

도로조명 방식에 따른 선형유도 성능 비교 평가

(A Comparison Assessment of the Optical Guidance for Road Lighting System)

석대일* · 정승균 · 김 훈

(Dae-Il Seok* · Seung-Gyun Jung** · Hoon Kim*)

강원대학교

요 약

본 논문에서는 서로 다른 방식의 도로조명에 의한 선형유도 성능을 비교 평가하였다. 20대와 60대 피험자를 선발하여 생리적 평가와 심리적 평가를 수행하였다.

1. 서 론

도로조명에서 선형유도는 교통과 관련하여 매우 중요한 질적 요소이며, 운전자가 전방의 도로 형태를 미리 인지할 수 있도록 도와준다.[1]

적절히 설치된 도로조명 시설은 주야간 모두 우수한 시선유도를 해 준다. 도로의 전망된 상에 나타나는 뚜렷한 모든 선들은 '도로의 방향으로 생각될 수 있으며, 양호한 선형유도를 위한 첫째 조건은 도로의 진행과 조명배치 정렬이 잘 어울리는 것이다.[2]

현재, 도로 난간의 낮은 높이에 설치되는 LED 조명기구가 개발 중이다. 가로등과는 다른 조명 방식을 갖기 때문에 도로의 선형 인지에서 차이가 있다. 본 논문에서는 두 가지 방식의 도로조명에 의한 선형유도 성능을 비교 평가하였다. 시험은 실내에서 행해졌고, 20대와 60대 피험자를 선발하여 생리적 평가와 심리적 평가를 수행하였다.

2. 시험 구성

2.1 시험실 제작

실내에 시험실을 구성하였다. 그림 1은 시험실의 구조를 보여준다.

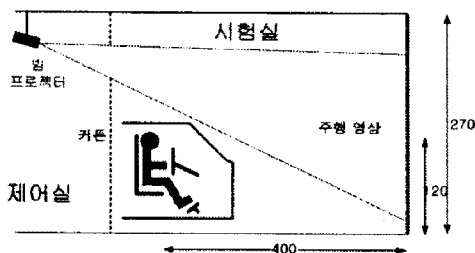


그림 1. 시험실 구조

전면 벽에 백색 스크린을 설치하였고, 빔 프로젝터를

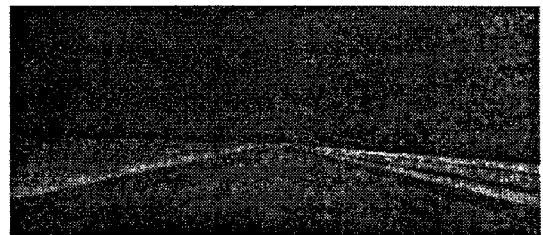
이용하여 테스트 주행 영상을 보여주었다.

2.2 주행 영상 제작

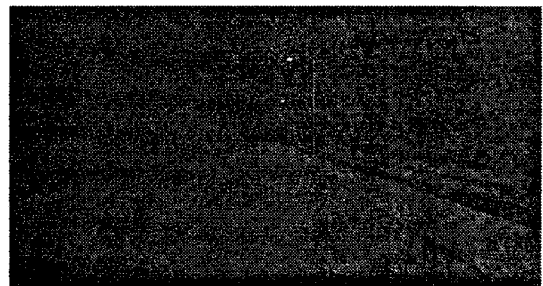
평가를 위해서 두 가지 조명 방식 각각에 대한 주행 동영상을 제작하였다. Lightscape 시뮬레이션 프로그램과 동영상 변환 프로그램을 이용하였다.

주행 속도는 60km/h를 가정하였고, 영상에 적용된 도로는 조명 방식만 다르고, 도로 형태는 동일하다.

그림 2는 테스트에 사용한 도로 영상의 예이다.



(a) 난간에 설치되는 조명 방식



(b) 가로등 조명 방식

그림 2. 테스트 영상의 예

2.3 도로와 조명기구

표 1은 영상에 적용된 도로의 특징을 나타낸다.

표 1. 도로 특징

도로 폭	10m
차선 수	2차선 (한 차선 : 3.5m)
갓길	우측 : 2 m, 좌측 : 1 m
가드레일 높이	0.8m
중분대 높이	1.5 m

그림 3은 곡선 도로의 굽은 방향을 보여준다.

