

국도유출부 안전진단을 위한 시선유도시설의 유형별 기능검토

A Study on Function of the Delineation System by Pattern for Safety Audit on Road Exit Ramp

금 기 정* 김 홍 상** 민 경 태*** 양 계 승****
 Kum, Ki Jung Kim, Hong Sang Min, Kyeong Tae Yang, Gye Seung

Abstract

Currently, road mobility improved from the National Road Improvement. Nevertheless delineation system is facility that enhanced driver's safety, that was set up often inconsistent or nonexistent over the road exit ramp So it judged functional investigation will be necessary. This study suggested setting type of the delineation system. That was based on a field study and reviews the legal standard of it and considering driver's cognition behavior. For the study, make a 3D-simulation and so could objectively a comparative test. Comparison variable between delineation setting type is selected conspicuity and visibility. Cased that illustrated characteristics of driver's visual cognition behavior. The experiment was used Eye Marker Recorder for measure the gaze frequency more quantitatively and objectively. And used the ANOVA analysis for significance testing between delineation setting type. A significant percent of the conspicuity analyzed type5 (Safe mark, Obstacle Sign, Warning Light, and Tubular Marker) in road exit ramp for recognize. And gaze frequency that measure of effectiveness of visibility are measured. On the analysis result, the visibility was significance difference between delineation setting type and visibility of type5 was best.

Keywords : *delineation, visibility, conspicuity, visual cognition characteristic, gaze frequency, 3D-simulation*

요 지

현재 국도개량사업으로 국도의 이동성이 향상되었으나 유출부에 설치된 도로안전시설인 시선유도시설은 일관성 없이 설치되거나 미설치된 경우가 많다. 유출부의 시선유도시설은 유출부의 안전성을 높이는 시설임에도 불구하고 각 유출부마다 서로 다른 유형으로 설치되어 그 기능적 검토가 필요할 것으로 판단하였다. 이에 본 연구에서는 현장조사를 통하여 조사된 시설유형별로 설치기준의 적합성을 검토한 후 운전자 인지특성을 고려한 효과적인 시설유형을 제시하고자 하였다. 이를 위하여 3D-시뮬레이션을 개발하여 보다 객관적인 비교실험을 수행하였다. 시설유형 간 비교변수는 운전자 인지특성을 대변할 수 있는 현저성, 시인성으로 선정하여 시설유형에 대한 각각의 특성실험을 수행하였으며 인지 특성변수로 채택된 시인성의 실험에 대한 피 실험자의 측정오차를 줄이기 위하여 초점기록계(Eye Marker Recorder)를 이용하여 실험함으로써 보다 정량적이고, 객관적인 주시빈도를 측정할 수 있었다. 각각의 측정 변수들에 대한 시설유형 간 유의성을 검증하기 위하여 분산 분석으로 검토하였다. 그 결과 현저성은 시설유형 간 유의미한 차이를 나타냈으며, 유출부를 인지하는데 안전표지, 장애물표지, 시선유도등, 시선유도봉이 설치된 시설유형이 가장 유리한 것으로 평가되었다. 또한 시인성의 효과적으로 주시빈도를 측정된 결과 시설유형 간 유의미한 차이를 알 수 있었으며, 현저성과 동일한 시설유형이 설치되었을 때 유출부를 인지하는데 유리한 것으로 평가되었으며 전체적인 결과를 종합하여 볼 때 안전표지, 장애물표지, 시선유도등, 시선유도봉의 시설이 가장 유리한 것임을 알 수 있었다.

핵심용어 : *시선유도시설, 인지반응, 3D-시뮬레이션, 현저성, 시인성, 주시빈도*

* 정회원 · 명지대학교 교통공학과 교수
 ** 정회원 · 명지대학교 교통공학과 교수
 *** 명지대학교 교통공학과 박사과정
 **** 명지대학교 교통대학원 박사과정



1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

국도 연결로는 감속, 분류, 안전확인 등 매우 다양한 운전행태가 이루어지는 지점으로 운전자의 안전에 대한 주의가 필요한 곳이다. 따라서 이 지점에서의 원활하고 안전한 운전행태를 위해서 적합한 도로구조(선형) 및 접근관리와 도로조건에 따른 문제를 보완하기 위하여 여러 가지의 시선유도시설을 설치하여 운영하고 있다.

이런 시선유도시설은 도로이용자에게 선형이나 교통상황에 대한 정보를 사전에 전달하여 주어진 도로환경 조건에서 도로이용자가 안전한 운전행태가 이루어지도록 함으로써 사고를 예방하고 사고 발생시 피해정도를 감소시키는 기능을 담당한다.

현재 설치 및 운영되고 있는 시선유도시설은 넓은 의미로 교통관리시설과 교통안전시설로 구분되며, 2002년 6월 개정된 “도로안전시설 설치 및 관리 지침(시선유도시설 편)”에 설치 위치와 규격 등 물리적인 부분을 규정함으로써 설치 및 운영되고 있다. 또 유출부에 설치된 시설은 교통관리시설로 도로안전표지와 교통안전시설로 시선유도등이 있으며 시인성 증진 안전시설로는 장애물표적표지, 시선유도봉 등이 있고 이러한 시설물은 어느 지점에서든 통일적이고 효과적으로 정보를 줄 수 있도록 설치 운영되어야 한다.

