

## 전기식 시선유도등(안개등, 경보등)

김 훈 <김원대학교 전기공학과 교수>

전기식 시선유도등이란 황색의 원형 광원을 연속 점등, 또는 주기적으로 점멸 하여 운전자의 시선을 유도하는 역할을 하는 장치를 말한다. 운전자의 시선을 유도하는 것은, 도로의 선형을 따라 나열된 시선유도등을 봄으로서 도로 형태를 파악할 수 있도록 하거나, 주기적 점멸에 의해 운전자가 경각심을 갖도록 함으로서 운행상의 안전을 증진코자 하는 것이다. 그러나 이들 시선유도등을 사용하는 데 있어 이들 장치의 목적과 이 목적을 달성하기 위한 각종 요건, 그리고 제철이 갖추어야 할 적절한 사양이 규정되어 있지 않아서 과연 최적의 기능을 발휘할 수 있는 상태로 유지, 운영되고 있는지에 대한 검토가 필요하다. 본고에서는 시선유도등의 사용 목적과 이 목적을 달성하기 위하여 시선유도등이 갖추어야 할 각종 요건들을 조사하고, 이를 비교 검토하려 한다.

### 1. 전기식 시선유도등의 목적과 기능

#### 1.1 시선유도등의 사용

시선유도등은 차량용, 보행자용 교통신호와 함께 도로교통신호의 하나이다. 시선유도등의 기능은 크게 두 가지로서, 그 하나는 중앙분리대나 도로장해물의 존재, 또는 현재 진행하고 있는 도로에 새로운 차량들의 진출입이 있을 때와 같이 도로 상황의 변화가 있을 경우, 이러한 변화가 있다는 것을 차량의

운전자에게 사전에 경고하여 경각심을 갖도록 하는 역할이다. 다른 하나는 경사나 굴곡이 심한 도로의 경우, 또는 안개가 끼어서 전방의 도로 형태를 잘 파악할 수 없는 경우에 도로를 따라 일렬로 배치한 유도등의 배치를 보고 도로 선형을 운전자가 미리 알 수 있게 하는 역할이다. 이러한 두 가지 역할을 만족시키기 위하여 시선유도등이 갖추어야 할 요건은 상황에 따라 차이가 있게되며, 이를 고려하여 장소에 따라 적절한 시선유도등을 사용하여야 한다.

국내에서는 시선유도등에서 경고의 역할을 중시하여 밝기와 점멸에 주의를 기울이고 있으므로 선형유도의 기능을 갖추어야 할 곳에서도 그 기능을 제대로 발휘하지 못하는 경우가 있다. 시선유도등의 크기 등에서도 통일된 규격이 없고, 심지어는 경찰차량의 경광등을 사용하는 곳까지도 있다. 시선유도등의 기능과 용도에 적합한 통일 규격을 마련하고, 운전자가 사용된 유도등의 의미를 쉽고 정확하게 파악할 수 있도록 해야 할 것이다.

시선유도등은 자동차나 보행자의 진행이나 정지를 지시하는 교통신호와 같이 교통신호에 속하며 국내에서는 시감도가 높아 눈에 잘 띄이는 황색의 교통신호등을 그대로 시선유도등으로 사용하여 왔다. 신호등과 시선유도등은 유사한 특성도 있으나, 한편으로 차이도 크다. 유도등과 신호등 모두 광원을 내장하여 이를 점멸 함으로서 운전자나 보행자에게 정

보를 제공하며, 광원에서 나오는 빛을 적절한 색필터를 통하여 원하는 색으로 조절한다.

그러나 교통신호등이 운전자가 탑승하고 있는 차량 또는 보행자의 눈보다 높은 위치에 설치되는 반면, 시선유도등은 이보다 훨씬 낮게 운전자의 눈높이 정도에 설치되는 것이 일반적이다. 또한 교통신호등이 주야간을 불문하고 사용되는 반면, 시선유도등은 주로 야간에 큰 역할을 한다. 교통신호등이 각 방향에 따라서 진행, 정지 등을 나타내는 세 가지 색의 등을 동일 신호함에 배열하는 반면, 시선유도등은 단색의 등을 일렬로 다수 배치하여 사용하는 경우가 많다는 것도 차이점으로 들 수 있다. 시선유도등의 목적과 국내 실태, 그리고 교통신호등과의 차이점은 시선유도등의 사양과 설치, 관리하는 과정이 엄밀히 규정되고 지켜져야 한다는 것을 의미한다.

## 1.2 시선유도등의 두 가지 기능

### (1) 선행유도 기능

J.B. de Boer는 Public Lighting에서 운전자가 자신이 보는 시야내 세부사항의 변화에서 다음과 같은 정보를 얻어야 한다고 하였다.[1]

① 앞으로 5초~10초 사이에 운전자가 통과하게 될 도로 부분의 형태

② 이 도로 부분에 대한 자신의 위치와 움직임

③ 이미 도로상에 있거나 진입하려 하는 다른 차량의 위치와 움직임

④ 이 도로 부분에 있을 수 있는 장애물의 위치

⑤ 아무런 장애물이 없어 보이더라도 과연 이 도로가 실제로 비어있고 운전하기 적합한 상태인가의 판단

⑥ 이 도로 부분을 횡단할 수 있는 차량이나 보행자의 가능성

이와 같이 운전자는 각종 도로 표식과 신호, 그리고 다른 차량에게서 받은 여러 시각 정보들 중에서 위와 같은 정보를 추려내야 할 뿐 아니라 동시에 운전이라는 복잡한 동작을 수행해야 한다. 운전자는 잠시라도 눈을 쉴 수 없으며, 시야내의 정보를 능동적으로 취득하지 않고 멍하니 있는 상태도 절대로 용납되지 않는다. 따라서 운전자가 용이하고도 신뢰

성 있게 시각적 인식작업을 수행하도록 도로환경을 조성하는 것이 매우 중요하다. 야간의 도로조명은 주간과 거의 동등한 수준으로 위와 같은 정보를 얻을 수 있도록 운전자의 시각인식 작업에서의 용이성과 신뢰성을 유지하는 것이 그 기본 목적이 되는 것이다.

도로조명이 이러한 목적을 달성하기 위해서는 도로면이 적절한 밝기를 유지하고, 휘도 분포가 가능한 균일하여야 하며, 글래어가 없고, 적절한 광학적 유도(optical guidance)가 제공되어야 한다. 시선유도등의 경우에는 글래어와 광학적 유도가 중요한 고려사항이 된다. 광학적 유도에 대해서 J.B. de Boer는 “안전속도에 의해 결정되는 거리에 걸쳐서 도로나 차선의 형태를 명확히, 즉각적으로 파악할 수 있는 수단들의 집합”이라고 정의하였다.[2] 광학적 유도를 제공하는 수단들을 통칭하여 국제조명위원회(CIE)에서는 시각적 유도(visual guidance)라는 명칭을 사용하고 있으며, 일본에서는 선행표시라는 말을 사용하고 있다.

