

■ 論 文 ■

# 도로표지 시인거리에 관한 연구

A Study on the Visibility Distance of Road Traffic Signs

최 기 주

(아주대학교 교통공학전공 부교수)

최 병 운

(아주대학교 대학원 건설교통공학과)

## 목 차

- I. 서론
    - 1. 문제의 제기
    - 2. 연구의 내용 및 범위
    - 3. 연구의 방법
  - II. 이론적 고찰
    - 1. 도로표지의 일반적 사항
    - 2. 도로표지의 시인성
  - III. 우리나라 및 외국의 도로표지 규정분석
    - 1. 우리나라 도로표지 규정의 분석
    - 2. 외국의 도로표지 규정분석
  - IV. 현 도로표지 규정의 문제점 도출
    - 1. 외국과의 비교분석을 통한 문제점도출
    - 2. 현장 실험의 개요
    - 3. 현장 실험을 통한 문제점도출
  - V. 개선안의 도출
  - VI. 결론 및 향후연구과제
- 참고문헌

Key Words : 도로표지, 시인거리, 판독거리, 정보수, GPS

## 요 약

도로표지는 도로상에서 도로이용자가 원하는 목적지까지 쉽게 도착할 수 있도록 안내해 주는 기능을 갖는 도로부속물로 꼭 필요한 곳에, 눈에 잘 띄도록, 간단 명료하게 의미가 전달될 수 있도록 설치되어야 한다. MUTCD (Manual On Uniform Traffic Control Devices)의 교통통제설비의 기본요건처럼 무엇보다도 표지판을 보고 필요한 행동을 취하는데 있어서 안전과 시인성이 확보되도록 여유 있게 설치되어야 한다. 그러나, 우리의 표지의 설치 및 운영상황은 그렇지 못하다는 데에서 본 연구는 시작되었다. 시인거리측면을 중심으로 우리나라와 외국 여러 나라의 그것을 비교한 결과, 우리의 규정에서는 판독거리의 중요한 변수인 표지판 정보수가 고려되지 않았음이 드러났다. 따라서, 본고에서는 정보수에 초점을 맞추어 속도와 정보수, 주행 차로 등의 변수를 고려한 표지판 시인거리 측정실험을 하였다. 실험은 현재 국도상에 설치되어 있는 표지판을 대상으로 GPS(Global Positioning System) 수신기를 이용하여 시인거리를 측정하여 진행하였다. 그 결과, 실제 시인거리가 현재의 도로표지규정에 의한 시인거리와 다소 차이가 있음을 발견할 수 있었고, 판독거리에서 가장 큰 영향을 미치는 변수는 속도 > 정보수 > 주행차로의 순임을 분석할 수 있었다. 본 연구결과를 통하여 한 개의 물리적 표지판내에 정보수가 많은 우리나라의 표지판에 현실적인 시인거리를 고려한 설치가 유도될 수 있을 것으로 기대되고, 향후 도로표지규정을 개정할 때에도 이 연구결과를 반영한 현실적인 규정의 재정립이 기대된다. 또한 표지판의 실제 크기, 글자 및 문안의 크기는 물론 판의 크기 및 여백의 설정도 재산정될 필요가 있으며 이에 대한 추후 연구가 필요하다고 사료된다.

## 1. 서론

### 1. 문제의 제기

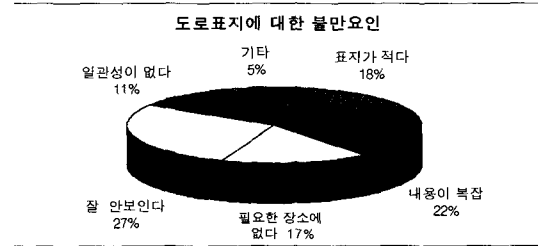
1가구 1차량 시대를 맞이하여 너무나도 쉽게 교통정보를 얻을 수 있는 시대에 살고 있다. 목적지를 정하고 운전을 시작하면 신호등, 표지판, 노면표시, 교통방송, CNS (Car Navigation System)의 경로안내까지 많은 교통 및 도로안내정보들을 접할 수 있다. 이러한 정보 중 경로선택과 주행에 있어 가장 기본적인 정보를 들자면 표지판과 노면표시를 들 수 있을 것이다. 지도와 도로표지만으로도 충분히 목적지를 찾아갈 수 있는 것이 외국을 여행할 때 경험하는 것이나, 불행히도 우리나라의 상황은 그렇지 못하다.

<그림 1>, <그림 2>, <표 1>의 1999년도 교통문화 운동본부 (1999) 설문결과에서 나타난 바와 같이 우리의 표지는 도로이용자들에 의해 불만을 제공하고 있다. 이중 가장 큰 불만요인은 표지판이 잘 보이지 않는 경우로 실제 안전운전과 직접적인 연관이 있는 부분이다.

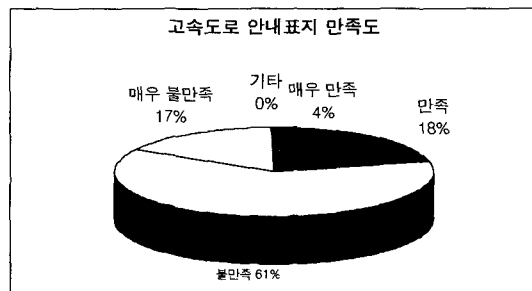
특히 도로표지의 시인성 및 이에 관련한 요소는 매우 중요한 교통통제설비(Traffic Control Device)요건 중에 하나로 미국의 MUTCD(Manual On Uniform Traffic Control Devices)에서도 교통통제설비의 기본요건 중 5번째로 "Give adequate time for proper response"<sup>4)</sup> 라는 내용을 규정하고 있다. 이 내용은 도로이용자가 통제설비를 보고 혼란을 일으키지 않고 충분히 반응을 할 수 있도록 적정거리를 확보하고 이를 설치해야 한다는 것이다.

우리의 도로 분야의 기초연구가 너무나도 미흡하며, 현재 사용하고 있는 대부분의 도로표지의 규정은 거의 미국의 것을 가져다 쓰는 상황이다(서울시/아주대 교통연구센터, 1998). 본 연구는 기본적으로 도로표지의 시인거리에 대한 기초연구로, 현 규정에 의해 설치된 표지판의 판독거리를 측정하여 현 규정의 적정성을 판단하고, 여러 가지 변수를 고려하여 개선안을 도출하는 것을 목적으로 한다.

## 2. 연구내용 및 범위



<그림 1> 도로표지에 대한 불만요인<sup>1)</sup>



<그림 2> 고속도로 안내표지 만족도<sup>3)</sup>

<표 1> 고속도로에서 출구를 놓친 경험<sup>2)</sup>

구분	있다	없다	계
총계	684	116	800
%	85.5%	14.5%	100%

본 연구는 전술한 바와 같이 우리나라의 도로표지의 시인성 및 시인거리에 주목하여(특히 주관을 중심으로) 이것이 현실에 맞지 않다고 생각되어 이를 문제점으로 분석하고, 선진국의 규정과 함께 비교 분석하여 우리의 도로상황과 교통상황에 맞는 새로운 방향을 목적으로 하며 연구의 세부내용은 아래와 같다.

### • 이론 및 배경 고찰

교통통제설비로서 표지판이 갖춰야할 요건, 도로표지판에 대한 기본적인 이론, 특히 도로표지의 시인성에 관련된 인간공학적인 기초지식을 고찰한다.

