

■ 論 文 ■

구간과속단속시스템이 교통류 특성에 미치는 영향

The Effect of Point to Point Speed Enforcement Systems on Traffic Flow Characteristics

박 제 진

(한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원)

이 윤 미

(한국도로공사 도로교통연구원 과제연구원)

박 재 범

(한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원)

강 정 규

(한국도로공사 도로교통연구원 연구위원)

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구의 배경 및 목적
 - 2. 연구의 내용 및 방법
 - II. 기존 문헌고찰
 - 1. 과속단속시스템의 종류 및 방법
 - 2. 구간단속시스템의 국내·외 현황
 - 3. 기존 문헌고찰
 - III. 시스템 설치 전·후 속도분석
 - 1. 고속도로 구간과속단속시스템 설치현황과 자료수집
 - 2. 서해안고속도로
 - 3. 영동고속도로
 - 4. 구간단속시스템 설치시 고려 요인
 - IV. 구간과속단속시스템 설치 효과분석
 - 1. 교통사고건수의 변화
 - 2. 과속 단속건수 변화
 - V. 결론 및 향후 연구과제
 - 1. 결론
 - 2. 향후 연구과제
- 참고문헌

Key Words : 구간과속단속시스템, 과속단속, 교통안전, 단속효과, 속도통제

Automated traffic enforcement system based on the travel time speed, Over speed enforcement, Traffic safety, Enforcement effect, Speed control

요 약

고속도로 교통사고 발생의 주요 원인인 과속을 줄이기 위하여 경찰청에서는 많은 예산을 들여 과속단속카메라를 설치·운영하고 있다. 지점식 과속단속카메라의 경우 GPS 탑재장치에 의해 위치가 노출되어 과속단속 실적이 떨어지며, 과속단속카메라가 설치되지 않은 차로나 구간에서 쉐어링 주행 등 회피거동에 의해 과속억제 효과 또한 감소하고 있다. 운전자의 회피거동으로 인하여 긴 내리막 구간, 터널, 교량 등에서 과속예방효과나 교통사고 감소효과는 제한적일 수밖에 없다. 따라서 중요 시설이나 위험구간에서 차량들의 속도를 일정하게 유지시켜 교통사고 예방효과를 높이기 위한 대안으로 구간과속단속의 필요성이 높아지고 있다. 따라서, 본 연구에서는 우리나라 고속도로에 최초로 도입된 구간과속단속시스템의 효과평가를 위하여 시스템 적용 전·후 교통류특성과 관련된 자료를 수집하여 비교·분석하였고, 그 결과, 시스템 설치 후 속도저감 효과 및 해당 구간의 교통류 안정적 흐름을 보이는 것으로 나타나 구간과속단속 운영구간에 있어서 교통안전성 제고와 교통사고 감소효과가 있는 것으로 파악되었다.

The purpose of this study is to reduce a high speed driving, it is a large scale traffic accident as the most dangerous fact on the highway. So traffic accidents related to high speed driving, a number of automated speed enforcement system has been established up to now. At present automated speed enforcement system in Korea control overspeed vehicle only in the specific spot. Because the drivers generally recognize the previous stated fact. therefore, we need speed control by new system. it is necessary to establish the automated traffic enforcement system based on the travel time speed. In conclusion, we obtain the desired results about automated traffic enforcement system based on the travel time speed. it is important that the number of traffic accidents has decreased and try to secure the safety of traffic.

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

고속도로 교통사고 발생의 주요 원인인 과속을 줄이기 위하여 많은 노력들이 시행되어 왔다. 경찰청에서는 고속도로 상의 과속을 줄이기 위하여 많은 예산을 들여 고정식과 이동식 과속단속카메라를 설치·운영하고 있다. 과속단속카메라의 탁월한 교통사고 예방효과에도 불구하고 운영상의 한계나 민원이 증가하고 있는 실정이다. 첫째, 이동식 과속단속카메라의 경우 월등한 단속효과로 과속억제의 효과가 높음에도 불구하고 합정단속이라는 불만이 많이 제기된다. 둘째, 지점식 과속단속카메라의 경우 GPS 탑재장치에 의해 위치가 노출되어 단속실적이 떨어지며, 과속단속카메라가 설치되지 않은 차로나 구간에서 쾡거루 주행 등 회피거동에 의해 과속억제효과 또한 떨어지고 있는 추세이다. 지점식 과속단속시스템은 일정 영향권 내에서 차량들의 평균주행속도, 속도분산, 차량간간근접주행 등을 낮추어 결과적으로 사고를 낮추는 것으로 밝혀졌다(강정규 외 2, 1999). 그러나 지점식 과속단속시스템은 운전자의 단속카메라 회피거동으로 인하여 긴 내리막 구간, 터널, 교량 등의 구간에서 과속예방효과나 사고감소효과는 제한적일 수밖에 없다. 따라서 중요 시설이나 긴 위험구간에서 차량들의 속도거동을 순화시켜 교통사고 예방효과를 높이기 위한 대안으로 교통사고 위험요인을 크게 내포하고 있는 특정구간을 대상으로 구간단속의 필요성이 높아져, 현재 고속도로 일부구간에 대하여 구간과속단속시스템이 설치·운영되고 있다. 그러나 아직 해당 시스템이 도입 초기이고 도입효과가 명확하게 밝혀져 있지 않아 운전자들의 불만이 높은 것도 현실이다.

본 연구는 우리나라 고속도로에 처음 도입된 구간과속단속시스템의 도입효과를 평가하기 위한 것이다. 이를 위하여 구간과속단속시스템의 적용 전·후 교통류 특성 자료를 수집하여 실증적으로 비교·분석하였다.

2. 연구의 내용 및 방법

고속도로 구간과속단속시스템이 교통류 특성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 현재 구간과속단속시스템이 운영되고 있는 구간에 대하여 시행 전·후 기간 동안 교

통량, 속도, 교통사고 등 기초자료를 수집하였다. 이를 바탕으로 시스템이 설치된 구간의 평균주행속도 분포, 속도분산, 차로변경 등 교통안전에 영향을 미칠 수 있는 교통류 특성자료를 산출하였다. 마지막으로 설치 전·후의 자료들을 비교·해석함으로써 구간과속단속시스템의 도입효과를 실증적으로 검증하고자 하였다.