시각적 유도로 제시되는 것들로 제귀반사판(retroreflector), 차선, 가드레일, 주위의 경관, 가로등, 시선유도등 등이 있다. 특히 야간에는 주위 경관이 파악되기 어려우며, 제귀반사판이나 차선은 조명을 받아야 파악되는 수동적인 수단이므로, 능동적으로 빛을 내는 가로등과 시선유도등의 역할이 커지게 된다.

### (2) 경고 기능

도로의 유지보수를 위해 공사를 실시하거나 도로의 형태가 변화하는 곳, 또는 차량의 흐름이 변화하는 진 출입로나 교차로, 기타 경고가 필요한 장소에는 적절한 시선유도등을 설치함으로써 운전자가 미리 경각심을 갖고 대처할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 운전자에게 경각심을 주기 위해서는 적절한 밝기를 유지하여 시선을 유도함과 동시에 점멸을 행할 필요가 있다. 그러나 선행유도를 위주로 사용하는 장소에서 점멸을 하는 것은 운전자에게 선행에 대한 혼란을 줄 수 있으므로, 가능한 피하여야 한다.

이렇게 유목성을 높이는 것은 운전자에게 주는 글래어를 최소화하여야 한다는 조건과 배치되므로 이

를 절충하여 적절한 밝기(최소치와 최대치, 주야)를 규정하고, 점멸의 시간간격, 광색의 규정 등을 설정하여야 한다.

## 2. 시인거리와 글래어

### 2.1 시인거리

교통신호를 어느 만큼 떨어진 거리에서 볼 수 있어야 하는 지를 나타내는 시인거리는 각종 도로교통 신호나 표식의 밝기, 색, 크기 등을 결정하는 근거가 되므로 매우 중요하다. 이에 대해서는 여러 견해가 있다.

앞서 언급한 de Boer의 시각정보 취득에 관한 내용에서 운전자가 5초~10초 동안 운행할 도로에 대한 정보를 취득하여야 한다고 한 것은, 운전자가 도로의 상황을 파악하고 이에 대한 대비를 하기 위한 시간이 이 정도 요구된다는 판단에 근거한 것이며, 운행 속도에 따라 거리가 달라진다. 일반 고속국도의 제한속도인 100(km/h)의 속도라면 이 거리는 140(m)~280(m)정도이다.

국제조명위원회에서는 이 시인거리를 더욱 정밀하게 정의하였다.[3] 즉 야간에 상대적으로 골은 형태의 도로에서는 차량이 차선 내에 있도록 하는 비교적 간단한 운전동작만이 요구되므로, 이에 요구되는 시인거리를 단구간(短區間) 예시거리(Short range preview distance)로 정의하였으며 이는 다음과 같이 계산된다.

$$D_m = v \cdot t_m$$

$D_m$ : 단구간 예시거리(m)  
 $v$ : 자동차 속도(m/sec)  
 $t_m = 2(\text{sec})$

(1)

$t_m$ 가 2초로 된 것은 골은 도로에서 안전한 위치를 유지하는 운전동작에 최대 2초가 요구된다는 연구결과에 의한 것이다. 100(km/h)의 자동차 속도에서 이 거리는 약 56(m)이다.

실제로 선형유도가 요구되는 커브 길에서는 운전자에게 도로의 굴곡을 판단하고 차량의 방향과 속도를 변화시켜 차선을 유지하는 복잡한 운전동작이 요

구되며, 이러한 경우에는 보다 긴 시인거리가 필요하다. 이를 장구간(長區間) 예시거리(Long range preview distance)라 한다.

장구간 예시거리를 계산하는 방법으로는 두 가지가 제시되고 있다. 그 하나는 도로의 굴곡을 발견하고 이에 반응하여 차량 속도를 안전속도까지 줄이는 동안 차량이 이동한 감속거리로서 계산하는 것이다. 즉, 감속거리는

$$D = v_1 \cdot t_r + (v_1 - v_2)^2 / 2d$$

$D_d$ : 감속 거리 (m)  
 $v_1$ : 초기 속도 (m/sec)  
 $v_2$ : 안전 속도 (m/sec)  
 $t_r$ : 반응 시간 (sec)  
 $d$ : 감속비율(안전을 위해 2m/sec<sup>2</sup>으로 봄)

(2)

와 같이 계산되며 식의 우변 첫 항은 운전자가 반응하기 까지의 시간, 다음 항은 안전속도 까지의 감속 시간을 나타낸다.

다른 한 방법은 Allen, Godthelp, Riemersma 등의 연구결과를 이용하는 것으로서 운전자가 3~4초 앞의 도로상황을 예측할 필요가 있다고 보고, 안전을 위해 5초를 할당한 것이다. 따라서 장구간 예시거리는 감속거리와 5초간의 이동거리 중에서 긴 쪽을 택하면 된다. 즉,

$$D_m = \text{Maximum}(D_d, v \cdot t_m)$$

$D_m$ : 장구간 예시거리 (m)  
 $t_m$ : 장구간 예시시간(5초)

(3)

이며 이는 그림 1의 요구시야거리(Required Sight Distance)로서 쉽게 찾아낼 수 있다. 즉, 주어진 초기속도(그림에서  $v_1$ )와 안전속도(Desired Speed)에 대하여 점선으로 주어진 거리와 실선으로 주어진 거리 중 높은 값을 취하면 되는 것이다.

이상과 같은 내용을 검토한 결과 시선유도등의 시인거리로는 110(km/h)의 속도에서 5초의 시간여유를 두고 판단할 수 있는 거리로 설정하면 큰 문제가 없을 것으로 판단된다. 초기속도가 110(km/h)보다 높거나 안전속도가 매우 낮다면 보다 긴 시인거리가 요구되지만, 이러한 경우는 극히 예외적인 경우로서

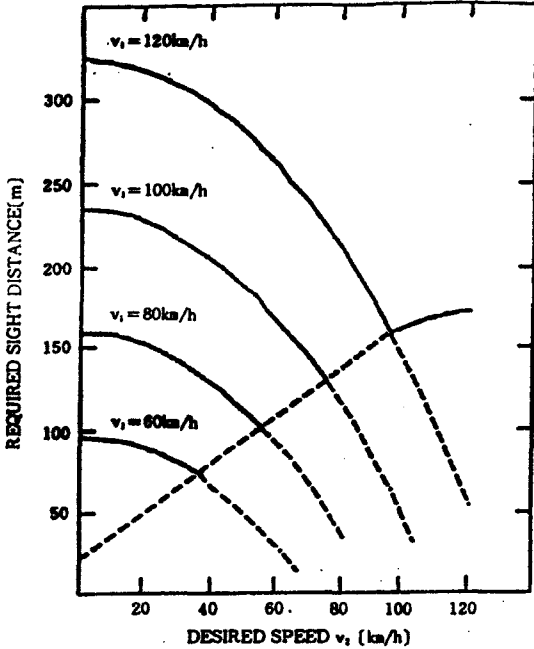


그림 1. 장구간 예시거리

일반도로나 고속국도 공회 발생되지 않는다.

표 1에는 각 차량 속도에 대하여 계산된 시인거리를 나타냈다. 차량의 속도에 따라 시인거리가 달라지나, 이 중에서 가장 긴 것을 기준으로 하면 되므로 앞으로의 계산에서는 시인거리 150(m)를 기준으로 사용하면 된다.

