

제주시 도로조명 실태조사 및 모델링

(Modeling and Actual Investigation of Roadway Lighting in Jejudi)

오성보* · 김일환 · 이상근

(Seong-Bo Oh · Eel-Hwan Kim · Sang-Geun Lee)

요 약

도로조명은 차량 운전자와 보행자에게 장애물을 신속 정확히 그리고 편안하게 볼 수 있는 도로의 야간 주위환경을 제공한다. 또한 밤에 도로설비 이용을 원활하게 함은 물론 교통의 흐름을 향상시켜 교통안전을 증진시키는데 목적을 두고 있다. 이 논문은 제주시내 중심가 8개 도로의 등기구 설치현황을 실측조사 하였으며 조명기구 배열방식을 고려하여 4개 도로의 조도 실측을 통하여 수평면조도와 균제도를 기준치와 비교분석하였다. 이를 토대로 제주시 주요 도심지 상가 도로에 관한 시뮬레이션으로 도로조명의 적합한 모델을 제시하였다.

Abstract

Fixed lighting of public ways for both drivers and pedestrians can create a nighttime environment in which people can see comfortably and can quickly and accurately identify objects on the roadway being travelled. Roadway lighting can improve traffic safety, achieve efficient traffic movement and promote the general use of the facility during darkness. The design of a roadway lighting system involves consideration of visibility, economics, esthetics, safety and environmental conditions. This paper shows estimation of horizontal illuminance and uniformity ratio by actual measurement of roadway lighting at main streets in Jejudi and evaluation of Jejudi roadway lighting conditions for modeling by computer simulation.

Key Words : Roadway lighting simulation, Horizontal illuminance, Uniformity ratio

1. 서 론

야간 도로조명은 차량 운전자에게 도로의 형태, 진행방향에 따른 주위 환경을 잘 보이게 하고 장애물을 쉽게 파악할 수 있도록 해준다. 야간 조명이 있

는 도로 이용 시 안정감을 느끼는 것도 중요한 효과이며 이에 따른 기대 효과로는 교통안전을 도모하고 도로 이용률을 향상시키며 차량운전자와 보행자의 불안감 제거와 피로감을 완화시키는데 기여한다.

그리고 도로면과 그 부근에 존재하는 물체에 충분한 빛을 주어 보행자나 차량 운전자의 보임을 확실하게 하고, 사고와 범죄 등에 대한 위험이 없도록 하며 안전하고 쾌적하게 통행할 수 있도록 하는 것이 도로조명의 기본방침이다[1-2].

제주시는 동북아 거점도시로써 국제 자유도시를

* 주저자 : 제주대학교 전기전자공학부교수
Tel : 064-754-3672, Fax : 064-756-5281
E-mail : sboh@cheju.ac.kr
접수일자 : 2005년 12월 29일
1차심사 : 2006년 1월 10일, 2차심사 : 2006년 6월 19일
심사완료 : 2006년 6월 26일

제주시 도로조명 실태조사 및 모델링

추진하고 있으며 평화의 섬 선포에 따른 국내·외의 관광객 내도가 해마다 증가하여 렌터카의 이용이 급증하고 있다. 특히 2006년도를 제주방문의 해로 지정하여, 제주홍보는 물론 관광객 유치 전략을 세워 야간관광 활성화 방안을 수립하고 있어 내방객들의 야간 통행은 더욱 활발하게 이루어질 전망이다. 그러므로 아름다운 도로를 조성함은 물론 원활한 교통소통과 안전도 확보가 중요시 되고 있다.

이 연구에서는 제주시내의 간선도로에 대한 도로조명실태를 파악하고 현장 실측을 통하여 주요 도심지 도로에 대한 조명 모델링을 제시하고자 한다.

2. 조명기구의 배열 및 조도기준

조명기구의 배열방식에는 4가지 방식이 있으며, 이는 도로의 제반조건과 조명효과를 설계에 반영하여 선택하게 된다.

한쪽배열은 차도 폭이 가로등 등주의 높이와 같거나 좁을 때 사용하는 배열로써 한쪽에 나란히 시설하는 배열이고, 지그재그배열은 차도 폭이 가로등 등주의 높이에 비하여 1배와 1.5배 사이인 경우에 도로 한쪽에 번갈아서 시설하는 배열이며 마주보기 배열은 차도 폭이 가로등 등주의 높이에 비하여 1.5배 이상인 경우 도로의 양측에 설치하여 마주보게 하는 배열방식이다. 또한 중앙배열은 중앙분리대가 넓거나 도로의 폭이 넓어 중앙에 2등을 설치하는 경우로써 한쪽배열을 한 것으로 본다[3-4].