### • 우리나라의 도로표지 관련 규정 분석

현재 우리나라에서 사용되는 도로표지에 관련된 규칙과 규정은 1997년 개정된 "도로표지 관련 규정

1) 1999년도 교통문화 운동본부 설문자료

2) 1999년도 교통문화 운동본부 설문자료

3) 1999년도 교통문화 운동본부 설문자료

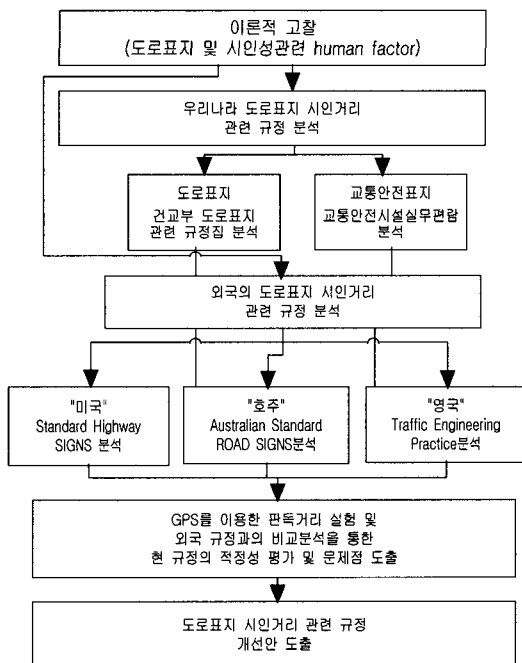
4) FHWA, MUTCD 1988 Edition, p.1A-1

집"을 기초로 하고있다.(물론 그 이후에도 규칙의 개정은 있었으나 규정의 수정범위가 일부에 국한되어 있었고, 시인성에 관련한 규정은 그대로 존치되었음.) 표지는 도로표지와 교통안전표지로 나뉘며, 각 표지의 관리청 또한 나뉘어져 있으므로, 각각의 현행 규정에 대해 알아보고 문제점을 파악하도록 한다.

- **외국(미국, 영국, 호주)의 도로표지 규정 분석**  
외국은 우리나라에 비하여 도로표지에 관련된 기초연구가 비교적 잘 되어있다고 보고, 관련 규정 또한 현실을 잘 반영할 수 있도록 다양한 변수를 고려하여 수립되어 있는 만큼, 이들 규정을 분석하여 우리가 원용할 수 있는 부분을 파악한다.
- **우리나라 상황에 맞는 개선대안의 도출**  
현재 설치되어있는 표지판을 대상으로 다양한 실험을 하여 현규정의 적정성을 분석하고, 외국의 규정에서 분석한 결과를 함께 고려하여 보다 현실적인 개선안을 찾아낸다.

### 3. 연구의 방법

본 연구는 <그림 3>과 같은 흐름으로 진행하였다.



<그림 3> 연구방법의 흐름

## II. 이론적 고찰

### 1. 도로표지의 일반적 사항

#### 1) 교통통제설비의 기본요건

미국의 FHWA(Federal Highway Administration, 1988, 2000)의 MUTCD는 교통통제설비가 갖추어야 할 5가지 기본요건<sup>5)</sup>을 아래와 같이 명시하고 있다.

- ① Fulfill a need  
(이용자들의 필요를 충족시켜야 하고 필요한 곳에 만 설치되어야 한다.)
- ② Command attention  
(이용자들의 주의를 끌 수 있도록 눈에 띄게 설치해야 한다)
- ③ Convey a clear, simple meaning  
(단순명료하게 의미를 전달해야 한다)
- ④ Command respect from road users.  
(도로 이용자가 존중하고 따를 수 있도록 설치해야 한다)
- ⑤ Give adequate time for proper response  
(이용자가 통제설비를 보고 충분히 반응할 수 있도록 여유거리를 두고 설치해야 한다)

#### 2) 도로표지의 개요

우리나라의 도로표지는 크게 건설교통부(1997)규정에 의해 각 지자체에서 설치 관리하는 도로표지와 경찰청에서 관리하는 교통안전표지의 2가지로 구분될 수 있다.

#### (1) 도로표지

도로표지의 설치의 근거는 각각 도로법과 건교부 도로표지관련규정집에서 찾아볼 수 있다.

- 설치근거 : 관리청은 도로 구조의 보전과 교통의 원활을 기하기 위하여 필요한 장소에 도로표지를 설치하여야 한다.(도로법 제52조)
- 정의 : 도로표지는 도로상에서 도로이용자가 원하는 목적지까지 쉽게 도착할 수 있도록 안내해주는 기능을 갖는 도로부속물이며, 도로표지규칙에 의거 5가지로 구분되어 있고, 일반적으로 우리가 많이

5) FHWA, MUTCD 1988 Edition, p.1A-1

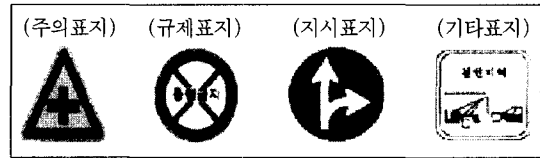


〈그림 4〉 편지식 방향의 예

보는 방향표지는 〈그림 4〉이다. (건설교통부 도로표지 관련규정집, 1997참조).

(2) 교통안전표지

도로교통법 제4조와 동법 시행규칙 제3조 2항 및 별표 1에 근거하여 설치하며 일반적으로 도로표지와 구분되면서 교통안전표지는 도로상에서 운전자에게 주의, 규제, 지시, 기타 등의 정보를 제공해 주는 기능을 가지는 점에 있어 소규모인 표지로서 경찰청에서 설치 관리하고 있다(경찰청, 2000).



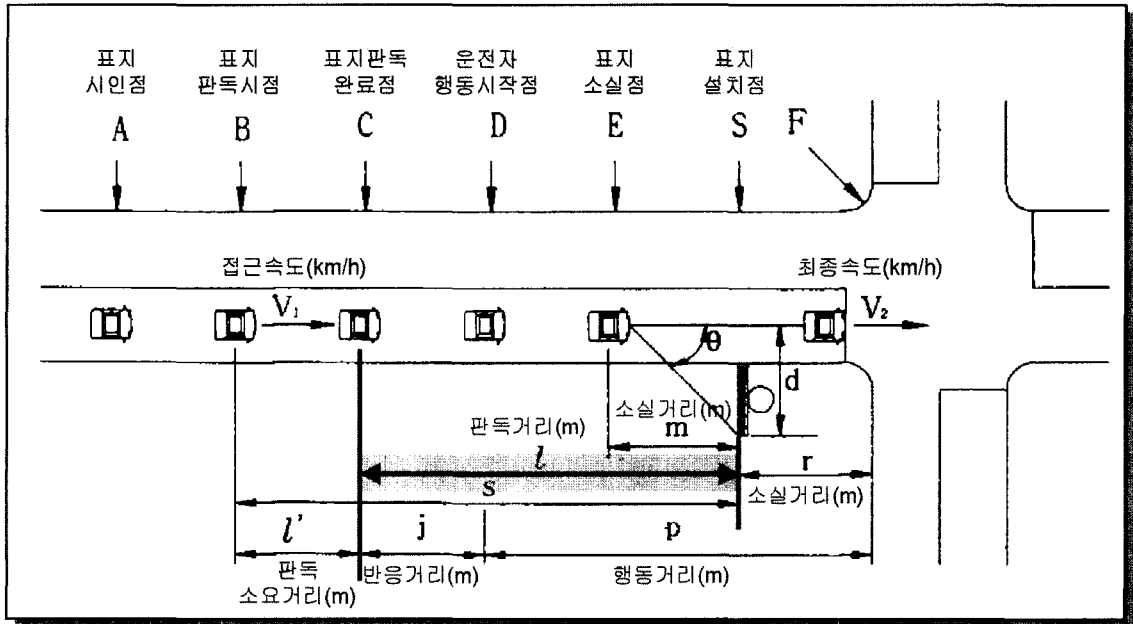
〈그림 5〉 교통안전표지의 종류

2. 도로표지의 시인성

1) 도로표지의 시인거리

운전자에게 도로표지가 잘 보이는(띄이는) 정도를 표지의 시인성(visibility 및 conspicuity)라고 하고, 운전자가 그 내용을 파악하기 쉬운 정도를 표지의 판독성(legibility)이라 정의한다(한국건설기술연구원, 1999a, 1999b). 특히 시인성은 재귀반사(reflectorization)와 관련하여 표지의 재질과도 관련이 있으며, 판독성은 재질과 함께 각각의 표지의 글자크기 및 도안배치와도 관련이 있다.

