

사업용 자동차의 DTG 설치 단기 효과분석

Short-Term Impact Analysis of DTG Installation for Commercial Vehicles

이 석 준*
(Seok-June Lee)

이 청 원**
(Chungwon Lee)

요 약

최근 사업용 자동차에 대한 다양한 대책방안이 요구되고 있으며, 디지털 운행기록장치가 새로운 대안으로 제시되고 있다. 국내에서는 2011년 1월 1일부터 단계별로 사업용 자동차의 디지털 운행기록장치(DTG, Digital Tachograph) 장착을 법적으로 의무화하였으며, 2011년 이후 교통안전공단에서는 디지털 운행기록장치를 활용한 운행기록분석시스템을 구축 중에 있다. 운행기록분석시스템에서 실시간으로 수집되는 운전자의 위험운전행동, 운행거리 등 실시간 운행기록을 바탕으로 한 기대효과를 분석한 사례는 국내외 모두 미미한 상태이다. 본 연구에서는 운행기록분석시스템을 통해 수집된 자료와 운수회사 자료를 바탕으로 운전자별 위험운전행동변화 추이, 교통사고변화 추이 및 교통사고 절감비용, 연료소모량 변화 추이 및 연료비 절감비용, CO₂를 중심으로 한 사회적 편익 증가효과를 추정하였다. 또한 위험운전행동군수를 통해 차량을 3개의 위험운전그룹으로 구성하여 연료비 절감비용과 사회적 편익 증가효과를 재추정하였다. 고위험운전군의 연비는 저위험운전군 대비 버스, 택시는 약 15%이상 낮고 트럭은 30%이상 낮다. 고위험운전군에서 저위험운전군간 CO₂ 배출량의 격차는 버스, 택시, 트럭이 각각 25%, 25%, 42%로 매우 큰 것으로 분석되어 저위험군으로 전이가 중요한 것으로 판단된다. 본 연구는 실시간 운행기록을 활용한 안전 및 경제적, 사회적 기대효과를 단기간이지만 거시적인 측면에서 효과분석을 수행하였으며, 향후 장기간 자료가 수집될 경우 효과분석 할 수 있는 틀을 제시하였다.

Abstract

Recently, various alternatives for safety and efficiency of commercial vehicles have been considered, and one of the new alternatives is the application of a digital tachograph. In Korea, the installation of a digital tachograph to commercial vehicles was regulated from 2011 and Korea Transportation Safety Authority developed e-TAS to analyze the monitoring data from digital tachographs installed in the order of 100 commercial vehicles. This study performs the potential impact analysis of the DTG installation, which includes a trend of dangerous driving, a trend of traffic accidents and cost-effective analysis, a trend of fuel consumption and cost-effective analysis, a cost-effective analysis of social benefits using e-TAS data. Depending on the frequency of dangerous driving, the participants are divided into three groups; high-dangerous group, average-dangerous group and low-dangerous group. The high-dangerous driving group shows lower km/liter than the low-dangerous driving group by 15% for buses and taxis and by 30% for trucks. About CO₂ emission, the difference becomes bigger; 25%, 25% and 42% for buses, taxis and trucks, respectively. Although this study is a short-term period analysis, the methodology will be applicable for the long-term period analysis with larger data.

Key words : Digital tachograph, Commercial vehicles, Dangerous driving, Traffic accident, Cost-effectiveness analysis

† 본 연구는 서울대학교 건설환경종합연구소의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사의 뜻을 표합니다.

* 주저자 : 서울시립대학교 교통공학과 석사과정

** 교신저자 : 서울대학교 건설환경공학부 교수

† 논문접수일 : 2012년 5월 16일

† 논문심사일 : 2012년 6월 5일

† 게재확정일 : 2012년 12월 6일

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

2010년에 국내에서 발생한 자동차 1만대당 사망 자수는 사업용 차량이 비사업용에 비해 4.2배나 높아 사업용 자동차에 대한 다양한 대책방안이 요구되며, 디지털 운행기록장치가 새로운 대안으로 제시되고 있다. 디지털 운행기록장치란 차량의 운행정보를 실시간으로 저장하여 시시각각 변화하는 운행상황을 자동적으로 기록할 수 있는 장치이다.

영국을 포함한 유럽연합과 미국, 일본 등 교통선진국에서는 사업용 자동차의 교통사고 발생 감소를 위하여 디지털 운행기록장치 장착을 법적으로 의무화하였다. 최근 국내에서도 2011년 1월 1일부터 단계별로 사업용 차량의 운행기록장치 장착을 법적으로 의무화하였다.

2011년 현재, 교통안전공단에서는 사업용 자동차에 장착된 운행기록장치를 통해 차량의 순간속도, 분당엔진회전수(RPM), 브레이크 신호, GPS, 방위각, 가속도 등 운행기록자료를 분석하여 운전자의 과속, 급감속, 급가속 등 위험운전행동을 파악하기 위한 운행기록분석시스템을 구축 중에 있다.

그러나 운행기록분석시스템에서 수집되는 운전자의 위험운전행동, 운행거리 등 실시간 운행기록을 바탕으로 한 교통사고 감소, 연료비 절감 등의 기대효과를 분석한 사례는 국내외 모두 미흡하다.

