

# 속도저감형 시설이 차량 주행 속도에 미치는 영향 분석

강수철 · 유순덕\* · 조규철

도로교통공단 · \*한세대학교 경영학부

(2016. 6. 15. 접수 / 2016. 7. 26. 수정 / 2016. 10. 20. 채택)

## Effects on the Vehicle Running Speed Analysis according to the Speed Reduction Road Facilities

Soochul Kang · Soonduck Yoo\*\* · Gyucheol Cho

Traffic Science Institute

\*Department of Management, Hansei University

(Received June 15, 2016 / Revised July 26, 2016 / Accepted October 20, 2016)

**Abstract :** It has been applied several ways in order to prevent traffic accidents and speed management on the road which is one of very important factors to prevent accidents. In this study, it is analyzed whether the facility such as the flashing and crosswalk, speed cameras and intermittent warning signs affect on a driving deceleration or not. It has been shown that the flashing and crosswalk and speed cameras except intermittent warning signs play a role of reducing the driving speed. The result showed that these traffic safety facilities help to improve the average speed as well as velocity distribution which was derived by the speed deviation even if there were the difference between facilities. Speed limit display does not affect the deceleration of the driver. Therefore, it was founded in this research that there were the driving speed reduction effect due to the facilities on the road. In order to control the driving speed on the road, it is necessary to install facilities with appropriate location and spacing on the road. In addition, place that turns out suppressed speeding through speed management also are required adequate facilities such as speed cameras.

**Key Words :** traffic safety facility, driving speed, speed management, impacts of car speed, cognitive psychology

### 1. 서론

과속은 사고 가능성이 높을 뿐 아니라 사고 발생 시 대형 사고로 이어지는 경우가 많다. 그리고 사고예방을 위해서는 속도관리가 매우 중요하다. 이로 인해 도로의 구조 등에 따라 제한 속도를 기반으로 도로 속도 관리 뿐만 아니라 위반차량에 대한 단속도 시행하고 있다.

도로의 환경과 통행 운전자들의 성향, 교통사고 횟수 등을 고려하여 적절한 교통 신호체계 및 교통안전 시설이 제공되어야 한다. 국내의 경우 제한속도를 낮춰 교통사고를 줄이고자 하는 노력 하고 있으며, 유럽 19개 국가에서는 2000년에서 2009년간 제한속도를 낮춤으로서 약 32%의 사망자 감소 효과가 있었다<sup>1)</sup>.

본 연구의 목적은 속도저감형 시설이 차량주행 속도에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 진행되었다. 본 연구결과로는 도로 시설들이 교통흐름에 주는 효과를 추정

할 수 있는 근거 자료로 활용할 수 있다. 도로에 적합한 시설물 설치를 통해 교통사고 등의 위험을 줄임으로써 개인의 재산뿐만 아니라 국가의 경제적 손실을 줄일 수 있다.

본 연구는 속도저감형 시설물이 운전자의 감속에 어느 정도 영향을 미치는가에 대해 실증적 증거를 확보하는 것이다. 그리고 동일한 도로상에서 제한속도를 낮게 설정하는 경우 운전자의 감속이 이루어지는 지에 대해서도 확인하고 그 영향성을 검증하는 것이다.

본 연구는 주행 속도관리에 대한 평가를 위해 국내 지방부 국도에 설치되어 있는 제한속도 표지판, 과속 단속카메라, 단속예고 표지판과 같이 운전자의 감속을 유도하는 시설물의 영향성을 조사했다. 또한 감속을 위한 시설물은 아니지만 보행자 보호를 위해 감속을 해야만 하는 점멸신호가 운영되고 있는 횡단보도에 대해 실험했다<sup>2)</sup>. 횡단보도는 점멸신호가 운영되는 경우

\* Corresponding Author : Yoo Soonduck, Tel : +82-31-4509878, E-mail : harry-66@hanmail.net  
Department of Management, Hansei university, 30, Hanse-ro, Gunpo-si, Gyeonggi-do 15852, Korea

법규 상 운전자는 서행으로 안전을 확인한 후 통과해야 한다. 다음은 본 연구 관련된 선행연구에 대해 살펴보고자 한다.

## 2. 선행연구

### 2.1 단속시스템의 속도감소 효과 연구

#### 2.1.1 지점속도 단속시스템

T. J. HA 외의 연구는 도로에 ASE(Automated Speed Enforcement : 자동속도 측정기) 장치를 설치함으로써 나타나는 교통 흐름의 특징과 교통 사고율 감소효과를 객관적으로 검증하는 것으로 목적으로 진행되었다. 연구 목적은 2003년까지 설치된 2,792개의 ASE 장치에 대한 차량 주행 속도감소 효과를 확인하는 것이다<sup>2)</sup>.

첫째, 차량의 감속효과를 다음과 같이 확인했다. 분당-수서간 도시고속도로의 ASE 장치 설치 이전(1996년 9월)과 이후(1997년 10월)의 속도 분포를 60 km/h 이하 60~80 km/h, 80~100 km/h, 100 km/h 이상으로 분류하여 비교했다. 연구 결과 차량의 평균속도는 85.4 km/h에서 73.4 km/h로 감소되는 것으로 조사 되었다.

Table 1. Changes in driving speed before and after the installation of automatic speed meter at Bundang and Susor

| Classifications | Before installation(%) | After installation(%) |
|-----------------|------------------------|-----------------------|
| 60 km/h under   | 0.4                    | 7.3                   |
| 60~80 km/h      | 43.6                   | 77.2                  |
| 80~100 km/h     | 44.1                   | 12.3                  |
| 100 km/h over   | 11.9                   | 3.2                   |

둘째, ASE 장치 설치에 의한 교통사고 감소효과에 대한 측정은 1997년 8월부터 1998년 1월을 ASE 장치 설치이전 기간, 1998년 8월부터 1999년 1월을 설치 이후 기간으로 설정하고 ASE 장치가 설치된 도로 2 km 구간의 교통사고 자료를 비교 분석하였다.

Table 2. Evaluation of control system at speeding points on Bundang and Susor expressway

| Classifications  | Before installation | After installation | Reduction |
|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Traffic Accident | 1,405               | 999                | 406(20%)  |
| Dead number      | 87                  | 52                 | 35(40%)   |

연구결과에 따르면, 차량의 초기 속도 감소가 시작되는 위치는 ASE 장치를 알리는 표지판의 부착된 3 km 지점에서 부터 일부 속도 감소가 있었으며, 설치된 알림 표지판 1 km 전 지점부터 유의미한 속도 감소가

나타났다.

박제진 외 3명은 속도 감속을 유도하기 위해 설치된 단속시스템이 시야가 확보되지 않은 구간이나 급커브 지역 등에서 교통사고를 유발한다는 점에 착안했다. 따라서 단속시스템의 설치 위치를 선정하고 도로의 단속시스템 설치 전과 후의 속도 감소효과에 대한 연관성을 파악 하는 연구를 진행하였다<sup>3)</sup>.

분석에 사용된 전체 단속시스템 설치 지점은 38개소로 단속시스템 설치 전 191건에서 설치 후 153건으로 38건(20%)의 교통사고 감소를 보였다. 또한 EPDO (Equivalent Property Damage :대물피해환산법)를 통한 사고심각 정도는 시스템 설치 후 21%, 사고비용 또한 24% 감소하는 것으로 나타났다.

Table 3.Changes in vehicle accidents according to the control system installation

| Classifications  | Before installation | After installation | Reduction |
|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Traffic Accident | 191                 | 153                | 38(20%)   |
| Dead number      | 12                  | 9                  | 3         |
| Serious wounds   | 2                   | 0                  | 2         |
| Injury           | 53                  | 40                 | 13        |
| Luggage damage   | 138                 | 25                 | 113       |
| Vehicle damage   | 183                 | 157                | 26        |

#### 2.1.2 구간 속도 단속시스템

박제진 외 3명은 구간 속도 단속 시스템이 실제 설치 운영되는 2개 구간(서해안고속도로 서해대교 구간, 영동고속도로 둔내 터널 구간)에 대해 시스템 설치 전과 후의 차량 주행속도 분석을 통하여 구간단속시스템이 교통안전에 효과가 있음을 주장하였다<sup>4)</sup>.

서해안고속도로는 1 km 간격으로 설치된 8개의 검지기와 구간 전후 1 km 지점에 설치된 검지기를 합쳐 총 10개의 검지기 자료를 사용하였다. 영동고속도로의 경우 1 km 간격으로 설치된 6개의 검지기와 구간 전후 1 km 지점에 설치된 검지기로 총 8개의 속도검지기를 통한 차량속도 자료를 이용하여 해당구간의 평균속도를 산출했다.

