

컴퓨터 기반 실내실험을 통한 고속도로 차선의 적정 규격

Appropriate Dimension of Freeway Lane Marking using Computer Based Laboratory Experiment

강민정 Kang, Min Jeong | 정회원 · 경기대학교 도시 · 교통공학과 학사과정 (E-mail : mj kang26@naver.com)
오흥운 Oh, Heung Un | 정회원 · 경기대학교 도시 · 교통공학과 교수 · 교신저자 (E-mail : ohheung@gmail.com)

ABSTRACT

PURPOSES : It is well known that experts determined the current standard dimensions of freeway lane markings. However, rigorous engineering rationale could be insufficient regarding whether or not the standard dimensions account for how visible the markings are to the driver. In this study, we seek to optimize the dimensions of freeway lane markings to improve their visibility to drivers.

METHODS : The study was conducted as follows. First, alternative lane marking dimensions were selected which could be installed in a test construction site. Second, a video recording was made while driving on the test construction site. Third, subjects were shown the recorded video and then instructed to indicate their preference from among the various lane markings. Lastly, t-tests were applied to assess the statistical significance of differences in the preferences expressed.

RESULTS : According to the t-test results, there was no significant difference in the preferences expressed regarding the lane marking widths. However, with regard to the dimensions of freeway lane marking, which represents line marking lengths, gap lengths, and widths of marking, the subjects expressed a preference for specific dimensions such as 6 m:12 m, 13 cm, 8 m:12 m, 10 cm and 6 m:12 m, 10 cm.

CONCLUSIONS : In considering the dimensions of freeway lane markings and their relation to visibility by the driver, it was found that dimensions such as 6 m:12 m, 13 cm, 8 m:12 m, 10 cm and 6 m:12 m, 10 cm.

Keywords

lane marking Dimension, preference, visibility

Corresponding Author : Oh, Heung Un, Professor
Department of Urban & Transportation Engineering College of
Engineering, Kyonggi University, 154-42, Gwanggyosan-ro,
Yongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, 443-760, Korea
Tel : +82.31.249.9742 Fax : +82.31.244.6300
E-mail : ohheung@gmail.com

International Journal of Highway Engineering
http://www.ksre.or.kr/
ISSN 1738-7159 (print)
ISSN 2287-3678 (Online)
Received Sep. 12, 2014 Revised Sep. 12, 2014 Accepted Oct. 1, 2014

1. 서론

1.1. 연구배경 및 목적

차선은 차로와 차로를 구분하기 위하여 그 경계지점에 표시하는 선이다. 차선은 도로 교통의 안전을 위해 규제, 지시 등의 내용을 도로이용자에게 알리는 기능을 한다(도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설, 2012).

사전 인지시간(Preview time)과 감지거리(Detection distances)는 차선의 시인성과 밀접한 관계가 있다.(이창근, 2012) 그러므로 차선규격은 시인성을 고려하여 정해져야 한다.

현재 우리나라 고속도로 차선규격은 도색길이 8m, 빈 길이 12m(길이비 1:1.5), 폭 15cm를 적용하고 있다. 현

행 차선규격은 전문가의 판단에 의해 적용되고 있는 것으로 보인다. 그러나 운전자들의 시인성을 반영하였는지 여부가 불분명하다는 점에서 공학적인 근거가 부족하다.

본 연구는 도로교통법 규정(도색길이:빈길이=1:2이하)에 따라 6개의 대안을 선정하여 시험시공 하였다. 그리고 대상지의 주행동영상을 피실험자에게 시청하게 한 후 선호도 조사를 실시하였다. 이를 통해 운전자들의 시인성을 반영한 차선규격을 알아보고자 하였다.

1.2. 연구범위 및 연구수행절차

본 연구는 시험시공과 동영상 촬영이 용이한 평택-제천고속도로 충주분기점~서충주나들목(평택방향) 3km를 대상구간으로 선정하였다. 시험시공은 2013년 8월 6일에 각 대안별로 500m씩 시공하였다. 동영상 촬영은 2013년 8월 23일에 실시하였으며 차선이 잘 보이는 15:00~16:00에 진행하였다.