그러나 현재 진행중인 국도개량사업은 국도의 이동성은 향상되었으나 유출부에 설치된 시선유도시설은 일관성 없이 설치되거나 미설치된 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 기존 유출부에 설치된 시선유도시설을 대상으로 운전자 관점에서 인간공학적인 접근을 통하여 시설유형별로 인지 특성을 실험하여 설치된 각 시설 유형간 기능적 검토를 수행하여 효율적인 시설설치 유형을 파악하는데 연구의 주 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 현장조사를 바탕으로 현재 국도 유출부에 설치된 시선유도시설의 설치 유형을 사전에 조사, 분석하여 총 5가지 유형의 실험 대상으로 선정하였다.

본 연구의 수행 방법은 시선유도시설에 대한 기본적인 연구를 통해 시선유도시설의 개념 및 기능을 파악하고, 문헌검토 및 현장조사를 통한 설치 기준 및 각 시설의 기능을 검토하였다. 또한 운전자의 정보습득이 주로 시각을 통해 인지되는 점에 착안하여 운전자의 시각행태에 대한 기존연구의 고찰을 통하여 이론적 연구를 수행하였다.

그리고 실제 도로에서의 평가에 대한 위험성 및 실험 조건의 비동일성에 대한 문제점을 보완하면서 다양한 조건에서의 실험 및 동일한 장면과 조건을 재현할 수 있도록 3D시뮬레이션을 개발하여 보다 객관적인 비교실험을 수행하였다. 인지특성 요인과 실험 대상간의 비교변수로서 현저성과 시인성을 선정하여 동일조건에 대한 주-야간별로 구분하여 실험을 수행하였다.

비교변수인 현저성의 측정을 위하여 피실험자에 의한 설문조사를 실시하였으며, 시인성의 효과적도인 주신빈도의 객관적이고 정량적인 측정을 위하여 초점기록계를 이용하였다.

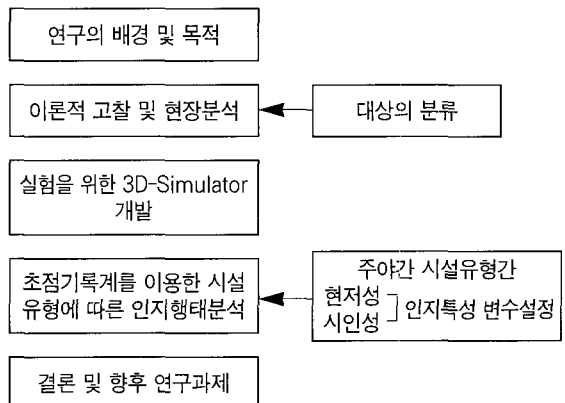


그림 1. 연구의 흐름도



각각의 측정 변수들에 대한 시선유도시설 간의 유의성을 검증하기 위하여 분산분석으로 검토하였으며, 주·야간의 유의성 검정은 독립표본 t-검정을 실시하였다. 이에 본 연구의 수행절차는 그림 1과 같다.

2. 이론적 고찰

2.1 시선유도시설에 관한 검토

국도 연결로 중 유출부에 설치되어 있는 시선유도시설의 종류는 교통관리시설과 도로안전시설로 구분할 수 있다.

교통관리시설은 도로의 교통안전과 원활한 교통소통을 위하여 도로이용자에게 필요한 여러 가지 정보를 제공하는 시설로서 유출부에 설치되는 시설의 종류로는 안전표지가 있으며, 도로안전시설은 교통상황 또는 지형상황, 노선상황에 따라서 도로이용자의 사고위험을 경감시켜 사고예방 기능을 가지는 시설로서 시선유도시설과 시인성 증진 안전시설이 이에 포함된다.

유출부 시선유도시설의 종류 및 설치관련 근거를 살펴보면 다음과 같다.

표 1. 유출부 시선유도시설의 설치 관련 근거

구 분	시설명	법규·기준	비 고
교통관리 시설	안전 표지 (지시표지)	-도로교통법 제4조 -도로교통법 시행규칙 제3조 제2항	각 시설은 혼용되어 설치됨
도로 안전 시설	시선 유도 시설	-도로안전시설 설치 및 관리 지침 (시선유도시설 편) 2002.6	
	시인성 증진 안전 시설	-차량방호 안전시설 성능 기준개선연구 최종보고서, 건설교통부, 2001.7	

2.2 운전자 시지각에 대한 기초이론

시선유도시설은 그 특성상 운전자의 시각에 의존하며, 운전자에게 인지되는 외부 정보 중 교통통제시설(Traffic Control Device, TCD)에 의한 교통정보로 구분할 수 있다.

