

■ 論 文 ■

기계적 단속 및 인력단속에 의한 과속단속 효과 분석

A Comparative Study on Assessment of Speed Enforcement by Unmanned Camera and Policeman

강 수 철

(도로교통공단 안전정책연구실 선임연구원)

김 만 배

(도로교통공단 안전정책연구실 수석연구원)

강 동 근

(도로교통공단 안전정책연구실 연구원)

장 순 희

(강원대학교 행정학과 교수)

목 차

- I. 서론
 - II. 이론적 고찰 및 분석틀
 - 1. 이론적 고찰
 - 2. 분석틀
 - III. 과속단속 효과측정 방법 및 결과
 - 1. 효과측정 방법
 - 2. 조사결과
 - IV. 투자효과 측정
 - 1. 투자비용
 - 2. 사고감소 편익
 - 3. 비용대비 효과추정
 - V. 결론
- 참고문헌

Key Words : 기계적 단속, 인력단속, 투자비용, 편익, 분산분석
unmanned enforcement, manned enforcement, investment cost, advantage, F-test

요 약

교통사고로 인한 여러 가지 사회적 문제들로 인해 정부에서는 강력하게 교통사고를 줄이기 위한 여러 가지 정책들을 시행하여 왔다. 이러한 결과들로 인해 최근 들어 교통사고 발생건수 및 사망자 수가 감소추세에 있다. 그러나 이러한 교통사고 감소를 위한 여러 가지 정책들을 시행하기 위해서는 비용이 수반되게 마련이며, 이에 대한 비용 대비 효과 평가도 이루어질 필요가 있다.

본 연구에서는 최근 교통단속에 투자되는 비용 가운데 단속효과가 입증된 무인과속단속시스템에 의한 단속과 교통경찰에 의한 인력단속의 경우를 단속이 없는 경우와 비교하였다. 그 결과 평균속도에서 설치전 조건이 평균속도 82.66km/h, 인력단속 조건이 70.57km/h, 기계적 단속조건이 67.85km/h순으로 높게 나타났고 통계적으로도 유의한 차이가 있었다. 또한 제한속도 위반율에서도 설치전 조건이 65%, 인력단속조건이 32%, 기계적 단속조건이 19%의 순으로 나타났다. 차종별로는 승용차, 승합차, 화물차의 순으로 평균속도 및 위반율이 높았으며, 차로별로는 1차로가 2차로에 비해 높게 나타났다.

이와 같은 결과를 토대로 사고율을 추정하여 투입비용 대비 편익을 측정하였는데 무인과속단속시스템 설치전 조건의 경우와 비교하여 연간 비용 대비 편익을 추정하였다. 그 결과 교통경찰에 의한 인력단속조건인 경우 76,130,590원의 마이너스 편익이 발생하였고, 무인과속 단속시스템에 의한 기계적 단속의 경우 38,577,670원의 편익이 발생하는 것으로 추정되었다.

As various social problems occur due to increasing traffic accidents, the government has setup and executed strong safety policies. As a result, the number of traffic accidents and the death toll have been decreasing in recent years. However, the setup and execution of the various policies for reducing traffic accidents cost much, so it is necessary to evaluate the cost-effectiveness of each policy.

In the present study, enforcement by means of an unmanned over-speed enforcement system, the enforcement effect of which was proven good compared to the cost required for traffic enforcement, is compared with enforcement by policemen. As a result of the comparison, the average speed was 82.66 km/h before the use of unmanned systems and policemen; the average speed with manned enforcement was 70.57 km/h; and the average speed with unmanned systems was 67.85 km/h. The speed limit violation rate was 65% before the use of unmanned systems and policemen; 32% with manned enforcement; and 15% with unmanned systems. Considering the kinds of vehicles, the average speed and violation rate were highest among private cars, then vans, and then trucks.. Considering lanes.

The accident rate was estimated based on the above results, and the input cost-to-advantage was estimated. The annual cost-to-advantage was estimated by comparing the above estimated values with the conditions before the unmanned over-speed enforcement system. Subsequently, the enforcement by policemen showed a negative advantage of 76,130,590 won, and the enforcement by the unmanned system showed a positive advantage of 38,577,670 won.

I. 서론

우리나라의 도로교통사고 사망자 수는 1991년 13,429명으로 최고점에서 2004년 6,563명으로 13년 만에 세계 최단시간에 반수로 감소하였고, 지속적인 감소 추세에 있다. 도로교통사고 사망자 수의 획기적인 감소는 정부의 교통안전시설 정비, 교통규제의 실시 및 교통단속 등 각종 대책에 적극적인 투자가 이루어져 온 결과라 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 자동차대수와 대비한 교통사고율을 기준으로 한 우리나라의 교통안전수준은 경제협력개발기구(OECD) 가입국가 가운데 하위권 수준¹⁾에 머무르고 있는 것이 현실이다.

