Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 32, No. 6, pp. 143-149, December 2017
Copyright@2017 by The Korean Society of Safety (pISSN 1738-3803, eISSN 2383-9953) *All right reserved.* *https://doi.org/10.14346/JKOSOS.2017.32.6.143*

국도상 교통사고 심각도에 영향을 미치는 횡단구성 요소 분석

박재홍 · 윤덕근†

한국건설기술연구원 도로연구소

(2017. 10. 27. 접수 / 2017. 11. 2. 수정 / 2017. 11. 28. 채택)

Analysis of Road Cross Section Component Affecting Traffic Accident Severity on National Highway

Jaehong Park · Dukgeun Yun†

Highway and Transportation Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technoglogy

(Received October 27, 2017 / Revised November 2, 2017 / Accepted November 28, 2017)

Abstract : According to traffic accidents statistics, the number of fatalities, injuries and the rate of increase of traffic accidents have been decreasing over last 5-years. The fatality rate is 1.9 for total accidents but the fatality rate for single vehicle accidents shows a 7.9, which is 4 times greater than the average for all accidents. Single vehicle accidents, usually occur as a vehicle impacts a fixed objects on the roadside as the vehicle runs-off from the road. However, few researches have been conducted considering the accident severity of single vehicle accidents which impact to the fixed objects on the road. The single vehicle accident is directly related to the composition of road cross section, (since it is the required the minimum width of a road for all run-off-the-road vehicles to recover or come to a safe stop). Therefore, this study analyzes the influence of road cross section on traffic accidents to find out the severity of single vehicle accident. To analyze the road elements which are related to the accident severity, the Ordered Probit Model was used. As variables, the element of road cross section such as the radius(m), vertical curve(%), cross sectional grade(%), road width(m). number of climbing lane, median, and curb, were used (as was the 3-years of accidents data). This study found out that cross slope(%), road width(m), and the number of climbing lane are related to the severity of accident. The result of this study could be expected to improve the road safety and to be used as the base data for further road safety research.
Key Words : traffic accident, accident severity ordered probit model, traffic accident data

1. 서 론

국내에서 발생한 최근 5년간(2011~2015)의 교통사고 발생 건수[1]를 분석한 결과, 교통사고의 연평균 증감율, 사망자 수, 부상자 수는 감소하는 것으로 나타났다. 교통사고 발생 건수, 사망자 수, 부상자 수의 감소 추세는 정부와 공공기관 등에서 추진하고 있는 연구 과제, 도로안전사업 및 교통 안전성을 향상시키고자 하는 사회적인 노력의 결과이다. 연구 과제 및 도로안전사업의 주요 내용은 교통사고의 발생 원인, 유형, 사고 심각도 등을 분석하여, 교통사고를 예방하기 위한 기술적, 정책적 해결책을 제시하는 것이다.

교통사고 발생 원인은 인적 요인, 도로환경적 요인, 차량 요인으로 구분되며, 교통사고 유형은 차대차, 차대사람, 차량단독, 차대열차 사고로 구분 할 수 있다. 특히, 교통사고 유형에 따른 사고 심각도를 분석해보면, 단독사고의 치사율(7.9)은 전체 교통사고 치사율(1.9)의 4배 이상으로 나타났다. 차량 단독사고의 경우, 차량이 도로를 이탈하면서 도로방호 시설물 또는 자연물 등이 원인이 되어 차가 스스로 전도・전복・추락・충돌한 사고를 의미한다[1]. 도로변의 시설물 또는 공작물과 충돌하는 것은 '차로의 공간적 범위', '차로 이탈 시 차량의 안전한 복귀에 필요한 공간'의 기능적 범위와 관련이 있으며, 이는 도로의 횡단구성과 직・간접적으로 연관성이 있는 것으로 판단 할 수 있다. 특히, 시설물과 충돌하는 경우에는 차량이 주행하는 구간의 도로 횡단구성 요소에 따라 충돌사고 및 사고심각도가 여부가 결정된다. 그러나, 차량과 도로 횡단구성 요소를 고려하여 사고 심각도를 분석하는 연구는 미비한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 차량 단독사고 발생

† Corresponding Author : Dukgeun Yun, Tel : +82-31-910-0159, E-mail :dkyun@kict.re.kr
Highway and Transportation Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, 283 Goyang-daero, Ilsanseo-gu, Goyang-si, Gyeonggi-do 10223, Korea

