

터널의 시각 순응을 위한 시설 디자인 연구

Design of Facilities for Enhancing Visual Adaptation to Tunnel

주 저자 : 최병욱

서울과학기술대학교 NID 융합대학원

Choi, byubgwook

Seoul National Universty of Science and Technology

교신 저자 : 김창현

서울과학기술대학교 NID융합대학원 교수

Kim, Changhyun

Seoul National Universty of Science and Technology

공동 저자 : 이미애

아이라이트

Lee, Mi-ae

i-light

공동 저자 : 정승호

용인송담대학

Chung, Seung-ho

Yong-in Songdam College

1. 서론

- 1-1. 연구 목적 및 배경
- 1-2. 연구 범위 및 방법

2. 이론적 배경

- 2-1. 암순응과 명순응
- 2-2. 블랙홀, 화이트홀 현상
- 2-3. 시각 순응 시설의 의의
- 2-4. 방식에 따른 순응 시설
- 2-5. 국내·외 사례 조사

3. 디자인 범위 및 제시

- 3-1. 디자인 범위
- 3-2. 디자인 안 제시
- 3-3. 시뮬레이션 검토
- 3-4. 최종디자인 안

4. 결론 및 추후과제

참고문헌

요약

우리나라에는 지형적 여건상 도로에 많은 터널이 있다. 그런데 운전자가 터널을 지날 때 외부 밝기와 터널 내부 밝기의 차이로 인해 시각적 충격을 느끼게 되고 그러한 시각적 충격은 안전한 운행을 어렵게 만들며 이는 사고와 직결될 수 있는 단서를 제공한다. 따라서 운전자의 안전한 운행을 위해 터널 입구부와 출구부에 자연광을 활용한 시각 순응 시설물을 설치하여 시각적 충격을 없애도록 해야 한다.

본 연구에서는 터널 입·출부에 시각 순응 시설을 설치할 것을 제안함으로써 운전자의 안정성 향상을 도모하고자 한다. 순응 시설물을 사용하면 자연광을 활용하여 에너지 사용량을 감소시킬 수 있기 때문에 인공조명 기구의 시설비 및 유지 보수비용의 절감을 가져올 수 있다. 나아가 단순한 입구부의 모양으로 운전자들에게 지루한 느낌을 주고 주위의 자연경관과 부조화를 이루어 전체적인 자연경관을 저해하는 요소가 되는 현재의 터널 입구부의 외형 디자인을 개선하여 운전자의 시환경을 개선하는 효과를 기대할 수 있을 것이다. 따라서 현재 터널의 시환경에 관련된 문제점을 조사, 인지하고 분석하여 대체방안을 모색하고 보다 안전한 주행이 가능한 시각 순응 시설 및 자연경관을 고려한 순응 시설의 외형 디자인을 제시하는 것이 본 연구의 목적이다. 이에 세 가지 타입의 순응 시설물 디자인 작업을 실시하였으며 최종적

으로 시뮬레이션 검토를 통하여 하나의 모형을 선정하였다.

(주제어)

터널, 시각 순응, 디자인

(Abstract)

Korean roads have many tunnels, due to the unique topography of the country. The difference in brightness within the tunnel and outside the tunnel is so great that the driver may experience a visual shock, which impairs his/her driving abilities and lead to devastating accidents. So for the safety of the driver, visual adaptation facilities, using natural light, need to be installed at the entrance and exit of tunnels in order to eliminate sudden visual impacts on the driver. This research proposes the use of visual adaptation facilities at the entrance and exit of tunnels to enhance driver safety. Also the use of natural light will contribute to energy conservation and save maintenance costs, compared to using artificial lightings. Furthermore, the simple designs of conventional tunnels were dull and did not blend in with the natural surroundings. Improvements to the openings of tunnels will enhance the drivers' visual intake. Thus, the objective of this research is to examine, derive, and analyze problems related to the visual aspect of tunnels and suggest the exterior design of visual adaptation facilities that enhances safety and takes into account the natural environment. for the construction of facilities that would enhance visual adaptation, three types of design were tested, and a final review of the simulation model that was adopted was performed

(Keyword)

