▣ 論 文 ▣

자전거 도로의 안내표지 설치 위치에 관한 연구

A Study on the Proper Position of Guide Sign for Bikeway in Korea

정 규 수
(한국건설기술연구원 U-국토연구실 수석연구원)

이 영 인
(서울대학교 환경대학원 교수)

목 차

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 국내외 문헌고찰
1. 국내외 관련연구
2. 국내외 설치규정 분석
Ⅲ. 안내표지 설치 방법론
1. 안내표지 설계요소
2. 안내표지 글씨크기
3. 운전자 시야높이 및 범위
4. 자전거도로 안내표지 설치위치
Ⅳ. 현장실험 및 분석
1. 실험환경 및 방법
2. 결과 분석
Ⅴ. 결론 및 향후연구과제
참고문헌

Key Words : 자전거도로, 안내표지, 판독성, 자전거 운전자 특성, 자전거 정지시거
bicycle path, guide sign, legibility, characteristics of a bicyclist, stop sight distance

요 약

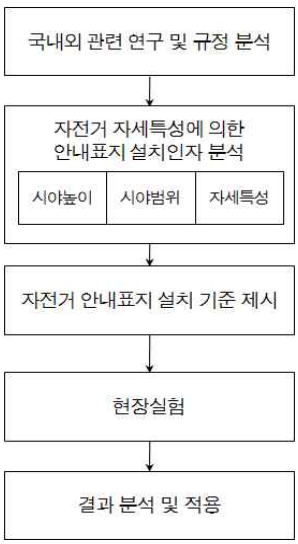
최근 들어 기후변화가 국제적으로 최우선 의제로 급부상 하면서 유엔의 최우선 아젠다로 추진하게 되었다. 이에 따라 우리나라에서는 '범지구적 기후변화대응 노력에 동참하고 녹색성장을 통한 저탄소사회 구현, -Low Carbon, Green Growth-' 이란 비전을 국가기본계획으로 발표하였으며, 일환으로 전국 자전거도로 네트워크 구축을 추진하고 있다. 자전거도로 및 인프라 구축을 추진하고 있으나, 길안내를 위한 자전거 도로표지는 고려하고 있지 않은 상황이다. 본 연구에서는 자전거를 위한 안내표지 설치 방안에 대해 연구하였다. 도로표지는 운전자가 이를 인식하고 그 내용을 파악하며 정지 등의 행동을 취하기까지의 거리에 대해 자전거 및 운전자의 자세특성을 고려한 안내표지의 규격 및 설치위치에 대해 이론적 고찰을 하였으며, 그 결과에 따른 실험적 검증을 실시하였다. 자전거 운전자의 전방 시야각에 따른 설치높이를 변경하여 높이에 대해 실험을 실시하였다.

Due to the recent emergence of global warming concerns, the UN has made the issue of climate change its top priority. Accordingly, Korea has announced a new national master plan titled, 'Participation in global efforts in climate change through -Low Carbon, Green Growth-'. As part of the plan, the constructions of bicycle path networks are being pushed forward. Although the building of bicycle paths and infrastructure is being implemented, little consideration has been given for bicycle path signage. This essay is the study of methodology in the installation of signs on bicycle paths. The research includes a theoretical study of the standard and installation position of signs with consideration of the geometry of bicycles as well issues such as the distance required for the bicyclist to recognize and understand the road sign and to take actions like stopping, In addition, experimental verification of the test results has been carried out. Also, the test on height of signs by changing the installation heights according to a bicyclist's forward vision angle has been conducted.

Ⅰ. 서론

최근 들어 기후변화가 국제적으로 최우선 의제로 급부상 하면서 유엔의 최우선 아젠다로 추진하게 되었다. 이에 따라 우리나라에서는 '범지구적 기후변화대응 노력에 동참하고 녹색성장을 통한 저탄소사회 구현, -Low Carbon, Green Growth-' 이란 비전을 국가기본계획으로 발표하였으며, 교통 분야에서 자동차 배기가스 감소를 위한 자전거 활성화가 국가적 정책으로 추진되고 있다[1].

행정안전부 주재로 자전거이용 활성화 기획단 설치를 위한 정부 계획이 수립됐다. 고유가 시대 에너지 절약과 환경오염, 교통 체증 문제를 해결하기 위해 정부가 불합리한 법령을 정비하고, 자전거 이용을 활성화하기 위한 추진단을 발족하겠다는 계획이다. 기획재정부, 교육과학기술부 등 10개 부처가 참여, 2010년까지 공공자전거 활성화방안(행정안전부), 자전거 신기술 개발 및 보급지원(지식경제부), 자전거 주차장 등 설치강화(국토해양부, 행정안전부, 교육과학기술부), 자전거 공원 등 공간 확충(문화체육관광부), 대중교통 수단과 자전거 연계방안 수립(국토해양부, 지식경제부), 자전거 보험제도 도입(국토해양부 보건복지가족부), 자전거 이용자 인센티브 제공방안 수립(행정안전부) 등 실질적인 육성책을 담고 있다.



<그림 1> 연구 진행 순서도

우리나라 창원시, 상주시, 대전시 등 주요도시에서는 자전거도로 건설 및 프랑스 벨리브 도입 등 공용자전거 IT 적용이 시도되고 있으나 자전거 이용을 위한 도로, 공용 대여 시스템 등에 주력하고 있다. 실제 자전거 운전자들은 익숙하지 않은 지역에서 길안내의 필요성을 제기하고 있으나, 우리나라의 안내표지의 설치기준은 제시되지 않고 있다.