TCD는 주행 경로에 영향을 줄 수 있어 운전자에게 지대한 영향을 미치며 이와 관련한 주요 논점은 모두 거리와 관련된다. 이에 대한 운전자 정보 처리 과정은 다음과 같다. : i) 시계 내에 있는 물체를 감지하고(detect), ii) 표지, 신호등, 시선 유도 표지, 방호울타리 등과 같은 교통통제시설로 인식하며(recognize), iii)판독 또는 정체 파악이 가능하며(legible or identifiable) 그 결과 이해하고 행동에 옮긴다. 아래의 그림 2는 TCD 정보 처리 모형을 나타낸 것으로 영향을 미치는 많은 관련 변수들이 표시되어 있다. 이 부분에 대한 연구 자료는 풍부한데, TCD 목표 값은 운전자의 선입관적 기대와 사용에 달려 있다(건설교통부, 1999).

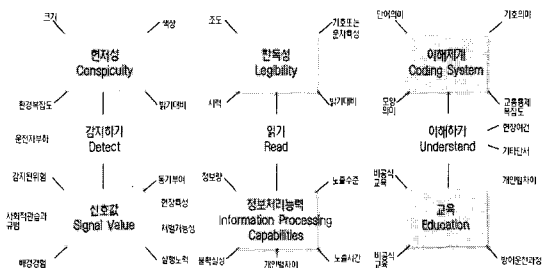
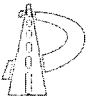


그림 2. 교통통제 시설에 대한 운전자 정보처리 과정도 (TRB SR 165, 1997)

현저성(conspicuity)은 광원이나 피사체가 눈에 띄는 정도로서 감지단계에 관여한다. 시인성(visibility)은 “보일 수 있는 상태”로서, 어떤 사물이 얼마나 잘 보여질 수 있는지를 나타내는 척도이다. 운전자에게 제공되는 도로표지나 각종 안전시설 등이 의미하는 정보가 운전자에게 제대로 전달되기 위해서는 이러한 시설에 필요한 적정 시인성을 확보하는 것이 가장 중요하기 때문에 정보처리 과정의 감지



와 인식 판독에 관여하는 척도로 활용된다.

이에 본 연구는 시선유도시설의 기능검토를 위하여 도로안전시설에 대한 운전자 정보처리 과정에 근거를 두어 “현저성” 과 “시인성”을 효과적으로 삼았다.

3. 현황자료 수집조사 및 3D시뮬레이션 개발

3.1 조사구간 시설물 현황 및 대상선정

본 연구를 위하여 국도 개량사업 실시로 이동성과 안전성이 향상된 도로 중 유출부에 대한 시선유도시설이 일관성 없이 설치되거나 미 설치된 경우가 많아 이에 대한 대책이 필요할 것으로 판단되는 국도 17호선(이천↔안성구간)을 대상으로 현장조사를 실시하였다. 그 결과 총 22개소의 유출부 중 시선유도시설 미설치 지점 8개소, 사설간판 설치지점 3개소로 조사되어 전체 유출부의 절반이 설치된 시설물이 없거나 사적인 시설물이 설치된 것으로 조사되었다.

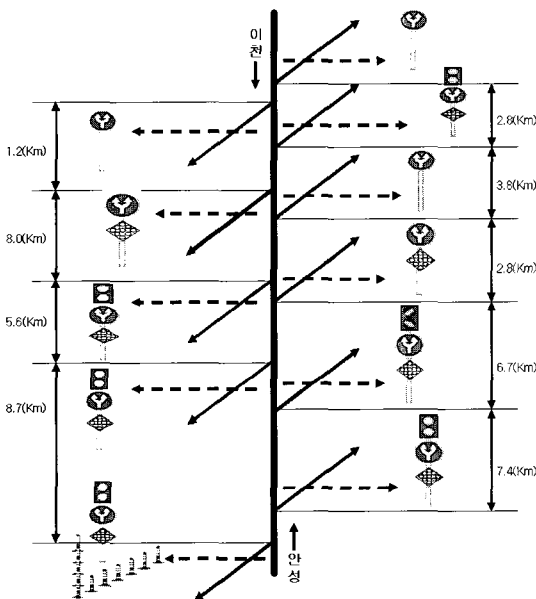


그림 3. 국도 17호선(이천↔안성구간) 유출부 시선유도시설 설치 현황도

현장 조사를 바탕으로 유출부에 설치된 시선유도시설 중 각 기준에 맞게 설치된 시설을 분류한 결과 표 2와 같이 5가지의 유형으로 분류 가능하였다. 분류된 설치유형을 살펴보면 도로교통법에 따라 안전표지가 기본적인 시설로 설치되어 있으며, 시인성을 향상시키는 시설이 추가적으로 설치된 형태를 취하고 있는 것으로 조사되었고, 시선유도등의 경우는 운전자에게 방향을 지시하는 경우와 그렇지 않은 경우로 분류되어 설치되어 있다.

표 2. 유출부 시선유도시설 대상 분류

내 용	설치된 개소		합 계	내 용	설치된 개소		합 계
	안성 → 이천	안성 ← 이천			안성 → 이천	안성 ← 이천	
시설 1 	1	2	3	시설 4 	1	0	1
시설 2 	1	1	2	시설 5 	1	1	1
시설 3 	2	2	4	: 안전표지 : 장애물 표적표지 : 시선유도등 (방향없음) : 시선유도등 (방향없음) : 시선유도등			

3.2 3D시뮬레이션 개발 및 특성

1) 3D시뮬레이션 개발 목적

시선유도시설의 유형별 기능검토를 위한 동적 상황의 운전자 시지각 특성실험 방법으로는 실제 도로에서의 실험평가와 모형을 통한 평가가 있다. 그러나 현장에서 직접 실험하는 것은 매우 위험하고 각 시설을 교환하면서 상호간의 유의성을 검증하는 것은 현실적으로 곤란하다.

