



# 인지거리와 측방위치를 이용한 시선유도시설의 설치방법에 관한 연구

## A Study on the Installation Method of Delineation System Using Detection Distance and Lateral Position

전우훈\*

조혜진\*\*

Jeon, Woo Hoon

Cho, Hye Jin

### Abstract

This study investigated the effects of delineation systems on drivers' maneuver and how the effectiveness of delineation system can be further improved according to the road geometry. The experiments were conducted to collect lateral placement data and detection distance data using GPS equipped vehicles. The main results are summarized as follows. Firstly, installing the delineation facilities on the roads helps drivers to recognize road alignment. Secondly, the detection distance is longer for delineators than for raised pavement marker in tangent section, while there is no difference in curve section. The chevron show the longest detection distance in the curve section, while the raised pavement markers showed no distinctive performance in terms of detection distance and lateral placement. Therefore, we can recommend install delineators in the tangent sections and chevrons in curve sections, based on the analysis results of effects of delineation facilities.

**Keywords :** *delineation system, detection distance, lateral placement, road safety facilities*

### 요 지

본 연구의 목적은 운전자의 행태를 통한 시선유도시설의 효과를 검증하고, 도로의 기하구조에 따라 어떤 시선유도시설의 효과가 우수한지에 대해 그 결과를 제시하고자 함이며, 이를 위해 GPS가 장착된 차량을 이용하여 시선유도시설의 인지거리와 측방이격 폭을 측정하였다. 실험결과 첫째로 야간에 운전자는 시선유도시설이 설치될 경우 도로선형 인지에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 둘째로 직선구간에서는 표지병보다 시선유도표지의 인지거리가 길고 곡선부에서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 갈매기표지는 곡선부에서 인지거리가 가장 큰 것으로 나타났으며, 표지병은 인지거리와 측방위치에서 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 직선부에서는 시선유도표지가, 곡선부에서는 갈매기표지의 설치가 권장된다.

**핵심용어 :** *시선유도시설, 인지거리, 측방위치, 도로안전시설*

\* 정회원 · 한국건설기술연구원 · 연구원

\*\* 정회원 · 한국건설기술연구원 · 책임연구원

## 1. 서론

자동차의 급격한 보급과 도로의 확장으로 인해 교통사고로 인한 인적 및 물적피해에 대한 문제가 지속적으로 대두되고 있다. 특히 야간에 발생하는 교통사고는 2006년에 발표된 2005년도 교통사고 통계분석에 의하면 전년도에 비해 17.4%가 증가하였으며, 야간 치사율이 주간에 비해 1.3배 정도 높은 것으로 분석되어 이에 따른 대비가 필요한 것으로 판단되고 있다. 야간의 안전주행을 위한 도로안전시설로는 조명시설이 있으나 설치 및 유지관리에 많은 비용이 들어 제한적인 반면 차량의 전조등에서 나오는 빛의 재귀반사를 이용하는 시선유도시설은 비용에 대비한 높은 효과로 인해 광범위하게 설치되어 운영되고 있다.

시선유도시설은 주·야간 운전시 운전자에게 도로의 끝 또는 도로의 선형정보를 용이하게 제공하여 안전하고 편안한 운행을 도모할 수 있는 시설물로서 차선을 보조하는 역할을 하며, 도로법 제3조와 도로법 시행령 제1조의3에 따른 도로부속물로서 시선유도표지, 갈매기표지, 표지병 등이 있고 시인성 증진 안전시설로는 장애물 표적표지, 구조물 도색 및 빗금표지, 시선 유도봉 등이 있다.

「도로안전시설 설치 및 관리지침」에 제시되어 있는 시선유도시설의 반사성능은 국외기준과 실내·외 실험을 통해 기준이 제시되었으나 재귀반사계수와 시인성과 관련된 평점을 부가하는 간단한 방법만으로 성능기준의 결정이 이루어져 각 시선유도시설이 실제 주행중에 운전자에게 인지되는 거리와 시선유도시설의 설치에 따른 효과 등에 대해서는 지금까지 검증되지 못하였다. 또한 해당 시설별로 설치방법이 제시되어 있어 유사한 성능의 시설이 중복되어 설치되고 있다.

따라서 본 연구에서는 현장실험을 통해 운전자에 대한 시선유도시설의 설치효과를 검증하고 각 시선유도시설의 특성을 분석하여 바람직한 설치방법을 제시하고자 한다.

## 2. 국외 시선유도시설 관련 연구

도로구간에 설치되는 시설에 대한 반사성능 및 인지성능에 대한 연구는 미국을 중심으로 꾸준히 지속되고 있다. C. R. Mercier(1995)는 FHWA에서 1993년에 제시한 경고, 규제, 안내표지에 대한 최소 재귀반사 요구값을 실험을 통해 검증하였다. 분석결과 거의 모든 표지에 대해 85% 이상의 운전자들이 표지의 재귀반사 수준을 적응하는 것으로 나타났으며 FHWA에서 제시한 값이 최소의 안전을 유지하는 것으로 결론을 제시하였다.

