

碩士學位論文

城山 日出峰 觀光地 照明
解析 및 設計

濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

電氣工學 專攻

張 永 厚

2009

碩士學位論文

城山 日出峰 觀光地 照明
解析 및 設計

指導教授 吳 性 寶

濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

張 永 厚

2009

城山 日出峰 觀光地 照明 解析 및 設計

指導教授 吳 性 寶

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2009 年 12 月 日




濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科 電氣工學 專攻

張 永 厚

張永厚의 工學 碩士學位 論文을 認准함.

2009 年 12 月 日

委員長	李 開 明	
委 員	吳 性 寶	
委 員	金 豪 贊	

목 차

LIST OF FIGURES	i
LIST OF TABLES	ii
SUMMARY	iii
I. 서 론	1
II. 조명설비 설치현황	3
1. 화단구역 조명설비	4
2. 잔디광장 구역 통행로 조명설비	6
3. 넓은 계단구역 조명설비	9
4. 직선계단구역 조명설비	11
5. 계단층계구역 조명설비	13
III. 조명설계 계획	16
1. 광원의 선정	16
2. 조도기준	17
3. 조명기구 선정	18
4. 조명기구의 배광특성	19
IV. 조명 시뮬레이션	20
1. 조명기구의 특성	20
2. 잔디광장 조명 시뮬레이션	22
3. 계단층계 구역의 조명 시뮬레이션	26
V. 결과 및 고찰	29
VI. 결론	32
참 고 문 헌	33

LIST OF FIGURES

Fig. 1 Distribution of A, B, C area at tourist destination in Seongsan Ilchulbong	3
Fig. 2 External appearance of installed luminaire at flower bed	5
Fig. 3 External appearance of installed luminaire at grass square	7
Fig. 4 External appearance of installed luminaire at wide stairs section	10
Fig. 5 External appearance of installed luminaire at straight-line stair	12
Fig. 6 External appearance of installed luminaire at the stairs section	14
Fig. 7 Distribution curve of luminous intensity	21
Fig. 8 Model of luminaire bollard trapezoidal	21
Fig. 9 The modeling at grass square	22
Fig. 10 Distribution of horizontal illuminance at grass square	23
Fig. 11 The illuminance calculation results of simulation at grass square(a)	23
Fig. 12 The calculated illuminance results of simulation at grass square(b)	24
Fig. 13 The modeling at the stairs section	26
Fig. 14 Distribution of horizontal illuminance at the stairs section	27
Fig. 15 The calculated illuminance results of simulation at the stairs section	27

LIST OF TABLES

Table 1	Specification of lighting installation at B areas	4
Table 2	The distance of installed luminaire at flower bed	5
Table 3	The measurement of illuminance value at flower bed	6
Table 4	The distance of installed luminaire at grass square	7
Table 5	The measurement of illuminance value at left side of grass square	8
Table 6	The measurement of illuminance value at right side of grass square	9
Table 7	The distance of installed luminaire at wide stair section	10
Table 8	The measurement of illuminance value at wide stair section	11
Table 9	The distance of installed luminaire at straight-line stair	12
Table 10	The measurement of illuminance value at straight-line stair	13
Table 11	The measurement of illuminance value at the stairs section	15
Table 12	Illuminance standard of pedestrian on road	17
Table 13	Lighting classes for different road as types in pedestrian areas	18
Table 14	Specification of luminaire	20
Table 15	The calculated illuminance value of simulation at grass square	25
Table 16	The calculated illuminance value of simulation at the stairs section	28

Lighting Design and Analysis Through Actual Investigation in Seongsan Ilchulbong

Young-Hoo Jang

*Department of Electrical and Electronic Engineering
Graduate School of Industry
Jeju National University*

Supervised by professor Seong-Bo Oh

Summary

This paper presents illumination effect assessment through actual investigation in Seongsan Ilchulbong. A tourist destination such as Seongsan Ilchulbong should be illuminated not only as an integral part of surrounding landscape but also the security of tourists and environment. For security, stairways, intersections and sharp curves in Seongsan Ilchulbong require special attention, as they are the areas with the highest potential for mishap. In addition to the security, light trespass have become extremely important to preserve ecology. Scale is important in designing a lighting system for

walkways. Low-level lighting equipment such as bollards, step lights and decorative landscape lights, in conjunction with low pole-mounted luminaires, is appropriate. To show an appropriate design, we tried to evaluate measuring lighting fixtures and simulations to preserve the environment and the safety of tourists.



I. 서론

조명은 인간이 야간활동에 있어서 안전성과 쾌적성에 커다란 공헌을 하며 야간의 관광지 경관을 형성하는데 중요한 요소가 된다. 관광지 환경에 있어 야간 경관조명은 자연 친화적인 요소를 가지고, 그 관광지의 문화적, 역사적 수준을 새롭게 인식시키며, 다른 지역과의 차별화, 관광지의 미적 감흥을 강조하여 보는 사람으로 하여금 흥미와 감동을 줄 수 있는 결정적인 역할을 하고 있다. 경관조명을 계획하는 것은 조명디자인이 주변 환경과 잘 조화되고 사회로부터 수용되고 있는가를 정하는 것이다. 빛이 단순한 어둠을 밝히는 부분에서 어둠과 조화를 이루며 일치되는 환경으로서 빛과 어둠이 통합적으로 인지되는 것이기에 그 표현은 매우 중요하다 하겠다. 경관 디자인은 먼저 사회적 주제를 이해하고 조명을 통하여 관광지의 정체성을 나타내 주어야 한다[1]. 관광지 경관조명은 야간의 관광지를 빛으로 장식하고 미화해서 아름답게 하며 관광객의 통행에 안전과 치안을 향상시켜 관광지의 품위를 높여 줌으로서 관광지 문화의 척도가 되고 있다.

성산 일출봉은 세계자연유산 등재에 이어 세계지질공원으로서도 주목받고 있는 명승지로 천연기념물 제 420호로 지정되어 보호받고 있는 곳이다[2]. 이곳 분화구 위에서 관광객이 일출의 장관을 맞이하려고 새벽녘의 어둠 속에서 계단층계로 안전하고 불편하지 않게 이동하기 위해서는 쾌적한 환경의 균일한 조도가 요구된다. 인간이 의도대로 안전하고 효율적이며 쉽게 움직이거나 행동하기 위해서는 주변 사물에 대한 충분한 정보가 필요하다. 이 정보는 대부분 눈을 통한 시각정보로 전달이 된다. 물체가 감지되고 인식되는데 얼마나 용이하고 빠르게 되는가를 나타내는 척도로 가시성이라는 용어가 사용되며, 양호한 가시성을 위하여 양호한 조명이 필요하다[3]. 사람의 눈은 대단히 넓은 범위의 밝음에도 순응하게 되어 여름철의 일광이 직사하는 조도가 100,000[lx]

정도의 밝은 곳이나 0.2[lx]의 어두운 밤에도 볼 수 있는 명·암순응을 가진다. 밝은 곳에서 눈에 들어오는 빛의 양이 많아지면 감광도가 떨어지고 반대로 눈에 들어오는 빛이 극히 적거나 전혀 없을 경우에는 눈의 감광도가 대단히 높아진다[4]. 야간 관광지에서의 조명설비는 빛 공해, 빛의 침입, 최소의 조명수준을 고려해야 하며 공간의 기능과 목적, 방향에 따라 다르게 요구되어지므로 관광지의 규모와 삶의 방향에 따라 기본적인 밝기에 대한 위계설정 및 단계적 구분은 주변 환경과 각종 대상물과의 조명연출 휘도대비를 통하여 적절하게 조화되도록 계획하여야 한다[1]. 조도는 높은 것이 좋으나 에너지 절약 및 자연 생태계 보호, 주위가 어두운 장소에서는 적은 밝기로도 충분한 효과를 발휘할 수 있기 때문에 불쾌 눈부심이 없고 낮은 조도로써 순응에 의한 주위의 경관도 살필 수 있는 적절한 조도가 필요하다.