따라서 교통사고 사망자 수를 지속적으로 감소시켜 우리나라가 교통안전 선진국이 되기 위해서는 교통안전시설, 교통단속, 교통교육 등 3E측면의 교통안전투자 효과분석 연구를 통한 각 대책의 유효성을 정확하게 평가하는 연구가 필요하다. 그러나 교통안전투자에 대한 정량적 효과분석은 방법론의 정립은 물론 실제 대책에 대한 투자효과분석 사례연구도 매우 미흡한 실정이다.

이와 같은 배경에서 본 연구의 목적은 교통안전투자 중에서 단속효과를 분석하고자 한다. 특히 교통단속에 투자되는 비용은 여러 가지가 있을 수 있으나 단속효과가 입증된 무인과속단속시스템에 의한 단속²⁾과 교통경찰에 의한 인력단속의 경우를 단속이 없는 경우와 비교하였다. 대부분의 단속 및 규제 행위는 교통경찰에 의해 직접 수행되어 왔다. 그러나 1997년 무인과속단속시스템이 설치되기 시작하면서 현재는 신호위반단속, 버스전용차로위반단속, 주차단속 등을 기계에 의해 수행하고 있고, 그 비중도 전체 단속에서 차지하는 비중이 매우 큰 것이 현실이다. 따라서 점차 비중이 증대되고 있는 무인단속시스템의 효과에 대해 현장실험을 통해 무인단속시스템에 의한 운전자의 운전행동의 변화 특히 속도행동의 변화를 조사하고, 교통경찰인력에 의한 단속과 비교를 통해 양자의 차이가 있는가를 검증하고 각 조건에 대해 경제성을 분석하였다.

II. 이론적 고찰 및 분석들

1. 이론적 고찰

교통단속은 장기간 반복적·계속적으로 이루어져야 효과가 높은 것이지만 단속능력에 한계가 있다. 이 때문에 교통단속의 수량적 목표를 설정하고 단속기법을 결정하는 데에는 교통단속이 교통안전에 미치는 효과 분석 및 검증이 필요하다. 이러한 속도 단속의 효과에 대한 국내/외의 기존 연구사례는 다음과 같이 주로 기계적 단속과 제한속도 조정효과에 치우쳐 있다.

첫째, 이영인, 신용섭(1996)은 자유로에서 단속³⁾ 전/후 차량의 속도변화를 4개 차로에 걸쳐 이동식 차량검지기과 비디오를 통해 차로별, 차종별 등으로 구분하여 살펴보았다. 차로별 단속 전/후 평균속도의 변화는 각 차로별로 다소 차이는 있었으나 단속 후 차량의 평균속도가 줄어드는 것으로 나타났다. 또한 차종별로는 소형차량이 단속 전 평균 91.2km/h에서 단속 후 83.0km/h로 8.3km/h 줄어 들었고, 보통차량이 94.0km/h에서 83.2km/h로 10.8km/h, 대형차량이 단속 전 94.2km/h에서 단속 후 86.4km/h로 7.8km/h 감소되는 효과가 있었다. 둘째, 도로교통공단(2005)에서 실시한 무인과속단속시스템 교통안전개선효과에서도 과속단속시스템 설치 후 평균속도가 10km/h이상 낮아졌고, 속도분산이 약 30%정도 줄었으며, 제한속도를 초과하는 차량비율이 절반 이상 감소하는 것으로 나타났다. 셋째, 유럽지역에서 과속단속 카메라의 효능을 평가한 Caroline 등(2007)의 최근 분석에 따르면 과속단속 카메라를 사용함으로써 사상률을 19% 줄일 수 있다고 하였고 전반적으로 평균속도가 감소한다고 하였다.

다음으로 제한속도 조정에 대한 사고감소 효과분석이다. Christensen(1981)은 덴마크의 고속도로 및 지방도에 대하여 법적 제한속도를 1979년 20km/h씩 낮춘 후 자동차의 평균속도가 약 2km/h 감소하고 사고건수는 15~20%감소한 것으로 분석하였다. Nilsson(1981)은 스웨덴에서 제한속도를 일시적으로 낮추었다가 높이는 실험을 실시한 결과 제한속도를 20km/h 낮추었을 때 주행속도는 약 10km/h 감소하고, 사고건수는 20~30% 감소하였고 제한속도를 다시 올렸을 때, 교통사고가 전과 같은 수준으로 증가하였다고 하였다. Salusjarvi(1981)도 핀란드에서와 유사하게 제한속도를 일시적으로 낮추었다가 높이는 실험을 실시하였는데,

1) OECD 상위 10개국 자동차 1만대당 사망자수는 1.2명인데 비해 우리나라 자동차 1만대당 사망자수 : 3.63명 ('04년), '06년 2.9명(예상), 한국교통연구원, 제6차교통안전기본계획(안), 2006. 9.

2) 2007년 현재 무인단속실적은 전체 단속실적의 74.0%임.

3) 단속은 교통경찰관이 직접 현장에서 단속을 수행.