조사는 2006년 12월 1일부터 2007년 1월 30일 사이 (설치 전)와 2007년 12월 1일부터 2008년 1월 30일까지 (설치 후)의 교통흐름 변화를 조사하였다.

분석결과, 서해안 고속도로의 경우 97.8 km/h에서 90.9 km/h로 약 6.9 km/h의 속도감소를 보였으며 영동 고속도로의 경우 시스템 설치 전 103.7 km/h, 설치 후 98.7 km/h로 약 5.0 km/h의 속도 감소효과가 있었음을 확인하였다.

Table 4. Changes in speed enforcement system setup at the section

| Classifications      | Before installation | After installation | Reduction |
|----------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| West Coast Highway   | 97.8 km/h           | 90.9 km/h          | 6.9 km/h  |
| Yeongdong Expressway | 103.7 km/h,         | 98.7 km/h          | 5.0 km/h  |

두 지점 모두에서 속도분산 및 속도편차도 감소하여 차량들이 일정한 주행속도를 유지하는 것으로 나타났는데 이 결과는 구간단속시스템의 설치로 인해 교통흐름에 있어 한층 안정화된 흐름을 보이고 있는 것으로 평가되었다.

이호원 외 5명은 연속적인 교통사고 위험이 존재하는 터널, 교량 및 커브구간 치사율은 일반 직선도로 보다 3배 이상 높다. 이에 따라 강원도 고성군 미시령 동서관통도로 구간을 중심으로 구간 속도 단속 시스템 설치 전/후/철거에 따른 차량 속도 감속효과를 확인하였다<sup>5)</sup>.

분석결과, 구간 속도 단속 시스템 설치 후 평균 구간통행속도는 81.6 km/h에서 64.1 km/h로 약 21.4% 감속 효과가 나타났으며 터널 구간에서는 95.5 km/h에서 68.8 km/h로 31.0%의 감속효과가 있었다. 그러나 구간속도위반 단속 장비를 철거한 후에는 설치 전 통행속도 이상으로 다시 과속하는 것으로 나타나 운전자들의 속도선택에 있어 단속 장비의 영향이 큰 것으로 조사되었다.

Table 5. Changes in by installation of speed enforcement system section

| Classifications | Before installation | After installation | Reduction |
|-----------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Travel Speed    | 81.6 km/h           | 64.1 km/h          | 21.4%     |
| Tunnels         | 95.5 km/h           | 68.8 km/h          | 31.0%     |

윤일수 외 3명(2011)은 비교그룹 분석방법을 이용하여 고속도로를 중심으로 구간 속도 단속 시스템 설치 전/후 설치 효과를 분석하였다<sup>6)</sup>.

이 연구는 2008년에 설치된 구간 속도 단속 시스템 운영구간 5곳과 교통량, 기하 구조를 고려한 비교대상 구간을 설정하여 2007년부터 2009년까지의 자료를 분석에 이용하였다. 분석결과, 구간 속도 단속 시스템의 설치가 교통사고 감소에 큰 효과가 있는 것으로 나타났다 사고 건수 측면에서 구간 속도 단속 시스템을 설치하지 않았을 경우 2009년의 사고건수는 3.92건으로 예측되었으나 실제 사고 건수는 2건으로 나타나 구간 속도 단속 시스템의 설치로 1년 동안 1.92건의 사고감소 효과가 있는 것으로 조사되었다.

## 2.2 교통안전 시설의 속도감소 효과 연구

### 2.2.1 교통안전표지

이성관 외 2명은 주요 고속도로의 설계속도가 100~110 km/h인데 반하여 램프 이음부는 40 km/h로 최저속도로 설계되어 있으며 램프에서 실측된 주행속도는 대부분 설계속도를 초과하는 것으로 측정되어 교통안전에 중대한 문제가 된다. 따라서 고속도로 램프 이음부에 감속유도표시 설치 후 차량운행 속도 변화를 확인하였다<sup>7)</sup>.

연구결과, 청주 인터체인지의 경우 노면표시 감속유도시설 설치 후 평균 속도가 감소하는 것으로 조사되었다. 그러나 이러한 감속효과에도 불구하고 설계 속도인 50 km/h 보다는 평균 속도가 높게 나타났다.

여주 교차로 역시 평균 속도가 설계 속도 보다는 높게 나타났다. 결과적으로 교통안전표지는 어느 정도 속도 감소효과가 있는 것으로 조사되었으나 램프 이음부의 속도는 설계속도 보다는 높다는 것이 조사되었다.

Table 6. Changes in induced deceleration display setup

| Classifications      |        | Before installation (km/h) | Installation after 1 month (km/h) | Installation after 5 month (km/h) |
|----------------------|--------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Cheongju Interchange | Runway | 74.9                       | 67.9                              | 68.6                              |
|                      | Curve  | 55.6                       | 51.3                              | 51.7                              |
| Yeosu intersection   | Runway | 79.6                       | 74.6                              | 73.2                              |
|                      | Curve  | 52.2                       | 57.3                              | 50.2                              |

E. J. Fitzsimmons et al.는 신호 교차로와 비신호 교차로의 적색신호 및 정지표지에 대한 위반 단속카메라의 설치효과를 경험적 베이지안 방법을 이용하여 분석하였다<sup>8)</sup>.

분석 자료는 2001년~2006년까지의 5년간 아이오와 주 신호교차로 사고를 대상으로 조사되었으며, 연평균 1,682건의 교통사고를 이용하였다. 또한 단속카메라 설치 이전과 이후 기간 동안 교통사고의 변화는 분기별 교통사고와 교통사고율의 변화를 비교하여 평가하였다.

분석결과 적색 신호 및 정지 표지에 대한 위반 단속 카메라 설치 후 신호 교차로에서 충돌사고가 44% 감소하였고, 비신호 교차로에서는 11.8% 감소한 것으로 나타났다.

교차로에서 정지표지 위반과 관련된 후미부분의 층

Table 7. Changes in violation enforcement cameras

| Classifications | Before installation | After installation | Reduction |
|-----------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Travel Speed    | 81.6 km/h           | 64.1 km/h          | 21.4%     |
| Tunnels         | 95.5 km/h           | 68.8 km/h          | 31.0%     |

들은 카메라 단속에 따라 증가할 것으로 예측되었는데 신호 교차로에서는 40% 비신호 교차로에서는 예측된 바와 같이 29% 증가하는 것으로 나타난 것으로 보고 하였다.

### 2.2.2 신호기

정준화 외 2명은 국내의 일반도로는 고속도로의 우회도로 성격을 가지고 있으나 좌회전 도로와 우회 도로가 혼재되어 있어 이동성을 저해하는 요인이 되고 있다. 도로들은 신호등 설치로 인해 기능이 저하되고 있는 것으로 판단하고 신호등의 설치밀도가 구간 통행 속도에 미치는 영향을 분석하였다<sup>9)</sup>.

신호 등의 속도 감소효과를 분석하기 위해 신호등의 영향은 신호등의 설치밀도, 이동성은 일반국도의 구간 평균 통행속도를 효과적으로 이용하고 일반국도의 등급별 자유속도(I 등급 : 92 km/h, II, III 등급 : 87 km/h)를 기준으로 사용하였다.

분석결과는 일반국도의 통행속도에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 신호등의 설치 밀도였다. 신호등 설치 밀도가 0.3개/km 이하에서는 일정속도를 유지했으며 0.7개/km까지는 속도가 급격하게 감소하는 것으로 조사되었다. 그리고 0.7개/km 이상에서는 속도가 낮게 안정화되는 것으로 나타났으며, 신호등 설치 밀도의 교통량 수준별 영향은 신호등 설치가 많을수록 차량의 통행속도가 낮아지는 것으로 분석되었다.

### 2.2.3 과속방지턱

금기정은 우리나라의 과속방지턱 설치기준이 영국의 TRRL(Transport and Road Research Laboratory)의 기준을 검증 없이 적용하여 우리나라의 특성 반영이 미비하므로 우리나라에 설치된 과속방지턱에 대해 다각적인 연구를 실시하였다<sup>10)</sup>.

연구는 과속방지턱으로부터 30 m 전방에서 주행 중인 차량의 주행속도를 진입속도로, 과속방지턱의 통과속도로 측정하였으며 평균 진입속도를 A, 평균 통과속도를 B로 하고 속도 저감율을  $(A-B)/A$ 로 정하여 각 지점 당 50대에 대하여 6개 지점의 평균진입속도와 평균 통과속도 비율을 산출하였다. 또한, 과속방지턱의 설치높이와 속도 저감과의 상관관계를 추정하였다.

