

속도위반단속시스템에 의한 주행속도 특성 변화에 관한 연구

김완기 · 류부형^{*†}

동국대학교 대학원 안전공학과 · *동국대학교 안전환경시스템공학과
(2009. 3. 11. 접수 / 2010. 3. 3. 채택)

A Study on the Variations of Running Speed Characteristics by Automated Speed Enforcement System

Wan-Ki Kim · Boo-Hyung Ryu^{*†}

Department of Safety Engineering, Graduate School of Dongguk University

^{*}Department of Safety & Environmental System Engineering, Dongguk University

(Received March 11, 2009 / Accepted March 3, 2010)

Abstract : An installation of automated speed enforcement system(ASES) was known for traffic safety and accident preventive effects that traffic characteristics transmute by speed distribution stabilizing. This study is verified the variations of average speed, 85% speed, speed distribution and dispersion as traffic characteristics depend on enforcement system influences in the road. We tested selected 5 areas. By and large, it has a little differences depend on road geometric structure and traffic environment but that is not too much. After all, after automated speed enforcement system installed in all of test areas, average speed, 85% accumulated speed, speed distribution and dispersion characteristics were declined and equalized. The speed dispersion was smaller than before installed the ASES. The speed dispersion value of each case that is the limited speed has been 70Km/h, 80Km/h at flat and straight, 80Km/h at downhill and straight or downhill and left-curved area was 77.3%, 65.2%, 68.7% and 54.1%. Each of the data was declined. We could analyze that average speed distributed depletion factor was declined rapidly by 66.3% in test area.

Key Words : automated speed enforcement system, traffic characteristics, speed variance, speed distribution

1. 서론

교통안전의 최대 목표는 교통사고를 방지하고 원활하고 안전한 교통 환경을 제공하는데 있다.

교통은 도로, 사람, 자동차로 구성되는데, 교통안전을 확보하기 위해서는 위 3가지 요인이 모두 안전한 상태에 놓여 있을 때 비로소 안전이 확보될 수 있는 것이다.

일반적으로 교통안전을 위한 원칙으로 3가지 원칙을 말하는데, 공학(Engineering), 교육(Education), 단속(Enforcement)을 말한다.

교통관련 공학이나 교육은 연속적이고 장기적인 관점에서 접근되어야 그 효과가 있으나 교통단속의 경우는 단기적으로 교통안전의 효과를 크게 향상시킬 수 있는 방법 중 하나이다.

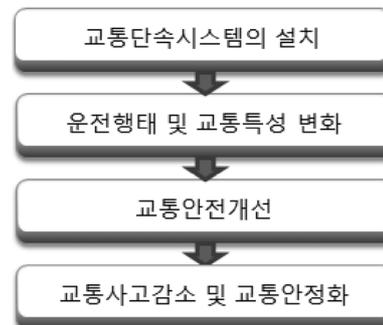


Fig. 1. Traffic environment process changes depend on automated speed enforcement system.

최근 IT기술의 발전과 동시에 우리생활의 많은 부분들이 자동화, 첨단화 되어 가고 있으며, 교통에서도 다양한 IT기술이 접목된 시스템 개발과 운영이 활발히 진행되고 있다.

그 중 대표적인 시스템이 무인교통단속시스템이다. 특히, 속도위반단속시스템의 설치에 교통사고

[†]To whom correspondence should be addressed.
bhryu@dongguk.ac.kr

의 원인 중 과속행위를 사전에 제거하기 위한 것으로 많이 설치되고 있는데, 이러한 단속시스템의 효과는 Fig. 1과 같이 먼저 교통위반 단속에 의해 운전자의 운전행태를 안정화하여 교통특성이 변화되고 결국 교통 환경과 교통소통을 개선시켜 교통사고를 감소시키는 효과를 가져오는 일련의 과정을 거친다¹⁾.