과 관련한 교통사고 심각도를 분석하기 위하여, 도로의 횡단구성 요소에 따른 교통사고 심각도 분석을 수행하였다. 교통사고 심각도 분석을 위한 변수로는 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙[2]에서 제시하고, 기존 연구 및 사업에서 사고 심각도에 영향을 미치는 것으로 나타난 도로의 횡단구성 요소로 설정하였다. 또한, 교통사고가 발생한 지점의 국도 횡단구성 요소에 대한 자료 수집을 위하여, 영상 장비를 활용하여 자료를 직접 취득 하였으며, 취득된 자료를 확인함으로써 변수 값에 대한 신뢰성을 향상시켰다. 또한, 사고 심각도를 구분하여 각 변수에 영향을 미치는 요소들을 분석하는데 유리한 통계 모형인 순서형 프로빗 모형을 분석 모형으로 사용하였다. 곡선반경(m), 종단경사(%), 횡단경사(%), 도로 폭(m), 오르막 차로 수, 중앙분리대 유·무, 연석 유·무, 교차로 유·무를 분석을 위한 독립변수로 설정하였다. 종속변수는 약 2,500 km에서 발생한 국도의 3년간(2011~2013) 교통사고 자료를 이용하였으며, 1건의 교통사고를 사고 심각도(사망, 중상, 경상)로 구분하였다.

본 연구에서 도출된 결과는 교통안전 관련 연구 및 도로안전사업의 기초자료로써 활용 될 것으로 기대된다.

2. 문헌고찰

본 장에서는 교통사고를 예방하고 교통안전성을 증진시키기 위해서 국내·외에서 수행하고 있는 도로안전사업 및 연구를 고찰하였다.

2.1 도로안전사업에 대한 고찰

국내에서 수행되고 있는 도로안전사업에는 '교통사고 원인조사', '특별 도로교통안전진단', '도로교통안전 점검', '교통안전 특별실태조사', '교통사고 잦은 곳 개선사업', '위험도로 개량사업', '시설개량 사업', '병목지점 개선 사업' 등이 있다.

'교통사고 잦은 곳 개선사업'은 다른 지역보다 교통사고가 다수 발생하는 지점을 대상으로 도로환경요인(도로기하구조, 도로 및 교통안전시설, 교통운영체계, 교차로 복합 개선 등)을 개선하는 사업을 의미한다. 주요 업무는 교통사고 자료조사 및 분석, 사업대상지점 선정, 현장조사 및 사고요인 분석, 개선방안 수립 등으로 구성되어 있다.

'위험도로 개량사업'은 1989년에 처음 시행되었으며, 도로기하구조가 불량하고, 교통사고 발생 가능성이 높은 지점을 대상으로 5년 단위의 기본계획에 따라 시행되는 사업이다. 도로기하구조, 도로환경 및 기타 요소를 평가항목으로 선정하고, 대상 구간의 우선순위를 선정하였다.

'병목지점 개선 사업'은 교차로 개선, 부가차로 설치, 버스 정차대 설치, 입체 횡단보행 시설 설치 등과 기하구조 요소, 보행자 특성을 고려하여 문제 지점을 선정하고, 개선안을 도출하는 사업이다.

