



# 경제성 · 안전성 · 환경성을 향상시키는 도로조명 기준 연구

이미애<<주>아이라이트 대표> · 이동희<<주>아이라이트 실장>  
윤경목<국토교통부> · 정준화<한국건설기술연구원>

## 1. 서 론

도로조명은 도로 이용자가 안전하고 불안감 없이  
통행할 수 있도록 적절한 조명환경을 확보함으로써,  
운전자에게 심리적 안정감을 제공해야 하는 도로안전  
시설물이다. 특히, 차량의 운전자가 도로의 선형, 전  
방의 상황 등을 쉽게 인지할 수 있도록 조명을 제공하  
여, 장애물이나 도로상의 급격한 변화를 정확히 판별  
후 적절한 운전 조작을 할 수 있도록 하여야 한다(3).  
본 도로조명 기준연구는 이러한 조명환경을 제공함에  
있어 자동차 중심의 교통 환경에서 사람 중심의 교통  
환경을 개선하고, 도로조명에 LED가 적용되면서 구  
현 가능해진 조명환경과 개정된 국제조명위원회의 도  
로조명 기준을 우리의 실정에 맞게 반영하여 안전  
성 · 경제성 · 환경성을 향상시키는 야간 도로 환경을  
마련하고자 한다.

## 2. 국내외 도로조명 환경 변화

현재 전 세계적으로 도로조명구간의 에너지 비용  
절감에 초점을 둔 기술 및 정책 지원이 활발하게 진행  
되고 있는 실정이며, LED 광원의 활용 및 이를 통한

조광제어(디밍) 기술이 핵심 요소로 대두되고 있다.  
국외의 경우 도로조명구간의 에너지 비용 절감 기술  
은 이미 다수 개발(LED 등 고효율 광원 적용, 시간  
대별 주변 환경변화 적용 조명기술 등)되어 적용되고  
있는 실정이다. 국내 조명기구 기술수준은 국외와 유  
사한 수준이나 조명 동적제어를 위한 시스템의 현장  
적용은 도입기 수준이다. 국내 LED 조명 기술경쟁력  
은 선진국과 거의 유사한 수준(80~90%)으로 판단  
되며, 적극적 정책지원으로 향후 가격경쟁력 향상(현  
재 60% 수준) 및 급속한 보급이 전망된다. 이에 한  
국도로공사는 국내조명기술을 '도로조명 선진화 종합  
계획(2012)'에 반영하여 자동차 중심인 도로조명을  
주변 환경에 따라 대응하는 사람 중심의 안전한 조명  
환경이 될 수 있는 첨단도로 조명관리시스템 도입으  
로 에너지 절약형 신기술 적용 등에 초점을 맞추고 있  
으며 정부 차원에서도 이를 적극 반영하고 있는 추세  
이다.

## 3. 국내외 도로조명 기준

### 3.1 한국표준협회(KS)(5)(6)

KS A 3701: 2014는 KS A 3701: 2007을 일부

개정하여 적용하고 있다. 개정 주요특징으로는 종합  
 규제도 및 차선측 규제도의 일부 기준값이 수정되고,  
 젖은 노면에 대한 종합 규제도 항목이 추가되는 등 부  
 분적으로 수정하여 적용하고 있다.

### 3.2 국토교통부, 도로안전시설 설치 및 관리지 침, 조명시설편(3)

국토교통부(2014)는 도로조명의 설치 필요 구간  
 길이에 따라 연속조명과 국부조명으로 구분하여 제시  
 하고 있다. 연속조명의 경우 도로의 종류를 지정하는  
 것 외에는 KS A 3701: 2007과 동일하다. 국부조명  
 (KS A 3701: 2014의 ‘특수한 곳’에 해당)의 경우  
 교차로, 도로 합·분류부 구간, 횡단보도, 입체교차  
 등의 유형에 따른 조명 설치 기준 및 방법을 제시하고  
 있으며, 조명 기준은 교통량에 따라 차등 적용하도록  
 하고 있다.

### 3.3 국제조명위원회(CIE)(9)(10)

국제조명위원회(The International Commis-  
 sion on Illumination, 이하 CIE)는 조명기술과  
 과학에 관한 문제들을 회원국 사이에서 협조하고 정  
 보를 교환할 목적으로 설립한 위원회이다. CIE의 자  
 동차 및 보행자에 대한 도로조명의 질적 수준 결정 관  
 련 권고사항인 CIE 115:2010 (Lighting of  
 Roads for Motor and Pedestrian Traffic)은 도  
 로조명에 LED가 적용되면서, 안전과 보안에 영향을  
 끼치지 않는 범위 내에서 조광 운영이 효과적으로 적  
 용될 수 있는 현실을 반영한 것이다. 개정 주요 특징  
 으로 첫째, 일몰 후 각 시간대에 적합한 교통밀도에  
 따른 제안으로써 교통량이 낮을 때에 적합한 조명수  
 준을 규정하였다. 둘째, “상황 매개변수(Circum-  
 stance parameters)”, 즉 밤 시간 특정시간대, 속도,  
 교통구성, 차도분리 상태, 주위 평균 밝기 등에 따라  
 조명수준을 낮추는 것에 대해서 규정하였다(그림 1).

