

고속도로 구간과속단속시스템 운영에 따른 교통사고 감소효과

정용일¹ · 백태현² · 김윤환³ · 박병호^{4*}

¹ 도로교통공단 충북지부, ² 충북대학교 도시공학과, ³ 충청북도청 교통물류과, ⁴ 충북대학교 도시공학과

Traffic Accident Reduction Effects of Section Speed Enforcement Systems(SSES) Operation in Freeways

JUNG, Yong Il¹ · BEAK, Tae Hun² · KIM, Yoon Hwan³ · PARK, Byung Ho^{4*}

¹ Chungbuk Branch, Road Traffic Authority, Chungbuk 363-789, Korea

² Department of Urban Engineering, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

³ Division of Traffic & Logistics, Chungbuk Province Government, Chungbuk 360-756, Korea

⁴ Department of Urban Engineering, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

Abstract

This study aims to evaluate the accident reduction effects of 'Section Speed Enforcement System' (SSES) operation in freeways. In pursuing the above, this study collects the accident data for 5 years (2 years before operation and 3 years after operation) at all 9 sections where SSESs are operated, and evaluates annually the effects before and after operation using the comparison group method (C.G. Method). The measures of effectiveness are total accidents (TAs), fatal and serious accidents (FSAs), total injuries (TIs) and fatal and serious injuries (FSIs). The main results are as follows. First, TAs and TIs are reduced to 41.7 and 17.1%, respectively. Second, FSAs and FSIs are reduced to 41.7 and 32.2%, respectively. Therefore, SSES has more effectiveness at fatal and serious accident. Third, the accident reduction effect has been increasing, and particularly the effect of 'after three years' is evaluated to be notable.

이 연구는 고속도로 구간과속단속시스템(SSES) 운영에 따른 교통사고 감소효과를 분석하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 SSES가 설치된 고속도로 9개 구간 전체를 대상으로 5년간(사전 2년과 사후 3년간) 교통사고 자료를 수집하고, 비교그룹방법을 활용하여 연차별 사전·사후 분석을 시행한다. 사고감소의 효과적도로는 전체 교통사고(TAs), 중상이상 교통사고(FSAs), 전체 사상자수(TIs) 및 중상이상 사상자수(FSIs)를 활용한다. 주요 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 교통사고 발생건수와 사상자수는 각각 32.0%, 17.1% 감소하는 것으로 분석된다. 둘째, 중상이상 심각사고 발생건수 및 사상자수는 각각 41.7%, 32.2% 감소한 것으로 분석되어, 심각사고 감소에서 높은 감소효과가 나타난다. 셋째, SSES 도입에 따른 교통사고 감소효과는 연차별로 점차 증가하고 있으며, 운영 후 3년차에서 사고감소효과가 크게 나타난다.

Keywords

before-after evaluation, comparison group method, freeways, traffic accident, section speed enforcement systems
사전·사후평가, 비교그룹방법, 고속도로, 교통사고, 구간과속단속시스템

* : Corresponding Author
bhpark@chungbuk.ac.kr, Phone: +82-43-261-2496, Fax: +82-43-264-2496

Received 22 November 2013, Accepted 26 February 2014

© Korean Society of Transportation
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

1. 연구의 배경 및 목적

2012년 고속도로에서 발생한 교통사고는 총 3,550건으로 사망자는 총 371명, 부상자는 8,333명이었다. 특히 고속도로 교통사고 치사율(사고 100건당 사망자 수)은 10.5%로, 전체 교통사고(2.4%)의 약 5배로 매우 높게 나타났다.

이에 고속도로 교통안전 증진 및 안전운행속도 유지를 위한 노력은 지속적으로 이루어져 왔으며, 안전운행속도 유지노력의 일환으로 꾸준히 도입 운영되고 있는 방안 중 하나가 무인과속단속시스템이다.

하지만 시스템의 높은 운영성에도 불구하고, 기존의 지점 무인과속단속시스템의 경우는 단속장비가 설치된 지점에서만 속도를 줄이는 ‘캥거루 현상’이 나타나는 문제점이 발생하고 있다. 이와 같은 현상으로 인하여 터널, 교량 및 굴곡지점에서 사고위험이 존재하는 경우, 시스템의 원래 목적을 달성하는데 한계가 있다(KoROAD, 2008).

이러한 연속적인 속도관리가 필요한 지점을 위해 개발된 시스템이 바로 구간과속단속시스템(SSES: section speed enforcement system)이다.

2007년 12월 영동고속도로 둔내터널 구간을 대상으로 운영을 시작한 구간과속단속시스템은 연차별로 그 설치지점을 늘여오고 있으며, 2012년 12월 현재 전국 고속도로 9개 구간에서 운영되고 있다. 일반국도 6개 구간을 포함하면 총 15개 구간에서 이 시스템이 운영 중에 있으나 본 연구에서는 고속도로 9개 구간만을 공간적 범위로 한다.

이러한 구간과속단속시스템이 도입된 국가는 2008년을 기준으로 한국을 포함한 총 4개 국가로 조사된다. 따라서 구간과속단속시스템 운영에 따른 다양한 국내외 연구가 부족한 실정이다.

국내의 경우에도 일부 연구들이 수행되었지만, 그동안 짧은 도입기간으로 인하여, 교통류 특성변화, 운전자 의식조사, 단기간 또는 일부구간만을 대상으로 한 사고 감소 효과분석 등에 그치고 있는 실정이다.

이에 본 연구는 2007년 이후 도입된 고속도로 구간과속단속시스템 9개 구간 전체를 대상으로 도입 전·후 5년간의 사고자료(사전 2년, 사후 3년)를 수집한다. 또한 이를 기반으로 구간과속단속시스템 도입에 따른 사고감소

효과를 전체 교통사고(TAs), 중상이상 교통사고(FSAs), 사망 교통사고(FAs), 중상 교통사고(SAs), 전체 사상자수(TIs), 중상이상 사상자수(FSIs), 사망자 수(FIs) 및 중상자 수(SIs)로 구분하여 다양한 지표의 연차별 분석을 시행하고자 한다.

2. 연구의 내용 및 수행과정

이 연구는 구간과속단속장비의 교통사고 감소효과를 평가하고자 하는 연구로 수행과정은 다음과 같다.

우선 문헌연구를 통하여 구간과속단속장비의 운영 특성 및 국내외 연구 동향을 살펴보고, 다양한 형태의 사전·사후 분석방법론을 고찰한다.

다음으로 구간과속단속시스템이 도입되어 있는 전국 9개 구간 총 5년간(사전 2년, 사후 3년)간의 사고자료를 수집하고, 통계적 방법을 통하여 비교그룹 선정 후 동일한 방식으로 사고자료를 수집한다.

이후 구간과속단속시스템의 도입에 따른 분석지표별 교통사고 감소효과를 비교그룹방법(comparison group method) 및 기타 방법에 의해 평가하고, 연구결과의 정리 및 향후 과제 등을 제시한다.

문헌 연구

1. 구간과속단속시스템 운영개요

구간과속단속시스템이란 구간단속 시작점인 A, B 지점의 통과시간과 A-B지점 간의 이동거리를 기준으로 각 차량의 평균속도를 계산하여 과속여부를 판정하는 단속 방식으로, 각 이동차량의 구간통과시간을 속도로 환산하였을 때 규제속도보다 빠른 경우 단속대상이 된다.