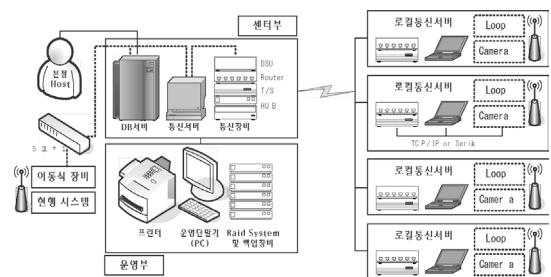
II. 기존 문헌고찰

1. 과속단속시스템의 종류 및 방법

1) 고정식 무인과속단속시스템의 구성

우리나라 무인과속단속시스템의 시작은 1997년 37대가 최초 설치된 것이었고, 이 후 점진적으로 확대되다가 2000년을 기점으로 우리나라 전 지역에 기하급수적으로 확대되어 운영되고 있다.

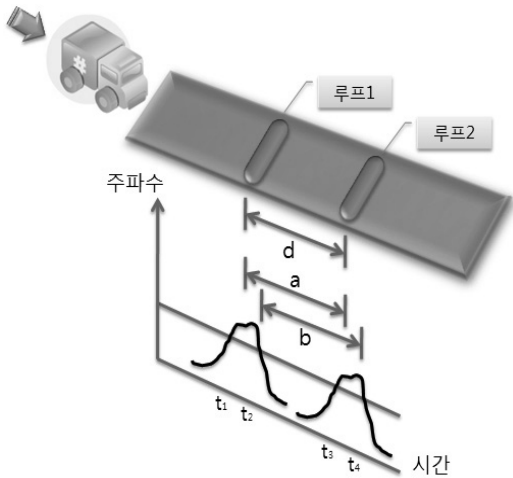
무인과속단속시스템은 검지기를 통과하는 차량의 과속 여부를 통하여 과속에 의한 위반차량을 적발한 후, 위반차량의 영상(위반사항, 장소, 시간, 영상 등)을 중앙처리센터로 전송하여 자동적으로 범칙금 납부고지서를 발부하는 방식으로 운영되어지고 있다. 무인과속단속시스템의 구성은 위반차량을 검지하는 지역제어장치(Remote Site), 검지데이터를 중앙처리장치에 전송하는 통신장치, 그리고 전송된 데이터를 수신하여 처리·저장하는 중앙처리장치(Central Site)로 구성되어지며, 그 내용은 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 무인단속기의 시스템 구성도

2) 지점(point)과속단속시스템

지점과속단속시스템은 차량의 제한속도 위반여부를 판단하기 위해 차량의 지점속도를 측정한다. 차량의 속도는 지점속도(Spot Speed)로써 단위시간 동안 차량이

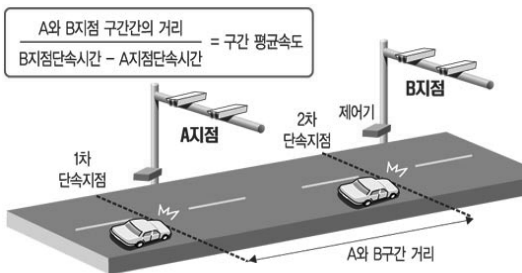


〈그림 2〉 지점과속단속시스템의 속도측정방법

이동한 거리를 나타내는 것이다. 현재 지점과속단속 시스템은 2개의 루프검지기를 〈그림 2〉와 같이 일정간격으로 연이어 설치하고, 차량이 루프검지기 1과 2를 통과한 시간을 측정하여 속도를 계산한다.

3) 구간(point to point)과속단속시스템

구간과속단속시스템은 차량의 제한속도 위반여부를 판단하기 위하여 일정구간을 대상으로 평균속도를 측정하는 것이다. 이 시스템은 단속이 시작되는 지점과 끝나는 지점에 카메라를 설치해 두 지점간 통행시간을 측정함으로써 제한속도 이상으로 주행한 차량을 단속한다. 단속지점에서만 제한속도를 지키고 지점을 벗어나면 다시 과속(캥거루 효과)하는 지점과속단속의 한계를 보완하여 대상 구간 내에서 제한속도를 일정하게 준수하도록 유도하는 것을 목적으로 한다.



〈그림 3〉 구간과속단속시스템의 속도측정방법

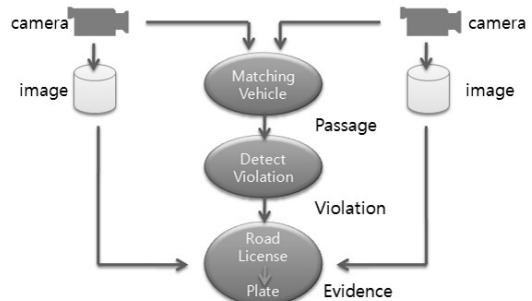
2. 구간단속시스템의 국내·외 현황

1) 네덜란드 (ATCS)

네덜란드에서는 고속도로에 교통안전과 안정적 교통류 관리를 목적으로 구간통행속도에 기초한 무인교통단속시스템의 설치계획(Trajectory Control System of VERA Project)을 교통부와 경찰 공동으로 추진하였다.

이 시스템은 3km 구간 (평균 70,000대/일 도로)을 대상으로 3개의 다른 위치에 총 9개의 카메라를 설치하였다. 시스템의 개념은 〈그림 4〉와 같이 단속 시작지점과 종료지점에 단속카메라에서 영상인식과정으로 처리된 차량번호, 통과시간 자료 등이 중앙처리장치에 전송되면 번호판 매칭 과정과 속도분석, 위반차량에 대한 영상자료를 확보하는 과정으로 진행된다.

이 시스템이 도입된 이후, 평균주행속도가 115km/h에서 106km/h로 감소되어짐과 더불어 교통사고율이 10%나 감소되는 등 뛰어난 효과를 보이는 것으로 나타났다. 이외에도 일일 통과차량 중 과속차량 비율이 6% (4,200대)에서 0.6%(420대)로 90% 이상 감소한 것으로 분석되었다¹⁾.