Table 1. Parameters for the selection of M lighting class.

Parameter	Options	Weighting Value $V_w$	$V_w$ Selected
Speed	Very high	1	
	High	0.5	
	Moderate	0	
Traffic volume	Very high	1	
	High	0.5	
	Moderate	0	
	Low	-0.5	
Traffic composition	Mixed with high percentage of non-motorized	2	
	Mixed	1	
	Motorized only	0	
Separation of carriageways	No	1	
	Yes	0	
Intersection density	High	1	
	Moderate	0	
Parked vehicles	Present	0.5	
	Not present	0	
Ambient luminance	High	1	
	Moderate	0	
	Low	-1	
Visual guidance / traffic control	Poor	0.5	
	Moderate or Good	0	
Sum of Weighting Values			$V_{ws}$

그림 1. 도로조명 등급 결정(CIE115:2010)

### 3.4. 국내·외 도로조명 기준 검토결과

도로조명기준은 현재 국내의 도로조명등급 기준 적  
 용에 어려움이 있으며 국내 도로조명기준에 의한 도  
 로조명등급 설정은 도로종류별, 교통량 등 단순 기준  
 에 따라 조명기준등급을 구분하고 있으며, 심야시간  
 에는 격등점등으로 에너지 절감을 하고 있어 도로가  
 균일한 밝기를 제공하지 못하여 오히려 위험한 환경  
 이 제공되고 있다. KS A 3701은 2014년에 개정되  
 었으나 이러한 문제가 반영되지 않았고, 2014년에  
 개정된 국토부의 도로안전시설 및 관리지침도 마찬가  
 지이다. 또한 국내도로조명기준에는 조명등급을 결정  
 하는 요소가 정량화되어 있지 않고, 운전자 입장에서  
 의 도로환경이 반영되어 있지 않으며, 도로의 종류 및  
 일정의 교통량에 의해 설계자의 주관적 판단으로 도  
 로조명밝기가 결정되는 문제를 안고 있다.

기존의 국내 도로조명기준은 CIE 115:1995를 적  
 용하고 있었고, LED조명이 도로조명으로 도입되면  
 서 2010년 국제기준이 개정되었으며, 이를 국내기준  
 에는 아직 반영하지 못하고 있었다.

## 4. 국내실정에 맞는 도로조명기준연구

### 4.1 연구내용

기존 도로조명기준은 도로의 종류와 교통량에 따라 조명등급을 정하는 도로 중심의 조명기준이었다. 그러나 CIE가 제시하는 개정된 기준은 사람 중심의 교통환경의 변화를 반영하고 있다. 본 연구에서는 이런 국제적인 추세를 받아들여 국제조명위원회가 제시하는 환경 매개변수를 적용하되 국내 실정에 맞는 세부 항목을 만들어 좀 더 정량화된 조명기준으로 안전성과 경제성 환경성을 고려한 도로조명기준을 마련하고자 하였다.

표 1. 도로조명 연구과정



#### 4.1.1 교통 환경 분석

야간 교통사고란 일몰 이후부터 일출까지의 시간 중에 발생한 교통사고를 말하는 것으로, 도로교통공단에 따르면 야간 교통사고의 치사율은 주간에 비해 1.3배 높고 특히 일몰 직후인 저녁 6~8시 사이에 발생건수 및 사망자가 가장 많은 것으로 나타났다(그림 2). 도로종류별로는 특별·광역시도와 시도 등 도심부 도로에서 야간 교통사고 구성비가 주간 교통사고 구성비보다 높았으며, 사

고유형별로는 보행자사고인 차대사람사고의 야간 교통사고 구성비가 주간 교통사고 구성비보다 높았다.