이는 기존 지점과속단속카메라의 앞에서만 감속했다

Table 1. Current operational conditions of SSES (Dec., 2012)

| No. | Route | Route ID | Length of Section(km) | Operation Date | Direction |
|-----|----------------|----------|-----------------------|----------------|-----------|
| 1 | Yeongdong | 50 | 7.4 | 07.12.26. | Down |
| 2 | Seohaean | 15 | 9.1 | 08.01.15. | Up |
| 3 | Jungang | 55 | 5.6 | 08.02.21. | Down |
| 4 | Jungbu | 45 | 14.1 | 08.12.20. | Down |
| 5 | Seohaean | 15 | 9.1 | 08.12.24. | Up |
| 6 | Pyeong-Jaechon | 40 | 5.7 | 08.12.24. | Up |
| 7 | Tong-Daejeon | 35 | 7.5 | 08.12.30. | Down |
| 8 | Yeungdong | 50 | 10.4 | 09.02.01. | Up |
| 9 | Yeungdong | 50 | 10.8 | 11.12.07. | Down |

가 카메라를 지나면 다시 가속하던 '캐거리루 현상'을 방지하기 위한 방법이다.

한편, 2012년 12월 현재 전국 고속도로에서 운영되고 있는 구간과속단속시스템은 Table 1과 같다. 영동고속도로(50), 서해안고속도로(15) 등 전국 6개 고속도로에서 총 9개 구간에 걸쳐 운영되고 있으며, 평균 구간길이는 8.86km로 분석된다.

2. 구간과속단속시스템 관련연구

Evertse et al.(1998)은 고속도로 교통안전관리를 목적으로 구간통행속도에 기초한 단속시스템을 시범 도입한 네덜란드 A2 고속도로 3km 구간(ADT 70,000대)에 대한 사전·사후분석을 실시하였다. 그 결과 차량의 과속비율은 6.0%(4,200대)에서 0.6%(420대)로 감소, 차량의 평균속도는 115km/h에서 106km/h로 감소, 그리고 교통사고는 10% 감소한 것으로 분석되었다.

Han et al.(2005)은 기존 지점과속단속시스템의 한계를 분석하고, 구간과속단속시스템을 적용하기 위한 도로구간의 적정거리를 현장 도로구조, 교통여건, 사고발생내용을 검토하여 제시하였다. 또한 교량이나 터널에 대하여 적절한 구간단속시스템의 설치 위치를 제안하였다.

Kim et al.(2005)은 과속단속시스템의 설치 사례를 분석하여, 설치 전후의 속도 변화를 분석하였다. 또한 속도 감소지점 분석을 통해 과속단속시스템의 적절한 설치 위치를 직선부 중앙지점으로 제안하였다.

KoROAD(2007)는 구간과속단속시스템 설치기준 마련을 위한 위치선정 기준, 규격 및 평가모형에 대한 연구를 진행하였다. 이를 통하여 차량의 평균속도, 교통량, 제한속도 10kph 초과차량 비율, 차로수, 중차량비, 중단구배 및 횡단경사가 교통사고에 영향을 미치는 주요변수임을 밝혀내었다.

KoROAD(2008)는 구간과속단속시스템 설치 지점에 대한 교통류 변화 분석을 통하여 서해대교 구간의 경우 13%의 평균통행속도 감소, 평균통행속도의 분산 53% 감소를 통하여 교통류 안정화에 효과가 있는 것으로 분석하였고, 다중회귀모형을 통해 교통사고건수 2배 이상 감소효과를 예측하였다.

Park et al.(2008)은 국내 고속도로에 도입된 구간과속단속시스템 중 2개 구간(서해안 고속도로 구간 및 영동고속도로)효과평가를 위하여 시스템의 적용 전·후 운행속도 자료 및 사고 자료를 수집하여 비교·분석하였다.

그 결과, 시스템 설치 후 평균속도가 서해안고속도로에서는 7.1%, 영동고속도로에서는 4.8% 감소하여 속도저감 효과가 나타나는 것으로 분석하였고, 해당 구간에서 속도편차가 줄어들어 교통류 안정적 흐름을 보이는 것으로 분석하였다. 또한 그들은 시스템 도입 후 효과를 교통사고건수의 변화로 분석하였다. 분석 결과 교통사고건수는 서해안선 3.2% 및 영동선 12.2% 감소하여 사고 감소 효과가 있는 것으로 분석하였다.

Lee et al.(2010)은 무인구간속도위반단속시스템과 무인과속단속시스템 설치구간에서의 운전자 운행 특성인 캐거리루 효과를 분석하였다. 또한 그들은 제한속도 준수를 위한 두 시스템에 효과성을 검토하기 위하여 데이터를 수집하고 통계적인 분석을 실시하였다. 그 결과 무인구간속도단속시스템에서는 캐거리루효과가 발생하지 않았고, 이러한 캐거리루효과에 의한 차량 감속은 약 400m 전방에서 시작하는 것으로 분석하였다. 그리고 무인구간속도위반단속시스템의 평균속도가 무인과속단속시스템 보다 약 35km/h 낮은 것으로 분석하였다. 결론적으로 무인구간속도위반단속시스템이 캐거리루효과도 없을 뿐만 아니라 제한속도 준수에서도 효과적인 것으로 검증하였다.

Kim et al.(2010)은 Hauer의 EB방법을 이용하여 무인신호위반단속장비 설치 후 3년 동안의 사고 감소효과를 분석하였다. 분석 결과 설치 후 2년까지 감소율이 감소하고, 그 이후부터는 유지되는 것으로 분석하였다.

Lee et al.(2011b)은 Hauer가 제시한 효과분석방법론을 근간으로, 강원도 정선군 마차재 국도38호선에 대한 무인구간과속단속시스템 설치 타당성 효과분석을 실시하였으며, 그 결과 시스템 설치 시 기대 되는 사고감소효과는 약 83%라 밝히고 있다.

Yun et al.(2011)은 2008년 고속도로에 설치된 무인구간단속시스템 3개를 대상으로, 설치 전·후 각 1년의 사고이력자료 수집을 토대로 비교그룹방법을 활용한 설치효과 분석을 시행하였으며, 그 결과 47.97%의 사고감소효과가 있는 것으로 분석하였다.

Jung et al.(2012)은 서해안고속도로 등 총 6개 구간을 대상으로 설치 전·후 각 1년의 사고이력자료를 토대로 지표별 교통사고 감소효과를 분석하였다. 분석결과 사고건수 14.0%, 사상자수 41.0%, 중상 이상 사고건수 24.0% 및 중상이상 사상자수 40.0%의 효과가 있는 것으로 밝혔으며, 감소효과의 신뢰구간을 제시하였다.

Lee et al.(2012)은 EB방법을 사용하여, 교차로 신호위반 단속카메라 설치 후 효과를 교통사고 유형별로

분석하였다. 그 결과 전체사고는 5.49% 증가하였고, 사망사고는 26% 감소한 것으로 분석하였다.

3. 분석방법론

사전·사후분석(before and after study)은 시설물 운영에 따른 효과분석에 사용되며, 단순사고건수 비교방법(simple before-after evaluation method), 일대일 비교방법(before-after evaluation with yoked comparisons), 비교그룹 방법(before-after evaluation with comparison group) 및 Bayes 방법(before-after evaluation with the bayes approach)등 4가지가 대표적이다(Hauer, 1997).

연구에서 사용한 비교그룹방법의 경우 유사 특성을 지닌 지점을 비교그룹으로 분석하며, 한 지점을 선택함으로써 발생할 수 있는 오류를 보완하는 장점이 있지만, 평균으로의 회귀(RTM: regression to mean) 문제가 발생하는 단점이 있다.

