

야간의 시인성 저하가 교통사고에 미치는 영향 진단 -경기도 지역의 경부, 서해안, 영동, 서울외곽순환고속도로를 중심으로-

Study on Effect of Low Visibility Condition at Nighttime on Traffic Accident

이 승 신*
(Seung-sin Lee)

김 태 현**
(Tae-heon Kim)

손 봉 수***
(Bong-soo Son)

요 약

이 연구에서는 교통사고 영향요인 중 야간의 시인성 저하가 교통사고 발생에 미치는 영향을 진단하였다. 연구를 위해 경기도지역의 경부선, 서해안선, 영동선, 서울외곽순환고속도로의 기본구간을 58개의 소구간으로 분할하였고, 2009년에서 2012년 상반기까지 소구간에서 발생한 교통사고 410건을 이용하여 야간의 어두움으로 인한 시인성 저하가 교통사고에 미치는 영향을 진단하였다. 실험방법은 준실험설계를 준용하여 시인성 외 교통사고에 영향을 주는 변인을 통제하고 음이향 회귀분석을 활용하였다. 조사 결과, 맑음 기상조건에서의 LOS A 상태 등 특정조건에서 주간과 야간의 시인성 차이가 교통사고 발생에 유의한 영향을 미치는 것으로 진단되었다. 그리고 진단 결과를 이용하여 교통사고의 유형과 원인에 대하여 다양한 분석을 시도하였다.

핵심어 : 시인성, 어두움, 고속도로, 기하구조, 교통사고, 음이향 회귀분석

ABSTRACT

This Study deals with effect of low visibility condition at nighttime on traffic accident. Roads for experiment of this study are Gyeongbu expressway, Seohaean expressway, Yeongdong expressway and Seoul beltway in Gyeonggi province. For this study, I subdivided basic straight section of them into 58 short section. And I analyzed effect of low visibility condition by darkness at nighttime on traffic accident by using 410 traffic accidents between January 1, 2009 and June 30, 2012 on those sections. The Quasi-experimental and negative binomial regression were applied to analyze effect of low visibility condition at nighttime on traffic accident. In this study, I only analyzed visibility difference of daytime and nighttime on traffic accident except other effective variables on traffic accidents. As a result, I have found that it is for low visibility condition at nighttime to have effect on traffic accidents at such specific conditions as Los A speed is maintained in basic straight section of expressway in fine weather. And I tried to do various analysis on types and causes of traffic accidents using the result of analysis.

Key words : Visibility, Darkness, Expressway, Geometry, Traffic Accident, Negative Binomial Regression

† 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT 융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음
(NIPA-2014-H0401-14-1007)

* 주저자 : 도로교통공단 선임과장

** 교신저자 : 연세대학교 박사과정

*** 공저자 : 연세대학교 교수

† 논문접수일 : 2013년 12월 11일

† 논문심사일 : 2014년 03월 03일

† 게재확정일 : 2014년 03월 21일

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

2011년 우리나라의 자동차 1만 대당 교통사고 사망자수는 평균 2.86명으로 OECD 평균 1.25명보다 약 2.2배 높으며 OECD 31개국 중 29위 수준이다.¹⁾

총생산손실법으로 산정한 2009년 교통사고의 경제적 피해는 약 11조 7천억원으로 GDP의 약 1.1%에 달한다.²⁾

정부에서는 교통사고와 사망자 감소를 위해 시선유도표지, 갈매기표지, 표지병 등 시인성 관련 교통안전시설을 확충하고 노면표시 표준시방서를 제정하는 등 도로의 야간 시인성을 높이기 위해 노력하고 있다. 그럼에도 불구하고 2011년도 18시~24시 야간시간대의 교통사고 발생률은 전체 교통사고의 약 33.73%이고 교통사고 사망율은 약 31.91% 수준으로, 주간시간대에 비해 교통사고 발생률은 약 5~10%, 교통사고 사망률은 약 8~9% 높은 실정이다.

교통사고에 영향을 미치는 요인으로는 인적 요인, 차량적 요인, 도로적 요인이 있으나, 야간에는 시거가 제한되고 차선과 표지판의 식별성이 떨어져 교통사고로 이어지는 등 어두움으로 인한 시인성 저하도 교통사고에 영향을 미치는 주요한 요인으로 작용할 수 있을 것이다. 이런 점에 있어서 일몰 이후부터 일출 이전까지 시인성의 저하가 교통사고에 어떤 영향을 미치는지 실증적 진단이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 경기지역 고속도로 기본구간에서 주간과 야간의 교통사고 비교를 중심으로 야간의 시인성 저하가 교통사고에 미치는 영향을 진단하고, 진단 결과를 통해 야간 교통사고의 유형과 원인을 분석하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 경기지역의 경부선, 서

해안선, 영동선, 서울외곽순환선 등 4개 고속도로의 기본구간으로 정하였다.

시간적 범위는 2009년 1월 1일부터 2012년 6월 30일까지 기본구간에서 발생한 교통사고 중 당사자간 합의처리 된 경우를 제외하고 경찰에 신고 접수된 교통사고를 대상으로 하였다.

고속도로의 교통사고 자료는 경찰청의 교통사고 통계를 통해 구득하였으며, 구득한 교통사고 자료를 대용량의 데이터 처리가 가능한 데이터베이스 시스템인 오라클(Oracle)과 지리정보시스템인 아크맵(Arcmap)을 이용하여 사고자료를 필터링(filtering)하고 분류하였다.

그리고 국토해양부의 교통량정보제공시스템에서 구득한 시간대별 교통량 자료를 이용하여 개별 교통사고를 LOS(Level Of Service) 등급별로 분류하였다.

고속도로는 진입부와 합류부를 제외한 58개의 소구간으로 나누었으며, 이를 다시 주간과 야간, 상행과 하행으로 재구분하여 총 232개의 분석구간으로 세분하였다.

그리고 필터링된 교통사고 410건을 발생장소별로 분석구간에 배정하여 시인성 영향 진단이 가능한 데이터로 재구성하였다.

시인성에는 차선과 표지판의 식별성 등 여러 가지 의미가 있으나, 본 연구에서는 야간의 어두움으로 인한 시인성 저하의 원인으로 한정하였다.

분석방법으로는 분석대상 사고자료에 대해 회귀 분석을 실시하여 야간의 시인성 저하가 교통사고에 미치는 영향을 진단하였으며, 진단 결과를 토대로 시인성이 교통사고의 유형과 원인에 어떻게 작용하는지 분석하였다.

II. 기존 문헌 고찰

1. 교통사고 발생빈도 예측

홍성민 등(2012)은 교통사고 빈도 추정 모형 개발 시, 교통사고수를 이산적 확률변수(Discrete Random Variable)로 해석하면서 포아송 회귀식과 음이항 회귀식을 적용하였다. 이때 과분산(Overdispersion)

1) 국토해양부(관계부처합동), 2011년도 국가교통안전시행계획, 2011, p4

2) 도로교통공단, '09 도로교통 사고비용의 추계와 평가, 2011, p72

sion)이 0일 경우 포아송 분포를 적용하고, 0이 아닐 경우 음이항 분포를 적용하였다.①

박민수 등(2012)은 복합선형 구간에서의 교통사고 특성 분석 연구에서 개별 사고건수로 정리된 자료를 1억대당 사고율 개념으로 재정리하여 각 구간별로 상대적인 비교를 가능하게 하였다.②

선행연구를 검토한 결과, 분석구간의 교통사고 발생수가 적고 사고가 정기적으로 발생하지 않는 이산적 확률변수 인 경우 이산확률분포인 포아송 분포와 음이항 분포를 선택하여 적용할 수 있는 것으로 조사되었다.