도로구조의 특성상 중앙분리대를 중심으로 양쪽

표 1. IESNA 조도기준
Table 1. Standard illuminance of IESNA

도로 및 지역구분		수평면조도 (평균치)	균 제 도 (평균조도: 최소조도)	도로면 구분
중요 도심지	상 가	17	3 : 1	R2, R3
	번화가	13		
	주택지	9		
일반 도심지	상 가	12	4 : 1	R2, R3
	번화가	9		
	주택지	6		
지방도	상 가	9	6 : 1	R2, R3
	번화가	7		
	주택지	4		

중앙에 분리 화단을 설치한 중앙 이중배열도 있지만 이는 중앙배열로 간주된다.

도로조명은 대상도로의 지역구분 및 용도, 도로의 종류, 교통량, 자동차의 주행속도 및 도로주변의 다른 조명의 설치상황 등에 따라 표 1과 같이 북미조명학회(IESNA)에 정하는 기준에 수평면조도 및 균제도가 적합한 것이 바람직하다.

3. 제주도 도로조명 현장실측

정확한 현장 측정 데이터의 신뢰도를 확보하기 위하여 차도의 폭, 폴간격, 폴 높이 및 등기구 배열 등을 측정을 통하여 조사하였으며 이를 근거로 중요도로의 조명 실측을 실시하였다.

3.1 등기구 설치 현황

제주시 중요 간선도로인 연복로, 연삼로, 신대로, 용문로, 탑동로, 중앙로, 서사로 및 제주도의 첫 관문인 공항로를 대상으로, 현장을 조사하여 그중 주요도로로 인식되는 지점의 도로조도 측정을 위하여 표 2와 같이 도로 및 가로등 설치현황을 조사하였다.

대부분의 도로는 편도 2차선이었으며 중앙 분리대

표 2. 간선도로 도로조명 설치현황
Table 2. The installed status of road lighting at main street

도로명	인도	화단	차도	중 앙 분리대	폴간격	폴높이	등기구 배열
연복로	2.2	2.0	11	2.8	34~36	10	중앙배열 마주보기
연삼로	2	1.4	11.2	-	35~37	7.5	마주보기
신대로	3.2	3.2	10.2	2.0	33~35	8.2	중앙배열식 마주보기
용문로	2.3	1.9	7.4	-	38~40	6.5	마주보기
탑동로	2.5	2.3	7.5	-	38~40	10	한쪽배열
중앙로	2.7		6.5	-	45~48	10	마주보기
서사로	2.5	1.8	12.2	-	35~37	10	마주보기

도로명	인도	화단	차도	화단	차도	중 앙 분리대	폴간격	폴높이	등기구 배열
공항로	2.3	1.7	5.0	1.9	6.9	1.8	35~38	13	중앙 이중 배열

는 반 이상이 미설치 되어 있었다. 폴 간격은 33[m]에서 40[m]이내의 거리를 두고 설치되었음이 확인 되었고, 폴 높이는 대부분이 10[m]이하로 측정되었다.

3.2 도로조명 측정

제주시 주요 간선도로인 중앙로, 탑동로, 연복로 및 공항로를 대상으로 현장 실측을 통하여 표 3과 같이 수평면평균조도와 균제도를 산출하였다.

표 3. 도로조명측정
Table 3. The measurement of roadway lighting

도로명	수평면조도	균제도(최소조도 : 평균조도)	등기구 배열
중앙로	17.8	3.6 : 1	마주보기
탑동로	15.0	4.5 : 1	한쪽배열
연복로	16.9	3.4 : 1	중앙배열
공항로	10.8	4.7 : 1	양측, 이중 중앙
평균	15.13	4.0 : 1	-

기준에 미달하여 도로조명 실태가 열악함을 알 수 있었다. 연복로는 신설 지구로써 제반 상태가 양호함과 동시에 조도치도 최적임을 보여 주었다. 또한 균제도도 양호함을 실측을 통해 알 수 있었으나, 최대조도와 최소조도의 격심한 차이를 보인 측정 점에서는 설계시 고려됨이 바람직하다 사료되었다[6].

