

도로조명의 요건과 기준

전 관 설 <한국도로공사 시설관리처 전기부장>

정 중 철 <한국도로공사 시설관리처 전기과장>

1. 도로조명의 필요성

1.1 교통안전과 도로조명

가로등을 포함한 도로조명의 설치가 야간 교통사고의 감소에 어느 정도 효과가 있는지에 대해서 이미 오래 전에 세계각국에서 조사를 한 바 있으며, 이를 CIE(국제조명위원회)가 종합한 결과에 따르면, 도로조명을 설치한 결과 야간 교통사고에 의한 사망자의 수가 48~65(%), 중상자는 24~30(%), 교통사고 발생건수는 14~53(%) 감소한 것으로 되어 있다. 역시 CIE의 최근 발표 자료에 의하면, 고속도로를 포함한 각종 도로에 대해서, 15개국에서 이루어진 62건의 교통사고와 도로조명 관련 연구 결과, 85(%) 정도가 도로조명에 의해 효과가 있었음을 밝히고 있다. 이로부터 고속도로에 있어서 가로등의 설치에 교통안전시설로서 충분히 타당성이 있다고 하겠다.

1.2 도로조명의 역할

운전자가 운전행위를 하는 데 필요한 정보는 대부분 시각정보 형태로 제공된다. 주야를 막론하고 자동차 운전자가 만족할 수 있도록 주행 중에 제공되어야 하는 주요한 시각정보로는, 목적지에 도달하기 위한 정보, 정상적인 운전을 위한 정보, 특별한 운전 조작을 필요로 하는 상황에 관한 정보, 위험한 상황

의 존재를 표시하는 정보, 긴급사태나 관한 정보나 이의 유발을 방지하는 정보 등이 포함된다. 이와 같은 시각정보들은 주행중인 운전자의 시야에서 복잡하게 조합되어 있어서, 자동차가 진행해감에 따라 연속적으로 변화하는 정보로서 인지될 필요가 있다. 즉, 어떤 한 순간의 시각정보로 그치는 것이 아니라 시간의 경과와 함께 앞으로의 변화가 예측 가능한 연속성 있는 시각정보로서 운전자가 지각하도록 하는 것이 중요하다.

2. 도로조명의 요건

도로조명시설의 설치 효과를 위해서는 도로 일반부의 연속조명의 설계에 있어서 다음과 같은 조명의 요건을 고려하여야 한다.

- ① 노면의 평균휘도 및 휘도균제도가 적절할 것
- ② 눈부심이 충분히 제어될 것
- ③ 적절한 유도성을 가질 것

2.1 평균노면휘도와 휘도균제도

운전자가 보는 노면의 휘도는 장애물의 배경이 되는 가장 중요한 것이다. 노면휘도가 충분하지 않으면, 장애물의 존재, 형상, 존재 위치, 크기 등을 확인할 수 없게 되고, 장애물이 보이지 않는 경우에는 그것이 존재하지 않는 것인가 아니면 보이지 않는 것

인가를 구별할 수가 없다. 노면상의 휘도 분포가 균일하지 못하면 노면상에 명암이 생기는데, 명암이 생기면 설령 평균노면휘도가 어느 값 이상이 되더라도 평균노면휘도보다 높은 부분은 장애물의 시인이 용이한 반면에 평균노면휘도보다 낮은 부분은 장애물의 존재를 확인하기가 곤란하다. 각종 실험 결과에 따르면, 휘도균제도가 나쁜 도로조명의 경우에는, 장애물의 존재, 그 수, 크기, 존재 위치 등 안전 주행상 필요한 시각정보를 많이 얻을 수 없는데 반하여, 휘도균제도가 좋은 도로조명은, 장애물이 존재하는가의 여부와 위에서 기술한 장애물에 관한 상세한 시각정보를 얻을 수가 있게 된다. 휘도가 낮은 부분에서 장애물의 시인이 곤란한 것은, 단순히 그 부분의 휘도가 낮기 때문만은 아니라, 그 주변에 밝은 노면 부분이 존재함에 따라 운전자의 눈의 중심에 빛이 산란되어 대비를 감소시킴으로써 시기능을 저하시키기 때문이다.(감능 눈부심) 그러므로, 노면휘도가 낮은 부분의 장애물을 보는 능력을 동일한 평균노면휘도를 갖는 균일한 노면에서와 같도록 하려면, 휘도균제도가 저하할수록 이 부분의 휘도를 높일 필요가 있으며, 결과적으로 평균노면휘도를 증가시키지 않으면 안된다.