따라서 본 연구가 내포한 다음과 같은 특성으로 3D 모형을 이용한 실험이 유용할 것으로 판단하였다. ①시지각 반응에 의존하는 연구이자 속도나 주·



야별로 영향을 모두 고려해야 하는 실험으로서 본 연구에서 범위로 정하고 있는 국도 유출부상의 현장실험은 위험성을 내포하며, ②동일조건의 기하구조상에 실험 대상의 설치 및 변화가 어렵다는 점 등을 고려하여 운전자 시야에 미치는 동적인 운전상황을 재현한 3D시뮬레이션을 개발하였다.

본 연구를 위한 3D 시뮬레이션은 현재 사용되고 있는 3차원 툴(tool)중에 가장 호평을 받고 있는 3D-Studio-MAX 5.0을 사용하여 제작하였고 보다 현장감을 주기 위하여 현재 사용되고 있는 실체의 사진을 통하여 그 재질감을 표현하였으며 실물의 크기와 모양을 그대로 반영한 수치로 제작하였다.

2) 3D시뮬레이션 환경조건

3D 시뮬레이션의 배경은 국도 17호선상의 현황을 표현하기 위하여 왕복 4차로의 제한속도 80km/h의 지방부 국도로 설정하였다. 따라서 주변환경은 경관적 요소가 포함된 산과 들판으로 하였으며, 도로의 선형적 조건으로 경사가 없는 직선구간으로 선정함으로써 기하구조에 의한 시각적 영향요소를 최대한 배제하였다. 유출부 시선유도시설에 대한 운전자의 반응만을 추출하고자 시선유도시설 이외의 조건은 현실의 설치 및 운영상의 조건과 동일하게 설치하였다.

도로조건으로는 각 차로당 차로폭 3.5m, 측방 여유폭 1.5m로 설계하였으며, 중앙분리대로 콘크리트 재질의 중앙 방호울타리를, 우측 노변 방호울타리로 가드레일을 설치하였다. 유출부의 형태는 직접식으로 설치하였으며, 각각 설치된 가드레일과 중앙분리대 위에는 야간의 시선유도를 위한 시선유도표지를 50m 간격으로 설치하였다. 가드레일과 중앙분리대의 제원은 지침을 따라, 가드레일의 높이는 0.8m, 중앙분리대의 높이는 1m로 설치하였다.

또한 현장감을 높이기 위하여 도로주변에 가로수를 적절히 배치하고 주변 차광들은 승용차로 구성하였으며, 주변 환경에 의한 영향을 배제하기 위하여 추월차량이 없도록 하였다. 속도는 제한속도인

80km/h로, 주간과 야간 모두를 구현하였고 교통상태는 양호한 상태에서 전방의 교통상황에 의한 여파가 미치지 않는 구간으로 속도변화는 없는 것으로 가정하였다.

위와 같은 환경으로 설정하여 제작된 시뮬레이션의 초기 스틸 화면은 다음과 같다.



그림 4. 주·야간시의 시뮬레이션 초기스틸 화면

4. 초점기록계를 이용한 인지반응 특성 실험

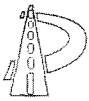
4.1 인지반응 특성요소 측정방법

1) 현저성

시선유도시설은 안전표지가 기본적인 시설로 설치되어 있으며, 시인성을 향상시키는 시설이 추가적으로 설치된 형태를 취하고 있는 것으로 조사된 바, 한 개의 시설이 설치되는 경우도 있지만 여러 개의 시설이 복합적으로 설치된 경우에 따라 운전자의 인지적 차이가 발생할 수 있다.

현저성은 광원이나 피사체가 주변과 대비되어 운전자의 눈에 띄는 정도로서, 각 시설이 주변과 대비되어 얼마나 눈에 잘 띄는가에 대한 정도를 의미하므로 본 연구에서는 각 시설 유형별 운전자가 느끼는 현저성에 대한 설문조사를 통하여 그 정도를 파악하였다.

실험의 진행 방법은 피실험자에게 3D-시뮬레이션을 보여준 후 눈에 띄는 정도를 5점 척도법(Likert Scale)을 사용하여 ①매우 나쁨, ②나쁨, ③보통, ④좋음, ⑤매우 좋음)으로 구분하여 선택하여 판단하게 하였다.



2) 시인성

시인성은 관측자가 얼마나 멀리서 시선유도시설을 인식할 수 있는지를 나타내는 척도로서 각각의 시선 유도시설은 운전자에게 적절한 시인성을 확보해야 하기 때문에 시인성의 효과적도로서 주시빈도를 채택하였다. 신용균의 “노년층 운전자의 시지각 및 운전행동”에서의 정보에 대한 실험에서는 운전자의 시인성이 높을수록 많은 주시빈도가 측정되는 결과도 출되었는데 이는 운전자의 시인성이 높을수록 운전자는 먼 거리로부터 인지해야 하기 때문에 주시빈도가 많이 나타났다고 해석하였다.