Tunnel, Visual Adaptation, Design

1. 서론

1-1 연구목적 및 배경

우리나라 경제의 바탕이 되는 수출입 물류의 원활한 운송과 일반 차량의 증가 등의 이유로 새로운 도로의 건설이 진행되고 있다. 이에 따라 우리나라 지형에 맞는 터널의 건설 역시 증가되고 있다. 하지만 터널은 그 중요도에도 불구하고 여러 가지의 문제점을 가지고 있다. 현재의 터널에서 발생하는 시각적 환경의 문제점 즉, 고속으로 주행 중인 차량들이 터널에 진입할 때 터널 외부의 밝기와 터널 안의 밝기 차이로 인하여 순간적으로 발생하는 시각 불능 현상과 터널을 통과하면서 조도의 급격한 단계 변화로 인하여 인지성이 떨어져 안전주행의 저해요소를 가져오는 현상 및 터널을 빠져나갈 때 발생하는 야외 휘도와의 격차에 의한 시각 충격 현상 등 운전자의 안전과 직결되는 부분에서 많은 문제점들이 나타나고 있다. 또한 단순한 입구부의 모양은 운전자들에게 삭막함을 느끼게 하고 주위의 자연경관과 부조화를 이룸으로써 전체적인 자연경관을 저해하는 요소가 된다. 따라서 이러한 문제점을 분석하여 대체방안을 모색하고 보다 안전한 주행이 가능한 시각 순응 시설 및 자연경관을 고려한 디자인을 제시하는 것이 본연구의 목적이다.

1-2 연구범위 및 방법

본 연구는 자연광을 이용한 터널 시각 순응 시설 디자인의 제안을 목적으로 한다. 세부 내용으로는 기본적인 시각 순응에 대한 개념과, 순응 시설의 필요성 및 현재 국내·외의 순응 시설의 사례 등을 확인하며 이를 바탕으로 터널 순응 시설물의 디자인안을 제시한다. 터널 순응 시설물의 디자인은 시설물의 일차적인 목적인 주행자의 안정성을 고려한 형태를 유지하며 다음으로 별다른 형태적인 특징이 배제된 현재의 터널부 입구에 시각적인 요소를 배치하도록 하여 주변의 경관과 어울릴 수 있는 형태를 가지도록 한다.

시각의 순응은 시간과 비례하며 이는 주행 거리와 비례하게 된다. 같은 속도로 운전한다는 조건에서는 순응 시설물의 연장이 길수록 순응이 용이하게 된다. 하지만 본 연구는 터널이라는 한정된 도로시설물에서 활용이 가능한 순응 시설물의 디자인 제안을 목적으로 하기 때문에 시설물의 연장을 정해 디자인 범위를 설정하도록 하였다.

연구 방법으로는 첫째, 현 터널조명의 문제점 인

식 및 순응 시설의 개념에 대한 기초 조사를 실시하며 둘째, 조형적 요소를 가진 터널 순응 시설의 디자인을 실시한다. 셋째, 도출된 디자인 안에 대하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 실질적인 순응효과를 테스트한다.

[표 1] 연구 방법

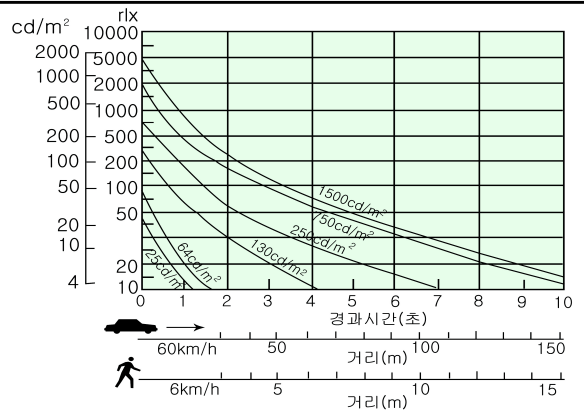


2. 이론적 배경

2-1 암순응과 명순응

암순응이란 밝은 곳에서 어두운 곳으로 들어갔을 때, 처음에는 보이지 않던 것이 시간이 지남에 따라 차차 보이기 시작하는 현상을 말하며, 명순응이란 반대로 어두운 곳으로부터 밝은 곳으로 갑자기 나왔을 때 점차로 밝은 빛에 순응하게 되는 것을 말한다. 예를 들어 우리가 영화관에서 영화를 보고 밖으로 나왔을 때 처음에 잘 보이지 않다가 시간이 어느 정도 지나면 정상적으로 보이게 된다. 마찬가지로 운전자가 터널지역을 운행할 때 터널 내부의 휘도와 터널 외부의 야외휘도 격차로 인하여 시각불능현상이 발생되는데, 밝은 곳에서 어두운 곳으로 진행시는 암순응이 발생하며, 반대의 경우에는 명순응이 발생한다.