본 논문에서는 관광지 일출봉의 조명효과를 증대시키고 안정적인 조명계획과 설계에 대하여 연구하였다. 정상으로 오르는 통행로의 조명 설비를 다섯 구역으로 나누어 조명기구의 형상, 설치현황, 바닥면의 조도 등 실측을 통하여 문제점을 해석하였으며, 그 중 경사도가 완만한 잔디광장의 통행로 구역과 경사도가 심한 계단층계로 구성된 구역에 대하여 조명시뮬레이션을 실시하여 안전하고 편안한 시 환경을 제공할 수 있는 조명설계안을 제시하고자 한다.

II. 조명설비 설치현황

현재 일출봉의 조명설비는 2002년 8월에 시설된 후 시설관리와 보수가 미비하여 조명설비로서의 기능을 충분히 발휘하지 못하고 있는 실정이다. 조명설비 구역 구분은 Fig. 1과 같이 입구, 상가, 주차장 지역인 A지구, 잔디광장 및 전망대가 있는 산책로와 정상부로 오르는 통행로 지역인 B지구와 정상 분화구에서 해돋이를 관광할 수 있는 C지구로 나누어져 있다[5].

그 중 B지구에서 정상부로 오르는 통행로 지역은 다시 조명설비 현황에 따라 화단구역, 잔디광장구역, 넓은 계단구역, 직선계단구역, 직선계단 이후 정상까지의 구역으로 구분되어 있고, 그 구역에 대한 조명설비 설치상황을 실측한 결과 Table 1과 같으며, 조도측정은 YOKOGAYA - 51001 조도계를 사용하여 측정하였다[6].



Fig. 1 Distribution of A, B, C area at tourist destination in Seongsan Ilchulbong

Table 1 Specification of lighting installation at B areas

Area	Form of luminaire	Light source	Distance of luminaire
Flower bed	Cylinder bollard	Small halogen 35[W]	One way direction 3.7~8.4[m]
Grass square	Rectangular bollard of whinstone	Compact FL 18[W]	Direction of zigzag two way left : 4.4~9.8[m] right : 6.4~9.5[m]
Wide stair	Stone grave type	Compact FL 13[W]	One way direction 3.7~6.1[m]
Straight- line stair	Rectangular bollard of whinstone	Small halogen 12[V] 20[W]	One way direction 2.4~4.5[m]
From straight -line stair to top	Stone grave type	Compact FL 18[W]	Irregularity, the landing of stair or installation of stair midway
	Stone chair type		Irregularity, the landing of wide stair

1. 화단구역 조명설비

정상으로 오르는 입구에 해당하는 이곳에는 Fig. 2와 같이 통행로 가운데 화단을 만들어 화단 양쪽에 원통형의 낮은 볼라드 조명등이 시설되어 있었으며, 광원으로 소형 할로젠램프 35[W]를 사용하였고, 설치개수는 Table 2와 같은 간격으로 화단 좌측에 11개, 우측에 11개 합계 22개가 설치되어있다. 조도 측정은 좌측 통행로 기준 좌측 끝에서 0.8[m]인 1/3지점, 중앙지점, 우측 조명 등 앞에서 0.8[m]인 1/3지점에서 측정하였으며 그 값은 Table 3과 같다.



Fig. 2 External appearance of installed luminaire at flower bed

Table 2 The distance of installed luminaire at flower bed

Number of luminaire	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11
Distance of luminaire[m]	5.2	8.4	5.6	4.5	5.4	5.5	3.7	5.7	4.0	4.7

Table 3 The measurement of illuminance value at flower bed

Number of luminaire	Point 1/3 from left[lx]	Center point[lx]	Point 1/3 from right[lx]
1(Off lighting)	0.2	0.5	0
2(Off lighting)	0.8	3.0	0
3	2.0	19.0	99.0
4	12.0	17.1	105.0
5	3.0	11.8	60.6
6(Off lighting)	0.5	2.6	0
7	8.8	16.8	96.0
8	5.6	8.4	84.5
9	1.7	8.7	102.0
10(Off lighting)	0.2	0.6	0
11	2.1	5.4	62.5

2. 잔디광장 구역 통행로 조명설비

경사도가 완만한 잔디광장 통행로에는 양쪽에 잔디보호 경계용 나무 방호책이 시설되었으며 나무 방호책 안에 제주 현무암을 사각 돌기둥 형상으로 가공한 블라드 형에 콤팩트 형광램프 18[W]인 광원을 매입하고 눈부심 방지 위한 배플 루버를 장착한 조명등이 시설되어있다. Fig. 3은 조명기구 형상과 설치상황이며, 설치개수는 Table 4와 같이 불규칙한 간격의 지그재그 방식으로 좌측에 19개, 우측에 17개 합계 36개가 설치되어있다. 조도측정은 배플 루버 좌측에 45°형, 우측에 60° 형의 수직각도 따라 약간의 차이가 있었고, 좌측 조명등 앞에서 1[m]인 1/3지점, 중앙지점, 우측 조명등 앞에서 1[m]인 1/3지점에서 측정하였으며 그 값은 Table 5와 Table 6과 같다[7].



Fig. 3 External appearance of installed luminaire at grass square

Table 4 The distance of installed luminaire at grass square

Number of luminaire at left	Distance of luminaire[m]	Number of luminaire at right	Distance of luminaire[m]
1~2	5.7	1~2	9.5
2~3	5.2	2~3	8.9
3~4	5.1	3~4	9.6
4~5	5.0	4~5	9.2
5~6	4.4	5~6	8.7
6~7	4.8	6~7	9.2
7~8	9.0	7~8	8.7
8~9	8.1	8~9	8.6
9~10	9.8	9~10	8.3
10~11	9.1	10~11	8.2
11~12	8.2	11~12	7.5
12~13	6.7	12~13	8.4
13~14	9.1	13~14	8.3
14~15	7.0	14~15	9.1
15~16	8.1	15~16	7.0
16~17	9.3	16~17	6.4
17~18	7.8		
18~19	7.5		

Table 5 The measurement of illuminance value at left side of grass square

Number of luminaire at left	Point 1/3 from left[lx]	Center point[lx]	Point 1/3 from right[lx]
1	7.3	0.5	0.1
2	13.1	0.5	0.3
3	16.3	2.7	18.1
4	7.0	0.8	0.4
5	8.8	2.7	13.0
6	6.2	1.2	0.4
7	0	0	0
8	7.3	0.8	0
9	2.4	0.5	0.3
10	2.4	0.9	0.7
11	3.1	1.2	0.7
12	3.7	0.5	0.8
13	4.4	0.6	0.7
14	0	0	0
15	5.0	1.1	0.8
16	0	0	0
17	0	0	0
18	2.8	1.5	0.4
19	2.3	0.8	0.2

Table 6 The measurement of illuminance value at right side of grass square

Number of luminaire at right	Point 1/3 from left[lx]	Center point[lx]	Point 1/3 from right[lx]
1	1.1	3.1	22.3
2	1.6	5.1	61.2
3	16.3	2.7	18.1
4	8.8	2.7	13.0
5	1.1	1.7	10.3
6	1.3	2.4	15.4
7	2.1	4.0	18.1
8	1.9	5.1	15.9
9	2.8	3.8	24.4
10	1.9	4.3	17.5
11	1.4	2.7	11.9
12	0.6	1.1	9.4
13	4.4	0.6	0.7
14	1.0	1.5	11.0
15	5.0	1.1	0.8
16	0	0	0
17	0.9	1.8	16.0

3. 넓은 계단구역 조명설비

이 구역은 넓은 계단층계로 구성된 곳으로 좌측 배수로 뚝 위에 현장에서 조명기구를 얹혀 놓고 제주 돌명이를 쌓아 올린 돌무덤 형태에 컴팩트 형광램프 13[W]인 광원을 매입하고 배플 루버를 장착한 조명등으로 조명기구 형상과 배치상황은 Fig. 4와 같다. 설치개수는 Table 7과 같은 간격으로 한쪽방향

에 20개가 설치되어있다. 조도 측정은 올라가면서 좌측조명등을 1번으로 하고 조명등 앞 [1m]인 1/3지점, 중앙지점, 우측 끝에서 1[m]인 1/3지점에서 측정하였으며 그 값은 Table 8과 같다.



