일출봉 조명설비 해석 및 모델링 설계

(Modeling and Analysis of Lighting Installation at Ilchul-bong)

장영후* · 오성보** · 김덕구***

(Young-Hoo Jang* · Seong-Bo Oh** · Deog-Goo Kim***)

*제주대학교 산업대학원 · **제주대학교 전기전자공학부,전기에너지연구센터 · ***한국 폴리텍 I 대학 제주캠퍼스

요 약

성산 일출봉 정상으로 오르는 등반로의 조명환경에 대하여 실측하였다. 조명 기구는 제주의 돌을 가공한 것과 돌무덤 형태의 것이 시설되었으며 광원은 삼파장 램프와 소형 할로겐램프를 사용하였다. 조명기구 설치상황은 경사도가 낮은 구역은 거의 규칙적으로 시설되어 조도분포가 거의 균등하나 정상 부근의 경사도가 심한 구역에는 불규칙하게 설치되어 등반로 바닥 면에 비추는 조도가 0.1[lx] 이하가 되는 부분이 상당수 있었으며 눈부심을 유발하는 곳도 있었다.

본 논문에서는 등반로 바닥면 조도가 낮은 곳을 선정하여 조명시설에 대하여 설치간격, 설치형태 및 바닥면 조도를 실측하여 해석하고 모델링을 하였다.

1. 서 론

국가 지정문화재이며 2007년 유네스코 지정 세계자연유산으로 등재된 성산 일출봉은 바다위에 우뚝 솟은 거대한 사발모양의 분화구 위에서 맞이하는 일출의 장관 때문에 많은 관광객들이 방문 하는 곳이다[1].

일출봉 조명은 새벽의 일출, 야간의 경관 및 산책을 위해 정상을 오르는 관광객 및 주민의 안전을 위해 시설되어 있다. 조명기구는 주간의 경관 및 주변 환경과의 조화를 위하여 제주 석(石) 의 현무암을 가공 광원을 매입한 것과 제주 돌멩이를 이용한 돌무덤 형태의 것으로 낮게 설치되었으며 조도는 자연생태계의 훼손에방과 등반자의 순응 및 눈부심을 고려하여 낮은 조도로 조명하고 있었다.

조명시설은 경관 및 주변 환경과의 조화를 위한 명시적인 측면뿐만 아니라 등반로 특성상 계단층계를 이용하여 정상을 오르는 관광객이나 주민의 안전성을 고려한 최소한의 조도가 요구 되어 지고 있다[2]. 본 논문에서는 등반로의 경사도에 따라 다섯 구역으로 나누어 조명기구의 형태, 설치간격 및 위치, 배플 루버의 각도에 따른 등반로 바닥 면에 비추는 조도를 실측한 결과의 해석과 모델링을 통하여 합리적인 조명을 계획을 제시하고자 한다.

2. 구역별 조명기구 형태 및 설치현황

첫 진입로인 화단에 설치된 볼라드 조명, 잔디광장 부분의 현무암 가공 광원을 매입한 조명, 넓은 계단부분의 돌무덤 형태의 조명, 직선계단부분의 현무암 가공 소형 할로겐램프 매입한 조명 및 이후 계단으로 이루어진 정상까지의 조명기구의 형태와 설치현황은 표 1과 같고 조도는 표 2와 같이 실측되었다.

표 1. 일출봉 정상 등반로의 조명설비 현황

등반로 구분	조명기구 형태	광원의 종류	조명기구 설치간격
첫 진입로 부분	볼라드 형	소형할로겐 35w×1	한쪽방향 3.7 ~ 8.4m
잔디광장 부분	현무암가공 배플형루버 (돌기둥형)	삼파장램프 18w×1	지그재그 좌측 4.4 ~ 9.8m 우측 6.4 ~ 9.5m
넓은계단 부분	돌무덤형태	삼파장램프 13w×1	한쪽방향 3.7 ~ 6.1m
직선계단 부분	현무암가공 (돌기둥형)	소형할로겐 35w×1	한쪽방향 2.4 ~ 4.5m
정상까지 부분	돌무덤형태	삼파장램프 18w×1	계단층계중간 및계단참
	돌의자형태		계단 참