이 연구는 자료수집 한계에 따라 비교그룹방법을 활용하나, 설치 후 1년차, 2년차 및 3년차의 분석을 시도하여 RTM 문제를 최대한 보완하고, 연도별 사고 감소 효과를 판단한다. 또한 단순비교방법과 일대일 비교방법도 함께 시행하여 그 차이를 살펴본다.

비교그룹방법의 기본개념은 사업이 시행된 지점에서 사업 시행 후 발생한 사고건수와 동일한 조건아래 사업이 시행되지 않은 경우에 발생할 교통사고 건수를 예측하여 비교하는 것이다. 사전·사후분석 방법에 대한 보다 자세한 사항은 Lee et al.(2011a)의 연구를 참고하기 바란다.

4. 연구의 차별성

문헌연구를 바탕으로 한 이 연구의 차별성은 다음과 같다.

첫째, 기존의 대부분 연구와 달리 구간과속단속시스템 도입에 따른 실증적 사전·사후 분석을 수행한다.

둘째, 기존의 연구는 시스템 설치의 일부만을 분석하였으나, 이 연구는 2012년 12월을 기준으로 국내에 운영되고 있는 9개 구간 전체(100%)를 대상으로 분석한다. 또한 기존의 연구는 시스템 설치 사전·사후 교통사고의 평균을 이용하여 분석을 시도하였으나, 이 연구에서는 사고자료 수집기간을 5년(사전 2년, 사후 3년)으로 확장하여, 연차별 교통사고 감소효과를 분석한다.

셋째, 교통사고 감소효과 분석에 있어 기존의 연구에서 활용된 단순 교통사고 건수 및 사상자 수 뿐 아니라 다양한 효과척도들을 활용한다(Table 2 참조).

넷째, 선행연구 고찰을 통해 고속도로 본선에의 교통사고 주요변수인 일교통량을 중심으로 25개 그룹으로 분류한 뒤 버스비율 및 곡선 구간 수 등을 반영하여 비교그룹을 선정함으로써 분석 결과의 신뢰도를 향상한다.

자료 수집

분석 자료의 수집은 구간과속단속시스템이 운영되는 고속도로 9개소 전체를 대상으로 한다(Table 1 참조).

교통사고자료는 도로교통공단에서 운영 중인 교통사고분석시스템(TAAS)의 경찰DB를 기준으로 수집한다. 또한 고속도로 구간과속단속시스템은 2007.12.26-2011.12.17 동안 순차적으로 도입(Table 1 참조)되었기 때문에 2007년에서 2012년까지 6년의 기간 중 운영 일을 기준으로 5년(사전 2년·사후 3년)의 자료를 수집한다. TAAS가 운영되기 전인 2006년 자료가 필요한 3개 구간 중 한 구간은 과거 이력자료를 활용하며, 2006년의 자료수집이 불가능한 나머지 2개 구간은 자료수집이 가능한 1개년의 자료를 활용한다. 또한 2011년 운영된 1개소의 설치 후 사고 자료는 부득이 2012년 1개년의 자료만을 활용한다(Table 3 참조).

Table 2. Summary of differences with previous studies

| Type | Yun(2011) | Jung(2012) | This study(2013) |
|--------------------------------------|-------------------|----------------------|---|
| No. of site | 8 | 9 | 9 |
| No. of observation site(% of sample) | 3(37.5%) | 7(66.7%) | 9(100%) |
| Data collection period(yr.) | 3 | 2 | 5 |
| MOE | TAs | TAs, TIs | TAs, FSAs, FAs, SAs, TIs, FSIs, FIs, SIs |
| Index for Comparison group | AADT, Link length | Upstream, Downstream | AADT, Link length, % of bus, No. of curve |

* TAs : Total Accidents / FSAs : Fatal and serious accidents
 * TIs : Total injuries / FSIs : Fatal and serious injuries
 * FAs : Fatal accidents / SAs : Serious accidents
 * FIs : Fatal injuries / SIs : Serious injuries

비교대상그룹은 분석대상그룹과 동일한 연도의 사고 자료를 수집한다.

한편, 비교대상 그룹(comparison group)선정은 본 연구에서 가장 중요한 단계이다. 유사 특성을 가진 비교대상 그룹을 선정하지 못하면, 교통사고 감소효과 분석에 있어 많은 오류를 가지고 오기 때문이다.

이 연구는 Mun et al.(2012)의 연구 성과를 준용하여 교통량정보제공시스템(TMS) 및 포털지도를 통하여 고속도로 452개의 구간을 대상으로 다양한 자료를 수집하고, 우선 교통량을 중심으로 총 25개 군집으로 나누어 분석한 후, 동일한 군집내 차로 수 및 구간길이의 유사성을 중심으로 비교대상 그룹 18개 구간을 선택한다(Table 4 참조).

Table 3. Period of Data Collection

| No. | Before | After |
|-----|-----------|----------------|
| 1 | 2006/2007 | 2008/2009/2010 |
| 2 | 2007 | 2008/2009/2010 |
| 3 | 2007 | 2008/2009/2010 |
| 4 | 2007/2008 | 2009/2010/2011 |
| 5 | 2007/2008 | 2009/2010/2011 |
| 6 | 2007/2008 | 2009/2010/2011 |
| 7 | 2007/2008 | 2009/2010/2011 |
| 8 | 2007/2008 | 2009/2010/2011 |
| 9 | 2010/2011 | 2012 |

선정된 분석 및 비교대상 그룹의 연도별 교통량 추이는 Table 6과 같다.

이러한 과정을 통해 수집된 분석대상 그룹과 비교대상 그룹의 교통사고 자료는 Table 5와 같다. 아울러 이 연구는 사전·사후 분석기간이 동일해야 하는 점을 감안하여,

Table 4. Characteristics of treatment and comparison groups

| No. | Type | Link (IC to IC) | Length (km) | AADT | Ratio of bus curve | No. of |
|-----|------|--------------------------|-------------|--------|--------------------|--------|
| 1 | T | Dunnae - Meynon | 17.0 | 27,904 | 0.069 | 5 |
| | C | Sinrim - Namwonju | 18.6 | 25,256 | 0.054 | 5 |
| 2 | T | Songak - Seopyeongtaek | 12.7 | 72,829 | 0.034 | 3 |
| | C | Yangsan - Tongdosahipass | 12.8 | 64,340 | 0.035 | 2 |
| 3 | T | Danyang - Punggi | 17.0 | 14,509 | 0.054 | 3 |
| | C | Deokyusan - Muju | 16.0 | 13,078 | 0.075 | 4 |
| 4 | T | Chungju - Goesan | 15.5 | 39,396 | 0.063 | 3 |
| | C | Yeongdong - Geumgang | 16.0 | 33,262 | 0.029 | 3 |
| 5 | T | Seopyeongtaek - Songak | 12.7 | 72,829 | 0.034 | 3 |
| | C | Yangsan - Tongdosahipass | 12.8 | 64,340 | 0.035 | 2 |
| 6 | T | Songtan - Cheongbuk | 5.2 | 53,479 | 0.047 | 5 |
| | C | Chilwon - Chilseo | 5.2 | 53,540 | 0.034 | 4 |
| 7 | T | Sancheong - Dansung | 18.6 | 19,309 | 0.045 | 5 |
| | C | Daecheon - Gwangcheon | 19.7 | 22,488 | 0.032 | 5 |
| 8 | T | Meynon - Dunnae | 17.0 | 27,904 | 0.069 | 5 |
| | C | Sinrim - Namwonju | 18.6 | 25,256 | 0.054 | 5 |
| 9 | T | GangreungJCT - Hoengye | 22.6 | 24,293 | 0.072 | 11 |
| | C | Uisung - Namandong | 22.7 | 20,631 | 0.056 | 11 |