포아송 분포는 분산과 평균이 거의 일치하는 분포이고, 음이항 분포는 분산이 평균보다 큰 분포로서 K값이 0이면 포아송 분포를 적용하였고, K값이 0이 아니면 음이항 분포를 적용하였다.

과분산계수(K)를 구하는 공식은 식(1)과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Var}(y_i) &= \exp(y_i) + K \times \exp(y_i)^2 \\ K &= (\text{Var}(y_i) - E(y_i)) \div E(y_i)^2 \end{aligned} \quad (1)$$

본 연구에서 시인성 진단을 위한 교통사고 발생 분포는 음이항 분포를 따르며 회귀모형은 식(2)와 같다.

$$\begin{aligned} \ln Y &= \beta_0 + \beta_1 X_1 \\ Y &: \text{사고건수} \\ X_1 &: \text{주간야간구분 (주간 : 0, 야간 : 1)} \end{aligned} \quad (2)$$

우도비(Likelihood ratio index) 검정은 개발된 모형의 설명력을 판단하는 지표로서 1에 가까울수록 좋은데, Mcfadden(1976)에 의하면 우도비 값이 0.2~0.4일 경우에 좋은 설명력을 가진다고 하였으며 우도비를 구하는 공식은 식(3)과 같다.③

$$\begin{aligned} \rho^2 &= 1 - \frac{L(\beta)}{L(0)} \\ L(\beta) &: \text{log likelihood function} \\ L(0) &: \text{restricted log likelihood function} \end{aligned} \quad (3)$$

2. 시인성 및 기하구조의 교통사고 영향 요인

시인성 저하와 교통사고가 양의 관계를 갖는 것으로 분석된 연구로, 전우훈 등(2005)은 사고의 심각도를 나타내는 치사율이 주간에 비해 야간이 약 1.5배 높다고 하였으며, 특히 18시~20시에 교통사고 발생과 사망자가 많이 발생한다고 하였다. 일몰 이후 약 25~30분 동안은 주위의 조도가 감소하여 차선의 휘도와 운전자의 시각적 수행능력이 감소하여 물체에 대한 시인성과 시거가 줄어든다고 하였다.④ 유두선 등(2008)은 2004년 청주시 4지 신호교차로의 사고 분석에서 야간사고율이 주간보다 약 2.56배 높으며, 특히 19시~23시에 교통사고가 가장 많이 발생한다고 하였다. 그리고 신호위반이 야간사고에 가장 큰 영향을 미친다고 하였으며 주도로의 제한속도가 높을수록 사고가 적게 발생한다고 하였다.⑤ 시인성과 운전자 반응시간의 영향에 대한 연구로, Forbes, T W(1960)는 시인성이 저하될수록 운전자의 반응시간도 같이 느려진다고 하였다.⑥

반면에 시인성 저하와 교통사고가 음의 관계를 갖는 것으로 분석된 연구로, 윤병조 등(2011)은 LOS A 상태의 아침, 저녁, 심야시간대에서는 교통량(대/30초)이 3대 이하인 경우 운전자 피로 또는 전방시야 확보의 어려움으로 평균 주행속도 이상 차량의 구성비가 감소한다고 하였다.⑦ 정은비 등(2011)의 연구에서 속도와 사고율간의 관계를 보면 중앙값과 최솟값, 표준편차의 값이 증가하면 사고율도 증가하며, 속도의 표준편차가 사고율에 가장 큰 영향을 미친다고 하였다. 즉 평균 주행속도 이상 차량의 구성비 감소는 사고와 최솟값 저하가 음의 관계를 갖는 것으로 판단된다.⑧ Mueller and Trick(2012)은 숙련된 운전자는 시인성이 좋을 경우 초보자보다 고속으로 운전하지만 안개가 출현하여 시인성이 떨어질 경우에는 속도를 줄인다고 하였다. 반면 초보자는 시인성이 떨어지는 상황에서도 고속으로 운전하였고 운전조작에 있어서도 변화가 크다고 하였다.⑨ 홍성민 등(2012)의 연구에서도 야간 및 일출몰 시간에 교통안전에 영향을 미치는 기하구조 특성을 분석하였으며, 연평균일교통량(AADT)이 주간과 야간, 일

출몰 시의 교통사고 모두에서 양의 관계를 가진다고 하였다. 그리고 주간 교통사고는 곡선반경이 다른 두 개의 곡선이 직선 없이 연속될 경우 교통사고가 증가하며, 야간에는 곡선반경이 큰 평면곡선과 완화 곡선의 개수가 교통사고와 음의 상관관계를 가지고 평면곡선과 종단곡선이 중첩된 복합선형은 양의 관계를 가진다고 분석하였다.①

시인성 요인으로 도로의 조명에 대한 연구로, Monsere and Fischer(2008)는 도로의 조명을 줄인 44 개의 인터체인지와 5.5마일의 고속도로 교통사고 연구에서 야간의 충돌사고와 부상사고가 증가하였으며, 부분적으로 도로조명을 줄인 IC에서는 야간 사고가 약 2.46% 증가한다고 하였다.⑩

기하구조 요인의 교통사고 영향에 대한 연구로, 이수범 등(2003)은 도로 및 특성에 따른 교통사고 예측모형 개발 연구에서 AADT와 교차로 수, 연결로 수가 사고와의 연관성이 높다고 하였고, 특히 고속도로의 경우에는 교통량이 증가할수록 사고도 증가한다고 하였다.⑪ 김진선 등(2010)은 청주시의 가로구간 중 주간선도로를 13개 도로, 300개 구간으로 세분하고 사고건수를 종속변수로 하여 교통사고 요인을 분석하였는데, 주간선도로의 사고요인으로는 교통량과 굴곡점이 사고에 영향을 미치는 것으로 분석하였다.⑫

교통사고와 요일에 대한 연구로, 채범석 등(2009)은 주말교통사고 특성 연구에서 주말로 갈수록 사고율이 높아지고, 토요일(평균 15.7%)과 금요일(평균 15.1%)에 높은 구성비를 보이고 있으며 일요일은 평균 13.2%로 사고가 가장 적게 발생한다고 하였다.⑬

심상우 등(2009)은 도로기상요인의 영향에 따른 고속도로 교통상황 유형 분류 연구에서 강우 시 맑은날에 비해 약 15.9% 속도가 감소하며, 주간(9.4%)에 비해 야간(28.9%)에 더 많이 감소한다고 분석하였다.⑭