표 2. 구역별 측정에 의한 평균조도 (lx)

구역	측정위치	조명앞 1/3지점	등반로 중심	반대측 1/3지점
화단 부분	조명기구 앞	80	15	5
	조명기구 간	5	2	1
잔디광장 부분	조명기구 앞	10	3	1.5
	조명기구 간	0.2	0.3	0.2
넓은계단 부분	조명기구 앞	7.5	1	0.4
	조명기구 간	0.2	0.4	0.2
직선계단 부분	조명기구 앞	20	11	1.5
	조명기구 간	1.5	4	3.5
정상까지 부분	조명기구 앞	30	6	2
	조명기구 간	0.1	0.1	0.1

3. 조명 설계

야간 관광지 경관 조명의 조도기준에 적합한 조명 설계를 위하여 조명설비의 위치 및 광원의 수에 따른 조명 시뮬레이션을 실시하였다.

3.1 조명기구 특성

시뮬레이션에 사용한 조명기구는 계단면의 전체적인 조도확산을 위하여 볼라드 형으로 선정 하였다.

그림 1은 32w컴팩트 형광등 배광곡선 및 광원의 특성을 나타내고 있다. 그리고 적절한 조도분포를 고려하여 투과율을 20%로 적용하였다

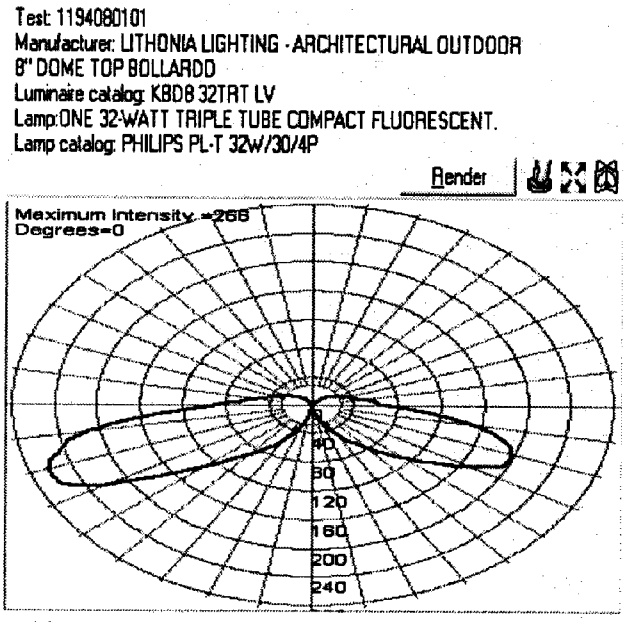

그림 1. 배광분포 곡선

3.2 시뮬레이션 구역

시뮬레이션 구역은 조도치가 확보되지 않은 지점인 정상부근 제5구역의 46번째 계단부터 69번째 구역까지를 대상으로 하였다.

시뮬레이션은 총 3line 72구역을 대상으로 하여 계산하였다. 좌측면 50cm, 중앙점, 우측면 50cm 지점을 기점으로 하여 계산 하였다. 조도면은 빛을 받게 되는 윗면을 대상으로 계산한 값이다.

그림 2는 3ds max를 이용하여 모델링한 모양을 나타내고 있다.