* T : Treatment Group
* C : Comparison Group

Table 5. Average accidents of both groups during before-and-after period

| Type | No. | Before(2yr.) | | | | | | | | | | After(3yr.) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----|--------------------------|-------|---------|--------|---------------|-------------------------|-------|---------------|-------|-------|--------------------------|-------|---------|--------|---------------|-------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|------|
| | | Average No. of Accidents | | | | | Average No. of Injuries | | | | | Average No. of Accidents | | | | | Average No. of Injuries | | | | | | |
| | | Sum | Fatal | Serious | Slight | Injury Report | Sum | Fatal | No. of Injury | | | Sum | Fatal | Serious | Slight | Injury Report | Sum | Fatal | Injury | | | | |
| Treat ment Group | 1 | 8.00 | 1.50 | 4.50 | 2.00 | 0.00 | 23.50 | 2.00 | 21.50 | 7.50 | 14.00 | 0.00 | 8.67 | 1.00 | 3.67 | 4.00 | 0.00 | 43.00 | 1.33 | 41.67 | 8.67 | 31.67 | 0.00 |
| | 2 | 4.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 9.00 | 0.00 | 9.00 | 3.00 | 6.00 | 0.00 | 4.00 | 0.67 | 1.67 | 1.33 | 0.33 | 9.33 | 0.33 | 9.00 | 4.33 | 4.33 | 0.33 |
| | 3 | 2.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 0.00 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 1.67 | 0.00 | 1.67 | 1.33 | 0.33 | 0.00 |
| | 4 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 13.00 | 0.50 | 12.50 | 5.00 | 7.50 | 0.00 | 1.67 | 0.00 | 0.67 | 1.00 | 0.00 | 2.67 | 0.00 | 2.67 | 1.67 | 1.00 | 0.00 |
| | 5 | 8.50 | 1.00 | 5.00 | 2.00 | 0.50 | 33.50 | 1.50 | 32.00 | 15.00 | 16.50 | 0.50 | 5.33 | 0.00 | 3.00 | 2.00 | 0.33 | 16.67 | 0.00 | 16.67 | 6.67 | 9.67 | 0.33 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 7 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.33 | 0.67 | 0.67 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 0.67 | 1.33 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 8 | 7.00 | 0.50 | 5.50 | 1.00 | 0.00 | 34.00 | 1.00 | 33.00 | 14.50 | 18.50 | 0.00 | 4.00 | 0.33 | 1.67 | 2.00 | 0.00 | 10.00 | 0.33 | 9.67 | 3.33 | 6.33 | 0.00 |
| | 9 | 3.50 | 0.00 | 1.50 | 2.00 | 0.00 | 8.50 | 0.00 | 8.50 | 2.00 | 6.50 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 8.00 | 0.00 | 8.00 | 8.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Sum | 35.00 | 4.00 | 21.50 | 9.00 | 0.50 | 127.00 | 5.50 | 121.50 | 52.00 | 69.00 | 0.50 | 26.00 | 2.67 | 12.67 | 10.33 | 0.67 | 93.33 | 2.67 | 90.67 | 35.00 | 53.33 | 0.67 |
| Comp arison Group | 1 | 8.00 | 2.00 | 5.00 | 1.00 | 0.00 | 24.00 | 2.00 | 22.00 | 15.00 | 7.00 | 0.00 | 8.00 | 0.33 | 6.00 | 1.67 | 0.00 | 18.00 | 0.67 | 17.33 | 10.67 | 6.33 | 0.33 |
| | 2 | 14.00 | 2.00 | 9.00 | 3.00 | 0.00 | 33.00 | 2.00 | 31.00 | 13.00 | 17.00 | 1.00 | 12.67 | 1.67 | 8.00 | 2.33 | 0.67 | 28.00 | 2.00 | 26.00 | 15.67 | 8.67 | 1.67 |
| | 3 | 6.00 | 1.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 21.00 | 3.00 | 18.00 | 10.00 | 8.00 | 0.00 | 8.33 | 1.33 | 5.67 | 1.33 | 0.00 | 22.67 | 1.33 | 21.33 | 12.00 | 8.33 | 1.00 |
| | 4 | 7.50 | 1.50 | 5.00 | 1.00 | 0.00 | 21.00 | 1.50 | 19.50 | 12.00 | 7.00 | 0.50 | 7.33 | 1.33 | 3.33 | 2.67 | 0.00 | 13.67 | 1.33 | 12.33 | 7.00 | 5.33 | 0.00 |
| | 5 | 11.00 | 1.00 | 8.00 | 2.00 | 0.00 | 23.50 | 1.00 | 22.50 | 12.00 | 10.00 | 0.50 | 11.67 | 1.33 | 7.00 | 2.67 | 0.67 | 23.67 | 1.33 | 22.33 | 13.00 | 7.67 | 1.67 |
| | 6 | 1.50 | 0.00 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 5.50 | 0.00 | 5.50 | 2.50 | 1.00 | 2.00 | 1.67 | 0.00 | 1.33 | 0.33 | 0.00 | 2.33 | 0.00 | 2.33 | 1.33 | 1.00 | 0.00 |
| | 7 | 10.00 | 1.50 | 6.00 | 2.50 | 0.00 | 30.50 | 1.50 | 29.00 | 9.00 | 19.50 | 0.50 | 12.67 | 1.33 | 8.67 | 2.67 | 0.00 | 32.00 | 1.67 | 30.33 | 16.33 | 13.67 | 0.33 |
| | 8 | 10.00 | 2.00 | 6.50 | 1.50 | 0.00 | 26.00 | 3.00 | 23.00 | 14.00 | 9.00 | 0.00 | 6.33 | 0.33 | 5.00 | 1.00 | 0.00 | 12.00 | 0.33 | 11.67 | 7.00 | 4.33 | 0.33 |
| | 9 | 6.00 | 0.50 | 3.50 | 2.00 | 0.00 | 11.50 | 1.50 | 10.00 | 2.00 | 7.50 | 0.50 | 9.00 | 2.00 | 4.00 | 3.00 | 0.00 | 19.00 | 2.00 | 17.00 | 8.00 | 9.00 | 0.00 |
| | Sum | 74.00 | 11.50 | 48.50 | 14.00 | 0.00 | 196.00 | 15.50 | 180.50 | 89.50 | 86.00 | 5.00 | 77.67 | 9.67 | 49.00 | 17.67 | 1.33 | 171.33 | 10.67 | 160.67 | 91.00 | 64.33 | 5.33 |