Fig. 4 External appearance of installed luminaire at wide stair section

Table 7 The distance of installed luminaire at wide stair section

Number of luminaire	Distance of luminaire[m]	Number of luminaire	Distance of luminaire[m]
1~2	6.0	11~12	4.6
2~3	4.4	12~13	5.7
3~4	4.9	13~14	5.1
4~5	5.0	14~15	5.2
5~6	5.0	15~16	5.4
6~7	5.4	16~17	5.1
7~8	5.7	17~18	5.3
8~9	6.1	18~19	3.7
9~10	4.7	19~20	4.7
10~11	5.3		

Table 8 The measurement of illuminance value at wide stair section

Number of luminaire	Point 1/3 from left[lx]	Center point[lx]	Point 1/3 from right[lx]
1	5.4	1.0	0.4
2	13.3	1.9	0.7
3	11.3	1.3	0.4
4	11.3	1.6	0.6
5	6.7	0.9	0.3
6	19.8	1.6	0.5
7	8.4	0.8	0.3
8	7.4	1.5	0.6
9	15.2	2.2	0.9
10	5.6	0.2	0.1
11	1.1	0.3	0.2
12	5.2	0.6	0.4
13	3.6	0.6	0.2
14	3.7	0.6	0.2
15	2.4	0.5	0.3
16	8.9	1.3	0.4
17	5.1	0.8	0.3
18	2.2	0.5	0.2
19	4.0	0.7	0.2
20	8.6	0.7	0.3

4. 직선계단구역 조명설비

계단층계가 직선으로 되어 있는 곳으로 현무암을 사각 돌기등 형상으로 가공한 블라드 형에 소형 할로겐램프 12[V] 20[W] 광원을 매입한 조명등으로서

조명기구 형상과 설치현황은 Fig. 5와 같다. 설치개수는 Table 9와 같은 간격으로 계단층계 좌측에 한쪽 방향으로 계단참마다 1개가 설치되어있다. 조도측정은 계단을 오르면서 1번으로 하고 각 조명등 앞 1[m]인 1/3지점, 중앙지점, 우측 끝에서 1[m]인 1/3지점에서 측정하였으며 그 값은 Table 10과 같다.



Fig. 5 External appearance of installed luminaire at straight-line stair

Table 9 The distance of installed luminaire at straight-line stair

Number of luminaire	Distance of luminaire[m]	Number of luminaire	Distance of luminaire[m]
1~2	3.0	8~9	4.5
2~3	3.4	9~10	3.3
3~4	3.5	10~11	3.8
4~5	3.4	11~12	3.6
5~6	3.1	12~13	3.2
6~7	3.7	13~14	2.4
7~8	2.4		

Table 10 The measurement of illuminance value at straight-line stair

Number of luminaire	Point 1/3 from left[lx]	Center point[lx]	Point 1/3 from right[lx]
1	17.4	8.7	1.7
2	20.0	14.7	2.4
3	12.4	16.5	4.0
4	11.4	8.4	2.4
5	6.6	11.1	3.3
6	14.0	9.9	1.1
7	8.2	8.9	4.0
8	1.1	5.5	3.8
9	12.4	15.3	1.7
10	15.9	11.3	1.1
11	11.4	12.9	1.9
12	11.4	16.9	1.5
13	15.5	12.4	3.8
14	18.7	11.6	1.1

5. 계단층계구역 조명설비

이 구역은 경사도가 심하여 계단층계 386개로 이루어진 구역으로서 현장에서 조명 기구를 얹혀 놓고 제주 돌맹이를 쌓아올린 돌무덤 형태에 배플 루버를 장착하고 광원으로 컴팩트 형광램프 18[W]를 사용한 조명등으로 조명기구 형상과 설치현황은 Fig. 6과 같다. 설치개수는 계단층계 참 또는 계단층계 중간 부분에 불규칙한 간격으로 좌측에 25개, 우측에 25개로 합계 50개가 설치되어있다.

그 중 직선계단부분에서 계단층계 66번째부터 92번째까지 27개 층계를 선정하여 실측하였다. 조명등은 계단층계 72번째 좌측에, 80번째 우측에, 92번째

좌측에 지그재그 방식으로 3개가 계단 경계 턱 바깥쪽에 설치되어있다. 조도 측정은 66번 층계를 1번으로 27개 계단층계 마다 좌측 경계 턱에서 0.7[m]인 1/3지점, 중앙지점, 우측 경계 턱에서 0.7[m]인 1/3 지점으로 하여 총 81개 지점을 측정한 값은 Table 11과 같다[8].



Fig. 6 External appearance of installed luminaire at the stairs section

Table 11 The measurement of illuminance value at the stairs section

Number of stairs	Point 1/3 from left[lx]	Center point[lx]	Point 1/3 from left[lx]
66	0	0.6	0.8
67	0	1.2	1.3
68	0.1	2.3	1.7
69	1.4	3.5	2.2
70	6.3	5.5	2.7
71	21.5	7.3	2.5
72	44.4	6.8	2.2
73	2.8	2.1	1.0
74	0.2	0.3	0.2
75	0.1	0	0
76	0.1	0.1	0.1
77	0	0	0
78	0	0.1	0
79	0.3	1.3	0.1
80	1.9	5.4	19.0
81	0.6	1.2	2.4
82	0.2	0.2	0.3
83	0.1	0.1	0
84	0	0	0
85	0	0	0
86	0	0	0
87	0	0.1	0.3
88	0	0.1	0.4
89	0	0.3	0.6
90	0	1.0	0.9
91	1.1	2.8	1.6
92	5.3	4.6	1.6

Ⅲ. 조명설계 계획

성산 일출봉은 해발 182[m]로 정상 분화구로 오르는 통행로는 계단층계로 이루어져 통행자의 안전을 위한 통행로의 조명은 먼저 보행이 가능하도록 노면이 정확하게 보여야 하고, 통행로의 용도나 연출의도 등에 따라 구분되며 계단의 단차조명, 풋라이트조명, 블라드조명, 등주조명 등이 있으며 주간의 미관이나 주변 환경 등을 고려하여 선정하여야 한다[9]. 조명기구에서 보행자 눈에 들어오는 빛이 과대하게 되면 눈부심이 생겨 시력이 떨어지고 불쾌감이나 피로를 발생 시키는 원인이 된다. 이와 같은 눈부심의 정도는 주위의 조건에 따라서도 영향을 받으므로 눈부심을 줄이기 위해서 사용하는 조명기구의 배광이나 배치, 사용광원의 광속에 따른 조명기구의 설치높이를 세밀히 검토해야 한다. 조명시설은 주위환경에 잘 어울리는 것으로 설치하는 것이 바람직하므로 조명기구의 크기, 형태 등을 면밀하게 검토하여 설계해야 한다.

1. 광원의 선정

광원의 선정은 경제성을 고려한 효율, 경제성과 보수성을 고려한 수명, 색의 보임을 고려한 연색성, 분위기를 고려한 색온도 등을 들 수 있으며 다음 사항을 고려하여 선정해야 한다[4].