이러한 일반론적인 이론을 바탕으로 본 연구에서는 실제 속도위반단속시스템이 설치되는 장소를 대상으로 시스템이 설치됨에 따라 주행속도에 어떠한 변화와 영향을 주는지를 조사하여 그 효과를 객관적으로 검증하는 조사연구를 실시하였다.

연구의 목적을 달성하기 위해 2008년도에 신규로 설치되는 속도위반단속시스템의 설치지점을 사전 조사하여 설치 전 속도분포와 설치 후 속도분포를 조사하여 분석하였다.

2. 과속이 교통특성에 미치는 영향

교통에서 속도특성은 매우 중요한 요소이다. 특히 과속은 사고발생의 직접요인으로 분류되어 교통안전측면에서 매우 신중하게 고려되어야 하는 요인 중 하나이다.

2008년 교통사고 통계분석에 의하면 Table 1과 같이 안전운전불이행에 의한 사고가 전체 교통사고 중 54.8%를 차지하고 과속에 의한 교통사고는 0.2%를 차지하여 상대적으로 과속에 의한 사고비중은 매우 낮은 편이다.

Table 1. Traffic accident figures for accident cause type

법규위반	구분	발생건수	
		(건)	구성비(%)
계		211,662	100
안전운전불이행		115,976	54.8
중앙선침범		14,262	6.7
앞지르기금지위반		356	0.2
안전거리미확보		21,698	10.3
신호위반		25,624	12.1
보행자보호의무위반		5,501	2.6
교차로우행방법위반		16,268	7.7
차로위반		2,000	0.9
부당한회전		1,737	0.8
직진우회전진행방해		3,018	1.4
과속		493	0.2
보행자과실		18	0.0
기타		4,711	2.2

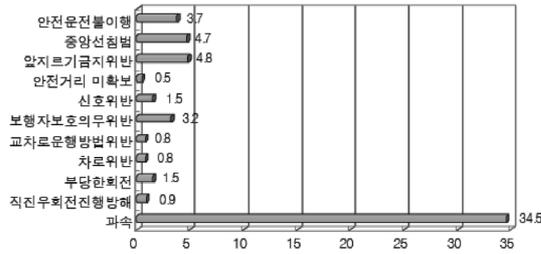


Fig. 2. Traffic accident fatality rate(%).

하지만 사고 100건당 사망자수를 의미하는 치사율(%)의 경우 Fig. 2와 같이 사고발생건수가 가장 높았던 안전운전불이행은 치사율이 3.7%로 매우 낮은 반면 과속의 경우 34.5%로 치사율이 가장 높게 나타났다. 이와 같이 교통에 있어 과속행위는 사고 발생 시 인적, 물적 피해에 큰 영향을 주는 최대요인으로 작용하며, 교통안전의 최대 관심지표인 교통사고 사망자수를 줄이기 위해서는 무엇보다 과속행위의 억제방안이 중요하다.

과속이 치사율에 미치는 영향에 대해 연구한 Dick de Waard와 Ton Rooijers(1994)는 과속은 교통사고의 심각성을 가중시키는데, 평균주행속도를 2~5km/h 감소시키면 부상 및 사망사고가 30%까지 감소시킨다고 보고하고 있다⁶⁾.

즉, 도로에서 과속행위에 의한 사고는 그다지 많이 발생되지 않지만 과속에 의해 교통사고가 발생하게 되면 치사율이 매우 높게 나타나고 반대로 주행속도를 조금만 낮춰도 그 효과는 매우 크게 나타난다는 것이다.

또한 Solomon은 속도와 사고율의 관계를 광범위하게 조사하여 차량 속도와 사고율의 관계를 보고하였는데, 평균속도보다 약 10km/h 높게 주행하는 차량의 사고율이 가장 낮으며, 평균속도보다 약 50km/h 높거나 낮게 주행하는 차량의 사고율이 가장 높다고 보고하고 있다³⁾.

