

Lightscape를 사용한 IES 파일 적용

(Application of IES File using the Lightscape)

홍성욱* 서울산업대학교 전기공학과

장우진 서울산업대학교 전기공학과

(SungWook Hong, · WooJin Jang)

Abstract

This report compares illuminance calculation of formula with the one of the Lightscape which is lighting simulation system, and applied IES file to the Lightscape by angles and coordinate.

As a result of correct solution in comparison, we got a satisfactory result from this study. We effectively hope to make the road lighting calculations through the collection and preparation for the lighting data in detail

1. 서론

현재의 도로 조명계산은 시뮬레이션을 사용하기보다는 공식에 의한 계산에 의존하고 있다. 이미 소개했던 Lightscape를 사용해서 좀더 구체적인 비교를 하려한다. 각도별 조도계산과 좌표별 조도계산 그리고 중복지점의 조도계산으로 공식에 의한 조도계산값과 Lightscape에 의한 조도측정값을 비교한다.

이미 사용되고 있는 제품의 IES 파일을 사용하여 공식에 의한 조도계산값과 Lightscape를 이용한 조도 측정값을 통하여 그 값을 비교한다.

2. 본론

2.1 IES 파일에 의한 각도별 조도계산

- IES 파일에 의한 조도계산은 다음의 2가지 방법으로 구해졌다.

- 공식에 의한 조도계산
- Lightscape에 의한 조도측정

- 도로조명용 광원에 대한 계산이므로 직접적으로 도로면에 영향을 미치는 부분에 대하여 계산·비교하였다. 수평각으로는 0도에서 180도 부분과 수직각

으로는 0도에서 70도에 대한 계산만을 하였다. 수직 각 70도 이상에서의 조도값은 0.1[lx]이하의 값이 얻어지므로 그 값은 무시하였다.

- 적용된 모델은 도로 설계 기준을 배제하고, 조도계산을 위해 간단하게 모델링하였다.

표 1 모델의 제원

Table 1 Dimensions of model

광원	NH400W
광원의 높이[mm]	12,000
광원의 간격[mm]	41,568 × 20,784
광원의 배열방식	마주보기
광원의 경사각도[°]	0

2.1.1 각도별 공식에 의한 조도계산

- 고압나트륨램프 400[W],
- 도로공사에 납품되는 도로조명용 램프의 배광곡선 적용(H사 고압나트륨램프 400W)

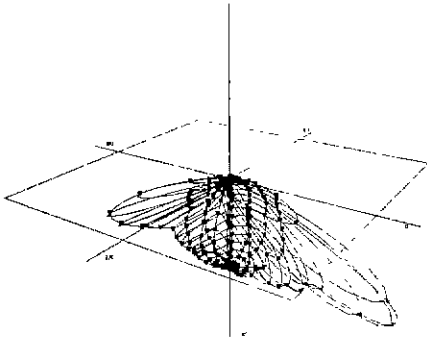


그림 1 적용 광원의 배광곡선

Fig. 1 Photoweb of the lightsource used

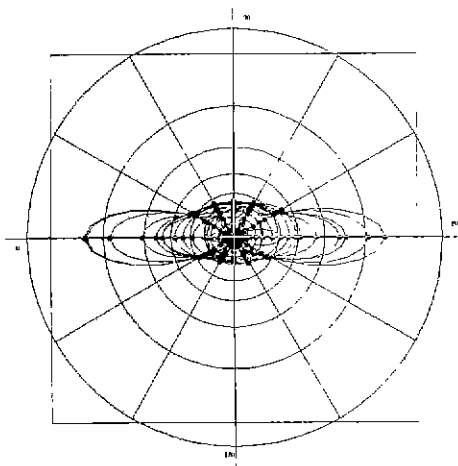


그림 2 각도별 좌표

Fig 2 Coordinate by angles

- 그림 1의 배광곡선의 갖는 광원에 대해서 IES 파일에 의한 그림 2와 같이 각도별 조도값을 구했다. 광원의 IES 파일을 통해 표 2와 같은 조도값을 얻었다.