〈그림 4〉 네덜란드 구간과속단속시스템 알고리즘

2) 영국(SPECS)

구간과속단속시스템 (Point-to-Point Speed Enforcement based on Calculation of Average Speed)은 Speed Check 회사에서 개발한 SPECS라는 시스템이 설치·운영되고 있다. SPECS는 일정 구간에 걸쳐 과속을 방지하고 교통사고를 줄이기 위하여 적용되는 바, 지점과 지점에 단속카메라를 설치하고 구간통행속도에 의하여 단속하는 기능을 갖는다. 카메라가 설치되는 지주를

1) 현원섭 외 3명, 구간과속단속시스템의 도입 방안 연구, 2005

〈표 1〉 영국 구간과속단속시스템 설치운영사례²⁾

단속지점	적용목적	설치효과
Nottingham Road	<ul style="list-style-type: none"> 과속 사고 잦은 지점 제한속도 40mph 높은 사상율 감소 목적 	<ul style="list-style-type: none"> 속도감소 5.6mph 중상 40%, 경상 30% 감소
Gioucester A38 (4.2km)	<ul style="list-style-type: none"> 주거지역("rat run" area) 과속 사고 잦은 지점 제한속도 30mph 3년간 55명 부상 	<ul style="list-style-type: none"> 주민 81% 구간과속단속 시스템 도입 찬성
South Yorkshire, A616 Stocksbridge Bypass (11km)	<ul style="list-style-type: none"> 과속에 의한 사고 감소 사상사고 25건 개통 후 과속 25% 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 과속차량 감소
Cheshire M62 J7-9	<ul style="list-style-type: none"> 2년간 장기 도로공사구간 공사구간 과속 방지 	<ul style="list-style-type: none"> 제한속도 50mph 이하 운행
M6 Thelwell Viaduct J19-21, cheshire (3km)	<ul style="list-style-type: none"> 장기 도로공사구간 공사구간 과속방지 	<ul style="list-style-type: none"> 제한속도 40mph 이하 운행

운전자가 잘 볼 수 있도록 처리하여 운전자들이 해당구간에서 사전에 과속을 하지 않도록 제어하는 기능을 수행한다. SPECS 시스템의 설치효과는 〈표 1〉과 같이 단속구간에서 교통사고가 현저하게 줄어들었고, 교통류의 흐름이 안정화되는 것으로 나타났다. 특히 Nottingham Road의 경우는 과속에 의한 사상사고가 높은 지점에 설치한 후 5~6mph 이상 주행속도가 감소하였고, 사망사고는 발생하지 않았으며 중상사고는 40%, 경상사고는 30% 감소한 것으로 파악되었다²⁾.

3) 호주의 구간단속시스템 신기술

호주 도로교통안전국(RTA)에서는 무인단속기가 설치된 지점에서만 서행을 하고 단속기가 설치되지 않은 곳에서 과속을 하는 운전자를 단속하기 위하여 일정 구간에 대하여 주행시간과 속도를 산출하여 적발하는 시스템을 2005년부터 시행하고 있다. 이 시스템은 호주 과학산업연구원(CSIRO)에서 개발하였으며 이전 카메라가 차선당 4,000대 정도 찍을 수 있었지만 새로운 카메라는 차선당 57,600대 촬영과 자료 전송이 가능하고 주요 고속도로 24개 지역에 설치하여 시범운영한 결과 효과가 있는 것으로 나타났다.

호주 정부는 1990년대 초 고속도로에 설치된 단속카



〈그림 5〉 호주의 구간단속시스템 개념도

메라들이 제 기능을 발휘하지 못하자, 2005년 160만 호주달러(약 11억원)의 예산을 들여 CSIRO 과학자들에게 새로운 과속단속시스템의 개발을 의뢰하여 현재 운영하고 있는 실정이다³⁾.

4) 우리나라

우리나라 최초의 구간단속시스템은 2003년 서울 시내부순환도로 홍지문터널~정릉터널 2개 구간(3.9km, 1.9km)에 설치되었다. 이 구간은 장대터널과, 커브들로 구성된 교통사고 위험 구간이다. 현재 홍지문터널구간에서 특정시간대(06:00~18:00)에만 시범적으로 운영되고 있다. 즉, 구간단속시스템으로 적발된 차량에 대한 처벌은 이루어지지 않고 있으며, 지점속도를 위반한 차량만을 단속하고 있다.

3. 기존 문헌고찰

서중도(2004)는 고속도로 무인과속기가 교통사고에 미치는 영향을 분석하였으며, 무인단속기 설치로 인하여 사상자수 감소에 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한, 무인단속기 설치 전·후를 비교한 결과 설치 후 사망자수와 부상자수 모두 감소된 것으로 분석하였다.

서보준(2004)은 무인단속기가 통행속도에 미치는 영향에 대한 분석에서 지점단속의 문제점을 지적하였다. 지점단속기가 설치된 전·후방에서 속도를 급속히 변화시키는 것을 확인하였으며, 이로 인해 교통사고가 야기될 수 있다고 하였으며, 이를 해결하기 위한 방법으로 구

2) 현원섭 외 3명, 구간과속단속시스템의 도입 방안 연구, 2005
 3) 조선일보, 호주경찰 평균시속 측정해 과속 적발, 2005

간을 전체적으로 단속하여야 한다고 하였다.

김명석(2007)은 무인단속기가 교통사고 감소에 미치는 원인을 분석한 결과, 야간시 사고율이 주간시에 비하여 높았으며 이는 무인단속기에 대한 운전자의 시인성 저하로 판정하였다. 또한, 무인단속기 설치 후 단속건수가 점점 감소하는 경향을 나타내는 것을 확인하였는데 이는 안전운전과 연관이 있다고 하였다.

III. 시스템 설치 전·후 속도분석

1. 고속도로 구간과속단속시스템 설치현황과 자료수집

1) 설치현황

구간과속단속시스템이 현재 설치·운영 또는 시범운영 되고 있는 구간은 총 3개 구간으로 서해안고속도로 서해대교구간, 영동고속도로 둔내터널구간, 중앙고속도로 죽령터널구간이며 내용은 다음과 같다.

(1) 서해안고속도로

- 시행일시 : 2008.1.15 단속 시작
- 시범운영 : 2007.9.19~2008.1.14
- 시행구간 : 서해대교구간(서울방향, 9.07km)
- 시행차로 : 편도3차로 (갯길카메라 설치됨)
- 제한속도 : 110km/h(승용차), 90km/h(화물차)

(2) 영동고속도로

- 시행일시 : 2007.12.26 단속 시작
- 시범운영 : 2007.11.30~2007.12.25
- 시행거리 : 둔내터널구간(강릉방향, 7.39km)
- 시행차로 : 편도2차로 (갯길카메라 설치됨)
- 제한속도 : 100km/h(승용차), 80km/h(화물차)

(3) 중앙고속도로

- 시행일시 : 현재 시범운영구간임
- 시범운영 : 2007.10~현재
- 시행거리 : 죽령터널구간(양평방향, 5.8km)
- 시행차로 : 편도2차로
- 제한속도 : 100km/h(승용차), 80km/h(화물차)

위에서 제시한 것과 같이 현재 운영 또는 시범운영되

고 있는 3개 구간 가운데 시범운영 구간을 제외한 실제 단속구간인 서해안고속도로(서해대교)와 영동고속도로(둔내터널)를 대상으로 설치효과를 분석하였다.