2.2 도로기하구조와 교통사고의 관계

이주연 등[3]은 고속도로의 사고 심각도에 영향을 미치는 요인을 도로(평면선형, 종단선형), 운전자(차종, 연령대), 환경(노면상태, 날씨, 주야)으로 구분하여 분석하였다. 분석결과, 평면선형, 종단선형, 노면상태, 날씨는 변수 값이 증가할수록 사고 심각도에 음(-)의 영향, 차종 및 운전자 연령대는 사고 심각도에 양(+)의 영향을 미친다는 결과를 제시하였다. 황경성 등[4]은 고속도로의 기하구조와 교통사고 자료를 이용하여, 변수들의 상관성을 분석하였다. 서해안고속도로의 기하구조 데이터를 이용하여, 동일 구간에서 6년간 발생한 사고자료를 매칭시켰다. 분석 결과, 대상구간은 음이항분포를 따르는 것으로 분석되었으며, 교통사고는 곡선길이와 곡선반경에 반비례하여 발생한다는 결론을 제시하였다. 임창식 등[5]은 대형교통사고와 도로기하구조와의 관계를 구축하고, 순서형 프로빗 모형을 이용하여 대형교통사고 발생시의 심각도 모형을 개발하였다. 분석 결과, 편경사 설치 유·무가 대형교통사고 발생에 가장 큰 영향을 준다는 결론을 제시하였다. 홍지연 등[6]은 2년간(2006~2007) 발생한 241건의 교통사고자료를 순서형 프로빗 모형(Ordered Probit Model)을 이용하여 사고 심각도를 분석하였다. 분석 결과, 도로의 노면상태, 도로기하구조, 공사차량여부, 공사장 진출입여부를 사고 심각도에 영향을 미치는 요인으로 제시하였다. 문승라 등[7]은 고속도로 본선에서 활용될 수 있는 사고예측모형을 구축하였다. 모형의 설명변수는 교통량, 기하구조 요인을 적용하였으며, 최우추정법에 의해서 구간길이, 일교통량, 버스비율, 곡선구간수가 사고에 영향을 미치는 변수로써 제시하였다. 이민영 등[8]은 전국 로터리 및 회전교차로 67개소를 대상으로 토지이용에 따른 충돌 유형별 영향요인들을 분석하였다. 분석결과, 상업지역의 사고밀도가 높으며, 다중회귀분석, 일원배치 분산분석법을 이용하여 통계적으로 유의한 10가지 모형을 개발하고 모형에 대한 설명을 제시 하였다. Abdel-Aty and Radwan[9]는 도로 기하구조의 특성, 교통특성과 통사고 빈도사이의 관계를 설명하는 모형을 개발하기 위해서 음이항 모형을 사용하여 분석을 실시하였다. AADT, 곡률, 차로 폭, 길어깨 폭, 중앙분리대 폭 등을 변수로 사

용했으며, AADT, 차로 폭, 차선 수가 사고에 영향을 미치는 요인으로 제시하였다. 또한, 길어깨 폭, 중앙분리대 폭 또한 사고빈도를 증가시키는 요인이라는 결론을 제시하였다. Yau[10]는 로지스틱 회귀 모형을 사용하여 인적 요인, 차량 요인, 환경적 요인이 교통사고 심각도에 영향을 미치는 영향을 분석하였다. 차량의 경우, 도로구역, 운전자 성별, 차량연식, 사고발생시간대, 조명시설, 이륜차의 경우, 차량연식, 사고발생시간대가 사고심각도에 영향을 미치는 중요한 요인으로 제시하였다. Zhang and Ivan[11]는 지방부 도로에서 발생한 교통사고(1996-2001) 중에서 정면 충돌사고와 기하구조와의 관계에 관한 연구를 실시하였다. 제한속도, 곡률의 절대변화 비율, 평면곡선의 최대 각도가 정면 충돌 사고에 영향을 미친다는 분석 결과를 제시하였다. Caliendo 등[12]은 이탈리아의 4차선 도로의 5년간 사고자료를 이용하여 교통류, 기학구조조건, 환경조건과의 관계 연구를 수행하였다. 프아송 분포, 음이항 분포, 음지수 다변량 회귀모델을 적용하여 사고 예측 모형을 개발했으며, 도로연장, 곡률, AADT, 시거, 마찰 계수, 종단 경사, 교차로 유・무를 변수로 설정하였다. 곡선부에서는 도로연장, 곡률, AADT에 따라 증가하며, 직선부에서는 도로연장, AADT, 교차로 유・무에 따라 사고 수가 증가한다는 결론을 제시하였다. Montella 등[13]은 지방부의 도로 안전성을 평가하는 예측 모형을 개발하였다. 2001-2005년에 발생한 2,245개의 교통사고 자료를 이용했으며, 평면선형, 종단선형의 도로기하구조와 교통량, 시거, 속도제한 등의 요소가 교통사고 발생에 영향을 미치는 변수로 제시하였다. Jiang 등[14]은 독립변수로써 연석, 제한속도 변화 및 기존 연구들에서 사고 심각도에 영향을 미치는 요인을 변수로 사용하고, 종속변수로써 Illinois 고속도로에서 발생한 5년간(2003-2007)의 사고자료를 사용하였다. Zero-Inflated Ordered Probit 모형을 사용하여 분석했으며, 연석이 존재하는 도로에서 발생한 단독차량 사고는 부상 발생 경향이 나타나는 것으로 분석되었다. 결과적으로 연석의 존재는 부상 심각도를 감소시키는 경향을 나타내는 것으로 분석하였다.

2.3 연구의 차별성

기존 연구에서는 음이항 회귀 모형, 영과잉 순서형 프로빗 모형, 순서형 프로빗 모형 등을 이용하여 도로환경적 요인, 교통환경적 요인이 교통사고 발생과 심각도에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하였다.