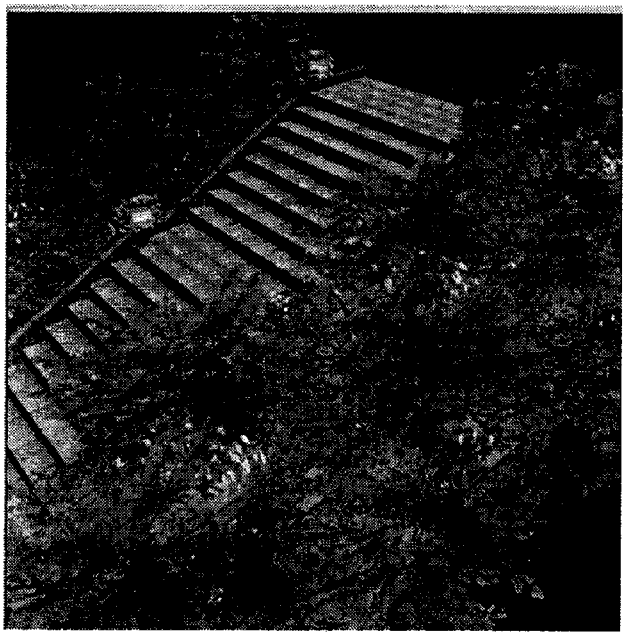

그림 2. 시뮬레이션구역 모델링

3.3 조명 시뮬레이션

시뮬레이션은 Autodesk Inc. 의 Lightscape를 이용하였고, 시뮬레이션1 결과 등기구 개수 및 투과율 및 위치에 따라 계산한 결과 일출봉 계단면 조도치를 확보하기 위해서는 표 3에서 알 수 있듯이 등기구 개수6개 및 기존위치에서 높이 1m위, 후방 1m 뒤 이동, 빛의 투과율을 20% 으로 제한했을 경우 평균조도 8.6 [lx]로 기준치에 근접한 수치를 보여주고 있다.

그리고 그림 3은 컬러로 조도분포를 보여주고 있다. 시뮬레이션2는 기존 위치에서 동일한 조건하에 시뮬레이션하였으며 결과는 표 4와 같고 그림 4는 조도분포를 보여주고 있으며 평균조도 25.2[lx]로 과다한 조도로 사료 된다.

그러므로 시뮬레이션1의 결과가 기준 조도치에 만족한 수치를 보이며 양호한 설계라 사료된다.

표 3. 계단 시뮬레이션1의 결과

구역	좌측면	중앙	우측면
1	5.9	10.5	15.9
2	13.9	11.9	25.2
3	20.5	12.8	21.2
4	18.5	12.9	17.7
5	16.5	12.7	13.8
6	17.7	12.2	11.4
7	16.2	7.4	2.4
8	11.3	6.4	3.7
9	9.4	5.8	3.2
10	1.8	6.3	10
11	7	1.5	14.4
12	0	6.8	13.5
13	2.2	5.7	11.1
14	3.2	6.3	8.8
15	3.2	5.5	7.9
16	3.5	4.5	6.6
17	3.4	4.4	5.2
18	5.5	4.9	5.4
19	7.9	1.3	0
20	16.2	1.8	0.5
21	18.1	3.3	1.1
22	14.7	7.2	5.6
23	12.3	7	6
24	10.3	7.5	5.7

표 4. 계단 시뮬레이션2의 결과

구역	좌측면	중앙	우측면
1	29.8	12.4	4.8
2	84.2	24.8	6.4
3	72.2	24.8	6.4
4	72	29.7	8
5	49	27.1	9.8
6	40.6	27.8	12.1
7	33.87	27.5	15.5
8	27.5	26.5	21.3
9	24.2	26.1	29.4
10	22.6	29.3	41.9
11	21.8	33.3	56
12	12.4	25.7	42.7
13	12.1	25.3	34.4
14	11.7	21.5	28.2
15	11.1	19.7	22.5
16	10.5	15.9	18
17	11.3	11.8	15
18	12.2	13	12.8
19	22.4	18.1	15.2
20	52.3	22.3	10.1
21	64.9	32.4	11.4
22	54.6	37	12.3
23	38.7	28.6	14
24	26.7	24.1	13.9