- 1) 조명기구의 효율이 높으며 수명이 긴 것
- 2) 광색과 연색성이 적절한 것
- 3) 주위온도의 변동에 대해서 안정적인 것

2. 조도기준

관광지 경관조명에 대한 조도기준은 규정되어 있지 않으므로 새벽녘의 어둠 속에서 계단층계를 이동하기 위해서는 안전성 확보를 고려하고 천연기념물 관광 명승지의 주변 생태계 보호, 순응적응과 안전을 감안한 적절한 조도를 선정하는 것이 좋다. 국내의 경우 Table 12와 같이 KS A 3701의 보행자에 대한 도로조명의 기준에서 교통량이 적은 도로의 주택지역 수평면 조도가 3[lx]이고 [10], CIE(국제조명위원회)에서는 야간 보행자들의 통행량이 적은 주택가 도로의 경우 수평면 조도는 Table 13과 같이 5[lx]로 기준하고 있었다[11]. 일출봉 조명설계에서는 계단층계로 구성된 통행로 특성상 관광객이 안전한 통행과 불편이 없는 층계 수평면 조도를 확보하기 위하여 5[lx]로 선정하였다.

Table 12 Illuminance standard of pedestrian on road

Pedestrian traffic at night-time	Areas	Illuminance[lx]	
		Horizontal	Vertical
Heavy of traffic on road	Residential	5	1
	Commercial	20	4
Solely of traffic on road	Residential	3	0.5
	Commercial	10	2

Table 13 Lighting classes for different road as types in pedestrian areas

Description of road	Horizontal illuminance[lx]	
	Average	Minimum
High prestige roads	20	7.5
Heavy night-time use by pedestrians or pedal cyclists	10	3
Moderate night-time use by pedal cyclists or pedestrians	7.5	1.5
Minor night-time use by pedal cyclists or pedestrians solely associated with adjacent properties	5	1
Minor night-time use by pedal cyclists or pedestrians solely associated with adjacent properties. Important to preserve village or architectural character of environment	3	0.6
Very minor night-time use by pedal cyclists or pedestrians solely associated with adjacent properties. Important to preserve village or architectural character of environment	1.5	0.2
Roads where only visual guidance provided by the direct light from the luminaires is required	N/A	N/A

※ N/A : Not applicable

3. 조명기구 선정

조명기구는 조명효과를 크게 좌우하므로 능률적이고 효과적인 조명, 주간 미관과 주위환경과의 조화 등이 되도록 조명기구의 선정에는 다음과 같은 사항을 충분히 검토 할 필요가 있다[4].

- 1) 옥외 환경의 조명은 야간뿐만 아니라 주간에도 주위환경과의 조화를 충분히 고려한 디자인이 필요하다.
- 2) 조명기구는 노면을 밝게 하는 것뿐만 아니라 보행자의 시야와 주위의 수목

등을 밝게 할 사용목적에 적절한 배광이 필요하다.

- 3) 조명기구는 내구성, 보수성, 시공성 등에 적합한 구조이어야 하고 염해 특히 기능이나 메커니즘이 저하가 될 염려가 있는 환경에서는 재질의 선정이나 도장의 종류를 충분히 고려 할 필요가 있다.

4. 조명기구의 배광특성

도로, 산책도로 등에 사용되는 조명기구의 배광특성은 아랫방향배광, 아래 · 윗 방향배광, 아래 · 옆 방향배광, 전 방향배광으로 대별할 수 있다. 본 설계에서는 계단층계로 구성된 통행로 특성상 바닥면의 조도분포를 균일하게 유지하기 위해서는 조명기구의 반사판 등에 의하여 아랫방향에의 빛을 주체로 하고 바로 옆으로도 많은 빛이 투사되어 노면을 적절한 밝기로 조명하는 것에 적당한 아래 · 옆 방향배광의 조명기구를 선정하였다[4].

IV. 조명 시뮬레이션

조명모델링을 위해 Autodesk Inc. 의 Lightscape 를 이용하여 일출봉 정상 통행로 일부 구역을 모델로 하였다. 지형상 경사도가 낮은 잔디광장 구역과 경사도가 심한 계단층계 구역에 대하여 시뮬레이션을 실행하였다. 조명시뮬레이션은 관광지 특성상 수명, 주변과의 조화, 관광객이 안전하고 편안한 시 환경을 확보할 수 있는 조도기준인 5[lx]에 적합한 조명설계를 위하여 적절한 조명기구의 간격 및 위치선정 등을 실시하였다.

1. 조명기구의 특성

조명시뮬레이션에서의 배광특성은 계단층계로 구성된 통행로 특성상 아래 옆 방향 층계수평면의 적절한 조도분포를 위하여 배광등급을 Fig. 7과 같이 0도 또는 90도 방향으로 선정하여 층계 아래쪽을 비출 수 있도록 하였다. 조명기구 형상은 부등변 4각 블라드로서 Fig. 8과 같고 제작사양은 Table 14와 같다. 광원은 EL (electronic lamp) 램프 20[W] T4를 적용하였다.

Table 14 Specification of luminaire

Base	Heavy diecast aluminum, slotted for precise alignment
Post construction	One piece trapezoidal extruded aluminum, 3/16" wall thickness with one piece diecast aluminum
Finish coating color	Black
Size	Width : 6 5/16". Height : 31 1/2". Depth : 4 5/16"

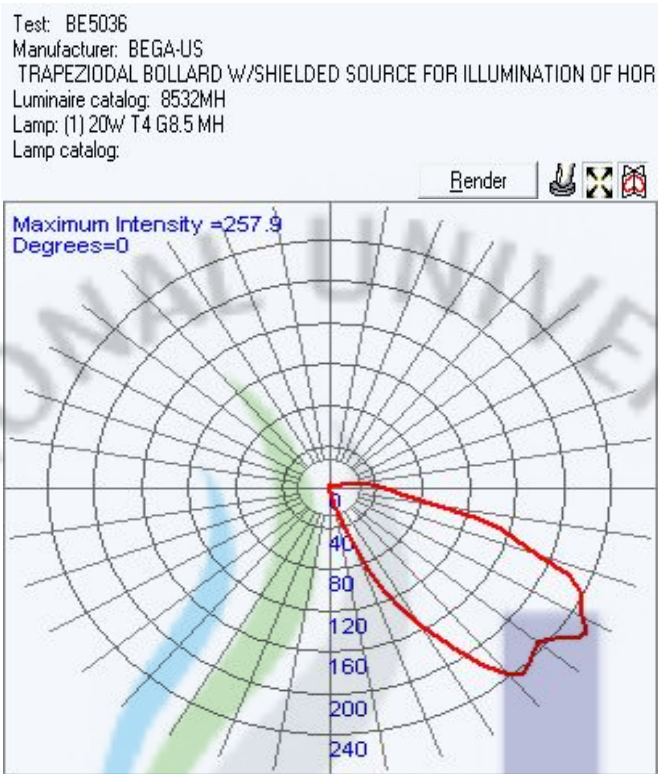


Fig. 7 Distribution curve of luminous intensity



Fig. 8 Model of luminaire bollard trapezoidal

2. 잔디광장 조명 시뮬레이션

시뮬레이션 한 Fig. 9는 경사도가 낮은 잔디광장 구역의 양측에 나무 방호책으로 구분된 통행로의 전체 길이 140[m]에서 약 63[m]에 대하여 3ds max를 이용하여 모델링 한 것이다. Fig. 10은 블라드 조명등을 7[m] 간격으로 일정하게 좌우 지그재그 배치하고 시뮬레이션을 실시한 조도분포를 나타낸 것이다. Fig. 11과 Fig. 12는 그에 대한 조도계산 분포도이며 Table 15는 조도계산 분포도에 의한 상하 24개소의 좌우 6개씩, 총 144 지점을 수치로 나타낸 것이며 평균조도는 5.9[lx]가 되었다.