일반적으로 속도가 높을수록 사고율이 높을 것으로만 생각되지만 사실 Solomon의 연구결과와 같이 평균주행속도를 기준으로 너무 낮은 속도로 주행하여도 교통안전에 저해하는 요인으로 작용하는 것이다. 이러한 결과는 Lave(1985)의 연구결과에서도 보고되고 있는데, 사망률이 속도 자체와는 통계적 유의성이 없으나 속도편차와 깊은 관계가 있었다고 보고하고 있다⁵⁾.

즉, 사고율이나 사망률을 감소시키기 위해서는 속도의 편차를 감소시켜야 한다는 것이다.

결과적으로 과속이 안전에 매우 위험한 요인임

에 트립이 없고 더불어 평균주행속도에 많이 떨어지는 저속운행도 교통류 내의 안전을 저해하는 위험요인으로 작용함을 알 수 있다.

3. 단속시스템에 의한 교통특성 변화

교통특성 중 과속은 모든 교통사고의 직간접적 원인으로 전체교통사고에서 25~35%를 차지하고 특히 고속도로의 교통사고 원인 가운데 약 50%를 차지한다고 알려져 있다.

교통사고에 영향을 주는 교통특성에는 속도가 가장 높은 비율을 차지하고 있지만 그 외에 밀접한 영향을 미치는 척도로 속도분산이나 85%속도(조사된 차량속도의 백분율에서 85%에 위치하는 속도), 차두시간 등을 들 수 있다. 속도분산은 속도분포를 나타내는 것으로 분산이 낮을수록 균일한 속도분포를 나타내며, 속도분산이 커질수록 교통류 내에서 각 차량들의 속도 변화가 크다는 것을 의미하므로 차로 변경, 추월 등에 의해 발생하는 교통사고의 위험성이 커진다는 것을 의미한다. 또한 85% 속도는 대다수의 차량운전자들이 주행하는 속도를 말하므로 조사지점의 주행속도를 알 수 있다⁴⁾.

결과적으로 도로에 단속시스템을 설치하는 목적이 교통사고를 감소시키기 위한 것으로 과속차량의 단속뿐만 아니라 평균주행속도를 낮춰야 하고 속도분포를 균일하게 유도해야 하는 것이다.

따라서 본 연구에서는 현재 국내에서 설치되고 있는 속도위반단속시스템이 평균주행속도나 속도분산 등의 교통특성에 어떠한 영향을 주는지 조사하였다.

3.1. 조사개요

단속시스템의 설치 전후의 교통특성을 분석하기 위해 2008년도 10월에 신규로 설치되는 속도위반 단속시스템 중 4곳을 무작위로 선정하여 설치 전후의 속도분포와 평균속도, 85%속도, 분산을 각각 조사하여 어떠한 변화가 있는지를 분석하였으며, 지형적 특성을 감안하여 평지 직선도로와 내리막 도로를 선정하여 지형적 특성을 고려하였으며, 조사지점의 선정 조건은 다음과 같다.

- 사고다발지점 중 속도위반단속시스템이 설치되는 지점
- 설치지점 전후방 500m 안에 단속류 시설(버스정류장 등)이 없는 지점
- 정체가 없는 자유교통류가 확보되는 지점

Table 2. Description of speed investigation spot

Classification	Limited speed	Geometric structure	Number of lane
CASE1	70Km/h	Flat and Straight	2 lane
CASE2	80Km/h	Flat and Straight	2 lane
CASE3	80Km/h	Downhill and Straight	2 lane
CASE4	80Km/h	Downhill and Left- curve	2 lane

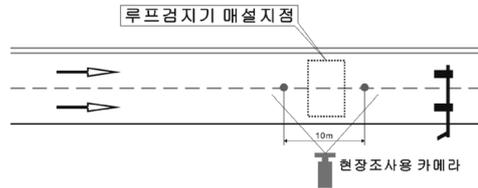


Fig. 3. Layout of field test(sampling) area.