본 연구는 운행기록분석시스템에서 수집되는 실시간 운행기록을 활용한 안전 및 경제적, 사회적 기대효과를 분석하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 무선망을 통해 수집된 12개 운수회사, 87대 차량, 105명 운전자의 2011년 하반기에 수집된 자료를 바탕으로 위험운전변화 추이, 교통사고변화 추이 및 비용절감효과, 연료 및 유지관리비 변화추이 및 비용절감효과, CO₂ 절감을 중심으로 한 사회적 편익 증가효과를 살펴보았다.

본 연구는 운행기록장치 관련 법·제도 현황, 효과 분석 연구사례 등의 기존문헌을 고찰한 후 현재의 법제도 기준과 효과분석 항목을 살펴보았으며, 본 연구에 맞게 효과분석 방법론을 산정한 후 위험운전, 교통사고, 연비, 사회적 편익 등의 효과분석을 거시적인 측면에서 살펴보았다.

II. 기존연구 및 관련문헌 고찰

1. 운행기록장치 장착관련 법·제도 현황

미국에서는 2012년 6월 4일 이후에 생산되는 사업용자동차에 Electronic On-Board Recorder(EOBR) 장착을 의무화하는 Proposed Rules을 발표하였다[1].

또한, 유럽연합은 2006년 5월 1일 이후 신규등록하는 사업용자동차에 디지털 운행기록장치 장착을 의무화하였고[2, 3], 일본에서도 사업용 자동차를 대상으로 장착을 법적으로 의무화하였다[4].

국내의 경우, 2010년 1월 1일 이후 신규 등록하는 사업용 자동차 장착 의무화, 기존 등록된 버스, 일반택시는 2012년 12월 31일까지, 개인택시와 화물자동차는 2013년 12월 31일까지 장착을 법적으로 의무화하여 운수회사의 안전관리를 지원하고 있다[5].

2. 운행기록장치 도입 효과분석 연구사례

운행기록장치 도입 효과분석에 대한 국외 연구 사례를 살펴보면 De Waard(1994)는 유럽연합의 운행기록장치 도입 등을 통한 교통사고 감소 편익을 10%로 산정하여 제시하였다[6].

국내의 경우 교통안전공단에서는 2009년과 2010년에 수행한 시범운영 결과, N고속은 연비 평균 4.56% 향상, 교통사고 발생건수 63% 감소하였고, 전체 600개 운수회사 교통사고 사망자수가 52.8% 감소한다고 하였다[7, 8].

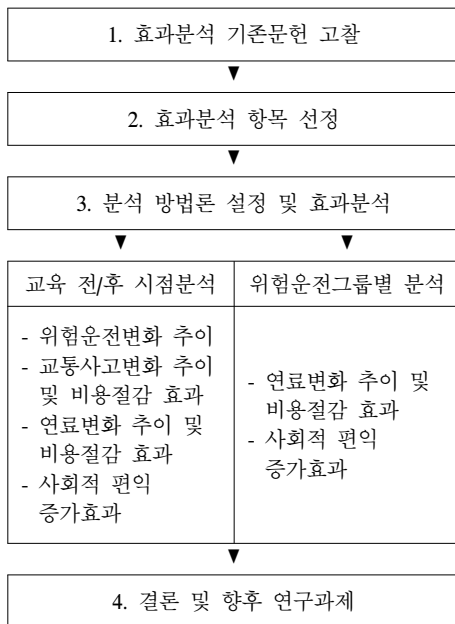
한국교통연구원(2006)에서는 운행기록장치 도입을 통해 서울 N여객의 유류비 10% 감소, 교통사고 발생건수 63% 감소한다고 하였다[9].

기존문헌 고찰결과, 운수회사 내부자료를 통한 기대효과 분석이 주였으며, 실시간 운행기록을 통한 분석 사례는 없었다.

Ⅲ. 연구의 방법론

1. 연구의 방법론

본 연구의 방법은 크게 3가지 범주로 구분된다. 첫째, 운행기록장치 장착 관련 법·제도와 효과분석 연구사례에 대한 기존문헌 고찰을 수행하였다. 둘째, 기존 문헌 고찰 후, 본 연구의 효과분석 항목을 선정하였으며, 효과분석항목은 위험운전변화추이, 교통사고변화 추이 및 비용절감효과, 연료변화 추이 및 비용절감효과, 사회적 편익 증가효과로 구성하였다. 셋째, 효과분석 항목 선정 후 운행기록분석시스템에서 수집되는 실시간 운행기록과 운수회사의 자료를 바탕으로 교육 전/후 시점 및 위험운전그룹별로 구분하여 효과분석을 수행하였다.



〈그림 1〉 연구의 방법론
(Fig. 1) Method of this research

2. 위험운전행동 항목 선정

본 연구는 교통안전공단(2010)에서 제시하고 있는 위험운전행동정의를 반영하여 시스템 구축이 이루어진 바, 이를 수용한 효과분석을 수행하였다.

본 연구의 10가지 위험운전행동의 정의는 다음과 같다[8].