본 연구에서는 자전거 이용자의 표준 시야를 고려하고, 자전거 지오메트리를 고려한 운전자 시야 높이 및 속도에 따른 시야각에 대한 안내표지의 설치위치와 규격에 대해 제시하였다. 규격에 따른 안내표지를 설치하여 현장실험을 실시하였으며 결과를 분석하였다.

Ⅱ. 국내외 문헌고찰

1. 국내외 관련연구

도로표지의 글씨크기 및 판독거리 관련 연구로는 최기주 외(2001), Salter and Hanna(1976), ITE(2001)에 의해 진행되었으며, 판독거리에 영향을 미치는 변수는 속도, 정보수, 주행차로 순이라 하였다.

도로표지의 글자 조합에 관련된 연구로는 강원의외(2005), 일본 사단법인 도로표지·표시업협회(2003)에 의해 진행되었으며 글자 조합, 종류, 복잡성, 주행속도에 관한 보정계수를 적용하여 문자의 크기를 산출하는 방법을 정립하였다.

자전거의 통행특성 및 도로표지의 설치위치 관련 연구는 손영태 외 1인(2001), A. Borowsky외(2008)에 의해 진행되었으며, 저전거 연속류 및 단속류의 평균속도를 제시하였고, 도로표지의 설치위치에 따른 운전자의 인지도 변화를 실험에 의해 검증하였다.

자전거 안내표지 설치의 필요성을 제시한 윤효진(1999)은 자전거도로가 본래의 기능이 발휘되도록 주요 활동센터로의 접근 자전거도로 안내, 통행경로 안내, 목적지 안내, 레크레이션 지역 및 기타 필요한 안내정보를 제공해주는 안내표지판을 제공해야 한다고 하였다.

안내표지를 판독하기 위해서는 일반적인 인지반응시간(perception-reaction time)에 판독을 위한 시간이 추가되어야 하는데, Traffic Engineering 에서는 인지반응시간을 감지(detection), 확인(identification),

1) 국무총리실 "기후변화대책기획단, 기후변화대응 종합기본계획", 2008

판단(decision), 반응(response)의 4단계로 구분하였고, 사람의 전방 시야 범위 중 정확한 시야각(acute vision cone)은 3도에서 10도 범위라 하였다.

선행 연구에서는 자동차 운전자를 대상으로 한 판독시간, 운전조작거리, 주야간 환경 등에 따른 도로표지의 규격에 대한 제시를 하였고, 자전거 안내표지 설치의 필요성을 제시하였다. 따라서 자전거 운전자의 운전특성을 고려한 자전거 안내표지의 규격과 설치방법에 대한 연구가 필요하다.

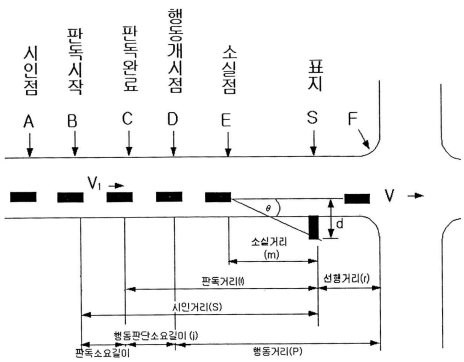
2. 국내외 설치규정 분석

1) 국내 도로표지 설치규정 분석

자전거의 운전행동은 인지, 판독, 판단, 행동의 순서로, 자동차의 경우와 같다. 따라서 자동차를 위한 도로표지의 기준을 준용하여 사용할 수 있다.

일반적으로 주행 중 운전자는 시인점 A에서 도로표지 S의 존재를 알고, B에서 도로표지의 내용을 보기 시작할 수 있다. 그래서 그 내용을 완전히 인식하는 곳이 C지점이며, 그 내용에 대하여 자신이 취해야 하는 행동을 판단하는 약간의 시간이 경과한 후 행동을 개시한다. 이 행동개시점 D로부터 교차로(또는 위험장소)인 F지점까지의 거리 내에서 운전자는 필요한 행동(차선변경, 감속, 방향변경 등)을 안전하고 원활하게 완료하여야 하는 것이다. 하지만 자전거도로에서는 차선변경이 필요치 않으므로 차선변경에 소요되는 시간(t1)은 제외한다.

이와 같은 조건을 만족시키는 판독거리(ℓ)를 구하는 조건은 다음과 같이 표시할 수 있다.



<그림 2> 도로표지에 대한 운전자의 행동과정

$$P = \ell + r - j \leqq (V_1^2 - V_2^2)/(2a) \quad (1)$$

여기서

$\frac{(V_1^2 - V_2^2)}{2a}$ 정지거리

$$\ell \geqq m = \frac{d}{\tan\theta} \quad (2)$$

P : 행동거리

ℓ : 판독거리

r : 선행거리

j : 행동판단소요길이(j = t2·V1)

V_1 : 접근속도(85% 주행속도)

V_2 : 교차로(또는 위험장소)에서의 속도

a : 가속도(-0.75 ~ -1.5m/sec^2)

t2 : 행동판단시간(2.0~2.5초)

m : 소실거리

d : 운전자의 눈의 위치로부터 도로표지까지의 측방 또는 상향거리[2)]

2) 일본

자전거도로에 대한 방향안내표지는 별도 설치되어 있지 않으며, 자전거 관련 규제 표지만이 설치되고 있다. 자전거에 대한 통행금지, 주차금지 등의 규제표지가 상당 수 설치되어 있으며, 그 규격 및 설치높이는 <표 1>과 같다.