본 연구에서도 사고 심각도에 영향을 미치는 도로의 횡단구성 요소를 분석하기 위하여 순서형 프로빗 모형을 사용한 분석 방법론은 동일하다. 그러나, 본 연구에서는 도로의 시설물 또는 공작물과 충돌하여 발생하는 단독사고의 사고 심각도를 분석하기 위해, 도로 횡단구성 요소를 고려하여 사고 심각도를 분석하였다. 또한, 기존연구에서는 독립변수로 사용된 자료에 대한 정확한 현장 검증이 없거나 일부 구간에 한정된 자료를 이용하였다. 그러나, 본 연구에서는 약 2,500 km 구간을 촬영한 영상을 육안으로 직접 확인하여 자료를 구축했으며, 횡단구성 요소가 위치하는 GPS(Global Positioning System) 좌표와 사고자료에 기록된 좌표를 매칭하여 자료의 신뢰도를 높였다는 점에서 연구의 차별성이 있다.

3. 분석 방법론

3.1 분석 절차

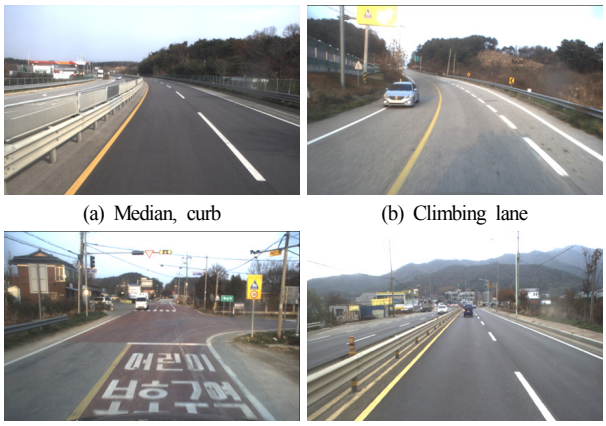
본 연구에서는 도로의 횡단구성 요소가 교통사고 심각도에 미치는 영향을 분석하기 위하여 자료 수집, 통계 분석, 결론으로 구분하여 연구를 수행하였다. 자료 수집 단계 에서는 본 연구의 대상 구간에 대한 횡단구성 요소와 대상구간의 사고자료를 수집하고, 영상이 취득된 지점에서의 GPS 좌표와 사고자료에 기록되어 있는 좌표를 기준으로 각각의 위치를 매칭하였다. 통계분석 단계에서는 교통사고 심각도에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위하여 순서형 프로빗 모형을 선정하였으며, 횡단구성 요소를 독립변수, 사고자료를 종속변수로 적용하였다. 결론 단계에서는 모형을 이용하여 도출된 분석 결과를 해석하고 본 연구의 시사점을 제안하였다.

3.2 자료 수집 및 정리

교통사고 심각도에 영향을 미치는 횡단구성 요소를 분석하기 위하여 약 2,500 km의 일반국도를 분석 대상 구간으로 선정하였다.

분석대상 구간은 강원권(5호선 등 5개 노선), 경기권(1호선 등 4개 노선), 충북권(19호선 등 2개 노선), 충남권(13호선 등 2개 노선), 전북권(13호선 등 3개 노선), 경북권(3호선등 8개 노선), 경남권(3호선 등 3개 노선) 7개 권역으로 구분하였다.

국도는 도로의 기능별 구분에서 주간선도로[2]에 해당하며, 설계속도 60~80 km로써, 교통량이 많고 통행길이가 비교적 긴 구간을 의미한다. 도로의 구조・시설 기준에 관한 규칙[2]에서는 차도(차로 등에 의해서 구성되는 도로의 부분), 중앙분리대, 길어깨, 정차대(차도의 일부), 자전거 전용도로, 자전거・보행자 겸용도로, 보도, 식수대, 측도, 전용차로를 도로의 횡단 구성



(a) Median, curb (b) Climbing lane

(c) Intersection (d) Road width

Fig. 1. Example of road cross section component at national highway 3.

요소로 제시하고 있다. 그러나, 규칙[2]에서 제시하고 있는 전체의 횡단구성 요소 정보를 취득하기에는 한계가 있으므로, 기존의 연구에서 도출된 교통사고 발생 또는 교통사고 심각도에 영향을 미치는 변수를 도로의 횡단구성 요소로 선정하였다. 결론적으로, 본 연구에서 선정한 도로의 횡단구성 요소는 곡선반경(m), 종단경사(%), 횡단경사(%), 도로 폭(m), 오르막 차로 수, 중앙분리대 유·무, 연석 유·무, 교차로 유·무이다. Fig. 1은 본 연구에서 취득한 도로의 횡단구소 요소 사례이다.