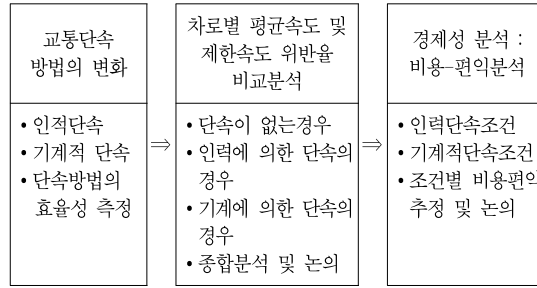
제한속도를 낮춘 실험결과 평균 주행속도는 8km/h 감소하였고, 사고건수는 30% 줄어드는 효과가 있었다고 하였다.

다음으로 무인교통단속장비에 대한 경제성분석이다. 국내의 경우 대표적인 연구는 강수철·김만배(2009)가 1999년부터 2006년까지 8년간 설치된 고정식 과속단속카메라 2,302대를 대상으로 한 경제성분석이다. 외국의 경우 Hooke(1996) 등이 영국의 1995년 11월부터 1996년 3월에 걸쳐 10개 지역 420개 무인과속단속카메라의 설치운영에 대한 경제성분석이 대표적이다. 국내의 모두 무인과속단속카메라에 대한 경제성분석은 순환 재가치법을 사용하여 비용-편익을 분석하였다.

2. 분석틀

교통단속의 강화는 단속의 양적 증가 뿐 아니라 단속 기법 및 단속 장비 개발, 적용법규의 개선 등 질적 증가도 포함된 개념이나 질적 증가는 측정하거나 계량화하기 곤란한 측면이 있다. 음주단속효과, 무인교통단속장비 설치지점 전후의 교통속도변화 조사 등에 관한 연구는 있으나, 교통단속에 대한 계량적 효과분석은 미흡한 실정이다.

교통안전에 투자효과 분석 가운데 단속효과 검증을 위해 본 장에서는 교통단속의 효과를 조사하였다. 교통단속에 투자되는 비용은 여러 가지가 있을 수 있으나 여러 연구에서 단속효과가 입증된 무인과속단속시스템에 의한 단속과 교통경찰에 의한 인력단속의 경우를 단속이 없는 경우와 비교하였다. 대부분의 단속 및 규제 행위는 교통경찰에 의해 직접 수행되어 왔다. 그러나 1997년 무인과속단속시스템이 설치되기 시작하면서 현재는 신호 위반단속, 버스전용차로위반단속, 주차단속 등을 기계에 의해 수행하고 있고, 그 비중도 전체 단속에서 차지하는 비중이 매우 큰 것이 현실이다. 따라서 본 고에서는 이러한 점차 비중이 증대되고 있는 무인단속시스템의 효과에 대해 현장실험을 통해 무인단속시스템에 의한 운전자의 운전행동의 변화 특히 속도행동의 변화를 조사하고, 교통경찰인력에 의한 단속과 비교를 통해 차이가 있는가를 검증하였다. 2009년 무인과속단속시스템 설치 예정 지



<그림 1> 분석 틀

점에 대하여 사전속도 조사를 실시 한 후, 무인과속단속 시스템 설치 후 속도변화 추이 조사 및 비용편익 분석을 실시하였다. 즉, 단속이 없는 경우와 비교하여 교통경찰에 의한 인력단속효과와 무인과속단속시스템에 의한 기계적 교통단속 효과를 비교 검토하고 각각의 조건에 대해 경제성을 분석한다.

속도자료는 현장실험을 통한 실제 자료이며, 이를 통한 사고율 추정은 선행연구의 추정식⁴⁾을 사용하였다. 또한 비용 대비 편익을 추정하기 위하여 단속이 없는 경우는 비용이 전혀 발생하지 않는 것으로 가정하였다. 인력단속 조건의 경우 경찰의 인건비를 사용하였고, 기계적 단속조건의 경우는 무인과속단속시스템의 설치 및 연간 운영비를 사용하였다. 또한 편익의 경우 무인과속단속시스템 설치를 통한 사고 감소 분석자료를 활용하여 연간 비용 대비 효과를 추정하였다.

III. 과속단속효과 측정 방법 및 결과

1. 효과측정방법

과속단속 효과분석을 위해 무인과속단속시스템에 대해 무인과속단속시스템 설치전 조건, 교통경찰에 의한 인력단속 조건, 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속 조건의 3조건⁵⁾으로 구분하여 운전자들의 속도패턴 및 위반율 등을 비교해보았다. 실험대상 지역은 총 4개 지점 6개 차로로 실험지역 선정조건은 다음과 같다. 첫째, 국도의 직선 단일로로 둘째, 신호등이나 횡단보도, 교통량 등으로 인해 운전자의 속도선택에 영향을 주지 않는

4) 사고율 = 0.0298×(평균속도)+0.0405×(속도분산)-3.366이며, 도로교통공단(2008), '무인 구간속도 위반단속시스템 평가모형 및 설치기준 연구'에서 재인용

5) 무인과속단속시스템의한 단속조건이나 경찰에 의한 단속 조건 모두 예고표지 같은 사전알림은 없었으며, 무인과속단속시스템에 의한 단속조건은 설치 후 1개월 내에 실시되었다.