〈표 1〉 10가지 위험운전행동 정의
(Table 1) 10 kinds of definitions of dangerous driving

구분	정의
급출발	- 속도가 0(정지)에서 출발하여 초당 속도가 11km/h 이상 증가한 경우
과속	- 도로의 제한속도보다 20km/h 초과 운행
장기 과속	- 도로의 제한속도보다 20km/h 초과 상태로 1분 이상 운행
급가속	- 속도가 초당 11km/h 이상 가속된 경우
급감속	- 브레이크를 사용하지 않고 초당 속도가 7.5km/h 이상 감속된 경우
급제동	- 브레이크를 사용하면서 초당 속도가 11km/h 이상 감속된 경우
급정지	- 브레이크를 사용하면서 초당 속도가 7.5km/h 이상 감속하여 속도가 0이 된 경우
앞지르기	- 속도가 초당 11km/h 이상 증가하면서 방위각이 30도 이상 좌우로 변하는 경우
진로 변경	- 속도변화가 없고, 방위각이 15도 이상 좌우로 변하는 경우
회전	- 초당 15km/h 이상의 속도를 유지하면서 일정시간 동안 방위각이 좌측 또는 우측 방향으로 60도 이상 변하는 경우

자료: 교통안전공단, 운행기록 분석시스템 구축 2차년도, 2010

Ⅳ. 실시간 운행기록의 효과분석

1. 수집 자료의 개요

시범운영기간동안 운행기록분석시스템에 수집되는 12개의 운수회사(버스 7, 택시 4, 화물 1), 105명 운전자(버스 61, 택시 29, 화물 15)의 기본 현황자료를 수집하였다. 단, 분석항목별 자료취득의 한계로 분석기간과 범위가 다른 바, 분석항목별로 기간과 범위를 명시하였고, 분석의 신뢰도를 높이기 위해 조사항목이 누락된 자료는 제외하였다.

〈표 2〉 운수회사 기본 현황
 〈Table 2〉 Status of transportation company

업종	대상 회사 (개)	대상 인원 (명)	평균 나이 (세)	평균 현회사 경력(년)	평균 EPDO 수치(년)
버스	7	61	51.3	7.44	0.42
택시	4	29	55.6	3.84	2.28
화물	1	15	43.0	2.63	0.46

2. 위험운전변화 추이

위험운전변화 추이를 분석하기 위해 12개의 운수회사(버스 7, 택시 4, 화물 1), 105명 운전자(버스 61, 택시 29, 화물 15)를 대상으로 2011년 9월 12일~10월 23일까지 총 6주간(교육 전 3주, 교육 후 3주)자료를 수집하였다.

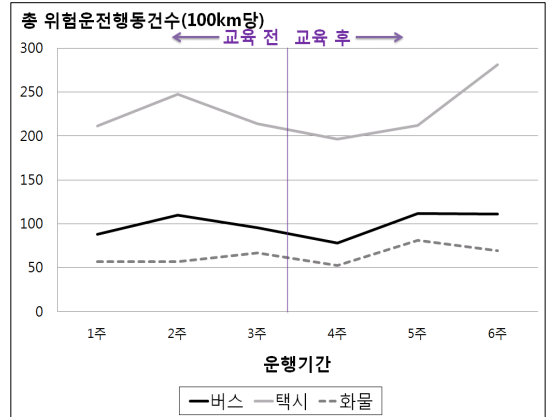
업종별 주간단위로 산정된 100km당 총 위험운전 행동건수를 비교한 결과, 택시 업종이 221.1건으로 위험운전행동 빈도수가 가장 높음을 알 수 있다.

〈표 3〉 업종별 총 위험운전행동건수(100km당)
 〈Table 3〉 Total dangerous driving counts of industry (100km)

구분	교육 전			교육 후			평균
	1주	2주	3주	4주	5주	6주	
버스	88.3	110	95.2	78.4	111.7	111.3	95.8
택시	211.2	247.8	213.8	196.5	211.8	281.1	221.1
화물	57.1	57	66.6	52.6	81.4	69.5	60.7

최초의 교육과 현장방문지도가 이루어진 3주차 이후 위험운전행동이 감소되어 교육효과가 존재함을 확인하였고, 시간이 지날수록 위험운전행동건수가 증가되어 교육효과가 감소됨을 확인하였다.

버스 업종에서는 진로변경을 제외한 위험운전행동 중 급가속 발생건수가 전체의 38.2%로 가장 많은 비중을 차지하였으며 교육 전 최대 19.23건, 교육 후 최소 14.48건으로 교육 후 약 24.7% 감소되는 것으로 나타났다.



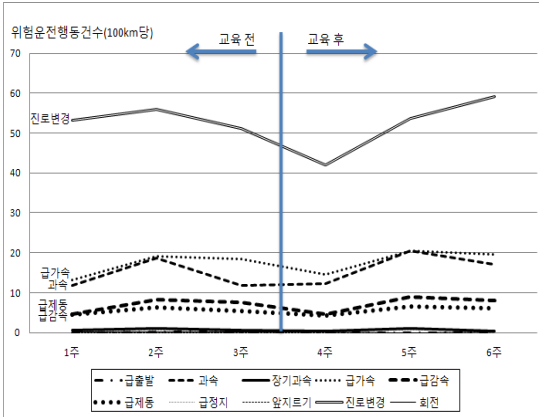
〈그림 2〉 업종별 총 위험운전행동변화 추이
 〈Fig. 2〉 Trends of total dangerous driving counts of industry(100km)

〈표 4〉 버스 업종의 위험운전행동건수(100km당)
 〈Table 4〉 Dangerous driving counts of bus (100km)