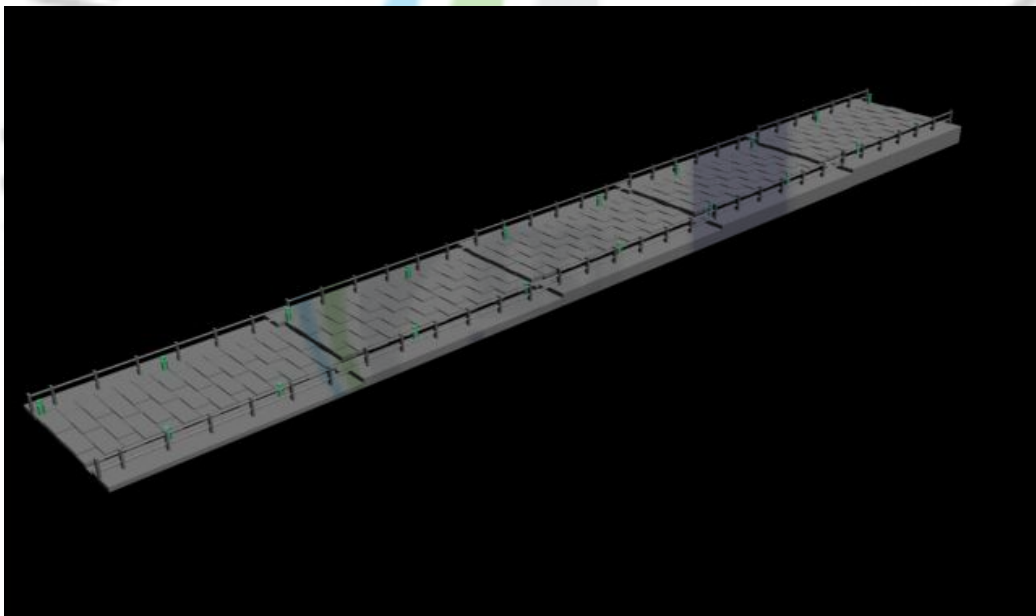


Fig. 9 The modeling at grass square

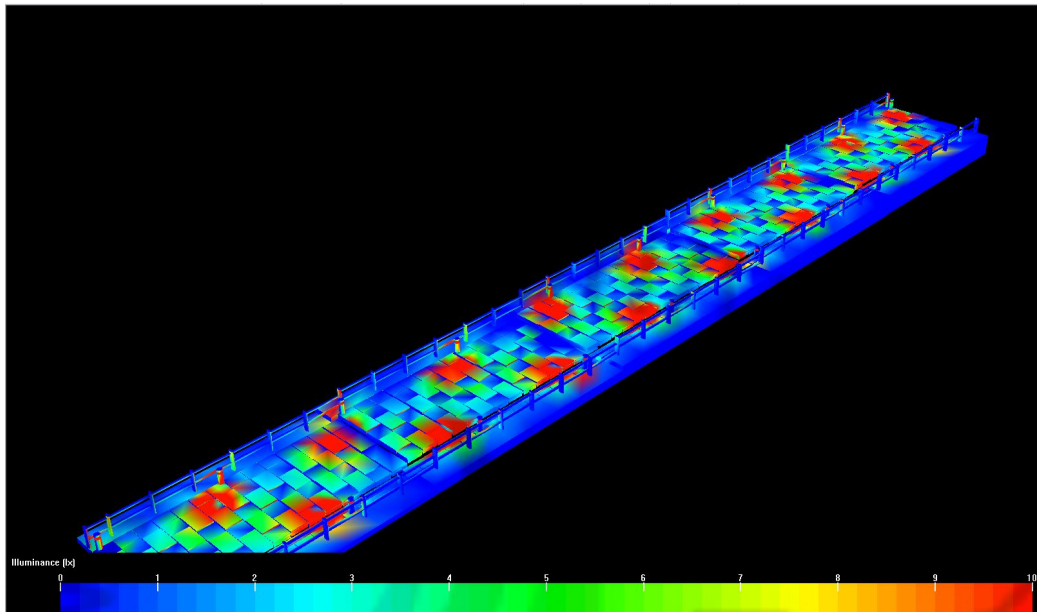


Fig. 10 Distribution of horizontal illuminance at grass square

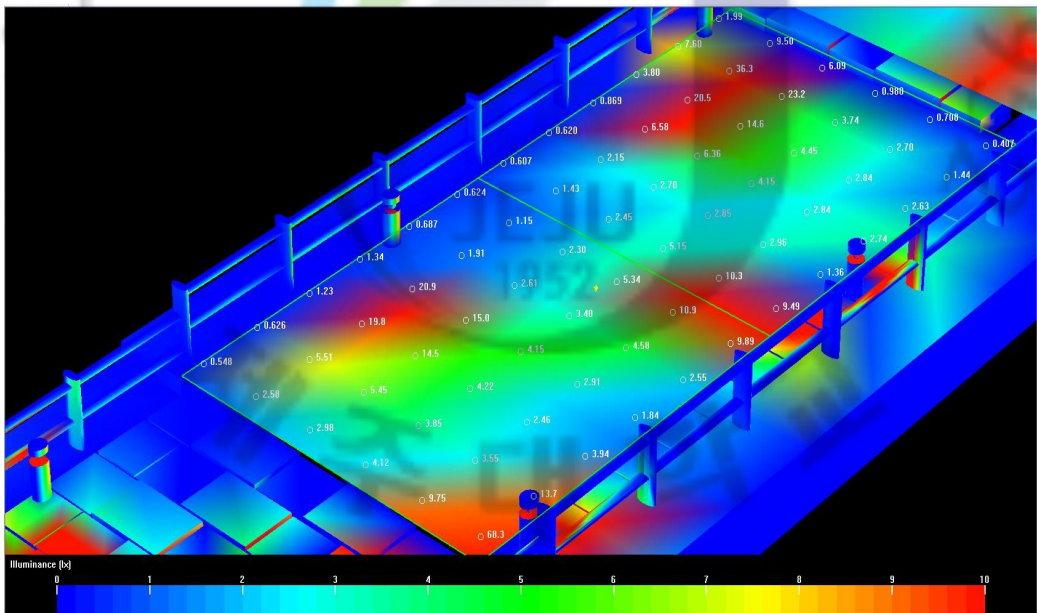


Fig. 11 The calculated illuminance results of simulation at grass square(a)

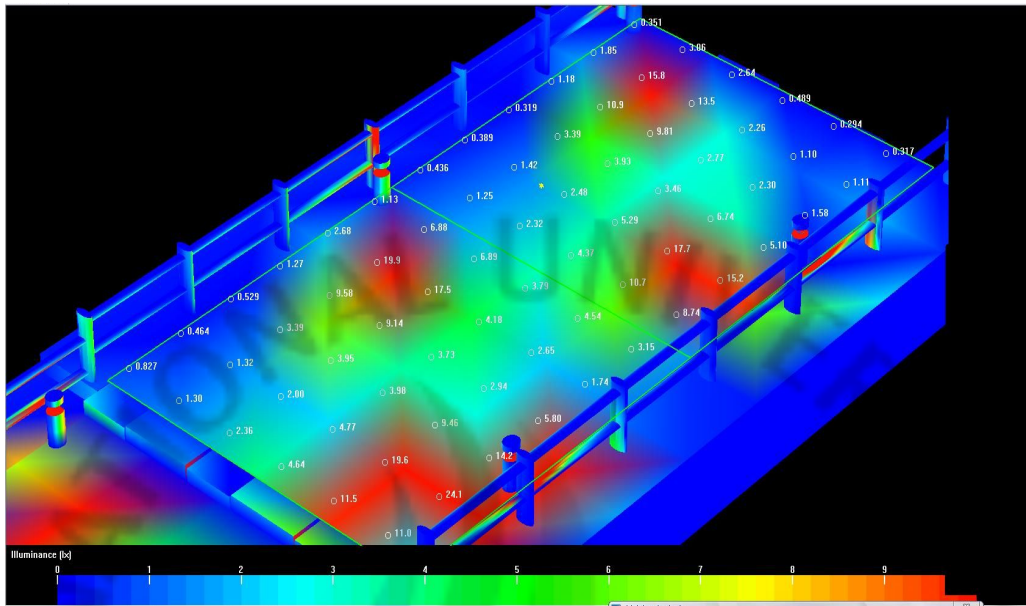


Fig. 12 The calculated illuminance results of simulation at grass square(b)

Table 15 The calculated illuminance value of simulation at grass square
unit : [lx]