곳, 셋째, 교통량으로 인한 혼잡이 발생하지 않는 곳으로 2009년 무인과속단속카메라 설치예정지역 가운데 위의 조건을 만족하는 지점을 선정하였다. 이러한 지점을 선정조건으로 한 가장 큰 이유는 운전자가 기타 요인에 의한 방해 없이 자유로운 속도선택이 가능한 지점을 선정하기 위해서이다.

실험지역으로 선정된 각 지점별로 무인과속단속시스템의 검수에 사용되는 스위치를 이용하여 각 지점속도를 측정하였으며, 총 4개 지점 6개 차로에 대하여 각각 3회⁶⁾에 걸쳐 수행되었다. 속도측정은 테이프 스위치를 도로에 6m 간격으로 설치 후 차량이 통과하면 시스템에서 자동으로 속도를 측정하여 저장하였고, 차종 구분은 비디오 카메라를 통해 동시에 저장하는 방법을 사용하였다.

실험시간은 각 차로별로 1시간이었으며, 각 지점별로 동일한 요일과 동일한 시간대⁷⁾에 속도를 측정하였다⁸⁾.

<표 1> 현장실험지점 현황

연번	국도명 (방향)	세부주소	차로수	제한 속도
1	21번국도 (홍성→보령)	충청남도 홍성군 홍성읍 고암교차로전 200m 지점	2	80Km/h
2	29번국도 (부여→서천)	충청남도 부여군 양화면 벽룡리 벽룡도정공장 앞	1	60Km/h
3	29번국도 (부여→청양)	충청남도 부여군 은산면 홍산리 버스정류장	1	60Km/h
4	4번국도 (논산→부여)	충청남도 부여군 석성면 염창리 염창(사비)터널 앞 300m 지점	2	80Km/h



<그림 2> 현장실험지점 사진

2. 조사결과

1) 평균속도

우선 <표 2>에서 보는 바와 같이 3개 조건 전체자료에 대한 평균속도의 F-test결과 각 조건별로 평균속도의 차이가 있는 것으로 나타났다(F = 251.487, p < .001). 즉, 무인과속단속시스템 설치전 조건의 평균속도가 가장 높았고(M=82.66, SD=17.84), 다음으로 교통경찰에 의한 인력단속 조건이 높았으며(M=70.57, SD=13.96), 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속 조건의 평균 속도가 가장 낮았고(M=67.85, SD=13.13), 3가지 조건이 각각 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

차종별 차이검증결과에서는 3개 조건 전체자료에서는 승용차, 승합차, 화물차의 순으로 평균속도가 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다(F = 47.979, p < .001), 각 조건별 차이검증에서는 세 조건 모두에서 승용차와 승합차의 평균속도 차이는 없었고, 화물차의 경우는 승용차와 승합차에 비해 평균속도가 유의하게 낮게 나타났다.

마지막으로 차로별 평균속도의 차이검증 결과 6개 차로 전체에 대한 평균속도는 1차로와 2차로의 속도가 유의

<표 2> 각 조건별 평균속도의 F-test 결과

무인과속단속 시스템설치 전 조건		교통경찰에 의한 인력단속 조건		무인과속단속시스템의 기계적 단속조건		F
M	SD	M	SD	M	SD	
82.66	17.84	70.57	13.96	67.85	13.13	251.487 ***

<표 3> 각 조건별/차종별 평균속도의 F-test 결과

구분	승용차		승합차		화물차		F
	M	SD	M	SD	M	SD	
무인과속단속 시스템 설치전 조건	85.20	17.74	82.23	17.19	76.81	16.99	23.489***
교통경찰에 의한 인력단속 조건	72.43	14.54	70.54	12.70	67.33	12.79	13.858***
무인과속단속 시스템의 기계적 단속조건	68.83	13.81	69.92	12.45	65.27	11.77	6.642***
전체	76.95	17.35	74.37	15.38	70.09	15.00	47.979***

6) 무인과속단속시스템 설치전 조건, 교통경찰에 의한 인력단속 조건, 무인과속단속시스템에 의한 기계단속 조건
 7) 출퇴근 시간대를 피한 오전/오후 시간대를 맞추어 속도를 측정하였으며, 조사기간은 2009년 7월~11월이다. 정확한 무인과속단속시스템 설치 전 조건은 7월 29일, 인력에 의한 단속 조건은 9월 22일, 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속조건은 11월 3일이었다.
 8) 속도자료는 비가 오지 않는 정상적인 노면상태였으며, 평일 침투시간을 배제하여 운전자가 다른 요인으로 속도선택에 방해를 받지 않도록 하여 수집하였다.