Table 6. Traffic volume of treatment and comparison groups

| No. | Type | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-----|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | T | 22,239 | 24,575 | 20,023 | 20,167 | 23,114 | 28,114 | 27,904 |
| | C | 21,401 | 22,473 | 13,812 | 13,125 | 22,279 | 25,007 | 25,256 |
| 2 | T | 59,140 | 60,991 | 67,915 | 68,423 | 72,010 | 74,790 | 72,829 |
| | C | 63,906 | 66,558 | 61,380 | 58,984 | 61,087 | 64,214 | 64,340 |
| 3 | T | 12,505 | 12,909 | 12,668 | 13,341 | 14,642 | 14,601 | 14,509 |
| | C | 16,478 | 15,698 | 13,183 | 13,702 | 16,225 | 16,117 | 13,078 |
| 4 | T | 33,628 | 34,381 | 32,243 | 34,083 | 40,151 | 38,772 | 39,396 |
| | C | 43,344 | 48,922 | 31,144 | 32,981 | 35,407 | 35,426 | 33,262 |
| 5 | T | 59,140 | 60,991 | 67,915 | 68,423 | 72,010 | 74,790 | 72,829 |
| | C | 63,906 | 66,558 | 61,380 | 58,984 | 61,087 | 64,214 | 64,340 |
| 6 | T | 48,612 | 51,201 | 50,382 | 51,608 | 57,795 | 59,463 | 53,479 |
| | C | 39,073 | 39,833 | 44,490 | 45,987 | 51,145 | 54,100 | 53,540 |
| 7 | T | 19,412 | 20,519 | 17,437 | 18,273 | 20,549 | 20,438 | 19,309 |
| | C | 23,180 | 25,784 | 27,119 | 25,944 | 25,102 | 23,398 | 22,488 |
| 8 | T | 22,239 | 24,575 | 20,023 | 20,167 | 23,114 | 28,114 | 27,904 |
| | C | 21,401 | 22,473 | 13,812 | 13,125 | 22,279 | 25,007 | 25,256 |
| 9 | T | 20,961 | 18,546 | 21,158 | 21,366 | 23,601 | 24,719 | 24,293 |
| | C | 18,194 | 18,803 | 17,687 | 19,159 | 20,595 | 20,618 | 20,631 |

* T : Treatment Group
* C : Comparison Group

Table 7. Trends of accidents(comparison groups)

| Classification | Before | | After | | | Rate |
|----------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 2yr. | 1 yr. | 1 yr. | 2 yr. | 3 yr. | |
| TAs | 78 | 70 | 75 | 83 | 75 | -0.98 |
| FAs | 14 | 9 | 10 | 10 | 9 | -10.46 |
| SAs | 48 | 49 | 49 | 51 | 47 | -0.52 |
| FSAAs | 62 | 58 | 59 | 61 | 56 | -2.51 |
| TIs | 199 | 193 | 180 | 188 | 146 | -7.45 |
| FIs | 19 | 12 | 13 | 10 | 9 | -17.04 |
| SIs | 89 | 90 | 97 | 103 | 73 | -4.83 |
| FSIs | 108 | 102 | 110 | 113 | 84 | -6.09 |

사전 사고 자료는 평균값을 활용하여 분석을 시행한다.

한편, 사업이 시행되지 않은 비교그룹에서 발생한 분석 연도별 사고 변화는 Table 7과 같다.

교통사고 감소효과 분석

1. 사고건수 감소효과

1) 전체 사고건수

효율성 척도(θ)가 1보다 작을 경우 사고감소효과가 있다고 말할 수 있으며, 감소율은 변수 E 와 같이 정의된다.

$$E = 100(\theta - 1) \quad (1)$$

구간단속시스템 도입에 따른 전체 교통사고 발생건수 (TAs) 감소효과는 Table 8과 같다.

Table 8. Results of total accidents(TAs)

| Parameter | Total | 1st yr. | 2nd yr. | 3th yr. |
|------------------|-------|---------|---------|---------|
| N_{bt} | 35.0 | 35.0 | 35.0 | 35.0 |
| N_{at} | 26.0 | 30.0 | 28.0 | 20.0 |
| N_{bc} | 74.0 | 74.0 | 74.0 | 74.0 |
| N_{ac} | 77.7 | 75.0 | 83.0 | 75.0 |
| λ | 26.0 | 30.0 | 28.0 | 20.0 |
| π | 36.2 | 35.0 | 38.7 | 35.0 |
| δ | 10.24 | 5.00 | 10.73 | 15.00 |
| θ | 0.68 | 0.81 | 0.69 | 0.54 |
| $\sigma(\delta)$ | 62.24 | 65.00 | 66.73 | 55.00 |
| $\sigma(\theta)$ | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.02 |
| E | 32.0% | 18.0% | 31.4% | 45.9% |

* λ 또는 N_{at} : observed number of accidents at treatment site during the after period
* N_{bt} : observed number of accidents at treatment site during the before period
* N_{bc} : observed number of accidents at comparison site during the after period
* N_{ac} : observed number of accidents at comparison site during the after period
* π : expected number of accidents without the treatment
* δ : number of accidents which has been reduced
* θ : odds ratio(index of effectiveness)

전체 교통사고 발생건수의 경우 시스템을 도입하지 않았을 때 예상되는 교통사고 36.2건에 비해 약 10.24건 적은 26.0건이 발생하였으며, 3년 평균 약 32.0%의 사고건수 감소효과가 있는 것으로 분석된다.

연차별로 분석하면 시간이 흐름에 따라 감소효과가 점차 증가하는 패턴을 나타내고 있으며, 1년차 18.0% 및 2년차 31.4%에 비해 3년차의 감소효과가 45.9%로 사고감소 효과는 3년차까지 증가하는 것으로 분석된다. 이에 시스템 도입 후 3년차까지는 전체 사고건수 측면에서 도입효과가 높아지는 것으로 판단된다.

2) 사망 및 중상 사고건수

구간단속시스템 도입에 따른 중상이상 교통사고 발생건수(FSAs) 감소효과는 Table 9와 같다.

Table 9. Results of fatal and serious accidents(FSAs)

| Parameter | Total | 1st yr. | 2nd yr. | 3th yr. |
|------------------|-------|---------|---------|---------|
| N_{bt} | 26 | 26 | 26 | 26 |
| N_{at} | 15 | 18 | 18 | 10 |
| N_{bc} | 60 | 60 | 60 | 60 |
| N_{ac} | 59 | 59 | 61 | 56 |
| λ | 15 | 18 | 18 | 10 |
| π | 24.5 | 24.7 | 25.5 | 23.4 |
| δ | 9.19 | 6.66 | 7.50 | 13.41 |
| θ | 0.58 | 0.68 | 0.66 | 0.40 |
| $\sigma(\delta)$ | 39.86 | 42.66 | 43.50 | 33.41 |
| $\sigma(\theta)$ | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.02 |
| E | 41.7% | 32.0% | 34.2% | 60.2% |

중상이상 교통사고 발생건수 감소효과는 전체 교통사고 발생건수 감소효과 30.2%보다 높은 41.7%로 분석되어 구간과속단속시스템의 도입이 중상이상의 심각사고 발생건수 감소에 높은 기여를 한다고 판단할 수 있다.

연차별로 분석하면 1, 2년차에 비해 3년차의 감소효과가 60.2%로 높게 분석된다. 이에 시스템 도입 후 3년차까지는 사망 및 중상 사고건수 측면에서도 도입효과가 높아지는 것으로 판단된다.

또한 시스템 도입에 따른 사망(FAs) 및 중상교통사고 발생건수(SAs) 감소효과 Table 10 및 Table 11과 같다.

사망 교통사고 발생건수 감소효과는 전체 교통사고 발생건수 감소효과 32.0%보다 다소 낮은 13.7%로 분석된다. 또한 2년차에는 오히려 사고 증가 효과가 발생하고 있다. 이는 사망사고는 시스템 설치 전 연평균 사고건수 4건 및 설치 후 연평균 사고건수 2.7건으로 수집된 사고 건수의 표본 수가 매우 적어 발생한 것으로 판단된다. 이에 향후 더 많은 자료를 활용한 분석이 필요하다고 생각된다.