이와 같은 휘도균제도에 앞서 앞에서 기술한 장애물을 보는 능력에 영향을 주는 종합균제도 U_c 외에, 운전자에게 불편감을 주는 차선축균제도 U_l 이 있다. 이 불편감은, 주로 차선 중앙선상의 휘도 변화에 따라 좌우되므로, 조명설계에서 동기구의 간격을 결정할 때 고려할 필요가 있다.

2.2 눈부심

눈부심에는 불쾌 눈부심과 감능 눈부심이 있다. 불쾌 눈부심이 운전자에게 심리적인 불편감을 주는데 비해, 감능 눈부심은 시기능을 저하시킨다. 즉, 시야 내에 눈부신 물체가 있으면 눈에서 빛의 산란을 일으키고 이것들이 시각정보의 잡음이 되어 시력을 방해하게 되는 것이다.

도로조명에 있어서는, 불쾌 눈부심을 충분히 제한하면 감능 눈부심의 영향도 무시할 정도로 제한될 수 있으므로, 주로 불쾌 눈부심을 제한하도록 고려

하는 것이 좋다. 도로조명에 있어서 불쾌 눈부심의 정도는 동기구의 광속, 운전자가 보는 동기구의 발광 면적, 동기구의 간격과 설치 높이, 동기구의 수, 평균노면휘도에 좌우된다는 것이 실험에 의해 밝혀져 있다.

2.3 유도성

운전자가 도로를 안전 주행하기 위해서는 전방 도로의 선형 변화와 분합류의 상태를 미리 인지할 필요가 있다. 이 때문에, 도로에는 구획선 또는 시선 유도 표지 등이 설치되는데 이것에 더하여 적절히 설치된 도로조명 시설은 야간뿐만 아니라 주간에도 우수한 유도성을 갖는다. 반면, 동기구를 부적절하게 배치하면, 도로의 선형, 분합류에 관련하여 운전자에게 착각을 생기게 한다. 조명시설에 있어서 그러한 유도 효과를 유도성이라 한다. 도로의 선형이 변화하고 다른 도로와 교차하는 장소에서는 동기구의 배치가 도로의 선형을 양호하게 나타내는가 아닌가에 따라 유도성의 좋고 나쁨이 결정되므로, 도로조명 시설의 유도성의 좋고 나쁨을 투시도 등으로 충분히 검토하여 양호한 유도성을 얻도록 배치하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 도로의 곡선부에 있어서 유도성을 바르게 유지하기 위해서는 지그재그배열을 피하고 동기구를 곡선의 바깥쪽을 따라서 한쪽배열하고 동기구의 배열 간격을 축소하는 것 등이 좋은 예이다.

3. 각국의 도로조명 기준

3.1 기준량의 정의

가. 평균노면휘도(Average luminance), L_a (cd/m²)

운전자의 위치에서 본 마른 도로면의 평균노면휘도로서, 이것은 전 수명 중에 유지되어야 할 최소한의 노면휘도값을 명시한 것이다. 노면휘도는 동기구의 배광, 램프광속, 설치 형상, 노면 반사특성 등에 의해 결정된다. 경제성이 있다면 그 이상의 값도 가능하다.

나. 휘도균제도(Luminance uniformity)

1) 종합 균제도(Overall uniformity), U_0
노면상에서의 최소 휘도와 평균노면휘도의 비

2) 차선축 균제도(Longitudinal uniformity), U_L
차선의 중심선 상에서의 최소 휘도와 동일한 차선의 중심선 상에서의 최대 휘도의 비

다. 임계휘도증가율(Relative threshold increment), TI

감능 눈부심에 의해 야기되는 가시성의 상실 정도를 나타내는 것으로, 눈부심이 있을 때와 없을 때의 대상물을 식별할 수 있는 임계가시휘도의 차이를 휘도증가율로써 표현한 값이며, 초기광속을 내는 램프가 장착된 깨끗한 동기구를 대상으로 하여 계산한다. 감능 눈부심이 일으키는 효과는 마치 균일한 휘도를 갖는 광막을 씌우는 효과와 같으므로 동가광막 휘도(Equivalent veiling luminance) L_v 로써 나타내는 경우도 있다.