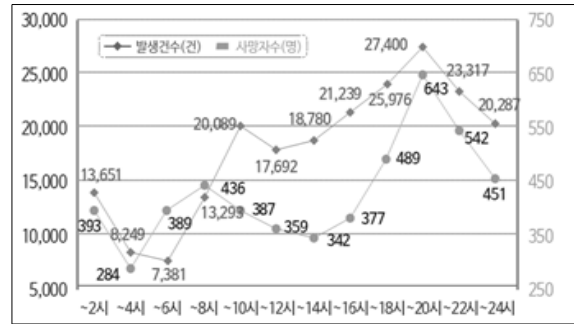


그림 2. 야간 교통사고 분석

야간은 주간에 비해 시야가 제한적이므로 안전운전에 많은 제약을 받는다. 일몰 후 시간에 따른 조명 밝기에 대한 검토뿐만 아니라 조명시설이 오히려 잘 되어 있는 특별·광역시도의 사고율이 높은 점을 고려할 때 현 조명기준에 대한 재검토가 충분히 이루어져야 할 것이다.

#### 4.1.2 조명등급에 따른 시인성 검토

도로조명 등급별 이용자의 시인성 테스트를 통해 주변밝기가 주행환경에 미치는 영향을 분석하였다.

도로조명의 등급은 운전자의 전방 장애물 보임의 수준을 근거로 설정되었으며, 도로 노면과 장애물의 밝기 대비(이하 '휘도대비')가 장애물 보임의 수준을 결정하는 주요 요인이 된다. 이에 도로조명 등급별 가로등 배치 간격을 조정하여 노면과 장애물 밝기를 변화시키면서 운전자(피험자)의 장애물 확인거리 정보를 수집하였다(그림 3). 그 결과 개별 피험자를 대상으로 수집된 자료 중 하나로 노면 휘도( $L_s$ ) 및 장애물 휘도( $L_o$ ), 장애물 확인 거리의 관계가 휘도차(또는 휘도대비)와 시인성의 관계로 설명 가능한 경향을 보임을 알 수 있었다.

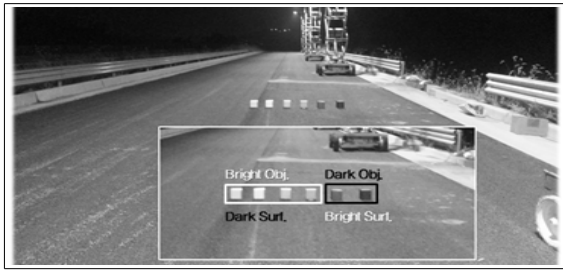


그림 3. 배경휘도에 따른 장애물 시인성 검토

이 결과로 볼 때, 장애물을 인식하는 데 배경휘도 가 미치는 영향이 크며 이를 기준 설정시 반영해야 할 것으로 보인다.

#### 4.1.3 야간 광환경 측정 조사

국내외 기준검토를 통해 도로 이용자의 시환경에 영향을 미치는 다양한 매개변수를 대상으로 국내 도로의 야간 광환경을 측정하였다. 측정 환경은 안전을 위해 야간에 주행하면서 동영상 휘도계(ELF)로 측정하였다. 측정은 고속도로(경부), 일반국도(17번), 서울외곽순환고속도로, 신도시(세종시)를 중심으로 조사하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

- 고속도로(경부)는 완전 출입 제한되는 자동차 전용도로로서 속도가 빠르고, 교통량이 많은 구간으로 외부에서 갑자기 출현하는 장애물에 대한 심리적 부담이 적어 높은 밝기를 제공하지 않아도 될 것이다. 경제성을 고려하여 연속 조명은 제외하더라도, 위험구간인 분기구간에 국부조명에 대한 적용은 필요하다.
- 일반국도(17번)는 교차로 밀도가 높고, 신호등이 자주 출현하여 운전시 긴장감을 상승시키므로, 이런 구간은 밝기를 높여줄 필요가 있다. 동일한 도로구간에서도 주변밝기에 따라 노면의 밝기가 다르게 느껴지므로 환경에 따른 변화를 고려해야 한다. 다양한 도로환경과 장애요소를 내포하고 있어 도로 및 교

통조건에 따른 조명등급 변화가 필요하다.

- 서울외곽순환 고속도로는 자동차 전용도로로서 다른 교통구성원으로 인한 장애요인이 적으나 일반 고속도로와는 다르게 전 구간에 조명시설이 되어 있다. 도로의 특성상 다양한 주변 환경을 통과하므로 구간별 교통량 및 주변 환경에 따른 밝기의 변화가 필요하다.
- 신도시(세종시)는 블록마다 다양한 환경을 포함하고 있으며, 도시의 발전단계에 따라 구간별 교통량 변화가 다양하므로 시간대별 밝기 제어가 필요하다.

상기 측정 결과를 감안할 때, 교통구성, 차도분리여부, 주차된 차량, 교차로 밀도 등 운전자가 시각으로 경험하는 다양한 도로상의 변수를 조명등급 결정요소로 반영하여야 할 것이다.