- 표 2는 다음의 공식을 사용하여 얻어낸 결과치이다.

$$E = \frac{I}{R^2} \cos \theta$$

표 2 조도계산결과(I:(cd), E (lx))

Table 2 Solution of illuminance calculation

(I:(cd), E (lx))

θ	0		10		20		30	
	I	E	I	E	I	E	I	E
0	10008	69.50	10266	68.09	9749	56.18	11968	53.95
30	10008	69.50	10168	67.44	10565	60.88	10159	45.79
60	10008	69.50	9740	64.60	9398	54.16	8306	39.44
90	10008	69.50	9859	65.39	9187	52.94	7993	36.03
120	10008	69.50	9965	66.09	9374	54.02	8592	38.73
150	10008	69.50	10180	67.52	10406	59.96	10535	47.49
180	10008	69.50	10299	68.31	9943	57.30	11301	49.73

θ	40		50		60		70	
	I	E	I	E	I	E	I	E
0	13132	40.99	13940	25.71	20852	17.81	8133	2.26
30	8700	27.15	6751	12.45	5550	4.82	5004	1.39
60	6369	19.88	5609	10.35	4228	3.67	3179	0.88
90	6395	19.96	4967	9.16	3549	3.08	1972	0.55
120	6806	21.24	5569	10.27	4460	3.87	3508	0.97
150	9889	30.87	7175	13.23	5957	5.17	5235	1.45
180	11193	34.94	12507	23.07	18216	15.81	13240	3.68

- I는 IES 파일에 있는 광도값이고 E는 공식에 의해 얻어진 조도값이다

2.1.2 각도별 Lightscape에 의한 조도측정

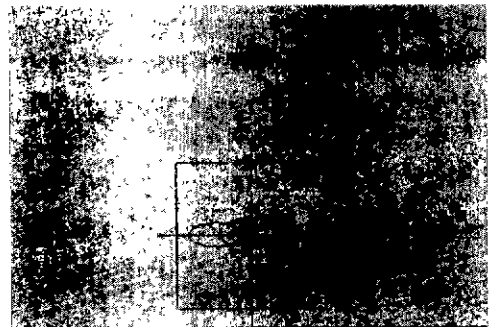


그림 3 Lightscape에 적용된 광원

Fig.3 The light source in Lightscape

- 각도상의 좌표는 대칭이므로 광원의 IES 파일을 수직각마다 수평각 0도, 30도, 60도, 90도의 좌표를 구해서 0도~180도범위의 각도별 좌표에 대한 조도값을 구하였다.

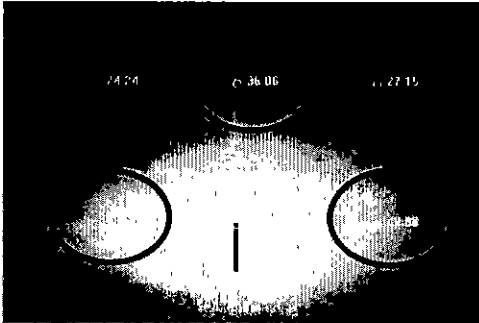


그림 4 Lightscape를 사용한 조도계산(1)
Fig. 4 Illuminance calculation using the Lightscape(1)

- 그림 4는 수직각 30도에 대해서 좌측부터 수평각 0도, 90도, 180도의 조도값을 보이고 있다.

2.1.3 계산값과 측정값의 비교

- 표 3은 공식에 의한 조도계산값과 Lightscape에 의한 측정값을 비교한 것이다. E는 공식에 의한 조도계산값이고 LS는 Lightscape에 의한 조도측정값이다.

- 표 3에서와 같이 공식에 의한 조도계산값과 Lightscape에 의한 조도측정값에서 오차가 생김을 알 수 있다. 광원과 수평인 0도와 180도 부근에서 비교적 큰 오차가 생기고 수평각과 수직각이 커질수록 계산값과 측정값의 오차가 현저히 줄어들음을 알 수 있다. 특히 도로면을 비추이는 수평각도 범위인 30도에서 150도 사이의 측정값은 몇 군데를 제외하고는 0.5[lx]이하의 오차를 보이고, 수직각도가 커질수록 0.1[lx]이하의 오차를 보이고 있다.

2.2 IES 파일에 의한 좌표별 조도계산

여러 점등시 겹쳐지는 부분에 대한 조도계산을 할 수 있도록 좌표별 조도계산을 하였다.