4. 조명 모델링

실측을 통하여 분석한 4개 도로 가운데 수평면 평균조도와 균제도가 열악한 탑동로와 공항로 중 제주시내 가장 변화가인 탑동로의 수평면 조도 실측치가 기준 17[lux]에 미달되는 15[lux]로 측정됨으로써 탑동로에 대한 모델링을 실시하게 되었다.

4.1 모델선정 및 조명기구의 특성

도로조명 실측을 통하여 제주시 도로 4곳 중 탑동로인 경우 조도기준 17[lux]와 균제도 3 : 1인데 비해 실측치는 15[lux], 4.5 : 1 이고, 공항로인 경우 조도 기준 13[lux]와 균제도 3 : 1인데 비해 실측치는 10[lux], 4.7 : 1로써 수평면 평균조도 및 균제도가 열악한 상태인 도로는 탑동로와 공항로로 평가되었다. 이들 도로 중 제주시 중심가 상가변인 탑동로에 대하여 시뮬레이션을 실시하였다. 그리고 이때 사용한 250[W]의 고압 나트륨 등기구의 특성은 그림 1과 같으며 400[W] 고압나트륨 등기구의 특성은 그림 2와 같다.

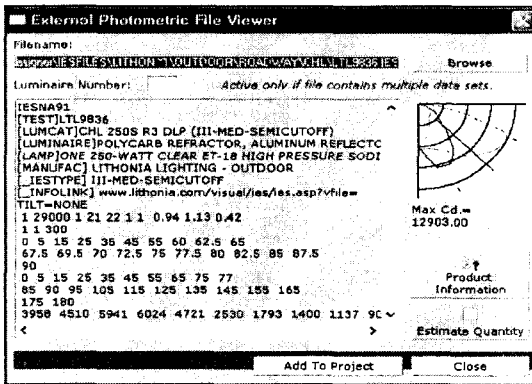


그림 1. 250(W) 등기구 특성
Fig. 1. Characteristics of a luminaire on 250(W)

도로조명 실측을 통하여 불매 중앙로와 연복로는 기준조도 17[lux], 균제도가 3 : 1인데 각각 실측치 수평면 평균조도 17.8[lux] 및 16.9[lux]이었고 균제도는 각각 3.6 : 1 및 3.4 : 1로 양호하였으며, 탑동로 및 공항로는 기준조도 17[lux] 및 13[lux]이고, 균제도가 3 : 1인데 비해 각각의 실측치 수평면 조도는 15[lux] 및 10[lux]이었고, 균제도는 각각 4.5 : 1 및 4.7 : 1로

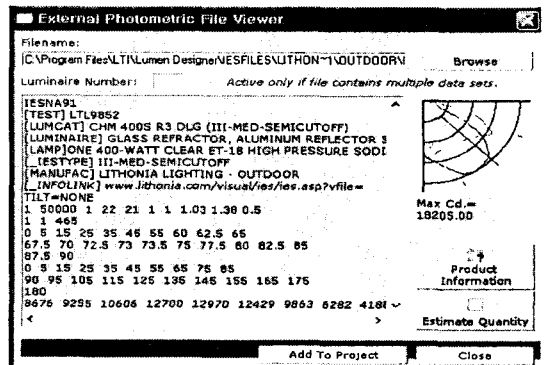


그림 2. 400(W) 등기구 특성
Fig. 2. Characteristics of a luminaire on 400(W)

4.2 시뮬레이션 결과 및 고찰

시뮬레이션은 Lighting Technologies Inc.의 Lumen Designer를 이용하였으며 시뮬레이션 결과는 표 4와 같다. 한쪽배열 250[W] 광원을 사용하여 등기구 간격 30[m]인 경우, 수평면 평균조도 20[lux], 균제도 2.9 : 1로 양호한 결과를 얻을 수 있었으며 이때의 조도 분포도는 그림 3과 같다.