표 1. 각 차량속도에 대하여 계산된 시인거리(m)

차량속도 (km/h)	de Boer의 시인거리	단구간 예시거리	장구간 예시거리	제정된 시인거리
80	110~220	44	110	110
100	139~278	55	139	140
110	153~206	61	153	150

## 2.2 글레어

### (1) 글레어의 원인과 종류

야간 운전을 수행하는 운전자의 시야 내에서 휘도의 변화가 심하게 일어나는 것은 불편함과 위협의 잠재적 원인이 된다. 어두운 배경에서 한 개 또는 여러 개의 빛나는 광원이 있는 경우, 특히 마주 오는 차량의 전조등, 시선유도등이나 가로등 등은 글레어를 발생시킬 수 있으며 이에 따라 운전자에게 불편

한 느낌을 주고, 경우에 따라 사고의 원인이 될 수도 있다.

글레어라는 것은 눈부심으로서 시야 내의 광원 등으로 인해 시력의 감퇴가 일어나거나 심리적인 불편감이 생기는 것을 말한다. 일반적으로 다음과 같은 것들이 글레어를 발생시키는 원인으로 간주된다.[4]

고휘도의 광원-휘도가 높은 광원이 눈에 보이면 글레어 발생

반사면-휘도가 높은 광원 등이 모니터 등에 반사되어 글레어 발생

순응의 결핍-어두운 곳에 있다가 밝은 곳으로 나오면 글레어 발생

휘도의 큰 차이-시야 내에서 휘도의 차이가 매우 커도 글레어 발생

글레어가 발생하면 시각적인 작업의 능률이 저하하거나 불가능하게 되며, 이로 인하여 재해가 발생할 수 있다. 또한 심리적으로 피로함과 권태감을 일으킨다. 이러한 글레어의 영향에 따라 글레어를 두 가지로 구분하고 있다. 즉, 불능 글레어(Disability glare)는 시각 작업 능률의 저하를 가져오는 생리적 현상을 말하며, 불쾌 글레어(Discomfort glare)는 시야 내의 큰 휘도 변화로 인하여 개인이 느끼는 심리적 불편함을 말한다. 시각 작업능률의 저하가 없는데도 불편함을 느낄 수 있으며, 그 반대의 경우도 있다. 야간에 운전하는 경우에는 이 두 가지 형태의 글레어를 모두 경험하고, 운전에 큰 영향을 받는 경우가 많다[5].

### (2) 글레어의 계산법

글레어의 정도를 정량화 하려는 시도는 매우 많았다. 불능 글레어는 "눈부심으로 인하여 시각 대상물과 그 배경간의 대비가 어느 정도로 저하되어 보이는가"로 정의되어 있으며, 물리적인 양을 측정함으로써 계산될 수 있어서 상대적으로 정량화가 쉽다. 그러나, 불쾌 글레어는 심리적인 평가를 바탕으로 하므로 정량화가 어렵고, 특정 조명환경에서 사용되는 수식은 다른 조명환경에서는 사용하기 어렵게 되는 문제가 있다.

도로조명에서의 글레어 계산법은 국제조명위원회에 의하여 다음과 같이 규정되어 있다[6]. 즉, 가로

등에 의한 불쾌 glare는

$$G = 13.84 - 3.31 \log I_{90} + 1.3 \left( \log \frac{I_{90}}{I_{88}} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$- 0.08 \log \left( \frac{I_{90}}{I_{88}} \right) + 1.29 \log F + \log \bar{L}$$

$$+ 4.41 \log h' - 1.46 \log p$$

G : glare 제어점수 (Glare Control Mark)

$I_{90}, I_{88}$  : 관찰자 방향으로 수직아래 방향에서 80° 및 88° 방향의

광도 [cd] ( $50 \leq I_{90} \leq 7000, 1 \leq I_{88}/I_{90} \leq 50$ )

F : 도로 중심 방향으로 수직아래 방향에서 76° 방향의 투영면적 [ $(7 \times 10^{-3} \sim 4 \times 10^{-1}) m^2$ ]

$\bar{L}$  : 평균 노면 휘도 [(0.3~7) cd/m<sup>2</sup>]

$h'$  : 관찰자의 눈에서부터 광원까지의 높이 [(5~20)m]

p : 도로 1(km)당 조명기구의 수 (20~100개)

와 같이 계산되며, 계산된 G 값이 1이면 “견딜 수 없이 심함”, 3이면 “귀찮은 정도”, 5이면 “견딜 만 함”, 7이면 “만족스러움”, 9이면 “glare를 관찰할 수 없음”이라는 평가를 기준으로 한 것이다. 식에서 알 수 있듯이 G의 값이 작을수록 불쾌 glare가 심해지며, 이는 투영면적이 작을수록, 주변휘도가 낮을수록, 등기구가 시선에 가깝고 많을수록 그렇다. 시선유도등의 경우에는 광원까지의 높이  $h'$  이 식에서 규정된 범위보다 작고,  $I_{90}, I_{88}$ 과 같은 양도 glare에 영향을 미치지 못하여, 이 식에서 규정된 상황과는 매우 다르다는 것을 알 수 있으며, 따라서 위 식을 사용할 수 없다. 이외에도 실내에서의 불쾌 glare를 계산하는 식이 있으나, 역시 배경휘도 범위의 차이로 인하여 사용이 불가능하다.

한편, 불능 glare는 상대 역(闊) 증분치(Threshold increment) TI 로 계산되며,

$$TI = 65 \frac{L}{L_{90}} [\%]$$

$L$  : 등가 광막휘도 [cd/m<sup>2</sup>]

$$0.05 < L < 5$$

로 된다. 등가 광막휘도  $L_e$ 는

$$L_e = K \cdot \frac{E_0}{\theta^2}$$

K :  $\theta$ 가 각도이면 10, 라디안이면  $3 \cdot 10^{-3}$  (8)

$E_0$  : 광원에 의해 관찰자의 눈에 발생한 조도 [lx]

$\theta$  : 관찰자의 시선과 광원이 이루는 각도 (1.5°~60°)

와 같이 계산된다. 광원이 여러 개 있는 경우에는 각각의 광원에 대하여 등가 광막휘도를 계산하고 이를 모두 더한다.  $E_0$ 는 광원의 광도와 관찰자로부터의 거리에 의해 계산되므로, 위의 식들을 이용해 특정 광원에 의한 TI를 계산할 수 있으며, TI를 특정치 이하로 제한하는 광도를 계산할 수도 있다.

### 3. 시선유도등의 밝기

#### 3.1 밝기의 결정에 영향을 주는 요소

표 2에는 국제조명위원회에서 규정한 신호등의 최대광도의 범위를 나타냈다[7]. 표에서 볼 수 있듯이 신호등의 밝기는 모두 광도로 규정되어 있고, 야간에는 신호등 광도 하한치를 주간에 비하여 4분의 1 정도로 낮출 것을 조언하고 있으며, 주간에는 없던 상한치를 제시하고 있다. 이는 야간에 발생할 수 있는 glare를 예방하기 위한 것이다.