본 연구에서는 컴퓨터를 통해 운전자들에게 주행 동영상을 주행조건과 유사하게 관찰하게 한 후 설문조사를 실시하였다. 설문조사를 통해 차선규격, 도색길이, 빈길이, 차선폭의 선호도를 조사하였다. 선호도는 0(매우 불만족)~5(매우 만족)점으로 점수화하여 조사를 실시하였다. 선호도 조사결과는 t검정(단측검정)을 통해 각 대안별 선호도 차이를 비교하였다.

2. 선행연구 검토

2.1. 국내 차선규격 기준

국내 차선규격은 교통 노면표시 설치관리 매뉴얼(경

Table 1. General Type and Dimensions of Lane Marking in Korea

(Unit : cm)

		Type	The traffic laws enforcement regulations	Motorway
Lane marking	Line	Painting width(W)	10~15	10~15
	Broken line	Painting length (L1)	300~1,000	1,000
		Gap (L2)	(1~2)L1	1,000
		Painting width(W)	10~15	10~15

ref) Traffic Signal Setting & Management Manual, Korean National Police Agency, 2012

찰청, 2012)에 Table 1과 같이 제시되어 있다. 이에 제시된 도로교통법 시행규칙에는 도색길이 3~10m, 빈길이 1~2배, 폭 10~15cm로 규정하고 있다.

현재 우리나라 고속도로에서는 도색길이 8m, 빈길이 12m, 차선폭 15m를 적용하고 있다.

2.2. 국외 차선규격 기준

국외 차선규격은 Table 2와 같이 길이비 1:1.5~1:5, 차선폭 10~20cm로 다양하게 제시하고 있다. 그 중에서 길이비 1:2와 1:3, 차선폭 10cm와 15cm를 제시하는 경우가 많은 비중을 차지하고 있다.

Table 2. Lane Marking Dimensions in The Foreign Country

	Lane marking length (m)	Gap (m)	Length ratio	Lane marking width (cm)
Japan	8	12	1:1.5	15
Hungary, Denmark, Germany, Switzerland	6	12	1:2	15
Ireland	4	8	1:2	10
U.S.A.	3	9	1:3	10~15
Sweden	3	9	1:3	10
Netherlands	3	9	1:3	15
Finland	3	9	1:3	20
France	3	10	1:3.33	10
U.K.	2	7	1:3.5	10
Belgium	2.5	10	1:4	20
Singapore	2	10	1:5	10

ref) National Cooperative Highway Research Program Report 484

2.3. 국외 차선폭 관련 연구

Texas Transportation Institute(2002)는 관련문헌 검토와 설문을 통해 미국 50개 주, 2개 도시, 캐나다 6개 지역의 차선폭 적용상황과 적용이유 등을 확인하였다. 연구결과, 조사지역 중 58%가 기존연구결과 공학적 판단, 운전자 설문 등을 통해 차선폭을 5인치(12.7cm) 이상으로 이용한다고 제시하였다. 적용 이유로는 가시성 개선, 운전자 편의증진 등의 이유를 제시하였다. 그러나 이에 대한 인간공학적 근거를 명확히 제시하지 못했다는 한계가 있다.

2.4. 이용자 선호도 관련 연구

김남선 외(2009)는 VMS 메시지 표출형식 기존안과 개선안을 이용자 선호도 조사를 통해 개선안을 평가하였다. 선호도는 -5~5로 점수화하여 조사를 진행하였다. 각 항목 조사결과는 분산분석을 통해 분석하였다.