구분	교육 전			교육 후			평균
	1주	2주	3주	4주	5주	6주	
급출발	0.02	0.03	0.04	0.01	0.02	0.03	0.02
과속	11.70	18.56	11.74	12.31	20.45	17.07	14.26
장기과속	0.53	0.99	0.55	0.33	0.99	0.44	0.62
급가속	13.17	19.23	18.42	14.48	20.44	19.55	16.91
급감속	4.71	8.33	7.46	4.65	8.95	8.14	6.65
급제동	4.49	6.29	5.47	4.34	6.59	6.16	5.34
급정지	0.39	0.51	0.40	0.31	0.56	0.58	0.43
앞지르기	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.23	0.03
진로변경	53.25	56.01	51.09	41.91	53.69	59.10	51.53
회전	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03

주: 진로변경 횟수는 업종별 특성(승·하차 등)으로 인해 필수불가결하게 발생되어 큰 의미를 부여하지 않음

또한 버스 업종에서는 교육 직후인 4주차 이후 주간단위로 산정된 10가지 평균 위험운전행동건수(100km당)가 대부분 감소하였으나, 이후 다시 증가하는 추세를 확인하였다.



〈그림 3〉 버스 업종의 위험운전행동변화 추이
(Fig. 3) Trends of dangerous driving counts of bus

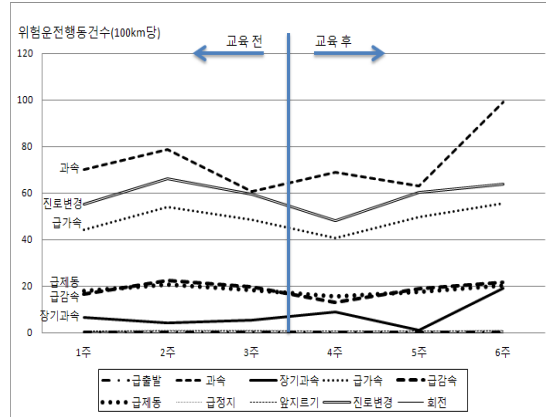
택시 업종에서는 진로변경을 제외한 위험운전행동 중 과속 발생건수가 전체의 43.5%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 교육 전 최대 78.78건, 교육 후 최소 63.15건으로 교육 후 약 19.8% 감소되는 것으로 나타났다.

〈표 5〉 택시 업종의 위험운전행동건수(100km당)
(Table 5) Dangerous driving counts of taxi(100km)

구분	교육 전			교육 후			평균
	1주	2주	3주	4주	5주	6주	
급출발	0.09	0.10	0.11	0.08	0.11	0.09	0.10
과속	70.11	78.78	60.59	68.92	63.15	99.05	71.01
장기과속	6.56	4.11	5.50	8.97	1.03	19.18	6.91
급가속	44.21	53.96	48.64	40.57	49.49	55.60	47.57
급감속	16.36	22.28	19.76	12.81	19.01	21.78	18.16
급제동	17.72	20.73	18.30	15.65	17.51	20.10	18.20
급정지	0.74	0.94	0.90	0.78	0.68	0.97	0.84
앞지르기	0.44	0.61	0.52	0.52	0.47	0.56	0.52
진로변경	54.99	66.22	59.44	48.18	60.33	63.78	57.81
회전	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03

주: 진로변경 횟수는 업종별 특성(승·하차 등)으로 인해 필수불가결하게 발생되어 큰 의미를 부여하지 않음

또한 택시 업종에서도 교육 직후인 4주차 이후 주간단위로 산정된 10가지 평균 위험운전행동건수(100km당)가 대부분 감소하였으나, 이후 다시 증가하는 추세를 확인하였다.



〈그림 4〉 택시 업종의 위험운전변화 추이
(Fig. 4) Trends of dangerous driving counts of taxi

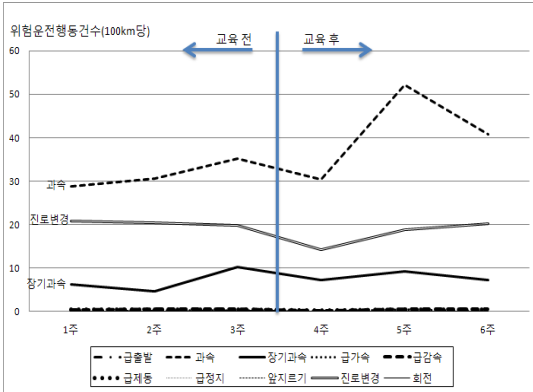
화물 업종에서는 진로변경을 제외한 위험운전행동 중 과속 발생건수가 전체의 79.7%로 가장 많은 비중을 차지하였으며 교육 전 최대 35.25건, 교육 후 최소 30.40건으로 교육 후 약 13.76% 감소되었다.