실제로 신호등의 크기, 광도, 휘도, 시인거리 등이 신호의 보임에 영향을 미치지만, 해상교통과 같이 시인거리가 매우 먼 경우에는 이들의 영향이 큰 반면, 상대적으로 시인거리가 짧은 도로교통에서는 그 다지 영향을 주지 않는다. 오히려 glare를 없애기 위한 밝기의 상한치를 규정하는 것이 더욱 큰 과제라고 할 수 있다.

시선유도등은 신호등보다 인식의 단계가 낮아도 되고 운전자의 시선에 가까우므로 광도가 낮아도 운전자의 눈에 잘 보이며, 그 하한치는 신호등보다 매우 낮아질 수 있다. 한편으로는 운전자의 시선에 가까우므로 해서 glare를 발생시키기 쉬우므로 광도의 상한치도 신호등보다 낮고 엄격하게 규정되어야 할 것이다.

표 2. OE의 신호등 최대광도 하한치 규정

	신호등의 광도
주간	$l > 200$ (cd) 권고
야간	$25 < l < 200$ (cd) 권고 $50 < l < 100$ (cd) 조언

### 3.2 시선유도등 밝기의 하한치

시선유도등 밝기의 하한치는 유도등에서 나온 빛을 보고 운전자가 이를 배경과 구분할 수 있는지의 여부에 의해 결정된다. 이는 시선유도등에서 나와 운전자의 눈에 입사한 빛이 특정 임계조도를 넘을 때 가능하게 된다. 임계조도는

$$\log E_c = -7 + \log L_b$$

$E_c$ : 광원을 구분할 수 있는 임계조도 [lx] (9)

$L_b$ : 배경휘도 [cd/m<sup>2</sup>]

와 같이 계산되며, 시선유도등의 배경을 이루는 부분의 휘도의 함수이다[8]. 이 식은  $L_b < 3.4$  (cd/m<sup>2</sup>) 인 범위에서 잘 성립하는 것으로 알려져 있다.

한편 조도 E는 시선유도등의 광도 E 및 시인거리 D에 대하여

$$E = \frac{1}{D^2} \quad (10)$$

의 관계가 있으므로, 위 (4)식에서 임계조도가 주어지면 시선유도등의 광도를 계산할 수 있다. 표 3에는 여러 배경휘도에서의 임계조도 및 유도등 광도를 계산한 결과를 나타내었다. 이 결과는 신호등에 대하여 규정된 광도보다는 매우 적은 것을 알 수 있을 것이다.

표 3. 시인거리 150[m]에서의 배경휘도에 따른 임계조도 및 시선유도등 광도

배경휘도 (cd/m <sup>2</sup> )	임계조도 [lx]	시선유도등 광도 [cd]
0.005	0.0000456	0.103
0.01	0.0000912	0.205
0.05	0.000456	1.03
0.1	0.000912	2.05
0.5	0.00456	10.3
1	0.00912	20.5
3	0.0274	61.6

보름달이 뜬 밤의 조도는 대략 0.2(lx) 정도이며, 이를 휘도로 환산하는 것은 어려우나, 일반적으로 도로에서 1(cd/m<sup>2</sup>)의 휘도를 15(lx)로 환산하는 것을 감안한다면 보름달의 노면 휘도는 0.01(cd/m<sup>2</sup>) 정도일 것으로 짐작할 수 있다. 특히 시선유도등은 일반적으로 도로조명을 실시하지 않은 도로에서 사용되며, 이 경우에는 차량의 전조등과 후미등 외에 다른 광원이 존재하지 않으므로 배경휘도도 0.1(cd/m<sup>2</sup>) 이하로 되는 경우가 많을 것으로 생각된다. 이 경우에는 시선유도등의 최대 광도가 2~3(cd) 정도이면 판별된다.

실제로 미국 교통부의 MUTCD에서 규정한 경고등에서 그 밝기는 표 4와 같이 규정되어 있다. 즉, 야간에 사용되는 경고등의 경우에는 2~4(cd) 정도이면 충분히 운전자의 눈에 띄고 그 역할을 할 수 있다고 보는 것이다. 주간에도 35(cd)라는 하한치는 신호등에 대한 표 2에서의 값에 비하여 훨씬 낮다. 이는 시선유도등 또는 경고등이 운전자의 시선에 가까이 위치하여 쉽게 볼 수 있을 뿐 아니라, 교통신호등에 비하여 그 인식의 정도가 낮아도 되기 때문인 것으로 판단된다.

표 4. MUTCD에서 규정된 경고등의 밝기

종류	최대광도	용도
Type A	4.0 (cd) 이 상일 것	저광도 점멸 경고등으로 야간에 사용
Type B	35.0 (cd) 이 상일 것	고광도 점멸 경고등으로 주야 24시간 사용
Type C	2.0 (cd) 이 상일 것	연속점멸형으로서 야간에 선행유도등용으로 사용

### 3.3 시선유도등 밝기의 상한치

국제조명위원회의 자동차 및 보행자 도로를 위한 조명기준에는 각 도로의 등급에 따라 적절한 TI 제한치가 제시되어 있다.[9] 이 중에서 고속국도 급에 속하는 M1~M3 등급의 도로에 대해서는 TI 값을 10[%] 이하로 유지할 것을 추천하고 있다. 시선유도등에 대하여 이를 계산해보면 다음과 같다.

비교적 촘촘히 설치된 30(m) 간격의 시선유도등 중에서 시인거리 내에 있는 여섯 개의 등이 눈에 보

이는 경우를 가정한다. 시선유도등 중심방향으로 최대 광도  $I_0$ 가 발생하고, 광도는 중심 축에서의 각도가 커짐에 따라 줄어든다. 이는 신호등에 대하여 규정된 각도에 따른 광도 감소와 일치시키기 위한 것으로서, 신호등의 경우 각도  $10^\circ$ 인 경우 광도가 50(%)로,  $20^\circ$ 인 경우 12.5(%)로,  $30^\circ$ 인 경우 7.5(%)로 감소하도록 규정되어있다. 운전자의 시선에 가까울수록 글레어가 커지므로 최악의 경우를 상정하여 제일 바깥 차선에 있는 운전자에게 발생하는 글레어를 생각하기로 한다. 이 경우, 차폭방향으로 운전자와 시선유도등 설치 위치 사이의 거리는 약 5(m) 정도로 된다. 운전자의 눈 높이와 시선유도등의 높이가 같고, 운전자는 수평면에서  $1^\circ$ 아래 방향으로 시선을 향하고 있다. 첫 번째 시선유도등이 운전자 전방 10(m) 거리에 있을 때,  $L_v$  값은 표 5와 같이 계산된다.

표 5. 시선유도등에 의한 등가 광학휘도 계산 예

유도등 번호	시선방향 외거리	$\theta$	눈과 유도등 사이거리	광도	$L_v$
1	10	27.6	11.2	0.0871	$0.92 \times 10^{-4}$
2	40	8.12	40.3	0.591	$5.53 \times 10^{-4}$
3	70	5.09	70.2	0.751	$5.85 \times 10^{-4}$
4	100	3.86	100.1	0.811	$5.40 \times 10^{-4}$
5	130	3.20	130.1	0.841	$4.83 \times 10^{-4}$
6	160	2.79	160.1	0.861	$4.31 \times 10^{-4}$
합					$26.9 \times 10^{-4}$

이 값이  $T1 < 10(\%)$ 를 만족시켜야 하므로 여러 평균노면휘도에서의  $I_0$  값을 계산하여보면 표 6과 같다.