라. 눈부심조절 마크(Glare control mark), G
불쾌 눈부심의 규제 정도를 나타낸 것으로, 그 값이 클수록 눈부심이 줄어들음을 뜻한다. 그러나 아직까지 불쾌 눈부심을 신뢰성있게 표현할 수 있는 수치는 없다. 이전부터 눈부심조절 마크가 사용되고는 있으나, 주관적인 눈부심 평가와는 잘 일치하지 않는다. CIE에서는 TI 값이 제한값을 넘지 않는 한, 불쾌 눈부심도 감능 눈부심과 마찬가지로 조절될 수 있다고 하고 있다. 우리 나라에서는 눈부심조절 마크 G를 사용하고 있다.

마. 주변휘도비(Surround ratio), SR

차도의 가장자리에서 5(m) 지점과 차폭의 중간지점이나 1차선 쪽 5(m) 지점의 평균 조도의 비율을 나타내는 것으로, 도로 주변지역으로 향하는 광량의 정도를 나타내는 척도이다. 이 값을 고려하는 것은 도로 주변을 조명함으로써 주변 상황에 대한 감지와

표 1. 도로에 따른 조명등급 분류(CIE)

형 태	조 명 등 급
분리대가 있는 고속도로로서, 평면교차로가 없으며 출입이 완전 통제되는 곳. 교통량과 도로시설의 복잡성 : 높음 보통 낮음	M1 M2 M3
차선이 분리되어 있지 않은 고속도로로 교통량을 제어할 수 있거나 분리차선, 도로를 이용하는 형태 나뭇 좁음	M1 M2
도시의 중요도로, 방사모양의 도로, 구역으로 나누어지는 도로들 중 교통량을 제어할 수 있거나 분리차선, 도로를 이용하는 형태 나뭇 좁음	M2 M3
시골지역과 연결되는 도로나 주거지역과 근접한 도로들 중 교통량을 제어할 수 있거나 분리차선, 도로를 이용하는 형태 나뭇 좁음	M4 M5

표 2. 도로의 조명등급에 따른 노면휘도의 기준(CIE)

조명등급	적 용 범 위 ⁽¹⁾				
	L_r [cd/m^2]	U_0	TI [%]	U_l	SR
	최소유지값	최소값	초기최대값	최소값 ⁽²⁾	최소값 ⁽³⁾
M1	2.0	0.4	10	0.7	0.5
M2	1.5	0.4	10	0.7	0.5
M3	1.0	0.4	10	0.5	0.5
M4	0.75	0.4	15	NR	NR
M5	0.5	0.4	15	NR	NR

- 주) (1) 다른 노면에 대해 적용하는 값임.
 (2) 교차로가 없거나 거의 없는 도로에 적용됨.
 (3) 보도가 있는 경우, 별도로 조명되지 않는 경우에 적용됨.

표 3. 보행자에 대한 도로조명의 기준(CIE)

분 류	수평면 조도 [lx]	
	평 균 치	최 소 치
잘 알려져 있는 큰 도로	20	7.5
야간 보행자들의 통행량이 많은 도로	10	3
야간 보행자들의 통행량이 보통인 도로	7.5	1.5
야간 보행자들의 통행량이 적은 주택가 지역	5	1
야간 보행자들의 통행량이 적고 보존할 건축물이 있는 경우	3	0.6
야간 보행자들의 통행량이 아주 적은 주택가 지역이나 보존할 건축물이 있는 경우	1.5	0.2
야간 통행이 거의 없는 지역	N/A	N/A

적용을 빨리 할 수 있도록 하고자 함이다. 즉, 도로 면을 배경으로 하는 부분은 실루엣효과를 이용하여 보이게 되지만, 곡선부에서 키가 큰 물체의 윗부분이나, 도로 주변의 물체는 도로 주변의 어두운 부분을 배경으로 하므로 잘 보이지 않게 된다. 따라서 도로 주변을 적절히 조명함으로써 주변 물체를 잘 드러내 보이도록 하며, 보도의 경우에는 보행자에게 도움을 줄 필요가 있다.

3.2 각국의 기준 비교

가. CIE 규격

CIE에서는 차도의 조명등급을 교통량과 도로시설의 복잡성에 따라 표 1과 같이 M1, M2, M3, M4, M5의 다섯 단계로 구분하고 있으며, 각 차도에 대한 조명기준은 표 2를, 보행자에 대한 도로조명의 기준은 표 3을 따른다.

