영업하는 대표적인 상업용 건물의 보행자 도로를 조사대상을 선정하였다. 그림 4.1은 측정지역을 나타낸다.



그림 4.1 측정지역

4.2 측정개요 및 측정기기

대상지역의 가로조명 광공해를 측정하기 위해 건물 앞에 위치한 보도면과 도로면을 측정점으로 선정하였으며, 가로등을 기준으로 가로등과 가로등 사이, 가로등 아래를 3회 측정하여 반올림한 평균값을 사용하였다.

측정기기로는 ANA-999(조도계)를 사용하였다. 측정시간은 8시부터 10시까지 하였다. 다음 그림 4.2는 연구에 적용한 측정기기를 나타낸다.



그림 4.2 측정기기



4.3 현장측정

4.3.1 서면 M빌딩

측정건물 앞에 3m의 보도가 있으며, 이 보도에는 2m 간격으로 보행자를 위한 램프와 차도를 비추는 램프가 혼합된 가로등이 설치되어 있다. 다음 그림 4.3은 측정장소와 측정지점을 나타내며, 표 4.1은 보행도로의 수평면 조도 측정 결과치 (lx)를 나타낸다.



그림 4.3 측정장소 및 측정지점

표 4.1 보행도로의 수평면 조도 측정값(lx)

| 측정위치 \ 측정점 | 1회 | 2회 | 3회 | 평균 |
|------------|-----|-----|-----|-----|
| 가로등사이 | 158 | 169 | 165 | 164 |
| 가로등아래 | 222 | 226 | 241 | 230 |

보행도로의 수평면조도를 측정한 결과 158lx~250lx(평균 197lx)로 나타났다. 이 값은 CIE에서 권장하는 보행자를 위한 노면의 권장조도 20lx보다 8배에서 12배 정도의 높은 조도값으로 나타났다. 그 이유는 전방향 방사형 기구(non cut-off)와 5m 간격으로 배치되어 있는 보행등과 10m 간격으로 배치된 가로등이 교차하고 있으며, 보행등의 경우 가로등 하나에 4개의 등기구가 직하향 방사형으로 설치되어 있다. 또 이 건물의 외벽은 유리로 설치되어 보행등, 가로등을 반사하기 때문이다.

4.3.2 남포동 T상점

측정 건물의 주변에는 2차선 도로 양쪽으로 많은 상가들이 밀집되어 있고 측정건물은 옷상점으로 옷의 특징을 부각시키기 위해 많은 조명들이 설치되어 있다. 다음 그림 4.4는 측정장소와 측정지점을 나타내며, 표 4.2는 보행도로의 수평면 조도 측정 결과치(Ix)를 나타낸다.



그림 4.4 측정장소 및 측정지점

표 4.2 보행도로의 수평면조도 측정값(Ix)

| 측정위치 \ 측정점 | 측정점 | | | 평균 |
|------------|------|------|------|------|
| | 1회 | 2회 | 3회 | |
| 가로등아래 | 610 | 680 | 686 | 700 |
| 가로등사이 | 710 | 700 | 690 | 700 |
| 쇼윈도 앞 | 1950 | 1940 | 1880 | 1953 |

상점 안의 조명은 2m 간격으로 내장형 조명으로 촘촘히 설치되어 있으며 보행도로와 접해있는 쇼윈도의 경우 건물의 천정과 바닥부분에 내장형 조명을 설치하여 옷의 특징을 더욱 부각 시켰으며, 한쪽 벽면에는 핀조명을 설치하여 더 많은 빛을 발생시키도록 하였다.

보행도로의 수평면조도를 측정한 결과 610lx~1950lx(평균 1094lx)로 나타났다. 이 값은 CIE에서 권장하는 보행자를 위한 노면의 권장조도 20lx보다 30배에서 97배 정도의 높은 조도값으로 나타났다. 그 이유는 옷의 특징을 부각시키기 위해 상점 내·외부에 30cm 간격으로 매입등을 설치하였기 때문이다. 또한 상점 앞에 위치한 전방향방사형의 조명이 설치되어 있어 주변의 조도를 한층 더 높이고 있다.