그 결과 주간의 경우 속도 저감율이 0.28~0.61의 범위에 있었고 평균 속도 저감 효과는 0.46이었으며, 야간 주행 시 속도 저감율은 0.30~0.61, 평균 속도 저감 효과는 0.47로 주야간 큰 차이는 나타나지 않았다고 하였다. 과속방지턱의 설치높이와 속도 저감율은 정(+)의 상관관계를 보였으며 주간시보다 야간시의 속도저감

비율이 낮게 나타난 이유로 시인성 부족으로 속도 저감에 필요한 충분한 시거를 확보하지 못했다고 판단하였다.

노기남과 윤효진은 주거지역 등 이면도로에 위치한 과속방지턱의 설치 효과를 분석하였다. 연구대상은 크게 서울의 강북지역, 강남지역, 신도시로 구분하여 효과 분석 대상지역 4곳을 선정하고 과속방지턱 진입 및 통과 시 차종별 주행속도를 확인하는 방식으로 연구를 진행하였다<sup>11)</sup>. 분석 결과 진입속도와 통과속도를 비교할 경우 9~18 km/h의 속도차이가 있는 것으로 나타났고, 차종별로 확인할 경우 승용차의 시인거리가 타 차종보다 긴 연유로 과속방지턱의 속도 감소효과가 크게 나타난 것으로 판단하였다. 또한, 주간에 비해 야간의 시인거리가 짧아지는 경향을 보이고 통과속도는 주간보다 빠른 것으로 평가 하였다.

### 2.2.4 노면요철포장

이수일 외 2명은 노면요철설치에 대해 단순 사고건수를 비교하는 방식과 베이지안 방법을 이용한 효과분석을 실시하였다<sup>12)</sup>.

이 연구는 고속도로의 교통사고, 교통량, 기하구조 및 시설물설치자료를 바탕으로 노면요철포장 설치에 따른 효과분석 모형을 개발하여 단순 사고건수 비교 방법과 베이지안 방법을 비교하는 방식으로 진행되었다.

고속도로의 분석 가능한 15개 노선을 대상으로 노면요철포장이 설치된 지점을 분석대상 도로로 선정하고 그 외의 구간을 참조 집단 대상으로 사용하였다.

2002년에서 2006년까지의 교통사고 자료를 이용하였고 2003년을 노면요철포장 설치이전, 2005년을 설치이후로 설정하고 사전·사후 분석을 실시하였다.

분석결과를 보면, 전체 교통사고 건수에 대해 노면요철포장 설치 전 619건, 설치 후 419건으로 32.3%의 교통사고 감소효과가 조사되었다. 또한 교통사고를 줄음, 주시태만, 음주로 나누어 살펴본 결과, 줄음에 의한 교통사고 감소가 33.5% 로 가장 높은 결과를 제시하였다.

## 3. 연구문제 및 연구방법

### 3.1 연구 목적 및 문제

본 연구의 목적은 속도저감형 시설물이 운전자의 감속에 영향성에 대한 실증적 증거를 확보하는 것이다. 그리고 동일한 도로상에서 제한속도를 낮게 설정하는 경우 운전자의 감속이 이루어지는 지에 대해서도 확인하고 그 영향성을 검증하는 것이다.

본 연구는 지방부 국도에 설치된 속도관리 목적의

시설물들과 제한속도의 변화가 개별 차량의 속도 감소에 얼마나 영향을 제공하는지를 분석하였다. 따라서 다음과 같은 내용을 연구문제로 채택했다.

- 문제 1. 점멸 및 횡단보도가 차량 속도 감소에 미치는 영향
- 문제 2. 단속카메라가 차량 속도 감소에 미치는 영향
- 문제 3. 단속예고표지가 차량 속도 감소에 미치는 영향
- 문제 4. 제한속도 표지가 차량 속도 감소에 미치는 영향
- 문제 5. 제한속도 변경이 차량 속도 감소에 미치는 영향

### 3.2 연구 설계

본 연구의 목적은 차량의 주행속도를 줄이는 요인을 분석하여 교통 흐름의 안전성과 사고를 줄이는 것이다. 따라서 교통안전시설 중에서 어떤 시설이 교통 운행 속도 저감에 직접적인 영향을 주는지를 살펴보기 위해 실험을 수행하였다.

#### 3.2.1 사용 변인

본 연구에서 이용된 자유속도란 운전자가 신호나 커브길, 단속카메라 등 운전자의 감속을 유발하는 시설물 등이 전혀 없이 운전자 스스로가 속도를 선택하여 주행할 수 있는 구간에서의 운전속도를 의미한다.

본 연구에서 활용한 4개의 교통안전 시설물은 점멸 및 횡단보도 표시, 고정식 및 이동식 단속카메라, 단속예고 표지, 최고속도 제한 표지이다. 이 시설물은 차량 운행 속도에 영향을 주는 변인으로 활용하였다.

연구 분석요인은 전체 표본에 대한 분석, 차로별, 차종별, 시설물 별(점멸 및 횡단보도, 단속카메라, 단속예고표지, 최고속도 제한표지)이다.

교통사고를 줄이기 위해서는 평균속도를 떨어뜨려야 한다는 것이 일반적이다. 이와 같은 이유로 최근 경찰에서는 제한속도를 하향시키는 정책을 확대해 나가고 있다. 그러나 이러한 평균속도의 감소가 사고감소에 순 효과와의 연관성을 직접 설명하기에는 한계가 있다. 왜냐하면 평균속도의 감소가 이루어진다 하더라도 개별 차량 간의 속도 차이가 커지게 된다면 이에 따른 사고 위험은 높아질 수 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서 각 차량 속도의 분포의 개선유무를 확인하기 위해 먼저 Kernel density estimation을 이용하여 시설물 출현 전/후의 분포변화를 표시하여 비교하였다.

Kernel Density Estimation(KDE)란 커널함수(원점을 중심으로 대칭이면서 적분 값이 1인 non-negative 함수)를 사용하여 관측된 데이터 분포로부터 변수의 원래(확률)분포 특성을 추정하는 기법이다. 이를 위해 분석

지표는 자유속도와 시설물 앞에서의 평균속도 변화와 각 속도의 분포변화를 이용하였다.

#### 3.2.2 조사 지역 특성

지방부 국도에서의 교통안전 시설물들의 감속효과를 측정하기 위해, 경기도, 강원도, 충청남도 등 15개 지점을 조사지역으로 선정하여, 총 6,115대의 차량에 대한 분석을 실시하였다.

조사지역으로 선정된 지역의 조건은 직선로로서 운전자의 자유로운 속도선택에 방해가 없으며, 충분한 교통량이 있고, 조사자 및 실험을 안전하게 실험할 수 있는 충분한 공간이 확보된 지점들이다. 조사지역은 사전조사를 통해 교통안전 시설물 이전에 운전자의 자유속도가 가능한 곳으로 교통안전시설물로 인한 감속이 이루어지는지 평가가 가능한 곳이다. 또한, 선정된 장소는 교통안전시설물 이전에 일정구간 자유속도로 주행할 수 있는 구간을 가지고 있다.

Table 7. Survey site according to facilities

| No | Road No | Location  | Facilities                           |
|----|---------|---|--------------------------------------|
| 1  | No 46   | 387-9 dangrimri Seomun Chuncheon                  | VMS                                  |
| 2  |         | 170-4 sindongmyeon jeongjokri Chuncheon           | Flashing lights, pedestrian crossing |
| 3  |         | 35 Mountain seocheonri namsanmyeonChuncheon       | Enforcement notice signs             |
| 4  |         | Chuncheon Geumsansa front entrance                | Enforcement notice signs             |
| 5  | No 7    | Gangneung sacheonmyeon bangdongri mountains 146-4 | Mobile camera enforcement            |
| 6  |         | Gangneung Jumunjin jumunri 903-4                  | Fixed intermittent camera            |
| 7  |         | Yangyang yangyangeup Songamri 438-3               | Flashing lights, pedestrian crossing |
| 8  | No 5    | Hongcheon Solgol bus stop                         | Flashing lights, pedestrian crossing |
| 9  |         | Wonju panbumyeon seogokri 64-9                    | Maximum speed limit sign             |
| 10 |         | Wonju bangokdong acid 81-6                        | Fixed intermittent camera            |
| 11 | No 42   | Wonju munmakeup Donghwari 109                     | Maximum speed limit sign             |
| 12 |         | Wonju heungeopmyeon sajeri 209                    | Flashing lights, pedestrian crossing |
| 13 | No 44   | Hongcheon Nam-myeon 287-2 wolcheonri              | Maximum speed limit sign             |
| 14 |         | Hongcheon Nam-myeon sangohanri 439                | Flashing lights, pedestrian crossing |
| 15 |         | Hongcheon hongcheoneup wadongri Mountain 2-4      | Enforcement notice signs             |

### 3.2.3 표본의 특성

연구 조사방법에 의해 측정된 교통안전 시설물 출현에 의한 개별 차량의 평균 속도변화를 위해 측정한 조사대상 15개 지점의 총 차량의 숫자는 총 6,115대이며, 이중 분석에 적합한 차량은 3,730대였다. 선행차량의 저속주행으로 인하여 자유주행이 불가능하거나, 속도가 현저히 낮은 차량은 분석에서 제외하였다.