그림 4. 일반국도(17번) 야간 광환경 측정 예시

#### 4.1.4 안전성 검증

CIE 조명기준은 조명등급을 결정할 때 상황매개변수를 사용하고 있으며, 이것은 인간공학과 교통심리학 측면에서 운전자의 운전부하에 영향을 미치는 야간의 도로·교통 조건으로 구성되어 있다. 일반적으로 운전자의 운전부하가 커지면 사고발생확률이 커지는 것으로 알려져 있다. 운전자의 운전부하 관련 연구는 현장실험이나 도로주행 시뮬레이터 실험을 통해 진행되고 있다. 본 연구에서는 시뮬레이터에서 교통사고를 통제 또는 재현 가능한 매개변수를 검토하여 설정하였다.

본 연구에서 조명등급은 시뮬레이터의 한계로 정확한 노면휘도는 재현하지 못하지만, 도시부에서 일반적으로 설계하는 조명등급(M2, M5, 무조명)으로 재현하고 조명밝기에 의한 운전자의 운전부하(인지반응시간)를 측정하였다(그림 5).



그림 5. 시뮬레이터를 위한 시나리오 구성

인지반응시간은 무단횡단 발생시각에서 피험자의 회피거동 시작시점(액셀 및 핸들시작 시점)까지의 시간측정으로 하였다. 구간별 조명밝기에 따른 인지반응시간 비교결과, 조명등급이 높을수록 인지반응시간은 짧지만 주행속도는 높았다. 또한 교통조건이 보행자·자전거 혼재구간은 인지반응시간이 짧음을 알 수 있었다.

보행자·이륜차 통행이 적은 지방부 도로는 무단횡단 가능성이 있는 곳(교차로, 횡단보도 등)에 국부조명을 반드시 설치해야 할 것이다. 도시부에서는 보행자·이륜차 교통이 많은 구간·시간대 및 보차 미분리 구간은 분리구간보다 조명 등급을 높여야 할 것이다. 또한 사고예방을 위해 교통량이 적더라도 최소 등급(M5)을 유지해야 할 것이다. 교통사고 예방을 위해 보행자와 차량이 혼재하는 생활도로는 보도에 의해 보행자가 분리된 상업지역이나 주거지역보다 운전자의 인지반응시간이 길어 사고의 위험이 높아 가로등의 설치가 필요하다. 그러나, 교통량이 적은 심야시

간대에 가로등의 밝기를 낮추어 운영하여도 인지반응 시간에는 큰 차이가 발생하지 않음을 알 수 있었다.

#### 4.1.5 경제성 검토

연속조명, 국부조명 등 도로유형별 조명에 의한 에너지 절감방안 마련을 위해 조명전문 프로그램 (Relux pro)을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션 평가를 하였다. 도로조명에 사용하는 광원(LED, 고압나트륨 램프, 메탈할라이드 램프)과 조명기구 배광 유형별 사용에너지를 비교하였으며, 도로의 종류 및 그 특성에 효과적인 조명방식 적용에 의한 사용에너지를 비교하였다.

##### (1) 연속조명

도로조명기구 NH와 LED를 적용하여 2차로와 4차로의 소비전력을 비교 평가하였다(그림 6).

평가 결과, 첫째, 동일한 용량의 조명기구라고 해도 고압나트륨인 NH광원보다 LED광원에서 설치간격을 넓게 하여 배치함으로써 설치수량을 줄일 수 있었다. 이는 조명기구의 성능특성에 따라 도로조명기준을 만족할 수 있는 조건이 다르기 때문이다.

둘째, LED조명기구에서 도로조명등급 M1과 M2, M4와 M5의 설치간격, 수량이 동일하게 나왔다. 평균노면휘도 기준을 만족하더라도 종합 규제도, 차선축 규제도, TI를 모두 만족하기 위해서 조명기구의 설치간격 및 배열 등이 도로조명등급별로 차이가 동일할 수 있다.

셋째, 도로조명기준을 모두 만족하기 위해서 도로조명 등급에는 차이가 있으나 설치간격이 동일할 수 있어 낮은 등급의 경우 과다 설계가 우려된다.

넷째, 도로 교통안전에 큰 영향을 주지 않는 범위 내에서 소비전력 절감을 도모하기 위해 조광제어 방법을 통하여 조명의 밝기를 조절하면 경제적 효과를 더욱 높일 수 있을 것이다.