3. 준실험 설계

기정훈 등(2009)은 준실험계획법에서는 실험조건

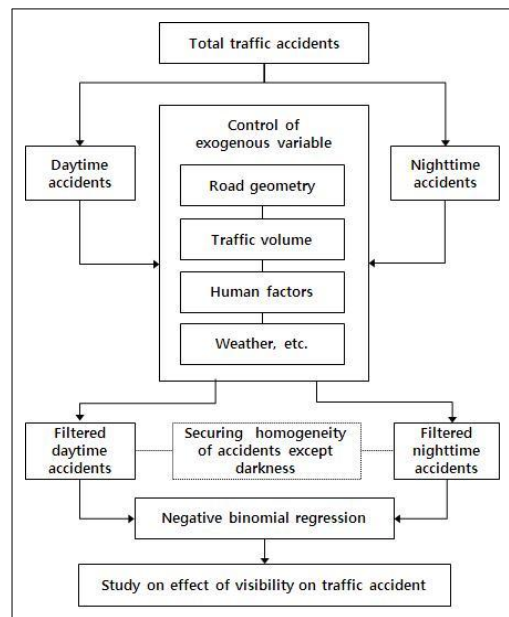
의 물리적인 통제 없이 통계적인 통제에만 의존하며, 연구자는 실험집단과 통제집단을 임의로 결정하는 것이 아니라 관찰에 의해서 결정하게 된다고 하였다.⑮

본 연구에서는 교통사고 영향 변인을 임의로 조작·통제할 수 없기 때문에 준실험설계를 이용하여 시인성이 교통사고에 미치는 영향을 진단하였다.

기하구조가 동일한 장소에서 평일에 발생한 사고를 분석대상으로 하고 음주운전 사고와 졸음운전 사고를 배제하는 등 시인성 영향 진단을 위하여 실험설계와 유사한 비교집단을 구성하고자 하였다.

실험설계의 중요한 목적은 원인 A가 결과 B와 관계되었다는 것에 대한 확실한 인과관계를 추리하는데 있으나, 본 연구에서는 야간의 시인성 저하가 교통사고에 영향을 미치는 여러 원인중 하나인지를 진단하고자 한다.

<그림 1>은 본 연구의 준실험설계 절차이다.



<그림 1> 준실험설계 절차
(Fig. 1) Procedure of quasi-experimental design

4. 기존 연구와의 차별성

본 연구에서는 여러 교통사고 유발요인 중 시인

성의 영향을 진단하기 위하여 고속도로의 IC, JC, 터널, 휴게소의 사고 등은 제외하였다.

그리고 고속도로 기본구간 중 평지의 직선구간에서 발생한 사고를 교통량 수시조사 지점의 시간대별 교통량을 이용하여 개별 사고별로 LOS를 분류·지정하여 분석대상으로 하였다.

또한 교통량이 평일과는 상이한 주말의 교통사고, 시인성과 관련이 없는 정비불량 사고, 야간 발생률이 높은 음주운전 사고, 졸음운전 사고 등은 분석대상에서 제외하였다.

이와 같이 분석구간에서 주간과 야간의 사고영향 변인을 통제하고 주간과 야간의 차이는 어두움에 따른 시인성의 차이만 존재한다고 가정하여, 야간의 시인성 저하가 교통사고에 미치는 영향을 회귀분석을 통해 진단하였다.

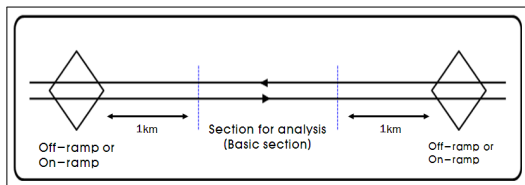
III. 분석대상 자료구축

1. 분석구간 설계

기하구조를 통제변인으로 설정하기 위하여 고속도로의 진출입부 및 엇갈림 구간은 제외하고 기본구간을 분석구간으로 정하였다. 고속도로 기본구간이라 함은 연결로의 진출입 교통량에 따른 영향을 받지 않는 고속도로 부분, 즉 인터체인지와 약 400m 이상 멀리 떨어져 있는 도로구간을 말한다.

따라서 본 연구에서는 상류부를 기준으로 진입 연결로(on-ramp) 1km 이후부터 다음 진출연결로 1km 이전까지를 기본구간으로 정하였다.

본 연구에서는 각 고속도로별로 시인성 진단을 수행하지 않고, 경부선, 서해안선, 영동선, 서울외곽선의 기본구간을 58개의 소구간으로 분류하고 전체



<그림 2> 분석대상구간(기본구간)
<Fig. 2> Section for analysis(Basic section)

구간을 시인성 진단을 위한 기본자료로 사용하였다.

<그림 2>는 본 연구에서 정의한 분석대상구간(기본구간)의 개념도이다.

<표 1> 분석구간 세분화기준
<Table 1> Subdivision Criteria of Section for analysis

Section for analysis (Basic section)	Subdivision criteria	Remarks
Less than 500m	Exclusion from analysis object	
More than 500m and less than 4km	Usage without division	
More than 4km	Subdividing into 3km unit	e.g. 7.5km=3km+3km+1.5km

<표 2> 경부고속도로 분석구간 세분화결과(예시)
<Table 2> Subdivision sample of Section for analysis of Gyeongbu Expressway

Section code	Analysis section	Distance from starting point(km)		Section distance (km)
		Departure	Arrival	
139_A	Yangjae IC	416.43	413.43	3
139_B	~Pangyo JC	413.43	410.43	3
137_A	Pangyo IC ~Sin-gal JC	407.32	404.32	3
137_B		404.32	401.32	3
137_C		401.32	397.35	3.97
136	Sin-gal JC ~Suwon IC	395.35	394.8	0.55
135	Suwon IC ~Giheung IC	392.8	389.65	3.15
134-1	Giheung IC ~Dongtan JC	387.65	386.28	1.37
134	Dongtan JC ~Osan JC	384.28	380.58	3.7
133_A	Osan IC ~Anseong JC	378.58	375.58	3
133_B		375.58	372.58	3
133_C		372.58	369.58	3

기본구간을 58개 구간으로 세분한 기준은 <표 1>과 같은데, 사고 집계를 위해 기본구간에서 분석대상 구간이 4km 이상인 경우에는 구간을 3km 단위로 세분하였으며, 500m 이상 4km 미만인 경우에는 분할 없이 사용하였고, 구간이 너무 짧을 경우에는 정확한 사고 집계가 되지 않을 수 있어 500m 미

만의 구간은 분석대상에서 제외하였다. 그리고 구간을 위해, 세분한 구간의 코드에 under bar(_)를 붙이고 알파벳 대문자를 A부터 순차적으로 B, C, D 순서로 부여하여 <표 2>와 같이 세분구간을 구분하였다.

교통사고에 영향을 미치는 교통량과 같은 제반 요인에 대한 통제를 강화하기 위하여 AADT를 사용하지 않고 2009년~2011년의 시간대별 교통량을 구득하여 각 교통사고 자료에 대응시켰다. 교통량은 매년 10월 셋째 주 목요일에 24시간 동안 수시 조사 방식에 의해 실제조사된 교통량을 승용차환산 계수(Passenger Car Unit, PCU)를 이용하여 변환한 후, <표 3>의 ㉠와 같이 분석대상 구간의 차로당 교통량을 구하였다. 2012년의 교통량은 구득할 수 없어 2009년~2011년의 교통량을 합산하고 산술평균하여 2012년의 교통량을 생성하였다.