2) 자료수집

본 연구에 사용된 속도자료와 교통사고 자료의 기간을 같게 수집한 결과 교통사고 자료의 샘플수가 속도자료에 비하여 상대적으로 매우 빈약하여 일반적인 자료로 제시하기 어렵다고 판단되었다. 이에 따라 교통사고 자료의 수집기간을 속도자료에 비하여 길게 설정하여 자료의 샘플수를 높이고 논문의 전체적인 신뢰도 제고를 꾀하였다.

(1) 속도자료

본 연구에 사용된 속도자료는 임의로 가공된 자료가 아닌 검지기 원 자료를 바탕으로 오류 값과 손실 값을 제하고 적용하였으며, 이를 통하여 자료의 신뢰성을 높이고자 하였다. 또한, 서해안고속도로(서해대교 구간)와 영동고속도로(둔내터널 구간)의 시스템 설치 전·후의 자료 구득시점과 조건을 동일하게 적용하였다.

- 설 치 전 : 2006.12.1~2007.1.30
- 설 치 후 : 2007.12.1~2008.1.30
- 시간범위 : 화·수요일 각각 침두 6시간을 제외한 18시간의 자료
- 자료출처 : 한국도로공사 교통정보센터 FTMS, 개별 차량속도 자료

(2) 교통사고 자료

본 연구에 사용된 교통사고 자료는 한국도로공사 교통정보센터 FTMS,에서 구득한 자료를 바탕으로 오류 값과 손실 값을 제하고 적용하였다.

① 서해안고속도로

- 설 치 전 : 2006.9.19~2007.1.30
- 설 치 후 : 2007.9.19~2008.1.30

② 영동고속도로

- 설 치 전 : 2006.11.21~2007.1.30
- 설 치 후 : 2007.11.21~2008.1.30

2. 서해안고속도로

1) 지점속도 분석

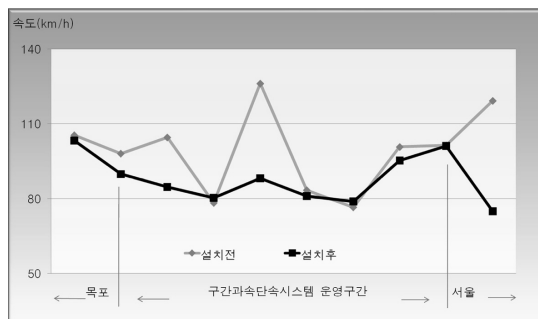
구간과속단속시스템 운영 구간(서해안고속도로 서해대교 포함)에 설치된 검지기 10개(간격 1km) 중 자료 수집이 가능한 검지기 8개와 구간 전·후 1km 지점에 설치된 검지기 2개 등 총 10개 지점에서 속도자료를 취득하여 해당 지점속도의 평균값을 나타내었다. 결과는 <표 2>와 <그림 6>으로 나타내었다.

<그림 6>의 그래프를 살펴보면, 구간과속단속시스템 운영구간의 경계선이 바로 무인단속기가 설치된 지점을 의미하며, 이 지점에서 구간과속단속시스템 설치 전의 속도가 감소한 것을 확인할 수 있다. 이는 구간과속단속시스템 설치 전 운전자들이 과속단속기 설치지점에서만 속도를 줄이는 것을 나타내는 것으로 지점과속단속시스템의 문제점을 보여주고 있다. 그래프에 표시된 지점은 1km마다 설치된 검지기의 지점을 의미하고 이로 인하여 1km마다의 지점속도 흐름을 확인할 수 있다.

시스템 설치 전 속도의 흐름이 지점에 따라서 다르게 나타나고 있으며 불안정한 상태인 반면 설치 후 속도의 흐름은 설치 전에 비하여 안정적인 상태를 나타내고 있다. 시스템 설치 전의 경우 전체적으로 과속단속카메라가 설치된 지점의 속도가 갑자기 줄거나 각 지점 간 속도 차이가 크게 나타나고 있지만 시스템 설치 후에는 과속

<표 2> 시스템 설치 전·후 지점속도 (단위 : km/h)

구분	목포 ←	← 구간단속시스템 운영구간 →										서울 →
		105.5	98.1	104.6	78.4	126.2	83.4	76.6	100.8	101.4	119.3	
설치전	105.5	98.1	104.6	78.4	126.2	83.4	76.6	100.8	101.4	119.3		
설치후	103.3	89.8	84.7	80.3	88.2	81.1	78.8	95.3	101.1	74.9		
증감율 (%)	-2.1	-8.5	-19.0	2.4	-30.1	-2.8	2.9	-5.5	-0.3	-37.2		



<그림 6> 시스템 설치 전·후 지점속도 추이

단속카메라가 설치된 지점을 비롯하여 전체적으로 지점 간 속도차이가 줄어든 것을 확인할 수 있었다.

구간과속단속시스템 설치 후 지점 간 속도의 변화를 살펴보면 일부지점에서는 설치 전과 비교하였을 때 설치 후 속도가 높게 나온 지점이 있으나 이는 해당 지점의 설치 전·후의 속도차이가 매우 미미한 정도를 보이는 것으로 속도의 증가가 발생하였다고 하기 어려운 정도이며 전체적으로는 제한속도인 110km/h를 넘지 않아 시스템 설치로 인한 긍정적 효과를 확인할 수 있다. 이는 구간과속단속시스템 시행으로 인하여 기존의 지점과속단속시스템 운영 시 내포하고 있는 문제점인 해당 과속단속기 설치지점에서만 속도를 줄이는 운전자 행태(갯거루 운전)가 구간 전체에 있어서 제한속도를 준수하며 주행하는 것으로 변화의 양상을 확인할 수 있었다.

2) 교통류 특성 분석

서해안고속도로의 교통류 흐름을 분석하기 위해 구간과속단속시스템 운영 구간인 서해대교 구간의 검지기 지점 속도를 이용하여 해당 구간에 대한 평균속도를 산출하고, 구간과속단속시스템 설치 전·후의 교통류의 변화 경향을 파악하였으며, 그 내용은 <표 3>과 같다.