중상 교통사고 발생건수 감소효과는 연평균 40.5%로

분석된다. 또한 1년차(29.5%) 및 2년차(36.8%)보다 3년차(55.9%)에 사고 감소 효과가 높게 나타나는 것으로 판단된다. 또한 설치 후 사고건수 감소효과(λ)는 연평균 8.61건으로 설치 1년차에 6.28건, 2년차에 8.15건, 3년차에 11.41건으로 3년차까지 효과가 증가한 것으로 분석되었다.

2. 사상자수 감소효과

1) 전체 사상자수

교통사고 사상자수(TIs)의 경우 시스템을 도입하지 않았을 때 예상되는 사상자수 110.5명에 비해 약 17.12명 적은 93.3명이 발생하며, 전체적으로 약 17.1%의 사상자수 감소효과가 있는 것으로 분석된다.

연차별로 보면 1년차는 증가하는 것으로 분석되는데, 이는 영동고속도로 둔내터널 구간(No. 1)의 1년차 경상자수가 36명으로 높게 집계되었기 때문으로 판단된다. 또한 1년차 -0.7% 및 2년차 18.2%에 비해 3년차의 감소효과가 37.5%로 사고감소 효과는 3년차까지 증가하는 것으로 분석된다. 이에 시스템 도입 후 3년차까지는 전체 사상자 수 측면에서 도입효과가 높아지는 것으로 판단된다.

2) 중상이상 사상자수

구간단속시스템 도입에 따른 중상이상 사상자수(FSIs) 감소효과는 Table 13과 같다.

중상이상 사상자수는 사상자수 감소효과 17.1%보다 높은 32.2%로 분석되어 구간과속단속시스템의 도입이 중상이상의 사상자수 감소에 기여를 한다고 판단할 수 있다.

Table 10. Results of fatal accidents(FAs)

| Parameter | Total | 1st yr. | 2nd yr. | 3th yr. |
|------------------|-------|---------|---------|---------|
| N_{bt} | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| N_{at} | 2.7 | 3.0 | 4.0 | 1.0 |
| N_{bc} | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| N_{ac} | 9.7 | 10.0 | 10.0 | 9.0 |
| λ | 2.7 | 3.0 | 4.0 | 1.0 |
| π | 3.1 | 3.2 | 3.2 | 2.9 |
| δ | 0.42 | 0.20 | -0.80 | 1.88 |
| θ | 0.60 | 0.65 | 0.87 | 0.24 |
| $\sigma(\delta)$ | 5.76 | 6.20 | 7.20 | 3.88 |
| $\sigma(\theta)$ | 0.22 | 0.24 | 0.37 | 0.07 |
| E | 13.7% | 6.3% | -25.0% | 65.3% |

Table 11. Results of serious accidents(SAs)

| Parameter | Total | 1st yr. | 2nd yr. | 3th yr. |
|------------------|-------|---------|---------|---------|
| N_{bt} | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 21.5 |
| N_{at} | 12.7 | 15.0 | 14.0 | 9.0 |
| N_{bc} | 48.5 | 48.5 | 48.5 | 48.5 |
| N_{ac} | 49.0 | 49.0 | 51.0 | 47.0 |
| λ | 12.7 | 15.0 | 14.0 | 9.0 |
| π | 21.3 | 21.3 | 22.2 | 20.4 |
| δ | 8.61 | 6.28 | 8.15 | 11.41 |
| θ | 0.55 | 0.65 | 0.58 | 0.41 |
| $\sigma(\delta)$ | 33.95 | 36.28 | 36.15 | 29.41 |
| $\sigma(\theta)$ | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.03 |
| E | 40.5% | 29.5% | 36.8% | 55.9% |

Table 12. Results of total injuries(TIs)

| Parameter | Total | 1st yr. | 2nd yr. | 3th yr. |
|------------------|--------|---------|---------|---------|
| N_{bt} | 127.0 | 127.0 | 127.0 | 127.0 |
| N_{at} | 93.3 | 119.0 | 101.0 | 60.0 |
| N_{bc} | 196.0 | 196.0 | 196.0 | 196.0 |
| N_{ac} | 171.3 | 180.0 | 188.0 | 146.0 |
| λ | 93.3 | 119.0 | 101.0 | 60.0 |
| π | 110.5 | 116.0 | 121.2 | 94.1 |
| δ | 17.12 | -2.96 | 20.20 | 34.12 |
| θ | 0.83 | 1.01 | 0.82 | 0.63 |
| $\sigma(\delta)$ | 203.79 | 235.04 | 222.20 | 154.12 |
| $\sigma(\theta)$ | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| E | 17.1% | -0.7% | 18.2% | 37.5% |

Table 13. Results of fatal and serious injuries(FSIs)

| Parameter | Total | 1st yr. | 2nd yr. | 3th yr. |
|------------------|-------|---------|---------|---------|
| N_{bt} | 58 | 58 | 58 | 58 |
| N_{at} | 39 | 48 | 49 | 20 |
| N_{bc} | 105 | 105 | 105 | 105 |
| N_{ac} | 102 | 110 | 113 | 84 |
| λ | 39 | 48 | 49 | 20 |
| π | 55.5 | 59.7 | 61.3 | 45.6 |
| δ | 16.51 | 11.67 | 12.30 | 25.57 |
| θ | 0.68 | 0.78 | 0.77 | 0.42 |
| $\sigma(\delta)$ | 94.51 | 107.67 | 110.30 | 65.57 |
| $\sigma(\theta)$ | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 |
| E | 32.2% | 22.4% | 22.8% | 57.7% |

Table 14. Results of fatal injuries(FIs)

| Parameter | Total | 1st yr. | 2nd yr. | 3th yr. |
|------------------|-------|---------|---------|---------|
| N_{bt} | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| N_{at} | 2.7 | 3.0 | 4.0 | 1.0 |
| N_{bc} | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 |
| N_{ac} | 10.7 | 13.0 | 10.0 | 9.0 |
| λ | 2.7 | 3.0 | 4.0 | 1.0 |
| π | 3.6 | 4.3 | 3.3 | 3.0 |
| δ | 0.89 | 1.33 | -0.67 | 2.00 |
| θ | 0.56 | 0.52 | 0.89 | 0.25 |
| $\sigma(\delta)$ | 6.23 | 7.33 | 7.33 | 4.00 |
| $\sigma(\theta)$ | 0.19 | 0.14 | 0.38 | 0.08 |
| E | 24.9% | 30.8% | -20.0% | 66.7% |

연차별로 분석하면 전체 사상자수와 달리 1년차에서도 약 22.4% 감소한 것으로 분석되며, 3년차의 감소효과가 57.7%로 가장 높게 분석되어 3년차까지 감소효과가 증가한 것으로 판단된다.

또한 시스템 도입에 따른 사망자(FAs) 및 중상자 수(SAs) 감소효과 Table 14 및 Table 15와 같다.

사망자 수 감소효과는 전체 사상자 수 감소효과 17.1%보다 높은 24.9%로 분석된다. 또한 사망 사고건수와 마찬가지로 2년차에 사망자 수 증가효과가 발생하고 있다. 이에 향후 더 많은 자료를 수집하여 활용한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

중상자 수 감소효과는 평균 33.1%로 분석된다. 또한 1년차(26.4%) 및 2년차(24.0%)에 비해 3년차(54.7%)에 사고 감소 효과가 높게 나타나는 것으로 파악된다.