전술한 바와 같이 MUTCD에 보면 교통통제설비의 기본 요건으로 "Give adequate time for proper response"라는 항목이 있다. 이는 운전자가 통제설비를 보고, 혼란을 일으키지 않고 충분히 반응을 할 수



A:시인점, B:보기시각, C:보기끝, D:행동개시점, E:소실점, S:표지, p:행동거리, l:판단반응거리, r:선행거리, j:행동판단거리, V<sub>1</sub>:접근속도, V<sub>2</sub>:교차로에서의 속도

〈그림 6〉 도로표지의 시인거리 (대한교통학회, 1996; 건설교통부, 1997)

있도록 적정거리를 두고 설치해야 한다는 의미로서, 도로표지도 제 기능을 발휘하기 위해서는 충분한 시인거리(visibility distance) 또는 판독 거리(legibility distance) 확보가 필수적이다.

- ▶ 시인 거리(visibility distance) : 운전자가 표지가 전방에 있다는 것을 인지한 지점에서 해당 표지까지의 공간적 거리
- ▶ 판독 거리(legibility distance) : 운전자가 표지의 문자를 읽기 시작할 수 있는 지점에서 해당 표지까지 거리
- ▶ 판독 소요거리(required legibility distance) : 표지문자가 판독이 가능한 지점부터 판독이 종료된 지점까지의 거리
- ▶ 반응 거리(action distance) : 운전자가 도로표지를 인지하고 반응하는 데 소요되는 거리
- ▶ 소실 거리(LLD, lost legibility distance) : 운전시 전방 주시 상태에서 고개를 들지 않으면 표지가 보이지 않는 지점부터 해당 표지까지 거리

표지의 시인 거리나 판독 거리는 운전자의 시각 및 시각 반응 특성을 기초로 산출한다. 운전자의 시·시각 반응 특성을 바탕으로 하여 관련 거리를 산출하는 데에는 운전자에게 제공하고자 하는 정보의 양과 대상 도로의 평균 주행속도(설계 단계에서는 설계속도를 사용), 운전자 반응 특성(시력, 반응시간) 등이 가장 큰 영향 인자이다. 기본적으로 판독 거리는 이론적으로 판독에 소요되는 거리와 소실 거리로 구성되며, 시인 거리는 판독 거리에 운전자의 초기 반응 시간에 의한 반응 거리를 합한 것이다.

### III. 우리나라 및 외국의 도로표지 규정분석

#### 1. 우리나라 도로표지 규정의 분석

##### 1) 건설교통부 도로표지관련규정집

현재 건교부 도로표지 규정은 1997년 및 2000년 개정발간된 '도로표지관련규정집'을 따르고 있다. 이 규정집에서 역시 시인거리에 관련된 규정사항은 이전에 시행되었던 1991년 규정을 그대로 사용하고 있다. 1991규정에서는 미숙하기는 하나 우리나라 최초로

표지관련 시인성의 인간공학적 실험을 시행하여 도로교통안전협회, 1990, 1991) 식(1)과 같은 정지거리에서의 글자크기와 판독거리의 상관식을 도출하였다.

$$\text{판독거리}(Y) = 4.76161 + 3.04176 X \quad (1)$$

Y : 판독거리(m)  
X : 한글 세로 높이(cm)

$$\begin{aligned} \text{행동거리}(p) = l + r - j \geq (n-1) \times V_1 \times t_1 \\ + \left( \frac{V_1^2 - V_2^2}{2\alpha} \right) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{판독거리}(l) > = (n-1) \times V_1 \times t_1 \\ + \left( V_1^2 - \frac{V_2^2}{2\alpha} \right) + j - D \end{aligned} \quad (3)$$

l : 판독거리(m)  
D : 선행거리(m)  
j : 행동판단거리(m)  
V<sub>1</sub> : 접근속도(km/h)  
V<sub>2</sub> : 최종속도(km/h)  
n : 차로수  
α : 감속도(0.75 ~ 1.5m/sec<sup>2</sup>)  
t<sub>1</sub> : 1회 차선변경에 요하는 시간(sec)

식(2)는 <그림 6>에서 보는 것과 같이 행동거리(p)는 차선변경에 필요한 거리항목 (n-1) × V<sub>1</sub> × t<sub>1</sub>와 정지시 필요한 거리항목  $\frac{(V_1^2 - V_2^2)}{2\alpha}$  이 포함되어 있다.

식(3)은 식(2)를 판독거리(l)에 관하여 다시 정리한 것이다.

#### 2) 경찰청 교통안전시설 실무편람

교통안전표지를 설치하고 관리하는 경찰청 (2000)에서도 '교통안전시설 실무편람'을 통해 표지판의 제작과 관리를 하고 있는데, 시인거리와 표지판 및 글자 규격에 관한 규정은 건교부의 규정을 그대로 사용하고 있다.

#### 2. 외국의 도로표지 규정의 분석

##### 1) 호주의 도로표지 규정의 분석

호주의 도로표지 관련규정은 Australian Standard

에 의한 ROAD SIGNS 1743 (1992)<sup>6</sup>에 그리고 일부가 AUSTRROADS (1988)에 표준도안과 관련규정이 함께 설명되어있다. 이 규정집에의한 문안 규격 산정식은 식(4)와 같이 나타나 있다.

$$H=0.14NV+11.4S \quad (4)$$

- H : 문자 높이(mm)
- N : 표지판 정보수
- V : 주행 속도(km/h)
- S : 주행 차로 중앙에서 표지판 중앙까지의 측방거리(m)

그리고, 판독거리 산정식은 표지판 설치형식에 따라 식(5)와 식(6)과 같다.

$$L=0.105NV+8.55S(\text{편지식, 현수식 표지}) \quad (5)$$

$$L=0.105NV+17.1S(\text{문형식 표지}) \quad (6)$$

- L : 판독거리(m)
- N : 표지판 정보수
- v : 접근차량의 주행속도(km/h or m/s)
- V : 설계 속도(도심 - 60km/h, 부도심 - 70km/h, 지방 - 80~100km/h)
- S : 주행 차로 중앙에서 표지판 중앙까지의 측방거리(차로변에 설치) 운전자 눈높이에서 표지판 중앙까지의 수직거리(문형식 표지)

호주의 규정과 판독거리 산출식을 우리나라와 비교하려 하였지만, 측방거리에 관한 변수 S의 해석과 적용이 어려워 분석하지는 못하였고, 본 연구에서는 고려 변수에 대하여서만 참고하였다.

## 2) 영국의 도로표지 규정의 분석

본 연구와 연관된 영국의 도로표지 관련규정은 Davies (1968)의 "Traffic Engineering Practice"<sup>7</sup>에 간략하게 설명이 나와있는데, 영국의 경우도 문자 규격 산정

식이 식(7)과 같이 호주와 고려하는 변수가 동일했다.

$$\text{문자 높이}(H)=(N+6) V/100+S/10$$

- H : 문자높이(inch)
- N : 정보수
- V : 접근속도(mi/h)
- S : 표지판과 차량간 측방거리(ft)

## 3) 미국의 도로표지 규정의 분석

미국의 경우는 FHWA에서 1993년 진행한 연구 "Minimum Retroreflectivity Requirements for Traffic Signs"<sup>8</sup>에서 최소요구시인거리(MRVD: Minimum Required Visibility Distance)를 구해냈는데, 이 MRVD는 말 그대로 안전을 위해 최소한으로 요구되는 판독거리를 의미하는 것이다. FHWA는 이 연구를 위해 CARTS (Computer Analysis of the Retroreflectance of Traffic Signs)라는 컴퓨터 시스템을 구축하여 전국의 각 위계의 거의 모든 환경과 변수를 고려한 실험과 분석으로 MRVD를 구하였다. 고려변수는 <표 2>와 같다.