Molino(2003)은 특정 구간에 표지병을 설치하였을 때 얼마만큼의 노면표시의 휘도가 감소하여도 운전자에게 동일한 시선유도 성능을 유지할 수 있을 것인가를 인지거리를 통해 알아보려 하였다. 이전의 Zwahlen과 Schnell(1998)의 연구에서는 표지병이 설치되지 않은 노면표시와 표지병이 설치된 노면표시의 비가 0.54~0.55라는 결과를 제시하였었는데, Molino의 연구에서는 표지병의 휘도가 High일때 종전의 연구에서 0.54~0.55의 값의 절반정도인 0.21~0.23을 제시하였다. 이 결과는 높은 휘도의 표지병을 설치하였을 때 노면표시의 휘도성능이 약 78% 감소해도 무리가 없다는 것을 의미하는 것을 결론으로 제시한 것이다.

Zwahlen(1995)은 오하이오주의 교통관제시설 매뉴얼(MUTCD)와 연방정부의 매뉴얼에서 규정하고 있는 중앙선의 strip에 대한 이격거리 및 폭 등의 결정을 위해 여러 가지의 시료에 대한 주행시의 인지거리를 측정하여 각 시료의 성능을 평가하였다. 분석결과 strip의 간격을 최소 0.05m에서 0.2m까지 증가함에도 운전자의 시인성이 증가하지 않는다는 것을 결론으로 제시하였다.

Shepard(1990)는 공사구간의 시선유도시설로서 콘크리트 방호벽 위에 설치되는 점등형 경고등(steady-burn lights)과 주황색과 흰색으로 구성된 빗금표지의 효과를 차로에서의 차량 위치(vehicle placement)로 비교 분석하였다. 또한 공사구간의

차로감소를 유도하는 기존의 노면표시와 표지병의 효과를 비교 분석하였다. 분석결과 panel의 설치차량위치의 분석에서 점등형 경고등을 설치했을 때 보다 최소한 같거나 우수한 것으로 나타났으며 도로 선형의 일시적인 변화를 유도하는 시설로 표지병을 설치하는 것을 결론으로 제시하였다.

이와 같이 국외에서는 도로표지와 노면표시 등에 대한 기준을 개정할 시에 효과평가를 시행하고 그 결과를 반영하고 있으며 시선유도시설의 경우는 새로운 시설의 도입을 위해서는 기존의 시설과 비교하는 연구가 계속되고 있다. 그러나 국내에서는 시설의 도입과 설치에 대한 기준을 국외의 결과만을 인용하는데 그치고 있는 실정이다. 특히 실제 도로구간에서 운전자가 시설의 설치에 따라 어떻게 주행행태가 변화하는지, 즉 시설의 효과검증에 대한 연구는 미흡하였다. 이에 따라 본 연구에서는 운전자가 각 시설의 설치에 따라 어떠한 주행행태를 보이는지에 대해 분석하고자 한다.

### 3. 시설 평가방법론

시선유도시설의 효과를 평가하는 방법은 사고율의 증감에 의한 방법과 차량의 순응도 평가방법을 들 수 있다. 이 중 사고율의 증감에 의한 방법은 도로구간의 안전성을 나타내는 척도로 가장 적합하나 단일구간의 사고자료의 수가 적은 관계로 시선유도시설의 설치와의 연관성을 찾기는 매우 어려우며, 또한 교통사고는 여러 가지의 복합적인 요인으로 발생하게 되므로 직접적인 상관관계를 밝혀내기는 상당히 어렵다.

이러한 이유로 사고율을 대신하여 차량의 순응도 평가방법으로 차량의 주행속도와 측방위치(lateral placement)를 분석하여 시설의 효과를 평가하는 방법이 널리 이용되고 있다. 이 중 차량의 주행속도에 의한 평가방법은 곡선부의 경우 차량이 곡선부 진입시에 직선부의 속도보다 낮은 속도를 유지한다면 이는 운전자가 곡선부를 인식하고 속도를 저감했

다는 것을 가정할 수 있으며, 차량이 기존 속도를 유지해서 곡선부에 진입하였다가 중간부분에서 제동을 하여 속도가 감소하게 되면 이는 곡선반경이 운전자가 가정했던 것보다 그 이하의 값이었다는 것을 보여준다.

측방위치에 의한 평가방법은 운전자가 직선부와 곡선부에서 도로의 가장자리를 따라 어느정도의 여유폭을 가지고 주행하는가를 측정하여 안전성을 평가하는 방법이다. 본 연구에서는 시선유도시설의 효과평가방법으로 측방위치에 의한 평가방법을 선택하였다. 측방위치가 직선부와 곡선부에서 어떤 행태가 안전성이 높은 것인지에 대한 판단은 다소 어렵다. 따라서 본 연구에서는 야간 주행실험에 앞서 주간 주행실험을 시행하였으며, 주간 측방위치를 일반적인 도로구간의 측방위치로 가정하였고 이를 기준으로 시설의 효과를 평가하였다.