<표 4> 각 조건별/차로별 평균속도의 t-test 결과

구분	1차로		2차로		t
	M	SD	M	SD	
무인과속단속시스템 설치전 조건	96.34	13.77	78.70	13.82	18.908***
교통경찰에 의한 인력단속 조건	81.40	9.40	71.33	10.97	12.865***
무인과속단속시스템의 기계적 단속조건	77.24	11.24	69.84	10.35	7.639***
전체	87.53	14.66	73.56	12.52	23.890***

한 차이를 보였으며($t = 23.890, p < .001$), 각 조건별로도 1차로와 2차로의 평균속도에는 유의한 차이가 나타났다. 즉, 단속여부와 상관없이 1차로와 2차로의 평균 주행속도에는 차이가 있었으며, 단지 단속이 없는 곳에 비해 단속이 행해지는 경우 속도는 현저히 감소되었다.

2) 위반율

실험대상 6개 차로의 각 조건별 제한속도 위반율은 무인과속단속시스템 설치전 조건이 65%, 교통경찰에 의한 인력단속조건이 32%, 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속조건이 19%로 나타나 각 조건별 평균속도 자료와 같은 추이를 보였다. 즉 평균속도가 높을수록 제한속도 위반율도 높았다.

이를 다시 각 조건별로 제한속도별, 차로별로 구분하여 살펴보면 제한속도별 위반율은 제한속도는 무인과속단속시스템 설치 전 조건에서는 60km/h지점이 65%, 80km/h지점이 64%로 거의 차이를 보이지 않았다. 차종별로는 승용차의 경우는 제한속도에 따른 차이가 없었으며, 승합차와 화물차의 경우는 제한속도가 낮은 60km/h지점에서 다소 높았다. 교통경찰에 의한 인력단속 조건에서는 무인과속단속시스템 설치전 조건에 비해 절반 정도로 위반율이 떨어졌으며, 제한속도에 대한 위반율의 차이는 거의 없었다(60km/h지점: 33%, 80km/h지점: 32%). 차종별로는 승용차의 경우는 제한속도 80km/h에서의 위반율이 높았던 반면 승합차와 화물차는 제한속도 60km/h에서 위반율이 높았다. 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속조건인 경우에는 제한속도 80km/h지점의 위반율이 21%로 제한속도 60km/h지점의 11%보다 전반적으로 높았다. 차종별로는 승용차와 승합차의 경우는 전체자료와 동일하게 제한속도 80km/h지점에서 위반율이 높았으나, 화물차의 경우는 제한속도 60km/h지점에서 높았다.

종합하면 무인과속단속시스템 설치 전 조건, 교통경

<표 5> 각 조건별, 제한속도별 위반율

구분	무인과속단속 시스템 설치 전 조건		교통경찰에 의한 인력단속 조건		무인과속단속 시스템의 기계적 단속조건		
	관측수 (대)	제한속도 위반율 (%)	관측수 (대)	제한속도 위반율 (%)	관측수 (대)	제한속도 위반율 (%)	
제한속도 60km/h 지점	승용	115	71	99	30	97	10
	승합	21	76	27	37	17	18
	화물	78	54	92	36	57	19
계	214	65	218	33	171	11	
제한속도 80km/h 지점	승용	574	71	455	37	293	25
	승합	93	60	99	31	76	30
	화물	212	48	227	22	165	12
계	879	64	781	32	534	21	

<표 6> 각 조건별 차로별 위반율

구분	무인과속단속 시스템 설치 전 조건		교통경찰에 의한 인력단속 조건		무인과속단속 시스템의 기계적 단속조건		
	관측수 (대)	제한속도 위반율 (%)	관측수 (대)	제한속도 위반율 (%)	관측수 (대)	제한속도 위반율 (%)	
1차로	승용	291	93	190	55	127	40
	승합	39	90	37	51	29	45
	화물	80	80	48	44	31	23
	계	410	90	275	53	187	38
2차로	승용	283	48	265	24	166	12
	승합	54	39	62	19	47	21
	화물	132	29	179	16	134	9
	계	469	42	506	20	347	12

찰에 의한 인력단속조건, 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속 조건 순으로 제한속도 위반율이 높았고, 차종별로 차이는 있었으나 전체적으로 앞의 두 조건에서는 제한속도별로 위반율의 차이가 없었던 반면 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속조건인 경우 제한속도가 높은 지점에서 위반율도 높았다.

차로별 위반율 결과에서는 무인과속단속시스템 설치 전 조건의 경우 1차로 90%, 2차로 42%였으며, 교통경찰에 의한 인력단속조건은 1차로 53%, 2차로 20%였고, 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속조건인 경우 1차로 38%, 2차로 12%로, 모든 조건에서 1차로의 위반율이 현저히 높았다. 차종별로도 위반율에서 다소 차이는 있었으나 1차로의 위반율이 일률적으로 높게 나타났다. 무인과속단속시스템 설치 전 조건, 교통경찰에 의한 인력단속 조건, 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속 조건 순으로 위반율이 높았다.