〈표 6〉 화물 업종의 위험운전행동건수(100km당)
(Table 6) Dangerous driving counts of truck(100km)

구분	교육 전			교육 후			평균
	1주	2주	3주	4주	5주	6주	
급출발	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
과속	28.83	30.54	35.25	30.40	52.13	40.84	33.33
장기과속	6.18	4.76	10.30	7.33	9.26	7.34	7.38
급가속	0.26	0.30	0.34	0.17	0.39	0.17	0.27
급감속	0.44	0.55	0.50	0.26	0.49	0.54	0.45
급제동	0.53	0.42	0.39	0.27	0.42	0.47	0.40
급정지	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
앞지르기	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
진로변경	20.81	20.40	19.77	14.18	18.75	20.16	18.84
회전	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01

주: 진로변경 횟수는 업종별 특성(승·하차 등)으로 인해 필수불가결하게 발생되어 큰 의미를 부여하지 않음

또한 화물 업종에서도 교육 직후인 4주차 이후 주간단위로 산정된 10가지 평균 위험운전행동건수(100km당)가 대부분 감소하였으나, 이후 다시 증가하는 추세를 확인하였다.



〈그림 5〉 화물 업종의 위험운전변화 추이
 〈Fig. 5〉 Trends of dangerous driving counts of truck

3. 교통사고변화 추이 및 비용절감효과

교통사고변화 추이 및 비용절감효과는 12개 운수회사 중 교통사고관련 자료 수집이 이루어진 7개 회사(버스 4, 택시 2, 화물 1), 70명(버스 40, 택시 15, 화물 15)의 운전자를 대상으로 분석을 수행하였다.

1) 교통사고변화 추이

교통사고변화 추이 분석을 위해 디지털 운행기록장치 장착 전과 장착 후를 구분하여 연평균 사고건수로 환산한 자료를 이용하였다.

장착 전 사고건수는 운전자가 현 회사 입사 후부터 운행기록계 장착 전까지의 연평균 사고건수이고, 장착 후 사고건수는 운행기록계를 장착한 후 9주간 발생한 사고건수를 연간으로 환산한 수치이다.

버스 업종은 전체 40명의 운전자 중 장착 후 사망사고와 대물사고를 야기한 운전자는 없었으며, 1명만이 부상사고를 야기했다. 택시 업종은 전체 15명의 운전자 중 장착 후 사망사고를 야기한 운전자는 없었으며, 1명만이 부상사고와 대물사고를 야기했다. 화물 업종은 전체 15명의 운전자 중 장착 후 사망사고, 부상사고, 대물사고를 야기한 운전자는 없었다.

사고심각도를 반영한 EPDO수치를 업종별로 분석한 결과, 버스와 화물 업종에서 감소되었고, 택시 업종에서는 증가되었다. 단, 운행기록장치 장착 후 기간이 9주로 매우 짧아 분석결과를 절대적으로 비교하기에는 한계가 있다.

〈표 7〉 업종별 교통사고 변화
 〈Table 7〉 Trends of traffic accidents of industry

구분	장착 전 연간환산된 사고건수(건)				장착 후 9주간 연간환산된 사고건수(건)			
	사망	부상	대물	EPDO	사망	부상	대물	EPDO
버스	0	0.13	0.22	0.62	0	0.14	0	0.43
택시	0	0.35	0.27	1.32	0	0.07	0.07	1.54
화물	0	0.01	0.44	0.46	0	0	0	0

2) 교통사고비용 절감효과

본 연구에서는 심리적 비용이 고려된 “2009년 서울시 교통안전기본계획”[12]에서 제시된 교통사고 비용 중 사고 1건당 36,620,000원을 적용하여 교통사고비용을 추정하였다.

〈표 8〉 서울시 교통안전기본계획상의 교통사고비용
 〈Table 8〉 Traffic accidents costs of Seoul study

구분	교통사고비용(원)	비고
사망(명)	382,580,000	-
부상(명)	31,750,000	-
사고(건)	36,620,000	적용

자료: 서울특별시, 제1차 서울특별시 교통안전기본계획, 2009

버스의 교통사고 비용은 약 60%가 절감되었고, 택시는 약 77%가 절감되었다. 단, 운행기록장치 장착 후 기간이 9주로 매우 짧아 분석결과를 절대적으로 비교하기에는 한계가 있다.

〈표 9〉 업종별 교통사고비용 변화
 〈Table 9〉 Cost-effective analysis of traffic accidents of industry

구분	장착 전 (연간 환산된)	장착 후 9주간 (연간 환산된)	절감여부
버스	12,817,000	5,126,800	절감
택시	22,704,400	5,126,800	절감
화물	16,479,000	0	절감

4. 연료변화 추이 및 비용절감효과

운행기록장치 장착 후 6주 동안 자료 수집이 이루어진 6개 회사(버스 3, 택시 2, 화물 1), 총 45대(버스 27, 택시 9, 화물 9)의 차량을 대상으로 교육 전후 시점에 따른 연료변화 추이 및 비용절감효과를 분석하였다.

또한 주간단위로 산정된 100km당 위험운전행동건수를 바탕으로 위험운전그룹군을 고위험군, 평균위험군, 저위험군 총 3개로 구분하였으며, 위험운전그룹군별로 연비 산정 후 비용절감효과를 재분석하였다.

1) 연료변화 추이

수집된 차량별 연료량과 운행거리 자료를 이용한 연료변화 추이를 살펴본 후 연비를 산정하였다.

버스 업종은 교육 후 연비 0.08(약 3%) 개선, 택시 업종은 교육 후 연비 0.25(약 4%) 개선되었다. 반면, 화물은 연비가 -0.11(약 -4%) 악화되었는데 이는 버스, 택시와 달리 운행노선이 정해져 있지 않고 전국으로 운행하기 때문에 운전자 교육에 어려움이 있어 연비가 개선되지 못한 것으로 판단된다.