측방위치에 의한 효과평가와 함께 본 연구에서는 시설의 성능평가 척도로서 각 시설의 인지거리(detection distance) 개념을 적용하였다. 인지거리는 시설이 설치된 위치로부터 운전자가 시설을 인지한 위치간의 거리이며, 국외에서는 Zwahlen(1995) 등이 새로운 시선유도 관련 시설의 평가방법에 널리 쓰이고 있다. 그림 1은 인지거리와 측방위치의 개념을 설명하고 있다.

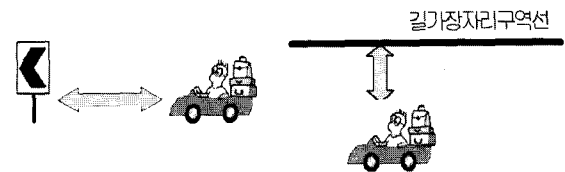


그림 1. 인지거리와 측방위치 개념

본 연구에서의 대상시설은 지침에 규정되어 있는 시선유도시설 중 시선유도표지와 갈매기표지. 표지병에 대해 인지거리를 측정하였다. 이를 통해 지금까지는 반사체의 반사성능만으로 시설의 성능을 제시하였으나 실제 주행 중에 운전자가 시설을 인지하는 거리를 분석함으로써 현장에서 적절한 성능을 보이



는지의 여부를 판단하고 각 시설별 특성을 분석하고  
자 하였다.

## 4. 실험계획 및 실험

### 4.1 실험목적

본 실험의 목적은 첫 번째 시선유도시설의 효과를  
검증하기 위해 차량의 측방위치를 수집하는 것이며,  
두 번째는 각 시설의 설치에 따른 운전자의 인지능력  
과 반응행태를 파악하기 위해 시설에 대한 운전자의  
인지거리와 차량의 측방위치를 수집하는 것이다.

### 4.2 실험개요

현장 실험은 인지거리와 측방위치의 측정을 위해  
GPS가 장착된 차량을 이용하였다. 실험에 사용된  
구간 연장은 총 1,236m이며, 측방위치의 측정을 위  
해 시점과 종점을 포함하여 14개 지점의 위치정보를  
수집하였다. 조명시설은 대상구간의 특성에 따라 고  
려되지 못하였다.

### 4.3 실험구간

본 실험을 시행하기 위해 필요한 실험구간 조건은  
다음과 같이 설정하였다.

- ① 피실험자가 적정한 속도(최대 80kph)를 유지  
할 수 있어야 함.
- ② 기하구조의 특성을 분석하기 위해 직선부와 곡  
선부가 연결되어야 함.
- ③ 본 실험을 위해 설치되는 시료 외에는 유사한  
시설이 설치되어 있지 않아야 함.
- ④ 피실험자의 안전을 위해 다른 차량의 간섭이 없  
어야 함.

이러한 조건을 만족시키기 위해 도로안전시설이

설치되지 않은 개통직전의 일반국도 구간을 다음과  
같이 선정하였다.

- 실험장소 : 일반국도 47호선 신설공사구간(경기  
도 포천시 일동면 기산리~도평리)
- 실험구간 : 직선구간 - 곡선구간  
(R=500m) - 직선구간

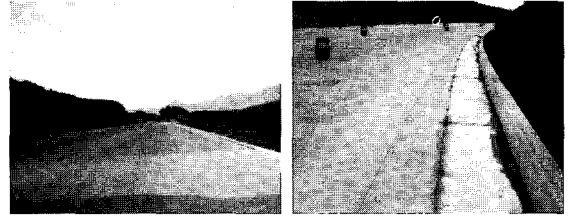


그림 2. 실험 대상구간 전경

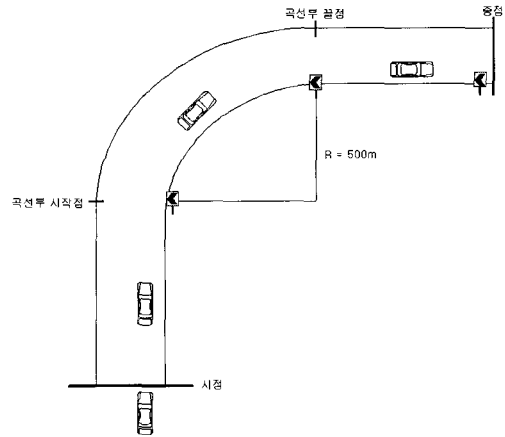


그림 3. 실험 대상구간 개요도

### 4.4 실험대상 시설 및 설치위치

시선유도시설 중에서 도로의 선형을 유도하는 시  
선유도표지, 갈매기표지, 표지병을 본 실험의 대상시  
설로 선정하였다. 각 시료는 「도로안전시설 설치 및  
관리지침」에 규정되어 있는 반사성능에 적합하도록  
제작하였다. 또한 야간 실험시에 설치높이 등도 지침  
의 규정에 맞게 설치하였으며, 설치간격은 인지거리  
측정시에 실험자의 혼돈을 방지하기 위해 규정보다  
일정간격 이상으로 이격하였다. 시료의 설치위치는



본 연구의 목적인 도로의 기하구조에 따른 각 시선유도시설의 우수성을 판단하기 위해 곡선부에서는 시작점과 끝점에 각 1개씩, 그리고 직선부에 1개를 설치하였다.