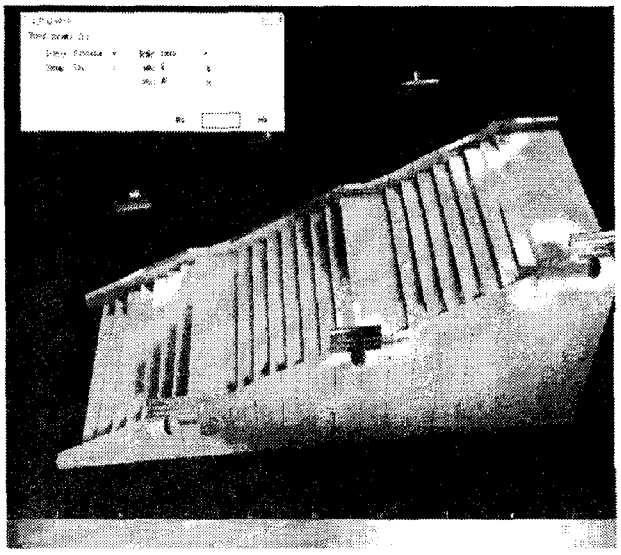

그림 3. 계단시뮬레이션1의 컬러 조도분포도

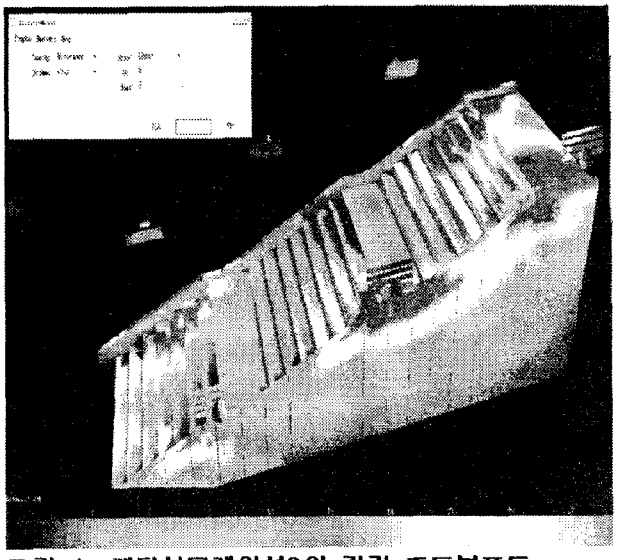

그림 4. 계단시뮬레이션2의 컬러 조도분포도

4. 결과 및 고찰

성산 일출봉 정상 등반로의 조명시설을 실측한 결과 조명기구 형태는 제주의 돌을 이용한 것으로 주변 환경과 조화를 이루고 있었으며 배플 루버를 사용하여 등반자의 눈부심을 고려하고 있었다. 경사도가 낮은 구역에서의 조명시설은 조도분포는 낮았지만 거의 균등하게 되어 순응에 의한 통행에는 큰 불편은 없었으나 정상부근의 경사도가 심한 구역에서의 조명시설은 설치 간격, 설치상태가 불규칙하게 되어 등반로 바닥 중심 면 조도가 0.1[lx]이하가 되어 계단층계 구분이 곤란한 부분이 있어 통행에 불편을 주고 있었다. 주변 환경 및 계단 특성상 돌무덤 형태 조명은 기준 조도치 확보가 곤란하여 계단층계의 전체적인 조도확산을 위하여 볼라드 형을 선정하여 시뮬레이션을 실시하였다. 시뮬레이션 실시 시 조명효율을 고려하여 와트수를 줄이다 보면 조도분포가 기준치 이하가 되어 시뮬레이션1의 결과를 적용하여 빛의 투과율을 20%으로 제한한 결과 평균조도 8.6[lx]로 기준치 3[lx]에 근접한 수치를 보여 주었다.

5. 결 론

세계적인 관광지인 성산 일출봉 정상 등반로의 조명시설을 실측한 결과 경사도가 심한 정상부근의 구역에서는 층계구분이 곤란한 부분이 있어 등반자의 통행에 불편 및 노약자의 안전에 위협을 주고 있었다.

경사가 심한 등반로 특성상 볼라드형 조명기구를 사용하고 설치간격도 재조정하여 6개를 설치하여 시뮬레이션을 실시한 결과 주택가 도로의 사람통행이 적은 장소를 기준치로 한 3[lx]와 비교 했을 때 시뮬레이션결과의 평균 수평면 조도는 8.6[lx]가 되었다. 본 모델링 설계를 통하여 성산 일출봉 등반로의 안정적 설계안을 제시하였고 추후 여러 구역을 대상으로 설계안을 제시 할 필요가 있다고 사료된다.

참 고 문 헌

[1] 박기화외 4인, "제주도 지질여행", 제주발전연구원, p.75, 2003.

[2] 장영후, 오성보, "일출봉 조명설비 실측 및 해석", 대한전기 학회 학술발표회 논문집, p.46~50, 2008.