IV. 투자효과추정

1. 투자비용

무인과속단속 장비가 설치되지 않은 경우에는 비용이 전혀 수반되지 않는다⁹⁾는 가정하에, 단속을 위해 교통경찰을 투입하는 경우와 무인과속단속카메라를 설치하는 경우를 구분하여 비용을 산정하였다. 자료의 제약으로 인하여 교통경찰관 인건비와 무인과속단속시스템의 설치 및 운영비용은 2002년부터 2006년까지 5년간의 평균 비용을 산출하였으며, 그 결과는 <표 7>과 <표 8>과 같다.

우선 교통경찰관 인건비는 1일 8시간, 주 40시간을 기준으로 한 인건비이기 때문에 실제 무인과속단속시스템이 1일 24시간, 365일 상시단속을 하는 것과 비교하기 위해 이 기준에 맞는 추정인건비를 산출하였다. 그 결과 교통경찰관 1명이 24시간 365일 인력에 의한 단속을 실시할 경우 연간 총 인건비는 149,482천원으로 추정된다.

무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속조건의 경우

2002년부터 2006년까지 5년동안 해당 평균 설치비는 26,232천원, 해당 평균 운영비는 23,927천원으로 해당 투자비용은 50,159천원이었다.

종합하면 교통경찰에 의한 인력단속 조건의 연간 투자비용은 149,482천원, 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속조건의 경우 연간 투자비용은 50,159천원으로 추정되어 인력단속에 의한 투자비용이 기계적 단속의 비용에 비해 약 3배 정도 높았다.

2. 사고감소 편익

궁극적으로 교통단속의 목적은 교통사고를 예방하는데 있다. 본 연구에서 수행한 과속단속의 경우도 동일한 목적으로 수행되고 있으며, 과거 선행 연구들에 의하면 평균속도, 편차 등이 교통사고와 밀접한 관계가 있음을 시사하고 있다. 따라서 본 연구에서는 캐나다에서 수행되었던 연구에서 제시한 평균속도와 속도편차를 이용한 사고율 추정식을 통해 단속이 없는 경우와 비교하여 교통경찰에 의한 인력 단속조건과 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속 조건의 사고율을 추정하였는데, 추정식은 다음과 같다.

$$\text{사고율} = 0.0298 \times (\text{평균속도}) + 0.0405 \times (\text{속도분산}) - 3.366$$

위의 추정식을 이용하여 현장실험을 통해 획득한 각 조건의 평균속도 및 속도편차 자료를 이용하여 사고율을 구하면 <표 9>와 같다.

3가지 조건에서 차종 구분 없이 전체자료에 대한 사고율은 무인과속단속시스템 설치 전 조건이 11.99%, 교통경찰에 의한 인력단속조건이 6.63%, 무인과속단속

<표 7> 연도별 교통경찰관 수 및 인건비

구분	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	평균
인원 (명)	10,294	10,356	10,093	9,545	9,606	9,978
총 인건비 (천원)	289,502,54	329,248,2	368,172,57	371,355,55	426,673,538	351,313,47
평균 인건비 (천원)	28,129	31,279	36,478	38,903	44,001	35,591
추정 인건비 (천원)	118,142	131,372	153,208	163,393	184,804	149,482

자료: 연도별 교통사고통계 및 경찰청 내부자료

<표 8> 연도별 설치비 및 운영비 현황

구분	설치대수	대당 설치비 (천원)	대당 운영비 (천원)	대당투자비용 (천원)
2002년	280	31,000	20,769	51,769
2003년	521	23,183	22,845	46,028
2004년	472	21,513	39,827	61,340
2005년	448	22,051	17,624	39,675
2006년	174	33,415	18,569	51,984
평균	379	26,232	23,927	50,159

자료: 경찰청 내부자료

<표 9> 각 조건별 차종별 사고율 추정결과

구분	무인과속단속 시스템 설치 전 조건			교통경찰에 의한 인력단속 조건			무인과속단속 시스템의 기계적 단속조건		
	평균 속도	편차	사고율 (%)	평균 속도	편차	사고율 (%)	평균 속도	편차	사고율 (%)
승용	85.20	17.74	11.92	72.57	14.54	7.36	68.83	13.81	6.41
승합	82.23	17.18	11.04	70.94	12.85	5.44	69.62	12.44	4.98
화물	76.81	16.98	10.60	66.93	12.59	5.05	65.26	11.76	4.18
전체	82.66	17.84	11.99	70.57	13.96	6.63	67.85	13.13	5.64

9) 실제 도로에서는 도로유지비용, 안전시설물 설치 및 보수 비용 등 부가적인 비용이 발생하나 본 연구의 대상인 단속효과를 측정하는 것과는 무관하여 비용이 발생하지 않는 것으로 가정하였다.