나. 미국 규격

미국 도로의 조명기준으로서, 도로와 지역 구분에 따른 도로면의 평균휘도 및 휘도균제도의 유지값에 대한 기준은 다음 표 4에서 보는 바와 같다. 또한, 노면휘도에 대한 기준을 적용하는 대신, 표 5에서와 같이 특정 노면에 대하여 이를 조도값으로 환산하여

표 4. 평균노면휘도 및 휘도균제도 유지값 기준(미국)

도로와 지역에 의한 구분		평균휘도 L_{avg} [cd/m ²]	휘도균제도		광막휘도비 (최대값) L_v to L_{avg}
			L_{avg} to L_{min}	L_{max} to L_{min}	
Freeway Class A		0.6	3.5 to 1	6 to 1	0.3 to 1
Freeway Class B		0.4	3.5 to 1	6 to 1	
Expressway	상업지역	1.0	3 to 1	5 to 1	0.3 to 1
	중간지역	0.8	3 to 1	5 to 1	
	주거지역	0.6	3.5 to 1	6 to 1	
Major	상업지역	1.2	3 to 1	5 to 1	0.3 to 1
	중간지역	0.9	3 to 1	5 to 1	
	주거지역	0.6	3.5 to 1	6 to 1	
Collector	상업지역	0.8	3 to 1	5 to 1	0.4 to 1
	중간지역	0.6	3.5 to 1	6 to 1	
	주거지역	0.4	4 to 1	8 to 1	
Local	상업지역	0.6	6 to 1	10 to 1	0.4 to 1
	중간지역	0.5	6 to 1	10 to 1	
	주거지역	0.3	6 to 1	10 to 1	

표 5. 평균노면조도 유지값 기준(미국)

도로와 지역에 의한 구분		도로표면에 따른 최소유지조도[lx]			조도균제도 (E_{avg} to E_{min})
		R_1	R_2 and R_3	R_4	
Freeway Class A		6	9	8	3 to 1
Freeway Class B		4	6	5	
Expressway	상업지역	10	14	13	3 to 1
	중간지역	8	12	10	
	주거지역	6	9	8	
Major	상업지역	12	17	15	3 to 1
	중간지역	9	13	11	
	주거지역	6	9	8	
Collector	상업지역	8	12	10	4 to 1
	중간지역	6	9	8	
	주거지역	4	6	5	
Local	상업지역	6	9	8	6 to 1
	중간지역	5	7	6	
	주거지역	3	4	4	

주) (1) 도로표면의 구분
 R_1 : 콘크리트 도로

- R₂: 자갈을 최소 60(%) 함유한 골재를 사용한 아스팔트 도로
- R₃: 어두운 색의 골재를 사용한 아스팔트 도로
- R₄: 표면이 매우 부드러운 느낌을 갖는 아스팔트 도로

(2) 도로의 구분

가) Freeway: 전체적인 진입이 통제되고 교차로가 없으며 상하행선 분리대가 설치된 도로. 유료도로와 무료도로를 모두 포함한다.

① Freeway A: 시각적으로 복잡하거나 대단위의 교통량을 가진 도로. 이같은 타입의 도로는 대도시지역이나 그 중심지역에서 주로 존재한다.

② Freeway B: Freeway A를 제외한 모든 상하행선 분리도로를 포함하며 조명이 필요한 구역에 진입이 통제되는 도로

나) Expressway: 진입이 부분적으로 제한되고 주요 교차로에 인터체인지가 설치되며 상하행선이 분리된 도로

다) Major: 직행교통흐름에 있어서 주된 연결망 역할을 하는 도로

라) Collector: Major Road와 Local Road를 연결하는 것을 주된 목적으로 하는 도로

마) Local: 주택가, 상업지역, 공단지역 등과 직접 연결되어 있는 도로

(3) 지역의 구분

가) 상업지역: 야간에 자동차와 보행자의 통행이 많은 지방자치단체의 중심에 위치한 상업지역

나) 중간지역: 도서관, 공공 여가시설, 대단위 아파트, 공장빌딩이나 소매점 등을 포함하고 있으며 야간에 보행자들의 출동이 빈발한 지방자치단체 지역

다) 주거지역: 주거지역과 소규모 상업지역이 공존하는 지역

적용할 수 있다.

다. 일본 규격

일본 JIS 규격은 다음에 설명하는 KS규격과 같다. 그러나 실제 설치할 때 적용하는 것은 다음 표 6에서 보는 바와 같이 일본도로공단이 별도로 적용하고 있는 「도로조명시설 설치기준」이다.

라. 한국 규격

현행 KS 도로조명 기준(KS A 3701-1991)은 CIE(국제조명위원회) 규격을 기준으로 하고 있으며 일본의 JIS 규격(JIS Z 9111-1988)과는 동일하다. 운전자에 대한 도로 조명의 기준은 표 7에, 보행자에 대한 기준은 표 8에 정리하였다.