그리고 고속도로 기본구간의 서비스 수준표를 이용하여 <표 3>의 ㉡와 같이 각 구간의 시간대별, 상하행별 LOS 등급을 구하였다.

<표 3> 분석대상 58개 구간 중 2011년의 안성IC-안성 JC구간의 시간대별 교통량(예시)

<Table 3> Time based traffic volume sample between Anseong IC and Anseong JC in 2011

Section code	Coll-ec-tion time	Direct-ion	Traffic volume			Dista- nce (km)	㉡LOS
			Measu- rement	PCU	㉠Traffic volume by lane		
132-1	06	south	2,000	2,512	628	2.61	A
132-1	07	north	3,716	4,122	1,031		B
132-1	07	south	2,714	3,255	814		B
132-1	08	north	4,623	5,117	1,279		C
132-1	08	south	3,006	3,500	875		B
132-1	09	north	5,385	5,990	1,498		C

2. 분석자료 설계

본 연구를 위해 수집한 1,940건의 교통사고 로우(raw) 데이터는 다양한 교통사고 유발 요인에 의해 발생하였기 때문에 사고자료 전체를 시인성 영향 진단에 활용하기에는 적합하지 않았다. 그래서 <표

4>와 같이 시인성이 교통사고에 미치는 영향을 분석하기에 적합한 형태로 교통사고 자료를 필터링하였으며, 기하구조에 의해 사고가 발생할 수 있는 요인은 평지의 직선구간으로 통제하였다.

<표 4> 교통사고자료 필터링 기준

<Table 4> Filtering criteria of traffic accident data

Category	Filtering criteria
Basic section	-Exclusion of accidents before 1km after on-ramp and off-ramp
Geometric characteristics	-Exclusion of accidents in intersection, within tunnels, on elevated road and of uncertain geometric characteristics
	-Exclusion of accidents in curve sections and of longitudinal slope
	-Exclusion accidents of rest area and expressway service area
	-Analyzing accidents in horizontal alignment, straight section and not crossroads
Human factors	-Analyzing accidents of moving vehicles in basic section
	-Exclusion of accidents involving alcohol and drowsy driving accidents occurring mainly at nighttime
Time factors	-Traffic accidents by daytime : 08:00~17:00
	-Traffic accidents nighttime : 20:00~the next day 05:00
Other factors	-Exclusion of accidents on saturday and sunday
	-Analyzing accidents of fine weather and rainy accidents

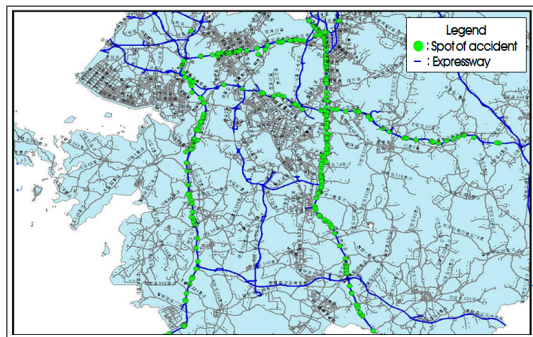
사고요인 중 인적 요인도 통제하여 야간에 발생률이 높은 음주운전, 졸음운전 사고는 제외하였다. 실제 2009년 1월부터 2012년 6월까지 경부선에서의 음주·졸음 운전사고는 주간 56건, 야간 159건으로 야간에 약 2.84배 높았다.

사고자료의 시간대는 연중 일출시간과 일몰시간을 감안하여 주간사고는 08시~17시(9시간)의 사고를 선택하고, 야간사고는 20시~익일 05시(9시간)의 사고자료를 선택함으로써 주간과 야간의 사고를 명확히 구분하였다. 그리고 교통량도 평일에 조사된 수시조사 지점의 시간대별 교통량을 사용하였기 때문에 주말의 교통사고는 제외하여 교통량 변인을 통제하였다. 최종 선정된 분석대상 교통사고 자료

는 <표 5>, <그림 3>과 같다.

<표 5> 분석대상 교통사고 건수
(Table 5) Number of traffic accidents for analysis

Section	Ratio(%)	Tot	Day time	Night time
Ratio(%)	-	-	61.95	38.05
Tot	-	410	254	156
Gyeongbu	51.95	213	141	72
Seohaean	17.32	71	39	32
Yeongdong	13.90	57	30	27
Beltway	16.83	69	44	25



<그림 3> 분석대상 교통사고 자료 지도 분석
(Fig. 3) Location of traffic accident for analysis in digital map

분석대상으로 선정된 410건의 교통사고 발생 시간, 장소, 상하행 구분을 조사하여 각 사고가 발생한 당시의 교통량을 구하였다.

본 연구에서는 분석대상 구간의 교통량 상시조사 지점의 시간대별 교통량 자료를 구득할 수 없어, 교통량 수시조사 지점의 시간대별 교통량 자료를 구득하여 분석대상의 교통사고가 발생한 시간대의 교통량으로 사용하였다.

각 사고별로 교통량을 대응시킨 결과는 <표 6>과 같다.

그리고 각 분석구간에서 발생한 교통사고를 고속도로의 통행속도 및 교통량 등 교통서비스 분류 기준인 LOS 등급별로 집계하였다.

맑음 기상조건에서의 LOS C, LOS D, LOS E와 강우 기상조건에서의 LOS B, LOS C, LOS D, LOS E는 교통사고 영향을 진단하기에는 사고 발생수가

<표 6> 각 교통사고 발생 시간대의 교통량 수준(예시)
(Table 6) Hourly traffic volume sample of the time that each traffic accident happen in going toward Seoul of Gyeongbu

Date	Time	Accident type	Occurrence position	Time	Section code	Traffic volume	Length (km)
090114	13:40	rear-end collision	387 km	day	134-1	1,270	1.37
090211	03:19	rear-end collision	383.8 km	night	134	284	3.7
100419	15:00	side impact	381km	day	134	1,412	3.7
100603	13:00	side impact	380.7 km	day	134	1,298	3.7
120622	23:45	side impact	392.4 km	night	135	520	3.15

부족하여 진단대상에서 제외하였다.

본 연구를 위해 각 구간별로 교통사고를 집계한 기준은 <표 7>과 같다.

<표 7> 각 구간별 교통사고 집계 기준
(Table 7) Counting criteria of traffic accidents in each section

Weather condition	Accidents counting condition by each section	Counting purpose
Fine weather	Total accidents	Dignosis on effect of visibility difference from total accidents
	Nighttime accidents of Gyeongbu	Dignosis on effect of visibility difference whether to install streetlight or not
	Accidents of LOS A condition	Dignosis on effect of visibility difference from LOS A
	Accidents of LOS B condition	Dignosis on effect of visibility difference from LOS B
Rainy weather	Total accidents	Dignosis on effect of visibility difference from total accidents
	Accidents of LOS A condition	Dignosis on effect of visibility difference from LOS A

각 분석구간에 대하여 LOS 등급별, 주·야간별, 기상조건별로 교통사고 발생건수를 집계하고, 각 분석구간에서 주간과 야간에 각 등급별 LOS가 얼마나 출현하였는지를 조사하였다. 주간의 LOS 개수는 08시~17시까지 시간대별로 9개의 교통량 분석