<표 2> 미국 FHWA의 MRVD산정 고려변수

범주	고려 변수
운전자	나이, 시력, 인지 경향, 운전특성
차량	전조등 상태, 각도, 접근속도, 최종속도, 주행차로
표지판	크기, 형태, 시인성, 문안 크기, 정보량, 조명상태, 반사지종류, 반사지색상
기 타	교통환경, 도로환경(날씨, 조명상태)

이 연구는 MRVD를 먼저 구한 후, MRVD에서 안전을 고려한 최소시인성을 확보하기 위한 최소수요반사 성능을 구하는 것이 목적으로, 본 연구에 참고할 만한 결론은 다음과 같다.

1. MRVD는 차량의 주행속도와 직접적인 관계가 있다.
2. 운전자의 판독능력은 표지판의 정보량과 가장 큰 관계가 있다.

6) Australian Standard ROAD SIGNS 1743-1992, p.9.

7) Traffic Engineering Practice, Ernest Davies, 1968, p.171.

8) Minimum Retroreflectivity Requirements for Traffic Signs, FHWA-RD-93-07, October 1993.

## IV. 현 도로표지 규정의 문제점 도출

### 1. 외국과의 비교분석을 통한 문제점도출

앞에서 우리나라와 외국의 시인거리 관련 규정을 비교하면서 우리규정의 문제점을 어렵지 않게 발견할 수 있었다. 우선, 각국의 시인거리 산출과정에서 고려한 변수를 비교하면 <표 3>과 같다.

<표 3> 각국의 시인거리 산출식 고려변수의 비교

범주	고려 변수
한 국	차로수, 접근 속도, 반응시간, 감속도, 최종속도, 운전자 눈 높이, 표지판과의 각도
호 주	정보수, 주행속도, 설계속도, 반응시간, 표지판과의 각도 및 수평/수직거리
미 국	모든 범주의 운전자, 차량, 교통, 도로, 기상 조건 고려(많은 현장실험을 통해 모형 수립)

우리나라의 도로는 외국과 같이 격자형 도로가 아닌 자연발생적인 도로가 많이 있어, 표지판의 내용이 복잡할 수밖에 없는 실정이다. 예를 들어, 본 연구에서 실험의 대상이 되었던 국도상에 설치된 표지판을 보면, 대부분의 표지가 3방향 예고표지와, 본 표지인데, 안내되는 정보수를 보면, 좌회전/직진/우회전 안내지명이 각각 2개씩 있어서, 총 6개의 정보수가 들어있고, 영문까지 병기되어 있으므로, 실제 정보수는 10개 이상이 되는 셈이다.

우리처럼 많은 정보를 제공하지 않는 외국에서도 정보수를 시인거리에 중요한 변수로 고려하고 있지만, 정작 우리의 규정에서는 식(3)에서처럼, 정보수에 관한 부분은 고려되지 않았음을 볼 수 있다.

## 2. 현장 실험의 개요

### 1) 실험의 목적

앞에서 언급했던 미국 FHWA의 MRVD에 대한 연구결과를 고려하여, 우리 실정에 맞게 정보수/속도/주행차로를 고려한 판독거리를 실험하고자한다.(실험의 절차와 방법은 박성현, 1999를 동시에 참조하였음.)

실험을 통하여 얻고자 하는 바는 다음과 같다.

(1) 현재 설치되어 있는 표지판의 실제 시인(판독)거

리를 구하여, 현 규정에서 제시하는 시인거리를 만족하는지의 여부를 확인하여 현규정의 적정성을 우선 검증하고,

(2) 속도/주행차로/문안정보수를 고려한 실험으로 어떤 인자가 시인거리에 영향을 크게 미치는지 상관관계를 분석하며,

(3) 각 변수를 고려하여 새로운 시인거리 산정식 도출함이 그 목적이다.

### 2) 실험의 배경

본 실험에서는 비교적 설치된 표지의 형태가 일정하며, 안내되는 정보수의 변화가 어느 정도 있고, 일정한 속도를 유지할 수 있는 접근성과 이동성을 모두 제공한다고 보이는 수원 인근의 국도상에 설치된 표지를 실험 대상으로 선택하였다.

#### (1) 시간적 배경

2000년 12월 13일(수)~17일(일)

일몰 후에는 헤드라이트를 켜야 하는데, 이 때는 표지판 반사지의 반사성능이 가장 중요한 요소로 작용되므로, 헤드라이트를 켜지 않고도 표지판의 판독이 가능한 주간시간에 실험하였다.

#### (2) 공간적 배경

1번 국도 (동수원사거리 ~ 세권사거리) :

→ 왕복 7차로 2.220km 구간)

영통 구간 (홈플러스 / 그랜드마트 앞) :

→ 왕복 9차로 2.707km 구간)

1번 국도는 교통량이 많아 60km/h이상의 속도로 주행하는 것이 어려우므로, 40km/h의 속도로 주행을 하였고, 영통 신도시구간은 도로조건이 좋고, 교통량이 많지 않으므로, 60km/h미만의 일정한 속도로 주행할 경우 소통에 지장을 일으키므로, 60km/h 이상의 속도로 주행하는 구간으로 선택하였다.

<그림 7>에서 <그림 10>은 각각 표지가 위치한 공간지점 각각의 전자지도상의 위치와 해당지점의 속성자료(시각, 속도, 도로표지의 구분 등)를 나타낸다.

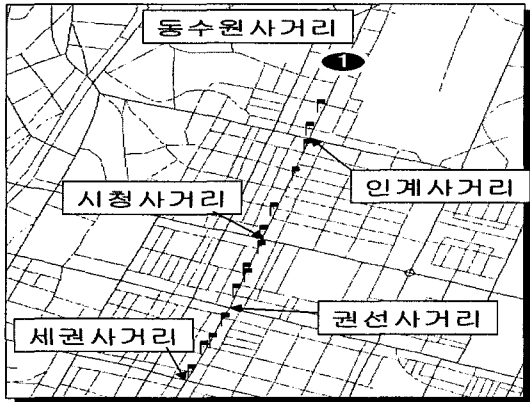
실험구간 대상표지는 <표 4>와 같이 3방향 예고표지와 본표지의 2가지로서 크기도 모두 동일하며, 안내내용과 정보수에 있어서 차이만 있을 뿐이다.

Point	1	16	12	45	127	37	0	4	예고1
Point 2	16	13	25	127	37	0	4	분3	
Point 3	16	14	15	127	37	0	6	예1	
Point 4	16	14	54	127	37	5	6	분3	
Point 5	16	17	48	127	37	3	5	예1	
Point 6	16	18	29	127	37	2	5	분3	
Point 7	16	23	24	127	37	7	5	예1	
Point 8	16	24	15	127	37	0	5	분3	
Point 9	16	25	50	127	37	4	5	분3	
Point 10	16	25	30	127	37	7	5	예1	
Point 11	16	29	18	127	37	13	5	분3	
Point 12	16	29	21	127	37	0	5	예1	
Point 13	16	32	30	127	37	1	4	예1	
Point 14	16	33	10	127	37	0	4	분3	