구간과속단속시스템 설치 전·후의 교통류 특성을 살펴보면, 시스템 설치 후 구간평균속도가 감소한 것을 확인할 수 있는데, 시스템 설치 전 97.8km/h 이던 것이 시스템 설치 후 90.9km/h 정도로 설치 전에 비하여 약 6.9km/h 만큼 감소한 것으로 나타났다.

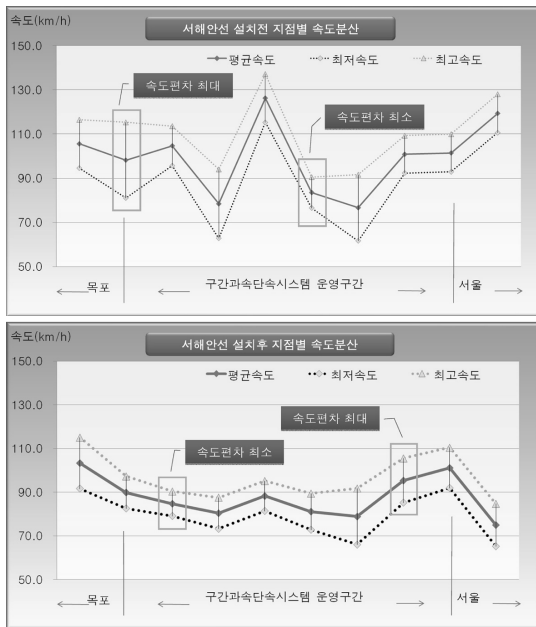
시스템 설치 후의 속도분산 및 편차의 변화를 살펴보

<표 3> 시스템 설치 전·후 구간평균속도

구분	구간평균속도 (km/h)	
설치전	97.8	
설치후	90.9	
증감율 (%)	▼7.1	

<표 4> 시스템 설치 전·후 속도분산 및 편차

구분	서울 ←	← 구간단속시스템 운영구간 →										강릉 →
		전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	
속도 분산	전	119.7	293.4	79.8	243.4	119.7	48.6	224.6	71.6	72.8	75.5	
	후	137.9	54.6	31.9	51.7	47.6	69.3	166.0	103.6	86.1	95.0	
편차 (±km/h)	전	10.9	17.1	8.9	15.6	10.9	7.0	15.0	8.5	8.5	8.7	
	후	11.7	7.4	5.6	7.2	6.9	8.3	12.9	10.2	9.3	9.7	



〈그림 7〉 서해안선 시스템 설치 전·후 속도분산

면, 속도분산은 전체적으로 줄어들었으며, 편차의 차이 또한 약간 줄어든 것으로 나타났다. 〈그림 7〉에서 나타난 바와 같이, 시스템 설치 전 속도분산에 비하여 설치 후 속도분산이 훨씬 안정적이고 평이한 흐름을 나타내는 것을 확인할 수 있다.

결과적으로, 구간과속단속시스템 설치로 인하여 차량의 주행속도가 전체적으로 감소한 것으로 나타났으며, 속도분산과 속도편차 또한 동시에 감소하는 것으로 나타나 단순한 속도저감 효과뿐만 아니라 교통류 흐름에 있어서도 보다 더 안정된 흐름을 보이는 것으로 판단된다. 교통류 흐름의 안정으로 차량 운전자에게 좀 더 나은 주행환경을 제공하고 교통사고 감소에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

3. 영동고속도로

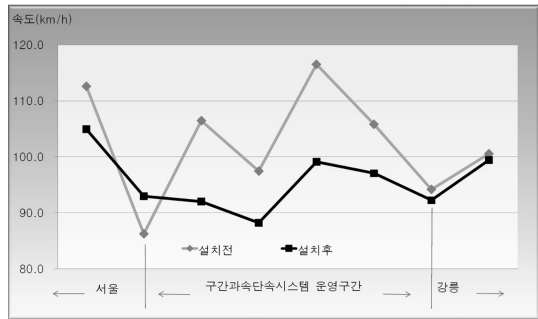
1) 지점속도 분석

시스템 운영구간에 설치된 검지기 6개(간격 1km)와 구간 전·후 1km지점에 설치된 검지기 2개 등 총 8개 지점에서 시스템 설치 전·후 속도자료를 취득하여 해당 지점 속도의 평균값을 나타내었다.

〈그림 8〉의 그래프를 살펴보면, 구간과속단속시스템 운영구간의 경계선이 바로 무인단속기가 설치된 지점을

〈표 5〉 시스템 설치 전·후 지점속도 (단위 : km/h)

구분	서울 ←	← 구간과속시스템 운영구간 →						강릉 →
		1	2	3	4	5	6	
설치전	112.6	86.3	106.5	97.5	116.5	105.8	94.2	100.6
설치후	104.9	93.0	92.0	88.2	99.1	97.0	92.2	99.4
증감율(%)	-6.8	7.8	-13.6	-9.5	-14.9	-8.3	-2.1	-1.2



〈그림 8〉 시스템 설치 전·후 지점속도 추이

의미하며, 이 지점에서 구간과속단속시스템 설치 전의 속도가 서해안고속도로와 마찬가지로 감소한 것을 확인할 수 있다. 그러나 영동고속도로 구간과속단속의 경우 서해안고속도로와 비교해 보았을 때 훨씬 급격한 감소를 나타내고 있으며, 이는 영동고속도로에서 과속단속기 설치구간의 속도 감소폭이 더 크게 나타나고 있는 것을 의미한다.

구간과속단속시스템 설치 전·후의 해당 구간의 속도를 살펴보면, 시스템 설치 전에 비하여 오히려 설치 후 지점속도가 증가한 지점이 존재한다. 이는 구간과속단속시스템 운영 전 지점과속단속이 시행된 지점으로 시스템 설치 전 지점과속단속시스템 운영 시 단속기 설치 지점에서 급격히 속도를 낮추던 것이 구간과속단속시스템 설치 후 단속기 설치지점에 해당하여 속도가 증가함을 의미한다. 이는 운전자들이 단속기 설치 지점에서만 속도를 줄이는 것이 아닌 구간에서 속도를 줄여야 하는 것을 인지하고 있는 것으로 판단할 수 있다. 따라서 구간과속단속시스템 설치 전 지점과속단속기가 설치된 지점에서만 속도가 급격히 감소한 것으로 나타났지만 시스템 설치 후 지점속도의 흐름이 완만하게 나타나고 있으며, 또한 전체적으로 시스템 설치 후 전체적인 주행속도가 감소하고 있음을 확인할 수 있다.