단위로 나누었으며, 야간의 LOS 개수도 20시~익일 05시까지 시간대별로 9개로 나누었다. 그리고 분석 구간에서 진단하고자 하는 LOS 등급이 2009년부터 2012년 상반기까지 출현한 빈도를 산술평균하여 분석구간의 LOS 등급별 출현빈도와 비율을 구하였다. 각 구간에 대해 LOS 등급별로 교통사고를 집계한 결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> LOS A에서 각 구간별 교통사고를 집계한 결과(예시)
<Table 8> Traffic accident data aggregation sample of each section in LOS A

Section code	Direction	Time	Number of accident	Weather condition	Streetlight condition	LOS A ratio(%)
5014_A	south	day	1	fine	not installed	36
5014_B	south	day	1	fine	not installed	44
5013	south	day	0	fine	not installed	50
5015_B	south	day	0	fine	not installed	85
5016	south	day	2	fine	not installed	89
137_B	north	night	1	fine	installed	72
137_C	north	night	3	fine	installed	72
139_A	north	night	1	fine	installed	75
135	north	night	3	fine	installed	78
1523_A	south	night	1	fine	not installed	100

IV. 시인성이 교통사고에 미치는 영향 진단

1. 분석구간의 교통량 및 교통사고 특성

맑음과 강우의 전체 기상조건에서 분석구간의 교통량 특성은 <표 9>, <표 10>과 같이 주간에는 LOS B와 C의 출현빈도가 높고, 야간에는 LOS A의

<표 9> 주간(08:00~17:00)의 LOS 등급별 출현비율 및 사고

<Table 9> Ratio of each LOS grade and traffic accidents of daytime in basic freeway section for analysis

Section	LOS grade				
	A	B	C	D	E
LOS ratio(%)	13.49	30.45	44.15	10.48	1.43
accidents of fine weather(%)	5.36	27.68	57.14	9.82	0.00
accidents of rainy weather(%)	13.33	30.00	36.67	20.00	0.00

출현빈도가 높았다.

<표 10> 야간(20:00~05:00)의 LOS 등급별 출현비율 및 사고

<Table 10> Ratio of each LOS grade and traffic accident of nighttime in basic freeway section for analysis

Section	LOS grade				
	A	B	C	D	E
LOS ratio(%)	88.34	9.89	1.68	0.09	0.00
accidents of fine weather(%)	85.71	11.90	2.38	0.00	0.00
accidents of rainy weather(%)	86.67	6.67	3.33	0.00	0.00

분석구간의 교통사고율은 맑은날 주간에는 LOS C에서 가장 높았으며, LOS 출현빈도에 비례하였다. 맑은날 주간의 사고율은 LOS 출현빈도에 비해 LOS A에서는 낮았으나 LOS C에서는 다소 높았다.

맑은날 야간의 사고율은 LOS A에서 가장 높았으며, 주간과 같이 LOS 출현빈도에 비례하였다.

강우 시 주간의 사고율은 맑은날 주간의 사고율과 비교하여 LOS A와 LOS D에서 2배 이상 높은 특징을 보였다.

그리고 강우 시 야간의 사고율은 맑은날 야간과 비교하여 LOS A에서는 비율이 유사하였으나, LOS B에서는 낮았다.

2. 시인성이 교통사고에 미치는 영향 진단

본 연구에서는 교통사고에 미치는 영향을 진단하기 위해 <표 8>에서 각 구간별로 교통사고를 집계한 자료를 진단에 활용하였다.

<표 7>과 같이 맑음 기상조건에서 4개의 조건에 대해 시인성의 영향을 진단하였고, 강우 기상조건에서는 2개의 조건에 대해 시인성의 영향을 진단하였다.

진단 프로그램은 이산확률분포에 대해 포아송 회귀분석과 음이항 회귀분석이 가능한 림덱(Limdep) 프로그램을 이용하였으며, 시인성이 교통사고에 미치는 영향을 진단하기 위해 다음과 같이 가설을 설정하였다.

H0 : $\mu_1 = \mu_2$

H0 : 야간의 시인성 저하는 교통사고 발생에 영향을 미치지 않는다.

H1 : 야간의 시인성 저하는 교통사고 발생에 영향을 미친다.

1) 맑은날 전체 주·야간 사고의 시인성 영향 진단

맑음 기상조건의 전체 사고자료를 대상으로 시인성이 교통사고에 미치는 영향을 진단하기 위해 맑은날 발생한 350건의 교통사고를 <표 8>과 같이 분석구간에 각각 배정하였다.

사고가 배정된 분석대상 구간은 거리가 각각 다르기 때문에 식(4)와 같이 구간별 사고건수를 구간의 길이로 나누어, 구간별사고건수/km로 사고발생단위를 일치시켰다. 그리고 종속변인이 소수점 이하일 경우 통계분석을 할 수 없다는 통계분석도구 림덱(Limdep)의 특성 때문에 여기에 다시 10을 곱해주었다.

$$\text{구간별사고건수}/\text{km} = (\text{구간별사고건수(건)}/\text{구간길이(km)}) \times 10 \quad (4)$$

그러나 전체 주야간 사고의 시인성 영향 진단에서는 모든 LOS 수준의 교통사고 자료를 이용하여 주간과 야간의 시인성 영향 진단을 하는 것이기 때문에 LOS를 통제변인으로 설정할 수 없었다. 따라서 고속도로 기본구간에서는 교통량 증가에 따른 밀도(승용차/km/차로)와 속도의 감소량이 그리 크지 않다는 특성³⁾을 참고하여 시인성의 영향을 진단하였다.

교통사고 빈도 추정 시 교통사고 발생수가 낮고 사고가 정기적으로 발생하지 않는 이산적 확률변수인 경우에는 이산확률분포인 포아송 회귀분석과 음이항 회귀분석을 선택하여 적용할 수 있다.

본 진단에서는 전체 사고자료의 과분산계수(K)가 1.73으로 음이항 회귀분석을 선택하여 교통사고 영향을 진단하였다.

<표 11> 맑은날 전체 주·야간 사고의 음이항 회귀분석 결과
<Table 11> Negative binomial regression model of total traffic accident in fine weather

Variables	Negative binomial regression		
	Coefficient	P	
day · night	0.27	0.01	*

* is significant at level 0.05

진단 결과, 맑음 기상조건에서는 유의수준 0.05% 범위에서 야간의 어두움은 교통사고에 양(+의) 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 우도비(Likelihood ratio index) 검정결과도 0.28로서 좋은 설명력을 가지고 있다.

2) 강우 시 전체 주·야간 사고의 시인성 영향 진단

강우 기상조건의 전체 사고자료를 대상으로 시인성이 교통사고에 미치는 영향을 진단하기 위해 강우 시 발생한 60건의 교통사고를 분석구간에 배정하였다.

사고자료의 과분산계수(K)는 6.39로서 음이항 회귀분석을 선택하여 교통사고 영향을 진단하였다.

<표 12> 강우 시 전체 주·야간 사고의 음이항 회귀분석 결과
<Table 12> Negative binomial regression model of total traffic accident in rainy weather

Variables	Negative binomial regression		
	Coefficient	P	
day · night	-0.57	0.90	*

* is significant at level 0.05

진단 결과, 유의수준 0.05% 범위에서 강우 기상조건에서의 야간의 어두움은 교통사고에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

3) 맑은날 가로등 유무에 따른 야간 사고의 시인성 영향 진단

경기지역의 경부선에는 양재IC에서 기흥IC구간에 가로등이 설치되어 있으며, 서울외곽순환선에는 일산IC에서 퇴계원IC구간에 가로등이 설치되어 있다. 설치수량 및 간격은 <표 13>과 같다.