4. 고속도로조명의 적정기준 검토

현행 KS 도로조명 기준은 CIE 규격에 바탕을 두고 있으며 일본의 JIS 규격과는 동일하다. 하지만, 미국의 기준에 비해서는 약 1.5~2배 정도 높다. 이것은 미국의 경우 도로의 여건 등이 훨씬 유리하고 광활한 지역을 통과하며 속도제한 등이 다르기 때문으로 판단된다. 고속도로의 조명에 KS 규격을 적용할 경우 도로의 복잡성 등 도로의 구분에 관계없이 일률적으로 평균노면휘도로서 2.0(cd/m²)를 기준으로

로 하고 주변 조명 환경에 따라 휘도를 1/2트 낮춰도 좋은 것으로 해석된다.

표 6. 도로면의 기준휘도(일본 도로조명시설 설치기준)
(단, 종합균색도 U₀=0.4, 단위: [cd/m²])

외부조건 ^(주) 도로분류		A	B	C
		고속자동차국도 등	1.0 —	1.0 0.7
일반 국도 등	주요 간선도로	1.0 0.7	0.7 0.5	0.5 —
	간선, 보조간선도로	0.7	0.5	0.5
		0.5	—	—

주) 외부조건: 건물의 조명, 광고등, 네온사인 등 도로교통에 영향을 미치는 빛이 존재하는 정도

A: 도로교통에 영향을 미치는 빛이 연속적으로 존재하는 도로.

B: 도로교통에 영향을 미치는 빛이 단속적으로 존재하는 도로.

C: 도로교통에 영향을 미치는 빛이 거의 없는 도로.

표 7. KS 규격(KS A 3701-1991) -운전자에 대한 도로 조명의 기준-

도로의 종류	교통의 종류와 자동차 교통량	평균 노면휘도 L_r [cd/m ²] ⁽¹⁾	종합 균제도 U_o	차선측 균제도 U_i	눈부심 조절마크 G ⁽²⁾
상하행선이 분리되고 교차부는 모두 입체교차로서, 출입이 완전히 제한되어 있는 도로	주로 야간의 자동차 교통량이 많은 고속 자동차 교통	2	0.4	0.7	6
자동차 교통전용의 중요한도로. 대부분의 경우 속도가 느린 교통용으로 독립된 차선, 보행자용의 도로 등을 수반한다. 중요한 도시부 및 지방부의 일반도로		2	0.4	0.7	5
시가지 혹은 상점가 내의 도로 또는 관청가로 통하는 도로. 여기서는 자동차 교통은 교통량이 많은 저속교통, 보행자 교통 등과 혼합되어 있다.	주로 야간의 자동차 교통량이 많은 중속 자동차 교통 또는 자동차 교통량이 많은 중속의 혼합교통	2	0.4	0.5	5
시가지 혹은 상점가 내의 도로 또는 관청가로 통하는 도로. 여기서는 자동차 교통은 교통량이 많은 저속교통, 보행자 교통 등과 혼합되어 있다.	주로 야간의 교통량이 매우 많고 그 대부분이 저속교통 또는 보행자인 혼합교통	2	0.4	0.5	4
주택지역과 이 도로를 연결하는 도로	비교적 느린 제한속도와 주로 야간, 중정도의 교통량이 있는 혼합교통 ⁽³⁾	1	0.4	0.5	4

- 주) (1) 도로 주변의 조명환경이 어두운 경우에는 L_r 의 값을 1/2로 하여도 좋다.
 (2) 도로 주변의 조명환경이 어두운 경우에는 G 의 값을 1증가시키는 것이 바람직하다.
 (3) 교통량이 적은 경우에는 L_r 의 값을 1/2로 하여도 좋다. 다만, 위의 규정에 관계없이 L_r 의 값을 0.5(cd/m²)미만으로는 할 수 없다.

표 8. 보행자에 대한 도로 조명의 기준

야간의 보행자 교통량	지역	조도[lx]	
		수평면 조도	연직면 조도
교통량이 많은 도로	주택 지역	5	1
	상업 지역	20	4
교통량이 적은 도로	주택 지역	3	0.5
	상업 지역	10	2

- 주) (1) 수평면 조도는 보도의 노면상 평균 조도.
 (2) 연직면 조도는 보도의 중심선 상에서 노면으로부터 1.5m 높이의 도로측과 직각인 연직면상의 최소 조도.