## 기술해설

2차로					4차로						
차종	등고	최대방사도	설치간격	설치수평	소비전력	차종	등고	최대방사도	설치간격	설치수평	소비전력
NH 150W	M1		22m	916A	13,650	NH 250W	M1		28m	716A	17,750
	M2		30m	676A	10,050		M2		36m	556A	13,750
	M3		43m	456A	6,750		M3		50m	416A	11,250
	M4		60m	316A	4,950		M4		60m	316A	6,250
	M5		80m	216A	3,750		M5		60m	316A	6,250
LED 150W	M1		31m	656A	9,750	LED 250W	M1		32m	616A	13,750
	M2		31m	656A	9,750		M2		32m	616A	13,750
	M3		47m	436A	6,450		M3		45m	456A	11,250
	M4		90m	216A	3,450		M4		80m	256A	6,250
	M5		90m	216A	3,450		M5		80m	256A	6,250

그림 6. NH와 LED가로등의 도로조명등급별 시뮬레이션

### (2) 국부조명

교차로 유형별로 현행 지침의 배치방식을 적용하여 사용에너지를 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 십자형 교차로 및 Y자형 교차로의 경우, 소비전력측면에서 LED 140W 비대칭배광의 하이마스트방식이 NH 250W 등주방식보다 약 44% 경제적인 효과가 있었다. T자형 교차로의 경우, 소비전력측면에서 LED 140W 비대칭배광의 하이마스트방식이 NH 250W 등주방식보다 약 30% 경제적인 효과가 있었다. 회전 교차로의 경우, 소비전력측면에서 LED 140W 비대칭배광의 하이마스트방식이 NH 250W 등주방식보다 약 16% 경제적인 효과가 있었다.

구분	십자형 교차로	Y자형 교차로	T자형 교차로	회전 교차로
평면 기준치 80%이상				
2차 비대칭 30%이상				
평면 기준치 80%이상	M2	M2	M3	M5
4차 비대칭 30%이상				
평면 기준치 80%이상	M2	M2	M2	M5

그림 7. 평면교차로별 조명등급에 따른 시뮬레이션 평가

## 4.1.6 환경성 검토

2013년 2월부터 시행된 '인공조명에 의한 빛공해 방지법 시행규칙'에서 도로, 보도, 공원의 조명시설과 관련된 기준은 '빛방사 허용기준'에서 연직면 조도를 제한하고 있다. 도로조명에 의해 빛이 도달하는 건물의 창문면 조도가 10lx(제1~3종 조명환경관리구역), 25lx(제4종 조명환경관리구역)을 넘는 경우, 빛방사 허용기준을 초과하게 되어 개선명령을 받게 된다. 빛공해 방지법의 조명환경관리구역 구분은 다음 표2와 같다.

표 2. '빛공해 방지법'의 조명환경관리구역 구분

구분	내용
제1종	과도한 인공조명이 자연환경에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역
제2종	과도한 인공조명이 농림수산업의 영위 및 동물·식물의 생장에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역
제3종	국민의 안전과 편의를 위하여 인공조명이 필요한 구역으로서 과도한 인공조명이 국민의 주거생활에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역
제4종	상업활동을 위하여 일정 수준 이상의 인공조명이 필요한 구역으로서 과도한 인공조명이 국민의 쾌적하고 건강한 생활에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역

가로등의 효율적 설치 및 관리에 의하여 야간 도로 이용자 및 보행자의 통행 안전성을 확보함과 동시에 비추고자 하는 조명영역 밖으로 누출되는 빛에 의해 발생하는 에너지 비효율과 시각적 불편함을 방지할 수 있을 것이다. 이에 도로조명을 설계함에 있어서 이러한 기준을 반영할 수 있는 방안으로 조명환경관리 구역을 주변회도로 설정하여 정량화할 수 있도록 하였다.

#### 4.1.7 전문가 및 관련기관 자문

##### (1) 국내의 전문가 자문

도로, 교통, 전기, 환경분야 및 발주기관(한국도로공사, 서울시, LH공사) 관련담당자 자문을 수차례 받았으며, 주요내용을 반영하였다.

##### (2) 해외 전문가 자문

네덜란드 van Bommel Lighting Consultant (반봄멜 조명컨설팅)로부터 CIE 2010 기준개정 배경 및 매개변수 등에 대해 자문을 받았으며, 주요내용은 다음과 같다.

- CIE 2010은 도로조명 관련당국이 안전과 보안에 영향이 없는 조건에서 에너지와 관리비용을 절감할 수 있도록 구성하였다.
- 도로설계에 있어, 도로건설, 도로유지, 교통 구성원, 구성원 행동양식, 교통규정, 행사관련, 날씨 상태(시각적 작업의 난이도에 영향을 주는) 대륙별, 국가별, 때로는 도시별로 광범위하게 다양하며, 어떠한 환경 매개변수를 결정하는지, 어떤 수준의 조명값 감축이 적절한지는 지역을 기반으로 결정되어야 한다.
- 환경별 조명값 결정을 정밀하게 연구할 수 있는 유일한 방법은 각 관련 전문가들이 구성된 워크숍을 통하여 다양한 원리와 기술적인 토론과 연구에 의해 만들어 질수 있다.