3) 원계무 등, 교통공학, 2006, p234

〈표 13〉 경기지역 고속도로의 가로등 설치구간
 〈Table 13〉 The section where streetlight are installed in Gyeongbu Expressway

Expressway	Section	Quantity (ea.)	Installation interval
Gyeongbu expressway	Yangjae IC ~Giheung IC	820	Concrete : 65m Asphalt : 45m
Seoul beltway	Ilsan IC ~Toegyewon IC	4,402	

맑은날 야간의 가로등 유무가 사고에 미치는 영향을 진단하기 위해 경부선에서 맑은날 야간에 발생한 57건의 교통사고를 분석대상 구간에 각각 배정하였다.

사고자료의 과분산계수(K)는 44.33으로서 음이항 회귀분석을 선택하여 교통사고 영향을 진단하였다.

진단 결과, 유의수준 0.05% 범위에서 야간의 가로등 유무에 따른 시인성(조도)의 차이는 교통사고에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

〈표 14〉 맑은날 가로등 유무에 따른 야간 사고의 음이항 회귀분석 결과

〈Table 14〉 Negative binomial regression model of traffic accident in fine weather according to streetlight installaion

Variables	Negative binomial regression		
	Coefficient	P	
day · night	0.26	0.34	*

* is significant at level 0.05

4) 맑은날 LOS A의 주·야간 사고의 시인성 영향 진단

맑음 기상조건의 LOS A에서 시인성이 교통사고에 미치는 영향을 진단하기 위해 맑은날 LOS A에서 발생한 사고 120건을 분석대상 구간에 각각 배정하였다.

사고가 배정된 분석대상 구간의 거리는 각각 다르기 때문에 식(5)와 같이 배정된 사고건수를 분석구간의 길이로 나누어, 각 구간별 사고발생건수를 1km당 사고발생건수로 단위를 일치시켰다. 그리고

각 구간별로 LOS A의 빈도가 상이하기 때문에 1km당 사고발생건수를 해당 구간의 LOS A 평균빈도수로 나누었다. 여기에 종속변인이 소수점 이하일 경우 통계분석을 할 수 없다는 통계분석도구 림덱(Limdep)의 특성 때문에 사고건수/km/LOS A빈도수에 100을 곱해주어 각 구간별 사고발생 단위를 일치시켰다.

$$\text{구간사고건수}/\text{km}/\text{구간 LOS A 평균빈도수} = (\text{구간별사고건수(건)}/\text{구간의길이(km)}) / (\text{구간별 LOS A 평균빈도수}) \times 100 \quad (5)$$

〈표 15〉 맑은날 LOS A의 주·야간 사고의 음이항 회귀 분석 결과

〈Table 15〉 Negative binomial regression model of traffic accident of LOS A in fine weather

Variables	Negative binomial regression		
	Coefficient	P	
day · night	0.63	0.00	*

* is significant at level 0.05

사고자료의 과분산계수(K)는 2.17로서 음이항 회귀분석을 선택하여 교통사고 영향 진단을 하였다.

진단 결과, 맑음 기상조건의 LOS A에서는 유의수준 0.05% 범위에서 야간의 어두움은 교통사고에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었으며 우도비(Likelihood ratio index) 검정결과도 0.35로서 좋은 설명력을 가지고 있다.

5) 맑은날 LOS B의 주·야간 사고의 시인성 영향 진단

맑음 기상조건의 LOS B에서 시인성이 교통사고에 미치는 영향을 진단하기 위해 맑은날 LOS B에서 발생한 사고 77건을 분석대상 구간에 각각 배정하였다.

본 진단에서도 각 구간별 사고발생 단위를 일치시킨 방식을 적용하였다.

사고자료의 과분산계수(K)는 5.77로서 음이항 회귀분석을 선택하여 교통사고 영향을 진단하였다.

〈표 16〉 맑은날 LOS B의 주·야간 사고의 음이항 회귀 분석 결과

〈Table 16〉 Negative binomial regression model of traffic accident of LOS B in fine weather

Variables	Negative binomial regression		
	Coefficient	P	
day · night	0.101	0.40	*

* is significant at level 0.05

진단 결과, 맑음 기상조건의 LOS B에서는 유의 수준 0.05% 범위에서 야간의 어두움은 교통사고에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

6) 강우 시 LOS A의 주·야간 사고의 시인성 영향 진단

강우 기상조건의 LOS A에서 시인성이 교통사고에 미치는 영향을 진단하기 위해 강우 시 LOS A에서 발생한 사고 30건을 분석대상 구간에 각각 배정하였으며, 각 구간별 사고발생 단위를 일치시켰다.

사고자료의 과분산계수(K)는 6.57로서 음이항 회귀분석을 선택하여 교통사고 영향을 진단하였다.

〈표 17〉 강우 시 LOS A의 주·야간 사고의 음이항 회귀 분석 결과

〈Table 17〉 Negative binomial regression model of traffic accident of LOS A in rainy weather

Variables	Negative binomial regression		
	Coefficient	P	
day · night	0.01	0.99	*

* is significant at level 0.05

진단 결과, 강우 기상조건의 LOS A에서는 유의 수준 0.05% 범위에서 야간의 어두움은 교통사고에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

7) 시인성 진단 결과를 이용한 교통사고 유형·원인 분석

본 절에서는 시인성 영향 진단 결과와 진단에 활용한 교통사고 데이터를 이용하여 교통사고의 유형

과 원인 등에 대해 분석하였다.

첫 번째로, 교통사고 유형을 <표 18>과 같이 구간과 야간으로 분류하였다.

〈표 18〉 고속도로 기본구간의 교통사고 유형

〈Table 18〉 Traffic accident types of basic freeway section

Section	Tot	Structure collision	Over-turning	Frontal crash	Rear-end collision	Side impact	etc.
day	254	2	0	3	148	66	35
night	156	3	3	1	79	47	23

전도·전복 사고는 주로 고속 주행 중 차량 단독으로 발생하는 사고로서 구간에는 전도·전복 사고발생건수가 0건이었으며, 야간에만 3건이 발생하였다. 그리고 단독사고인 야간의 공작물 충돌 사고 비율도 구간보다 높은 편이었다. 자동차가 차선을 벗어나서 발생하는 측면충돌 사고의 발생률은 야간이 높았으며, 반면 추돌사고의 발생률은 구간이 높았다. 이런 점에 있어서 맑은날 LOS A에서의 야간의 어두움이 교통사고에 양(+)의 영향을 미치는 유의한 요인으로 진단되었듯이, 고속주행에서 야간의 시인성 저하는 전도전복과 공작물충돌, 측면충돌 사고의 발생에 영향을 미치는 주요 요인이 될 수 있을 것이다.

두 번째로, 교통사고 원인을 <표 19>와 같이 구간과 야간으로 분류하였다.