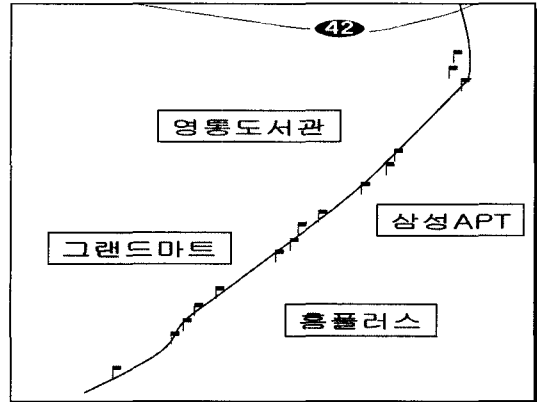
〈그림 7〉 1번 국도 대상표지의 ArcView GIS에서의 속성

Point	1	16	41	48	127	37	0	6	예고1
Point 2	16	45	10	127	37	4	6	분3	
Point 3	16	46	33	127	37	14	4	예고1	
Point 4	16	46	48	127	37	18	6	분3	
Point 5	16	48	57	127	37	20	4	예고1	
Point 6	16	48	58	127	37	11	4	분3	
Point 7	16	49	16	127	37	6	4	분3	
Point 8	16	52	21	127	37	15	4	예고1	
Point 9	16	52	37	127	37	10	4	예고1	
Point 10	16	55	5	127	37	10	4	분3	
Point 11	16	55	6	127	37	5	4	분3	
Point 12	16	56	9	127	37	8	4	예고1	
Point 13	16	58	0	127	37	6	6	분3	
Point 14	16	58	36	127	37	8	5	예고1	
Point 15	17	0	42	127	37	13	6	분3	
Point 16	17	0	42	127	37	13	4	분2	

〈그림 9〉 영통구간 대상표지의 ArcView GIS에서의 속성



〈그림 8〉 1번 국도 대상표지의 ArcView GIS 공간지점



〈그림 10〉 영통구간 대상표지의 ArcView GIS에서의 공간지점

〈표 4〉 실험구간 대상표지의 형식

	3방향 예고표지(410-1) 445cm×220cm	3방향 표지(410-2) 185cm×135cm (3EA)
1번 국도		
영통구간		



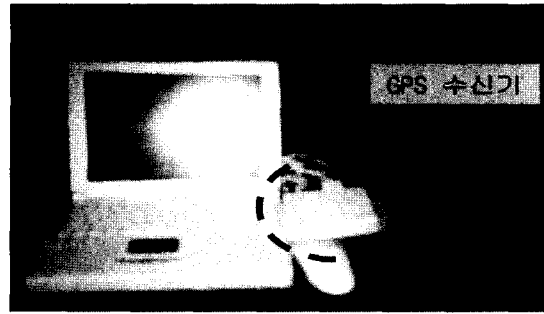
### 3) 실험의 방법

본 실험에서는 시인거리를 측정하는 방법은 GPS 수신기를 사용하였다. GPS의 오차가 있을 수 있으나, 실험 데이터 분석결과 만족할 만한 정도의 신뢰성을 얻을 수 있었다. 오차에 대한 언급은 후술하겠다.

실험방법은 <그림 15>와 같이 표지판이 설치된 대상도로를 주행하면서 표지판을 발견한 후, 판독이 시작되는 지점(B)과 판독이 완료되는 지점(C), 표지가 설치된 지점(S)에서 GPS 측위 데이터를 저장하여, 그 데이터를 가공하여 시인거리를 얻어내는 것이다.

<그림 11>은 실험에 사용한 GPS Probe 차량을, <그림 12>는 실험에 동원된 피실험자를 보여주고 있다.

<그림 13>과 같이 차량에 GPS 수신기(Trimble 제품)를 설치한 후, 연구진이 차량에 동승한 상태에서 피실험자들이 표지를 판독한 시점과 완료시점을 알려줄 때, 그리고, 표지판의 설치 지점을 지나갈 때, 마우스를 클릭함으로써 그 시점의 GPS 데이터를 저장



<그림 13> GPS수신기 설치모습

하여 실험을 진행하였다. 피실험자들과 필자가 함께 표지판을 관측할 때, 시력차이(피실험자 1인 운전자는 교정시력이 0.9, 피실험자 2는 교정시력이 1.0, 연구진 1명의 교정시력이 0.9)와 위치의 차이가 조금씩 있었지만, 판독시점과 완료시점의 차이가 거의 없을 정도로 일치했다.

#### (1) GPS의 오차

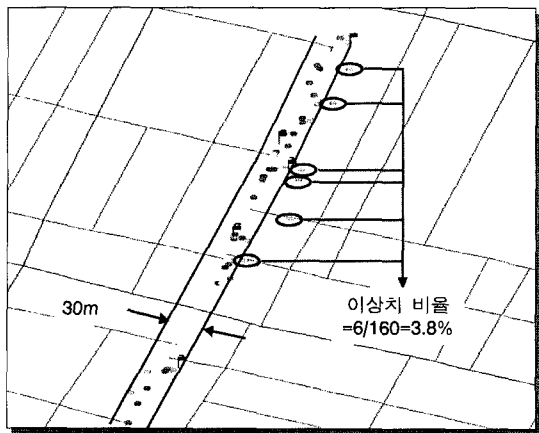
2000년 5월 1일을 기준으로 SA오차가 없어짐으로 인해, 최대오차가 반경 28m로 줄었을 뿐 아니라, 실제 실험 데이터를 분석한 결과 <그림 14>와 같이 이상치비가 3.8%에 불과하여 만족할 만한 결과를 얻었다. 또한 <그림 14>는 GPS 데이터를 변환하여 수치지도(도로정보연구회의 초창기 제작지도)에 띄우고, 도로 중심선을 중앙으로 실제 도로폭인 30m의 경계를 설정했을 때, 그 경계를 벗어나는 데이터가 총 160개 중에 6개에 불과하였다는 것을 보여주는 것이다.



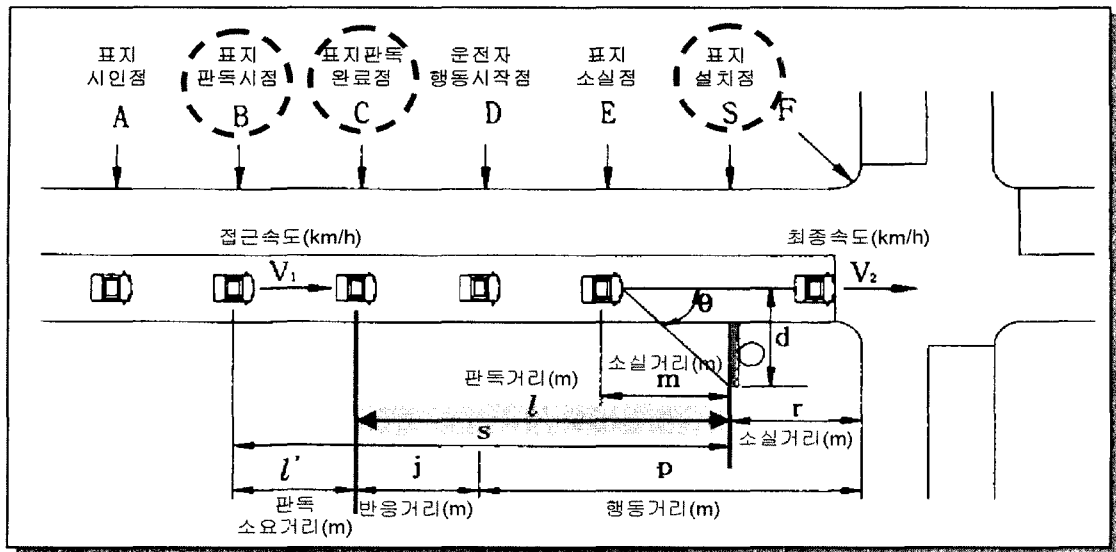
<그림 11> GPS Probe 차량



<그림 12> 피실험자



<그림 14> 실험 데이터의 GPS 오차



〈그림 15〉 시인거리 실험 방법

(2) GPS 데이터의 가공

① 원시 데이터의 저장 : GPS 수신기의 데이터를 저장한다.