표 4. 조명모델링 시뮬레이션 결과
Table 4. The results of Illumination modelling by simulation

등기구 배열방식	등기구간 거리[m]	수평면 조도[lux]	균제도 (평균: 최소)	광원
한쪽배열	30	20	2.9:1	250[W]
마주보기배열	40	29	2.9:1	250[W]
지그재그배열	40	23	2.6:1	400[W]

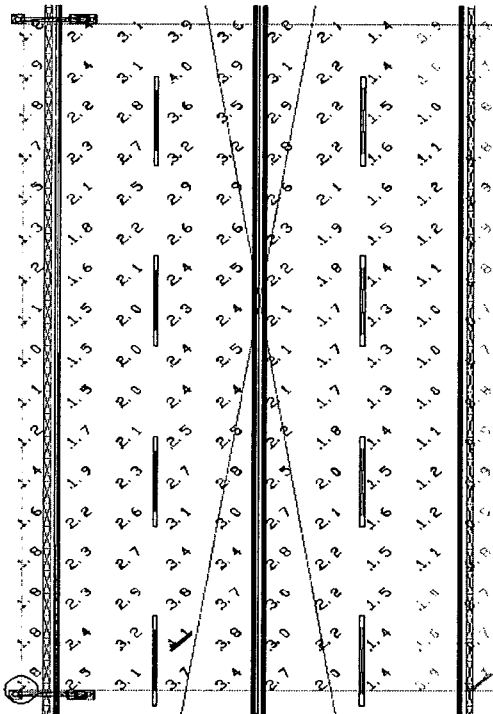


그림 3. 한쪽배열의 수평면 조도분포(fc)
Fig. 3. The horizontal illuminance distribution for one side arrangement in footcandela

그리고 마주보기 배열 250[W]와 지그재그배열 400[W]에서 똑같은 등기구 간격 40[m]인 경우의 수평면 평균조도와 균제도는 각각 29[lux], 23[lux]와 2.9 : 1, 2.6 : 1를 마주보기 배열이 더 양호한 결과를 보여 주었다. 또한 지그재그 배열도 균제도에서 다소 못 미친 2.6 : 1을 보였지만 수평면 평균조도는 기준치 17[lux]에 상회한 23[lux]의 결과를 보여 적합하다고 사료되나 균제도의 측면에서 보면 한쪽배열과 마주보기 배열이 안정적인임을 알 수 있다. 마주보기 배열의 조도분포도는 그림 4에, 지그재그배열의 조도 분포도는 그림 5에 나타내었다.

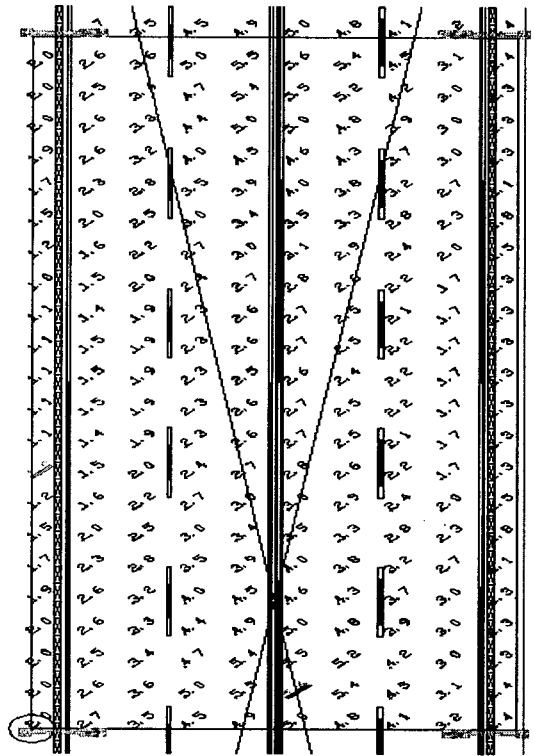


그림 4. 마주보기 배열의 수평면 조도분포(fc)
Fig. 4. The horizontal illuminance distribution for opposite arrangement in footcandela

시뮬레이션 결과 양호한 한쪽배열과 마주보기 배열 중 한쪽 배열 30[m]인 경우가 250[W]로 절전 효과를 거둘 수 있다고 생각 되었다. 그러나 기존의 등기구 간격 40[m]를 고려한다면 새로운 등주의 이설 공사로 인한 혼잡성과 경제적 측면이 고려되어야 한

다. 그리고 마주보기 40[m]인 경우 절전 효과를 거둘 수 없지만 기존의 40[m] 등기구 간격을 그대로 활용한, 한쪽의 추가 건설 경비 부담을 갖고 있다라도 수평면 평균조도 29[lux]와 균제도 2.9 : 1인 점을 감안한다면 제주시 중심가의 변화가 도로조명 모델 설계의 양호한 안으로 사료된다.