이에 비해 CIE 규격에서는 고속도로라 하여도 도로의 복잡성(교통량, 차선수, 경사도, 시각환경 등)의 구분에 따라 조명등급을 달리하도록 하고 있으며, 이를 따르면 평균노면휘도는 1.0~2.0(cd/m²)에 해당된다. 따라서 고속도로의 기준 노면휘도로서, 1.0(cd/m²) 또는 2.0(cd/m²) 어느 쪽을 선택해야 하는가는 교통량, 도로의 복잡성, 경제적 측면 등의 고려에 따라 이루어져야 한다. 앞에서 언급한 일본의 경우 예를 들면, 도로조명시설 설치기준에 따르면 고속도로의 노면휘도기준은 1.0~0.7(cd/m²)를 기준으로 삼되, 특별히 중요한 도로나 그 외 특별한 상황이 있는 도로에 있어서는 그 값을 2.0(cd/m²)까지 증가시킬 수 있도록 하고 있다.

4.1 평균노면휘도의 설정 요건

조명설계에 적용되는 평균노면휘도는, 운전자가 먼 거리의 장애물, 다른 차량, 보행자 등을 먼 거리에서부터 시인할 수 있을 것, 그리고 운전자가 전방의 장애물을 볼 수 없을 때 장애물이 없다는 것을 확인할 수 있도록 할 것 등 2가지의 요건을 만족할 필요가 있다.

1) 장애물을 시인하는 데 필요한 평균노면휘도

존재하는 장애물을 시인하고 못하고는 노면의 평균노면휘도와 휘도균제도가 결정한다. 실험에 따르면, 장애물을 시인하는 데 필요한 평균노면휘도는 동일한 노면상의 휘도균제도와와의 사이에 밀접한 관계가 있어서, 휘도균제도가 양호한 곳에서는 비교적 낮은 평균노면휘도로 시인할 수 있고 휘도균제도가 저하된 곳에서는 평균노면휘도를 현저히 증대시켜야 한다. 노면평균휘도를 높이기 위해서는 대용량의 광원을 사용해야 하므로 유지비가 증대되고, 휘도균제도가 양호하기 위해서는 등기구의 간격을 좁혀야 하기 때문에 설비비가 증대된다. 그래서 평균노면휘도와 휘도균제도 모두의 값을 적절하게 조합할 필요가 있다.

2) 장애물의 부재를 확인하는 데 필요한 평균노면휘도

이것은 전방에 장애물이 보이지 않을 때 장애물이 없다는 것을 확인하는 데 필요한 평균노면휘도를 의

미한다. 노면이 충분히 밝고 균일하게 빛나는 경우에는, 운전자는 장애물이 존재하면 그 장애물을 시인할 수 있을 뿐만 아니라, 장애물이 존재하지 않아서 장애물이 보이지 않을 때에는 존재하지 않는다는 것을 확신할 수 있도록 해야 한다. 동시에, 안전주행상 중요한 부분과 중요하지 않은 부분을 충분히 구별하는 상태가 되게 하여, 시선을 중요한 부분에 집중시켜서 안전성을 높일 수 있도록 한다.

4.2 기준 노면휘도의 설정

조명이 대상물의 시인성에 미치는 영향과 관련된 실험 결과로부터, 노면의 평균휘도 L_r 은 장애물의 휘도대비(C) 여하에 관계없이, 이것과 조합되는 휘도균제도 U_s 사이에 $K(\text{일정})=L_r * U_s^2$ 의 관계가 있다. 여기에서 K 는 장애물의 휘도대비에 따라 좌우되는 상수로서, 이 식은 휘도균제도가 낮을수록 장애물을 구별하기 위한 휘도를 높여주어야 함을 나타낸다.(그림 1)

앞에서 각국의 도로조명 기준을 비교한 결과 고속도로에 있어서 적정 노면휘도는 1.0~2.0(cd/m²)에서 결정될 수 있음을 알았다. 고속도로의 기준 노면휘도로서, 1.0(cd/m²) 또는 2.0(cd/m²) 어느 쪽을 선택해야 하는가는 교통량, 도로의 복잡성, 경제적 측면 등을 고려하여야 한다. 그러나 평균노면휘도의 설정 요건을 만족하는 조명조건으로서, 가로등기구의 설치높이와 간격의 비를 일정 한도 내에서 제한하여 휘도균제도 $U_s=0.4$ 를 확보하고 이를 그림 1의 결과에 적용하면, 필요한 평균노면휘도로서 1.0

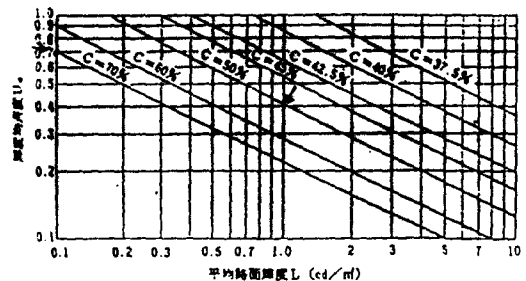


그림 1. 평균노면휘도와 휘도균제도와의 관계[4. 5]

[cd/m²]을 얻을 수 있다. 따라서 경제적 측면을 고려하여 기준휘도를 1.0(cd/m²)로 하여도 무방할 것이다.