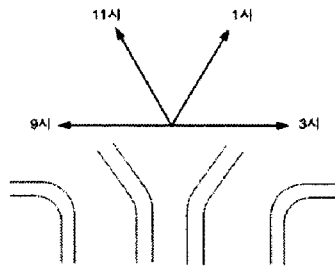


그림 3. 곡선 도로의 굽은 방향

일반적인 가로등의 IES 파일과 현재 개발 중인 기구(라인조명기구)의 IES 파일을 영상 제작에 이용하였다. 조명기구의 설치 제원은 표 2와 같다.

표 2. 조명기구 설치 제원

	가로등	난간에 설치되는 조명
설치 높이	12m	0.9m
설치 간격	40m	0.5m
배치 방식	한측(우측)	한측(좌측, 우측)
오버행	2.5m	0

3. 평가 방법과 절차

3.1 피험자

예비시험에서 20대 남성 6명, 본 시험에서 20대 남성 20명과 60대 남성 10명을 선발하였다. 피험자들은 운전 경력 2년 이상이었으며, 교정시력이 1.0 이상이었다.

3.2 평가 방법과 절차

생리적 평가와 심리적 평가는 평가지를 이용하였고, “전방 도로의 형태 인식”에 대한 정답율과 “인식의 용이함”에 대한 주관적인 평가치로 분석을 하였다.

표 3과 표 4는 각각 생리적 평가와 심리적 평가를 위한 평가지를 보여준다.

표 3. 생리 평가지

1. 전방 도로의 형태를 고르시오				
2. 전방 도로의 굽은 정도를 고르시오	급커브 (반경 50m)	중간 (반경 150m)	완만한 커브 (반경 250m)	

표 4. 심리 평가지

문항	매우 어려움 (0 점)	어려움 (1 점)	조금 어려움 (2 점)	조금 쉬움 (3 점)	쉬움 (4 점)	매우 쉬움 (5 점)
1. 곡선 도로를 인식하는 것이 쉬웠습니까?						

시험은 2인 1조가 교대로 행하였다. 차량에 탑승하면, 랜덤으로 주행 영상이 제공된다. 직선 구간을 주행하다가 곡선 구간이 나타난 후 약 5초간 영상이 정지된다.

피험자는 곡선 도로의 굽은 방향과 곡선 반경을 인지한 후 평가지에서 정답을 찾아서 체크한다. 인식의 용이한 정도에 따라 주관적인 평가치를 부여한다.

3.3 시험 조건

각 시험 조건의 변수는 다음과 같다.

- 곡선 도로의 반경 : 50m, 150m, 250m
- 굽은 방향 : 1시, 3시, 9시, 11시
- 기구 배치 방향 : 가로등은 우측, 난간에 설치된 조명은 좌측과 우측
- 인지거리 : 100m, 300m (전방 곡선 도로의 시작 지점과 피험자와의 거리)

각 변수의 조합에 의해 조건 수는 가로등 방식 24가지, 난간에 설치된 조명 방식 36가지로 총 60가지였다. 60대 피험자의 경우, 곡선 도로 반경 150m를 제외한 나머지 40가지의 조건만으로 시험을 수행하였다.

4. 평가 결과와 분석

본 논문에서는 20대의 평가 결과와 60대의 평가 결과를 비교할 수 있도록 20대의 전체 결과 중 곡선 반경 150m 조건을 제외한 결과를 제시하였다.

생리적 평가 분석은 피험자에게 제공된 조건과 작성된 평가지의 답을 비교하여 정답율을 구하고, 모든 피험자에 대한 정답율의 산술 평균 값을 이용하였다. 심리적 평가 분석은 피험자들이 부여한 주관적인 응답 점수의 산술 평균 값을 이용하였다.

4.1 생리적 평가 및 분석

4.1.1 도로 형태 및 곡선 반경 인지

그림 4와 그림 5는 곡선 도로 형태 인지와 도로 반경 인지, 즉 생리 평가지의 1번과 2번 항목에 대한 정답율을 보여준다. 이 결과는 모든 시험 조건들을 고려했을 때의 정답율이다. 다음 절에서 곡선 반경, 굽은 방향, 인지 거리의 변화에 대한 정답율을 보여준다.