송태진 외(2009)는 경고정보를 효과적으로 제공하여 교통사고를 예방하고자 하였다. 이를 위해 경고정보 제공방식을 infra방식과 in-vehicle방식으로 나누어 이용자 선호도 조사를 실시하였다. 이용자 선호도는 우선순위를 부여하는 방법과 1~5점으로 점수화하는 방법을 이용하여 조사를 진행하였다. 각 항목 조사결과는 분산분석을 통해 분석하였다.

고한검 외(2012)는 스마트 텔리메이타가 운전자의 안전운전에 미치는 영향을 도로 주행 시뮬레이션을 시행하여 실험참가자들을 대상으로 설문조사를 통해 선호도를 평가하였다.

김태균 외(2013)는 기존의 중앙분리대 시선유도도장과 추가된 3가지 대안에 대해 도로 주행 시뮬레이션을 시행하였다. 그 후 실험참가자들을 대상으로 설문조사를 통해 경관에 대한 선호도를 평가하였다. 선호도는 1~7점으로 점수화하여 조사를 진행하였다.

2.5. 연구의 차별성

본 연구는 국내·외의 사례를 바탕으로 도로교통법에 규정된 길이비 1:2 이하에 해당하는 대안을 제시하였다. 제시된 대안의 도색길이:빈길이는 3m:6m, 6m:12m, 8m:12m(길이비 1:1.5, 1:2)를 제시하였으며 차선폭은 10cm, 13cm, 15cm를 대안으로 제시하였다.

또한 운전자들의 시인성을 평가하기 위하여 이용자 선호도 조사를 실시하였으며, t검정을 통하여 각 대안간의 평균의 차이를 살펴보았다. 이를 통해 시인성을 반영한 차선규격을 제시하고자 하였다.

적은 비용, 반복실험이 용이한 점, 피실험자들에게 동일한 환경을 제공한다는 점에서 동영상 촬영을 하여 실험하였다.

3. 자료수집

3.1. 대상구간 및 대안설정

본 연구의 동영상 자료 대상구간은 신설구간 중 터널부, IC부 급곡선부가 존재하지 않는 촬영이 용이한 구간을 선정하고자 하였다. 이 조건을 충족하는 구간으로

평택-제천고속도로 충주J.C~서충주I.C(평택방향) 약 3km를 선정하였다.

차선규격 대안은 도로교통법의 규정에 따라 6개의 대안을 선정하였다. 각 대안은 Table 3과 같다.

Table 3. Test Types of Lane Marking in Experiment

	Lane marking length	Gap	Length ratio	Lane marking width
Case 1	6m	12m	1:2	15cm
Case 2	3m	6m	1:2	15cm
Case 3	6m	12m	1:2	13cm
Case 4	8m	12m	1:1.5	10cm
Case 5	6m	12m	1:2	10cm
Case 6	3m	6m	1:2	10cm

3.2. 시험시공 및 동영상 촬영

본 연구의 대상구간에 6개의 대안을 시험시공하였다. 대안은 피실험자가 차선을 충분히 인지할 수 있도록 각각 500m씩 시험시공하였다. 동영상은 K5차량을 이용해 100km/h의 속도로 주행하며 촬영하였다. 대안별 시험시공 현황은 Fig. 1과 같다.



Fig. 1 Construction Status

3.3. 조사내용 및 방법

3.3.1. 피실험자 모집

선호도 조사를 위해 충주시 개인택시, 충주시청 일자리 지원센터 등을 통해 피실험자를 사전모집하였다. 피실험자는 운전면허를 보유자 63명을 대상으로 모집하였다. 피실험자는 여자 27% 남자 73%로 이루어져 있으며, 택시운전기사가 56%, 비택시운전자가 44%이다.

연령대는 20세~65세 이상, 운전경력은 1년~30년 이상으로 연령대와 운전경력을 다양하게 모집하였다. 특히 향후 고령화 사회를 고려하여 전체 피실험자 중 65세 이상을 17% 모집하였다.