표 6. 여러 평균노면휘도에서  $T1 < 10(\%)$ 를 만족하는  $I_0$  값

평균노면휘도 [cd/m <sup>2</sup> ]	$L_v$ 최대치 [cd/m <sup>2</sup> ]	$I_0$ 최대치 [cd]
0.05	0.0140	52.0
0.1	0.0244	90.7
0.5	0.0884	329
1	0.154	572
5	0.558	2070

### 3.4 시선유도등의 역경 범위 범위

앞의 표 3에서 구한 신호의 식별을 위한 최소 광도와, 표 6에서 구한 글레어 방지를 위한 최대 광도를 함께 표시한 것이 표 7이다. 또한 구해진 최소 및 최대광도는 연속 점등하는 광원에 대한 값이므로, Blondel과 Rey의 점멸광의 실효광도에 대한 식 [10]

$$I_0 = \int_{t_1}^{t_2} \frac{I dt}{0.21 + (t_2 - t_1)} \tag{4.11}$$

$I_0$ : 실효광도

$I$ : 순시광도

$t_1, t_2$ : 점등시간, 소등시간

을 이용하여 0.5초 점등, 0.5초 소등을 반복하는 점멸광에 대하여 필요한 최소 및 최대 광도를 계산한 값을 함께 나타내었다.

표 7. 상시점등 광원과 점멸광의 배경휘도에 따른 최소 광도 및 최대광도

배경휘도 또는 평균노면휘도	연속광의 최소광도	연속광의 최대광도	점멸광의 최소광도	점멸광의 최대광도
0.05	1.03	52.0	1.46	73.8
0.1	2.05	90.7	2.91	129
0.5	10.3	329	14.6	467
1	20.5	572	29.1	812
3	61.6	1380	87.5	1960

표에서 알 수 있듯이, 배경휘도의 값에 따라 최소 및 최대 광도의 값이 큰 차이를 나타내므로 적절한 배경휘도를 설정하는 것이 매우 중요하다. 배경휘도를 너무 높게 설정하면 최대 광도에 가까운 광도를 갖는 시선유도등은 많은 경우 눈부심을 일으키며, 너무 낮게 설정하면 최저 광도에 가까운 시선유도등은 보이지 않을 우려가 있다.

일반도로에서 야간 조명을 실시할 경우 목표표 하는 휘도는 1(cd/m<sup>2</sup>)이며, 보름달이 뜬 밤의 노면 휘도는 0.01~0.06(cd/m<sup>2</sup>) 정도이다. 전조등으로 비추어진 노면의 휘도는 대략 1~3(cd/m<sup>2</sup>) 정도이나, 이는 자동차의 바로 앞부분에 국한되므로 고속으로 주행하는 경우에는 거의 영향을 주지 못한다. 또한 밤하늘의 휘도는 일기에 따라 다르나, 0.01~0.1

표 8. 시선유도등에 대하여 설정된 최소 및 최대 광도 범위

	광도범위
연속광	2~50 [cd]
점멸광	3~70 [cd]

[cd/m<sup>2</sup>] 범위에 들어간다.

적절한 배경휘도의 선정은 앞으로 많은 연구가 있어야 하겠으나, 이 연구에서는 0.05~0.1[cd/m<sup>2</sup>]의 범위를 기준으로 설정하였다. 이렇게 범위를 설정한 것은, 이보다 배경휘도가 낮은 경우에는 위의 밝기에 따라 광도가 선정된 시선유도등은 잘 관찰될 수 있으며, 이보다 배경휘도가 높은 경우에는 시선유도등이 필요하지 않은 경우가 많은 것으로 생각되기 때문이다. 또한 이 범위에 따라 결정되는 최소 및 최대 광도 값이 다른 범위에서의 광도 값들을 포함하고 있으며, 미국의 MUTCD에서 설정된 광도범위와도 부합된다. 설정된 광도 값을 표 8에 보였다.

#### 4. 시선유도등의 성능에 영향을 주는 요소들

##### 4.1 설치 간격

가. 시선유도등을 구분하기 위한 설치 간격

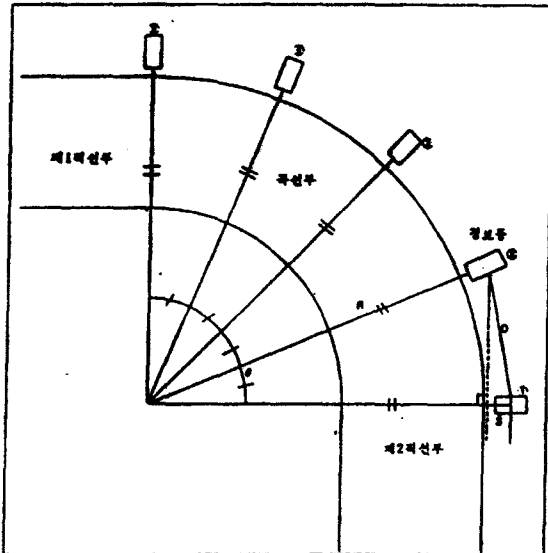


그림 2. 구부러진 도로와 시선유도등의 배치

선형유도를 위하여 사용되는 시선유도등을 어떠한 간격으로 배치하여야 할 것인가는 중요한 과제이다. 너무 촘촘하게 배치하는 것은 설치 및 유지비용이 많이 들 뿐 아니라, 시야 내에 들어오는 광원의 수를 증가시켜 글래어를 발생시킬 우려가 있다. 거꾸로 시선유도등 사이의 거리가 너무 멀어지면 운전자가 선형의 파악을 하기 어렵게 된다. 이러한 경우를 파악하기 위하여 구부러진 도로와 갓길 바깥에 배치된 시선유도등의 위치를 개념적으로 그림2에 나타내었다.

운전자는 제2곡선부로 표시된 도로 쪽에서 곡선부로 진입하여 제1곡선부로 빠져나간다. 곡선부로 진입하려는 운전자에게는 여러 개의 시선유도등이 보일 것이며, ①번과 ②번 등의 사이가 가장 가깝게 보이고, 그 다음 유도등의 사이는 조금씩 멀어져 보이게 된다. 운전자는 이러한 시선유도등 사이의 시각적 거리 차이를 보고 도로가 좌측, 또는 우측으로 구부러졌는지, 그리고 어느 정도나 구부러졌는지를 파악할 수 있게 되는 것이다.

따라서 시선유도등 사이의 거리는 ①번과 ②번 등이 붙어 보이지 않고 약간의 거리가 있는 것으로 보이도록 설정하면 된다. 즉 그림2에서, 거리 S가 등기구의 크기보다 커지면 되는 것이다. 이 거리는 다음과 같이 계산할 수 있다. 등 사이의 거리 D는

$$D = R \cdot \theta \quad (4.12)$$

R : 곡선부의 곡률반경(m)

로 계산되며, 거리 S는

$$S = R - R \cdot \cos \theta \\ R(1 - \cos(D/R)) \quad (4.13)$$

이다. 따라서 등 사이의 거리 D는

$$D = R \arccos(1 - \frac{S}{R}) \quad (4.14)$$

로 계산된다.