<표 1> 일본의 노측식 표지 설치 기준[3)]

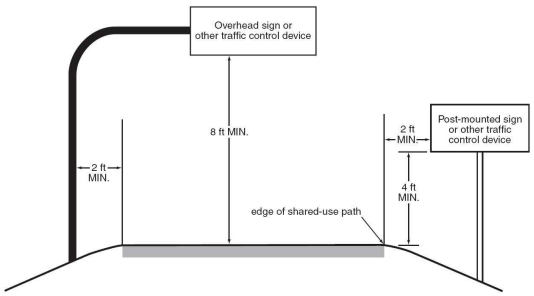
표지령에서 정하는 높이	도로관리자		공안위원회	
	설치기준	적요	설치기준	적요
안내표지 1.8m이상 경계표지 1.0m이상 규제표지 1.0m이상 지시표지 1.0m이상 보조표지 1.0m이상	1.8m	상황에 따라 2.5m까지 높일 수 있고 1.0m 까지 낮출 수 있음	폭원 1.5m 이하의 보도, 폭원 2.0m 이하의 겸용도로의 경우 2.5m	최하 1.8m
			보행자횡단 금지의 경우 1.2m	최대 1.8m
			상기 외 1.8m	최대 2.5m, 최소 1.5m

2) 도로표지 제작·설치 및 관리지침, 국토해양부 p162-163

3) 사단법인 일본도로표지표시업협회, '도로표지핸드북'의 도로표지 설치기준을 요약한 것임

3) 미국

MUTCD(Manual of Uniform Traffic Control Devices)에는 자전거와 관련된 표지 설치에 대해 규정하고 있다. <그림 3>과 같이 도로에서 1.2m-1.5m 높이에 설치하며, 도로 가장자리로부터 0.9m-1.8m 떨어진 위치에 설치하도록 하고 있다. 설치되는 표지는 길안내 표지는 없으며, 금지, 규제, 교통안내, 양보 등 일본의 경우와 흡사하다.



<그림 3> 미국의 자전거 표지 설치규정[4]

III. 안내표지 설치 방법론

1. 안내표지 설계요소

자동차 운전자의 시야에 관계되는 요소로는 가속도, 고정시설물 인식, 주변 밝기에 따른 적응, 사물 크기변화에 따른 감지, 색상, 주변 밝기와 유사한 사물 감지, 사물과의 거리 판단, 움직이는 사물에 대한 인식, 눈동자의 움직임, 눈부심, 수평방향 시야범위, 수직방향 시야범위이다.

자전거 운전자의 시야에 관계되는 요소는 자동차의 경우와 유사하나 그 값이나 범위는 다르다, 즉, 자동차 운전자의 경우 차량이라는 제한된 공간 내에서의 제한된 시야 범위를 가지며, 운전자세의 영향으로 상향 범위로의 시야 확보가 우수하다. 따라서 도로표지 등의 내용판독을 위한 전방 시야각(acute vision)이 3도일 경우 100m의 거리에서 5m 높이의 사물을 인지하고 판독할 수 있는 것이다. 이에 반해 자전거 운전자의 경우 개방된 공간에서의 시야로 인해 좌우방향의 시야범위는 자동차의 경우보다 크다고 할 수 있다. 하지만, 운전자세의 영향에 의해 하향 범위의 시야를 가지고 있으므로 전방 시야 범위의 높이는 한계가 있다.

본 연구에서는 자전거 운전자의 인지반응 시간을 고려한 정지필요거리, 자세특성에 의한 시야의 높이 및 중심선, 범위를 고려한 자전거 운전자 시야특성을 고찰하고 그에 따른 안내표지의 설치 방법을 제시한다.

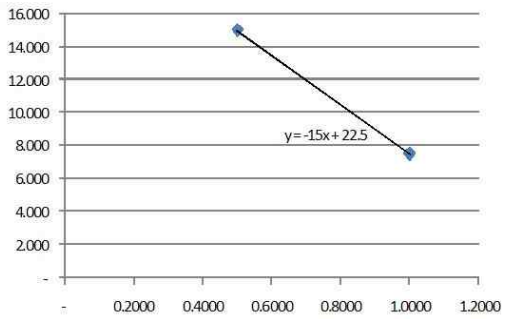
2. 안내표지 글씨크기

자전거의 주행 중 안내표지를 발견하고 내용을 읽기 시작하는 시인점부터 내용 판독이 완료되는 판독거리, 판독 완료 후 차로변경 등 반응을 하기위한 운전자 반응시간과 운전조작 거리, 차로변경 등 반응거리, 도로표지가 시각에서 벗어나는 지점, 실제 교차로 지점을 고려할 때 방향표지 및 방향예고표지의 설치위치 및 글씨크기를 결정할 수 있다. 자전거의 운전자는 자동차 운전면허를 취득할 수 있는 최소 시력인 0.7디옵터 이상으로 하고, 이를 기준으로 한 안내표지의 설치 규격을 산정한다.