3.3.2. 이용자 선호도 설문 내용

설문조사 문항에는 피실험자의 기본인적사항과 각 대안의 선호도에 관한 내용이 포함되어있다. 피실험자 기본인적사항에는 이름, 성별, 나이, 연락처, 운전경력, 시력을 작성하도록 하였다. 선호도는 차선규격, 도색길이, 빈길이, 차선평에 대해 구간(대안)별로 평가하도록 하였다. 평가는 1(매우 불만족), 2(약간 불만족), 3(보통), 4(약간 만족), 5(매우 만족)와 같이 5점 척도를 이용하였다.

3.3.3. 분석방법

본 연구는 각 대안별 이용자 선호도 조사결과를 통계적으로 검증하기 위해 t검정을 실시하였다. t검정은 단측검정(신뢰구간 95%에서 $t_{0.05}=1.668$, 신뢰구간 99%에서 $t_{0.01}=2.372$)을 하였다. 가설은 다음과 같다.

H_0 (귀무가설) : 대안들의 선호도간 차이가 없다.

$$(\mu_1 = \mu_2)$$

H_1 (대립가설) : 대안들의 선호도간 차이가 있다.

$$(\mu_1 > \mu_2)$$

3.3.4. 조사방법

동영상 촬영은 15:00~16:00에 진행되었으며, 촬영 시 K5차량(전폭 1.8m, 전장 1.6m)을 이용하여 100km/h의 속도로 대상구간을 주행하였다. 또한 주행 시 운전자의 시야를 고려해 인지 시는 넓고 주변 시는 좁게 프레임의 크기를 설정하였다.

각 대안의 시점에는 깃발과 라바콘을 설치하여 구분이 가능하도록 하였다. 또한, 실제 주행 시 운전자는 차량의 전방 50~100m에 있는 차선을 응시하므로 피실험자는 모니터 중앙의 차선을 보고 선호도를 평가하도록 하였다.

4. 분석결과

4.1. 대안별 차선규격 선호도 평균

각 대안별 선호도의 평균을 산출한 결과 차선규격, 도색길이, 빈길이, 차선평 모두 대안 4의 선호도 평균이 가장 높게 나타났다.

Table 4. Preference Result in Experiment

	Lane marking dimension		Lane marking length		Gap		Lane marking width		Number
	AVG.	STDE V.	AVG.	STDE V.	Mean	STDE V.	AVG.	STDE V.	
Case 1	2.78	0.79	2.95	0.96	2.94	0.93	3.00	0.74	63
Case 2	2.87	1.02	2.73	0.94	2.76	0.93	3.03	0.95	63
Case 3	3.08	1.00	2.97	0.95	2.98	1.08	3.05	1.04	63
Case 4	3.25	0.97	3.40	0.94	3.29	0.99	3.14	1.06	63
Case 5	3.11	0.88	3.19	1.01	3.13	0.94	2.89	1.03	63
Case 6	2.90	1.15	2.84	1.12	2.86	1.16	2.87	1.10	63

4.2. 대안별 차선규격 선호도 비교

각 대안별 선호도를 비교하기 위해 t검정(단측검정)을 실시하였다. p-value가 0.05보다 작은 경우 귀무가설은 기각하므로 대안간 평균에 차이가 있음을 알 수 있다. 각각의 결과표에서 “_” 부분은 신뢰구간 95%, 99%에서 $\mu_1 > \mu_2$ 을 나타낸다. 예를 들어 Table 5의 경우 대안 4와 대안 1의 비교에서 p-value가 0.005이므로 대안 4가 대안 1보다 선호도가 높다고 할 수 있다.