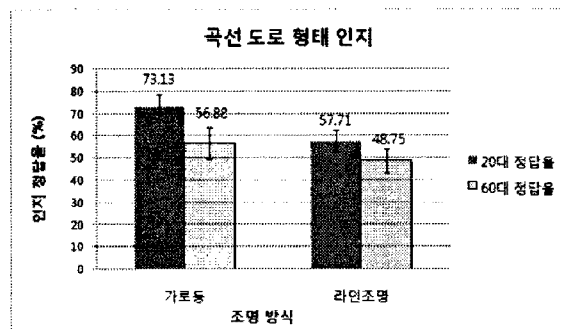


그림 4. 곡선 도로의 형태 인지에 대한 정답율

주어진 4가지 굵은 방향의 도로 형태 인지에 대한 정답율을 보면, 20대와 60대 모두 가로등의 경우가 난간에 설치되는 조명 방식(라인조명)의 경우에 비해서 정답율이 높게 나왔다. 20대의 정답율이 60대보다 높았다.

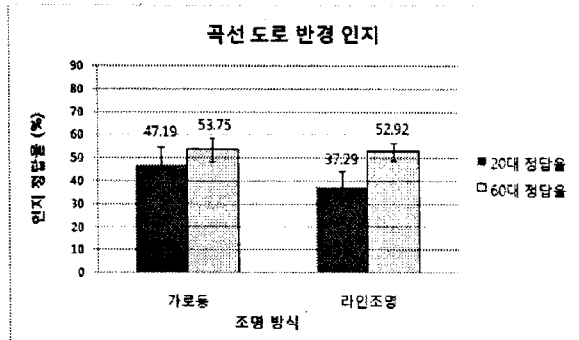


그림 5. 곡선 도로의 반경 인지에 대한 정답율

반경 인지에 대한 정답율 역시 가로등이 더 높게 나왔다. 60대의 정답율은 20대에 비해서 조명 방식에 따른 차이가 근소한 편이었다.

그림 6은 도로의 형태와 곡선 반경을 모두 인지한 경우의 정답율을 나타낸다.

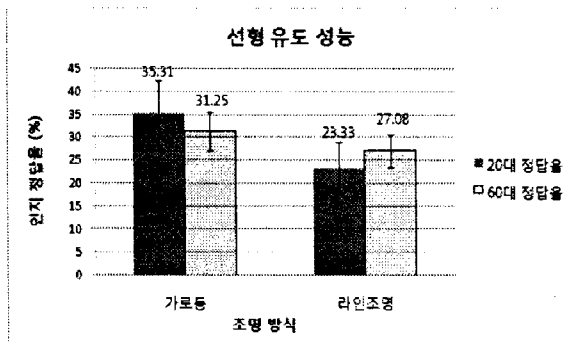


그림 6. 도로 형태와 반경 인지에 대한 정답율

결과를 보면, 가로등의 선형유도 성능이 더 좋은 것으로 나타났다. 20대의 정답율은 가로등 조명 방식에서 35%, 난간에 설치되는 조명 방식에서 23%였다. 60대의 정답율은 가로등 방식에서 31%, 난간에 설치되는 조명 방식에서 27%로 나타났다. 전체적으로 정답율은 50% 미만으로 낮은 편이었으며, 이것은 실제 도로가 아닌 실내 시험실에서 테스트되었기 때문이라 판단된다.

정답율의 편차를 보면, 가로등 방식의 정답율 편차가 난간에 설치된 방식의 정답율 편차보다 더 크게 나타났다. 또한, 20대 정답율의 편차가 60대 정답율의 편차보다 더 컸다.

4.1.2 곡선 반경에 따른 정답율

그림 7은 시험에 적용된 두 가지 곡선 반경에 대해서 도로 형태와 곡선 반경을 모두 인지한 정답율을 보여준다. 조명기구의 배열을 보고 전방의 도로가 급커브인지

완만한 커브 도로인지 판단하도록 하였다.