이는 구간과속단속시스템 설치 후 차량 운전자들이 해당구간의 제한속도를 지키기 위해 일정한 속도를 유지하여 주행하고 있으며 지점과속단속시스템의 시행 시 나타나는 쾅거루 운행4)이 어느 정도 사라지고 안정화된 교통류의 흐름으로 변화하는 것으로 판단된다.

2) 교통류 특성 분석

영동고속도로의 구간과속단속시스템 운영구간인 둔내터널의 검지기 지점속도를 이용하여 구간평균속도를 산출하고, 시스템 설치 전·후의 변화 경향을 파악하였으며, 그 내용은 <표 6>과 같다.

구간과속단속시스템 설치 전·후의 교통류 특성을 살펴보면, 구간평균속도는 시스템 설치 전에 비하여 시스템 설치 후 감소한 것을 확인 할 수 있었는데, 시스템 설치 전 103.7km/h, 설치 후 98.7km/h로 시스템 설치 전에 비하여 약 5.0km/h 감소한 것으로 나타났다. 이는 시스템 설치 전에 비하여 설치 후 보다 안정적인 주행흐름을 보이는 것을 의미한다.

영동고속도로 둔내터널의 구간과속단속시스템 설치 전·후의 지점에 따른 속도분산 및 편차를 비교하였으며, 그 결과는 <표 7>과 <그림 9>와 같다.

<표 7>을 통하여 시스템 설치 후의 속도분산 및 편차의 변화를 확인할 수 있었으며, 시스템 설치 전에 비하여 설치 후 속도분산이 전체적으로 감소한 것으로 나타났다.

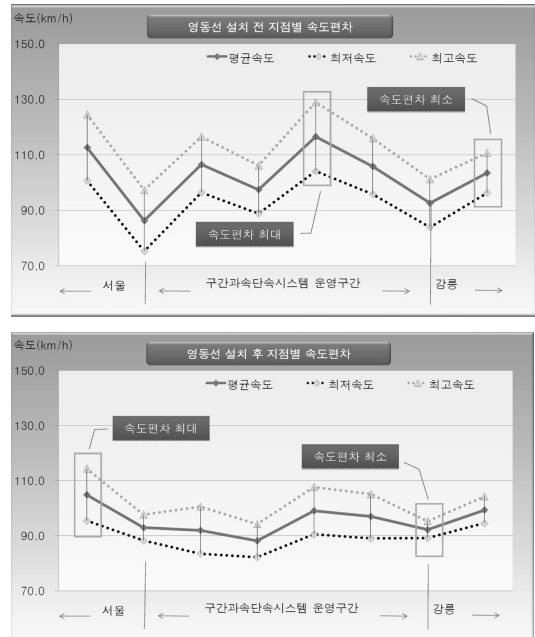
<그림 9>에서 나타낸 바와 같이 시스템 설치 후 전체적으로 속도편차의 폭이 줄어들었으며, 속도편차의 흐름 또한 완만하게 나타났다. 이는 차량간 속도차이가 감소하여 차량들이 일정한 주행속도를 유지하게 됨으로써 교통사고 감소 및 교통 안정적인 측면에서 보다 나은 주행환경을 제공하는 것으로 파악되어진다.

<표 6> 시스템 설치 전·후 구간평균속도

구분	구간평균속도 (km/h)	
설치전	103.7	
설치후	98.7	
증감율(%)	▼4.8	

<표 7> 시스템 설치 전·후 속도분산 및 편차

구분	서울 ←	←구간과속시스템 운영구간→							강릉 →
		전	후	전	후	전	후	전	
속도 분산	전	142.5	120.7	101.3	75.0	154.0	101.6	74.5	52.0
	후	22.0	73.1	36.3	74.1	64.7	64.3	9.3	23.6
편차 (±km/h)	전	11.9	11.0	10.1	8.7	12.4	10.1	8.6	7.2
	후	9.5	4.7	8.5	6.0	7.6	8.0	3.1	4.9



<그림 9> 시스템 설치 전·후 속도분산

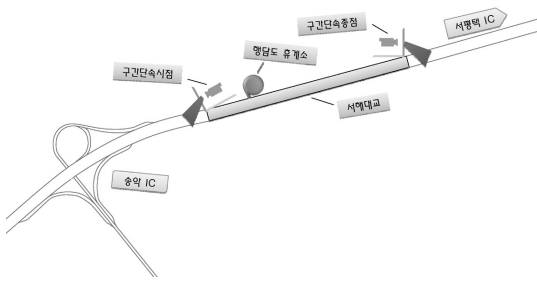
결과적으로, 구간과속단속시스템 설치로 인하여 차량의 주행속도와 속도분산 모두 감소하는 효과를 보였으며, 단순한 속도저감 뿐만 아니라 교통류 흐름에 있어서 한층 안정화된 흐름을 보이고 있다.

4. 구간단속시스템 설치시 고려 요인

현재 고속도로에서 운영되고 있는 구간과속단속시스템은 다음과 같은 구간에서 적절히 운영될 경우 교통사고 예방효과가 크게 나타날 것으로 기대된다.

- ① 내리막이나 복합곡선 등 기하구조적으로 교통사고 우려가 있는 비교적 거리가 긴 구간에서 속도를 균일하게 유도하고 차로변경을 최소화시키려는 구간
- ② 교통사고 발생시 2차 피해 발생이 우려되고 사고 구난처리가 어려운 장대교량이나 장대터널 구간에서 규정속도를 유지하여 차량간 적정거리를 유지하고 차로변경을 최소화하려는 구간
- ③ 안개와 같은 기상변화가 자주 발생하여 기상 상황에 따른 최고제한속도 감소 등 고도의 속도관리가 필요한 구간

4) 캣거루 운행은 무인과속단속기가 설치된 지점에서만 속도를 줄이는 운전현상을 통상적으로 말함



〈그림 10〉 서해안고속도로 시스템 운영구간

이러한 관점에서 볼 때 구간과속단속시스템이 설치된 현재의 3개 구간은 매우 적절히 선정된 것으로 판단된다. 그러나 운영적인 측면에서 서해안고속도로 서해대교구간은 추가적인 보완이 필요할 것으로 보인다. 서해안고속도로 서올방향의 구간과속단속시스템 시점은 〈그림 10〉에서와 같이 송악IC에서 서해대교 진입부근 사이에서 시작되며, 서해대교가 끝나는 지점이 구간과속단속시스템의 종점이 된다. 또한, 서해대교 중간부에 행담도휴게소가 위치하고 있기 때문에, 송악IC에서 진입한 차량이 행담도휴게소에 잠시 머물렀다가 다시 서해대교를 진입하여 빠져나가는 경우 통행시간 증가로 구간평균속도는 당연히 감소하게 된다.