4.2.1. 대안별 도색길이 선호도 비교결과

대안별 도색길이에 대한 선호도 조사결과를 t검정을 이용하여 비교하였다. 대안 4(8m)가 대안 1,3(6m), 대

Table 5. Preference Result of Lane Marking Length with t-test (t-value, p-value)

N=63, DF=124 $t_{0.05}=1.668$, $t_{0.01}=2.372$ (one sided test) *p<0.01 **p<0.05						
$\mu_1 \backslash \mu_2$	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
Case 1	-	1.225 (.111)	0.000 (.500)	-2.625 (.995)	-1.355 (.911)	0.597 (.276)
Case 2	-1.225 (.889)	-	-1.417 (.920)	-3.982 (.999)	-2.647 (.995)	-0.603 (.726)
Case 3	-0.000 (.500)	1.417 (.080)	-	-2.542 (.994)	-1.270 (0.897)	0.685 (.247)
Case 4	2.625** (.005)	3.982** (.001)	2.542** (.006)	-	1.183 (.119)	3.005** (.002)
Case 5	1.355 (.089)	2.647** (.005)	1.270 (0.103)	-1.183 (.881)	-	1.831 (.035)
Case 6	-0.597 (.724)	0.603 (.274)	-0.685 (.753)	-3.005 (.998)	-1.831 (.965)	-

* and ** mean significance of 1% and 5%

안 2,6(3m)에 비해 선호도가 높게 나타났고, 대안 5(6m)가 대안 2(3m)에 비해 선호도가 높게 나타났다.

4.2.2. 대안별 빈길이 선호도 비교결과

대안별 빈길이에 대한 선호도 조사결과를 t 검정을 이용하여 비교하였다. 그 결과 대안 4(12m)가 대안 1(12m), 대안 2,6(6m)에 비해 선호도가 높게 나타났고, 대안 5(12m)가 대안 2(6m)에 비해 선호도가 높게 나타났다.

Table 6. Preference Result of Gap with t-test (t-value, p-value)

N=63, DF=124 t _{0.05} =1.668, t _{0.01} =2.372(one sided test) *p<0.01 **p<0.05						
$\mu_1 \backslash \mu_2$	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
Case 1	-	1.054 (.147)	-0.264 (.604)	-2.039 (.978)	-1.142 (.872)	0.423 (.337)
Case 2	-1.054 (.853)	-	-1.235 (.890)	-3.062 (.999)	-2.191 (.985)	-0.508 (.694)
Case 3	0.264 (.396)	1.235 (.110)	-	-1.630 (.947)	-0.789 (.784)	0.633 (.264)
Case 4	2.039* (.022)	3.062** (.001)	1.630 (.053)	-	0.922 (.179)	2.228* (.014)
Case 5	1.142 (.128)	2.191* (.015)	0.789 (.216)	-0.922 (.821)	-	1.432 (.077)
Case 6	-0.423 (.663)	0.508 (.305)	-0.63 (.736)	-2.228 (.986)	-1.432 (.923)	-

* and ** mean significance of 1% and 5%

4.2.3. 대안별 차선평크 선호도 비교결과

대안별 차선평크에 대한 선호도 조사결과를 t검정을 이

Table 7. Preference Result of Lane Marking Width with t-test (t-value, p-value)

N=63, DF=124 t _{0.05} =1.668, t _{0.01} =2.372(one sided test) *p<0.01 **p<0.05						
$\mu_1 \backslash \mu_2$	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
Case 1	-	-0.209 (.583)	-0.296 (.616)	-0.877 (.809)	0.694 (.245)	0.760 (.224)
Case 2	0.209 (.417)	-	-0.09 (.536)	-0.619 (.732)	0.808 (.210)	0.867 (.194)
Case 3	0.296 (.384)	0.09 (.464)	-	-0.509 (.694)	0.86 (.0196)	0.916 (.181)
Case 4	0.877 (.191)	0.619 (.268)	0.509 (.316)	-	1.361 (.088)	1.402 (.082)
Case 5	-0.694 (.755)	-0.808 (.780)	-0.86 (0.804)	-1.361 (.912)	-	0.083 (.467)
Case 6	-0.760 (.776)	-0.867 (.806)	-0.916 (.819)	-1.402 (.918)	-0.083 (.533)	-

용하여 비교하였다. 그 결과 각 대안별 차선평크에 대한 선호도 차이는 없는 것으로 나타났다.