분석대상 차량을 차종별로 구분하면 승용차가 2,662대(71.4%)로 가장 많았고 화물차가 560대(15.0%), 승합차가 508대(13.6%)였다. 차로별로는 1차로가 1,970대(52.8%), 2차로가 1,760대(47.2%)로 1차로 주행차량이 다소 많았으나 큰 차이는 보이지 않았다.

### 3.3 연구방법

실험 장소는 연구진의 사전조사를 통해 선정되었으며, 실험지역은 실험대상 속도저감 시설 이외에 속도에 영향을 주는 다른 시설물은 없는 지역을 선정하였다. 이는 운전자의 자유속도 선택이 가능하고 분석대상 시설물만의 감속효과를 측정하기 위한 것이다. 자유속도 선택이 가능하다는 것은 연속류, 단속류를 불문하고 신호나 횡단보도 등으로 운전자의 자유속도선택에 방해 요인 없이 해당 시설물까지 운전자의 의지대로 속도를 낼 수 있는 충분한 구간이 확보된 지점이어야 한다.

실험은 선정된 장소에서 차량운행에 영향을 주는 요인들이 운행차량 감속에 영향을 주는지 조사하기 위해 진행되었다.

속도측정 방법은 Fig. 1과 같이 자유속도로 주행이 가능한 지점 A에서의 속도를 측정하고 이후 등장하는 B지점(교통안전 시설물이 등장하는 지점)에서의 속도를 측정하여 교통안전 시설물이 차량속도에 미치는 영향을 분석하였다. 그리고 해당구간의 차량속도 측정을 위해 A지점과 B지점에 비디오 장비를 이용하여 지점을 통과하는 모든 차량을 동 시간에 촬영한 후, 비디오 분석을 통해 차량의 속도를 측정하였으며, 2개 차로에서 동시 촬영하였다.

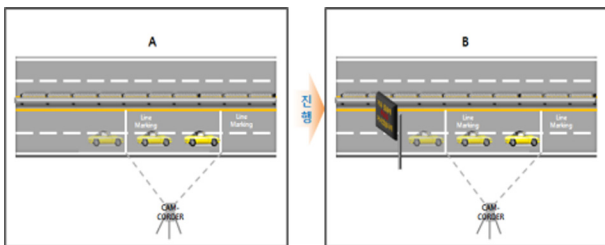


Fig. 1. Speed change measurement method according to the facility.

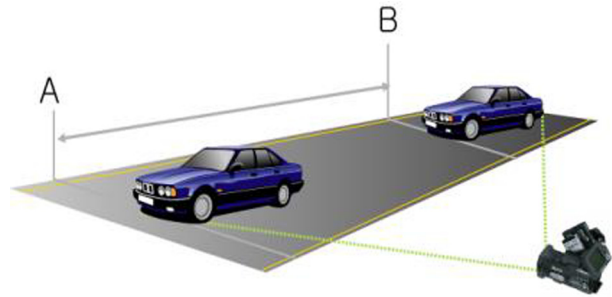


Fig. 2. Speed measuring method according to the video frame analysis.

속도측정을 위한 현장조사 방법은 Fig. 2와 같다. 비디오 촬영 시 10미터 간격의 바를 2개 설치하여, 각 차량이 첫 번째 바와 두 번째 바를 지나는데 걸리는 시간을 이용해 속도를 계산하였다. 즉 A, B 간의 거리가 10 m이고, 차량이 기준점 A로부터 B까지 통과하는데 걸리는 시간(영상 프레임 분석기의 Frame)이 30Frame일 때의 속도를 구하는 경우 속도는  $10 \text{ m}/30 \text{ Frame} \times 1 \text{ Frame}/(1/100)\text{sec} \times 3,600 \text{ km} \cdot \text{sec}/1,000 \text{ hr} \cdot \text{m}=120 \text{ km/h}$ 이다.

## 4. 연구 결과

### 4.1 문제1: 점멸 및 횡단보도가 차량속도에 미치는 영향

본 연구의 분석대상 차량 총 3,730대 가운데 점멸 및 횡단보도가 속도변화에 미친 영향 분석대상 차량은 1,125대였다. 차종별로는 승용차가 822대(73.1%), 승합차가 156대(19.0%), 화물차가 147대(17.9%)였고, 차로별로는 1차로가 626대(55.6%), 2차로가 499대(44.4%)였다(Table 8 참고).

#### 4.1.1 평균속도의 변화

첫째, 점멸 및 횡단보도 앞에서 4.60 km/h의 속도감소가 있는 것으로 조사되었다. 분석대상 1,125대 차량의 평균 자유속도는 76.18 km/h였고, 점멸 및 횡단보도 앞 평균속도는 71.58 km/h로 나타나 4.60 km/h의 속도감소가 있었다.

둘째, 차로별 차이는 유의할 만큼 차이가 없는 것으로 조사되었다. 차로별로는 1차로의 경우 77.3 km/h에서 73.19 km/h로 4.54 km/h의 감소, 2차로는 74.09 km/h에서 69.56 km/h로 4.53 km/h 감소가 나타나 차로별 감소효과의 차이는 없는 것으로 나타났다.

셋째, 차종별 조사에서는 승용자동차가 4.83 km/h 감소로 효과가 제일 큰 값으로 조사되었다. 승용차의 경우 76.49 km/h에서 71.66 km/h로 4.83 km/h감소, 승합차는 76.29 km/h에서 71.79 km/h로 4.50 km/h감소, 화물차는

Table 8. Speed change effects of the flashing and crosswalk sign

| Classifications | Observed No (No, %)       | Free speed (km/h) |                    | Front speed of facilities (km/h) |                    | Average speed change (km/h) |                        |       |
|-----------------|---------------------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------|-------|
|                 |                           | Mean              | Standard Deviation | Mean                             | Standard Deviation | The speed difference        | The rate of change (%) |       |
| All             | 1,125 (100%)              | 76.18             | 10.87              | 71.58                            | 9.58               | -4.60                       | -6.04                  |       |
| Road            | First drive lane (55.6%)  | 626               | 77.73              | 9.56                             | 73.19              | 8.12                        | -4.54                  | -5.84 |
|                 | Second drive lane (44.4%) | 499               | 74.09              | 12.12                            | 69.56              | 10.82                       | -4.53                  | -6.12 |
| Car type        | Cars (73.1%)              | 822               | 76.49              | 10.90                            | 71.66              | 9.31                        | -4.83                  | -6.32 |
|                 | Vans (19.0%)              | 156               | 76.29              | 10.65                            | 71.79              | 9.97                        | -4.50                  | -5.90 |
|                 | Feright vehicle (17.9%)   | 147               | 74.47              | 10.92                            | 70.93              | 10.65                       | -3.53                  | -4.75 |

74.47 km/h에서 70.93 km/h로 3.53 km/h의 평균속도 감소가 조사되었다. 따라서 차종별 점멸 및 횡단보도의 속도 감소효과는 승용차, 승합차가 화물차에 비해 감소효과가 큰 것으로 나타났다.

4.1.2 속도분포의 변화

전체적인 평균속도가 낮다고 하더라도 차량의 속도 편차가 크다면 이는 사고의 위험성을 증대시키기 때문에 교통사고 예방을 위해서는 평균속도의 감소와 더불어 각 차량의 속도 편차도 매우 중요하다. 따라서 본 연구는 속도 분포에 대한 개선 여부를 Kernel Density Estimation을 통해 분석함으로써 속도편차의 감소가 실제 속도분포를 개선시킨 것인지에 대한 검증을 수행하였다.

분석대상 1,125대 차량의 전체 및 차로별, 차종별 자유속도와 점멸 및 횡단보도 앞에서의 차량속도 분포를 살펴보면 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다.