- 기타 속도위반단속시스템 이외에 주행속도에 영향을 주는 환경적 요인이 없는 지점
- 선정된 4곳의 특성은 Table 2와 같다.

단속시스템이 설치되는 지점에서 시스템 설치 전과 후를 각각 조사하였으며, 시간대별, 요일별 교통특성의 변화(차이)를 고려하여 설치 전과 후 조사를 case별로 각각 같은 시간대와 요일을 선택하여 진행하였다.

현장조사의 방법은 Fig. 3과 같이 단속시스템 설치지점 전방 루프검지기가 매설되는 위치에서 기준점을 잡고 10m 떨어진 지점에 표시를 한 후 현장조사용 카메라로 1시간씩 촬영하였으며, 설치 후 조사도 같은 방법으로 실시하였다.

취득된 영상은 비디오 프레임 분석기를 이용해 속도를 산출하였다.

3.2. 조사 및 분석 결과

조사지점으로 선정한 4곳에 대해 시스템 설치 전과 후를 각각 조사하였으며, 자유교통류(Free-Flow) 상태에서 조사하였다. 조사는 각각 2시간 동안 최소 데이터 수는 200대 이상으로 조사한 자료를 분석하였다.

CASE 1의 경우는 2008년 9월 10일(수요일) 오전 10~11시 사이에 단속시스템 설치 전 조사를, 2008년 10월 22일(수요일) 오전 10~11시까지 단속시스템 설치 후 조사를 실시한 결과이다.

직선 평지구간으로 보차분리가 잘 되어 있어 비교적 과속차량이 많은 지점이었지만 Fig. 4와 같이 속도에 대한 최빈값과 속도분포가 단속시스템의 설치 전보다 설치 후에 크게 감소하고 균일한 속도분포를 보였다.

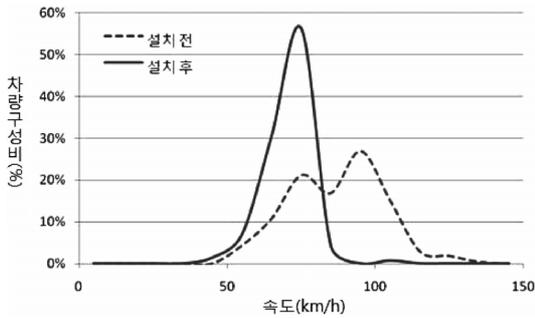


Fig. 4. Speed distribution before and after system installation(CASE 1).

이러한 현상은 단속시스템의 설치에 따른 운전자의 운전행태가 변화되고 교통특성이 변화되는 결과에 의한 것으로 분석된다.

CASE 1지점에서 시스템 설치 전 속도분산이 259.2로 매우 높았으나 시스템 설치 후의 속도분산은 58.8로 상대적으로 낮게 분석되어 속도분산이 감소하고 그래프의 곡선이 정규분포 형태로 변화되는 현상은 단속시스템을 설치 한 후 차량 간 속도차이가 좁혀지고 제한속도 범위에서 감속주행을 유도한 결과로 보인다.

Garber와 Gadiraju(1989)는 평균속도가 증가함에 따라 반드시 사고가 증가하지 않으나 속도분산의 증가에 따라서 사고율은 증가 한다⁸⁾는 연구결과를 발표한 바 있다.

이와 같이 속도 자체가 높다고 하여 사고를 증가시키는 요인이기보다 속도편차 즉, 속도분산이 크면 사고 발생률과 밀접한 관계가 있다는 것으로 본 연구의 CASE 1과 같이 단속시스템 설치 전에 비해 설치 후 속도편차가 좁혀지고 분산이 설치 전보다 작아졌다는 것은 단속시스템의 설치가 교통사고 예방과 감소에 효과가 있음을 간접적으로 분석된다.