국내기준내용과 세부항목설정에 관하여는 연구내용을 수차례 자문 받아가며 진행하였다.

#### 4.2 연구결과

기존의 자동차 교통을 위한 연속조명 등급은 M등급(Class for Motor traffic), 보행자를 위한 도로조명 등급은 P등급(Class for Pedestrian), 국부조명에서 상충구역 조명등급은 C등급(Class for Conflict area)으로 구분하였다. 도로조명기준(안)은 다음과 같다.

#### 4.2.1 자동차 교통 (M : Motor traffic)

M 조명 등급은 자동차 교통이 주를 이루는 도로에 적용하기 위해 개발된 등급으로 해당 도로의 안전수준에 영향을 주는 차량 속도, 교통량, 교통구성 등의 요소를 고려하여 M1~M5 사이에서 결정한다. 연속 조명등급은 표 2의 매개변수별 가중치를 더하여 산정된 가중치 합계(Vws)와 상수 6의 차(6 - Vws)를 산정하여 정한다. 이때, 교통량에 해당되는 서비스수준은 「도로용량편람(국도교통부)」를 참고한다[1]. 표 3을 통해 결정된 매개변수의 가중치 합계를 반영하여 최종 조명등급을 결정하며, 각 조명등급에 따른 최종 조명기준은 표 4를 통해 결정한다.

표 3. M 조명등급 매개변수  
(자동차 교통을 위한 도로조명)

매개변수	옵션	세부옵션	가중치 기준	해설
속도	매우 높다	90(km/h)~	1	•설계속도나 제한속도 중 낮은 쪽을 선택
	높다	70~80(km/h)	0.5	
	보통	~60(km/h)	0	
교통량 (서비스 수준)	매우 많다	E 이상	1	•시간당 설계교통량을 분석하여 교통 서비스 수준을 산정 •시간대별 운영계획서 첨부
	많다	D	0.5	
	보통	C	0	
	적다	B	-0.5	
교통구성	매우 적다	A	-1	•도로를 이용하는 교통 구성의 혼재 여부
	보행자 많음	보행자의 비율 높음	2	
	혼합	자동차, 자전거, 보행자 혼합	1	
자동차 전용	자동차 전용	자동차 전용도로	0	
	차로분리	아니오	평면교차	1
교차로 밀도	예	입체교차	0	
	교차로 밀도	많음	3개소/km 이상	1
적음		3개소/km 미만	0	

## 기술해설

매개 변수	옵션	세부옵션	가중치 기준	해설	
주차 차량	있음	노상주차허가구역	0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>노면주차 가능여부</li> <li>* 불법주정차는 없는 것으로 함</li> </ul>	
	없음	주정차금지구역	0		
주변밝기	높다	제4종	상업	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>조명환경관리구역으로 구분</li> </ul>
	보통	제3종	주거	0	
	낮다	제2종 제1종	농림, 생산 자연환경보존	-1	
교통통제 시설	부족함		0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>횡단보도/신호등/교통 안내 표지판</li> <li>웬스/횡단금지시설 등</li> </ul>	
	보통 또는 양호함		0		
가중치 합계(Vws)					
조명등급(M) = 6 - Vws					

표 4. 자동차 교통을 위한 도로 조명의 휘도 기준

도로 조명 등급	평균 노면휘도 (최소허용치) Lavg (cd/m <sup>2</sup> )	노면상태 (최소허용치)			Tl (%) (최대허용치)
		건조한 노면		젖은 노면	
		종합균제도 (Uo) Lmin/Lavg	차선축균제도 (U1) Lmin/Lmax	종합균제도 (Uo) Lmin/Lavg	
M1	2.0	0.4	0.7	0.15	10
M2	1.5	0.4	0.7		10
M3	1.0	0.4	0.6		15
M4	0.75	0.4	0.6		15
M5	0.5	0.35	0.4		15

### 4.2.2 보행자를 위한 도로조명

(P : road lighting for Pedestrian)

P 조명 등급은 차도와 분리 또는 비분리된 보행자 도로, 자전거도로, 기타 도로구역의 보행자와 자전거 그리고 거주지역도로, 보행자거리, 주차장 등이 존재 하고 차량의 속도가 저속인 경우에 적용하기 위한 조명 등급으로 P1~P6의 사이에서 결정한다.