〈표 5〉 GPS 원시 데이터

```
$GPGGA,084541.0,3714.897,N,12704.096,E,1.8,1.17,0.0051,M,0.15,M,0.0,0.0,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000
$GPVTG,213.2,T,220.0,M,030.94,N,057.31,K*42
$GPGGA,084542.0,3714.889,N,12704.090,E,1.8,1.17,0.0051,M,0.16,M,0.0,0.0,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000
$GPVTG,210.7,T,217.6,M,031.67,N,058.65,K*45
$GPGGA,084543.0,3714.882,N,12704.084,E,1.8,1.17,0.0050,M,0.17,M,0.0,0.0,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000
$GPVTG,214.3,T,221.2,M,032.86,N,060.85,K*4D
```

② 1차 가공 : 원시데이터에서 필요한 부분을 잘라낸다.

〈표 6〉 GPS 1차 가공 데이터

1차 가공된 좌표 데이터	1차 가공된 시간/좌표/속도 데이터
127.02231, 37.25690	1 16 25 33 127.02231 37.25690 52.35
127.02238, 37.25701	2 16 25 34 127.02238 37.25701 50.93
127.02293, 37.25810	3 16 25 43 127.02293 37.25810 53.20
127.02306, 37.25835	4 16 25 45 127.02306 37.25835 57.15
127.02319, 37.25863	5 16 25 47 127.02319 37.25863 56.83

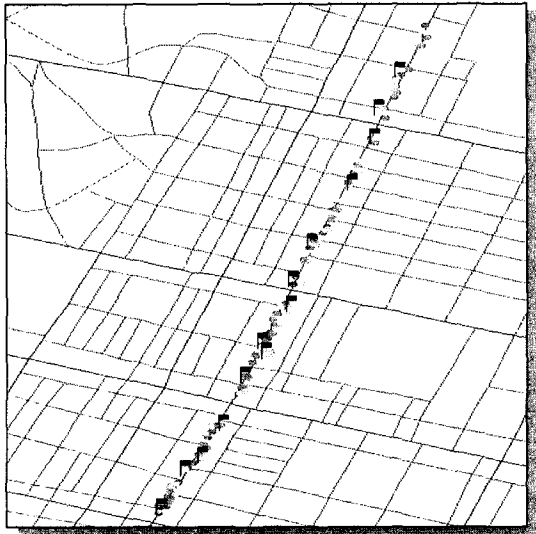
③ 2차 가공 : Arc/Info의 'project' 명령어를 사용하여 WGS84좌표계에서 수치지도기반 TM좌표계로 변환(김동환, 2000 참조).

〈표 7〉 Arc/Info에서 좌표 변환

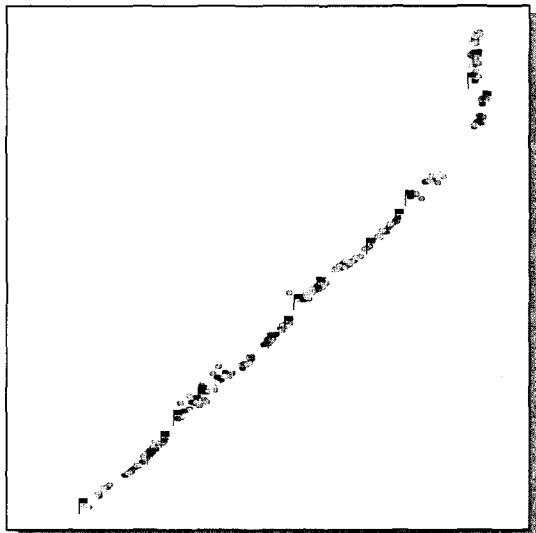
좌표변환과라메타	TM좌표계로 변환된 데이터
input projection geographic units dd DATUM WGS84 quadrant ne parameters	313467.0135 517659.7365 313476.1135 517681.8403
output projection transverse units meter DATUM TOY_B parameters 0.9999 128 00 00 38 00 00 400000 600000 end	313529.7797 517810.0335 313538.0152 517834.3661 313544.3392 517845.3997 313579.8160 517930.4952 313624.4257 518041.0242

④ 3차 가공 : ArcView GIS에서 TM좌표계로 데이터를 변환하여 수치지도에 띄움(〈그림 16〉과 〈그림 17〉).

⑤ 각 판독완료지점과 표지판과의 상대거리를 통한 판독거리 산출



〈그림 16〉 1번 국도의 GPS 데이터



〈그림 17〉 영통구간의 GPS데이터

### 3. 현장 실험을 통한 문제점도출

#### 1) 판독거리분석을 통한 현 규정의 적정성 검증

전술한 바와 같이 현 규정은 식(3)에 의해 판독거리를 산출하고 있고, 이 식은 차선변경거리와 정지거리 모두를 고려하고 있으므로, 최소수요판독거리를 구함에 있어 그 값이 다소 크게 나올 수 있으므로, 표지판을 보고 안전하게 정지할 수 있는 수요판독거리를 다시 정리한 것이 식(8)이다.

$$\text{판독거리}(l) \geq (n-1) \times V_1 \times t_1 + \left( \frac{V_1^2 - V_2^2}{2\alpha} \right) + j - D \quad (3)$$

$$\text{최소수요판독거리} \geq \left( \frac{V_1^2 - V_2^2}{2\alpha} \right) + (V_1 \times t_1) - D \quad (8)$$

- l : 판독거리(m)
- D : 선행거리(m)
- j : 행동판단거리(m)
- V<sub>1</sub> : 접근속도(km/h)
- V<sub>2</sub> : 최종속도(km/h)
- n : 차로수
- α : 감속도(0.75 ~ 1.5m/sec<sup>2</sup>)
- t<sub>1</sub> : 1회 차선변경에 요하는 시간(sec)

식(8)에 감속도(α)는 쾌적한 상태로 정지할 수 있도록 0.75m/sec<sup>2</sup>, 운전자 반응시간(t<sub>1</sub>)도 여유 있는 2.5sec, 그리고 표지판 선행거리(D)는 실제 대상표지들이 대부분 200m 전방에 설치된 3방향 예고표지였으므로 200m를 적용하여 각 속도별 최소수요판독거리를 구한 것이 다음 〈표 8〉이다.

〈표 8〉 건교부 규정에 의한 요구판독거리

속도(km/h)	40	50	60	70	80
정지거리(m)	82.3	128.6	185.2	252.1	329.2
행동판단거리(m)	27.8	34.7	41.7	48.6	55.6
최종 수요 판독거리(m)	-89.9	-36.7	26.9	100.7	184.8
속도(km/h)	90	100	110	120	
정지거리(m)	416.7	514.4	622.4	740.7	
행동판단거리(m)	62.5	69.4	76.4	83.3	
최종 수요 판독거리(m)	279.2	383.9	498.8	624.1	

〈표 9〉 실험을 통해 얻은 실제속도별 평균판독거리

속도(km/h)	40	60	80
평균 판독거리(m)	90.6	81.0	75.5

한편, 실제 실험치를 토대로 〈표 9〉와 같이 속도별 평균판독거리가 산출되며, 제한속도가 80km/h인 국도상에서의 평균판독거리 75.48m는 건교부 규정에 의한 184.77m 보다 훨씬 적은 값이며, 대부분의 선진국에서

MRVD로 잡고 있는 125m<sup>9)</sup> 에도 못 미치는 값으로  
서 글자와 표지의 크기가 다시 커져야 함을 시사한다.  
즉, 표지의 현행 규정이 약간 잘못 변경되었음을 증  
명한다고 볼 수도 있다. 따라서, FHWA에서 MRVD  
를 먼저 연구했던 것처럼, 우리도 최소수요판독거리를  
먼저 실정에 맞게 다시 구하고, 그것을 기초로 하  
여 판의 크기, 글자 크기, 글자수, 도안배치 등의 모  
든 연구가 이루어져야 할 것이다.