〈표 10〉 업종별 평균연비(km/l)
〈Table 10〉 Average fuel consumption of industry

구분	교육 전				교육 후			
	1주	2주	3주	평균	4주	5주	6주	평균
버스	2.26	2.40	2.39	2.35	2.44	2.38	2.47	2.43
택시	6.21	6.24	6.61	6.36	6.97	6.51	6.31	6.60
화물	2.82	2.43	3.02	2.74	2.76	2.71	2.48	2.65

2) 교육 전/후 시점에 따른 업종별 연료 비용절감효과

차량별로 수집된 연료량과 운행거리를 이용하여 교육 전/후 시점에 따른 업종별 연비와 비용절감금액을 추정하였다.

추정된 절감비용금액을 살펴보면, 버스는 1대당 1일 3,936원, 1년 약 143만원이고, 택시는 1대당 1일 1,630원, 1년 약 59만원을 절감할 수 있다.

반면 화물 업종에서는 (-)절감비용이 발생되어 운전자 교육이 좀 더 보완될 필요가 있는 것으로 분석되었다.

〈표 11〉 교육 전후 시점에 따른 업종별 연료 비용절감효과
〈Table 11〉 Cost-effective analysis of fuel consumption of industry

구분	차량 1대당					연료 단가 (원/l)
	교육전 3주간 평균 연비 (km/l)	교육후 3주간 평균 연비 (km/l)	1일 평균운행거리 (km)	1일절감 비용 (원)	1년 절감 비용 (원)	
버스	2.35	2.43	297	3,936	1,436,759	945
택시	6.36	6.60	264	1,630	594,814	1,081
화물	2.74	2.65	252	-5,498	-2,006,921	1,762

3) 위험운전행동건수 누적시간의 위험운전그룹에 따른 연료변화 추이

본 연구에서는 교육시점에 따른 연료소모변화 추이 외에 위험운전변화 추이에서 산정된 차량별 위험운전행동건수를 활용하여 다음과 같이 업종별 연료변화 추이를 살펴보았다.

첫째, 주간단위로 산정된 평균 위험운전행동건수(100km당)를 고려하여 업종별로 차량 1대당 평균 누적시간(초/주/100km/대)을 산출하였다.

둘째, 산출된 평균 누적시간에 따라 운전자를 각각 1/3씩 고위험운전군, 평균위험운전군, 저위험운전군으로 구분하여 연료변화 추이를 재구성하였다.

① 버스 업종 연비개선 효과

분석결과, 버스 업종의 연비개선효과는 저위험운전군이 고위험운전군에 비해 0.33(km/liter) 높고, 약 15.4% 연비가 개선된 것으로 나타났다.

또한 평균 누적시간이 적은 저위험운전군일수록 연비가 좋을 수 있다.

〈표 12〉 버스 업종 위험운전그룹의 연료변화 추이
〈Table 12〉 Trends of average fuel consumption of dangerous groups of bus

구분	평균 연비(km/liter)						평균 적시간 (초/주/100km/대)
	1주	2주	3주	4주	5주	6주	
고위험 운전군	2.03	2.21	2.20	2.25	2.14	2.33	1,190
평균 운전군	2.33	2.45	2.42	2.52	2.47	2.53	775
저위험 운전군	2.45	2.54	2.55	2.49	2.52	2.56	440

② 택시 업종 연비개선 효과

택시 업종의 연비개선효과는 저위험운전군이 고 위험운전군에 비해 0.98(km/liter) 높고, 약 15.6% 연비가 개선된 것으로 나타났다.

또한 평균 누적시간이 적은 저위험운전군일수록 연비가 좋음을 알 수 있다.

〈표 13〉 택시 업종 위험운전그룹의 연료변화 추이
(Table 13) Trends of average fuel consumption of dangerous groups of taxi

구분	평균 연비(km/liter)						평균 누적시간 (초/주/ 100km/대)
	1주	2주	3주	4주	5주	6주	
고위험 운전군	5.64	6.37	6.34	7.32	6.38	6.19	3,251
평균 운전군	6.44	5.98	7.34	6.88	6.17	6.58	1,536
저위험운 전군	7.43	6.67	6.91	8.75	7.72	6.88	1,035

③ 화물 업종 연비개선 효과

화물 업종의 연비개선효과는 저위험운전군이 고 위험운전군에 비해 0.67(km/liter) 높고, 약 31.0% 연비가 개선된 것으로 나타났다.

또한 평균 누적시간이 적은 저위험운전군일수록 연비가 좋음을 알 수 있다.

〈표 14〉 화물 업종 위험운전그룹의 연료변화 추이
(Table 14) Trends of average fuel consumption of dangerous groups of truck

구분	평균 연비(km/liter)						평균 누적시간 (초/주/ 100km/대)
	1주	2주	3주	4주	5주	6주	
고위험 운전군	2.26	1.97	1.93	2.66	1.90	2.41	940
평균 운전군	2.94	2.68	3.34	3.90	2.66	2.23	208
저위험 운전군	2.93	2.55	3.25	2.59	3.18	2.80	128

4) 위험운전그룹에 따른 업종별 절감효과

위험운전그룹에 따른 업종별 절감비용 분석을 위하여, 업종별로 차량 1대당 위험운전그룹의 평균 연비, 연료단가, 일평균 운행거리를 산출하였다.

