

# 횡단보도 조명의 위치에 따른 운전자의 보행자 인식 해석

( Recognition of pedestrians depending on a luminaire's position over a crosswalk )

이창모\* · 이민욱 · 김 훈

(Changmo Lee\* · Minuk Lee\* · Hoon Kim\*)

\*강원대학교

## 요 약

횡단보도 국부 조명은 운전자에게 눈부심을 제공하지 않고 보행자를 직접 조명하여 연직면 조도를 높여 보행자를 인식하도록 하여야 한다. 이를 위해서는 횡단보도 국부 조명의 설치 위치가 매우 중요하다. 본 논문에서는 보행자의 보임이 조명기구 위치에 따라 어떻게 달라지는가에 대해 시뮬레이션을 통해 조사하였다. 연구 결과 횡단보도 국부조명을 자동차 진행방향으로 설치하여 보행자를 직접 조명하는 것이 횡단보도내의 어느 위치에 보행자가 있더라도 보행자를 쉽게 볼 수 있게 한다는 것을 알 수 있었다.

## 1. 서 론

횡단보도 국부조명의 목적[1]은 자동차 운전자에게 횡단보도의 존재를 확인시켜 주고 횡단하는 보행자 또는 횡단보도 근처의 보행자를 인식시켜주는 것이다. 도로조명에서는 도로면의 휘도가 높은 경우, 보행자는 노면의 밝은 배경에 대하여 어두운 실루엣으로 보여 좋은 negative contrast를 제공하는 방법을 택하는 것이며, 일반적인 도로조명기구의 설치위치로서 실현이 가능하다. 그러나 조명기구를 추가한 국부조명의 경우 보행자를 배경보다 더 밝게 하여 역 실루엣으로 보이도록 positive contrast를 달성하면서도 운전자에게 심한 눈부심을 일으키지 않도록 횡단보도에 대하여 조명기구의 형태, 위치 그리고 방향을 고려해야 한다.

한 가지 방안은 접근하는 자동차의 방향으로 횡단보도 바로 앞에 조명기구를 설치하고 보행자를 향하여 빛을 향하게 하는 것이다. 또한 보행자에 대한 연직면 조도는 도로의 노면상의 수평면조도보다 충분히 높아야 한다.

그리고 횡단보도 국부조명은 보행자가 횡단보도를 건너기 위해 기다리는 경우 횡단보도 양끝의 구역들을 적절하게 조명하는 것이 바람직하다.

본 논문에서는 횡단보도위에 존재하는 보행자의 보임에 대해 국부조명의 설치 위치에 따른 영향을 살펴보았다.

## 2. 보행자의 인식 평가

횡단보도 국부조명의 위치에 따라 보행자의 보임을 평가하기 위해 횡단보도 인근에 조명기구를 배치하고 횡단보도상의 보행자 위치에서의 보행자에 대한 보임을 평가하였다. 이를 위해서 시뮬레이션 tool은 "Relux Suite(2009)"를 이용하였다.

### 2.1 평가 방법

시뮬레이션을 하기 위해 다음 조건들을 설정하였다.

- 1) 횡단보도 조명 적용 상황
  - ① 도로조명이 되어 있는 상황
    - 도로등급 M3:수평면조도 10 lx[2]
  - ② 도로조명이 없는 상황

2) 도로적용

왕복 2차로(도로폭 8m, 인도폭 1m 적용)

3) 횡단보도의 크기

교통안전표지 설치관리 매뉴얼에 따라 폭 4m(최소)로 하였다[3,4]. 그림 1과 같다.

4) 조명기구 위치

횡단보도를 중심으로 조명기구 위치를 10곳 선정하였다. 그리고 조명기구의 설치높이는 지상으로부터 5m로 하였다. 조명기구는 빔각 60°인 원형 투광기를 이용하였다.