도로 횡단구성 요소가 교통사고 심각도에 미치는 영향을 분석하기 위해 2011년부터 2013년까지 발생한 349건의 사고자료를 수집하였다. 사고자료에는 교통사고가 발생한 지점(TM) 정보 및 각각의 사고에 사망자수, 중상자수, 경상자수가 기록되어 있다. 사고 발생위치와 횡단구성 요소의 위치를 매칭하였으며, Fig. 2에 제시하였다.

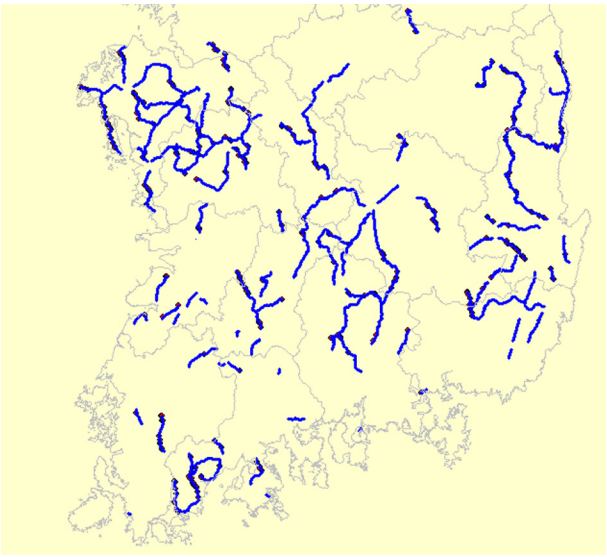


Fig. 2. The matching of traffic accident data on national highway.

3.3 변수 설정

본 연구에서는 도로의 횡단을 구성하고 있는 요소를 독립변수로 설정하였다. 곡선반경(X_1), 종단경사(X_2), 횡단경사(X_3), 도로 폭(X_4), 오르막 차로 수(X_5), 중앙분리대 유·무(X_6), 연석 유·무(X_7), 교차로 유·무(X_8)를 독립변수로 선정하였다. 도로의 평면선형을 직선, 곡선으로 구분하지 않고 곡선반경(m)을 취득하였으며, 직선 구간에서는 곡선반경이 0으로 나타난다. 종단경사와 횡단경사는 기울기를 의미하므로, 오르막(+), 내리막(-)에 대한 수치보다는 절대적인 기울기의 의미가 중요하므로, 종단경사(%)와 횡단경사(%)는 절대 값을 적용하였다. 도로 폭(m)은 '중앙분리대 - 길어깨'의 폭으로 설정했으며, 오르막 차로 수는 대상 구간에 있는 오르막 차로가 존재하지 않는 경우(0), 존재하는 경우 오르막 차로 수를 변수 값으로 설정하였다. 또한, 중앙분리대, 연석, 교차로와 같은 변수는 변수의 존재 유·무에 따라, 존재하는 경우(1), 존재하지 않는 경우(0)로 설정하였다. 따라서, X_1 ~X_4는 연속형 변수, X_5~X_8는 명목형으로 구분되며, 종속변수는 부상 정도에 따라 사망사고(2), 중상사고(1), 경상사고(0)로 설정하였다. Table 1에는 본 연구에서 사용된 변수에 대한 설명을 제시하였다.

Table 1. Description of variables

Variables		Description	Type	Min	Max
Independent variables	X_1	Radius (m)	Numeric	0	1,894
	X_2	Vertical grade (%)	Numeric	0.030	7.310
	X_3	Cross sectional grade (%)	Numeric	0.020	5.920
	X_4	Road width (m)	Numeric	6.100	10.500
	X_5	Number of climbing lane	Nominal	0	2
	X_6	Median (Exist : 1, not : 0)	Nominal	0	1
	X_7	Curb (Exist : 1, not : 0)	Nominal	0	1
	X_8	Intersection (Exist : 1, not : 0)	Nominal	0	1
Dependent variables	Y	Accident severity (Fatal:2, serious injury:1, slight injury:0)	-	0	2

4. 분석 결과

도로의 횡단구성 요소간의 상관성을 분석하기 위하여 상관관계 분석을 수행하였다. 상관분석 결과는 Table 2와 같으며, 95%의 신뢰구간에서 횡단경사(X_3), 도로 폭(X_4), 오르막 차로 수(X_5)가 상관성이 높은 것으로 분석되었다.