일반적인 시선유도등의 발광면 크기를 직경 20~30[cm]의 원으로 볼 때, S는 약간의 여유를 주어 약 0.5~1(m) 정도로 하는 것이 바람직 할 것이다.



표 4.12 도로의 곡률 반경에 따른 시선유도등 사이의 거리

곡률 반경(m)	S=0.5(m) 일 때의 설치간격	S=1(m) 일 때의 설치간격
400	20.0	28.3
600	24.5	34.6
900	30.0	42.4
1200	34.6	49.0
1500	38.7	54.8
1800	42.4	60.0
2000	44.7	63.2

도로의 여러 곡률 반경에 대하여 시선유도등 사이의 거리를 계산한 결과를 표 4.12에 보였다. 이 결과를 건설교통부의 도로안전시설 설치지침('96.12)에 나온 도로선형 유도 표시 기준과 비교하면 거의 유사한 값인 것을 알 수 있으며, 시공 시에는 건설교통부의 지침을 준수하면 될 것이다.

나. 플리커 효과와 설치 간격

설치간격의 설정에 있어서 또 하나 고려해야 할 것은 주기적으로 대하게 되는 시선유도등의 밝기 변화에 따른 플리커 효과(flicker effect)이다. 최초 터널조명에서 조명기구의 설치간격에 따라 벽이나 천장의 휘도가 주기적으로 변화하고, 이 때문에 운전자가 장애를 받는 현상 때문에 이에 대한 연구가 이루어졌다. 연구결과에 따르면, 휘도의 주기적 변화가 초당 2.5~12.5회에 이르면 운전자가 성가신 느낌을 받으며, 5~10회에 이르면 매우 귀찮은 느낌을 받는다[11]. 시선유도등은 주위 전체의 휘도를 변화시키지는 않으므로, 터널에서와 같이 플리커 효과로 인한 장애가 크지는 않을 것으로 생각되나, 적어도 운전자가 초당 5~10회 정도로 시선유도등을 마주치는 설치는 피하는 것이 바람직하다.

표 4.13에는 고속국도에서 차량의 운행 속도에 따라 피해야 할 시선유도등의 설치간격을 계산하여 표시하였다. 앞의 표 4.12와 비교하면 차량속도 80(km/h)일 때 곡률 반경이 큰 도로, 또는 직선도로에 큰 광원 면적을 갖는 시선유도등을 설치할 경우 설치간격을 적절히 제한할 필요가 있음을 알 수 있다.

표 4.13 고속국도에서 피해야 할 시선유도등의 설치간격

차량 속도 (km/h)	성가신 느낌을 받으므로 가능한 피해야 할 간격(m)	매우 귀찮으므로 반드시 피해야 할 간격(m)
80	55~110, 220~280	110~220
100	70~140, 280~360	140~280
110	75~150, 300~380	150~300

4.2 시선유도등의 크기와 형태

원칙적으로 교통 신호는 점광원(혹은 그에 가까운 작은 시각의 것)에 의해 정보를 주는 것이므로, 교통표식과는 달리 그 형태는 아무런 영향이 없다. 즉, 시선유도등은 그 형태가 아니라 점광원의 색, 점멸, 배열의 조합에 의해 정보를 제공하는 것이다[12].

국제조명위원회에서 규정한 신호등의 크기는 직경 200~300(mm)이며, 일본의 규정은 250(mm)와 300(mm)의 것이 있다. 미국의 경고등 규정은 직경 7인치(175(mm)) 이상일 것으로 규정되어있다.[13~14] 시인거리 150(m)에서 직경 200(mm)의 신호등은 입체각  $6.6 \times 10^{-4}(sr)$ , 250(mm)의 것은  $1.0 \times 10^{-3}(sr)$ , 300(mm)의 것은  $1.5 \times 10^{-2}(sr)$ 로서 점광원으로 보기에 크다.

시인거리 150(m)에서 점광원으로 보이려면 시각(視角) 3' 이내 또는 입체각  $10^{-4}(sr)$  이하이어야 하며, 이는 시선유도등의 직경이 130(mm) 이내이어야 한다는 것을 의미한다. 그러나 이러한 직경을 유지하면서 앞에서 지정한 광도를 유지하는 경우, 200(mm) 직경의 경우보다 휘도가 2.4배, 300(mm) 직경의 것보다는 16.7배나 높아져서 눈부심 발생의 우려가 있다. 따라서 이러한 점을 감안하여 시선유도등의 직경을 200(mm) 이상으로 유지하는 것이 바람직하다.

형태의 경우 화살표를 이용하는 것이 제안되고 있다. 현재 사용되는 화살표 신호는, 보통 신호기용 크기의 렌즈 위에 화살표 형태의 검은 색 마스크를 붙인 것을 사용하고 있다. 그러나 300(mm) 직경의 신호등도 그 형태를 파악하기 위하여 결정된 크기는 아니며, 가벼운 근시가 있거나 난시가 있는 사람도 형태의 판별은 곤란하여, 상당히 가까운 거리에서도 화살표가 가리키는 방향을 판별하지 못한다[15]. 화

살대와 화살속의 사이를 떨어뜨리거나 크기를 줄이는 것이 형태의 판별을 좋게 한다는 연구가 있으나, 이것만으로는 불충분하다. 적절한 시인거리에서 형태의 판별이 가능한 적절한 도형에 대한 연구 결과가 나오기 전에는 시선유도등에 화살표 형태를 사용하지 않는 것이 바람직하다.

### 4.3 시선유도등의 광색

일반적으로 신호로서 사용되는 색은 적, 황, 녹색, 자, 백의 여섯 색으로서, 이들 색의 색도 범위는 국제조명위원회에 의해 규정되어 있다. 이 중에서 교통 신호로서는 네 가지 색(적, 황, 녹색, 백)이 이용된다.

시선유도등의 광원으로는 황색을 사용한다. 이는 흑색을 배경으로 한 경우, 황색-황적색-적색의 순으로 두드러지게 보이며, 황록색-적자색-녹색-청색-청록색들은 약간 두드러지게 보이고, 자색-청자색은 거의 보이지 않는다는 것에서 야간에 가장 유목성이 뛰어난 색이 황색이라는 것이 알려져 있기 때문이다. 백색 바탕의 경우에도 황색은 적색과 황적색 다음으로 두드러진 색이므로, 주간에도 사용이 가능하다. 다만 황색의 동은 저압 나트륨램프의 광색과 유사하여 혼동을 일으키는 경우가 있으므로, 그 색도의 범위를 엄밀히 지켜야 한다[16].

황색의 범위를 어떻게 정할 것인지도 엄밀히 규정하여야 한다. 일부 황색신호등의 경우에는 적색과 구분하기 어려운 경우가 있으며, 이러한 경우 운전자에게 큰 혼란을 줄 수 있다. 국제조명위원회에서는 CIE xy 색도좌표계 상에서의 황색 구간을 엄밀히 규정하고 있다. 즉, 그림 3에서의 같이 세 개의 직선으로 둘러싸인 영역을 황색으로 규정하고 있으며, 각 직선의 식과 모서리의 좌표는 표 4.14와 같다.