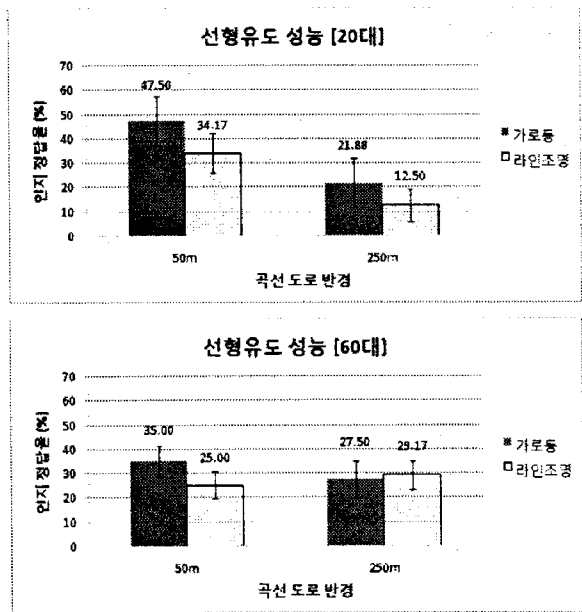


그림 7. 곡선 반경에 따른 도로 형태와 곡선 반경의 인지 [(상) 20대, (하) 60대]

20대의 경우, 반경이 작을 때 확연히 정답율이 높았다. 분석에서 제외된 150m 반경과 250m 반경 도로의 구분이 애매했기 때문인 것으로 판단된다. 60대는 반경에 따른 정답율의 차이가 적은 편이었다.

4.1.3 굵은 방향에 따른 정답율

그림 8은 굵은 방향이 다를 때, 정답율을 보여준다. 도로 형태와 곡선 반경을 모두 인지한 정답율이다.

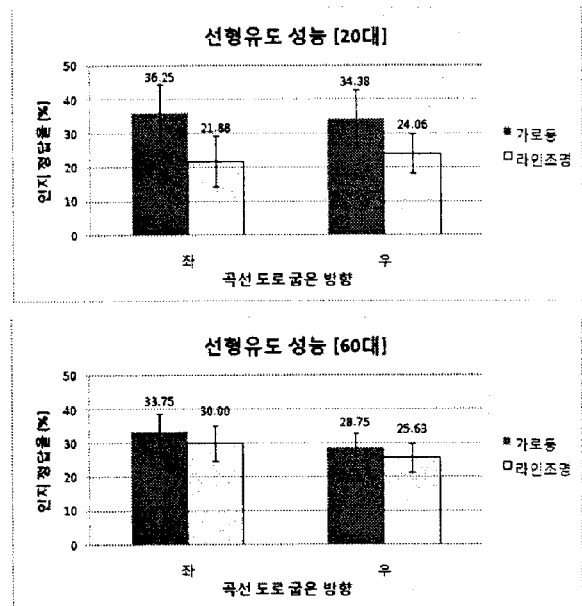


그림 8. 굵은 방향에 따른 도로 형태와 곡선 반경의 인지 [(상) 20대, (하) 60대]

가로등 방식과 난간에 설치된 조명 방식 모두 도로의 굵은 방향에 의한 선형유도 성능의 변화는 타 요인에

비해 적은 것으로 나타났다.

4.1.4 인지 거리에 따른 정답율

그림 9는 곡선 도로 진입부의 100m와 300m 전방 지점에서 도로 형태와 곡선 반경을 모두 인지한 정답율을 보여준다. 운전자는 곡선 도로에서 두 가지 관점을 이용한다. 'near-point'는 근접한 곡선부에서 진행 차선을 유지하기 위해 근거리를 바라보는 것이고, 'far-point'는 멀리 있는 곡선부를 미리 예측하고 다음 행동을 취하기 위해서 원거리를 바라보는 것이다.[3]