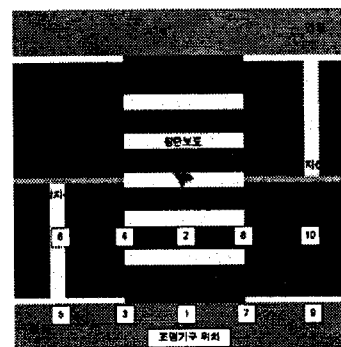


그림 1. 횡단보도 및 조명기구 위치

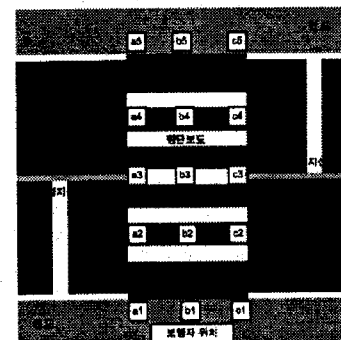


그림 2. 횡단보도상의 보행자 위치

5) 노면 및 횡단보도에 대한 반사율

노면은 5%의 반사율의 아스팔트를 이용하였으며, 정지선

및 횡단보도를 구성하고 있는 선들은 70%의 반사율을 갖는 traffic line을 이용하였다. 보행자는 20%반사율을 적용하였다.

6) 평가방법

조명기구 위치에 따라 횡단보도상의 보행자에 대한 보임을 시뮬레이션 결과로 제시하여 비교하였다.

2.2 시뮬레이션 결과

조명기구 위치에 따라 보행자의 보임을 도로조명이 없는 경우와 도로조명이 있는 상황에 대해 나타내었다. 그림에서의 시야는 도로상의 운전자 위치와 눈높이에 해당하는 것이다.

그리고 횡단보도상의 평균 수평면조도는 30~35 lx로 일정하게 유지하도록 하였으며, 균제도 또한 0.4를 만족시킬 수 있도록 하였다.

2.2.1 도로조명이 없는 상황

1) 조명기구 위치 1

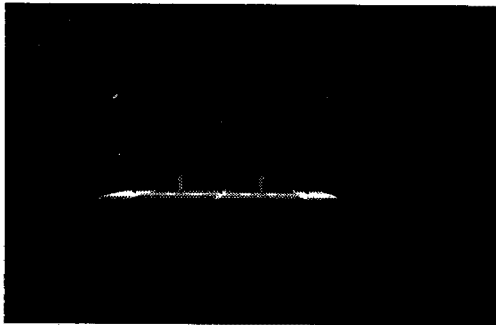


그림 3. 조명기구 위치 1(보행자 위치b1~b5)

2) 조명기구 위치 2

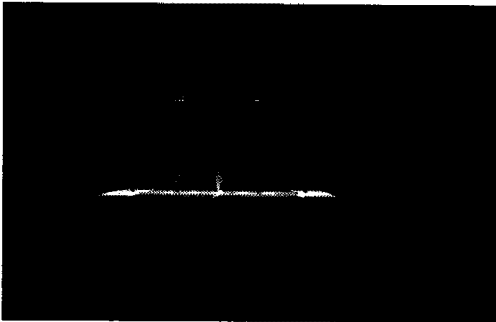


그림 4. 조명기구 위치 2((보행자 위치b1~b5)

3) 조명기구 위치 3

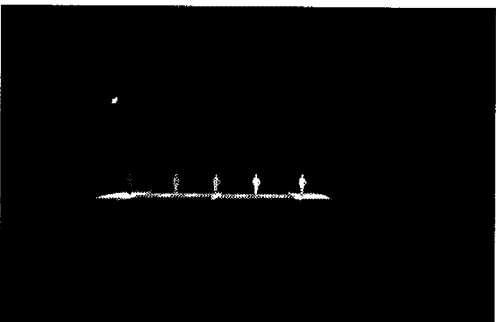


그림 5. 조명기구 위치 3(보행자 위치b1~b5)

4) 조명기구 위치 4

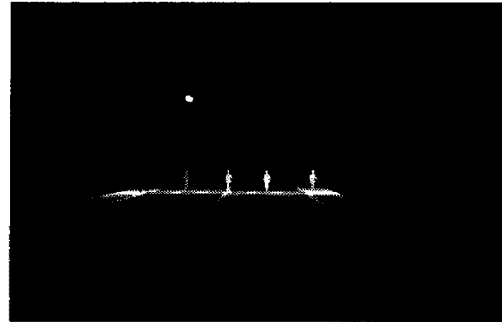


그림 6. 조명기구 위치 4(보행자 위치b1~b5)