분석 결과 점멸 및 횡단보도는 평균속도를 떨어뜨림

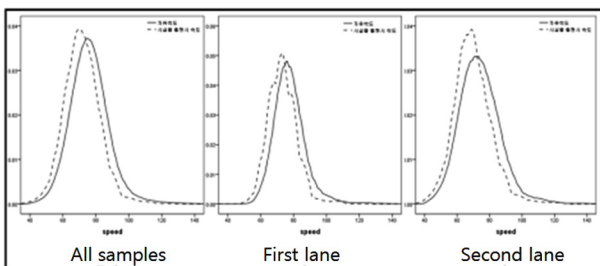


Fig. 3. Free speed by lanes and velocity distribution at front of flashing and crosswalk sign.

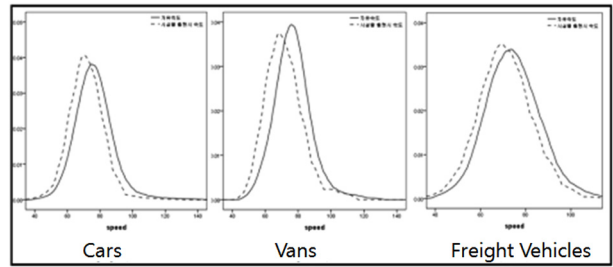


Fig. 4. Free speed by vehicle type and velocity distribution at front of flashing and crosswalk sign.

Table 9. Distribution rate change effect the flashing and crosswalk sign

| Classifications | Observed No       | Mean speed (km/h) |          | Kernel density estimation |              |           |
|-----------------|-------------------|-------------------|----------|---------------------------|--------------|-----------|
|                 |                   | Speed change      | Ratio(%) | Average speed             | Distribution |           |
| All             | 1,125             | -4.60             | -6.04    | Decrease                  | Improving    |           |
| Road            | First drive lane  | 626               | -4.54    | -5.84                     | Decrease     | Improving |
|                 | Second drive lane | 499               | -4.53    | -6.12                     | Decrease     | Improving |
| Car type        | Cars              | 822               | -4.83    | -6.32                     | Decrease     | Improving |
|                 | Vans              | 156               | -4.50    | -5.90                     | Decrease     | Worse     |
|                 | Feright vehicle   | 147               | -3.53    | -4.75                     | Decrease     | Improving |

과 동시에 속도분포에 있어서도 개선효과가 있는 것으로 나타났다(Table 9 참고). 또한 차로별로는 1차로 2차로 구분 없이 분포의 개선이 이루어졌으며, 차종별로는 승합차는 평균속도는 떨어졌으나 오히려 속도분포는 악화된 것으로 나타났고 승용차와 화물차는 속도분포의 개선이 나타났다.

4.2 문제 2 : 단속카메라가 차량속도에 미치는 영향

본 연구의 분석대상 차량 총 3,730대 가운데 단속카메라가 속도변화에 미친 영향 분석대상 차량은 734대였다. 차종별로는 승용차가 488대(66.5%), 승합차가 110대(15.0%), 화물차가 136대(18.5%)였고, 차로별로는 1차로가 335대(45.6%), 2차로가 399대(54.4%)였다.

4.2.1 평균속도의 변화

분석대상 734대 차량의 평균자유속도는 79.54 km/h였고, 단속카메라 앞 평균속도는 76.79 km/h로 나타나 2.76 km/h의 속도감소가 있었다. 차로별로는 1차로의 경우 87.72 km/h에서 81.18 km/h로 6.54 km/h의 감소, 2차로는 73.66 km/h에서 73.10 km/h로 0.56 km/h 감소가 나타나 차로별 감소효과의 차이가 크게 나타났다. 이



Table 10. Enforcement speed camera change effects

| Classification | Observed No       | Free speed (km/h) |                    | Front speed of facilities (km/h) |                    | Average speed change (km/h) |                        |       |
|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------|-------|
|                |                   | Mean              | Standard Deviation | Mean                             | Standard Deviation | The speed difference        | The rate of change (%) |       |
| All            | 734               | 79.54             | 13.92              | 76.79                            | 12.85              | -2.76                       | -3.46                  |       |
| Road           | First drive lane  | 335               | 87.72              | 12.49                            | 81.18              | 12.42                       | -6.54                  | -7.46 |
|                | Second drive lane | 399               | 73.66              | 11.77                            | 73.10              | 12.04                       | -0.56                  | -0.76 |
| Car type       | Cars              | 488               | 81.08              | 13.28                            | 77.68              | 12.85                       | -3.40                  | -4.19 |
|                | Vans              | 110               | 78.99              | 15.34                            | 77.07              | 13.43                       | -1.91                  | -2.42 |
|                | Feright vehicle   | 136               | 74.38              | 13.84                            | 73.35              | 11.87                       | -1.03                  | -1.39 |

러한 결과는 대부분의 단속카메라가 1차로 위주로 시행되고 있는 것이 원인으로 판단된다.

차종별로는 승용차의 경우 81.08 km/h에서 77.68 km/h로 3.40 km/h감소, 승합차는 78.99 km/h에서 77.07 km/h로 1.91 km/h감소, 화물차는 74.38 km/h에서 73.35 km/h로 1.03 km/h의 평균속도 감소가 나타나 차종별 단속카메라의 속도 감소효과는 승용차가 승합차, 화물차에 비해 감소효과가 큰 것으로 나타났다.

4.2.2 속도분포의 변화

분석대상 734대 차량의 전체 및 차로별, 차종별자유

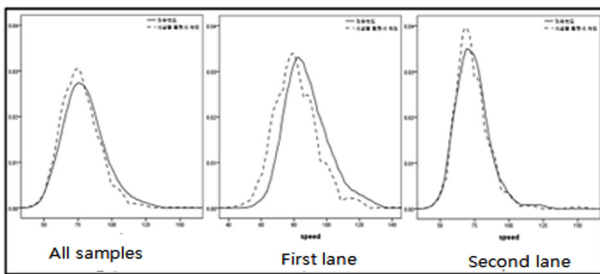


Fig. 5. Free speed by lanes and velocity distribution at front of Enforcement speed camera.

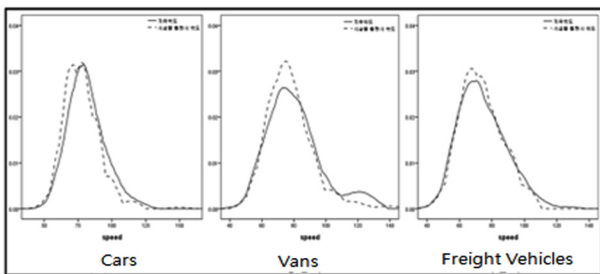


Fig. 6. Free speed by vehicle type and velocity distribution at front of Enforcement speed camera.

Table 11. Speed change effects by enforcement speed camera

| Classifications | Observed No       | Mean speed (km/h) |          | Kernel density estimation |                    |             |
|-----------------|-------------------|-------------------|----------|---------------------------|--------------------|-------------|
|                 |                   | Speed change      | Ratio(%) | Average speed             | Distribution       |             |
| All             | 734               | -2.76             | -3.46    | Decreased slightly        | Improving          |             |
| Road            | First drive lane  | 335               | -6.54    | -7.46                     | Decrease           | No judgment |
|                 | Second drive lane | 399               | -0.56    | -0.76                     | Decreased slightly | Improving   |
| Car type        | Cars              | 488               | -3.40    | -4.19                     | Decrease           | No judgment |
|                 | Vans              | 110               | -1.91    | -2.42                     | No judgment        | Improving   |
|                 | Feright vehicle   | 136               | -1.03    | -1.39                     | No judgment        | Improving   |

속도와 단속카메라 앞에서의 차량속도 분포를 살펴보면 Fig. 5 및 Fig. 6과 같다.

분석결과, 단속카메라는 평균속도를 떨어뜨림과 동시에 속도분포에 있어서도 개선효과가 있는 것으로 나타났다(Table 11 참고). 그리고 차로별로는 1차로에서는 속도분포의 개선여부를 판단하기 어려운 반면, 2차로에서는 속도분포의 개선이 이루어졌다. 차종별로는 승용차는 분포의 개선여부를 판단하기 어려운 반면, 승합차와 화물차는 속도분포의 개선이 나타난 것으로 조사되었다.

4.3 문제 3 : 단속예고표지가 차량속도에 미치는 영향

본 연구의 분석대상 차량 총 3,730대 가운데 단속예고표지가 속도변화에 미친 영향 분석대상 차량은 1,044대였다. 차종별로는 승용차가 784대(75.1%), 승합차가 112대(10.7%), 화물차가 148대(14.2%)였고, 차로별로는 1차로가 538대(51.5%), 2차로가 506대(48.5%)였다.