- 겹쳐지는 지점의 조도값에 대해서는 산술적인 합으로 그 지점의 조도값을 구할 수 있다. 측정지점은 가로 10392[mm], 세로 10392[mm] 간격의 지점을 택하여 계산 및 측정하였다.

표 3 조도계산값과 Lightscape 측정값의 비교 및 오차율

(E[lx],LS[lx],오차[lx],오차율(%), H:horizontal angle(도), V:vertical angle(도))

Table 3 Error & comparison of the illuminance calculation values and Lightscape's values (E[lx], LS[lx], Error[lx], Ratio of error(%), H:horizontal angle(°), V:vertical angle(°))

H\V	0				10			
	E	LS	오차	오차율	E	LS	오차	오차율
0	69.50	69.50	0	0	68.09	67.95	0.14	0.21
30	69.50	69.50	0	0	67.44	66.85	0.59	0.88
60	69.50	69.50	0	0	64.60	65.10	-0.50	-0.77
90	69.50	69.50	0	0	65.39	65.01	0.38	0.58
120	69.50	69.50	0	0	66.09	65.42	0.67	1.02
150	69.50	69.50	0	0	67.52	67.15	0.37	0.55
180	69.50	69.50	0	0	68.31	67.76	0.55	0.8
H\V	20				30			
	E	LS	오차	오차율	E	LS	오차	오차율
0	56.18	58.44	-2.26	-4.03	53.95	53.61	0.34	0.64
30	60.88	58.12	2.76	4.53	45.79	45.26	0.53	1.16
60	54.16	53.85	0.31	0.56	39.44	37.40	0.04	0.12
90	52.94	52.81	0.13	0.24	36.03	36.06	-0.03	-0.07
120	54.02	54.05	-0.03	-0.06	38.73	38.63	0.10	0.27
150	59.96	58.63	1.33	2.22	47.49	47.06	0.43	0.91
180	57.30	58.35	-1.05	-1.84	49.73	49.88	-0.15	-0.30
H\V	40				50			
	E	LS	오차	오차율	E	LS	오차	오차율
0	40.99	40.22	0.77	0.77	25.71	26.86	-1.15	-4.47
30	27.15	27.33	-0.18	-0.18	12.45	12.58	-0.13	-1.03
60	19.88	19.96	-0.08	-0.08	10.35	10.31	0.04	0.34
90	19.96	19.98	-0.02	-0.02	9.16	9.21	-0.05	-0.53
120	21.24	21.31	-0.07	-0.07	10.27	10.28	-0.01	-0.08
150	30.87	30.82	0.05	0.05	13.23	13.39	-0.16	-1.18
180	34.94	34.80	0.14	0.14	23.07	23.08	-0.01	-0.05
H\V	60				70			
	E	LS	오차	오차율	E	LS	오차	오차율
0	17.81	17.84	-0.03	-0.03	2.26	2.26	0	0
30	4.82	4.88	-0.06	-0.06	1.39	1.38	0.01	0.01
60	3.67	3.67	0	0	0.88	0.88	0	0
90	3.08	3.09	-0.01	-0.01	0.55	0.54	0.01	0.01
120	3.87	3.87	0	0	0.97	0.97	0	0
150	5.17	5.23	-0.06	-0.06	1.45	1.45	0	0
180	15.81	15.83	-0.02	-0.02	3.68	3.68	0	0

2.2.1 1개의 광원 점등시 좌표별 공식에 의한 조도계산과 Lightscape에 의한 조도측정

- 먼저 1개의 광원을 점등하여 좌표별로 조도값을 얻었다. 구해진 조도값은 Lightscape의 측정값과 비교하였다.

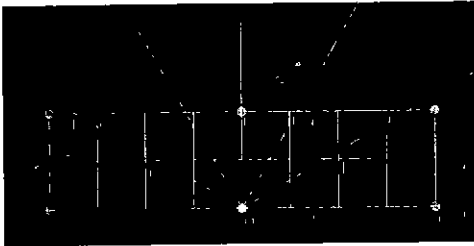


그림 5 도로의 좌표별 구분
Fig. 5 A division by Coordinate in road
(지점간격은 가로·세로 10392(mm))

표 4 1개의 광원 점등시 좌표별 조도계산값과 Lightscape 측정값의 비교

Table 4 Comparison of the illuminance calculation values and Lightscape's values in the case of lighting up one light source by coordinate