5) 조명기구 위치 5

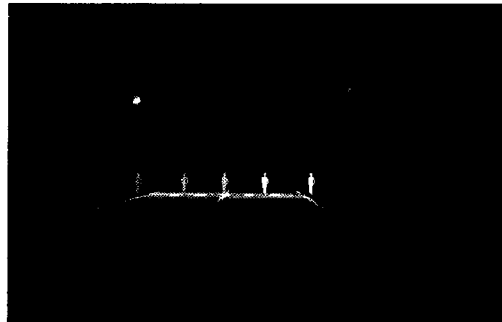


그림 7. 조명기구 위치 5(보행자 위치b1~b5)

6) 조명기구 위치 6

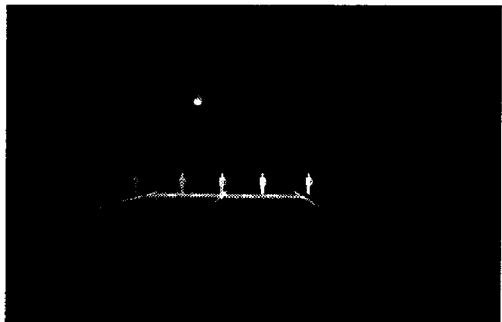


그림 8. 조명기구 위치 6((보행자 위치b1~b5)

2.2.2 도로조명 상황

1) 조명기구 위치 1



그림 9. 조명기구 위치 1(보행자 위치b1~b5)

2) 조명기구 위치 2

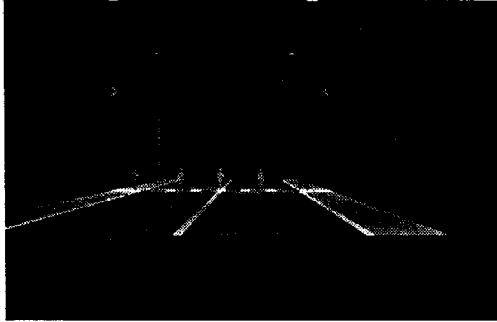


그림 10. 조명기구 위치 2(보행자 위치b1~b5)

3) 조명기구 위치 3

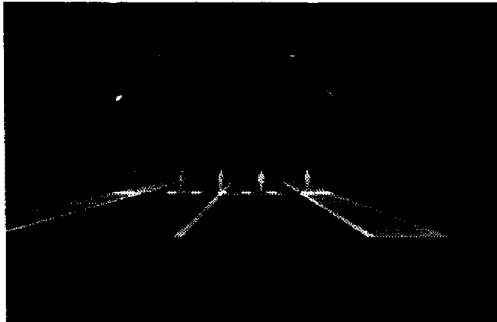


그림 11. 조명기구 위치 3(보행자 위치b1~b5)

4) 조명기구 위치 4



그림 12. 조명기구 위치 4(보행자 위치b1~b5)

5) 조명기구 위치 5



그림 13. 조명기구 위치 5(보행자 위치b1~b5)

6) 조명기구 위치 6

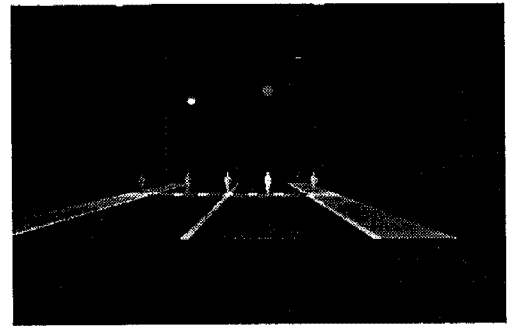


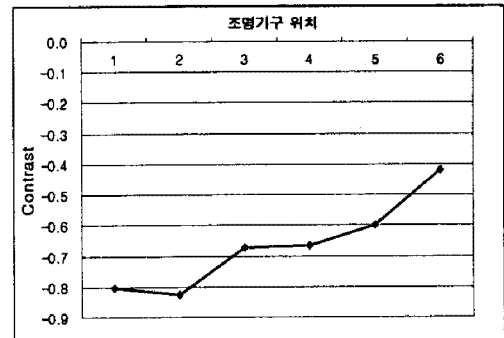
그림 14. 조명기구 위치 6(보행자 위치b1~b5)