4.3.1 평균속도의 변화

분석대상 1,044대 차량의 평균자유속도는 81.38 km/h였고, 단속예고표지 앞 평균속도는 77.33 km/h로 나타나 4.06 km/h의 속도감소가 있었다.

차로별로는 1차로의 경우 86.20 km/h에서 79.79 km/h로 6.41 km/h의 감소, 2차로는 76.24 km/h에서 74.71 km/h로 1.54 km/h 감소가 나타나 차로별 감소효과의 차이가 크게 나타났다.

차종별로는 승용차의 경우 82.76 km/h에서 78.37 km/h로 4.39 km/h감소, 승합차는 82.12 km/h에서 76.50 km/h로 5.61 km/h감소, 화물차는 73.57 km/h에서 72.42 km/h로 1.15 km/h의 평균속도 감소가 나타나 차종별 단속예고표지의 속도 감소효과는 승용차, 승합차가 화



Table 12. Speed change effects of intermittent warning signs

| Classification | Observed No       | Free speed (km/h) |                    | Front speed of facilities (km/h) |                    | Average speed change (km/h) |                        |       |
|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------|-------|
|                |                   | Mean              | Standard Deviation | Mean                             | Standard Deviation | The speed difference        | The rate of change (%) |       |
| All            | 1,044             | 81.38             | 13.09              | 77.33                            | 10.64              | -4.06                       | -4.99                  |       |
| Road           | First drive lane  | 538               | 86.20              | 11.60                            | 79.79              | 9.58                        | -6.41                  | -7.44 |
|                | Second drive lane | 506               | 76.24              | 12.63                            | 74.71              | 11.08                       | -1.54                  | -2.01 |
| Car type       | Cars              | 784               | 82.76              | 12.99                            | 78.37              | 10.62                       | -4.39                  | -5.30 |
|                | Vans              | 112               | 82.12              | 12.56                            | 76.50              | 10.01                       | -5.61                  | -6.84 |
|                | Freight vehicle   | 148               | 73.57              | 11.21                            | 72.42              | 9.77                        | -1.15                  | -1.57 |

물차에 비해 감소효과가 큰 것으로 나타났다.

결과적으로 단속예고 표지만으로도 운전자는 감속 행동을 하는 것으로 보인다. 실제 단속은 단속예고표지 이후에 시행되나 단속중이라는 표지의 인식으로도 최소한 감속을 유발하는 것으로 나타났다. 전반적으로 제한속도 이상의 주행에서 제한속도 이하에서 감속이 나타났다.

4.3.2 속도분포의 변화

분석대상 1,044대 차량의 전체 및 차로별, 차종별 자유속도와 단속예고표지 앞에서의 차량속도 분포를 살펴보면 Fig 7 및 Fig 8과 같다.

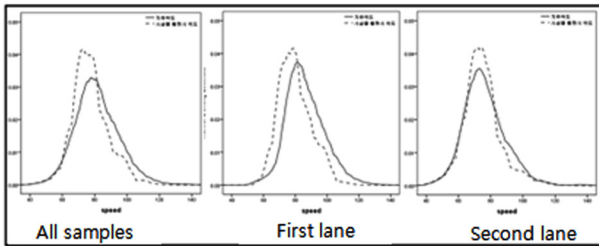


Fig. 7. Free speed by lanes and velocity distribution at front of intermittent warning signs.

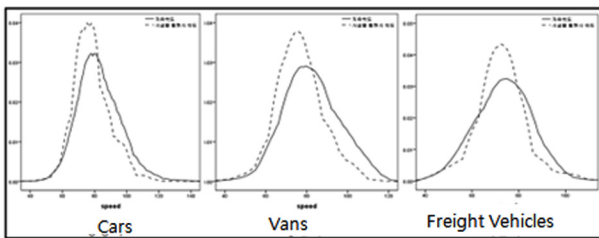


Fig. 8. Free speed by vehicle type and velocity distribution in front of intermittent warning signs.

Table 13. Distribution rate change effect of intermittent warning signs

| Classification | Observed No       | Mean speed (km/h) |          | Kernel density estimation |                    |           |
|----------------|-------------------|-------------------|----------|---------------------------|--------------------|-----------|
|                |                   | Speed change      | Ratio(%) | Average speed             | Distribution       |           |
| All            | 1,044             | -4.06             | -4.99    | Decrease                  | Improving          |           |
| Road           | First drive lane  | 538               | -6.41    | -7.44                     | Decrease           | Improving |
|                | Second drive lane | 506               | -1.54    | -2.01                     | Decreased slightly | Improving |
| Car type       | Cars              | 784               | -4.39    | -5.30                     | Decrease           | Improving |
|                | Vans              | 112               | -5.61    | -6.84                     | Decrease           | Improving |
|                | Freight vehicle   | 148               | -1.15    | -1.57                     | No judgment        | Improving |

분석결과, 단속예고표지는 평균속도를 떨어뜨림과 동시에 속도분포에 있어서도 개선효과가 있는 것으로 나타났다(Table 13 참고). 또한 차로별로는 1차로 2차로 구분 없이 분포의 개선이 이루어졌으며, 차종별로는 전 차종에 걸쳐 속도분포의 개선이 나타났다.

4.4 문제 4 : 제한속도가 차량속도에 미치는 영향

본 연구의 분석대상 차량 총 3,730대 가운데 제한속도표지가 속도변화에 미친 영향 분석대상 차량은 827대였다. 차종별로는 승용차가 568대(68.7%), 승합차가 130대(15.7%), 화물차가 129대(15.6%)였고, 차로별로는 1차로가 471대(57.0%), 2차로가 356대(43.0%)였다.

4.4.1 평균속도의 변화

분석대상 827대 차량의 평균 자유속도는 77.75 km/h였고, 최고속도표지 앞 평균속도는 81.43 km/h로 나타나 3.68 km/h의 속도증가가 있었다.

차로별로는 1차로의 경우 81.88 km/h에서 85.35 km/h로 3.47 km/h의 증가, 2차로는 72.14 km/h에서 76.23 km/h로 4.09 km/h 증가가 나타나 차로별 감소효과는 전혀 없는 것으로 나타났다.

차종별로는 승용차의 경우 78.89 km/h에서 82.03 km/h로 3.14 km/h증가, 승합차는 77.43 km/h에서 82.58 km/h로 5.16 km/h증가, 화물차는 73.05 km/h에서 77.60 km/h로 4.55 km/h의 평균속도 증가가 나타나 차종별 최고속도표지의 속도 감소효과는 전혀 없는 것으로 나타났다.

이 결과는 단속이 병행되지 않는 제한속도 표지는 운전자의 감속에 아무런 영향을 주지 못하고 있음을 보여준다. 실제 평균속도가 증가했다는 점이 제한속도 표지판을 인식 후 가속을 했다고 평가하기는 어렵고

Table 14. Speed change effects of maximum speed sign

| Classification | Observed No       | Free speed (km/h) |                    | Front speed of facilities (km/h) |                    | Average speed change (km/h) |                        |      |
|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------|------|
|                |                   | Mean              | Standard Deviation | Mean                             | Standard Deviation | The speed difference        | The rate of change (%) |      |
| All            | 827               | 77.75             | 12.47              | 81.43                            | 13.39              | 3.68                        | 4.73                   |      |
| Road           | First drive lane  | 471               | 81.88              | 11.35                            | 85.35              | 12.57                       | 3.47                   | 4.24 |
|                | Second drive lane | 356               | 72.14              | 11.71                            | 76.23              | 12.66                       | 4.09                   | 5.67 |
| Car type       | Cars              | 568               | 78.89              | 12.38                            | 82.03              | 13.55                       | 3.14                   | 3.98 |
|                | Vans              | 130               | 77.43              | 12.70                            | 82.58              | 13.51                       | 5.16                   | 6.66 |
|                | Feright vehicle   | 129               | 73.05              | 11.56                            | 77.60              | 11.93                       | 4.55                   | 6.23 |

단지 운전자의 자유속도 선택에 영향을 주지 못하고 있음을 보여주는 결과로 해석할 수 있다.

4.4.2 속도분포의 변화

분석대상 827대 차량의 전체 및 차로별, 차종별자유속도와 최고속도표지 앞에서의 차량속도 분포를 살펴 보면 Fig. 9 및 Fig. 10과 같다.