〈표 15〉 위험운전그룹에 따른 평균연비, 연료단가, 일평균 운행거리
(Table 15) Informations of dangerous driving groups

구분	평균연비(km/l)			연료 단가 (원/l)	일평균 운행거리 (km/일/대)
	고위험운 전군	평균위험 운전군	저위험운 전군		
버스	2.19	2.45	2.52	945	297
택시	6.31	6.52	7.29	1,081	264
화물	2.16	2.83	2.83	1,762	252

주: 연료단가는 2011년 10월 기준 버스(CNG) 945원, 택시(LPG) 1,081원, 화물(경유) 1,762원 적용

〈표 16〉 위험운전그룹의 업종별 연료 비용절감효과
(Table 16) Cost-effective analysis of fuel consumption of dangerous of industry

구분	평균 연비(km/l)	차량 1대 기준		
		1일 연료 절감량(l)	1일 절감 비용(원)	1년 절감 비용(원)
버스	고위험 운전군	2.19		
	▼		14.41	13,616
	평균운 전군	2.45		4,969,712
	▼		3.37	3,186
	저위험 운전군	2.52		1,162,785
택시	누적		17.78	16,802
	고위험 운전군	6.31		6,132,497
	▼		1.35	1,455
	평균운 전군	6.52		531,023
	▼		4.27	4,617
화물	저위험 운전군	7.29		1,685,335
	누적		17.12	6,072
	고위험 운전군	2.16		2,216,358
	▼		27.59	48,621
	평균운 전군	2.83		17,746,750
▼		0	0	
저위험 운전군	2.83		0	
누적		27.59	48,621	
			17,746,750	

위험운전그룹별로 산출된 평균 연비에 따른 업종별 비용절감금액을 추정하였으며, 차량 1대당 비용 절감금액은 버스 약 613만원, 택시 약 221만원, 화물 약 1,774만원으로 추정되었다. 업종별로 연료 비용절감금액을 살펴본 결과, 위험운전군이 저위험 운전군으로 전이될수록 차량 1대당 연료비 절감액이 크게 증가됨을 알 수 있었다.

5. 사회적 편익(배기가스 배출) 증가효과

본 연구에서의 사회적 편익 효과분석은 연비개선에 따른 연료소모 감소로 인한 배출가스 감소량 추정을 중심으로 수행하였다. 기존 문헌고찰 결과, 현재 연비개선에 따른 배기가스 배출량 산정식은 한국교통연구원(2011)[10]에서 제시하고 있으나, CO₂에 대해서만 확립되어 있어 본 연구에서는 CO₂ 배출량에 대한 사회적 편익 증가효과만 분석하였다.

〈표 17〉 CO₂(g/kl) 배출량 산정식
 〈Table 17〉 CO₂(g/kl)emissions formula

구분	CO ₂ (g/kl) 산출량 공식
LPG 자동차	483 / (0.273 × 연비(km/l))
휘발유 자동차	640 / (0.273 × 연비(km/l))
경유 자동차	734 / (0.273 × 연비(km/l))

자료: 한국교통연구원, 운전자 운행패턴과 교통류 분석을 통한 에코드라이빙 활성화 방안 연구, 2011

1) 교육 전/후 시점에 따른 업종별 사회적 편익 분석

교육 전/후 시점에 따른 업종별 배기가스 배출량을 분석한 결과, 교육 후 버스는 6.5%, 택시는 7.1% CO₂배출량이 절감이 가능한 것으로 추정되었으나, 화물은 6.9% 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 18〉 업종별 교육 전후 시점에 따른 사회적 편익 증가효과
 〈Table 18〉 Cost-effective analysis of social benefits of industry

구분	차량 1대 기준					
	평균연비 (km/l)	CO ₂ 배출량 (kg/kl)	연간 연료 사용량 (kl)	연간 CO ₂ 배출량 (kg/kl)	연간 절감된 CO ₂ 배출량 (kg/kl)	
버스	교육전	2.35	0.75	46.13	34.73	
	▼					-2.25 (-6.5%)
택시	교육후	2.43	0.73	44.61	32.48	
	교육전	6.36	0.28	15.15	4.21	
화물	교육후	6.60	0.27	14.60	3.91	
	교육전	2.74	0.98	33.57	32.94	
화물	▼					+2.28 (+6.9%)
	교육후	2.65	1.01	34.71	35.22	

2) 위험운전그룹에 따른 업종별 사회적 편익 분석

위험운전그룹에 따른 사회적 편익 분석결과, 고 위험운전군에서 저위험운전군으로 전이될수록 차량 1대당 CO₂배출량 절감이 크게 증가되는 것으로 나타났다. 또한 차량 1대당 연간 CO₂배출량은 버스는 24.5%, 택시는 25.0%, 화물은 41.7% 절감이 가능한 것으로 분석되었다.