3. 소결

분석지표별 신뢰수준 95%에서의 신뢰구간 추정결과는 Table 16과 같다. 전술한 바와 같이 효과율은 1보다 작을 경우 사고감소효과가 있다고 말할 수 있으며,

Table 15. Results of serious injuries(SIs)

| Parameter | Total | 1st yr. | 2nd yr. | 3th yr. |
|------------------|-------|---------|---------|---------|
| N_{bt} | 52.0 | 52.0 | 52.0 | 52.0 |
| N_{at} | 35.0 | 41.0 | 45.0 | 19.0 |
| N_{bc} | 89.5 | 89.5 | 89.5 | 89.5 |
| N_{ac} | 91.0 | 97.0 | 103.0 | 73.0 |
| λ | 35.0 | 41.0 | 45.0 | 19.0 |
| π | 52.3 | 55.7 | 59.2 | 41.9 |
| δ | 17.29 | 14.73 | 14.18 | 22.94 |
| θ | 0.64 | 0.71 | 0.73 | 0.43 |
| $\sigma(\delta)$ | 87.29 | 96.73 | 104.18 | 60.94 |
| $\sigma(\theta)$ | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 |
| E | 33.1% | 26.4% | 24.0% | 54.7% |

Table 16. Summary of 95-percentile confidence interval

| Type | Total | +1 | +2 | +3 |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Total accidents | 1.02 | 1.21 | 1.02 | 0.84 |
| | 0.68 | 0.81 | 0.69 | 0.54 |
| | 0.34 | 0.42 | 0.35 | 0.25 |
| Fatal and serious accidents | 0.95 | 1.09 | 1.05 | 0.69 |
| | 0.58 | 0.68 | 0.66 | 0.40 |
| | 0.21 | 0.27 | 0.26 | 0.11 |
| Total injuries | 1.06 | 1.26 | 1.03 | 0.83 |
| | 0.83 | 1.01 | 0.82 | 0.63 |
| | 0.60 | 0.75 | 0.60 | 0.42 |
| Fatal and serious injuries | 0.95 | 1.07 | 1.06 | 0.64 |
| | 0.68 | 0.78 | 0.77 | 0.42 |
| | 0.40 | 0.48 | 0.48 | 0.20 |

감소율은 전술한 식(1)과 같이 정의된다. 이에 전체 교통사고건수는 평균적으로 효과율이 0.34-1.02로 나타나 (-)2-64%의 사고감소효과가 발생할 수 있는 것으로 기대된다. 또한 중상이상 사고건수는 5-79%, 총 사상자 수는 (-)6-40%, 사망 및 중상 사상자 수는 5-60%의 사고 감소효과가 기대된다. 또한 사고감소효과가 가장 크게 나타나는 설치 후 3년차에는 전체 교통사고건수는 16-75%, 중상이상 사고건수는 31-89%, 총 사상자 수는 17-58%, 사망 및 중상 사상자 수는 36-80%의 사고 감소효과가 기대된다.

신뢰구간 추정의 효과율이 일부 1.0보다 큰 값이 존재하지만 그 값이 크지 않고 시간이 지날수록 낮아지는 추세를 나타내고 있어, 구간과속단속시스템 운영에 따른 사고건수 및 사상자수 감소효과를 기대할 수 있는 것으로 판단된다.

또한 연구는 시간이 지날수록 감소효과가 커지는 경향을 나타내고 있다. 이는 국내 운전자들에게 생소한 구간과속단속시스템이 시간이 지남에 따라 안정화되어 사고 감소효과가 크게 나타나는 것으로 판단된다. 이는 안

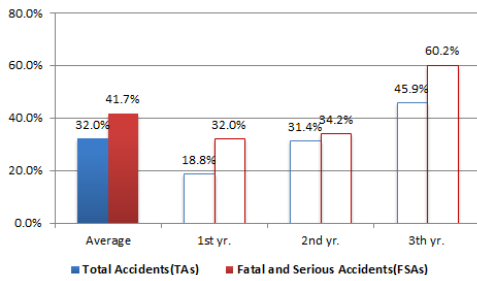


Figure 1. Summary of accident reduction

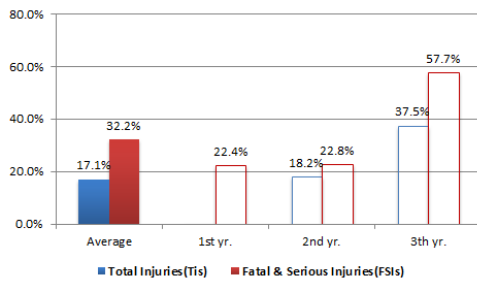


Figure 2. Summary of injury reduction

정확되는 시점 이후 감소할 것으로 판단되나, 이는 향후 연구를 통해 정확한 분석이 필요한 것으로 사료된다.

또한 사망사고의 경우 2년차에서 사고 증가가 나타났다. 이는 수집된 자료가 부족하여 발생한 것으로 판단되어, 향후 이를 보완한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

Figure 1 및 2는 분석결과를 종합하고 있다. 이 연구에서 분석한 4가지 효과적도(MOE) 모두에서 감소효과가 있는 것으로 분석되며, 시간이 지날수록 감소효과는 점차 증가하는 것으로 나타난다. 또한 중상 이상의 심각 사고(사상자) 감소에 높은 기대치를 나타내고 있다.

한편, 사고발생건수 감소에 비해 사상자수 감소효과는 낮게 나타나는데, 이는 재차인원의 차이에 따라 차이가 있을 수 있기 때문으로 판단된다.

Table 17은 단순비교방법, 일대일 비교방법 및 비교 그룹방법의 분석 결과에는 편차가 발생함을 알 수 있다. 이 편차는 사업이 시행되지 않은 비교그룹의 사고 변화를 감안한 결과이다. 또한 유사지점을 그룹화 시켜 일대일 비교법에서 발생할 수 있는 오차를 최소화시킨 결과라 할 수 있다. 따라서 이 연구는 단순 사고 비교에 비해 신뢰도 높은 연구결과를 도출을 시도한 것에 의미가 있다.

결론

이 연구는 고속도로 구간과속단속시스템 설치에 따른

Table 17. Comparison among various methods

| Evaluation | Accident | | Injury | |
|--|----------|-------|--------|-------|
| | TAs | FSAs | TIs | FSIs |
| Simple before-after evaluation method | 25.7% | 39.9% | 26.5% | 32.2% |
| Before-after evaluation with yoked comparisons | 29.2% | 38.5% | 15.9% | 30.4% |
| Before-after evaluation with comparison group | 32.0% | 41.7% | 17.1% | 32.2% |

교통사고 감소효과를 분석하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 구간과속단속시스템 설치된 고속도로 9개 구간 전체를 대상으로 도입 5년간(사전 2년, 사후 3년) 수집된 교통사고 자료를 활용하여 대표적인 사전·사후 분석방법의 하나인 비교그룹방법을 통한 교통사고 감소효과를 추정하였다.

비교대상 그룹은 고속도로 452개 IC구간을 대상으로 교통사고에 유의미한 영향을 미치는 변수인 구간길이, 일교통량, 버스비율 및 곡선구간수를 수집하여 선정하였다. 먼저 일교통량을 중심으로 25개 그룹으로 분류한 뒤 최종적으로 버스비율과 곡선구간수가 분석대상 그룹과 유사특성을 가지는 14개 구간을 선정하였다.