CASE 2의 경우는 2008년 9월 11일(목요일) 오후 2~3시까지 설치 전 조사를 실시하고, 설치 후 조사는 2008년 10월 23일(목요일) 오후 2~3시까지 조사를 진행한 결과이다.

비교적 도로환경이 양호한 국도로 다른 조사지점보다 과속차량의 비율이 매우 높게 나타났는데, 시스템 설치 전 평균주행속도가 117km/h로 제한속도를 크게 초과하는 과속차량이 많았다. 하지만 단속시스템이 설치된 이후에는 Fig. 5와 같이 평균주행속도가 79.9km/h로 무려 37km/h나 떨어져 큰 차이를 보였으며, 단속시스템의 설치가 주행속도에 큰 영향을 미친 것으로 분석된다.

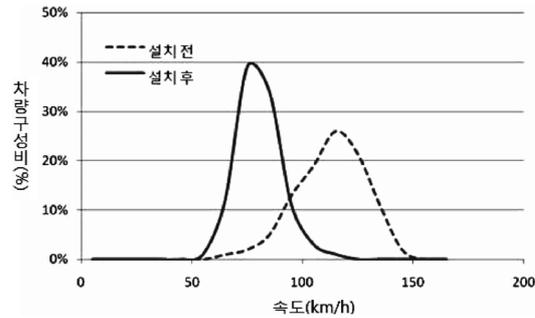


Fig. 5. Speed distribution before and after system installation(CASE 2).

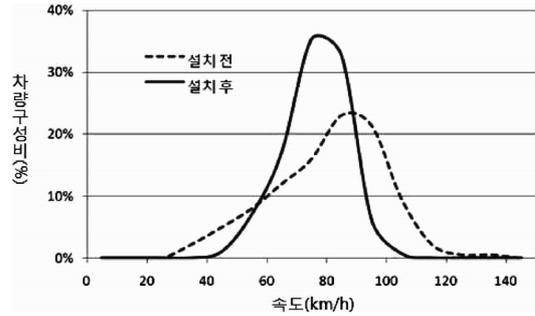


Fig. 6. Speed distribution before and after system installation(CASE 3).

CASE 3의 경우는 2008년 9월 12일(금요일) 오전 10~11시까지 설치 전 조사를, 2008년 10월 24일(금요일) 오전 10~11시까지 설치 후 조사를 진행한 것이다.

앞서 분석한 CASE 1~2와 달리 도로의 기하학적 구조가 내리막 직선도로의 형태로 Fig. 6과 같이 단속시스템 설치 전에도 크게 평균주행속도가 높지 않은 것으로 분석되었다. 하지만 속도분산의 경우는 설치 전 374.2에서 117.3으로 낮아져 단속시스템의 설치가 속도를 크게 낮추지 못하더라도 속도분포를 균일하게 하는데 효과가 있는 것으로 분석된다.

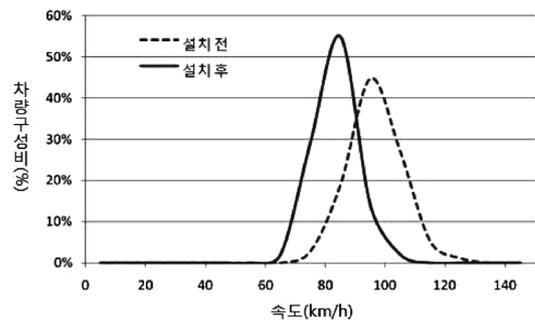


Fig. 7. Speed distribution before and after system installation(CASE 4).