[표1] 시력을 저하시키지 않고 어둡게 할 수 있는 한계



2-2 화이트홀, 블랙홀 현상

이러한 현상은 터널을 통과할 때도 나타나는데 운전자가 터널로의 진입할 때 외부 밝기와 터널 안의 밝기 차이로 인하여 나타나는 현상을 블랙홀 현상이라 하며, 또한 운전자가 터널 안에서 밖으로 나갈 때 나타나는 현상을 화이트홀 현상이라 한다.

[그림 1] 화이트홀과 블랙홀 현상



화이트홀 현상



블랙홀 현상

2-3 시각순응시설의 의의

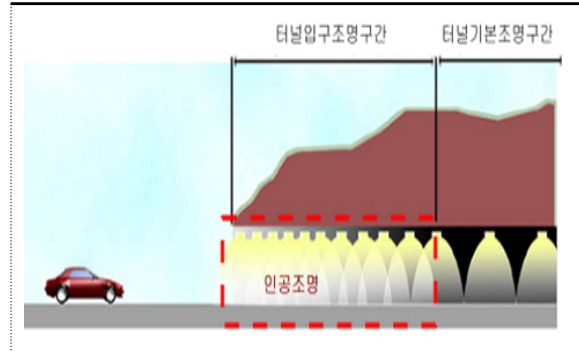
시야가 급격히 어두워지거나 또는 반대로 밝아지면 할 때에는 일시적이거나 물체의 인지능력이 저하한다. 이것은 눈의 휘도 순응이 명도 변화에 충족하지 못하기 때문이다. 터널 안의 조명에서 특히 문제가 되고 있는 것은 터널 출입구 부분의 조명이다. 눈의 휘도 순응에 따라서 명암 변화를 완만하게 하는 수법을 완화조명이라 한다. 이는 차량의 도로 주행시 터널 진입 시점에서 운전자의 원활한 시각적 환경에 의한 안전운전을 위하여 설치되는 시설물이다. 이러한 조명을 위한 시설을 시각 순응 시설이라 한다.

2-4 방식에 따른 순응 시설

현재 거의 모든 터널에서 사용되고 있는 순응방식

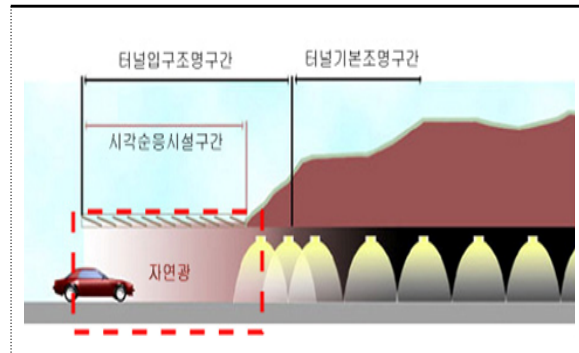
은 인공조명을 활용한 방식이다. 터널 입구 부분에 집중 조명을 설치함으로 시각 순응이 가능하도록 되어 있다. 이러한 방식의 터널 순응 시설은 자연광을 활용한 것에 비해 상대적으로 순응 효과가 높지 않으며 많은 조명을 설치하는 방식이기 때문에 전력의 소모가 크다. 또한 등기구의 파손 등으로 인하여 교체가 필요할 때 별도의 비용이 소모된다.

[그림 2] 인공광을 활용한 순응방식



자연광을 이용하는 방식의 터널 순응 시설물은 기존의 인공광을 활용한 시설보다 순응 효과가 높으며 또한 그린에너지인 자연광을 사용함으로써 별도의 전력이 필요 없기 때문에 효율성 측면에서 활용도가 높다. 따라서 자연광을 이용하면 친환경적인 방식을 통한 도로환경의 개선이 가능하며 녹색발전의 실질적인 방법으로 제시가 가능하다.