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Average
1	0.54	2.58	2.98	4.12	9.75	68.30	14.71
2	0.62	5.51	5.45	3.85	3.55	13.70	5.44
3	1.23	19.80	14.50	4.22	2.46	3.94	7.69
4	1.34	20.90	15.50	4.15	2.91	1.84	7.69
5	0.68	1.91	2.61	3.40	4.58	2.55	2.62
6	0.62	1.15	2.30	5.34	10.90	9.89	5.03
7	0.60	1.43	2.45	5.15	10.30	9.49	4.90
8	0.62	2.15	2.70	2.85	2.96	1.36	2.10
9	0.86	6.58	6.36	4.15	2.84	2.74	3.92
10	3.80	20.50	14.60	4.45	2.84	2.63	8.13
11	7.60	36.30	23.20	3.74	2.70	1.44	12.49
12	1.99	9.50	6.09	0.98	0.70	0.40	3.27
13	0.82	1.30	2.36	4.64	11.50	11.00	5.27
14	0.46	1.32	2.00	4.77	19.60	24.10	8.70
15	0.52	3.39	3.95	3.98	9.46	14.20	5.91
16	1.27	9.58	9.14	3.73	2.94	5.80	5.41
17	2.68	19.90	17.50	4.18	2.65	1.74	8.10
18	1.13	6.88	6.89	3.79	4.54	3.15	4.39
19	0.43	1.25	2.32	4.37	10.70	8.74	4.63
20	0.38	1.42	2.48	5.29	17.70	15.20	7.08
21	0.32	3.39	3.93	3.46	6.74	5.10	3.82
22	1.18	10.90	9.81	2.77	2.30	1.58	4.75
23	1.85	15.80	13.50	2.26	1.10	1.11	5.93
24	0.35	3.06	2.64	0.48	0.29	0.31	1.19

3. 계단층계 구역의 조명 시뮬레이션

제5구역인 계단층계 구역은 제4구역인 직선계단에서 66번째 층계에서 89번째 층계까지 직선부분을 선정한 24개의 층계를 모델링 한 것으로 Fig. 13과 같다. Fig. 14는 시뮬레이션 한 부분의 층계참에 설치한 조명등의 조도분포도이며, Fig. 15는 시뮬레이션에 의한 조도계산 분포도이고, Table 16은 조도계산 분포도에 의한 계단층계 19개소의 6개씩 총 114 지점을 수치로 나타낸 것으로 평균조도는 5.7[lx]가 되었다.

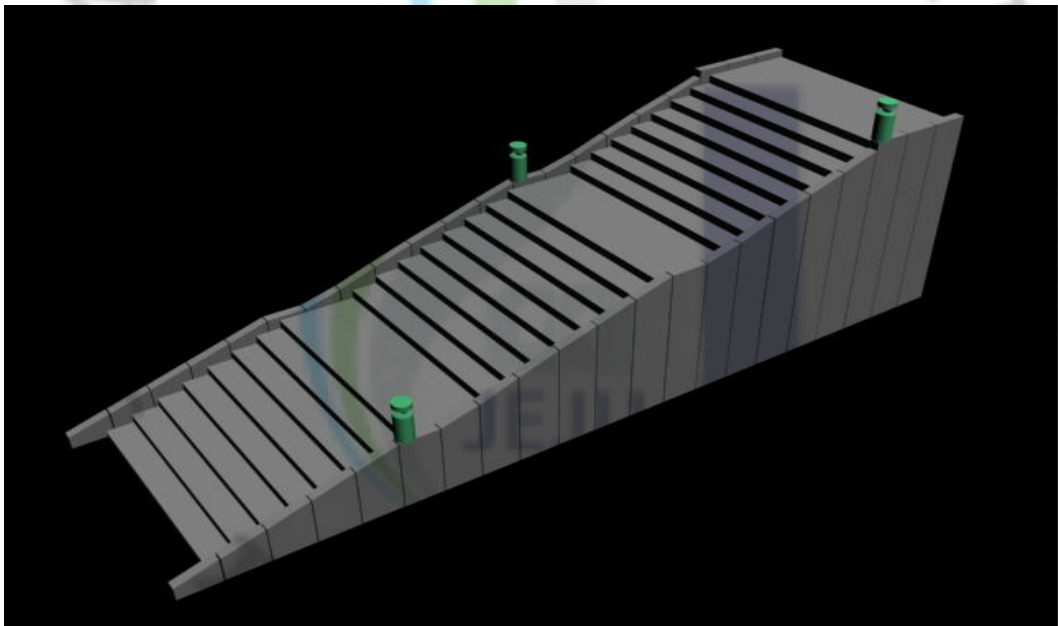


Fig. 13 The modeling at the stairs section

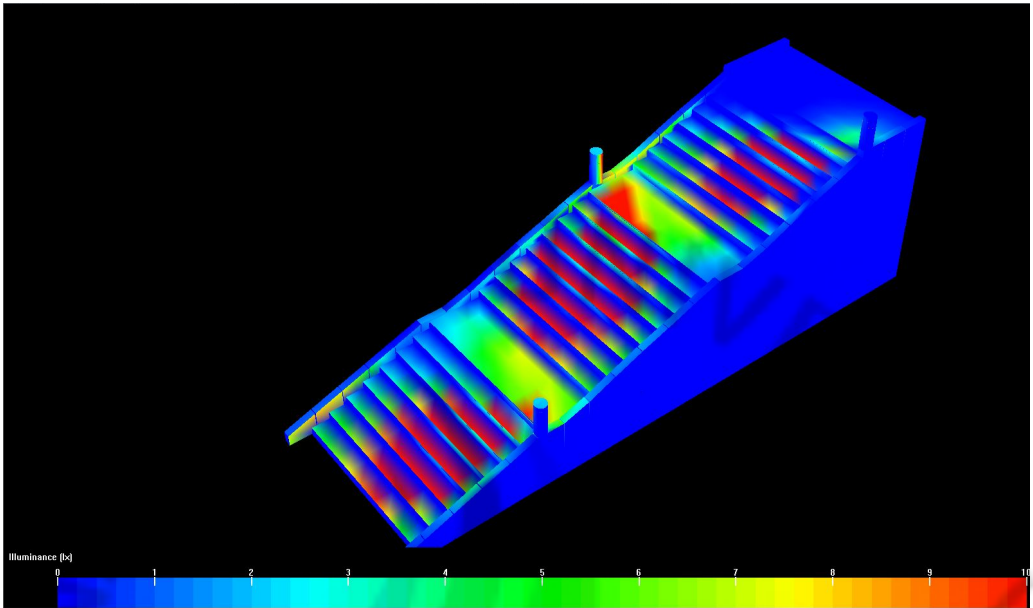


Fig. 14 Distribution of horizontal illuminance at the stairs section

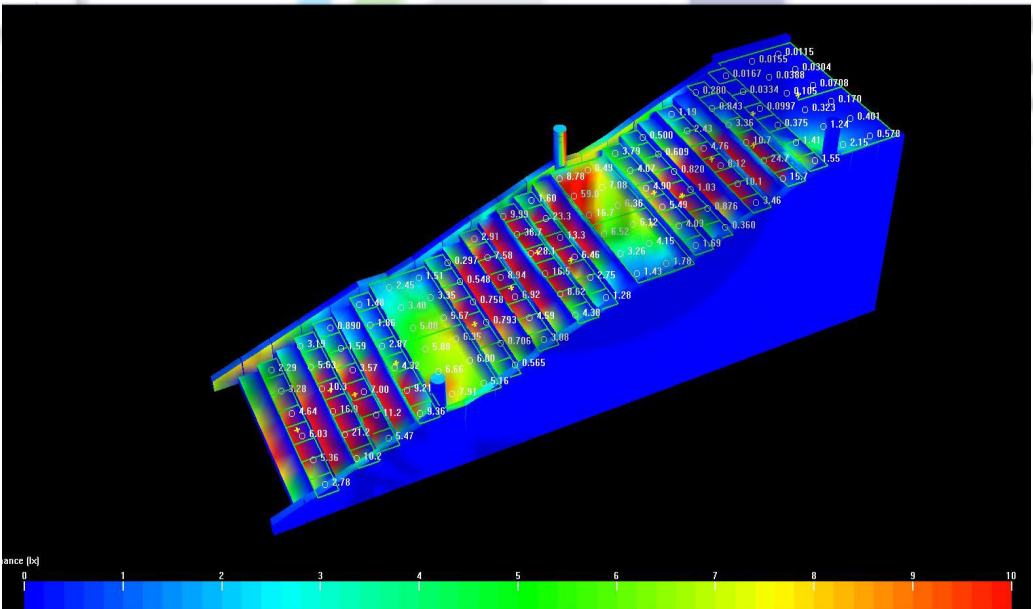


Fig. 15 The calculated illuminance results of simulation at the stairs section

Table 16 The calculated illuminance value of simulation at the stairs section unit : [lx]