따라서 본 실험에서는 운전자의 주시행태를 조사, 분석할 수 있는 초점기록계를 사용하여 주시빈도를 측정하였다.

초점기록계(안구 운동 측정 장치)는 눈 운동과 전방의 시야를 촬영하는 카메라 시스템 및 비디오 기록 장치, calibration용 컴퓨터 장치 등이 조합으로 이루어져 있으며 시각 활동에 관한 다양한 자료(교통 상황 변화에 대한 시각활동 속도, 시각이 집적도, 분포형태, 분포각도 등)를 파악할 수 있는 기기이다.

실험방법은 피실험자에게 실험용 고글을 착용시킨 후 calibration을 통하여 실험 전 준비과정을 거친 후 3D 화면을 보는 것으로 진행되며, 취득된 데이터를 이용하여 상대적 주시빈도(시선유도시설 응시빈도/전체빈도)를 측정함으로써 기존의 실험에 대한 신뢰성과 객관성 문제를 극복하였다.

4.2 조사 방법

피실험자 집단구성은 면허 소지 후 6개월 이상의 운전경력을 가진자로 양안 시력 0.7~2.0의 20대의 연령대 10명으로 구성하였다.

평가를 위한 화면은 세로: 가로 비를 1:1.6의 비율(일반인의 시각=60도:100도)로 조정하고 스크린에 의한 조사의 경우 가장 현실감을 반영할 수 있도록 하기 위하여 Sheppard(1989)의 삼각함수 공식에 의하여 계산된 거리 2.4m에서 평가하였다.

한명의 피실험자는 초점기록계의 아이카메라를 착용한 후 총 10가지의 시나리오(시설유형 5가지×주간, 야간)를 경험하게 되며, 각각의 시나리오로 구성된 시뮬레이션을 보는 것과 동시에 초점기록계는 피실험자의 주시 빈도를 측정하고, 하나의 시나리오가 끝난 후 설문조사를 통하여 현저성을 측정하였다.

5. 실험결과 분석

5.1 현저성 분석결과

1) 분산분석 결과

실험결과는 5점 척도(Likert Scale)를 이용한 설문조사 결과로서 2개 이상의 여러 모집단의 모평균을 비교하는데 널리 사용되고 있는 분산분석(ANOVA)을 이용하였으며, 그 절차는 다음과 같다.

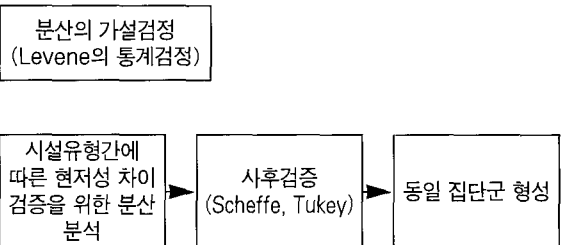


그림 5. 분산분석의 수행절차

가설검정을 위하여 분산의 동질성 검정을 수행하였으며, 사후검정으로 Tukey 검정법과 Scheffe 검정법을 이용하여 다중비교(Multiple Comparison)를 실시하였다. 또 각 시설유형간의 주·야간에 영향을 받는지를 확인하기 위하여 주·야간 변화에 대한 독립표본 t-검정도 실시하였다.

이에 각 시설유형에 대한 현저성의 반응 결과를 살펴보기 위하여 2가지 집단(주간, 야간)에 대하여 분산분석을 실시한 결과 시설유형 간 현저성에 대한 유의성을 확인할 수 있었다.

각 시설유형간 주·야간 평균간의 차이를 검증한



표 3. 각 시설유형에 따른 현저성의 분산분석결과 ($\alpha=0.05$)

구분	제공합	자유도	평균 제공	F	유의 확률	분산 분석 결과	
주간	집단간	90.693	4	22.673	58.708	0.000	=
	집단내	58.000	145	0.386			
	합계	146.693	149				
야간	집단간	75.467	4	18.867	41.117	0.000	=
	집단내	66.653	145	0.459			
	합계	142.000	149				

결과 유출부를 가장 명확히 나타낼 수 있는 시설유형 순으로는 시설5>시설4>시설3>시설2>시설1인 것으로 나타났다. 그러나 주간 사후검정 결과 시설1과 시설2, 시설3과 시설4는 동일 집단군으로 분류되었으며 시설5만이 다른 집단으로 분류되었다. 즉 시설1과 시설2, 시설3과 시설4는 각각 시설간의 현저성에 대한 차이가 없는 것으로 나타났고 시설5유형의 현저성이 좋다고 평가되었다(시설5>시설4=시설3>시설2=시설1).

야간 사후검정 결과 시설4는 시설3, 시설5와 각각 동일 집단군을 형성하였는데 이는 시설3과 시설5의 시선유도봉 유·무에 따른 피 실험자의 인지적 차이로 인하여 각각 다른 집단군을 형성한 것으로 판단되었다. 따라서 야간시 현저성에 대한 시설유형은 시설5와 시설4가 가장 좋다고 평가되었다(시설5=시설4>시설3>시설2=시설1).