따라서 카메라의 추가설치 등을 통하여 휴게소 이용 차량에 의한 위반을 최소화하는 방안이 필요할 것이다.

IV. 구간과속단속시스템 설치 효과분석

1. 교통사고건수의 변화

본 연구에서는 구간과속단속시스템과 교통사고와의 상관성을 파악하기 위하여 서해안고속도로와 영동고속도로를 대상으로 시스템 설치 전·후의 교통사고건수를 비교하였다. 이에 따른 분석결과는 〈표 8〉, 〈표 9〉와 〈그림 11〉에 제시하였다.

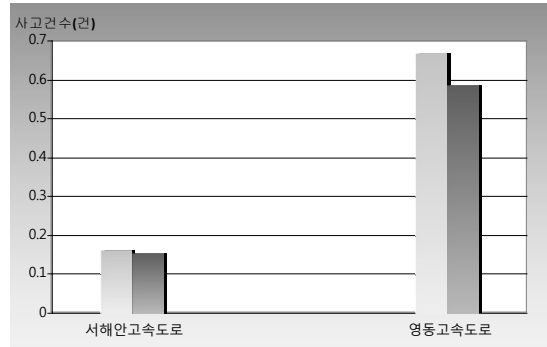
〈표 8〉과 〈표 9〉를 바탕으로 시스템 설치 전·후의 교통사고 현황을 살펴보면 서해안고속도로의 경우 설치

〈표 8〉 시스템 설치 전·후의 교통사고 현황

구분		설치 전	설치 후
서해안선	사고건수(건)	38	62
	자료수집기간(일)	57	104
영동선	사고건수(건)	8	11
	자료수집기간(일)	50	71

〈표 9〉 시스템 설치 전·후의 교통사고건수 변화

구분	사고건수 (건/일)		증감율 (%)
	설치 전	설치 후	
서해안선	0.16	0.15	▼3.2
영동선	0.67	0.59	▼12.2



〈그림 11〉 설치 전·후의 사고건수 변화 추이

전 하루에 0.16건의 교통사고가 발생하였는데 설치 후 0.15건으로 약 3.2% 정도 감소한 것으로 나타났다. 또한, 영동고속도로의 경우에도 설치 전 하루에 교통사고가 0.67건 발생하였지만 설치 후 0.59건으로 12.2% 감소한 것으로 나타났다. 그러나 본 연구에서는 구간과속단속시스템이 교통류특성에 미치는 영향에 중점을 두었기 때문에 교통사고 자료는 시스템 설치 전·후에 대한 현황파악에 불과하며 교통사고 감소가 구간과속단속시스템의 효과 이외의 다른 요소 또는 자연감소의 영향을 배제한 효과분석이 필요할 것으로 사료된다.

이상에서 설명한 바와 같이 구간과속단속시스템 운영 구간의 교통사고 현황파악을 실시하였으며, 향후 지속적으로 시스템이 운영되어질 경우 추가적인 자료의 확보를 통하여 월별, 요일별, 주간별, 계절별 등 다양한 형태의 교통사고 변화에 대한 통계분석을 도출해 낼 수 있을 것으로 판단된다.

2. 과속 단속건수 변화

서해안고속도로의 서해대교구간은 구간과속단속시스템의 시범운영 후 실제로 구간과속단속 시행이 이루어진지 얼마 되지 않았기 때문에 확보 가능한 통계자료는 극히 미비한 실정이다. 이로 인해 2008.1.15 이후의 구간과속단속

건수만을 확인할 수 있었으며 이를 <표 10>에 제시하였다.

서해안고속도로 서해대교구간의 구간과속단속건수는 15일은 낮 12시부터 밤 12시까지의 자료이며, 16일에서 23일은 전일 자료로서, 총 9일간의 단속건수 현황을 나타내었다. 일평균 단속건수는 약 44대 정도이며, 경기 지역 서해안고속도로 일평균 단속건수 20대에 비하여 2 배 이상 많이 적발되고 있다.

영동고속도로 둔내터널 구간은 2007.12.26 시점으로 우리나라 최초로 구간과속단속시스템이 시행된 곳으로서, 해당 구간의 시스템 설치 전·후의 구간과속 단속건수 변화는 <표 11>과 같다.

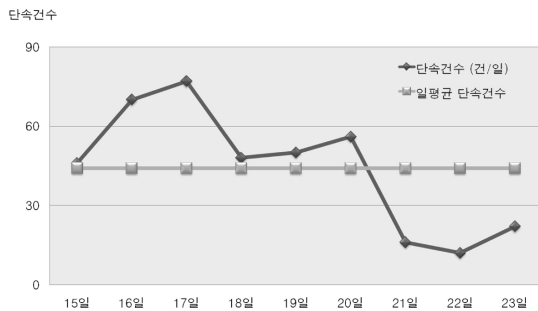
영동고속도로의 구간과속단속시스템이 실시된 이후 12일간(2007.12.26~2008.1.6)의 자료를 바탕으로 현황을 분석하였으며, 이에 따른 일평균 단속건수는 63 대로 설치 전 228대에 비하여 약 165대 감소하는 경향을 보이고 있다.

구간과속단속시스템의 단속건수 변화추이를 살펴볼 때, 분석에 활용되어진 시간적 범주가 다소 부족함에도 불구하고 구간과속 단속효과가 있는 것으로 파악되어진다. 향후 구간과속 단속효과를 보다 명확하게 입증하기 위해서는 시스템 시행 후 수 개월간의 자료에 대한 지속적인 추적조사를 통해 추가적인 분석을 시행해야 할 것으로 판단된다.