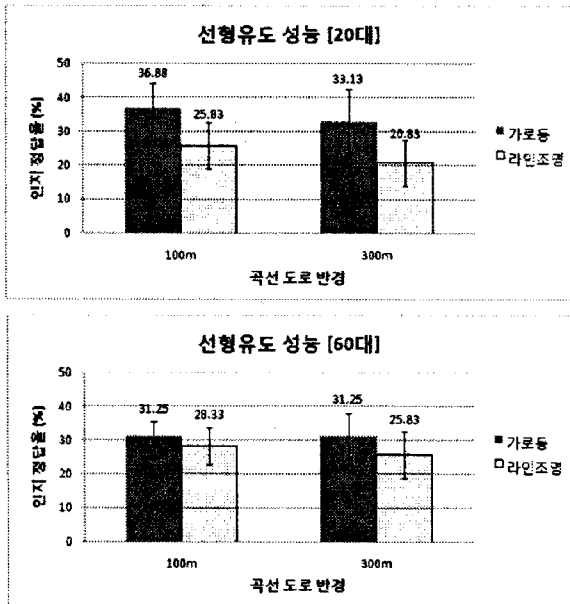


그림 9. 인지 거리에 따른 도로 형태와 곡선 반경의 인지 ((상) 20대, (하) 60대)

J.B.de Boer는 선형유도 측면에서 안전 속도에 의해 결정되는 거리에 걸쳐서 도로나 차선의 형태를 명확히 파악할 수 있어야 한다고 하였다.[4]

근거리에서 정답율이 높다. 60대의 경우, 거리에 따른 영향이 20대보다 적으며, 조명 방식에 의한 정답율의 차이가 근소한 편이다.

4.2 심리적 평가 및 분석

그림 10은 곡선 도로의 형태와 반경을 인지하는 데 있어서 얼마나 용이했는가에 대한 주관적인 평가치를 산술 평균 낸 결과이다.

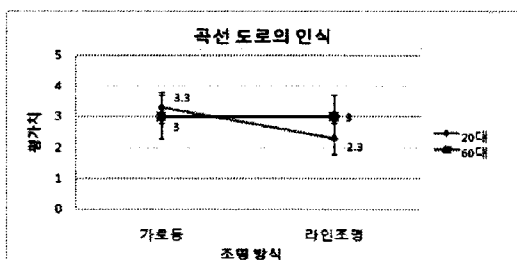


그림 10. 심리적 평가 결과

그림 6의 생리적 평가 결과와 비교해 보면 결과가 일치하는 것을 알 수 있다. 20대의 경우, 가로등 조명 방식에서 전방 도로의 형태와 반경을 인지하는 것이 더 용이했던 것으로 평가하였다. 난간에 설치된 조명 방식에서는 20대보다는 60대가 정답율이 높았으며, 주관적인 평가치도 더 높게 부여한 것을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 현재 개발 중인 LED 도로조명기구에 의한 조명 방식의 선형유도 성능을 평가하고자 기존의 가로등 조명 방식과의 비교 평가 시험을 수행하였다.

평가 시험 결과를 토대로 본다면, 선형유도 성능은 가로등이 더 좋은 것으로 나왔다. 모든 피험자들이 기존의 가로등 조명 방식에 익숙해져 있기 때문인 것으로 판단된다. 하지만, 피험자들 간의 정답을 편차는 가로등의 경우가 더 크게 나왔으며, 실질적인 정답율의 차이는 두 가지 조명 방식에서 크게 차이가 없다고 볼 수 있다.

새로운 조명 방식의 도로조명기구에 대한 이질감이나 낮선 도로 환경에 대한 부적응이 결과에 영향을 주었을 것이다. 실제 조명기구가 도로에 설치되고 난 후, 동일한 시험을 수행해본다면 또 다른 결과를 얻을 수도 있을 것이다.

본 논문에서는 직선 구간과 곡선 구간으로 이루어진 도로의 상황에서만 평가를 하였지만, 경사로나 분합류 등을 포함하는 다양한 도로 상황이라면 선형유도 측면에서 더 유리한 상황을 도출해 낼 수 있을 것이다.

본 연구는 국가교통핵심기술개발사업의 일환인 "다기능 라인조명시스템 기술 개발(3차년도)"의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (1) "Conception/design of lighting systems for urban traffic roads", Cornel BIANCHI, ILLUMINAT 2001, June 28-30, 2001
- (2) "옵티컬 가이드(Optical guidance)", 이진우, 한국조명전기설비학회지, 특집:도로와 터널조명
- (3) "A two-point visual control model of steering", Perception, 2004, volume 33, p.1233~1248
- (4) "Public Lighting", J.B. de Boer, 1967, Philips Technical Library, p.86