2.2.3 대비(Contrast)

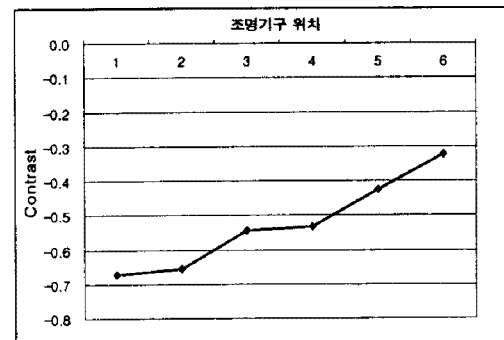
그림 15는 조명기구 위치에 따른 대비를 비교한 그래프이다. 횡단보도의 수평면 조도는 횡단 보도 전체 구역에 대한 평균이며, 연직면 조도는 1.5m의 보행자에 대한 평균값이다. 그래프에서 (-)는 Negative Contrast를 의미하는 것으로 횡단보도의 평균조도가 보행자의 밝기보다 더 높다는 의미이다.

$$C = (E_v - E_h) / E_h \quad (1)$$

여기에서 C는 대비(Contrast)이며,  $E_v$ 는 보행자에 대한 연직면 조도 그리고  $E_h$ 는 횡단보도에 대한 수평면조도를 나타낸다.



(a) 도로조명이 없는 상황



(b) 도로조명 상황

그림 15. 조명기구 위치에 따른 Contrast 비교

3. 시뮬레이션 결과 고찰

3.1 대비(Contrast)

그림 15에서의 대비를 비교한 결과 조명기구의 위치가 1부터 6까지 진행해 나갈수록 대비는 감소하고 있다. 이는 횡단

보도 상의 수평면 조도는 30lx 정도로 유지하고 있는 상태에서 점점 보행자의 연직면 조도가 증가하고 있기 때문이다.

그러나 그림 3부터 14까지의 운전자 시야에서 횡단보도 및 보행자를 바라볼 때, 횡단보도의 조명상황은 좁은 띠에 불과하다. 운전자의 시야에서 바라 볼 때 보행자의 높이 1.5m에 해당하는 배경은 횡단보도가 아닌 횡단보도를 지난 노면에 해당한다. 그러므로 운전자가 보행자를 인식하는 것은 보행자의 뒷배경에 대한 보행자의 밝기에 의해 결정된다고 볼 수 있을 것이다. 따라서 보행자의 연직면 조도가 밝으면 밝을수록 보행자의 보임이 증가하며 이는 조명기구의 위치에 크게 영향을 받는다. 여기에서 횡단보도에 조명된 좁은 띠는 횡단보도의 존재를 운전자에게 알리는 역할만을 한다고 볼 수 있다. 횡단보도의 폭이 넓은 경우에도 횡단보도 조명은 좁은 띠를 형성하고 있다(그림 16).

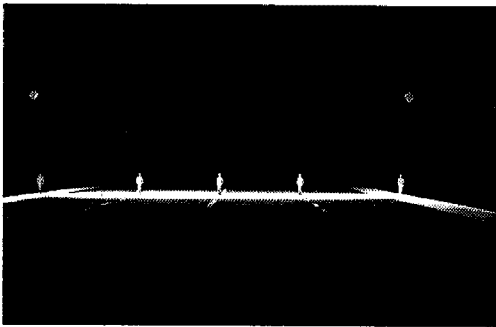


그림 16. 넓은 횡단보도의 경우(횡단보도 폭 6m)

### 3.2 조명기구의 위치

#### 1) 조명기구 위치 1

1의 위치에 있어, 보행자가 a1~a5의 위치에 있을 경우 운전자와 마주한 보행자 쪽으로 빛이 향하지 않기 때문에 운전자가 보는 보행자는 어렵게 된다. b1~b5의 경우, 횡단보도에 대기하고 있는 보행자는 인식하기 어려우며, c1~c5의 경우, 보행자 쪽으로 빛이 향하게 되어 다른 위치에서보다 더 밝게 보인다. 반대편 운전자는 이와 반대로 보행자를 인식하게 될 것이다.