분석 결과 최고속도 표지는 평균속도가 높아지는 동시에 속도분포에 있어서도 개선효과가 없는 것으로 나타났다(Table 15 참고). 차로별로는 1차로와 2차로 둘 다 분포의 개선여부를 판단하기 어려운 반면, 차종별로는 승용차와 승합차의 경우 분포가 악화된 것으로

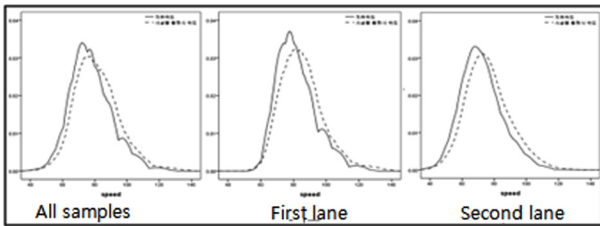


Fig. 9. Free speed by lane type and velocity distribution in front of maximum speed sign.

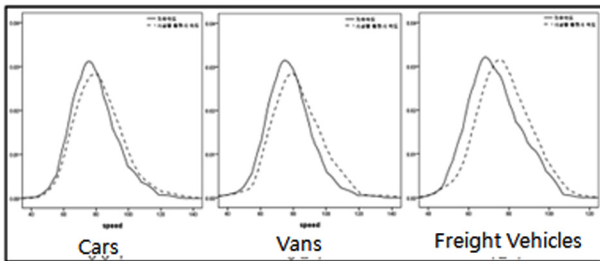


Fig. 10. Free speed by vehicle type and velocity distribution in front of maximum speed sign.

Table 15. Distribution rate change effect of maximum speed sign

| Classification | Observed No       | Mean speed (km/h) |          | Kernel density estimation |              |             |
|----------------|-------------------|-------------------|----------|---------------------------|--------------|-------------|
|                |                   | Speed change      | Ratio(%) | Average speed             | Distribution |             |
| All            | 827               | 3.68              | 4.73     | Increase                  | No judgment  |             |
| Road           | First drive lane  | 471               | 3.47     | 4.24                      | Increase     | No judgment |
|                | Second drive lane | 356               | 4.09     | 5.67                      | Increase     | No judgment |
| Car type       | Cars              | 568               | 3.14     | 3.98                      | Increase     | Worse       |
|                | Vans              | 130               | 5.16     | 6.66                      | Increase     | Worse       |
|                | Feright vehicle   | 129               | 4.55     | 6.23                      | Increase     | No judgment |

나타났고 화물차의 경우 개선 여부를 판단하기가 어려웠다.

4.5 문제 5 : 제한속도 변경이 차량속도에 미치는 영향

본 연구의 분석대상 차량 총 3,730대 가운데 제한속도 변경이 속도변화에 미친 영향 분석대상 차량은 2,292대였다. 차종별로는 승용차가 1,490대(65.0%), 승합차가 244대(10.6%), 화물차가 558대(24.3%)였고, 차로별로는 1차로가 1,259대(54.9%), 2차로가 1,033대(45.1%)였다.

4.5.1 평균속도의 변화

분석대상 2,292대 차량의 제한속도 80 km/h구간 주행 시의 평균속도는 71.85 km/h, 제한속도 60 km/h구간 주행 시의 평균속도는 69.55k m/h로 나타나 2.30 km/h의 속도감소가 있었다.

각 차로의 제한속도 80 km/h구간 주행 시 평균속도를 살펴보면, 1차로는 75.65 km/h, 2차로는 67.81 km/h로 차로 간 약 7.84 km/h차이가 있었다.

차로별로는 1차로의 경우 75.65 km/h에서 제한속도 60 km/h구간으로 변경 시 70.17 km/h로 5.48 km/h의 감소, 2차로는 67.81 km/h에서 68.79 km/h로 1.44 km/h 증가가 나타나 차로별 감소효과의 차이가 크게 나타났다.

차종별로는 승용차의 경우 72.49 km/h에서 제한속도 60 km/h구간으로 변경 시 70.66 km/h로 1.83 km/h감소, 승합차는 72.50 km/h에서 69.19 km/h로 3.31 km/h감소, 화물차는 69.60 km/h에서 66.73 km/h로 2.87 km/h의 평균속도 감소가 나타나 차종별 제한속도 변경의 속도 감소효과는 승합차, 화물차가 승용차에 비해 감소효과가 큰 것으로 나타났다.

전반적으로 제한속도를 낮추는 것으로 인한 감소 효과는 크게 나타나지 않았다. 이는 위에서 분석한 제한

Table 16. Speed change effects of the speed limit change

| Classification | Observed No.      | Free speed (km/h) |                    | Front speed of facilities (km/h) |                    | Average speed change (km/h) |                        |       |
|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------|-------|
|                |                   | Mean              | Standard deviation | Mean                             | Standard deviation | The speed difference        | The rate of change (%) |       |
| All            | 2,292             | 71.85             | 12.80              | 69.55                            | 11.13              | -2.30                       | -3.20                  |       |
| Road           | First drive lane  | 1,259             | 75.65              | 12.70                            | 70.17              | 10.49                       | -5.48                  | -7.24 |
|                | Second drive lane | 1,033             | 67.81              | 11.61                            | 68.79              | 11.83                       | 0.98                   | 1.44  |
| Car type       | Cars              | 1,490             | 72.49              | 13.29                            | 70.66              | 11.19                       | -1.83                  | -2.52 |
|                | Vans              | 244               | 72.50              | 12.52                            | 69.19              | 11.40                       | -3.31                  | -4.56 |
|                | Feright vehicle   | 558               | 69.60              | 11.02                            | 66.73              | 10.31                       | -2.87                  | -4.12 |

속도 표지판이 속도에 미치는 영향이 매우 미미했다는 점과 더불어 운전자가 실제 제한속도의 변화를 인지했는지에 대한 검증도 필요한 것으로 조사되었다.

4.5.2 속도분포의 변화

분석대상 2,292대 차량의 전체 및 차로별, 차종별제한 속도 변경의 차량속도 분포를 살펴보면 Fig11 및 Fig. 12 와 같다.

분석 결과, 제한속도 변경은 평균속도를 떨어뜨림과 동시에 속도분포에 있어서도 개선효과가 있는 것으로 나타났다(Table 17 참고). 또한 차로는 1차로에서는 분

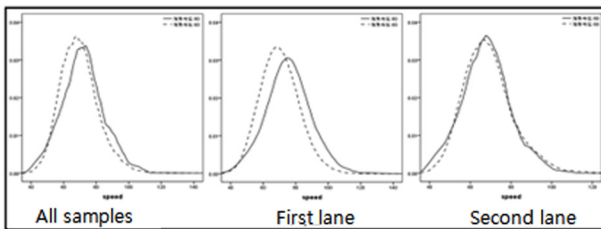


Fig. 11. Velocity distribution of the speed limit change by road types and all.

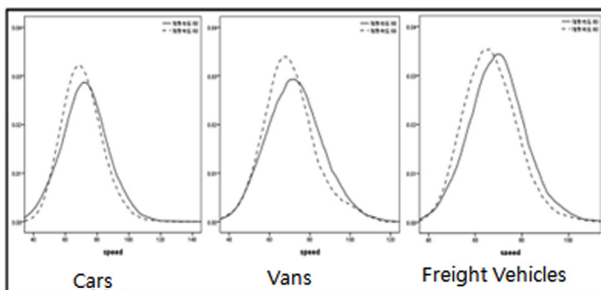


Fig. 12. Velocity distribution of the speed limit change by vehicle types.

Table 17. Distribution rate change effect of the speed limit change

| Classification | Observed No.      | Mean speed (km/h) |          | Kernel density estimation |              |             |
|----------------|-------------------|-------------------|----------|---------------------------|--------------|-------------|
|                |                   | Speed change      | Ratio(%) | Average speed             | Distribution |             |
| All            | 2,292             | -2.30             | -3.20    | Decrease                  | Improving    |             |
| Road           | First drive lane  | 1,259             | -5.48    | -7.24                     | Decrease     | Improving   |
|                | Second drive lane | 1,033             | 0.98     | 1.44                      | No judgment  | No judgment |
| Car type       | Cars              | 1,490             | -1.83    | -2.52                     | Decrease     | Improving   |
|                | Vans              | 244               | -3.31    | -4.56                     | Decrease     | Improving   |
|                | Feright vehicle   | 558               | -2.87    | -4.12                     | Decrease     | Improving   |

포의 개선이 이루어진 반면, 2차로에서는 분포의 개선 여부를 판단하기 어려웠다. 차종별로는 전 차종에 걸쳐 속도분포의 개선이 나타났다.