Table 3은 오차항의 분포를 정규분포로 가정하고 순서형 프로빗 모형을 이용하여[15] 사고 심각도에 영향을 미치는 요소를 분석한 결과이다. 유의확률(P>|z|) 0.10 이하에서 사고 심각도에 영향을 미치는 독립변수(계수, 유의확률)는 횡단경사(0.096, 0.091), 도로 폭(-0.072, 0.061), 오르막 차로 수(0.718, 0.000)로 나타났다. 따라서, 횡단경사(X_3) 및 오르막 차로 수(X_5)가 증가하고, 도로 폭(X_4)이 좁아지는 경우, 사고 심각도가 높아진다는 해석이 가능하다.

사고 심각도에 영향을 미치는 첫 번째 독립변수인 횡단경사(X_3)는 배수를 위하여 차량의 도로의 배수 목적 및 평면곡선부에 설치하는 경사이다. 설계 기준보다 횡단경사가 낮게 설치된 구간에서는 차량 거동의 문제를 발생 시킬 수 있으며, 기준보다 크게 설치된 구간에서는 차량의 동력학적 거동을 반영하는데 어려움이 존재한다. 즉, 부적절한 횡단경사는 차량의 축이 도로와 수평을 이루지 못하고 기울어져 있으므로, 주행 안전성이 저하되어 사고를 유발시키고, 사고 발생 가능성이 높다는 기존연구가 연구의 결과를 지지한다.

사고 심각도에 영향을 미치는 두 번째 독립변수는 도로 폭(X_4)으로 분석되었으며, 본 연구에서의 도로 폭은 진행방향의 중앙분리대 측대, 차로 폭, 길어깨 폭을 의미한다. 길어깨는 차량의 주행에 필요한 측방여유를 확보하기 위해 필요하며, 측대는 도로시설물(중앙분리대)과의 측방여유를 확보하기 위해 설치한다. 따라서, 도로 폭이 좁은 구간은 도로 폭이 넓은 구간과 비교하여 측대, 길어깨 폭이 좁거나 존재하기 어려우므로, 도로 폭이 좁은 구간에서는 도로시설물과의 충돌로 인해 사고심각도 상대적으로 높게 나타나는 것으로 해석이 가능하다.

또한, 오르막 차로(X_5)는 급한 상향경사에서 저속차량과의 분리 주행을 위해 설치한 차로로써, 오르막 차로가 설치된 구간은 종단경사가 높아지는 특정경사구간이 존재한다. 종단경사가 높은 구간에서는 교통사고 발생 가능성이 높으므로[16], 오르막 차로가 존재하는 구간에서는 교통사고 심각도가 높다는 결과의 도출이 가능하다.

사고 심각도 모형와 관련된 3개 요소 중에서 횡단경사와 도로 폭은 차량 단독사고와 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다. 기존연구[17]에서는 차량 단독사고인 경우 사망사고로 연계되는 확률이 높아지는 결론을 제시하고 있으며, 부적절한 횡단경사는 차량의 이탈사고로 발전 될 수 있고, 도로변 공작물 충돌 등의 단독 사고로 발생 할 수 있다. 또한 도로 폭이 좁은 경우 운전자

Table 2. The result of correlation analysis

Variable		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	Y
X_1	Coefficient	1.000	-0.210	0.099	0.086	-0.148	0.023	-0.033	-0.048	-0.028
	p-value	-	0.000	0.054	0.094	0.004	0.657	0.516	0.348	0.590
X_2	Coefficient	-	1.000	-0.453	-0.031	0.110	-0.031	0.131	-0.007	0.055
	p-value		-	0.000	0.552	0.032	0.548	0.011	0.896	0.282
X_3	Coefficient	-	-	1.000	-0.222	-0.185	-0.135	0.015	0.109	0.015
	p-value			-	0.000	0.000	0.009	0.766	0.034	0.773
X_4	Coefficient	-	-	-	1.000	-0.236	0.053	-0.076	0.115	-0.203
	p-value				-	0.000	0.300	0.139	0.025	0.000
X_5	Coefficient	-	-	-	-	1.000	0.688	-0.045	0.240	0.222
	p-value					-	0.000	0.382	0.000	0.000
X_6	Coefficient	-	-	-	-	-	1.000	-0.063	0.378	0.147
	p-value						-	0.222	0.000	0.004
X_7	Coefficient	-	-	-	-	-	-	1.000	-0.028	-0.013
	p-value							-	0.593	0.806
X_8	Coefficient	-	-	-	-	-	-	-	1.000	0.076
	p-value								-	0.138
Y	Coefficient	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000
	p-value									-