〈표 19〉 위험운전그룹에 따른 사회적 편익 증가효과
 〈Table 19〉 Cost-effective analysis of social benefits of dangerous of industry

구분	차량 1대 기준					
	평균연비 (km/l)	CO ₂ 배출량 (kg/kl)	연간 연료사용량 (kl)	연간 CO ₂ 배출량 (kg/kl)	연간 절감된 CO ₂ 배출량 (kg/kl)	
버스	고 위험군	2.19	0.81	49.50	39.99	
	▼					-8.04 (-20.1%)
	평균	2.45	0.72	44.25	31.95	
	▼					-1.75 (-4.4%)
	저 위험군	2.52	0.70	43.02	30.20	
누적					-9.79 (-24.5%)	
택시	고 위험군	6.31	0.28	15.27	4.28	
	▼					-0.27 (-6.3%)
	평균	6.52	0.27	14.78	4.01	
	▼					-0.80 (-18.7%)
	저 위험군	7.29	0.24	13.22	3.21	
누적					-1.07 (-25.0%)	
화물	고 위험군	2.16	1.24	42.58	53.01	
	▼					-22.13 (-41.7%)
	평균	2.83	0.95	32.50	30.88	
	▼					0 (0%)
	저 위험군	2.83	0.95	32.50	30.88	
누적					-22.13 (-41.7%)	

V. 결론 및 향후과제

본 연구는 운행기록분석시스템의 시범운행 자료를 활용하여 안전 및 경제적, 사회적 효과에 대한 저서적인 측면에서의 단기 분석을 수행하였다.

위험운전변화 추이 분석결과, 모든 업종에서 교육이 시행된 4주차에 위험운전행동건수의 감소현상이 확인되었으며, 이후 위험운전행동건수가 다시 증가하는 현상이 관측되었다. 이는 위험운전행태에 대한 감소이후 이를 지속적으로 유지시키는 방안이 중요할 것으로 판단된다.

교통사고 변화 및 비용절감 분석의 경우는, 운행기록장치 장착 후 대부분 감소되었으나, 운행기록장치 장착 후 분석기간이 9주로서 매우 짧아 절대적인 비교분석은 한계가 있었다.

연료변화 추이 및 비용절감 분석결과, 고위험운전군 연비는 저위험운전군 대비 버스 및 택시는 약 15%이상, 트럭은 30%이상 낮은 것으로 분석되었다. 또한, 고위험운전군에서 저위험운전군으로 전이될 경우, 연비향상으로 인하여, 버스는 차량 1대당 1일 연료절감비용이 16,802원, 택시 6,072원, 화물 48,621원이고 1년 절감비용은 버스 약 613만원, 택시 약 221만원, 화물 약 1,774만원으로 추정되었다. 단, 유지관리비는 단기간 자료수집으로 인하여 분석결과와의 의미가 크지 않았다.

사회적 편익(배기가스 배출)의 증가효과 분석결과, 위험운전그룹군별 CO₂배출량을 업종별로 산출 비교한 바에 따르면, 고위험운전군에서 저위험운전군간 CO₂배출량의 격차는 버스, 택시, 화물이 각각 25%, 25%, 42%로 매우 큰 것으로 나타났다. 결국 저위험운전군으로 운전행태를 바꾸는 것으로 인한 CO₂배출량 및 타 배기가스 배출량의 감소폭은 상당한 수준으로 추정된다.

향후에는 보다 장기간 수집자료를 바탕으로 교통사고비용 추정, CO₂ 이외의 배기가스에 대한 배출량 산정 및 절감비용 산정을 위한 연구가 필요할 것이다. 또한 위험군 운전자에 대한 효과적인 교육프로그램의 개발 적용이 중요하다고 본다.

참고문헌

- [1] FMCSA, “Federal Motor Carrier Safety Administration Part 395.16”
- [2] VOSA, “Rules on Drivers’ Hours and Tachographs Goods Vehicles & Passenger-carrying vehicles in GB and Europe”, 2011
- [3] Official Journal of the European Union, “REGULATION (EC) No 561/2006 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT COUNCIL of 15 March 2006”, 2006
- [4] 경찰청, “외국 도로교통법령 번역집:일본”, 2010
- [5] 법제처, “교통안전법 시행령 개정안(2011.08 일부개정)”, 2010
- [6] Dick de Waard, Ton Rooijers, “An experimental study to evaluate the effectiveness of different methods and intensities of law enforcement on driving speed on motorways”, 1994
- [7] 교통안전공단, “버스 운행기록 자료 분석모델 개발 연구용역”, 2009
- [8] 교통안전공단, “운행기록 분석시스템 구축 2차년도”, 2010
- [9] 한국교통연구원, “디지털운행기록계 표준화 및 안전관리시스템 구축방안 연구”, 2006
- [10] 한국교통연구원, “운전자 운행패턴과 교통류 분석을 통한 에코드라이빙 활성화 방안 연구”, 2011
- [11] 한국ITS학회, 운행기록 분석의 기대효과, 2011
- [12] 서울특별시, “제1차 서울특별시 교통안전기본계획”, 2009

저자소개



이 석 준 (Lee, Seok-June)

2010년 ~ 현 재 : 서울시립대학교 교통공학과 석사과정

2009년 : 남서울대학교 지리정보공학과 공학사



이 청 원 (Lee, Chungwon)

현 재 : 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 교수

1998년 : University of Texas at Austin, Ph.D.(Transportation Engineering)

1988년 : 서울대학교 토목과 교통공학 석사

1986년 : 서울대학교 토목과 공학사