[그림 3] 자연광을 활용한 순응방식



2-5 국내·외 순응 시설 사례

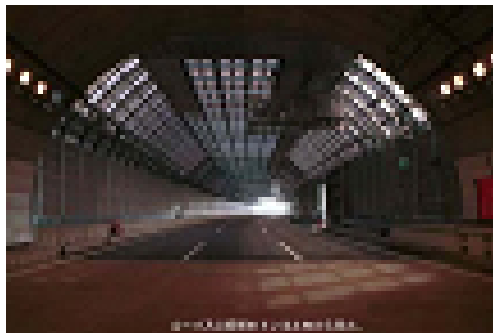
둔내터널은 우리나라 최초로 순응 시설을 설치하여 설계된 터널이며, 눈이 많이 오는 지역의 특성상 적설량을 고려하여 상부 곡선을 크고 넓게 하여 제작되었기 때문에 입구부의 휘도가 낮은 편이다.

[그림 4] 국내 둔내터널의 순응시설



무자터널의 순응 시설은 갱구부에서 고가 다리위에 설치된 연장 220M의 자연광을 이용한 터널 조명 시설이다. 도로의 터널 출입구에 인접한 반 지하도로에서 발생하는 소음에 대한 대책과 조명설비의 절약 등을 목적으로 한 시설물이다.

[그림 5] 일본 무자터널의 순응시설



3. 디자인 범위 및 제시

3-1 디자인 범위

서두에서 언급한 것처럼 시각 순응이란 시간과 비례하며 이는 시설물의 거리와 비례하게 된다. 또한 터널의 위치와 주변도로 환경 및 여건 등에 따라 그 길이에 차이가 발생할 수 있기 때문에 본 연구에서는 터널 입구 부 순응구간의 앞부분 50M만을 외부의 시각 순응 시설물로 제한하였고, 이를 바탕으로 순응 시설의 디자인을 하였다. 터널 입구부에 시각 순응 시설물을 설치하여 자연광을 활용해 적절한 휘도를 유지하여 암순응의 효과를 완화시켜 시각 충격 현상을 줄이며 주변의 자연경관과 조화를 꾀하여 전체적으로 도로 환경의 개선을 가져올 수 있는 조형성을 강조하였다.

3-2 디자인 안 제시

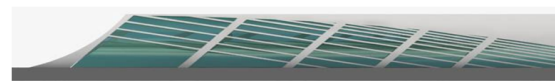
실질적인 디자인 작업을 통해 터널 순응 시설물의 외형을 디자인하였으며 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 실효성을 검토하였다.