랜돌프 시력 기준에 의한 시력과 글씨크기 관계는 <그림 4>와 같다. <그림 4>에서 운전자 시력기준인 0.7, 측정거리 4m일 때 글씨크기는 12mm 이다. 따라서 글씨크기와 판독가능 거리의 관계는 식(5)와 같이 산출할 수 있다.

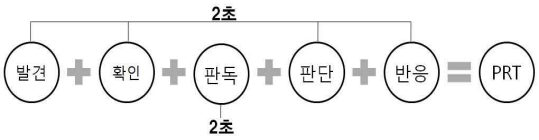
$$l = 333A \tag{5}$$

l : 판독가능거리(m)
A : 글씨크기(m)



<그림 4> 시력과 글씨크기 관계[5]

4) Manual on Uniform Traffic Control Devices, 2009 Edition, pp790
5) 랜돌프 시력기준을 이용해 글씨크기와 시력과의 관계를 그래프로 표현한 것이며, 식(5)는 이를 수식으로 표현한 것임



<그림 5> 판독시간을 고려한 인지반응시간[6]

도로표지 내 정보의 수가 많아지게 되면 그 판독거리가 길어지고 글씨 크기가 커져야 하나, 동일 도로에서 글씨크기나 표지판의 크기가 계속 변경된다면 이는 오히려 운전자의 혼란을 야기할 수 있다. 적정 값을 정하여 일정한 크기의 도로표지를 설치하여야 운전자는 동일 크기에 익숙하게 되어 오히려 안정된 판독을 할 수 있는 것이다.

식(1), 식(2)에 따라, 운전자의 행동판단 시간을 2초, 안내표지 판독시간을 2초, 가속도를 -1m/sec^2 이라 하고 주행속도가 20km/h, 접근속도를 17km/h인 경우를 기준으로 정지필요거리(=판독소요거리(l)+행동판단거리(j)+정지거리)는,

$$l+j+\frac{(V_1^2-V_2^2)}{2a}=9.4+9.4+\frac{(4.7_1^2-0_2^2)}{2\times1}=29.8\text{m}$$

즉, 정지필요거리 29.8m 일 때 글씨크기는 식(5)에 의해,

$$A \geq l/333 = 29.8/333 = 0.089m$$

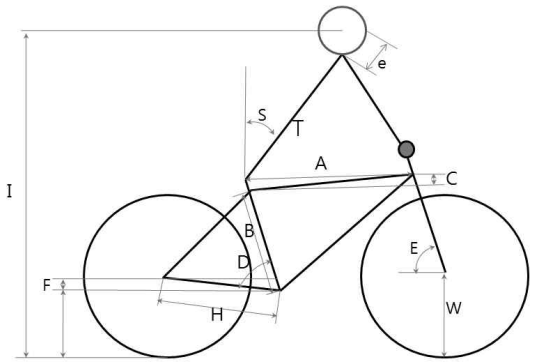
그러므로 8.9cm 이상인 10cm 글씨크기로 한다.

3. 운전자 시야높이 및 범위

1) 시야높이

적용 대상 자전거는 우리나라의 대다수를 차지하고 있는 산악용(MTB) 및 유사자전거로 한다.[7] <그림 6>은 산악용 자전거의 일반적인 형태를 나타내며 괄호안의 숫자는 일반 남자의 키 170cm~180cm 사이를 기준으로 한 치수를 나타낸다.

지면으로부터 운전자의 시야 높이는 휠지름과 타이어 폭의 합에서 F(BB drop)값을 빼고, 탑튜브 위치(A)에서 연직선에서 15~30도 숙인 위치에서의 시야 위치를 구하면 된다.



A : Top tube(580mm)
B : Seat tube(420mm)
C : Head tube(118mm)
D : Seat Angle(73.5도)
E : Head angle(70.5도)
F : BB drop(30mm)
G : Wheel base(1,060mm)
H : Rear center(425mm)
T : 평균 상반신(644mm)
W : 휠 반지름(370mm)
e : 어깨부터 평균 시야높이(201mm)
I : 시야높이

<그림 6> 자전거 운전 자세 특성[8]

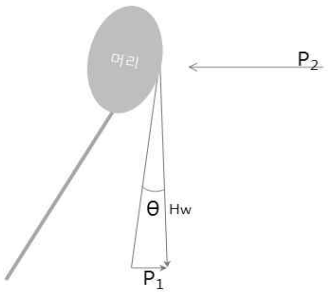
<그림 6>에서 시야높이(I)는

$$I = W-F+B\sin D+C+(T+e)\cos S$$
$$= 370-130+420\times\sin 73,5+118$$
$$+(644+201)\times\cos(15\sim30)$$
$$= 1,577\sim1492\text{mm}$$

2) 운전자 자세 특성

자전거 운전자의 자세는 상체를 숙인 상태이지만, 전방주시를 위해 상체의 각도에 비해 머리는 상향으로 들게 된다. 이 머리의 각도는 운전자에 따라 다르겠지만,

6) Perception-Reaction Time (참고문헌 16.)의 detection, identification, decision, response 시간 외에 도로표지의 판독 시간을 추가한 것임
7) 자전거산업 실태분석, 국민체육진흥공단 체육과학연구원, 2006, p21
8) 통계청, "120 부위의 통계량(1997)" 자료의 평균값을 적용한 것임



머리무게에 의한 반력(P_1) = 풍하중(P_2)