〈표 19〉 고속도로 기본구간의 교통사고 원인

〈Table 19〉 Traffic accident causes of basic freeway section

Section	Tot	Safety distance violation	Safety driving violation	Lane violation (Lane change)	etc.
day	254	52	152	42	8
night	156	14	113	25	4

야간의 교통사고 발생원인을 전체비율로 보았을 때 안전거리 미확보는 구간보다 약 11.5% 낮았으나, 안전운전 불이행 사고는 구간에 비해 약 12.6% 높았다. 안전운전불이행 사고는 주로 운전자의 전방주

시대만, 주의력 부족에 의해 발생하는 사고이다. 운전자의 주의력 부족에 영향을 주는 요인은 여러 가지 원인이 있을 수 있으나, 야간의 어두움도 운전자의 시인성과 주의력을 저하시켜 교통사고 발생에 영향을 미치는 주요 요인이 될 수 있을 것이다.

세 번째로, 교통사고로 인한 사상자를 <표 20>과 같이 주간과 야간으로 분류하였다.

<표 20> 고속도로 기본구간의 주·야간 사상자
<Table 20> Traffic accident deaths and injuries of basic freeway section

Section	Tot	Fatality	The serious injured	The slightly injured
casualty of daytime	570	13	175	382
casualty of nighttime	284	12	108	164

분석구간에서 야간시간대의 사망자와 중상자 비율은 주간에 비해 높게 나타났는데, 야간의 LOS A에서의 교통사고 비율은 85.71%로서 야간 교통사고는 주로 고속주행에서 발생하고 있다. 이에 대한 분석 결과로서, 야간에 고속주행 시 시인성 저하는 사고 심각도가 높은 전도전복, 공작물 충돌, 안전운전 불이행의 사고 발생 가능성을 높인다고 할 수 있을 것이다.

마지막으로 교통사고 발생의 선행 장애요인을 <표 21>과 같이 주간과 야간으로 분류하였다.

<표 21> 고속도로 기본구간의 선행 장애요인
<Table 21> Obstacles that cause traffic accident in basic freeway section

Section	Tot	Disabled car	Construction	Antecedent accident	Parking vehicle	etc.	No obstacle
day	254	1	0	7	3	6	237
night	156	2	4	5	2	1	142

주간에 비해 야간의 교통사고 선행 장애요인 비율은 도로공사 요인과 선행 교통사고 요인이 높았다. 도로공사는 교통량이 적은 야간에 진행되는 경우가 대부분이어서 도로공사로 인한 교통사고는 야

간에만 4건이 발생하였다. 그리고 선행 교통사고로 인한 후행교통사고도 발생건수는 주간보다 적었으나 야간 전체사고에서의 발생비율은 높았다. 후행 교통사고는 주로 고속으로 주행하면서 사전에 선행 교통사고 상황을 인지하지 못하거나, 도로공사로 인한 장애물을 미처 발견하지 못하여 발생하는 경우가 많다. 이런 점에 있어서 야간의 어두움에 의한 시인성 저하가 도로공사와 선행 교통사고 등 선행 장애요인과 복합적으로 작용하여 교통사고 발생에 영향을 미치는 것으로 분석할 수 있을 것이다.

V. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 야간의 어두움으로 인한 시인성 저하가 교통사고에 미치는 영향을 진단하였다.

분석대상 구간은 제한속도 100~110km/h로 운영 중인 경기지역 고속도로의 경부선, 서해안선, 영동선, 서울외곽순환선의 기본구간 중 평지의 직선구간으로 한정하였고, 분석구간에서 발생한 교통사고 410건을 이용하여 연구를 수행하였다.

교통사고 자료를 기상조건, 가로등 유무, LOS 등 급별로 6개 조건으로 분류하였으며, 각각의 조건에 대해 과분산계수에 따라 음이항 회귀분석을 선택하여 빈도예측 회귀분석을 통한 연구를 진행하였다. 실험방법은 준실험계획법을 적용하여 기하구조 등 도로적 요인, 음주·졸음운전 등 인적 요인, 기상조건 등 교통사고에 영향을 줄 수 있는 여타 변인을 통제하고, 야간의 시인성 저하가 교통사고에 미치는 영향을 진단하고자 하였다.

첫째, 맑음 기상조건에서의 주간과 야간의 전체 교통사고를 음이항 회귀분석을 이용하여 분석한 결과, 야간의 어두움으로 인한 시인성 저하는 교통사고에 양(+)의 영향을 미칠 수 있는 유의한 요인으로 진단되었다. 그러나 강우 기상조건에서의 야간의 시인성 저하는 교통사고에 영향을 미치지 않는 것으로 진단되었다. 그리고 분석구간과 같이 돌발상황이 적고 진출입 차량의 영향을 받지 않는 도로에서는 가로등 유무에 따른 야간의 시인성(조도) 차이는 교통사고에 영향을 미치지 않는 것으로 진단되

었다. 본 연구에서는 분석대상을 고속도로 기본구간 중 평지의 직선구간으로 한정하였기 때문에, 고속도로의 다른 기하구조와 국도 등 등급이 다른 도로에서도 가로등 유무에 따른 시인성(조도)의 차이가 교통사고에 미치는 영향에 대한 연구를 진전시켜, 안전한 야간운전과 가로등 운영의 효율화를 기여하여야 할 것이다.

둘째, 속도와 교통량이 교통사고에 영향을 미친다는 선행연구를 참고하여 LOS 등급별로 야간의 시인성 저하가 교통사고에 미치는 영향을 진단하였다.

맑음 기상조건의 LOS A에서는 야간의 시인성 저하가 교통사고에 양(+)의 영향을 미칠 수 있는 유의한 요인으로 진단되었으며, LOS B에서는 야간의 시인성 저하가 교통사고에 영향을 미치지 않는 것으로 진단되었다. 이는 저속주행 상태보다 고속주행 상태에서 야간의 시인성 저하가 교통사고에 양(+)의 영향을 미칠 수 있는 유의한 요인이 되는 것으로 분석된다. 분석구간에서 가로등 유무에 따른 시인성(조도)의 차이가 교통사고에 영향을 주지 않는다는 진단 결과와 LOS A에서 야간의 시인성 저하가 교통사고에 양(+)의 영향을 미치는 유의한 요인이라는 진단 결과를 종합하여 볼 때, 고속도로 기본구간 중 평지의 직선구간에서는 야간의 시인성(조도) 향상을 위해 가로등을 설치하기보다는 속도 규제를 강화하거나 무인단속카메라를 설치하여 자동차의 감속을 유도하는 편이 교통사고 감소에 효과가 있을 것으로 분석된다.

셋째, 강우 기상조건의 LOS A에서는 강우 시 전체 LOS 등급의 시인성 영향 진단에서와 마찬가지로, 야간의 시인성 저하가 교통사고에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 진단되었다. 이는 심상우 등(2009)의 연구에서와 같이 전방시야 확보가 어려운 야간의 강우 기상조건에서는 운전자가 평소보다 감속하여 안전운전하기 때문인 것으로 분석된다.

마지막으로, 분석구간에서 발생한 교통사고 자료를 토대로 야간 교통사고의 유형과 원인, 심각도와 선행장애요인을 분석하였다.