Table 3. The Analysis result of ordered probit model

Variables	Model 1						Model 2					
	Coefficient	Std.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]	Coefficient	Std.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
X_1	0.000	0.000	0.070	0.943	-0.000	0.000	-	-	-	-	-	-
X_2	0.028	0.053	0.530	0.596	-0.076	0.133	-	-	-	-	-	-
X_3	0.114	0.063	1.800	0.072	-0.010	0.238	0.096	0.056	1.690	0.091	-0.015	0.206
X_4	-0.073	0.039	-1.850	0.065	-0.150	0.004	-0.072	0.039	-1.870	0.061	-0.148	0.003
X_5	0.753	0.231	3.260	0.001	0.300	1.205	0.718	0.164	4.370	0.000	0.396	1.040
X_6	-0.007	0.206	-0.030	0.974	-0.411	0.398	-	-	-	-	-	-
X_7	-0.057	0.881	-0.060	0.948	-1.785	1.670	-	-	-	-	-	-
X_8	-0.138	0.245	-0.560	0.574	-0.618	0.342	-	-	-	-	-	-
LL(β)	-296.303						-269.635					
LL(0)	-284.796						-284.796					
chi2	30.986						30.321					
Pseudo R2	0.054						0.053					
Degree of freedom	8						3					
Num. of observation	349						349					

가 실수를 할 경우 이러한 실수를 수용 할 수 있는 여유 공간이 부족하여 사고로 발생 할 수 있다. 미국, 유럽 및 호주 등 에서는 이러한 차량 단독사고를 줄이기 위해 도로를 이탈한 차량이 안전하게 다시 차로로 복귀할 수 있는 완충지역(clear zone)의 설치하거나 그 개념을 도입하고 있다.

5. 결론 및 향후 연구과제

국내에서 발생한 최근 5년간의 교통사고 발생 건수, 사망자 수, 부상자 수는 감소하는 것으로 나타났다. 이는 도로 안전성 향상을 위한 연구 및 사업의 결과이며, 각각의 연구 및 사업에서는 교통사고 발생 원인, 유형 등의 구분에 따른 해결책을 제시하였다. 특히, 도로의 시설물과 충돌하여 발생하는 단독사고 유형과 관련하여, 차량이 도로를 이탈하면서 발생하는 단독사고의 치사율은 전체 교통사고 치사율의 4배 이상으로 나타났다. 차량 단독사고가 도로 시설물과 관련되어 발생하면, 사고 심각도가 높게 나타나지만, 이에 대한 연구는 미비하다. 따라서, 본 연구에서는 차량 단독사고 발생과 관련한 교통사고 심각도를 분석하기 위하여, 도로의 횡단구성 요소를 고려한 교통사고 심각도 분석을 수행하였다. 도로 시설물, 공작물 충돌과 관련성이 높은 도로 횡단구성 요소를 독립변수로 설정하고, 사고 심각도를 종속변수로 설정하였으며, 순서형 회귀 모형을 분석 모형으로 사용하였다. 분석 결과, 유의확률(P>|z|) 0.10 이하에서 사고 심각도에 영향을 미치는 독립변수는 횡단경사(X_3), 도로 폭(X_4), 오르막 차로 수(X_5)로 나타났다. 연구에서 도출된 결과는 횡단경사가 높고, 오르막 차로 수가 많고, 도로 폭이 좁은 구간에서는 교통사고 발생시, 사고 심각도가 높게 나타나는 것으로 해석이 가능하다.