Number of Stair	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Average
67	2.29	3.28	4.64	6.03	5.36	2.78	4.06
69	3.19	5.63	10.30	16.90	21.20	10.20	11.23
70	0.89	1.59	3.57	7.00	11.20	5.47	4.95
72	1.48	1.86	2.87	4.32	9.21	9.36	4.87
73(Wide stair)	2.45	3.40	5.08	5.88	6.66	7.31	5.13
	1.51	3.35	5.67	6.35	6.00	5.16	4.67
74	0.29	0.54	0.75	0.79	0.70	0.56	0.61
76	2.91	7.58	8.94	6.92	4.59	3.08	5.67
78	9.99	36.70	28.10	16.50	8.62	4.38	17.38
79	1.60	23.30	13.30	6.46	2.75	1.28	8.11
81(Wide stair)	8.78	59.00	16.70	6.82	3.26	1.43	15.99
	8.49	7.08	6.36	6.12	4.15	1.78	5.66
82	3.79	4.07	4.90	5.49	4.03	1.69	3.99
83	0.50	0.60	0.82	1.03	0.87	0.36	0.69
85	1.19	2.43	4.76	8.12	10.10	3.46	5.01
87	0.28	0.84	3.36	10.70	24.70	15.70	9.26
88	0.01	0.03	0.09	0.37	1.41	1.55	0.58
89(Wide stair)	0.01	0.03	0.10	0.32	1.24	2.15	0.64
	0.01	0.03	0.70	0.17	0.40	0.57	0.21

V. 결과 및 고찰

일출봉 정상으로 오르는 통행로 다섯 구역에 대한 조명설비현황을 실측 해석한 결과 진입로인 화단구역에서는 원통형의 낮은 블라드형 조명등이 화단 한쪽에 3.7~5.6[m] 간격으로 11개씩 양쪽에 22개가 설치되었으며 좌측 조명등 앞 통행로 중심에서 측정한 조도값은 최고 19[lx], 최저 5.4[lx], 조명등 사이에서는 부점등 되는 조명등이 4개가 되어 최고 2.6[lx], 최저 0.4[lx]로 실측되어 전체적으로 명암차이가 심했다. 잔디광장 구역은 현무암을 가공한 사각 돌기 등 형태의 블라드에 배플 루버를 장착한 조명등으로 설치방식은 지그재그 방식으로 통행로 좌측에 4.4~9.8[m], 우측에 6.4~9.6[m]로 불규칙한 간격으로 배치되었으며 조명등 앞 통행로 중심에서 측정한 조도값은 최고 2.7[lx], 최저 0.4[lx]로 실측되었으며 배플 루버의 수직 각도에 따라 좌측에 60°형, 우측에 45°형을 장착하고 있어 좌측은 평균 0.9[lx], 우측은 평균 2.6[lx]로 약 3배의 차이를 보이고 있어 배플 루버에 의한 배광곡선의 차이가 크다는 것을 알 수 있었다. 또한 조명등 사이에서는 조명등 설치간격의 불규칙함과 나무 방호책에 의해 빛이 가려지는 부분이 있고 배플 루버의 배광특성으로 최고 0.3[lx], 최저 0[lx]로 실측되어 수평면 조도가 기준치를 밑돌아 조명환경이 불량함을 알 수 있었다.

넓은 계단구역은 배수로 뚝 위에 한쪽방향에 3.7~6.1[m] 간격으로 배플 루버를 장착한 돌무덤 형태의 조명등이 설치되고 조도는 조명등 앞 통행로 중심에서 최고 2.2[lx], 최저 0.2[lx], 조명등 사이는 최고 0.3[lx], 최저 0[lx]로 계단층계 보다 낮은 부분도 있고 배플 루버의 배광곡선 영향과 콤팩트 형광램프 13[W]로 광속이 낮아 어두운 부분이 있어 계단층계 구분이 곤란하여 통행에 불편을 주고 있었다. 직선 계단구역의 조명등은 현무암을 가공한 사각 돌기 등 형태의 블라드 형에 소형 할로젠램프를 매입한 직접 조명방식으로 배광특성이

좋고 설치간격 및 위치는 거의 일정한 계단참 직후마다 배치되어 조도는 조명 등 앞 통행로 중심에서 최고 16.9[lx], 최저 5.5[lx]가 되었고 조명등 사이는 3.1[lx]로 수평면 전체의 평균조도는 8.5[lx]로 기준조도치를 상회하고 있어 주위 전체가 밝고 쾌적하여 양호한 조명환경을 제공하고 있었다. 계단층계 구역은 현장에서 돌맹이를 쌓아올린 돌무덤 형태로 높이, 크기 등이 일정하지 않았으며 너무 낮게 설치된 것도 있었고 훼손되거나 주위의 잡초에 의해 가려지는 것도 있었다. 설치위치도 계단층계나 층계참을 고려하지 않아 불규칙하게 배치되고 배플 루버를 장착한 때문에 배광특성이 매우 불량하여 조명등 윗부분의 층계에는 0[lx]로 빛이 전혀 비춰지지 않는 구역도 있었다. 특히 계단층계구역에서 직선계단으로 구성된 중간부분인 계단층계번호 72번에서 실측했을 때 통행로 폭2[m]에서 조명등 바로 앞에서 실측한 조도값은 0.7[m]인 1/3지점 44[lx], 중앙부분 6.8[lx], 반대편 1/3지점은 2.2[lx]가 되었으나 조명등 위쪽부분인 층계번호 75번부터 78번까지는 배플 루버 구조상 층계마다 빛이 전혀 없어 수평면 조도가 0[lx] 되어 계단층계 구분이 곤란하여 관광객의 통행에 불편을 줄 뿐만 아니라 안전에 위협을 주고 있었다.

다섯 구역 중 직선 계단구역은 블라드 형태에 소형 할로겐램프를 매입한 직접 조명방식으로 배광특성이 좋고 조명등 설치간격 및 위치가 거의 일정한 계단참 직후마다 설치되어 주위 전체가 밝은 조명환경을 제공하고 있었다. 넓은 계단부분과 계단층계로 구성된 부분은 계단층계 특성상 눈부심 방지용 배플 루버의 배광특성을 가진 조명등은 계단층계 윗부분에는 빛이 전혀 비춰지지 않아 어두운 부분이 많아 적합하지 않았으며 조명등 설치 위치는 통행로의 계단구성이 구부러지는 경우 계단참이 생기는 직후에 설치하고 층계가 길어져 계단중간에 계단참이 없이 층계가 10개를 초과하는 직선부분에는 10개 층계를 기준하여 설치하고 배광곡선이 아래쪽 층계를 비추도록 하면 적절한 조도를 확보할 수 있다고 사료되었다.