4.3.3 부산역

측정건물 앞에 넓은 광장이 있다. 광장의 둘레에는 가로수가 심어져 있고 광장 한복판에는 전방향 방사형 가로등이 설치되어 있다. 다음 그림 4.5는 측정장소와 측정지점을 나타내며, 표 4.3은 보행도로의 수평면 조도 측정 결과치(lx)를 나타낸다.

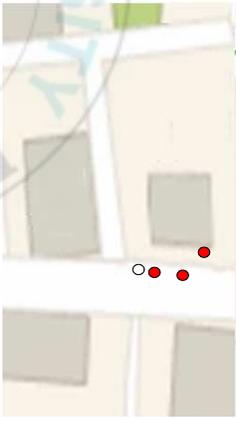
| 측 정 장 소 | | 측 정 지 점 |
|---|---|--|
|  |  |  |
|  |  | |

그림 4.5 측정장소 및 측정지점

표 4.3 보행도로의 수평면조도 측정값(lx)

| 측정위치 \ 측정점 | 1회 | 2회 | 3회 | 평균 |
|------------|-----|-----|-----|-----|
| 가로등 아래 | 110 | 111 | 112 | 111 |
| 가로등 25m | 143 | 141 | 139 | 141 |
| 정 문 | 55 | 54 | 55 | 55 |
| 좌 측 면 | 20 | 21 | 20 | 20 |

보행도로의 수평면조도를 측정한 결과 20lx~120lx (평균 54lx)로 나타났다. 부산역 주변의 조도를 측정해 본 결과 이 값은 CIE에서 권장하는 보행자를 위한 노면의 권장 조도 20lx보다 2배에서 6배 정도 높은 조도를 나타냈다. 그리고 정문과 가장자리에는 2배 정도의 조도가 차이 났다. 이것은 부산역 광장을 둘러싸고 있는 가로수로 인한 결과인데 가로수가 부산역 주변의 가로등과 부산역에서 발생하는 빛을 차단하고 있기 때문이다. 하지만 광장 한복판에 설치된 전방향방사형조명으로 인해 그 주변의 일대는 120lx라는 높은 조도를 발생시켰다.

4.3.4 남천동 M마트

측정건물은 남천동에 위치한 대형쇼핑몰로 주위에 8차선의 도로와 광안대교에서 내려오는 램프가 설치되어 있다.

측정건물의 바로 앞에는 천막이 설치되어 천막당 직하향 방사형 등기구가 4~5개가 설치되어 있고, 건물로 들어가는 6m 폭의 차로에는 보행등과 가로등 병용된 등기구가 설치되어 있고, 건물외벽에는 서치라이트 조명으로 건물 외관을 밝히고 있다. 다음 그림 4.6는 측정장소와 측정지점을 나타내며, 표 4.4는 보행도로의 수평면 조도 측정 결과치(lx)를 나타낸다.



그림 4.6 측정장소 및 측정지점

표 4.4 보행도로의 수평면조도 측정값(lx)

| 측정위치 \ 측정점 | 측정점 | | | 평균 |
|------------|-----|----|----|----|
| | 1회 | 2회 | 3회 | |
| 가로등사이 | 22 | 24 | 23 | 23 |
| 가로등아래 | 39 | 42 | 41 | 41 |

보

행도로의 수평면조도를 측정한 결과 22lx~42lx(평균 33lx)로 나타났다. 이 값은 CIE에서 권장하는 보행자를 위한 노면의 권장조도 20lx보다 평균~2배정도의 조도를 나타내었다. 이곳의 측정건물은 다른 측정건물보다 낮은 값으로 측정이 되었다.

4.3.5 초량동 S1, S2주유소

측정건물은 초량동에 위치한 두 개의 주유소로 앞에는 8차선의 도로가 있으며 12~13m 간격으로 가로등이 설치되어 있다. 다음 그림 4.7은 측정장소와 측정지

점을 나타내며, 표 4.5는 보행도로의 수평면 조도 측정 결과치(lx)를 나타낸다.