$P_1 = Hw \times \tan\theta = 8 \times \tan\theta (kgf)$

$P_2 = \frac{1}{2}\rho V^2 A = \frac{1}{2} \times 0.25 \times 5.6^2 \times 0.04$

$= 0.167kgf$

$8\tan\theta = 0.167$

$\therefore \theta = 1.2$

* P_1 : 머리무게에 의한 반력(kgf)

P_2 : 풍하중(kgf)

Hw : 머리무게(kgf)

ρ : 공기밀도(0.25kgsec^2/m^4)

V : 풍속(5.6m/s)

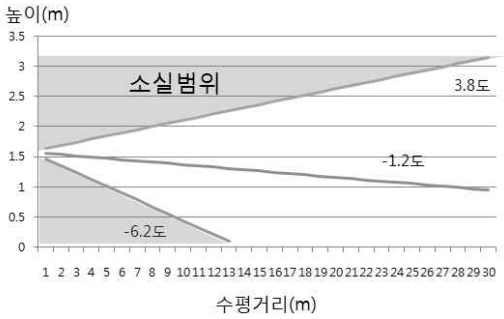
A : 얼굴면적(0.04m^2, 통계청자료 활용)

<그림 7> 자전거 운전자의 시야중심각

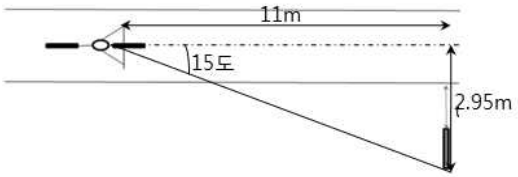
본 연구에서는 자전거 속도에 따른 풍하중을 계산하여 이 풍하중을 상쇄할 수 있는 각도를 최대 자연스러운 자세로 가정하고 그 값을 기준으로 한다.

3) 시야범위

자전거 운전자의 시야각은 상체를 15~30도 숙인 자세에서 목을 곧게 폈을 때 상체와 같은 각도로 하향을 향하게 되지만 일반적으로 고개를 수평 방향으로 약간 드는 형태의 자세를 취한다. 전방 정보의 판독을 위한 시야범위(acute vision cone)가 최소3도에서 10도[9] 사이이므로, 시야 중심각도 -1.2도일 때, 상향 최대 3.8도, 하향 최소 -6.2도가 된다. 자전거 운전자는 판독소요거리(9.4m)와 행동판단거리(9.4m)를 합한 거리 동안에는 안내표지가 소실되지 않아야 한다. 따라서 <그림 8>에서와 같이 상하 소실범위에 들지 않는 범위에 설치하여야 한다.



<그림 8> 시야각과 거리에 따른 높이



<그림 9> 측면 최대 이격 거리

또한, 도로에서 우측방향으로의 이격 거리는 운전자의 좌우 시야각인 최대 15도[10]를 넘지 않는 범위에서 이격거리를 최소한 하는 것이 가장 좋다. 하지만 운전자와 안내표지와의 충돌을 방지하는 범위 이상으로 해야 할 것이다. 즉, 최소범위는 운전자의 어깨넓이 정도이며, 최대범위는 소실범위가 인지판독반응거리 이후 잔여거리보다 작도록 해야 한다. 즉 <그림9>에서와 같이 11m 전방에서 안내표지의 우측 가장자리까지 시인이 되도록 하여야 한다.

4. 자전거도로 안내표지 설치위치

도시지역의 자전거 및 보행자겸용도로에서는 보도의 건축한계인 2.5m 이상으로 설치하여야 한다. 하지만, 도시지역의 경우 도로표지, 도로명표지, 보행자용 표지 등을 이용할 수 있으므로, 본 연구에서의 안내표지는 자전거 전용도로를 대상으로 하며 설치방법은 다음과 같이 요약할 수 있다.

Step1 : 안내표지의 판독시간을 고려한 인지반응시간을 적용하여 정지필요거리를 산출하고 그

9) 'Traffic Engineering'(참고문헌 17.), pp18, acute vision cone

10) 'HIGHWAY SAFETY MAUNAL'(참고문헌 17.), pp2-6의 useful field of view 중 저속인 자전거를 고려하여 최대 30도를 적용하였음

거리에 따른 글씨크기를 산출한다.

Step2 : 자전거의 평균적 높이 산출과 우리나라 20-40세 사이의 부위별 평균 신체 크기를 이용하여 시야 높이를 산출한다.

Step3 : 자전거 주행 중 풍하중에 의한 시야 중심각을 산출하고, 상하 시야범위에 따른 전방 시야 기준범위를 산출한다.

Step4 : 시야높이 및 범위에 따라 안내표지의 소실거리를 제외한 유효 범위가 인지판독반응거리보다 큰 범위를 안내표지 설치범위로 결정한다.

자전거도로의 안내표지 설치를 위해서는 안내표지의 색상, 자전거도로의 제한속도에 따른 글씨의 크기, 설치높이가 필요하다. 안내표지의 색상은 일반 도로표지와 동일한 녹색바탕의 흰색 글씨로 한다. 글씨크기나 표지판의 규격 및 설치 높이는 <표 2>와 같다.