시스템에 의한 기계적 단속조건이 5.64%로 단속이 없는 경우에 비해 인력단속 조건과 기계적 단속 조건 모두 사고율을 줄이는 것으로 나타났다. 즉, 단속이 없는 경우에 대비하여 인력 단속의 경우 사고율이 44.7%, 기계적 단속의 경우 53.0% 감소하였다. 또한 차종별 사고율의 경우는 3가지 조건 모두에서 승용차, 승합차, 화물차 순으로 사고율이 높았다.

3. 비용대비 효과 추정

비용대비 효과의 추정은 2002년부터 2006년까지 5년간 무인과속단속시스템 운영결과자료와 매년 발표되는 교통사고비용 추계 자료를 통해 추정하였다. 5년간 총 1,895대의 연간 운영효과는 시스템 1대당 평균 사고 2.62건, 사망자 0.23명의 감소를 보였는데¹⁰⁾ 이를 통해 교통경찰에 의한 인력단속 조건의 효과도 추정하였고 그 결과는 <표 10>과 같다.

무인과속단속시스템 설치 전 조건의 경우 단속과 관련된 투자비용이 전혀 발생하지 않는다는 가정하에 교통경찰에 의한 인력단속 조건의 경우 투자비용이 연간 149,482,000원으로 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속 조건의 50,159,000원으로 약 3배 가량 높았다. 이와 같은 단속을 통해 얻어지는 편익으로는 교통사고감소 편익인데 본 실험 대상지의 자료는 현재 상황에서 취득이 불가능하여 2002년부터 2006년까지의 운영 평균자료인 교통사고 건수 2.62건, 사망자 0.23명 감소효과를 사용하였다. 이를 통해 위의 현장실험을 통해 얻은 사고감소율을 적용하여 교통경찰에 의한 인력단속으

로 인한 사고 감소편익은 건수 2.21건, 사망자 0.19명의 감소효과가 있는 것으로 추정하였다.

이상의 결과를 통해 연간 단순 비용 대비 편익을 산출하면 교통경찰에 의한 인력단속의 경우 76,130,590원의 음(-)의 편익이 발생하였고, 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속의 경우 38,577,670원의 편익이 발생하는 것으로 추정되었다. 결과적으로 과속단속을 시행하는 경우 사람에게 의한 단속이나 기계에 의한 단속이나 모두 사고 감소 효과가 있었으나 비용 대비 효과를 고려할 때 기계적 단속이 사람에게 의한 단속보다 월등한 것으로 분석된다.

V. 결론

교통사고로 인한 여러 가지 사회적 문제들로 인해 정부에서는 강력하게 교통사고를 줄이기 위한 여러 가지 정책들을 시행하여 왔고, 이러한 결과들로 인해 최근 들어 교통사고 발생건수 및 사망자 수가 감소추세에 있다. 그러나 이러한 교통사고 감소를 위한 여러 가지 정책들을 시행하기 위해서는 비용이 수반되게 마련이며, 이에 대한 비용 대비 효과 평가도 이루어지는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 교통안전투자효과 분석의 일환으로 교통안전에 투자되는 예산 가운데 단속에 중점을 두고 이에 대한 효과를 평가를 현재 전체 단속 가운데 가장 많은 비중을 차지하고 있는 무인과속단속시스템에 대하여 실제 현장조사를 통해 효과를 측정하였다. 2009년도 무인과속단속시스템 설치예정지점 가운데 4개 지점 6개 차로에 대하여 무인과속단속시스템 설치전 조건, 교통경찰에 의한 인력단속 조건, 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속 조건으로 구분하여 단속효과를 알아보았다. 그 결과 평균속도에서 설치전 조건이 평균속도 82.66km/h, 인력단속 조건이 70.57km/h, 기계적 단속조건이 67.85km/h순으로 높게 나타났고 통계적으로도 유의한 차이가 있었다. 또한 제한속도 위반율에서도 설치전 조건이 65%, 인력단속조건이 32%, 기계적 단속조건이 19%의 순으로 나타났다. 차종별로는 승용차, 승합차, 화물차의 순으로 평균속도 및 위반율이 높았으며, 차로별로는 1차로가 2차로에 비해 높게 나타났다.

이와 같은 결과를 토대로 사고율을 추정하여 투입비용 대비 편익¹¹⁾을 측정하였다. 무인과속단속시스템 설

<표 10> 인력단속 및 기계단속의 비용대비 편익 추정

구분	교통경찰에 의한 인력단속 조건	무인과속단속 시스템에 의한 기계적 단속조건	비고
투자비용	149,482,000원	50,159,000원	
사고 감소 편익	건수	△2.21건	△2.62건
	사망	△0.19명	△0.23명
사고 비용	물피	1,034,000원	
	사망	374,033,000원	
	부상	5,457,000원	
사고감소편익	73,351,410원	88,736,670원	
비용대비편익	△76,130,590원	38,577,670원	

10) 무인과속단속시스템의 사고건수 및 사망자 감소수치는 설치 전/후 1년간의 교통사고 자료를 해당경찰서에 보고하여 경찰청에서 취합하고 있으며 그 자료를 활용하였다.
 11) 본 연구에서의 편익은 사고감소 편익을 의미하며, 사고건수 및 사망자 등에 대한 사회적비용을 통해 편익을 측정하였다.