2) 시인거리와 각 변수에 대한 상관관계분석

본 실험은 속도/주행차로/문안정보수를 고려하여  
이루어졌다. 따라서, 각 변수와 판독거리와의 상관분  
석을 통해 각 변수의 중요성을 검토할 수 있다. 우선  
변수가 3개이므로, 변수를 1개씩 고정시킨 후, 각 1  
개의 변수와 판독거리간의 상관계수분석을 통하여 각  
조합간의 상관계수를 구한다.

<표 10>은 정보수가 4인 실제 실험치 데이터를 각  
속도별로 모아놓은 것이고, <그림 18>는 그 데이터를  
산점도로 나타낸 것, 그리고 <그림 19>는 표준편차를  
구하여 평균을 중심으로 나타낸 것이다.

한편 <표 11>은 총 18개의 조합으로서 변수간의 상  
관관계를 분석하기 위한 조합내용이다.

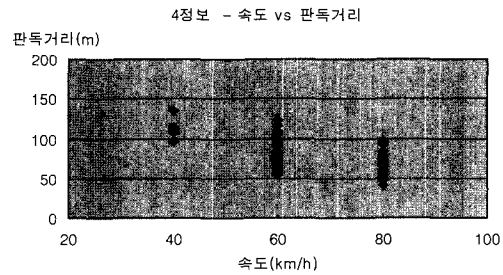
Excel을 통하여 모든 조합의 상관계수를 구한 결과  
<표 12>와 같은 순위를 얻을 수 있었다. 18개의 상  
관계수가 있지만, 크게 속도/정보수/주행차로의 3개 그  
룹으로 계수의 값도 구분되어 나뉘는 것을 볼 수 있  
다. 속도의 상관계수는 r<sub>s2</sub>를 제외한 모든 상관계수가  
-0.5보다 커서 판독거리와 음의 상관관계가 비교적  
크게 있음을 알 수 있다. 그 다음 그룹으로는 정보수  
의 상관계수가 -0.2~-0.5에 가까운 분포를 갖고 주  
행차로의 상관계수보다는 우위의 그룹을 형성하고 있  
음을 알 수 있다.

<표 10> 표지판 정보수가 4개인 집합

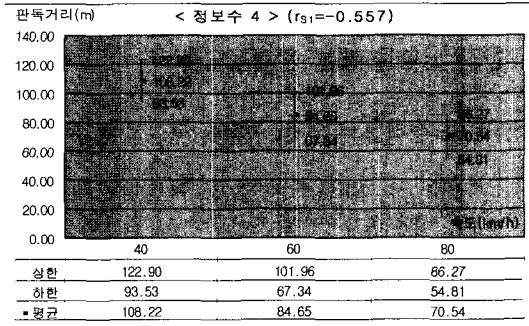
속도 km/h	40	60	80
96.57	55.44	74.73	80.68
97.88	55.66	76.08	81.21
97.95	59.54	76.69	81.57
108.76	61.18	77.45	82.31
113.39	64.48	80.09	74.40
134.74	70.35	74.11	58.80

<표 11> 각 변수를 고려한 상관관계 조합

조합	각 상관관계의 내용	
1	정보수(4)로 고정 (r <sub>s1</sub> )	속도와 판독거리간의 상관관계
2	정보수(5)로 고정 (r <sub>s2</sub> )	
3	정보수(6)로 고정 (r <sub>s3</sub> )	
4	차로수(1)로 고정 (r <sub>s4</sub> )	
5	차로수(2)로 고정 (r <sub>s5</sub> )	
6	차로수(3)로 고정 (r <sub>s6</sub> )	
7	속도(40)로 고정 (r <sub>i1</sub> )	정보수와 판독거리간의 상관관계
8	속도(60)로 고정 (r <sub>i2</sub> )	
9	속도(80)로 고정 (r <sub>i3</sub> )	
10	차로수(1)로 고정 (r <sub>i4</sub> )	
11	차로수(2)로 고정 (r <sub>i5</sub> )	
12	차로수(3)로 고정 (r <sub>i6</sub> )	
13	속도(40)로 고정 (r <sub>i1</sub> )	주행차로와 판독거리간의 상관관계
14	속도(60)로 고정 (r <sub>i2</sub> )	
15	속도(80)로 고정 (r <sub>i3</sub> )	
16	정보수(4)로 고정 (r <sub>i4</sub> )	
17	정보수(5)로 고정 (r <sub>i5</sub> )	
18	정보수(6)로 고정 (r <sub>i6</sub> )	



<그림 18> 정보수 4인 집합의 산점도



<그림 19> 정보수(4)로 고정(r<sub>s1</sub>)

9) Handbook of Road Technology, M.G.Lay, Gordon and Breach Science Publishers, p.426.

〈표 12〉 각 변수별 상관계수의 순위

순위	변수	상관계수	각 변수별 상관관계 내용
1	r <sub>s3</sub>	-0.749	속도와 판독거리 - 정보수(6)로 고정
2	r <sub>s4</sub>	-0.658	속도와 판독거리 - 차로수(1)로 고정
3	r <sub>s1</sub>	-0.557	속도와 판독거리 - 정보수(4)로 고정
4	r <sub>s6</sub>	-0.538	속도와 판독거리 - 차로수(3)로 고정
5	r <sub>s5</sub>	-0.533	속도와 판독거리 - 차로수(2)로 고정
6	r <sub>13</sub>	-0.499	정보수와 판독거리 - 속도(80)로 고정
7	r <sub>15</sub>	-0.404	주행차로와 판독거리 - 정보수(5)로 고정
8	r <sub>s2</sub>	-0.389	속도와 판독거리 - 정보수(5)로 고정
9	r <sub>11</sub>	-0.279	정보수와 판독거리 - 속도(40)로 고정
10	r <sub>16</sub>	-0.273	정보수와 판독거리 - 차로수(3)로 고정
11	r <sub>12</sub>	-0.242	정보수와 판독거리 - 속도(60)로 고정
12	r <sub>11</sub>	-0.175	주행차로와 판독거리 - 속도(40)로 고정
13	r <sub>15</sub>	-0.128	정보수와 판독거리 - 차로수(2)로 고정
14	r <sub>16</sub>	-0.119	주행차로와 판독거리 - 정보수(6)로 고정
15	r <sub>14</sub>	-0.107	정보수와 판독거리 - 차로수(1)로 고정
16	r <sub>13</sub>	-0.093	주행차로와 판독거리 - 속도(80)로 고정
17	r <sub>14</sub>	-0.033	주행차로와 판독거리 - 정보수(4)로 고정
18	r <sub>12</sub>	0.118	주행차로와 판독거리 - 속도(60)로 고정

상관분석을 통하여 판독거리에 끼치는 변수의 영향은

속도 > 정보수 > 주행 차로

순으로 나타남을 알 수 있었다. 이 결과를 통해 외국처럼, 우리나라도 도로표지 시인거리를 표현함에 있어 속도는 물론이고 '정보수'를 함께 고려해야 한다는 필요성이 도출되었다.

현재 진행된 실험이 정보수의 변화가 4~6으로 작아서 한계가 있음에도 불구하고 뚜렷한 결과가 나왔음을 감안한다면, 향후 더욱 구체적으로 다양한 정보수의 표지판을 대상으로 실험을 한다면 더욱 신뢰성 있는 결과를 기대할 수 있을 것이다.