[그림 6] 디자인 안 제시

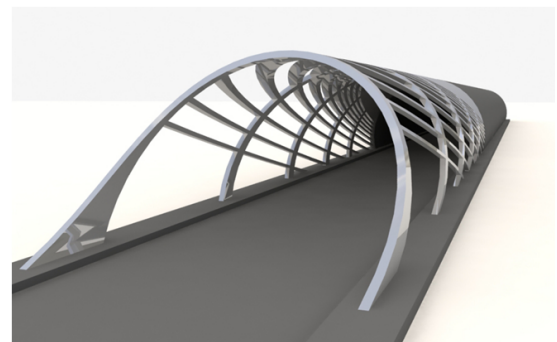
A 안



Front

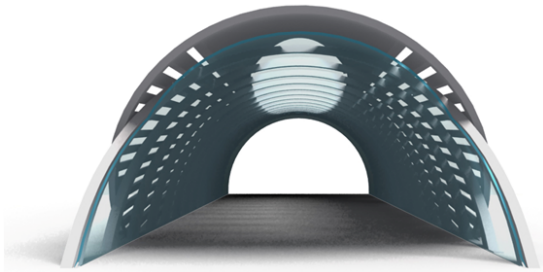


Side

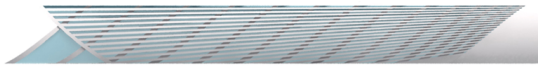


Perspective

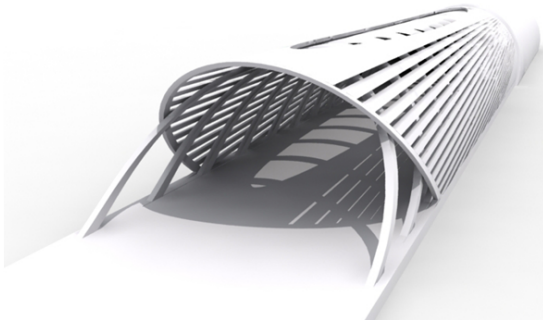
B 안



Front

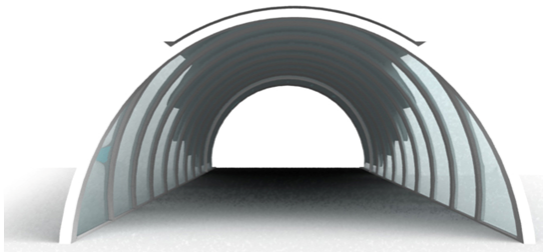


Side



Perspective

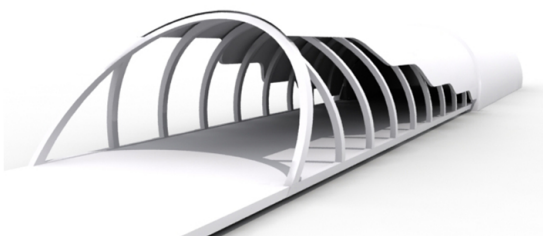
C 안



Front



Side



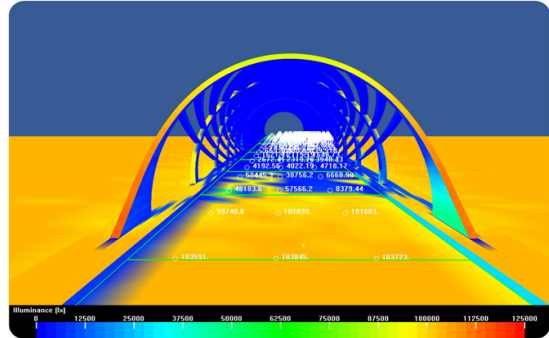
Perspective

3-3. 시뮬레이션 검토

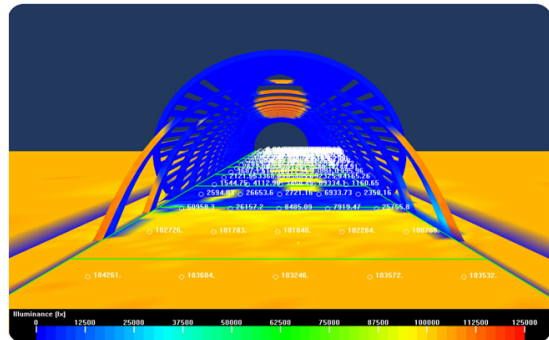
도출된 디자인 안에 대한 실효성 검증을 위해 조명 설계프로그램(light escape ver3.2)을 이용하여 시뮬레이션 검토를 실시하였다. 이를 통해 디자인 안에 대한 정확한 조도 분포도를 얻을 수 있었으며 실질적인 설계 적용에 대한 가능 여부를 확인할 수 있었다.