표 4. 각 시설유형에 따른 현저성 사후검정 결과

구분	주간	야간
동일 집단군	시설1=시설2	시설1=시설2
	시설3=시설4	시설3=시설4
	시설5	시설4=시설5

2) 주·야간 비교 결과

각 시설유형에 대한 주·야간 변화시 현저성의 차이를 살펴보면 전반적으로 주간보다 야간에 현저성이

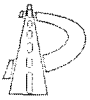
높았으며, 각각의 시설유형에 대한 주·야간 시설유형의 차이에 대한 독립표본 t-검정(independent-sample t-test)결과 표 5와 같았다.

표 5. 각 시설유형에 대한 주·야간 t-검정

구분	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정			
	F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차
시설1	0.004	0.947	-0.375	58	0.709	-0.00
시설2	0.147	0.703	-0.889	58	0.378	-0.17
시설3	1.753	0.191	-3.938	58	0.000	-0.60
시설4	3.393	0.071	-3.723	58	0.000	-0.60
시설5	2.172	0.146	1.902	58	0.062	0.30

독립표본 t-검정을 위한 전제조건으로 분산의 동질성 검증을 위하여 Levene의 등분산 검정을 실시한 결과 각 시설유형의 유의확률은 시설1(0.947), 시설2(0.703), 시설3(0.191), 시설4(0.071), 시설5(0.146)로서 $\alpha=0.05$ 보다 크므로 시설별 주·야간에 대한 두 집단의 분산이 동일하다는 귀무가설을 기각할 수 없다. 따라서 분산이 동일하다는 가설을 받아들여 t-검정 결과를 이용하면 시설1(안전표지)의 유의확률은 0.709로 유의수준 5% 가정에 의한 귀무가설을 기각할 수 없어 주·야간의 현저성의 차이가 없는 것으로 나타났다. 시설2(안전표지, 장애물표적표지)와 시설5(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도 등, 시선유도봉)의 유의확률 또한 0.378, 0.062로 나타나 시설1과 같이 현저성에 대한 주·야간의 차이는 발견할 수 없었다.

반면 시설3(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도 등(지시가 없는 경우))과 시설4(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도 등(지시가 있는 경우))유형의 경우는 유의확률이 0.05보다 작은 것으로 분석되어 주·야간시의 현저성 차이가 있는 것으로 나타났다. 이에 따라 현저성에 대한 주·야간시의 평균차를 검토한 결과 야간시보다 주간시에 현저성이 0.6점 정도 감소하는 것을 알 수 있었다.



3) 종합결과

각 시설유형에 따른 현저성의 차이를 보면 주·야간 모두 시설1(안전표지)과 시설2(안전표지, 장애물표적표지)는 현저성을 통한 평가에서 나쁘다고 하는 반면 시설5(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등, 시선유도봉)는 상대적으로 좋다고 평가하였다.

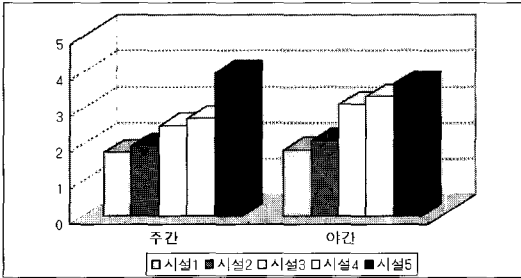


그림 6. 각 집단별 시설유형에 대한 현저성

이는 다른 시설유형에 비하여 시설5유형의 경우 운전자 시야에 쉽게 인지되기 때문인 것으로 파악된다. 주간인 경우 시설3, 시설4, 시설5와 시설1, 시설2의 차이는 시선유도등의 유무에 따른 차이를 나타낸 것이며, 특히 시설3(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등(지시가 없는 경우))과 시설5(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등, 시선유도봉)의 차이는 시선유도봉의 유무에 따른 것으로 시선유도봉이 있을 경우 운전자가 좀 더 명확하게 인지할 수 있는 것으로 분석되었다. 또한 시설간의 현저성의 차이는 주간시 만큼 크지 않았지만 야간시의 경우도 주간시와 비슷한 형태로 분석되었다. 따라서 운전자들이 인지하는 시설유형에 따른 현저성은 주·야간 모두 시설5(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등, 시선유도봉)가 가장 높게 평가되었으며, 시설3과 시설5의 비교 검토를 통하여 시선유도봉의 효과를 확인할 수 있었다.

5.2 시인성 분석결과

1) 분산분석 결과

피실험자로 하여금 초점기록계를 착용시킨 후 3D 시뮬레이션을 응시하게 하여 시설물에 대한 데이터

를 살펴보면 시설유형간에 아래의 그림 7, 8과 같은 주시빈도가 발생한다.