4.3 조명환경에 따른 요율적 운용

1) 주변의 조명조건에 따른 기준휘도 설정

도로조명에 필요한 평균노면휘도는 도로의 폭, 차선수, 중앙대의 유무 등과 같은 도로의 구조 및 도로 주변의 밝기의 영향을 고려해서 그것들의 중요도에 따라서 설정할 필요가 있다. 고속도로에 있어서는 도로구조, 교통의 상황이 거의 일정하기 때문에 도로 주변의 밝기만을 고려해도 좋다. 도로에 인접한 건물의 조명, 광고등, 내은사인 등의 빛은 운전자에게 눈부심이나 반짝임을 주고 그 밝기 때문에 도로와 그 주변을 불명확하게 하는 등의 영향을 미친다. 도로주변이 밝은 경우에는 도로조명에 의한 눈부심은 작게 되지만 어두운 경우에는 도로조명에 의한 눈부심을 보다 강하게 느낀다. 이와 같은 사실로부터 평균노면휘도는 이와 같은 도로 외부로부터의 빛의 영향을 고려해서 설정할 필요가 있다.

도로교통에 영향을 미치는 외부광의 정도를 고려하기 위해 빛이 도로 연도에 존재하는 정도를 A, B, C의 세 등급으로 구별하여 나타낼 수 있다. 먼저, 외부조건 A는 도로교통에 영향을 미치는 빛이 연도에 연속적으로 있는 상황을 가리키고, 일반적으로는 인구집중지구가 이와 같은 조건에 상당하는 것이다. 외부조건 B라는 것은 도로교통에 영향을 미치는 빛이 연도에 단속적으로 존재하는 상황을 말하는데, 주행에 미치는 영향이 비교적 적은 도시 근교부의 상황에 해당되는 것이다. 또 외부조건 C라는 것은 도로교통에 영향을 주는 빛이 거의 없는 상황을 말한다. 중앙선이 분리되어 있는 고속도로의 평균노면휘도는, 대향차로부터의 눈부심이 적어 주행 중에 영향이 있는 외부조건으로서는 운전자의 시각에 미치는 도로주변의 밝기의 영향만을 고려해도 좋기 때, 외부조건 A 및 B에서는 기준휘도인 1.0(cd/m²)로 하고 그 영향이 전혀 없는 외부조건 C에 있어서는 한 등급 낮은 0.7(cd/m²)로 설정한다. 물론, 외부조건의 설정에 있어서는 당해지역의 개발계획

표 9. 고속도로의 평균노면휘도 기준

(단위: [cd/m²])

도로분류	외부조건 ^(주)		
	A	B	C
고속도로	1.0	1.0	0.7
고속도로 이외의 자동차 전용도로	—	0.7	0.5

주) 외부조건: 건물의 조명, 광고등, 내은사인 등 도로교통에 영향을 미치는 빛이 존재하는 정도

A: 도로교통에 영향을 미치는 빛이 연속적인 도로. (예) 도시통과지역

B: 도로교통에 영향을 미치는 빛이 단속적인 도로. (예) 도시근교부

C: 도로교통에 영향을 미치는 빛이 거의 없는 도로. (예) 도시를 벗어난 지역

(단, 위의 표는 종합규제도 U₀=0.4를 만족하는 경우에 적용되는 것임.)

등을 충분히 고려할 필요가 있다.

이상의 고찰로부터 고속도로의 평균노면휘도 기준을 정리하면 다음의 표 9와 같다.

2) 심야 교통량 감소에 따른 감등

앞에서 소개한 KS 규격에 의하면 “교통량이 적은 경우에 평균노면휘도를 기준치의 1/2로 하여도 좋다”라는 지침이 있다. KS 규격에서 위 항목이 적용되는 경우는, 주택지역과 이 도로를 연결하는 도로로서 비교적 느린 제한속도와 주로 야간, 중 정도의 교통량이 있는 혼합교통이 이루어지는 도로에 적용되는 경우이다. 즉, 주택지역 및 인접지역에서는 차량의 속도가 비교적 낮기 때문에 통행량이 적은 야간 등에 있어서 평균노면휘도를 1/2 정도로 낮추어도 좋다는 의미이다.