Table 3. The result of speed analysis by spot

classification		~50 km/h	51~60 km/h	61~70 km/h	71~80 km/h	81~90 km/h	91~100 km/h	101~110 km/h	111~120 km/h	120 km/h~	average speed (km/h)	median speed (km/h)	85% speed (km/h)	speed variance
CASE1	before	-	4%	11%	21%	17%	27%	15%	5%	1%	86.8	88.5	103.7	259.2
	after	1%	7%	31%	56%	4%	-	1%	-	-	70.4	71.1	77.1	58.8
CASE2	before	-	-	1%	2%	5%	13%	19%	26%	34%	117.0	115.6	128.9	318.1
	after	-	1%	12%	39%	34%	11%	3%	1%	-	79.9	78.5	90.7	110.6
CASE3	before	7%	8%	12%	16%	23%	21%	10%	4%	-	79.9	82.2	98.4	374.2
	after	1%	7%	35%	33%	6%	1%	-	-	-	70.4	75.6	85.9	117.3
CASE4	before	-	-	-	3%	19%	45%	27%	5%	1%	95.9	95.6	105.7	79.3
	after	-	-	1%	29%	55%	14%	-	-	-	82.9	83.1	88.5	36.4

CASE 3 지점에는 단속시스템 설치지점 이후에 횡단보도가 있어 다른 조사지점보다 평균주행속도나 85%속도의 변화가 크게 발생되지는 않았던 것으로 분석된다.

CASE 4의 경우는 2008년 9월 12일(금요일) 오후 2~3시까지 설치 전 조사를 하였고 설치 후 조사는 2008년 10월 24일(금요일) 오후 2~3시까지 실시한 결과이다.

내리막 커브구간으로 Fig. 7과 같이 단속시스템 설치 전·후 모두 정규분포를 나타내고 있다.

설치 전 조사에서 주행차량의 속도분포가 크지 않고 비교적 균일한 속도분포를 나타내고 있는데, 85%속도가 단속시스템 설치 전 105.7km/h에서 단속시스템 설치 후 조사에서는 88.5km/h로 낮아져 단속시스템의 설치에 따른 차량의 속도변화는 명확히 나타나는 것으로 분석된다.

이번 조사에서 CASE 3~4는 내리막 구간으로 속도분포나 분산이 CASE 1~2의 평지 직선구간 보다 높게 나타날 것으로 예측했지만 반대로 평지 직선구간에서 속도분포나 분산의 변화가 크게 발생한 것으로 분석되었다.

이러한 결과는 내리막 구간에서는 대부분의 차량들이 주행속도를 높여 주행하고 있지만 비교적 주행차량들의 속도분포는 균일한 분포를 보인다는 것이다. 반면 평지 직선구간의 경우 과속차량도 많지만 상대적으로 저속차량이 많아 속도분포가 크게 나타나고 이것은 다시 속도분산이 커지는 결과로 차량 간의 속도차이에 의한 상호작용이 증가하여 결국 잠재적 사고 위험도가 증가되는 것으로 해석된다.

4. 결과에 대한 고찰

과속행위를 단속하기 위해 시스템을 설치하여 그

효과를 분석한 영국의 Swali(1993) 역시 1991년 단속시스템의 설치에 따른 전후 6개월간을 평가하여 보고한 내용에 따르면, 평균속도는 5mph, 85%속도는 7mph가 감소하였다고 보고하고 있다⁷⁾.

지형적인 특성과 교통환경적 특성에 따라 결과가 다소 다르게 나타날 수 있지만 이번 조사에서도 Table 3과 같이 단속시스템의 설치에 평균속도의 변화, 85%속도의 변화, 속도분산에 변화를 주는데, 무엇보다 교통사고의 잠재적 원인으로 작용하는 속도분포가 단속시스템 설치 이후 균일한 분포를 가지면서 속도분산이 모두 감소한다는 결과를 얻었다.

속도위반단속시스템의 설치 목적은 과속에 의해 발생하는 사고를 사전에 차단하여 안전한 주행을 확보하는데 목적이 있다고 할 수 있다. 과속에 의한 사고는 다른 법규위반행위보다 치사율이 월등히 높아 교통사고 발생 시 치명적인 결과를 가져올 수 있어 교통안전을 위해 과속방지는 매우 중요한 항목임에 틀림이 없다.