그림 4.7 측정장소 및 측정지점

표 4.5 보행도로의 수평면조도 측정값(lx)

| 측정 위치 | 측정점 | | | |
|------------|-----|----|----|----|
| | 1회 | 2회 | 3회 | 평균 |
| 가로등 아래(S1) | 75 | 70 | 73 | 73 |
| 가로등 사이(S1) | 60 | 63 | 62 | 62 |
| 가로등 아래(S2) | 20 | 23 | 21 | 21 |
| 가로등 사이(S2) | 15 | 16 | 16 | 16 |

S1주유소의 보행도로의 수평면 조도를 측정한 결과 60lx~75lx로 나타났고, S2주유소는 15lx~23lx로 S1주유소가 4배 정도 높은 조도값을 나타냈다. S2주유소는 CIE에서 권장하는 보행자를 위한 노면의 권장조도 20lx에 알맞게 나타났지만 S1주유소는 3배에서 4배 정도의 높은 조도 값은 나타냈다. 이와 같은 결과는 S2주유소의 경우 간판을 이용하여 빛이 건물 밖으로 세어나가는 것을 막아주었기 때문이다.

4.3.6 사상 D상점

측정건물은 사상에 위치한 전자제품 대리점이며, 측정건물 앞에는 보행 도로를 사이에 두고 포장마차가 위치하고 있다.

포장마차에서 밝히는 빛과 측정건물에서 발생되어 나오는 빛의 양이 최고를 기록한다. 다음 그림 4.8은 측정장소와 측정지점을 나타내며, 표 4.6은 보행도로의 수평면 조도 측정 결과치(lx)를 나타낸다.



그림 4.8 측정장소 및 측정지점

표 4.6 보행도로의 수평면조도 측정값(lx)

| 측정점 \ 측정위치 | 1회 | 2회 | 3회 | 평균 |
|------------|-----|-----|-----|-----|
| 건물측 보도경계선 | 219 | 218 | 218 | 218 |
| 보도의 중심 | 303 | 304 | 304 | 303 |
| 도로측보도경계선 | 319 | 316 | 316 | 317 |

보행도로의 수평면조도를 측정한 결과 218lx~319lx(평균 279lx)로 나타났다. 이

값은 CIE에서 권장하는 보행자를 위한 노면의 권장조도 20lx보다 11배에서 16배 정도의 높은 조도값으로 나타났다. 그 이유는 건물의 외벽이 유리로 이루어져있어 내부에 설치된 조명의 빛과 측정건물 앞 차도에 위치하고 있는 포장마차의 조명이 보행도로를 양쪽에서 비춰주기 때문에 다른 측정지점보다 높은 값을 기록했다.

4.4 측정결과

다음 표 4.7 은 본 연구의 측정결과를 나타낸 표이다.



표 4.7 측정자료 결과

| | 측 정 위 치 | 1 회 | 2 회 | 3 회 | 평 균 |
|------------------------|------------|------|------|------|------|
| 서 면 M 빌딩 | 가로등 사이 | 158 | 169 | 165 | 164 |
| | 가로등 아래 | 222 | 226 | 241 | 230 |
| 광 복 동 T 상 점 | 가로등 아래 | 610 | 680 | 686 | 700 |
| | 가로등 사이 | 710 | 700 | 690 | 700 |
| | 쇼윈도 앞 | 1950 | 1940 | 1880 | 1953 |
| 부 산 역 | 정 문 | 55 | 54 | 55 | 55 |
| | 정문가로등 아래 | 110 | 111 | 112 | 111 |
| | 정문 가로등 25m | 143 | 141 | 139 | 141 |
| | 건물 좌측면 | 20 | 21 | 20 | 20 |
| 남 천 동 M 마 트 | 가로등 아래 | 39 | 42 | 41 | 41 |
| | 가로등 사이 | 22 | 24 | 23 | 23 |
| 초 량 동 S1, S2 주유소 | 가로등 아래(S1) | 75 | 70 | 73 | 73 |
| | 가로등 사이(S1) | 60 | 63 | 62 | 62 |
| | 가로등 아래(S2) | 20 | 23 | 21 | 21 |
| | 가로등 사이(S2) | 15 | 16 | 16 | 16 |
| 사 상 D 상 점 | 건물측 보도경계선 | 219 | 218 | 218 | 218 |
| | 보도의 중심 | 303 | 304 | 304 | 303 |
| | 도로측 보도경계선 | 319 | 316 | 316 | 317 |

상업지역의 광공해 측정결과 보행자를 위한 노면의 권장 조도 20 lx 보다 2배 ~ 97배 높게 나타나 광공해가 발생되는 것으로 판단된다.