<표 2> 설계속도에 따른 설치높이 산정

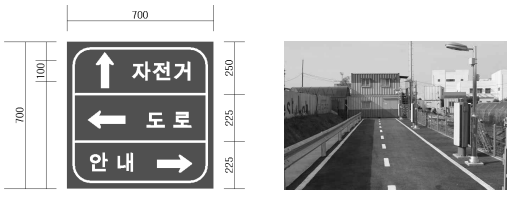
설계속도		20km/h
교차로 정지시거(m)		30
안내표지 글씨크기(cm)		10
안내표지 설치높이(m)	상단최대	2.15이하
	하단최소	0.32이상
측면설치위치 (m)	좌측최소	0.5이상
	우측최대	2.95이하

Ⅳ. 현장실험 및 분석

1. 실험 환경 및 방법

1) 실험환경

안내표지는 위 결과에 의해 산출된 규격으로 반사지(Reflective Sheet)를 이용하여 제작하였다. 반사지는 유리구슬을 수지필름의 내부에 봉입한 일반반사지를 사용하였다.

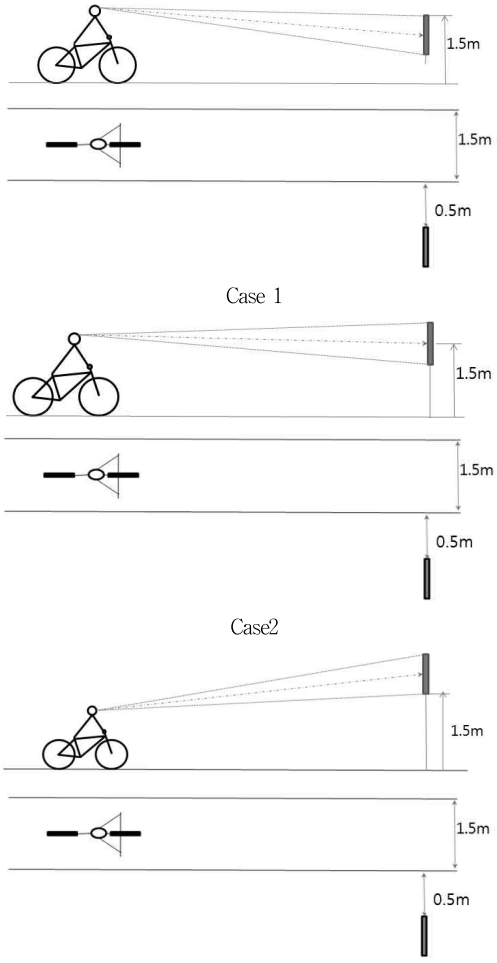


<그림 10> 자전거 도로 안내표지 규격(단위:mm) 및 실험환경

안내표지의 이론적 높이 및 글씨크기에 따라 설계된 도로표지는 <그림 10>과 같다. 정보의 수는 직진방향 및 회전방향의 안내지명 3개와 방향안내 화살표 3개의 6개이며, 영문표기는 생략하였다. 폭 1.5m의 1차로 자전거 도로에서 자전거 도로 안내표지를 설치하여 실험한다.

2) 실험 방법

단일집단설계(one-group design)로 시행하며 이에 따른 변수는 자전거 운전자의 시야높이에 안내표지의 상단을 같게 한 경우, 시야높이에 안내표지 중심점을 같게 한 경우, 시야 높이와 안내표지 하단의 높이를 같게 한 경우로 하였다. 보행자 건축한계 높이인 2.5m 이상으로 한 경우는 소실거리가 18m 이상으로 제외하였다.



<그림 11> 요인설계에 대한 실험 조건

피실험자는 20-40대의 과거 자전거 운전 경력이 있으며, 도로주행에 문제가 없는 자로써, 교정시력 0.7 이상의 남자 5명을 대상으로 하였다.

실험용 자전거는 산악용 자전거로 하며, 속도계를 장착하여 운전자가 진입속도를 알 수 있도록 하였다.

피실험자 1인당 3개 case에 따라 10회씩 총 50회 실시하였다. Case 별 설치된 안내표지에 대해 운전자는 30m 지점에서 20km 전후의 속도를 유지토록 하였으며, 안내표지의 인지, 판독 후 최종 정지가 완료되는 위치는 위치를 정지거리(시인거리+판독거리+제동거리)라 하고 기록하였다. 운전조작은 급조작이 없도록 하였다.

① 30m 지점 통과 시 속도 체크
② 30m 지점 통과 후 패달링 멈춤
③ 표지판 인식 및 내용 소리 내어 읽음
④ 판독 완료 후 정지(급조작 없이)