[그림 7] 시뮬레이션 테스트

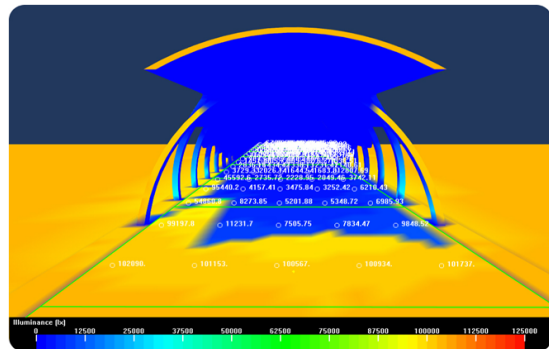
A안



B안



C안

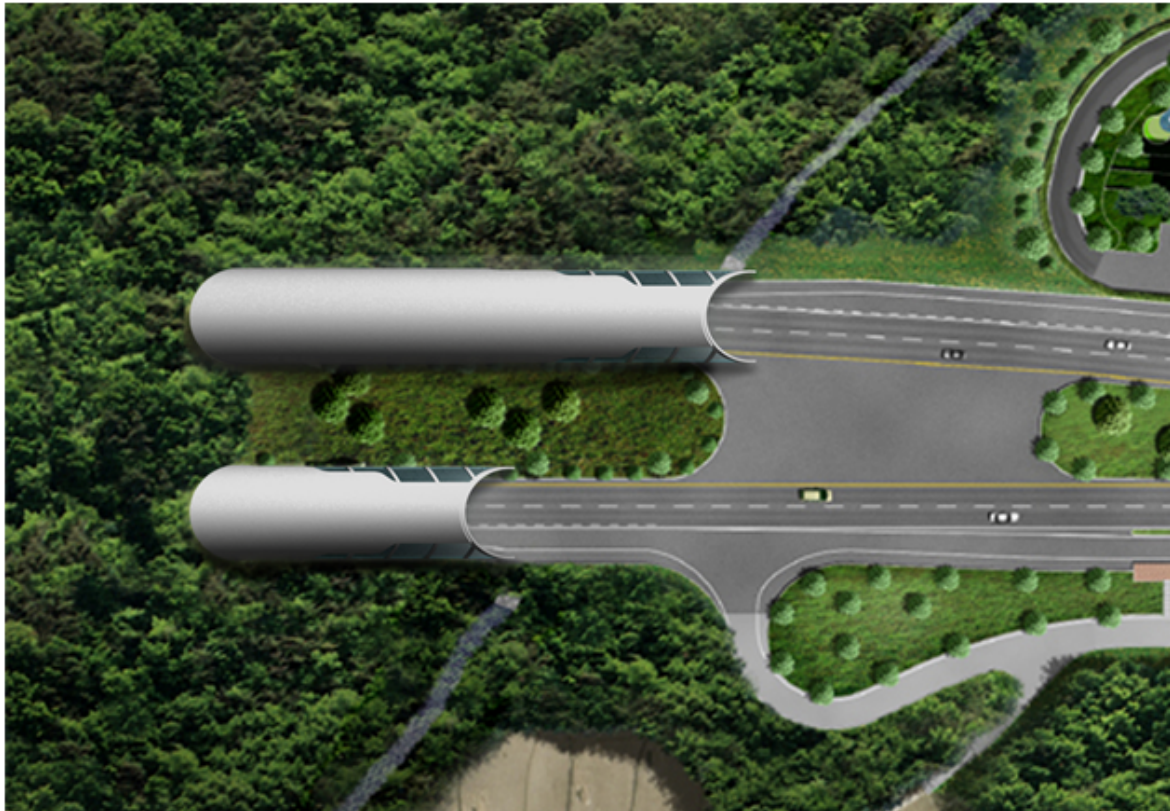


시뮬레이션 결과 A안과 B안은 순응 시설 내부에 자연광으로 인해 바닥에 열룩이 지는 현상이 나타났으며 C안은 그러한 문제가 발생하지 않음을 확인 할 수 있었다.

3.4. 최종 디자인 안

최종적으로 선정된 디자인 안을 통해 설치된 이미지를 제작하였다.

[그림 8] 디자인 안 적용 이미지



4. 결론 및 추후과제

본 연구에서는 실질적인 순응 시설의 역할을 할 수 있는 시설의 디자인을 위하여 인간이 감지할 수 있는 순응의 시간과 길이를 산정해서 디자인에 반영시켜 보았다. 세 가지 형태의 디자인을 실시하였으며 기본적으로 순응의 개념을 인지하여 점층적으로 자연광이 들어드는 디자인을 실시하였다. 세 가지 디자인 안 중 세 번째 디자인 안이 다른 것에 비하여 순응 시설 내부 노면균제도가 우수하게 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 첫째, 터널 주행시 발생하는 운전자의 불편한 시환경을 개선할 수 있게 되었고 둘째, 터널 진출입시 발생하는 직사광 영향에 의한 시각불능 현상을 감소시킬 수 있었으며, 셋째 실험데이터를 적용하여 디자인을 제시함으로써 기능적인 측면만이 아닌 주위 환경과의 조화를 이룰 수 있는 조형성을 가진 시설물을 제안 할 수 있게 되었다. 이러한 결과를 통해 제시된 디자인 안이 단순한 순응 시설로서의 역할뿐만 아니라 주위의 자연경관과의 조화를 가지는 조형미를 가지는 필수적인 시설물이 될 수 있을 것으로 기대한다.

향후 연구로는 주위의 자연경관과 조화를 이룰 수 있는 순응 시설물의 디자인뿐만 아니라, 운전자의 감성도 함께 고려한 순응 시설물의 연구가 필요함을 밝혀둔다.

참고문헌

- 조명데이터북, 세진사
Lighting Handbook, 북미조명학회
조명의 생리 57호, 일본조명학회
이미애, 고속도로 터널의 시각순응시설, 조명,전기설