행/열	A			B			C		
	E	LS	오차	E	LS	오차	E	LS	오차
1	0.95	0.56	0.39	0.69	0.33	0.36	0.39	0.10	0.29
2	3.21	3.29	-0.08	1.74	1.83	-0.09	0.84	0.63	0.21
3	17.81	17.84	-0.03	4.49	4.47	0.02	1.62	1.48	0.14
4	39.59	38.78	0.81	10.72	9.95	0.77	2.64	2.55	0.09
5	69.50	69.50	0	18.86	18.86	0	3.08	3.10	-0.01
6	33.88	33.24	0.64	11.07	10.53	0.54	2.79	2.71	0.08
7	15.81	15.83	-0.02	4.66	4.67	-0.01	1.73	1.54	0.02
8	4.50	4.76	-0.26	2.65	2.44	0.21	0.89	0.63	0.26
9	1.55	1.00	0.55	0.99	0.59	0.4	0.45	0.15	0.30

- 표 4의 계산값과 측정값의 오차는 최대 0.81[lx]이고 대부분의 경우 0.5[lx]이하의 오차를 갖는다.

2.2.2 6개 광원의 점등시 좌표별 공식에 의한 조도계산과 Lightscape에 의한 조도측정

도로면의 외곽부분보다는 주 사용공간인 중앙부분의 조도값에 대해서 보도록 하겠다. (중앙부분은 그림 5의 박스처리된 B-3~B-7부분을 말한다)

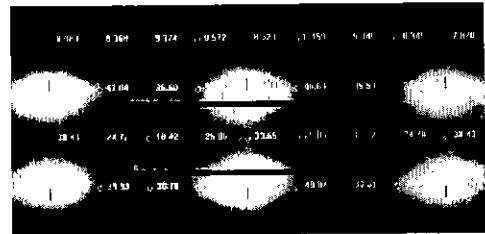


그림 6 Lightscape를 사용한 조도계산(2)
Fig. 6 Illuminance calculation using the Lightscape(2)

표 5 6개의 광원 점등시 좌표별 조도계산값과 Lightscape 측정값의 비교

Table 5 Comparison of the illuminance calculation values and Lightscape's values in the case of lighting up six light sources by coordinate

행/열	A			B			C		
	E	LS	오차	E	LS	오차	E	LS	오차
3	36.97	36.78	0.19	18.3	18.42	-0.12	36.97	36.60	0.37
4	43.72	47.12	-3.4	26.18	25.06	1.12	40.62	39.81	0.81
5	75.92	75.34	0.58	41.08	39.55	1.53	75.92	73.68	2.24
6	40.62	40.07	0.55	26.18	25.05	0.13	43.72	46.63	-2.91
7	36.97	36.81	0.16	18.3	18.42	-0.12	36.97	36.58	0.39

- 표 5는 6개등이 마주보기 배열형식으로 되어있을 경우, 도로 중앙부분의 조도계산값과 Lightscape 측정값을 비교한 것이다. 계산값과 측정값의 오차가 비교적 크게 나타난다. 하지만, 조도값이 광원에서 멀어질수록 그 값이 작아지는 유사한 분포를 갖는다.

- 1개 점등시 Lightscape 측정값을 산술적으로 합하여 6개 점등시 Lightscape 측정값을 구하여도 같은 결과를 얻는다.

3. 결론

IES 파일을 가진 광원을 통하여 공식에 의한 조도 계산과 Lightscape에 의한 조도계산을 해 보았고, 비교해 보았다. 그리하여 그 값이 그리 크지 않은 오차를 가지고 있음을 알았다.

지금까지의 작업은 모두 시뮬레이션에 의해서 이루어 졌다 하지만 실제 측정된 값과 Lightscape의 계산값과 비교하여도 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각한다

앞으로 조명 data의 체계적이고 구체적인 준비가 필요하고, 실제적인 Data를 적용한 연구조사를 통하여 보다 정확하고 경제적인 도로조명계산이 이루어 지길 바란다.

참고문헌

- [1] Lightscape Technologies, Inc, "Lightscape Visualization System Version 3 for Window NT and Windows 95 Tutorial & User's Guide", 1996, [Http://www.lightscape.com](http://www.lightscape.com)
- [2] IESNA, "IES Lighting Handbook", 8th ed
- [3] 문운당, "조명원론", 1994