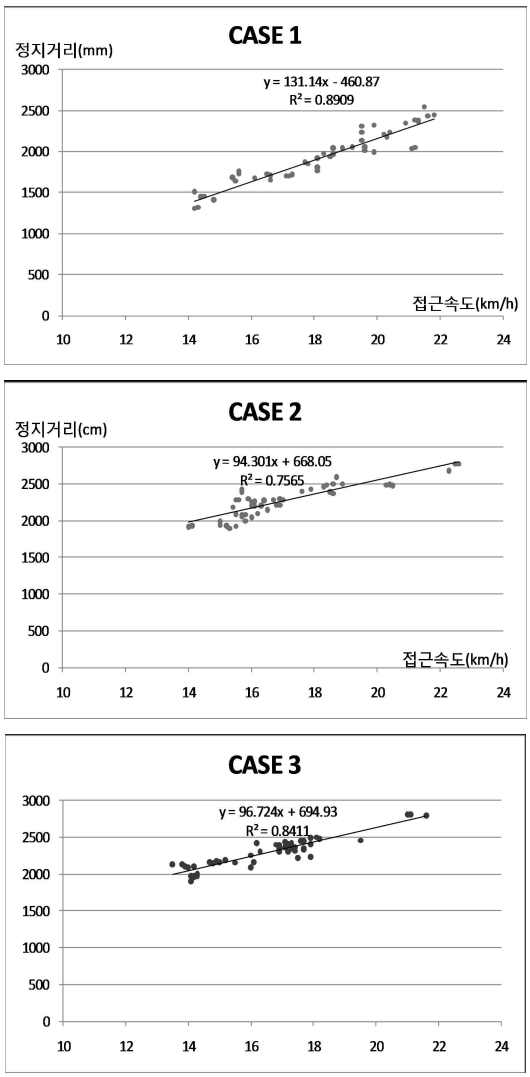
<표 3> 요인설계에 대한 실험 조건

	변인	
Case1	자전거 운전자 시야 높이와 안내표지 상단의 높이를 같게 함	
Case2	자전거 운전자 시야 높이와 안내표지 중심높이를 같게 함	
Case3	자전거 운전자 시야 높이와 안내표지 하단의 높이를 같게 함	

<그림 12> 현장실험 장면

2. 결과 분석

Case 별 50회씩 실시한 결과 값에 대해 선형회귀분석을 실시하였으며 그 결과는 <그림 13>과 같다.



<그림 13> Case 별 실험값의 선형회귀분석 결과

위의 선형회귀분석 결과를 이용하여 진입속도별 정지거리를 <표 4>와 같이 계산하였다. 전반적으로 case 1, 2, 3의 순으로 안내표지의 인지, 판독, 정지거리가 길어짐을 보인다. 이는 자전거 운전자가 안내표지를 인지한 후 내용 판독을 위해 머리의 각도를 변경해야하는 추가 소요시간이 필요함으로 판단된다. 접근속도가 느릴수록 표지위치에 대한 영향은 크게 나타났다.

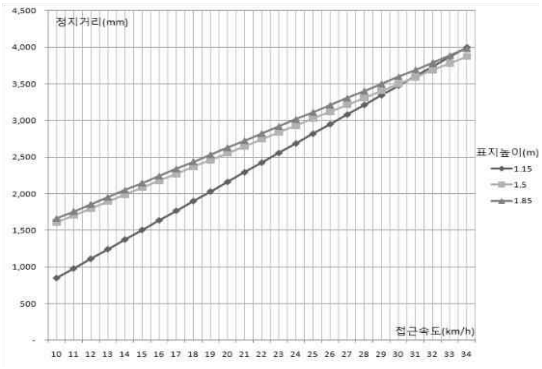
<표 4> Case 별 진입속도와 정지거리 산출

진입속도 (kph)	정지거리(cm)		
	case1	case2	case3
10	851	1,611	1,662
11	982	1,705	1,759
12	1,113	1,800	1,856
13	1,244	1,894	1,952
14	1,375	1,988	2,049
15	1,506	2,083	2,146
16	1,637	2,177	2,243
17	1,769	2,271	2,339
18	1,900	2,365	2,436
19	2,031	2,460	2,533
20	2,162	2,554	2,629
21	2,293	2,648	2,726
22	2,424	2,743	2,823
23	2,555	2,837	2,920
24	2,686	2,931	3,016
25	2,818	3,026	3,113
26	2,949	3,120	3,210
27	3,080	3,214	3,306
28	3,211	3,308	3,403
29	3,342	3,403	3,500
30	3,473	3,497	3,597
31	3,604	3,591	3,693
32	3,736	3,686	3,790
33	3,867	3,780	3,887
34	3,998	3,874	3,984

회귀분석 결과 수식에 따라 진입속도에 따른 정지거리를 계산해보면 <표 4> 및 <그림 14>와 같다. 20kph 이하 저속으로 주행할 때는 case 1의 경우가 정지거리가 현저히 작았으나 30kph 이상에서는 그 차이가 없다가 34kph 부터는 오히려 case 1의 경우가 정지거리가 길었다. 이는 <그림 7>에서 말하고 있는 풍하중의 값이 높아져 시야가 상향으로 올라간다는 것을 증명할 수 있는 것이다. 또한, 자전거의 속도가 빨라질수록 운전자는 좀 더 멀리 보려고 고개를 드는 경향이 있다고 할 수 있다,

위의 결과에 따라 자전거 운전자를 위한 안내표지를 설치했을 경우 진입속도(안전율을 고려하여 설계속도와 같다고 본다)와 정지시거를 <표 5>와 같이 규정할 수 있다. 즉, 설계속도에 따라 시거의 확보를 최대한 했을 때 그에 적합한 안내표지를 설치하면 될 것이다.

아울러, Case1의 경우 자전거 운전자가 머리를 드는 등 운전 자세를 변경하지 않고 안내표지를 인지할 수 있었으나, 주변 배경과의 혼란을 주어 안내표지의 위치를 찾는데 시간이 소요되는 경향이 있다. 이는 안내표지의



<그림 14> 진입속도 별 Case 간 정지거리 비교

<표 5> 설계속도에 따른 정지시거 (단위:m)

설계속도	정지시거(m)		
	1.15	1.50	1.85
10kph	9	17	17
20kph	22	26	26
30kph	35	35	36

주변과 대비되는 표지 색채를 사용하여, 시인성을 좋게 하는 것이 좋으나, 자전거 안내표지만의 색상을 정하여 일관된 표지를 설치하고, 교차로 또는 안내표지가 전방에 있다는 것을 노면에 표시해주어 미리 알려주는 방법으로 해결이 가능하다.