<표 10> 서해안고속도로 단속건수 현황

단속(일)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	평균
단속건수 (대/일)	46	70	77	48	50	56	16	12	22	44

주: 경기지방경찰청, 교통과, 2008.1.28 기준



<그림 12> 서해안고속도로 단속건수 현황 그래프

<표 11> 영동고속도로 시스템 설치에 따른 단속건수 변화

구분	설치 전	설치 후	증감
단속건수 (대/일)	228	63	▼165

주: 강원경찰청, 2008.1.7 기준

V. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

본 연구는 현재 구간과속단속시스템이 운영되고 있는 서해안고속도로와 영동고속도로를 대상으로 하여, 구간과속단속시스템이 고속도로 교통류 특성에 어떠한 영향을 미치는가를 분석하였다. 구간과속단속시스템의 효과 분석을 위하여 기본적으로 해당구간의 시스템 설치 전·후 현황과 자료를 비교·분석하였으며, 이를 통하여 구간과속단속시스템 설치가 지점과속단속을 실시하였을 때 보다 교통안전적인 측면에서 긍정적인 변화를 나타내는 지 확인하였다. 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

- ① 서해안고속도로 및 영동고속도로의 구간과속단속시스템 설치구간의 교통류 특성 분석 결과에 따르면 지점평균속도, 구간평균속도, 속도분산 등 모두 감소하는 추세를 보였으며, 특히 속도분산의 감소는 차량 간 속도 차이가 줄어드는 것을 의미하여 전반적으로 도로의 교통류 흐름이 안정적으로 운영되어짐을 의미한다.
- ② 현재 구간과속단속이 이루어지고 있는 2개 구간의 단속건수 현황을 살펴보면, 서해안고속도로의 경우 일평균 교통사고건수가 설치 전에 비하여 설치 후 약 3.2% 감소하였고, 영동고속도로의 경우 설치 전에 비하여 설치 후 약 12.2% 정도 감소한 것으로 나타나 구간과속단속시스템의 설치효과가 있는 것으로 파악된다.
- ③ 2008년 1월 말 현재 구간과속단속시스템이 설치되어 운영되고 있는 서해안고속도로와 영동고속도로의 시스템 설치 전·후의 교통사고건수를 비교·분석한 결과 2개 구간 모두 시스템 설치 전에 비하여 설치 후 교통사고건수가 줄어들었으며, 속도분산의 정도와 차량간 속도편차가 감소하는 경향을 보이고 있어 전반적으로 해당 구간의 교통류가 안정적인 흐름을 보이고 있음을 확인하였다.
- ④ 전체적으로 구간과속단속시스템의 운영으로 인하여 시스템 설치 후 속도저감 효과가 있는 것으로 판단되며, 이는 교통안전성 제고와 교통사고 감소로 이어질 것으로 기대된다.

2. 향후 연구과제

본 연구는 구간과속단속시스템이 교통류 특성에 미치는 영향을 고속도로 2개 구간(서해안고속도로 서해대교구간, 영동고속도로 둔내터널구간)을 중심으로 분석하였다. 현재 구간과속단속시스템이 단기간(약 1개월) 운영된 관계로 분석기간 등 자료의 한계가 있기 때문에 향후 교통류 특성변화나 교통사고 감소효과에 대한 지속적인 추적조사가 요구되어진다.

교통류 특성의 경우 구간과속단속시스템 도입구간의 차로 변경 형태, 차량간 간격, 차종별 지정차로 준수를 등의 미시적인 분석이 추가적으로 시행되어야 할 것으로 판단된다.

또한, 현재 구간과속단속시스템의 운영기간이 아직 짧으나 지속적으로 시스템이 운영되어질 것이므로 관련 자료를 좀 더 확보하여 분석할 필요가 있다. 교통사고의 경우 지속적으로 자료축적이 이루어질 경우 교통사고의 빈도뿐만 아니라 사고의 경중과 사고 유형에 이르기까지 심층적인 비교분석이 가능할 것이다.

이를 바탕으로 구간과속단속시스템을 보다 효율적으로 운영하고, 확대하는 방안을 모색할 수 있을 것으로 판단되며, 추가 자료의 수집을 통하여 이번 연구에서 실시하지 못한 통계적인 관점에서의 효과분석이 가능할 것이다.

참고문헌

1. 강정규 · 현철승 · 오세리(1999), "자동과속단속시스템의 교통안전개선 메커니즘 분석", 대한교통학회지, 제17권 제1호, 대한교통학회, pp.187~196.
2. 경찰청(2006), "교통단속처리지침".
3. 경찰청(2002), "고정식 무인교통단속장비 규격서".
4. 도로교통안전관리공단(1999), "무인교통단속시스템 설치 효과 분석".
5. 교통안전공단(2006), "무인단속장비와 교통사고 자동기록장치의 기능통합 및 효율적 운영방안 연구"
6. 김만배 · 현철승 · 유성준 · 홍유식(2006), "차량 속도 측정의 실무적용을 위한 테이프스위치 센서 방식과 영상 프레임 분석방법의 비교연구", 전자공학회논문지, 제43권 TC편 제9호, 대한전자공학회, pp.120~127.
7. 김명석(2007), "무인다가속단속시스템 설치 전 · 후 교차로 교통사고 발생특성에 관한 연구", 서울산업대학교 석사학위논문.
8. 서보준(2004), "무인단속기가 통행속도에 미치는 영향에 관한 연구", 경일대학교 석사학위논문.

9. 서종도(2004), "무인과속단속시스템이 교통사고 감소에 미치는 영향 분석", 경상대학교 석사학위논문.
10. 오세리(1998), "무인과속단속시스템이 교통특성 변화에 미치는 영향에 관한 연구", 서울대학교 석사학위논문.
11. 이재선(2002), "Headway를 이용한 무인과속단속시스템의 교통류 특성 변화에 관한 연구", 안양대학교 석사학위논문.
12. 조선일보(2005), "호주경찰 평균시속 측정해 과속 적발", 2005. 11. 26 발행, 국제 A15면.
13. 현원섭 · 김만배 · 현철승 · 유성준(2005), "구간과속단속시스템의 도입 방안 연구", 대한교통학회지, 제23권 제1호, 대한교통학회, pp.21~32.
14. Dick de ward & Ton Rooijers(1994), "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 No.6
15. JM Gambard, P.fabre, P.Boulangier(1997), "An Automatic Speed Recording System on French Motorways: The Speed Observatory", ITS World Congress at Berlin
16. Netherlands Organization for applied Scientific Research Institute of Infrastructure, Transport and Regional Development, dr. Marcel Westerman (1998), "Development and Implementation of a System for Travel-Time based Speed Enforcement using Video- Technology", Final Paper for 5th ITS World Congress
17. Speed Check, "A digital safety camera system (SPEC)", <http://www.speedcheck.co.uk/>

✉ 주 작성자 : 박제진
 ✉ 교신저자 : 강정규
 ✉ 논문투고일 : 2008. 2. 23
 ✉ 논문심사일 : 2008. 4. 16 (1차)
 2008. 5. 1 (2차)
 2008. 5. 22 (2차)
 ✉ 심사판정일 : 2008. 5. 22
 ✉ 반론접수기한 : 2008. 10. 31
 ✉ 3인 익명 심사필
 ✉ 1인 abstract 교정필