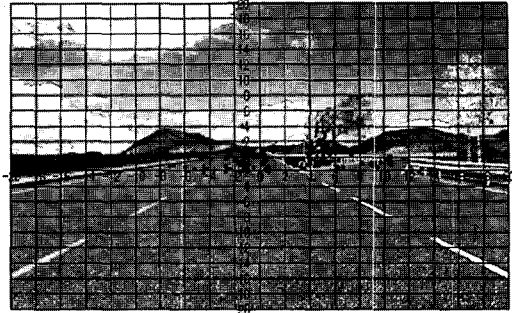


그림 7. 주간 주시빈도

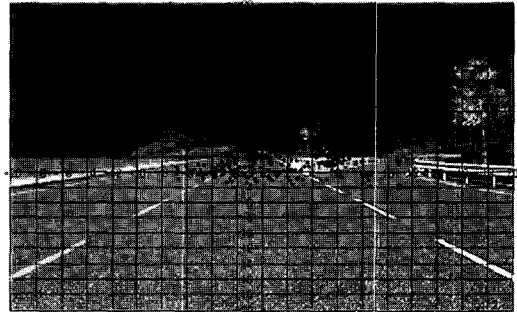


그림 8. 야간 주시빈도

위와 같은 주시빈도는 일반적으로 운전자들은 주행시 전방의 여러 경관이나 앞 차량 혹은 도로 시설물 등을 응시하며 대체적으로 넓은 시야를 확보하고 주행하다가 인지해야 하는 시설물이 나타났을 경우 그 시설을 감지하여 인식하고 판단하기 위하여 집중

표 6. 각 시설유형에 따른 현저성의 분산분석결과

($\alpha=0.05$)

구분	제곱합	자유도	평균 제곱	F	유의 확률	분석결과	
주간	집단간	9131.618	4	2282.905	43.219	0.000	=
	집단내	2376.959	45	120.083	2.273	0.093	
	합계	11508.58	49				
야간	집단간	13322.31	4	3330.577	75.747	0.000	=
	집단내	1978.642	45	43.970			
	합계	15300.99	49				



적으로 주시하기 때문에 나타나는 현상이다.

위와 같은 방법으로 취득한 주시빈도 데이터는 시설유형간 유의성 검증을 위하여 일원배치 분산분석을 사용하였으며, 분석과정은 현저성 분석과정과 동일하게 수행하였다.

각 시설유형 간의 시인성에 대한 유의성 분석 결과 각 시설유형 간의 주시빈도에 대한 유의확률이 0.05 보다 작은 것으로 분석되어 주·야간시 모두 각 시설유형별 시인성에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이에 사후검정을 실시하여 어느 시설 유형별 차이가 발생하는지를 검토한 결과 다음 표 7과 같았다.

주간은 경우 시설1과 시설2, 시설3과 시설4는 동일한 집단이며, 시설5(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등, 시선유도봉)만이 다른 집단으로 분류되어 시설유형간의 유의성이 확인되었으며, 야간의 경우는 시설4와 시설5가 동일한 집단을 형성함을 알 수 있어 이를 통하여 각 시설유형간 유의성이 검증되었다.

표 7. 각 시설유형에 따른 시인성 사후검정 결과

구 분	주 간	야 간
유의성	= (0.000)	= (0.000)
동일 집단군	시설1=시설2	시설1=시설2
	시설3=시설4	시설3=시설4
	시설5	시설4=시설5

2) 주·야간 비교 결과

각 시설유형별 주·야간의 변화에 따른 시인성의 차이의 발생여부를 파악하기 위하여 각 시설 유형별 주·야간시의 독립표본 t-검정을 실시하였다. 분석과정은 현저성의 주·야간 비교분석 과정과 동일하게 수행하였다.

각 시설유형에 대한 검정결과 시설3(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등(지시가 없는 경우))과 시설4(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등(지시가 있는 경우))만이 주·야간에 대한 주시빈도의 차이가

표 8. 각 시설유형에 대한 주·야간 t-검정

구 분	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정			
	F	유의 확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)	평균차
시설1	0.598	0.499	0.974	18	0.343	2.20
시설2	0.040	0.843	0.650	18	0.524	1.70
시설3	3.124	0.094	-2.722	18	0.014	-9.40
시설4	1.012	0.328	-2.497	18	0.022	-8.60
시설5	2.335	0.144	-0.058	18	0.954	-0.20

있는 것으로 분석되었다. 시설3(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등(지시가 없는 경우))은 주간보다 야간의 경우 주시빈도가 9.4% 증가하였으며, 시설4(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등(지시가 있는 경우))는 8.6% 증가한 것으로 파악되었는데, 이는 야간이라는 특성상 운전자의 시선이 집중되기 때문에 각 시설유형 중 시선유도등이 설치된 경우에 운전자가 시야에서 쉽게 인지할 수 있기 때문으로 보여진다.

3) 종합결과

각 시설유형에 따른 시인성 분석을 위한 시설유형별 상대적(시선유도시설의 응시빈도/전체빈도)주시빈도의 측정 결과 시설5(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등, 시선유도봉)가 52.1%로 가장 많은 주시빈도를 나타냈고, 시설1(안전표지)이 14.7%로 가장 적게 나타났다.