표 4.14 황색 영역을 나타내는 직선의 식과 모서리의 좌표

직선의 식	$y = 0.382$ $y = 0.790 - 0.667x$ $y = x - 0.120$
모서리의 좌표	(0.618, 0.382) (0.612, 0.382) (0.546, 0.426) (0.560, 0.440)

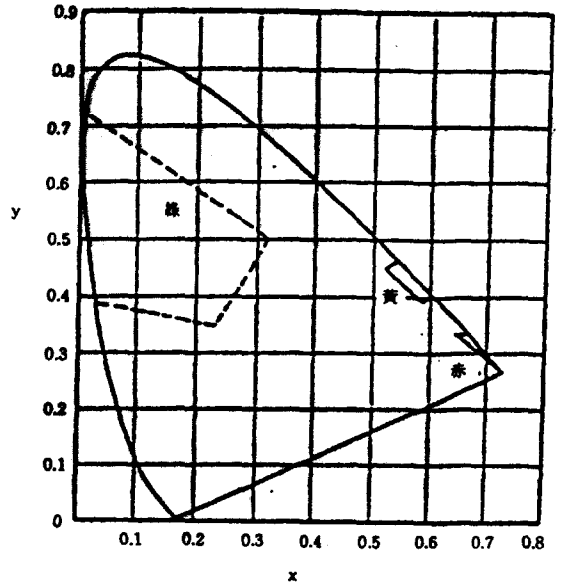


그림 3. 신호등 색의 영역 점의

### 4.4 시선유도등의 점멸 주기

일반적으로 광원을 점멸하는 것은 사람들의 이목을 끌기 쉬우므로 이를 여러 분야에서 많이 이용하고 있다. 특히 경찰차량이나 소방차량, 기타 비상시를 나타내는 용도로서의 응용이 가장 활발하며, 시선유도등도 예외가 아니다.

어떠한 점멸간격이 가장 사람의 유목성을 높이고, 경계심을 촉발하는지에 대한 연구가 수행되었으며, 연구의 결과 분당 65회의 점멸, 즉 1초에 1회 내의 점멸을 행하는 것이 가장 효과적이라는 결론을 얻었다. 따라서 대부분의 경광등, 경고등의 점멸은 이 정도의 주기로 점멸을 행하고 있으며, 미국의 경고등에서도 점멸 주기를 분당 55~75회로 규정하고 있다.

이러한 점멸을 하는 것이 사람이 느끼는 밝기에 어떠한 영향을 주는지에 대해서도 연구가 수행되었다. 앞에서 언급한대로 Blondel과 Rey의 실험광도에 대한 식은, 점멸광에 대하여 사람이 느끼는 광도가 연속광인 경우의 광도에 비하여 감소하지만 그 감소비율은 꺼져있는 시간의 비율보다 작은 것을 나타낸다. 예를 들어 한 주기의 50(%) 동안 켜져 있

는 점멸광의 실효광도는 연속 점등시 광도의 70 (%) 정도로 된다. 이것은 점멸광의 밝기를 정할 때 광도의 시간적인 평균치를 이용하면 과도한 밝기로 되어 눈부심을 일으킬 수 있다는 것을 나타낸다.

시선유도등의 두 가지 중요한 사용목적 중에서 경고의 목적을 달성하기 위해서는 점멸을 행하는 것이 좋으나, 선형유도를 하려는 경우에도 점멸을 하는 것이 좋은지에 대해서는 의문의 여지가 있다. 선형 유도용으로 설치된 일련의 시선유도등이, 적절치 못한 주기로 동기되지 않고 점멸되는 경우 운전자에게 도로 형태에 대한 큰 혼란을 줄 수 있다. 따라서 선형유도등을 점멸하려 한다면 전체 등이 모두 동기되어 동시에 점멸되지 않으면 안된다. 그러나 다수의 등이 긴 간격으로 배치된 경우, 동기를 위한 배선을 하기는 매우 어려우며 구태여 점멸을 할 이유를 발견하기 어렵다.

실제로 미국의 경고등 규정에서는 점멸등을 선형 유도 용도로 사용하는 것을 엄격히 금하고 있다. 따라서 국내에서도 점멸등은 도로의 상황이 바뀌는 장소, 유지보수를 위한 공사를 수행하는 장소 등에 경고의 의미로 한 개 또는 두 개 정도 배치하여 사용하고, 선형유도를 위해 다수 사용하는 광원으로는 연속등을 사용하는 형태로 기준을 통일하는 것이 바람직하다. 이러한 통일은 운전자에게도 일관성 있는 정보를 제공하므로 안전성을 증진시킬 수 있을 것이다.

## 5. 시선유도등 규격과 앞으로의 과제

### 5.1 시선유도등의 규격에 대한 제안

앞서 설명한 연구의 결과와 실태조사를 바탕으로, 시선유도등에 대하여 다음과 같은 기본적인 내용을 갖춘 규격을 설정할 것을 제안한다. 이 제안은 개발된 제품을 바탕으로 그 유효성을 검증하여 만들어진 것이 아니므로, 현실적으로 적용하는 과정에서 문제가 나타날 수 있다. 따라서 규격을 확정하기 이전에 제품을 개발하고, 그 성능 및 효과에 대한 충분한 검증 실험을 실시하는 과정을 반드시 거쳐야 할 것이다.

### 가. 시선유도등의 종류

시선유도등에 다음과 같은 네 가지 종류를 들 것을 제안한다.

#### 1) 저광도 경고등

저광도의 점멸형 경고등으로서 야간에 도로 상태의 변화, 교통상황의 변화 등 운전자에게 경고를 보낼 필요가 있을 경우 사용한다.

#### 2) 고광도 경고등

고광도의 점멸형 경고등으로서 주간 및 야간에 도로 상태의 변화, 교통상황의 변화 등 운전자에게 경고를 보낼 필요가 있을 경우 사용한다.

#### 3) 선형유도용 연속등

저광도의 연속 점등형 광원으로서 야간에 운전자에게 도로의 선형을 표시하여 원활한 운전행위를 수행할 수 있도록 유도하는 장치로 사용한다.

#### 4) 안개등

안개가 낀 도로에서 운전자에게 도로의 선형을 표시하여 원활한 운전행위를 수행할 수 있도록 하는 연속 점등형 광원으로서, 안개의 농도에 따라 밝기를 변화시키면서 속도의 감속을 지시하는 장치와 병행하여 사용한다.

### 나. 일반적 사항

시선유도등은 모두 광원을 내장하고, 렌즈를 통하여 빛을 낸다.

그 광색은 실제 사용할 광원을 내장하여 연속 점등하였을 때 황색으로 유지되어야 한다. 황색의 색도 좌표는 국제조명위원회에서 규정한 황색 신호등의 색도 영역으로 한다. (표 4·14 참조)

렌즈 면의 크기와 형태는 직경 200~300(mm)의 원형으로 하되, 할로젠 전구 등의 작은 광원을 사용하는 경우에는 이보다 작을 수도 있다.