4.3. 차선평크의 구간별 선호도 비교결과

대안별 차선평크에 대한 선호도 조사결과를 t검정을 이용하여 비교하였다. 그 결과 대안 3(6m:12m,13cm)이 대안 1(6m:12m,15cm)에 비해 선호도가 높게 나타났고, 대안 4(6m:12m,10cm)가 대안 1(6m:12m,15cm), 대안 2(3m:6m,15cm), 대안 6(3m:6m,10cm)에 비해 선호도가 높게 나타났고, 대안 5(6m:12m,10cm)가 대안 1(6m:12m,15cm)에 비해 선호도가 높게 나타났다.

Table 8. Preference Result of Lane Marking Dimension with t-test (t-value, p-value)

N=63, DF=124 t _{0.05} =1.668, t _{0.01} =2.372(one sided test) *p<0.01 **p<0.05						
$\mu_1 \backslash \mu_2$	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
Case 1	-	-0.58 (.720)	-1.871 (.968)	-3.024 (.998)	-2.232 (.986)	-0.724 (.765)
Case 2	0.58 (.280)	-	-1.142 (.872)	-2.147 (.980)	-1.399 (.918)	-0.164 (.565)
Case 3	1.871* (.031)	1.142 (.128)	-	0.722 (.237)	0.376 (.354)	0.648 (.261)
Case 4	3.024** (.002)	2.147* (.020)	-0.722 (.763)	-	0.867 (.194)	1.849* (.030)
Case 5	2.232* (.014)	1.399 (.082)	-0.376 (.646)	-0.867 (.806)	-	1.133 (.130)
Case 6	0.724 (.235)	0.164 (.435)	-0.648 (.739)	-1.849 (.970)	-1.133 (.860)	-

* and ** mean significance of 1% and 5%

5. 결론 및 향후 과제

5.1. 결론

현재 우리나라 고속도로 차선평크는 도색길이 8m, 빈 길이 12m (길이비 1:1.5), 폭 15cm를 적용하고 있다. 이 규격은 전문가의 판단에 의해 적용되었으나 운전자들의 시인성을 반영하였는지 여부가 불분명하다는 점에서 공학적인 근거가 부족하다. 따라서 본 연구에서는 운전자의 시인성을 반영하기 위해 선호도 조사를 실시하였다.

실험결과 도색길이의 대안별 선호도 평균은 대안 4가 3.40로 가장 높게 나타났다. 빈길이의 대안별 선호도 평균은 대안 4가 3.29로 가장 높게 나타났다. 차선평크의 대안별 선호도 평균은 대안 4가 3.14로 가장 높게 나타났다. 전체적인 차선평크의 대안별 선호도 평균은 대안

4가 3.25로 가장 높게 나타났다. 신호도 3의 경우 보통을 의미하며 신호도 4의 경우 좋음을 의미한다. 대안 4의 신호도는 3과 4사이로 나타나므로 대안 4의 신호도는 좋음이라고 판단된다.

대안별 신호도를 t검정한 결과 도색길이는 6m와 8m의 신호도가 높고, 빈길이는 12m의 신호도가 높은 것으로 나타났다. 그러나 도색길이와 빈길이는 별개로 적용하는 것이 아니므로 도색길이와 빈길이를 조합하였을 때 차선규격에 대한 운전자의 시인성이 유효하다. 그리고 차선폭은 대안별 신호도의 차이가 없는 것으로 나타났다. 전체적인 차선규격은 대안 3(6m:12m,13cm), 대안 4(8m:12m,10cm), 대안 5(6m:12m,10cm)의 신호도가 높은 것으로 나타났다.

분석결과를 통해 도색길이와 빈길이는 신호도가 다양하게 나타나는 것을 알 수 있다. 차선폭에 대해서는 대안별로 차이를 느끼지 못하므로 주행속도 100km/h에서 차선폭은 시인성에 큰 영향을 미치지 못한다는 것을 알 수 있다.