일반적으로 속도위반단속시스템은 주행속도를 낮추거나 과속행위를 차단하는 정도로 알고 있는 사람이 많다. 하지만 속도위반단속시스템의 설치에 단순히 속도만을 낮추는 효과가 있는 것이 아니며, 본 연구에서 조사한 결과와 같이 속도분포의 균일화에 따른 교통류의 안정화가 근본적인 효과라 할 수 있을 것이다.

과속이 안전에 미치는 영향에 대해 많은 학자들은 공통적으로 속도가 높으면 높을수록 사고위험이 높다는 점에 동의하고 있으며, 더불어 속도분산이 안전에 큰 영향을 미치는 것으로 보고하고 있는데, 속도가 높아서 위험한 것 보다 속도분산이 커질수록 차량 간의 상호 속도차이가 크게 발생되어 잠재적 사고 위험도가 증가한다는 것이다.

5. 결론

국내에서 속도위반단속시스템(ASES) 설치에 따라 교통특성에 미치는 변화를 조사하고 속도분포와 평균속도, 85%속도 및 속도분산 특성을 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 조사지점 4곳 모두 단속시스템을 설치한 이후에 평균속도, 85%속도, 속도분산이 설치 전보다 크게 개선되었음을 확인할 수 있었다.
- 2) 도로의 기하구조와 교통 환경에 따라 다소 차이는 있으나 단속시스템 설치 후 속도가 전체적으로 낮아지고 분산이 작아지는 결과를 보였다.
- 3) 속도분산의 경우 CASE 1은 77.3%, CASE 2는 65.2%, CASE 3은 68.7%, CASE 4는 54.1%가 각각 감소하여 조사지점의 평균 속도분산 감소율은 66.3%로 매우 크게 감소한 것으로 분석되었다.

이번 연구는 속도위반단속시스템의 설치기준 선정의 일환으로 실제 단속시스템이 주행속도의 감소에 어느 정도 효과가 있는지를 분석하는데 목적을 두었다.

연구결과를 요약해 보면 속도위반단속시스템의 설치하는 차량들의 속도를 낮추도록 유도함은 물론이고 주행차량들이 균일한 속도분포를 갖도록 유도하여 결과적으로 속도분산이 작아지고 이것은 차량 상호간 속도의 차이를 줄여 사고 위험도를 낮추는 동시에 교통 환경이 개선됨을 알 수 있었다.

하지만 본 연구는 도로형태, 차선 수, 짧은 조사기간 등 조사 지점과 시점이 매우 한정적이었던 점이 한계점이라 할 수 있다.

향후 더 많은 지점을 조사하여 연구결과의 신뢰성을 확보하고 실제 설치 기준에 접목될 수 있도록 하며, 다양한 교통특성 변화를 분석하여 속도위반단속시스템의 설치 효과를 판단하는 객관적인 지표 개발이 필요할 것이다.

참고문헌

- 1) 도로교통공단, “무인교통 단속장비 성과지표 개발에 관한 연구”, 2004.
- 2) 도로교통공단, “교통사고 통계분석”, 2008.
- 3) 도로교통공단, “무인구간속도위반 단속시스템 평가모형 및 설치기준 개발 연구”, pp. 23~24, 2008.
- 4) 원제무·최재성, “교통공학”, 박영사, pp. 192~193, 2008.
- 5) Charles A. Lave., “Speeding, Coordination, and the 55 mph Limit”, *The American Economic Review*, 1985.
- 6) Dick de Waard and Ton Rooijers, “An Experiment Study to Evaluate the Effectiveness of Different Method and Intensities of Law Enforcement on Driving Speed on Motorways”, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.26, pp. 751~765, 1994.
- 7) L. N. Swali, “The Effect of Speed Cameras in West London”, Department of Transport, 1993.
- 8) Nicholas J. Garber and Ravi Gadiraju, “Factors Affecting Speed Variance and its Influence on Accident”, TRR 1213, 1989.