본 논문에서는 배플 루버의 배광특성에 의한 배광불량을 개선하기 위하여

조명기구를 Fig. 8과 같이 배플 루버 없는 직접조명방식의 블라드 타입에 광원으로는 EL 램프 20[W]를 선정하였다. 설치 위치와 간격은 잔디광장 구역에서는 7[m] 간격으로 통행로 좌우 20개씩 40개를 지그재그 방식으로 일정하게 나무방호책 앞쪽에 배치하여 시뮬레이션을 실시한 결과 조도계산은 Table 15와 같고 수평면 평균조도는 5.9[lx]가 되었다. 또한 계단층계 구역에서는 층계 특성을 고려하여 조명등 위치를 층계 오르면서 계단참이 생기는 직후에 배치하고 배광곡선을 조정하여 층계 아래쪽을 비추도록 하여 시뮬레이션을 실시한 결과 조도분포는 Fig. 14와 같으며 분포된 수평면 조도치는 Table 16와 같고 평균조도는 5.6[lx]가 되어 기준조도치인 5[lx]를 상회하여 통행자의 안전과 명시성을 확보할 수 있도록 조명 설계안을 제시하였다.

VI. 결 론

본 논문은 성산 일출봉 정상 분화구로 오르는 통행로의 야간 조명시설에 대하여 현장실측을 통해 해석하였으며 경사가 완만한 잔디광장 구역과 경사가 심하여 계단층계로 구성된 구역에 대하여 조명시뮬레이션을 통해 본 통행로에 대해 조명환경에 적합하도록 설계 모델을 제시하였다. 정상으로 오르는 통행로에서 조명기구의 직접조명방식의 경우 통행로 전체를 비추어 양호한 조명환경을 보이고 있었으나 배플 루버 장착한 조명등의 경우 배광특성이 나빠 수평면 조도가 0[lx]가 되는 어두운 부분이 많아 조명환경이 매우 열악함을 알 수 있었다.

본 논문에서는 잔디광장 구역과 계단층계로 구성된 통행로에 대하여 조명시뮬레이션을 통하여 보행자용 도로조명 기준에 충족하는 모델을 도출하였으며 일출봉 정상으로 오르는 관광객 및 지역주민들의 밝고 안전한 통행을 할 수 있는 분위기를 제공할 수 있도록 조명환경을 확보하였다. 조명설계시 경사도가 심한 지형변화에 따른 계단층계의 주변여건에 맞는 조명시설이 되도록 하여 계단층계로 구성되는 관광지나 일반장소에서의 층계특성을 고려한 배광특성과 효율적이고 안정된 조도분포가 구성되도록 한 설계 모델 안을 제시하였다고 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] 조성오, 손장복, 조명디자인 이야기, 동서문화원, pp.259-262, 2004.
- [2] 양영훈, 자연이 빚어준 환상의 섬 제주, 넥서스북스, p.33, 2005.
- [3] 오성보, 리조트 조명설계 및 계획, 제주대학교 첨단관광시스템 인력양성 사업단, p.139, 2005.
- [4] 지철근외 3인, 조명환경원론, 문운당, pp.286-289, 2005.
- [5] 장영후, 오성보, 일출봉 조명설비 실측 및 해석, 대한전기학회·대한전자공학회·한국통신학회·제주대학교 첨단기술연구소 학술발표회 논문집, pp.46-50, 2008.
- [6] 장영후, 오성보, 김덕구, 일출봉 조명설비 해석 및 모델링 설계, 한국조명·전기설비학회 2008 추계학술논문집, pp.165-168, 2008.
- [7] 장영후, 오성보, 김덕구, 관광지 경관조명설비 해석 및 모델링, 제주대학교 공과대학 첨단기술 연구소 논문집 제19권, 제주대학교 공과대학, pp.7-12, 2008.
- [8] 장영후, 오성보, 김덕구, 관광지 조명설비 해석 및 설계, 한국조명·전기설비학회 2009춘계학술 논문집, pp.145-148, 2009.
- [9] 윤희림 역, 빛과 색의 환경 디자인, 성안당, pp.20-21, 2005.
- [10] 한국산업규격 도로조명기준(KS A 3701), 산업자원부 기술표준원, p.5 1991.
- [11] CIE Technical Report, Pub. No 34-1977, Road Lighting Lantern and Installation Data-Photometrics, Classification and Performance, 1977.

감사의 글

늦은 나이에 만학도로서 망설임도 많았지만 용기를 내서 대학원생활을 시작하여 어느덧 졸업을 목전에 두고 감회가 새롭습니다. 오늘이 있기까지 때론 스승으로, 사회생활에서는 동료처럼 늘 따뜻하게 보살펴 주시고 격려와 지도편달을 아끼지 않으신 오 정보 지도교수님께 머리 숙여 경의와 깊은 감사의 말씀 드립니다.

또한 대학원생활 내내 하루도 빠지지 않고 열심히 다닐 수 있도록 격려와 용기를 주신 제주대학교 전기공학과와 좌 종근 교수님, 김 세호 교수님, 김 일환 교수님과 바쁘신 중에 저의 논문을 세심하게 지도하고 심사하여 주신 이 개명 교수님, 김 호찬 교수님께 머리 숙여 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

짧은 기간이지만 동문수학을 하면서 무사히 대학원 생활을 마칠 수 있도록 배려하여주신 (주)성광종합기술개발 강 보승 사장님, 송 기혁님, 허 성훈님, 이 춘우님과 고 영수님, 이 동훈님, 김 성훈님께도 감사드립니다. 만학의 어려움을 극복할 수 있도록 도와주신 조명 연구실의 김 동현님, 현 동주님, 고 영일님, 이 기봉 천우전기 사장님 등 여러 분들과의 함께 한 시간의 추억은 영원히 마음속에 남아 있을 것입니다.

대학원 생활에 적응하지 못해 방황하고 있을 때 조명 연구실에 들어오면서 대학원은 선배이지만 사회에서의 후배로서 선배 대우를 너무나 잘 해 주시고 격려와 위로를 해 주신 폴리텍 대학의 김 덕구 교수님 고맙습니다. 자식보다 어린 조명연구실의 학부생들의 선배님 하고 부르는 소리가 귀 끝을 스치게 하는 고 원혁군, 변 준영군, 그리고 바쁜 가운데에도 논문 자료수집 및 현장실측과 시뮬레이션을 실행하여 논문을 마무리 할 수 있게 도움을 준 임 정구군, 황 경환군, 그 외 ROTC 제복을 입은 안 상현군, 멀리 중국에서 유학 온 황 재덕군 등 모두가 도와준 덕분에 석사과정을 무사히 마치게 되었습니다.

논문을 쓰면서 많은 조언과 도움을 주신 제주산업정보대학 전기소방안전과 고 봉운 교수님, 그리고 논문을 작성하는데 여러 가지로 도움을 준 부 창진

박사님, 멀리 서울에서 제 논문이 걱정되어 교정을 봐 주신 최 상기 기술사님, 대학원 입학의 계기가 되게 해 준 선광엔지니어링의 김 동진 사장님, 우당도서관에서 같이 공부하면서 서로 격려 해주고 도움을 주신 자치 경찰대의 강명옥님, 도암 엔지니어링의 고 동욱님 등 제 주위의 모든 분들에게 감사의 마음을 전 합니다.

이제 제가 학문을 계속할 수 있도록 기초가 될 기술사 시험에 합격 할 때까지 6년이란 긴 세월을 뒷바라지 해 주었고 다시 제주산업정보대학을 거쳐 석사과정인 대학원까지 오늘을 있게 내조 해준 정 운정 여사님께 진심으로 감사의 마음과 사랑의 마음을 전 합니다. 아울러 진심어린 위로와 격려를 아끼지 않았던 처남 동의대학교 정 중영 교수님과 처남댁인 김 영분님께도 감사의 말씀을 드립니다.

이외에 언급하지 못한 이름들이 많습시다만 한 분 한 분 되새기지 못하여 죄송스럽게 생각하고 앞으로 저를 지켜봐주시는 모든 분들의 기대에 어긋나지 않도록 최선을 다 하도록 노력하겠습니다. 감사합니다.