#### 4.5 피실험자 구성

피실험자는 양안시력 0.7 이상이고 운전경력이 2년 이상을 기준으로 선정하였다. 실험에 참여한 피실험자는 총 10명이며 남녀 운전면허 소지비율과 근접하게 하기 위해 남자 6명 여자 4명으로 선정하였다.

#### 4.6 실험 장비

운전자가 시선유도시설을 인지하는 위치와 차량의 측방위치를 조사하기 위해 GPS가 탑재된 도로영상수집차량을 이용하였다(그림 4 참조).

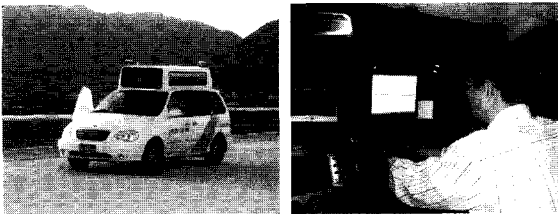


그림 4. 실험 장비 및 운영 모습

도로영상 수집차량에는 위치정보획득장비(GPS/INS 통합 센서), 영상획득장비(CCD, Frame Grabber), 동기화 장비(외부 컨트롤러)외에 영상저장 및 처리 컴퓨터, 인버터, 차량용 발전기 및 전원 시스템 등이 탑재되어 있다. GPS 안테나는 신호 수신율의 용이성과 위치정보의 정확도에 영향을 주는 GPS 기선 길이에 대한 다양한 실험을 하기 위하여 기선 길이를 가변으로 하기 용이한 차량의 상층부에 탑재하도록 설계되어 있다. GPS의 데이터에 대한 오차를 줄이기 위해 기준점에서 측정된 데이터에 포함된 오차와 기준점으로부터 떨어진 위치에서 실측한 데이터에 동일한 오차를 적용하여 보정하는 방식인 DGPS(Differential Global Positioning

System)을 적용하였다. DGPS의 정확도(RMSE 오차)는 X-Y축으로 2cm, Z축으로 3cm이다.

#### 4.7 실험방법

측방위치의 측정목적은 야간에 운전자가 시선유도시설이 설치되지 않았을 때와 설치되었을 때의 측방위치를 측정하여 일반적인 주행과 어떤 차이점을 보이는지를 분석하여 시선유도시설의 효과를 평가하고자 함이다. 측방위치는 GPS 차량이 주행함에 따라 측정된 좌표값으로 측정되며, 평가를 위한 측방위치의 기준을 마련하기 위해 피실험자들은 주간에 GPS 차량으로 실험구간을 평소 주행행태로 주행하였다. 야간실험은 시선유도시설이 설치되지 않은 상태에서 주행실험과 각 시선유도시설이 설치된 상태에서의 주행실험으로 구분되어 시행되었다. 인지거리를 위한 시료의 설치는 시점에서부터 620m 떨어진 곡선부 시작점에 시료 1을 설치하였고 곡선부가 거의 끝나는 지점인 824m 지점에 시료 2를 설치하였으며, 종점 바로 직전 지점에 시료 3을 설치하였다.

인지거리 측정은 개별 시설별로 피실험자의 실험을 시행하였고, 피실험자는 시료가 인지되면 옆 좌석의 실험보조원에게 인지했음을 알리고 실험보조원은 그 지점을 GPS 좌표로 저장하여 시료에서 인지지점까지의 거리를 계산하였다. 차량의 운행궤적은 총 14개 지점에서 측정되었으며, 도로구간의 길가장자리구역선과 차량과의 거리를 산출하여 시설의 효과를 평가하였다. 본 논문에서는 '측방이격폭'으로 정의한다.

### 5. 실험결과 분석

#### 5.1 시선유도시설의 효과 분석

시선유도시설이 실제 주행 중에 운전자에게 영향을 미치는지를 알아보기 위해 3가지 시선유도시설이 설치되지 않았을 때(야간 1)와 설치되었을 때(야간 2)에 대한 실험을 시행하고, 측정된 3개의 시설에 대한

표 1. 측정지점별 평균 측방이격 폭(단위 : m)

| 구분  | 직선부  |      |      |      |      | 곡선부  |      |      |      |      |      |      | 종점   |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|     | 시점   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |      |      |
| 주간  | 1.83 | 1.95 | 2.55 | 2.73 | 2.70 | 2.47 | 2.38 | 2.10 | 1.90 | 1.93 | 1.97 | 2.07 | 2.08 | 0.33 |
| 야간1 | 2.01 | 1.90 | 2.61 | 2.93 | 3.08 | 2.97 | 3.12 | 3.05 | 2.88 | 2.87 | 2.86 | 3.12 | 3.01 | 0.43 |
| 야간2 | 2.08 | 2.23 | 2.66 | 3.04 | 2.91 | 2.79 | 2.65 | 2.38 | 2.32 | 2.37 | 2.43 | 2.62 | 2.92 | 0.41 |

지점별 전체 평균 측방이격 폭의 결과를 분석하였다.