그러나 이 규정을 고속도로에 그대로 적용하기에는 약간 무리가 따른다. 물론, 차량 통행이 뜸해지므로 그만큼 교통사고의 확률은 줄어들 것이나, 그렇다고 시인거리가 늘어나는 것을 의미하는 것은 아니다. 또한 야간일수록 고속도로에 있어서 차량의 통행속도는 훨씬 빨라지는 경향이 있을 뿐 아니라 교통량이 적을수록 운전자의 집중도가 떨어지기 쉽다. 따라서 교통량이 줄어들었다고 해서 무조건 감등을

실시해서는 안된다고 판단된다. 이와 관련하여 고속도로 조명의 감동이 운전자에 미치는 영향이나, 교통사고와 관련된 조사결과를 고려할 필요가 있다.

심야의 경우에 있어서 교통량이 대폭 감소하는 도로에 있어서 꼭 전력절감을 할 필요성이 있고, 이로 인한 경제적인 이득이 막대하다고 판단되는 경우에는 그 시간대에 한해 최저 휘도 한계치인 0.5(cd/m²)까지 낮출 수 있을 것이다. 일본의 경우는 이 조항을 적용할 수 있도록 하고 있다. 그렇다면 교통량이 어느 이하로 내려가야 위 규정을 적용하는가하는 문제가 제기된다. 이것은 모든 도로에 일률적으로 적용하기 어렵고, 해당 고속도로의 구조적인 여건, 즉, 도로의 구조 및 설계 속도, 기후 조건 등에 다르다. 그러나 가로등 제어의 운영 측면에서 볼 때 미리 정해놓은 시간에 가로등을 제어하는 것이 현실적이며, 통행량이 적은 시간대로서 사람의 활동시간대를 감안하여 운용하는 것이 바람직할 것이다. 물론, 감동에 적절한 시간대를 선정하는 것은 통행량의 조사와 함께, 통행량과 안전거리 사이의 관계, 운전자의 심리적 요인 등 근본적인 문제의 해결을 통해 신중히 이루어져야 할 것이다. 또한 감동 방식에 대해서도 대책이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] J.B. DE Boer ed., Public Lighting, Philips Technical Library, 1967.
- [2] CIE Technical Report, Pub. No. 93, Road Lighting as an Accident Countermeasure, 1992.
- [3] 日本照明學會, 『道路照明は社會にどのように貢獻するか』, 1989.
- [4] 古賀清隆, “高速道路の照明”, 日本電氣設備學會誌, pp. 820-829, 1993.
- [5] 日本高速道路調査會, 道路照明研究委員會, 『道路照明設計指針』, 1990.
- [6] ANSI/IES RP-8-1983, American National Standard Practice for Roadway Lighting, 1983.
- [7] CIE Technical Report, Pub. No. 115-1995, Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic, 1995.
- [8] IESNA Handbook, 8/e, 1993.
- [9] JIS 道路照明基準, JIS Z 9111-1988(1993 確認).
- [10] KS 道路照明基準, KS A 3701-1991.
- [11] IESNA CP-31-1989, Value of Public Roadway

Lighting, 1989.

- [12] M.S. Janoff et al., "The effect of reduced freeway lighting on driver performance", J. of IES, pp. 159-166, Fall 1985.
- [13] CIE Technical Report, Pub. No. 30-2-1982, 2/e, Calculation and Measurement of Luminance and Illuminance in Road Lighting, 1990.
- [14] CIE Technical Report, Pub. No. 34-1977, Road Lighting Lantern and Installation Data-Photometrics, Classification and Performance, 1977.
- [15] 한국·조명전기설비학회, 『고속도로조명 응용개선에 관한 보고서』, 한국도로공사, 1998.

◇ 著 者 紹 介 ◇



전 관 섭(錢寬燮)

1947년 11월 6일생. 1976년 명지대 전기공학과 졸업(학사). 1976년 한국도로공사 입사. 1998년 현재 한국도로공사 시설관리처 전기부장.



정 종 설(鄭鍾喆)

1954년 7월 23일생. 1983년 건국대 전기공학과 졸업. 1992년 연세대 산업대학원 전기공학과 졸업(석사). 1983년 한국도로공사 입사. 1998년 현재 한국도로공사 시설관리처 전기과장.

시설관리처 전기과장.