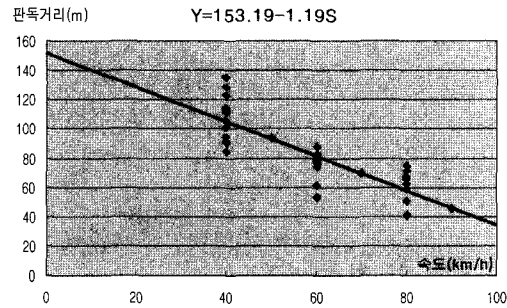
### V. 개선안의 도출

본 연구에서는 앞에서 제시되어진 문제점을 고려하여, 정보수를 고려한 새로운 판독거리 산정식을 세우고자 하였다. 기본적으로 회귀분석을 통하여 새로운 판독거리 산정식을 얻으려 하였고, Excel에서 단순회귀부터 중회귀까지 분석이 가능한 만큼, Excel을 통하여 모든 분석을 수행하였다.

상관분석결과 속도 > 정보수 > 주행차로 순으로 유의성이 제시된 만큼, 본 장에서도 회귀식 도출시 〈표 13〉과 같이 이 3가지 변수를 모두 고려하였다.

〈표 13〉 새로운 회귀식의 고려 변수

	고려 변수	비고
1	속도	S
2	속도, 정보수	S,F
3	속도, 주행차로	S,L
4	속도, 정보수, 주행차로	S,F,L



〈그림 20〉 Y=153.19-1.19S, 식(9)의 그래프

식(9)에서 식(12)까지는 〈표 12〉의 변수를 고려하여 산출해 낸 회귀식이다.

모든 식의 F<sub>0</sub>의 값이 유의수준 95%에서 매우 유의하며, 결정계수(R<sup>2</sup>)의 값도 0.7이상으로 모두 만족할 만한 값이 나왔다(김우철외, 1996참조). 그 중에서 결정계수의 크기를 비교한다면,

Y=153.19-1.19S  
(R<sup>2</sup>=0.7279, F<sub>0</sub>=104.3194033) F(1,39;0.05)=1.40129E-12

Y=150.45-1.19S+1.35L  
(R<sup>2</sup>=0.7303, F<sub>0</sub>=51.46038596) F(2,38;0.05)=1.53237E-11

Y=164.28-2.07F-1.22S  
(R<sup>2</sup>=0.7320, F<sub>0</sub>=51.88839516) F(2,38;0.05)=1.36581E-11

Y=161.68-2.11F-1.22S+1.40L  
(R<sup>2</sup>=0.7346, F<sub>0</sub>=34.13751342) F(3,37;0.05)=9.41527E-11

Y : 판독거리(m), S : 주행속도(km/h), R<sup>2</sup> : 결정계수, F : 정보수  
L : 노측에 설치된 표지판에서 주행중인 차로까지의 차선 수

식(12) : 0.7346 > 식(11) : 0.7320 >  
식(10) : 0.7303 > 식(9) : 0.7279

의 순으로 변수가 많이 고려된 식일수록 더욱 결정계수가 높음을 알 수 있다.

따라서, 본 연구에서 얻어낸 새로운 최소요구판독거리 산정식은 결정계수가 가장 높은, 모든 변수를 고려한 아래의 식(12) 라고 할 수 있다.

$$Y = 161.68 - 2.11F - 1.22S + 1.40L \quad (12)$$

Y : 판독거리(m), S: 주행속도(km/h), F : 정보수  
L : 노측에 설치된 표지판에서 주행중인 차로까지의 차선수

본 실험에서 속도와 정보수의 범주가 각각 3개씩으로 작아서 모든 속도와 정보수 조합에 의한 판독거리를 통계를 빌어 설명한다는 것은 무리가 있겠으나 그럼에도 불구하고, 어느정도 만족할 만한 결과가 나왔다고 할 수 있고, 더 많은 변수를 고려할 수도 있을 것이다.

### VI. 결론 및 향후연구과제

본 연구는, 표지의 요건인 시인성을 중심으로 시인성에 영향을 미치는 요소를 도출하고 시인성의 핵심인 판독거리를 이들 요소를 이용하여 표현하고자 하였다. 몇 가지 연구의 결과 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, 현 규정대로 설치되어 있는 표지판의 판독거리는 건교부 규정에 의한 요구판독거리를 만족치 못하는바 판의 크기 및 글자의 크기 등 시인성 측면의 개선이 요구된다고 볼 수 있다.

둘째, 판독거리에 영향을 미치는 여러 변수의 크기는 다음 순서로 도출되었고

속도 > 정보수 > 주행차로

따라서 판독거리를 해석함에 있어 외국처럼 정보수를 함께 고려해야 한다는 것이 판명되었다.

셋째, 한편 실험을 통하여 얻어진 판독거리

$$\text{판독거리(m)} = 161.68 - 2.11 * \text{정보수} - 1.22 * \text{속도} + 1.40 * \text{주행차로}$$

(여기서, 속도의 단위는 km/h)

로 도출되었다. 한편, 이는 통계적으로 유의하며, 향

후 건교부 도로표지판관련 규정 개정시 본 연구의 결과가 '참고'될 수도 있다면 좀더 현실에 맞는 판독거리를 구할 수도 있다고도 볼 수 있을 것이다.

본 연구 성과로 얻어진 최소요구판독거리의 개념을 통하여 현실에 맞는 표지판 글자 규격과 표지판 규격을 다시 재산정하는 연구가 진행되어야 할 것이다. 한편, 본연구는 주변상황 (식재, 건축물 등) 및 날씨에 대한, 그리고 기상에 대한 것은 전혀 고려하지 않은바 이에 대한 요인을 고려하는 전체적인 실험환경의 확대 및 해당결과도 필요하다고 보여진다.

또한, 고려해야 될 변수들은 표지판 자체의 크기, 글자크기, 여백률, 글자 간격, 줄간격, 테두리선의 유무를 포함하는 전체적인 인간공학적 접근이 요구된다고 볼 수 있다.

### 참고문헌

1. AUSTRROADS, "Traffic Control Devices", AUSTRROADS Sydney, p.4, 1988.
2. Ernest Davies, "Traffic Engineering Practice", p.171, 1968.
3. FHWA, "Minimum Retroreflectivity Requirements for Traffic Signs", FHWA-RD-93-07, p.14, October, 1993.
4. FHWA, "MUTCD", p.1A-1, 1988.
5. M. G. Lay, "Handbook of Road Technology", GB Science Publishers, Vol. 2, 1988.
6. Standards Australia, "Australian Standard ROAD SIGNS Specification AS 1743", p.9, 1992.
7. 교통문화운동본부, "1999년도 교통문화 운동본부 설문자료", 1999.
8. 건설교통부, "도로표지판관련규정집", p.213, 1997.
9. 한국건설기술연구원, "도로 가변정보 안내시설 설치 및 관리 지침 제정 연구 최종보고서", 건설교통부, 1999a.
10. 한국건설기술연구원, "도로표지 기준 개선 연구 중간보고서", 건설교통부, 1999b.
11. 건설부, "도로표지 제작·설치 및 관리지침", 1991.
12. 도로교통안전협회(건설부연구용역결과), "도로표지 관리개선방안 공청회-최종보고서", 1990.
13. 경찰청, "교통안전시설실무편람", 2000.

14. 김동환, "혼잡교통류에서 GPS/GIS를 활용한 링크통행시간 및 정지지체 추정기법 개발", 아주대학교 건설교통공학과 공학석사학위 논문, p.3, 2000.
15. 김우철외, "현대통계학", 영지문화사, 1996.
16. 대한교통학회, "도로표지 개선 연구 용역 최종보고서", 1996.
17. 도로교통안전협회, "교통안전표지 기준설정을 위한 시인효과연구", 92-21-175, 1992.
18. 박성현, "현대실험계획법", 민영사, 1999.
19. 서울시/아주대 교통연구센터, "도로표지 개선체계 최종연구보고서", 1998.

✉ 주 작 성 자 : 최기주

✉ 논문투고일 : 2001. 6. 19

논문심사일 : 2001. 7. 13 (1차)

2001. 7. 26 (2차)

심사판정일 : 2001. 7. 26