분석은 구간과속단속시스템 도입에 따른 전체 교통사고(TAs), 중상이상 교통사고(FSAs), 사망 교통사고(FAs), 중상 교통사고(SAs), 전체 사상자수(TIs), 중상이상 사상자수(FSIs), 사망자 수(FIs) 및 중상자 수(SIs)로 구분하여 연차별 분석을 시행되었으며, 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 비교그룹방법을 활용하여 구간과속단속시스템 운영성적을 분석한 결과, 교통사고 발생건수와 사상자수는 각각 32.0%와 17.1% 감소하는 것으로 분석된다.

둘째, 심각사고(중상 이상)의 발생건수 및 사상자수는 각각 41.7%와 32.2% 감소한 것으로 분석되어, 심각사고(사상자) 감소에 높은 효과가 있는 것으로 평가된다.

셋째, 구간과속단속시스템 도입에 따른 교통사고 감소효과는 연차별로 점차 증가세를 나타내고 있으며, 운영 후 3년차에서 가장 높은 사고감소효과가 나타난다.

현재 우리나라는 교통안전도 Global Top 10 진입을 목표로 2016년까지 교통사고 사망자를 40% 감소시키기 위하여 노력하고 있다. 이 연구를 통하여 그 성과가 입증된 만큼 치사율이 높은 고속도로 교통사고 사망자수 감소를 위한 구간과속단속시스템의 도입이 필요하다고 판단된다.

이 연구는 구간과속단속시스템의 사고 감소 효과에

대한 기초 연구로 방법론 및 자료 수집에 한계를 지닌다. 이에 향후 곡선 반경 등의 기하구조를 반영하여 유사지점의 정확성을 높여 연구의 신뢰도를 향상시킬 필요성이 있다. 또한 많은 사고 자료의 수집, 교통량 변화를 감안한 다양한 방법론을 통한 분석, 구간 길이의 세분화 등을 추가한 연구가 필요하다고 판단된다. 아울러 구간별 사고 감소 효과 및 사고형태의 구조변화에 대한 분석도 필요하다.

또한 향후 구간과속 단속시스템의 최대 설치효과 및 안정화 시점에 대한 연구도 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Douglas W., Karin M., Ingrid B., Darren J., Karea R., Emilia R., et al. (2003), Safety Effectiveness of Intersection Left and Right Turn Lanes, TRB 2003 Annual Meeting CD-ROM, 1840, 131-139.
- Evertse M. W. (1998), Development and Implementation of a System for Travel-Time based Speed Enforcement Using Video-Technology, 5th ITS World Congress, 2088.
- Han W. S., Kim M. B., Hyeon C. S. (2005), The Enforcement Scheme of the Over speeding vehicle by Travel Speed , J. Korean Soc. Transp, 23(1), Korean Society of Transportation, 21-32.
- Hauer E. (1997), Observational Before-after studies on Road Safety, Pergamon.
- Joo D. H., Hyeon C. S., Han W. S., Lee C. G. (2009), Study on the Analysis for the Effects of the Automated Speed Enforcement System Application, J. Intelligent Transport System, 8(6), The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, 55-63.
- Jung Y. I., Park B. H., Beak T. H. (2012), Traffic Accident Reduction Effects on the Operation of Point to Point Speed Enforcement Systems, The 66th Conference of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, 303-308.
- KICT(Korea Institute of Construction Technology), Traffic Monitoring System, <http://www.road.re.kr>.
- Kim T. Y., Park B. H. (2010), Accident Reduction Effects by Year After Installation of Red Light Cameras, J. Intelligent Transport System, 9(2), The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, 23-32.
- Kim Y. S., Cho Y. B. (2005), A Study on the Installation of the Automated Speed Enforcement Camera for the Effectiveness, J. Korean Soc. Transp, 23(5), Korean Society of Transportation, 35-45.
- Korea Expressway Corporation, www.ex.co.kr.
- KoROAD (2008), A Study of Developing Evaluation Model and Design Criteria for Point to Point Average Speed Based Enforcement, KoROAD.
- KoROAD(Road Traffic Authority) (2007), A Study of Developing Point to Point Average Speed Based Enforcement, KoROAD.
- KoROAD, Traffic Accident Analysis System(TAAS), <http://taas.rota.or.kr>.
- Lee D. M., Kim D. H., Song G. S. (2011a), Analysis of Effects From Traffic Safety Improvement on Roadways Using C-G Method, J. Korean Soc. Transp, 29(3), Korean Society of Transportation, 31-40.
- Lee H. W., Joo D. H., Hyeon C. S., Kim D. H. (2011b), Improving the Evaluation Method for Before and After Based on Point to Point Average Speed, J. traffic safety research, 30, KoROAD(Road Traffic Authority), 53-67.
- Lee H. W., Kim D. H., Park B. H., Lee C. G., Ha D. I., Lee B. C. (2010), A Study on Driving Characteristics of Drivers at the Enforcement System Based on Speed Data, J. Intelligent Transport System, 9(6), The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, 43-53.
- Lee S. B., Jung D. Y., Kim D. K. (2008), The Effect of a School Zone Improvement Project on Crash Reduction Regarding Land Use Characteristics, . Korean Soc. Transp, 26(3), Korean Society of Transportation, 109-117.
- Lee S. H., Lee Y. D., Do M. S. (2012), Safety Impacts of Red Light Enforcement on Signalized Intersections, J. Korean Soc. Transp, 30(6), Korean Society of Transportation, 93-102.

- Mun S. R., Lee Y. I., Lee S. B. (2012), Developing a Traffic Accident prediction model for Freeways, J. Korean Soc. Transp, 30(2), Korean Society of Transportation, 101-116.
- Park B. H., Jung Y. I., Kim K. H. (2012), Traffic Accident Reduction Effects of the All-Red Clearance Interval(ARCI) Operation, J. Korea Soc. Transp, 30(2), Korean Society of Transportation, 21-27.
- Park J. J., Lee Y. M., Park J. B., Gang J. G. (2008), The Effect of Point to Point Speed Enforcement Systems on Traffic Flow Characteristics, J. Korean Soc. Transp, 26(3), Korean Society of Transportation, 85-95.
- Yoo S. J. (2009), Introduction of Point to Point Average Speed Enforcement System (무인구간단속 시스템 개요 설명), Transportation Technology and Policy, 6(1), Korean Society of Transportation, 178-184.
- Yun I. S., Park S. H., Oh B. S., Oh Y. T. (2011), Study of the Effect of Point to Point Speed Enforcement System Using a Comparison-Group Method, J. Korea Soc. Road Eng, 13(4), Korea Society of Road Engineers, 177-185.

알림 : 본 논문은 대한교통학회에서 주최한 제66회 학술 발표회에서 발표한 “구간과속단속시스템 운영에 따른 교통사고 감소효과”의 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

- ☞ 주 작성자 : 정용일
- ☞ 교신저자 : 박병호
- ☞ 논문투고일 : 2013. 11. 22
- ☞ 논문심사일 : 2014. 1. 13 (1차)
2014. 2. 3 (2차)
2014. 2. 26 (3차)
- ☞ 심사판정일 : 2014. 2. 26
- ☞ 반론접수기한 : 2014. 8. 31
- ☞ 3인 익명 심사필
- ☞ 1인 abstract 교정필