본 연구에서 도출한 결론에 발전되어야 할 내용은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서는 도로환경요인 중에서 도로의 횡단구성 요인이 차량 단독사고에 영향을 미치는 것으로 한정하여 교통사고 심각도를 분석하였다. 그러나, 차량 단독사고가 발생시키는 다른 요인을 고려하지 못한 한계가 존재하므로, 향후 연구에서는 추가적인 독립변수 구성하여, 각 변수에 대한 설명력을 높일 수 있는 분석결과를 도출해야 한다. 또한, 본 연구의 목적은 도로의 횡단구성 요인이 교통사고 심각도에 영향을 미치는 영향을 분석하기 위한 연구로 진행하였다. 따라서, 교통사고 심각도에 영향을 미치는 독립변수에 대한 통계적 의미를 부여하여 분석하였지만, 사고 심각도 모형 전체의 적합도와 모형 개발에 관련한 분석은 수행되지 않았다. 연구에서 도출된 결과의 활용성을 향상시키기 위해서는 모형 구성의 적합도를 고려하여, 사고모형으로 발전 될 수 있도록 분석이 수행되어야 한다. 마지막으로 교통사고 발생 유형을 공작물추돌, 도로 외 이탈, 길가장자리 사고 등으로 구분하여, 단독사고와 직접적으로 관련성이 있는 사고유형으로 구분하고, 각 사고에 적합한 사고자료로 분류하여 교통사고 심각도를 분석하는 연구가 추가되어야 한다.

본 연구의 결과는 국도에서 발생한 사고 및 차량 단독사고 발생시의 사고 심각도 감소를 위한 연구의 기초자료로써 활용될 것으로 기대한다.

※ 이 논문은 2017년도 한국안전학회 추계학술대회에서 발표된 내용을 수정・보완하여 완성되었습니다.

감사의 글 : 본 연구는 국토교통부 교통물류사업의 연구비 지원(17-TLRP-C096228-03)에 의해 수행되었습니다.

References

1) KoRoad, 2016 Traffic Accident Statistical, 2015.
2) Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Regulation on Geometric design/Facilities Standards of Roads, 2013,
3) J. Y. Lee, J. H. Jung and B. S. Son, “Analysis of Traffic Accident Severity for Korean Highway Using Structural Equations Model”, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.26, No.2, pp.17-24, 2008.
4) K. S. Hwang, J. S. Choi, S. Y. Kim, T. Y. Huh, W. B. Jo and Y. S. Kim, “Freeway Crash Frequency Model Development Based on the Road Section Segmentation by Using Vehicle Speeds”, Journal of Korean Society of Transportation Vol. 28, No. 2, pp.151-159, 2010.
5) C. S. Lim and Y. W. Choi, “Analysis on the Driving Safety and Investment Effect using Severity Model of Fatal Traffic Accidents”, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.29, No.3, pp.103-113, 2011.
6) J. Hong, K. Kim and S. Lee, “Developing the Accident Injury Severity on a Field of Construction Work using Ordered Probit Model”, Journal of the Korean Society of Safety, Vol.26, No.2. pp.89-98, 2011.
7) S. R. Moon, Y. I. Lee and S. B. Lee, “Developing a Traffic Accident Prediction Model for Freeway”, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.30, No.2. pp.101-116, 2012.
8) M. Y. Lee, T. Y. Kim and B. H. Park, “Traffic Accident Model of Urban Rotary and Roundabout by Type of Collision based on Land Use”, Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 32, No. 4. pp.107-113, 2017.
9) M. A. Abedel-Aty and A. E. Radwan, “Modeling Traffic Accident Occurrence and Involvement”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 32, pp.633-642, 2000.
10) K. K. W. Yau , “Risk Factors Affecting the Severity of Single Vehicle Traffic Accidents in Hong Kong”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 36, Issue 3, pp.333-340, 2004.
11) C. Zhang and J. Ivan, “Effects of Geometric Characteristics on Head-on Crash Incidence on Two lane Roads in Connecticut”, Transportation Research Record : Journal of the Transportation Research Board, Vol. 1908, pp.159-164, 2005.
12) C. Caliendo, M. Cuida and A. Parisi, “A Crash-Prediction Model for Multilane Roads”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 39, Issue 4, pp.657-670, 2007.
13) A. Montella, L. Colantuoni and R. Lamberti, “Crash Prediction Models for Rural Motorways”, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 2083, pp.180-189, 2008.
14) X. Jiang, B. Huang, R. L. Zaretzki, S. Richards, X. Yan and H. Zhang, “Investigating the Influence of Curbs on Single-vehicle Crash Injury Severity Utilizing Zero-inflated Ordered Probit Models”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 57, pp.55-66, 2013.
15) S. W. Lee, Logit and Probit Model, 2005.
16) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Development of Next Generation Equipment for Road Safety Inspection, 2012.
17) M. H. Park, “Longitudinal Methods for Prioritizing Highway Safety Investments”, The Pennsylvania State University, 2013.