보행자나 저속교통구역의 조명등급은 표 5에 제시

된 매개변수별 가중치를 더하여 산정된 가중치합계 (Vws)와 상수 6의 차(6 - Vws)를 산정하여 정한다.

표 5를 통해 결정된 매개변수의 가중치 합계를 반영하여 최종 조명등급을 결정하며, 각 조명등급에 따른 최종 조명기준은 표 6을 통해 결정한다.

표 5. P 조명등급 매개변수(보행자를 위한 도로조명)

매개 변수	옵션	세부옵션	가중치 기준	해설	
속도	느리다	≤ 30(km/h)	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>보행자, 자전거, 저속 자동차 혼용</li> </ul>	
	매우 느리다 (걷는 속도)	보행자뿐임	0		
교통량 (보행교통 류율, 인/분/m)	아주 많다	70 이상	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>보행자 서비스수준 적용</li> <li>* 「도로용량편람(국토교통부)」참고</li> </ul>	
	많다	46~69	0.5		
	보통	32~45	0		
	적다	20~31	-0.5		
	매우 적다	19 이하	-1		
교통구성	보행자, 자전거, 자동차 혼재	보차 미분리도로 (차도)	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로를 이용하는 교통 구성의 혼재 여부</li> </ul>	
	보행자, 자동차 혼재	보차미분리도로 (차도)	1		
	보행자와 자전거 뿐임	보행자자전거 겸용도로	1		
	보행자 뿐임	보행자전용도로	0		
	자전거 뿐임	자전거전용도로	0		
주차된 차량	있음	노상주차허가구역	0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>노면주차 가능여부</li> <li>* 불법주정차는 없는 것으로 함</li> </ul>	
	없음	주정차금지구역	0		
주변밝기	높다	제4종	상업	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>조명환경관리 구역으로 구분</li> </ul>
	보통	제3종	주거	0	
	낮다	제2종 제1종	농림, 생산 자연환경보존	-1	
얼굴인식	필요하다	추가요구조건 반영		<ul style="list-style-type: none"> <li>범죄취약지역</li> </ul>	
	필요하지 않다	추가요구조건 반영 불필요		<ul style="list-style-type: none"> <li>범죄에 민감하지 않은 지역</li> </ul>	
가중치 합계(Vws)					
조명등급(M) = 6 - Vws					



표 6. 보행자를 위한 도로 조명의 기준

조명등급	평균 수평면조도 Eh.av (lx)	최소 수평면조도 Eh.min (lx)	얼굴인식이 필요한 경우의 추가 요구조건
			최소수직조도 Ev,min (lx)
P1	15	3.0	5.0
P2	10	2.0	3.0
P3	7.5	1.5	2.5
P4	5.0	1.0	1.5
P5	3.0	0.6	1.0
P6	2.0	0.4	0.6

#### 4.2.3 상충구역 (C : Conflict area)

C 조명 등급은 차량흐름이 서로 교차하거나 보행자, 자전거, 기타 도로이용자들이 자주 나타나는 영역, 차로 감소나 차도폭 감소 등과 같은 도로의 기하학적 변형이 발생하는 상충구역에 적용하기 위한 조명 등급으로 C0~C5의 사이에서 결정한다. 연속조명이 없는 상충구역에서는 매개변수 선정으로 조명등급 C를 적용하도록 한다. 상충구역의 조명등급은 표 7에 제시된 매개변수별 가중치를 더하여 산정된 가중치 합계(Vws)와 상수 6의 차(6 - Vws)를 산정하여 정한다.

표 7. C조명등급 매개변수(상충구역의 도로조명)

매개 변수	옵션	세부옵션	가중치 기준	해설
속도	매우 높다	90(km/h)~	3	• 설계속도나 제한속도 중 낮은 쪽을 선택
	높다	70~80(km/h)	2	
	보통	50~60(km/h)	1	
	낮다	30~40(km/h)	0	
교통량 (서비스 수준)	매우 많다	E 이상	1	• 시간당 설계교통량을 분석하여 교통서비스 수준을 산정 • 시간대별 운영계획서 첨부
	많다	D	0.5	
	보통	C	0	
	적다	B	-0.5	
	매우 적다	A	-1	

매개 변수	옵션	세부옵션	가중치 기준	해설
교통 구성	보행자 많음	보행자의 비율 높음	2	• 도로를 이용하는 교통 구성의 혼재 여부
	혼합	자동차, 자전거, 보행자 혼합	1	
	자동차 전용	자동차전용도로	0	
차로 분리	아니오	평면교차	1	• 차로와 교차로의 분리 여부
	예	입체교차	0	
주변 밝기	높다	제4종 상업	1	• 조명환경관리구역으로 구분
	보통	제3종 주거	0	
	낮다	제2종 제1종 농림, 생산 자연환경보존	-1	
교통 통제 시설	부족함		0.5	• 횡단보도/신호등/ 교통안내 표지판 • 웬스/횡단금지시설
	보통 또는 양호함		0	
가중치 합계(Vws)				
조명등급(M) = 6 - Vws				

표 7을 통해 결정된 매개변수의 가중치 합계를 반영하여 최종 조명등급을 결정하며, 각 조명등급에 따른 최종 조명기준은 표 8을 통해 결정한다.