본 연구는 동영상을 통해 각 대안의 신호도 조사를 실시하여 운전자의 시인성을 반영한 차선규격 우수집단을 알 수 있었다.

5.2. 연구의 한계점 및 향후 연구과제

본 연구는 컴퓨터기반 실내실험을 통해 차선규격의 시인성을 반영하고자 했다는 점에서 의미가 있다.

그러나 본 연구는 몇 가지 한계점이 존재한다.

첫째, 피실험자가 동영상을 시청하고 신호도를 평가하였으므로 직접 주행한 경우와 차이가 있을 수 있다. 향후 연구 시 직접 주행을 통해 실제 주행환경을 반영해야 할 것이다.

둘째, 실험에 사용된 동영상은 100km/h의 속도로 주행한 경우만 반영하였다. 주행속도에 따라 운전자가 인지하는 차선의 개수에 차이가 있으므로 다양한 속도에서의 실험이 필요할 것이다.

셋째, 실험에 사용된 동영상은 맑은 날, 낮 시간대에 주행한 경우만 반영하였다. 향후 연구 시 여러 기상상태(우천, 설천, 안개 등)와 다양한 시간대(주간, 야간)의 주행이 필요할 것이다.

따라서 향후 연구를 진행함에 있어 이러한 한계점을

반영하여 보다 세부적인 상황을 고려한 고속도로 차선규격 검토가 이루어져야 할 것이다.

BIBLIOGRAPHY

- Korean National Police Agency(2012). Traffic Signal Setting & Management Manual
(경찰청, 2012, 교통노면표지 설치·관리매뉴얼)
- Korean National Police Agency (2011). Manual on Traffic Control Devices
(경찰청, 2011, 교통안전시설 실무편람)
- Ko, Hangeom et al. 2012. "Safe Driving Inducement Effect Analysis of Smart Delineator through Driving Simulation Evaluation" Journal of Korean Society of Transportation, Vol.30, No.4, pp.43-59,
(고한검, 김지호, 성명제, 이진수(2012). 도로 주행 시물레이션 평가를 통한 스마트 델리네이터의 안전유도 효과분석. 대한교통학회지, 제30권 제4호, pp.43-59.)
- Ministry of Land Infrastructure and Transport (2012). Highway Design Manual
(국토해양부(2012), 도로의 구조 시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침)
- Kim, Namsun et al. 2009, "A Study on Message Set of Express way and Evaluation of Driver's Preference" The Journal of Korean Institute of Intelligent Transport Systems, Vol.8, No4, pp.1-13
(김남선, 김상복, 오영태, 이환픽, 지동목(2009). 고속도로 VMS Message Set 연구 및 이용자 선호도 평가. 한국ITS학회논문지, 제8권 제4호, pp1-13)
- Kim, Taegyun et al. 2013, "Landscape Preference of the Guide Coating in the Median Barrier on the Expressway by Win-Road Simulation" International Journal of Highway Engineering, Vol.15, No.3 pp.117-125
(김태균, 최재영, 이문영, 금기정(2013). Win-Road Simulation을 활용한 고속도로 중앙분리대 시선유도도장에 대한 경관선호도 분석. 한국도로학회논문집, 제15권 제3호, pp.117-125)
- Lee, Changgeun et al. 2012, "High Performance Glass Beads for Traffic Marking in Wet Weather" International Journal of Highway Engineering, Vol.14, No.1, pp.9-16
(이창근, 이현석, 오홍운(2012), 차선의 우천시 야간 시인성 향상을 위한 그라스 비드 적용 연구, 한국도로학회논문집, 제14권 제1호, pp.9-16)
- FHWA(1994). Roadway Delineation Practices Handbook
Texas Transportation Institute(2002). The Use of Wider Longitudinal Pavement Markings