치전 조건의 경우와 비교하여 연간 비용 대비 편익을 추정할 결과 교통경찰에 의한 인력단속조건의 경우 76,130,590원의 마이너스 편익이 발생하였고, 무인과속단속시스템에 의한 기계적 단속의 경우 38,577,670원의 편익이 발생하는 것으로 추정되었다. 자료의 한계 등으로 인해 다소 제약이 있기는 하지만 분석결과 사고 감소효과 측면에서는 인력단속이나 기계적 단속 모두 효과가 있었으나 비용부문을 고려한 효과측면에서는 무인과속단속시스템에 의한 단속이 가장 큰 것으로 나타났다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때 보다 세부적인 분석, 예를 들면 지역별이나 단속종류별로 효과를 검증하는 연구가 필요하며 단속을 포함한 교통안전투자는 다음과 같은 정책방안이 마련되어야 할 것이다. 첫째, 지속적인 교통안전 예산의 투입이 필요하다. 2000년대 들어서면서 국가적인 교통사고 감소정책의 결과로 교통사고는 지속적으로 감소하고 있다. 이러한 교통사고의 감소 추세는 여러 가지 방면에서 교통안전에 대한 투자의 결과로 판단된다. 그러나 현재까지 교통안전 예산은 교통사고의 심각성에 비추어 볼때 큰 비중을 차지하고 있지는 않으며 예산의 우선 순위에서도 뒤로 밀리고 있는 실정이다. 아직까지 우리나라는 교통안전에 관해서는 OECD 회원국 가운데에서도 최하위권에 머물고 있는 것이 현실이다. 따라서 현재의 성과에 만족하지 말고 교통안전예산의 지속적인 투입이 필요하다.

둘째, 특성에 맞는 예산의 분배가 필요하다. 서울을 비롯한 대도시의 경우와 지방의 경우는 각기 다른 특성이 나타난다. 따라서 일괄적인 예산배분을 통한 교통안전 예산의 책정이 아니라 각 지역별 특성에 맞는 예산의 책정 및 집행이 필요할 것이다.

마지막으로 교통안전 투자에 대한 효과측정 모델의 개발이 필요하다. 예산의 투입은 당연히 성과를 기대하고 이루어진다. 그러나 이러한 예산의 집행이 어떤 성과를 이루는가에 대한 측정시스템은 이에 미치지 못하고 있다. 따라서 성과를 측정할 수 있는 모델의 개발을 통해 예산투입의 적정성을 평가할 수 있는 시스템을 마련해야 하며, 이를 위해서는 정확한 자료의 측정 및 수집 등 관련기관의 유기적인 협조체제도 구축되어야 할 것이다.

알림: 본 논문은 대한교통학회 제62회 학술발표회(2009. 2. 20)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

참고문헌

1. 강수철, 김만배, 장순희(2009), '비용-편익분석을 통한 자동과속단속시스템의 효율성 평가', 생산성논집 제23권 제3호 pp.19~41.
2. 도로교통공단(2005), '무인교통단속시스템 성과평가'.
3. 도로교통공단(2008), '교통안전투자효과분석 I'.
4. 도로교통공단(2008), '무인구간속도 위반 단속시스템 평가모형 및 설치기준 개발 연구'.
5. 이영인, 신용섭(1996), '교통안전증진을 위한 교통위반단속의 효과', 산업기술연구논문집 제4집.
6. Christensen(1981). 'The effects of general speed limits on driving speeds and accidents in Denmark', Lyngby, Danish Council of Road Safety Research, 1981 (paper presented at the International Symposium on 《Traffic Effects of Speed Limits on Traffic Accidents and Transportation Energy Use》, Oct. 6-8, Dublin, Ireland.
7. Nilsson(1981), 'International Symposium on The Effects of Speed Limits on Traffic Accidents and Transport Energy Use : The Effects of Speed Limits on Traffic in Sweden', Organization for Economic Cooperation and Development.
8. Salusharvi(1981), 'International Symposium on The Effects of speed limit Traffic Accidents & Transport Energy Use : Speed Limits and Traffic Accidents', Organization for Economic Cooperation and Development.

✉ 주 작성자 : 강수철

✉ 교신저자 : 강수철

✉ 논문투고일 : 2010. 7. 20

✉ 논문심사일 : 2010. 8. 28 (1차)

2010. 10. 25 (2차)

✉ 심사판정일 : 2010. 10. 25

✉ 반론접수기한 : 2011. 2. 28

✉ 3인 익명 심사필

✉ 1인 abstract 교정필