남천동 M마트와 서면 M빌딩, 광복동 T상점, 사상 D상점을 측정결과를 살펴보면 조도값이 큰 차이가 남을 알 수 있다.

그 이유는 남천동의 경우 주변일대에는 M마트 이외에 빛을 발생하는 건물들이 많이 없으며, M마트 주변에는 넓은 광장이 있는 반면 서면 M빌딩, 광복동 T상점, 사상 D상점의 경우 측정건물 주변에는 2차선 도로와 측정건물 주변에는 많은 건물들이 밀집되어 있고, 그 건물들은 외벽이 모두 유리로 이루어져 내부의 빛이 보행도로까지 비추어 조도값이 높게 측정이 되었다.

이것으로 알 수 있는 결과는 보행도로 조도측정 시 측정건물에서 발생하는 빛의 양보다 주변의 건물 영향을 더 많이 받는 것으로 사료된다. 이것은 옥외 조명 광공해 영향 중 간접광에 의한 광공해라고 할 수 있다.

또한 부산역의 조도측정 결과의 경우 정문가로등 아래 측정값과 건물 좌측면 조도값이 5배~6배 정도 차이를 나타냈는데, 이는 가로수의 영향에 의한 것이다. 건물 좌측면의 경우 보행등이 가로수 보다 높은 곳에 설치되어 보행등에서 방출되는 빛이 보행도로를 비추기에 앞서 가로수를 먼저 비추기 때문에 보행도로에 직접적으로 비추는 빛이 감소되어 낮은 조도값이 나타남을 알 수 있다.

5. 결 론

광공해 발생이 예상되는 지역에 대한 예비조사를 통하여 선정된 부산지역의 6개 지점에 대하여 옥외조명으로 인한 광공해 실태를 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 바닥면의 수평조도 측정결과 보행자의 노면조도인 20lx인 CIE기준에 비하여 최저 2배에서 97배까지 높게 나타나 광공해가 발생하고 있으며, 이와 같이 측정건물이 권장 조도보다 높은 값을 나타내는 이유는 상업용 건물의 특징을 부각시키기 위해 조명 갖의 각도, 조명기구의 배치, 밝기, 투사각도 등을 무분별하게 사용하였으며 이로 인해 조명 에너지의 낭비가 심각할 것으로 판단된다.

2) 광공해를 줄이기 위해서 조명의 목적과 필요한 영역을 통제 가능한 조명기구를 제작·설치하며, 조명이 자연환경에 미치는 영향을 고려하여 인공조명과 국민건강 관련 실태 계몽, 기능성 조명의 설치관리 및 효율적 운영지도, 경제조명 규제확인, 도시경관조명 기초정립, 비 조명영역 보호규정 입안 사업 등을 총괄 기획·관리하여 향후 광공해 발생을 미연에 방지하고, 조명전반에 대한 심의·조정을 보장해야 할 것이다.