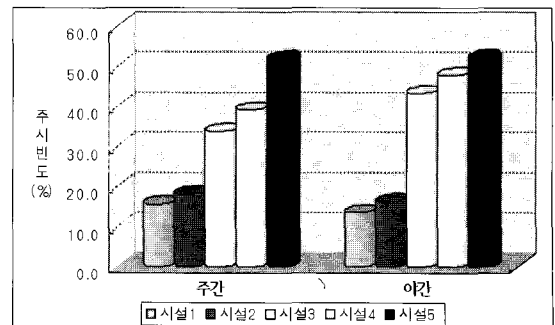
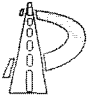


그림 9. 각 집단별 시설유형에 대한 주시빈도



시설유형에 따른 주시빈도 차이를 보면 주·야간 모두 시설1(안전표지)과 시설2(안전표지, 장애물표적표지)가 가장 낮게 나타났다. 반면 시설3(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등[지시가 없는 경우]), 시설4(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등[지시가 있는 경우]), 시설5(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등, 시선유도봉)는 높은 주시빈도를 나타내는 것으로 분석되어 시선유도등이 운전자의 시선을 집중시키기 것으로 파악되었다. 또한 주·야간시를 비교해 보면 야간이 전체적으로 높은 주시빈도를 나타내는 것으로 분석되었다. 이는 야간시 밝은 시선유도등에 주시분포가 집중되면서 이에 대한 주시빈도가 높아졌기 때문으로 분석되었다.

6. 결론

본 연구는 유출부 도로안전시설의 유형에 따른 운전자 인지반응 특성의 유의성을 판단하기 위하여 인지반응 특성요소로서, 현저성과 시인성을 추출하여 실험을 실시하였다.

우선 현저성의 실험결과 시설유형별 유의적 차이를 나타냈으며 시설5(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등, 시선유도봉)유형이 본 연구에서 분류한 5가지의 시설유형 중 유출부의 시선유도시설 중 가장 효과적인 시설 유형으로 분석되었다. 이는 안전표지만 설치하는 것 보다 운전자가 명확하게 인지할 수 있도록 시인성을 증진시키는 안전시설물을 갖추어 설치하는 것이 더욱 효과적임을 시사한다.

시인성 실험을 위하여 초점기록계를 이용한 주시빈도를 측정하였다. 취득한 각 시설별 주시빈도 데이터는 유의성 검증을 위하여 일원배치 분산분석법을 수행하였다. 그 결과 현저성 실험과 유사하게 시설유형별 유의한 차이를 발견할 수 있었다. 주·야간 모두 시설5(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등, 시선유도봉)가 다른 시설유형에 비하여 시인성이 높게 평가되었다.

따라서 시설유형의 인지특성 실험 결과 시설유형이 운전자의 인지특성에 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었고, 또한 시설유형별 그 기능적 효과를 알 수 있었다. 이에 시설5(안전표지, 장애물표적표지, 시선유도등, 시선유도봉)가 현재 사용되고 있는 유출부 시선유도시설 유형 중 그 기능이 가장 우수한 유형으로 판명되었다. 그러나 ①현재 시선유도라는 동일기능의 다양한 시설이 이중, 삼중으로 중복 설치되어(특히, 장애물 표적표지와 시선유도등) 기능이 낮은 시설이 불필요하게 되고, 예산 낭비가 되며, ②시선유도등이 가장 시인성이 높음에 따라 보다 중요한 기능의 안전표지(방향지시)의 시인 및 판독을 저해하게 되는 문제 ③또한, 유출부에 도로표지(방향표지)가 설치되어 본 시설이 유해되고 있음에 따라 본 연구의 결과를 토대로 시설5유형의 제한적 고려가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 현장조사의 어려움을 극복하기 위하여 3D시뮬레이션을 개발했지만 도로여건을 직선으로 구현했기 때문에 실제 현장의 종단경사나 평면선형을 고려하지 못했다. 따라서 현장과 동일한 실험을 위해서는 현장 도로조건을 고려한 실험도 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 건교부(2002.6), 도로안전시설 설치 및 관리지침(시선유도시설편)
2. 건교부(2000.3), 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침
3. 김용석, 노관섭, 강원의, 오병훈, 도로안전시설 설치 및 관리기준 연구의 현황 및 전망
4. 김정룡, 박종선, 이돈규(1994.4), 수도권 도로 교통표지판의 인지 공학적 평가 분석, Journal of the Ergonomics Society of Korea, Vol. 18, No.1
5. 도로교통안전협회(1996), 교통안전시설실무편람
6. 서울시(2000), 교통안전관련 도로 부속시설 설치·유지관리 지침



7. 이순철(1997), 운전자행동의 심리학적 연구, 심리 과학, Vol.6. No. 1 11-26
8. 이순철(1991), 운전자의 교통행동에 대한 비교 연구, 대한교통학회
9. 장덕명, 김윤지(1997), 교통안전시설 개선방안 정책 연구, 교통안전연구논문
10. 최기주, 최병운(2001), 도로표지 시인거리에 관한 연구, 대한교통학회지, 제19권 제4호
11. FHWA(1998), "Manual on Uniform Traffic Control Device(MUTCD)"
12. Sheppard, S.R.J(1989), Visual Simulation : A User's Guide for Architects, Engineers and Planners. New York, pp.185
13. Zwahlen, H.T.(1993). Eye scanning rules for driver: how do they compare with actual observed eye scanning behavior? in transportation research record 1403, TRB, National Research Council, Washington, D.C.

접 수 일: 2005. 9. 1
심 사 일: 2005. 9. 20
심사완료일: 2006. 9. 29