연속조명이 설치되어 있는 평면교차로와 입체교차로, 버스정류장 등 상충구역의 조명 등급은 연결도로에 대한 연속조명의 조명등급보다 한 단계 높은 조명 등급을 적용할 수 있다.

표 8. C등급 - 상충구역의 조명등급

조명 등급	사용표면 전체(E)의 평균조도 (lx)			조도의 균제도 (U0(E))	임계값 증가율 TI (%)	
	R1	R2 & R3	R4		60km/h 이상	60km/h 미만
C0	35	50	43	0.40	10	15
C1	20	30	25	0.40	10	15
C2	15	20	19	0.40	10	15
C3	10	15	13	0.40	15	20
C4	8	10	9	0.40	15	20
C5	5	7.5	6	0.40	15	25

## 5. 결 론

본 연구에서는 도로조명에 LED가 시스템으로 적용하게 되면서, 도로유형으로 가중치가 정해지는 도로중심에서 환경적인 요인이 적용된 사람중심의 교통환경으로 적용이 가능하게 되어 경제성·안전성·환경성 구현된 조명환경을 제공할 수 있는 도로조명기준을 만들고자 하였다. 이는 CIE 국제조명기준을 반영하되 국내실정에 맞게 재정립한 것이며, 그 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 사람중심의 안전한 도로주행 환경을 제공하기 위한 방법으로, 주행 시 운전자에게 미치는 여러 가지 환경적인 요소들을 매개변수로 정량화하여 설계에 반영하도록 하였다.

둘째, 경제성·안전성·환경성을 고려해 운영 시간대 별, 도로 및 교통의 특성을 파악하여 조명등급(조명밝기)을 탄력적으로 운영(디밍)하도록 하였다(3단계).

셋째, 빛공해 방지법 시행(13.2)에 따라 도로의 주변 밝기를 도로조명등급 설정에 반영하도록 하였다. 즉, 조명환경관리구역에 따라 주변밝기를 적용하였다.

환경적인 요소(매개변수) 적용에 따른 기준 개정으로 과거 기준과 상충되는 부분이 발생할 수 있으나 이는 2년간 유예기간을 두고 신규 설치구간에 우선 적용하여 효과 분석 후 개정 예정이다. 현재 잠정치침에 대한 관련분야의 적극적인 관심으로 경제성·안전성·환경성을 향상시키는 도로조명을 제공할 수 있기를 기대해 본다.

## 참 고 문 헌

- [1] 국토교통부, 도로용량편람, 2013.
- [2] 국토교통부, 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙, 2009.
- [3] 국토교통부, 도로안전시설 설치 및 관리지침(조명시설편), 2014.
- [4] 건설교통부, 도로안전시설 설치편람, 2006.
- [5] 한국표준협회, 도로 조명기준(KS A 3701), 2007.
- [6] 한국표준협회, 도로 조명기준(KS A 3701), 2014.
- [7] 환경부, 빛공해 방지를 위한 가로등 설치·관리 권고기준, 환경부 고시 제2014-211호.
- [8] 환경부, 인공조명에 의한 빛공해 방지법, 2013.
- [9] CIE, Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic, Publication No. 115:1995.
- [10] CIE, Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic, Publication No. 115-2010(SBN 978 3 901906 86 2), 2010.

### ◇ 저 자 소 개 ◇



**이미애(李美愛)**

1963년 7월생. 1993년 이화여자대학교 대학원 졸업(석사). 현재 ㈜아이라이트 대표. 국토교통부 중앙건설심의위원. 본학회 편집이사.



**이동희(李桐禧)**

1973년 5월생. 2011년 서울과학기술대학교 대학원 졸업(석사). 현재 ㈜아이라이트 조명연구소 실장. 한국조명디자인협회 이사.



**윤경묵(尹梗默)**

1961년 10월생. 1992년 건국대학교 대학원 졸업(석사). 현재 국토교통부 원주지방국토관리청 도로계획과장. 도로조명기준 개정(15년).



**정준화**

1966년 9월생. 2001년 서울대학교 대학원 졸업(박사). 현재 한국건설기술연구원 도로연구소장. 국토교통부 성과평가위원.