표 1을 보면, 처음 출발지점에서는 측방이격 폭이 주간과 야간 1, 야간 2에서 큰 차이를 보이지 않으나 직선부가 지속되다가 곡선부로 접어들면서 뚜렷한 측방이격 폭의 차이를 보인다. 측방이격 폭은 주간이 가장 낮게 나타나고 있으며, 야간 1의 경우 측방이격 폭이 가장 큰 형태를 나타내고 있다. 그러나 시설유도시설을 설치한 야간 2의 경우에는 주간에 보다 가

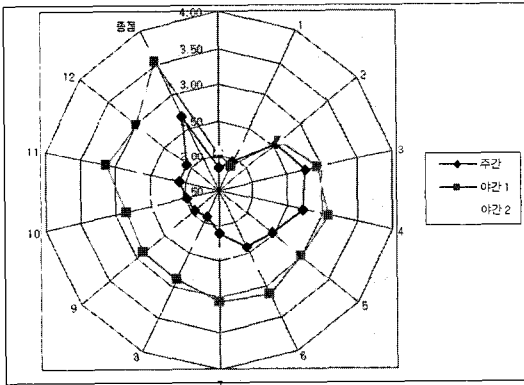


그림 5. 조건에 따른 측방이격 폭 비교

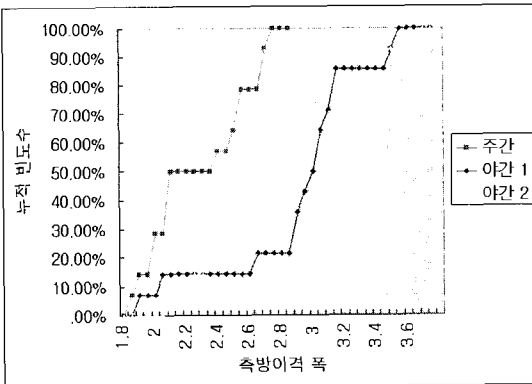


그림 6. 측방이격 폭의 누적분포

깝게 접근함을 알 수 있었다. 그림 5는 주간과 야간 1, 야간 2에서의 측방이격 폭을 도식화 한 것이며, 그림 6은 이를 누적분포로 표시하여 주행행태를 나타낸 것이다.

각 실험시기에 대한 측방이격 폭 값의 차이가 통계적으로 유의한지를 판단하기 위해 표 2와 같이 통계적 검증을 실시하였다. 표본크기가 작기 때문에 모집단의 평균에 대한 가설을 검증하기 위해 t분포(양측검정)를 이용하였다.

표 2. 통계적 분석 결과(유의수준  $\alpha=0.05$ )

| 통계 값 | 항목         | 주간   | 야간 1   | 야간 2  |
|------|------------|------|--------|-------|
|      | 자료수        | 14   | 14     | 14    |
|      | 평균         | 2.24 | 2.85   | 2.65  |
|      | 표준편차       | 0.33 | 0.43   | 0.41  |
| 분석결과 | 검정(t-test) |      | t값     | 기각역   |
|      | 주간-야간 1    |      | -5.910 | 2.160 |
|      | 주간-야간 2    |      | -6.214 |       |

분석결과, 주간과 야간 1, 야간 2의 집단간의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이런 결과를 바탕으로 본 실험에서 야간 1과 야간 2에서 산출된 측방이격 폭이 주간을 기준으로 어느 정도의 차이를 보이는지를 판단하기 위해 RMSE(Root Mean Square Error)를 사용하여 비교하였다. RMSE를 구하는 방법은 다음과 같다.

$$(RMSE) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_t [X(t) - \hat{X}(t)]^2}$$

여기서,

$N$  : 비교 평가되는 값의 개수

$\hat{X}(t)$  : 기준값(주간)

$X(t)$  : 실험값(시설 설치유무에 따른 값)

표 3. RMSE의 비교

| 모형   | 시설이 설치되지 않은 경우 | 시설이 설치된 경우 |
|------|----------------|------------|
| 통계량  |                |            |
| RMSE | 0.71           | 0.47       |



표 3을 보면 주간과 비교하여 시설이 설치된 경우 가 시설이 설치되지 않은 경우보다 오차가 적음을 알 수 있다. 따라서 야간에 시선유도시설이 운전자의 주행에 적정한 영향을 미치는 것으로 판단된다. 주간에 운행체적을 일반적인 형태라고 가정하였을 때 아무런 도로안전시설이 설치되지 않았을 때 운전자는 길 가장자리로의 접근을 기피하게 되어 이격거리가 증가하게 되나 시선유도시설을 설치한 경우에는 도로 선형의 인식이 용이하게 되어 측방이격 폭이 주간에 보다 접근함을 알 수 있다. 따라서 현재의 시선유도 시설은 운전자의 주행에 도움을 주고 있는 것으로 판단된다.