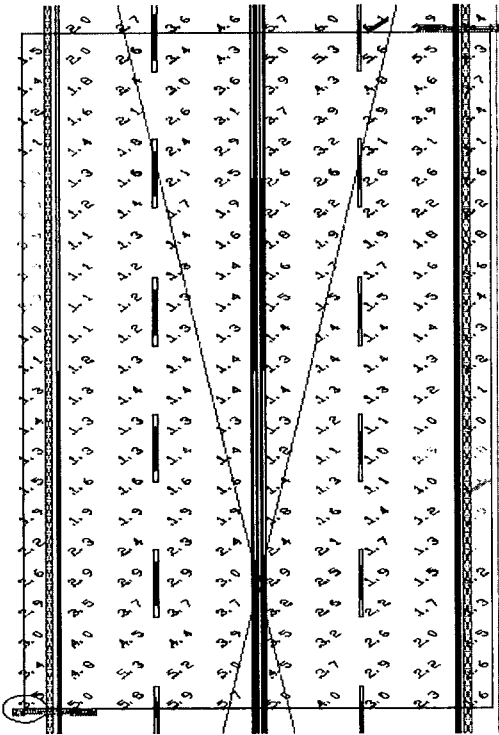


그림 5. 지그재그 배열의 수평조도 분포(fc)
Fig. 5. The horizontal illuminance distribution for staggered arrangement in footcandela

5. 결 론

제주시내 중심도로의 조명을 개선하기 위하여 간선도로 4개소에 대한 수평면 조도의 현장실측을 토대로 조명 모델링을 실시하였다.

간선 도로의 실측조도 평균값이 15.1[lux], 균제도가 4 : 1로 주요 도심지 수평면 평균 조도 및 균제도가 기준치에 미달되어 개선이 요구됨을 알 수 있었다.

제일 도심에 위치한 탐동로에 대한 시뮬레이션 결과 등기구 간격을 30[m]로 조정하여 한쪽배열에 대

한 수평면 조도는 20[lux], 균제도 2.9 : 1로 적합하다고 사료되었으나 폴 간격을 고려한 신규 시설 공사가 요구되어 경제적인 면이 고려되어야 한다. 지그재그배열에서 등기구 광원 400[W]를 사용하여 시뮬레이션한 경우 수평면 조도 40[lux], 균제도 2.6 : 1로 균제도가 기준치에 다소 미치지 못함을 알 수 있었다. 그러므로 기존의 40[m] 등기구 간격을 그대로 활용한 마주보기 배열 방법이 한쪽의 추가 건설 경비 부담이 있으나 수평면 평균조도 29[lux]와 균제도가 2.9 : 1로 제일 적합한 모델링으로 시뮬레이션을 통하여 입증되었다.

이 모델링을 토대로 탐동로의 조경 및 주거환경을 고려한 세부적인 해석이 요구되며, 또한 제주시 그 외 주요도로에 대한 해석을 통하여 제주시 도로조명의 최적화를 제시하는데 기여할 것이라 사료된다.

References

- (1) 지철근, 조명공학, 문운당, pp.184-187, 1994.
- (2) 최경호 외 2인, 조명의 이해와 설계, 태영문화사, pp.216-218, 2005.
- (3) 문광명 외 1인, 조명디자이너, 태영문화사, pp.287-288, 2004.
- (4) Philips Lighting, LIGHTING MANUAL, Philips Lighting B.V, pp.289-290, 1993.
- (5) 산업표준 심의회, KS조도측정방법, 한국표준협회, pp.2-3, 1987.
- (6) 이상근 · 오성보, 한국통신학회 · 대한전기학회 · 대한전자공학회 제주지부 2005년 합동학술대회, pp.102-106, 2005.

◇ 저자소개 ◇

오성보 (吳性寶)

1953년 3월 26일생. 1976년 중앙대학교 전기공학과 졸업. 1988년 동대학원 졸업(박사). 본 학회 평의원. 현재 제주대학교 전기전자공학부 교수.

김일환 (金一煥)

1962년 3월 29일생. 1985년 중앙대학교 전기공학과 졸업. 1991년 동대학원 졸업(박사). 현재 제주대학교 전기전자공학부 교수.

이상근 (李相根)

1959년 12월 4일생. 한국전력 제주지사 배전운영부 근무. 현재 제주대학교 산업대학원 재학.