#### 2) 조명기구 위치 2

이 경우에도 조명기구 위치1의 경우와 유사한 상황이다.

#### 3) 조명기구 위치 3

이 경우에는 자동차 진행방향에 있는 보행자가 두드러지게 보이며, 설치된 조명기구와 가까이 있을수록 보임은 저하한다.

반대편 주행차선은 이와 반대의 경우다.

주행차선 반대편에 대기하고 있는 보행자는 잘 인식하지 못하게 된다.

#### 4) 조명기구 위치 4

이 경우에는 조명기구 위치3의 경우보다 더 두드러지게 된다. 차선 중간에 설치되어 보행자를 비추고 있기 때문이다.

이 경우에는 반대편에 설치된 조명기구가 운전자에게 눈부심을 유발시킬 수 있기 때문에 엄밀한 광제어가 요구된다.

#### 5) 조명기구 위치 5

이 경우에는 보행자의 모든 위치에 대해서 주행차선에서의 대기자 및 반대차선의 대기 보행자 모두에게 빛이 향하고 있기 때문에 운전자는 횡단하고 있는 보행자뿐만 아니라 대기하고 있는 보행자 모두를 인식할 수 있다.

#### 6) 조명기구 위치 6

이 경우, 반대편 대기 보행자(a5 위치)를 제외하고는 운전자는 보행자를 인식할 수 있다. 그러나 이 경우에는 반대차선 조명기구에 의한 눈부심을 엄밀히 제어해야 한다.

횡단보도 조명은 앞서 언급했듯이 보행자가 횡단보도위에 또는 그 근처의 어느 곳에 존재하더라도 운전자가 보행자를 인식할 수 있게 해주어야 한다. 그리고 운전자에게 눈부심을 일으키지 않아야 한다. 따라서 조명기구 위치 1~4번은 횡단보도 대기자 및 횡단보도에 존재하는 보행자를 잘 인식하지 못하는 곳이 발생하였고, 그리고 조명기구 위치 6번은 전체적으로 보행자에 대한 보임을 잘 제공하고는 있지만, 반대차선의 대기자에 대한 보임이 저하될 수 있고, 주행차선 반대편에 설치된 조명기구에 의해 눈부심이 발생할 수 있다. 따라서 전체적으로 보행자의 보임을 유지시키면서 눈부심 발생의 경우가 적은 조명기구 위치 5가 가장 적합하다고 판단된다.

## 4. 결론

횡단보도의 목적은 횡단보도에 존재하는 보행자를 직접 조명하여 보행자를 쉽게 인식할 수 있도록 해주고 차량 운전자에게 횡단보도의 존재를 환기시켜주기 위한 것이다.

본 논문에서는 운전자에게 있어 횡단하고 있는 보행자뿐만 아니라 횡단보도에 대기하고 있는 보행자를 잘 인식시켜 주기 위한 조명기구의 위치에 대해 시뮬레이션을 수행하였다.

보행자를 잘 인식시켜 주기 위해 보행자를 밝게 비추어 주어야 하며 이를 위해 운전자와 마주보는 보행자를 향하도록 접근하는 차량의 방향으로 횡단보도 바로 앞에 조명기구를 설치하는 것이 좋다. 또한 운전자에게 심한 눈부심을 일으키지 않도록 엄밀한 광학제어와 적절한 설치 위치가 필요하다. 도로의 중앙에 펜던트형태로 달기보다는 도로측면에 설치하여 조명하는 것이 좋은 보임을 제공해 줄 수 있을 것이다.

향후, 프로그램상의 운전자 시야에 대한 보행자와 그의 배경이 되는 영역에 대한 contrast를 정의할 필요가 있을 것이다. 이를 바탕으로 적절한 횡단보도에 대한 기준을 마련해야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- (1) EN 13201-2, "Road lighting-Part 2 : Performance requirements", 2003.
- (2) KS A 3701, "도로조명 기준", 2007.
- (3) 교통안전표지 관리 매뉴얼, "노면표시", 경찰청.
- (4) 도로교통법 시행규칙, "횡단보도 설치기준-노면표시", 경찰청.