## 5.2 시선유도시설의 특성 분석

서론에서도 언급되었듯이 시선유도시설은 조명시설을 대신하여 운전자에게 도로선형의 인지를 용이하게 해주는 시설로서 직선부에는 시선유도표지와 표지병이 설치되고 있고 곡선부에는 갈매기표지가 추가되어 설치되고 있다. 현 지침에는 각 시설별로 설치방법이 규정되어 있어 많은 구간에서 각 시설이 중복되어 설치되어 운전자에게 혼란을 주고 있다. 따라서 본 연구에서는 시선유도시설 중 세가지 시설에 대해 인지거리와 측방위치를 측정하여 직선부와 곡선부에서의 각 시설별 특성을 분석하고 적정 설치방법을 제시하고자 하였다.

### 5.2.1 시설별 인지거리 분석

시선유도표지의 인지거리 실험은 각 시설별로 직선부와 곡선부를 포함하여 총 9회, 갈매기표지는 12회, 표지병은 21회를 시행하였다. 실험횟수가 각 시설별로 달라진 것은 실험현장의 특성과 각 시설의 설치기준 등을 근거로 하였으며, 특히 표지병의 경우는 시설의 크기가 작아 잘못된 인지를 할 가능성이 높아 실험횟수를 증가하였다.

각 시설별로 인지거리는 그림 7과 같이 갈매기표지가 가장 길고 표지병이 가장 짧은 것으로 나타났

다. 이를 다시 기하구조 형태로 구분해서 살펴보면 그림 8과 같다. 기하구조 형태는 직선부, 곡선부, 직선부로 구성되어 있으며 선형의 변환점인 곡선부가 그림 8에서 보여지듯이 시선유도표지의 경우 4~6지점이 해당되고 갈매기표지의 경우 5~8지점, 표지병의 경우 8~14지점이 해당된다.

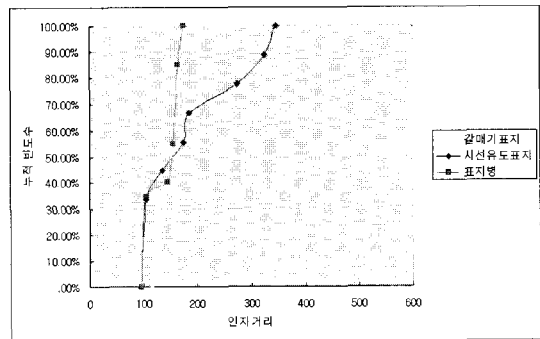


그림 7. 시설별 인지거리의 누적분포

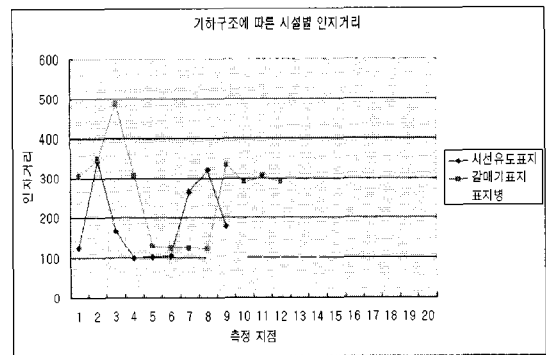


그림 8. 지점에 따른 시설별 인지거리

분석 결과 3가지 시설 모두 초반 직선부에서 긴 인지거리를 나타내다가 곡선부에서 짧아지고 다시 후반 직선부에서 길어지는 형태를 이루고 있는 것으로 나타났다. 이는 직선부의 경우 먼 거리에서도 시설이 인지되지만 곡선부의 경우에는 시거가 제약되는 선형의 특성으로 인해 시료에 근접할 때 인지가 가능하기 때문인 것으로 판단된다.

시설별로 인지거리를 분석해 보면 직선부와 곡선부가 거의 동일한 형태를 보이고 있는데, 갈매기표지가 가장 길고 시선유도표지, 표지병 순으로 인지거리



가 나타나고 있다. 특히 표지병의 경우에는 시선유도 표지, 표지병과 달리 인지거리에 큰 변화없이 일정한 수준을 나타내고 있다. 전체적인 인지거리의 수준은 직선부의 경우 반사체의 크기에 영향을 받은 것으로 보이며 곡선부는 거의 유사한 인지거리 수준을 나타내고 있다. 기하구조별로 시설의 인지거리를 비교하기 위해 표 4와 같이 평균 인지거리를 산출하였다.

표 4. 기하구조별 시설의 평균 인지거리(단위 : m)

| 기하구조 | 시설     |        |        |
|------|--------|--------|--------|
|      | 시선유도표지 | 갈매기표지  | 표지병    |
| 직선부  | 233.0  | -      | 158.86 |
| 곡선부  | 102.12 | 125.24 | 97.95  |

직선부에서 시선유도표지의 평균 인지거리는 233m로서 표지병의 128.86m보다 긴 것으로 나타났다. 직선부에서 시선유도표지의 최대 설치간격은 40m이고 표지병은 지방도로에서 13m 임을 감안할 때 시선유도표지와 표지병의 인지거리는 직선부에서 충분한 것으로 나타났다. 곡선부의 경우도 R=500m인 경우 시선유도표지의 설치간격은 22.5m이고 갈매기표지는 35m, 표지병은 6.5m임을 감안할 때 충분한 인지거리를 확보하는 것으로 나타났다.