Ⅴ. 결론 및 향후연구과제

자전거도로 안내표지를 자전거 운전자 시야 범위 내에 설치하였을 때 정지거리는 모두 30m 이내 범위에 들었다. 1.5m를 기준으로 하여 높이를 3가지로 구분하여 실험을 실시하였을 때 안내표지 상단이 1.5m 일 때, 즉 운전자의 시야높이보다 아래쪽에 설치하였을 때가 가장 정지거리가 짧았으며, 이는 시인 및 판독시간이 가장 짧다고 할 수 있는 것이다. 도로의 환경이나 여건에 따라 설치높이를 범위 내에서 조절하여 설치할 수 있으나, 1.5m 이하로 설치하는 것이 가장 효과적이라 할 수 있다.

향후, 추가적 안내방식에 따른 안내표지의 효율성 증대, 안내지명의 선정 등 자전거도로의 부대시설 등에 대한 연구가 진행되어야 할 것이며 주요 내용은 다음과 같다.

1) 안내표지의 규격에 따른 설치방안 연구

자전거도로 안내표지는 안전성, 환경 저해성, 스카이뷰 고려성 등으로 최적의 규격으로 설치하는 것이 가장

좋다. 따라서 글씨크기의 다양한 변화와 설치높이, 설치 위치와의 관계에 대해 연구할 필요가 있다.

2) 노면표시를 이용한 안내방안 연구

복잡한 도시지역에는 건축한계로 인해 원하는 위치에 원하는 높이의 안내표지를 설치하기 어렵다 따라서, 노면표시를 이용하여 안내위치, 글씨크기, 색상 등 규격에 대한 연구를 할 필요가 있다.

3) 자전거 도로망도 제작방안 연구

자전거도로는 일반 도로망과 유사하게 설치되는 것이 보통이나, 한강 자전거도로와 같이 자전거 전용도로의 경우 그렇지 않은 경우도 많다. 따라서 자전거도로만을 위한 주제도를 별도 제작할 필요가 있다.

4) 안내지명의 선정방안 연구

자전거를 위한 안내지명은 자동차를 위한 안내지명보다 그 안내 범위가 작아야 한다. 일반적으로 도로표지에서는 5-10km 간격으로 지명이나 시설명을 선정하나, 자전거에 적합한 지점선정이 필요하다. 자전거 도로망도와 연계하여 교차점 위주의 안내도 가능할 것이다.

참고문헌

1. 국무총리실(2009), “기후변화대책기획단, 기후변화대응 종합기본계획”.
2. 정규수(2008), “녹색성장 구현을 위한 u-녹색교통 구축”, 교통기술과 정책, 제5권 제4호.
3. 국토해양부(2006), “도로표지관련규정집”.
4. 최기주·최병운(2001), “도로표지 시인거리에 관한 연구”, 대한교통학회지, 제19권 제4호, 대한교통학회, pp.123~137.
5. 이기영·유태호·이군상·오영태(2006), “도로표지내 글자간 적정 여백률에 관한 실험적 연구”, 대한교통학회지, 제24권 제6호, 대한교통학회, pp.21~32.
6. 강원의(2005), “도로표지 정보의 판독성에 관한 실증 연구”, 대한토목학회지, 제25권 제2D호, 대한토목학회.
7. 노관섭(1996), “시선유도표지의 시인성 및 설치간격에 관한 연구”, 대한토목학회논문집, 제16권 제III-3호, 대한토목학회.
8. 윤효진(1999), “기존 도시부 자전거도로의 운영실태에 따른 개선방안”, 경기대학교 학술저널.
9. 오창수(1999), “자전거도로 계획 및 시설기준에 관한 연구”, 광주대학교.
10. 국민체육진흥공간 체육과학연구원(2006), ‘자전거 산업 실태분석’.
11. Federal Highway Administration(2009), “Manual on Uniform Traffic Control Devices(MUTCD)”.
12. 社團法人 全國道路標識·標示業協會(2004).“道路標識ハンドブック”.
13. Avinoam Borowsky, David Shinar, Yisrael Parmet(2008), “Sign location, sign recognition, and driver expectancies”, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Volume 11, Issue 6, pp.459~465.
14. Christopher D. Wickens, John D. Lee, Yili Liu, Sallie E. Gordon Becker(2004), “An Introduction to Human Factors Engineering, 2nd Edition”.
15. Ping-Huang Ting, Jiun-Ren Hwang, Chin-Ping Fung, Ji-Liang Doong, Ming-Chang Jeng(2008), “Rectification of legibility distance in a driving simulator”, Applied Ergonomics 39, pp.379~384.
16. Roger P. Roess, Elena S. Prassas, William R. Mcshane(2010), ‘Traffic Engineering’, pp.18~20.
17. AASHTO(2010), ‘HIGHWAY SAFETY MAUNAL’, pp.2-1~2-6.

♧ 주 작 성 자 : 정규수
♧ 교 신 저 자 : 정규수
♧ 논문투고일 : 2010. 5. 12
♧ 논문심사일 : 2010. 7. 13 (1차)
2010. 10. 18 (2차)
2010. 12. 1 (3차)
♧ 심사판정일 : 2010. 12. 1
♧ 반론접수기한 : 2011. 4. 30
♧ 3인 익명 심사필
♧ 1인 abstract 교정필