야간에 사용되는 저광도 경고등과 선형유도용 연속등의 렌즈는 재귀반사의 기능을 갖추어 접근하는 차량의 전조등 빛을 반사하는 기능을 부가해도 좋다.

### 다. 점 멸

저광도 및 고광도 경보등의 점멸주기는 분당 65 ±

10회로 한다. 점등시간은 주기의 1/2 정도로 하고, 주기 중 10(%) 이상의 시간 동안 다음에서 규정하는 실효 광도를 유지해야 한다.

두 개 이상의 경고등이 사용되고, 두 개 이상의 정보등이 운전자의 시야에 동시에 들어오는 경우에는, 그 점멸 주기가 동기되어야 한다.

#### 라. 실효광도

##### 1) 저광도 정보등

저광도 정보등의 실효광도는 3~70(cd)를 유지하여야 한다.

##### 2) 고광도 정보등

고광도 정보등의 실효광도는 35(cd) 이상으로 하며, 주간에만 사용할 경우에는 그 실효광도의 상한을 5,600(cd) 이하로 하고, 주간만 모두 사용할 경우에는 70(cd) 이하로 한다.

##### 3) 선형유도용 연속등

선형유도용 연속등의 광도는 2~50(cd)를 유지하여야 한다.

##### 4) 안개등

안개등의 광도는 가시거리에 따라 변경시키는 것이 바람직하며, 가시거리 200(m) 이상일 때에는 광도 700(cd) 이상, 가시거리 200(m) 이하일 때에는 광도 3,500(cd) 이상을 유지하도록 최소 두 단계의 조광을 행한다. 필요에 따라서는 가시거리 150~200(m) 일 때 광도 1,800(cd)를 유지하는 조광 단계를 넣을 수도 있으며, 가시거리가 300(m)를 넘을 때에는 점등하지 않아도 된다.

##### 5) 광도의 분포

시선유도등의 광도 분포는 국제 조명위원회의 신호등에 대한 광도 분포 규정에 따른다.

#### 마. 시선유도등의 설치

선형유도용 연속등과 안개등의 설치간격은 건설교통부의 도로안전시설 설치지침('96.12)에 제시된 도로선형 유도 표시 기준에 따른다. 고광도/저광도 정보등의 설치 위치는 운전자가 도로 및 교통상황의 변화에 대응하기에 충분한 거리를 확보할 수 있는 장소에서 볼 수 있는 곳으로 하고, 통상 이 거리는

150(m)로 본다.

## 5.2 앞부분의 과제

시선유도등의 규격을 제안하는 과정에서 기존의 정보등 및 안개등과 최대한 호환성을 유지하면서, 새로이 기능 및 용도를 구분하고 이 과정에서 구분의 일관성을 유지하도록 노력하였다. 즉, 기존의 기구와 그 형태는 동일하게 유지한 반면, 점멸방식과 밝기 등은 시선유도등의 용도에 따라 명확히 구분한 것이다.

경보를 위하여 시선유도등이 사용되는 경우에는 점멸을 행하도록 하고, 야간 전용과 주간 점용으로 구분하였으며, 그 밝기는 시인성과 눈부심을 고려하여 적절한 범위로 규정하였다. 선형유도용을 위하여 사용되는 연속등은 점멸을 행하지 않고, 야간 전용으로 밝기를 규정하였다.

안개등은 주간 선형유도용이라 할 수 있으므로 연속 점등하도록 하고, 안개의 농도와 눈부심 및 시인성에 유의하여 그 밝기를 두 단계 이상으로 변경시킬 수 있도록 규정하였다. 또한 이를 시선유도등의 크기, 광색, 점멸주기, 설치 간격 등에 대하여 연구의 결과를 바탕으로 적절한 규격을 제안하였다.

실제로 이러한 규정이 제정되고 시행되기 위해서는 이론과 실태조사를 바탕으로 제안된 규정이 타당성을 갖는지를 검토하는 과정을 반드시 수행하여야 한다. 이 검토 과정에는 제안된 규정에 맞는 시선유도등을 개발하는 과정도 포함되어야 한다.

실제 개발과정에서 그 행태의 면에서는 제안된 규정이 기존의 것과 큰 차이가 없으나, 적절한 광원과 조광 방식을 선정하고, 점멸방식을 결정하는 과정과, 적절한 렌즈 및 반사판 구조를 설계 정확하여 규정된 광색 및 배광분포를 유지하도록 하는 과정이 필요하다.

특히 실태조사에 의하면, 반사판의 구조와 사용하는 광원의 필라멘트 구조, 반사판과 광원의 상대적 위치, 렌즈의 구조 등이 조금만 달라져도 배광에 큰 차이가 있으며, 이러한 부분의 설계에서 국내의 개발 및 연구실적이 상대적으로 적으므로 집중적이고 심화된 연구와 개발의 과정이 반드시 필요하다.

또한 새로운 형태의 경보등, 예를 들면 두 개의 경보등을 상하 배치하고 교차 점멸하는 등의 기구에 대해서도 그 효과를 검증하고 능동적으로 받아들일 필요가 있다.

안개의 경우에는 전국에서 발생하는 안개의 빈도, 시간 및 계절 분포, 농도 등에 대한 연구자료를 바탕으로 보다 상세하고 정확한 안개등의 광도 규정을 제정할 필요가 있으며, 이에 대해서는 장기적인 연구가 요망된다.

참 고 문 헌

[1] J.B. de Boer, et al., "Public Lighting", 1967, Philips Technical Library, p. 13  
 [2] J.B. de Boer, *ibid.*, p. 86  
 [3] CIE Technical Report 100, "Fundamentals of the visual task of night driving", 1992

[4] J.B. de Boer, *ibid.*, p. 32  
 [5] CIE Technical Report 100, *ibid*  
 [6] CIE Technical Report 31, "Glare and Uniformity in Road Lighting Installations", 1976  
 [7] Satoru Kawai, "道路交通信號", 照明學會誌, Vol. 71, No. 3, pp. 204~209, 1967  
 [8] J.D. Crosby, "Visibility Measurement: An Assessment of Two Techniques", Sensors, October, 1988  
 [9] CIE Technical Report 115, "Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic", 1995  
 [10] Takashi Irikura, et al., "周邊視閃光における快不快限界輝度", 照明學會誌, Vol. 80, No. 2, pp. 76~80, 1996  
 [11] J.B. de Boer, *ibid.*, p. 177  
 [12] Satoru Kawai, *ibid*  
 [13~14] Inagaki Joji, *ibid* ATSSA, *ibid*  
 [15] Satoru Kawai, *ibid*  
 [16] Satoru Kawai, "視覚情報と認識の基礎", 照明學會誌, Vol. 76, No. 1, pp. 4~7, 1992

◇ 著 者 紹 介 ◇



김 훈(金 勳)

1968년 8월 6일생. 1981년 서울대 공대 전기공학과 중. 1983년 서울대 대학원 전기공학과(석사). 1988년 서울대 대학원 전기공학과(박사). 1993년 호주국립대학 방문교수. 현재 강원대 공대 전기공학과 부교수. 당학회 편수 이사.