따라서 직선부와 곡선부에서 각 시선유도시설의 인지거리는 충분한 것으로 나타났다. 또한 곡선부에서는 갈매기표지가, 직선부에서는 표지병보다 시선유도표지가 인지거리 측면에서 우수한 것으로 나타났다.

### 5.2.2 시설별 측방지점 폭 분석

주간과 비교하여 야간에 각 시설이 설치되었을 경우에 시설별로 얼마만큼의 효과를 보이는지를 파악하기 위해 시설별로 야간에서의 측방이격 폭을 비교하였다. 표 5는 시점에서부터 종점까지 각 시설별 측방이격 폭을 보여주고 있으며, 이를 누적 빈도수로 도식화하면 그림 9와 같다.

표 5. 시설별 측방이격 폭(단위 : m)

| 구분  | 시점   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 표지병 | 1.89 | 2.15 | 2.57 | 2.96 | 2.80 | 2.69 | 2.70 |
| 시선  | 2.27 | 2.22 | 2.71 | 3.16 | 3.02 | 2.91 | 2.58 |
| 갈매기 | 2.26 | 2.38 | 2.77 | 3.07 | 3.03 | 2.88 | 2.60 |
| 주간  | 1.83 | 1.95 | 2.55 | 2.73 | 2.70 | 2.47 | 2.38 |

|     | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 종점   | 평균   |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 표지병 | 2.35 | 2.24 | 2.34 | 2.43 | 2.58 | 2.92 | 3.69 | 2.64 |
| 시선  | 2.49 | 2.39 | 2.4  | 2.40 | 2.43 | 2.83 | 3.62 | 2.73 |
| 갈매기 | 2.35 | 2.38 | 2.41 | 2.44 | 2.83 | 2.98 | 3.74 | 2.77 |
| 주간  | 2.10 | 1.90 | 1.93 | 1.97 | 2.07 | 2.08 | 2.68 | 2.28 |

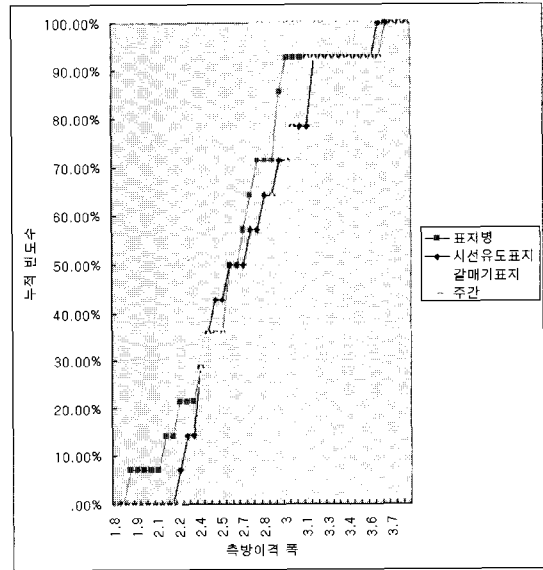


그림 9. 시설별 측방이격 폭에 따른 누적 분포

분석 결과, 각 시설별로 조금씩 차이를 보이지만 측방이격 폭에서는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 각 시설별 평균 측방이격 폭에서도 최대 0.13m의 차이를 보일 뿐 시설별로 운전자의 주행에 큰 영향을 미치지 않았다. 이는 여러 개의 시설이 설치되는 실제 현장에 비해 다소 넓은 간격으로 설치된 점과 시설 자체는 운전자에게 영향을 끼치지 만 시설간에는 큰 차이가 없는 것으로 보인다. 따라서 각 시설별 측방이격 폭의 분석에서는 뚜렷한 차이를 발견하지 못하였다.



### 5.2.3 시설별 효과분석 결과

기하구조 측면에서 시선유도시설의 효과 비교를 위해 인지거리와 측방이격 폭에 대한 비교를 시행하였다. 분석 결과 인지거리에서는 직선부에서 표지병보다 시선유도표지의 인지거리가 더 크며 곡선부에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 갈매기표지는 곡선부에서 가장 큰 인지거리를 나타냈다. 반면 측방이격 폭에 대한 분석에서는 시설별로 큰 차이를 보이지 않았다.

실험결과에 따르면 직선부에서는 시선유도표지가, 곡선부에서는 갈매기표지가 각각 우수한 시설로 판단되었다. 반면 표지병은 인지거리와 측방이격 폭에서 뚜렷한 성능을 보이지 못하였다.

표지병은 미국 MUTCD와 국내 「도로안전시설 설치 및 관리지침」에도 규정되었듯이 노면 표시의 대체용으로 사용되는 시설이며, 설치장소에 급곡선부, 터널, 차선의 감소, 불리 또는 합류구간 등 선형 유도 또는 도로환경 변화에 대한 운전자의 인식을 높일 필요가 있는 구간에 설치되어야 한다. 그러나 국내 다수 도로구간에서는 긴 직선구간에도 표지병의 설치가 일반적이거나, 표지병은 설치위치의 특성상 차량의 타이어와 빈번한 마찰이 발생하여 시설의 유지 및 보수가 어려워 시설성능을 유지하기가 어렵다.