이상의 연구결과를 통하여 볼 때 국내는 아직 광공해에 관한 인식과 선행연구 부족으로 옥외조명의 광공해에 대한 기초자료의 부족과 광공해의 판정 기준의 부재로 인한 문제의 발생 가능성이 증가할 것으로 예상됨에 따라 이에 따른 기준의 설정과 판단도구의 개발 등이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 정인영, 안현태, 김정태, 복합빌딩의 옥외조명으로 인한 광공해 발생 실태조사, 한국생태환경건축학회 춘계학술발표대회 논문집 통권 4호, 2003.05
2. 이소미, 정인영, 김유숙, 김정태, 가로조명의 광공해에 관한 연구, 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, 통권6호, 2004.05
3. 안현태, 김정태, 한국·중국·일본의 도시경관조명 현황 및 정책분석, 한국 생태환경건축학회 논문집, 2003.9
4. 김정태, 빛공해의 원인과 대책, 대한설비공학회 설비저널 제 33권 제 11호 2004.11
5. 안현태, 역사적 건축물의 야간경관조명 평가, 경희대학교 박사학위 논문, 2002. 2
6. 오은숙, 김영옥, 최안섭, 공간구조와 보행량을 고려한 도시조명계획 방법론에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계 19권10호 2003.10
7. 이명기, 서울의 밤 재탄생 -조명, 통제 효율적 관리 연구, 2005 서울의 조명 효율성 제고를 위한 연구집
8. 이명기, 서울의 밤 재탄생 -조명, 통제 효율적 관리 연구, 시정연구논문 2005.9.30
9. 정강화, 도시경관조명의 미래, 2005.1
10. Light Pollution: Responses and Remedies Springer-Verlag, 2001.12.01
11. Light pollution, NLPIP, 2003.3
12. Light trespass and Light pollution - Practical Approaches to Dealing with Problems, Ian Lewin, IESNA Street and Area Lighting Conference, 2000
13. Guidance Note for the Reduction of Light Pollution, ILE, 2005
14. Domestic Security Light, Friend or Foe, ILE, 2003
15. Light pollution and New Legislation, The Lighting Journal, 2005. 7
16. WIKIPEDIA, http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page, 2006

17. 필룩스(빛공해 사진 공모전) <http://www.lighting-museum.com/pavilion/pavilion06.asp>
18. International Dark-Sky Association, <http://www.darksky.org/>
19. 국제 개발협회(CIE), <http://www.cie.co.at>
20. Lighting Research Center, <http://www.lrc.rpi.edu>
21. 光害防止委員會, <http://www.aml.gr.jp/kougai/index.html>



A study of Light Pollution of Main Street in Busan

by Min-Jee Jeon,

Department of Architecture Engineering
Graduate School of Industry, Pukyong National University

Abstract

In the past man usually had worked during day, but these days man works for 24 hours. So exterior illumination have become more important in the city life. Lights in the night have extended man's scope of activity, have increased man's productivity and have made good image of city. But indiscreet exterior illumination have made light pollution. It would be meaningful work to study the point at light pollution and search solution of it. This study based on researching on the actual condition of main streets in Busan would be useful to plan light design on light pollution and set a standard of light pollution.

감 사 의 글

오늘이 있기까지 늘 변함없이 따뜻한 지도와 격려로 이끌어주신 임영빈 지도교수님께 진심으로 감사드립니다.

이 논문이 완성되기까지 부족한 점을 지적해 주시고 본 논문을 지도 심사하여 주신 박천석 교수님, 이재용 교수님, 이수용 교수님, 김영찬 교수님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 학문의 부족함을 채워주신 류종우 교수님, 조홍정 교수님, 신용재 교수님, 김기환 교수님, 조영행 교수님, 오장환 교수님, 홍성민 교수님, 노지화 교수님께 존경과 감사를 드립니다.

이 논문이 완성되는데 격려와 성원을 아끼지 않으신 김동완 박사님, 정근주 박사님, 조성우 박사님, 건축환경설비연구회 조영준 회장님, 이병현 총무님, 김종배 전회장님, 건축환경연구실 선·후배, 동기님과 서울에 계신 이명기 팀장님께 진심으로 감사의 마음을 전합니다.

논문을 쓰는데 마음만 바빴던 저를 항상 이해하고 포근하게 감싸준 나의 사랑스런 친구들(후,저리,부정적인시각,술쟁이,날탕,치기,물개,때기,락배짱,황,박간,다라이,령,찬,뽕오,꼬맹이들,다리만날썬,통,광대,오정이,치기,미친소,을썸모,암전한여우)에게도 감사의 마음을 전합니다. 일일이 열거 할 수는 없지만 2년여 동안 저를 도와주신 많은 고마운 분들께 항상 감사드립니다.

저에게 항상 사랑으로 헌신하여 주시고, 묵묵히 뒤에서 저의 부족한 점을 채워주신 강동동 전사장님, 최여사님, 전병장에게도 감사의 마음을 전합니다.

2006년 11월

전 민 지