야간의 교통사고 유형은 주로 고속주행 중 발생하는 전도전복사고, 공작물 충돌사고, 측면충돌사고의 비율이 주간에 비해 높았으며, 교통사고 원인으로서는 안전운전불이행 비율이 주간에 비해 약 12.6% 높았다. 그리고 야간의 교통사고 심각도는 주간에 비해 사망자 발생비율이 약 1.85배, 중상자 발생비율은 약 1.23배 높았다. 이러한 결과를 종합하여 볼 때, 야간의 시인성이 저하된 상태에서의 고속주행은 전도전복, 공작물 충돌 유형의 사고와 안전운전 불이행 원인에 의한 사고 등 심각도가 높은 사고의 발생에 영향을 미치는 주요 요인으로 분석된다.

야간의 선행장애요인에 의한 교통사고 비율도 주간에 비해 높았는데, 야간의 시인성 저하는 선행 교통사고나 도로공사 적치물, 고장차 등 도로의 장애요인과 복합적으로 작용하여 사고 심각도가 높은 후행 교통사고에 영향을 미치는 주요 요인으로 분석된다. 최근 교통안전을 위한 ITS기술 중 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment) 통신기술이 활발히 개발되고 있으며, 상용화 단계에 있다. WAVE 통신기술은 차량중심의 네트워킹(Networking)을 형성함으로써, 사전에 운전자에게 위험요소를 경고하거나 전방의 교통상황에 대한 정보를 제공하는 기술이다. 차량의 ITS시스템에 WAVE 기술이 적용된다면 800미터 이내에 있는 다른 차량과의 양방향 통신을 통해 안개 또는 강우 등 시계가 불량한 상태에서 일어날 수 있는 교통사고와 연쇄추돌 사고를 방지할 수 있을 것이다. 본 연구의 결과는 향후 WAVE 통신기술을 활용한 교통관리시스템에 적용이 가능하며, 이로써 시인성이 저하된 상황에서도 운전자들이 선행장애요인을 신속히 인지하고 속도를 감속하거나 회피할 수 있는 대응체계 마련을 가능하게 할 것이다. 또한 시스템 측면뿐만 아니라 교통안전과 관련된 모델 수립에서도 본 연구에서는 고려하지 못한 시인성에 영향을 미치는 다양한 요소를 반영한 교통안전서비스 모델 수립의 기초연구로 활용 가능할 것이다.

REFERENCES

- [1] S. M. Hong, J. K. Kim, C. Oh, "Characteristics of Geometric Conditions Affecting Freeway Traffic Safety at Nighttime, Sunrise, and Sunset", *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 30, no. 4, pp.95-106, 8. 2012.
- [2] M. S. Park, M. S. Chang, "Analysis of Traffic Accident Characteristics for the Overlap Section of Horizontal and Vertical Alignment", *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, vol. 14, no. 1, pp.95-102, 2. 2012.
- [3] McFadden, D, "The Theory and Practice of Disaggregate Demand Forecasting for Various Modes of Urban Transportation". *University of California, Berkeley, Institute of Transportation Studies, Working Paper* no. 7623. p.41, 11. 1976.
- [4] W. H. Jeon, H. J. Cho, "A Study on Characteristic Analysis for Nighttime Accident", 2005 *Korean Society of Road Engineerings conference*, pp.4729-4732, 10. 2005.
- [5] D. S. Yoo, S. J. Oh, T. Y. Kim, B. H. Park, "Comparative Analysis on the Characteristics and Models of Traffic Accidents by Day and Nighttime in the Case of Cheongju 4-legged Signalized Intersections", *KSCE Journal of Civil Engineering*, vol. 28, no. 2, pp.181-189, 3. 2008.
- [6] Forbes, T W, "Some factors affecting driver efficiency at night", *Highway Research Board*, no. 255, pp.61-71, 1960.
- [7] B. J. Yoon, S. H. Oh, "Study for the Homogeneity of Freeway Free-Flow Speed under the State of LOS-A Low Density", *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 31, no. 6D, pp.779-784, 11. 2011.
- [8] E. B. Jeong, C. Oh, "Accident Rate Forecasting Model by Using Speed on Freeway", *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 29, no. 4, pp.103-111, 8. 2011.
- [9] Mueller, Alexandra S and Trick, Lana M, "Driving in fog: The effects of driving experience and visibility on speed compensation and hazard avoidance", *Accident Analysis & Prevention*, vol.48, pp.472-479, 2012.
- [10] Monsere, Christopher M and Fischer, Edward L, "Safety effects of reducing freeway illumination for energy conservation", *Accident Analysis & Prevention*, vol.40, Issue.5, pp.1773-1780, 2008.
- [11] S. B. Lee, J. H. Kim, D. H. Hong, C. N. Yoo, "Development of a Traffic Accident Prediction Model by Level of Roads and Traffic Characteristics", *KSCE Journal of Civil Engineering*, vol. 23, no. 4, pp.495-504, 7. 2003.
- [12] J. S. Kim, K. H. Kim, B. H. Park, "Analyzing the Characteristics of Traffic Accidents and Developing the Accident Models on the Arterial Link Sections in Case of Cheongju", 2010 *Korean Society of Road Engineerings conference*, pp.166-177, 3. 2010.
- [13] B. S. Chae, C. P. Han, "Research on the characteristics of a weekend traffic accident", *Korean Society of Civil Engineers Conference*, pp.17-20, 10. 2009.
- [14] S. W. Shim, K. C. Choi, "Classification of Freeway Traffic Condition by the Impacts of Road Weather Factors", *KSCE Journal of Civil Engineering*, vol. 29. no. 6D, pp.685-691, 11. 2009.
- [15] J. H. Ki, K. S. Hur, "A Statistical Analysis of Formation and Growth of Human Capital Agglomerating Cities", *Journal of Korean Urban Management Association*, vol. 22, no. 2, pp.31-56, 8. 2009.

저자소개



이 승 신 (Seung-sin Lee)

2011년 1월 ~ 현재 : 도로교통공단 선임과장
2013년 2월 : 연세대학교 공학대학원 석사 (도시계획전공)
2002년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터공학과 학사
e-mail : sjhappy2031@koroad.or.kr
연락처 : 031) 490-2821



김 태 현 (Tae-heon Kim)

2009년 8월 ~ 현재 : 연세대학교 석박사통합과정
2012년 8월 : 연세대학교 도시공학과 박사 수료 (교통공학 전공)
2009년 8월 : 연세대학교 도시공학과 학사
e-mail : kth-kan@yonsei.ac.kr
연락처 : 02) 2123-3569



손 봉 수 (Bong-soo Son)

2014년 2월 ~ 현재 : 연세대학교 공과대학장
2012년 2월 ~ 2014년 1월 : 연세대학교 학생복지처장
2002년 9월 ~ 현재 : 연세대학교 건축도시공학부 도시공학전공 교수
1996년 9월 ~ 2002년 7월 : 서울시정개발연구원 도시교통연구부 연구위원
1996년 7월 : 캐나다 Toronto대학교 토목공학과 박사 (교통공학전공)
1990년 6월 : 캐나다 McMaster대학교 토목공학과 석사 (교통공학 전공)
1982년 2월 : 연세대학교 토목공학과 학사
e-mail : sbs@yonsei.ac.kr
연락처 : 02) 2123-5891