4.6 연구결과

교통안전시설이 주행속도에 미치는 영향에 대해 분석한 본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 점멸 및 횡단보도가 차량 속도 감소에 미치는 영향(문제 1)을 보면, 평균 4.6 km/h의 속도감소가 효과가 조사되었다. 차로별 유의한 사항은 발견되지 않았으며 승용차의 경우 4.83 km/h의 속도감소로 다른 승합차와 화물차 대비 높게 나타났다. 속도 개선효과는 존재하는 것으로 나타났으며 승용차와 승합차의 경우 속도개선 효과를 볼 수 있었다.

둘째, 단속카메라가 차량 속도 감소에 미치는 영향(문제 2)을 살펴보면, 2.76 km/h의 속도감소가 효과가 조사되었다. 1차로의 경우 2차로 대비 6.54 km/h로 높게 나타났는데 이는 단속 카메라가 주로 1차로를 위주로 단속하고 있다는 점에 기인하는 것으로 보인다.

승용차가 승합차와 화물차 대비 3.40 km/h의 감속효과로 높게 나타났는데, 전반적으로 승용차의 자유속도가 높았고 제한속도 이상으로 주행하였기 때문인 것으로 보인다. 결과적으로 속도개선 효과가 존재하는 것으로 나타났으며, 2차로에서 속도분포 개선효과가 발생했으며 승합차와 화물차는 속도개선효과가 나타났다.

셋째, 단속예고 표지가 차량 속도 감소에 미치는 영향(문제 3)의 경우는 속도 개선효과가 3.46 km/h 감속효과로서 존재하는 것으로 나타났다. 각 차로별 차이는 나타나지 않았으며 승용차, 승합차가 화물차에 비해 속도 감소가 크게 나타났다. 또한 속도 분포 효과가 존재하는 것으로 조사되었다. 차로별로는 1,2 차로 모

두 속도 개선효과가 나타났고 모든 차종에서 개선효과가 있었다. 이 결과는 실제 단속카메라 이전의 단속예고 표지만으로도 운전자의 감속을 유도할 수 있음을 보여주고 있다.

넷째, 제한속도 표지가 차량 주행 속도 감소에 미치는 영향(문제 4)의 경우는 3.68 km/h의 속도 증가가 발생하여 연관성이 없는 것으로 나타났으며 차종별 최고속도표지에 따른 감속효과가 없는 것으로 조사되었다. 속도 개선효과가 악화된 것으로 조사되고 승용차와 승합차의 경우도 속도 개선효과는 더 나빠진 것으로 분석되었다. 그러나 이러한 결과는 제한속도 표지로 인해 평균속도가 증가보다는 운전자들이 단속이 병행되지 않는 제한속도 표지판 만으로 감속행동을 하지 않는다고 평가할 수 있을 것으로 조사되었다.

다섯째, 제한속도 변경이 차량 속도 감소에 미치는 영향(문제 5)은 2.30 km/h 감속효과가 나타났으며, 1차로가 2차로 대비 속도 감속효과가 높게 나타났다. 또한 이 경우 승용차와 화물차가 승합차 대비 높은 감속효과를 제공했다. 속도 개선 효과는 존재하는 것으로 조사되고 1차로에서 개선효과가 나타났다. 전 차종에서 속도분포 개선효과가 나타났다. 그러나 전반적으로 제한속도 하락폭에 비해서는 감속효과가 크다고 평가하기는 어려운 것으로 조사되었다.

## 5. 결론 및 논의

본 연구에서 속도에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행한 총 4 종류의 시설물 중 3개의 시설물(점멸 및 횡단보도, 단속카메라, 단속예고표지)과 제한속도 변경에 의해 속도분포가 개선되고 평균속도가 감소하는 것으로 나타났고, 반면에 제한속도 표지의 경우 오히려 분포가 악화와 도로주행 평균속도가 증가한 것으로 조사되었다. 또한, 이 경우 차량 주행속도 분포 개선 효과도 나타나지 않았다. 그러나 이를 제외한 나머지 속도 저감형시설은 차량주행속도 감소에 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 현재 도로상에 속도관리를 목적으로 설치된 시설물과 제한속도의 변경이 일정부분 효과가 있는 것으로 평가할 수 있다. 이는 지방부 국도상의 속도관리 시설물별 효과의 차이가 존재하고 일부 속도관리 효과는 존재하는 것을 입증해 주고 있다.

평균속도 및 편차에만 의존한 결과가 아니라, 차량 속도의 분포개선 효과가 존재한다는 점에서 본 연구의 결과는 속도 관리측면에서의 시설물의 효과에 영향을 받고 있다는 것으로 조사되었다.

본 연구 결과는 도로상 차량의 적극적인 속도관리

정책에 당위성을 부여해 줄 수 있으며 도로상 시설물의 효과적인 설치와 관리를 통한 사고감소 노력이 지속적으로 필요함을 제공한다.

제한속도 변경의 경우 변경폭(20 Km/h)에 비해 평균속도 감소폭(2.3 Km/h)이 매우 낮았으며, 제한속도 60 Km/h 구간에서의 제한속도 위반율이 매우 높았던 점은 운전자들이 제한속도 변경에 대한 인지하지 못했을 가능성과 단속이 병행되지 않는 제한속도 표지만으로는 운전자의 감속행동이 잘 이루어지지 않는다는 점이 상존하는 것으로 보인다. 따라서 반드시 감속이 필요한 지점에는 단속이 병행되어야 할 필요성이 있으며 교통안전표지가 운전자에게 명확히 전달될 수 있는 위치 및 거리규정도 필요한 것으로 보인다.

본 연구 한계점은 조사지역의 특수성을 반영하고 있어 다른 지역에도 조사가 적용되어 추가적인 타당성 확보가 필요하다.

본 연구는 속도저감형 시설에 대해 차량주행 속도의 영향성에 대해 평가를 했으며 향후 연구는 교통안전 시설이라는 측면에서 차량주행속도의 영향성을 다각도로 분석할 필요가 있다.

## References

- 1) Samsung Traffic Safety Culture Research Center, "The Speed Limit Change Proposals for the Urban Accident Reduction", 2013.
- 2) T. J. Ha, J. G. Kang and J. J. Park, "The Effects of Automated Speed Enforcement Systems on Traffic-Flow Characteristics and Accidents in Korea", Institute of Transportation Engineers, pp.28-31, 2003.
- 3) J. -J. Park, J. -H. Kim, T. -H. Park and T. -J. Ha, "Effect Analysis on the Location of Automated Speed Enforcement System in Highway" The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, Vol. 6 , Issue 1, pp.27-37, 2007.
- 4) J. -J. Park, Y. -M. Lee, J. -B. Park, J. -G. Kang, "The Effect of Point to Point Speed Enforcement Systems on Traffic Flow Characteristics" Journal of Korean Society of Transportation, Vol.26, Issue 3, pp.85-95, 2008.
- 5) H. -W. Lee, D. -H. Joo, C. -S. Hyun, J. -H. Jeong, B. -H. Park and C. -K. Lee, "A Study on the Analysis for the Effects of the Section Speed Enforcement System at the Misiryong tunnel section" The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, Vol.12, Issue 3, pp.11-18, 2013.
- 6) I. -S. Yun, S. -H. Park, B. -S. Oh and Y. -T. Oh, "Study of the

- Effect of the Point-to-Point Speed Enforcement System Using a Comparison-Group Method”, Journal of the Korean Society of Road Engineers, Vol.13 No.4, pp.177-185, 2011.
- 7) S. Lee, K. Lee and S. Kim, “Effectiveness of the Peripheral Transverse Line as Speed-Reduction Treatment on Korean Expressway Ramps” International Journal of Highway Engineering, Vol. 14, No.6, p.85-92, 2012.
  - 8) E. J. Fitzsimmons, S. Hallmark, T. McDonald, M. Orellana, and D. Matulac, “The Effectiveness of Iowa's Automated Red Light Running Enforcement Programs”, Iowa Department of Transportation, CTRE Project 05-226, 2007.
  - 9) J. -H. Jeong, J. -P. Mun, Y. -R. Kim, “An Analysis of the Effects of Signalized Intersection Density on Travel Speed for Korea's National Highways, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.25, Issue 3, pp.19-28, 2007.
  - 10) G. Jeong, “Development Effectiveness Analysis by the Installation of Speed Bumps and the Vertical Acceleration”, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.14 No. 4, p.77-89, 1996.
  - 11) K. -n. Roh and h. Yun, “Comparative Analysis of the Effect Type and Speed Bumps Installed in Residential Areas”, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 20 No.1, pp. 399-402, 2000.
  - 12) S. Lee, “Analysis of Road Accidents Transition Uneven Pavement Installation using Bayesian Methods”, The Seoul Institute, Vol.9, No.4, pp.185-197, 2008.