본 실험분석결과에서도 표지병은 직선구간에서 시선유도표지보다 인지거리는 짧으며 선형유도의 척도인 측방위치 분석결과에서도 시선유도표지보다 유효한 성능을 보이지 않는 것으로 나타났다. 따라서 곡선부에서는 갈매기표지의 설치를 권장하며, 일반적인 직선구간에서 선형유도가 필요한 경우에는 시선유도표지를 우선적으로 사용하고 표지병은 추가적인 시선유도가 필요한 구간 또는 곡선부에서 시선유도표지와 갈매기표지의 보조시설로 사용하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

## 6. 결론

본 논문에서는 시선유도시설이 실제 주행중에 운

전자에게 영향을 미치는 지와 기하구조에 따라 어떤 시설의 설치가 필요한지에 대해서 검증하였다. 이를 위해서 문헌연구와 현장실험을 시행하였으며 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 야간에 운전자는 시선유도시설이 설치될 경우 도로선형 인지에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 둘째, 기하구조에 따른 시설의 설치방안을 분석한 결과 직선부에서는 시선유도표지, 곡선부에서는 갈매기표지의 설치가 권장되었다. 표지병의 경우에는 추가적인 시선유도의 필요가 있는 구간에서 시선유도표지와 갈매기표지를 보완하는 시설로 사용하는 것이 바람직하다고 판단하였다. 다만, 실험결과분석에서 실험자의 반복주행에 따른 운전자의 익숙함에 의한 편이가 실험결과에 영향을 미쳤을 가능성을 고려해야 한다. 본 연구의 첫 번째 결론으로 제시한 도로선형 인지에 대한 시선유도시설의 긍정적 영향검증은 비록 일반적인 사실이지만 하나, 서론에서도 언급하였듯이 시선유도시설의 기준 작성시에 실제 주행상태에서 검증되지 못하여 본 연구에서 각 시선유도시설간의 효율성 검증과 함께 분석한 결과이다.

본 연구는 거의 모든 도로구간에서 설치되어 운영되고 있는 시선유도시설에 대해 국내에서 처음으로 효과를 평가하였다. 또한 시선유도시설간에 중복설치로 인해 안전시설이 과다하게 설치되고 있는 문제점을 해결하기 위해 기하구조에 따라 각 우선설치 시설을 제시하였다. 본 연구의 의의는 시선유도시설이 도로 주행중에 운전자에게 직접적인 효과를 나타내는지 검증한 것과 기하구조에 따른 시설의 우선순위 결정방법을 제시한 것이다. 이러한 방법은 추후에 계속 개발되어질 시선유도시설에 대한 효과를 측정하는 하나의 방안으로 사용이 가능하다.

이후에는 각 시설별 설치간격의 변화에 따른 운전자 영향과 기상상태에 따른 도로조건의 변화, 도로조명의 설치여부, 교량화 운전자 등의 다양한 상황에 따른 실험을 통해 시선유도시설의 올바른 설치방법을 도출하고 이를 지침에 지속적으로 반영하여 운전자의 소중한 인명과 재산을 보호할 수 있도록 해야



할 것이다.

참고문헌

건설교통부(2002) 도로안전시설 설치 및 관리지침 - 시  
선유도시설 편

도로교통안전관리공단(2004) 2004년판 교통사고 통계  
분석

FHWA(1994) *Roadway Delineation Practices  
Handbook*

Cletus R. Mercier(1995) Evaluation of Proposed  
Minimum Retroreflectivity Requirements for  
Traffic Signs, In TRR 1495, *National Research  
Council, Washington, D.C.*, pp.57-67.

Helmut T. Zwahlen, Thomas Schnell, and Toru  
Hagiwara(1995) Effects of Lateral Separation  
Between Double Center-Stripe Pavement  
Marking on Visibility Under Nighttime Driving  
Conditions, In TRR 1495, *National Research  
Council, Washington, D.C.*, pp.87-98.

Frank D. Shepard(1990) Improving Work Zone  
Delineation on Limited Access Highways, In  
TRR 1254, *National Research Council,  
Washington, D.C.*, pp.36-43.

John A. Molino(2003) Relative Luminance of  
Retroreflective Raised Pavement Markers and  
Pavement Marking Stripes on Simulated Rural  
Two-Lane Roads, In TRR 1844, *National  
Research Council, Washington, D.C.*, pp.45-51.

Helmut T. Zwahlen(1987) Driver Lateral Control  
Performance as a Function of Delineation, In  
TRR 1149, *National Research Council,  
Washington, D.C.*, pp.56-65.

Zwahlen, H. T., and T. Schnell, Pavement  
Marking Visibility Research and Proposed  
Values for Minimum Required Pavement  
Marking Retro-Reflectivity. *Draft Final  
Technical Report*. FHWA, U.S. Department of  
Transportation, 1998.

접 수 일 : 2007. 4. 5

심 사 일 : 2007. 4. 12

심사완료일 : 2007. 7. 19